

Machine de découpage de blocs de marbre

I. Présentation

La machine de la figure ci-dessous, objet de l'étude, permet de découper des blocs cubiques de marbre en plaques de même épaisseur.

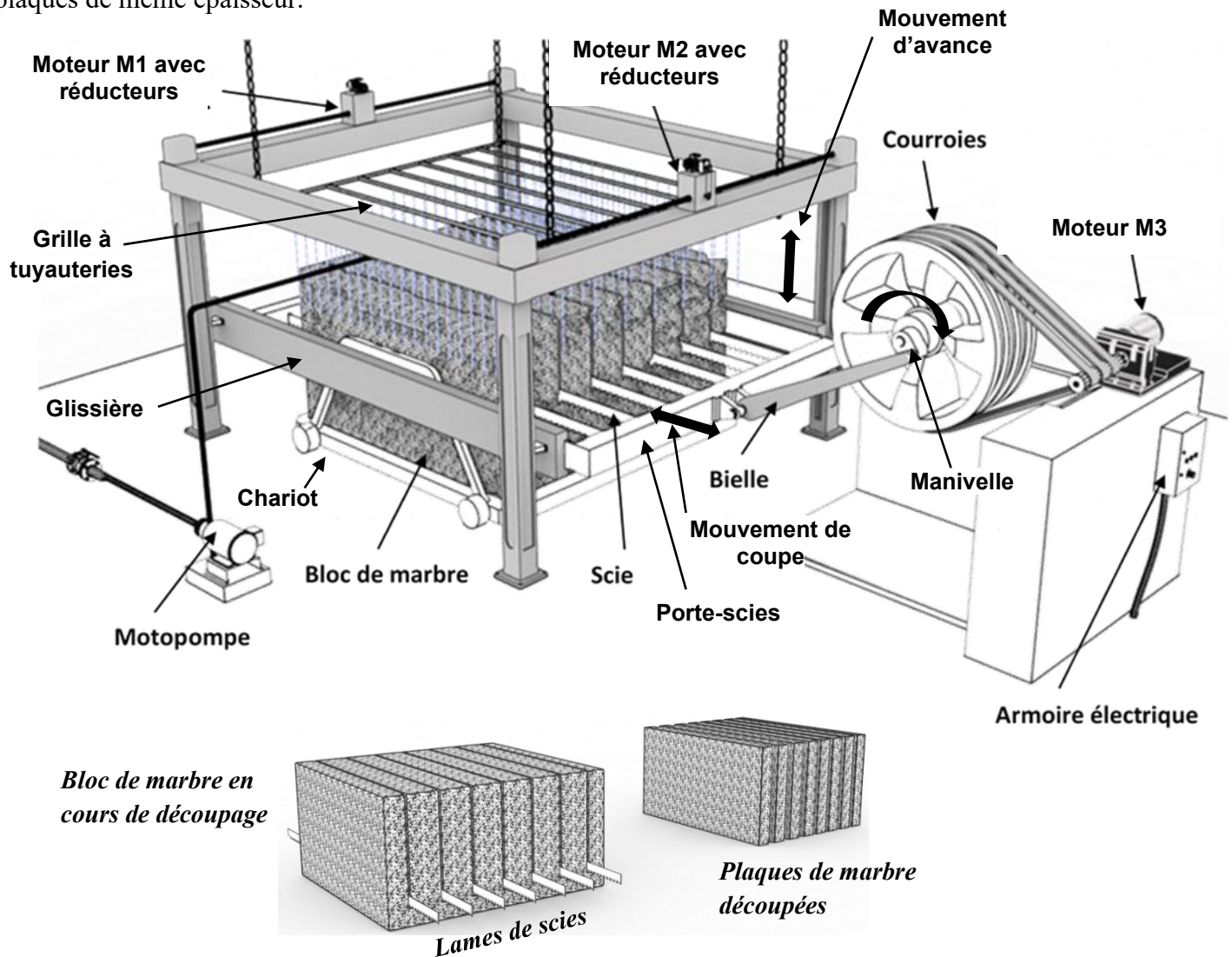


Figure 1- Vue d'ensemble de la machine et blocs de marbre

II. Description du système

La machine est composée de :

- ✓ Un porte-scies qui supporte plusieurs lames en acier diamantées montées en parallèle ;
- ✓ Un mécanisme d'entraînement en translation du porte-scies composé de :
 - Un moteur asynchrone triphasé **M3** ;
 - Un système poulie-courroie ;
 - Un système bielle-manivelle.
- ✓ Deux mécanismes de transmission, identiques, de montée et de descente du porte-scies, composés de deux moteurs à courant continu **M1** et **M2** associés à des réducteurs mécaniques de vitesse ;
- ✓ Une grille à tuyauteries, placée au-dessus du bloc à découper, assure le refroidissement et la lubrification des lames par jet d'eau par le biais d'une motopompe ;
- ✓ Une armoire électrique contenant l'appareillage de commande et de protection.

III. Fonctionnement

D'une part, la commande du moteur **M3** associé au mécanisme qui assure le mouvement de translation alternatif des scies (mouvement de coupe) s'effectue d'une façon semi-automatique par un variateur de vitesse et des boutons poussoirs Marche-Arrêt.

D'autre part, la montée et la descente des scies (mouvement d'avance) sont gérées d'une façon automatique comme il est décrit par le **Grafcet** point de vue système ci-dessous.

Pour des raisons de sécurité, les moteurs **M1** et **M2** s'arrêtent immédiatement si les scies ne sont plus en mouvement de coupe.

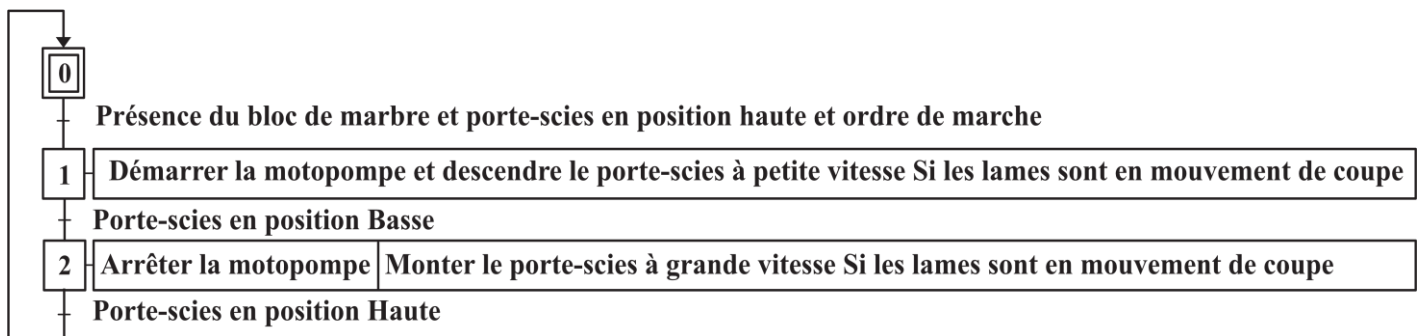


Figure 2- Grafcet point de vue système

IV. SITUATIONS D'ÉVALUATION

SEV 1

Analyse fonctionnelle et étude de la transmission de puissance

24 points

A- Analyse fonctionnelle

Tâche 1 : Application des outils de l'analyse fonctionnelle

Dans le but de définir le besoin auquel doit répondre la machine et d'identifier ses fonctions de services et ses interactions avec son environnement, on se propose de lui appliquer quelques outils de l'analyse fonctionnelle.

Q01) Compléter le diagramme « Bête-à-cornes ».

1 pt

Q02) Compléter le diagramme des interactions « Pieuvre » et le tableau des fonctions de services de la machine de découpage.

3 pts

B- Transmission de puissance

Étude des mécanismes de transmission

La structure des deux mécanismes de transmission permettant la montée et la descente du porte-scies est représentée par la **figure 3** page 4/23.

Chaque mécanisme de transmission est composé de :

- Un moteur à courant continu ;
- Un système de transmission pignon-chaîne ;
- Un réducteur à roue et vis-sans-fin à deux sorties ;
- Deux renvois d'angle (engrenage conique) ;
- Deux systèmes vis-écrou permettent de transformer la rotation de la vis en translation du porte-scies ;

