

Examen National de Fin d'année

Session de Juin 2022

Examen de Fin de Formation (Epreuve de Synthèse)

Secteur :	Génie Electrique	Niveau :	Technicien Spécialisé
Filière :	Electromécanique des Systèmes Automatisés		

Variante	V2	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.

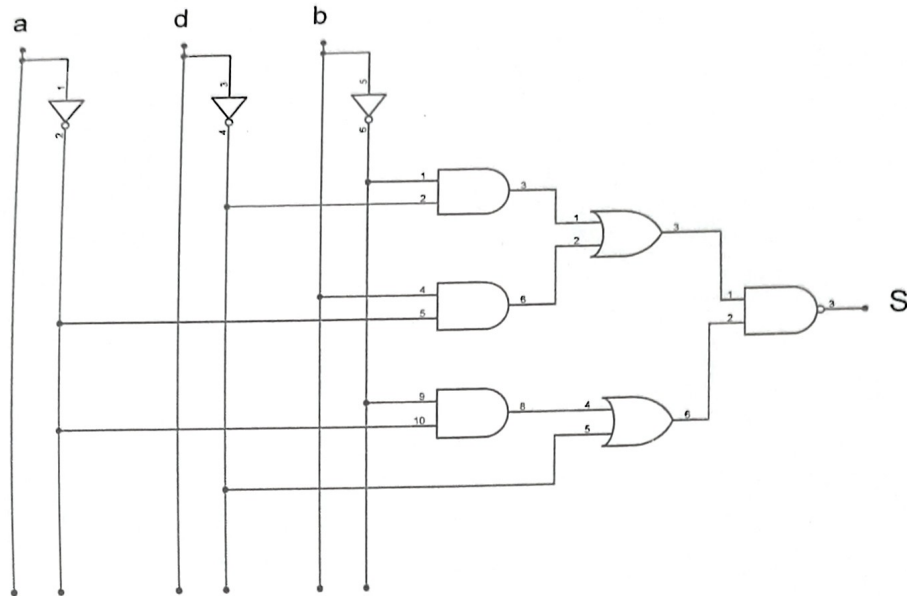
Détail du Barème :

N° Des Exercices	Travaux à réaliser	Barème
Partie Théorique		
Sujet 1	Logique combinatoire	10
Sujet 2	Logique séquentielle	10
Sujet 3	Installation et réparation de moteurs et de génératrices à c. c.	11
Sujet 4	Circuits hydrauliques	09
		/40 points
Partie Pratique		
Sujet 5	Instrumentation industrielle /commande électrique de moteurs	23
Sujet 6	Installation et réparation de moteurs et de génératrices à c. a.	12
Sujet 7	Automate programmable	14
Sujet 8	Commande électronique de moteurs	11
		/60points
Total Général		/100points

Partie 1 : Théorie (/40points)

Sujet 1

Le traçage du logigramme de la sortie S est représenté par le schéma suivant :



Q1. Donner l'expression de la sortie S.

/3

Q2. Simplifier algébriquement l'expression de la sortie S.

