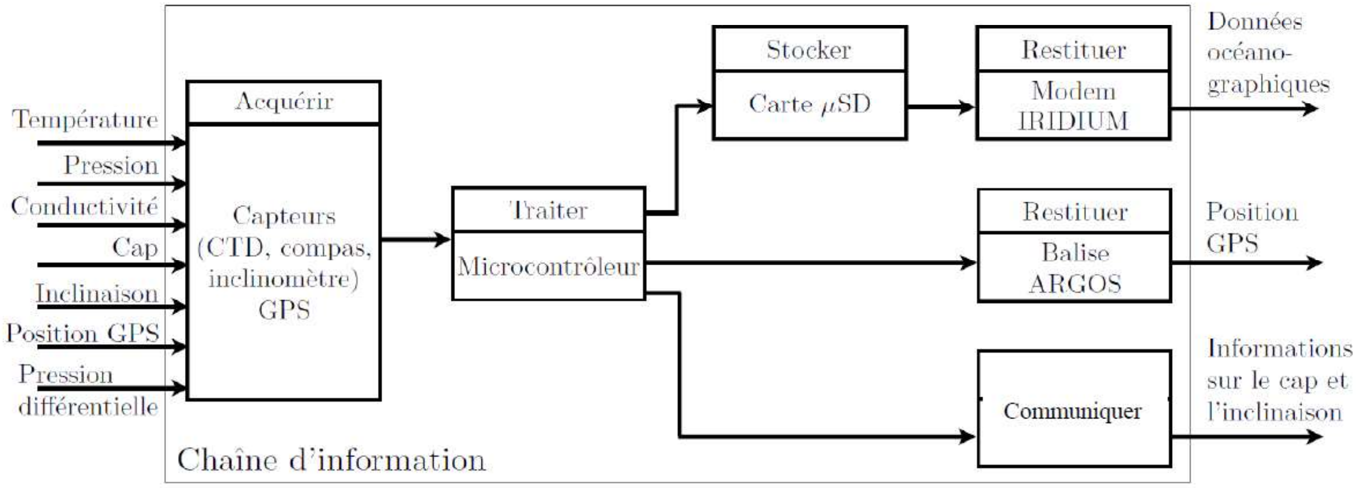
Problème N°1: Hydroplaneur

Q1 et Q2 :



Q3 : Lors de la phase de plongée, les réservoirs sont emplis d'huile. Lors de la phase de remontée, ce sont les ballasts.

Q4 : Le cahier des charges impose un minimum de 500 cycles en autonomie et une durée de cycle maximale de 11h. On a donc une autonomie recherchée de 5500 heures.

Q5. Sur un cycle, on calcule une dépense énergétique $E_d = \frac{199+7000+9100}{3600} + \frac{72}{30} = 6.93\ W.h$

Q6. On calcule tout d'abord l'énergie stockée dans une cellule en relevant les informations dans le bdd :

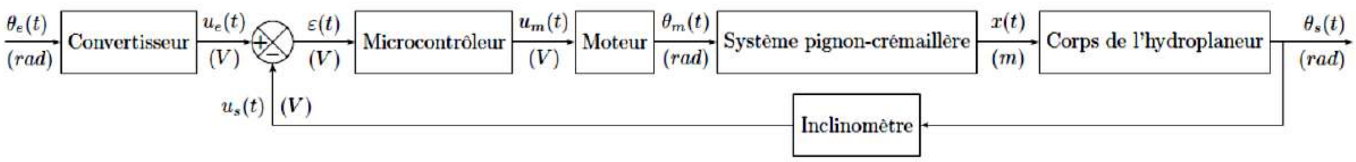
Ec = 20 * 3,9 = 78W.h

En multipliant celle-ci par le nombre de cellules, on obtient une énergie disponible de : 52*Ec = 4056W.h

Cela permet d'effectuer : $\frac{52.E_c}{Ed} = 585\ cycles$

Le cahier des charges stipule un nombre minimum de 500 cycles ; il est donc respecté.

Q7. A partir du texte descriptif, on construit le schéma-blocs fonctionnel suivant :



Q8. On peut parler de système asservi car il existe une boucle de retour (munie d'un capteur) et un écart est généré.

Q9. $C_m(p) = J_{eq}.p.\Omega_m(p)\ (1)$ $\quad U_m(p) = E(p) + R.I(p)\ (2)$ $\quad C_m(p) = k_c.I(p)\ (3)$ $\quad E(p) = k_e.\Omega_m(p)$

Q10. $U_m(p) = k_e.\Omega_m(p) + R.\frac{J_{eq}}{k_c}.p\,\Omega_m(p)$ d'où $H_m(p) = \frac{\Omega_m(p)}{U_m(p)} = \frac{1}{k_e. + R.\frac{J_{eq}}{k_c}.p}$

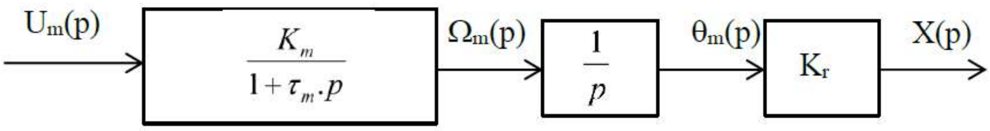
Q11. $H_m(p)=\dfrac{\Omega_m(p)}{U_m(p)}=\dfrac{\dfrac{1}{k_e}}{1+R.\dfrac{J_{eq}}{k_c.k_e}.p}=\dfrac{K_m}{1+\tau_m.p}$ d'où : $K_m=\dfrac{1}{k_e}=47.6\,rad.s^{-1}.V^{-1}$ et

$$\tau_m=\frac{RJ_{eq}}{k_c.k_e}=2.49\ s$$

Q12 : La vitesse angulaire est la dérivée de la position angulaire : $\omega_m(t)=\frac{d}{dt}\theta_m(t)$ d'où $\Omega_m(p)=p.\theta_m(p)$

On en déduit : $\dfrac{\theta_m(p)}{\Omega_m(p)}=\dfrac{1}{p}$. C'est une intégration.

