Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

ÉLECTROTECHNIQUE

SESSION 2011

ÉPREUVE E4.1

Étude d'un système technique industriel
Pré-étude et modélisation

Durée : 4 Heures Coefficient : 3

CORRIGÉ ET BARÈME

Calculatrice à fonctionnement autonome autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16/11/99. L'usage de tout autre matériel ou document est interdit.

Ce corrigé comporte 5 pages.

Il sera tenu compte de la qualité de rédaction, en particulier pour les réponses aux questions ne nécessitant pas de calcul. Le correcteur attend des phrases complètes respectant la syntaxe de la langue française.

Utiliser les notations indiquées dans le texte, justifier toutes les réponses, présenter clairement les calculs et les résultats.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

PARTIE A : Détermination de la puissance mécanique disponible (14 points)

A.1. Détermination de la Puissance hydraulique (6 points)

A.1.1. Les points A et B sont au contact de l'atmosphère, donc $P_A = P_B = P_0 = 10^5$ Pa.

A.1.2. Les termes dépendants de la pression et de la vitesse s'éliminent.
On obtient : $P_T = \rho.g.(z_A - z_B).Q$

A.1.3. P_{T1} = 4,54 MW et P_{T2} = 6,35 MW

A.2. Détermination de la puissance mécanique fournie à chaque alternateur (6 points)

A.2.1. Pour Q_1 : $P_{M1} = P_{T1}.\ \eta_T.\ \eta_M/2 = 2{,}11$ *MW*
Pour Q_2 : $P_{M2} = P_{H2}.\ \eta_T.\ \eta_M/2 = 2{,}96$ *MW*

A.2.2. $n = n_T.r = 750$ tr.min^{-1}

A.3. Loi sur l'eau (2 points)

Dans le cas le plus défavorable, si la PCH ne fait pas partie de la liste du conseil d'état, le débit minimal doit être supérieur au dixième du débit moyen annuel (400 m^3s^{-1}), soit 40 m^3s^{-1}
Les débits prévus (50 m^3s^{-1} et 70 m^3s^{-1}) sont bien supérieurs à cette limite, donc ils respectent la loi.

Partie B : Détermination de la puissance électrique disponible (24 points)

B.1. Caractéristiques générales de l'alternateur (6 points)

B.1.1. n = 750 tr/mn au synchronisme, donc p = 4.

B.1.2. $I_n = \frac{S_N}{\sqrt{3}\cdot U}$ = 293 A

B.1.3. $f_n = P_n/S_n$ = 0,90

B.1.4. Q_n = 1,39 MVAR

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

B.2. Rendement et pertes (8 points)

B.2.1. En fonctionnement nominal, S = 3200 KVA et cosφ=0,9, donc le rendement vaut η=97%. La puissance utile de l'alternateur est P_n = 2,88 MW.
Les pertes valent $P_n.(1- \eta)/\eta$ = 89,1kW

B.2.2. $P_{JS} = 3.R.I^2 = 3.0,08.293^2$ = 20,6 kW

B.2.3. $P_{Jr} = R_e.I_e^2 = 0,12.405^2$ = 19,7 kW

B.2.4. $P_J = P_{JS} + P_{Jr}$ = 40,3 kW.
Ces pertes représentent 40,3/89,1 = 45% des pertes totales.
L'origine des autres pertes : courant de Foucault et hystérésis dans le stator, frottements mécaniques.

B.2.5. Pour Q_1, la puissance mécanique est P_1 =2,11 MW.
Sur la figure 4, on lit un rendement de 97,2%.
D'où la puissance électrique produite par un alternateur : 2,11.0,972 = 2,05 MW.
La centrale produit alors 4,10 MW.

Pour Q_2, la puissance mécanique est P_2 = 2,96 MW.
Sur la figure 4, on lit un rendement de 97,4%.
D'où la puissance électrique produite par un alternateur : 2,96.0,974 = 2,88 MW.
La centrale produit alors 5,77 MW

B.3. Réglage du point de fonctionnement électrique (10 points)

B.3.1. R est la résistance d'une phase du stator. R = 80 mΩ.

