

Examen National de Fin d'année

Session de Juin 2022

Examen de Fin de Formation (Epreuve de Synthèse)

Secteur :	Génie électrique	Niveau :	Technicien Spécialisé
Filière :	Electromécanique des systèmes automatisés		
Variante	V1	Durée :	4h00
		Barème	/100

Consignes et Conseils aux candidats :

- Toutes les réponses devront être justifiées avec le détail des calculs qui doit être indiqué sur la copie ;
- Apporter un soin particulier à la présentation de votre copie ;

Document(s) et Matériel(s) autorisés :

- Les documents ne sont pas autorisés ;
- Calculatrice simple (non programmable) autorisée.

Détail du Barème :

N° Des Exercices	Travaux à réaliser	Barème
Partie Théorique		
Sujet 1	Logique combinatoire	09
Sujet 2	Logique séquentielle	11
Sujet 3	Installation et réparation de moteurs et de génératrices à c. c.	12.5
Sujet 4	Transmissions mécaniques	7.5
		/40 points
Partie Pratique		
Sujet 5	Instrumentation industrielle	10
Sujet 6	Installation et réparation de moteurs et de génératrices à c. a.	27
Sujet 7	Automate programmable	15
Sujet 8	Commande électronique de moteurs	08
		/60points
Total Général		/100points

Partie Théorique

Sujet 1

Un incubateur est muni de 3 capteurs a, b et c permettant de contrôler la pression, la température et l'humidité. Si le capteur atteint la valeur de réglage, il se met à 1 sinon à 0

Pour que la pondaison se fasse dans les bonnes conditions, on a mis en place deux ventilateurs V1 et V2.

Le fonctionnement se déroule comme suit :

- Le ventilateur V1 se met en marche si un seul capteur au minimum est à 1
- Le ventilateur V2 se met en marche si deux capteurs sont à 1
- Si les trois capteurs s'activent seul V2 reste en marche

Q1. Tracer la table de vérité des sorties V1 et V2. /3

Q2. Simplifier les sorties V1 et V2 en utilisant les tableaux de karnaugh. /3

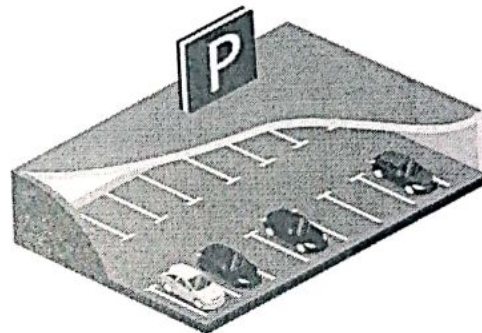
Q3. Tracer le logigramme des équations simplifiées. /3

Sujet 2 :

On se propose d'étudier le fonctionnement d'une barrière de parking de stationnement de véhicule.

La barrière fonctionne en tenant compte de diverses informations suivantes :

- Présence d'une voiture devant la barrière (entrée ou sortie).
- Autorisation d'ouverture de la barrière.
- Nombre de véhicules dans le parking.

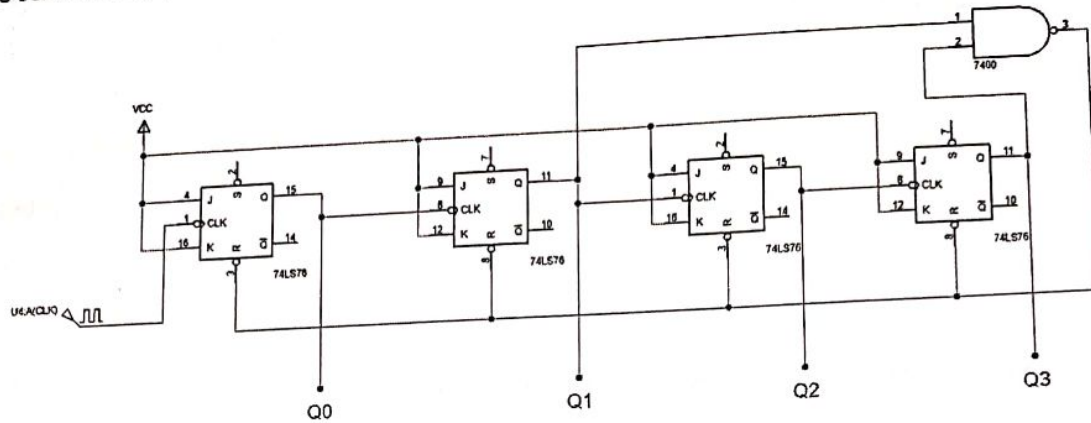


Le parking possède deux accès un pour l'entrée et l'autre pour la sortie des voitures.

