AS1-CONTACTS ET RELAIS

<u>EXERCICE 1-1</u>

On suppose que chaque rebondissement du contact de la figure 1-12b dure moins que $\delta = 0.1$ sec. Si $E = 5$ volts, déterminer R et C de sorte que la tension v durant les rebondissements reste supérieure à 4.5 volts et que la puissance dissipée en régime stationnaire (quand $v = 5$ volts) soit de $P = 1$mW.

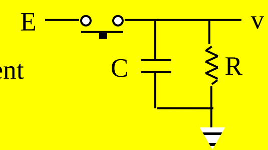


Fig.1-12b Rebondissement d'un contact

$$\text{c fermé} \Rightarrow v = E = 5 \text{ volts.}$$

$$\text{c ouvert} \Rightarrow v = Ri = -RC\frac{dv}{dt} \Rightarrow v = Ee^{-t/\tau},\ \tau = RC$$

$$v(\delta) = 4.5 \Rightarrow -\frac{\delta}{\tau} = \mathrm{Ln}\left(\frac{4.5}{5}\right) \Rightarrow \tau = \frac{0.1}{0.105} \approx 0.95 \text{ sec}$$

$$P = E^2/R = 1\,\text{mW} \Rightarrow R = 25\ \text{K}\Omega$$

$$\Rightarrow C = \frac{0.95}{25(10^3)} = 38\ \mu\text{F}$$

<u>EXERCICE 1-2</u>

On considère le circuit de la figure 1-22 où $u = a.\sin\pi t$, R est variable et la diode D est caractérisée par les tensions $V_1 = 0.7$ volts, $V_2 = -8$ volts et par la puissance de dissipation maximale $P_{max} = 5$ watts. Soit i le courant qui traverse la diode.

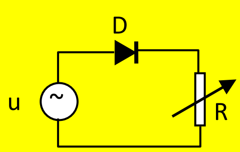


Fig. 1-22 Circuit à diode

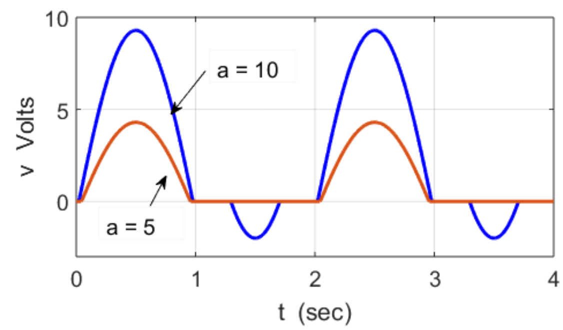
1) Représenter en fonction du temps la tension $v = Ri$ dans les 2 cas : $a = 5$ volts et $a = 10$ volts.
2) Pour chacun de ces cas, déterminer la valeur minimum de R au dessous de laquelle la diode sera grillée.

1)

$$v = Ri = \begin{cases} u - V_{ac} & \text{si } i \neq 0 \\ 0 & \text{si } i = 0 \end{cases}$$

$$= \begin{cases} u + 8 & \text{si } i < 0 \Leftrightarrow v < 0 \Leftrightarrow u < -8 \\ u - 0.7 & \text{si } i > 0 \Leftrightarrow v > 0 \Leftrightarrow u > 0.7 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

En remplaçant u par $a.\sin\pi t$, on obtient (par Matlab) les courbes suivantes.



2)

$$P_d = V_{ac}i = V_{ac}\frac{v}{R} = \begin{cases} -8(u+8)/R & \text{si } u < -8 \\ 0.7(u-0.7)/R & \text{si } u > 0.7 \end{cases}$$

Pour $a = 5$,

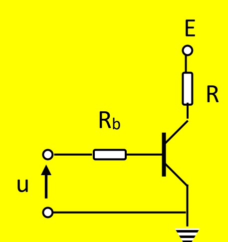
$$P_d < P_{max} \Leftrightarrow 0.7(5-0.7)/R < 5 \Leftrightarrow R > 0.602\ \Omega$$

Pour $a = 10$,

$$P_d < P_{max} \Leftrightarrow \begin{cases} -8(-10+8)/R < 5 \Leftrightarrow R > 3.2\ \Omega \\ 0.7(10-0.7)/R < 5 \Leftrightarrow R > 1.302\ \Omega \end{cases}$$

<u>EXERCICE 1-3</u>

On considère le circuit de la figure 1-25 suivante.



$\beta = 40$
$V_s = 1$ volt
$E = 10$ volts
$R = 50\ \Omega$
$R_b = 100\ \Omega$

Fig. 1-25 Circuit à transistor

1) Déterminer le courant I_b de saturation (pour lequel $V_{ce} = V_s$).
2) Pour quelles valeurs de u le transistor se sature ?
3) Représenter la variation de I_c en fonction de u.

