

CONCOURS COMMUNS POLYTECHNIQUES

VOIE P.S.I. – SESSION 2009

ÉPREUVE ORALE DE S.I.I.

Préparation + Transfert : 30 minutes

Interrogation : 30 minutes

Rendre le sujet et les brouillons après l'interrogation

Conseils :

- Les documents du sujet peuvent être coloriés, surlignés, annotés, etc...
- Pendant la préparation, donnez la priorité à l'appropriation du système et aux méthodes de résolution.
- Votre prestation orale doit toujours commencer par une présentation du système.

N° 73

Robot d'intervention

Ce sujet comporte 4 A4

Le robot (photo N°1) qui fait l'objet de l'étude est conçu pour des interventions dangereuses telles que la neutralisation des explosifs par des équipes de sécurité spécialisées. Le véhicule se déplace sur toutes sortes de terrains. Il est équipé d'un bras manipulateur. L'étude ne portera pas sur cette dernière fonctionnalité et se focalisera uniquement sur la fonction de service FS1 « **déplacer le véhicule sur le sol dans toutes les directions** ».

L'opérateur pilote à l'aide d'une console de commande et de contrôle (photo N°2) les déplacements du robot. Les mouvements des deux chenilles sont indépendants et obtenus par la mise en action de deux motoréducteurs (un par chenille). Un dispositif de transmission permet de répartir la puissance du moteur sur les roues motrices qui entraînent directement les chenilles du robot. Les moteurs sont asservis en vitesse et sont équipés de codeurs incrémentaux.

L'unité centrale placée sur le robot reçoit les informations de pilotage transmises par ondes radio. Elle traite ces informations et les données qui proviennent des capteurs. Elle élabore les ordres en direction de la carte de commande qui pilote les motoréducteurs. Le robot est également équipé d'une caméra permettant de visualiser son champ d'action directement sur la console de commande.



Photo N°1
Robot d'intervention



Photo N°2
Console

Caractéristiques du robot extraites du cahier des charges :

Fonction de service FS1	Critères	Niveaux
Déplacer le véhicule sur le sol dans toutes les directions	Masse du robot	M = 40 kg
	Puissance motrice totale disponible	Pmax = 700 W
	Facteur d'adhérence (sur route goudronnée) au contact chenille-sol	f = 0.6
	Vitesse maximale de déplacement	Vmax = 10 km/h
	Erreur en régime stationnaire pour une entrée en échelon de vitesse	< 5%
	Pente maxi à vitesse constante	jusqu'à 30°

A – Etude de la fonction de service FS1

- 1) Expliquer comment est réalisée la fonction de service – **FS1 « déplacer le véhicule sur le sol dans toutes les directions »** en utilisant le SADT niveau A0 (figure N°1). Compléter les fonctions F1 à F4 et les grandeurs physiques G1 à G4 du document figure N°1.

B – Etude de la chaîne d'énergie - Validation de la motorisation

Dans toute cette partie nous considérons que le robot monte une pente en translation rectiligne selon \vec{x}_1 à la vitesse constante $\vec{V} = V_{\max} \vec{x}_1$ (figure N°2).

- Déterminer la plus grande pente que pourra gravir le robot en raisonnant uniquement sur la puissance motrice disponible.

Hypothèses :

- On adoptera une modélisation plane des actions mécaniques dans le plan $(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$;
- Pas de glissement entre le sol et les chenilles ;
- Pas de glissement entre les roues et les chenilles ;
- Les liaisons sont parfaites ;
- Chenilles non dissipatives ;
- Dans ces conditions de fonctionnement la puissance motrice disponible est égale à P_{\max} .

Le choix du système isolé sera précisé, la méthode de résolution sera clairement présentée, l'influence des hypothèses formulées sera commentée lors de la résolution.

- En prenant en compte les conditions d'adhérence sur route du robot sur le sol, déterminer la plus grande pente que pourra gravir le robot à vitesse constante avant de commencer à patiner.
- Conclure quant à la validation du critère de « pente maxi à vitesse constante ».

C – Etude de la chaîne d'information - Validation de la précision de la vitesse de déplacement du robot

Dans toute cette partie nous considérons que le robot se déplace sur une route de pente nulle. Dans ces conditions de fonctionnement, les perturbations pourront être négligées. Toutes les conditions initiales seront prises nulles.

Notation :

$v_c(t)$: consigne de vitesse de translation du robot (m/s)

$v(t)$: vitesse de translation du robot (m/s)

$\omega_m(t)$: vitesse de rotation de l'arbre moteur (rad/s)

$u(t)$: tension de consigne aux bornes du moteur (V)

On notera $V(p), V_c(p), \Omega_m(p)$ et $U(p)$ les transformées de Laplace de $v(t), v_c(t), \omega_m(t)$ et $u(t)$.

