

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

# LA FABRICATION DU SUCRE

## **BEP MAINTENANCE DES EQUIPEMENTS DE COMMANDE DES SYSTEMES INDUSTRIELS**

**L'épreuve EP de technologie est composée de 3 parties distinctes :**

**Partie EP1-1 : ETUDE DE BOUCLES DE REGULATION**

**Durée conseillée : 3 heures 60 points**

**Partie EP1-2 : TECHNOLOGIE APPLIQUEES**

**Durée conseillée : 1 heure 24 points**

**Partie EP1-3 : AUTOMATIQUE**

**Durée conseillée : 1 heure 36 points**

**Le dossier de correction comprend 13 folios**

**Partie EP1-1 : Documents réponses : folios 1/13 à 7/13**

**Partie EP1-2 : Documents réponses : folios 8/13 à 10/13**

**Partie EP1-3 : Documents réponses : folios 11/13 à 13/13**

**La totalité du dossier doit être remis aux surveillants à la fin de l'épreuve.**

**Les résultats numériques devront tous être justifiés et donnés avec deux chiffres significatifs après la virgule.**

Académies Groupement "Est"	Session 2004	<b>CORRIGE</b>		TIRAGES
<b>B.E.P. Maintenance des Equipements de Commande des Systèmes Industriels</b>		code examen :		
Épreuve : EP1 – Épreuve de technologie		Durée : 5 h 00	Coef. : 6 page : 1 / 13	

## EP1 - 1 : ETUDE DE BOUCLES DE REGULATION

### DOCUMENTS REPONSES.

#### 1) REGULATION DE NIVEAU "TURBINAGE"

- 1.1) Le niveau dans la cuve de turbinage est de 67 cm.  
Quelle est la valeur du signal de sortie de LT en pourcentage ? /2

$$67 / 120 \times 100 = 55.83 \%$$

- 1.2) Choix du transmetteur.  
D'après le tableau 1 du dossier ressource page 4/21, déterminer la gamme de pression du transmetteur LT en justifiant par le calcul. /2

Calcul

$$P = \rho gh = 1500 \times 9.81 \times 1.2 = 17658 \text{ Pa}$$

**7.6 kPa**

Gamme 2

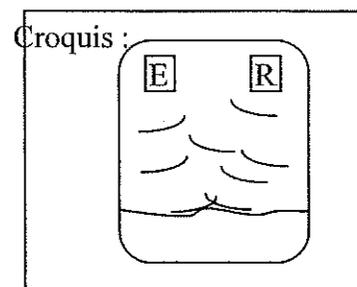
- 1.3) Citer trois autres techniques de mesure de niveau. /2

*Insufflage ou bulles à bulles  
Plongeur  
Capacitif*

- 1.4) Expliquer le principe de fonctionnement d'une mesure de niveau par ultra-son. /2  
Aidez-vous du croquis.

*Les ondes émises par l'émetteur réfléchissent sur la surface libre pour aller rencontrer le récepteur.*

*Le temps entre l'émission et la réception est proportionnel au niveau.*



- 1.5) Le transmetteur est équipé d'un séparateur à membrane de grand Ø, montage sur bride. /2  
Pourquoi utilise-t-on un séparateur?

*On utilise un séparateur pour ne pas que le produit à mesurer soit en contact avec l'élément sensible de mesure. Ici le produit est du sucre, donc collant, il colmaterait un capillaire trop fin.*

/2

## EP1.1 ETUDE DE BOUCLES DE REGULATION

### DOCUMENTS REPONSES.

#### 2) REGULATION DE TEMPERATURE RETOUR MALAXEUR

2.1.a) Quel est le type de la régulation de température ? (cocher votre choix par une croix X) /1

Type de boucle	choix
simple	
cascade	
tendance	X

2.1.b) Quel est l'avantage de cette boucle par rapport à une boucle simple ? /2

*elle anticipe la variation de la grandeur régulée en mesurant la grandeur perturbatrice qui est le débit de retour.*

2.2) Compléter le tableau ci-dessous, en rayant les mentions en italique inutiles, pour déterminer le sens d'action du régulateur TIC2 avec une vanne TCV2 de sens de sécurité OMA. /4

Si la température augmente ( Mesure ↗ )	La vanne TCV2 doit <del>s'ouvrir</del>	La vanne TCV2 doit <i>Se fermer</i>	Le signal de commande doit <i>Augmenter</i>	Le signal de commande doit <del>Diminuer</del>	Donc TIC2 est <i>Direct</i>	Donc TIC2 est <del>Inverse</del>
--	---	--	--	---	--------------------------------	-------------------------------------