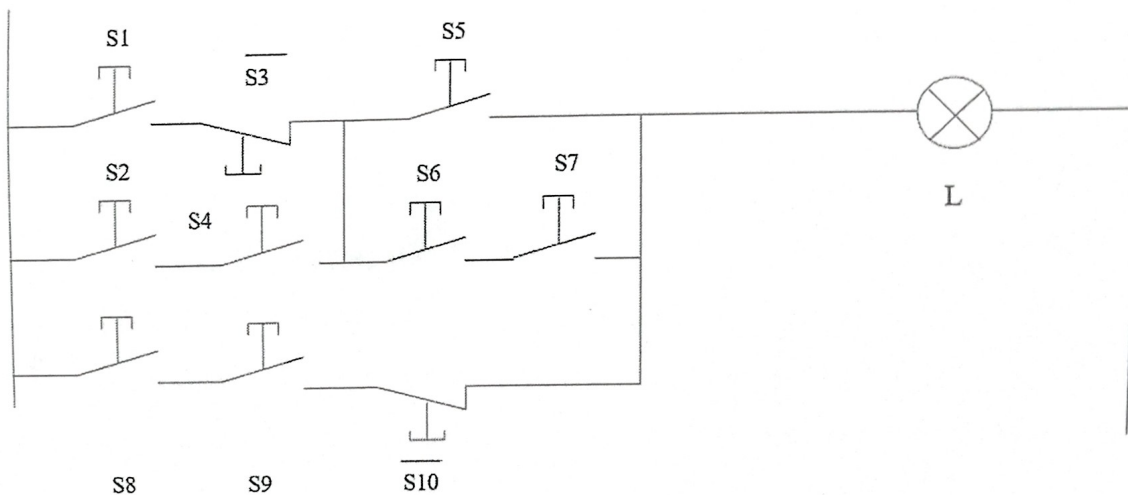
/2

Q3. Tracer le logigramme de la sortie simplifiée S.

/2

Q4. Donner l'équation de la sortie L.

/3

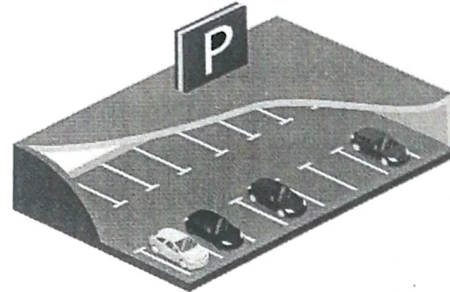


Sujet 2

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 :

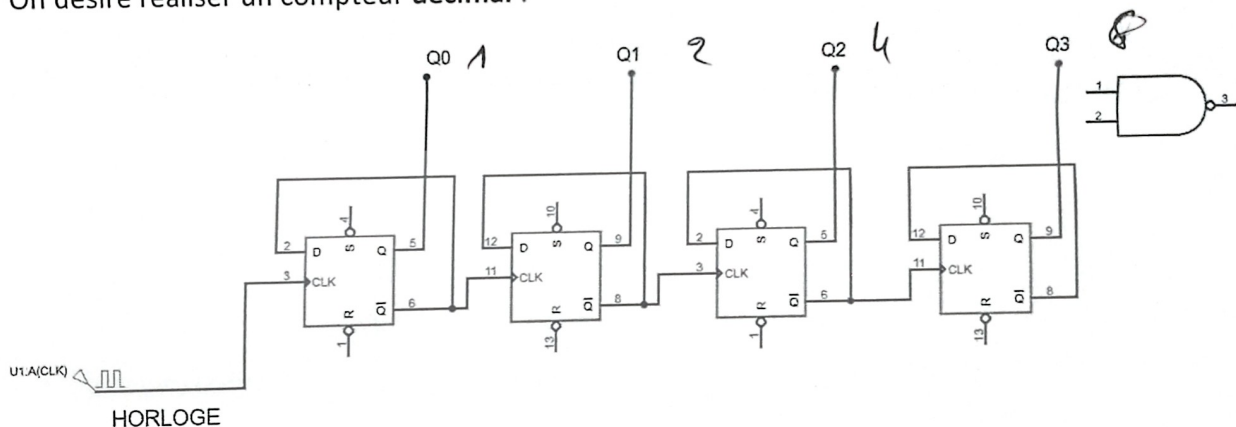
- Présence d'une voiture devant la barrière (entrée ou sortie).
- Autorisation d'ouverture de la barrière.
- Nombre de véhicules dans le parking



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

On désire réaliser un compteur **décimal** :



Q5. De quel type de circuit logique s'agit-il ? Justifier votre réponse. /2

Q6. Tracer la table de vérité de la bascule D. /1

Q7. On veut réaliser un compteur asynchrone de séquence de comptage 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9, compléter le circuit sur le **document réponse n°1**. /3

Q8. Etablir les chronogrammes des sorties Q_i en fonction de H sur le **document réponse n°1**, sachant que $Q_{initiales}=0$. /4

Filière	ESA	Variante	V2	Page	Page 3 sur 14
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	14		

Sujet 3

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

- résistance de l'induit $R = 0,05 \, \Omega$.
- résistance de l'inducteur $r = 0,03 \, \Omega$.

