



Semestre : 5

Feuil d'examen final (B)

Enseignant : BEGGAT Fetch

Module : Production d'énergie électrique

Année : 2021/2022

Niveau: 3EM

Durée : 1 h

Nom et prénom :

التصحيح المنود حبي

Groupe:.....

Exercice 1: (13.5 points)

Répondre par « Vrai » ou « Faux » sur les trois propositions pour chacune des questions suivantes :

1. Une association de N_s cellules en série permet d'augmenter:

- a) La tension du générateur photovoltaïque.
- b) Le courant de sortie de générateur.
- c) Le rendement du générateur photovoltaïque.

Vrai
Faux
Faux

2. Pour un meilleur rendement du panneau photovoltaïque, il faut:

- a) de la luminosité.
- b) de la chaleur.
- c) du froid.

Vrai
Faux
Faux

3. La protection des batteries solaire peut être assuré par :

- a) Régulateur de charge.
- b) Régulateur de tension.
- c) Régulateur de courant.

Vrai
Vrai
Vrai

4. Un panneau photovoltaïque :

- a) Stocke l'énergie.
- b) Conversion d'énergie.
- c) Utilise l'énergie.

Faux
Vrai
Faux

5. L'onduleur est-il un convertisseur:

- a) Electrique- Magnétique.
- b) Electrique - Electrique.
- c) Electrostatique – Electrique.

Faux
Vrai
Faux

6. Les matériaux utilisés dans la fabrication de panneaux solaires sont :

- a) Du cristal.
- b) Du diamant.
- c) Du verre.

Faux
Faux
Faux

7. Un panneau photovoltaïque est un système de transformation:

- a) Du rayonnement solaire en courant continu.
- b) Du rayonnement solaire en courant alternatif.
- c) Du rayonnement solaire en lumière.

Vrai
Faux
Faux

8. Les types des cellules solaires photovoltaïques :

- a) les cellules en silicium poly cristallin.
- b) les cellules en silicium monocristallines.
- c) les cellules en aluminium amorphes.

Vrai
Vrai
Faux

9. Quels sont les défis à relever pour faire du solaire une énergie de tous les jours?

- a) réduire les coûts.
- b) augmenter le stockage des panneaux.
- c) adapter le réseau électrique.

Vrai
Faux
Vrai

Exercice.2 : (06.5 points)

Un client souhaite installer de l'énergie photovoltaïque pour une maison en site isolé non raccordée au réseau qui contient les récepteurs électrique indiqué dans le tableau suivant :

Récepteur électrique	Puissance unitaire (W)	Quantité	Temps d'utilisation (h)	Puissance (W)	Energie (Wh)
Lampes basse consommation	10 W	5	7	50	350
réfrigérateur	55 W	1	6	55	330
Télévision	65 W	2	4	130	520
Radio	25 W	1	5	25	125
TOTAL				260	1325

1. Calculer dans le tableau précédent l'énergie journalière de chaque appareil? (04points)

Cahier des charges et données complémentaires :

- Les panneaux seront du type SHARP ; $P_c = 120 \text{ Wc}$, $U_{co} = 12 \text{ V}$, $I_{cc} = 7.2 \text{ A}$.
- Une irradiation moyenne de $4.5 \text{ kWh/m}^2 / \text{jour}$.
- Ratio de performance de l'installation $k=0.65$.

2. A l'aide du Tableau et cahier des charges, calculez la puissance crête P_c du générateur photovoltaïque nécessaire ? (02points)

3. Déterminer le nombre de panneaux solaire nécessaires à l'installation ? (0.5 point)

La solution :

2. La puissance crête P_c

$$P_c = \frac{E_c}{I_r k} = \frac{1325}{4,5 (0,65)} = \frac{1325}{2,925} = 453 \text{ Wc}$$

3. Le nombre de panneaux

$$N_{PV} = \frac{453}{120} = 3,77 \approx 4 \text{ panneaux PV}$$

Département : Génie mécanique

Semestre : 1

EXAMEN

Année universitaire : 2021/2022

Module : ~~Notion de base~~ 3^{eme} année Spécialité: ~~Energetique~~ الفوج
 Sys asservis Electromecanique

كتابة الاسم واللقب بالعربية.....

Questions de cours (20pts)

Coucher la (ou les) réponses justes:

1-un système asservi est un système : en boucle fermé () en boucle ouvert () (2)

2- Deux fonctions de transfert en parallèle : S'ajoutent () Se multiplient () (2)

3-les perturbations sont des signaux qu'on peut maitriser Vrai () Faux () (2)

4- La transformée de la place est un outil mathématique qui sert à:

Résoudre des équations de second degré ()

Rendre les Systems plus rapide ()

Résoudre des équations différentielles () (2)

5-L'entré d'un système et sa sortie doivent être de même nature: Vrai () Faux () (2)

6-La transformée de la place de la fonction E^{-at} est:

$E(p)= 1/p+a$ () $E(p)=1/P$ () $E(p)= 1/p^2+a$ () (2)

7-la transformée de Laplace de $\cos(wt)$ est:

p/w^2+p^2 () w/p^2+w^2 () (2)

8-Le symbole fonctionnelle comparateur :

$Z=X+Y$ () $Z= X+Y+G$ () $Z=X-Y$ () $Z=X+Y-G$ () (2)

9-Intégration dans le domaine temporel revient à:

Multiplier par p dans le domaine fréquentiel ()

Diviser par p dans le domaine fréquentiel () (2)

10-Dériver dans le domaine temporel revient à:

Diviser par p dans le domaine fréquentiel ()

Multiplier par p dans le domaine fréquentiel () (2)

Exo1:

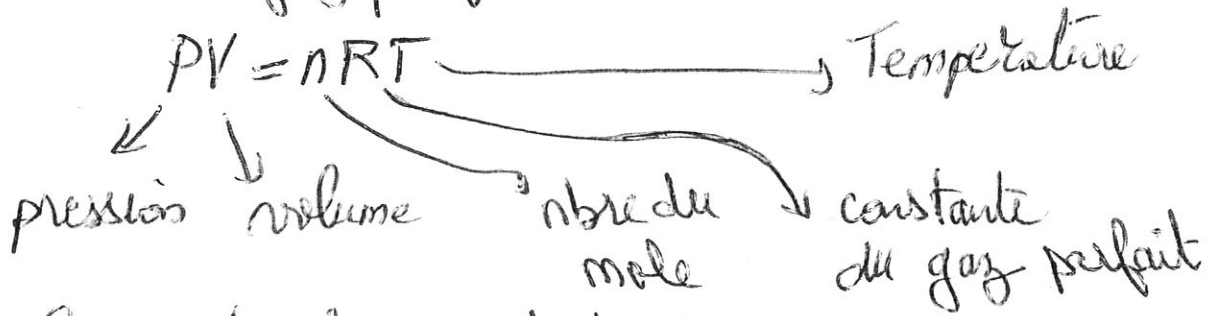
(5pts)

1) Les 4 noms du cycle thermodynamique

- Cycle Carnot
- Cycle Otto
- Cycle diesel
- Cycle Jodel

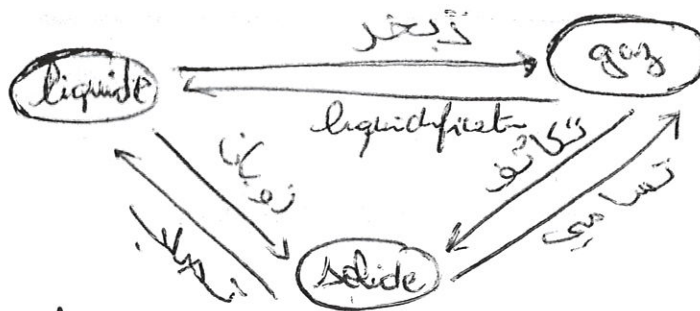
(2)

2) la loi du gaz parfait



(2)

3) Schémas du changement de phase



(1)

Exo2 (5pts)

1) allumage commandé (1)

2) source froide (1)

3) produisant le travail w (1)

4) Nombreux chocs des atomes ou molécules de la matière (1)

5) $PV = nRT$ (1)

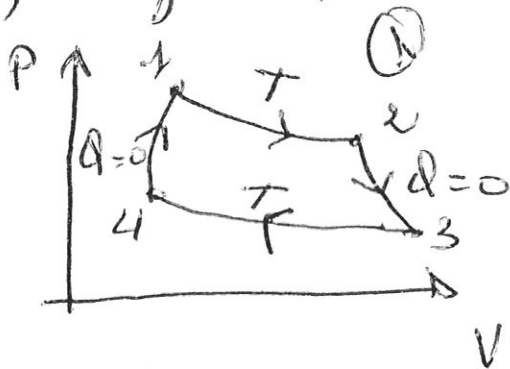
EX03

(10pts)

