

Examen ou concours : BTS Série* :
Spécialité/option : IRIS
Repère de l'épreuve : TRSPA
Épreuve/sous-épreuve : PHYSIQUE APPLIQUÉE
(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note : 19,5
20

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

39/40

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Partie I

I.1 Caractéristique du moteur :

I.1.1)

Elle est du domaine BT (basse tension)
(car $U = 260V$).

I.1.2)

La puissance utile nominale est $P_{un} = P = 4,5 kW$.

I.2 Point de fonctionnement

I.2.1)

La fréquence de rotation à vide vaut quand T_r (couple résistant) est nul.

D'après la figure 1, on a $n_v = 1350 \text{ tr/min}$ à $T_u = 0 Nm$.

I.2.2)

Le point de fonctionnement à $T_u = 25 Nm$ est :

$P : (25 Nm, 1300 \text{ tr/min})$ (car à $T_r = 25 Nm$ on a d'après la figure 1, $n = 1300 \text{ tr/min}$).

I.3 Alimentation de la machine

N°
1
1.1.2

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

I.3.1)

Cela signifie que la machine peut tourner dans les 2 sens de rotations.

I.3.2)

Si la machine fonctionne avec une vitesse de rotation positive alors $\Omega (\text{rad/s}) > 0$.

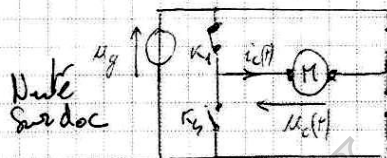
Et si elle fonctionne en moteur alors $T_{em} > 0$, donc on se situe dans le 1^{er} quadrant.

I.3.3)

I.3.3.1)

Voir document réponse n° 2.

Preons en exemple le 1^{er} cas pour lequel $U_c(H) = 400 \text{ V}$.



On a alors $U_c(H) = U_g = 400 \text{ V}$.

Dans le cas où $U_c(H) = 0 \text{ V}$, il faut fermer K_1 et K_2 , de façon équilibrée à ne pas interrompre brutalement le courant dans le moteur (sans libre).

I.3.3.2)

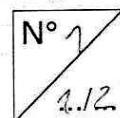
$U_c(H)$ est de forme triangulaire donc

$$\langle U_c(H) \rangle = \frac{A_{\text{aire}}}{T} = \frac{U_g \times T_1}{T}$$

$$\Rightarrow \langle U_c(H) \rangle = \frac{400 \times 6,4 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}}$$

$$\langle U_c(H) \rangle = 256 \text{ V}$$

$$\text{avec } \begin{cases} U_g = 400 \text{ V} \\ T_1 \approx 6,4 \text{ ms} \\ T = 10 \text{ ms} \end{cases}$$



ne rien
écrire
dans

la
partie
barrée

I.3.4)

- Si $\Re(\omega/s) < 0$ et $\text{Im} > 0$ d'après la figure 2 le point de fonctionnement se trouve dans le quadrant II.
- Si $\Re < 0$ alors $\text{ic}(t) < 0$ d'où $U_c(t) = -U_g$
Donc la valeur moyenne de $U_c(t)$ sera
 $\langle U_c(t) \rangle = -256 \text{ V}$

0,5

I.4 Étude en régime permanent:

I.4.1) réponse indicielle

I.4.1.1)

OS En voit que la tangente à l'origine n'est pas nulle.

I.4.1.2)

I.4.1.2.1)

- Par définition on voit que pour un système du 1^{er} ordre on a:
 - 63% de la valeur finale à t_c
 - ou 95% de la valeur finale à $3t_c$
 - ou 99% de la valeur finale à $4,5t_c$
- En prenant 63% de la valeur finale, soit:
 $140 \times 0,63 = 88,2 \text{ rad/s}$ on obtient graphiquement
environ $t_c \approx 0,05 \text{ s} = 50 \text{ ms}$.