1)
$$V_s = V_{ce} = E - RI_c = E - R\beta I_b$$
$$\Rightarrow \quad I_b = \frac{E - V_s}{R\beta} = \frac{10-1}{(50)(40)} \Rightarrow I_b = 4.5\text{ mA}$$

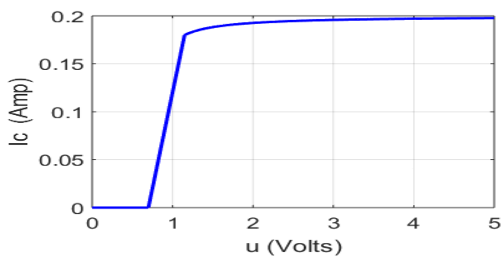
2) Saturation si $I_b > 4.5$ mA
$$u = R_b I_b + 0.7 \geq 0.45 + 0.7 \Rightarrow u \geq 1.15 \text{ volts}$$

3)
Pour $u \leq 0.7, \quad I_c = 0.$

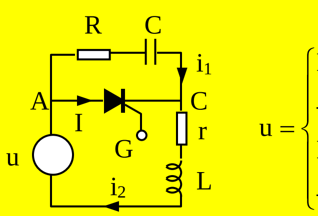
Pour $0.7 < u \leq 1.15, \quad I_c = \beta I_b = \beta \dfrac{u-0.7}{R_b}$

Pour $u > 1.15, \quad I_c = \dfrac{\beta I_b}{V_s} V_{ce}$

$$\Rightarrow V_s I_c = \beta I_b (E - RI_c) \Rightarrow I_c = \frac{\beta E I_b}{V_s + \beta R I_b}$$
$$\Rightarrow I_c = \frac{(\beta E / R_b)(u-0.7)}{V_s + (\beta R / R_b)(u-0.7)} = \frac{4(u-0.7)}{1+20(u-0.7)}.$$



EXERCICE 1-4



$$u = \begin{cases} E\ V & \text{si } 0 \leq t < T \\ -E\ V & \text{si } T \leq t < 2T \\ E\ V & \text{si } 2T \leq t < 3T \\ -E\ V & \text{si } 3T \leq t < 4T \end{cases}$$

Fig.1-28 Circuit à thyristor

Pour le circuit de la figure 1-28, on néglige la tension aux bornes du thyristor quand il est passant et on suppose d'abord que u est constante. Dans le cas où le thyristor est passant, déterminer
1) Le courant $i_2(t)$ sachant que $i_2(0) = i_{20}$
2) la tension $v(t)$ aux bornes de C sachant que $v(0) = v_0$ et déduire le courant $i_1(t)$.
Dans le cas où le thyristor est bloqué, déterminer
3) $v(t)$ sachant que $v(0) = \dot{v}(0) = 0$ et déduire $V_{ac}(t)$.
4) Pour la tension u définie à côté du circuit et si une impulsion de tension entre G et C est appliquée aux instants $t_1 = T/4$ et $t_2 = 9T/4$, représenter l'allure de $I(t)$ et de $V_{ac}(t)$ et comparer avec le cas où $L = C = 0$.

1)
$$L\frac{di_2}{dt} + ri_2 = u \quad \Rightarrow \quad i_2 = ce^{-t/\tau_2} + \frac{u}{r},$$
$$\text{avec} \quad \tau_2 = \frac{L}{r} \quad \text{et} \quad c = i_{20} - \frac{u}{r}$$
$$\Rightarrow \quad i_2(t) = \frac{u}{r}\left(1 - e^{-t/\tau_2}\right) + i_{20} e^{-t/\tau_2}$$

2)
$$Ri_1 + v = 0 \quad \text{et} \quad i_1 = C\frac{dv}{dt} \quad \Rightarrow \quad RC\frac{dv}{dt} + v = 0.$$
$$\Rightarrow v = v_0 e^{-t/\tau_1}, \quad \tau_1 = RC \quad \Rightarrow \quad i_1 = -\frac{Cv_0}{\tau_1} e^{-t/\tau_1}.$$

