

**B.T.S. INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANQUES
EPREUVE : U.32 SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES
DUREE : 2 HEURES**

Calculatrice autorisée

Présentation du sujet :

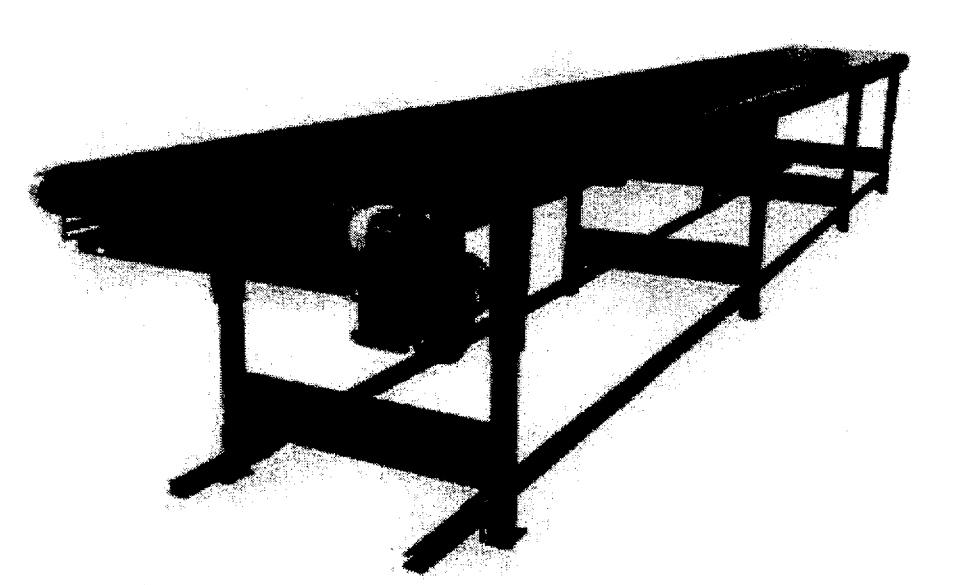
TAPIS ROULANT

Un tapis roulant servant au transport de pièces doit être entraîné à vitesse constante quelle que soit la charge.

Un système de régulation est associé au groupe propulseur (partie A).

Le groupe propulseur comporte un moteur à courant continu (partie B) associé à un hacheur (partie C).

Les trois parties du sujet sont indépendantes.



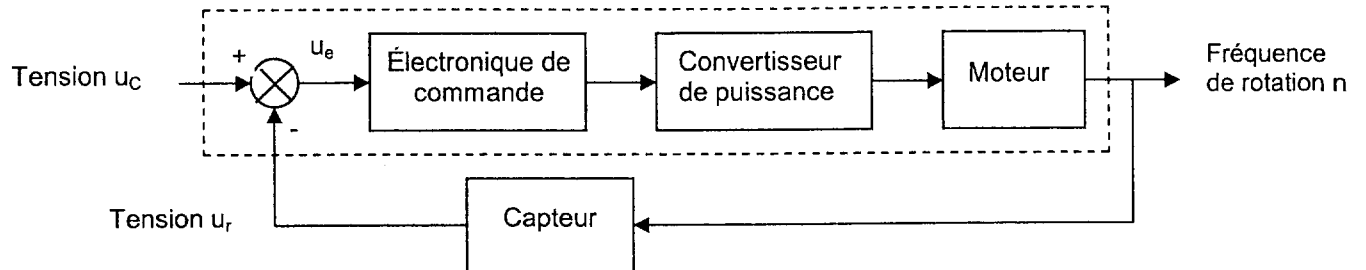
PARTIE A : Etude du système de régulation

Le schéma du système de régulation est donné ci-dessous.

Une tension d'entrée u_c permet de régler la fréquence de rotation du moteur.

Le système de régulation comporte trois parties :

- la chaîne directe,
- la chaîne de retour,
- l'opérateur de différence.