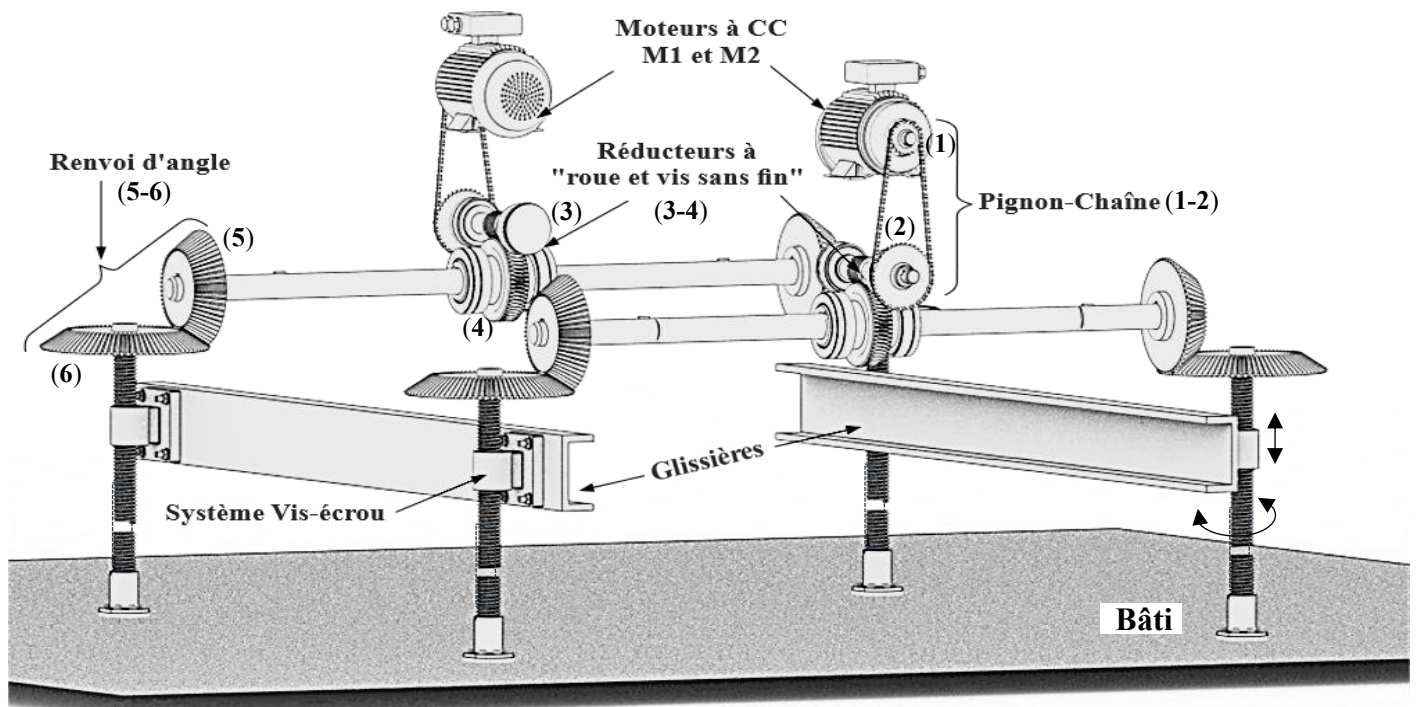


Figure 3- Mécanismes de transmission de puissance entre les moteurs M1 et M2 et les quatre vis verticales

Le tableau ci-dessous résume les données techniques des éléments de chaque mécanisme de transmission.

	Élément de transmission	Données techniques
Mécanismes de montée et de descente des scies	Moteur à courant continu M1 ou M2	Vitesse de rotation nominale $N_m = 1440 \text{ tr/min}$
	Pignon-chaine	Nombres de dents : ▪ $Z_1 = 10 \text{ dents}$ ▪ $Z_2 = 40 \text{ dents}$
	Réducteur à Roue et Vis-sans-fin	Nombre de filets de la vis : $Z_3 = 2 \text{ filets}$ Nombre de dents de la roue : $Z_4 = 60 \text{ dents}$
	Renvoi d'angle (engrenage conique)	Nombre de dents : ▪ $Z_5 = 12 \text{ dents}$ ▪ $Z_6 = ?$ ▪ Rapport de transmission $r_3 = 0,25$
	Système Vis-écrou	Pas du filetage de la vis : $p = 2 \text{ mm}$ Nombre de filets : $n = 1 \text{ filet}$
Mécanisme d'entraînement des scies	Système Poulie-courroie	Diamètre de la poulie motrice : $D_1 = 150 \text{ mm}$ Diamètre de la poulie réceptrice : $D_2 = 2500 \text{ mm}$
	Système Bielle-manivelle	Rayon de la manivelle : $R = 150 \text{ mm}$

Tâche 2 : Détermination du temps nécessaire pour découper un bloc de marbre

En exploitant les données du tableau ci-dessus, répondre aux questions Q03 à Q09.

NB- Tous les résultats doivent être donnés avec **trois chiffres après la virgule**.

Q03) Calculer le rapport de transmission r_1 du système pignon-chaine (1-2).

1 pt

Q04) Calculer le rapport de transmission r_2 du réducteur à roue et vis-sans-fin (3-4).

1 pt

Q05) Sachant que le rapport de transmission du système renvoi d'angle (5-6) est $r_3 = 0,25$, calculer le nombre de dents Z_6 de la roue conique (6). **1 pt**

Q06) En déduire le rapport de transmission global r_g , entre l'arbre de sortie du moteur et l'arbre de sortie du renvoi d'angle. **1 pt**

Q07) Pour $r_g = 0,002$, calculer la vitesse de rotation N_v en **tr/min**, de la vis à la sortie du renvoi d'angle. **1 pt**

Q08) Calculer la vitesse linéaire V_a en **mm/min**, supposée constante, de descente du porte-scies. **2 pts**

Q09) En considérant une hauteur $h = 2 \text{ m}$ entre la **position Haute** et la **position Basse** du porte-scies, déterminer le temps t_d , en minutes puis en heures, nécessaire pour parcourir cette distance. **2 pts**

D'après la **figure 3** page 4/23, on constate que les deux vis verticales, associées au même réducteur, tournent en sens opposés l'une par rapport à l'autre. Ce qui provoque la montée d'une glissière et la descente de l'autre.

Q10) Proposer alors une solution pour que les deux glissières se déplacent dans le même sens tout en gardant la même structure. **1 pt**

Tâche 3 : Détermination de la course du porte-scies et la fréquence de son mouvement

Le mouvement de rotation du moteur **M3** est transmis à l'aide d'un système poulie-courroie. Ce **mouvement de rotation** continu est ensuite transformé en un **mouvement de translation alternatif** du porte-scies à l'aide d'un **système bielle-manivelle**. Le porte-scies possède une course C et une fréquence f_r .

Q11) Compléter le schéma cinématique du mécanisme assurant le mouvement de coupe des scies. **2,25 pts**

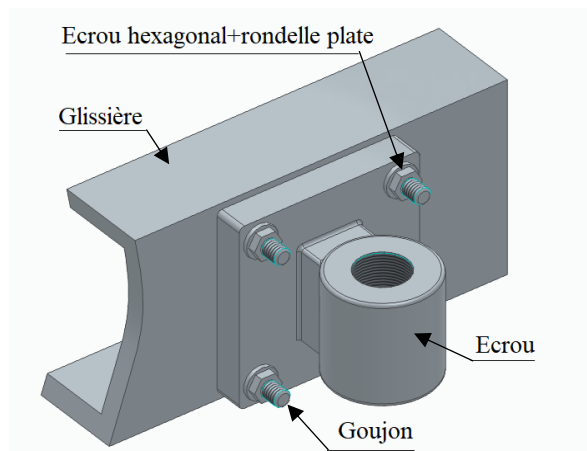
Q12) Si le moteur **M3** tourne à la vitesse $N_m = 1400 \text{ tr/min}$, quelle serait la vitesse de rotation N_s de la poulie réceptrice en **tr/min** ? **1 pt**

Q13) En déduire f_r la fréquence du mouvement de translation alternative du porte-scies en **Cycles/min** sachant qu'un cycle représente un aller-retour du porte-scies. **1 pt**

Q14) Déterminer la course maximale C (en **mm**) du porte-scies lors de son mouvement de coupe. **1 pt**

Tâche 4 : Travail graphique

L'écrou du système vis-écrou est fixé par quatre **goujons soudés** sur la glissière de la machine, chacun de ces goujons est muni d'un écrou hexagonal associé à une rondelle plate.



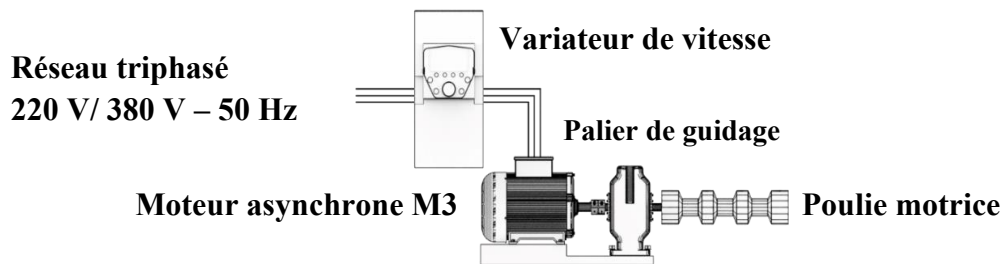
Q15) Sur la vue en coupe de la solution de fixation de l'écrou, on vous demande de : **4,75 pts**

- Mettre en place le cordon de la **soudure circulaire** entre le goujon et la glissière ;
- Compléter le maintien en position de l'écrou sur la glissière en mettant en place la rondelle plate et l'écrou hexagonal.

A- Étude du moteur M3 de découpage et de sa commande

Pour améliorer la durée de vie des lames de scies, la qualité de découpage et la sécurité, la vitesse de découpage doit être ajustée selon la nature du marbre à découper.

Pour ces raisons, le moteur **M3** est commandé par un variateur de vitesse (**ATV312H**) qui varie la tension d'alimentation et la fréquence tout en gardant le rapport $\frac{U}{f}$ constant.

**Tâche 1 : Étude du moteur asynchrone triphasé M3**

Le réseau électrique de distribution est de **220V/380V- 50Hz**. La plaque signalétique du moteur asynchrone triphasé **M3** permettant le mouvement de coupe des scies est donnée ci-dessous :

Moteur asynchrone 3 ~ - 50 Hz							
Pu = 90 kW	η = 87 %	Nr = 1440 tr/min	cos φ = 0,87	Δ 220V	Y 380V	IΔ	IY

Q16) Identifier le couplage des enroulements du moteur asynchrone **M3**, justifier.

