

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.

Académies de Grenoble, Lyon et Reims		Session 2000	Code	
SPECIALITE B.E.P. M.E.C.S.I.				
<i>EPI : EPREUVE DE TECHNOLOGIE</i>				
COEFFICIENT : 6	Temps alloué : 5 heures	IDENT :	Tirage	

*B.E.P. Maintenance des
Equipements des Systèmes
Industriels*

CORRIGE
Session 2000

Etude d'une colonne à distiller

Sommaire :

Page 1 à 16 : Dossier réponse

Page 17 à 26 : Dossier Annexe

CORRIGE

L'ensemble du dossier est à rendre dans son intégralité

ETUDE DE LA COLONNE A DISTILLER DU H.D.I.

Principe général de l'installation :

L'étude portera sur la distillation (séparation) d'un produit, le H.D.I. (Hexaméthylène Di-Isocyanate) brut et de ses Impuretés.

Le H.D.I. est un produit de base pour les peintures haut de gamme.

Principe de la colonne de distillation A :

Le H.D.I. brut régulé en débit arrive dans la colonne A par la vanne FCV 4.

Il est soutiré en pied de colonne pour être chauffé par un échangeur à résistances.

Renvoyé dans la colonne, une séparation de produits s'opère. D'une part le H.D.I. purifié qui est envoyé vers une deuxième colonne B, d'autre part, les vapeurs qui sont évacuées en tête de colonne pour être condensées par l'intermédiaire d'un échangeur à solvant. Les condensats obtenus sont dirigés vers le bac B1 et les vapeurs restantes sont envoyées vers la colonne d'abattage.

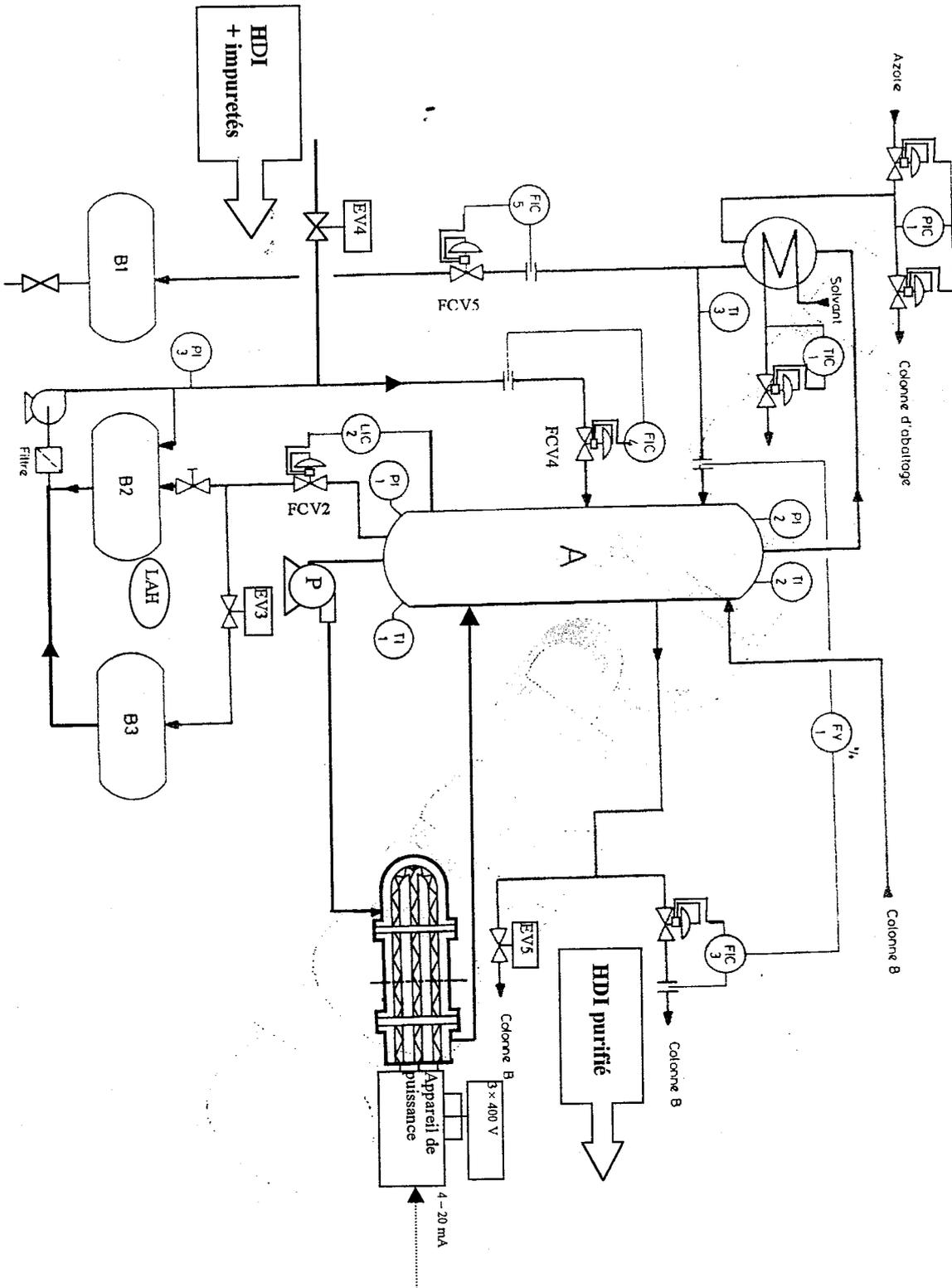
Le bac B2 est utilisé comme bac tampon pour la régulation de niveau de la colonne.

