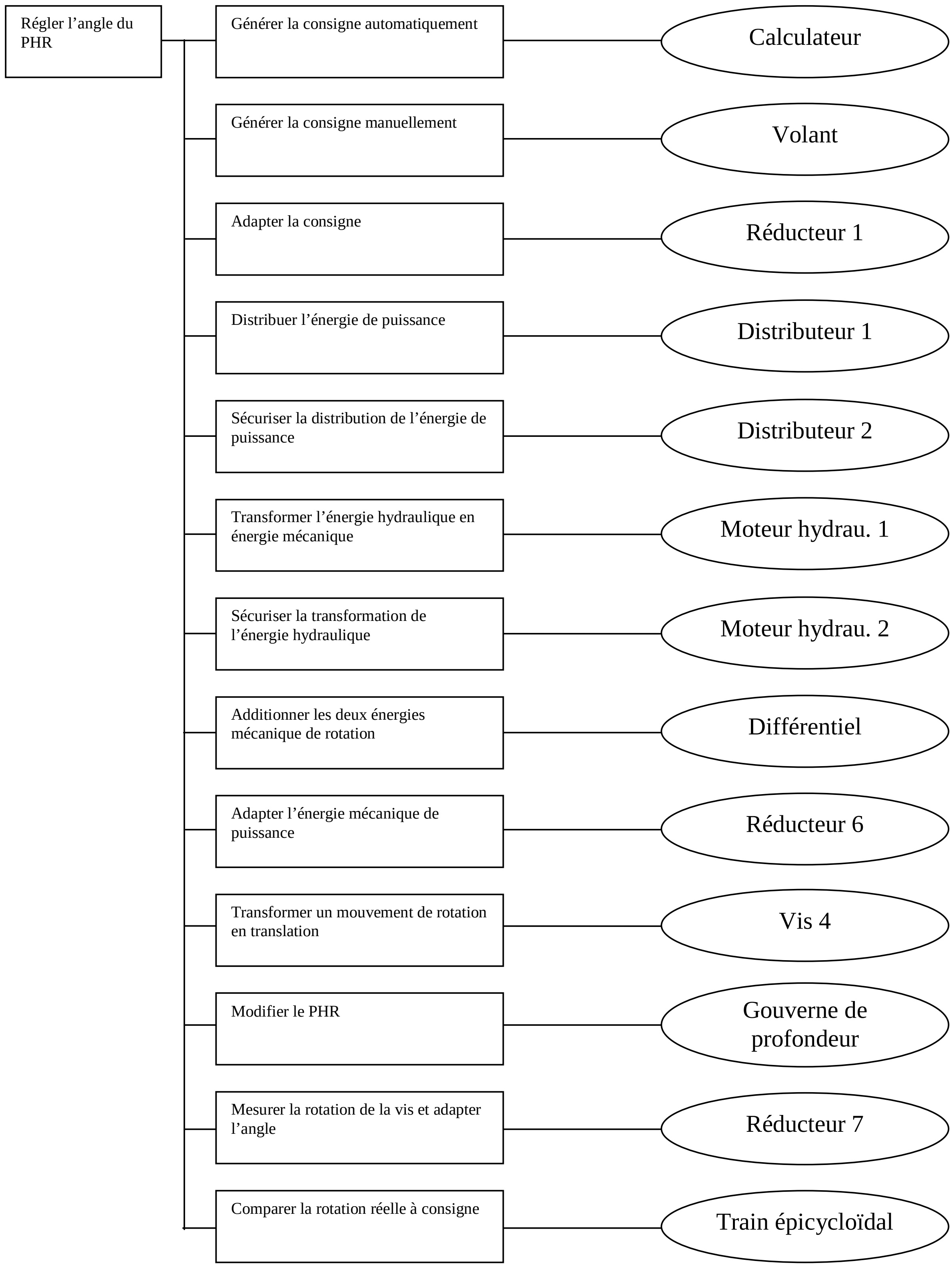
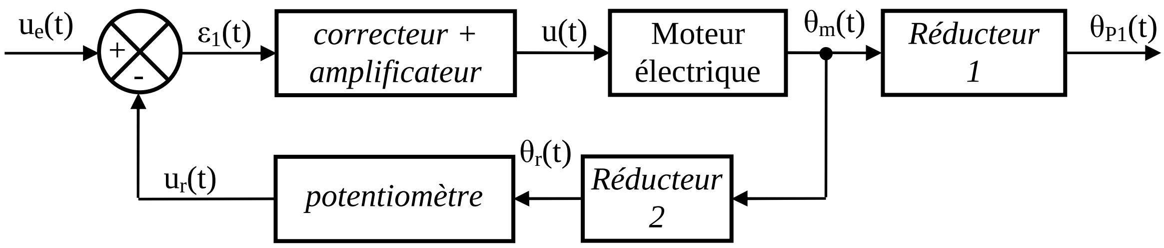
Etude du plan horizontal réglable (PHR) de l'Airbus A340 - Corrigé

