

**Examen National de Fin de Formation
Session de Juin 2025**

Examen de Fin de Formation (Epreuve Synthèse)

Éléments de correction

Secteur :	Génie Electrique	Niveau :	Technicien Spécialisé
Filière :	Génie Electrique option : Electronique, Automatismes et Robotique		
Variante	V1	Durée :	4h00
		Barème	/100

Consignes et Précisions aux correcteurs :

Veuillez respecter impérativement les consignes suivantes :

- Le corrigé est élaboré à titre indicatif,
- Eviter de sanctionner doublement le stagiaire sur les questions liées,
- Pour toutes les questions de synthèse et de compréhension le correcteur s'attachera à évaluer la crédibilité et la pertinence de la réponse du stagiaire. Et à apprécier toute réponse cohérente du stagiaire,
- Le stagiaire n'est pas tenu de fournir des réponses aussi détaillées que celles mentionnées dans le corrigé,
- Pour les exercices de calcul :
 - Prendre en considération la méthode de calcul correcte (formule et relation de calcul correcte) même si le résultat final de calcul est faux
 - Le résultat final correct non justifié ne doit pas avoir la totalité de la note.
- En cas de suspicion d'erreur au niveau du corrigé, prière de contacter la Division de Conception des Examens.

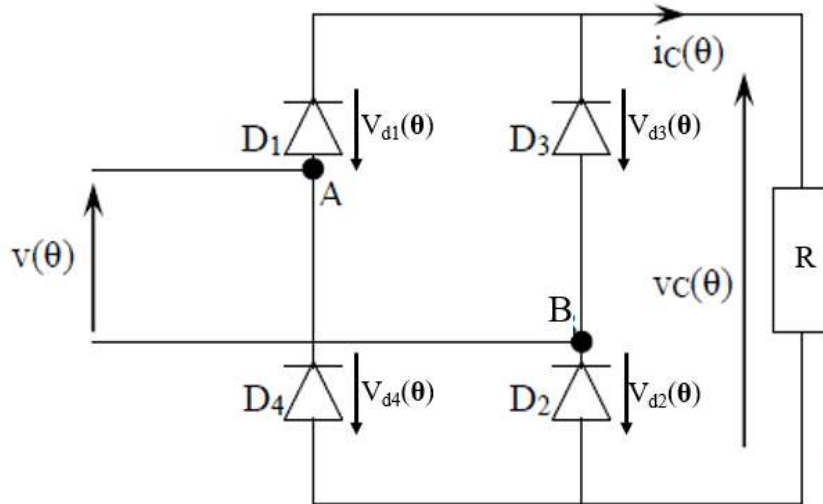
Détail du Barème :

N° Des Dossiers	Travaux à réaliser	Barème
Partie 1 : Théorie		
SUJET 1	Questions de cours	10
SUJET 2	Commande électronique des machines	15
SUJET 3	Traitement de signal	15
Total partie Théorique		/40 points
Partie Pratique		
SUJET 4	Automatisation et contrôle des procédés industriels	35
SUJET 5	Les microcontrôleurs	15
SUJET 6	Les robots industriels	10
Total partie Pratique		/60 points
Total Général		/100 points

SUJET 1	QUESTIONS DE COURS	(...../10 pts)
----------------	---------------------------	-----------------------

1. Quel est le type de mouvement généralement utilisé pour un déplacement rapide d'un robot industriel ? **(1pt)**
 - ✓ Déplacement point à point (PTP)
 - Déplacement en ligne droite (LIN)
 - Déplacement circulaire (CIRC)
2. Quelle est la principale fonction d'un capteur de retour dans un robot ? (1pt)
 - Vérifier la présence d'un objet
 - ✓ Assurer le contrôle en boucle fermée
 - Modifier la trajectoire du robot
3. Quel est l'avantage principal d'un bus de terrain par rapport à un câblage traditionnel ? **(1pt)**
 - ✓ Réduction du nombre de câbles
 - Augmentation de la consommation énergétique
 - Complexité accrue du système
4. Quel est le bus de terrain le plus couramment utilisé dans l'industrie pour la communication entre automates ? **(1pt)**
 - ✓ PROFIBUS
 - CAN Bus
 - Ethernet standard
5. Quel est le principal inconvénient d'un moteur asynchrone par rapport à un moteur synchrone ? **(1pt)**
 - Son coût plus élevé
 - ✓ Sa vitesse dépend de la charge
 - Il nécessite un entretien fréquent
6. Quelle est la méthode permettant le démarrage progressive d'un moteur asynchrone ? **(1pt)**
 - Démarrage direct
 - ✓ Utilisation d'un variateur de fréquence
 - Ajout d'un condensateur
7. Quelle est la fonction d'un disjoncteur différentiel ? **(1pt)**
 - Protéger contre les surtensions
 - ✓ Détecter les fuites de courant à la terre
 - Assurer la protection thermique des moteurs
8. Quel dispositif est utilisé pour éviter un court-circuit dans une installation électrique ? **(1pt)**
 - ✓ Un fusible
 - Un relais thermique
 - Un transformateur
9. Quel est le type de détecteur est le plus adapté pour détecter un incendie naissant ? **(1pt)**
 - Détecteur de chaleur
 - ✓ Détecteur de fumée
 - Détecteur de gaz
10. Quel est le rôle principal d'un système de détection incendie ? **(1pt)**
 - Éteindre le feu automatiquement
 - ✓ Alerter et déclencher les dispositifs de protection
 - Empêcher la propagation du feu

Soit le montage de la figure ci-dessous :



La tension d'alimentation est :

$$V(\theta) = V_m \cdot \sin(\theta) \quad \text{avec } \theta = \omega t = 2\pi f t$$

Les diodes D1, D2, D3 et D4 sont parfaites.