Pour donner la situation réelle du parking, on a installé deux circuits numériques : compteur, décompteur.

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 2 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

Le schéma logique du compteur est le suivant :



- Q4. De quel type de circuit logique s'agit-il ? Justifier votre réponse. /1
- Q5. Tracer la table de vérité de la bascule JK. /4
- Q6. Définir la séquence de comptage de ce circuit. /1
- Q7. Etablir les chronogrammes des sorties Q_i en fonction de H sur le **document réponse n°1**, sachant que $Q_{initiales}=0$. /4
- Q8. Sur le **document réponse n°1** compléter le schéma pour que le compteur puisse s'initialiser à 9. /1

Sujet 3:

Les caractéristiques d'un moteur à courant continu excitation série équipant une rame de métro sont :

- résistance de l'induit $R = 0,06 \Omega$.
- résistance de l'inducteur $r = 0,04 \Omega$.

Le flux est proportionnel au courant dans l'inducteur.

Pour le fonctionnement nominal on donne :

$U_n = 800 \text{ V}$; $I_n = 410 \text{ A}$; $N_n = 1300 \text{ tr/mn}$; C_{un} (couple utile nominal) = 2200 Nm .

Calculer alors :

- Q9. la puissance utile P_u . /2
- Q10. la puissance électromagnétique P_{em} . /1
- Q11. les pertes mécaniques et magnétiques P_m . /1
- Q12. les pertes par effet Joule P_j . /1
- Q13. le couple électromagnétique C_{em} . /1
- Q14. le rendement η . /1

On procède au démarrage du moteur sous une tension réduite. Le courant absorbé est de 800 A . Pour ce régime déterminer :

- Q15. la tension d'alimentation au démarrage U_d . /1,5

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 3 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

Q16. Calculer le couple électromagnétique au démarrage C_d .

/2

On utilise maintenant une résistance de démarrage R_d permettant de limiter le courant de démarrage I_d à la valeur $(2 \cdot I_n)$.

Q17. Calculer la valeur de la résistance de démarrage R_d .

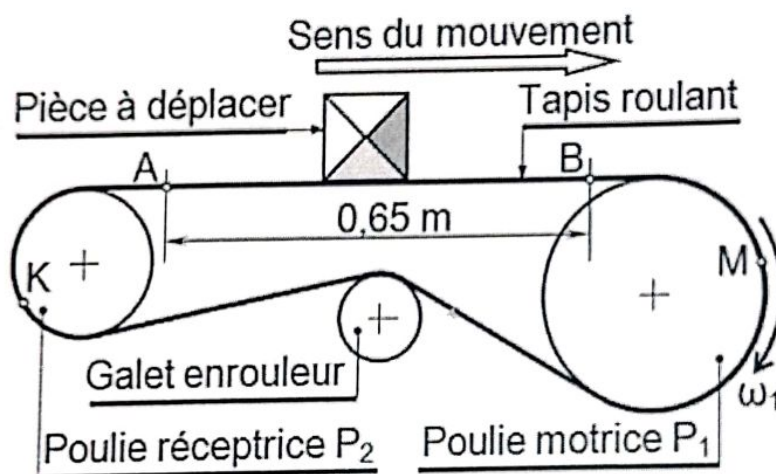
/2

Sujet 4

Soit le montage d'un système de transfert d'une pièce sur un tapis roulant. La poulie P_1 tournant à $N_1 = 1500$ tr/mn, fait dérouler le tapis et entraîne la pièce dans un mouvement de translation de vitesse $V(t)$.

Un galet enrouleur maintient une pression sur le tapis, ce qui assure un bon fonctionnement du mécanisme.

Les caractéristiques dimensionnelles des poulies sont : $D_1 = 0.32$ m ; $D_2 = 0.20$ m et le diamètre du galet enrouleur est de $D_g = 0.11$ m.



