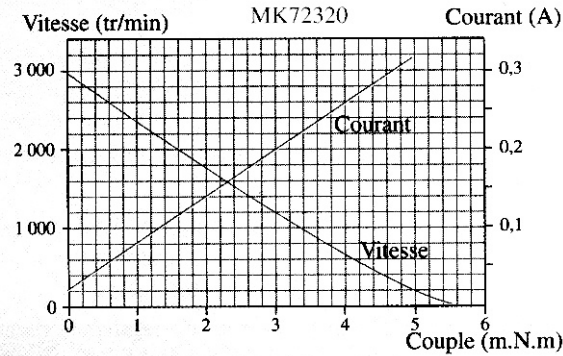


**Exercice 1 : Lecture des caractéristiques techniques d'un moteur à Courant Continu.**

On donne ci-dessous les caractéristiques des moteurs **MK72320** de la société RTC :



Caractéristiques principales		
Moteur type MK 72....	320 / 190	360 / 370
Tension nominale (V)	5,5	7,5
Couple nominal (mNm)	1	1,3
Résistance du rotor ( $\Omega$ )	$16 \pm 10\%$	$25,6 \pm 10\%$
Inductance du rotor (mH)	16	27
Tension induite mV/(tr/min)	de 1,5 à 2	de 1,9 à 2,5

**1.1 Déterminez** la valeur de la **fréquence de rotation  $n_{(mn-1)}$**  à vide (couple nul).  
*réponse :*

**1.2 Indiquez** la valeur du **couple nominal  $C_{n(Nm)}$**  dans le tableau ci-dessous ainsi que :

- la valeur de la **fréquence de rotation nominale  $n_n$**  correspondante;
- la valeur du **courant nominal  $I_{n(A)}$**  correspondant ;
- la valeur de la tension d'alimentation nominale  **$U_{n(V)}$** .

<b><math>C_{n(Nm)}</math></b>	<b><math>n_{n(mn-1)}</math></b>	<b><math>I_{n(A)}</math></b>	<b><math>U_{n(V)}</math></b>

**1.3 Dessinez** le schéma électrique équivalent de l'**induit** du moteur. Celui-ci doit faire apparaître l'**inductance  $L_{(H)}$**  et la **résistance  $R_{(\omega)}$**  de l'induit (dont on précisera les valeurs) ainsi que la force électromotrice induite  **$E_{(V)}$** .

*réponse :*

**1.4** A partir du schéma de la question précédente, **établissez** la relation liant la tension d'alimentation  $u(t)$  à  $e(t)$  (la force électromotrice induite),  $R$  (la résistance d'induit),  $L$  (l'inductance d'induit), et  $i(t)$  (le courant d'induit).

*réponse :*

**1.5** En régime permanent, le courant  $i(t)$  ne varie plus. **Simplifiez** l'expression précédente.

*réponse :*

**1.6** **Calculez** la valeur  $E_n$  de la force électromotrice  $E$  au point de fonctionnement nominal du moteur.

*réponse :*

**1.7** On pose  $E=k.n$ ,  $k$  est une constante,  $n$  est la fréquence de rotation du moteur en  $\text{mn}^{-1}$  ( $\text{tr}/\text{mn}$ ). Quelle est l'unité de  $k$ ?

*réponse :*

**1.8** **Calculez** la valeur de  $k$  au point de fonctionnement nominal. Vous noterez le résultat en  $\text{mV}/\text{mn}^{-1}$ .

*réponse :*

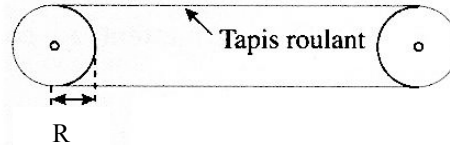
**1.9** Cette valeur correspond-elle à celle donnée par le constructeur ?

*réponse :*

**Exercice 2 : Contrôle de la vitesse d'un tapis roulant**

Soit le système suivant :

**R = 5cm.**



Le tapis doit se déplacer à une vitesse linéaire  $v = 0,5 \text{ m/s} \pm 10\%$ .

