

A - Machine à courant continu commandée en tension.

A1 - Détermination du moment d'inertie J_0

A11 - pertes mica et ferro : P_{mf} .

Nous avons dans l'essai à vide : $E_0 \cdot I_0 = P_{mf}$.

$$\text{avec } E_0 = K \cdot \Omega_0 \Rightarrow E_0 \approx 219 \text{ V} \Rightarrow \boxed{P_{mf} = 65,8 \text{ W}}$$

A12 - Moment du couple de freinage : T_0

D'après l'énoncé : $P_{fm} = R_2 N_0$ avec $R_2 = \text{cte}$

$$\text{ou } P_{fm} = T_0 \cdot \Omega_0 \Rightarrow T_0 = \text{cte}$$

On sait que pour ce type de machine à flux constant : $T_0 = K \cdot I_0$

$$\Rightarrow \boxed{T_0 = 0,486 \text{ Nm}}$$

A13 - E.D. donnant $\Omega(t)$.

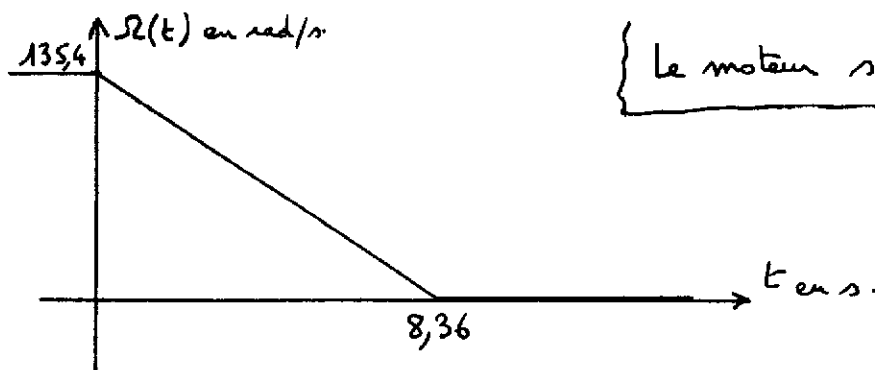
Puisque de la dynamique : $J_0 \frac{d\Omega}{dt} = -T_0$ $\left\{ \frac{J_0 d\Omega}{dt} = -0,486 \right.$

D'après l'énoncé : $\frac{d\Omega}{dt} = -16,2 \text{ rad/s}^2 \Rightarrow \boxed{J_0 = 30 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2}$

A14 - Tracé de $\Omega(t)$.

Puisque $\Omega(t)$ est telle que $\frac{d\Omega}{dt} = \text{cte négative} \Rightarrow$ la courbe $\Omega(t)$ est une droite de pente négative et d'équation : $\Omega = -16,2 t + \Omega_0$

$$\text{avec } \Omega_0 = \frac{\pi}{30} \cdot N_0 \Rightarrow \Omega = -16,2 t + 135,4.$$



$\left\{ \text{Le moteur s'arrête au bout de } 8,36 \text{ s.} \right.$

A2 - Commande en tension de l'ensemble MCC + charge.

Source de tension parfaite et réversible en courant pour alimenter l'induit.

A21. Expression de T.

$$T = K I \text{ pour cette machine et } U = E + R_a I \text{ avec } E = K \Omega$$

$$\text{nous donne : } T = \frac{K}{R_a} (U - K \Omega) \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} T = \frac{K}{R_a} U - \frac{K^2}{R_a} \Omega \end{array} \right.$$

qui est bien de la forme indiquée avec

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \frac{K}{R_a} \text{ et } b = \frac{K^2}{R_a} \end{array} \right. \text{ donc en val num: } \left\{ \begin{array}{l} a = 1,30 \text{ Nm/V} \\ b = 2,10 \text{ Nm/s.} \end{array} \right.$$

A22. Tracés des caractéristiques mécaniques.

$$\text{Pour } U_1 = 220 \text{ V}$$

$$T_1 = 285 - 2,1 \cdot \Omega$$

$$\text{Pour } U_2 = 235 \text{ V}$$

$$T_2 = 305 - 2,1 \cdot \Omega$$

d'où les tracés.

doc réponse 1.

A23 - Détermination courant induit en régime permanent.

