

DS MPSI1, octobre 2022, durée 1h

*Corrigé sur le site : <http://perso.numericable.fr/starnaud/>***Exercice 1.**

1. Soit le système dont le comportement est défini par l'équation différentielle suivante :

$$2. \frac{ds(t)}{dt} + 3.s(t) = 5.e(t)$$

Déterminer la fonction de transfert.

Déterminer la réponse temporelle de ce système à une impulsion.

2. Soit le système dont le comportement est défini par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2s(t)}{dt^2} + 4. \frac{ds(t)}{dt} + 20.s(t) = 6.e(t)$$

Déterminer la fonction de transfert.

Déterminer la réponse temporelle de ce système à une impulsion.

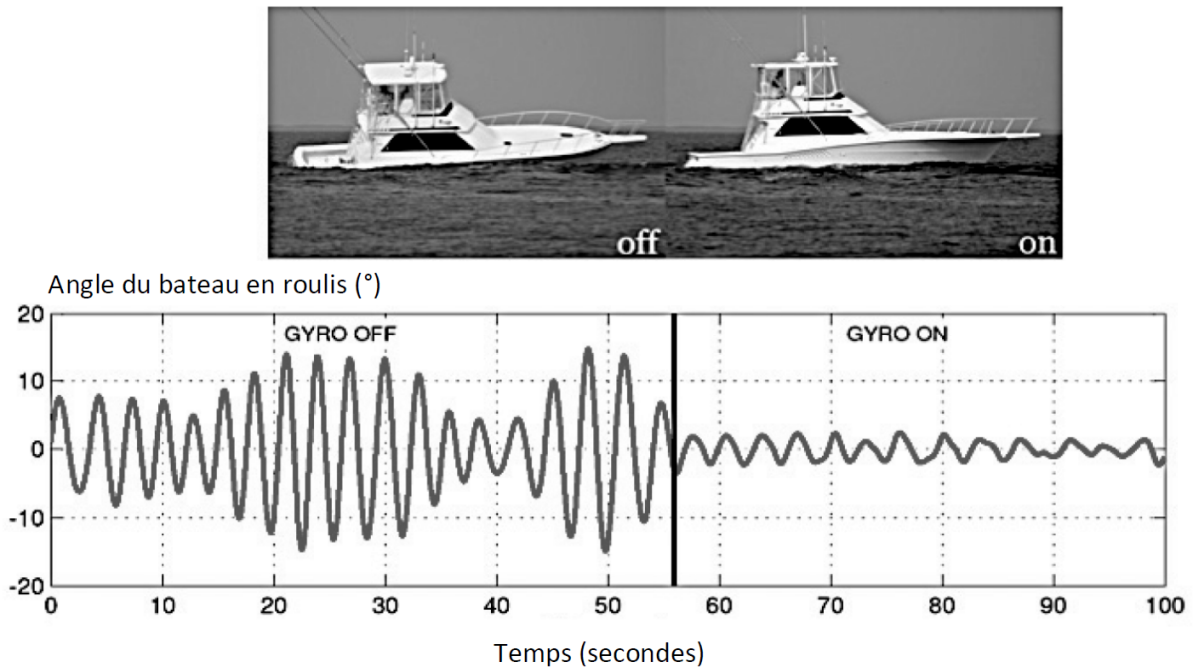
<i>Domaine temporel</i>	<i>Domaine de Laplace</i>	<i>Domaine temporel</i>	<i>Domaine de Laplace</i>
$\delta(t)$	1	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$
K	$\frac{K}{p}$	$\cos \omega t$	$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$

Exercice 2.

Donner les performances du système asservi dont on donne la réponse à un échelon unitaire dans le document réponses (faire les tracés sur le graphique).