1) Chaîne directe

- Quels sont les éléments constituant la chaîne directe ?
- Pour une tension $u_e = 0,322 \text{ V}$, la fréquence de rotation du moteur est $n = 32,2 \text{ tr.s}^{-1}$. Vérifier la relation $n = 100 u_e$ avec u_e en V et n en tr.s^{-1} .
- Indiquer à l'aide de flèches, sur le document-réponse page 6, quels sont les convertisseurs de puissance qui peuvent être associés aux moteurs proposés.

2) Chaîne de retour

La chaîne de retour effectue une conversion fréquence de rotation / tension.

Le capteur de vitesse est une dynamo tachymétrique qui délivre une tension E proportionnelle à la fréquence de rotation de son arbre.

La référence de la dynamo tachymétrique choisie est TBN 206 (cf. documentation technique page 5).

- Quelle tension E fournit-elle pour une vitesse de rotation $n' = 1000 \text{ tr.min}^{-1}$?
- En déduire la tension E délivrée par la dynamo tachymétrique pour une fréquence de rotation $n = 32,2 \text{ tr.s}^{-1}$.

La tension E est ensuite amplifiée par 1,36 de façon à avoir $u_r = 0,49 n$ avec u_r en V et n en tr.s^{-1} .

3) Opérateur de différence

Exprimer la tension u_e en fonction des tensions u_c et u_r .

4) Système bouclé

On fixe une tension $u_c = 16,1 \text{ V}$, ce qui correspond à régler une fréquence de rotation $n = 32,2 \text{ tr.s}^{-1}$.

En cours de fonctionnement, le tapis roulant est amené à transporter des pièces plus lourdes, ce qui a pour effet d'augmenter l'intensité I du courant absorbé par le moteur, et de diminuer la fréquence de rotation n.

- Dans le cas où la fréquence de rotation n diminue, indiquer dans quel sens évoluent respectivement u_r et u_e . Quelle est la conséquence sur l'évolution de n ?
- A-t-on obtenu le résultat escompté ? Justifier la réponse.

PARTIE B : Etude du moteur à courant continu

Le moteur utilisé a pour référence LSK 1122L 05 (puissance nominale 3,1 kW pour une tension d'induit $U=220V$).

Il entraîne le tapis roulant dont on donne la caractéristique mécanique à la page 7.

On veut déterminer graphiquement le point de fonctionnement de l'ensemble moteur-tapis.

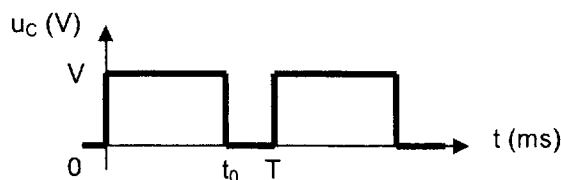
- 1) En utilisant la documentation technique donnée à la page 5, déterminer pour le fonctionnement nominal, la fréquence de rotation n (en tr.s^{-1}) et le moment du couple utile T_u de ce moteur.
- 2) Placer le point P_N correspondant au fonctionnement nominal ($n = 32,2 \text{ tr.s}^{-1}$; $T_u = 15 \text{ Nm}$) sur le document-réponse page 7.
- 3) A vide, le moteur tourne à une fréquence $n_v = 34 \text{ tr.s}^{-1}$.
Placer le point de fonctionnement à vide P_v sur le document-réponse page 7.
- 4) Tracer la caractéristique mécanique $T_u = f(n)$ du moteur sur le document-réponse page 7 en admettant que la caractéristique est une droite.
- 5) En déduire la valeur du moment du couple T développé par le moteur entraînant le tapis, ainsi que la valeur de la fréquence de rotation du système moteur-tapis.
- 6) Le moteur est-il adapté à la charge ? Justifier la réponse.