Figure 2.

1. Donner le nom et le rôle de ce montage. (3pts)

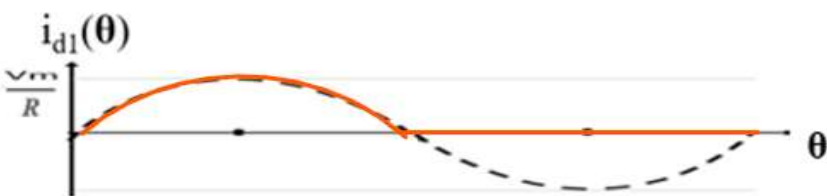
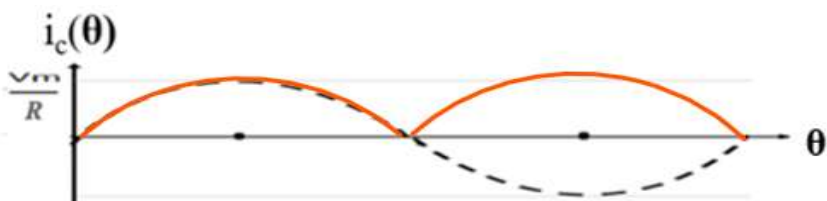
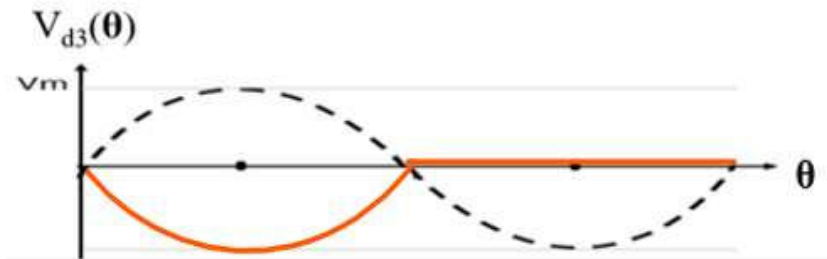
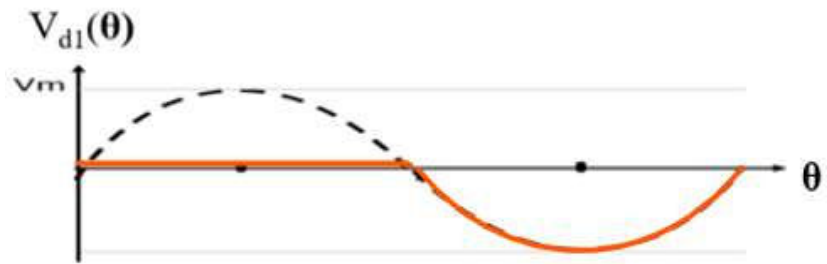
C'est un redresseur monophasé non commandé double alternance « pont de Graetz », il permet de convertir un signal alternatif en un signal continu.

2. Effectuer l'analyse fonctionnel du circuit de la figure 2 pour calculer les tensions et les courants aux bornes des diodes et de la charge R : $V_c(\theta)$, $V_{d1}(\theta)$, $V_{d3}(\theta)$, $i_c(\theta)$, $i_{d1}(\theta)$ et $i_{d3}(\theta)$. (6pts)

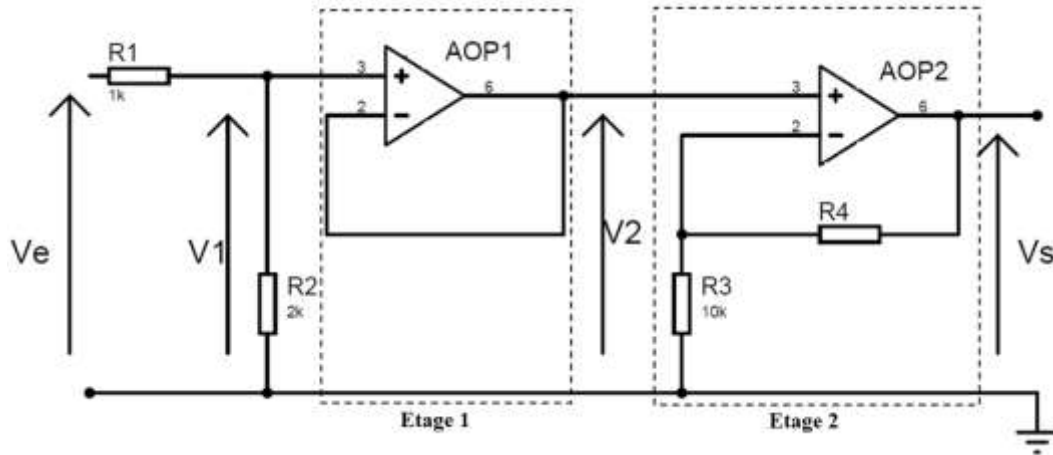
	$\text{Si } \theta \in [0, \pi]$	$\text{Si } \theta \in [\pi, 2\pi]$
D1	passante	bloquée
D3	bloquée	passante
$V_c(\theta)$	$V(\theta)$	$-V(\theta)$
$V_{d1}(\theta)$	0 V	$V(\theta)$
$V_{d3}(\theta)$	$-V(\theta)$	0 V
$i_c(\theta)$	$\frac{V(\theta)}{R}$	$\frac{-V(\theta)}{R}$
$i_{d1}(\theta)$	$i_c = \frac{V(\theta)}{R}$	0 A
$i_{d3}(\theta)$	0 A	$\frac{-V(\theta)}{R}$