1,5 pts

Dans les conditions nominales :

Q17) Calculer la puissance absorbée **Pa**, en déduire le courant dans un enroulement du moteur.

2 pts

Q18) Sachant que le nombre de paires de pôles du moteur est **p = 2**, calculer la vitesse de synchronisme **Ns** en **tr/min**, le glissement **g** (en %) du moteur et le couple utile **Cu** (en **Nm**) en charge nominale.

2 pts

On alimente le moteur **M3** par une tension sinusoïdale de fréquence **f_I = 20 Hz**. Pour un glissement **g_I = 4%** :

Q19) Calculer les nouvelles vitesses **N_{S1}** de synchronisme et **N_{R1}** de rotation (en **tr/min**).

2 pts**Tâche 2 : Étude du variateur de vitesse (ATV312H) pilotant le moteur asynchrone M3.**

Étant donné les circuits de commande et de puissance, répondre aux questions **Q20**, **Q21** et **Q22**.

Q20) Compléter le circuit de commande et de puissance :

2 pts

- ✓ Raccorder le moteur asynchrone triphasé au variateur ;
- ✓ Insérer le contact de sécurité du variateur **R1A-R1C** dans la boucle d'auto-maintien du circuit de commande (On rappelle que ce contact est ouvert au repos et fermé en fonctionnement normal du variateur) ;

Q21) Compléter le tableau par les désignations et les fonctions des éléments proposés.

2 pts

Q22) En utilisant les chronogrammes du variateur de vitesse donnés en **DRES 01**, compléter le tableau par les états logiques des entrées **LI4** et **LI3** qui correspondent aux fréquences indiquées.

2 pts

B- Alimentation des circuits de commande et de signalisation

Les circuits de commande et de signalisation de la machine sont alimentés en **24 V – 50 Hz**. Le transformateur monophasé **T1** utilisé, possède les caractéristiques nominales suivantes : **220 V/ 24 V - 50 Hz - 100 VA**.

Tâche 3 : Étude du transformateur T1

Les pertes totales à charge nominale sont évaluées à **$P_T = 15 \text{ W}$** .

Q23) Calculer le rendement nominal η (en %) du transformateur pour $\cos \varphi_2 = 0,8$. **2 pts**

Q24) Calculer le courant I_{2N} nominal au secondaire du transformateur. **1 pt**

Les pertes à vide (pertes fer P_f) sont de **$P_f = 10,5 \text{ W}$** .

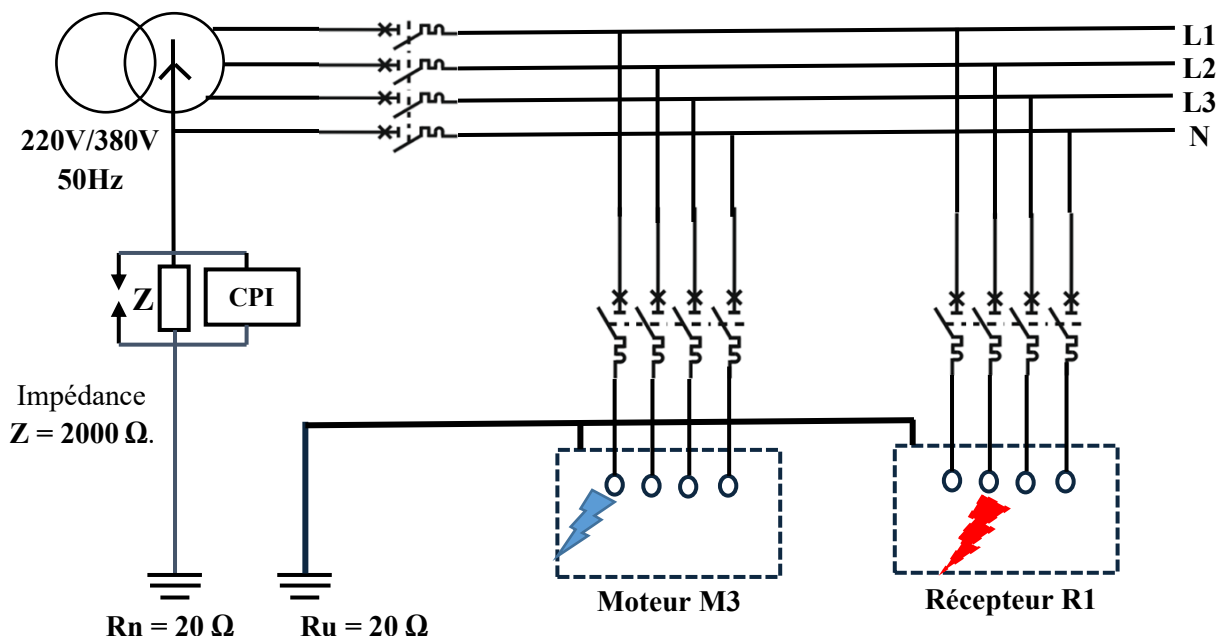
Q25) Calculer les pertes Joule P_J à charge nominale, en déduire la résistance R_S (en $m\Omega$) des enroulements, ramenée au secondaire. **2 pts**

Pour une charge nominale de **$\cos \varphi_2 = 0,8$** (inductif), la chute de tension au secondaire est égale à **$\Delta U_2 = 0,95 \text{ V}$** .

Q26) Déduire la réactance de fuite X_S (en $m\Omega$) ramenée au secondaire. **2 pts**

Tâche 4 : Étude de la protection

Afin d'assurer la protection des personnes et des équipements en cas de défaut électrique, surtout que la machine est dans **un milieu humide**, l'installation électrique utilise un régime de neutre **IT** comme le montre le schéma ci-dessous.



Q27) Expliquer la nomination **IT**. **1,5 pt**

On suppose qu'un premier défaut **franc** apparaît entre la **phase (L1)** et la masse au niveau du moteur **M3**.

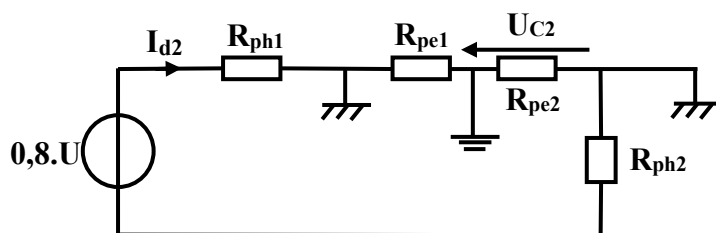
Q28) Compléter le schéma équivalent en cas de ce défaut et calculer son courant de défaut I_{d1} . **2 pts**

Q29) En déduire la tension de contact U_{c1} , ce défaut présente-t-il un danger ? Justifier. **2 pts**

Toujours en présence du premier défaut, un deuxième défaut apparaît entre la **phase 2** et la masse au niveau **du récepteur R1**. On admet une chute de tension nominale de **20%**, sur le réseau.

Le schéma équivalent en cas de double défaut est celui donné ci-dessous, où :

- $R_{pe1} = R_{pe2} = 0,2 \Omega$: résistance de la ligne de protection.
- $R_{ph1} = R_{ph2} = 0,2 \Omega$: résistance de chaque conducteur de phase.



Q30) Calculer le courant de défaut I_{d2} , en déduire la tension de contact U_{C2} et conclure sur l'appareil de protection à utiliser. **2 pts**

SEV 3

Étude partielle de la chaîne d'information

28 points

A- Étude du GRAFCET du système

Tâche 1 : Étude de la commande

Le **Grafcet**, point de vue système, donné à la **figure 2** de la **page 3/23** décrit le fonctionnement du **mécanisme de montée et de descente des scies**.

Le document **DRES 01** donne deux configurations matérielles :

- **1^{ère} configuration** : Le mécanisme est commandé par automate programmable industriel (A.P.I).

Q31) Compléter le **Grafcet point de vue API** traduisant le fonctionnement du mécanisme ;

2,5 pts

Q32) Compléter le **programme LADDER** de la mise en œuvre par automate programmable ;

4,5 pts

- **2^{ème} configuration** : Le mécanisme est commandé par une carte électronique à base du **PIC 16F877**.

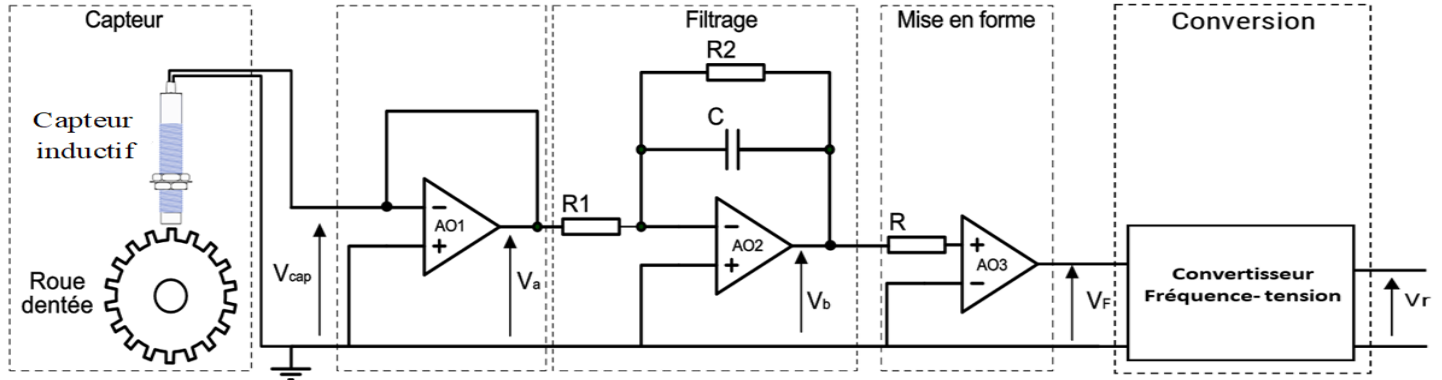
L'organigramme de commande de la machine est composé de :

- ✓ Un organigramme principal de commande de la montée et de la descente du porte-scies ;
- ✓ Une procédure d'interruption matérielle (entrée RB0/INT) qui, si elle est active, arrête le porte scies au cas où les scies ne sont plus en mouvement de coupe.