On demande de :

Q18. Tracer sur la figure, le sens de rotation des éléments tournants.

/1,5

Q19. Calculer la vitesse angulaire ω_1 de la poulie motrice P_1 .

/1,5

Q20. En déduire la vitesse linéaire V_M du tapis roulant.

/1,5

Q21. Calculer la fréquence de rotation N_g du galet.

/1,5

Q22. Calculer la vitesse angulaire ω_g du galet.

/1,5

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 4 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

Partie pratique

Une usine de sidérurgie produit des tôles en acier qui sont utilisées dans les domaines de la construction marine et sous-marine ou encore dans l'industrie nucléaire.

Afin d'assurer l'alimentation en eau froide, trois pompes sont montées en parallèle, puisent l'eau froide dans un bassin à l'air libre.

Sujet 5:

Pour économiser l'énergie et contrôler la vitesse des pompes, il est nécessaire de mesurer la température de l'eau. Cette mesure est effectuée par une sonde au platine Pt100.

Ce capteur est une résistance de platine dont la valeur dépend de la température. À la

Température θ , la résistance a pour valeur R_T définie par : $R_T = R_0 \cdot [1 + \alpha \times (\theta - \theta_0)]$.

On donne :

- $R_T = R_0 = 100 \, \Omega$ à $\theta = \theta_0 = 0^\circ \text{C}$;
- $\alpha = 3,85 \times 10^{-3} \, ^\circ\text{C}^{-1}$.

Q23. Calculer la valeur de la résistance R_T à la température $\theta = 30^\circ\text{C}$.

/1

- Mesure par sonde 2 fils

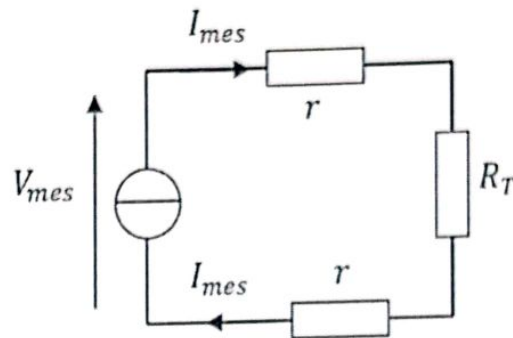


Figure : mesure à 2 fils

Pour effectuer la mesure, un générateur injecte dans le circuit un courant $I_{mes} = 1 \text{ mA}$.

La sonde Pt100 étant très éloignée de la centrale de mesure, on ne peut pas négliger la résistance r des fils. On suppose que $r = 2 \, \Omega$.

Q24. Établir l'expression de la tension mesurée V_{mes} en fonction de I_{mes} , r et R_T . /1

Q25. Calculer la valeur de la résistance $R_{mes} = V_{mes} / I_{mes}$ mesurée par la centrale pour une température $\theta = 30^\circ\text{C}$. /1

Q26. En déduire alors la valeur de la température effectivement mesurée θ_{mes} au moyen de l'équation : $R_{mes} = R_0 \cdot [1 + \alpha \times (\theta_{mes} - \theta_0)]$.

Calculer alors l'erreur absolue de mesure $\Delta\theta = \theta_{mes} - \theta$ en $^\circ\text{C}$.

/2

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 5 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

- Mesure par sonde trois fils

Afin de corriger l'erreur de mesure imposée par la longueur des fils, on réalise le montage de la figure ci-dessous. La centrale de mesure a accès aux tensions V_{mes} et V_2 .