**2.1 Donnez l'intervalle** dans lequel doit se situer la **fréquence de rotation** de la roue entraîneuse en  $\text{min}^{-1}$ ?

*réponse*

On choisit un moteur ayant une fréquence de rotation nominale de  $7400 \text{ min}^{-1}$ . On associe un réducteur de vitesse à ce moteur.

**2.2 Déterminez** l'intervalle dans lequel doit se situer le rapport de réduction de ce réducteur?

*réponse :*

Tension moteur	Rapport de réduction
6 Vcc	84:1
6 Vcc	369:1
6 Vcc	1620:1

**2.3 Choisissez** un des trois réducteurs donnés ci-contre.

*réponse :*

**2.4 Recalculez** la vitesse du tapis avec le réducteur choisi à la question précédente.

*réponse :*

La vitesse calculée ci-dessus est utilisable à vide (moteur sans charge). Lors de la rotation, le tapis produit un couple résistant de 10Nm. Dans ces conditions, la fréquence de rotation du moteur diminue de 10% par rapport à sa valeur à vide.

**2.5 Déterminez** la vitesse réelle du tapis. Le cahier des charges est-il respecté?  
*réponse :*

**Exercice 3 : Vitesse, couple et intensité dans un moteur à courant continu**

Un moteur à courant continu PREMOTEC a les caractéristiques suivantes :

Puissance nominale  $P = 39W$ , tension d'alimentation  $U = 30V_{cc}$ , fréquence de rotation à vide  $n_v = 2900\text{min}^{-1}$ , courant à vide  $I_v = 65\text{mA}$ , couple nominal  $C_n = 370\text{mNm}$ , constante de couple  $K = 98\text{mNm/A}$ , résistance de l'induit  $R = 7,8\Omega$ , couple max  $C_{\max} = 800\text{mNm}$ .

**Un codeur** monté sur l'axe du moteur permet d'en mesurer la fréquence de rotation.

Tension d'alimentation:  $5V \pm 0,5 V$ , **résolution**  $N = 500$  impulsions par tour.

On rappelle la relation liant le courant d'induit au couple moteur  $C_m$  :

$$I = I_0 + C_m/k \quad I_0 \text{ est le courant à vide}$$

Cette relation diffère de celle donnée dans le cours ( $I = C_m/k$ ) car elle fait apparaître le courant à vide que l'on **néglige souvent**.

Pour l'application, le couple de la charge entraînée par le moteur est de  $40\text{mNm}$ .

**3.1 Calculez** la valeur de l'intensité correspondante.

réponse :

**3.2 Calculez** la valeur de la force électromotrice induite ( $C_m = 40\text{mNm}$ ).

réponse :

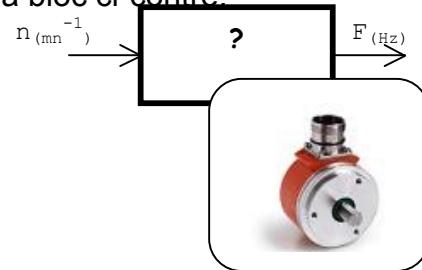
Le moteur fonctionnant à flux constant, on a  $E = k \cdot \omega$ .  $k$  a la même valeur que la constante de couple (seul son unité change).

**3.3 Calculer** la valeur de la vitesse angulaire en  $\text{rd/s}$  et de la fréquence de rotation en  $\text{mn}^{-1}$  pour  $E = 26,31V$

réponse :

**3.4** On calcule la fréquence de rotation du moteur grâce à un microprocesseur qui compte le nombre d'impulsions (périodes du signal) délivrées par le codeur en une seconde.

