Numéro d'inscription

Numéro de table

Né(e) le

Nom : CORRECTION

Prénom :

Emplacement QR Code

Filière :

Session :

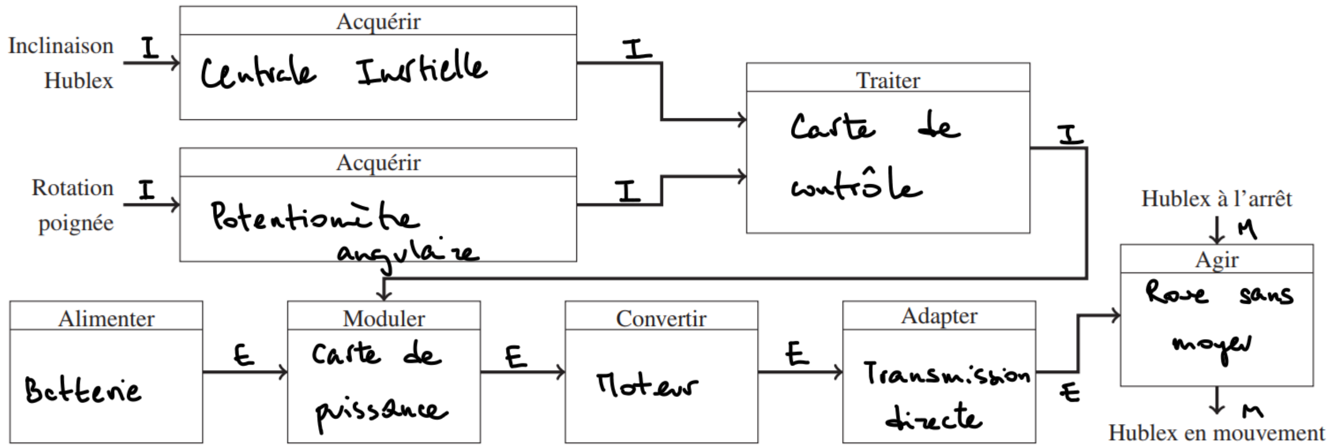
Épreuve de : **SCIENCES INDUSTRIELLES**

Consignes

- *Remplir soigneusement l'en-tête de chaque feuille avant de commencer à composer*
- *Rédiger avec un stylo non effaçable bleu ou noir*
- *Ne rien écrire dans les marges (gauche et droite)*
- *Numéroter chaque page (cadre en bas à droite)*
- *Placer les feuilles A3 ouvertes, dans le même sens et dans l'ordre*

Gyropode à usage professionnel HUBLEX

Q1. Compléter le schéma fonctionnel du **DR1**, en précisant le nom des composants associés aux fonctions, ainsi que le type de chaque flux (I pour information, E pour énergie, M pour matière). On y reportera uniquement les composants présents dans le diagramme de bloc interne (figure 5).



Montrer que...

Q2. ~~Donner sans démonstration la relation entre V, r_c et la vitesse de rotation ω_{10}~~

$V = r_c \cdot \omega_{10}$

$\vec{V}_{O_1 \in 1/0} = \cancel{\vec{V}_{O_0 \in 1/0}} + \underbrace{\vec{O_1 O_0}}_{-r_c \cdot \vec{x_1}} \wedge (\omega_{10} \cdot \vec{z_1})$

$V \cdot \vec{y_1} = r_c \cdot \omega_{10} \cdot \vec{y_1}$ donc $V = r_c \cdot \omega_{10}$

Q3. En utilisant l'hypothèse de roulement sans glissement, établir la relation entre V, ω_{10}, ω_{21} et les constantes L et R.

$\overrightarrow{V_{I\in 2/0}} = \vec{0} = \overrightarrow{V_{I\in 1/0}} + \overrightarrow{V_{I\in 2/1}}$ (roulem^t sans glissement)

Et : $\overrightarrow{V_{I\in 1/0}} = \underbrace{\overrightarrow{V_{O_1\in 1/0}}}_{V.\vec{y_1}} + \underbrace{\overrightarrow{IO_1}}_{R.\vec{z_{01}} + \frac{L}{2}.\vec{x_1}} \wedge (\omega_{10}.\vec{z_{01}})$

$= V.\vec{y_1} - \frac{L}{2}.\omega_{10}.\vec{y_1}$

$\overrightarrow{V_{I\in 2/1}} = \cancel{\overrightarrow{V_{A\in 2/1}}} + \overbrace{\overrightarrow{IA}}^{R.\vec{z_{01}}} \wedge (\omega_{21}.\vec{x_1})$

$= R.\omega_{21}.\vec{y_1}$

On a donc :

$$0 = V - \frac{L}{2}.\omega_{10} + R.\omega_{21}$$

Q4. En déduire l'expression de la vitesse de rotation du moteur gauche ω_{41} en fonction de V, ω_{10}, du rapport de transmission k et d'autres paramètres géométriques.