3. Tracer les courbes de tensions et de courants $V_c(\theta)$, $V_{d1}(\theta)$, $V_{d3}(\theta)$, $i_c(\theta)$, $i_{d1}(\theta)$ et $i_{d3}(\theta)$ sur le document réponse. (6pts)

Document réponse :



Considérons le montage présenté dans la figure suivante, où les amplificateurs opérationnels (AOP1 et AOP2) sont supposés parfaits. On donne : $R_1=1k$, $R_2=2k$ et $R_3=10k$



- Déterminer l'expression de V_S en fonction de V_2 , R_3 et R_4 . (3pts)

En appliquant la formule du diviseur de tension au pont constitué des résistances R_3 et R_4

$$V^- = \frac{R_3}{R_3+R_4} \cdot V_S \quad \text{Et} \quad V^+ = V_2$$

Or les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits $\rightarrow V^+ = V^-$

$$\rightarrow V_2 = \frac{R_3}{R_3+R_4} \cdot V_S \rightarrow V_S = \frac{R_3+R_4}{R_3} \cdot V_2$$

- Déterminer l'expression de V_1 en fonction de V_e , R_1 et R_2 . (3pts)

En appliquant la formule du diviseur de tension au pont constitué des résistances R_1 et R_2 :

$$V_1 = \frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot V_e$$

- Déterminer l'expression de V_S en fonction de V_e , R_1 , R_2 , R_3 et R_4 . (2.5pts)

$$\text{On a : } V_S = \frac{R_3+R_4}{R_3} \cdot V_2 \quad \text{et} \quad V_1 = \frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot V_e$$

$$\text{Or l'étage 1 du montage est un suiveur : } V_1 = V_2$$

$$\text{Donc : } V_S = \frac{R_3+R_4}{R_3} \cdot \frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot V_e \rightarrow V_S = \frac{(R_3+R_4) \cdot R_2}{R_3(R_1+R_2)} \cdot V_e$$

- Déterminer l'expression du gain d'amplification en tension du circuit (V_S/V_E). (2pts)

$$\frac{V_S}{V_e} = \frac{(R_3+R_4) \cdot R_2}{R_3(R_1+R_2)}$$

- Calculer R_4 afin que $V_S = 2V_E$ (2pt)

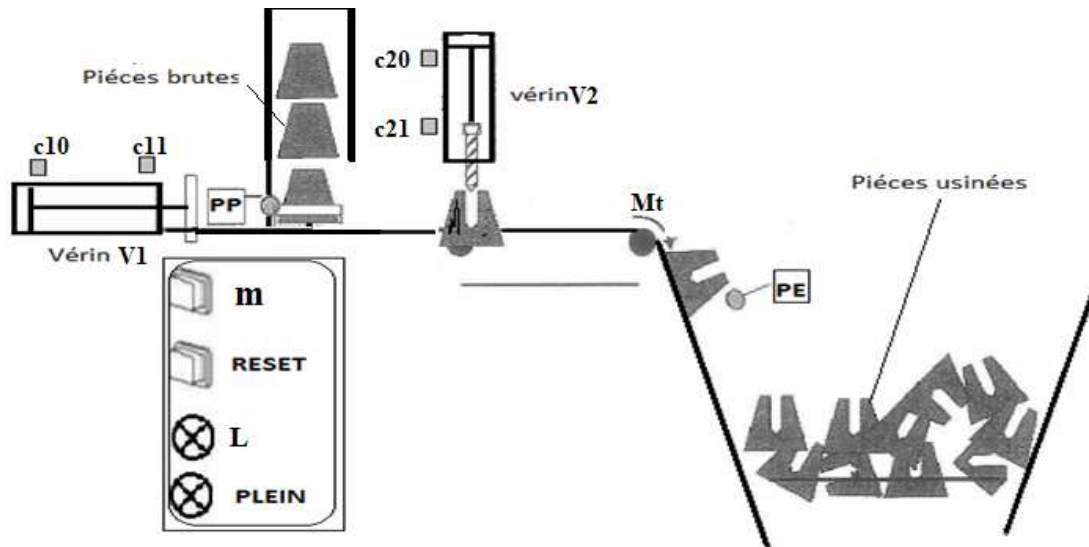
$$\text{Afin que } V_S = 2V_E$$

$$\text{Il faut que } \frac{V_S}{V_e} = \frac{(R_3+R_4) \cdot R_2}{R_3(R_1+R_2)} = 2 \rightarrow R_4 = \frac{2 \cdot R_3(R_1+R_2)}{R_2} - R_3 \rightarrow R_4 = 20 \text{ k}\Omega$$