Q33) Compléter l'organigramme principal de commande de la montée et de la descente du porte-scies. **3,5 pts**

B- Étude de la chaîne d'acquisition de vitesse

La chaîne d'acquisition de la vitesse du moteur **M1**, pour un éventuel traitement, est donnée par le schéma ci-dessous :

**Tâche 2 : Étude du capteur inductif et du circuit de conditionnement**

Les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits. AO1 et AO2 sont alimentés en -15 V , 0 V , $+15\text{ V}$ alors que AO3 est alimenté en 0 V , $+5\text{ V}$.

Q34) En exploitant le document **DRES 02**, déterminer le nombre de dents n de la roue dentée du capteur. 1 pt

Q35) Donner le nom et le rôle du montage réalisé autour de l'amplificateur AO1. 0,5 pt

La tension $V_b(t)$ à l'entrée du montage AO3 (Comparateur à 1 seul seuil) est une tension sinusoïdale ;

Q36) Tracer la forme de la tension de sortie $V_F(t)$ et préciser la valeur de son amplitude. 1 pt

Tâche 3 : Étude du filtre (montage autour de l'amplificateur AO2)

Les impédances complexes des éléments du filtre sont :

$$\underline{Z}_{R1} = R_1; \underline{Z}_{R2} = R_2 \text{ et } \underline{Z}_C = \frac{1}{jC\omega}.$$

On prend : $R_1 = 350\ \Omega$ et $C = 0,1\ \mu\text{F}$.

Q37) Exprimer l'impédance complexe $\underline{Z}_{eq}$ de la mise en parallèle de $\underline{Z}_{R2}$ et $\underline{Z}_C$ en fonction de R_2 , C et ω . 0,5 pt

Q38) Sachant que la fonction de transfert $\underline{T} = \frac{V_b}{V_a} = -\frac{\underline{Z}_{eq}}{\underline{Z}_{R1}}$, la mettre sous la forme $\underline{T} = \frac{T_0}{1+j\frac{f}{f_0}}$ et préciser les expressions de T_0 et f_0 en fonction des composants du filtre. 2 pts

Q39) Préciser le type et la nature du filtre réalisé en cochant les bonnes réponses ; 1 pt

Q40) Sachant que la fréquence de coupure $f_0 = 2,25\text{ kHz}$, calculer la valeur de la résistance R_2 , en déduire la valeur de l'amplification T_0 . 1 pt

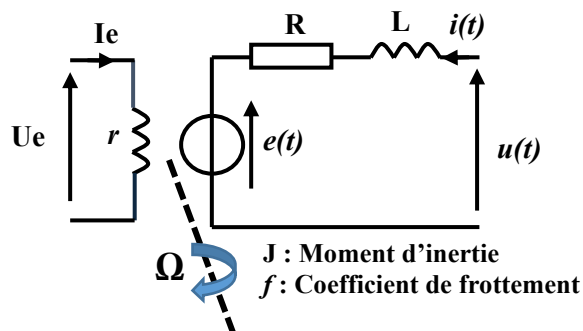
C- Asservissement de vitesse du moteur à courant continu

Pour que les deux glissières (donc les scies) descendent à vitesses égales et constantes, on est amené à asservir les vitesses des deux moteurs à courant continu **M1** et **M2** qui sont identiques.

L'étude de l'asservissement de vitesse se limitera au moteur **M1**.

Tâche 4 : Modélisation du moteur M1 à excitation indépendante (commande par l'induit)

Le schéma équivalent du moteur à courant continu **M1**, à excitation indépendante, est donné ci-dessous.

**Principales caractéristiques du moteur M1 :**

Caractéristiques du moteur M1 en charge	
Tension d'alimentation	$u(t)$
Courant dans l'induit	$i(t)$
Résistance de l'induit (rotor)	$R = 0,1 \, \Omega$
Inductance de l'induit (rotor)	$L = 5 \, mH$
Force électromotrice proportionnelle à la vitesse de rotation du rotor	$e(t) = k_v \cdot \Omega(t)$
Moment d'inertie	J
Coefficient de frottement	f
Couple moteur proportionnel au courant dans l'induit	$C_m = k_c \cdot i(t)$
Couple résistant (charge et perturbations)	C_r

Q41) Exprimer l'équation différentielle électrique de l'induit (modèle électrique), liant la tension $u(t)$ au courant $i(t)$ et la mettre sous la forme : $\tau \frac{di(t)}{dt} + i(t) = A(u(t) - e(t))$ et préciser les expressions de τ et A en fonction des éléments du schéma puis calculer leurs valeurs. **2 pts**

Le modèle mécanique est régi par les équations ci-dessous tenant compte des couples agissant sur le rotor :

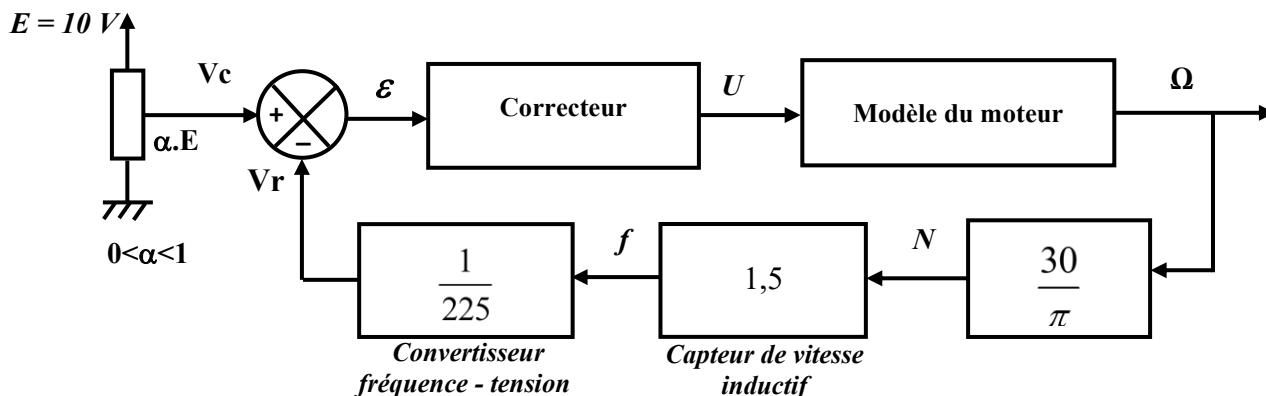
$$J \frac{d\Omega(t)}{dt} + f\Omega(t) = C_m - C_r \quad \text{et} \quad C_m(t) = k_c \cdot i(t)$$

Q42) Compléter le schéma bloc fonctionnel du modèle du moteur. **1,5 pt**

Tâche 5 : Étude de la vitesse en boucle fermée

La figure ci-dessous représente le schéma bloc de l'asservissement de la vitesse du moteur **M1**.

Le moteur est représenté par son modèle simplifié de premier ordre. La chaîne de retour est modélisée par les fonctions de transfert du capteur de vitesse inductif et du convertisseur fréquence-tension. La consigne est obtenue par un montage potentiométrique.

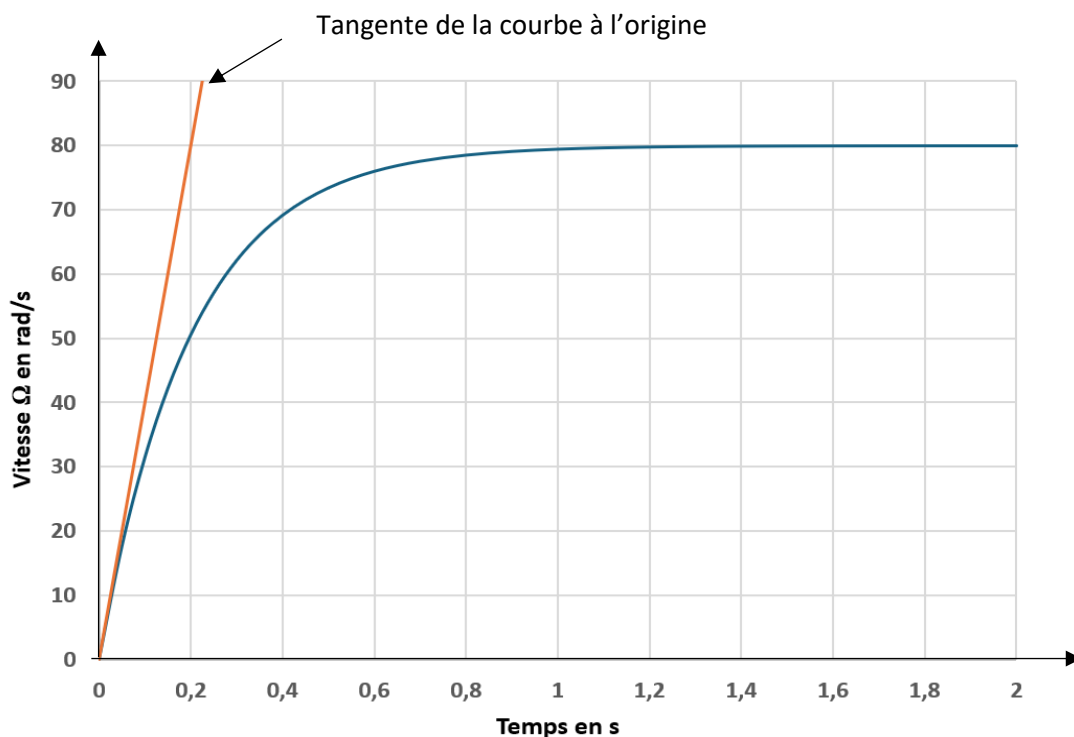


Q43) Montrer que la tension V_r de la chaîne de retour est liée à la vitesse Ω par l'expression :

$$V_r = \frac{1}{5\pi} \cdot \Omega \text{ puis compléter le tableau correspondant (prendre } \pi = 3,14).$$

1,5 pt

Le graphe de la vitesse $\Omega(t)$, donnée ci-dessous, est obtenue pour une consigne de tension $V_c = 5,1 \text{ V}$ avec un correcteur **proportionnel-intégral (PI)**.