2.3.a)  $B_p = 50\%$  que vaut le gain G ? /1

$$G = 100 / B_p = 100 / 50 = 2 \quad G = 2$$

2.3.b)  $n = 0,5$  rép/min que vaut le temps d'intégrale  $T_i$  ? /1

$$T_i = 1 / n = 1 / 0.5 = 2 \quad T_i = 2 \text{ mn}$$

## EP1.1 ETUDE DE BOUCLES DE REGULATION

### DOCUMENTS REPOSES.

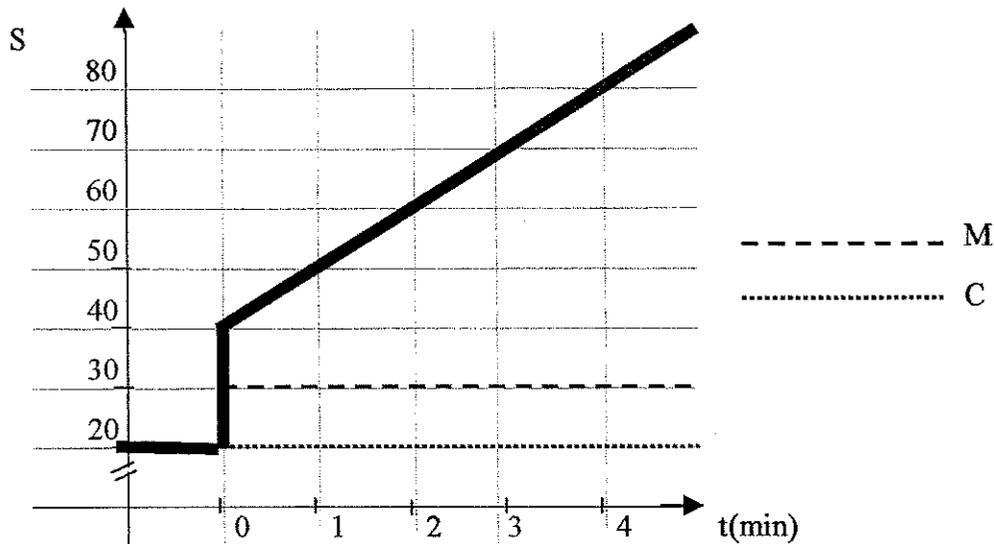
2.3.c) On a testé le régulateur avec les actions suivantes :  $G = 2$  et  $T_i = 2$  mn/rép

Représenter le signal de sortie du régulateur TIC2, en boucle ouverte, pour un échelon de consigne de 10 % sachant qu'au départ  $M=C$  et que  $S_o = 20\%$ .

Formule de réponse d'un régulateur PI :

/6

$$S = G(M - C) + \frac{G}{T_i} \int_0^t (M - C) dt + S_o$$



2.4.a) La sonde utilisée est une Pt 100.  
Que signifie le terme Pt 100 ?

/1

*Pt pour platine et 100 pour 100 ohms à 0°C*

2.4.b) Sachant que :  $R_t = R_o (1 + at)$  et que l'échelle de température est de 40 à 90°C ,  
calculer les valeurs de la résistance de la sonde pour simuler 0 et 100% lors de l'étalonnage  
du convertisseur (  $a = 0,00385$  ).

/2

$$\begin{aligned} 0 \% &= 40 \text{ }^\circ\text{C}; R_{40} = 100 (1 + 0.00385 \times 40) = 115.4 \Omega \\ 100 \% &= 90 \text{ }^\circ\text{C}; R_{90} = 100 (1 + 0.00385 \times 90) = 134.65 \Omega \end{aligned}$$

2.5.a) On envisage le remplacement de la Pt 100 par un thermocouple de type J.  
Expliquer le phénomène physique utilisé par le thermocouple.