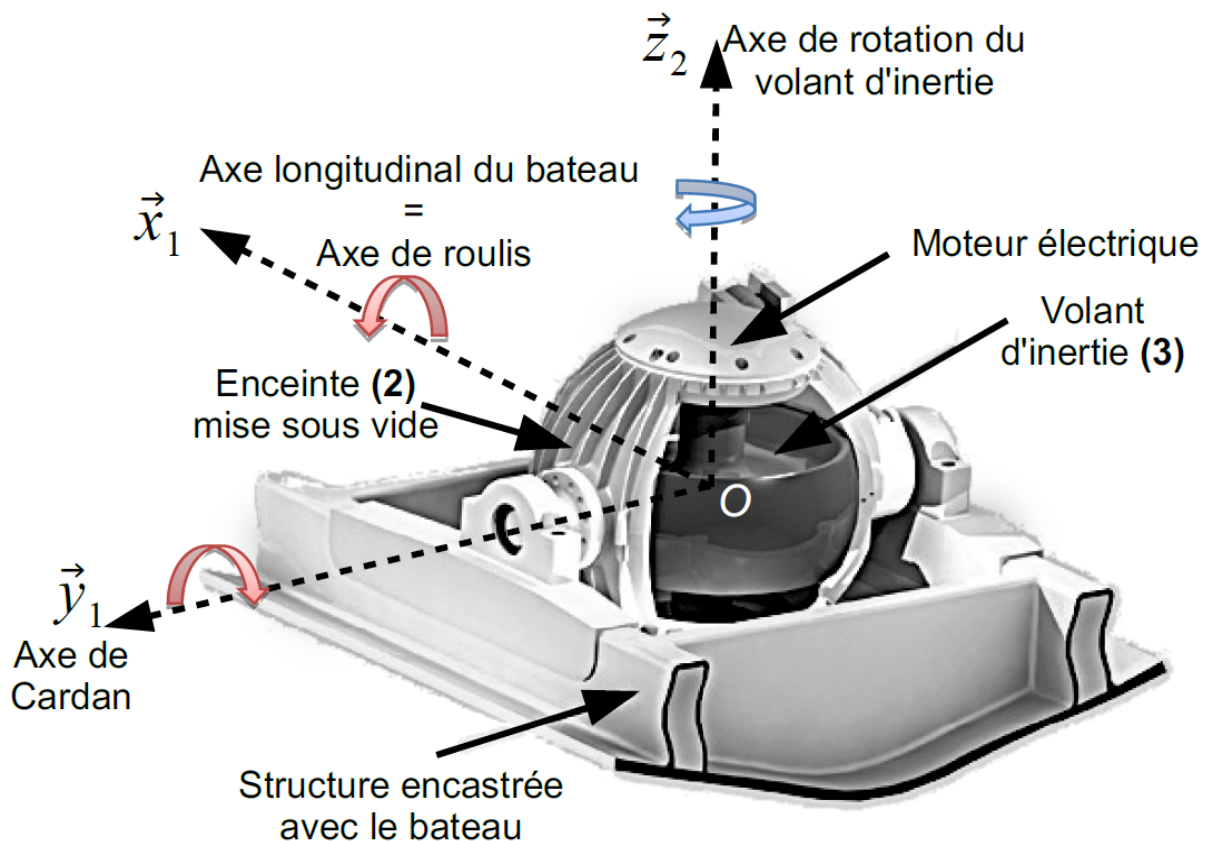
Exercice 3. Stabilisateur gyroscopique de bateau

Le système étudié est un dispositif de stabilisation gyroscopique pour bateaux permettant de neutraliser le mouvement de roulis.