Le bac B3 fait effet de bac de sécurité du niveau du bac tampon B2.

Le schéma de cette installation est donné à la page suivante.

CORRIGE

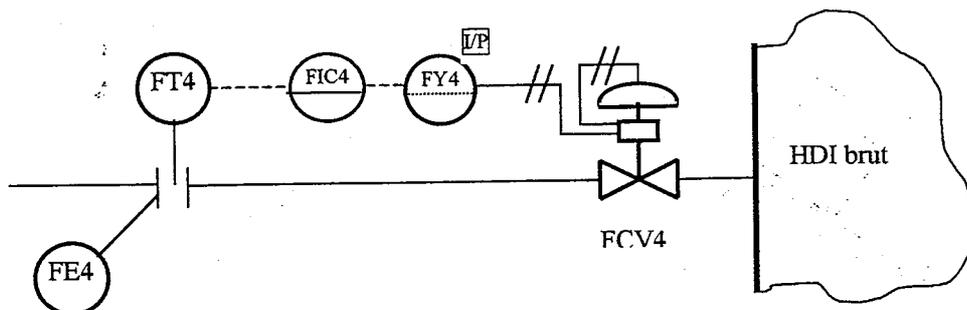
SCHEMA DE L'INSTALLATION DE DISTILLATION DU H.D.I.



CORRIGE

Régulation de débit

Afin d'améliorer les performances de la régulation de débit de H.D.I. brut, on se propose de vérifier par le calcul tous les paramètres de configuration de la régulation actuelle.



1. Donnez la signification de chacun des éléments de la boucle de régulation de débit et son implantation respective (exemple: tel qu'il est représenté, où se trouve FIC4 ?....sur le procédé ou ... ailleurs ?).

/10 POINTS

REPERE	SIGNIFICATION	IMPLANTATION
FE4:		
FT4:		
FIC4:		
FY4:		
FCV4:		

2. Précisez la nature et l'échelle normalisée des différents signaux de cette boucle de régulation de débit.

/6 POINTS

-Entre FT4 et FIC4: *Electrique 4-20mA ou 1-5V ou 0-10V*

-Entre FIC4 et FY4: *Electrique 4-20mA ou 1-5V ou 0-10V*

-Entre FY4 et FCV4: *hydraulique 0,2 à 1 bar*

CORRIGE

3. Quelle est la grandeur physique mesurée?

/2 POINTS

 ΔP

4. Citez 5 principes de mesures de débit différents.

/5 POINTS

- Turbine, moulinet
- électromagnétique
- Vortex
- $OD \times 3$
- ultra son

5. Le HDI circule dans une conduite de 2" de diamètre à une vitesse moyenne de 2 m/s.
Calculez le débit volumique de HDI en L/s.

/4 POINTS

1"(pouce)=25,4mm

$$Q_v = 4,053 \text{ L/s}$$

6. En admettant que le débit volumique de HDI calculé précédemment est égal à la consigne, calculez le réglage de la consigne à afficher sur le régulateur en %. L'échelle du transmetteur est 0 → 15 L/s.

/4 POINTS

$$C = 27,02 \%$$

CORRIGE

Régulation de niveau

7. Pour vérifier la courbe théorique du transmetteur de niveau LT2 (schématisé ci-dessous) qui compose la boucle LIC2 au pied de la colonne à distiller A, on vous demande de compléter le tableau suivant en admettant que sa courbe est linéaire.