On a : $k = \frac{\omega_{21}}{\omega_{41}}$ donc $0 = V - \frac{L}{2}.\omega_{10} + k.R.\omega_{41}$

donc $$\omega_{41} = \frac{1}{k.R}.\frac{L}{2}.\omega_{10} - \frac{1}{k.R}.V$$

Q5. En déduire la relation entre V, ω_{10} et la vitesse de rotation du moteur droit ω_{51}.

De la même manière (en remplaçant L par −L), on a :

$$\omega_{51} = -\frac{1}{k.R}.\frac{L}{2}.\omega_{10} - \frac{1}{k.R}.V$$

Q6. Donner la résolution de ce capteur, c'est-à-dire sa précision angulaire.

La position angulaire et codée avec 2^{10} informations = 1024 bit.

Pour 1 bit, on a donc la résolution du capteur :

$$\text{résolut}^{\circ} = \frac{360°}{1024} \simeq 0{,}35°/\text{bit}$$

Q7. Donner le nombre de positions effectivement mesurables avec la poignée du Hublex, ainsi que la plage des valeurs centrée autour de 0.

La rotation de la poignée est limitée à +/- 45° donc un débattement angulaire de 90° correspondant à $\frac{90°}{\text{résolution}} \simeq$ 256 positions mesurables.

Q8. Établir la relation entre a_f, V et ω_{10}. En déduire la valeur maximale ω_{10max} du taux de rotation admissible satisfaisant l'exigence «1.4» et ses sous-exigences.

On donne $a_f = \frac{V^2}{r_c}$ et on a montré que $V = r_c \cdot \omega_{10}$

donc $a_f = \frac{V^2}{V} \cdot \omega_{10} = V \cdot \omega_{10} = a_f$

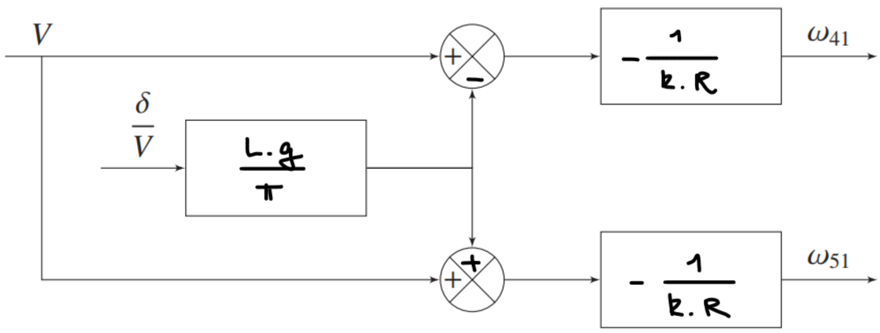
On a alors $\omega_{10} = a_f / V$

Exigence 1.4 : il faut $V < 10$ km/h et $a_f < 0,5 . g$.

Comme $V = r_c \cdot \omega_{10}$ alors $\omega_{10} = \omega_{10max}$ si $V = V_{max}$ et dans ce cas $a_f = a_{fmax}$.

Ainsi : $\omega_{10max} = \frac{a_{fmax}}{V_{max}} \simeq 1,77$ rad/s

Q9. Compléter le schéma bloc du DR2, représentant la génération des commandes des deux moteurs à partir des consignes données par le pilote permettant de respecter l'exigence «1.1.1» notamment.



Q10. Justifier la forme de la matrice d'inertie $[I(G'_S, S')]$.

$$[I(G_S', S')] = \begin{bmatrix} \int_{M \in S'} (y^2+z^2).dm & -\int_{M \in S'} \cancel{x.y}.dm \; (=0) & -\int_{M \in S'} x.\cancel{z}.dm \; (=0) \\ & \int_{M \in S'} (x^2+z^2).dm & -\int_{M \in S'} y.\cancel{z}.dm \; (=0) \\ \text{SYMÉTRIE} & & \int_{M \in S'} (x^2+y^2).dm \end{bmatrix}_{(\vec{x}_S, \vec{y}_S, \vec{z}_S)}$$

S' possède une symétrie matérielle / au plan $(G_S', \vec{x}_S, \vec{z}_S)$
$(G_S', \vec{y}_S, \vec{z}_S)$

La matrice a donc bien la forme proposée.

Q11. Déterminer l'expression littérale du moment cinétique au point $G_{S'}$ de S' par rapport à R_0 noté $\overrightarrow{\sigma}(G_S', S'/R_0)$.

