Sciences

Application 01



Mise à l'eau d'un robot sous-marin

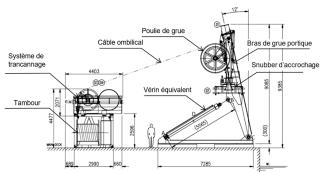
Concours Centrale - MP 2019 Savoirs et compétences :

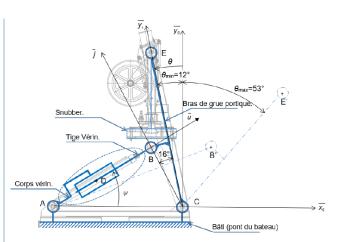
□.

Pour réaliser l'ensouillage sous-marin de câbles, ceuxci sont déposés sur le fond marin par un navire câblier. Le robot sous-marin ROV (Remotely Operated Vehicle) est déposé sur le fond marin par un bateau support et ensouille le câble provenant du navire câblier après l'avoir détecté et s'être aligné dans l'axe de celui-ci.

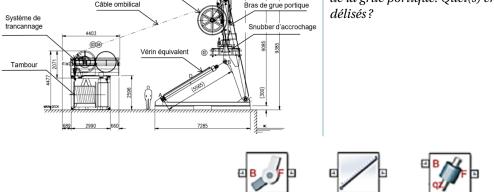
Pour transférer le ROV du pont du bateau support jusqu'à l'aplomb de la surface d'immersion une grue portique est utilisée. La grue portique est actionnée par un ensemble de deux vérins hydrauliques modélisés en un seul vérin équivalent pour cette étude.

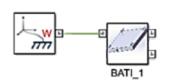
Lors de la descente du ROV dans la mer, il est suspendu à un câble ombilical. Un bon équilibrage hydrostatique est nécessaire pour assurer l'horizontalité du ROV pendant la descente.





Question 1 À partir des figures précédentes, relier les composants du modèle de simulation multiphysique de la grue portique. Quel(s) ensemble(s) n'ont pas été mo-







CORPS_VERIN_2



Pivot 3

Exercice 1 - Moteur à courant continux

On donne les équations du moteur à courant continu :

- $u(t) = e(t) + Ri(t) + L\frac{\mathrm{d}i(t)}{\mathrm{d}t}$;
- $e(t) = K\omega(t)$;

• c(t) = Ki(t);

•
$$c(t) + c_r(t) - f\omega(t) = J\frac{d\omega(t)}{dt}$$
.

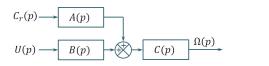
glissant 1

Question 1 Réaliser le schéma-blocs.

Question 2 Mettre le schéma-blocs sous la forme



suivante.



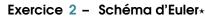
Corrigé voir 1.

C3-02 Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Donner la méthode de résolution numérique des équations différentielles suivantes en utilisant le schéma d'Euler explicite.

$$\begin{cases} y'(t) + \alpha y(t) = \beta \\ y(0) = \gamma \end{cases}$$
 (1)

Corrigé voir 2.





Sciences

Application 02



La Seine Musicale Concours Centrale - MP 2020 Savoirs et compétences : □.

La Seine Musicale est un équipement à vocation musicale à fort rayonnement culturel, dont l'objet est de créer ou d'aménager des espaces pour des concerts, des expositions, des installations permanentes ou provisoires.

L'un des défis architecturaux de ce projet consiste à mettre en mouvement la voile, équipée de 470 panneaux photovoltaïques, autour de l'auditorium, tout en garantissant une acoustique exceptionnelle.

Les deux demi-voiles sont mises en mouvement de manière indépendante par des chariots motorisés, ainsi qu'une couronne motorisée déplaçant chacun des sommets des demi-voiles par l'intermédiaire de bielles.

Chaque chariot (central et latéral) se déplace grâce à quatre galets, appelés galets de roulement, qui roulent sur les deux rails circulaires concentriques de la voie médiane de roulement et grâce à quatre autres galets de guidage qui roulent sur les côtés des deux rails. Chacun des deux chariots centraux est motorisé à l'aide de deux motoréducteurs qui entraînent chacun en rotation deux des quatre galets de roulement. Afin d'optimiser son rendement énergétique, cette voile se déplace chaque jour toutes les 15 minutes pour suivre le soleil du garage Est au garage Ouest.

