

	مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل	
	Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail	
	Direction de la Recherche et de l'Ingénierie de la Formation : Division Examens	

Examen National de Fin d'année

Session de juin 2019

Examen de Fin de Formation

<u>Filière</u>	<i>Automatisation et Instrumentation Industrielle</i>	<u>Variante</u>	<i>Principale</i>
<u>Niveau</u>	<i>TS</i>	<u>Durée</u>	<i>4 Heures</i>
		<u>Barème</u>	<i>/40</i>

Consignes et Conseils aux candidats :

- Les parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture du sujet.
- Si l'espace réservé à la réponse à une question vous est insuffisant, utilisez votre feuille de rédaction en y indiquant le numéro de la question concernée.
- Aucun document n'est autorisé.
- Sont autorisées les calculatrices non programmables.

Détail du Barème :

Question	Barème
1.1	/2
1.2	/2
1.3	/2
1.4	/2
1.5	/2
2.1.1	/1
2.1.2	/1
2.2.1	/0.25
2.2.2	/0.25
2.2.3	/0.25
2.2.4	/0.25
2.3	/2
3.1	/0.5
3.2	/0.5
3.3	/0.5
3.4	/1
3.5	/0.5
3.6	/0.5
3.7.1	/0.5

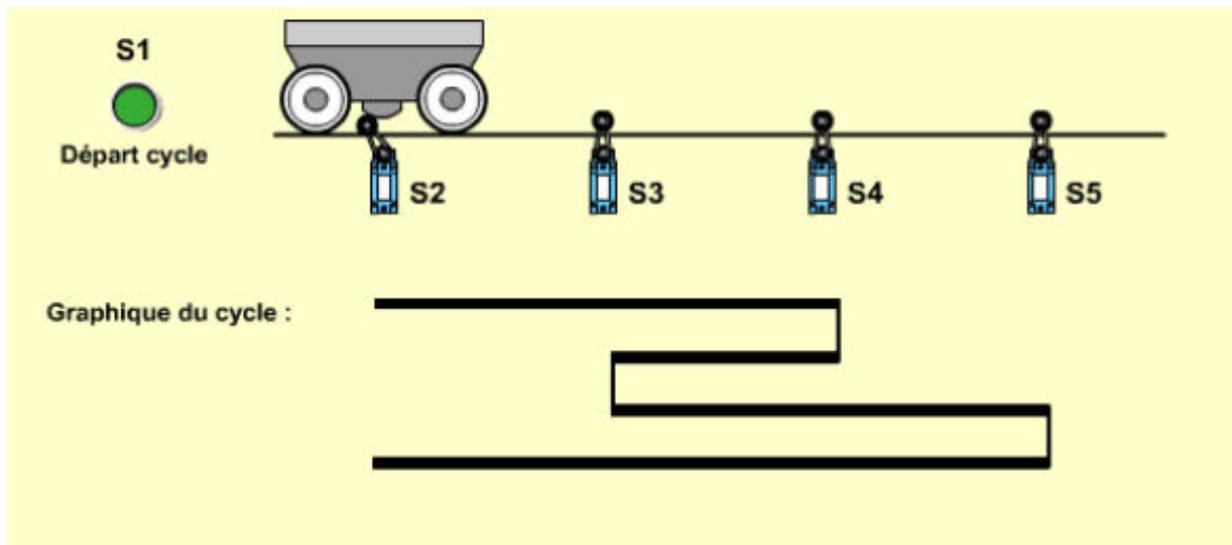
Question	Barème
3.7.2	/0.5
3.7.3	/0.5
4.1	/0.5
4.2	/0.5
4.3	/0.5
4.4	/0.5
4.5	/0.5
4.6	/0.5
4.7	/2
5.1.1	/1
5.1.2	/1
5.1.3	/0.5
5.2.1	/0.5
5.2.2	/2
5.2.3	/0.5
5.2.4	/2
5.2.5	/0.5
6.1	/1
6.2	/2

Question	Barème
6.3	/3
6.4	/1
Total	/40

Filière All	Session juin 2019	Examen de fin de Formation
-------------	-------------------	----------------------------

Partie I : Automate Programmable : (10 points)

Soit le procédé industriel suivant :



Cahier de charge :

- Ce wagonnet (chariot) doit aller chercher des produits aux endroits matérialisés par les capteurs S4, S3 et S5 puis revenir à son point de départ.
- À la position S4, le wagonnet doit attendre 5s puis continuer sur son chemin.
- chaque nouvel appui sur S1 relance un nouveau cycle si wagonnet à la position S2.
- Le wagonnet doit réaliser 3 cycles.