/2

*Deux conducteurs de nature différente sont soudés ensemble (appelé soudure chaude ou jonction de mesure). Les deux autres extrémités (appelé soudure froide ou jonction de référence) sont raccordées à un millivoltmètre. Il y a création de f.e.m lorsqu'il y a une  $\neq$  de température entre les deux jonctions*

## EP1.1 ETUDE DE BOUCLES DE REGULATION

### DOCUMENTS REPONSES.

- 2.5.b) Le thermocouple sera raccordé à un convertisseur délivrant un signal 4 à 20mA. /3  
Sachant que l'atelier où on effectue l'étalonnage est à une température de 20°C, quelle f.e.m (force électromotrice) faut-il simuler pour étalonner le convertisseur ? ( voir table dans le dossier ressource page 5/21 ) ( Rappel : échelle 40°C à 90 °C )

$$\begin{aligned} \text{f.e.m à 0\% : } 0\% = 40^{\circ}\text{C} \quad E_{40^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}} &= E_{40^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C}} - E_{20^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C}} \\ &= 2,058 \text{ mV} - 1,019 \text{ mV} \\ &= 1,039 \text{ mV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f.e.m à 100\%: } 100\% = 90^{\circ}\text{C} \quad E_{90^{\circ}\text{C}/20^{\circ}\text{C}} &= E_{90^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C}} - E_{20^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C}} \\ &= 4,725 \text{ mV} - 1,019 \text{ mV} \\ &= 3,706 \text{ mV} \end{aligned}$$

- 2.5.c) Quelle intensité délivrera le convertisseur lorsque la température mesurée par le thermocouple sera de 50°C ? /1  
Détaillez votre calcul.

$$\%M = 100 \times (50 - 40) / (90 - 40) = 20\%$$

$$I_s = I_0 + (\%M \times \Delta I) / 100 = 4 + (20 \times 16) / 100 = 7,2 \text{ mA.}$$

## EP1.1 ETUDE DE BOUCLES DE REGULATION

### DOCUMENTS REPONSES.

### 3 REGULATION DU DEBIT DE REPRISE

- 3.1) Compléter le tableau ci-dessous, le débit de reprise Q variant de 0 à 70 m<sup>3</sup>/h. /4  
( Rappel :  $Q = K \sqrt{\Delta P}$  )

% de débit Q	Q (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta P$ (mbar)	Courant de sortie de PDT3 (mA)
0	0	0	4
25	17.5	9.56	5
50	35	38.25	8
75	52.5	86.06	13
100	70	153	20

- 3.2) Quel est le type de régulation composée de PDT3 ; FIC3 ; FT3 ; FCV3 ? /1

*Régulation de rapport ou de proportion.*

- 3.3) Le régulateur FIC3, sur sa boucle de mesure doit être équipé de: /2  
Un sommateur, un soustracteur, un extracteur de racine carrée, un multiplicateur ou un diviseur? Justifier votre réponse.

*extracteur de racine carrée . Le signal envoyé par le transmetteur au régulateur n'est pas linéaire par rapport au débit, il est quadratique. Il est rendu linéaire en insérant un extracteur de racine carrée.*

- 3.4) Si le débit de masse cuite est de 35 m<sup>3</sup>/h, calculer et indiquer le débit de reprise. /2

$$Q = 25\% / 75\% \times 35 \text{ m}^3/\text{h}$$
$$11.66 \text{ m}^3/\text{h}$$

- 3.5) Quel doit être le sens d'action de FCV3 ? Justifier votre réponse. /1

*FMA : Fermée par Manque d'Air*  
*En cas de problèmes, le malaxeur ne doit plus être alimenté en fluide.*

## EP1.1 ETUDE DE BOUCLES DE REGULATION

### DOCUMENTS REPONSES.

#### 4 REGULATION DE PRESSION MALAXEUR

- 4.1) En considérant que la valeur de la consigne externe est égale à -551 mmHg, compléter le tableau suivant /4

mmHg	mbar	mbar abs	mmCE	%
-551	-725	288	-7395	76.33

- 4.2) Donner les désignations exactes des instruments symbolisés par JT4 et JY4. /3

**JT4: Transmetteur électronique de puissance monté en local.**

**JY4: Relais de calcul multiplicateur**

- 4.3) Le coefficient "k" du relais de rapport est réglé à 0,8. Si la mesure de la puissance affiche 95,66%, déterminer la valeur en % de la consigne externe. /2

$$S = \text{Sortie \%} = \text{Entrée } E \% \times k$$

$$S = 0,8 \times 95,66 = 76,53 \%$$

- 4.4) Dans le document ressource (Page 7/21), la documentation technique de la vanne PCV4 est incomplète. Dans le tableau ci-dessous, donner à chaque numéro sa désignation. /4