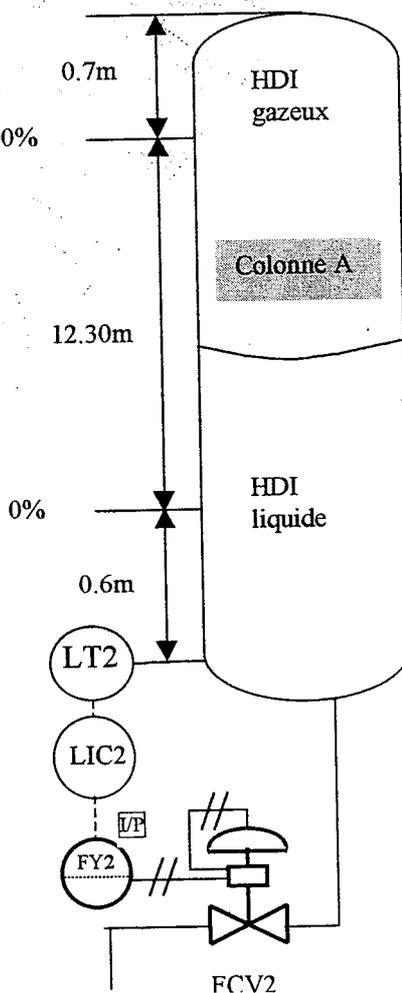
/10 POINTS

P en %	P en mbar	S en %	S en mA
0	0	0	4
25	450	25	8
35	630	35	9,6
45	810	45	11,2
50	900	50	12
62	1116	62	13,92
62,5	1125	62,5	14
80	1440	80	16,8
100	1800	100	20

Remplacement du capteur de Niveau LT2.

La colonne à distiller A a été modifiée en hauteur pour améliorer son rendement, afin de commander un autre capteur de niveau on vous demande d'en calculer les nouveaux paramètres.

CORRIGE



8. Quel est la difference entre pression relative et pression absolue?

/5 POINTS

P. atm.

9. Quels sont les deux réglages possibles que l'on peut réaliser sur un transmetteur de niveau ?

/3 POINTS

Le zéro et l'échelle

10. Calculer la pression de fonctionnement à 0% puis à 100% de HDI liquide appliqué au pied de la colonne A sachant que la densité du HDI liquide est de 1,35, alors que la densité du HDI gazeux est de 0,42.

(On suppose que le sommet de la colonne est à la pression atmosphérique)

/6 POINTS

P à 0% = 615
mbar
P à 100% = 1737
mbar

11. En déduire l'Etendue d'Echelle du capteur

/4 POINTS

EE = 1122 mbar

CORRIGE

12. A l'aide des calculs réalisés précédemment, rechercher dans la grille de codification (voir annexe page 18) le code de commande du nouveau capteur de marque "BOURDON SEDEME". On précise que son type est TB304 avec un signal de mesure en 4-20mA. Le transmetteur est raccordé à la conduite par un filetage d'un demi pouce au pas NPT avec un joint de cellule en viton.

/5 POINTS

E	3	0	3	6	3	B	1	7	R
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Modification des Actions du régulateur LIC2

Pour améliorer la régulation de niveau (LIC2) sur la colonne à distiller A, on décide de modifier les actions du régulateur. L'identification est réalisée avec le régulateur en position manuelle, à l'aide de la courbe suivante et du tableau d'identification par la méthode de Broïda (voir annexe page 20), calculez les nouvelles actions à entrer dans le régulateur sachant que nous avons effectué un échelon sur la vanne FCV2 de 15 à 30%.