- Donner la fonction de chaque étage du montage. (2.5pts)

Etage 1 : Montage suiveur

Etage 2 : Montage amplificateur non inverseur



Fonctionnement :

Dès que les conditions initiales sont remplies (les vérins en arrière, une pièce est présente à l'entrée du système où elle est détectée par le capteur présence pièce **PP**) après l'appui sur le bouton **m**, le cycle suivant se déclenche :

- Le vérin **V1** présentera la pièce sous le poste de perçage.
- Le vérin **V1** reviendra par la suite à la position initiale.
- Le vérin de perçage **V2** pourra alors percer la pièce (la rotation du fort, le serrage de la pièce et le système de lubrification ne seront pas étudié)
- Une fois le perçage est achevé on attend **10** secondes pour avoir un trou bien fini, Ensuite le retour s'effectue.
- Dès que le perçage est accompli, le tapis roulant **Mt** évacuera la pièce (détectée par le capteur **PE**) dans un bac de stockage.
- Après le passage de **25** pièces, le panier est plein, la lampe **L** s'éteint et la lampe «**PLEIN**» s'allume. L'opérateur doit alors vider le panier et réinitialiser le cycle en appuyant sur le bouton « **RESET** ».

Remarque :

- Le vérin **V1** à une commande monostable et le vérin **V2** ont une commande bistable.
- Les capteurs de contrôle des mouvements sont :
 - **C10** et **C11** pour le vérin **V1**.
 - **C20** et **C21** pour le vérin **V2**.
- La **lampe L** s'allume pendant tout le processus.
- La lampe « **PLEIN** » : Indique le remplissage du panier.

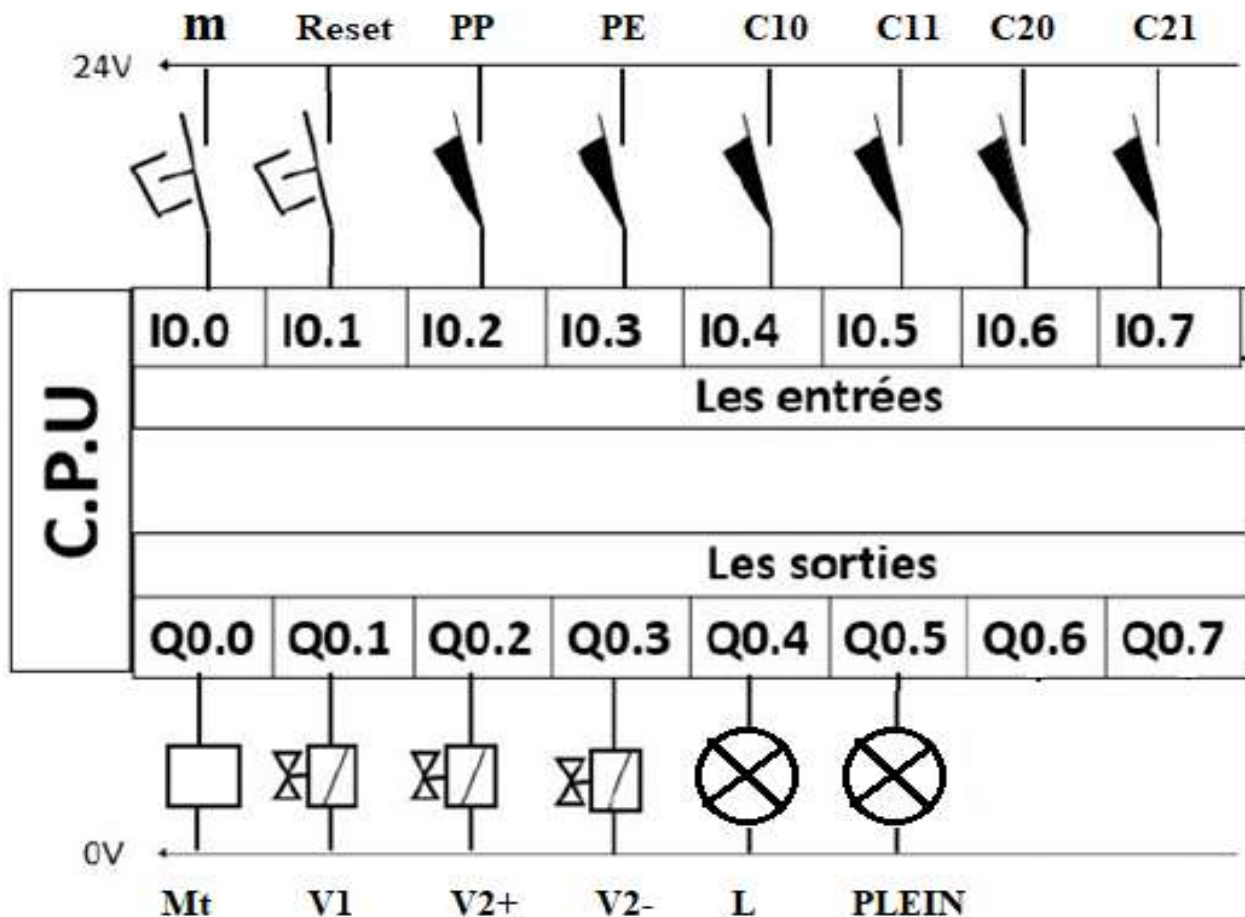
Le travail demandé :