Q.1.



Q.2.



Q.3. La réponse possède une tangente à l'origine non nulle et tend vers une valeur finie, il s'agit donc de la réponse indicielle d'un système du 1er ordre.

On suppose ainsi que la fonction de transfert liant la tension aux bornes du moteur à la vitesse de rotation de son arbre de sortie peut être modélisée par un 1er ordre de gain statique K et de constante de temps T.

Pour déterminer K, on mesure la valeur finale 250 rad/s et on sait que c'est égale à K.U, donc K=50 rad/s/V.

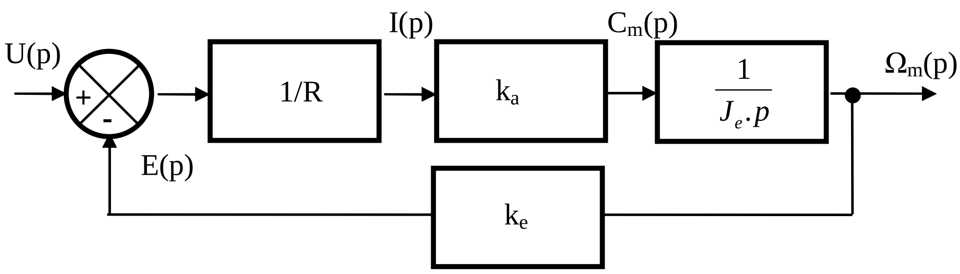
Pour déterminer T, on a 3 méthodes à notre disposition. Etant donné le bruit de fin de mesure, on choisit de prendre la méthode à 63% : à 63% de la VF, on est à t=T d'où T=0.01s. On peut également faire la méthode de la tangente à l'origine qui vaut K.U/T, et on obtient 0,009s.

Q.4. $u(t) = e(t) + R.i(t) \quad \rightarrow \quad U(p) = E(p) + R.I(p)$

$e(t) = k_e.\omega_m(t) \quad \rightarrow \quad E(p) = k_e.\Omega_m(p)$

$J_e.\dfrac{d\,\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) \quad \rightarrow \quad J_e.p\ \Omega_m(p) = C_m(p)$