En régime permanent $T = T_r$ et $T = K \cdot I$

$$\text{pour } T_r = 8,0 \text{ Nm} \Rightarrow \left\{ I = 4,34 \text{ A.} \right.$$

A24 - Points de fonctionnement. $F_1(T_1; \Omega_1)$ et $F_2(T_2; \Omega_2)$.

$$\text{Coordonnées de } \left\{ \begin{array}{l} F_1 : T_1 = 8 \text{ Nm} \\ \Omega_1 = 132,8 \text{ rad/s.} \end{array} \right. \text{ et de } \left\{ \begin{array}{l} F_2 : T_2 = 8 \text{ Nm} \\ \Omega_2 = 141,2 \text{ rad/s.} \end{array} \right.$$

A25 - Application d'1 échelon de tension ΔU .

A251.

a - De fait de l'inertie, la vitesse ne peut pas
subir de discontinuité $\Rightarrow \underline{\underline{\Omega(t_0^+) = \Omega_1}}$

b - Alors $T(t_0^+)$ correspond à $\Omega = \Omega_1 = 132 \text{ rad/s}$
et $U_2 = 230 \text{ V}$. Le point de fonctionnement devient F'_1

$$\text{et } \left\{ T(t_0^+) = 27,4 \text{ Nm.} \right.$$

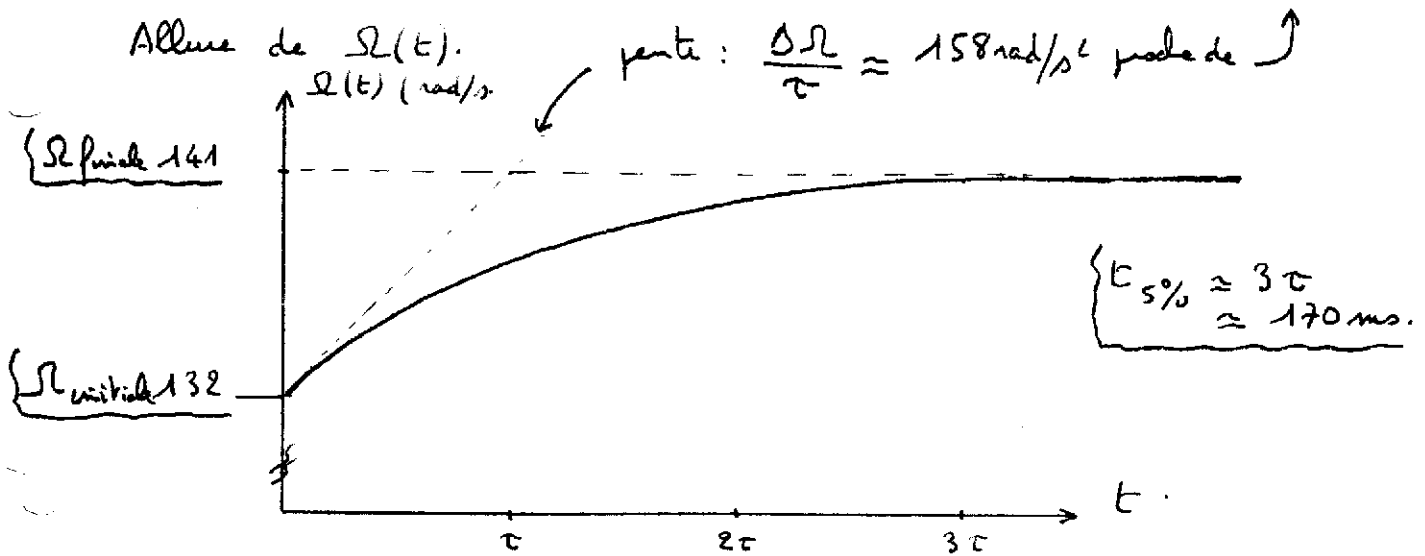
c - Couple d'accélération:

$$\left(J \frac{d\Omega}{dt} \right)_{t_0^+} = T(t_0^+) - T_r \Rightarrow \left(J \frac{d\Omega}{dt} \right)_{t_0^+} = 19,4 \text{ Nm.}$$

A252 - Pente de $\Omega(t)$ à t_0^+

Avec $\left(J \frac{d\Omega}{dt} \right)_{t_0^+} = 19,4 \text{ Nm}$ et $J = 0,12 \text{ kgm}^2 \Rightarrow \left(\frac{d\Omega}{dt} \right)_{t_0^+} = 162 \text{ rad/s}^2$

Allure de $\Omega(t)$.