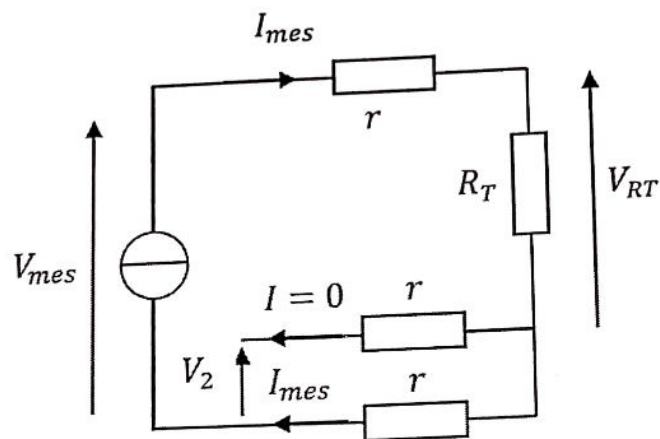


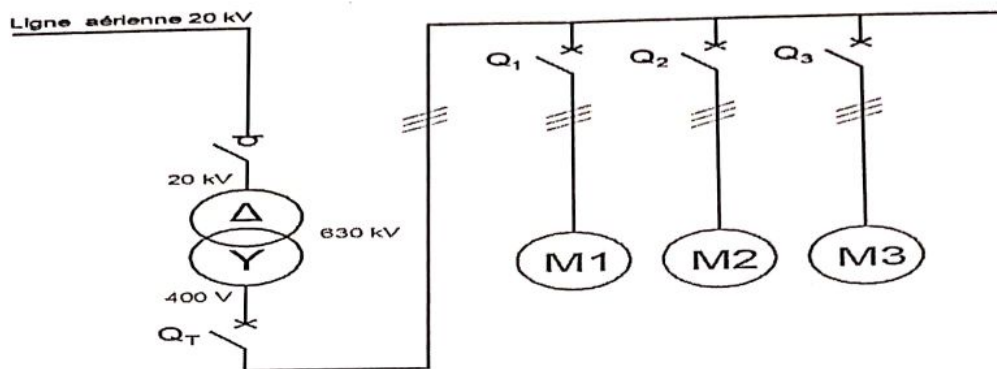
Figure : mesure à 3 fils

- Q27. Sachant que le troisième fil n'est parcouru par aucun courant, établir l'expression de la tension V_2 en fonction de r et I_{mes} . /1
- Q28. Donner l'expression de la tension V_{RT} que doit calculer la centrale de mesure en fonction de V_{mes} et V_2 . /2
- Q29. Conclure sur l'intérêt de la mesure 3 fils. /2

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 6 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

Sujet 6 :

Les moteurs des pompes sont alimentés au moyen d'un transformateur triphasé comme indique la figure ci-dessous :



Q30. Remplir le tableau suivant :

/2

Symbole	Désignation

Sur la plaque signalétique du moteur M1, on peut lire les informations suivantes :

- 400 / 690 V
- 97 / 56 A
- $\cos \phi = 0,87$
- rendement 94 %
- 1480 tr.min⁻¹

Le moteur est alimenté par une tension entre phase $U=400V$, 50 Hz.

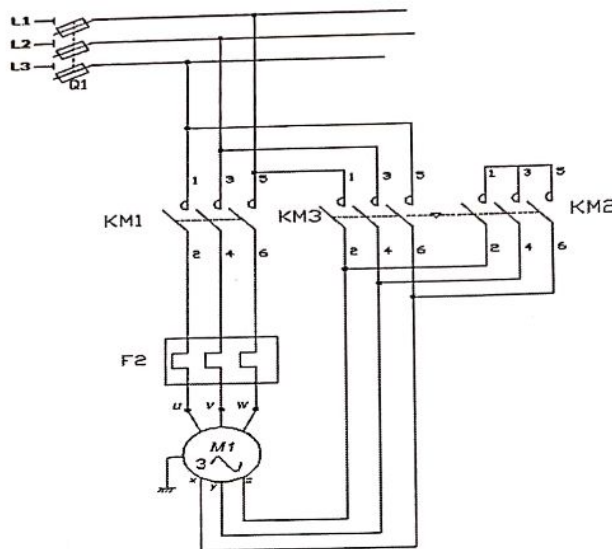
- Q31. Déterminer le couplage du moteur asynchrone M1 sur le réseau. /1
- Q32. Indiquer la valeur efficace du courant de ligne absorbé par le moteur. /1
- Q33. Calculer la valeur de la puissance absorbée nominale P_{an} . /2
- Q34. Calculer la valeur de la puissance utile nominale P_{un} . /1
- Q35. Quelle est la valeur de la vitesse de synchronisme n_{SN} de la machine ? En déduire la valeur du nombre de paires de pôles p . /2
- Q36. Calculer la valeur du moment du couple utile nominal T_{un} pour la vitesse nominale du moteur. /1

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 7 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

- Q37.** Sachant que la courbe du moment du couple utile en fonction de la vitesse est une droite dans sa partie utile, vérifier que $T_u = -17,75 n + 26625$ (on suppose que le glissement est nul pour le fonctionnement à vide du moteur). /3
- Q38.** On suppose que le moteur supporte une charge de couple résistant fixe égal $T_r = 150$ Nm. Calculer la nouvelle fréquence de rotation de l'ensemble n_G . /3

Pour réduire l'appel de courant lors de démarrage qui peut atteindre $8 \cdot I_n$, on a opté pour un démarrage étoile triangle.

