

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Session 2011

PHYSIQUE APPLIQUÉE

Série : Sciences et technologies industrielles

Spécialité : Génie électrotechnique

Durée de l'épreuve : 4 heures

coefficient : 7

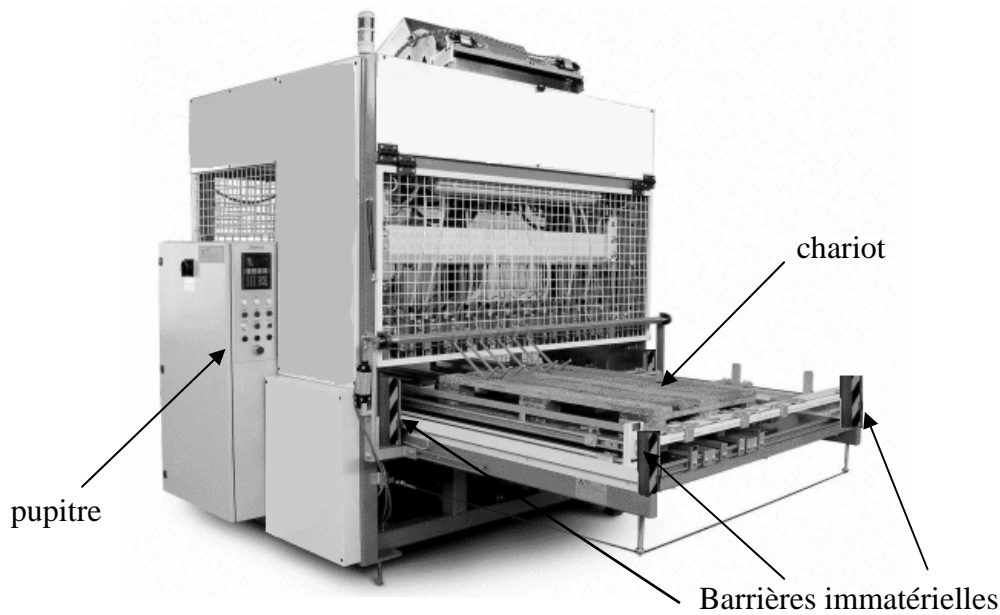
L'emploi de toutes les calculatrices programmables alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-186 du 16-11-1999).

*Le sujet comporte 9 pages numérotées de 1 à 9 ; les documents-réponses des **pages 6 à 9** sont à rendre avec la copie.*

Le sujet est composé de 4 parties indépendantes.

<p>Il est rappelé aux candidats que la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements, entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies.</p>
--

On se propose d'étudier quelques éléments constitutifs d'une cloueuse automatique de palettes.



Un opérateur place les éléments de bois nécessaires sur un chariot. Il lance ensuite le clouage des différents éléments depuis un pupitre de commande. Le chariot, entraîné par un moteur asynchrone, avance dans la cloueuse. Une fois le clouage terminé, le chariot revient dans sa position initiale et l'opérateur peut décharger la palette terminée.

Un système de protection constitué de barrières immatérielles stoppe le clouage si un obstacle franchit le périmètre de sécurité pendant le clouage.

Partie A : Etude du moteur asynchrone triphasé entraînant le chariot

L'atelier est alimenté avec des tensions triphasées équilibrées 400 V entre phases de fréquence 50 Hz.

La plaque signalétique du moteur donne les indications suivantes :

230 / 400 V 50 Hz 1425 tr/min $\cos\varphi = 0,73$

- A.1. Déterminer en le justifiant le mode de couplage du moteur. Dessiner le couplage des enroulements et le raccordement au réseau du moteur sur la figure 1 du document réponse n°1 page 6.
- A.2. Le moteur absorbe une puissance active P_a de 1163 W. Donner une méthode pour effectuer cette mesure.
- A.3. Montrer que la valeur efficace I du courant de ligne absorbé par le moteur vaut 2,3 A.
- A.4. Déterminer la fréquence de synchronisme et le nombre de pôles du moteur.
- A.5. Déterminer la valeur du glissement g pour le fonctionnement nominal.

