Concours ATS SI 2011 – Panneaux déroulants

3.2. Mise en forme du signal provenant du capteur optique

Q14 : Bouclage sur l'entrée non inverseuse → fonctionnement non linéaire.

Q15 : ALI parfait : $i^+ = i^- = 0 \rightarrow V_{ref} = V_{cc} \cdot \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}$ $R_2 = R_1 \cdot \left(\dfrac{V_{cc}}{V_{ref}} - 1 \right) = 10^3 \cdot \left(\dfrac{12}{2{,}2} - 1 \right) = 4{,}45\ k\Omega$

Q16 : $$V_+ = \frac{\dfrac{V_{cap}}{R_B} + \dfrac{V_{sc}}{R_A}}{\dfrac{1}{R_B} + \dfrac{1}{R_A}} = V_{cap} \cdot \frac{R_A}{R_A + R_B} + V_{sc} \cdot \frac{R_B}{R_A + R_B}$$

Q17 : Si $V_{sc} = +V_{cc}$, alors V_{sc} basculera à $-V_{cc}$ lorsque $V_+ < V_{ref}$

soit $V_{cap} \cdot \dfrac{R_A}{R_A + R_B} + V_{cc} \cdot \dfrac{R_B}{R_A + R_B} < V_{ref}$ ce qui donne $V_{cap} < V_{ref} \cdot \dfrac{R_A + R_B}{R_A} - V_{cc} \cdot \dfrac{R_B}{R_A}$

d'où $V_{cap1} = V_{ref} \cdot \dfrac{R_A + R_B}{R_A} - V_{cc} \cdot \dfrac{R_B}{R_A} = 2{,}2 \cdot \dfrac{8{,}9.10^3 + 1{,}1.10^3}{8{,}9.10^3} - 12 \cdot \dfrac{1{,}1.10^3}{8{,}9.10^3} = 0{,}989\,V$

Si $V_{sc} = -V_{cc}$, alors V_{sc} basculera à $+V_{cc}$ lorsque $V_+ > V_{ref}$

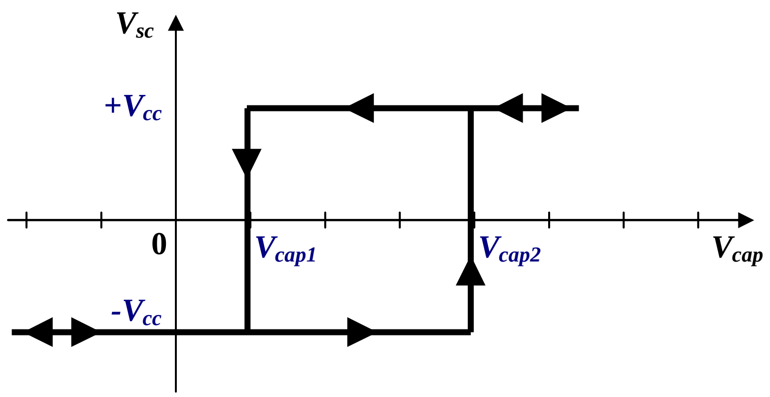
soit $V_{cap} \cdot \dfrac{R_A}{R_A + R_B} - V_{cc} \cdot \dfrac{R_B}{R_A + R_B} > V_{ref}$ ce qui donne $V_{cap} > V_{ref} \cdot \dfrac{R_A + R_B}{R_A} + V_{cc} \cdot \dfrac{R_B}{R_A}$

d'où $V_{cap2} = V_{ref} \cdot \dfrac{R_A + R_B}{R_A} + V_{cc} \cdot \dfrac{R_B}{R_A} = 2{,}2 \cdot \dfrac{8{,}9.10^3 + 1{,}1.10^3}{8{,}9.10^3} + 12 \cdot \dfrac{1{,}1.10^3}{8{,}9.10^3} = 3{,}955\,V$