13. Quel est le sens d'action de la vanne FCV2 ? (En cas d'incident, on désire remplir la cuve)

/4 POINTS

SO

14. Calculez ΔS , ΔM et en déduire le gain statique.

/6 POINTS

$\Delta V = 34 \text{ ou } 35 \text{ mm}$
 $\Delta M = 69 \text{ mm}$
 $G_s = 2$

15. Calculez t_1 et t_2 en secondes (justifiez vos résultats en écrivant tous vos calculs).

/5 POINTS

$t_1 = 47,36 \Delta$
 $t_2 = 63,15 \Delta$

CORRIGE

16. Calculez la constante de temps θ .

/3 POINTS

$$\theta = 86,845$$

$$\theta = 87 \Delta$$

17. Calculez le temps mort τ .

/3 POINTS

$$18,93 \Delta$$

$$\tau = 19 \Delta$$

18. Calculez le rapport θ/τ .

/2 POINTS

$$\theta/\tau = 4,58$$

19. A l'aide du tableau de Broïda, calculez les valeurs à afficher dans le régulateur de type mixte.

/6 POINTS

$$G_n = 2,075 = \frac{4,58 + 0,4}{1,2 \times 2}$$

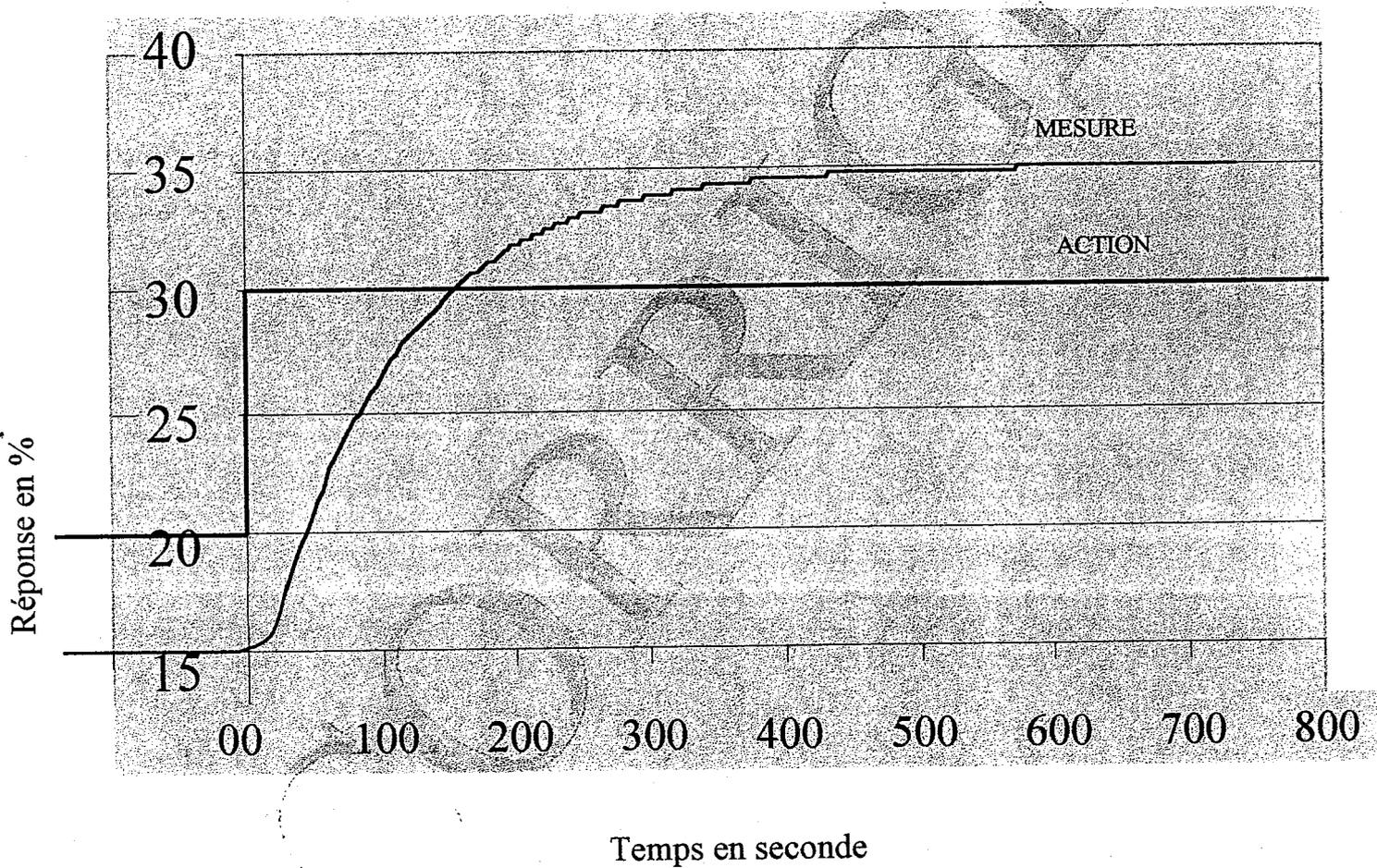
$$T_i = \frac{2 \times 19}{0,75} = 50,66 \Delta$$

$$T_d = \frac{0,35 \times 87}{2} = 15,225 \Delta$$

$$\begin{aligned} P &= 50\% \\ I &= 50 \Delta \\ D &= 15 \Delta \end{aligned}$$

CORRIGE

COURBE D'IDENTIFICATION DU NIVEAU LIC2



Echelle : 19 mm → 100 secondes

CORRIGE

CORRIGE

Régulation de Température

L'étude a pour but la vérification du capteur de température TI2 qui se situe en tête de la colonne à distiller de H.D.I.. On constate des écarts de T° très importants entre la valeur affichée par le convertisseur du signal du capteur TI2 et la valeur relevée avec un autre appareil sur le site.

On décide de vérifier les FEM produites par le thermocouple TI2 en laboratoire. Ce thermocouple est de type J, sans compensation de soudure froide sur une échelle s'étendant de 80°C à 120°C sur la soudure chaude (température du produit). La vérification est réalisée dans un laboratoire à une température de 18°C.

20. A l'aide du tableau sur les thermocouples J (Annexe page 21), complétez le tableau suivant.

Vous devez détailler les calculs pour la première valeur trouvée et préciser les unités.