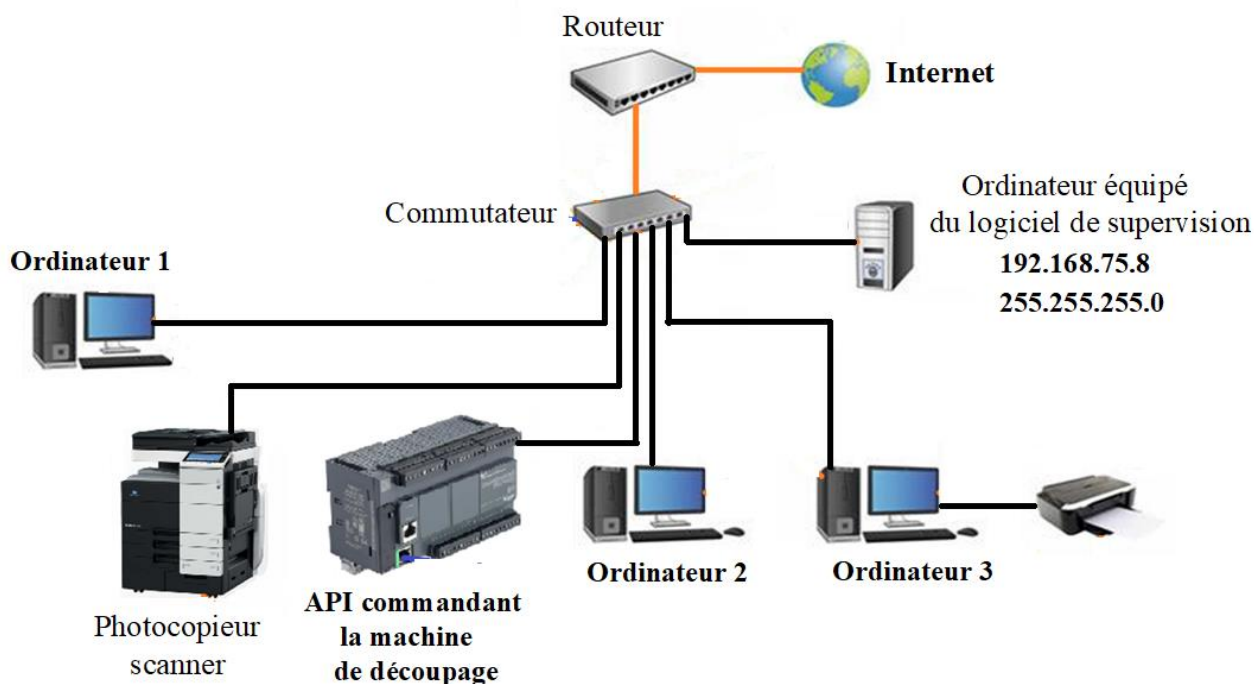


Q44) À partir du graphe $\Omega(t)$, compléter le tableau par la valeur de la vitesse en régime permanent Ω_∞ , la constante du temps du système τ_F et le temps de réponse t_r à 5% correspondant en boucle fermée. Calculer l'erreur statique ε du système et conclure sur le rôle du correcteur (PI).

1,5 pt

D- Réseau local Ethernet de supervision**Tâche 6 : Étude de l'adressage IP du réseau local**

La supervision de la machine de découpage de marbre est effectuée par un logiciel installé sur un poste de travail (ordinateur) relié à un réseau local Ethernet selon la topologie ci-dessous.

**Adressage IP**

L'adresse IP (4 octets) en notation décimale pointée d'une machine est exprimée par 4 **nombres décimaux** compris entre 0 et 255 séparés par des points, Elle est de la forme **x.x.x.x** par exemple : **192.168.75.8**

Plage d'adresses IP	
Adresse mini	Adresse max

Classe A	0	Identifiant réseau		Identifiant machine	
	1	+ 7 bits		24 bits	
Classe B	1	0	Identifiant réseau	Identifiant machine	
	2	+ 14 bits		16 bits	
Classe C	1	1	0	Identifiant réseau	Identifiant machine
	3	+ 21 bits		8 bits	

0.0.0.0	127.255.255.255
128.0.0.0	191.255.255.255
192.0.0.0	223.255.255.255

Q45) Compléter le tableau par la topologie physique, la classe, le masque de sous réseau, l'adresse du réseau correspondant et le nombre de machines adressables dans ce réseau. **2,5 pts**

On veut diviser ce réseau en **quatre sous réseaux**, pour cela on emprunte les deux premiers bits de poids fort de l'identifiant machine, ainsi l'**identifiant réseau** est sur **26 bits** et l'**identifiant machine** sur **6 bits** comme le montre le tableau ci-dessous.

1 ^{er} Octet	2 ^{ème} Octet	3 ^{ème} Octet	4 ^{ème} Octet	
			2 Bits empruntés	Six bits pour les hôtes
XXXX.XXXX	XXXX.XXXX	XXXX.XXXX	XX	XX.XXXX

Q46) Compléter le tableau en donnant le nouveau masque du sous réseau et cocher les adresses des machines qui appartiennent au sous réseau d'adresse IP : **192.168.75.64**. **1,5 pt**

Chronogrammes de sélection de vitesse pour le variateur ATV312H

DRES 01

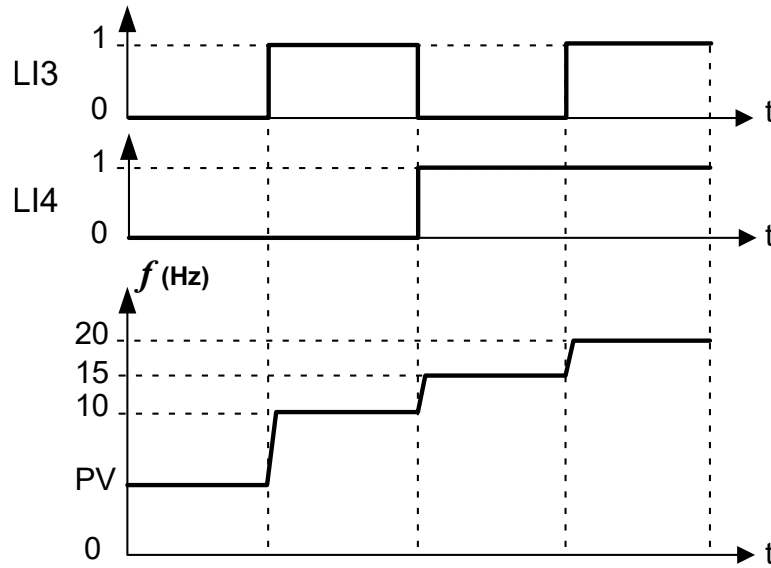
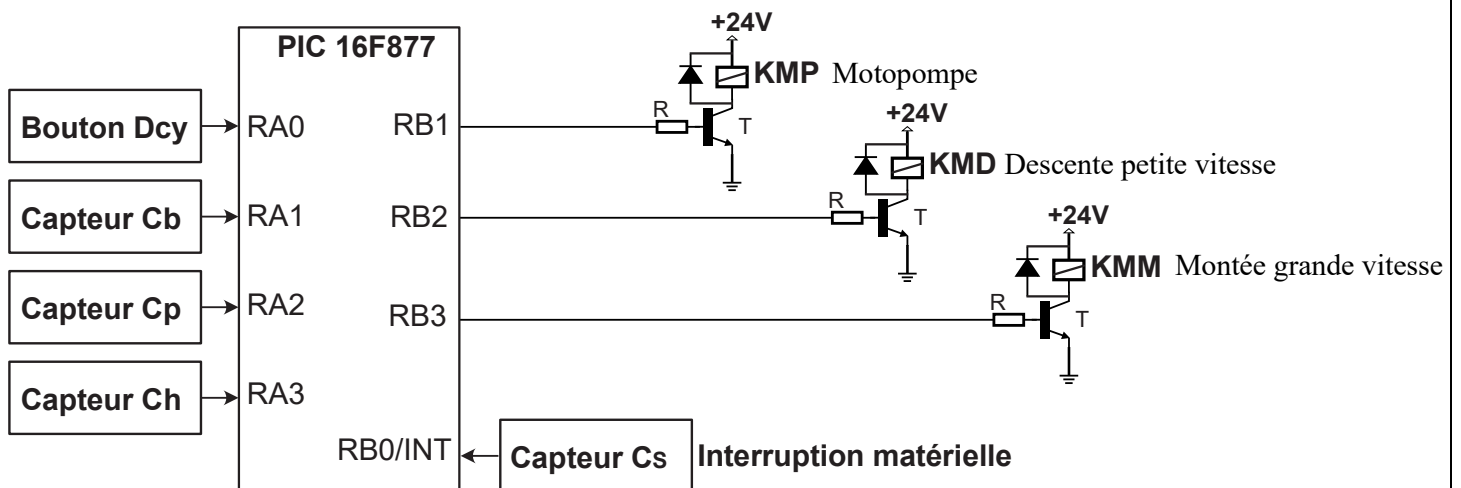
1^{ère} configuration : Configuration matérielle des entrées/sorties de l'A.P.I

