



REPUBLIQUE DU SENEGAL  
UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

MINISTERE DE L'EMPLOI, DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE, DE L'APPRENTISSAGE ET DE  
L'INSERTION

DIRECTION DES EXAMENS, CONCOURS PROFESSIONNELS ET CERTIFICATIONS (DECPC)  
Email [decmetfp@gmail.com](mailto:decmetfp@gmail.com) Tel. : 338643799 Fax 338643798

**EXAMEN:** Brevet de Technicien Supérieur en Industrie (BTS)

**SESSION:** 2022

**SPECIALITE:** Electrotechnique

**COEF:** 4

**EPRUEVE:** Schéma - Automatisme.

**DUREE:** 4 heures

### **SOUFFLEUR DE BOUTEILLES INDUSTRIELLE**

#### **A° DESCRIPTION :**

Le système dont le schéma de principe est représenté ci-dessous est une unité intervenant dans la fabrication de bouteilles. Ce processus de fabrication se déroule suivant plusieurs étapes. Ainsi ces étapes vont du convoyage du produit en passant par son mixage, ensuite au chauffage, puis souffler par un compresseur dans des tuyaux pour obtenir la forme de bouteilles voulue jusqu'à son acheminement vers la chambre de lavage par un tapis roulant.

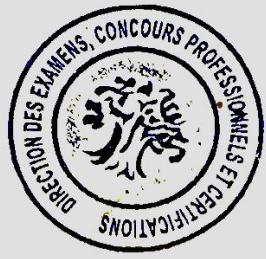
Il est constitué :

- ✓ D'un récipient contenant le sable, la soude et le calcaire contrôlé par une électrovanne YA1.
- ✓ D'un bac contrôlé par une électrovanne YA2 accompagné d'un mixeur à l'intérieur dont le moteur M1 qui le fait fonctionner.
- ✓ D'un chaudron comportant trois résistances. La fermeture et l'ouverture du chaudron sont effectuées par un couvercle entraîné par un moteur M2, et le déversement du produit par une électrovanne YA3.
- ✓ De trois résistances chauffantes R.
- ✓ D'un compresseur dont le moteur M3 assure sa bonne marche.
- ✓ De trois tuyaux contrôlés par les électrovannes YA4, YA5 et YA6.
- ✓ D'un tapis roulant entraîné par un moteur M4 pour amener les bouteilles dans la chambre de lavage.