I - Étude fonctionnelle :

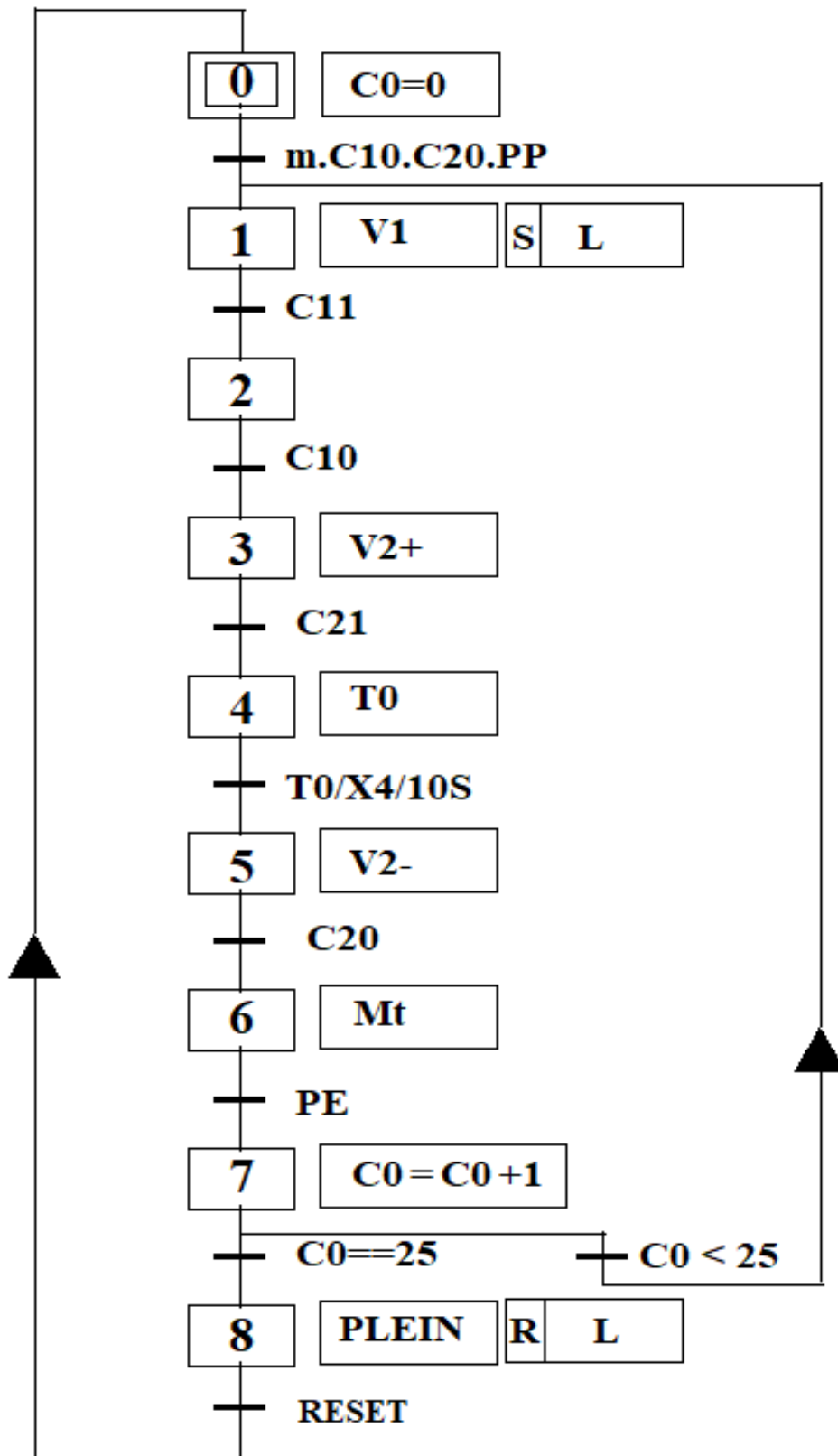
- Remplir le tableau suivant en indiquant les entrées, les sorties et leurs adresses (Selon l'API utilisé). (7 pts)

Les entrées	Adresses	Les sorties	adresses
m	I0.0	Mt	Q0.0
Reset	I0.1	V1	Q0.1
PP	I0.2	V2+	Q0.2
PE	I0.3	V2-	Q0.3
C10	I0.4	L	Q0.4
C11	I0.5	PLEIN	Q0.5
C20	I0.6		
C21	I0.7		

- Effectuer le raccordement de l'automate programmable industriel. (7 pts)