/7 POINTS

Température simulée en °C	Valeur qui doit s'afficher sur le Voltmètre
80	$4186 - 916 = 3280 \mu V$
85	3539 μV
90	3809 μV
95	4080 μV
100	4352 μV
105	4624 μV
110	4896 μV
115	5169 μV
120	5443 μV

CORRIGE

Etude de l'échangeur thermique à résistances

L'échangeur thermique comporte trois résistances alimentées par un gradateur à thyristors de type GRADIPAK (TELEMECANIQUE). Ce gradateur est alimenté par système triphasé $3 \times 400 \text{ V} \sim 50 \text{ Hz}$.

La puissance maximale de ce gradateur est de 100 kW.

La documentation technique et le schéma de câblage de ce gradateur sont donnés en annexe page 22.

A l'aide de la documentation technique,

21. Quel est le rôle général du Gradipak ?

/4 POINTS

Reglage de l'énergie électrique pour la commande automatique des charges résistives.

22. D'après le schéma de l'installation, quelles sont la nature et la valeur du signal de commande du gradateur installé sur l'échangeur thermique de la colonne A ?

/4 POINTS

Électrique / Intensité : 4 - 20 mA.

23. Quel est le type de montage retenu pour les thyristors et pourquoi ?

/4 POINTS

Montage "tête-bêche"
Permet la conduction sur l'alternance négative.

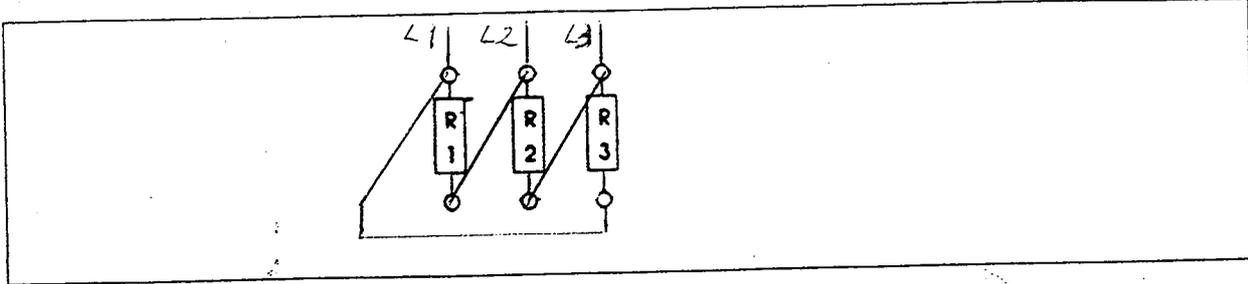
24. D'après les caractéristiques de l'installation, déterminez la référence du gradipak.

/4 POINTS

LH1 - CF 12 MG

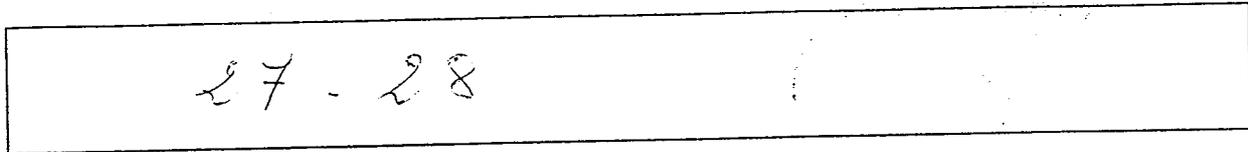
25. Sur le schéma suivant, couplez les résistances en Triangle.

/4 POINTS



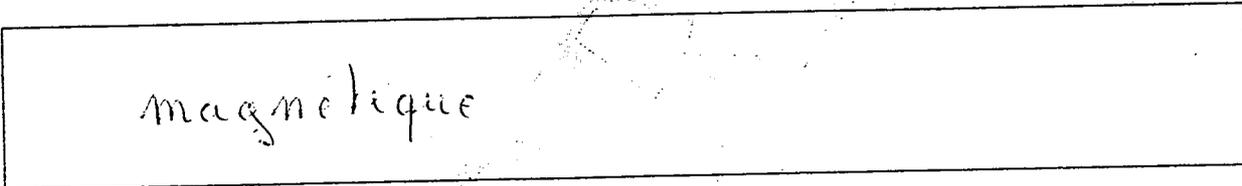
26. Indiquez les bornes à utiliser sur le Gradipak, pour une commande en 4-20 mA.