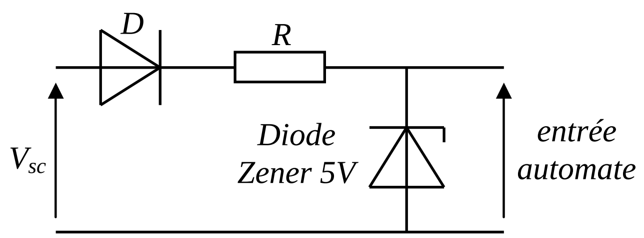
Q18 : Il y a compatibilité car :

- le signal au niveau *1* est autour de $5V > V_{cap2}$ permettant ainsi le basculement à $+V_{cc}$, sa valeur au niveau *1* est supérieure à $3V > V_{cap1}$, donc ne risque pas de basculer à $-V_{cc}$;
- le signal au niveau *0* est autour de $0V < V_{cap1}$ permettant ainsi le basculement à $-V_{cc}$, sa valeur au niveau *0* est inférieure à $2V < V_{cap2}$, donc ne risque pas de basculer à $+V_{cc}$.

Q19 :



Q20 :



4.3.1. Réglage de la vitesse du moteur asynchrone

Q34. $P_m = C_m.\Omega_m = 0{,}28 \,.\, 139 = 38{,}92\ W$

Q35. $P_N = 120\ W$, environ 3 fois plus grande que P_m.

Q36. $g = \dfrac{\Omega_s - \Omega_m}{\Omega_s}$

Q37. $\Omega_s = \dfrac{\omega}{p}$

p est l'entier le plus proche inférieur à $\dfrac{60.f}{N_N} = \dfrac{60.50}{1300} = 2{,}3$ d'où $p = 2$.

$\Omega_s = \dfrac{2.\pi.50}{2} = 157\ rad.s^{-1}$ $N_s = \dfrac{30}{\pi}\cdot 157 = 1500\ tr.\min^{-1}$

Q38. $g_N = \dfrac{\Omega_s - \Omega_m}{\Omega_s} = \dfrac{N_s - N_N}{N_s} = \dfrac{1500-1300}{1500} = 13{,}3\,\%$

Q39. Il faut résoudre $0{,}88 = \dfrac{2.(1{,}9.0{,}88)}{\dfrac{g_0}{g_N}+\dfrac{g_N}{g_0}}$ soit $\dfrac{g_0}{g_N}+\dfrac{g_N}{g_0} = 3{,}8$

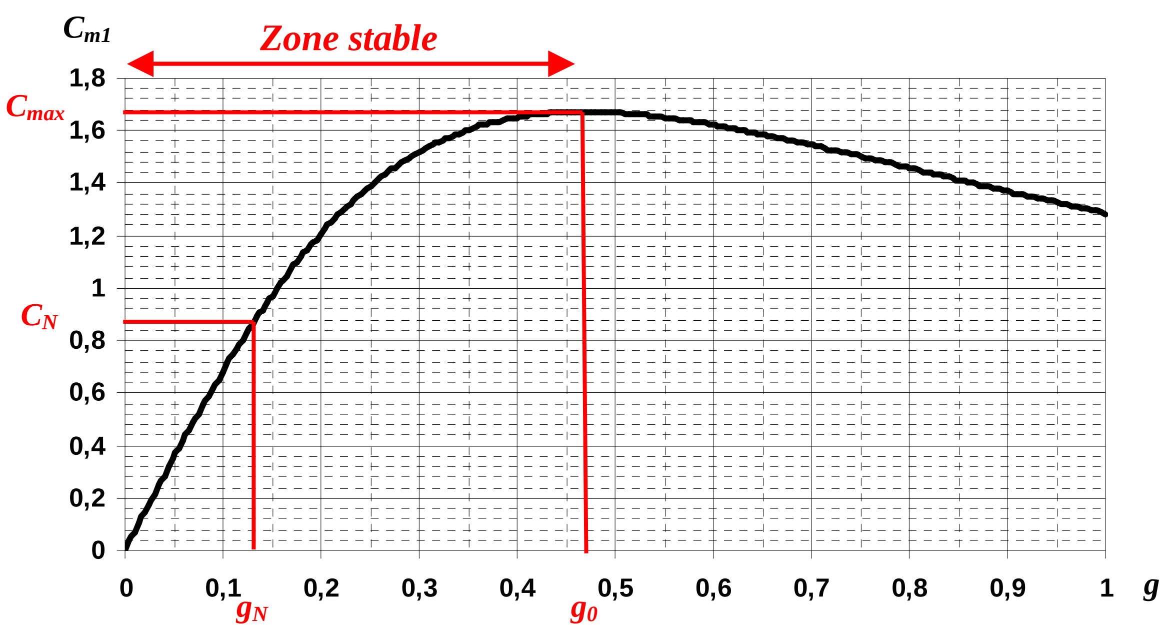
En posant $x = \dfrac{g_0}{g_N}$, il faut résoudre $x + \dfrac{1}{x} = 3{,}8$ soit $x^2 - 3{,}8x + 1 = 0$