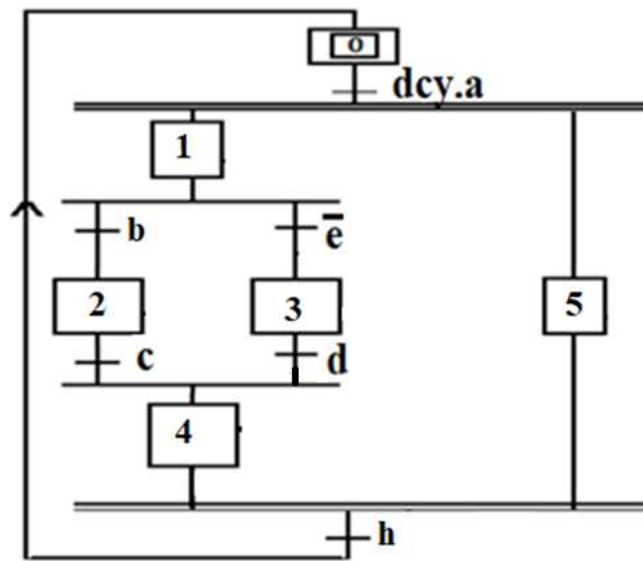


3. Elaborer le GRAFCET niveau 2 du point de vue système répondant au cahier des charges : (12 pts)



II) – La mise en équations

Soit le Grafcet suivant :

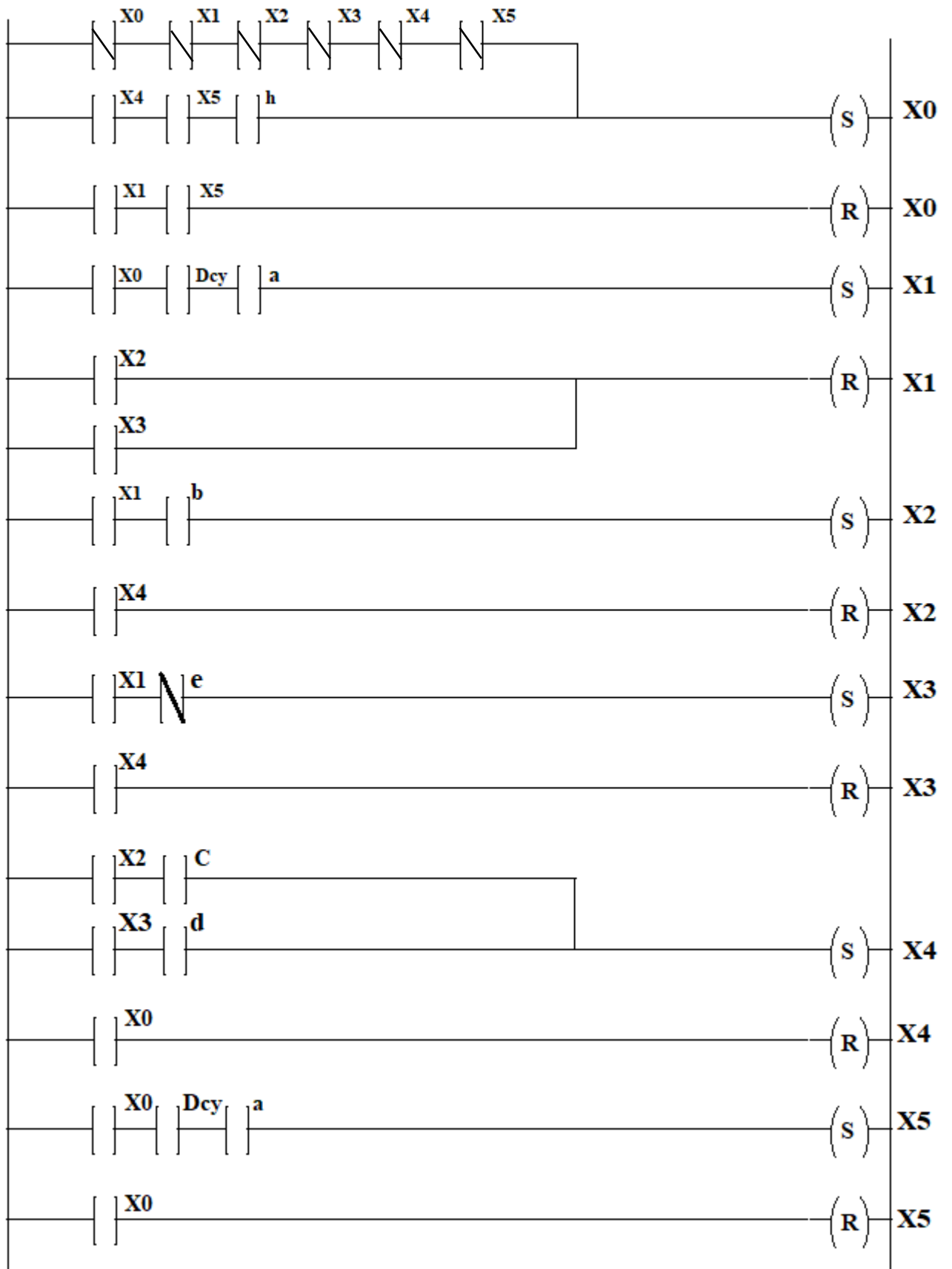


En se référant au GRAFCET ci-dessus :