- a) **Exprimez**  $F_{(Hz)} = f(n_{(mn^{-1})})$  et **complétez** le schéma bloc ci-contre.  
réponse :



- b) **Calculez**  $F$  pour  $n = 2563mn^{-1}$ .  
réponse :

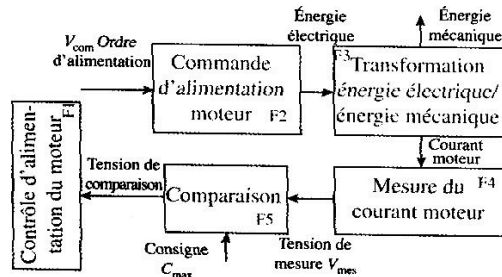
**Exercice 4 : Contrôle du couple d'une visseuse**



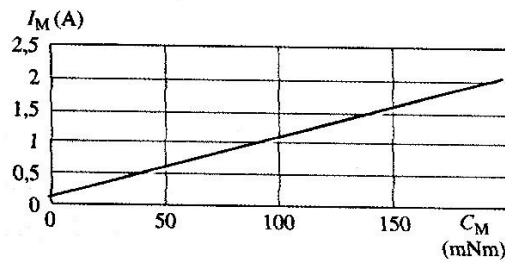
Une visseuse électrique nécessite le contrôle de son couple !

En effet, quand celui-ci atteint une valeur maximale (réglable par l'utilisateur), la visseuse doit s'arrêter afin de ne pas endommager les éléments à fixer.

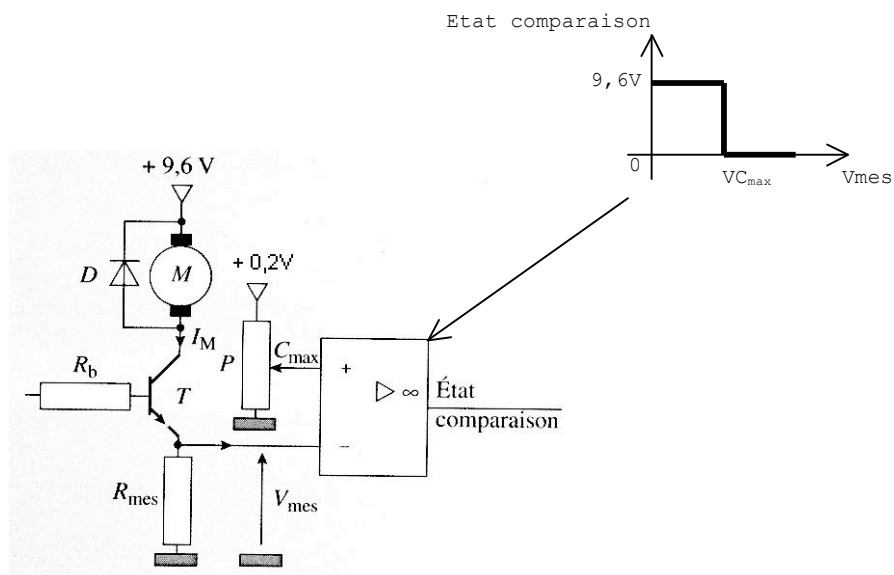
On donne le schéma fonctionnel ci-dessous :



On fournit aussi la courbe du courant moteur en fonction du couple :



**4.1 Entourez** les éléments participant à la réalisation de F2, F3, F4 et F5 sur le schéma structural ci-dessous.



**4.2** Exploitation de la caractéristique  $I_M = f(C_M)$

a) En fonctionnement normal, le couple est  $C_M = 0,1\text{Nm}$ . **Relevez** la valeur du courant correspondant sur la caractéristique  $I_M = f(C_M)$ .

réponse :

b) Sachant que  $I_M = C_M/k$ , **déterminez** graphiquement la valeur de  $k$ . On négligera la valeur du courant à vide.

réponse :

**4.3** On souhaite avoir une tension  $V_{mes}$  proportionnelle au couple du moteur.

a) Le courant dans la résistance est égal au courant moteur  $I_M$ . **Donnez** la relation existant entre  $V_{mes}$ ,  $R_{mes}$  et  $I_M$ .

réponse :

b) En **déduire** l'expression de  $V_{mes}$  en fonction de  $C_M$ ,  $R_{mes}$  et  $k$ .

réponse :

c) **Mettez** cette relation sous la forme  $V_{mes} = A.C_M$ . **Exprimez**  $A$  en fonction de  $k$  et  $R_{mes}$ .

réponse :