A253 - à t_0^+ : $T = 27,4 \text{ Nm} \Rightarrow \left\{ I = 16,9 \text{ A} \right.$

A254 - Voir document réponse 1 pour le trajet du pt de fct.

A26 - Application d'un échelon - DV.

a) $\left\{ T(t_1^+) = -11,2 \text{ Nm} \right.$

b) $\left(J \frac{d\Omega}{dt} \right)_{t_1^+} = -11,2 - 8 \Rightarrow \left(\frac{d\Omega}{dt} \right)_{t_1^+} = -19,2 \text{ Nm}.$

c) $\left\{ I(t_1^+) = -6,9 \text{ A} \right.$ d) la MCC fournit de l'énergie électrique à la source de tension.

e) Voir document réponse 1 pour le trajet du pt de fct.

B - Commande en vitesse avec limitation de courant.

B1 - limite du moment de couple : si $I_{max} = 12 \text{ A} \Rightarrow \left\{ T_{max} = 19,4 \text{ Nm} \right.$

B2 - Evolution en vitesse $\Omega(t)$ donnée.

B21 - Trajet de $T(t)$: fonction de $J \frac{d\Omega}{dt} = T - T_r$.

$\Rightarrow \frac{d\Omega}{dt} = 0 \Rightarrow T = T_r$; $\frac{d\Omega}{dt} = \frac{141-132}{150-50} \Rightarrow T = T_r + 10,8$; $\frac{d\Omega}{dt} < 0$; $T = T_r - 10,8$.

d'où la courbe $T(t)$. permise si $I_{max} = 12 \text{ A}$.

B22 - Voir doc réponse n°2.

B23 - Voir trajet T(Ω) doc réponse n°3.

B3 - limitation de I à 7,0 A.

Alors $T_{max} = 11,3 \text{ Nm}$. Il n'est donc pas possible d'obtenir les accélérations données, courbes BII doc réponse 2, par le texte. On va accélérer moins mais la décélération sera identique.

C - Signaux en avant du convertisseur.

C1 - Puissance donnée par le transformateur : $3V I_{aF} \cos \varphi_F$

reçue par la MCC : $U_{moy} \cdot I_0$

avec $U_{moy} = 2 \cdot \sqrt{V} \frac{3}{\pi} \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \alpha$ α déphasage des thyristors.

Le déphasage φ_F est égal à l'angle de retard à l'émouillage des thyristors.

car : $\frac{3}{\pi} \sqrt{V} \cos \alpha \cdot I_0 = 3V \cdot I_{aF} \cos \varphi_F$

avec $I_{aF} = \frac{3}{\pi} \sqrt{6} I_0$.

Le pont fournit 1320 W

$$U_{moy} = 220 \text{ V} = \frac{3}{\pi} \cdot 230 \cdot \sqrt{2} \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = 0,707 \Rightarrow \left\{ \varphi_F = -45^\circ \right.$$

C2 - $N_2 i_a = N_1 j_{RS} \Rightarrow j_{RS} = m i_a$

\Rightarrow courbe $j_{RS}(t)$

j_{TR} est en avance de $\frac{2\pi}{3}$ sur j_{RS} soit 4 cm.

