

DIRECTION DES EXAMENS ET DES CONCOURS (DEXCO)

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR / SESSION 2022

FILIERE INDUSTRIELLE : ELECTROTECHNIQUE

EPREUVE : **PHYSIQUE APPLIQUEE**

Durée de l'épreuve : 3 Heures

Coefficient de l'épreuve : 4

ATTENTION

CETTE EPREUVE EST COMPOSEE DE DEUX MATIERES INDEPENDANTES. C'EST UNE EPREUVE UNIQUE DONT LE STEKER EST A COLLER SUR LA COPIE PRINCIPALE ET NON SUR LES INTERCALAIRES DE CHAQUE MATIERE.

EXERCICE 1 : ELECTROTECHNIQUE (80 POINTS)

Etude d'un alternateur triphasé dans le modèle de Behn – Eschenburg

Un alternateur triphasé quadripolaire comporte au stator 48 encoches réparties sur les trois phases. Chacune des encoches contient 125 conducteurs actifs. Toutes les encoches sont utilisées. Les trois enroulements du stator, de résistances négligeables, sont couplés en étoile. La résistance de l'inducteur est $R = 15\Omega$. Le coefficient de Kapp $K = 2,25$.

L'ensemble des pertes dites constantes atteint 300W

La puissance nominale de l'alternateur est $S_n = 63\text{kVA}$, sa tension nominale est $U_n = 400\text{V}$ et sa vitesse nominale est 1500 tr/min.

On a réalisé trois (3) essais sur l'alternateur : deux (2) essais à vide et un (1) essai en charge.

- **Essai à vide** : On réalise deux essais à vide à flux utile par pôle ϕ constant à force électromotrice E_v et vitesse n variables.

1^{er} essai à vide : tableau des mesures

J_e (courant d'excitation) = 1 A et ϕ (flux utile par pôle) = 1,778mWb			
E_v (f.é.m. par phase) en Volt			
n (vitesse de rotation)	1500 tr/min	1125 tr/min	1000 tr/min

2^{ème} essai à vide : tableau des mesures

J_e (courant d'excitation) = 0 A et ϕ (flux utile par pôle) = 0 Wb			
E_v (f.é.m. par phase) en Volt			
n (vitesse de rotation)	1500 tr/min	1125 tr/min	1000 tr/min

- **Essai en charge** : L'alternateur entraîné à sa vitesse nominale, débite dans une charge purement inductive un courant $I = 25\text{A}$, sous une tension efficace de 400V entre phases. L'excitation est réglée à $J_e = 3,56\text{A}$.

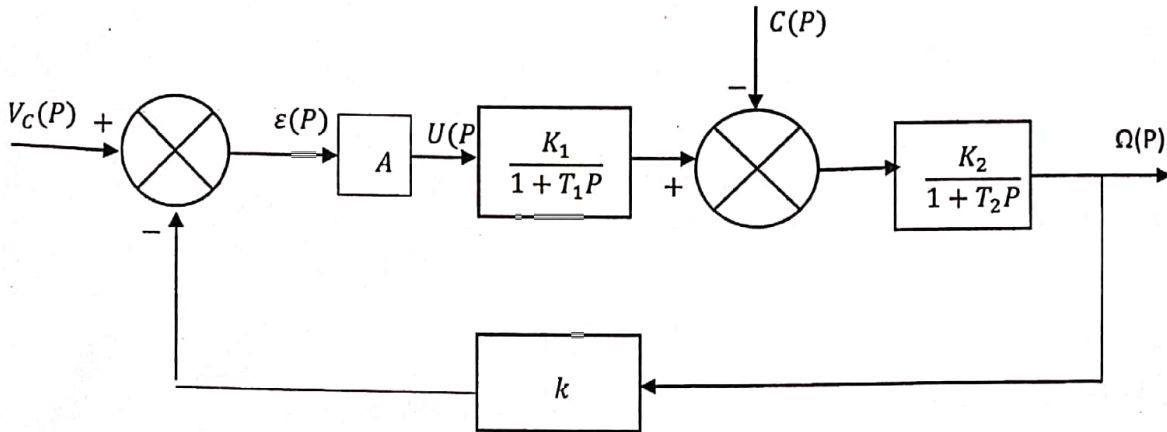
NB :