Tableau d'identification et d'affectation des entrées

Bouton et capteur	Fonction	API
Dcy	Bouton départ cycle (ordre de marche)	I1
C _p	Capteur « présence du Bloc Marbre »	I2
C _b	Capteur « porte-scies en position Basse »	I3
C _h	Capteur « porte-scies en position haute »	I4
C _s	Capteur « Scies en mouvement de coupe »	I5

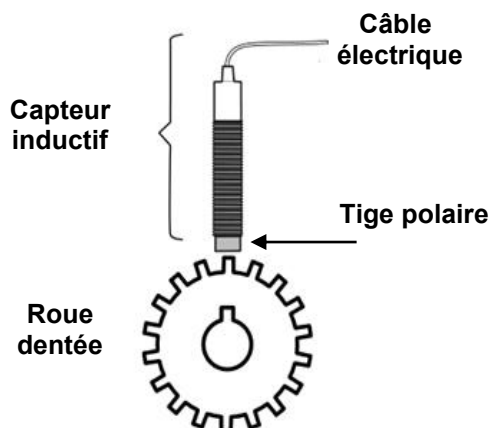
Tableau d'identification et d'affectation des sorties

Préactionneurs	Action	API
KMP	Contacteur commande de la motopompe	Q1
KMD	Contacteur commande de la descente du moteur porte-scies en petite vitesse	Q2
KMM	Contacteur commande de la montée du moteur porte-scies en grande vitesse	Q3

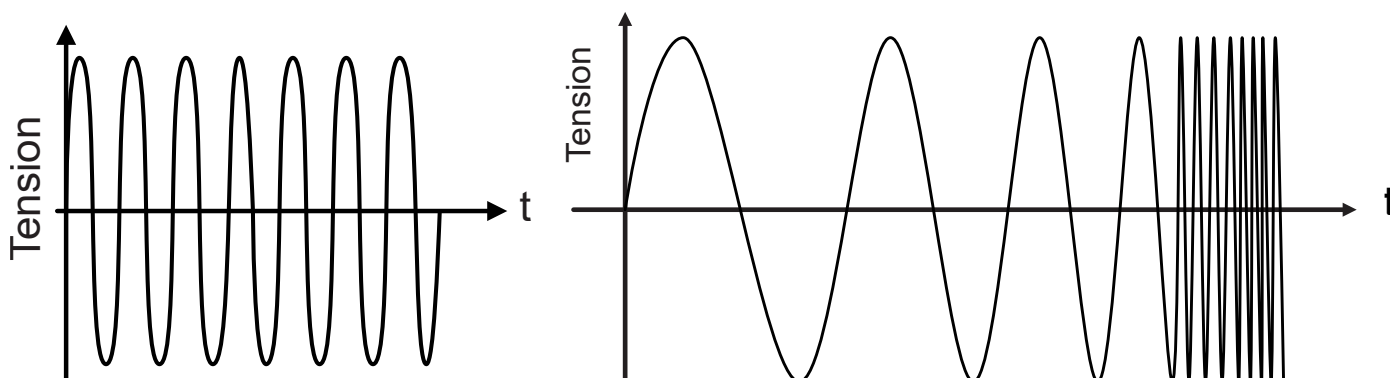
2^{ème} configuration : Configuration matérielle du microcontrôleur PIC 16F877

Capteur de vitesse inductif

DRES 02



Montage du capteur de vitesse inductif

Tension de sortie du capteur en fonction du temps
(À vitesse constante)Tension de sortie du capteur en fonction du temps
(À vitesse variable)

Le capteur génère une tension **sinusoïdale** dont la **fréquence f** du **signal de sortie** est l'image exacte de la **vitesse de rotation N** .

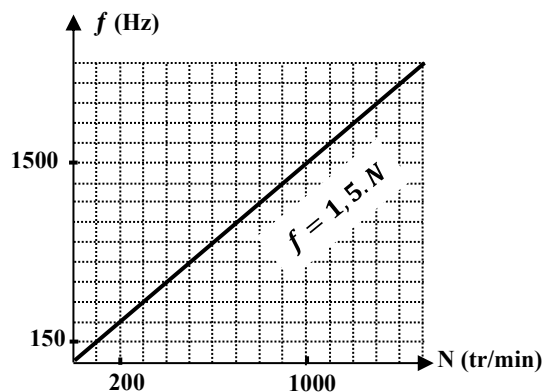
La roue dentée comporte **n** dents. Elle est solidaire à l'arbre du **moteur $M1$** .

La fréquence **f** , en **Hz**, du signal fourni par le capteur est donnée par la formule :

$$f = \frac{n \cdot N}{60}$$

n : nombre de dents de la roue ;

N : vitesse de rotation en **tr/min**.



Caractéristique du capteur
Fréquence **f** (Hz) en fonction de la vitesse du
moteur **N** (tr/min).

Q01)

À qui rend-il service ?

Utilisateur

Sur quoi agit-il ?

.....

Machine de découpage
de blocs de marbre

Dans quel but ?

.....
.....

Q02)

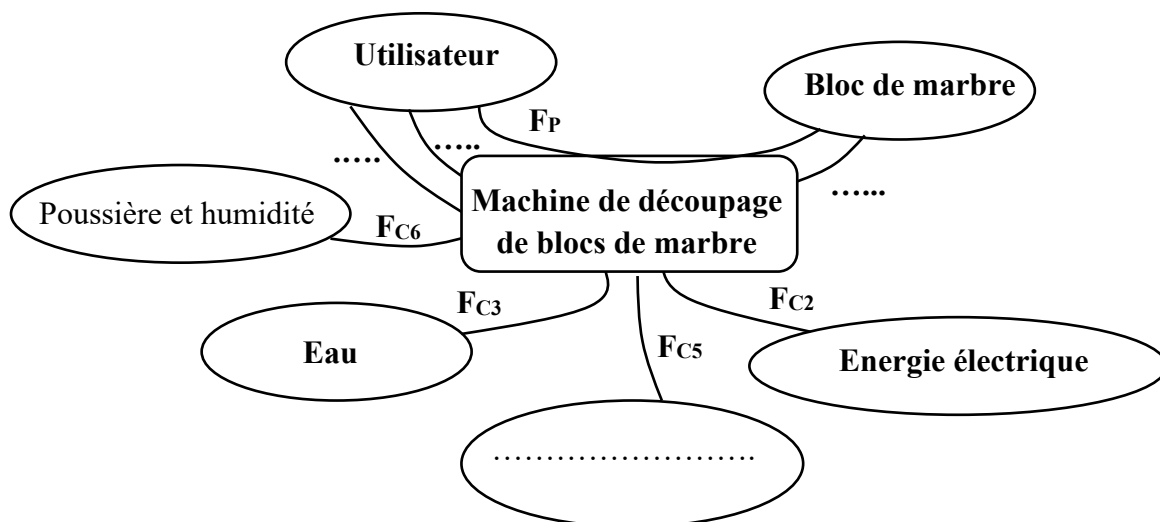


Tableau des fonctions de service de la machine.

Fonctions	Énoncé des fonctions
F _P	Découper les blocs cubiques de marbre en plaques de même épaisseur.
F _{C1}	Être facile à utiliser.
F _{C2}	.....
F _{C3}	Lubrifier et refroidir les scies par jet d'eau.
F _{C4}	Respecter les normes de sécurité.
F _{C5}	Être compatible avec le réseau local de supervision.
F _{C6}	.....
F _{C7}	Être adaptée aux dimensions du bloc de marbre.

Q03)

.....
.....

Q04)

.....
.....

Q05)

.....
.....

Q06)

.....
.....

Q07)

.....
.....

Q08)

.....
.....

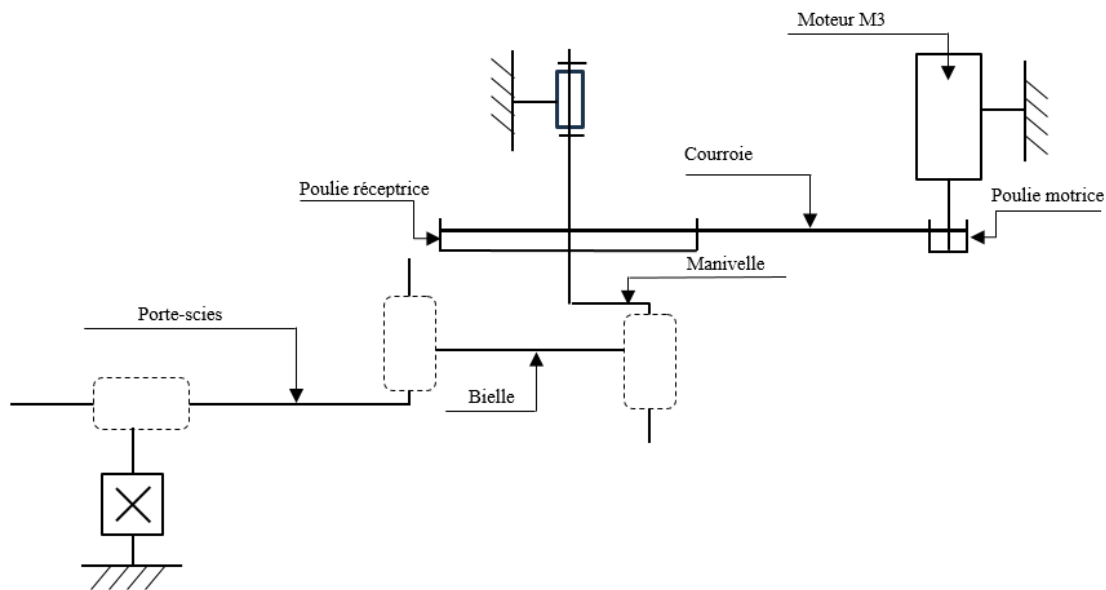
Q09)

.....
.....
.....
.....