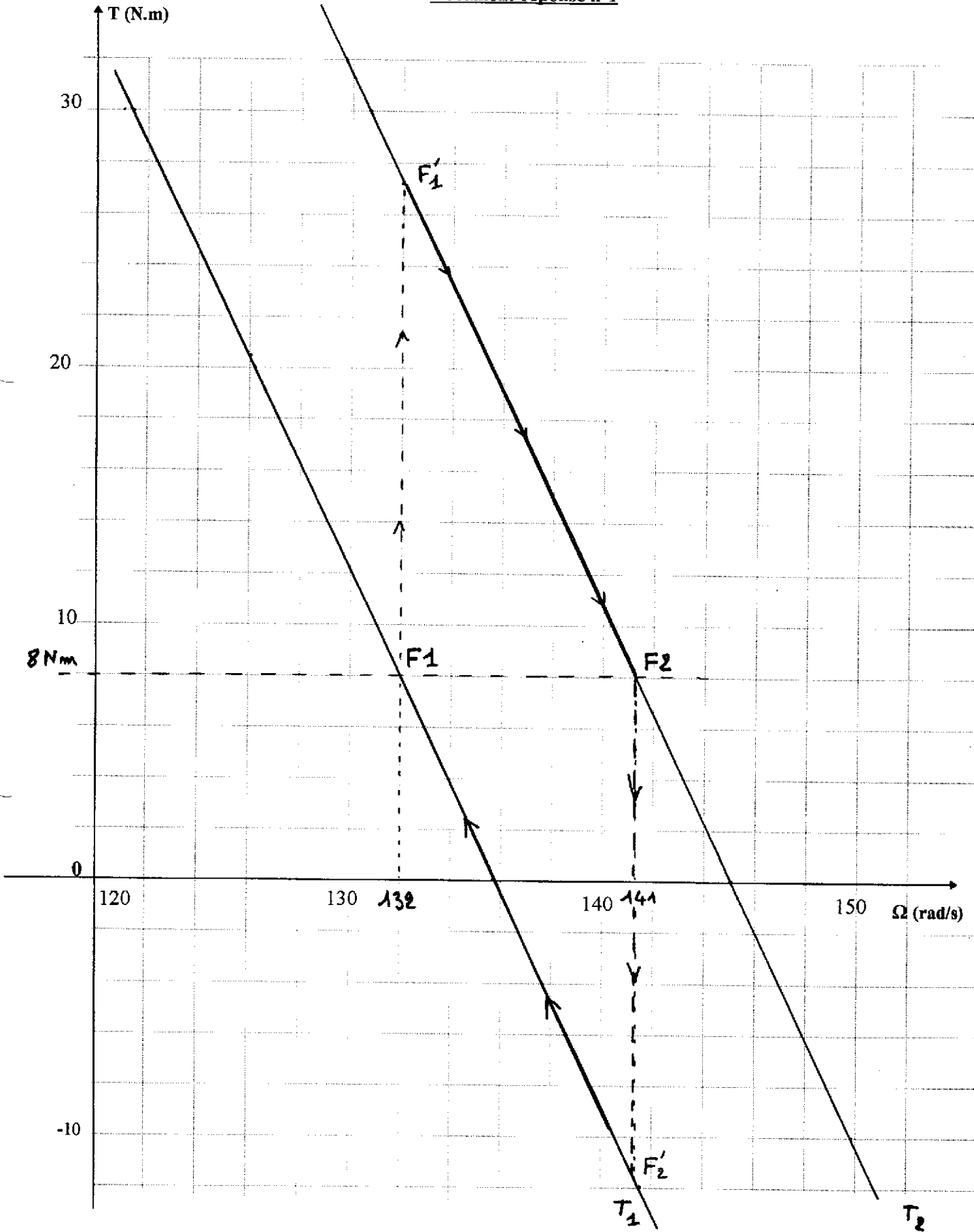
$i_R = j_{RS} + j_{TR} \Rightarrow$ courbe $i_R(t)$.

$$C3 - I_a = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot 6 \Rightarrow \left\{ I_a = 4,9 \text{ A} ; \right.$$