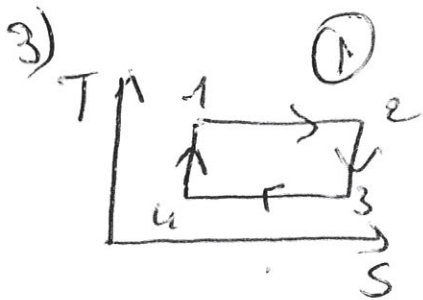
1) définition du cycle carnoto
 c'est un cycle thermodynamique
 réversible constitué de deux transformations (1)

adiabatique ← isotherme

2) diagramme PV



1 → 2 détente isotherme
 2 → 3 détente adiabatique
 3 → 4 compression adiabatique isotherme
 4 → 1 compression adiabatique (2)



1 → 2 transformation isotherme
 2 → 3 " adiabatique (2)
 3 → 4 " isotherme
 4 → 1 " adiabatique

4) l'égalité de Clausius

$$\frac{Q_h}{T_h} + \frac{Q_c}{T_c} = 0 \quad (1)$$

5) Expression du rendement

$$Q_2 = W + Q_1$$

$$\eta = \frac{W}{Q_2} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \eta &= 1 - \frac{Q_1}{Q_2} \\ \eta &= 1 - \frac{T_2}{T_1} \end{aligned} \right. \quad (2)$$

Université d'El oued
Faculté des sciences et de la technologie

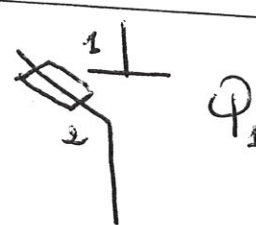
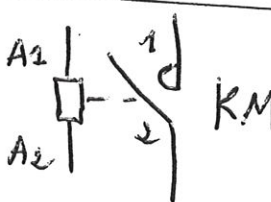
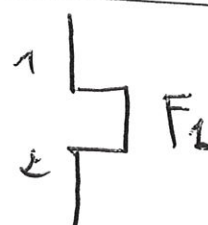
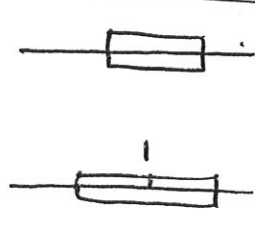

Département : Génie mécanique
Spécialité : 3^{ème} année Electromécanique
Module : Appareillage et schémas électrique

Durée : 01h
Année : 2021/2022
الاسم واللقب

.....الفوج.....
solutio / Examen

W Exercice.1.

Complétez le tableau suivant :

Les appareils	Le rôle	Le symbole	Les critères de choix
Le sectionneur	isoler la partie en aval du sectionneur lorsque $I = 0$ (sécurité)		<ul style="list-style-type: none"> - la tension d'isolement - la puissance - type d'installation domestique, industriel
Le contacteur	commande		<ul style="list-style-type: none"> - courant d'emploi I_e - tension d'emploi U_e - tension de commande U_c
Le relais thermique	protéger le récepteur contre le surcharge		<ul style="list-style-type: none"> - le contacteur associé - le courant nominal du récepteur à protéger
Le fusible	protéger l'installation contre le court-circuit		<ul style="list-style-type: none"> - le courant nominal du récepteur (le calibre) - la puissance
Le disjoncteur	protéger l'installation contre le court-circuit		<ul style="list-style-type: none"> - la tension du récepteur - le courant du récepteur - la puissance d'installation

Exercice.2

Un rideau électrique est utilisé pour fermer un magasin, il fonctionne pendant toute la semaine d'une cadence deux manœuvres par jour.

- 1). Calculer le nombre de manœuvres pendant 30 ans. $= 365 \times 2 \times 30 = 21900$ (11F)
- 2). Le rideau électrique est entraîné par un moteur asynchrone à cage caractérisé par :
La tension entre phase : $U = 380/400v$; Le courant nominal : $I_n = 25 A$; La puissance absorbée : $P = 11 KW$.
- a). Choisir le sectionneur adéquat à ce moteur (donner juste la référence). (Voir annexe.1. Sectionneur)
LS1D323 (11F)
- b). Choisir le disjoncteur adéquat à ce moteur (donner juste la référence). (Voir annexe.2. Disjoncteur)
LBA LC 03 M22, ou LBG LC 03 M22 (11F)
- c). Choisir le contacteur " KM " adéquat, sachant que le circuit de commande fonctionne à 230v (donner juste la référence). (Voir annexe.3. Contacteurs) LC1D25P7 (2)
- d). Choisir le relais thermique " F " (donner juste la référence). (voir annexe.4. Relais thermique)
LR2D2353 (11F)
- e). Choisir le type, le calibre et la référence du Fusible. (Voir annexe.5. Fusible)
type : AM, calibre : 25, réf : DF2CA25 (2)

Annexe.1. Sectionneurs

Blocs nus tripolaires

calibre	taille des cartouches fusibles	nombre de contacts de pré coupure (1)	dispositif contre la marche en monophasé (2)	référence
raccordement par bornes à ressort				
25 A	10 x 38	(4)	sans	LS1 D323
raccordement par vis-étrier ou connecteur				
32 A	10 x 38	(4)	sans	LS1 D32
50 A	14 x 51	1	sans	GK1 EK (4)
			avec	GK1 EY (4)
			sans	GK1 ES (4)
			avec	GK1 EW (4)
125 A	22 x 58	1	sans	GK1 FK (4)
			avec	GK1 FV (4)
			sans	GK1 FS (1)
			avec	GK1 FW (4)



Blocs nus tétrapolaires

calibre	taille des cartouches fusibles	nombre de contacts de pré coupure (1)	dispositif contre la marche en monophasé (2)	référence
32 A	10 x 38	(4)	sans	LS1 D32 (3) + LA8 D324
50 A	14 x 51	1	sans	GK1 EM (5)
			avec	GK1 EY (5)
			sans	GK1 ET (5)
			avec	GK1 EX (5)
125 A	22 x 58	1	sans	GK1 FM (5)
			avec	GK1 FV (5)
			sans	GK1 FT (5)
			avec	GK1 FX (5)

Dispositifs de commande

pour sectionneur	pour montage	référence
calibre	nombre de pôles	
poignées latérales		
125 A	3 ou 4	droite GK1 AP07 gauche GK1 AP08
poignées frontales		
32 - 50 - 125 A		équipe d'out
poignées extérieures		
32 A	3 ou 4	droite DK1 FB005 gauche GK1 AP05
50 A	3 ou 4	droite GK1 AP08 gauche GK1 AP07
125 A	3 ou 4	droite GK1 AP07 gauche GK1 AP08

الفوج
Solution Examen

Remarque importante : prenez 03 chiffres après la virgule dans tous le calcule.

Exercice 1(10pts)

Un transformateur monophasé (4kV/220V) ; 50Hz, de puissance apparent S=23kVA. La section du circuit magnétique S=70cm² et la valeur maximale du champ magnétique $\phi=8.4 \times 10^{-3}$ Wb, ...

1. Quels sont les nombres de spires des enroulements du primaire N1 et du secondaire N2 ? $P_1 = 22 \text{ kW}$

$$N_1 = \frac{4144 \cdot 5 \cdot 8}{41} = 4144$$

$$N_2 = \frac{4144 \cdot 5 \cdot 8}{4 \times 10^3} = 118$$

2. Calculer le rapport de transformation m

$$m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{220}{4100} = 0.0537$$

3. Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant traversant le secondaire I2.

$$I_2 = \frac{S}{U_2} = \frac{23 \times 10^3}{220} = 104.545 \text{ A}$$

4. Calculer le rendement de ce transformateur lorsqu'il débite un courant d'intensité nominale dans une charge inductive de facteur de puissance (cos $\phi_2=0.93$).