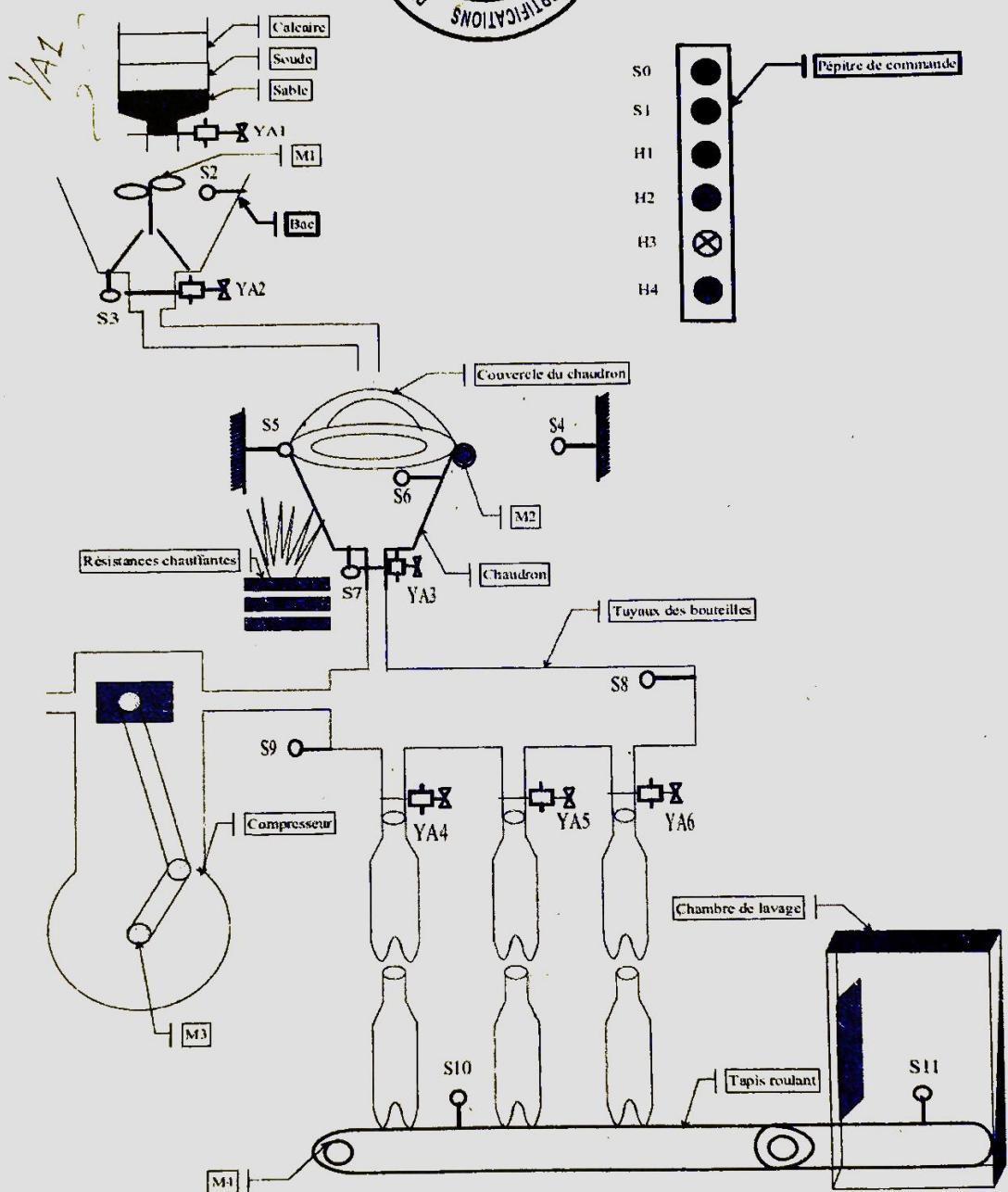
N°3 : Un moteur

#### **Données techniques :**

- Alimentation électrique : réseau triphasé 220/380V ; 50Hz.
- M1 moteur à deux vitesses à enroulements séparés.
- M2 moteur asynchrone triphasé démarrage direct 380/660V.
- M3 moteur asynchrone triphasé démarrage étoile triangle.
- M4 moteur asynchrone triphasé démarrage direct 220/380V.
- Trois résistances R de 380V commandées par un contacteur.



### B°) SYNOPTIQUE :





### Nomenclature :

<u>Capteurs</u>		<u>Actionneurs</u>		<u>Pré-actionneurs</u>
S0	Bouton d'arrêt d'urgence	M1	Moteur du mixeur	KM1 : PV
S1	Bouton poussoir marche			KM2 : GV
S2	Bac Plein	M2	Moteur couvercle	KM3 : ouverture
S3	Bac vide			KM4 : fermeture
S4	Couvercle ouvert	M3	Moteur du compresseur	KM5 : Ligne
S5	Couvercle fermé			KM6 : Y , KM7: Δ
S6	Chaudron Plein	M4	Moteur du tapis roulant	KM8
S7	Chaudron vide	R	Résistances chauffantes	KM9
S8	Tuyaux pleins			
S9	Tuyaux vides	YA1	Electrovanne	YA1 : Ouverture électrovanne
S10	Présence de 3 bouteilles			YA2 : Ouverture électrovanne
S11	Evacuation des 3 bouteilles	YA3	Electrovanne	YA3 : Ouverture électrovanne
				YA4 : Ouverture électrovanne
		YA5	Electrovanne	YA5 : Ouverture électrovanne
				YA6 : Ouverture électrovanne

### C°) FONCTIONNEMENT :

Le cycle général se décompose en deux sous cycles :

- Le cycle 1 le mixage du sable, de la soude et du calcaire ainsi que le remplissage du bac.
- Le cycle 2 de remplissage du chaudron par les produits mixés.
- Le cycle 3 de remplissage des tuyaux et du soufflage des bouteilles par le compresseur.

Au début du fonctionnement du système le bac est vide (**S3** actionné), le couvercle est ouvert (**S4** actionné) le chaudron est vide (**S7** actionné), les tuyaux vides (**S9** actionné) et pas de présence de 3 bouteilles sur le tapis (**S10** non actionné).

Pour démarrer le premier cycle de marche l'opérateur actionne sur le bouton poussoir **S1**, le moteur du mixeur **M1** démarre en **petite vitesse**. Cinq (**05**) secondes après son démarrage l'électrovanne

YA1 du récipient contenant le sable, le calcaire et la soude, s'ouvre à son tour pour déverser le produit dans le bac et le moteur du mixeur M1 démarre en grande vitesse. Si le niveau du produit dans le bac est suffisant (détection de S2) et l'électrovanne YA1 se ferme. Quinze (15) s'après le mixage complet du mélange, YA2 s'ouvre pour déverser le produit dans le chaudron et le moteur M1 s'arrête : c'est le début du deuxième cycle.

S6

Cinq (05) secondes après, le chaudron est rempli (S6 actionné), l'électrovanne YA2 se ferme, le couvercle se referme (S5 actionné) et les résistances sont mises sous tension pour chauffer le mélange. Trente (30) secondes après, temps nécessaire pour le chauffage (1500°), le troisième cycle commence par l'ouverture de à l'électrovanne YA3 pour permettre le remplissage des tuyaux. Dix (10) secondes après, niveau plein des tuyaux atteint (S8 actionné), l'électrovanne YA3 se ferme et le moteur M3 du compresseur démarre, permettant ce dernier de souffler dans les tuyaux. Deux cas se présentent 5 seconde après le démarrage du compresseur et l'ouverture simultanément YA4, YA5 et YA6 :