Deux solutions : $x_1 = \dfrac{3{,}8 - \sqrt{(3{,}8)^2 - 4}}{2} = 0{,}284$ et $x_2 = \dfrac{3{,}8 + \sqrt{(3{,}8)^2 - 4}}{2} = 3{,}515$

Seule la solution supérieure à 1 est valide.

Donc $g_0 = 3{,}515.13{,}3\% = 46{,}8\,\%$

Q40.



Q41. g petit devant g_0, donc $g^2 << g_0^2$, soit $\frac{g}{g_0} << \frac{g_0}{g}$ donc $C_{m1} = \frac{2.C_{\max}}{\frac{g_0}{g}} = 2.\frac{g}{g_0}.C_{\max}$

$$C_{maff} = 2.\frac{g_{aff}}{g_0}.C_{\max} \qquad g_{aff} = \frac{C_{maff}.g_0}{2.C_{\max}} = \frac{0{,}3.0{,}468}{2.1{,}9} = 3{,}69\ \%$$

Q42. $C_{m1} = \frac{2.C_{\max}}{g_0}.\frac{\Omega_s - \Omega_m}{\Omega_s} = \frac{2.C_{\max}}{g_0.\Omega_s}.(\Omega_s - \Omega_m) = \lambda.(\Omega_s - \Omega_m)$ avec $\lambda = \frac{2.C_{\max}}{g_0.\Omega_s}$

Q43. $\lambda = \frac{2.C_{\max}}{g_0.\Omega_s} = 2 \cdot \frac{3.p.V^2}{2.l_2.\omega^2} \cdot \frac{l_2.\omega}{R_2} \cdot \frac{p}{\omega} = \frac{3.p^2.V^2}{R_2.\omega^2} = \frac{3.p^2.V^2}{R_2.(2\pi.f)^2} = \frac{3.p^2}{R_2.(2\pi)^2} \cdot \left(\frac{V}{f}\right)^2$

Donc si $\frac{V}{f}$ est constant, alors λ est constant.

Q44. $C_{m1} = \lambda.(\Omega_s - \Omega_m) \qquad 0{,}3 = 0{,}0453.(\Omega_s - 139) \qquad \Omega_s = \frac{0{,}3}{0{,}0453} + 139 = 145{,}6\ rad.s^{-1}$

$$f_v = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2.\Omega_s}{2\pi} = \frac{\Omega_s}{\pi} = 46{,}35\ Hz$$

4.3.2 Étude de l'asservissement en couple du moteur à courant continu

Q45. $E(p) = k_e.\Omega_m(p) \qquad C_m(p) = k_c.I(p)$

$V_a(p) = R_a.I(p) + E(p) \qquad J_{mc}.p.\Omega_m(p) = C_m(p) - C_r(p)$

Q46. $A1(p) = \frac{I(p)}{V_a(p) - E(p)} = \frac{1}{R_a}$; $A2(p) = \frac{C_m(p)}{I(p)} = k_c$; $A3(p) = \frac{\Omega(p)}{C_m(p) - C_r(p)} = \frac{1}{J_{mc}.p}$