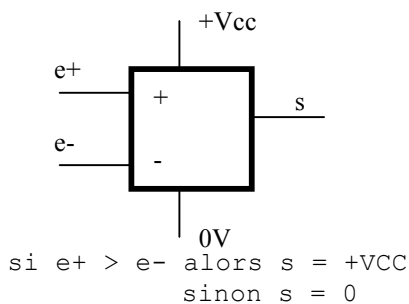
d) Quelle valeur doit-on donner à  $R_{mes}$  si on souhaite avoir  $V_{mes} = C_M$  ?

réponse :

**4.4** Si le curseur du potentiomètre  $P$  est réglé au milieu de sa course, quelle valeur maximale de couple peut-on atteindre ?

réponse :

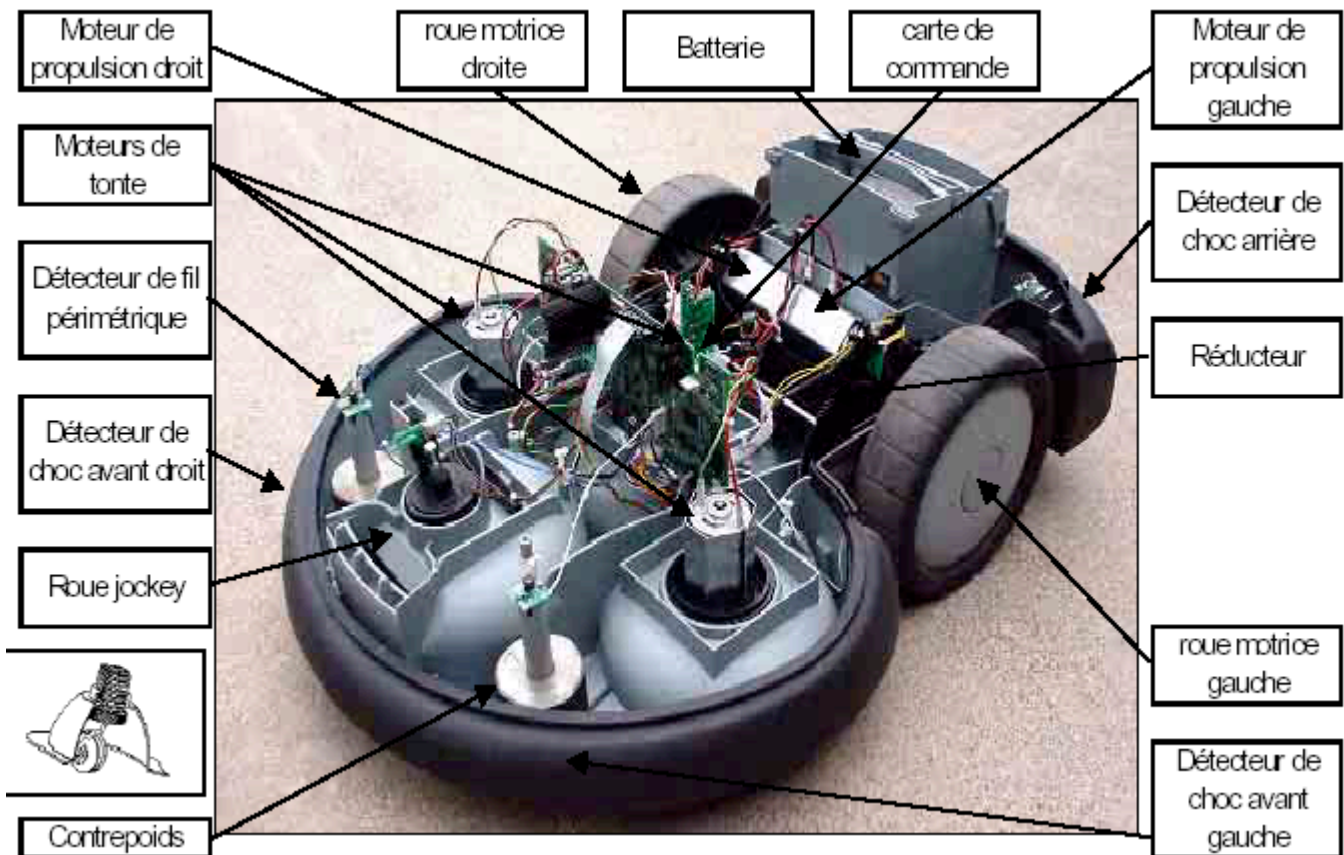
Rappel sur le comparateur





**Exercice 5 : Etude énergétique d'un système technique (Tondeuse robot RL500)**

On donne ci-dessous l'organisation de l'objet technique.



