

Concours externe de Technicien de Recherche et de Formation

BAP C : Sciences de l'ingénieur et instrumentation scientifique

Emploi-type : Technicien Electrotechnicien

Session 2011

Epreuve écrite d'admissibilité

Date de l'épreuve : Mardi 10 mai 2011 de 10h00 à 13h00

Durée de l'épreuve : 3 H – coefficient 3

Vérifier que votre sujet comporte bien **10 pages** avant de commencer.

Remarques :

- la calculatrice est autorisée
- l'usage du téléphone portable est interdit
- l'usage d'encre de couleur rouge ou vert est interdit
- aucun document n'est autorisé
- ne pas écrire au crayon de papier
- en fonction des exercices la rédaction peut se faire directement sur le sujet ou sur la copie d'examen

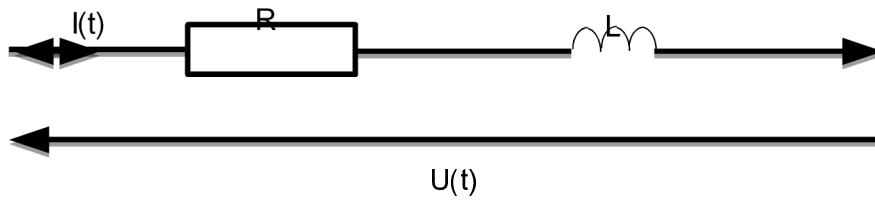
Attention !

Vous inscrirez votre nom **uniquement** dans la partie supérieure de la bande en-tête de la copie (ou des copies) d'examen mise à votre disposition. Toute mention d'identité ou tout signe distinctif porté sur toute ou partie de la copie (ou des copies) conduira à l'annulation de votre épreuve.

10 MAI 2011

I - COURANTS, DIAGRAMME DE FRESNEL, PUISSANCES.

Un récepteur composé d'une résistance de 10Ω en série avec une inductance de $15,4\text{ mH}$, est alimenté par une tension alternative sinusoïdale $u(t) = 230\sqrt{2} \sin 100 \pi t$



Calculer :

- l'impédance complexe de l'inductance \underline{Z}_L , son module Z_L , et son argument φ_L .
- l'impédance complexe du circuit \underline{Z}_T , son module Z_T , et son argument φ_{ZT} .
- la valeur efficace du courant I , son amplitude I_M .
- l'argument de \underline{I} φ_I .
- l'expression de $i(t)$.

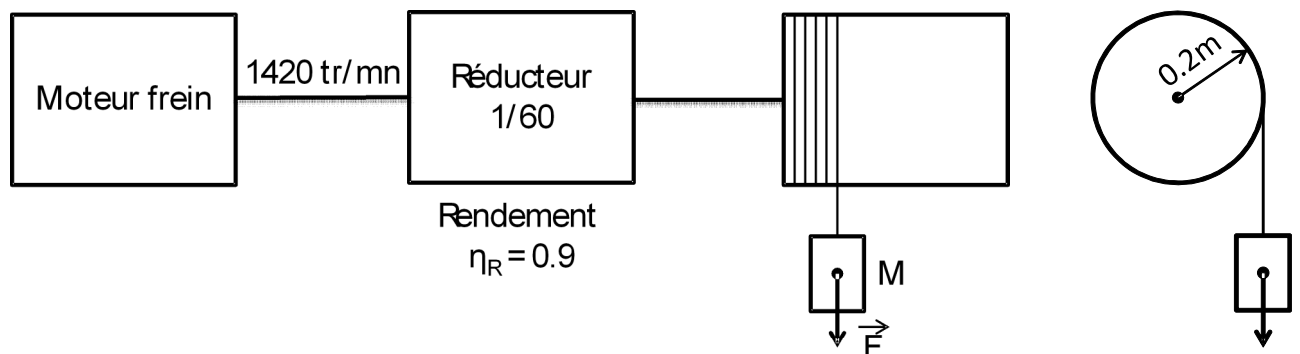
Tracer le diagramme de Fresnel avec \underline{U} comme origine des phases.

Echelle des tensions $1\text{ cm} \Rightarrow 50\text{ V}$

Echelle des courants $1\text{ cm} \Rightarrow 5\text{ A}$

Calculer les puissances active P , réactive Q et apparente S consommées par le circuit.

II - MOTEUR ASYNCHRONETRI PHASE.