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\phi_2 = 220 \cdot 104.545 \cdot 0.93 = 21389.907 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{21389.907}{22000} \cdot 100 = 97.226\%$$

Exercice 2 (10pts)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante. En fonctionnement nominal l'induit absorbe un courant I= 43A sous une tension U=255V et la puissance utile du moteur Pu= 9KW et la fréquence de rotation n=856tr/min. Calculer :

1- Le rendement du moteur sachant que les pertes Joule inducteur sont de 154 watts

$$\eta = \frac{P_u}{P_1} \cdot 100 = \frac{9000}{9000 + 154} \cdot 100 = 80.942\%$$

2- Les pertes Joule induit PJr sachant que l'induit a une résistance de 0,52 Ω .

$$P_{Jr} = R \cdot I^2 = 0.52 \cdot (43)^2 = 961.48 \text{ W}$$

3- La puissance électromagnétique Pem (utiliser deux méthodes)

Methode.1.

$$P_{em} = E \cdot I, \quad E = U - R \cdot I = 255 - 0.52 \cdot 43 = 232.64 \text{ V}$$

$$P_{em} = 232.64 \cdot 43 = 10003.52 \text{ W}$$

Methode.2.

$$P_{em} = P_1 - (P_{s1} + P_{s2}) = 11219 - (154 + 961,48)$$

$$1) P_{em} = 10003,52 \text{ W}$$

4- les pertes collectives P_c

$$1) P_c = P_{em} - P_u = 10003,52 - 9000 = 1003,52 \text{ W}$$

5- Le couple électromagnétique T_{em} , le couple utile T_u et le couple des pertes collectives T_c .

$$1) T_{em} = \frac{P_{em} \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{10003,52 \times 60}{2\pi \cdot 856} = 111,596 \text{ N.m}$$

$$1) T_u = \frac{P_u \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{9000 \times 60}{2\pi \cdot 856} = 100,401 \text{ N.m}$$

$$1) T_c = \frac{60 \cdot P_c}{2\pi \cdot n} = \frac{60 \times 1003,52}{2\pi \cdot 856} = 11,195 \text{ N.m}$$

$$M_2 = T_c = T_{em} - T_u = 11,195 \text{ N.m}$$

Spécialité : 3MI+3ENER

Module : Environnement et développement durable

Durée : 1h

.....: الاسم واللقب: الفوج: رقم التسجيل:

Corrigé type d'examen de fin du 5^{ème} semestre (2021-2022)

I. : Répondre par Oui ou Non (15 pts)

1. L'environnement se définit selon les approches comme l'ensemble des éléments naturels ou artificiels, qui entourent un système défini. Oui - Non
2. Se développer, c'est grandir, augmenter ses connaissances et ses capacités. Oui - Non
3. Les énergies fossiles sont les énergies non renouvelables qui se trouvent dans la terre. Oui - Non
4. le rythme de reconstitution de la géothermie est renouvelables. Oui - Non
5. L'affaiblissement de la couche d'ozone stratosphérique augmente les gaz à effet de serre. Oui - Non
6. La diminution de la concentration en Gaz à Effet de Serre (GES) dans l'atmosphère, due à l'activité humaine conduit à la présence d'effet de serre ADDITIONNEL. Oui - Non
7. Les premières préoccupations environnementales sont relatives à la destruction des milieux ou la réduction de la biodiversité, bien plus qu'aux atteintes à la santé humaine. Oui - Non
8. l'effet de serre. Il s'agit d'un effet naturel, à l'origine, bénéfique à la vie humaine. Oui - Non
9. Le monoxyde de carbone (CO) résulte de produit essentiellement par les voitures à moteurs à explosion. Oui - Non
10. la planète Terre se comporte comme un système interactif complexe. Les conditions qui ont permis l'apparition de l'Homme résultent d'un équilibre entre les océans, l'atmosphère, l'énergie solaire et la biosphère. Oui - Non

II. Compléter les phrases par les mots qui convient (5 pts) :

Autonomie - Climat - Liberté - Ecologique - Conscience – Démographie - Industrie - Nature –
Température - Composés toxiques - Produits chimiques – Géothermie - Engrais et pesticide - Couche
d'ozone - Activités agricoles - Effet de serre - Responsabilité - Planète terre – Monoxyde de carbone (CO) –
Participation.

1. Les principes fondamentaux de développement durable sont :

La solidarité, La précaution, la participation et la responsabilité.

2. Les enjeux de développement durable sont :

Économie, Démographie, Énergie et Ressources Minérales, Climat et Agriculture

3. Nous distinguons différents types d'environnement : environnement économique, politique, social, industriel, culturel, et l'environnement écologique, lié à notre planète terre où l'homme évolue.

4. La pollution C'est l'ensemble des rejets de composés toxiques libérés par l'homme dans le milieu récepteur.

5. Les trois causes principales de pollution sont :

La production et la consommation des combustibles fossiles, Les activités dues aux diverses industries chimiques et Les activités agricoles (engrais et pesticide).

Bonne chance



Département : Génie mécanique

corrigé - type
EXAMEN

Semestre : 5

Année universitaire : 2021/2022

Module : Mécanique des fluides
Groupe.....

Année : 3^{ème} année

Spécialité: Energétique

Nom et prénom:.....

Exercice 1 (7pts)

La puissance d'une hélice dépend de la vitesse caractéristique de fluide V , le diamètre de l'hélice D , la vitesse angulaire de l'hélice ω , la viscosité de fluide μ , sa masse volumique ρ et la vitesse du son dans le fluide C .

- Trouver une expression sans dimension pour la puissance en fonction des autres paramètres.

$$[P] = \frac{ML^2T^{-3}}{[CD]} = L / [V] = LT^{-1} [\omega] = T^{-1} / [\rho] = ML^{-3} \quad (1)$$

$$[C] = LT^{-1} / [\mu] = ML^{-1}T^{-1} \quad (k=7, r=3, k-r=4)$$

$$\Pi_1 = \rho \cdot V^{\alpha_1} \cdot \omega^{\beta_1} \cdot D^{\gamma_1} = \frac{\rho}{\rho \cdot V^2 \cdot D^3} \quad (1) \quad (V, \rho, \omega, D) \quad (1)$$

$$\Pi_2 = \omega \cdot \rho \cdot V \cdot D = \frac{\omega \cdot D}{V} \quad (1) \quad (V, \rho, \omega, D, C, \mu)$$

$$\Pi_3 = C \cdot \rho \cdot V \cdot D = \frac{C}{V} \quad (1)$$

$$\Pi_4 = \mu \cdot \rho \cdot V \cdot D = \frac{\mu}{\rho \cdot V \cdot D} \quad (1)$$

$$\Pi_1 = \Phi(\Pi_2, \Pi_3, \Pi_4)$$

$$P = \rho \cdot \omega^2 \cdot D^3 \cdot \Phi\left(\frac{\omega D}{V}, \frac{C}{V}, \frac{\mu}{\rho \cdot V \cdot D}\right) \quad (1)$$

Exercice 2 (7pts)

On peut modéliser l'écoulement plan par superposition des deux écoulements plans suivants : une source de débit q_v situé à l'origine, et un vortex $-\Gamma < 0$ centré sur l'origine.

- Déterminer le potentiel complexe de l'écoulement résultant. En déduire le potentiel des vitesses et la fonction de courant.
- Déterminer le champ de vitesse.

$$f(z) = f_1(z) + f_2(z)$$

$$f(z) = \frac{q_v}{2\pi} \ln(re^{i\alpha}) - i \frac{(-\Gamma)}{2\pi} \ln(re^{i\alpha}) \quad (1)$$

$$f(z) = \frac{q_v}{2\pi} \ln r + \frac{q_v}{2\pi} i\alpha + i \frac{\Gamma}{2\pi} \ln r - \frac{\Gamma}{2\pi} \alpha$$

$$\left(\frac{q_v}{2\pi} \ln r - \frac{\Gamma}{2\pi} \alpha\right) + i \left(\frac{q_v}{2\pi} \alpha + \frac{\Gamma}{2\pi} \ln r\right)$$

$$\begin{cases} \varphi = \frac{q\alpha}{2\pi} \ln r - \frac{\Gamma}{2\pi} \theta & (1,5) \\ \psi = \frac{q\alpha}{2\pi} \alpha + \frac{\Gamma}{2\pi} \ln r & (1,5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_r = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \alpha} = \frac{\partial \varphi}{\partial r} = \frac{q\alpha}{2\pi r} & (1,5) \\ v_\alpha = -\frac{\partial \psi}{\partial r} = \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha} = -\frac{\Gamma}{2\pi r} & (1,5) \end{cases} \rightarrow \vec{v} \begin{pmatrix} \frac{q\alpha}{2\pi r} \\ -\frac{\Gamma}{2\pi r} \end{pmatrix}$$

Exercice 3 (6pts)

L'écoulement plan et incompressible autour d'un cylindre circulaire de rayon R peut être représenté par la fonction de courant suivante :

$$\Psi(r, \theta) = +U r \sin \theta - \frac{UR^2 \sin \theta}{r}$$

Où U représente la vitesse d'approche de fluide.