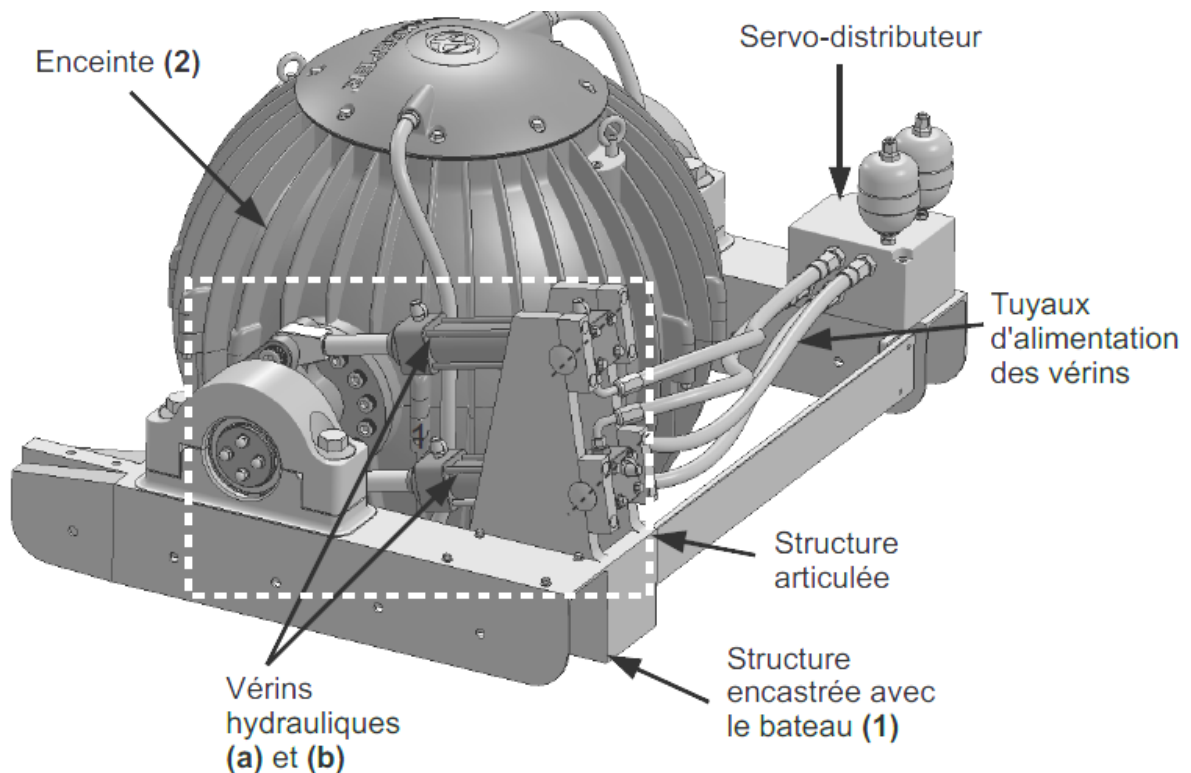


Le stabilisateur est constitué d'une enceinte **2** en liaison pivot selon l'axe de Cardan par rapport au bateau **1**.

Un volant d'inertie **3**, en liaison pivot d'axe par rapport à l'enceinte **2**, est maintenu en rotation grâce à un moteur électrique.



La figure suivante présente l'architecture du régulateur hydraulique.



L'inclinaison du gyroscope est commandée par un contrôleur électronique et un dispositif hydraulique de manière à optimiser le couple fourni pour diminuer le roulis du bateau. Ce régulateur hydraulique est constitué d'un servo-distributeur commandé par le contrôleur électronique.

Le servo-distributeur module le débit d'alimentation des deux vérins.

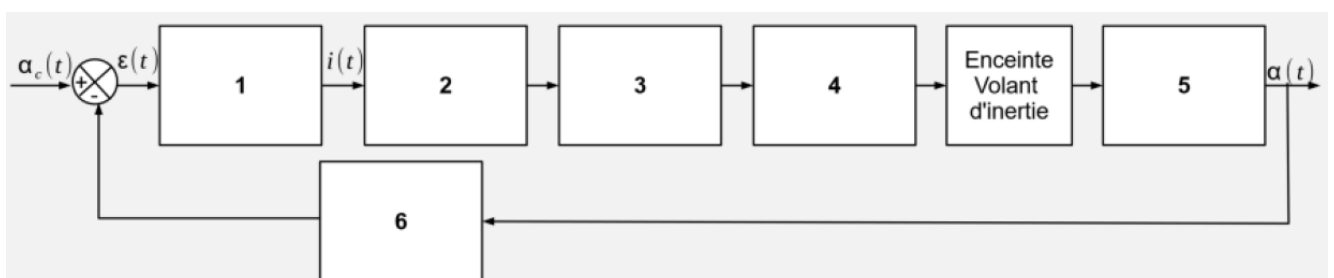
La translation des vérins est transformée par la structure articulée en une rotation de l'ensemble enceinte 2 et volant d'inertie 3 autour de l'axe de Cardan.

Un couple gyroscopique est alors généré sur l'axe de roulis du bateau afin de le stabiliser.

On réalise un asservissement en mesurant l'angle de roulis $\alpha(t)$ du bateau à l'aide d'une centrale inertielle.

L'écart $\varepsilon(t)$ entre la consigne d'angle $\alpha_c(t)$ et la mesure de l'angle $\alpha(t)$ est traité par le contrôleur électronique qui délivre le courant de commande $i(t)$ au servo-distributeur.

Q1 A l'aide du texte descriptif, compléter le tableau du document réponses associé aux constituants du schéma-blocs fonctionnel de l'asservissement en position du bateau.