I.4.1.2.1)

- D'après la figure 4 quand $\Re(t)$ tends vers l'infini on obtient $\Re_1 = 140 \text{ rad/s}$.
- D'après l'équation différentielle de l'énoncé on a en régime permanent:

$$\Re_1 + 0 = H_0 U_{co} \quad \text{ou en régime permanent.}$$

N° 1
1/3

$$\frac{dR}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow R_1 = H_0 \omega_{ec}$$

$$\text{Avec } H_0 = \frac{R_1}{\omega_{ec}}$$

$$\text{avec } \begin{cases} R_1 = 140 \text{ rad/s} \\ \omega_{ec} = 260 \text{ V} \end{cases}$$

$$H_0 = 0,53 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}$$

ne rien
écrire
dans

la
partie
barrée

I.4.1)

I.4.2.1)

la valeur maximale vaut quand $f = 0 \text{ Hz}$ soit

$\omega_{ec} = 260 \text{ V}$ d'après la figure 5.

I.4.2.2)

la fréquence du fondamental vaut:

$$F = 100 \text{ Hz} \Rightarrow T = \frac{1}{F} = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ s} = 10 \text{ ms}$$

I.4.2.3)

on voit ici que la constante de temps propre du moteur vaut

$\tau = 50 \text{ ms}$ qui est 5 fois supérieur à la période de ω_{ec} .

Donc on aura un filtrage naturel de la tension $u_c(t)$ qui
fera que la tension sera constante



N°
1
4.1.4

Examen ou concours : BTS

Série* :

Spécialité/option : J.R.SRepère de l'épreuve : IRSPAÉpreuve/sous-épreuve : Physique Appliquée

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note :

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

20

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Partie IIII.1) Étude en boucle fermée :II.1.1)X Dans la chaîne de retour on trouve $K(p)$.II.1.2)II.1.2.1)

$$\text{En a. } U(p) = H(p) \times C(p) \times E(p) \quad (1)$$

$$E(p) = U_c(p) - (K(p) \times U(p)) \quad (2)$$

$$(1) \text{ et } (2) \Rightarrow U(p) = H(p) C(p) [U_c(p) - K(p) U(p)]$$

$$\Leftrightarrow U(p) = H(p) C(p) U_c(p) - H(p) C(p) K(p) U(p)$$

$$\Leftrightarrow U(p) (1 + H(p) C(p) K(p)) = H(p) C(p) U_c(p)$$

$$\Leftrightarrow \frac{U(p)}{U_c(p)} = T_{BF}(p) = \frac{H(p) C(p)}{1 + H(p) C(p) K(p)} \quad (3)$$

II.1.2.2)

$$\text{Si } K(p) = K, \quad C(p) = C \text{ et } H(p) = \frac{H_0}{1 + \varepsilon p}$$

$$(3) \Rightarrow T_{BF}(p) = \frac{\frac{H_0}{1 + \varepsilon p} \times C}{1 + \frac{H_0}{1 + \varepsilon p} \times C \times K}$$

$$T_{BF}(p) = \frac{H_0 C}{(1 + \varepsilon p) + H_0 C K}$$

N°2
2/4.

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

II 2.1.3)

D'après la table des transformées on a :

$$\mathcal{L}\{f\} = \frac{a}{p(1+bp)} \xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}} \mathcal{L}\{f\} = a(1-e^{-t/b}) u(t) \quad (1)$$

II 2.1.4)

$$a = a \lim_{t \rightarrow \infty} \mathcal{L}\{f\} = \lim_{t \rightarrow \infty} a(1-e^{-t/b}) u(t) = a \quad (2)$$

$$\text{d'où} \quad a = T_{01} \times M_c$$

$$\Leftrightarrow a = \frac{H_0 C}{1 + CKH_0} \times M_c$$

$$\text{AN} \quad a = \frac{0,56 \times 231}{1 + (2,31 \times 1 \times 0,56)} \times 100$$

$$a = 55,5 \text{ rad/s.}$$

$$\Rightarrow \mathcal{L}\{f\} = 55,5 \text{ rad/s.}$$

II 2.2) Précision du systèmeII 2.2.1)

$$E(p) = M_c(p) - M_r(p)$$

$$\text{et } M_r(p) = K(p) H(p) C(p) E(p)$$

$$\Rightarrow E(p) (1 + K(p) H(p) C(p)) = M_c(p)$$

$$\Rightarrow E(p) = \frac{M_c(p)}{1 + K(p) H(p) C(p)} \quad (1)$$

II 2.2.2)