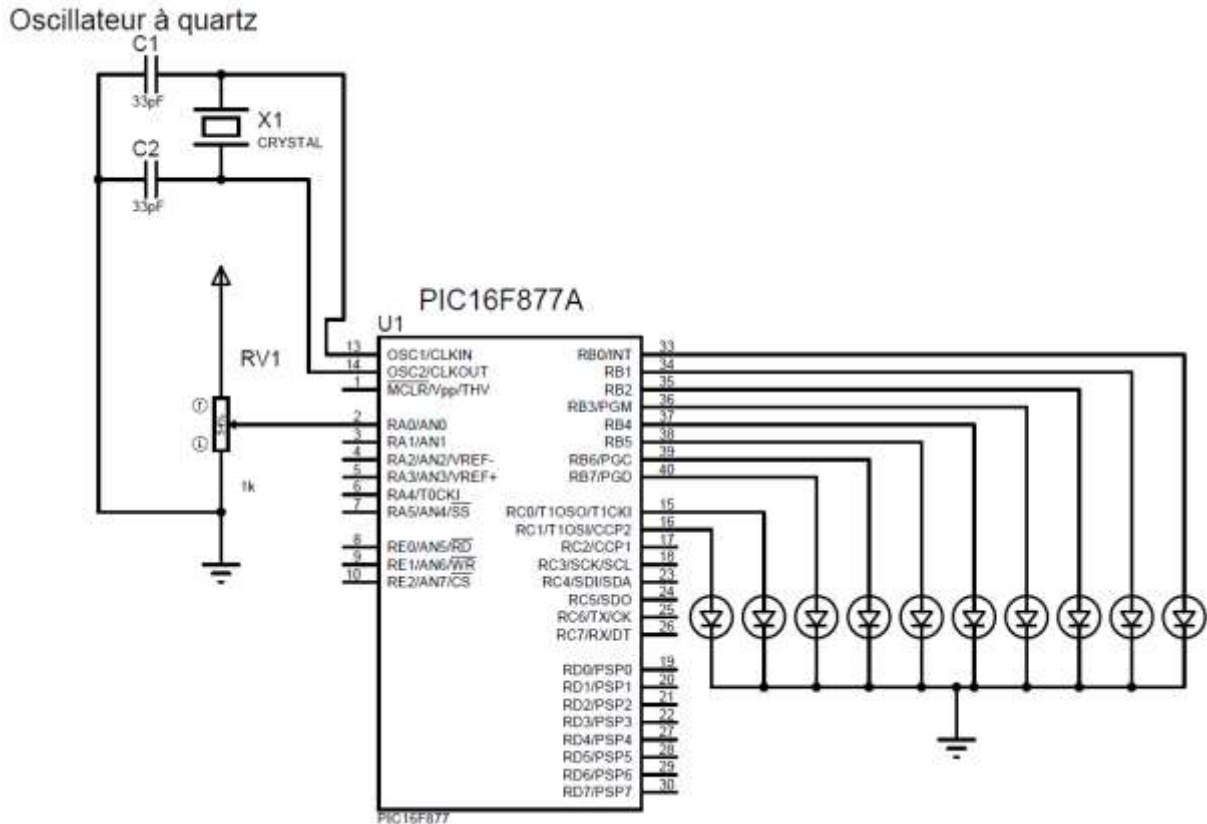
- Déterminer les équations de l'activation (**Si**) et de désactivation (**Ri**) de chaque étape X_i selon le tableau ci-dessous : (6 pts)

Etape	Condition d'activation : S_i	Condition désactivation : R_i
0	$S_0 = \overline{X_0} \cdot \overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \overline{X_3} \cdot \overline{X_4} \cdot \overline{X_5} + X_4 \cdot X_5 \cdot h$	$R_0 = X_1 \cdot X_5$
1	$S_1 = X_0 \cdot \text{Dcy.a}$	$R_1 = X_2 + X_3$
2	$S_2 = X_1 \cdot b$	$R_2 = X_4$
3	$S_3 = X_1 \cdot \overline{e}$	$R_3 = X_4$
4	$S_4 = X_2 \cdot c + X_3 \cdot d$	$R_4 = X_0$
5	$S_5 = X_0 \cdot \text{Dcy.a}$	$R_5 = X_0$

2. En déduire la traduction du GRAFCET en LADDER. (3 pts)



Soit le montage de la figure suivante :



1. Écrire un programme permettant de lire l'entrée analogique AN0, de convertir la valeur lue, et d'afficher son équivalent binaire sur 10 LEDs : 8 connectées au PORTB et 2 au PORTC.