- Si trois bouteilles sont présentes sur le tapis (S10 actionné), le moteur M4 démarre pour évacuer les bouteilles dans la chambre de lavage (S11 actionné). On tempore trois (03) secondes, trois (03) autres bouteilles se présentent et le cycle recommence jusqu'à 10 reprise. Une fois les 10 reprises complètes, les tuyaux vides (S9 actionné), le couvercle du chaudron s'ouvre (S4 actionné), les résistances mises hors tension et le moteur M4 s'arrête. Le cycle général est terminé et un autre cycle peut démarrer une fois que S1 est actionné. On peut à tout instant arrêter un cycle de fonctionnement en actionnant sur S0.
- Si une bouteille manque ou deux, S10 est non actionné et le tapis ne démarre pas. Une temporisation de dix (10) secondes est enclenchée pour permettre l'attente des bouteilles manquantes. Une fois au couplet (les dix (10) secondes sont écoulées), il s'en suit la présence des trois bouteilles sur le tapis (S10 actionné), le moteur M4 démarre pour évacuer les bouteilles dans la chambre de lavage (S11 actionné). Une temporisation de trois (03) secondes est lancée, Trois (03) autres bouteilles se présentent et le cycle recommence jusqu'à dix (10) reprise. Une fois les dix (10) reprises complètes, les tuyaux vides (S9 actionné), le couvercle du chaudron s'ouvre (S4 actionné), les résistances mises hors tension et le moteur M4 s'arrête. Le cycle général est terminé et un autre cycle peut démarrer une fois que S1 est actionné. On peut à tout instant arrêter un cycle de fonctionnement en actionnant sur S0.

NB : le comptage des 30 bouteilles se fait par un compteur C qui est incrémenté à chaque fois trois (03) bouteilles entre dans la chambre de lavage.



**Remarque :**

- Le dispositif de chargement du sable, du calcaire et de la soude n'est pas étudié.
- Le dispositif de lavage des bouteilles n'est pas étudié.
- Lors de l'arrêt d'un cycle par **S0**, la reprise doit se faire selon les conditions initiales.

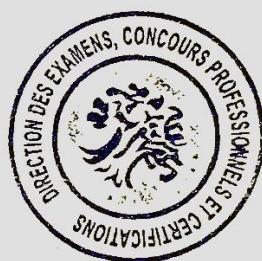
**Signalisation :**

Les moteurs **M1**, **M2**, **M3** et **M4** sont signalés respectivement par les voyants **H1**, **H2**, **H3** et **H4**.

**D°) TRAVAIL DEMANDE :**

1. Donner le couplage des moteurs **M2** et **M4**, des résistances **R** et la tension nominale d'un enroulement de **M3**. (2pts)
2. Réaliser le schéma de puissance des moteurs **M1**, **M3** et **M4**. (3pts)
3. Etablir le grafset point de vue partie commande. (9pts)
4. Donner les équations issues de ce grafset. (6pts)

ATION DES EXAMENS



Examen : Brevet de Technicien Supérieur (BTS)

Session : 2022

Spécialité : Electrotechnique

Durée : 04h

Epreuve : Informatique industrielle

**EXERCICE N°1 : CONTROLE DES CONNAISSANCES (7 PTS)**

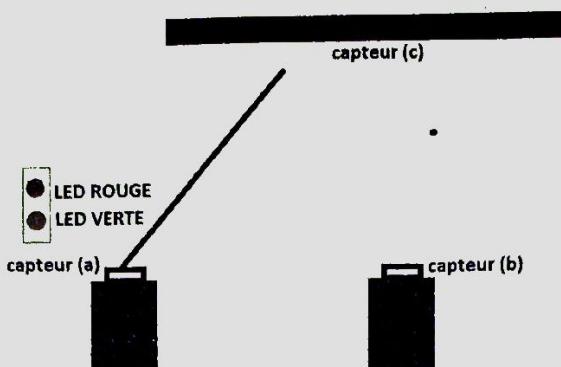
Entourez la ou les bonnes réponses

1. La mémoire qui permet l'opération de lecture et d'écriture à la fois est
  - a) ROM
  - b) RAM
  - c) EPROM
  - d) EEPROM
2. Une mémoire de 8K mots de 14 bits peut contenir au plus
  - a) 14000 octets
  - b) 14336 octets
  - c) 112 bits
  - d) 8000 bits
3. Un bus d'adresse de 30 bit permet l'accès à une mémoire de capacité
  - a) 8Mo
  - b) 1000Mo
  - c) 1024 Mo
  - d) 10Mo
4. Une horloge de 8MHz fait :
  - a) 8 millions de cycles par seconde
  - b) 8 milliards de cycle par seconde
  - c) 8 cycles
  - d) 1600 cycles par seconde
5. Le microcontrôleur PIC16F877A dispose des ports d'entrées/sorties
  - a) A & B.
  - b) C & D.
  - c) E.
  - d) Les réponses a) & b).
  - e) Les réponses a), b) & c).
6. Répondre brièvement aux questions suivantes :
  - 6.1. Citer les trois (3) composantes principales d'un microcontrôleur et donner le rôle de chaque une des composantes citées.
  - 6.2. Citer les bus du microcontrôleur et les définir un à un
  - 6.3. Comment est subdivisée la mémoire du microcontrôleur et quelle est la capacité de chaque subdivision?
  - 6.4. C'est quoi un PORT et comment peut-on l'identifier?
  - 6.5. Quelle est la différence entre un Registre et l'Accumulateur?

## Exercice N°2 Commande d'une barrière (8 PTS)

Le système mis en œuvre est une barrière située à un passage à niveau.

La barrière est entraînée par un moteur dans les sens de l'ouverture et de la fermeture.



Le capteur (a) limite l'ouverture de la barrière et le capteur (b) la fermeture.

Au repos la barrière est ouverte, la led verte est allumée et les véhicules peuvent traverser.

À l'approche d'un train détecté par le capteur (c) la barrière se ferme, la led verte s'éteint et une led rouge s'allume.