D'après le théorème on a donc :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} E(t) = \lim_{p \rightarrow 0} p E(p) \text{ d'où}$$

$$\lim_{p \rightarrow 0} p E(p) = \frac{p M_c(p)}{1 + C(p) K(p) H(p)} = \frac{M_c \times p}{p(1 + C(p) K(p) H(p))} \quad \text{car } M_c(p) = \frac{M_c}{p}$$

II.2.1.3)

D'après la table des transformées on a :

$$\mathcal{R}(p) = \frac{a}{p(1+bp)} \xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}} \mathcal{R}(t) = a(1-e^{-t/b})u(t) \quad (1)$$

II.2.1.4)

$$\text{on a } \lim_{t \rightarrow +\infty} \mathcal{R}(t) = \lim_{t \rightarrow +\infty} a(1-e^{-t/b})u(t) = a \quad (2)$$

$$\text{d'où } a = T_{01} \times U_c$$

$$\Leftrightarrow a = \frac{H_0 C}{1 + CKH_0} \times U_c$$

$$\text{AN } a = \frac{0,54 \times 231}{1 + (2,31 \times 1 \times 0,54)} \times 100$$

$$a = 55,5 \text{ rad/s.}$$

$$\Rightarrow \mathcal{R}(t) = 55,5 \text{ rad/s.}$$

II.2.2) Précision du systèmeII.2.2.1)

$$E(p) = U_c(p) - U_r(p)$$

$$\text{et } U_r(p) = K(p) H(p) C(p) E(p)$$

$$\Rightarrow E(p) (1 + K(p) H(p) C(p)) = U_c(p)$$

$$\Leftrightarrow E(p) = \frac{U_c(p)}{1 + K(p) H(p) C(p)} \quad (1)$$

II.2.2.2)

D'après le théorème on a donc :

$$\lim_{p \rightarrow 0} p E(p) = \lim_{p \rightarrow 0} p E(p) \text{ d'où}$$

$$\lim_{p \rightarrow 0} p E(p) = \frac{p \cdot U_c(p)}{1 + C(p) K(p) H(p)} = \frac{U_c \times p}{p(1 + C(p) K(p) H(p))} \text{ car } U_c(p) = \frac{U_c}{p}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \lim_{p \rightarrow 0} E(p) &= \lim_{p \rightarrow 0} \frac{Mc}{1 + KC \times \frac{H_0}{1 + \epsilon p}} \\ &= \frac{Mc}{1 + KC H_0} \end{aligned}$$

ne rien
écrire
dans

la
partie
barée

II.2.2.3)

D'après le résultat trouvé et l'énoncé, on voit que K et H_0 sont propres au système. Mais pour augmenter la précision du système il faut que $E(p) \rightarrow 0$, donc il faudra agir sur le correcteur, soit sur le paramètre C .

Partie III

III.1 Caractéristique du correcteur

III.1.1)

- C'est l'élément Algorithme de calcul.
- Il permet de changer les paramètres sans changer les composants ^(principalement) du correcteur (et d'être paramétrable facilement en fonction des changements de caractéristiques du moteur).

III.1.2)

- On a $\tau = 50 \text{ ms} \Rightarrow 3\tau = 150 \text{ ms}$.
- A $T = 3\tau$ on atteint environ 95% de la valeur finale donc on peut considérer que le régime transitoire est terminé, d'où.

$$10T_c = 3\tau$$

$$\Rightarrow F_c = \frac{1}{T_c} = \frac{10}{3\tau}$$

$$F_c \approx 66,6 \text{ Hz}$$

N°2
4.14.