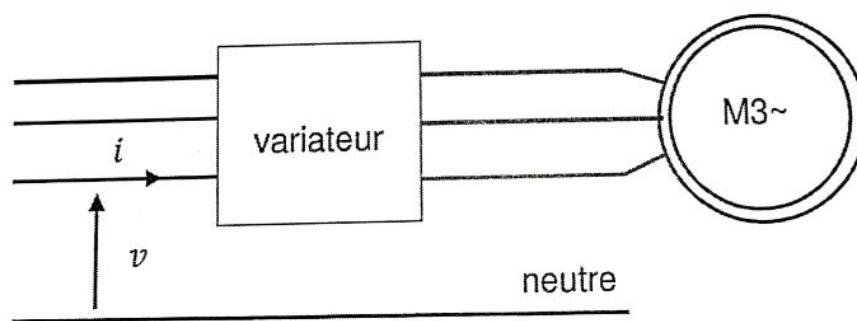
Le schéma du circuit de puissance est exposé :



- Q39.** Compléter le document réponse n°2 à rendre avec la copie le schéma du circuit de commande, en prévoyant une signalisation pour la marche, l'arrêt et le défaut. /8

Afin d'économiser de l'énergie, on alimente chaque groupe motopompe au moyen d'un variateur de fréquence qui permet de réduire la vitesse.

Pour ce fonctionnement, les tensions composées délivrées par le variateur ont une valeur efficace de 400 V et une fréquence de 50 Hz.



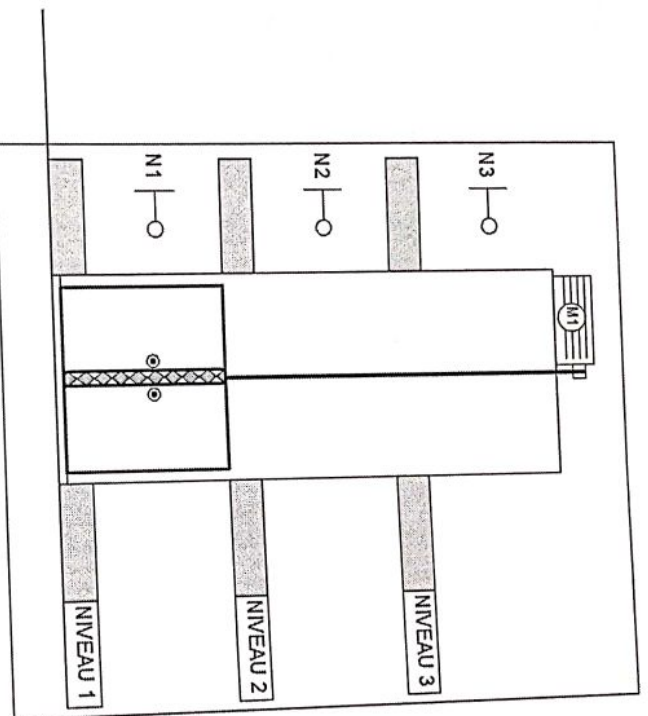
- Q40.** Quel que soit le résultat obtenu, on prendra $P_u(\text{moteur}) = 55$ kW. Sachant que le rendement global du moto-variateur est de 93 %. Calculer la valeur de la puissance P_a absorbée par le variateur pour ce fonctionnement. /3

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 8 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

Sujet 7 :

Un monte-charge, programmé pour desservir régulièrement les trois niveaux d'un entrepôt, se trouve à la mise sous tension au niveau 1, les portes ouvertes. L'opérateur lance le cycle en appuyant sur un bouton de départ cycle Dcy. Il y a alors, au bout d'un temps T0 de 5s, la fermeture des portes, la montée de la cabine jusqu'au niveau 2 puis l'ouverture des portes. Il y séjourne pendant un temps T1 de 5mn. Enfin il monte au niveau 3, y reste pendant un temps T2 de 6mn avant de redescendre au niveau 1 en position initiale.