La résistance r d'un enroulement du stator du moteur est de $3,9 \Omega$.

- A.6. Calculer les pertes par effet Joule au stator P_{js} du moteur.

Les pertes collectives P_c valent 150 W.

- A.7. Quel type d'essai a permis de réaliser cette mesure ?
- A.8. Calculer les pertes fer au stator p_{fs} et les pertes mécaniques p_m sachant qu'elles sont égales.
- A.9. Calculer la puissance transmise au rotor P_{tr} .
- A.10. Calculer les pertes par effet Joule au rotor p_{jr} .
- A.11. Calculer la puissance utile P_u du moteur.
- A.12. En déduire le rendement η du moteur.

- A.13. Montrer qu'en fonctionnement nominal le moment du couple utile du moteur est $T_u = 6,0 \text{ N.m}$.
- A.14. Tracer sur la figure 2 du document réponse n°1 page 6 la partie utile de la caractéristique mécanique du moteur $T_u = f(n)$ (on considère que la partie utile de cette caractéristique est une droite).
- A.15. Le chariot impose un couple constant de 5 N.m . Déterminer graphiquement la fréquence de rotation du moteur.

Partie B : Etude du transformateur monophasé alimentant les barrières immatérielles

Différents essais ont été effectués sur le transformateur utilisé.

Essai en continu :

Tension au primaire : $U_{IDC} = 12 \text{ V}$
 Courant au primaire : $I_{IDC} = 4,0 \text{ A}$

- B.1. Compléter le schéma de montage figure 3 du document réponse n°2 page 7 permettant de réaliser cet essai en précisant le mode d'utilisation des appareils de mesures (AC, DC ou AC+DC) et la nature de la source de tension utilisée.
- B.2. Calculer la résistance r_1 de l'enroulement primaire.

Essai à vide sous tension primaire nominale:

Tension primaire : $U_{1V} = 230 \text{ V}$
 Tension secondaire : $U_{2V} = 110 \text{ V}$
 Courant primaire : $I_{1V} = 0,16 \text{ A}$
 Puissance primaire : $P_{1V} = 50 \text{ W}$

- B.3. Ces grandeurs sont-elles sinusoïdales ?
- B.4. Compléter le schéma de montage figure 4 du document réponse n°2 page 7 permettant de réaliser cet essai en précisant le mode d'utilisation des appareils de mesures (AC, DC ou AC+DC) et leur type (RMS ou non).
- B.5. Calculer le rapport de transformation m du transformateur.
- B.6. Calculer les pertes par effet Joule à vide et montrer qu'elles sont négligeables.

Essai en court-circuit:

Tension primaire : $U_{1CC} = 35 \text{ V}$
 Courant secondaire : $I_{2CC} = 7,0 \text{ A}$
 Puissance primaire : $P_{1CC} = 60 \text{ W}$

- B.7. Quelles sont les précautions particulières à prendre pour la réalisation de cet essai ?
- B.8. Justifier que l'on peut négliger les pertes fer dans cet essai sachant qu'elles sont proportionnelles au carré de la tension primaire.
- B.9. En déduire les pertes par effet Joule en court-circuit.

Modèle équivalent du transformateur :

- B.10. Représenter le modèle équivalent du transformateur vu du secondaire en indiquant le nom des différentes tensions et courants.
- B.11. Donner la relation entre les différentes tensions instantanées de ce modèle. En déduire la relation vectorielle associée.
- B.12. Montrer que les valeurs des éléments de ce modèle sont : $R_s = 1,22 \Omega$ $X_s = 2,06 \Omega$