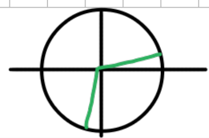
$$\vec\sigma(G_S', S'/R_0) = [I(G_S', S'/R_0)] \cdot \underline{\overrightarrow{\Omega_{S'/R_0}}} + \overset{m_S'}{\overset{\parallel}{m_S}} \cdot \cancel{\overrightarrow{G_S' G_S'}} \wedge \vec V(G_S', S'/R_0)$$

$$= \omega_{10} \cdot \vec z_0 = \omega_{10} \cdot \cos\alpha \cdot \vec z_S - \omega_{10} \cdot \sin\alpha \cdot \vec x_S$$

$$= \underbrace{\begin{bmatrix} A_S & 0 & 0 \\ 0 & B_S & 0 \\ 0 & 0 & C_S \end{bmatrix}}_{(\vec x_S, \vec y_S, \vec z_S)}^{b_S} \cdot \begin{bmatrix} -\omega_{10} \cdot \sin\alpha \\ 0 \\ \omega_{10} \cdot \cos\alpha \end{bmatrix}_{b_S}$$

nécessaire sinon il y est impossible de faire le pdt matrice · vecteur.

$$\boxed{\vec\sigma(G_S', S'/R_0) = -A_S \cdot \omega_{10} \cdot \sin\alpha \cdot \vec x_S + C_S \cdot \omega_{10} \cdot \cos\alpha \cdot \vec z_S}$$



Q12. En déduire les expressions littérales de $\overrightarrow{\delta}(G_S', S'/R_0)$ puis de $\overrightarrow{\delta}(G_S', S/R_0)$.

- $$\vec\delta(G_S', S'/R_0) = \frac{d}{dt}\left(\vec\sigma_{G_S', S'/R_0}\right)_{R_0} + m_S \cdot \underbrace{\vec V_{G_S'/R_0} \wedge \vec V_{G_S' \in S'/R_0}}_{= \vec 0 \text{ (même vitesse)}}$$

  - $$\left.\frac{d\vec x_S}{dt}\right|_{R_0} = \cancel{\left.\frac{d\vec x_S}{dt}\right|_{b_S}} + \vec\Omega_{S/R_0} \wedge \vec x_S = \omega_{10} \cdot \vec z_0 \wedge \vec x_S = \omega_{10} \cdot \sin\left(+\alpha + \frac{\pi}{2}\right) \cdot \vec y_S = +\omega_{10} \cdot \cos\alpha \cdot \vec y_S$$
  - $$\left.\frac{d\vec z_S}{dt}\right|_{R_0} = \omega_{10} \cdot \vec z_0 \wedge \vec z_S = +\omega_{10} \cdot \sin\alpha \cdot \vec y_S$$

Donc : $\vec\delta(G_S', S'/R_0) = (-A_S \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha + C_S \cdot \cos\alpha \cdot \sin\alpha) \cdot \omega_{10}^2 \cdot \vec y_S$

$$\boxed{\vec\delta(G_S', S'/R_0) = (C_S - A_S) \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha \cdot \omega_{10}^2 \cdot \vec y_S}$$

- $$\boxed{\vec\delta(G_S', S/R_0) = \vec\delta(G_S', S'/R_0)} + \cancel{\vec\delta(G_S', \text{Roues}/R_0)}$$

  masse négligée

Q13. En utilisant la dérivation vectorielle, déterminer l'expression littérale de $\overrightarrow{V}(G_S, S/R_0)$, la vitesse du centre d'inertie de S par rapport à R_0.

$$\vec V(G_S, S/R_0) = \frac{d}{dt}\left(\overrightarrow{O_0 G_S}\right)_{R_0} = \frac{d}{dt}\left(r_c \cdot \vec x_{1'} + h_S \cdot \vec z_S\right)_{R_0}$$

- $$\frac{d}{dt}(\vec x_{1'})_{R_0} = \omega_{10} \cdot \vec z_{01'} \wedge \vec x_{1'} = \omega_{10} \cdot \vec y_{1'}$$
- $$\frac{d}{dt}(\vec z_S)_{R_0} = \omega_{10} \cdot \sin\alpha \cdot \overbrace{\vec y_S}^{= \vec y_{1'}}$$

Donc $$\boxed{\vec V(G_S, S/R_0) = (r_c + h_S \cdot \sin\alpha) \cdot \omega_{10} \cdot \vec y_{1'}}$$

Q14. Calculer, au point J, la somme des moments des actions mécaniques extérieures appliquées à S selon $\overrightarrow{y_{1'}}$: $\overrightarrow{M}(J, \bar S \to S) \cdot \overrightarrow{y_{1'}}$.

S est soumis aux actions mécaniques extérieures : ‖ poids $\to S$; $0 \xrightarrow{I} S$; $0 \xrightarrow{J} S$

- $\overrightarrow{M}_{J,poids \to S} \cdot \overrightarrow{y_1'} = \cancel{\overrightarrow{M}_{G_S,poids \to S} \cdot \overrightarrow{y_1'}} + (\underbrace{\overrightarrow{JG_S}}_{= -\frac{L}{2}\cdot\overrightarrow{x_S} + h_S\cdot\overrightarrow{z_S}} \wedge (-m_S \cdot g \cdot \overrightarrow{z_0})) \cdot \overrightarrow{y_1'}$

$$= -m_S \cdot g \cdot \left(-\frac{L}{2}\cdot \overrightarrow{x_S} \wedge \overrightarrow{z_0} + h_S \cdot \overrightarrow{z_S} \wedge \overrightarrow{z_0}\right) \cdot \overrightarrow{y_1'}$$

$$= -m_S \cdot g \cdot \left(\frac{L}{2}\cdot \cos\alpha - h_S \cdot \sin\alpha\right)$$