Travail demandé :

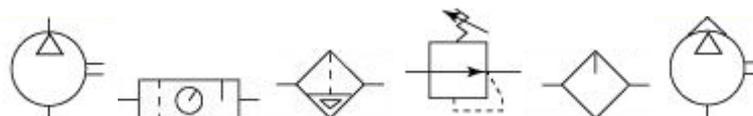
- 1.1 Etablir le grafcet du système de point de vue Partie opérative (Niveau 2) **(4Pts)**
- 1.2 Etablir un tableau d'affectation des entrées sorties. **(4Pts)**
- 1.3 Rétablir le grafcet de point de vue partie automate (Programme relatif à votre automate). **(2Pts)**

Partie II : Pneumatique et hydraulique (5points)

2.1 Donner les noms des composants suivants :

2.1.1 Pneumatiques :

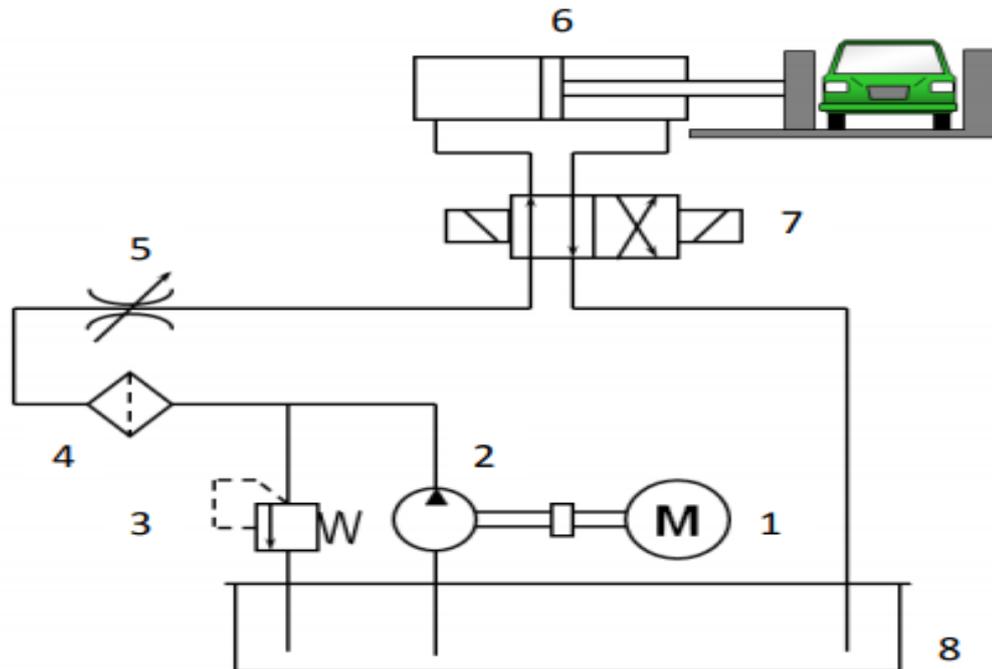
(1 Pt)



2.1.2 Hydrauliques :

(1 Pt)

Session	Examen de :	Filière	Epreuve de	Variante	Page
Juin 2019	Fin de Formation	AII	Théorique		Page 2 7



2.2 La section du piston d'un vérin double effet est de 28.26 cm^2 . La pression de service est de 5 bars.

Calculer :

- 2.2.1 la force de poussée. (0.25 Pt)
- 2.2.2 Le diamètre de la tige si la force d'attraction représente 80% de celle de poussée. (0.25 Pt)
- 2.2.3 Le débit d'air que reçoit le vérin en sortie de la tige s'il fait 5 s pour une sortie de 20cm. (0.25 Pt)
- 2.2.4 La force de poussée qu'aura le vérin si la pression a chuté de 10%. (0.25Pt)

2.3 On désire commander deux vérins double effet dont le fonctionnement est:

➤ L'impulsion sur le bouton poussoir BP entraîne :

- ✓ Sortie de A (A^+).
- ✓ Sortie de B (B^+).
- ✓ Rentrée de A (A^-)
- ✓ Rentrée de B (B^-).