Q47. $C_m = A1.A2.(Va - E)$

$$Va = H.(V_{10} - V_{\mathrm{Im}}) = H.(V_{10} - Hi.I) = H.\left(V_{10} - Hi.\frac{C_m}{A2}\right) \qquad E = A2.A3.(C_m - C_r)$$

$$C_m = A1.A2.\left[H\left(V_{10} - H_i.\frac{C_m}{A2}\right) - A2.A3.(C_m - C_r)\right]$$

$$C_m = A1.A2.H.V_{10} - A1.H.H_i.C_m - A1.A2^2.A3.C_m + A1.A2^2.A3.C_r$$

$$C_m(1 + A1.H.H_i + A1.A2^2.A3) = A1.A2.H.V_{10} + A1.A2^2.A3.C_r$$

$$C_m(p) = \frac{A1.A2.H}{1 + A1.H.H_i + A1.A2^2.A3} \cdot V_{10}(p) + \frac{A1.A2^2.A3}{1 + A1.H.H_i + A1.A2^2.A3} \cdot C_r(p)$$

Q48. $\Omega_m = A3.(C_m - C_r) \qquad C_r = \lambda.(\Omega_m - \Omega_s) = \lambda[A3.(C_m - C_r) - \Omega_s]$

$$C_r = \lambda.A3.C_m - \lambda.A3.C_r - \lambda.\Omega_s \qquad C_r = \frac{\lambda.A3}{1 + \lambda.A3} \cdot C_m - \frac{\lambda}{1 + \lambda.A3} \cdot \Omega_s$$

$$C_m = \frac{A1.A2.H}{1 + A1.H.H_i + A1.A2^2.A3} \cdot V_{10} + \frac{A1.A2^2.A3}{1 + A1.H.H_i + A1.A2^2.A3} \cdot \left(\frac{\lambda.A3}{1 + \lambda.A3} \cdot C_m - \frac{\lambda}{1 + \lambda.A3} \cdot \Omega_s\right)$$

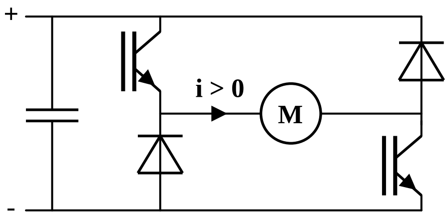
$$C_m.\left[(1+A1.H.H_i+A1.A2^2.A3).(1+\lambda.A3)-A1.A2^2.A3^2.\lambda\right]=A1.A2.H.(1+\lambda.A3).V_{10}-A1.A2^2.A3.\lambda.\Omega_s$$

$$C_m.(1+\lambda.A3+A1.H.H_i+\lambda.A1.A3.H.H_i+A1.A2^2.A3)=A1.A2.H.(1+\lambda.A3).V_{10}-A1.A2^2.A3.\lambda.\Omega_s$$

$$C_m(p)=\frac{A1.A2.H.(1+\lambda.A3)}{1+\lambda.A3+A1.H.H_i+\lambda.A1.A3.H.H_i+A1.A2^2.A3}\cdot V_{10}(p)$$
$$-\frac{A1.A2^2.A3.\lambda}{1+\lambda.A3+A1.H.H_i+\lambda.A1.A3.H.H_i+A1.A2^2.A3}\cdot\Omega_s(p)$$

Q49. Il faut une action intégrale sur *C(p)*.

Q50.



4.3.3. Mesure du courant image du couple moteur

Q51. Filtre passe bas.