Le cycle ne se déroule qu'une fois, même si l'information "DCY" est maintenue présente par l'opérateur



Désignation des capteurs et des pré-actionneurs :

Symbole	Désignation
OU	ouverture des portes
FER	fermeture des portes
KMH	contacteur moteur déplacement vers le haut
KMB	contacteur moteur déplacement vers le bas
N1	niveau 1
N2	niveau 2
N3	niveau 3
Dcy	départ du cycle
PO	portes ouvertes
PF	portes fermées

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 9 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

- Q41. Donner le tableau des entrées/ sorties avec leurs adressages. /2
 Q42. Donner le grafcet point de vue partie commande (PC). /3
 Q43. Donner le grafcet point de vue API. /1,5
 Q44. Quel est le type de variables d'entrées de l'API (TOR ou analogique) ? /1,5
 Q45. Compléter le tableau suivant en précisant les équations d'activation et de désactivation de chaque étape. /3

Etape	Activation (SET)	Désactivation (RESET)
0		
1		
....		

- Q46. Tracer le schéma du raccordement des capteurs au module des entrées de l'API. /2
 Q47. Tracer le schéma du raccordement des pré-actionneurs au module de sorties de l'API. /2

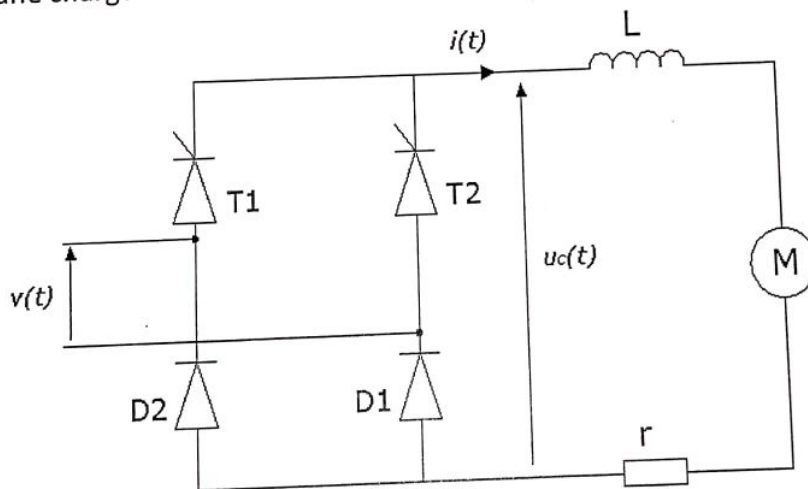
Sujet 8 :

Un pont de redressement mixte est soumis à une tension sinusoïdale $v(t)$ de fréquence 50 Hz et de valeur efficace $V = 230$ V.

Les diodes et thyristors sont supposés parfaits.