Exercice 4. Exolift

Dans une problématique d'entretien du parc éolien, les techniciens sont appelés à monter et descendre plusieurs fois par jour des échelles pouvant mesurer jusqu'à 80 mètres.

L'entre prise française Fixator, à conçu un système autonome d'aide à la montée, Exolift.

Ce système portatif sur batterie fonctionne indépendamment de l'éolienne Exolift permet ainsi de réduire les temps d'arrêt des éoliennes.

Analyse structurelle

D'une manière générale, l'Exolift utilise le phénomène d'adhérence entre la sangle et un galet motorisé.

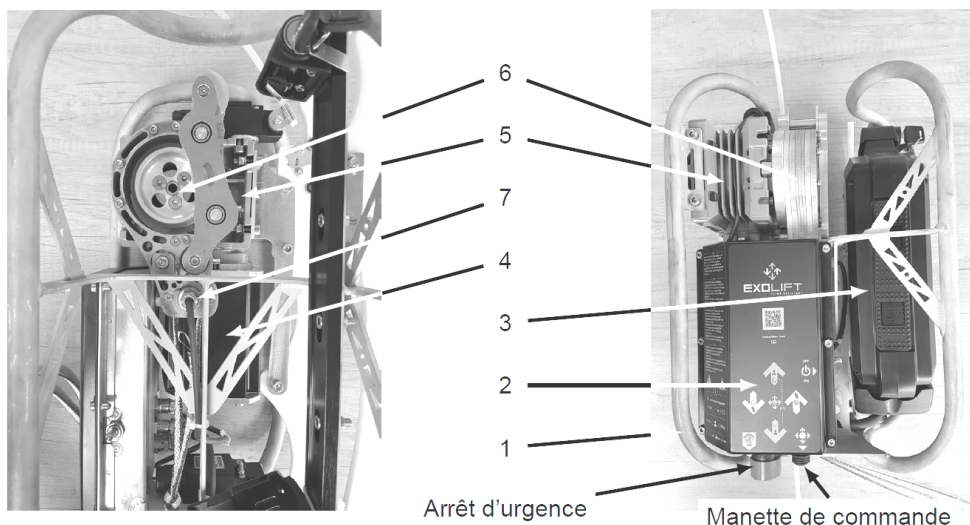
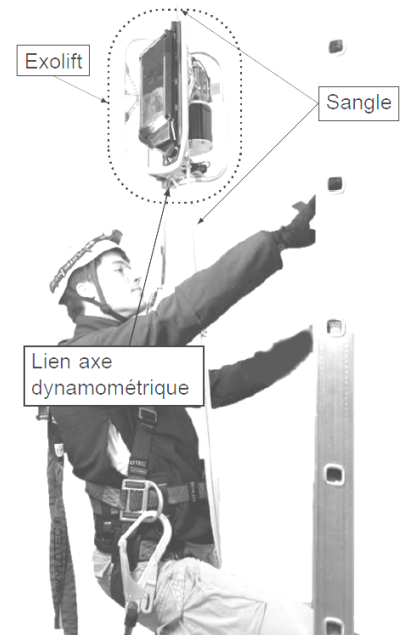
Il est principalement constitué d'un cadre 1, d'un panneau de commande 2, d'une batterie 3, d'un moteur électrique 4, d'un réducteur avec renvoi d'angle 5 et d'un galet motorisé 6.

Le panneau de contrôle/commande permet à l'utilisateur d'obtenir des informations sur l'état du système (par le biais de 5 leds multicolores) et d'envoyer des ordres de commande (marche/arrêt via un interrupteur, monter/descendre via une manette de commande, arrêt d'urgence...).

L'Exolift comporte également un axe dynamométrique 7, permettant de mesurer l'action mécanique de l'utilisateur sur l'Exolift, et un capteur à effet Hall au niveau de l'arbre du moteur permettant de mesurer la vitesse angulaire du moteur (uniquement pour des questions de sécurité).

Un capteur de fin de course est positionné aux extrémités de l'échelle afin de stopper l'Exolift. Enfin, une option sur l'Exolift permet de le renvoyer à vide en haut ou en bas de l'échelle afin qu'une autre personne puisse l'utiliser.

Toutes ces commandes et informations sont traitées par une carte électronique embarquée qui se charge de générer la commande du moteur tout en assurant la sécurité de l'utilisateur.