/4 POINTS



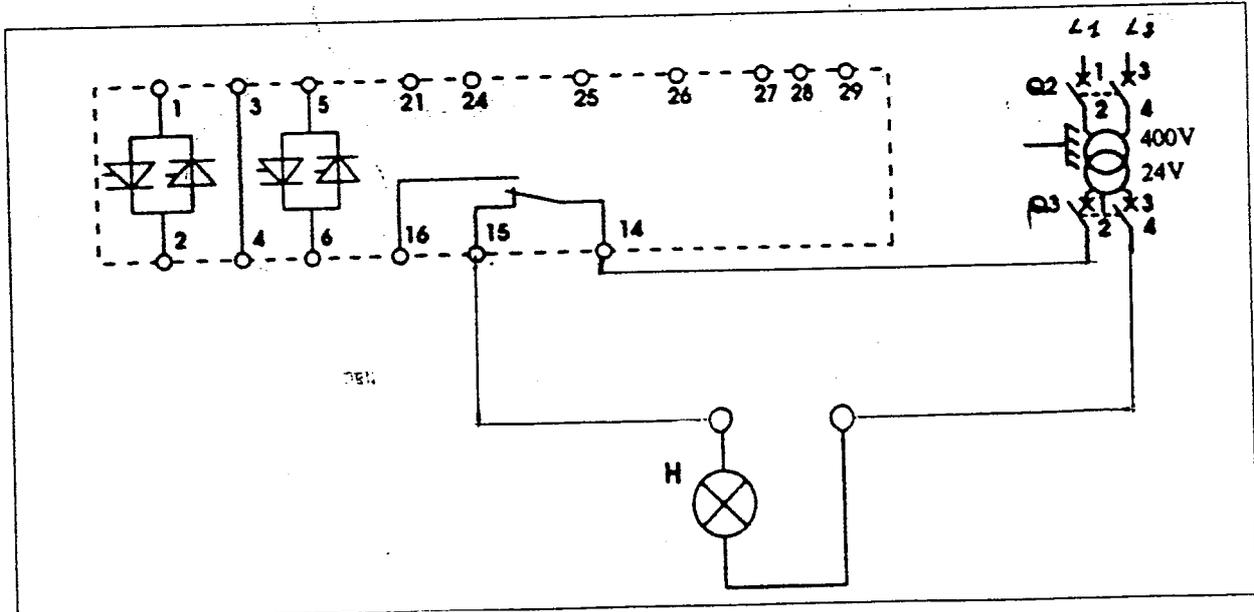
27. Donnez le type de déclencheur des protections F11 et F21.

/4 POINTS



28. Un voyant H sert à signaler le défaut d'alimentation du gradateur, complétez le schéma suivant.

/6 POINTS

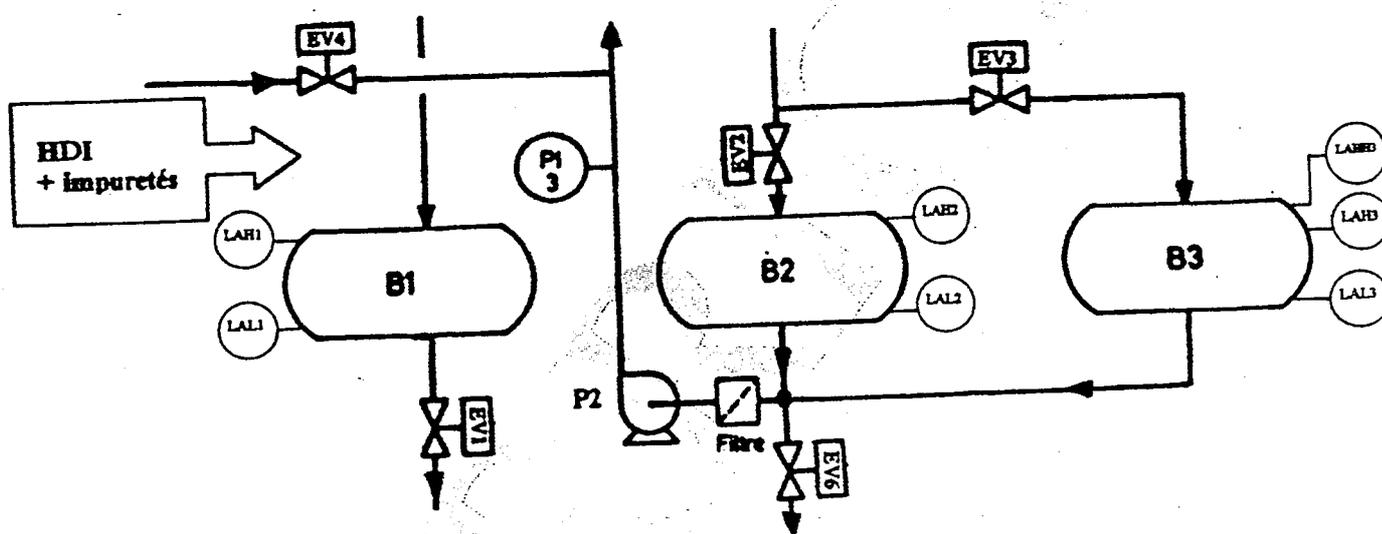


CORRIGE

Etude des sécurités des niveaux des bacs B1, B2 et B3

Afin d'améliorer la gestion des niveaux dans les bacs B1, B2 et B3, On vous demande d'étudier l'automatisation des sécurités des niveaux des bacs B1, B2 et B3. L'ensemble sera géré par un automate industriel programmable de type TSX 17 (TELEMECANIQUE) dont les attributions entrées / sorties sont données en annexe page 26.