➤ Les sorties des vérins sont réglables.

➤ Le retour des vérins s'effectuent rapidement en utilisant des soupapes d'échappement rapide.

➤ Les distributeurs sont bistables, et la commande est pneumatique sans séquenceur

- Elaborer le schéma de commande de ce cahier de charge.

(2 Pts)

Session	Examen de :	Filière	Epreuve de	Variante	Page
Juin 2019	Fin de Formation	AII	Théorique		Page 3 7

Partie III : Étude du moteur à courant continu (5Pts)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante et constante a les caractéristiques Suivantes :

- Tension d'alimentation de l'induit : $U = 160 \text{ V}$
- Résistance de l'induit : $R = 0,2\Omega$

3.1 La fém. E du moteur vaut 150 V quand sa vitesse de rotation est $n = 1500 \text{ tr/min}$.

En déduire la relation entre E et n . (0.5 Pt)

3.2 Déterminer l'expression de I (courant d'induit en A) en fonction de E . (0.5 Pt)

3.3 Déterminer l'expression de T_{em} (couple électromagnétique en Nm) en fonction de I . (0.5 Pt)

3.4 En déduire que : $T_{em} = 764 - 0,477.n$ (1 Pt)

3.5 On néglige les pertes collectives du moteur. Justifié qu'alors : T_u (couple utile) = T_{em} (0.5 Pt)

3.6 Calculer la vitesse de rotation du moteur à vide. (0.5 Pt)

3.7 Le moteur entraîne maintenant une charge dont le couple résistant varie

Proportionnellement avec la vitesse de rotation (20 Nm à 1000 tr/min).

3.7.1 Calculer la vitesse de rotation du moteur en charge : (1 Pt)

3.7.2 En déduire le courant d'induit et la puissance utile du moteur. (0.5 Pt)

Partie IV : Moteur Asynchrone (5pts)

Les essais d'un moteur asynchrone triphasé hexa polaire ont permis de réunir les résultats suivants :

- Essai en charge : $U = 230 \text{ V}$, $I = 50 \text{ A}$, $P_a = 16 \text{ kW}$, $n = 960 \text{ tr.min}^{-1}$.
- Essai à vide : $U_0 = 230 \text{ V}$, $I_0 = 17 \text{ A}$, $P_0 = 600 \text{ W}$.
- Mesure en courant continu : résistance entre deux bornes du stator $R = 0,1 \Omega$.

Calculer :

4.1 le glissement g ; (0.5Pt)

4.2 le facteur de puissance $\cos \varphi$ du moteur en charge ; (0.5Pt)

4.3 les pertes dans le fer du stator p_{fs} et les pertes mécaniques p_m si on admet qu'elles sont égales et que l'on néglige les pertes Joule dans l'essai à vide ; (0.5Pt)

4.4 les pertes par effet Joule au stator P_{Js} et au rotor P_{Jr} en charge. (0.5Pt)

4.5 la puissance utile P_u et le rendement η ; (0.5Pt)

4.6 le moment du couple électromagnétique T_{em} et le moment du couple utile T_u . (0.5Pt)

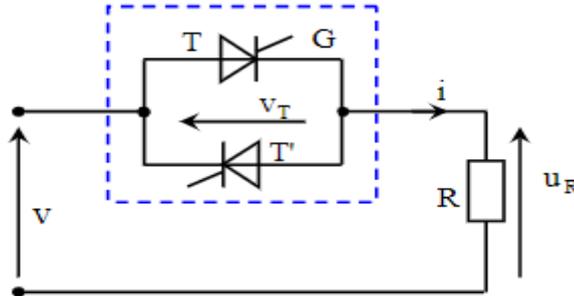
Session	Examen de :	Filière	Epreuve de	Variante	Page
Juin 2019	Fin de Formation	AII	Théorique		Page 4 7

4.7 On veut démarrer un moteur asynchrone triphasé dans un sens de rotation en utilisant le démarrage étoile triangle. (2Pts)

Tracer les schémas des circuits de commande et de puissance.