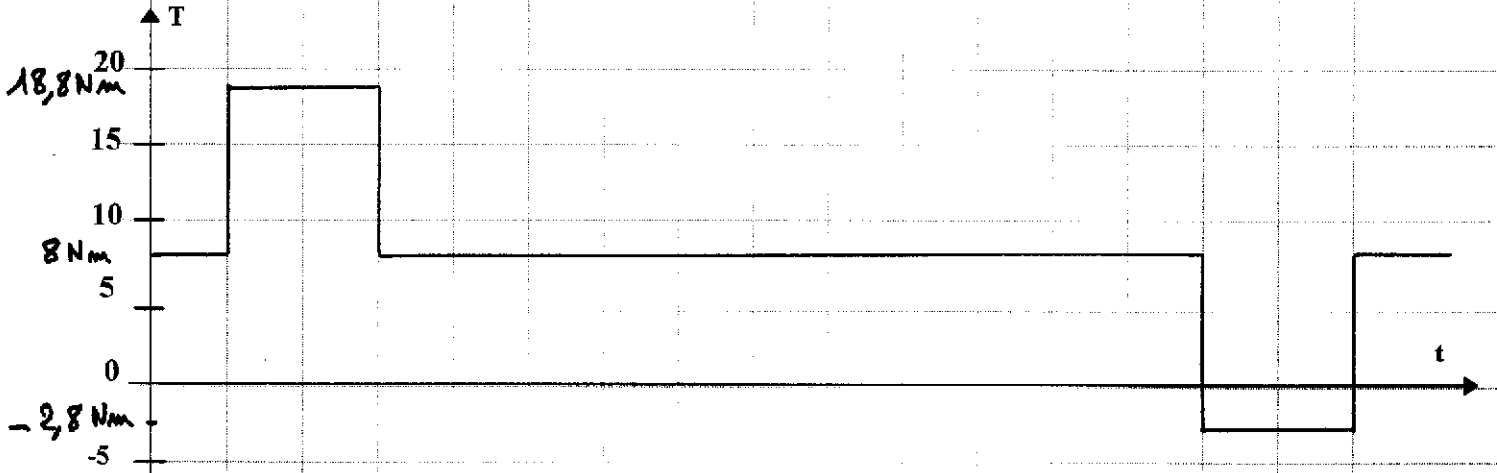
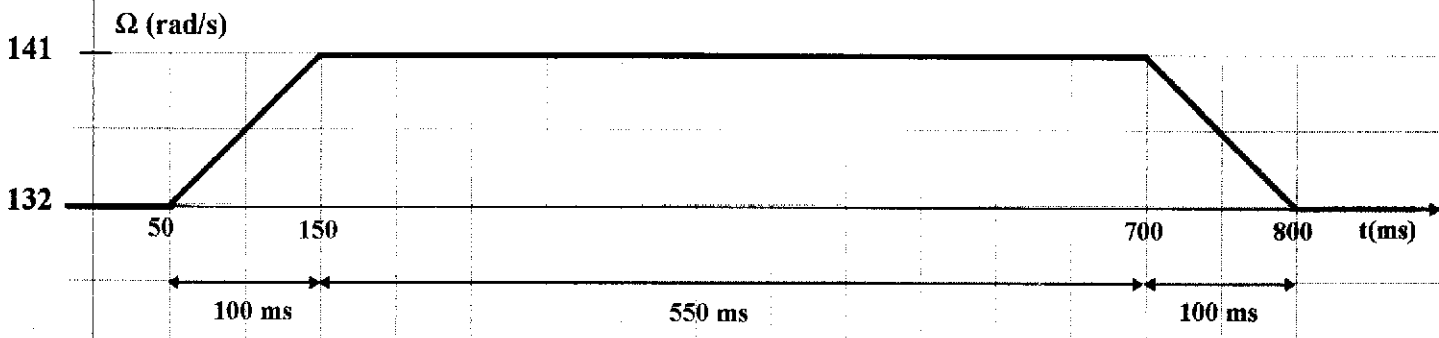
$$j_{RS} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot 2 \Rightarrow \left\{ j_{RS} = 1,63 \text{ A} ; \right.$$

$$I_R^2 = \frac{2}{3} \cdot 4 + \frac{1}{3} \cdot 16 \Rightarrow \left\{ I_R = 2,83 \text{ A} \right.$$