Trouver l'angle θ où le module de la vitesse locale du fluide est égale à U (i.e. $|\vec{V}(R, \theta)| = U$).

On donne ($U \sin \theta + U \sin \theta = 2U \sin \theta$).

$$\vec{V}(r, \alpha) = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \alpha} \vec{i}_r + \frac{\partial \psi}{\partial r} \vec{j}_\alpha$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial \alpha} = U r \cos \alpha - \frac{UR^2}{r} \cos \alpha$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial \alpha} = U \cos \alpha - \frac{UR^2}{r^2} \cos \alpha \quad (1)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial r} = U \sin \alpha + \frac{UR^2 \sin \alpha}{r^2} \quad (1) \quad \left(\frac{\partial(\frac{1}{r})}{\partial r} = -r^{-2} \right)$$

$$\vec{V}(r, \alpha) = \left(U \cos \alpha - \frac{UR^2}{r^2} \cos \alpha \right) \vec{i}_r - \left(U \sin \alpha + \frac{UR^2 \sin \alpha}{r^2} \right) \vec{j}_\alpha$$

$$\vec{V}(R, \alpha) = \left(U \cos \alpha - \frac{UR^2}{R^2} \cos \alpha \right) \vec{i}_r - \left(U \sin \alpha + \frac{UR^2 \sin \alpha}{R^2} \right) \vec{j}_\alpha$$

$$\vec{V}(R, \alpha) = (U \cos \alpha - U \cos \alpha) \vec{i}_r - (U \sin \alpha + U \sin \alpha) \vec{j}_\alpha \quad (1)$$

$$\vec{V}(R, \alpha) = 0 \vec{i}_r - (2U \sin \alpha) \vec{j}_\alpha \quad (1)$$

$$|\vec{V}(R, \alpha)| = |-2U \sin \alpha| = 2U \sin \alpha = U \quad (1)$$

$$2 \sin \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ \text{ ou } \frac{\pi}{6} \quad (1)$$

Université d'El oued
Faculté des sciences et de la technologie

Département : Génie mécanique

Niveau : 3ème MI/EM

Module : Electrotechnique fond 2 /Machines électriques

Année : 2020/2021

Durée : 01h

الاسم واللقب.....

Soluti Examen

Remarque importante : prenez 03 chiffres après la virgule dans tous le calcule.

Exercice 1(10pts)

Un transformateur monophasé (3kV/220V) ; 50Hz, de puissance apparent S=22kVA. La section du circuit magnétique S=60cm² et la valeur maximale du champ magnétique $\phi=6 \times 10^{-3}$ Wb, $P_2 = 21kW$

1. Quels sont les nombres de spires des enroulements du primaire N₁ et du secondaire N₂ ?

1 $N_1 = \frac{U_1}{4 \pi \mu_0 \cdot f \cdot \phi} = \frac{3 \times 10^3}{4 \pi \cdot 50 \cdot 6 \times 10^{-3}} = 2252,152 \Rightarrow N_1 = 2252$

2 $N_2 = \frac{U_2}{4 \pi \mu_0 \cdot f \cdot \phi} = \frac{220}{4 \pi \cdot 50 \cdot 6 \times 10^{-3}} = 165,146 \Rightarrow N_2 = 165$

2. Calculer le rapport de transformation m

1 $m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{220}{3 \times 10^3} = 0,073$

3. Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant traversant le secondaire I₂.

2 $I_2 = \frac{S}{U_2} = \frac{22 \times 10^3}{220} = 100A$

4. Calculer le rendement de ce transformateur lorsqu'il débite un courant d'intensité nominale dans une charge inductive de facteur de puissance (cosφ₂=0.93).

$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \phi_2 = 220 \cdot 100 \cdot 0,93 = 20460W$

1 $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{20460}{21 \times 10^3} \cdot 100 = 97,428\%$

Exercice 2 (10pts)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante. En fonctionnement nominal l'induit absorbe un courant I= 42A sous une tension U=252V et la puissance utile du moteur P_u= 8.5KW et la fréquence de rotation n=855tr/min. Calculer :

1- Le rendement du moteur sachant que les pertes Joule inducteur sont de 153 watts. (1)

$\eta = \frac{P_u}{P_1} \cdot 100$, $P_1 = U \cdot I + P_{js} = 252 \cdot 42 + 153 = 10737W$, $\eta = 79,165\%$

2- Les pertes Joule induit P_{Jr} sachant que l'induit a une résistance de 0,52 Ω.

$P_{Jr} = R \cdot I^2 = 0,52 \cdot (42)^2 = 917,28W$ (0,1)

3- La puissance électromagnétique P_{em} (utiliser deux méthodes)

Methode.1.

$P_{em} = E \cdot I$, $E = U - R \cdot I = 252 - 0,52 \cdot 42 = 230,16V$ (1)

$P_{em} = 230,16 \cdot 42 = 9666,72W$

Methode.2.

$$P_{em} = P_2 - (P_{S1} + P_{S2}) = 10737 - (153 + 917,28)$$

$$\textcircled{1} P_{em} = 9666,72 \text{ W}$$

4- les pertes collectives P_c

$$\textcircled{1} P_c = P_{em} - P_u = 9666,72 - 8500 = 1166,72 \text{ W}$$

5- Le couple électromagnétique T_{em} , le couple utile T_u et le couple des pertes collectives T_c .

$$\textcircled{1} T_{em} = \frac{60 \times P_{em}}{2\pi \cdot n} = \frac{60 \times 9666,72}{2\pi \times 855} = 107,965 \text{ N.m}$$

$$\textcircled{1} T_u = \frac{60 \cdot P_u}{2\pi \cdot n} = \frac{60 \times 8500}{2\pi \times 855} = 94,934 \text{ N.m}$$

$$\textcircled{1} T_c = \frac{60 \cdot P_c}{2\pi \cdot n} = \frac{60 \times 1166,72}{2\pi \times 855} = 13,030 \text{ N.m}$$

M_2 :

$$T_c = T_{em} - T_u = 13,031 \text{ N.m}$$



Département : Génie mécanique Semestre : 05 Année universitaire :2021/ 2022.....
 Module : Turbomachines 1 Année : 3 Spécialité: énergétique Durée : 1h
 Nom et prénom : Matricule : Groupe :

Exercice 1 : (7Pts)

Une pompe centrifuge à eau de diamètre à l'entrée $D_1=0.24m$ et $D_2=0.44m$ à la sortie ; tournant à une vitesse de rotation de 1500 tr/min. La vitesse absolue à l'entrée et de 4 m/s dirigée vers le rayon.

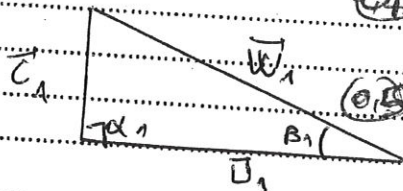
À la sortie de la roue $C_{r2}=4m/s$ et l'angle $\beta_2 = 30^\circ$

- Déterminer les différents éléments inconnus de ces triangles.
- Calculer le travail échangé avec l'extérieur W en J/kg quelle est l'augmentation de la pression

Reponse

à l'entrée =

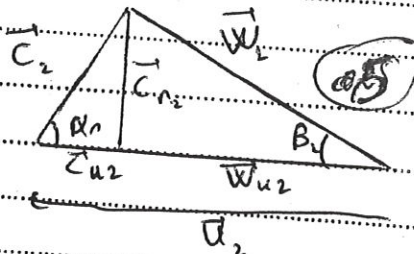
pompe centrifuge = $\alpha_1 = 90^\circ, C_{u1} = 0$



$$U_1 = \frac{\pi N D_1}{60} = \frac{3.14 \times 1500 \times 0.24}{60} = 18.85 \text{ m/s}$$

$$W_1 = \sqrt{C_{r1}^2 + U_1^2} = \sqrt{4^2 + 18.85^2} = 19.27 \text{ m/s}$$

à la sortie =



$$U_2 = \frac{\pi N D_2}{60} = \frac{3.14 \times 1500 \times 0.44}{60} = 34.54 \text{ m/s}$$

$$W_2 = \frac{C_{r2}}{\cos \beta_2} = \frac{4}{\cos 30} = 4.62 \text{ m/s}$$

$$W_2 = \frac{C_{r2}}{\sin \beta_2} = \frac{4}{\sin 30} = 8 \text{ m/s}$$

$$C_{u2} = U_2 - W_{u2} = 26.54 \text{ m/s}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{C_{r2}}{C_{u2}} = \frac{4}{26.54} \Rightarrow \alpha_2 = 8.67^\circ$$

$$C_2 = \sqrt{C_{r2}^2 + C_{u2}^2} = 26.84 \text{ m/s}$$

2) le travail = W_{1-2}

$$W_{1-2} = U_2 C_{u2} - U_1 C_{u1} = 916.7 \text{ J/kg}$$

l'augmentation de pression

$$\Delta P = \rho g H_{th}$$

$$H_{th} = \frac{W_{1-2}}{g} = 91.67 \text{ m}$$

$$\Delta P = 1000 \times 10 \times 91.67$$

$$\Delta P = 916691.6 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 9.17 \text{ bar}$$

Exercice 2 : (6 Pts)

Modèle de turbine hydraulique testé une hauteur de 4000 cm et puissance de 4,7 MW, un débit de 54000 m³/h en tournant à 600 tr/min, si le prototype est le triple du diamètre du modèle

Quelle est la puissance, la vitesse de rotation et le débit de la sortie avec une hauteur de chute de 40 m?