PARTIE C : Etude du hacheur

A la page 8, on donne le schéma du hacheur servant à piloter le moteur ainsi que les oscillogrammes de la tension u_c et du courant i dans le moteur pour le fonctionnement du tapis en régime établi.

L'interrupteur électronique H est fermé entre 0 et t_0 ; il est ouvert de t_0 à T .

- 1) Tension u_c
 - a. On veut mesurer la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ de la tension u_c aux bornes de l'ensemble moteur et bobine d'inductance L :
 - Représenter le branchement de l'appareil sur le document réponse page 8.
 - Préciser la position du commutateur central de l'appareil : AC, DC ou AC+DC.
 On obtient une valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ proche de 220V.
 - b. Sur le schéma de la page 8, représenter le branchement de l'oscilloscope permettant de visualiser la tension u_c sur la voie Y1.
 - c. L'oscillogramme de la tension u_c a la forme suivante :



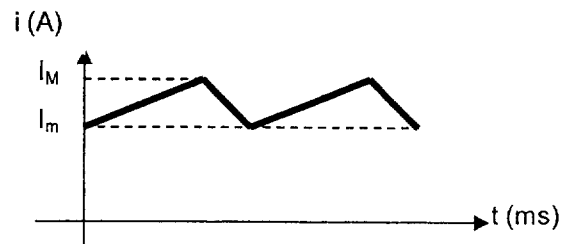
- En utilisant l'oscillogramme de la tension u_c donné à la page 8, calculer :
 - la tension V (attention, l'oscillogramme de u_c a été relevé à l'aide d'une sonde atténuatrice sur la position X50, ce qui correspond à une atténuation par 50)
 - la durée t_0 ,
 - la période T .
- Calculer la valeur moyenne $\langle u_c \rangle$ de la tension u_c en utilisant la relation $\langle u_c \rangle = \frac{t_0}{T} V$.
- Comparer ce résultat à la valeur obtenue avec le multimètre à la question 1) a.
- Comment évolue la valeur moyenne de la tension u_c quand l'électronique de commande augmente la durée t_0 , la période T et la tension V restant constantes ?

2) Courant i dans le moteur

On a utilisé une pince ampèremétrique à sortie analogique pour visualiser l'intensité du courant i dans le moteur.

On a sélectionné la position 100 mV/A.

- Représenter sur le schéma de la page 8, le branchement de la pince pour visualiser l'allure du courant i dans le moteur, sur la voie Y2 de l'oscilloscope.
- L'oscillogramme du courant i a la forme suivante :



- En utilisant l'oscillogramme du courant i donné à la page 8, calculer :
 - la valeur maximale I_M du courant i
 - la valeur minimale I_m du courant i
- Calculer la valeur moyenne $\langle i \rangle$ du courant i en utilisant la relation $\langle i \rangle = \frac{I_M + I_m}{2}$.
- Comparer à la valeur nominale relevée sur la plaque signalétique du moteur (cf. documentation technique page 5).

DOCUMENTATION TECHNIQUE : DYNAMO TACHYMETRIQUE

Moteur associé	Tachy		Frein (tension 24Vdc $\pm 10\%$)			
	Modèle	FEM (V/1000 tr/min)	Couple de maintien (N.m)		Inertie (kgm ² .10 ⁻³)	Masse (kg)
			à 20°C	à 100°C		
RX1	TBN 206	6	1	0,9	1	0,4
RX3	TBN 206	6	1,5	1,4	1	0,18
RX5	TBN 306	6	6	5,5	5,3	0,45
RX6	TBN 306	6	12	11,5	15,7	0,9