Partie V : Commande Electronique des Machines Electriques (8Pts)

5.1 On considère le montage représenté par la figure suivante où v est une tension sinusoïdale de valeur efficace $V=400V$ et de fréquence $f=50$ Hz.



La tension d'alimentation est donnée par : $v(\theta)=V \sqrt{2} \sin(\theta)$, avec $\theta = \omega t$.

Le gradateur G est formé de deux thyristors que l'on suppose parfaits : La charge est constituée par une résistance $R =10\Omega$. On désigne par u_R la tension à ses bornes, par i le courant qui la traverse et par v_T la tension aux bornes des thyristors. On amorce le thyristor (T) à $(\omega t =\alpha)$

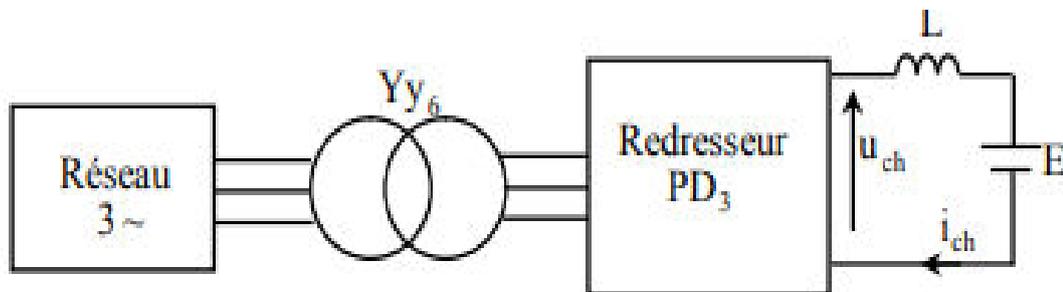
5.1.1 Représenter la tension u_R dans l'intervalle $[0,2\pi]$, pour $\alpha = \frac{\pi}{6}$ (1Pt)

5.1.2 Montrer que l'expression de la valeur efficace U_R de u_R en fonction de α et V est :

$$U_R = V \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}} \quad (1Pt)$$

5.1.3 Calculer la puissance dissipée dans R pour $\alpha = \frac{\pi}{6}$ (0.5Pt)

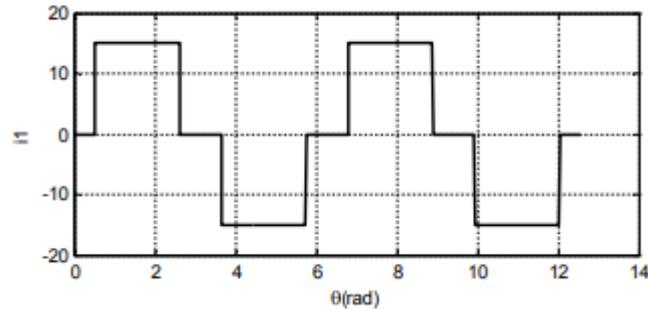
5.2 Un transformateur triphasé (Yy6) supposé parfait est alimenté par le secteur 230V/400V-50Hz. Le secondaire est relié à un redresseur à diodes de type PD3. Le secondaire alimente une charge de type (L, E), comme le montre la figure ci-contre :



Session	Examen de :	Filière	Epreuve de	Variante	Page
Juin 2019	Fin de Formation	AII	Théorique		Page 5 7

On admet que la tension E est constante et égale à 250V. Tous les éléments considérés sont parfaits. Le courant dans la charge vaut ($i_{ch} = I = 15A$). La tension simple secondaire est notée par V .