A la fin de la fermeture de la barrière (b actionné) le moteur s'arrete et la led rouge reste allumée. Après le passage du train le capteur (c) déactivé enclanche une temporisation de 2secondes avec la led rouge allumée. A la fin de la temporisation la barrière s'ouvre .

La barrière complètement ouverte (a actionné), le moteur s'arrete, la led verte s'allume et la led rouge s'éteint et les véhicules peuvent à nouveau traverser.

a : capteur barrière ouverte	KMT : contacteur ouverture barrière
b: capteur barrière fermée	H1 : Led rouge
c : capteur détection de train	H2 : Led vert
KDE : contacteur fermeture barrière	

### Questions:

1. Effectuer l'adressage des entrées PORTB et des sorties PORTD ;
2. Proposer un organigramme conforme au cahier des charges ;
3. Ecrire le programme en assembleur

### **Exercice N°3 (5 PTS)**

Ecrire un programme en micro C pour faire défiler au pas de 100 ms de la gauche vers la droite le texte « BIENVENUE DANS LE LABO ELECTROTECHNIQUE » si le capteur (Sa) est activé, sinon afficher le texte « BIENVENUE DANS L'ETABLISSEMENT 2021 ».

**Remarque :** voir le document de choix des connections de l'afficheur LCD

#### **Choix des connections**

sbit LCD_RS at RC2_bit;	sbit LCD_RS_Direction at TRISC2_bit;
sbit LCD_EN at RC3_bit;	sbit LCD_EN_Direction at TRISC3_bit;
sbit LCD_D4 at RC4_bit;	sbit LCD_D4_Direction at TRISC4_bit;
sbit LCD_D5 at RC5_bit;	sbit LCD_D5_Direction at TRISC5_bit;
sbit LCD_D6 at RC6_bit;	sbit LCD_D6_Direction at TRISC6_bit;
sbit LCD_D7 at RC7_bit;	sbit LCD_D7_Direction at TRISC7_bit;



### EXERCICE N° 1

Une centrale industrielle de production d'énergie électrique à une demande maximale de 70 MW et sa capacité installée est un générateur de 50 MW. L'excès d'énergie si besoin est acheté à partir du réseau national. La courbe de charge de la centrale est définie comme suit :

Temps en heures	0h 0-6	2h 6-8	4h 8-12	8h 12-14	14h 14-18	4 18-22	2h 22-24
Charge en MW	30	46	60	46	66	70	36

### Déterminer :

- 1- Le facteur de charge de la centrale
- 2- Le facteur de charge du générateur
- 3- L'énergie achetée à partir du réseau national
- 4- Le facteur d'utilisation de la centrale

$$F_{ch\ cent} = \frac{D_{moy\ cent}}{D_{max\ cent}}$$

$$F_{ch\ gene} = \frac{P\times t}{D_{max\ cent}}$$

$$\frac{t}{D_{max\ cent}} = 1,4$$

### EXERCICE N° 2

Une rame du TER (Train Express Régional) roule entre Dakar et Thiaroye distants de 16 KM.

La rame est alimentée par deux sous-stations maintenues à des tensions respectives de 600 V et 590 V. La rame absorbe un courant de 300 A lorsqu'il est en mouvement. La résistance de la voie pour un aller-retour est de 0,04 Ω / KM.

### Calculer :

1. Le point sur la voie où le potentiel est minimum
2. L'intensité du courant fourni par chaque sous-station

### EXERCICE N° 3

La salle de dessin d'un institut d'architecture possède les dimensions suivantes : 30 m x 20 m x 8 m. La hauteur de fixation des lampes est de 5 m et le niveau d'éclairement est de 144 Lm/m<sup>2</sup>.  $E = E_{\text{P}} \times P$

En utilisant des lampes à incandescence, calculer la puissance et le nombre de lampes. Faire une esquisse de la salle avec la disposition des lampes sur le plan.

On donne.

Coefficient d'utilisation = 0,6

Facteur de maintenance = 0,75

Rapport espace / hauteur = 1

Rapport Lumens/Watts pour les lampes de 300 W = 13 -

Rapport Lumens/Watts pour les lampes de 500 W = 16

### BAREME : POINTS / EXERCICE

EXERCICE N° 1 : 8 POINTS

EXERCICE N° 2 : 8 POINTS

EXERCICE N° 3 : 4 POINTS



**EXAMEN:** Brevet de Technicien Supérieur en industrie (BTS)

**SESSION:** 2022

**SPECIALITE:** Electrotechnique

**COEF:** 4

**EPREUVE:** Machines Electriques et Electronique de puissance.

**DUREE:** 4 heures

L'étude porte sur une installation électrique dont le schéma synoptique est donné par la figure 1.

L'installation est composée d'une :

- Machine synchrone
- Charge AC
- Machine DC

La machine DC est alimentée par un hacheur série dont la tension d'alimentation est obtenue à partir d'un convertisseur AC/DC lié à un transformateur. Ces derniers ne font pas parti de l'étude.