DOCUMENTATION TECHNIQUE : MOTEUR A COURANT CONTINU

MOTEURS A COURANT CONTINU FERMES LSK 1122 L : TABLEAU DE CHOIX

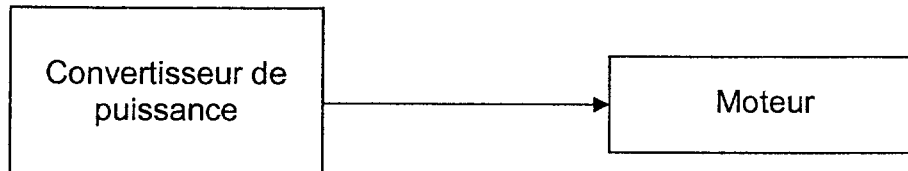
Moteur IP 55 - Ventilation IC 416 - Classe H

Service S1 - Température ambiante ≤ 40 °C - Masse totale : 94 kg
 Puissance d'excitation : 0,22 kW - Vitesse maximale mécanique : 4 000 min⁻¹

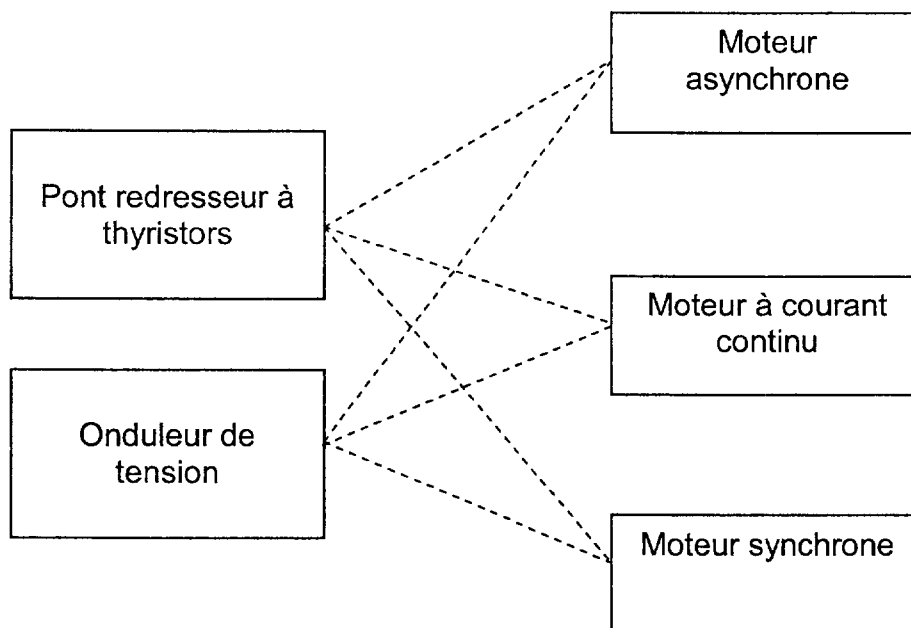
P kW	Vitesse de rotation n pour tension d'induit U								n _{maxi} élec. min ⁻¹	M N.m	I A	η hors excit.	L mH	R ₁₁₅ Ω	U _{max} V	Indice constr.
	220 V min ⁻¹	260 V min ⁻¹	400 V min ⁻¹	420 V min ⁻¹	440 V min ⁻¹	480 V min ⁻¹	500 V min ⁻¹									
1,2	780							940	15	7,6	0,72	88	3,98	500		
1,44		940						1120	15	7,4	0,74	88	3,98	500		
2,24			1480					1630	14	7,2	0,77	88	3,98	500		
2,36				1550				1710	15	7,2	0,78	88	3,98	500		
2,52					1630			1790	15	7,2	0,79	88	3,98	500		
2,8						1690		1860	15	7	0,8	88	3,98	500		
2,72							1840	2020	14	6,8	0,8	88	3,98	500		
1,49	920							1100	15	9,2	0,74	80	2,78	500		
1,8		1080						1290	16	9	0,76	80	2,78	500		
2,8			1730					1900	16	8,6	0,8	80	2,78	500		
2,96				1810				1990	16	8,6	0,81	80	2,78	500		
3,12					1890			2080	16	8,6	0,81	80	2,78	500		
3,2						1980		2180	15	8,4	0,82	80	2,78	500		
3,32							2140	2350	15	8	0,83	80	2,78	500		
1,69	1100							1320	15	10	0,77	44	2,03	500		
2,08		1300						1550	15	10,2	0,78	44	2,03	500		
3,08			2060					2270	14	9,6	0,82	44	2,03	500		
3,32				2180				2400	16	9,6	0,83	44	2,03	500		
3,56					2260			2490	16	9,6	0,84	44	2,03	500		
3,72						2380		2600	15	9,4	0,85	44	2,03	500		
3,8							2580	2840	14	8,8	0,86	44	2,03	500		
2,22	1480							1660	14	12,9	0,78	28	1,28	500		
2,88		1680						1960	15	12,8	0,8	28	1,28	500		
4,08			2580					2840	15	12,4	0,82	28	1,28	500		
4,4				2700				2970	16	12,4	0,84	28	1,28	500		
4,64					2830			3110	16	12,4	0,85	28	1,28	500		
4,8						2950		3250	16	12,2	0,86	28	1,28	500		
5,16							3210	3530	15	12	0,86	28	1,28	500		
3,1	1930							2220	15	17,4	0,81	15	0,693	260		
3,72		2250						2600	16	17,2	0,83	15	0,693	280		