- 5.2.1 Dessiner le transformateur et le montage PD3 conformément aux données de l'énoncée (1.5Pt)
- 5.2.2 Tracer l'allure de la tension de charge (u_{ch}),
- 5.2.3 En déduire la valeur moyenne de (u_{ch}) en fonction de la tension V , (2Pts)
- 5.2.4 Justifier la valeur moyenne $\langle u_{ch} \rangle = E$, (0.5Pt)
- 5.2.5 Sachant l'allure du courant dans la première phase est : (1.5Pt)

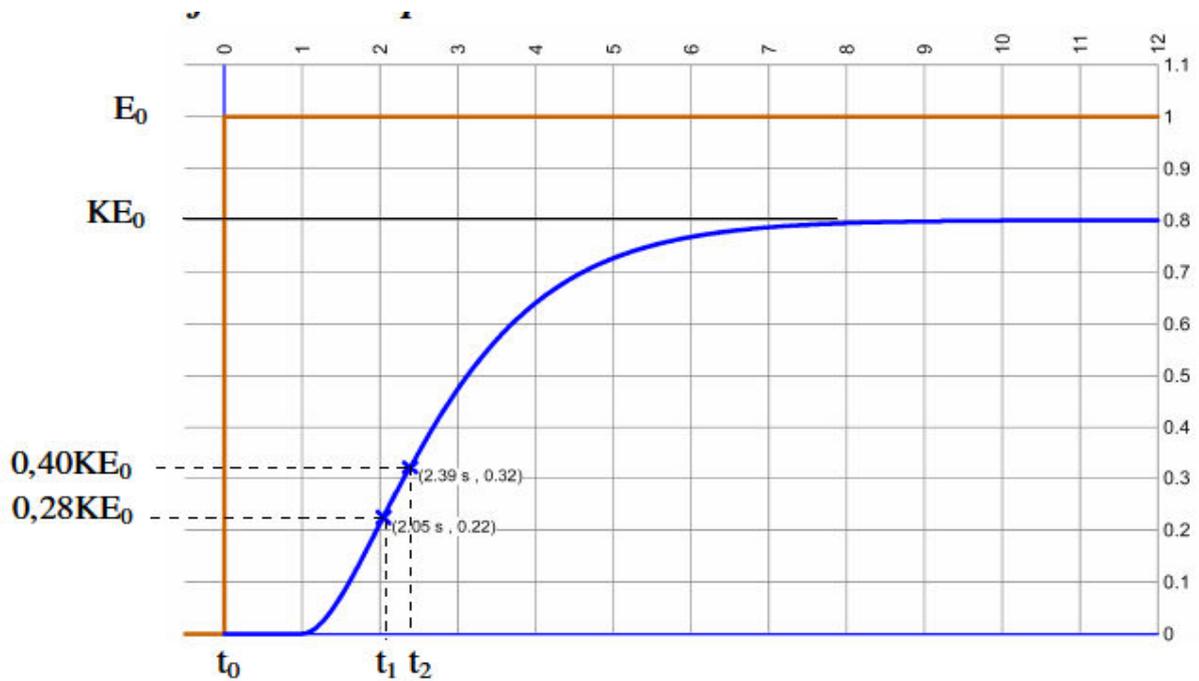


-Calculer la valeur efficace de ce courant et la puissance apparente S_n du transformateur.

Partie VI : Régulation (7pts)

Soit la réponse d'un système en boucle ouverte ci-contre :

Session	Examen de :	Filière	Epreuve de	Variante	Page
Juin 2019	Fin de Formation	AII	Théorique		Page 6 7



- 6.1 Déterminer K le gain statique du système en boucle ouverte (1pt)
- 6.2 Déterminer les constantes T et τ (T : retard, et τ constante du temps) (2pt)
- 6.3 On se basant sur le tableau ci-dessous, trouver les valeurs des trois coefficients (K_p , T_i , T_d) de correcteur **PID Mixte** (3pt)

Correcteur \ Paramètres	P	PI	PID série	PID mixte
			$K_c \frac{(1+T_i s)(1+T_d s)}{T_i s}$	$K_c \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$
K_c	$\frac{0,8\tau}{aT_r}$	$\frac{0,8\tau}{aT_r}$	$\frac{0,85\tau}{aT_r}$	$\frac{1}{1,2a} \left(\frac{\tau}{T_r} + 0,4 \right)$
T_i		τ	τ	$\tau + 0,4T_r$
T_d			$0,4T_r$	$\frac{\tau T_r}{T_r + 2,5\tau}$

- 6.4 Dessiner le schéma bloc du système bouclé. (1pt)

Session	Examen de :	Filière	Epreuve de	Variante	Page
Juin 2019	Fin de Formation	AII	Théorique		Page 7 7