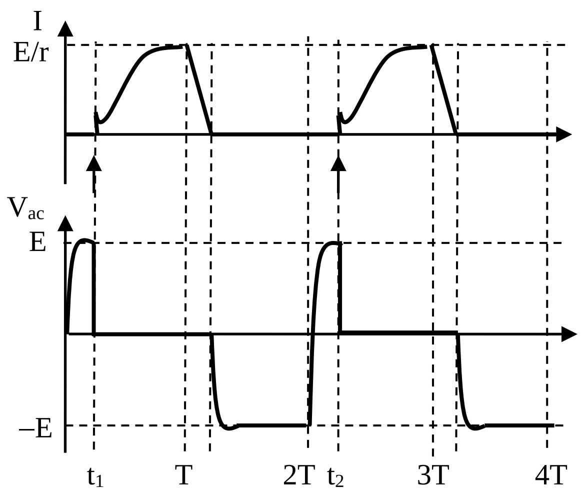
3)
$$u = L\frac{di_1}{dt} + (R+r)i_1 + v, \quad i_1 = C\frac{dv}{dt},$$
$$\Rightarrow \quad LC\frac{d^2v}{dt^2} + (R+r)C\frac{dv}{dt} + v = u$$
$$\Rightarrow \ddot{v} + 2\sigma\dot{v} + \omega_n^2 v = \omega_n^2 u, \quad 2\sigma = \frac{R+r}{L}, \quad \omega_n^2 = \frac{1}{LC}.$$
$$\Rightarrow v = Ae^{s_1 t} + Be^{s_2 t} + u, \quad s_1, s_2 = -\sigma \pm \sqrt{\sigma^2 - \omega_n^2}$$
$$\text{avec} \begin{cases} v(0) = 0 & \Rightarrow \quad A + B = -u \\ \dfrac{dv}{dt}(0) = 0 & \Rightarrow \quad As_1 + Bs_2 = 0 \end{cases}$$
$$\Rightarrow A = \frac{us_2}{s_1 - s_2}, \quad B = -\frac{us_1}{s_1 - s_2}.$$
$$\Rightarrow \quad v(t) = u\left[1 - \frac{s_1 e^{s_2 t} - s_2 e^{s_1 t}}{s_1 - s_2}\right].$$

Maintenant, $V_{ac} = RC\dfrac{dv}{dt} + v$

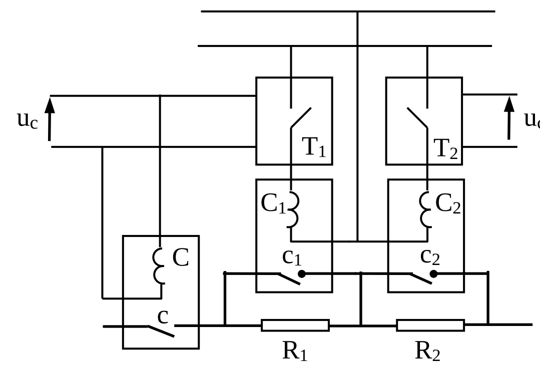
$$\Rightarrow V_{ac} = u\left[1 - \frac{s_1(1+\tau_1 s_2)e^{s_2 t}}{s_1 - s_2} + \frac{s_2(1+\tau_1 s_1)e^{s_1 t}}{s_1 - s_2}\right].$$

4)
Sachant que le thyristor se bloque entre l'instant où le courant s'annule et l'instant où l'on applique une impulsion sur G, les expressions précédentes,

introduites dans Matlab, conduisent aux allures suivantes.



Le signal de commande u_c ferme le pôle c du contacteur C pour connecter le moteur au réseau et active les temporisateurs T_1 et T_2 ayant respectivement pour retard t_1 et t_2. Le pôle c_1 du contacteur C_1 se ferme à l'instant t_1 et le pôle c_2 du contacteur C_2 se ferme à l'instant t_2. Quand u_c s'annule, les temporisateurs et les contacteurs se désactivent, les pôles c, c_1 et c_2 s'ouvrent.



<u>EXERCICE 1-5</u>

Pour accélérer ses pièces mobiles, un moteur à courant continu absorbe au démarrage un courant important qui peut dépasser le courant admissible. On limite ce courant de démarrage en intercalant à la mise sous tension des résistances en série avec le moteur. Ces résistances seront successivement court-circuitées au fur et à mesure que le moteur s'approche de sa vitesse limite. La figure 1-37 représente un moteur à 2 résistances de démarrage R_1 et R_2 aux bornes desquelles sont branchés les pôles c_1 et c_2 de 2 contacteurs.

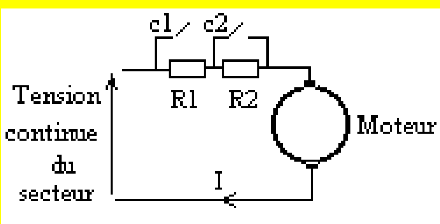


Fig. 1-37 Circuit de démarrage d'un moteur cc.

Construire un organe d'action électromagnétique vérifiant les conditions suivantes *:*

1- Entre l'instant 0 où le signal de commande u_c devient 1 et l'instant t_1, le courant I du moteur traverse les 2 résistances R_1 et R_2.

2- Entre les instants t_1 et t_2, I ne traverse que la résistance R_2 (R_1 est court-circuitée par c_1).

3- À partir de t_2, I alimente directement le moteur sans passer par aucune des 2 résistances.

<u>EXERCICE 1-6</u>

Pour le relais de la figure 1-38, la tension d'alimentation est E = 12 V, la tension de saturation du transistor T est V_s = 1 V, R_b = 2.2 KΩ, R_2 = 1 KΩ et la résistance R_p est choisie de sorte que la chute de tension à travers T_p soit de 0.3 V quand u_c = 5 V. Supposons que la charge Z est équivalente (en régime stationnaire) à une résistance R. Si le gain du transistor T est a) β = 100, b) β = 200,

1) représenter la variation de V_{ce} en fonction de R.
2) À partir de quelle valeur de R on a $V_{ce} \leq 0.3$ V ?
3) Quelle est la puissance calorifique fournie au transistor quand R = 58 Ω ?