- $\overrightarrow{M}_{J,0 \xrightarrow{I} S} \cdot \overrightarrow{y_1'} = \cancel{\overrightarrow{M}_{I,0 \xrightarrow{I} S} \cdot \overrightarrow{y_1'}} + (\underbrace{\overrightarrow{JI}}_{= -L\cdot\overrightarrow{x_S}} \wedge (T_I \cdot \overrightarrow{x_S} + N_I \cdot \overrightarrow{z_S})) \cdot \overrightarrow{y_1'}$

$$= L \cdot N_I$$

- $\overrightarrow{M}_{J,0 \xrightarrow{J} S} \cdot \overrightarrow{y_1'} = 0$

Donc : $\overrightarrow{M}_{J,\bar{S} \to S} \cdot \overrightarrow{y_1'} = L \cdot N_I - m_S \cdot g \cdot \left(\frac{L}{2}\cdot\cos\alpha - h_S \cdot \sin\alpha\right)$

Q15. Déduire de ce qui précède la relation liant N_I, ω_{10}, les grandeurs géométriques, cinématiques (et leurs dérivées) et inertielles. On précisera le principe ou théorème utilisé.

J'écris le th. des moments en J et en projection sur $\overrightarrow{y_1'}$ donc :

$\overrightarrow{M}_{J,\bar{S} \to S} \cdot \overrightarrow{y_1'} = \overrightarrow{\delta}_{J,S/R_0} \cdot \overrightarrow{y_1'}$ donc $L \cdot N_I - m_S \cdot g \cdot \left(\frac{L}{2}\cdot\cos\alpha - h_S\cdot\sin\alpha\right) = \overrightarrow{\delta}_{J,S/R_0} \cdot \overrightarrow{y_1'}$

Donc : $L \cdot N_I - m_S \cdot g \cdot \left(\frac{L}{2}\cdot\cos\alpha - h_S\cdot\sin\alpha\right)$

$$= \omega_{10}^2 \cdot \left(\cos\alpha \cdot \sin\alpha \cdot (C_S - A_S) - m_S \cdot (r_c + h_S \cdot \sin\alpha) \cdot \left[\frac{L}{2}\cdot\sin\alpha + h_S' \cdot \cos\alpha\right]\right)$$

Q16. Dans le cadre de ce modèle, quelle est la condition permettant de définir l'apparition du basculement ? En déduire l'expression de la vitesse limite ω_{10lim} conduisant au basculement.

Il y a apparition du basculement lorsque $N_I = 0$.

Donc :

$$\omega_{10lim} = \sqrt{\frac{-m_S \cdot g \cdot \left(\frac{L}{2}\cdot\cos\alpha - h_S\cdot\sin\alpha\right)}{\cos\alpha \cdot \sin\alpha \cdot (C_S - A_S) - m_S \cdot (r_c + h_S\cdot\sin\alpha) \cdot \left[\frac{L}{2}\cdot\sin\alpha + h_S'\cdot\cos\alpha\right]}}$$

Q17. En exploitant cette courbe, donner la vitesse limite v_{lim} que peut avoir le Hublex dans ces conditions sans basculer. Conclure vis-à-vis des exigences.

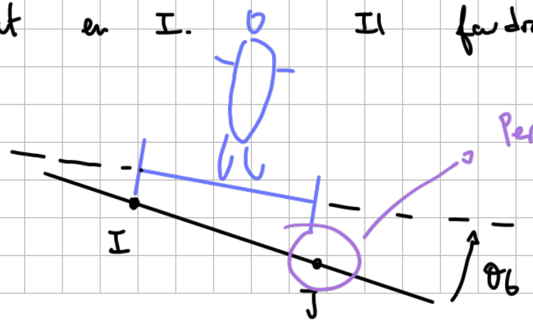
Ici, il y a basculement lorsque $N_J = 0$ et donc pour $V \simeq 1,55\ m/s$.

Donc $V_{lim} \simeq 5,58$ km/h

On a $V_{lim} > \underbrace{5 \text{ km/h}}_{\text{exigence } 1.5.3}$ donc l'exigence est respectée.

Q18. Commenter, en justifiant, la validité des courbes de la figure 11 au-delà de v_{lim}. En une phrase, préciser comment modifier la modélisation pour étudier le comportement de S au-delà de v_{lim}.

Lorsque $N_J < 0$, le modèle proposé est caduque. Il n'y a plus qu'un seul contact en I. Il faudrait alors prendre en compte l'orientation "de basculement" θ_b.



Q19. Indiquer la démarche permettant de déterminer l'équation (3). On ne demande pas de faire les calculs.

Il faudrait isoler l'ensemble S' soumis aux actions mécaniques extérieures:

- sous → S' ✗ } et écrire le th. des moments en O_1
- poids → S' et en projection sur $\vec{x_0}$.

Q20. Déterminer l'expression littérale de $(P_{ext} + P_{int})$, somme des puissances galiléennes des actions mécaniques extérieures appliquées à l'ensemble S, notée P_{ext}, et de la puissance intérieure à ce même système, notée P_{int}.