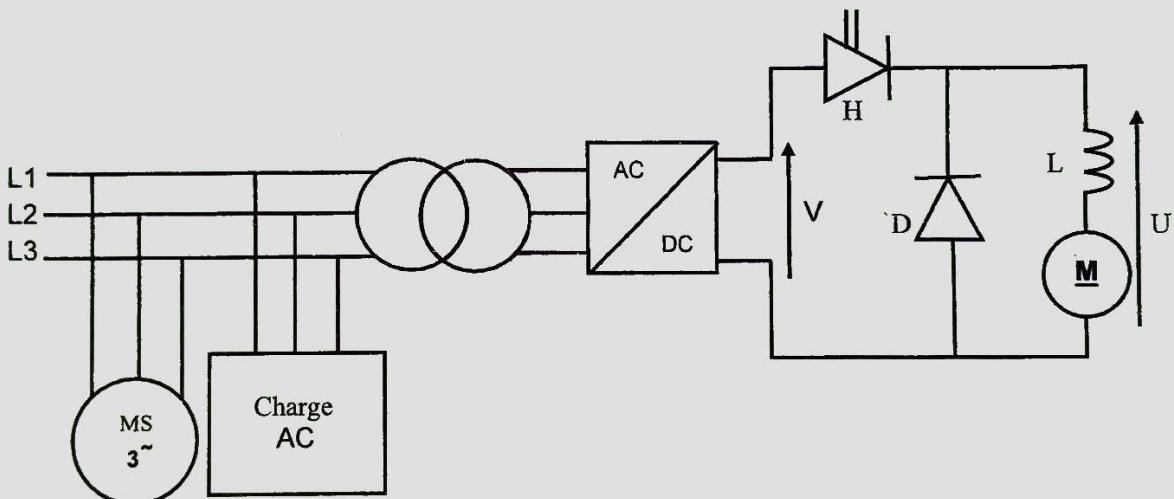


Figure 1 : Synoptique installation

### PROBLEME 1 : Etude de la machine à courant continu (24) pts

Les indications figurant sur la plaque signalétique d'un moteur à courant continu, excitation série, sont les suivantes : 500 V ; 210 A ; 100 kW ; 1 000 tr/min.

L'essai à vide est effectué à 1000 tr/min en excitation séparée (machine fonctionnant en génératrice) a donné les résultats suivants :

E : tension à vide aux bornes de l'induit, en volts.

I<sub>s</sub> : courant d'excitation en ampères.

E	100	200	255	343	392	423	454	484	492	524	548	564	588
I <sub>s</sub>	22	44	57,2	81,7	104	118	140	165	176	210	238	258	290

Les résistances mesurées à chaud ont pour valeur :

$$R_a = 0,06 \Omega \text{ pour l'induit}$$

$$R_s = 0,03 \Omega \text{ pour l'inducteur.}$$

Les pertes autres que celles par effet Joule seront négligées.

$$\text{E_perte} = P_C + P_J$$

*Aller, fait* \* 1.1. La machine fonctionne en génératrice série chargée par une résistance  $R$  (freinage sans récupération). La chute de tension due à la réaction d'induit est  $\epsilon = 6 \text{ V}$  à 1000 tr/min pour un courant de 210 A.

1.1.1. Déterminer la valeur de  $R$  pour que la machine débite son courant nominal 210A à 1000tr/mn.

(2) pts

1.1.2. Quelle est alors la valeur du couple de freinage ? (1) pts

1.1.3. Quelle est la nouvelle valeur de  $R$  si la machine débite son courant nominal à 800 tr/min ? (1) pts

1.1.4. Calculer la vitesse lorsque la machine fournit une puissance de 42 kW avec un courant de 210 A :

a) Sans rhéostat d'excitation.

b) Dans le cas où l'on place en dérivation avec l'inducteur une résistance de  $0,06 \Omega$ . (2) pts

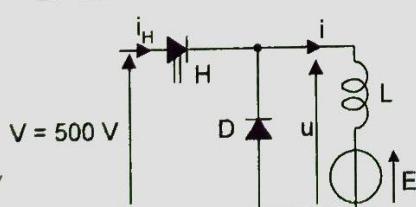
*Moteur série* \* 1.2. La machine fonctionne en moteur série alimenté sous 500 V. Il est rappelé que dans toute la suite du problème. On supposera que la machine est parfaitement compensée

1.2.1. Le moteur absorbe un courant de 210 A. Calculer sa puissance utile, sa fréquence de rotation et son couple électromagnétique. (2) pts

1.2.2. On place en parallèle avec l'inducteur une résistance de  $0,11 \Omega$ . Le moteur, toujours alimenté sous 500 V, absorbe 210 A. Calculer sa fréquence de rotation. (2) pts

1.2.3. La résistance de  $0,11 \Omega$  étant toujours branchée en parallèle sur l'inducteur, quelle devrait être la tension d'alimentation du moteur pour qu'il tourne à 1000 tr/min et absorbe un courant de 104 A ? (2) pts

1.3. Le moteur en série avec une inductance de lissage est alimenté à partir du réseau continu  $V = 500 \text{ Volts}$  par l'intermédiaire d'un hacheur H, selon la figure ci-dessous.



E : force électromotrice du moteur

L : inductance totale du circuit.

Dans cette partie, on négligera la résistance de l'induit et celle de l'inducteur.

Le hacheur H et la diode D sont supposés parfaits. Si l'on désigne par  $T$  la période de fonctionnement de le hacheur, celui-ci est passant entre les instants 0 et  $\theta$  et bloqué entre  $\theta$  et  $T$ . Le rapport cyclique  $\alpha = \frac{\theta}{T}$  peut varier entre 0 et 1. Le courant  $i$ , qui circule de façon permanente, reste compris entre deux valeurs  $i_M$  et  $i_m$  ( $i_M > i_m$ ) prises respectivement aux instants  $\theta$  et 0.