Réponse

1) \star_1 la vitesse de rotation

$$\left(\frac{gH_1}{N_1^2 D_1^2}\right)_m = \left(\frac{gH_2}{N_2^2 D_2^2}\right)_p \quad (1)$$

$$\frac{gH_1}{N_1^2 D_1^2} = \frac{gH_2}{N_2^2 D_2^2}, \quad H_1 = H_2$$

$$\Rightarrow N_1^2 D_1^2 = N_2^2 (3D_1)^2 = N_2^2 \cdot 9D_1^2$$

$$N_2 = \frac{N_1}{3} = \frac{600}{3} = 200 \text{ tr/min} \quad (1)$$

$$\left(\frac{\varphi_1}{N_1 D_1^3}\right)_m = \left(\frac{\varphi_2}{N_2 D_2^3}\right)_p \quad (1)$$

$$\frac{54000}{600 \times D_1^3} = \frac{\varphi_2}{200 \times 27D_1^3}$$

$$\varphi_2 = \frac{54000 \times 27 \times 200}{600}$$

$$\varphi_2 = 48.6 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{s} \quad (1)$$

$$\varphi_2 = 135 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\left(\frac{P_1}{\rho N^3 D^5}\right)_m = \left(\frac{P_2}{\rho N_2^3 D_2^5}\right)_p \quad (1)$$

$$\frac{4.7}{\rho (600)^3 D_1^5} = \frac{P_2}{\rho (200)^3 (3D_1)^5}$$

$$P_2 = \frac{4.7 \times 200^3 \times 243}{600^3}$$

$$P_2 = 380.7 \text{ MW} \quad (1)$$

Question de cour (7 Pts)

• Qu'est-ce que c'est la turbomachine? (2pts)

C'est une machine qui échange un travail avec un fluide en mouvement à l'aide d'un rotor en rotation. (2pts)

• Ecrire l'équation d'Euler pour les turbomachines axial et radiale. (1pts)

axiale : $H_{tr} = \frac{U_2 C_{u2} - U_1 C_{u1}}{g}$ radiale = $H_{tr} = \frac{U_2 C_{u2}}{g}$ (0.5)

• Quels sont les différentes classes de turbomachines selon la direction principale de l'écoulement? (2pts)

Selon la nature de fluide : compressible (1) et incompressible (1)
 Selon la trajectoire de fluide : axial (1) radial, mixte (1)

• Citez 2 domaines d'utilisations des turbomachines. (2pts)

Transport de fluide (1) - récupération de l'énergie d'un fluide (1)
 compression de gaz - production d'énergie mécanique à partir d'une source de chaleur.

Exo1:

(5pts)

1) Les 4 noms du cycle thermodynamique

→ Cycle Carnot

→ Cycle Otto

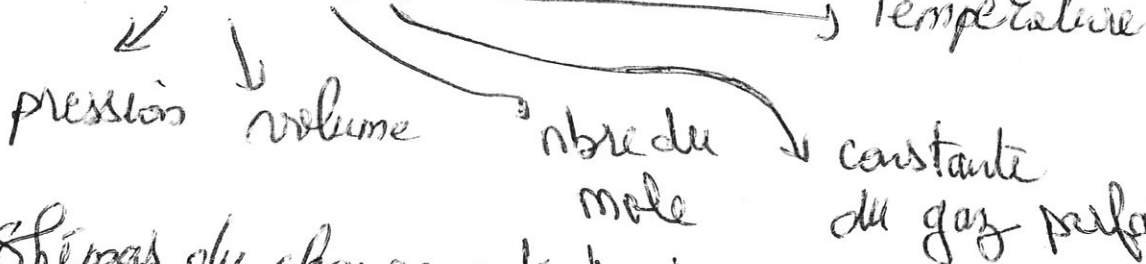
→ Cycle diesel

→ Cycle Isère

(2)

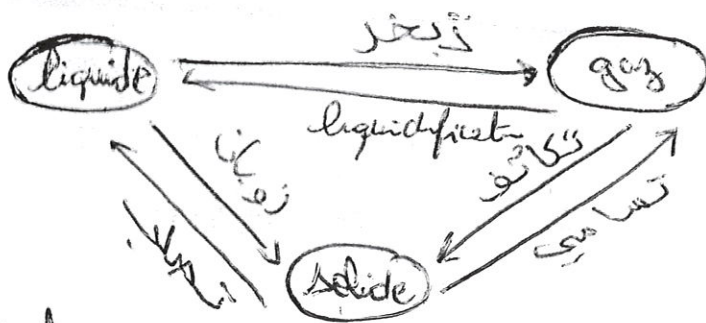
2) la loi du gaz parfait

$$PV = nRT$$



(2)

3) Schémas du changement de phase



(1)

Exo2 (5pts)

1) allumage commandé (1)

2) source froide (1)

3) produisant le travail w (1)

4) Nombreux chocs des atomes ou molécules de la matière (1)

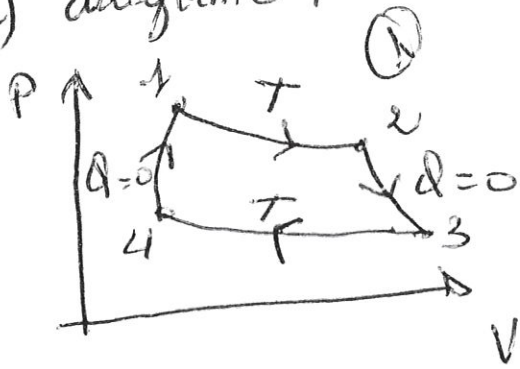
5) $PV = nRT$ (1)

EX03 (10pts)

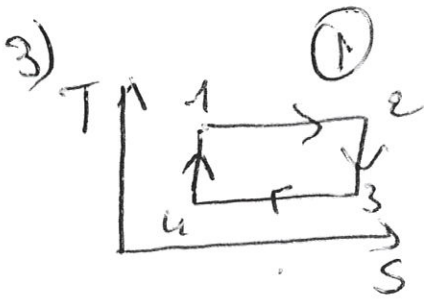
1) définition du cycle carnoto
 c'est un cycle thermodynamique
 de Carnot constitué de deux transformations (1)

adiabatique ← isotherme

2) diagramme PV



1 → 2 détente isotherme
 2 → 3 détente adiabatique
 3 → 4 Compression adiabatique isotherme
 4 → 1 Compression adiabatique (2)



1 → 2 transformation isotherme
 2 → 3 " adiabatique
 3 → 4 " isotherme
 4 → 1 " adiabatique (2)

4) l'égalité de Clausius

$$\frac{Q_c}{T_c} + \frac{Q_f}{T_f} = 0 \quad (1)$$

6) Expression du rendement

$$Q_2 = W + Q_1$$

$$\eta = \frac{W}{Q_2} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \eta &= 1 - \frac{Q_1}{Q_2} \\ \eta &= 1 - \frac{T_2}{T_1} \end{aligned} \right. \quad (2)$$



Faculté de Technologie

كلية التكنولوجيا

Département : Génie mécanique

Semestre : 1

EXAMEN

Année universitaire : 2021/2022

Module : ~~Automatisme~~ 3^{ème} année Spécialité: 3 Energétique
 الفوج

كتابة الاسم واللقب بالعربية Regulation et asservissement

Questions de cours (20pts)