Examen ou concours : BTS

Série* :

Spécialité/option : IRISRepère de l'épreuve : IRSPAÉpreuve/sous-épreuve : Physique appliquée

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note :

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

20

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

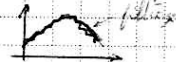
III.1.3)• Filtre anti-repliement :

Le théorème de Shannon précise que la fréquence d'échantillonnage F_e doit être supérieure à 2 fois la fréquence maximale du spectre à échantillonner.

Pour éviter d'échantillonner des données "fantômes", il faudra donc limiter le spectre du signal, c'est le rôle du filtre anti-repliement $\Rightarrow$ filtre passe-bas.

• Filtre de lissage :

Comme son nom l'indique ce filtre permet de lisser la tension issue de CNA afin d'avoir une tension u(t) bien lisse. (à la sortie du CNA, la tension sera sous forme de "paliers"). $\Rightarrow$ filtre passe-bas.

III.1.4)III.1.4.1)

On voit que $0 < u < 16\text{V}$ donc la tension de pleine échelle vaut $u = 16\text{V}$.

III.1.4.2)

Pour 1 bit on a une valeur de $u = 1\text{V}$, donc le quantum vaut $q = 1\text{V}$.

N°3
114

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

III 1.4.3)

D'après les questions précédentes :

$$N = \frac{16}{1} = 16 \text{ bits.}$$

$$(N = \frac{f_{\max}}{q}).$$

III.5 $f_c = 100 \text{ Hz.}$

III.5.1)

Si $f_c = 100 \text{ Hz} \Rightarrow T_c = \frac{1}{100} = 10 \text{ ms}$

avec T_c la période d'échantillonnage.

Pour le temps T_c maximal du CAN devra être

$$T_c < T_c \Rightarrow T_c < 10 \text{ ms.}$$

III 1.5.2)

D'après le théorème de Shannon il faut f_c tel que

$$f_c > 2 \times f_{\max} \quad (\text{voir explications au III 1.3})$$

$$\Rightarrow f_c \geq \frac{f_c}{2}$$

$$f_c \geq \frac{100}{2} = 50 \text{ Hz.}$$

III 2. Exploitation de la relation de récurrence :

III 2.1)

D'après le schéma bloc on obtient :

$$(a_0 x_n + a_1 x_{n-1}) - b_0 y_{n-1} = y_n.$$

III 2.1.2)

L'algorithme est récursif puisque un échantillon de la sortie est prélevé.

III 2.2. Réponse impulsionnelle

III 2.2.1) Il conduit à une réponse impulsionnelle finie car on voit que y_n tend vers 0 quand z_n tend vers * l'infini.

III 2.2.2)

on a $y_n = a_0 z_n + a_1 z_{n-1} - b_0 y_{n-1}$

exemple: si $n=0$

$$y_0 = a_0 z_0 + a_1 z_{-1} - b_0 y_{-1}$$

$$\rightarrow y_0 =$$

d'après la figure 7 on obtient en lecture directe:

$$y_0 = 2,5, \quad y_1 = 1 \text{ et } y_2 = -0,8$$

III 3. Etude de la réponse du système en régime permanent

III 3.1)

on a $y_n = 2,5 z_n + 3 z_{n-1} - 0,8 y_{n-1}$ (1)

$$x \{ z_{n-1} \} = z^{-1} \{ z_n \}$$

(1) $\xrightarrow{z} y(z) = 2,5 x(z) + 3 z^{-1} x(z) - 0,8 z^{-1} y(z)$

$$\Rightarrow y(z) + 0,8 z^{-1} y(z) = x(z) (2,5 + 3 z^{-1})$$

$$\Leftrightarrow \frac{y(z)}{x(z)} = \frac{2,5 + 3 z^{-1}}{0,8 z^{-1} + 1}$$

$$\Leftrightarrow H(z) = \frac{y(z)}{x(z)} = \frac{2,5z + 3}{z + 0,8} \quad (\text{on a multiplié par } \frac{z}{z})$$

III 3.2)