**1.3.1.** Tracer la courbe représentant les variations en fonction du temps de la tension  $u$  (voir document réponse) ; calculer la valeur moyenne  $U$  de  $u$  en fonction de  $\alpha$  et  $V$ . (2) pts

**1.3.2.** Le hacheur étant passant ( $0 < t < \theta$ ), en utilisant la relation des tensions, écrire l'équation différentielle donnant  $i$ . En déduire l'expression de  $i$ , en tenant compte du fait que  $i = I_m$  (intensité minimale du courant) à  $t = 0$ . (2) pts

**1.3.3.** Le hacheur étant bloqué ( $\theta < t < T$ ), en utilisant la relation des tensions, écrire l'équation différentielle donnant  $i$ , et en déduire l'expression de  $i$ , en tenant compte du fait que  $i = I_m$  (intensité maximale du courant) à  $t = \theta$ . (2) pts

**1.3.4.** Tracer les courbes représentant les variations en fonction du temps du courant  $i$ , du courant  $iH$  dans le hacheur et du courant  $iD$  dans la diode (voir document réponse). Exprimer la valeur moyenne  $I$  de  $i$  en fonction de  $I_m$  et  $I_M$ . (1) pts

**1.3.5.** La fréquence du hacheur est 250 Hz,  $V = 500$  V ;  $\alpha = 0,6$  ;  $E = 300$  V ;  $L = 10$  mH. On donne :

$$\Delta i = \frac{V-E}{L} \alpha T. \text{ Calculer } i_M \text{ et } i_m \text{ si le courant } I \text{ moyen dans le moteur est égale à } 150 \text{ A. (1) pts}$$

**1.4.** Le moteur étant alimenté à partir du réseau continu par l'intermédiaire du hacheur ( $V = 500$  Volts), l'inductance de filtrage est suffisamment importante pour que le courant  $i$  puisse être considéré comme constant, et soit donc égal à sa valeur moyenne  $I$ . La résistance de l'ensemble moteur-inductance est  $0,2 \Omega$  ; aucun rhéostat n'est placé en parallèle sur l'inducteur.

**1.4.1.** Pour une valeur quelconque du rapport cyclique  $\alpha$ , l'intensité du courant absorbé par le moteur est 140 A.

a) Exprimer le couple moteur en fonction de  $\alpha$  et  $n$ (trs/s)

$$T_m = K \cdot n = 2\pi K \cdot n$$

b) La machine entraînée oppose un couple résistant  $T_r = 607$  N.m. Calculer la f.c.é.m. et la fréquence de rotation correspondant à un rapport cyclique  $\alpha = 0,4$ . (2) pts

**1.4.2.** Le courant absorbé est 118 A et la fréquence de rotation 350 tr/min. Calculer la valeur du rapport cyclique  $\alpha$  correspondant. (2) pts

## PROBLEME 2 : Etude de la machine synchrone (16) pts

L'étude suivante porte sur un moteur synchrone, utilisé pour compenser l'énergie réactive consommée.

### 2.1. ETUDE DES PERTURBATIONS

La charge AC, les bureaux sont situés dans un bâtiment, qui se trouve à 850 m du local technique contenant le transformateur d'alimentation générale. La liaison s'effectue en 230 V/400 V triphasé, par l'intermédiaire de 3 câbles de  $35 \text{ mm}^2$  de section pour les phases et de  $10 \text{ mm}^2$  de section pour le neutre. L'éclairage est réalisé par des lampes fluorescentes qui correspondent en régime permanent à une charge triphasée équilibrée de 50 kW avec un facteur de puissance  $k = 0,76$  inductif. On rappelle que les courants seront considérés comme sinusoïdaux.

### **2.2.1.2 Essais en court-circuit (2) pts**

On effectue un court-circuit symétrique sur les trois phases, on obtient les deux essais suivants :

$$I_e = 0 \text{ A}, I_{cc} = 0 \text{ A}, \quad I_e = 0,38 \text{ A}, I_{cc} = 70 \text{ A}.$$

Par ailleurs, une mesure de la résistance entre phase et neutre a donné  $R = 0,1 \Omega$ . Calculer la valeur de la réaction de synchrone  $X_S$

Pour la suite, on négligera la résistance  $R$  devant la réactance synchrone  $X_S$ , ainsi que les pertes mécaniques et les pertes dans le fer.

### **2.2.2. Compensateur synchrone**

La machine fonctionne en compensateur synchrone : elle ne fournit aucune puissance mécanique mais elle fonctionne à vide en absorbant un courant en avance de  $\pi/2$  rad sur la tension simple correspondante. Elle fournit donc une puissance réactive qui compense celle consommée par l'installation.