Q10)

.....
.....
.....

Q11)

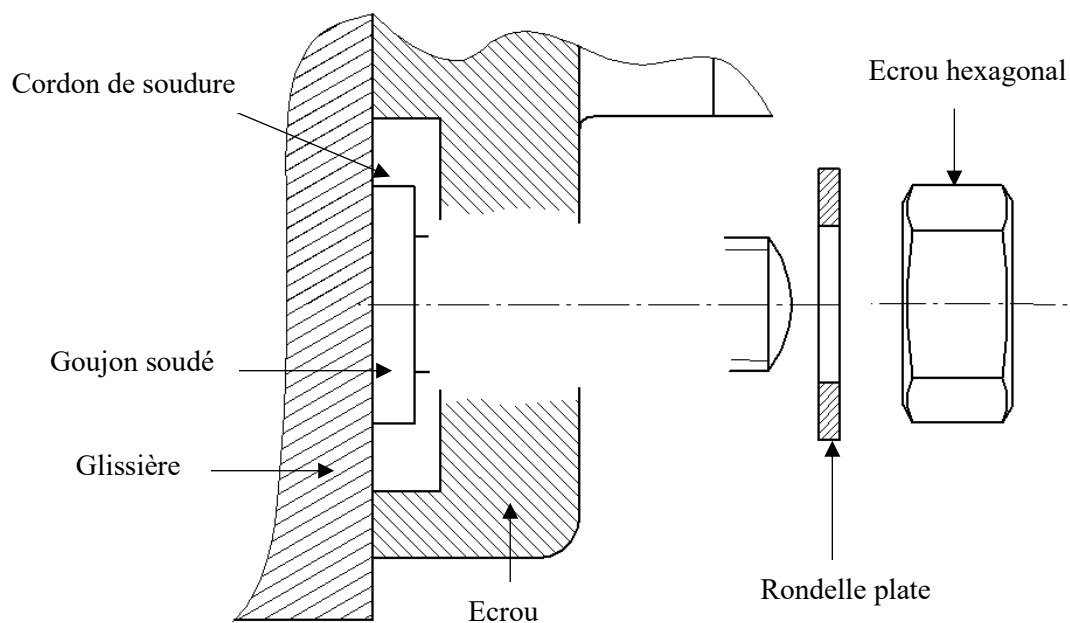


Q12)

Q13)

Q14)

Q15)



Vue en coupe de la solution de fixation de l'écrou

DREP 04

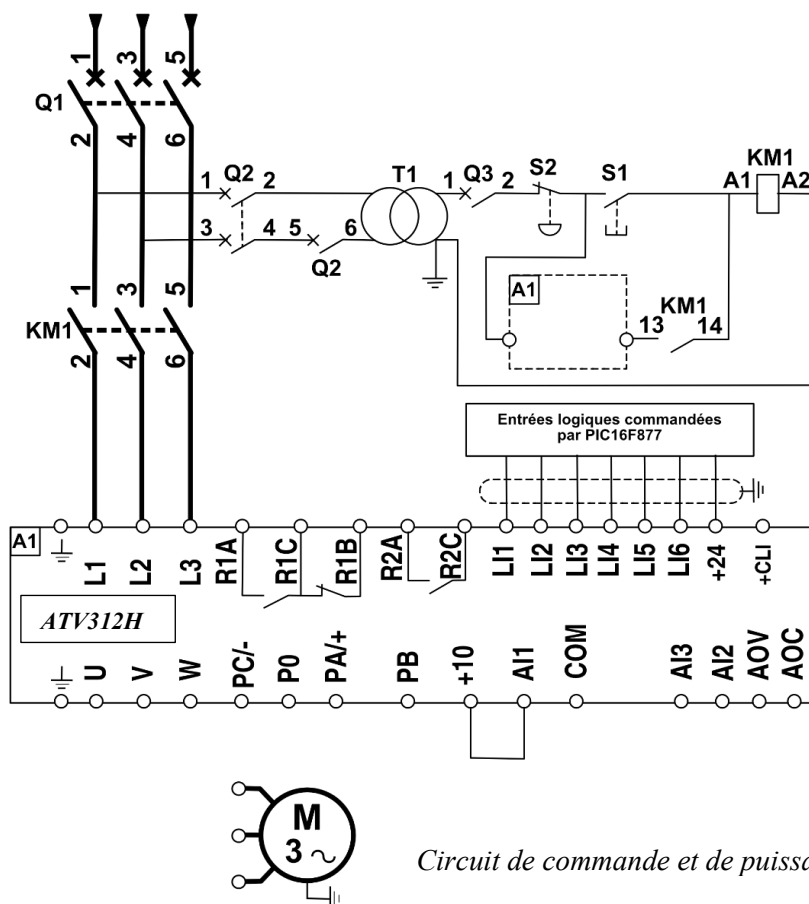
Q16)

Q17)

Q18)

Q19)

Q20)



Circuit de commande et de puissance du moteur M3

Q21)

Éléments	Désignations et fonctions
S1	
S2	
Q3	
Contact (13, 14) de KM1	

Q22)

Fréquence f_i en Hz (Vitesse de rotation N_i en <i>tr/min</i>)	$f_2 = 10 \text{ Hz } (N_2 = 300)$		$f_3 = 15 \text{ Hz } (N_3 = 450)$		$f_4 = 20 \text{ Hz } (N_4 = 600)$	
États des entrées logiques LI4 et LI3	LI4	LI3	LI4	LI3	LI4	LI3
	.....	.....	1	0	.....	.....

Q23)

.....

.....

Q24)

.....

.....

Q25)

.....

.....

.....

.....

Q26)

.....

.....

.....

.....

Q27)

I	.....
T	.....

Q28)

Schéma équivalent entre phase **Ph1** et neutre **N**

Ph1



N

Calcul de I_{d1} :

.....

.....

.....

Q29)

.....

.....

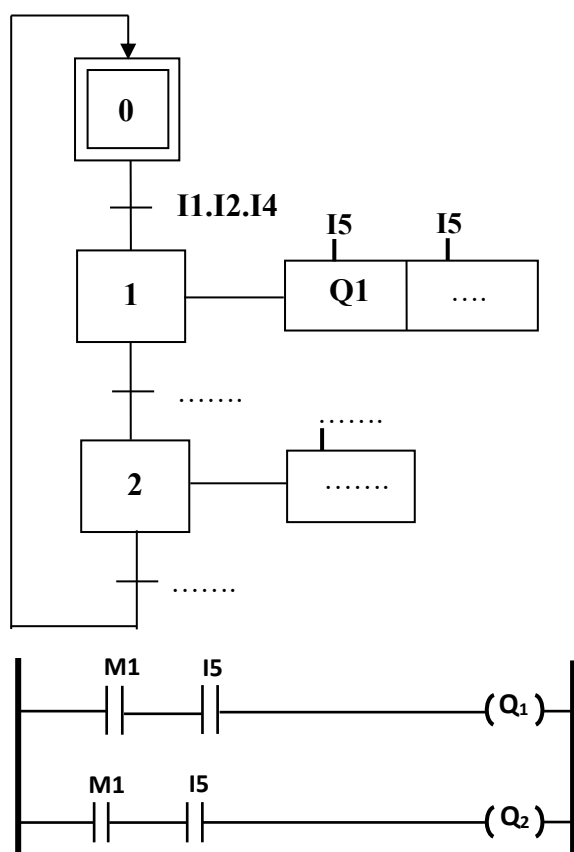
Q30)

.....

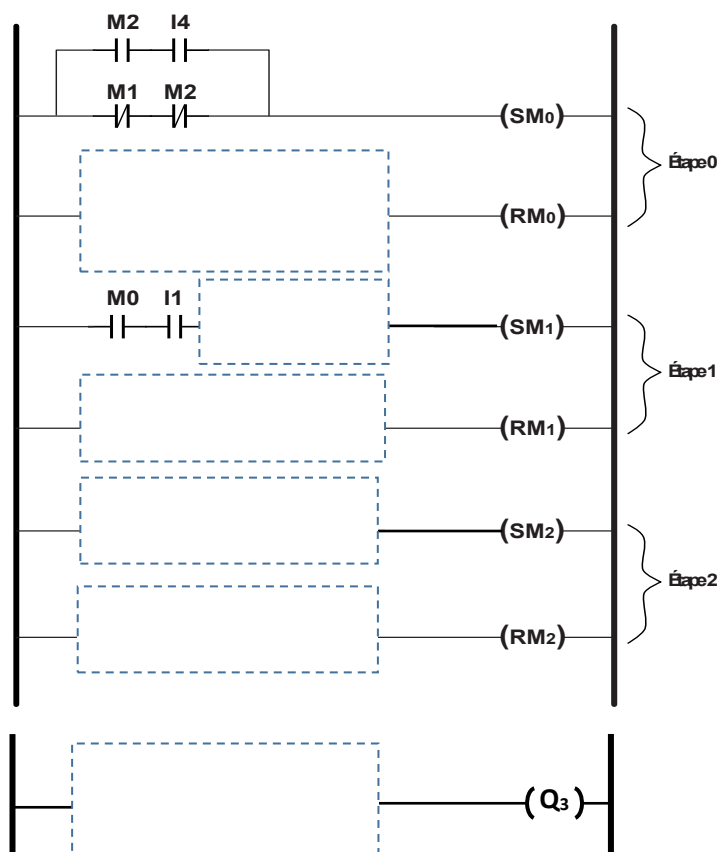
.....