Le diagramme de définition des blocs présente les différents sous-systèmes et composants de l'Exolift.

Le diagramme de blocs interne présente l'architecture de l'Exolift ainsi que les flux échangés entre les différents sous-systèmes.

Diagramme de définition de blocs

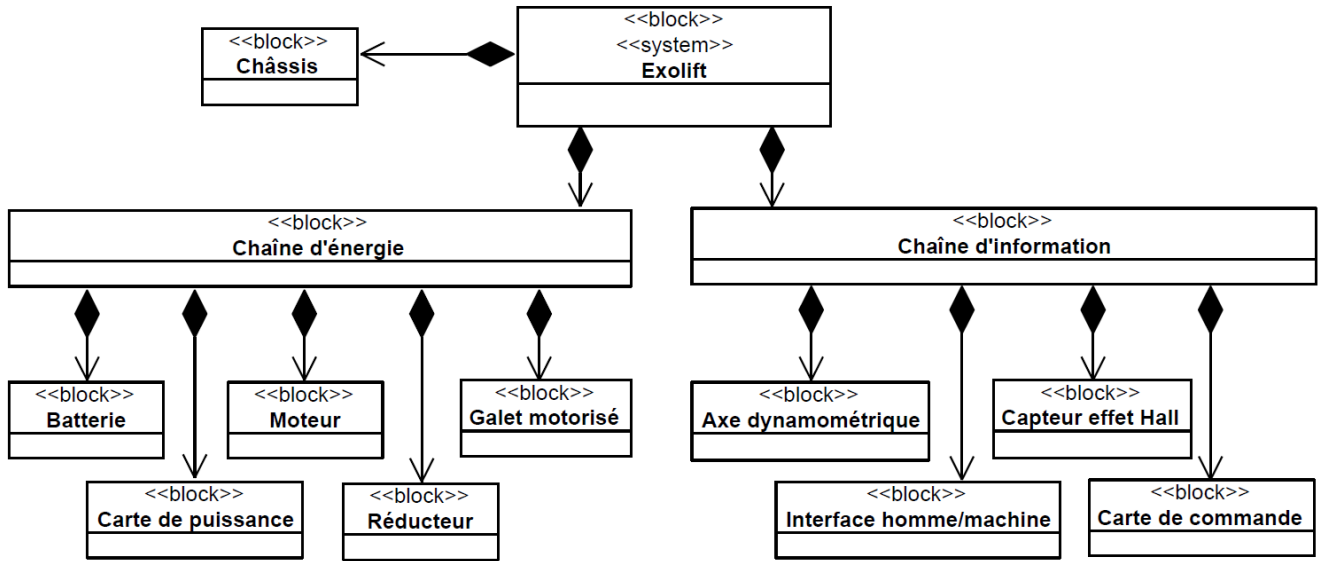
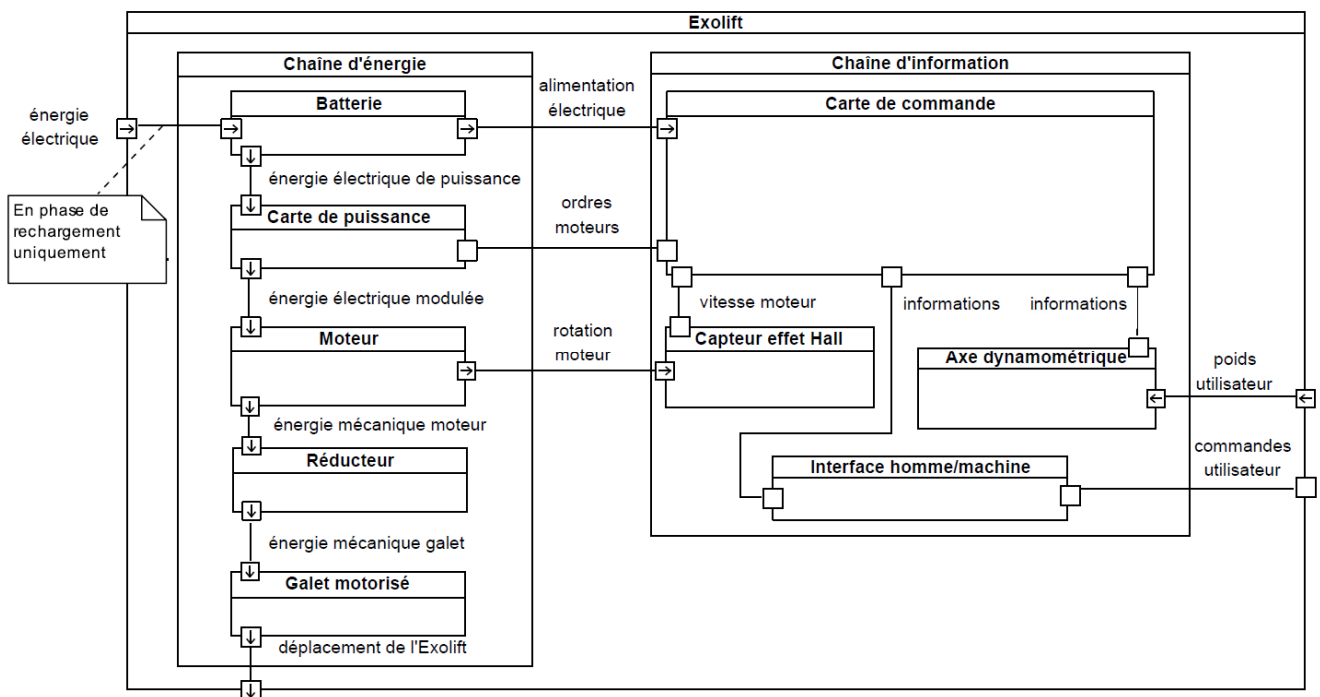
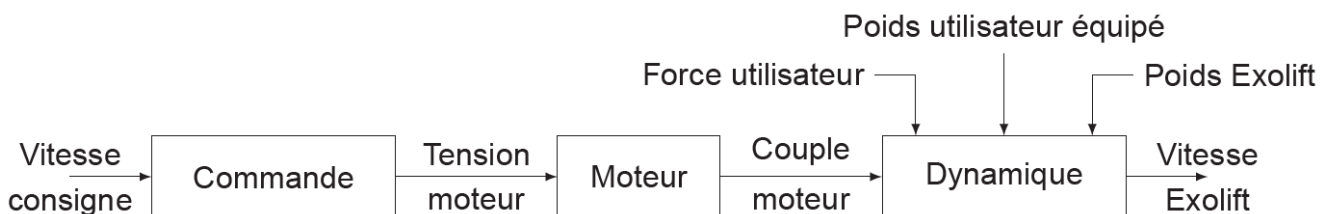