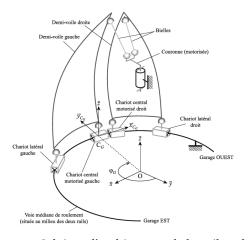


FIGURE 1 - Schéma d'architecture de la voile solaire

Afin d'effectuer un premier dimensionnement en phase d'avant-projet des solutions techniques choisies, un modèle multiphysique simple de la chaîne de traction d'un chariot motorisé est réalisé (Figure 2). **On se place** dans le cas le plus défavorable avec un seul motoréducteur fonctionnel qui entraîne deux galets de roulement (roue).

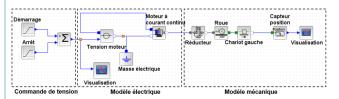


FIGURE 2 - Modèle multiphysique du déplacement d'une demi-voile

Le modèle multiphysique est constitué de trois parties:

- commande en tension qui résulte de la superposition de deux rampes pour générer la loi de vitesse trapézoïdale;
- modèle électrique constitué d'un moteur à courant continu alimenté;
- modèle mécanique constitué d'un réducteur, d'une roue de chariot, d'une masse mobile de la demivoile et d'un capteur de position.

Lors de son déplacement, il peut arriver que la voile soit soumise à l'effet du vent. Il est donc important de le prendre en compte dans le modèle pour évaluer son impact sur le déplacement. Par ailleurs, afin d'assurer une durée de vie du moteur conforme à son mode de fonctionnement, il est important de pouvoir estimer la consommation électrique du moteur en fonctionnement.

Le modèle Figure 2 a donc été enrichi de nouveaux blocs, à savoir : un capteur de courant, un capteur de tension et l'effort extérieur lié au vent (échelon).

Question 1

Sur la figure suivante, compléter les liens du modèle proposé pour prendre en compte les deux capteurs.



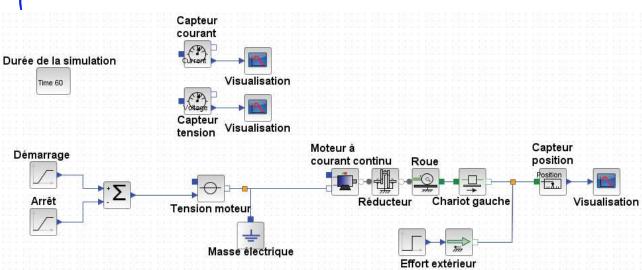
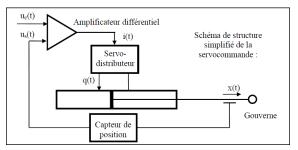


FIGURE 3 - Modèle multiphysique du déplacement d'une demi-voile

Exercice 3 - Vérin*

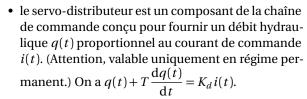
B2-07 Pas de corrigé pour cet exercice.

On donne le schéma de principe d'une servocommande.



Les différentes équations temporelles qui modélisent le fonctionnement d'une servocommande sont :

- un amplificateur différentiel défini par : $u_c(t) =$ $\frac{i(t)}{K_a} + u_s(t);$ • débit dans le vérin dans le cas d'une hypothèse de
- fluide incompressible $q(t) = S \cdot \frac{dx(t)}{dt}$;
 capteur de position : $u_s(t) = K_c \cdot x(t)$;



Question 1 Réaliser le schéma-blocs.

Corrigé voir 3.

Exercice 4 - Schéma d'Euler*

C3-02 Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Donner la méthode de résolution numérique des équations différentielles suivantes en utilisant le schéma d'Euler explicite.

$$\ddot{\theta}(t) + \frac{g}{l}\sin\theta = 0$$
$$\theta(0) = 0 \quad \dot{\theta}(0) = 0$$

Corrigé voir 4.



Application 03



Direction automatique découplée

Banque PT – SI A 2017

Savoirs et compétences :

 \Box .

Depuis maintenant de nombreuses années, les commandes de vol d'avions sont passées d'une technologie purement mécanique à la technologie par fil (Fly by Wire). Le secteur automobile suit cette tendance qui présente de nombreux avantages. C'est le système de direction par fil (Steer by Wire), encore nommé direction découplée, qui fait l'objet de l'étude proposée.

La Figure 4 donne une vue de cette unité sous la forme d'une maquette numérique à laquelle est associé le schéma cinématique qui servira de base à l'étude mécanique.