Q52. $$\underline{V_A}=\frac{\dfrac{\underline{V_{im}}}{R}+\dfrac{\underline{V_{is}}}{10.R}}{\dfrac{1}{R}+\dfrac{1}{10.R}+j.C.\omega}=\frac{10.\underline{V_{im}}+\underline{V_{is}}}{11+j.10.R.C.\omega}$$

Q53. $$\underline{V_{is}}=\underline{V_A}\cdot\frac{\dfrac{1}{j.\dfrac{C}{10}.\omega}}{10.R+\dfrac{1}{j.\dfrac{C}{10}.\omega}}=\underline{V_A}\cdot\frac{1}{1+j.R.C.\omega}$$

Q54. $$\underline{V_{is}}=\frac{10.\underline{V_{im}}+\underline{V_{is}}}{(11+j.10.R.C.\omega).(1+j.R.C.\omega)}$$

Soit $x=j.R.C.\omega=j.\dfrac{\omega}{\omega_0}$

$$\underline{V_{is}}=\frac{10.\underline{V_{im}}+\underline{V_{is}}}{(11+10.x).(1+x)}=\frac{10.\underline{V_{im}}+\underline{V_{is}}}{11+21.x+10.x^2}$$

$$\underline{V_{is}}.(11+21.x+10.x^2)=10.\underline{V_{im}}+\underline{V_{is}}$$

$$\underline{V_{is}}.(10+21.x+10.x^2)=10.\underline{V_{im}} \qquad \underline{V_{is}}.(1+2{,}1.x+x^2)=\underline{V_{im}}$$

$$\frac{\underline{V_{is}}}{\underline{V_{im}}}=\frac{1}{1+2{,}1.x+x^2}=\frac{1}{1+2{,}1.j.\dfrac{\omega}{\omega_0}+\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \qquad \alpha=2{,}1$$

Q55. Filtre passe bas du second ordre :
au-delà de la pulsation ω_0, l'atténuation est de 40 dB/décade.

Il faut donc avoir $\omega_i = 10 . \omega_0$, soit $\omega_0 = \dfrac{\omega_i}{10} = \dfrac{\frac{2\pi}{T_i}}{10} = \dfrac{\frac{2\pi}{0{,}5.10^{-3}}}{10} = 1256\ rad.s^{-1}$

Q56. $R > 1\ k\Omega$ Exemple : $R = 10\ k\Omega$

Q57. $C = \dfrac{1}{R.\omega_0} = \dfrac{1}{10^4.1256} = 79\ nF$ Choix : $C = 82\ nF$

4.4. Étude du comportement de la solution actuelle

Q58. $J_{mc}.\dfrac{d\Omega_m(t)}{dt} = \lambda.(\Omega_{s1} - \Omega_m) - \lambda.(\Omega_m - \Omega_{s2}) = \lambda.(\Omega_{s1} + \Omega_{s2}) - 2.\lambda.\Omega_m$

$J_{mc}.\dfrac{d\Omega_m(t)}{dt} + 2.\lambda.\Omega_m = \lambda.(\Omega_{s1} + \Omega_{s2})$

En régime permanent, $\dfrac{d\Omega_m(t)}{dt} \to 0$ donc $\Omega_m \to \dfrac{\Omega_{s1} + \Omega_{s2}}{2}$

Q59. $\Delta\Omega_0 = \Omega_{s1} - \Omega_{s2} = \Omega_{s1} - (2.\Omega_m - \Omega_{s1}) = 2.(\Omega_{s1} - \Omega_m) = 2.\dfrac{C_m}{\lambda} = 2.\dfrac{0{,}3}{0{,}0453} = 13{,}24\ rad.s^{-1}$

$\Omega_s = \dfrac{\omega}{p} = \dfrac{2.\pi.f}{2} = \pi.f$ donc $\Delta f = \dfrac{\Delta\Omega_0}{\pi} = \dfrac{13{,}2}{\pi} = 4{,}2\ Hz$

Remarque : Dans le sujet, la courbe $C(\Omega)$ du moteur M2 est inversée, le moteur M2 fonctionne en mode hypersynchrone pour retenir le rouleau du bas.
L'étude aurait pu être faite sans cette inversion en utilisant :

$C_{m1}(t) = \lambda.(\Omega_{s1} - \Omega_m)$, $C_{m2}(t) = \lambda.(\Omega_{s2} - \Omega_m)$ et $J_{mc}.\dfrac{d\Omega_m(t)}{dt} = C_{m1}(t) + C_{m2}(t)$

ce qui conduit aux mêmes résultats.