Couchez la (ou les) réponses justes:

- 1- un système asservi est un système : en boucle fermé () en boucle ouvert () (2)
- 2- Deux fonctions de transfert en parallèle : S'ajoutent () Se multiplient () (2)
- 3- les perturbations sont des signaux qu'on peut maîtriser Vrai () Faux () (2)
- 4- La transformée de la place est un outil mathématique qui sert à:
 - Résoudre des équations de second degré ()
 - Rendre les Systems plus rapide ()
 - Résoudre des équations différentielles () (2)
- 5- L'entré d'un système et sa sortie doivent être de même nature: Vrai () Faux () (2)
- 6- La transformée de la place de la fonction E^{-at} est:
 - $E(p)= 1/p+a$ () $E(p)=1/P$ () $E(p)= 1/p^2+a$ () (2)
- 7- la transformée de Laplace de $\cos(\omega t)$ est:
 - p/w^2+p^2 () w/p^2+w^2 () (2)
- 8- Le symbole fonctionnelle comparateur :
 - $Z=X+Y$ () $Z= X+Y+G$ () $Z=X-Y$ () $Z=X+Y-G$ ()
- 9- Intégration dans le domaine temporel revient à:
 - Multiplier par p dans le domaine fréquentiel ()
 - Diviser par p dans le domaine fréquentiel () (2)
- 10- Dériver dans le domaine temporel revient à:
 - Diviser par p dans le domaine fréquentiel ()
 - Multiplier par p dans le domaine fréquentiel () (2)

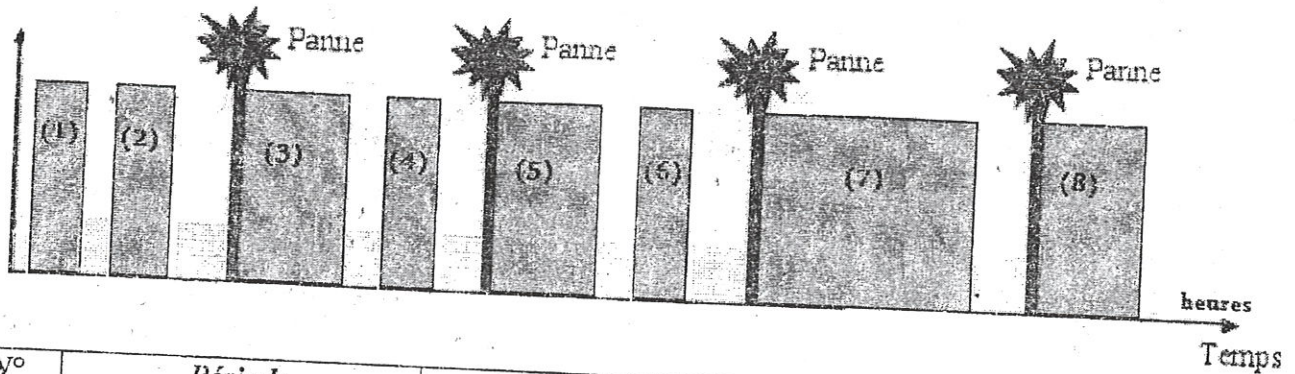
Contrôle d'organisation et méthode de la maintenance

اللقب و الاسم الفوج

➤ Note : la réponse dans le même papier.

Exercice (8 points)

Ce diagramme représente une machine de moteur asynchrone a fonctionné pendant 16140 heures en service continu avec des pannes dont les durées respectives sont :



N°	Période	Durée	N°	Période	Durée
(1)	Entretien	7 heures	(5)	Période 5	23 heures
(2)	Intervention	10 heures	(6)	Nettoyage	9 heures
(3)	Période 3	17 heures	(7)	Période 7	38 heures
(4)	Entretien	12 heures	(8)	Période 8	22 heures

• Quelle est le type de maintenance avec explication

type de maintenance c'est Maintenance préventive Systematique
 Explications c'est des Intervention et Entretien avant le panne

• Donner la signification des périodes (3 ; 7 ; 8) dans cette courbe

Réparation

• Calculer le taux de défaillance

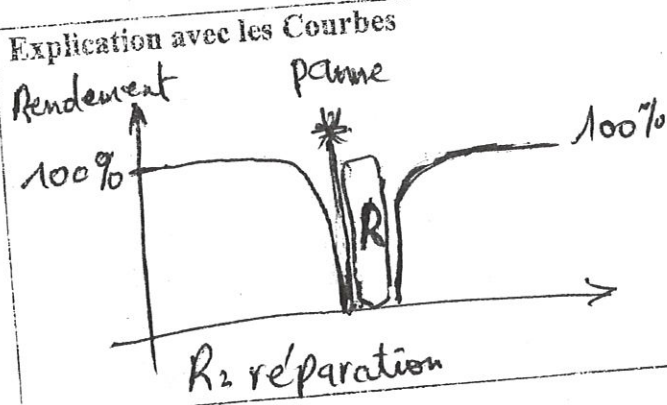
$$\lambda = \frac{4}{16140 - (7+10+17+12+23+9+38+22)} = 2,499 \cdot 10^{-4} \text{ défaillances/heurs}$$

• Déterminer son MTBF

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = 4000,5 \text{ heurs}$$

Q1) fait la comparaison entre : (4 points)

MCC : Maintenance Corrective Curative



MCP : Maintenance Corrective Palliative



Q2) fait la comparaison : (4 points)

Les Opérations de maintenance corrective

- ① 1^{ere} groupe : localisation de défaillance
 - teste
 - détection
 - diagnostic
- ② 2^{eme} groupe : les opérations
 - Dépannage
 - Réparation
 - Modification
- ③ 3^{eme} groupe : la durabilité
 - Rénovation
 - reconstitution
 - modernisation

Les Opérations de maintenance préventive

- ① 1^{ere} groupe : l'entretien
 - soufflage
 - lubrification
 - graissage
- ② 2^{eme} groupe : surveillance
 - l'inspection
 - contrôle
 - visite
- ③ 3^{eme} groupe : la Révision
 c'est l'ensemble des actions d'examen et contrôle et des interventions effectuées ...

Q3) Donner le diagramme de méthodes de maintenance (4 points)

c'est le diagramme des opérations de maintenance corrective et préventive

Spécialité : 3^{ème} année Maintenance Industrielle :

Module : TP. GMAO

Durée : 1h

.....: الفوج:: رقم التسجيل:: الاسم واللقب:

Examen de fin du 5^{ème} semestre (2021-2022)

Corrigé type

I. Répondre par Oui ou Non (15 pts) :

1. La GMAO doit être considérée comme un véritable outil d'aide à la décision qui permettra l'optimisation des matérielles uniquement. Oui - Non
2. La rentabilité de la GMAO s'inscrit dans le processus de mutation d'une maintenance gérée vers une maintenance subie. Oui - Non
3. Afin de réduire la probabilité d'occurrence des défaillances et augmenter le cycle de vie des machines, une maintenance corrective systématique est programée. Oui - Non
4. La Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur est constituée d'une base de données (historique) qui est alimentée par le personnel de maintenance par un formulaire. Oui - Non
5. Les fonctions d'atelier de maintenance sont réparties en trois services : méthode, décision et réalisation. Oui - Non
6. Une bonne organisation de maintenance industrielle contribue à améliorer l'efficacité des équipements. Oui - Non
7. Les renseignements fournis à la GMAO seront fonction des informations que l'on souhaite exploiter ultérieurement. Oui - Non
8. Les opérations de maintenance corrective sont Les inspections, les visites et les contrôles Oui - Non
9. Le dépannage dans la maintenance preventive a de conditions d'applications particulières. Oui - Non
10. Les inspections sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples nécessitant un outillage spécifique . Oui - Non

II. Compléter les phrases par les mots qui convient (5 pts) :

Panne ou défaillance - Maintenance Préventive- Organisationnel- Pase de données- Préparer et exécuter- Maintenance corrective - Instrument de mesure- – Plan de maintenance- l'inventaire des équipements -

1. La mise en œuvre d'un plan de maintenance préventive systématique comporte les étapes suivantes : **préparer et exécuter.**

2. Un tableau de bord de gestion est un **instrument de mesure** de performance destiné au pilotage des unités ou services.