**Étude n°3** *Étude énergétique* : L'objet de cette étude est de vérifier si les performances annoncées par le constructeur en termes de puissance, d'autonomie, d'efficacité sont effectivement atteintes.

**question 3.1**

Les courbes fournies sur le document réponse 4, page 11/13, donnent, en fonction du couple résistant:

- la vitesse de rotation du rotor en tours par minute,
- la puissance électrique absorbée,
- la puissance mécanique disponible sur l'arbre moteur,
- le rendement.

À l'aide du tableau de valeurs numériques, page 11/13, remplir le tableau récapitulatif du document réponse 2, page 9/13.

**question 3.2**

Les courbes données sur le document réponse 2, page 9/13, donnent les résultats d'un enregistrement sur le terrain de la vitesse moteur et de l'intensité du courant absorbé lors de la tonte.

Proposer une ou plusieurs méthodes permettant de déduire, exactement ou approximativement, de la deuxième courbe la valeur moyenne de l'intensité du courant traversant l'induit du moteur.

**question 3.3**

Dans sa plaquette publicitaire, le constructeur annonce des performances comparables à celle d'une tondeuse à moteur thermique de 3600 Watts.

La tondeuse électrique de notre étude possède trois moteurs identiques entraînant chacun une lame.

Quelle est la puissance mécanique totale maximale disponible pour la coupe de l'herbe ?

Ces valeurs permettent-elles de justifier cet argument publicitaire ?

**question 3.4**

A la vitesse de déplacement de  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ , des essais réalisés sur le terrain ont permis de déterminer l'effort de traction maximal : lorsque la tondeuse gravit une pente de 15 degrés cet effort, mesuré parallèlement à la pente, est alors de 100 N.

Sachant que le rayon des roues arrières est de 120 mm, déterminer le couple nécessaire à chaque roue pour permettre le déplacement souhaité (on rappelle que les deux roues sont motrices et indépendantes).

**question 3.5**

Calculer le couple résistant correspondant sur l'axe du moteur sachant que le rendement du réducteur est de 0,9.

Pour cette question, on prendra pour le rapport de réduction :  $K = 0,01$ . En vous aidant des courbes caractéristiques du moteur, déterminer la fréquence de rotation du moteur correspondant à ce couple résistant.

**question 3.6**

Lors d'une tonte d'herbe dans des conditions "normales", la puissance électrique moyenne consommée par chaque moteur de coupe est de 96 watts. Placer sur les courbes du document réponse 4, page 11/13, ce point de fonctionnement pour un moteur de coupe. En utilisant le résultat trouvé à la question 3.5, placer de la même manière le point de fonctionnement pour un moteur de traction.

Les moteurs de traction sont-ils suffisamment dimensionnés?

Pour quelle raison le constructeur a-t-il choisi d'utiliser cinq moteurs identiques ?

**question 3.7**

Les valeurs moyennes obtenues expérimentalement lors d'un essai de tonte sont résumées dans le tableau ci-contre :

Calculer la puissance totale demandée à la batterie.

La capacité de la batterie indiquée par le constructeur est de 17 A.h sous 24 V.

Calculer l'autonomie de la tondeuse pour cette capacité et pour la puissance calculée précédemment.

en watts	pour un moteur de coupe	pour un moteur de traction
puissance électrique consommée	131,4	19,6
puissance mécanique utilisée	80	6,83

**question 3.8**

La durée de la recharge totale de la batterie est de 24 heures. Le chargeur fournit une tension de 28 V et l'intensité de la charge est de 980mA.

Calculer le rendement énergétique global du système, c'est à dire le rapport de l'énergie mécanique utilisable (coupe + traction), à l'énergie consommée au réseau électrique.

Commenter le résultat obtenu, compte tenu de ce qu'on attend généralement d'une motorisation électrique.