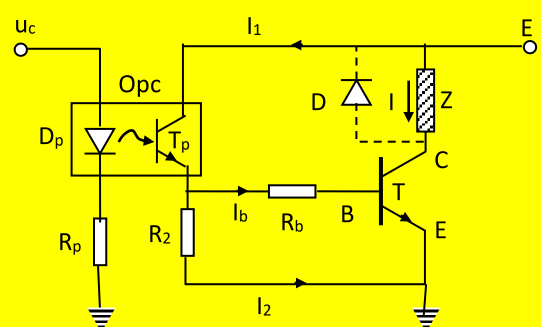


Fig. 1-38 Relais à transistor bipolaire

1)

$$V_{ce} = E - RI = \begin{cases} E - R(V_{ce}/V_s)\beta i_b & \text{si} \quad V_{ce} < V_s \\ E - R\beta i_b & \text{si} \quad V_{ce} \geq V_s \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad V_{ce} = \begin{cases} EV_s/(V_s + R\beta i_b) & \text{si} \quad R > (E - V_s)/\beta i_b \\ E - R\beta i_b & \text{si} \quad R \leq (E - V_s)/\beta i_b \end{cases}$$

Or $i_b = (E - 0.3 - 0.7)/R_b = 11/2200 = 0.005$ A

Donc

pour $\beta = 100$,

$$V_{ce} = \begin{cases} 12/(1 + 0.5R) & \text{si} \quad R > 11/0.5 = 22\,\Omega \\ 12 - 0.5R & \text{si} \quad R \leq 22\,\Omega \end{cases}$$

2

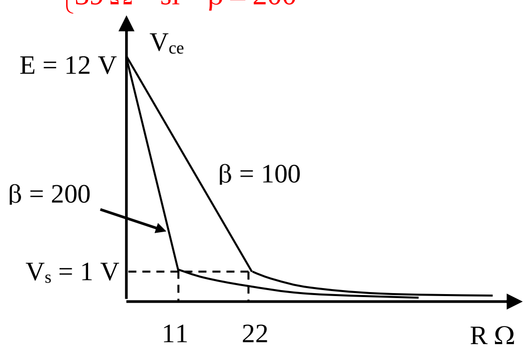
Pour $\beta = 200$,

$$V_{ce} = \begin{cases} 12/(1 + R) & \text{si} \quad R > 11\,\Omega \\ 12 - R & \text{si} \quad R \leq 11\,\Omega \end{cases}$$

)

$$V_{ce} \leq 0.3 \Rightarrow R \geq \frac{E(V_s/0.3) - V_s}{\beta i_b} = \frac{39}{\beta i_b}$$

$$\Rightarrow R \geq \begin{cases} 78\,\Omega & \text{si} \quad \beta = 100 \\ 39\,\Omega & \text{si} \quad \beta = 200 \end{cases}$$



3)

$$P = V_{ce} I = \frac{V_{ce}(E - V_{ce})}{R} = \frac{1}{R} \frac{EV_s}{(V_s + R\beta i_b)} \frac{ER\beta i_b}{(V_s + R\beta i_b)}$$

$$\Rightarrow \quad P = \frac{E^2 \beta i_b}{(V_s + R\beta i_b)^2} = \frac{(12)^2 \beta i_b}{[1 + 58\beta i_b]^2}$$

$$P = \begin{cases} (12/30)^2 (0.5) = 0.08 \text{ W} \\ (12/59)^2 \cong 0.04 \text{ W} \end{cases}$$

EXERCICE 1-7

Les sections des vérins pneumatique et hydraulique de la figure 1-55 sont respectivement égales à S_1 = 50 cm^2 et S_2 = 10 cm^2. La résistance de l'étrangleur de la figure 1-55 sont est R = 25.10^{-3} bars.sec/cm^3 (P_B - P_A = R.q). La masse entrainée par le vérin pneumatique est m = 50 kg et on néglige la masse du piston du cylindre hydraulique. Supposons que sur le piston du vérin pneumatique s'exerce une différence de pression $\Delta(t)$ = 5 bars pour $0 \leq t < 0.1$ et –5 bars pour $t \geq 0.1$ sec.

1) Représenter les variations de la vitesse v(t) et de la position x(t) du piston du vérin pneumatique dans les deux cas : a) quand il n'est pas connecté au système hydraulique, b) quand il est connecté à ce système. Interpréter le résultat.

2) Si la pression d'évaporation de l'huile est P_e = 0.2 bar, que doit être la valeur minimum de la pression P_A pour éviter l'évaporation si la vitesse fluctue entre +1 et –1 m/sec ?