$C_m(t) = k_a.i(t) \quad \rightarrow \quad C_m(p) = k_a.I(p)$



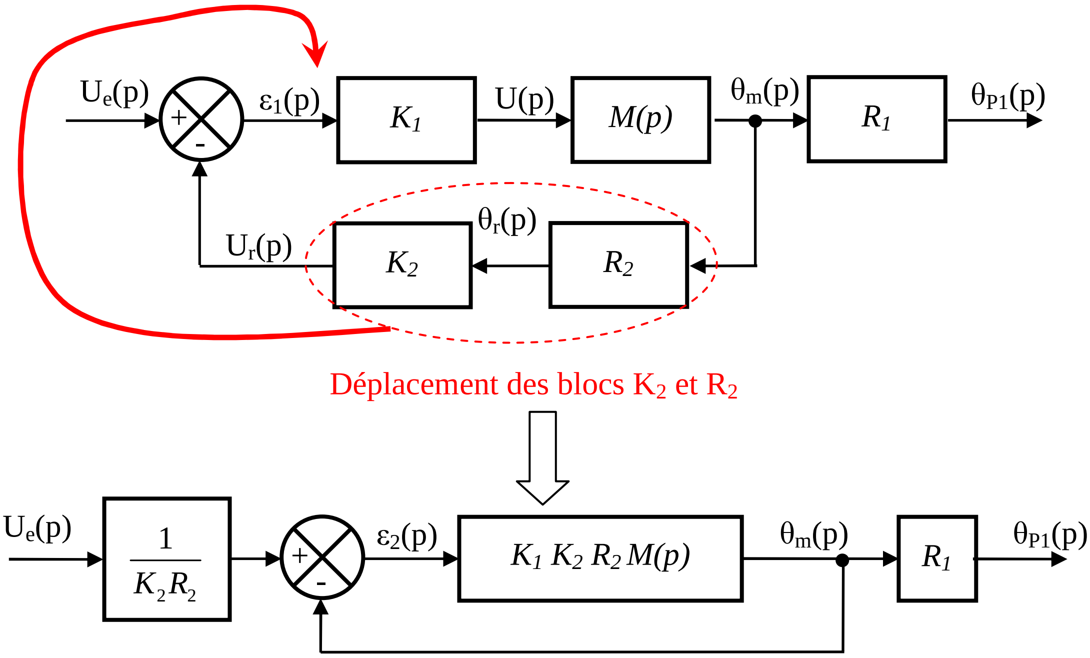
$$\frac{\Omega_m(p)}{U(p)} = \frac{1}{k_e}.\frac{\frac{k_a.k_e}{R.J_e.p}}{1+\frac{k_a.k_e}{R.J_e.p}} = \frac{1}{k_e}.\frac{k_a.k_e}{R.J_e.p + k_a.k_e} = \frac{1}{k_e}.\frac{1}{1+\frac{R.J_e}{k_a.k_e}.p} = \frac{K_m}{1+\tau_m.p}$$

$\Omega_m(p) = p.\theta_m(p)$ d'où $M(p) = \dfrac{\theta_m(p)}{U(p)} = \dfrac{K_m}{p.(1+\tau_m.p)}$

Q.5. $K_m = \dfrac{1}{k_e}$ et $\tau_m = \dfrac{R.J_e}{k_a.k_e}$

Q.6. Application numérique : K_m = 50 rad/(V.s) et τ_m = 0,01s.

Q.7.



Q.8. $T(p)=\dfrac{\theta_m(p)}{\varepsilon_2(p)}=K_1.K_2.R_2.M(p)=\dfrac{K_1.K_2.R_2.K_m}{p.(1+\tau_m.p)}=\dfrac{K_{BO}}{p.(1+\tau_m.p)}$

Avec $K_{BO} = K_1.K_2.R_2.K_m$

Q.9. $F(p)=\dfrac{\theta_{P1}(p)}{U_e(p)}=\dfrac{1}{K_2.R_2}.\dfrac{\dfrac{K_{BO}}{p.(1+\tau_m.p)}}{1+\dfrac{K_{BO}}{p.(1+\tau_m.p)}}.R_1=\dfrac{R_1}{K_2.R_2}.\dfrac{K_{BO}}{p.(1+\tau_m.p)+K_{BO}}=\dfrac{\dfrac{R_1}{K_2.R_2}}{1+\dfrac{1}{K_{BO}}.p+\dfrac{\tau_m}{K_{BO}}.p^2}$

Q.10. $K_{BF}=\dfrac{R_1}{K_2.R_2}$

$$\frac{1}{\omega_0^{\,2}}=\frac{\tau_m}{K_{BO}}\;\rightarrow\;\omega_0=\sqrt{\frac{K_{BO}}{\tau_m}}$$