Je liste les différentes puissances :

P_{ext}
- $P_{poids \to S/R_0} = 0$: comme β est constant, tous les centres d'inertie restent à la même altitude.
- $P_{sol \to roue/R_0} = 0$: car il y a roulement sans glissement

P_{int} • $P_{motrice} = 2 \cdot P_{1 \to roue} = 2 \cdot \frac{C_m}{k} \cdot \omega_{R_1}$ (car il y a 2 moteurs)

• $P_{frottements} = -2 \cdot C_f \cdot \omega_{R_1}$

On a donc : $(P_{int} + P_{ext}) = 2 \cdot \left(\frac{C_m}{k} - C_f\right) \cdot \omega_{R_1}$

Q21. Déterminer l'expression littérale de l'énergie cinétique $E_C(S/R_0)$ de l'ensemble S par rapport au référentiel galiléen R_0, en fonction de ω_{R1} et des grandeurs inertielles et géométriques.

$$Ec(S/R_0) = \underbrace{\frac{1}{2} \cdot m_{S'} \cdot V^2}_{S' \text{ est en translation}} + \underbrace{\left(\frac{1}{2} \cdot m_R \cdot V^2 + \frac{1}{2} \cdot J_R \cdot \omega_{R_1}^2\right)}_{\text{Th. de König}} \times \underbrace{2}_{2 \text{ roues}}$$

$m_S = m_{S'} + 2 \cdot m_R$

$$= \frac{1}{2} \cdot m_S \cdot V^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot J_R \cdot \omega_{R_1}^2\right) \times 2 \quad \text{et} \quad V = -R \cdot \omega_{R_1}$$

$$Ec(S/R_0) = \frac{1}{2} \cdot (m_S \cdot R^2 + 2 \cdot J_R) \cdot \omega_{R_1}^2$$

Q22. En précisant le théorème ou principe utilisé, déterminer la relation liant C_m, ω_{R1} et les grandeurs inertielles et géométriques (et leurs dérivées).

En utilisant le th. de l'énergie cinétique :

$$2 \cdot \left(\frac{C_m}{k} - C_f\right) \cdot \cancel{\omega_{R_1}} = (m_S \cdot R^2 + 2 \cdot J_R) \cdot \cancel{\omega_{R_1}} \cdot \frac{d\omega_{R_1}}{dt}$$

On a donc :

$$\boxed{2 \cdot \left(\frac{C_m}{k} - C_f \right) = (m_S \cdot R^2 + 2 \cdot J_R) \cdot \underbrace{\frac{d\omega_{R_1}}{dt}}_{\dot{\omega}_{R_1}}}$$

Q23. En déduire, à l'aide de l'équation (3), l'expression de $\dot{V}$ en fonction de β.

Si $C_f = 0$ alors : $2 \cdot \frac{C_m}{k} = (m_S \cdot R^2 + 2 \cdot J_R) \cdot \left(-\frac{\dot{V}}{R} \right)$

donc $C_m = \frac{k}{2} \cdot (m_S \cdot R^2 + 2 \cdot J_R) \cdot \left(-\frac{\dot{V}}{R} \right)$

Et donc :

$$-\frac{\cancel{k}}{2} \cdot (m_S \cdot R^2 + 2 \cdot J_R) \cdot \frac{\dot{V}}{\cancel{R}} = R \cdot \cancel{k} \cdot z_{G_{S'}} \cdot m_{S'} \cdot \dot{V} \cdot \cos\beta + \cancel{k} \cdot z_{G_{S'}} \cdot m_{S'} \cdot g \cdot \sin\beta \cdot R$$

Donc :

$$\boxed{\dot{V} =} - \frac{z_{G_{S'}} \cdot R \cdot m_{S'} \cdot g \cdot \sin\beta}{z_{G_{S'}} \cdot R \cdot m_{S'} \cdot \cos\beta + \frac{1}{2} \cdot (m_S \cdot R^2 + 2 \cdot J_R)}$$

Q24. Justifier alors que la consigne β imposée par le pilote correspond à une consigne d'accélération et conclure sur le respect de l'exigence «1.1.4.1». Préciser la valeur de l'angle β pour que l'ensemble S avance à une vitesse constante.

- Avec la relation précédente : imposer β impose bien $\dot{V}$ (consigne d'accélérat°)
- Pour avoir $V = \text{cte}$ et donc $\dot{V} = 0$, il faut $\boxed{\beta = 0}$.

Q25. Donner, dans le domaine de Laplace, les 4 équations caractéristiques associées au modèle de machines à courant continu.