Document-réponse n°1

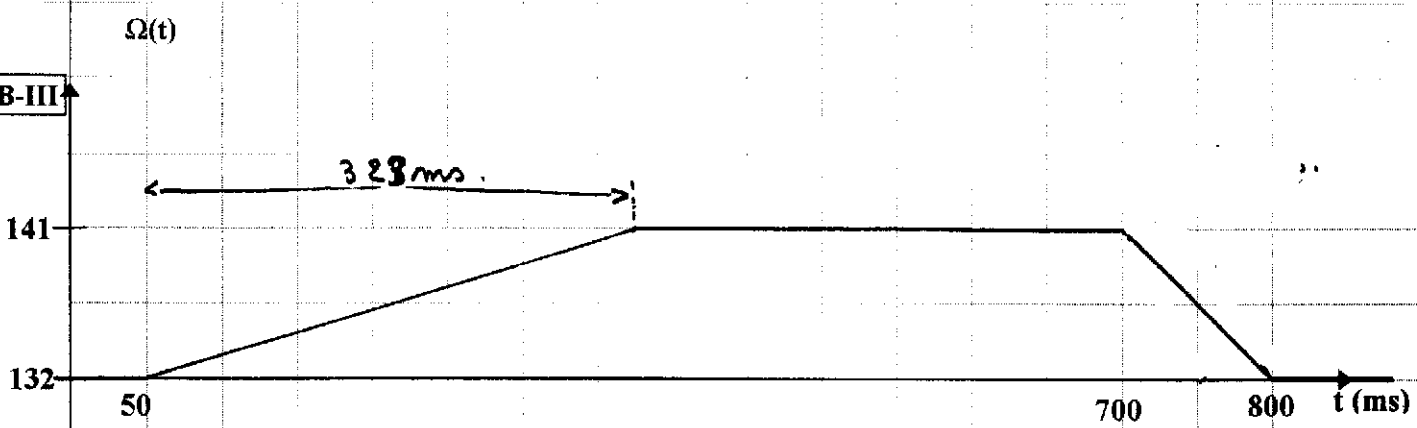


B-II

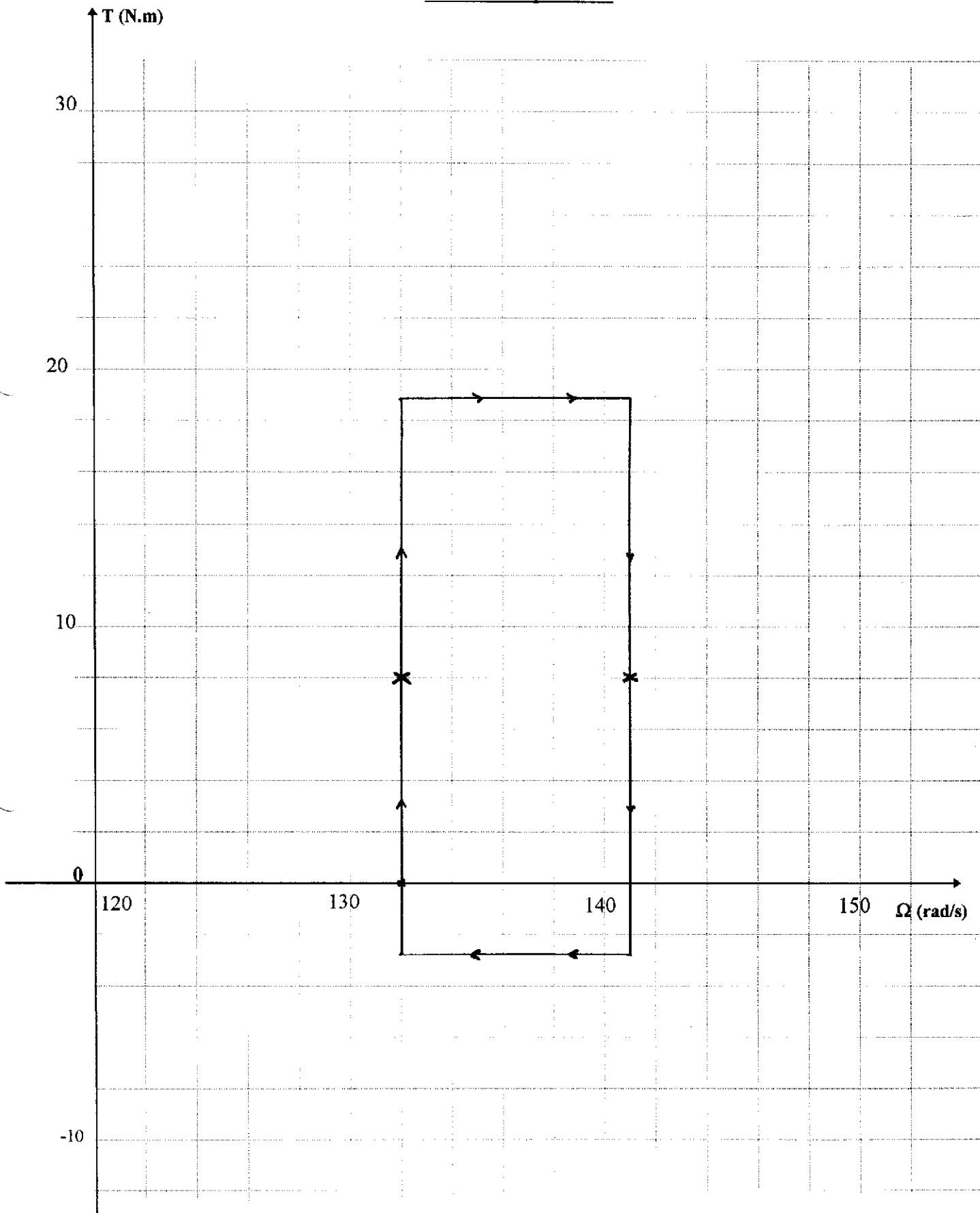


Pont actif	P1	P2	P1
Rôle pont	redresseur	onduleur	red
Rôle MCC	motor	génératrice	motor

B-III



Document-réponse n°3



Document-réponse n°4