- A vitesse constante, la caractéristique à vide $E_v = f(J_e)$ est une droite passant par l'origine.
 - La caractéristique en court-circuit $I_{cc} = f(J_e)$ est une droite passant par l'origine et est indépendante de la vitesse.
1. Déterminer le courant statorique nominal de l'alternateur.
 2. Déterminer la fréquence nominale des tensions statoriques.
 3. Déterminer le nombre m d'encoches par phase ^{et par pôle} de l'alternateur : $m = \frac{N}{2 \times q \times P}$
N : nombre d'encoches ; P : nombre de paires de pôles et q : nombre de phases de l'alternateur
 4. Déterminer le nombre de conducteurs actifs par phase
 5. Calculer les valeurs des f.e.m. à vide pour les deux essais à vide et pour chaque vitesse.
 6. Lorsque l'alternateur fonctionne à vide à vitesse nominale, calculez la f.é.m entre phases de l'alternateur pour un courant d'excitation $J_e = 3,56A$.
 7. Calculer la réactance synchrone X de l'alternateur à la vitesse nominale.
 8. Lors d'un essai en court-circuit, le courant d'excitation est réglé à 1,5 A. Calculer le courant débité par l'alternateur.
 9. L'alternateur, entraîné à sa vitesse nominale, débite sous 400V entre phases dans trois charges :
 - Charge 1 : trois moteurs asynchrones triphasés de caractéristiques individuelles $P_u=7,5kW$, $\eta=0,9$ et $\cos \varphi=0,8$
 - Charge 2 : Une charge triphasée absorbant un courant de 30A sous un facteur de puissance de 0,5
 - Charge 3 : Trois condensateurs couplés en triangle de capacité unitaire $125\mu F$.
 - 9.1. Calculer le courant absorbé par l'ensemble des trois charges
 - 9.2. Calculer le facteur de puissance de l'ensemble des trois charges
 - 9.3. Calculer la f.é.m entre phases de l'alternateur
 - 9.4. Calculer la valeur du courant d'excitation
 - 9.5. Calculer le rendement de l'alternateur

EXERCICE 2 : AUTOMATIQUE (40 POINTS)

Soit le schéma fonctionnel d'une antenne radar, entraînée par la tension de commande

$u(t) = 10 V$. $U(P)$ sa transformée de Laplace. $\omega(t)$, la vitesse angulaire du radar et $\Omega(P)$ sa transformée de Laplace. Une rafale de vent, sur le radar, assimilée à un échelon de couple C de $1 Nm$, constitue une entrée de perturbation.



$K_1 = 12,5 \text{ rad/sV}$; $K_1 K_2 = 5$; $T_2 = 2s$; $T_1 = 1s$; $k = 0,1 \text{ Vs/rad}$
 $\Omega(P)$ la sortie ou grandeur contrôlée.

1/ Déterminer les fonctions de transfert :

$\frac{\Omega(P)}{V_c(P)}$ pour $C(P) = 0$; $\frac{\Omega(P)}{C(P)}$ pour $V_c = 0$; et $\Omega(P) \equiv f(V_c(P); C(P))$.

2/ Soit le coefficient d'amortissement $m = \sqrt{2}/2$, déterminer A

3/ On donne $(P) = 1/P$, déduire $\Omega(P)$; puis $\omega(t) = L^{-1}[\Omega(P)]$ pour $t > 0$

On veut diminuer l'effet de la perturbation $C(t)$; Déterminer $\omega(+\infty)$ en fonction de A .

3-1/ Etudier la stabilité du système, et déterminer les valeurs de A

Remarque

$$\frac{\omega_0^2}{P(P^2 + 2m\omega_0 P + \omega_0^2)} = F(P) \text{ et}$$

$$f(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{1-m^2}} e^{-m\omega_0 t} \sin(\omega_0 \sqrt{1-m^2} t + \arccos m) ; t > 0$$

$$\frac{\omega_0^2}{P^2 + 2m\omega_0 P + \omega_0^2} = G(P) \text{ avec } m < 1 \text{ et}$$

$$g(t) = \frac{\omega_0 \sqrt{1-m^2}}{1-m^2} e^{-m\omega_0 t} \sin(\omega_0 \sqrt{1-m^2} t) ; t > 0$$

4/ Déterminer l'erreur $\varepsilon(P)$

Pour $C(P) \equiv 0$;

pour $V_c = 0$; et $\varepsilon(P) = f(V_c(P); C(P))$.