Schéma modifié de l'installation de distillation du H.D.I. concernant l'automatisation des sécurités des bacs B1, B2 et B3



Etude du niveau des condensats dans le bac B1.

Lors d'une procédure de distillation, les condensats venant de l'échangeur thermique à solvant arrivent dans le bac B1.

Lorsque le niveau Haut LAH1 est atteint dans le bac, l'électrovanne EV1 est commandée à l'ouverture pour évacuer les condensats.

Le niveau bas atteint (LAL1), l'électrovanne EV1 n'est plus commandée.

29. Quel est le type de commande de l'électrovanne EV1 ?

/4 POINTS

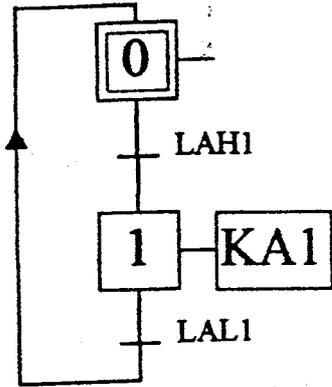
électrique

CORRIGE

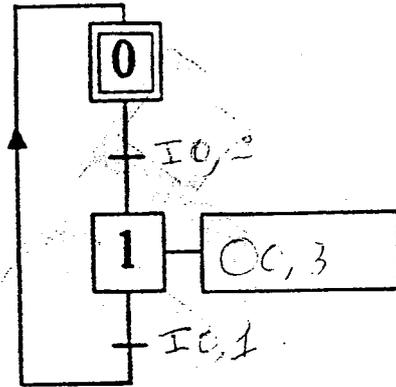
30. D'après le grafct technologique de fonctionnement de la sécurité du niveau dans le bac B1 donné ci-dessous et en vous aidant des attributions des entrées / sorties données en annexe page 26, complétez le grafct de programmation ci-dessous.

/6 POINTS

Grafct Technologique



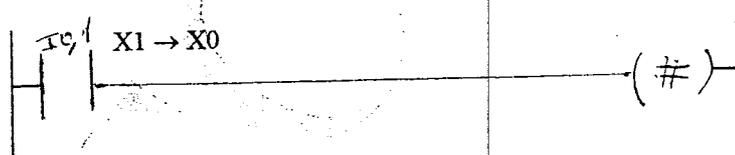
Grafct de Programmation



31. Complétez les définitions des transitions et l'action associée de l'automate.

/6 POINTS

Définitions des transitions :



/4 POINTS

Action associée :



CORRIGE

Etude des sécurités installées sur les bacs B2 et B3.

Le Bac B2 est utilisé comme bac tampon pour la régulation de niveau de la colonne à distiller A.

Le bac B3 fait effet de bac de sécurité du niveau du bac tampon B2.

L'ensemble des capteurs de niveau des bacs B2 et B3 ainsi que les électrovannes EV2, EV3, EV, EV6 et la commande de la pompe P2 sont gérés par un automate de type TSX 17 (TELEMECANIQUE).

Description du fonctionnement :

- Conditions Initiales :

Les bacs B2 et B3 sont respectivement à leur niveau bas.

- Fonctionnement normal :

Un opérateur utilise la gestion automatique des sécurités en appuyant sur le bouton poussoir Sécu, les électrovannes EV4 et EV2 sont alors commandées à l'ouverture et la pompe P2 est mise en service.