DOCUMENT-REPOSE A RENDRE AVEC LA COPIE

PARTIE A : Etude du système de régulation



Question -A-1.c : Indiquer à l'aide de flèches, sur le document-réponse ci-dessous, quels sont les convertisseurs de puissance qui peuvent être associés aux moteurs proposés.

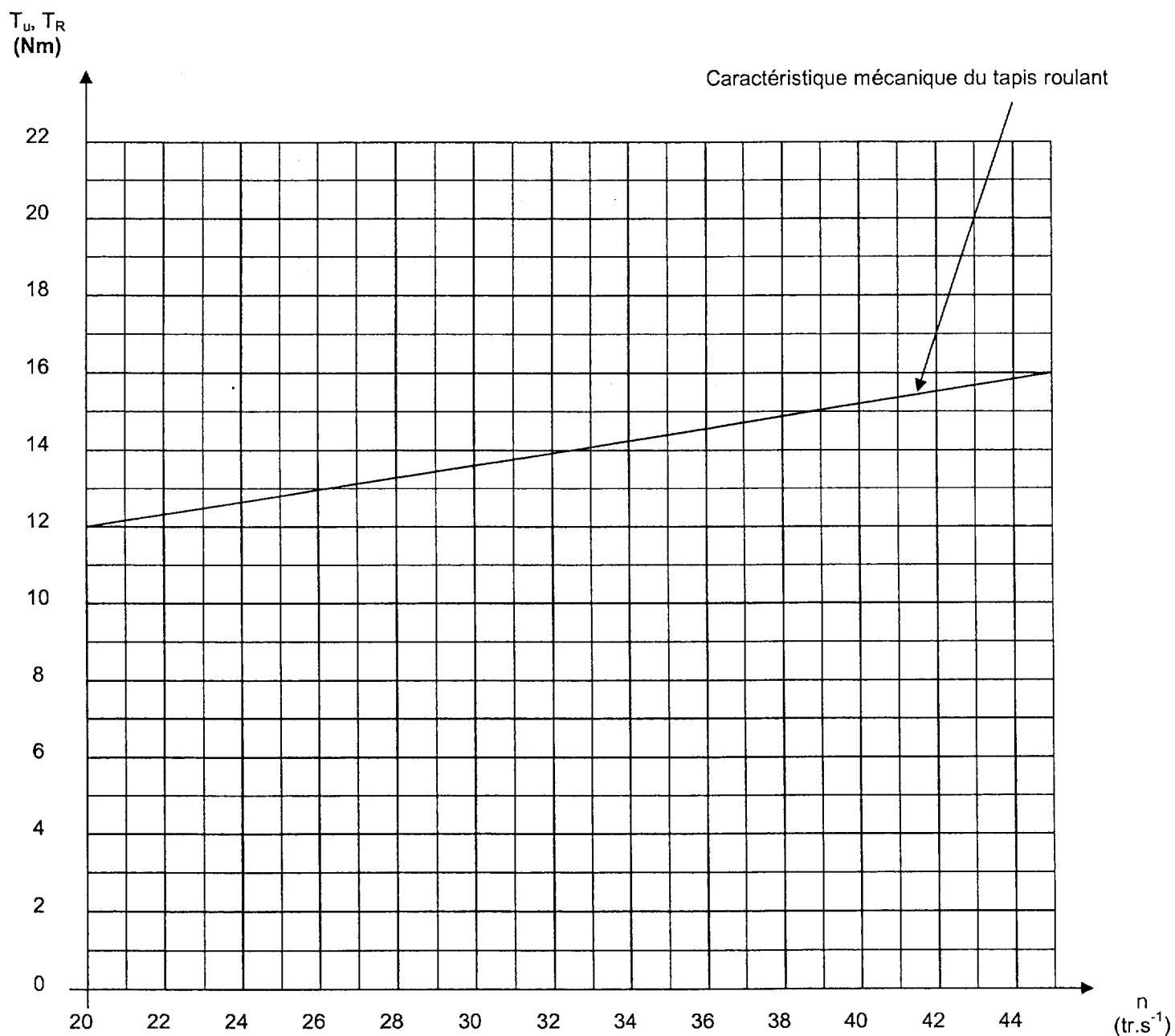


DOCUMENT-REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE

PARTIE B : Etude du moteur à courant continu

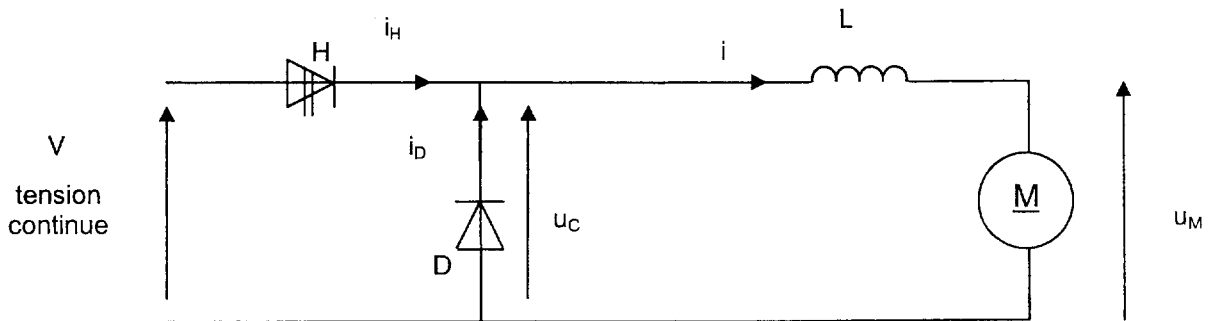
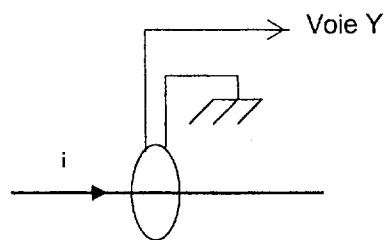
CARACTERISTIQUES MECANQUES

- 2) Placer le point P_N correspondant au fonctionnement nominal.
- 3) Placer le point de fonctionnement à vide P_V .
- 4) Tracer la caractéristique mécanique $T_u = f(n)$ du moteur en admettant que c'est une droite.



DOCUMENT-REPONSE A RENDRE AVEC LA COPIE

PARTIE C : Etude du hacheur

Schéma du hacheur alimentant le moteur à courant continu :Rappel :

Symbole d'une pince ampèremétrique

Oscillogrammes :