$M = 500\text{ kg}$; $g = 9,81\text{ m s}^{-2}$

Le système de levage d'un pont roulant est constitué :

- d'un moteur asynchrone triphasé avec frein à manque de courant (la consommation du frein est négligée).
- d'un réducteur de rapport 1/60, de rendement 0,9.
- d'un tambour de diamètre 0,4m, enroulant le câble supportant une charge de 500kg

(la masse du câble est négligée).

Caractéristiques lues sur la plaque signalétique moteur :

Stator : 231V/400V ; $f_s = 50\text{Hz}$; $n_n = 1420 \text{ t / mn}$; $\cos \varphi_{Sn} = 0,842$; $I_{Yn} = 5,4\text{A}$; $I_{\Delta n} = 9,35\text{A}$.

Le moteur est alimenté par un réseau triphasé 400V entre phases, $f = 50\text{Hz}$, il fonctionne à son point de fonctionnement nominal en remontant la charge à vitesse constante.

2₁- Calculer :

- le moment du couple résistant opposé par la charge T_C .
- la vitesse de rotation du tambour en t/mn n_T .
- la vitesse angulaire du tambour Ω_T .
- la vitesse de remontée de la charge en m/s v_C .
- la puissance développée par le tambour pour remonter la charge à vitesse constante P_M .
- la puissance utile sur l'arbre du moteur P_U .
- le moment du couple utile T_U sur l'arbre moteur.

2₂- Quel est le couplage du stator du moteur ? (Justifier votre réponse).

Calculer les puissances active P_s , réactive Q_s et apparente S_s consommées par le moteur.

Quel est son rendement η_M .

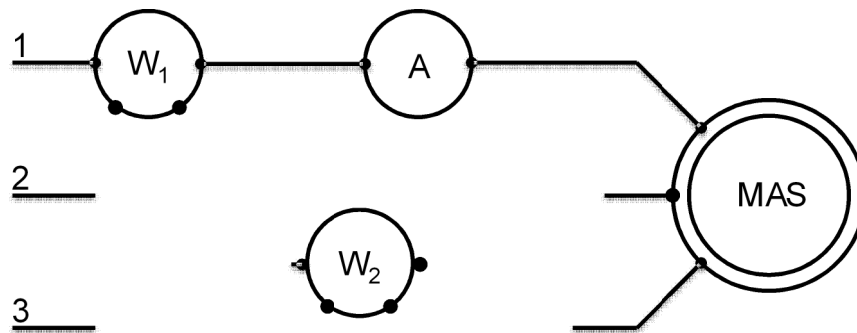
Quel est le rendement du système de levage η_s .

2₃- Quel est le nombre de pôles du moteur 2p.

Quel est sa vitesse de synchronisme n_s et son glissement g_n .

2₄- Lors d'une révision on a réalisé un essai à vide du moteur. Le moteur étant alimenté avec le réseau 400V, 50Hz, la puissance active consommée par le moteur P_{SV} est mesurée par la méthode des 2 wattmètres. On a relevé $P_1 = 1206\text{W}$ et $P_2 = - 576\text{W}$, $I_V = 4,55\text{A}$, $n_V = 1494 \text{ t/mn}$.

Compléter le schéma du montage.



Calculer :

- le glissement du moteur g_v .
- la puissance absorbée par le moteur P_{sv} .
- Le facteur de puissance $\cos \varphi_v$.
- Que représente P_{sv} ?

III – TRANSFORMATEUR MONOPHASE

Un transformateur monophasé a les caractéristiques nominales suivantes :

Puissance apparente nominale $S_{2n} = 5 \text{ kVA}$; $400\text{V} / 230\text{V}$; $f = 50 \text{ Hz}$.

3₁- Calculer le courant nominal secondaire I_{2n} .

3₂- On a réalisé :

- un essai à vide du transformateur sous tension nominale $U_{1v} = 400\text{V}$ et on a mesuré

$$U_{2v} = 240\text{V} ; I_{1v} = 0,6\text{A} ; P_{1v} = 105\text{W}.$$

- un essai en court-circuit du transformateur sous tension réduite U_{1cc} pour $I_{2cc} = 22\text{A}$

$$\text{On a relevé } U_{1cc} = 20\text{V} ; P_{1cc} = 152\text{W}.$$

Faire le schéma de principe de chaque essai (avec les appareils de mesure, dessin à « main levée »)

En déduire :

- le rapport de transformation m .
- les pertes fer pour la tension nominale P_{Fn} .
- les pertes Joule pour le courant nominal P_{Jn} .