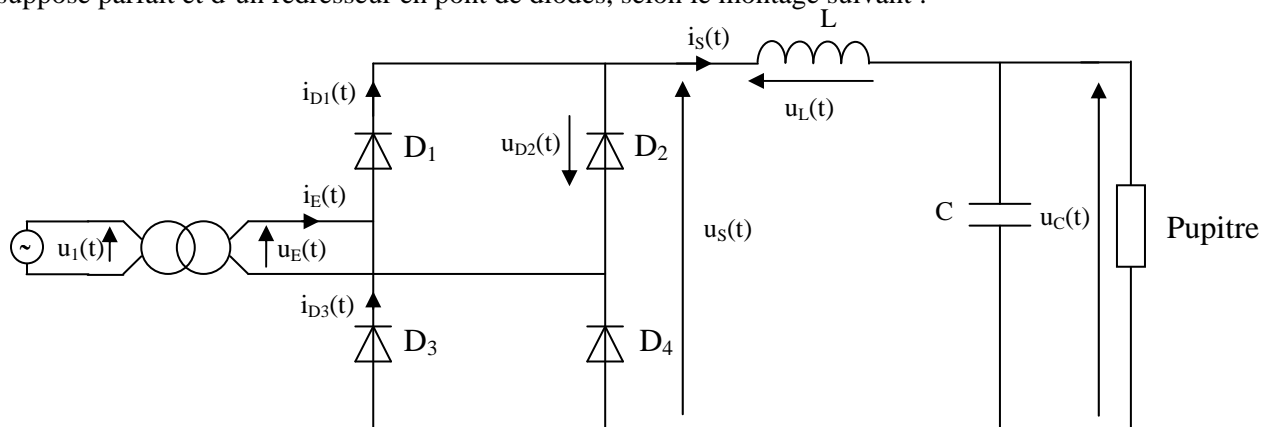
Etude en charge :

Le transformateur, alimenté sous tension primaire nominale, fournit un courant $I_2 = 7,0 \text{ A}$ à la charge, de nature inductive, qui impose un facteur de puissance de 0,96.

- B.13. Tracer sur la figure 5 du document réponse n°2 page 7 le diagramme vectoriel de Fresnel permettant de déterminer graphiquement la tension U_2 en charge. Echelle : $10 \text{ V} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$. En déduire la valeur de la tension au secondaire en charge U_2 .
- B.14. Comparer cette valeur avec celle donnée par l'expression de la chute de tension au secondaire ΔU_2 (on rappelle que $\Delta U_2 = R_S I_2 \cos \varphi_2 + X_S I_2 \sin \varphi_2$).
- B.15. Calculer la puissance au secondaire P_2 .
- B.16. Donner la valeur, en la justifiant, des pertes par effet Joule en fonctionnement nominal.
- B.17. Donner la valeur, en la justifiant, des pertes fer en fonctionnement nominal.
- B.18. Calculer la puissance au primaire P_1 .
- B.19. En déduire la valeur du rendement du transformateur en fonctionnement nominal.

Partie C : Etude de l'ensemble transformateur redresseur alimentant le pupitre de commande

Le pupitre de commande nécessite une alimentation continue 15 V réalisée à l'aide d'un transformateur supposé parfait et d'un redresseur en pont de diodes, selon le montage suivant :



Hypothèses :

La tension $u_C(t)$ est constante et notée $U_C = 15 \text{ V}$. Le courant $i_S(t)$ est constant et noté $I_S = 2 \text{ A}$.

- C.1. Quel est le rôle de la bobine d'inductance L ?
- C.2. Quel est le rôle du condensateur de capacité C ?
- C.3. Donner la relation liant $i_S(t)$ et $u_L(t)$.
- C.4. Ecrire la relation entre $u_C(t)$, $u_L(t)$ et $u_S(t)$. En déduire la relation entre les valeurs moyennes $\langle u_S(t) \rangle$ et $\langle u_C(t) \rangle$ sachant que $\langle u_L(t) \rangle = 0$.
- C.5. Exprimer la valeur moyenne de $u_S(t)$ en fonction de \hat{U}_E , valeur maximale de la tension $u_E(t)$.

La tension $u_E(t)$ est tracée sur la figure 6 du document réponse n°3 page 8.