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) = $2200 \, \text{Nm}$.

Calculer :

- Q9. La puissance utile P_u du moteur. /1
- Q10. La puissance électromagnétique P_{em} . /1
- Q11. La somme des 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 $820 \, \text{A}$.
Pour ce régime déterminer :

- Q15. La tension d'alimentation U_d au démarrage. /1
- Q16. Calculer le couple électromagnétique au démarrage C_d . /2
- Q17. On utilise maintenant une résistance de démarrage R_d permettant de limiter I_d à la valeur $(3.I_n)$, calculer la valeur de la résistance de démarrage R_d . /2

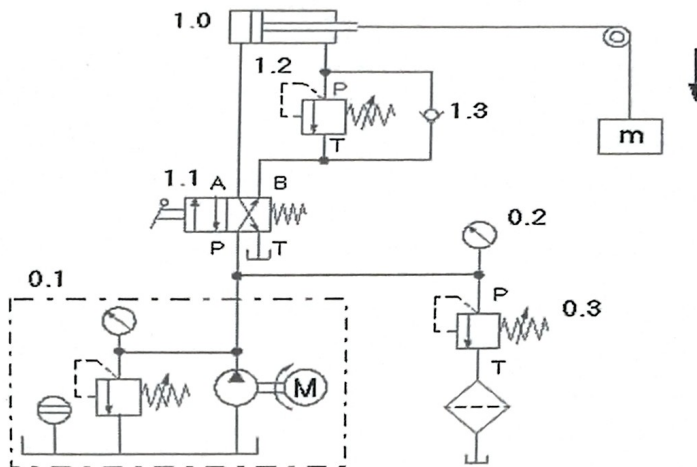
Filière	ESA	Variante	V2	Page	Page 4 sur 14
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	14		

Sujet 4

On donne le circuit hydraulique de la figure ci-dessous.

Le vérin 1.0 possède un alésage $D = 200 \text{ mm}$ et une tige de diamètre $d = 60 \text{ mm}$.

La masse m est de 5000 Kg .



Q18. Nommer les composants du circuit hydraulique pour chaque repère. /2

Q19. Donner le rôle du composant 0.3 et celui du composant 1.2. /1

Q20. Calculer la force F exercée sur la tige du vérin 1.0 par la masse m . /2

Q21. Calculer la pression minimale que doit fournir la pompe pour soulever la masse m . /2

Q22. Quelle est la valeur minimale de réglage du composant 1.2. /2

Partie 2 : Pratique (/60points)

Sujet 5

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.

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 : $R_T = R_0 \cdot [1 + \alpha \times (\theta - \theta_0)]$.

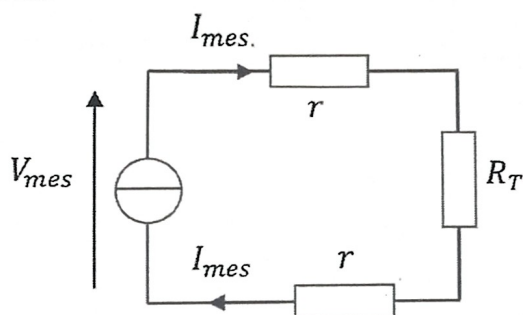
On donne :

- $R_T = R_0 = 100 \, \Omega$ 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 $\theta = 35^\circ\text{C}$.

/1

- **Mesure par sonde 2 fils**



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 $\theta = 35^\circ\text{C}$.

/1

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

/1

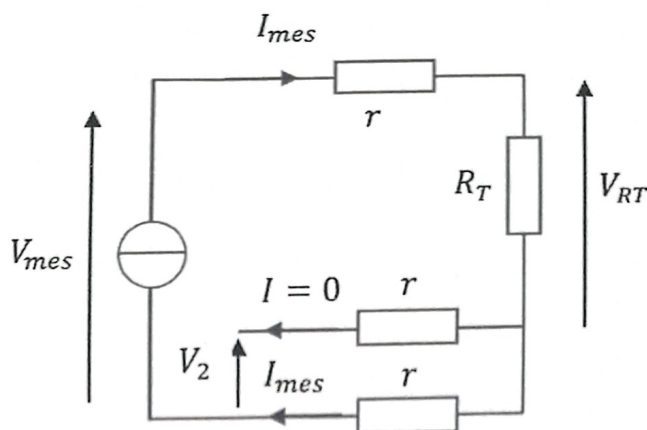
Q27. Calculer alors l'erreur absolue de mesure $\Delta\theta = \theta_{mes} - \theta$ en $^\circ\text{C}$.