(on indiquera les approximations faites lors de ces déductions).

3₃- Le transformateur alimente sous tension nominale ($U_{2n} = 231\text{V}$) une charge Z_{CH} de

module $Z_{CH} = 10,5\Omega$ et d'argument $\varphi_{ZCH} = + 36,87^\circ$.

Calculer :

- les puissances active P_2 et apparente S_2 fournies à cette charge.
- la puissance active P_1 consommée par le primaire du transformateur (on admettra $U_1 = U_{1n}$).
- son rendement η .

IV – APPAREILS DE SEPARATION.

Pour les appareils de séparation suivants on précisera :

- sur le contact fixe du schéma, le symbole les définissant (dessin à « main levée », directement sur le sujet et rendu avec la copie).
- leur pouvoir de fermeture.
- leur pouvoir de coupure.

(par rapport à 0, courant nominal I_n , courant de court-circuit I_{cc})

Sectionneur :



- pouvoir de fermeture :
- pouvoir de coupure :

Interrupteur :



- pouvoir de fermeture :
- pouvoir de coupure :

Contacteur :



- pouvoir de fermeture :
- pouvoir de coupure :

Fusible :



Disjoncteur :

- pouvoir de coupure :
- pouvoir de fermeture :



- pouvoir de coupure :

On ajoute à ce disjoncteur un relais différentiel dont le $\Delta I = 300 \text{ mA}$.

Préciser le rôle de ce relais différentiel :

Qu'est-ce qui entraîne l'ouverture automatique du disjoncteur ?

Est-il adapté à la protection contre l'électrification :

- par contact direct ?
- par contact indirect ?

(justifier ces deux réponses)

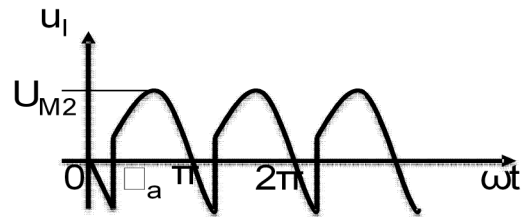
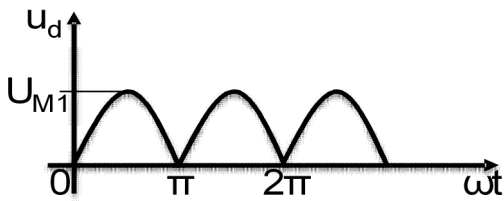
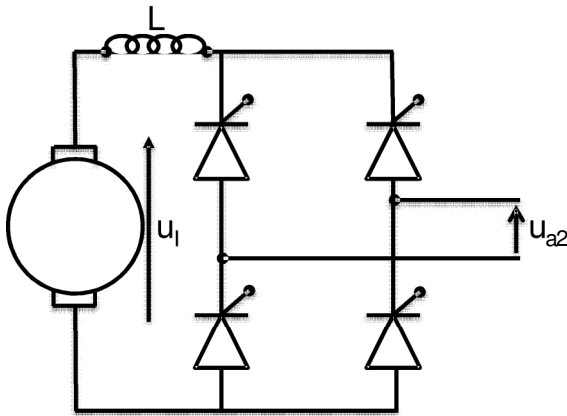
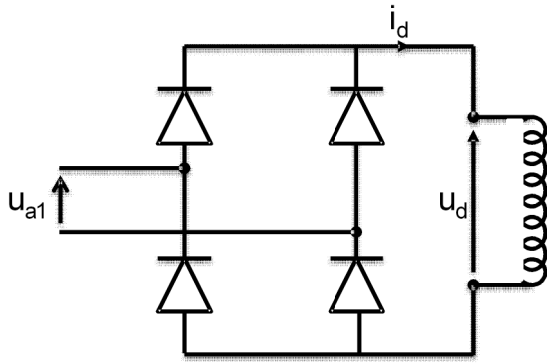
On place au secondaire d'un transformateur un disjoncteur ; on connaît U_{1n} , U_{2n} , I_{2n} , S_{2n} .

Indiquer comment déterminer le pouvoir de coupure du disjoncteur à partir de la connaissance soit de U_{1CC} en % fourni par le fabricant du transformateur

soit de Z_s (module de l'impédance de Kapp du transformateur).

V – ELECTRONIQUE DE PUISSANCE ET MOTEUR A COURANT CONTINU.