.....

Q31)

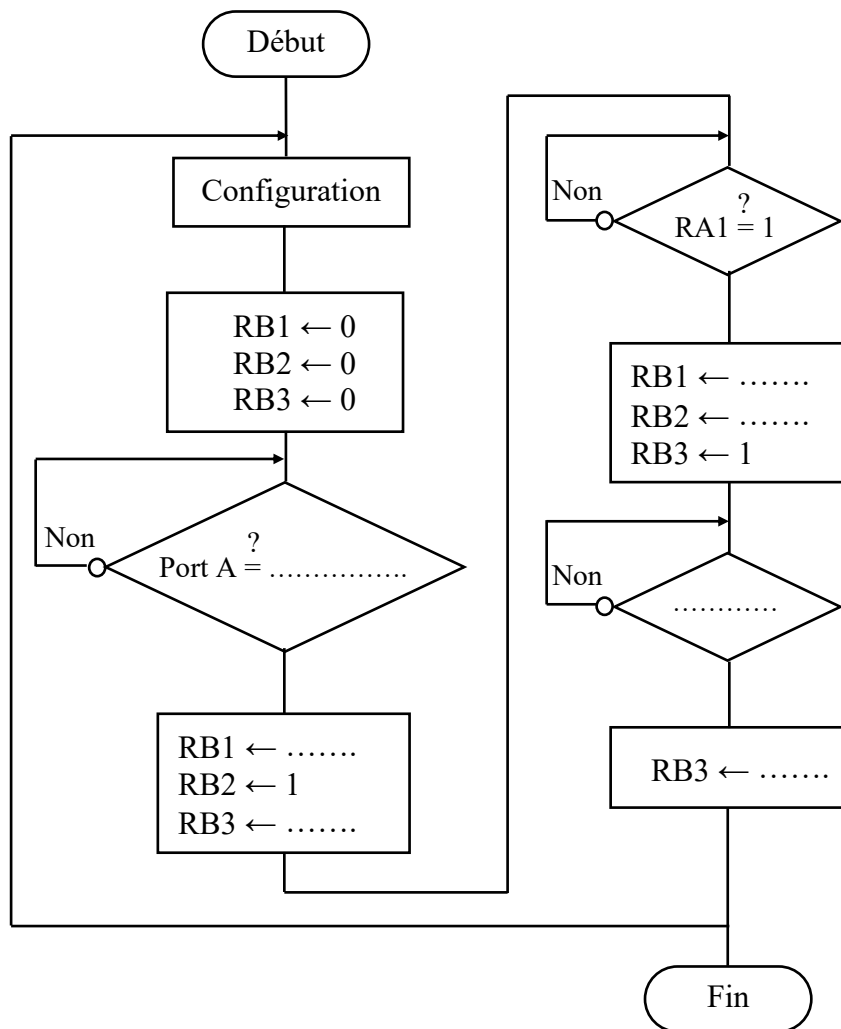


Q32)

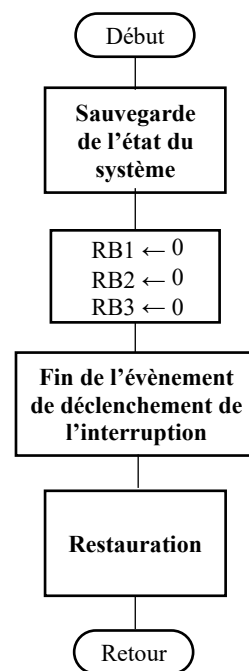


Q33)

Organigramme principal



Procédure d'interruption



Q34)

.....

.....

.....

Q35)

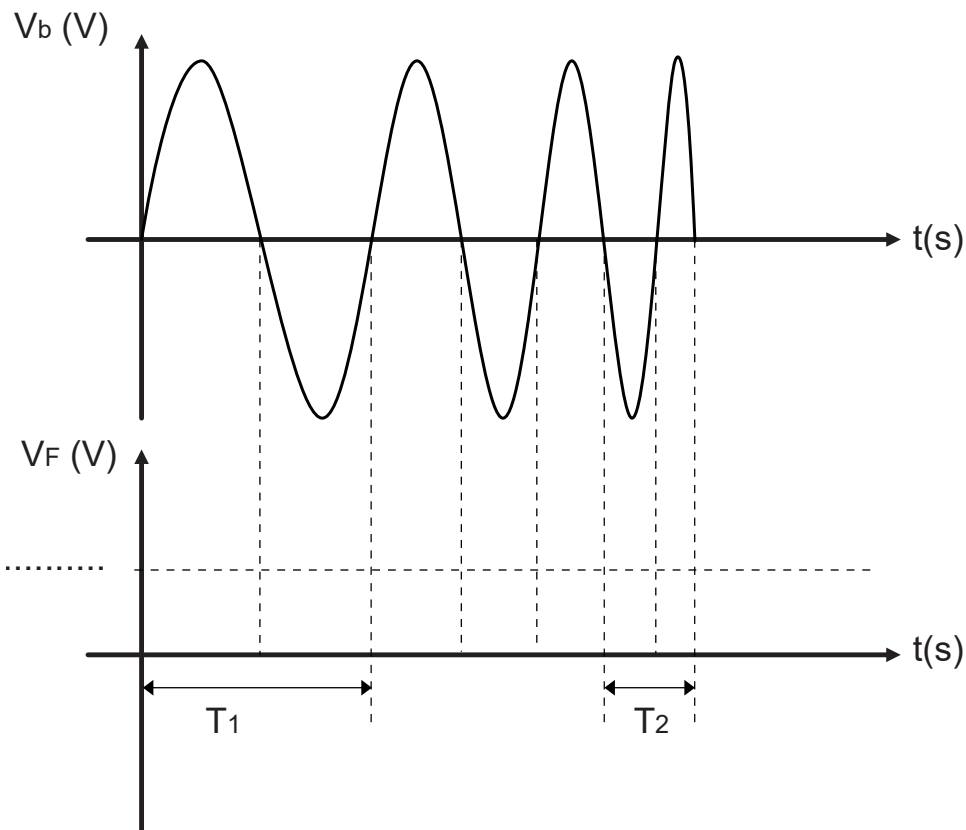
.....

.....

.....

.....

Q36)



Q37)

Q38)

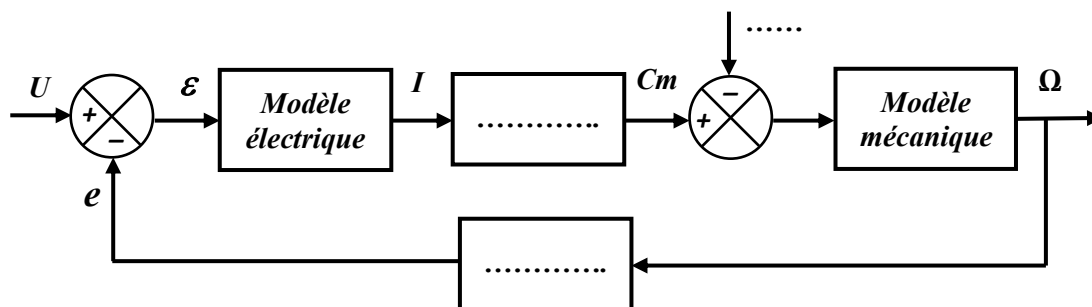
Q39)

Nature du filtre		Type du filtre		
☐ Filtre Passif	☐ Filtre Actif	☐ Passe Bande	☐ Passe Bas	☐ Passe Haut

Q40)

Q41)

Q42)



Q43)

Vitesse Ω en rad/s	Vitesse N en tr/min	Fréquence en Hz	Tension V_r en V
157	.....	2250	10
80	764	.....	5,1

Q44)

Vitesse en régime permanent Ω_∞	Constante du temps du système τ_F	Temps de réponse t_r à 5%	Erreur du système $\varepsilon = V_c - V_r$	Conclusion sur le rôle du correcteur PI
.....				
.....				

Q45)

Topologie physique du réseau	Adresse IP	Classe	Masque du sous-réseau	Adresse du réseau	Nombre de machines adressables du réseau
.....	192.168.75.8	.....	.....	.....	.....

Q46)

Nouveau masque de sous réseau créé	Adresses IP des machines		Machines qui appartiennent au sous réseau d'adresse IP : 192.168.75.64
.....	Adresse de l'API	192.168.75.88	☐
	Adresse de l'ordinateur 1	192.168.75.125	☐
	Adresse de l'ordinateur 2	192.168.75.129	☐
	Adresse de l'ordinateur 3	192.168.75.194	☐