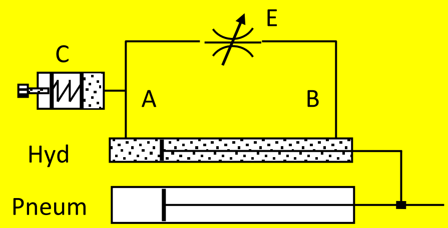


Fig. 1-55 Régulateur de vitesse

1)

a) Vérin non connecté.

$$m\frac{dv}{dt} = \Delta S_1 \Rightarrow v(t) = \frac{\Delta S_1}{m}(t - t_0) + v(t_0)$$

$$\Rightarrow v(t) = \begin{cases} \dfrac{5(10^5)50(10^{-4})}{50} t = 50t & \text{pour } 0 \leq t < 0.1 \\ -50(t - 0.1) + 5 = -50t + 10 & \text{pour } t \geq 0.1 \end{cases}$$

$$x(t) = \begin{cases} 25t^2 & \text{pour } 0 \leq t < 0.1 \\ -25t^2 + 10t - 0.5 & \text{pour } t \geq 0.1 \end{cases}$$

b)

Vérin connecté

$$m\frac{dv}{dt} = \Delta S_1 - RqS_2, \quad q = S_2 v$$

$$\Rightarrow \frac{m}{RS_2^2}\dot{v} + v = \frac{\Delta S_1}{RS_2^2}$$

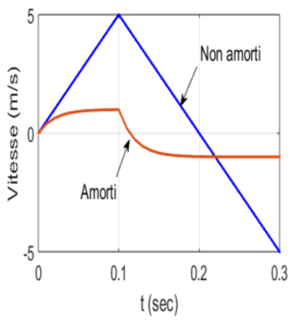
$v(t) = ce^{-t/\tau} + v_L$, avec

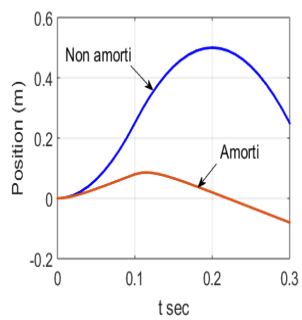
$$\tau = \frac{m}{RS_2^2} = \frac{50}{25(10^8)100(10^{-8})} = 0.02\,\text{sec},$$

$$v_L = \frac{\pm 5(50)(10)}{2500} = \pm 1\,\text{m/sec}, \quad c = [v(t_0) - v_L].e^{t_0/\tau}$$

$$\Rightarrow v(t) = \begin{cases} 1 - e^{-t/0.02} & \text{pour } 0 \le t < 0.1 \\ (2 - e^{-5})e^{-(t-0.1)/0.02} - 1 & \text{pour } t \ge 0.1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow x(t) = \begin{cases} t + 0.02e^{-t/0.02} - 0.02 \\ -0.02(2 - e^{-5})e^{-(t-0.1)/0.02} - t + 0.22 \end{cases}$$





2) P_A est fixée par la vis et il faut que $P_B > 0.2$ bars.

$$P_B - P_A = RS_2^2 v = 25(10^6)100(10^{-8})v = 25v \text{ bars}$$

P_B est minimum si v = –1 m/sec

$$\Rightarrow P_A - 25 > 0.2 \Rightarrow P_A > 25.2 \text{ bars}$$

EXERCICE 1-8

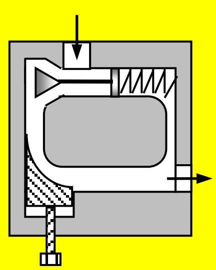


Fig. 1-56 Régulateur de débit

Considérons le régulateur de débit de la figure 1-56. La résistance de l'étrangleur est fixée à 0.01 N.sec/cm^5. La résistance du clapet est donnée par R(x) = 2x/(a-x) N.sec/cm^5, x étant la compression du ressort et a = 4 mm est le déplacement maximum du clapet vers la droite. La section du piston est S = 1 cm^2 et la rigidité du ressort est k = 80 N/mm. Si la différence de pression entre l'entrée et la sortie fluctue selon $\Delta(t) = 20 + 4(-1)^k$ N/cm^2 pour k≤t<k+1, k 0, 1, 2, …, représenter les fluctuations du débit et comparer avec le cas où x est fixé à 0.25 mm.

$$q = \frac{\Delta}{R(x) + 0.01}\ \text{cm}^3/\text{sec}$$

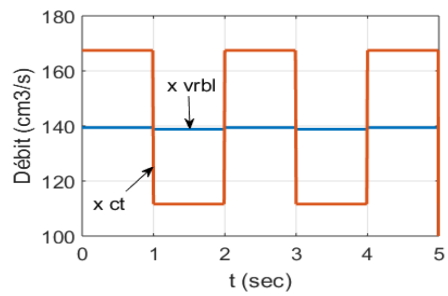
Si x variable, $\quad x = \dfrac{\Delta S}{k} = \dfrac{1}{800}\Delta$

$$\Rightarrow q = \frac{\Delta}{\dfrac{(1/400)\Delta}{0.4 - (1/800)\Delta} + 0.01} = \frac{\Delta(320 - \Delta)}{1.99\Delta + 3.2}$$

$$\Rightarrow q = \begin{cases} 139.40 & \text{si } \Delta = 24 \\ 138.81 & \text{si } \Delta = 16 \end{cases}$$