Q13.

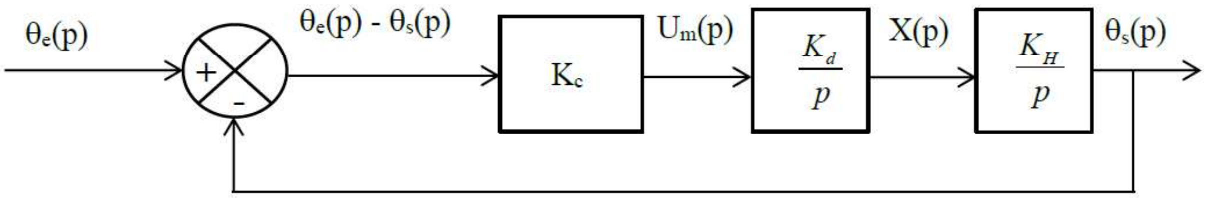


On en déduit : $\dfrac{X(p)}{U_m(p)}=\dfrac{K_m.K_r}{1+\tau_m.p}.\dfrac{1}{p}$

Q14. $K_H=3\ rad.s^{-1}.m^{-1}$. Pente de la droite.

Q15. $pX(p)=K_d.U_m(p)$ $\quad p\theta_s(p)=K_H.X(p)$ $\quad U_m(p)=K_c.(\theta_e(p)-\theta_s(p))$

Q16.



Q17. $H(p)=\dfrac{\theta_s(p)}{\theta_e(p)}=\dfrac{K_c.K_d.K_H}{p^2+K_c.K_d.K_H}=\dfrac{1}{\dfrac{p^2}{K_c.K_d.K_H}+1}$ ordre : 2 classe : 0 gain statique : 1

Q18. Consigne en dirac : $\theta_e(p)=1$ d'où $\theta_s(p)=H(p).\theta_e(p)=\dfrac{K_c.K_d.K_H}{p^2+K_c.K_d.K_H}=\sqrt{K_c.K_d.K_H}.\dfrac{\sqrt{K_c.K_d.K_H}}{p^2+K_c.K_d.K_H}$

Par transformée de Laplace inverse : $\theta_s(t)=\sqrt{K_c.K_d.K_H}.\sin\left((\sqrt{K_c.K_d.K_H}).t\right)u(t)$
Sinusoïde d'amplitude $\sqrt{K_c.K_d.K_H}$ et de période $\frac{2\pi}{\sqrt{K_c.K_d.K_H}}$.

Q19. La solution est inconditionnellement instable (sauf à prendre $Kc=0$ mais le système ne serait plus alimenté…).

Q20. $K_I=3/18=1/6$ V/degré $=1/6*(180/\pi)=9.55$ V/rad

Q21. sur le schéma : $\varepsilon=K_I(\theta_e(t)-\theta_s(t))$. L'écart est une image proportionnelle à la différence d'angles entre l'entrée et la sortie. Si cette différence est nulle, ε est nul.

Q22. FT de la boucle interne : $\dfrac{\dfrac{K_m.K_2}{p}}{1+\dfrac{K_m.K_2}{p}}=\dfrac{K_m.K_2}{p+K_m.K_2}$

Q23. $H(p)=\dfrac{\theta_s(p)}{\theta_e(p)}=K_I\dfrac{K_1.\dfrac{K_H}{p}\dfrac{K_m.K_2}{p+K_m.K_2}.r.K_r}{1+K_1.\dfrac{K_H}{p}\dfrac{K_m.K_2}{p+K_m.K_2}.r.K_r.K_I}=\dfrac{K_I.K_1.K_2.K_m.K_H.K_r.r}{p^2+K_m.K_2.p+K_I.K_1.K_2.K_m.K_H.K_r.r}$

Sous forme canonique : $H(p)=\dfrac{\theta_s(p)}{\theta_e(p)}=\dfrac{1}{\dfrac{1}{K_I.K_1.K_2.K_m.K_H.K_r.r}p^2+\dfrac{1}{K_I.K_1.K_H.K_r.r}p+1}$

Ordre : 2 classe : 0 gain statique : 1

Q24. Le système est précis : l'écart ε en régime permanent vaut 0 pour les 3 valeurs de K_1 car Gain statique =1

Le temps de réponse : les 3 valeurs de K_1 sont acceptables (< 70s)

- pour $K_1 = 1000$: pas mesurable >100s
- pour $K_1 = 2600$: $tr_{5\%} = 55$ s
- pour $K_1 = 6000$: $tr_{5\%} = 40$ s

La stabilité : pour $K_1 = 6000$ on a dépassement de la valeur asymptotique (0.6/10)*100 = 6% ce que n'autorise pas le cahier des charges.

La valeur à choisir est donc $K_1 = 2600$