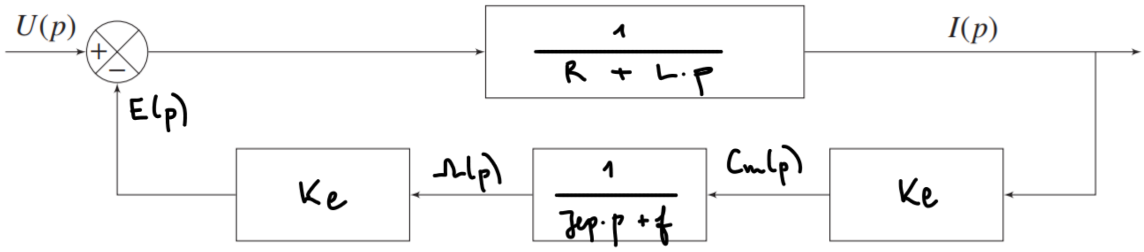
$U(p) = E(p) + (R + L \cdot p) \cdot I(p)$

$E(p) = K_e \cdot \Omega_m(p)$

$C_m(p) = K_e \cdot I(p)$

$(J_{eq} \cdot p + f) \cdot \Omega_m(p) = C_m(p)$

Q26. Compléter alors le schéma bloc du moteur dans le DR3. On précisera la grandeur associée à chaque lien.



Q27. Donner l'expression de la fonction de transfert $H_m(p) = \frac{I(p)}{U(p)}$. La mettre sous la forme canonique donnée.

$$H_m(p) = \frac{\frac{1}{R+L.p}}{1 + \frac{1}{R+L.p} \cdot Ke^2 \cdot \frac{1}{f+J_{eq}.p}}$$

$$= \frac{f + J_{eq}.p}{Ke^2 + R.f + (R.J_{eq} + L.f).p + L.J_{eq}.p^2}$$

$$H_m(p) = \frac{I(p)}{U(p)} = \frac{f}{Ke^2 + R.f} \cdot \frac{1 + \frac{J_{eq}}{f}.p}{1 + \frac{R.J_{eq}+L.f}{Ke^2+R.f}.p + \frac{L.J_{eq}}{Ke^2+R.f}.p^2}$$

Q28. Préciser, en justifiant, quelle valeur donner à K_{iu}, caractéristique du convertisseur IU.

Il faut que $\varepsilon(p) = 0$ lorsque $I(p) = I_c(p)$

Avec $\varepsilon(p) = K_{iu} \cdot I_c(p) - K_{capt}. I(p)$

$= (K_{iu} - K_{capt}). I_c(p)$

$= 0$ si $K_{iu} = K_{capt}$

Q29. Déterminer l'expression littérale de l'erreur en régime permanent notée μ_s, pour une entrée indicielle (i.e. $I_c(p)$ est un échelon unitaire), en fonction de K_{iu}, K_p et K_m.

La FTBO est de classe 0 donc pour une entrée en échelon :

→ échelon unitaire

$$\mu_s = \frac{1}{1 + K_{BO}}$$

$$\mu_s = \frac{1}{1 + K_p.K_m.K_{iu}} \qquad (K_{iu} = K_{capt})$$

Q30. Conclure, lorsque cela est possible, quant au respect des sous-exigences de l'exigence « 1.7.1.1 » avec ce type de correcteur.

. Exigence 1.7.1.1.3 : $\omega_{0dB} > 100$ rad/s

Relevé : $\omega_{0dB} \simeq 15$ rad/s < 100 rad/s $\rightarrow$ L'exigence n'est pas respectée.

. Exigence 1.7.1.1.4 : $M\varphi > 70°$

Relevé : $M\varphi \simeq 105° > 70°$ $\rightarrow$ L'exigence est respectée.

. Exigence 1.7.1.1 : $\mu_s = 0$ $\rightarrow$ L'exigence n'est pas respectée (q° 29).

Q31. Préciser l'influence de ce correcteur sur ~~les performances~~ la précision du système. Justifier le choix de ce type de correcteur dans le cas étudié.

Avec le correcteur : $C(p) = \frac{K_p \cdot p + K_i}{p}$, la FTBO est de classe 1 donc le système sera précis pour une entrée en échelon.