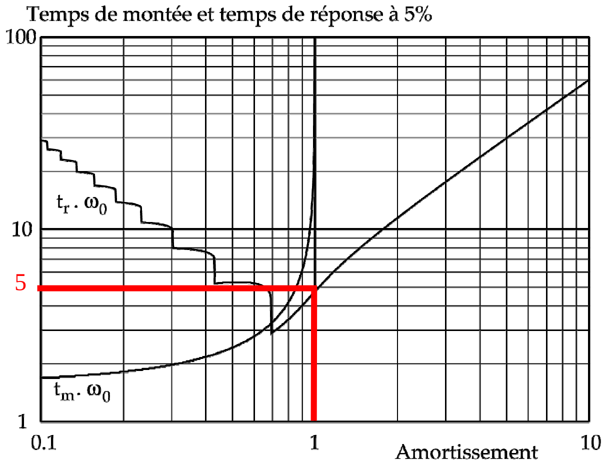
$$\frac{2.z}{\omega_0}=\frac{1}{K_{BO}}\;\rightarrow\;z=\frac{1}{2}.\frac{\omega_0}{K_{BO}}\;\rightarrow\;z=\frac{1}{2}.\frac{1}{\sqrt{K_{BO}.\tau_m}}$$

Q.11. Réponse à une entrée de type échelon la plus rapide possible sans toutefois produire de dépassement $\rightarrow$ **z = 1** $\rightarrow\; 4.K_{BO}.\tau_m=1\rightarrow\; K_{BO}=\dfrac{1}{4.\tau_m}=25\ s^{-1}$

Q.12. Par définition $e_r=\lim\limits_{p\to 0} p.E(p).\dfrac{1}{1+FTBO}$ avec FTBO : $T(p)=\dfrac{K_{BO}}{p.(1+\tau_m.p)}$

$\rightarrow$ FTBO de classe 1 $\rightarrow$ erreur statique $e_r=0$. Le système est précis.

Q.13. Graphiquement on lit pour z = 1, $t_{5\%}.\omega_0\approx 5\;\rightarrow\; t_{5\%}.\sqrt{\dfrac{K_{BO}}{\tau_m}}\approx 5\;\rightarrow\; t_{5\%}\approx 0{,}1s$

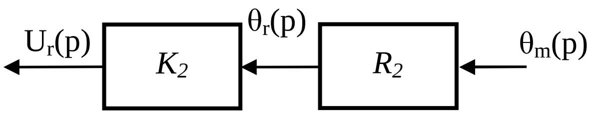


Q.14. On a l = 0,6m et p_v = 10mm → $N_v = \dfrac{l}{p_v} = \dfrac{0,6}{0,01} = 60$ tours.

Q.15. $\dfrac{N_{P1}}{N_v} = \dfrac{1}{5} \rightarrow N_{P1} = \dfrac{N_v}{5} = \dfrac{60}{5} = 12$ tours.

Q.16. $R_1 = \dfrac{1}{150} \rightarrow N_m = 150.N_{P1} = 150 \times 12 = 1800$ tours.

Q.17. $N_m = 1800$ tours et $N_r = 10 \rightarrow R_2 = \dfrac{10}{1800} = \dfrac{1}{180}$.



Q.18. 10 tours → 20.π rad et l'entendue de mesure est de 24V → $K_2 = \dfrac{24}{20.\pi} = 0,382$ V/rad.

Q.19. $K_{BO} = K_1.K_2.R_2.K_m = 25$ s^{-1} → $K_1 = \dfrac{K_{BO}}{K_2.R_2.K_m} \rightarrow K_1 = \dfrac{25}{0,382 \times \dfrac{1}{180} \times 50} = 235,6$ (sans unité).

Q.20. Par définition $e_r = \lim\limits_{p \to 0} p.E(p).\dfrac{1}{1+FTBO}$ avec $T(p) = \dfrac{K_{BO}}{p.(1+\tau_m.p)}$ et $E(p) = \dfrac{1}{K_2.R_2}.\dfrac{1}{p^2}$

→ erreur de trainage : $e_r = \lim\limits_{p \to 0} p.\dfrac{1}{K_2.R_2}.\dfrac{1}{p^2}.\dfrac{1}{1+\dfrac{K_{BO}}{p.(1+\tau_m.p)}}$ → FTBO de classe 1 → $e_r = \dfrac{1}{K_{BO}.K_2.R_2}$

→ erreur non nulle → C.d.C.F. non respecté.