- C.6. Indiquer sur la figure 6 du document réponse n°3 page 8 l'intervalle de conduction des diodes : indiquer P pour passante et B pour bloquée.
- C.7. Compléter le schéma de montage sur la figure 7 du document réponse n°4 page 9 permettant de visualiser à l'oscilloscope les tensions $u_E(t)$ et $u_S(t)$. Vous disposez pour cela de sondes différentielles si c'est nécessaire.
- C.8. Tracer l'allure des tensions $u_S(t)$ et $u_{D2}(t)$ sur la figure 6 du document réponse n°3 page 8.
- C.9. La tension $u_E(t)$ a une fréquence de 50 Hz, quelle est la fréquence de la tension $u_S(t)$?
- C.10. Tracer l'allure des courants $i_{D1}(t)$, $i_{D3}(t)$ et en déduire, en vous aidant d'une loi des nœuds, l'allure de $i_E(t)$, sur la figure 6 du document réponse n°3 page 8.

C.11. Quelle est la valeur efficace I_E du courant $i_E(t)$?

C.12. Compléter le schéma de montage sur la figure 7 du document réponse n°4 page 9 permettant de mesurer la valeur efficace I_E du courant $i_E(t)$ et la valeur moyenne du courant I_S . Préciser le mode d'utilisation des appareils de mesures (AC, DC ou AC+DC) et leur type (RMS ou non).

Partie D : Etude de la visualisation de l'avancement du clouage

Un système à base d'amplificateurs opérationnels (ADI), permet à l'opérateur de connaître l'avancement du clouage de la palette par l'intermédiaire de diodes électroluminescentes (DEL).

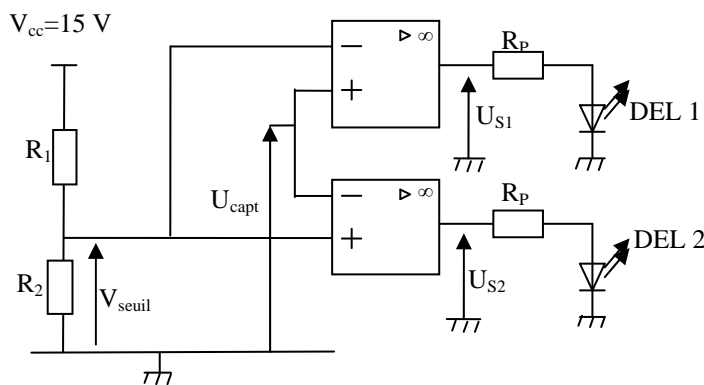
- DEL verte : mode chargement et déchargement, l'opérateur peut placer les éléments de bois sur le chariot ou retirer la palette terminée.
- DEL rouge : mode clouage, la palette est en cours de réalisation.

Tous les ADI sont alimentés entre 0 V et $V_{cc} = 15$ V. Ils sont supposés parfaits.

Un capteur d'avancement du chariot fournit une tension U_{CAPT} fonction de l'avancement :

- $U_{CAPT} < 6$ V si le chariot est en mode chargement ou déchargement.
- 6 V $< U_{CAPT}$ si le chariot est en mode clouage.

Le dispositif est le suivant :



- D.1. Exprimer la tension V_{seuil} en fonction de V_{cc} , R_1 et R_2 .
- D.2. $V_{seuil} = 6$ V et $R_2 = 1$ k Ω , donner l'expression de R_1 puis calculer sa valeur.
- D.3. Les amplificateurs opérationnels fonctionnent-ils en régime linéaire ou en régime non linéaire ? Justifier la réponse.
- D.4. Quelles sont les valeurs possibles de U_{S1} et U_{S2} .
- D.5. Compléter le tableau figure 8 du document réponse n°4 page 9 en indiquant les valeurs de U_{S1} et U_{S2} , et l'état allumé A ou éteint E des DEL. En déduire la couleur de chaque DEL.
- D.6. Quand elles sont passantes les DEL sont parcourues par un courant de 100 mA et ont une tension $V_{LED} = 2$ V à leurs bornes. Déterminer la valeur de la résistance de protection R_P .