Si x = 0.25mm,

$$q = \frac{\Delta}{\dfrac{2(1/4)}{4 - 1/4} + 0.01} = \frac{15\Delta}{2.15} = \begin{cases} 167.44 & \text{si } \Delta = 24 \\ 111.63 & \text{si } \Delta = 16 \end{cases}$$



EXERCICE 1-9

On considère un système pneumatique alimenté par un compresseur à travers un réservoir d'air de volume V = 0.4 m^3. En admettant que l'air est un gaz parfait (d'équation PV=N$\mathcal{R}$T où P est la pression, N le nombre de moles, $\mathcal{R}$ = 8.3 Joules/°K la constante des gaz et T la température absolue) et que ses transformations dans le réservoir sont polytropiques vérifiant $Pv^\alpha = c^{te}$ où α = 1.2 et v le volume par mole,

1) montrer que si la température de l'air dans le réservoir reste voisine de 300°K (27°C), on a dN = C.dP où C est une constante, proportionnelle à V, appelée la capacité du réservoir.

2) En supposant que la résistance du système est constante et vaut R = 0.5 bar.sec/mole et que le compresseur délivre un débit saccadé $q_c(t)$ de période 1 sec valant 8 moles /sec pour 0 < t < 0.5 et 0 pour 0.5 < t < 1, représenter le débit q(t) (ou la pression) à l'entrée du système dans les deux cas : sans et avec un réservoir d'air.

1)

$PV = N\mathcal{R}T \Rightarrow VdP = \mathcal{R}TdN$ car $V = c^{te}$.

$$\Rightarrow dN = CdP, \quad C = \frac{V}{\mathcal{R}T} = \frac{0.4}{8.3(300)}(10^5)$$

$$\Rightarrow C \approx 16\,\frac{moles}{bar}$$

2)

Soit $q_r(t)$ le débit molaire vers le réservoir. On a :

$$q(t) = q_c(t) - q_r(t), \quad dN = CdP = q_c dt, \quad P = Rq_c$$

$$\Rightarrow q = q_c - C\frac{dP}{dt} \Rightarrow RC\frac{dq}{dt} + q = q_c,$$

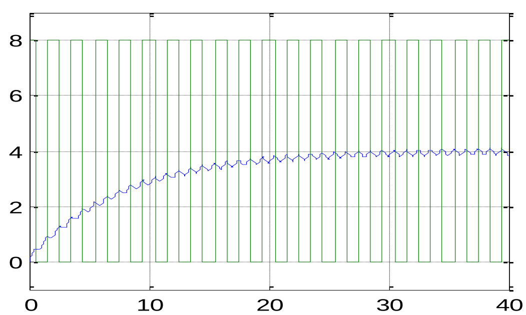
$$\tau = RC = 0.5(16) = 8 \text{ sec}$$

$$t_1 = 0, \quad t_i = t_{i-1} + 0.5$$

$$q_c(t) = 4 + 4(-1)^{i-1} \quad \text{pour} \quad t_i \le t < t_{i+1}$$

$$\Rightarrow q(t) = ce^{-t/\tau} + q_c, \quad c = [q(t_i) - q_c(t)].e^{t_i/\tau}$$

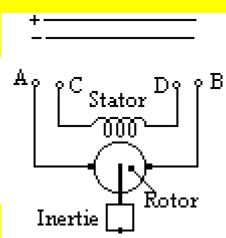
$$\Rightarrow q(t) = [q(t_i) - q_c(t)].e^{-(t-t_i)/\tau} + q_c(t), \quad t_i \le t < t_{i+1}$$



AUTRES EXERCICES ET COMPLÉMENTS

1-10. Un moteur à courant continu (fig. 1-63) est constitué d'un bobinage fixe appelé stator et d'un autre tournant appelé rotor. Par l'interaction du courant traversant le rotor avec le champ magnétique créé par le stator, il se développe un couple qui met le rotor et sa charge en rotation. Durant le fonctionnement normal du moteur, A et C sont connectés à la ligne + du secteur; B et D à la ligne −.

Fig. 1-63 Représentation schématique d'un moteur cc entrainant une inertie



Démarrage. Quand la vitesse est encore faible, un courant important traverse le rotor et développe un grand moment et une forte accélération. Afin d'obtenir un démarrage souple, on intercale entre A et le rotor 2 résistances R_1 et R_2 qui seront respectivement court-circuitées aux instants t_1 et t_2 ($t_1 < t_2$ voir exercice 1-5).