Moteur à courant continu à excitation séparée.



La régulation de vitesse d'un moteur à courant continu à excitation séparée est réalisée par :

- une alimentation fixe de l'inducteur obtenue à partir d'un pont de diodes.
- Une alimentation variable de l'induit obtenue à partir d'un pont à thyristors dont l'angle d'amorçage α est fixé par le régulateur.

On rappelle : $U_{d\text{moy}} = R_d \cdot I_d$; $U_{l\text{moy}} = R_l \cdot I_{l\text{moy}} + E$ (inductance L idéale) ; $E = K \cdot \Phi \cdot \Omega$

$$P_{em} = E \cdot I_{l\text{moy}} = T_{em} \cdot \Omega ; T_{em} = P_{em} / \Omega = K \cdot \Phi \cdot I_{l\text{moy}}$$

$$P_{em} = P_u + p_{mF} ; T_u = P_u / \Omega ; U_{l\text{moy}} = (2 \cdot U_{M2} \cdot \cos \alpha) / \pi$$

U_d, i_d tension et courant inducteur ; R_d résistance inducteur.

u_l, i_l tension et courant induit ; R_l résistance induit.

P_{em} puissance électromagnétique ; P_u puissance utile ; p_{mF} pertes mécaniques et fer.

T_{em} , T_u moment des couples électromagnétique et utile ; Ω vitesse angulaire du moteur ; Φ flux sortant d'un pôle.

Plaque signalétique du moteur :

$U_{imoy n} = 220V$; $I_{imoy n} = 20A$; $I_{d n} = 1A$; $n_n = 1500t/mn$; $R_s = 1\Omega$; $R_d = 100\Omega$; $P_{U n} = 3600W$

5₁- Le moteur entraîne une charge et dans ces conditions est à son point de fonctionnement nominal.

- Calculer U_{dm} , l'amplitude U_{M1} et la valeur efficace U_{a1} du réseau alternatif alimentant le pont de diodes du circuit inducteur.
- La valeur efficace U_{a2} du réseau alternatif alimentant le pont à thyristors du réseau induit est de 300V, calculer l'angle d'amorçage des thyristors α_{an} , fixé par le régulateur.
- Pour ce point de fonctionnement, déterminer :
 - o la puissance électromagnétique $P_{em n}$,
 - o le moment du couple électromagnétique $T_{em n}$,
 - o les pertes mécaniques et fer p_{mF} ,
 - o le rendement du moteur η_n

5₂- Expliquer comment va évoluer l'angle d'amorçage α_a lors du démarrage du moteur .

Expliquer pourquoi le régulateur ne fixe pas directement α_{an} calculé en 6₁.

VI – SECURITE ELECTRIQUE

Pour les questions demandant une réponse par oui ou par non vous entourez la bonne réponse ou vous barrez la mauvaise réponse.

QUESTIONS B1V	RÉPONSES – OBSERVATIONS	
Y a t-il une différence apparente entre un jeu de barres hors tension et un jeu de barres sous tension ?	OUI	NON
En courant alternatif, quelles sont les limites des domaines de tension: - du domaine BT - du domaine HT - du domaine TBT		

QUESTIONS B1V	RÉPONSES – OBSERVATIONS	
<p>Un dispositif différentiel à courant résiduel (DDR) à haute sensibilité de 30 mA protège :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les outils électriques ? - les personnes utilisant ces outils ? - les installations électriques ? 	<p>OUI NON</p> <p>OUI NON</p> <p>OUI NON</p>	
<p>Vous vous approchez d'une installation en 400 V alternatif dans un local réservé aux électriciens, à partir de quelle distance des pièces nues accessibles et sous tension, devez-vous prendre des précautions particulières ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 m ? - 0,5 m ? - 0,3 m ? 	<p>OUI NON</p> <p>OUI NON</p> <p>OUI NON</p>	
<p>Quel est le document principal qui vous précise les instructions de sécurité ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - la norme NFC 15-100 - les prescriptions UTE C 18-510 - le règlement interne de l'entreprise 	<p>OUI NON</p> <p>OUI NON</p> <p>OUI NON</p>	
<p>L'habilitation doit-elle être précédée d'une formation ?</p>	<p>OUI NON</p>	
<p>Vous êtes salarié de l'entreprise, qui doit vous délivrer une habilitation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le formateur en sécurité ? - l'employeur professionnel utilisateur ? - le client ? 	<p>OUI NON</p> <p>OUI NON</p> <p>OUI NON</p>	
<p>Quelle est la lettre caractérisant le domaine de tension des ouvrages sur lesquels vous pouvez travailler ou intervenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> - ouvrages du domaine TBT ? - ouvrages du domaine BT ? - ouvrages du domaine HTA ? 		
<p>Quel est l'indice NUMERIQUE définissant le niveau de l'habilitation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'un non électricien - d'un électricien exécutant - d'un chargé d'intervention - d'un chargé de travaux - d'un chargé de consignation - d'un chargé d'exploitation <p><i>(si vous ne donnez pas de réponse sur une ou plusieurs lignes dites pourquoi dans la colonne de droite)</i></p>		
<p>Que faut-il en plus de l'habilitation pour participer à un travail ?</p>		