Programme : (15 pts)

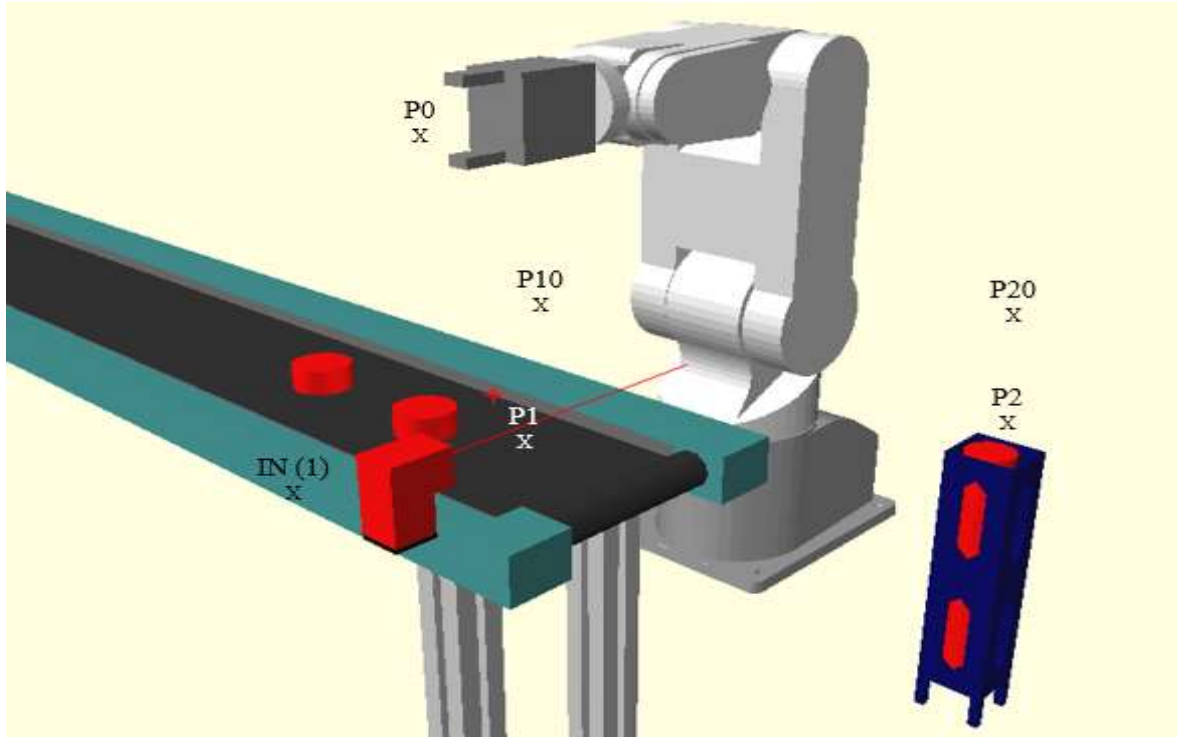
void main()

```
{
    unsigned int LECTURE;
    TRISA=0XFF;   ou TRISA=0X01;
    TRISB=0x00;
    TRISC=0x00;
    PORTB=0x00;
    PORTC=0x00;

    while(1)
    {
        LECTURE=ADC_Read(0); //la variable lecture contient la valeur à lire.
        PORTB=LECTURE;      //les 8 bits à droite dans le PORTB.
        PORTC=LECTURE >>8; //les deux derniers bits dans le PORTC.
    }
}
```

Automatisation d'une tâche de manipulation d'objets avec le robot industriel.

Une entreprise souhaite automatiser une tâche de manipulation d'objets en utilisant un robot industriel. Le robot devra exécuter un cycle de travail optimisé, intégrant une détection par capteur, une prise et une pose d'objets, comme le montre la figure suivante :



Objectif :

Développer un programme permettant au robot d'exécuter un cycle, incluant :

- Détection d'un objet via un capteur.
- Déplacement entre 3 positions fixes (attente, prise, dépose).
- Prise et dépose automatique de l'objet via un préhenseur.
- Répétition du cycle en boucle.

Fonctionnalités du Programme :

Le programme devra respecter les étapes suivantes :

1. Déplacement vers **P0** (position d'attente) avec pince ouverte.
2. Mise en marche du convoyeur.
3. Attendre la présence d'objet via le capteur IN (1), puis arrêter le convoyeur
4. Déplacement vers **P10** à grande vitesse (point d'approche de la position de prise).
5. Déplacement vers **P1** à faible vitesse (position de prise).
6. Prise de l'objet.
7. Déplacement vers **P10** à faible vitesse (point d'approche de la position de prise).
8. Déplacement vers **P20** à grande vitesse (point d'approche de la position de pose).
9. Déplacement vers **P2** à faible vitesse (position de pose).
10. Lâcher l'objet.
11. Déplacement vers **P20** à faible vitesse (point d'approche de la position de pose).
12. Retour à la position **P0** à grande vitesse (position d'attente).
13. Reprise du cycle en boucle.

NB :

- Grande vitesse : **75%**
- Faible vitesse : **30 mm/s**
- Une pause de **2 secondes** entre les étapes est nécessaire pour la stabilisation.

Question :

En utilisant le langage de programmation de votre choix, élaborer un programme permettant de réaliser le cycle de fonctionnement décrit ci-dessus. **(10 pts)**

JORVD 75 SPD 30 MOV P0 HOPEN 1 *Depart M_OUT(0)=1 WAIT M_IN (1) =1 M_OUT(0)=0 MOV P10 DLY 2.0 MVS P1 HCLOSE 1 DLY 2.0 MVS P10 DLY 2.0 MOV P20 DLY 2.0 MVS P2 HOPEN 1 DLY 2.0 MVS P20 DLY 2.0	MOV P0 DLY 2.0 GOTO *Depart END
---	--