3. L'informatique de maintenance est devenue une nécessité aux plans économique, technique et **organisationnel**

4. La base de l'historique est **l'inventaire des équipements** : appelé découpage fonctionnel

5. La **reparation** est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après **panne ou défaillance.**

Bonne chance

Université d'El oued
Faculté des sciences et de la technologie

Département : Génie mécanique
 Niveau : 3ème MI/EM
 Module : Electrotechnique fond 2 /Machines électriques

Année : 2020/2021
 Durée : 01h
 الاسم واللقب

الفوج
Solut Examen

Remarque important : prenez 03 chiffres après la virgule dans tous le calcule.

Exercice 1(10pts)

Un transformateur monophasé (2kV/220V) ; 50Hz, de puissance apparent $S=21kVA$. La section du circuit magnétique $S=60cm^2$ et la valeur maximale du champ magnétique $\phi=3 \times 10^{-3} Wb$.

1. Quels sont les nombres de spires des enroulements du primaire N_1 et du secondaire N_2 ? $P_1 = 20kW$

② $N_1 = \frac{U_1}{4.44 \cdot f \cdot \phi} = \frac{2200}{4.44 \cdot 50 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 3003,00 \Rightarrow N_1 = 3003$
 ② $N_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot N_1 = \frac{220}{2200} \cdot 3003 = 300,3 \Rightarrow N_2 = 300$

2. Calculer le rapport de transformation m

① $m = \frac{U_2}{U_1} = \frac{220}{2200} = 0,11$

3. Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant traversant le secondaire I_2 .

② $I_2 = \frac{S}{U_2} = \frac{21 \cdot 10^3}{220} = 95,454 A$

4. Calculer le rendement de ce transformateur lorsqu'il débite un courant d'intensité nominale dans une charge inductive de facteur de puissance ($\cos\phi_2=0,93$).

② $P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos\phi_2 = 220 \cdot 95,454 \cdot 0,93 = 19529,888 W$
 ① $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 = \frac{19529,888}{20 \cdot 10^3} \cdot 100 = 97,649\%$

Exercice 2 (10pts)

Un moteur à courant continu à excitation indépendante. En fonctionnement nominal l'induit absorbe un courant $I=41A$ sous une tension $U=251V$ et la puissance utile du moteur $P_u=8KW$ et la fréquence de rotation $n=855tr/min$. Calculer :

1- Le rendement du moteur sachant que les pertes Joule inducteur sont de 152 watts.

$\eta = \frac{P_u}{P_1} \cdot 100$, $P_1 = U \cdot I + P_{J_s} = 41 \cdot 251 + 152 = 10443 W$, $\eta = 76,6\%$

2- Les pertes Joule induit P_{J_r} sachant que l'induit a une résistance de $0,52 \Omega$.

$P_{J_r} = R \cdot I^2 = 0,52 \cdot (41)^2 = 874,12 W$

3- La puissance électromagnétique P_{em} (utiliser deux méthodes)

Methode.1.

$P_{em} = E \cdot I$, $E = U - R \cdot I = 251 - 0,52 \cdot 41 = 229,68$

$P_{em} = 41 \cdot 229,68 = 9416,88 W$

Methode.2.

$$P_{em} = P_1 - (P_{S_1} + P_{S_2}) = 10.443 - (152 + 874,12)$$

$$\textcircled{1} P_{em} = 9416,88 \text{ W}$$

4- les pertes collectives P_c

$$\textcircled{1} P_c = P_{em} - P_u = 9416,88 - 8000 = 1416,88 \text{ W}$$

5- Le couple électromagnétique T_{em} , le couple utile T_u et le couple des pertes collectives T_c .

$$\textcircled{1} \textcircled{ii} T_{em} = \frac{P_{em} \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{60 \times 9416,88}{2\pi \times 855} = 1051,174 \text{ N.m}$$

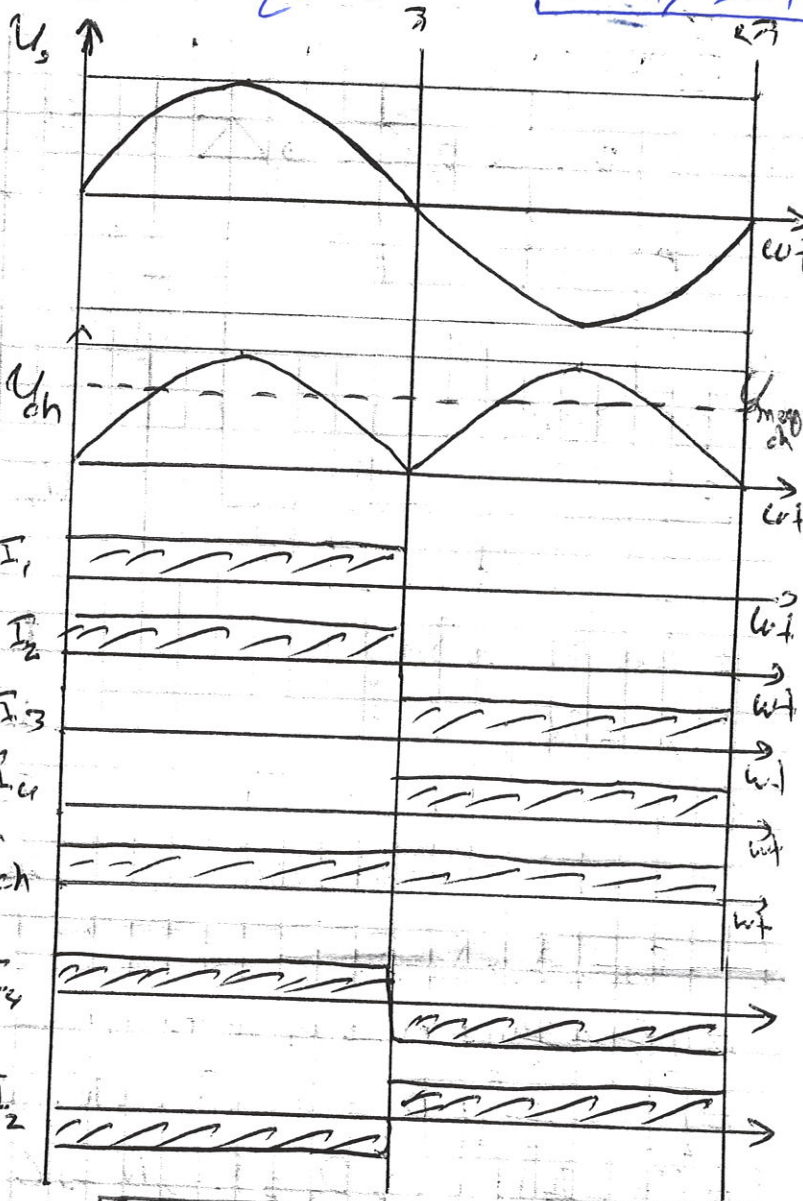
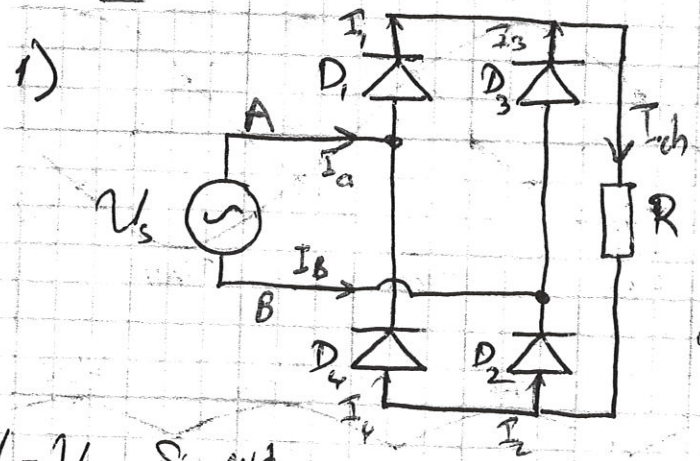
$$\textcircled{1} \textcircled{ii} T_u = \frac{P_u \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{60 \times 8000}{2\pi \cdot 855} = 893,350 \text{ N.m}$$

$$\textcircled{1} \textcircled{ii} T_c = \frac{P_c \times 60}{2\pi \cdot n} = \frac{60 \times 1416,88}{2\pi \times 855} = 15,824 \text{ N.m}$$

M2

$$T_c = T_{em} - T_u = 15,824 \text{ N.m}$$

EX01:



$i_s = U_{max} \sin \omega t$

$I_{ch} = I_1 + I_3 = I_2 + I_4$

• $[0 \div \pi]$: $A \rightarrow D_1 \rightarrow R \rightarrow D_2 \rightarrow B \rightarrow S$

• $[\pi \div 2\pi]$: $B \rightarrow D_3 \rightarrow R \rightarrow D_4 \rightarrow A \rightarrow S$