B.3.2. On entraîne le rotor à la vitesse de 750tr.mn^{-1}.
On fait varier le courant inducteur de 0 à 900A.
On mesure à l'aide d'un voltmètre la valeur efficace de la tension entre phase ou par phase (réglage AC).

B.3.3. Essai en CC : Ie = 300A pour Icc = 400 A
Essai à vide : E = 4875V pou Ie = 300 A
X = 4875/400 = 12,2 Ohm

B.3.4. On peut négliger la résistance (80mΩ) devant la réactance (12 Ω).
Ce qui justifie le modèle de la figure 6.

B.3.5.

B.3.5.1. Point A : Vx = 2254 V
Point B Vx = 2508 V

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

B.3.5.2. E_A = 4280V et E_B = 5250V

B.3.5.3. Ie_A = 261A et Ie_B = 322 A

Partie C : Réglage du courant d'excitation (22 points)

C.1. Ondulation du courant d'excitation (10 points)

C.1.1. T = 4 ms et f = 250 Hz.

C.1.2. On lit sur le chronogramme V_M = 50 V.
On calcule la valeur moyenne : 46,8 V

C.1.3. ω_1 est la pulsation du fondamental qui est à la fréquence 250Hz.
$\omega_1 = 2\pi.250 = 1571$ rad.s^{-1}

V_0 est la valeur moyenne de la tension : V_0 = 46,8 V
V_{1M} est l'amplitude du fondamental, lue sur le spectre : V_{1M} = 4V

C.1.4. $I_{e0} = Vo/Re$=390 A.

C.1.5. On lit sur l'annexe 1 : Eo=6,36 kV

C.1.6. L'amplitude I_{1M} du fondamental du courant i_e est :

$$I_{1M} = \frac{V_{1M}}{\sqrt{R_e^{\,2} + (L_e\omega_1)^2}} = 7{,}7 \text{ mA}$$

Cette intensité est très faible devant la valeur moyenne I_{e0}.
On peut considérer que la fem E_0 ne dépend que de la valeur moyenne I_{e0}.

C.2. Asservissement du courant d'excitation (12 points)

C.2.1. $K_e = 1/R_e$ et $T_e = L_e/R_e$

K_e s'exprime en Siemens.
T_e s'exprime en seconde.

C.2.2. L'erreur statique est nulle grâce à la correction intégrale.
$U_m = U_c$ et $I_e = U_m/B = U_c/B$ = 392 A

C.2.3. $H(p) = \dfrac{AK_pK_e(1+T_ip)}{T_ip(1+T_ep)}$

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

C.2.4. $H(p) = \dfrac{AK_pK_e(1+T_ep)}{T_ep(1+T_ep)} = \dfrac{AK_pK_e}{T_ep}$

On a bien $H(p) = \dfrac{K}{p}$ avec $K = \dfrac{AK_pK_e}{T_e}$

C.2.5. $T_{BF}(p) = \dfrac{H(p)}{1+B.H(p)} = \dfrac{1}{B}\left(\dfrac{1}{1+1/BH(p)}\right) = \dfrac{1}{B}\left(\dfrac{1}{1+p/KB}\right)$

La fonction de transfert en boucle fermée est bien du type $T_{BF}(p) = \dfrac{1}{B}\dfrac{1}{(1+T.p)}$

Avec $T = \dfrac{1}{K.B} = \dfrac{T_e}{K_p.A.B.K_e}$

C.2.6. La fonction de transfert en boucle fermée est un premier ordre de constante de temps T. Le temps de réponse à 95% est obtenu au bout de 3T.

$\dfrac{3T_e}{K_p.A.B.K_e} = 20.10^{-3}$ s, soit $K_p = \dfrac{3T_e}{0{,}02 * A.B.K_e} = 225$

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.