NUMERO REPERE	DESIGNATION
1	<i>Servomoteur</i>
2	<i>Entrée alimentation d'air du positionneur</i>
3	<i>Entrée pneumatique de commande</i>
4	<i>Arcades</i>
5	<i>Tige du servomoteur</i>
6	<i>Disque indicateur</i>
7	<i>Presse étoupe</i>
8	<i>Tige du clapet</i>
9	<i>Siège</i>
10	<i>Clapet</i>
11	<i>Corps de vanne</i>

- 4.5) La vanne de réglage PCV4 est munie d'un positionneur pneumatique intégré au servomoteur. Indiquer au moins deux avantages du positionneur de vanne: /3

*Meilleure précision*

*Amplification du signal de commande*

*Ouverture et fermeture de vanne plus rapide*

*Inversion du sens de la vanne ( OMA FMA)*

## EP1 - 2 : SCIENCES APPLIQUEES

### DOCUMENTS REPONSES.

La régulation de température de l'échangeur situé sur le malaxeur sous vide est de type T.O.R ( Tout Ou Rien )

La sonde de température est de type Pt 100.

- Si la mesure est inférieure à la consigne, le régulateur ferme un contact qui alimente la bobine d'un relais 24 Volts continu.
- Si la mesure est supérieure à la consigne, le contact reste en position repos.

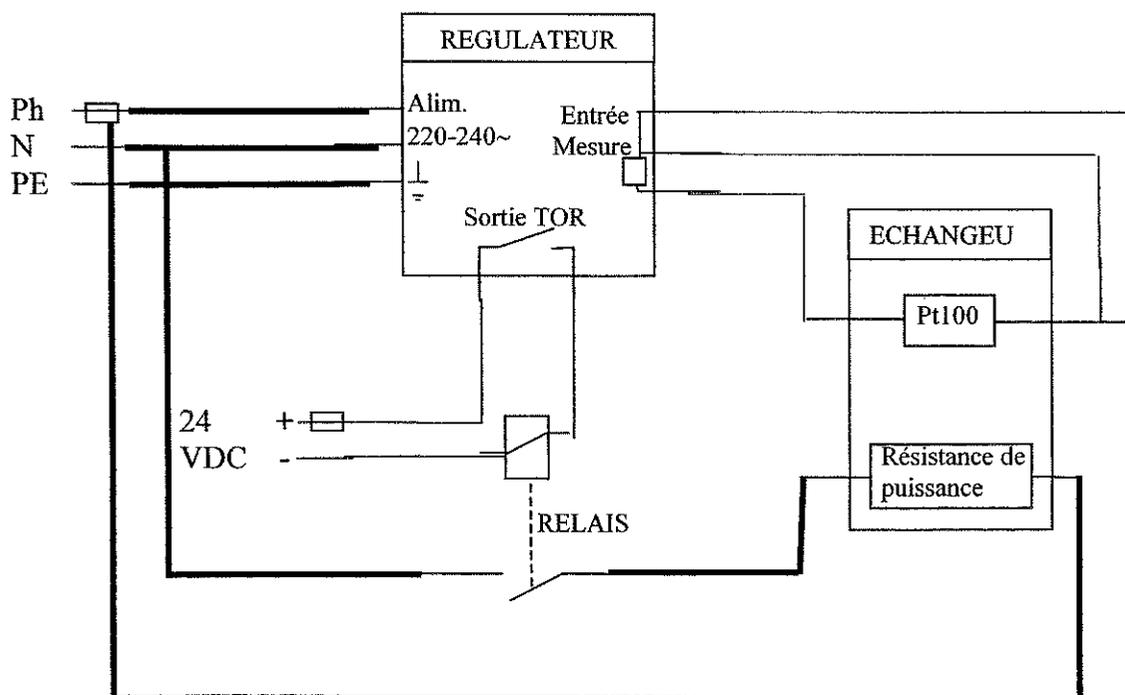
Le chauffage s'effectue grâce à une résistance électrique chauffante alimentée en 230Volts alternatif .

1) Compléter le schéma électrique.