3) $U_{moy\ ch} = \frac{1 \times 2}{T} \int_0^{\pi} U_{max} \sin \omega t \, d\omega t$

$I_{moy\ ch} = \frac{2 U_{max}}{\pi}$

$= \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 100}{\pi} = 90,03V$

$I_a = I_1 - I_4$

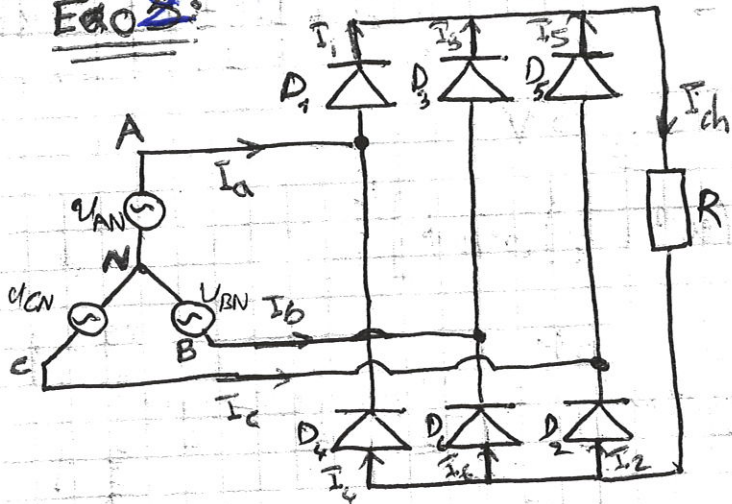
$I_b = I_3 - I_2$

$U_{eff\ ch} = \left[\frac{1 \times 2}{T} \int_0^{\pi} U_{max}^2 \sin^2 \omega t \, d\omega t \right]^{1/2} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2} \cdot 100}{\sqrt{2}} = 100V$

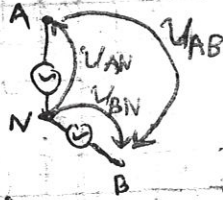
• $I_{moy\ ch} = \frac{U_{moy\ ch}}{R} = \frac{90,03}{10} = 9A$

• $I_{eff\ ch} = \frac{U_{eff\ ch}}{R} = \frac{100}{10} = 10A$

Exo 8:



$$U_{AB} = U_{AN} - U_{BN}$$



1)

$$U_{AB} = \sqrt{3} U_{max} \sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

$$U_{BC} = \sqrt{3} U_{max} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$U_{CA} = \sqrt{3} U_{max} \sin(\omega t - \frac{7\pi}{6})$$

$$U_{BA} = \sqrt{3} U_{max} \sin(\omega t - \frac{5\pi}{6})$$

$$U_{CB} = \sqrt{3} U_{max} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

$$U_{AC} = \sqrt{3} U_{max} \sin(\omega t - \frac{\pi}{6})$$

$\neq [\frac{\pi}{6} \div \frac{7\pi}{2}] : A \rightarrow D_1 \rightarrow R \rightarrow D_6 \rightarrow B$

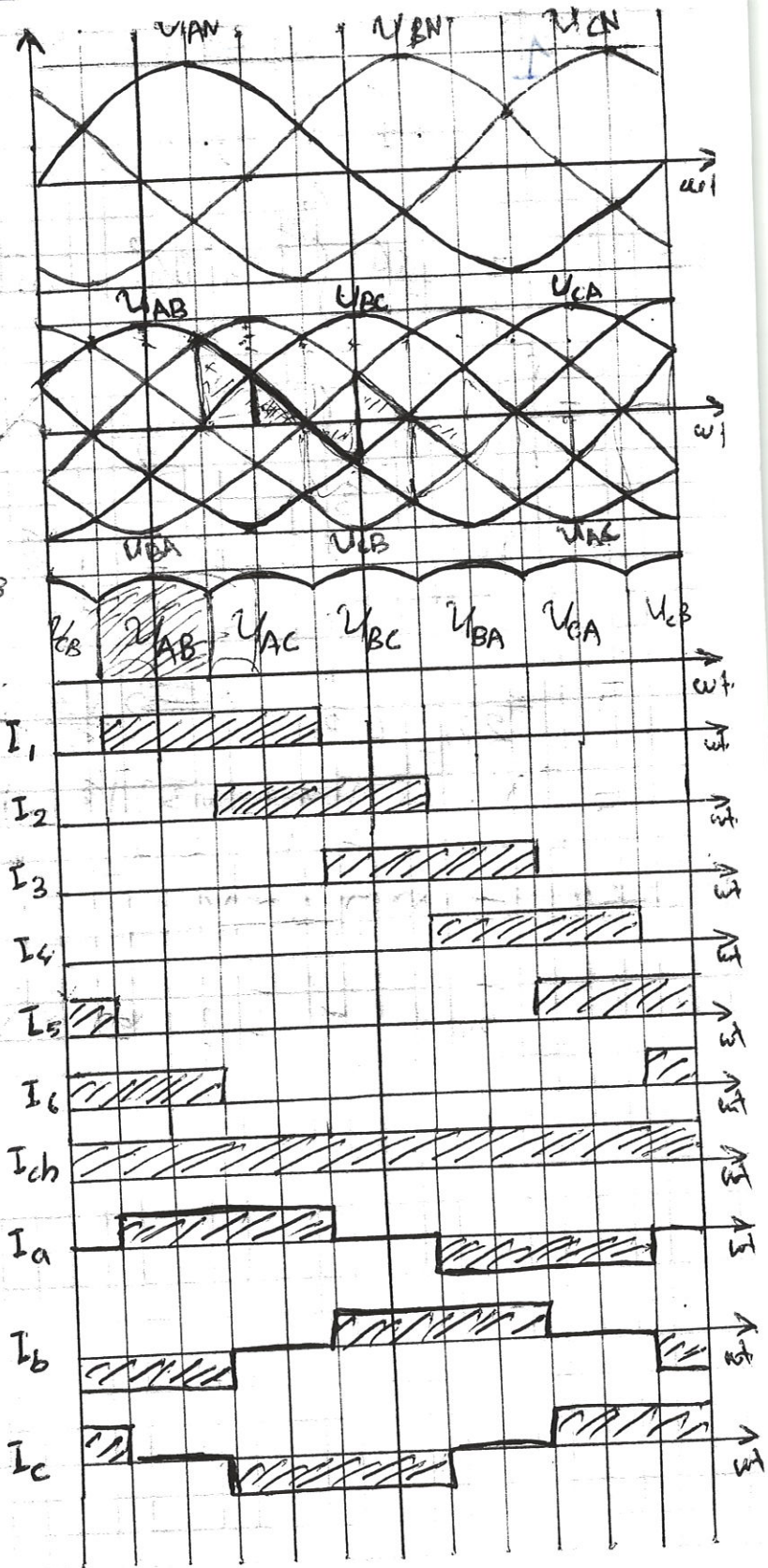
$\neq [\frac{\pi}{2} \div \frac{5\pi}{6}] : A \rightarrow D_2 \rightarrow R \rightarrow D_2 \rightarrow C$

$\neq [\frac{5\pi}{6} \div \frac{7\pi}{6}] : B \rightarrow D_3 \rightarrow R \rightarrow D_2 \rightarrow C$

$\neq [\frac{7\pi}{6} \div \frac{3\pi}{2}] : B \rightarrow D_3 \rightarrow R \rightarrow D_2 \rightarrow A$

$\neq [\frac{3\pi}{2} \div \frac{11\pi}{6}] : C \rightarrow D_5 \rightarrow R \rightarrow D_4 \rightarrow A$

$\neq [\frac{11\pi}{6} \div \frac{\pi}{6}] : C \rightarrow D_5 \rightarrow R \rightarrow D_6 \rightarrow B$



$$6) U_{moy ch} = \frac{1 \times 6}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} U_{AB} d\omega t = \frac{3}{\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \sqrt{3} U_{max} \sin(\omega t + \frac{\pi}{6}) d\omega t$$

$$= \frac{3}{\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6} + \frac{\pi}{6}} \sqrt{3} U_{max} \sin \omega t d\omega t = \frac{3}{\pi} \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} \sqrt{3} U_{max} \sin \omega t d\omega t$$

$$= \frac{3\sqrt{3} U_{max}}{\pi} \int_{\frac{2\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} \sin \omega t d\omega t = \frac{3\sqrt{3} U_{max}}{\pi} [-\cos \omega t]_{\frac{2\pi}{3}}$$