Diagramme de blocs internes



Q1. Compléter la chaîne structurale de l'Exolift du document réponses en précisant le nom des composants.

Le schéma-blocs fonctionnel de la figure suivante présente la modélisation du comportement de l'Exolift.



Le moteur électrique présent dans l'Exolift peut-être modélisé par les équations suivantes :

$$u_m(t) = R.i(t) + L.\frac{di(t)}{dt} + e(t)$$

$$e(t) = K_e.\omega_m(t)$$

$$J.\frac{d\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) - C_r(t)$$

$$C_m(t) = K_c.i(t)$$

$u_m(t)$: tension d'alimentation moteur

$i(t)$: courant circulant

$e(t)$: force contre-électromotrice

$\omega_m(t)$: vitesse de rotation du moteur

$C_m(t)$: couple moteur disponible

$C_r(t)$: couple résistant

R : résistance aux bornes du moteur

L : inductance des bobines du moteur

J : inertie équivalente de l'ensemble

K_e et K_c : constante électrique et constante de couple

Le mécanisme peut être modélisé par les équations suivantes :

$$v(t) = K_t.\omega_m(t)$$

$$C_r(t) = K_t.(F(t) - P_{ex}(t) - P_u(t))$$

$v_c(t)$: vitesse de consigne l'Exolift.

$v(t)$: vitesse de l'Exolift.

K_t : constante caractérisant le réducteur et le mécanisme de transformation de mouvement.

$F(t)$: effort exercée par l'utilisateur.

$P_{ex}(t)$: puissance extérieures.

$P_u(t)$: Puissance utile.

Q2. Compléter le schéma-blocs du document réponses.

Q3. Déterminer K_{ada} afin que $[u_m(t) - e(t)]$ soit nul lorsque $v(t) = v_c(t)$.

On considère $P_{ex}(t)$ et $P_u(t)$ nulles.

On pose : $V(p) = H_1(p).V(p) - H_2(p)F(p)$.