1.1) Représenter en vert la partie mesure. /2

1.2) Représenter en bleu la partie commande. /2

1.3) Représenter en noir la partie puissance et l'alimentation du régulateur. /2



2) Sachant que la résistance électrique chauffante est de 10 ohms :

2.1) Calculer l'intensité I qui traverse cette résistance.

$$U = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{230}{10} = 23 A$$

..... /2

2.2) Calculer la puissance de cette résistance.

$$P = U \cdot I = 230 \cdot 13 = 5290 W$$

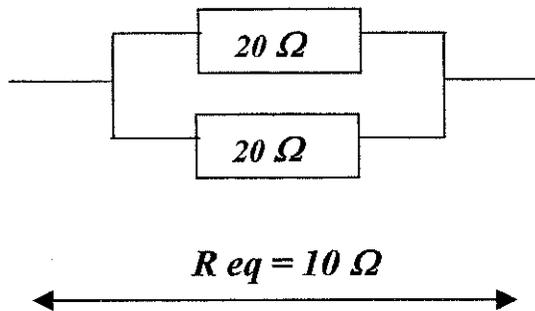
..... /2

2.3) La résistance électrique chauffante de 10 ohms étant défectueuse, proposer une solution pour la remplacer sachant que vous disposez de résistances de valeur 20 ohms et que le fonctionnement doit rester identique.

Justifier votre réponse : a) schéma b) calculs

/4

a) schéma

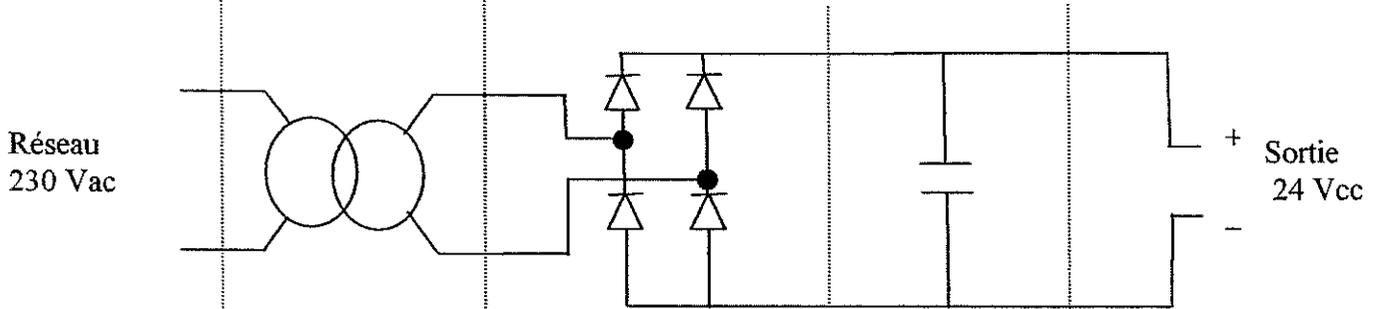


b) Calculs

$$R_{eq} = \frac{20 \cdot 20}{20 + 20} = 10 \Omega$$

.....

3) Donner le nom et la fonction de chacune des parties du schéma ci-dessous : /4



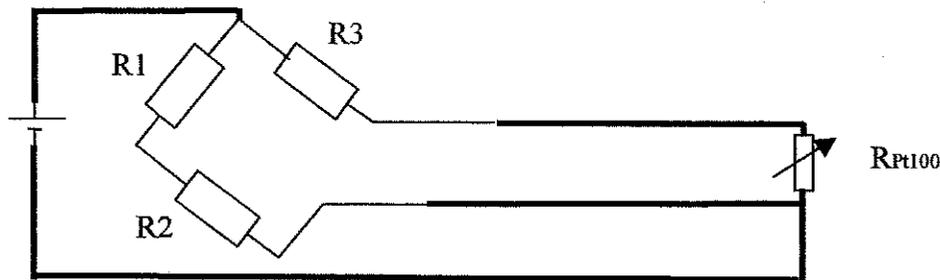
Nom des constituants	<i>Transformateur</i>	<i>Pont redresseur (PD2)</i>	<i>Condensateur</i>
Fonction	<i>Abaisser la tension</i>	<i>Obtenir un signal du type bi-alternance redressé</i>	<i>Effectuer le lissage du signal</i>

4) La sonde Pt 100 étant connectée à un pont de Wheatstone selon le montage 3 fils, expliquer le principe de fonctionnement du pont et compléter le schéma ci-dessous. /4

Principe :

*Une variation de la température entraîne une variation de la valeur de la résistance de la Pt 100. Cette variation va provoquer le déséquilibre du pont. Ce déséquilibre peut-être visualisé grâce à un galvanomètre ou remplacé par un circuit électronique qui interprétera cette variation pour la traduire en un signal standard.*

Schéma :