/1

Filière	ESA	Variante	V2	Page	Page 6 sur 14
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	14		

➤ 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 .



Mesure à 3 fils

Q28. 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

Q29. Donner l'expression de la tension V_{RT} que doit calculer la centrale de mesure en fonction de V_{mes} et V_2 . /2

➤ La plaque signalétique de l'un des moteurs asynchrones triphasés indique :

Puissance utile nominale P_{un}	132 kW
Fréquence d'utilisation f	50 Hz
Fréquence de rotation nominale n	975 tr·min ⁻¹
Tensions réseau admissibles	230 V / 400 V
Intensités en ligne	468 A / 270 A
$\cos\phi$ en fonctionnement nominal	0,8

Q30. Le moteur est alimenté par un réseau triphasé 230 V / 400 V – 50 Hz. Déterminer le couplage à effectuer sur les enroulements du stator ainsi que l'intensité efficace en ligne I_n en régime nominal. /3

Q31. Déterminer la fréquence de synchronisme n_s du moteur en tr·min⁻¹ ainsi que son nombre de paires de pôles p . /2

Filière	ESA	Variante	V2	Page	Page 7 sur 14
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	14		

Q32. Calculer la puissance absorbée P_{an} par le moteur en fonctionnement nominal. En déduire son rendement η_n en fonctionnement nominal. /2

Q33. Lors du pompage, la puissance utile du moteur nécessaire est $P_u' = 92 \text{ kW}$. À l'aide de l'annexe n°1, déterminer le rendement η'_n du moteur pour ce fonctionnement. /2

Q34. Pour le fonctionnement nominal, calculer le moment du couple utile T_{un}

La partie utile de la courbe du moment du couple utile $T_u(n)$ en fonction de la vitesse de rotation n est assimilée à une droite passant par le point de synchronisme. /1

Q35. Tracer cette caractéristique mécanique $T_u(n)$ sur le document réponse n°2 à rendre avec la copie. /3

La caractéristique de la pompe en charge $T_r(n)$ est donnée sur le document réponse n°2.

Q36. Placer sur ce document réponse n°2 le point de fonctionnement F50 du moteur associé à la pompe. /1

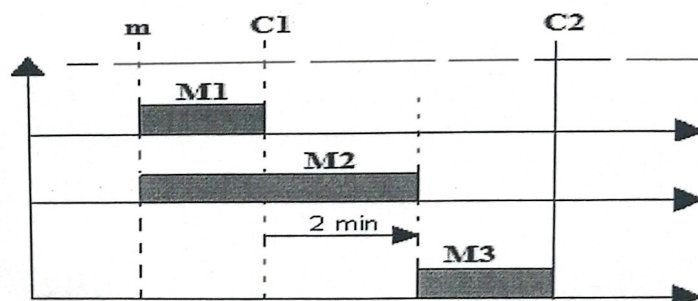
Q37. Calculer la puissance P_{u50} correspondante à ce point de fonctionnement et commenter cette valeur par rapport à la puissance de pompage. /1

Sujet 6

Une installation électrique est constituée de :

- Trois moteurs asynchrones triphasés (à démarrage direct, un sens de rotation) : M1, M2, et M3
- Deux capteurs de position c1 et c2.
- Trois lampes de signalisation :
 - ✓ Une lampe H1 signale le démarrage de M1.
 - ✓ Une lampe H2 signale l'arrêt du moteur M2.
 - ✓ Une lampe H3 signale le défaut de l'installation électrique.