Q4. Déterminer les fonctions de transfert $H_1(p)$ et $H_2(p)$.

En négligeant l'inductance L et après application numérique, on a : $H_1(p) = \frac{1}{1 + 0,004.p}$

Q5. Tracer la réponse à un échelon unitaire de vitesse.

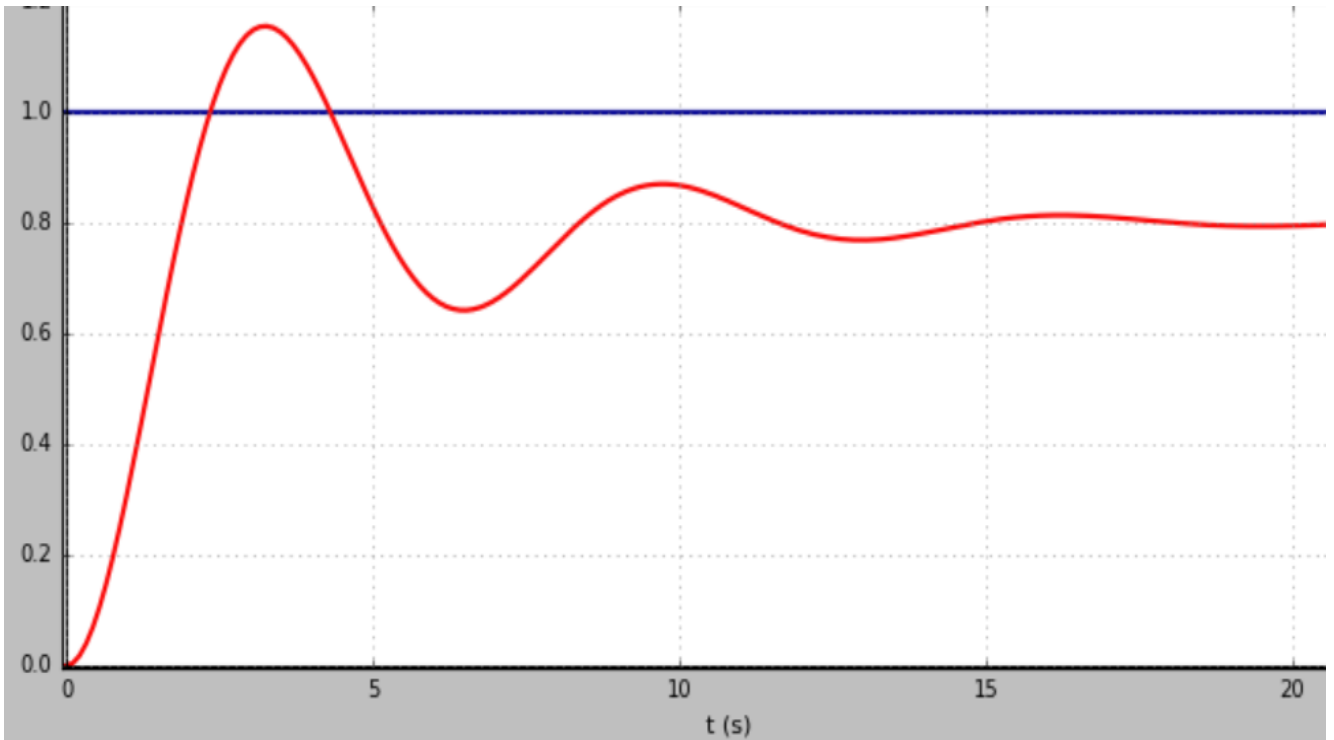
Donner les performances de cet asservissement.

En négligeant l'inductance L et après application numérique, on a : $H_2(p) = \frac{1,7.10^{-5}}{1 + 0,004.p}$

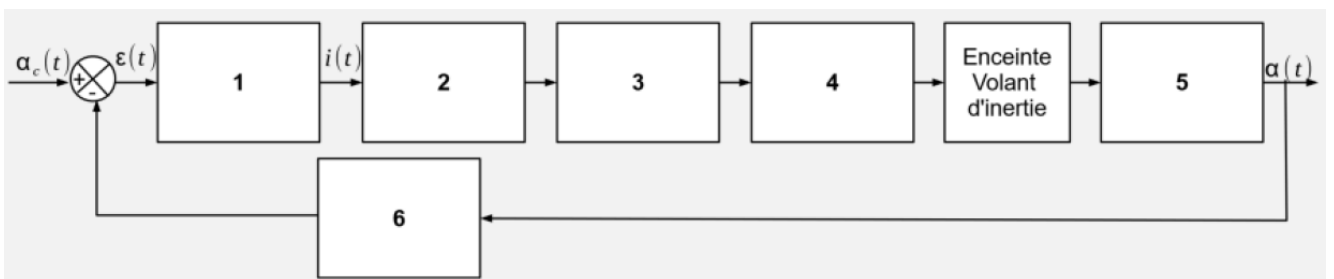
Q6. Déterminer l'erreur due à un échelon unitaire d'effort.