QUESTIONS B1V	RÉPONSES – OBSERVATIONS	
Quelle est l'habilitation de la personne chargée : - des travaux ? - des interventions ?		
Habilité B1V pouvez-vous : - effectuer des manœuvres de consignation en BT commandées par un chargé de consignation ? - recevoir une "attestation de consignation" et la signer ?	OUI NON	
	OUI NON	
Habilité pouvez-vous être désigné surveillant de sécurité électrique en BT ?	OUI NON	
Qui est responsable du port des protections individuelles ?		
Le fonctionnement du Vérificateur d'Absence de Tension doit-il être vérifié : - avant la VAT ? - après la VAT ?	OUI NON	
	OUI NON	
Une mise à la terre commence par la connexion du dispositif : - sur la partie électrique la plus proche ? - sur le circuit de terre ? - indifféremment ?	OUI NON	
	OUI NON	
Vous n'avez reçu aucun ordre spécifique, vous rencontrez un balisage, vous devez- le considérer comme : - une limite à ne franchir que sur ordre du chargé des travaux ? - une limite à ne pas franchir seul ?	OUI NON	
	OUI NON	
Quelles sont les conditions pour qu'une personne habilité B1 puisse mesurer une intensité à la pince ampèremétrique sur un conducteur BT ? Vous travaillez dans une zone de travail balisée. Un de vos outils tombe à l'extérieur de cette zone entre balisage et parties électriques en service. Que faites-vous ? - vous franchissez le balisage ? - vous coupez le courant et ensuite franchissez le balisage ? - vous en parlez à votre chargé de travaux ?		
En cas d'orage, dans quel(s) cas faut-il arrêter les travaux sur une installation alimentée par un réseau ? - aérien et raccordé en souterrain ? - souterrain et raccordé en aérien ? - souterrain et raccordé en souterrain ?	OUI NON	
Suite à la fusion d'un fusible aM 10A, que faites-vous : - le remplacer par un fusible aM de même calibre de votre propre initiative ? - rechercher la cause sur ordre du chargé d'interventions ? - le remplacer par un fusible gl de 30A ?	OUI NON	
	OUI NON	
	OUI NON	
	OUI NON	

QUESTIONS BOV	RÉPONSES – OBSERVATIONS	
<p>Comment reconnaissez-vous un ouvrage électrique SOUTERRAIN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - à la grosseur de la canalisation électrique isolée? - à la couleur du grillage placé au-dessus de la canalisation électrique isolée? - grâce aux indications données par l'exploitant ? 	OUI NON	
	OUI NON	
	OUI NON	
<p>Avant d'ouvrir une tranchée faut-il se renseigner sur les ouvrages placés dans le sol ?</p>	OUI NON	
<p>L'habilitation doit être renouvelée ou révisée dans les cas suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - maintien avec changement d'employeur ? - changement de fonction ? - restriction médicale ? 	OUI NON	
	OUI NON	
	OUI NON	
<p>Habilitété B0 , pouvez-vous ouvrir une armoire électrique sans autorisation ?</p>	OUI NON	
<p>Pour entrer dans un local d'accès réservé aux électriciens, une habilitation suffit-elle ?</p>	OUI NON	
<p>En creusant une tranchée vous découvrez une canalisation électrique isolée non signalé, que faites- vous :</p> <ul style="list-style-type: none"> - vous dégagez bien la canalisation électrique isolée afin de permettre son repérage ? - vous arrêtez les travaux et vous informez le chargé des travaux ? - vous poursuivez les travaux ? 	OUI NON	
	OUI NON	
	OUI NON	