Document réponse n°1

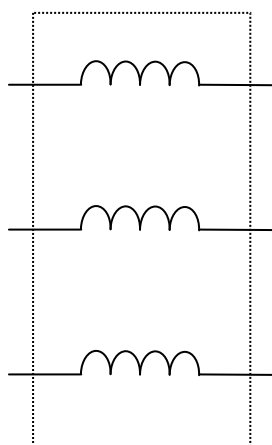
Figure 1 : Couplage du moteur

Phase 1 _____

Phase 2 _____

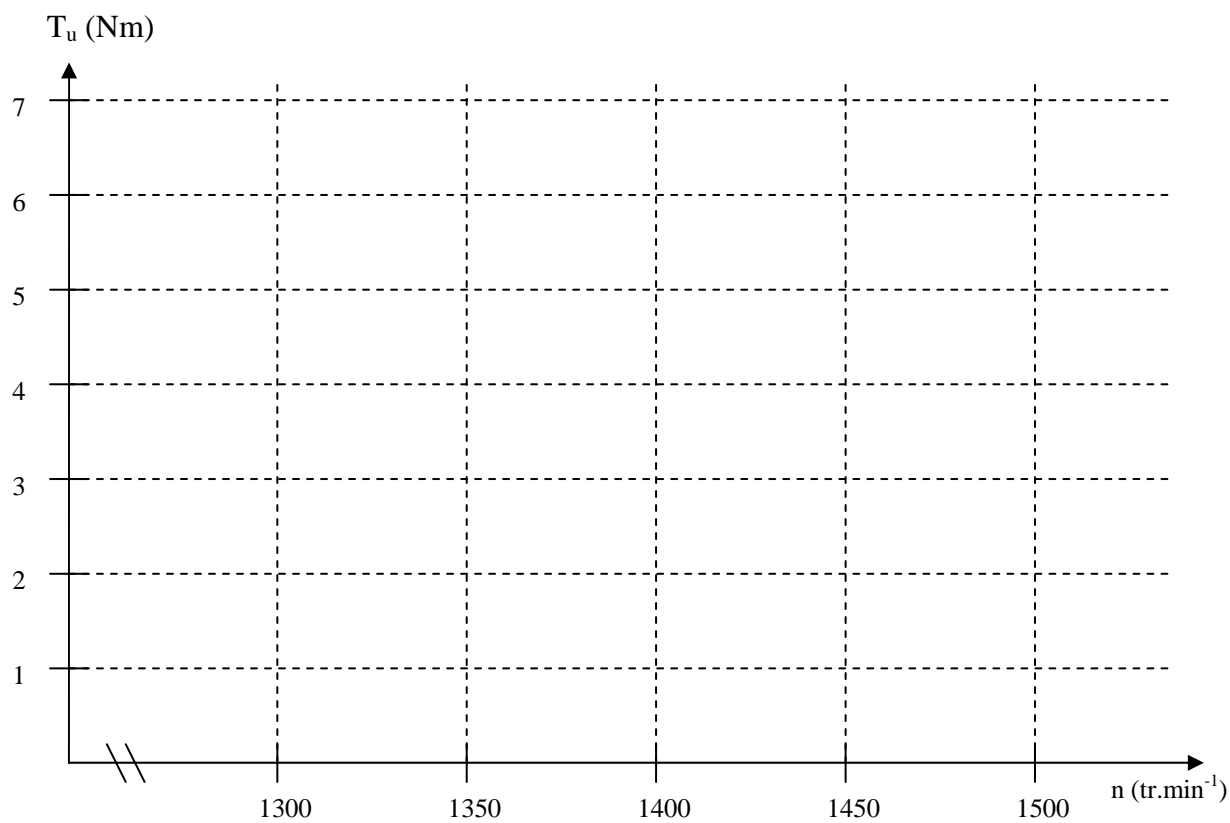
Phase 3 _____

Neutre _____



Enroulements
du moteur

Figure 2 : Caractéristique mécanique du moteur asynchrone



Document réponse n°2