III 3.2.1)

si $\{z_n\}$ est une séquence échelon et d'après

la table des transformées en z on a :

$$\{r^n\} \xrightarrow{z} \frac{z}{z-1} \text{ alors}$$

$$X(z) = 100 \times \frac{z}{z-1}$$

On a $H(z) = \frac{3+0,5z}{0,8+z} = \frac{y(z)}{x(z)}$

$$\Rightarrow y(z) = \frac{3+0,5z}{(0,8+z)} \times \frac{100z}{(z-1)}$$

$$\Leftrightarrow y(z) = \frac{300z + 250z^2}{(0,8+z)(z-1)} \quad (1)$$

III 3.2.2)

D'après le théorème de la valeur finale appliqué ici on aura :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1) \times y(z) \text{ et d'après (1) on a alors}$$

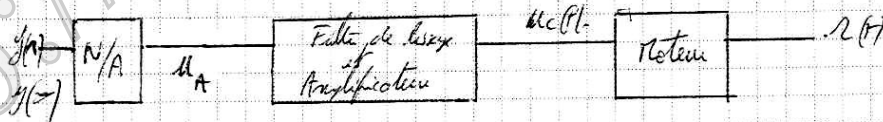
$$\Rightarrow \lim_{z \rightarrow 1} (z-1) y(z) = \lim_{z \rightarrow 1} \frac{(z-1) [300z + 250z^2]}{(0,8+z)(z-1)}$$

$$= \lim_{z \rightarrow 1} \frac{300 + 250z}{1,8}$$

$$\Rightarrow y(\infty) = 305,5$$

III 3.2.3)

On a :



ne rien
écrire
dans

la
partie
barrée

N°3

4.1.6

Examen ou concours : BTS

Série* :

Spécialité/option : IRISRepère de l'épreuve : IRSPAÉpreuve/sous-épreuve : Physique appliquée

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numerotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note :

20

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

- Après le filtre de lissage et étant donné que $E = 50\text{ms} > T_F = 10\text{ms}$, on considère que la tension $u_{c(t)}$ sera bien filtrée. (1)
- Et en régime statique on a une transmittance statique du moteur tel que $H_0 = 0,54\text{rad/s}$. (2)
- Donc la valeur du CNA en amu

$$u_c = y(t) \times q \times D \quad (q = \text{quantum et } D = \frac{1}{2})$$

$$\Rightarrow u_c = 305,5 \times \frac{1}{2} = 152 \text{ volts.}$$

Après le filtrage on aura alors d'après (1).

$$u_c = 152 \text{ volts.}$$

D'où la vitesse du moteur en régime stabilisé d'après (2)

$$\Omega_3 = H_0 \times u_c.$$

$$\text{AN: } \Rightarrow \Omega_3 = 0,54 \times 152$$

$$\Omega_3 = 82 \text{ rad/s.}$$

- Comme étant ci-dessus la valeur de u_c sera alors

$$u_c = 305,5 \text{ volts.}$$

Partie IIII 1.)

Dans le cas d'un correcteur proportionnel on a

$$\Delta \Omega_1 = \Omega_{\text{réf}} - \Omega_2$$

$$\Rightarrow \Delta \Omega_1 = 100 - 55,5 = 44,5 \text{ rad/s} \quad \left\{ \begin{array}{l} \Omega_2 = 55,5 \text{ rad/s} \\ \text{au II 2.1.4} \end{array} \right.$$

N° 4
..1.1.4.

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

Dans le cas du correcteur à action proportionnel et intégral :

$$\Delta \omega_2 = 100 - 82 \text{ rad/s.}$$

$$\omega_3 = 82 \text{ rad/s}$$

$$\Delta \omega_2 = 1.8 \text{ rad/s.}$$

(08)

IV 2)

On voit que le correcteur à action proportionnel et intégral permet une meilleure précision de commande de vitesse car $\Delta \omega_2 < \Delta \omega_1$.