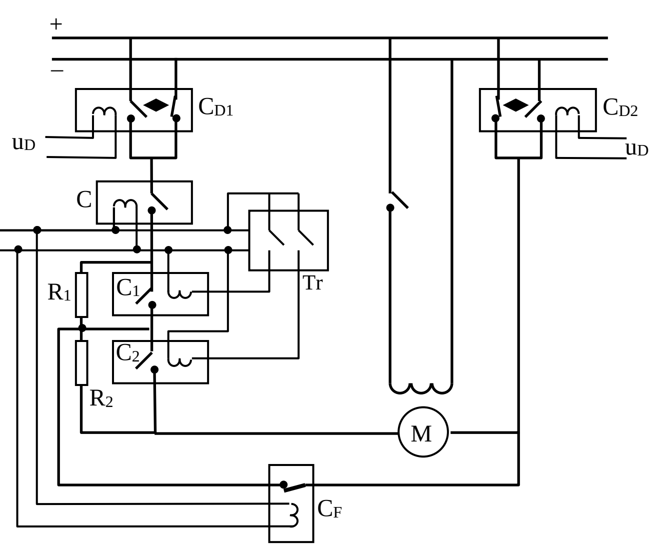
Freinage. Pour freiner rapidement le moteur, on déconnecte le rotor du secteur et on branche ses bornes à la résistance R_2 jusqu'à l'arrêt. Par ce moyen, l'énergie cinétique du rotor se dissipe sous forme de chaleur dans R_2 et dans la résistance du rotor.

Inversion du sens de rotation. Pour inverser le sens de rotation du moteur, on connecte B et C à la ligne + du secteur; A et D à la ligne −.

Représenter le circuit de l'organe d'action qui assure, par des boutons de commande appropriés, un démarrage souple, un freinage rapide et l'inversion du sens de la rotation,

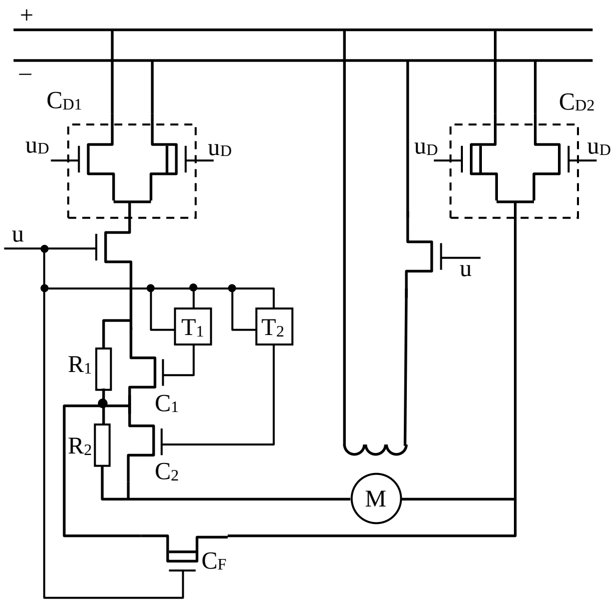
1) en utilisant des relais électromagnétiques,
2) en utilisant des relais statiques.

1)



La commande u_D connectée à des contacteurs C_{D1} et C_{D2} détermine le sens de rotation du moteur. Chacun de ces contacteurs comporte deux pôles liés par une liaison mécanique afin d'éviter le risque de court-circuit. La commande u = 1 connecte le moteur au secteur, ouvre le contacteur de freinage C_F et active un temporisateur Tr. Ce dernier comporte deux pôles l'un pour alimenter la bobine du contacteur C_1 après t_1 secondes et l'autre pour alimenter la bobine du contacteur C_2 après t_2 secondes. Pour u = 0, les contacteurs C, C_1 et C_2 s'ouvrent et le contacteur C_F se ferme pour effectuer le freinage en dissipant l'énergie cinétique du moteur dans la résistance R_2.

2)



Ce circuit est le même que l'électromagnétique à part que les contacteurs sont remplacer par des MOS ouverts ou fermés au repos.
Pour simplifier le dessin, nous n'avons pas représenté les résistances de décharge qui se branchent entre les grilles des MOS et leurs sources.

1-11. Un moteur asynchrone triphasé est constitué d'un cylindre creux fixe appelé stator et d'un cylindre plein tournant appelé rotor. Sur la surface interne du stator sont enroulés 3 bobines AA', BB', CC' décalées l'une par rapport à l'autre de 120° et connectées en A, B et C à un secteur triphasé R, S, T (fig. 1-64).