Pour démarrer le cycle de fonctionnement, l'opérateur responsable de cette installation doit appuyer sur le bouton poussoir **m** et le fonctionnement du système se déroule selon le chronogramme suivant :



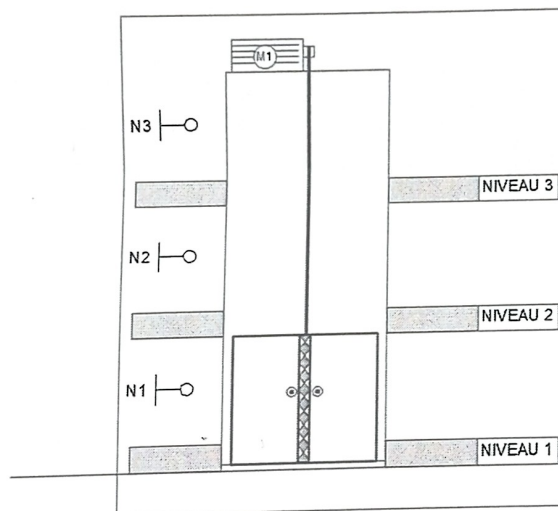
Filière	ESA	Variante	V2	Page	Page 8 sur 14
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	14		

- Q38. Compléter sur le **document réponse n°3**, le schéma du circuit de puissance des 3 moteurs. /4
- Q39. Compléter sur le **document réponse n°3**, le schéma du circuit de commande. /4
- Q40. Compléter sur le **document réponse n°3**, le schéma du circuit de signalisation. /4

Sujet 7

Un monte-charge, programmé pour desservir régulièrement les deux 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 3. Il y séjourne pendant un temps T2 de 6mn. Ensuite il redescend au niveau 2, y reste pendant un temps T1 de 4mn avant de redescendre au niveau 1.

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

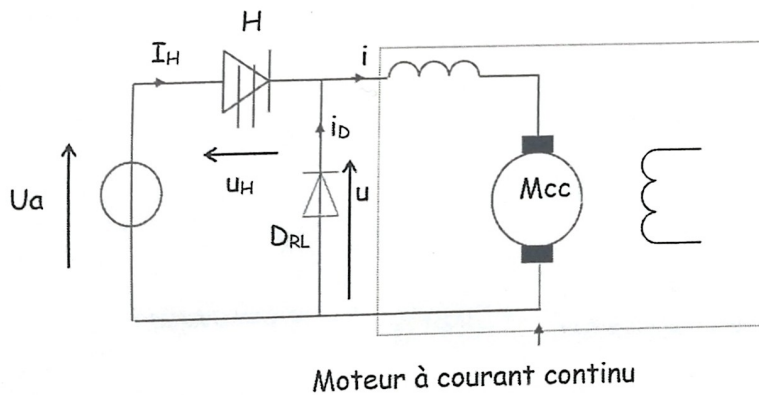
- Q41. Donner le tableau des entrées/ sorties avec leurs adressages. /2
- Q42. Donner le grafcet point de vue partie commande (PC). /3
- Q43. Donner le grafcet point de vue API. /1
- Q44. Quel est le type de variables d'entrées de l'API (TOR ou analogique) ? /1
- Q45. Compléter le tableau suivant en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

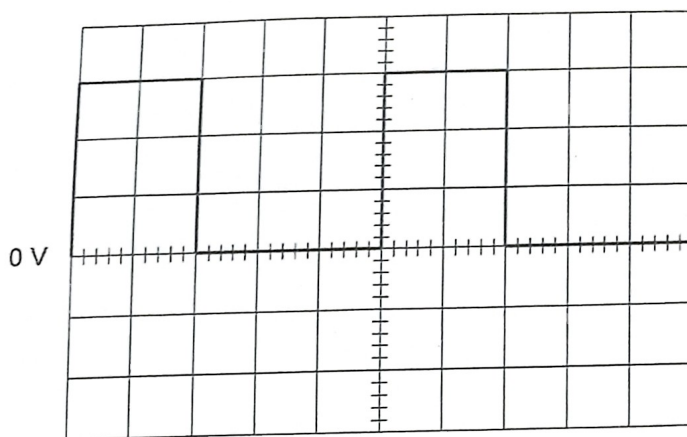
Sujet 8

L'induit du moteur est alimenté par un hacheur série, à fréquence fixe et rapport cyclique variable α . On supposera l'interrupteur et la diode parfaits.