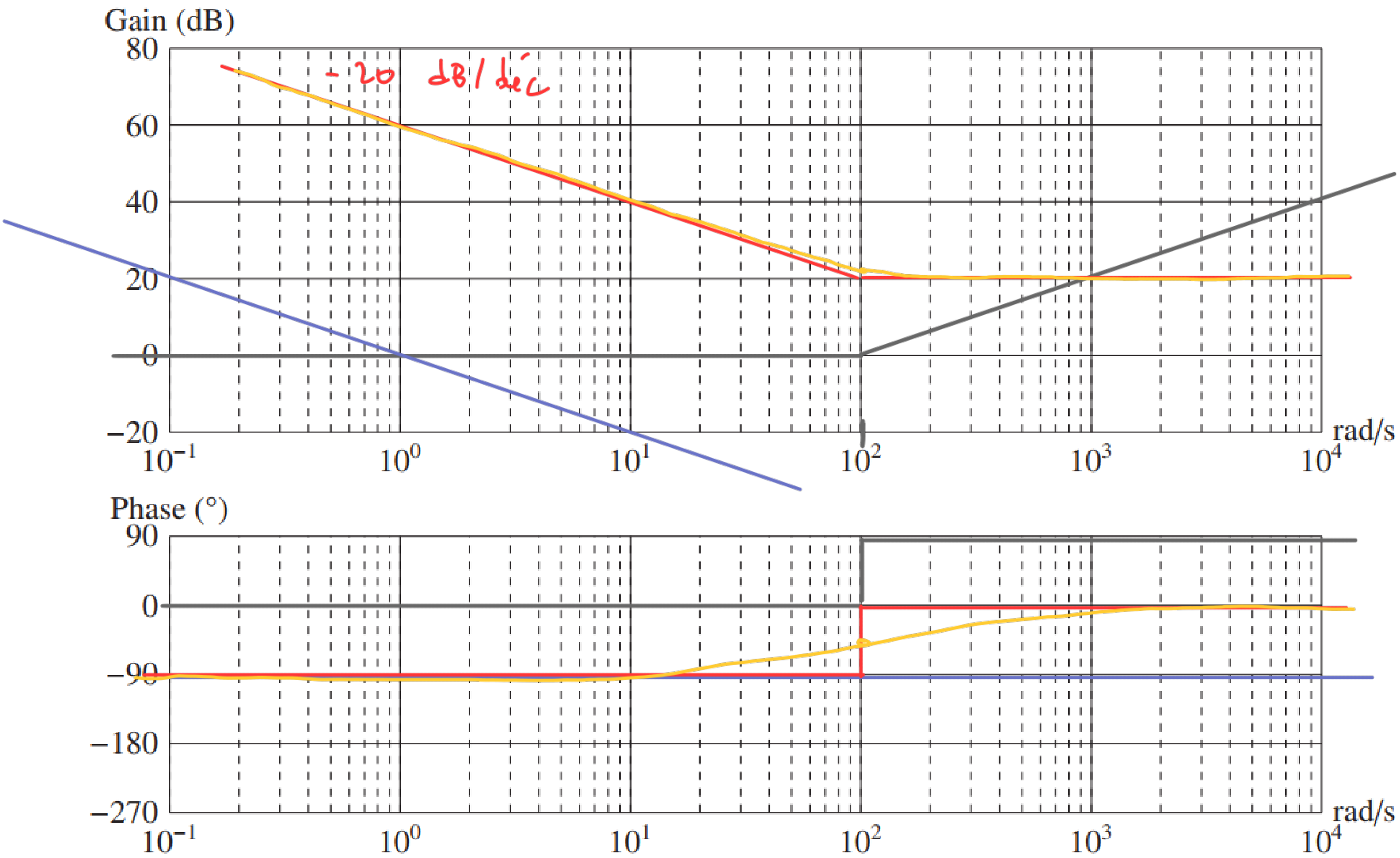
Q32. Tracer sur le DR4, les diagrammes de Bode asymptotiques du correcteur, ainsi que l'allure des courbes réelles pour $K_p = 10$ et $K_i = 1000$. On précisera les valeurs numériques associées aux valeurs caractéristiques.

$$\boxed{C(p)} = K_i \cdot \frac{1 + \frac{K_p}{K_i} \cdot p}{p} \simeq \boxed{10^3 \cdot \frac{1 + 10^{-2} \cdot p}{p}}$$

$\rightsquigarrow$ cassure en $\frac{1}{10^{-2}\ s} \simeq 10^2$ rad/s

~~ : diagramme réel

~~ : " asymptotique



Q33. En suivant cette méthode, déterminer en justifiant la valeur numérique de K_p.

En supposant : $K_i = 0$.

- Pour avoir : $M_\varphi > 70°$ → sera toujours vérifié car $M_\varphi > 90°$.
- Pour avoir : $\omega_{0dB} > 100$ rad/s → il faut translater la courbe de gain (représentant $\underline{10} \times FTBO_{\text{sans correct°}}$) de 15 dB donc $20.\log(K_p) = [20.\log(10)] + 15$ dB

donc $K_p \simeq 56$ sans unité

Q34. Déterminer alors la valeur numérique de K_i.

Il faut maintenant que $\dfrac{K_i}{K_p} = \dfrac{\omega_{0dB}}{10}$ donc $K_i = K_p . \dfrac{\omega_{0dB}}{10}$

donc $K_i \simeq 562$ rad/s

Q35. Commenter le résultat obtenu vis-à-vis de l'exigence « 1.7.1.1.4 ». Expliquer pourquoi, à partir des exigences du D6, cet asservissement n'est pas directement implanté en l'état dans le système.

- Je relève : $M_\varphi \simeq 87°$ $\underbrace{> 70°}_{\text{exigence 1.7.1.1.4}}$ → l'exigence est respectée.
- Je remarque que $v(0^+) \simeq 150$ V $\underbrace{> 60 \text{ V}}_{\text{exigence 1.6.1.1}}$ → cette exigence n'est pas respectée.

Q36. Préciser quelle ultime modification a apporté le constructeur afin de respecter les exigences de l'asservissement.

Une saturation de la tension (à 60 V) a été ajoutée.