1

DOCUMENT RÉPONSE 1 : À RENDRE AVEC LA COPIE

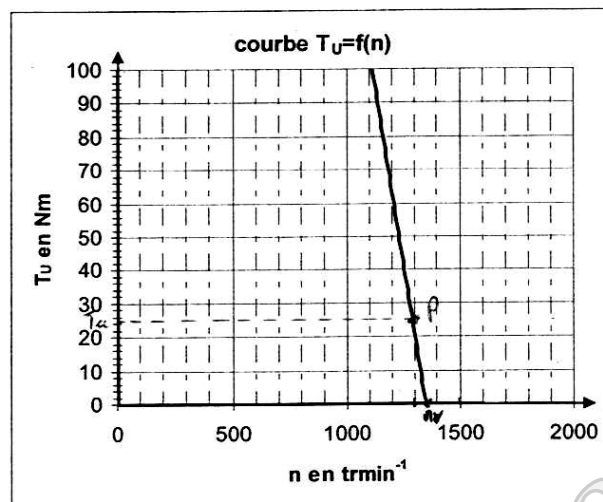


Figure 1

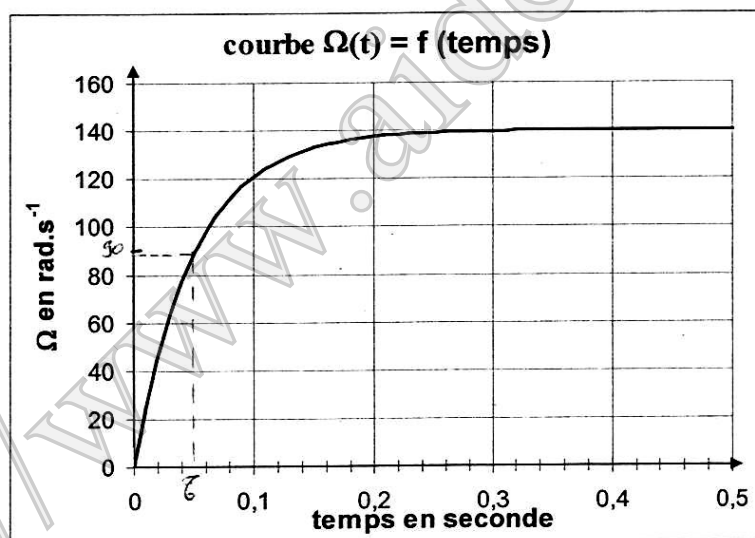
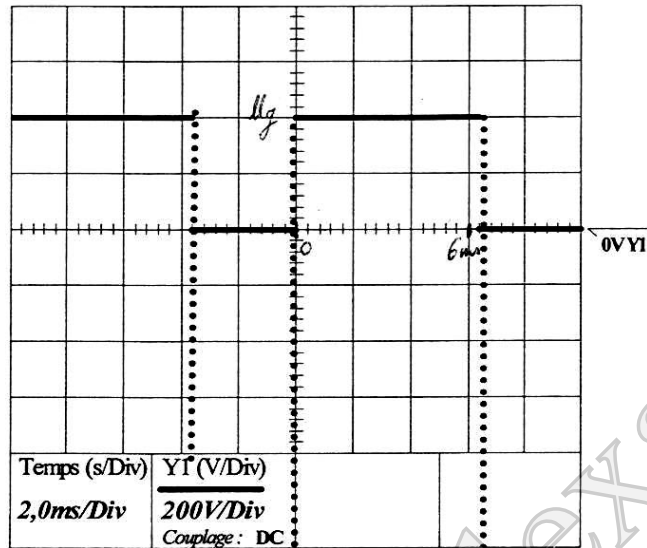


Figure 4

DOCUMENT RÉPONSE 2 : À RENDRE AVEC LA COPIE



Fonctionnement en moteur				
État de K1	FERME	FERME	FERME	FERME
État de K2	OUVERT	FERME	OUVERT	FERME
État de K3	OUVERT	OUVERT	OUVERT	OUVERT
État de K4	FERME	OUVERT	FERME	OUVERT

Figure 3