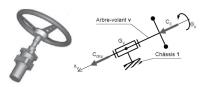


FIGURE 4 – Unité de pilotage (chaîne d'énergie) et schéma cinématique

L'unité de pilotage est constituée d'une chaîne d'énergie chargée de solliciter le volant par un couple $C_{\rm mv}\overrightarrow{x_{\nu}}$ qui résiste à l'action du conducteur $C_c\overrightarrow{x_{\nu}}$ quand celui-ci cherche à tourner le volant.

En effet, la simple dynamique du système mécanique de l'unité de pilotage ne donnerait pas au conducteur la sensation de manier la direction d'une automobile. La composante $C_{\rm mv}$ est donc élaborée pour que la dynamique du volant en termes d'inertie et de raideur soit

équivalente à celle d'une direction conventionnelle optimisée selon le type de conduite visée.

La composante $C_{\rm mv}$ est élaborée à partir de la consigne d'angle du volant $C_{\rm v_ref}$, transmise par le générateur de consigne intégré au contrôleur de modèles, et de la composante C_c du couple conducteur.

Le modèle de la structure sous la forme d'un schéma bloc décrivant le comportement asservi de cette unité est donné Figure 5. On précise que la variable d'entrée est $\theta_{v_ref}(p)$, que la variable de sortie est $\theta_v(p)$ et que la variable $C_c(p)$ est considérée comme une perturbation. Un signal de commande $U_{mv}(p)$ pilote la motorisation.

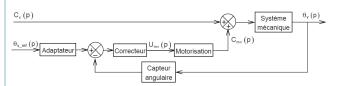
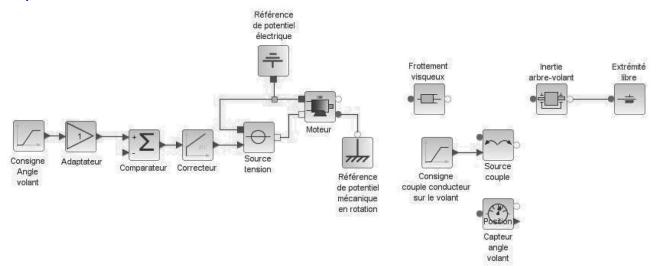


FIGURE 5 – Unité de pilotage (chaîne d'énergie) et schéma cinématique

Un modèle acausal de cette structure dont certains composants ne sont pas reliés aux autres, est donné sur le cahier réponses.

Question 1 Compléter ce modèle en traçant les liens manquants qui donneraient un modèle équivalent au schéma bloc de la Figure 5.

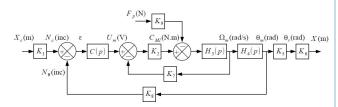




Exercice 5 – Machine de rééducation SysReeduc

B2-07

On propose une modélisation par schéma-blocs dans la figure suivante.



Le moteur à courant continu est régi par les équations suivantes : $u_m(t) = e(t) + Ri(t)$, $e(t) = k_e \omega_m(t)$ et $C_{M1}(t) = k_t i(t)$.

Une étude dynamique a mené à l'équation suivante :

$$(M+m) r \rho_1 \dot{\omega}_m(t) = \frac{C_{M1}(t)}{\rho_1 r} - F_p(t)$$

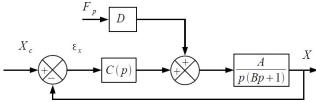
avec : M la masse du chariot et m la masse du support de pied, $\rho_1=\frac{1}{10}$ le rapport de réduction du réducteur, r=46,1 mm le rayon de la poulie du transmetteur pouliecourroie, $C_{M1}(t)$ le couple délivré par le moteur et $F_p(t)$ l'effort délivré par le patient sur le support 3.

Le codeur incrémental possède 500 fentes équiréparties. Deux émetteurs-récepteurs positionnés en quadrature permettent de mesurer l'information.



Question 1 À partir des équations proposées, déterminer les fonctions de transfert K_1 , K_2 , $H_3(p)$, $H_4(p)$, K_5 , K_6 , K_7 , K_8 et K_9 .

Question 2 Montrer que le schéma-blocs peut être mis sous la forme suivante. On exprimera A, B et D en fonction des paramètres du système r, ρ_1 , k_t , k_e , R, M, m et K_8 .



Corrigé voir 5.

Exercice 6 - Schéma d'Euler* C3-02 Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Donner la méthode de résolution numérique des équations différentielles suivantes en utilisant le schéma d'Euler explicite.

$$\begin{cases} y'(t) = -t y^2(t) & \text{si } t > 0 \\ y(0) = \alpha \end{cases}$$
 (2)

Corrigé voir 6.