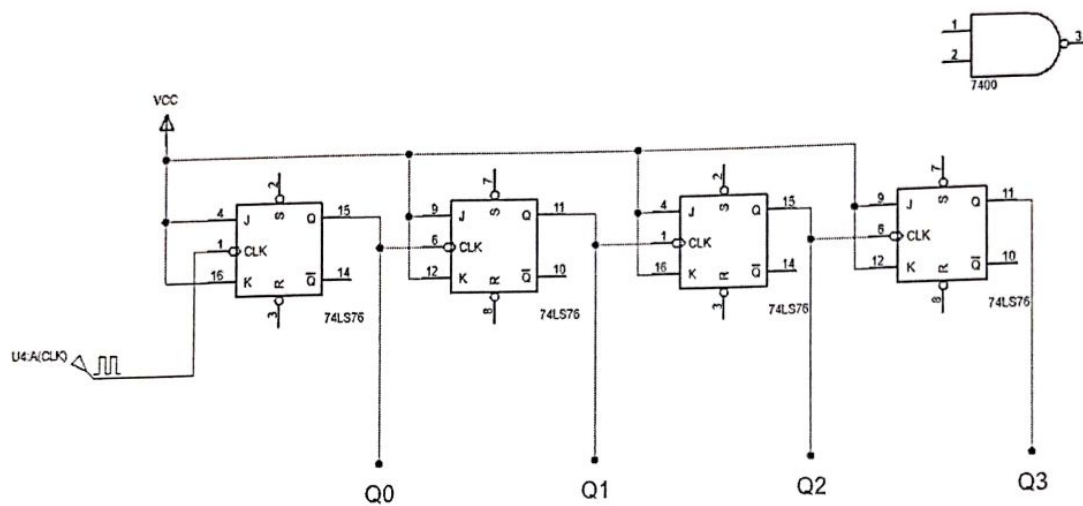
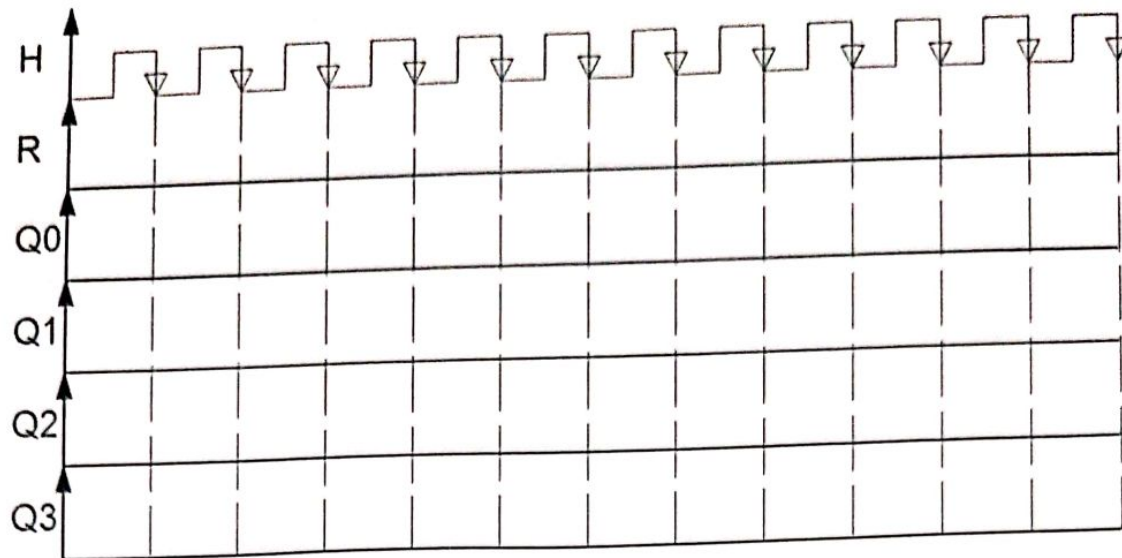
Les thyristors sont amorcés avec un temps de retard $t_0 = 4$ ms

La charge du pont est constituée par l'association de l'induit du moteur à courant continu en série avec une charge d'inductance L .