**2.2.2.1.** Déterminer à l'aide des hypothèses du 2.1 la puissance réactive totale consommée par les lampes. En déduire la valeur efficace de l'intensité du courant qui doit circuler dans la machine pour fournir cette même puissance réactive. (2) pts

**2.2.2.2.** Donner la relation entre  $V$ ,  $E_v$  et  $I$ , puis représenter ces grandeurs sur un diagramme de Fresnel. (2) pts

**2.2.2.3.** Déterminer la valeur du courant d'excitation correspondant à ce fonctionnement. (1) pts

**2.2.3.** Amélioration du facteur de puissance à l'aide de la machine synchrone (1) pts

**2.2.3.1.** La tension composée d'alimentation à 400 V est maintenue. La machine fonctionnant en compensateur synchrone, en parallèle avec la charge (l'ensemble du bâtiment) elle fournit, comme précédemment, une puissance réactive égale à celle qui est consommée par les lampes. Déterminer la nouvelle valeur du courant dans les câbles de phase. (2) pts

**2.2.3.1.** Déterminer la nouvelle valeur des pertes en ligne. (1) pts

**2.2.3.1.** Proposer une ou plusieurs solutions pour diminuer encore ces pertes en ligne. (1) pts

$$I_{eff} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

## Etude des pertes en ligne

### 2.1.1. Intensités

On suppose que la chute de tension dans les câbles a été prise en compte et que la tension composée pour le bâtiment de bureaux est bien de 400 V.

- Déterminer l'intensité efficace  $I$  dans chaque conducteur de phase.
- Quelle est l'intensité efficace du courant  $I_N$  dans le conducteur de neutre ? (1) pts

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{R}$$

### 2.1.2. Résistance des câbles

Les câbles sont des conducteurs cylindriques en aluminium, de résistivité en conditions normales de fonctionnement :  $\rho = 2,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ . Calculer la résistance totale de chacun des câbles.

Par la suite on prendra les valeurs suivantes, qui prennent en compte les résistances des connexions : phase :  $1,0 \Omega$ , neutre :  $2,5 \Omega$ . (1) pts

### 2.1.3. Pertes par effet Joule

Déterminer les pertes totales pour l'ensemble des câbles qui alimentent le bâtiment pour cette valeur du facteur de puissance. (1) pts

## 2.2. CORRECTION DES PERTURBATIONS

Pour améliorer le facteur de puissance du bâtiment on décide d'utiliser un moteur synchrone placé dans le bâtiment. Ce moteur fonctionnera en compensateur synchrone automatique, de manière à ce qu'à chaque instant, le facteur de puissance du bâtiment soit égal à 1.

Les caractéristiques électriques du moteur sont les suivantes : pôles, couplage étoile pour un fonctionnement sur le réseau triphasé 230 V/400 V,  $P_{nominal} = 50 \text{ kW}$ . Pour l'étude il sera modélisé suivant la méthode de la réactance synchrone (modèle linéaire dit de "Behn-Eschenburg"), conformément à la figure

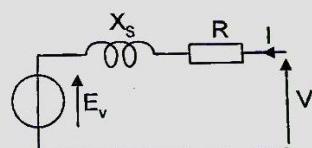


figure 4

correspondant à une phase de la machine dont les enroulements sont supposés couplés en étoile ; dans cette hypothèse on peut écrire  $E_v = \beta I_e$  avec  $\beta = 0,83 \times 10^3 \text{ V.A}^{-1}$ .

### 2.2.1. Paramètres du modèle

Pour déterminer les paramètres du modèle de la machine synchrone, on a réalisé les essais suivants en fonctionnement alternateur.

#### 2.2.1.1. Caractéristique à vide

On a relevé la valeur efficace de la tension à vide  $E_v$  entre phase et neutre en fonction du courant dans le circuit d'excitation  $I_e$ .

$I_e(\text{A})$	0	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
$E_v(\text{V})$	0	41,5	83	124	166	207

A partir de ce tableau de mesures justifier la valeur du coefficient  $\beta = 0,83 \times 10^3 \text{ V.A}^{-1}$ . (1) pts

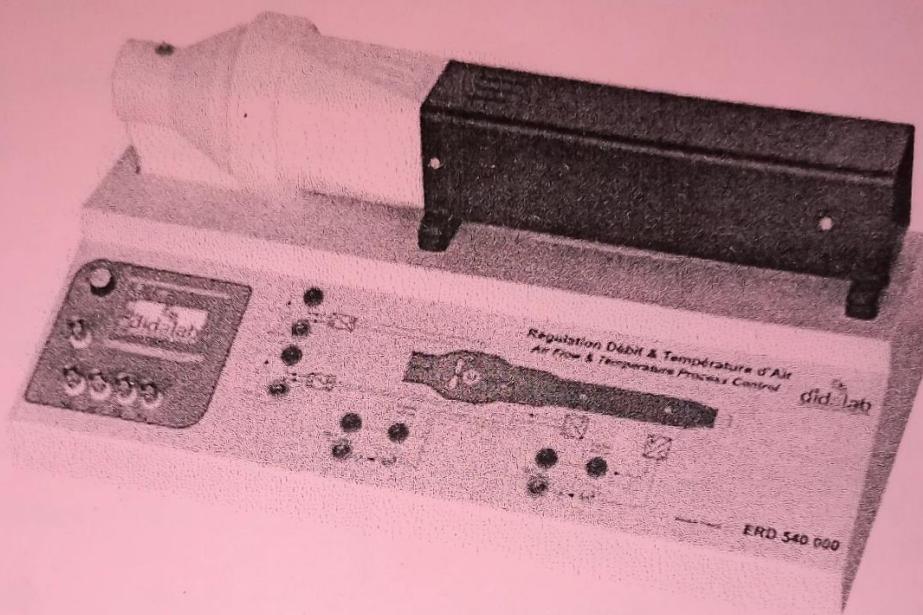
Examen : Brevet de Technicien Supérieur (BTS)  
Spécialité : Electrotechnique  
Epreuve : Régulation et asservissement des systèmes linéaires

Session 2022

Durée : 04h

## Régulation débit d'air

### I) Synoptique



### II) Description :

Le synoptique ci-dessus est une unité de régulation débit d'air. Il est constitué d'un moto-ventilateur à commande proportionnelle et un générateur de consigne qui émet un signal échelon, sinusoïdal et de rampe.