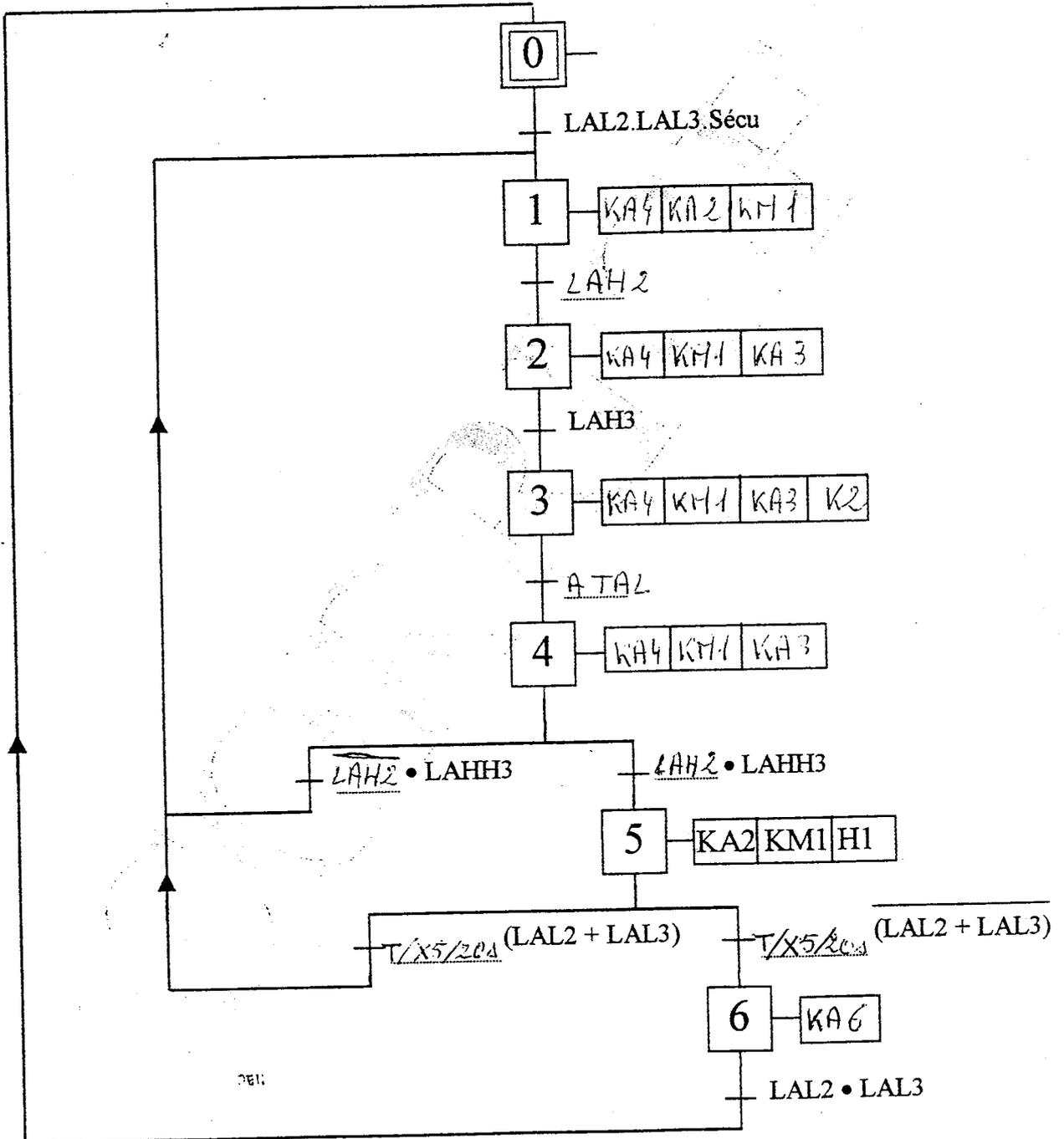
- Description des sécurités :

- Lorsque le niveau haut du bac B2 est atteint, le produit est dirigé vers le bac B3.
- Si l'on atteint le niveau intermédiaire du bac B3 alors une alarme sonore K2 se déclenche tout en conservant le fonctionnement précédent. L'appui par un opérateur sur le bouton poussoir ATAL permet de supprimer l'alarme sonore tout en conservant la pompe P2 en fonctionnement et la commande de l'électrovanne EV3.
- Suite au fonctionnement précédent, si l'on atteint le niveau haut du bac B3 et que l'on a plus le niveau haut du bac B2 alors on revient au fonctionnement normal, par contre si l'on atteint le niveau haut du bac B3 et que l'on a aussi le niveau haut du bac B2, on supprime l'arrivée du HDI + impuretés, on conserve la pompe P2 en fonctionnement, on utilise le bac tampon B2, on met en service un gyrophare et on lance une temporisation de 20 secondes.
- Si au bout de ces 20 secondes, le niveau bas du bac B2 ou du bac B3 n'est pas atteint, alors on évacue le produit par l'intermédiaire de l'électrovanne EV6 de manière à obtenir le niveau bas dans les deux bacs afin de revenir au fonctionnement normal.
- Si par contre, au bout de ces 20 secondes, l'un des deux niveaux bas est atteint alors on revient au fonctionnement normal.

CORRIGE

31. Complétez le grafset technologique suivant en vous aidant de la description de fonctionnement et de la page des attributions des entrées / sorties données en annexe page 26.

/40 POINTS



CORRIGE