- Q48. Quel type de conversion réalise un hacheur série ? /1
- Q49. Quel est le rôle de la bobine L ? /1
- Q50. Indiquer le nom et le rôle du composant DRL. /1

Grâce à un oscilloscope, on a relevé la tension $u(t)$ représentée ci-dessous :



Sensibilité verticale

24 V / div

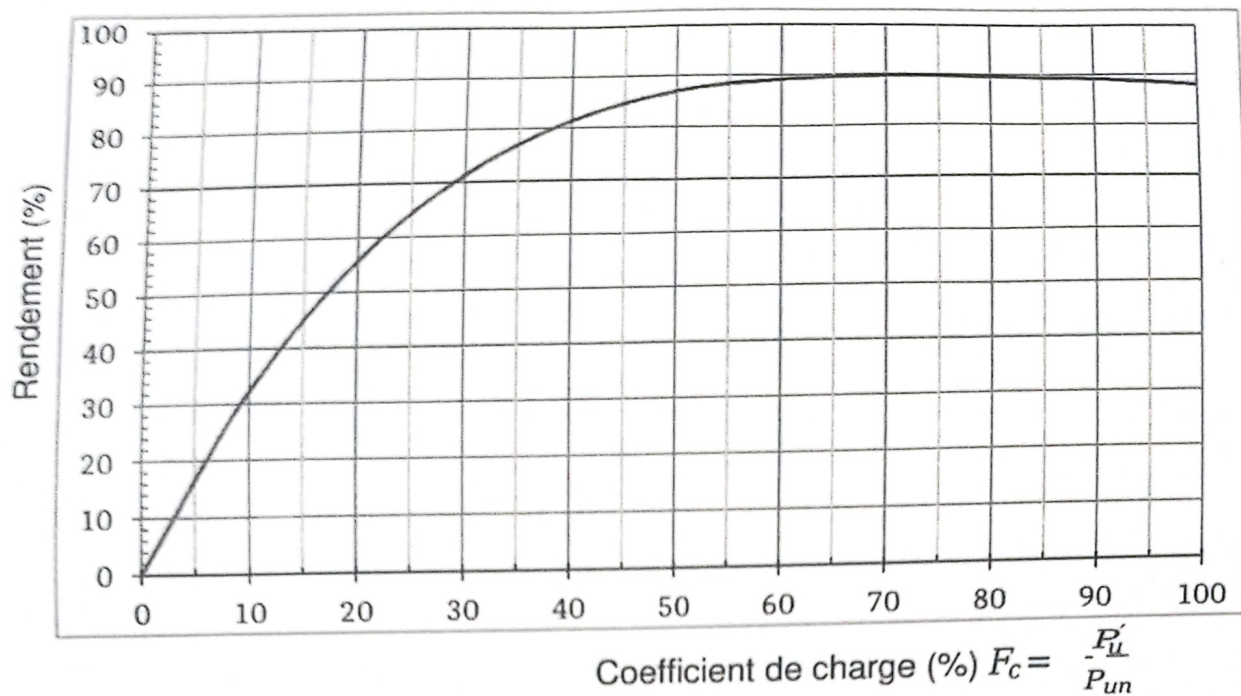
Sensibilité horizontale :

1 ms / div

- Q51. Déterminer graphiquement la période T de la tension $u(t)$ et en déduire la fréquence f . /1
- Q52. Déterminer graphiquement la valeur U_a de la tension délivrée par la batterie. /2
- Q53. Déterminer graphiquement le rapport cyclique noté α . /2
- Q54. Dessiner sur le schéma **document réponse n°4** le branchement de l'oscilloscope permettant de visualiser la tension $u(t)$. /3

Filière	ESA	Variante	V2	Page	Page 11 sur 14
Examen	Fin de Formation	Nbr de page	14		

Annexe n°1



Document réponse n°2