Figure 3 : Transformateur monophasé essai en continu

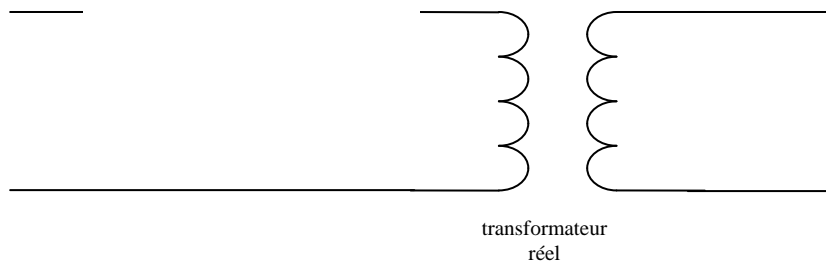


Figure 4 : Transformateur monophasé essai à vide

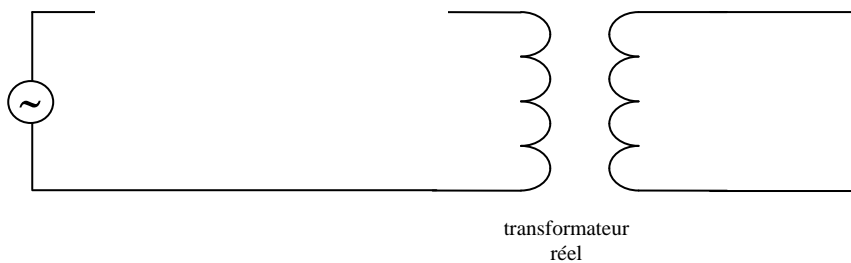


Figure 5 : Diagramme vectoriel en charge

10V ↔ 1cm

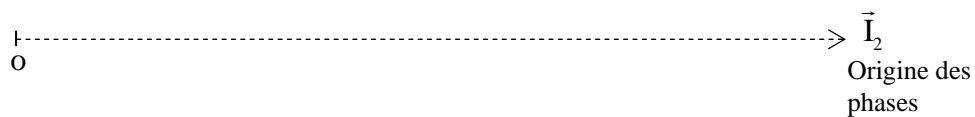
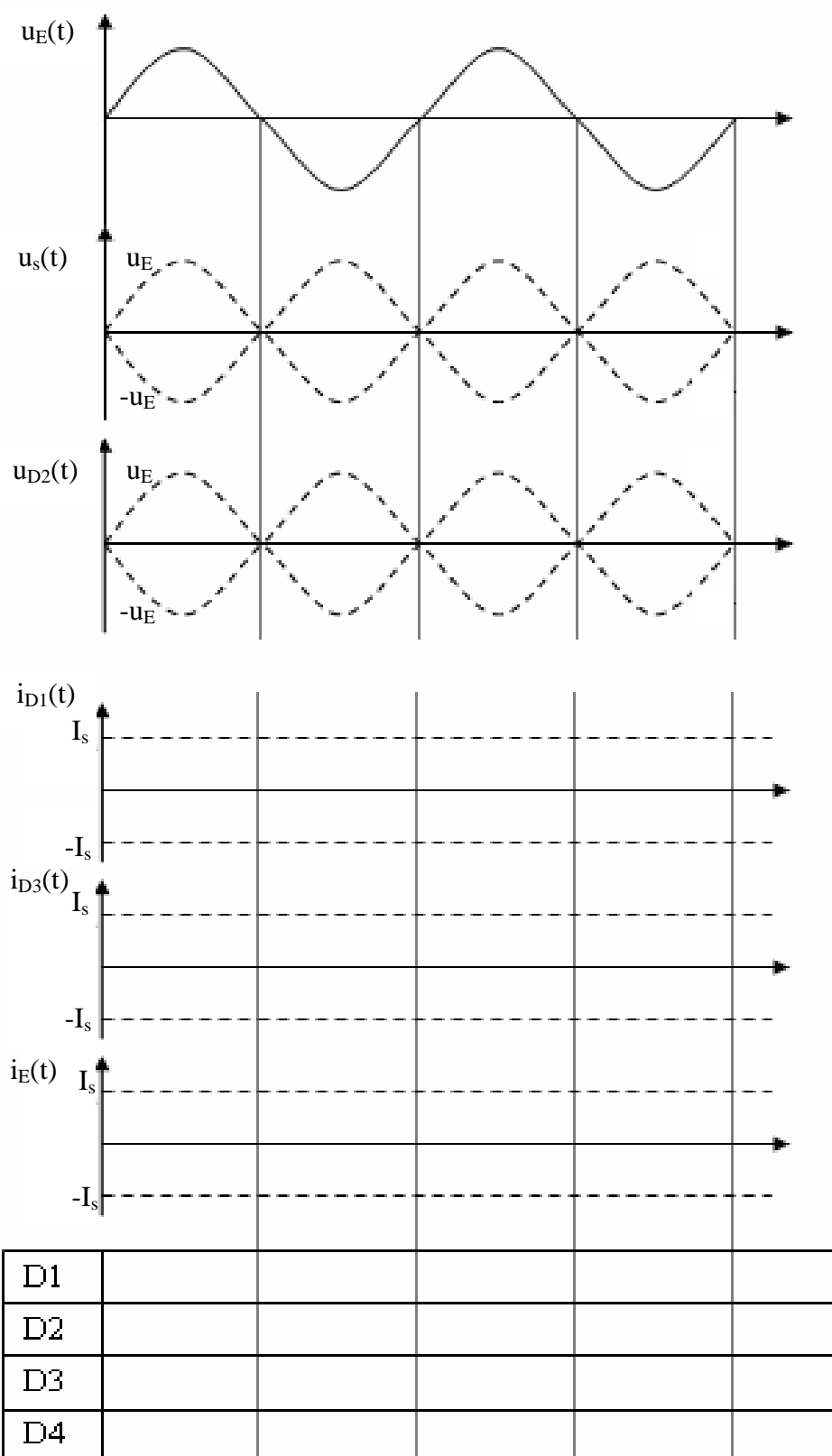