Ainsi la perturbation de débit d'air est générée par un volet basculant qui modifie la surface de l'orifice d'admission d'air.

### III) Etude du système :

#### III.1) Etude en boucle ouverte : (12 pts)

A l'aide des travaux expérimentaux réalisée sur ce présent système nous avons la courbe ci-dessous qui nous montre l'évolution de la mesure de débit d'air et de la sortie régulée en fonction du temps.

REPUBLICHE DU SENEGAL  
UN PEUPLE - UN BUT - U NE FOI

MINISTERE DE L'EMPLOI, DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE, DE L'AOORENTISSAGE ET DE  
L'INSERTION PROFESSIONNELLE

DIRECTION DES EXAMENS, CONCOURS PROFESSIONNELS ET CERTIFICATIONS (DECPC)

Email : decmetfp@gmail.com Tel : +33 864 37 98 Fax : +33 864 37 98

**EXAMEN :** BTS Industrie

**SESSION :** 2022

**SPECIALITE :** Toutes les options

**COEF. :** 03

**EPREUVE :** Gestion - Entreprenariat

**DUREE :** 03 H

**NB : l'épreuve est constituée de deux parties A et B. Leur traitement doit se faire sur deux feuilles d'examen séparées**

**PARTIE A : EPREUVE DE GESTION DES ENTREPRISES**

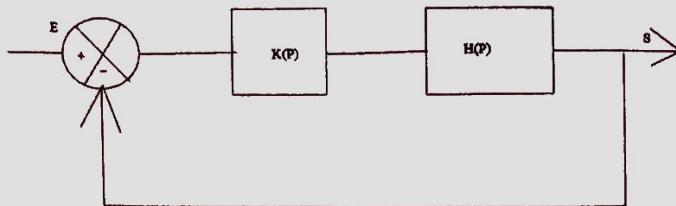
Vous disposez des factures suivantes :

CFAO	DOIT	DIODIO
N° 147		
Le 15/04/2019		
Avance véhicule Peugeot HT	2.500.000	
TVA 18%	450.000	
Net à payer		2.950.000
Réglé par chèque bancaire		

CFAO	DOIT	DIODIO
N° 190		
Le 22/05/2019		
Véhicule Peugeot HT	8.400.000	
Transport HT		600.000
		9.000.000
Avance déduite		2.500.000
		6.500.000
TVA 18%		1.170.000
Net à payer		
Réglé par chèque bancaire		7.670.000

DIODIO	DOIT	SABALY
N° 450		
Le 31/05/2022		
Véhicule Peugeot	4.000.000	
Net à payer		4.000.000
Reçu chèque BICIS		
Remis à la CBAO		

- 3) Tracez le diagramme de Nyquist  $H_1(P)$
- 4) Etudiez la stabilité par les critères de Nyquist du système
- 5) Déterminez l'expression  $s(t)$  du système sachant que l'entrée du système est à échelon constante.
- 6) Donnez le temps de réponse à 5%
- 7) On introduit un correcteur intégral de transmittance  $K(p) = \frac{Ao}{P}$  avec  $Ao = 10$  la transmittance statique du correcteur.  
Le schéma bloc du système est donnée par la figure suite.



**Figure 1**

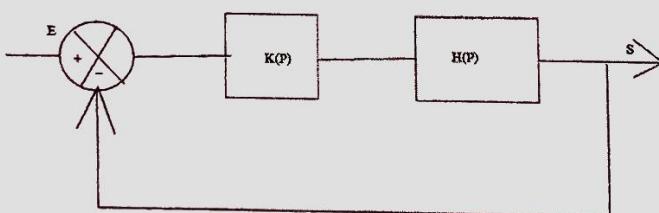
Avec  $H(p) = \frac{0,9}{1+0,33P}$

Calculez la nouvelle FTBO  $H_1(P)$  du système.

- 8) Etudiez la stabilité par la marge de gain et de phase du système avec  $K(P)$
- 9) Comparer les résultats obtenus en 4) et 8).

### **III-2) Etude en boucle fermée : (8 pts)**

Le schéma bloc du système est donnée par la figure suite:



**Figure 2**

On considère  $K(P)$  comme étant un correcteur proportionnel intégral

Avec  $K(p) = K0/P$  avec  $K0 = 5$

- 1) Donnez la FTBF  $H_1(P)$  du système.
- 2) Calculez le gain statique du système.
- 3) Calculer la pulsation  $\omega_c$  de coupure du système bouclé à -3 dB.
- 4) Déterminer l'erreur  $\epsilon(P)$  du système sachant que l'entrée du système est à échelon constant.
- 5) Déduire la précision du système.
- 6) Donner l'expression de  $S(P)$  sachant que l'entrée est à échelon constante.
- 7) Déterminez le dépassement en %.
- 8) Tracer la courbe de Bode de  $H_1(j\omega)$ .