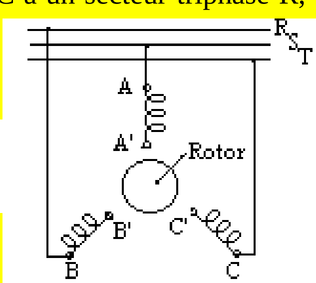
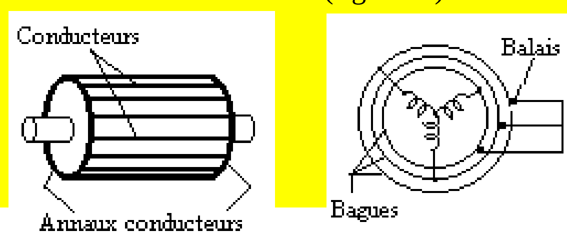


Fig. 1-64 Les trois bobines du stator

Si les bornes A', B' et C' sont connectés entre eux, ils forment un point neutre (tension nulle) et on dit que l'enroulement statorique est en *étoile*. Si A' est connecté à B, B' à C et C' à A, on dit que l'enroulement statorique est en *triangle*. Dans les deux cas, ces bobinages engendrent un flux magnétique tournant à une vitesse proportionnelle à la fréquence du secteur mais le flux en triangle est $\sqrt{3}$ plus fort qu'en étoile.
Les conducteurs du rotor peuvent être en cage d'écureuil ou enroulés sur sa surface en des bobines court-circuitées d'un côté et connectées de l'autre à des bagues conductrices fixées sur l'axe du rotor permettant d'intercaler des résistances externes avant de les court-circuiter (fig. 1-65).



Rotor en cage d'écureuil Rotor bobiné

Fig. 1-65 Deux types de circuit rotorique

Le champ magnétique tournant du stator engendre dans les conducteurs du rotor un courant électrique qui développe, par interaction avec le champ magnétique, un couple mettant le rotor en rotation dans le sens du flux tournant du stator.

Démarrage. Quand la vitesse de rotation du rotor est encore faible, le flux tournant du stator, balayant les conducteurs du rotor à grande vitesse relative, engendre un courant important qui développe un grand couple et produit une forte accélération. Un moyen d'obtenir un démarrage souple, consiste à brancher les enroulements statoriques en étoile durant le temps t_d de démarrage puis en triangle une fois atteint le régime normal.

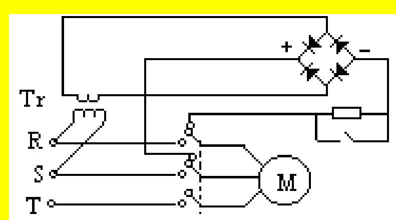
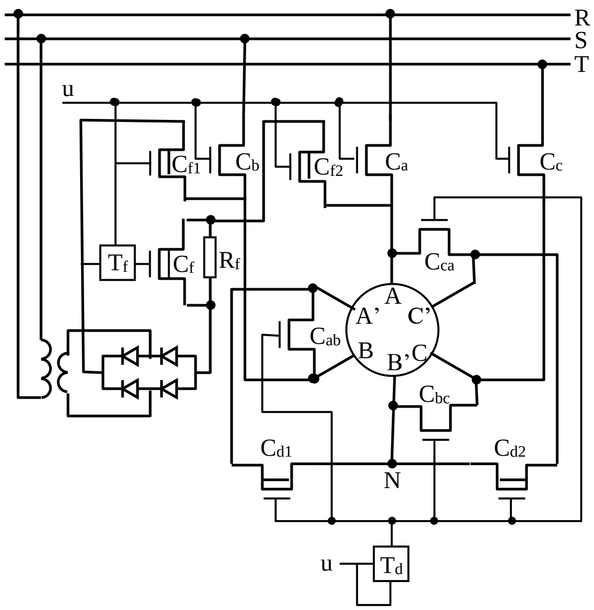


Fig. 1-66 Circuit de freinage

Freinage. apidement le moteur consiste à déconnecter le stator du secteur et à y injecter un courant continu (fig. 1-66).

Ainsi, le flux fixe appliqué aux conducteurs du rotor développe un couple toujours opposé à leur mouvement et les arrête. Pour limiter le courant rotorique important engendré par la grande vitesse, on intercale au début du freinage, disons durant t_f, une résistance dans le circuit du courant continu.

Représenter le circuit de l'organe d'action qui assure, par des boutons de commande appropriés, un démarrage souple et un freinage rapide en utilisant des relais statiques.



Quand le signal de commande u passe de 0 à 1, les MOS C_a, C_b et C_c connectent les bornes A, B et C au réseau mais la sortie du temporisateur T_d ne devient 1 qu'au bout d'un temps de démarrage t_d. Durant ce temps, les MOS C_{d1} et C_{d2}, fermés au repos, connectent les bornes A', B' et C' au point neutre N. Après l'instant t_d, la sortie de T_d devient 1 et les MOS C_{ab}, C_{bc} et C_{ca} connectent A' à B, B' à C et C' à A pour former bobinage statorique en triangle.
Quand u passe de 1 à 0, les MOS C_a, C_b et C_c débranchent le moteur du réseau et les MOS C_{f1} et C_{f2} connectent les bornes A et B au redresseur à travers la résistance R_f. La sortie du temporisateur T_f ne devient 0 qu'après un temps t_f où le MOS C_f court-circuite R_f. Dans le stator, le courant continu de freinage passe par B, B', N, A', A.

Pour simplifier le dessin, nous n'avons pas représenté les résistances de décharge qui se branchent entre les grilles des MOS et leurs sources.