5) A quelle condition le pont sera-t-il équilibré ? ( Donner l'équation ) /2

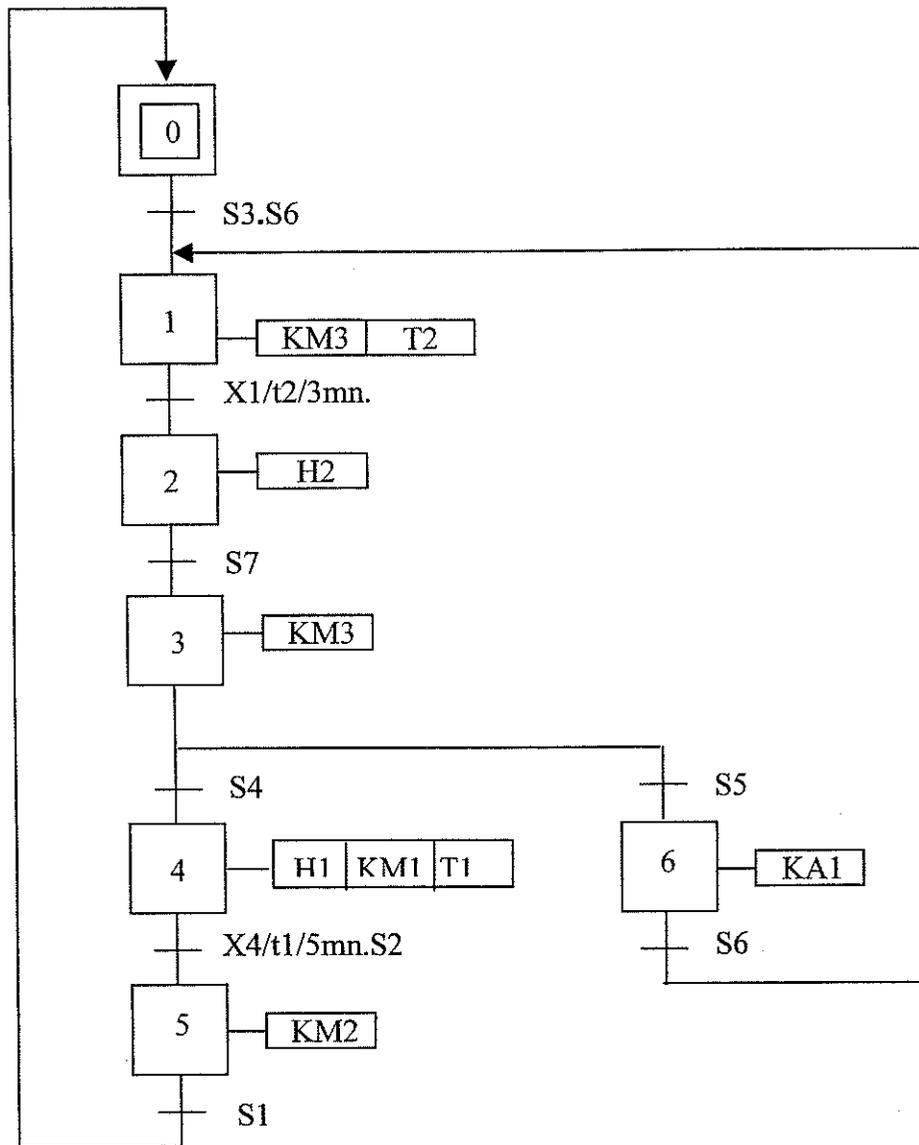
$$R1 * R_{Pt100} = R2 * R3$$

**EP1-3 : AUTOMATIQUE**

**DOCUMENTS REPONSES.**

1) D'après la description du cycle et la liste des capteurs et récepteurs ( pages 17/22 et 19/22 ), réaliser le grafcet point de vue partie commande du cycle de fonctionnement.

/14





### EP1-3 : AUTOMATIQUE

#### DOCUMENTS REPONSES.

3) L'automate utilisé est un Télémécanique TSX17 ( voir document ressource page 18/22 ).

Placer sur le schéma ci-dessous

a) le bouton poussoir chauffeur « camion vide » S7 sur l'entrée 7 de l'automate.

( Le bouton poussoir S7 est un BP à fermeture ).

/4

b) la commande du contacteur d'ouverture de trémie de trémie KM1 sur la sortie 1 de l'automate.

/4

c) l'alimentation de l'automate Télémécanique TSX17.

/4

Remarque : les autres entrées et sorties de l'automate ne sont pas représentées