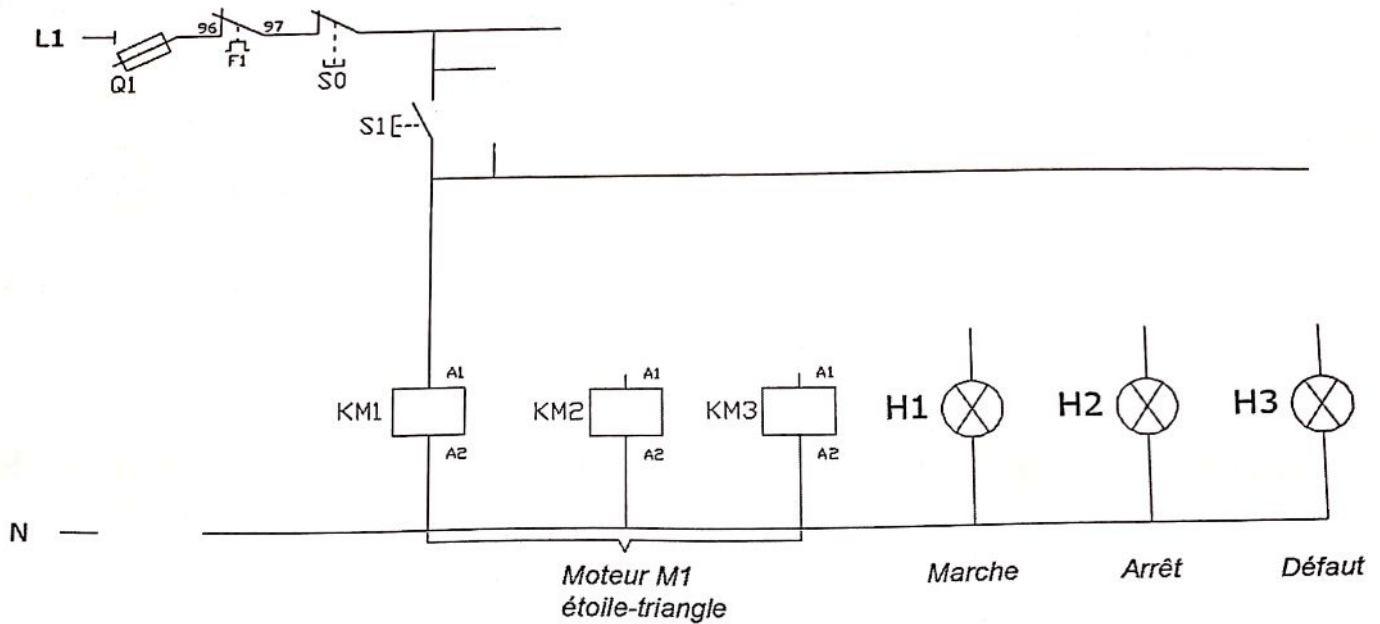
- Q48. Quel est le rôle de la bobine d'inductance L ? /1
 Q49. Représenter $u_c(t)$ en concordance de temps sur le document réponse n° 3 /3
 Q50. Déterminer l'angle de retard à l'amorçage des thyristors. /2
 Q51. Sur quelle position on branche le voltmètre pour mesurer la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge ? /2

Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 10 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

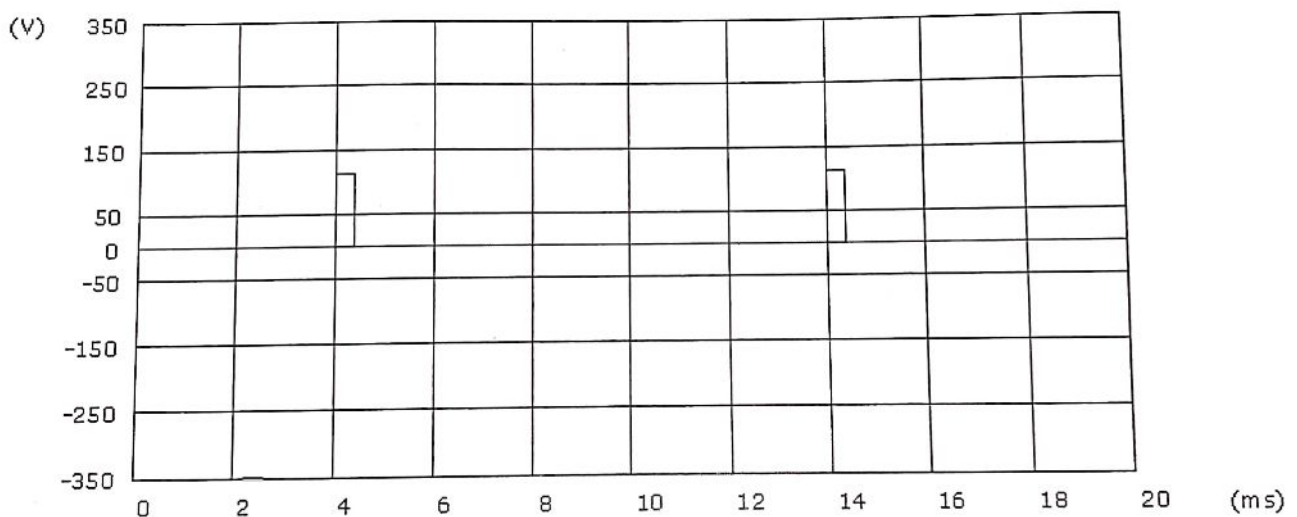


Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 11 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		

Document réponse n°2



Document réponse n°3 :



Filière	ESA	Variante	V1	Page	Page 12 sur 12
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	12		