Q37. Proposer en langage SQL une requête permettant d'obtenir, pour toutes les réservations valides du 7 mai 2020, leur numéro, leur heure de début et leur durée.

```
SELECT   Num_reservation, Deb, Fin_Deb
FROM     reservations
WHERE    Date = 07/05/2020 AND Validite = True
```

Q38. Proposer en langage SQL une requête permettant d'obtenir, pour toutes les réservations valides du 7 mai 2020, leur numéro, leur heure de début et leur durée.

```
SELECT   Num_utilisateurs, Nom, Prenom, Adresse_mail
FROM     reservations join utilisateurs
                      ON reservations.Utilisateur = utilisateurs.Num_utilisateurs
WHERE    Date > 04/05/2020 AND Date < 07/05/2020 AND Validite = True
GROUP BY Num_utilisateurs
```

Q39. Donner le nom de l'algorithme de tri utilisé et sa complexité moyenne. Donner également la complexité dans le pire et le meilleur des cas en précisant les propriétés que les listes doivent remplir pour être dans chacun de ces deux cas.

- Il s'agit d'un tri insertion de complexité moyenne en $O(n^2)$.
- Pire des cas : liste triée "à l'envers" (complexité en $O(n^2)$).
- Meilleur " " : " déjà triée (complexité en $O(n)$).

Q40. Écrire en langage Python une fonction `conflit2(R1,R2)` prenant en argument deux listes représentant deux réservations `R1` et `R2` et renvoyant un booléen indiquant si les deux réservations sont en conflit potentiel, c'est-à-dire que l'intersection de leurs deux créneaux horaires est non vide.

```python
def conflit2(R1,R2):                          # R1 = [ ..., ..., ... ]
                                              # R2 = [ ..., ..., ...
    deb1 = R1[1]
    fin1 = R1[1] + R1[2]
    deb2 = R2[1]
    fin2 = R2[1] + R2[2]

    return ( deb1 >= deb2 and deb1 < fin2

             or deb2>=deb1 and deb2 < fin1 )
```

début

durée

True s'il y a conflit

Q41. En exploitant la fonction `conflit2`, écrire en langage Python une fonction `sans_conflitL(R1,L)` prenant deux arguments : une liste `R1` représentant une réservation et une liste `L` contenant plusieurs listes (liste de listes) représentant des réservations. Cette fonction devra renvoyer un booléen indiquant si la réservation `R1` est en conflit avec au moins l'une des réservations contenues dans `L`.

```python
def sans_conflitL(R1,L):
    for Ri in L :
        if conflit2(Ri,R1):
            return False
    return True
```

Q42. Écrire en langage Python une fonction `ind_max` de complexité linéaire prenant en argument une liste et renvoyant l'indice de position de la valeur maximale.

```python
def ind_max (L) :
    imax = 0
    for i in range (1,n):
        if L[i] > L[imax] :
            imax = i
    return imax
```

Q43. Justifier de l'utilité de la ligne `L=charge.copy()` de la fonction `ordre_hublex`.

L = charge.copy() permet de copier les valeurs de la liste charge dans L et non pas la liste. Cela évite les problèmes de type :

```
L = [1, 2]
L2 = L
L2[0] = 4
```

qui modifie aussi L !

Q44. En exploitant les fonctions définies dans les questions précédentes, compléter, sur le DR5, en langage Python, les lignes 11 et 12 de la fonction `insertion_reservation`. Cette fonction prend en argument une liste charge contenant la charge pour chaque Hublex, une liste planning contenant le planning actuel et une liste `reserv` représentant la réservation à insérer.

- voir page suivante -

DR5 - Listing des fonctions informatiques pour la gestion du parc Hublex

Q44.

```
def tri_reservations(L):
   for i in range(len(L)):
        elem=L[i].copy()
        j=i-1
        while j>=0 and L[j][2]<elem[2]:
            L[j+1]=L[j]
            j-=1
        L[j+1]=elem.copy()

def ordre_hublex(charge):
    """renvoie une liste contenant les numéros des hublex triés en
    fonction de leur charge dans l'ordre croissant."""
    L=charge.copy()
    res=[]
    while len(res)<len(charge):
        ind=ind_max(L)
        res.insert(0,ind)
        L[ind]=-1
    return res

def insertion_reservation(charge,planning,reserv):
    """insère une tâche en fonction de la charge"""
    nbre=len(planning)
    Lj=ordre_hublex(charge)
    j=0
    flag=True
    while j<nbre and flag:
        num_hublex=Lj[j]
        possible=sans_conflitL(reserv,planning[num_hublex])
        if possible:

            planning[num-hublex].append(reserv)   # ligne 11 à compléter

            flag = False                          # ligne 12 à compléter

            charge[num_hublex]+=reserv[2]
        else:
            j+=1

def creation_planning(nbre,extraction):
    """renvoie une affectation des tâches en fonction de la charge
    (affecte au moins chargé)."""
    tri_reservations(extraction)
    planning_hublex=[[] for i in range(nbre)]
    charge=[0 for i in range(nbre)]
    for i in range(len(extraction)):
        insertionReservation(charge,planning_hublex,extraction[i])
    return planning_hublex,charge
```