Documents réponses, DS MPSI1, octobre 2022

Exercice 2.



Exercice 3. Stabilisateur gyroscopique de bateau

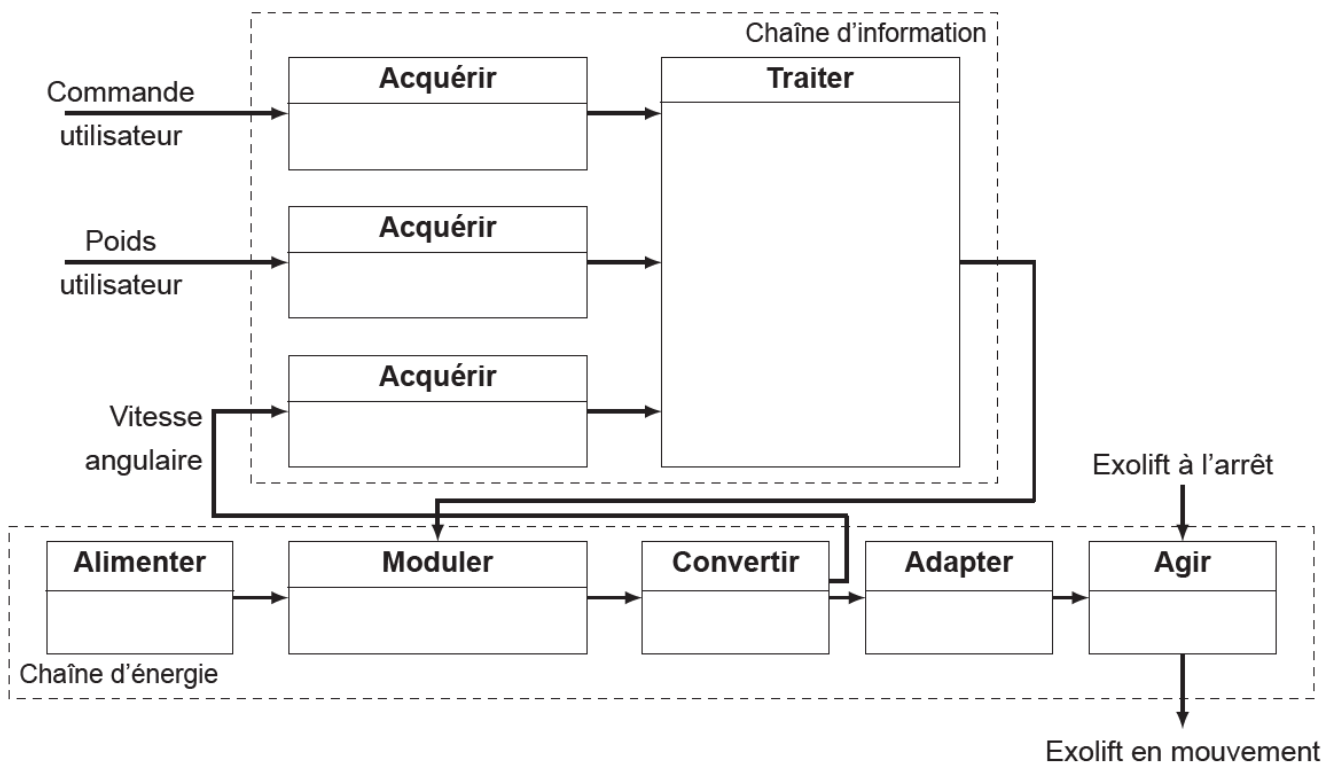


Repères	Constituants du schéma-blocs
1	
2	
3	

Repères	Constituants du schéma-blocs
4	
5	
6	

Exercice 4 Exolift

Question 1



Question 2