Figure 6 : Redressement en pont de diodes



Document réponse n°4

Figure 7 : Redressement en pont de diodes

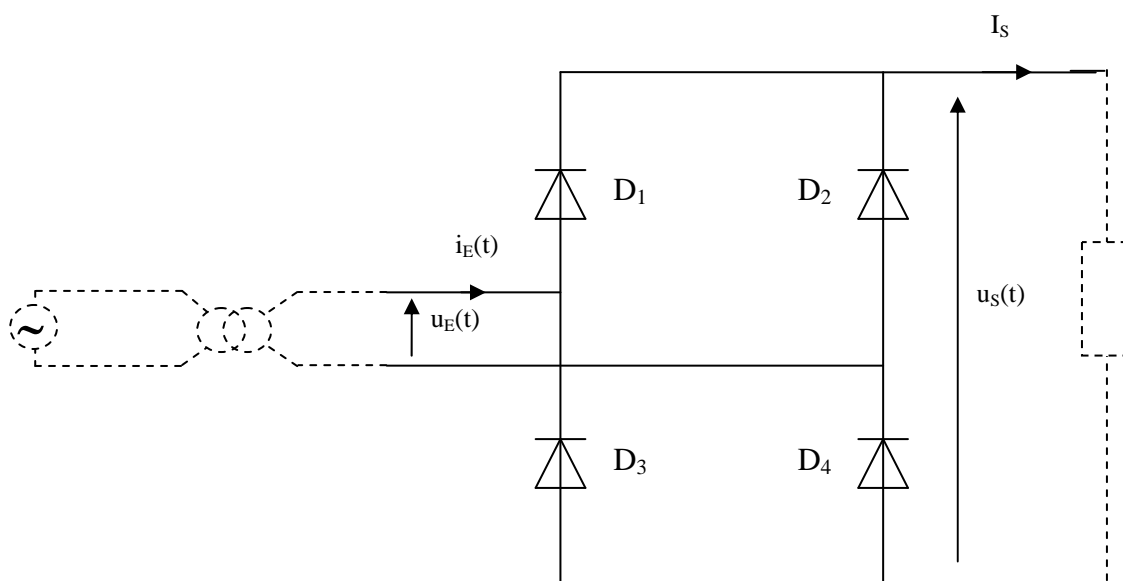


Figure 8 : Visualisation de l'avancement du clouage

U_{capt}	U_{S1}	U_{S2}	DEL1	DEL2
$U_{\text{CAPT}} < 6\text{V}$				
$6\text{V} < U_{\text{CAPT}}$				
Couleur des DEL				