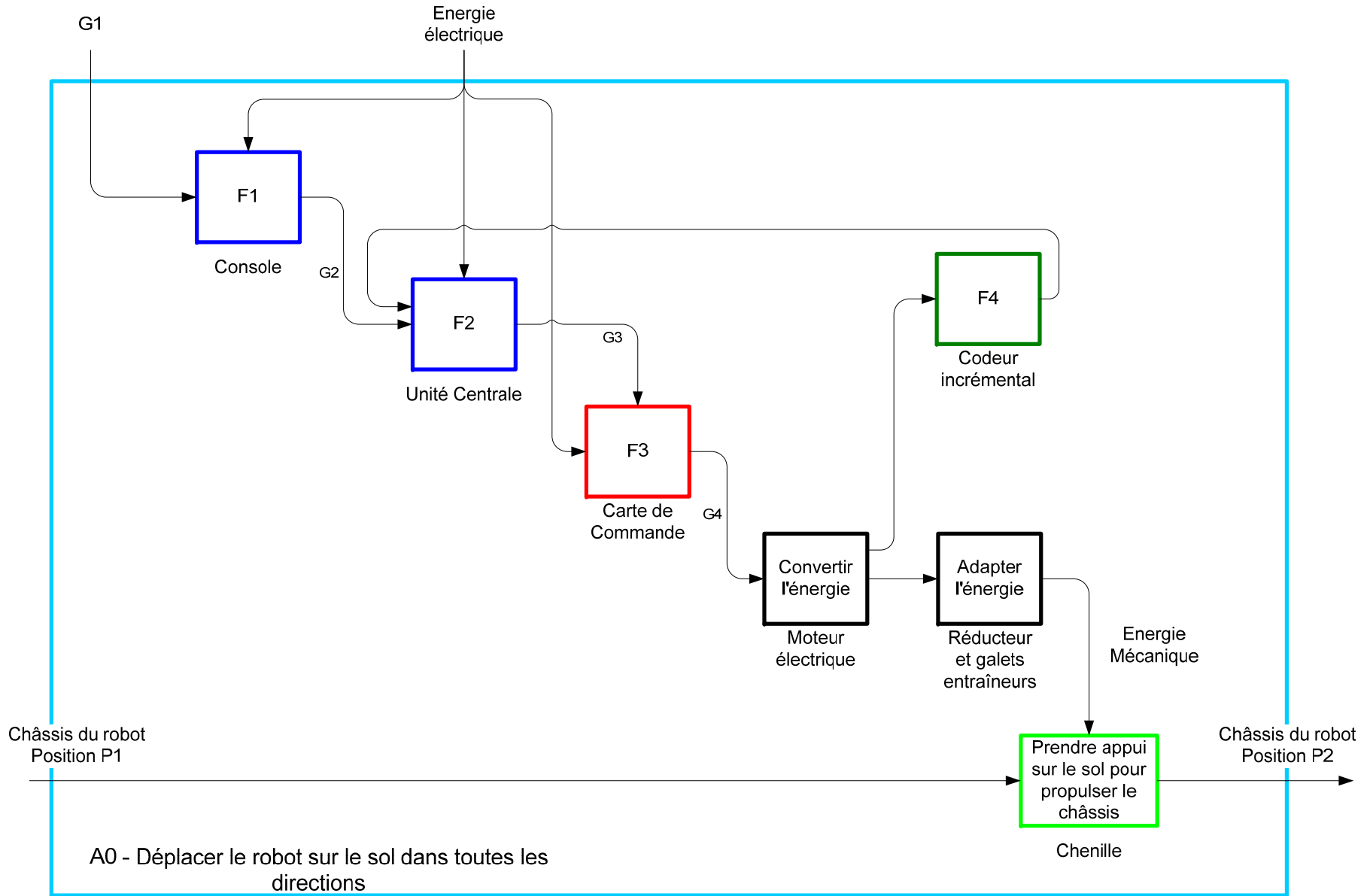
L'asservissement en vitesse du robot comprend les éléments suivants :

- Un correcteur proportionnel de gain K_C ;
- Un moteur à courant continu ;
- Une chaîne de transmission de puissance reliant l'arbre moteur aux chenilles du robot.
 $v(t) = N \cdot \omega_m(t)$ avec $N = 0.01 \text{ m}$;
- Le gain global de la chaîne de mesure de la vitesse de translation du robot sera pris égal à 1.

Sur le moteur **non asservi**, c'est à dire avec le capteur déconnecté, on a pratiqué un essai en charge en imposant au moteur une consigne en échelon de tension $u(t) = U_0 = 24 \text{ V}$. Avec une génératrice tachymétrique dont le gain est $a = 0.2 \text{ V.s}$, on a tracé sur la figure N°3, la courbe de tension image de $\omega_m(t)$

- Compte tenu de l'allure de cette réponse, proposer une identification de la fonction de transfert du moteur. On négligera les petites oscillations autour de la valeur moyenne du signal.
- Etablir le schéma bloc de l'asservissement et régler la valeur de K_C permettant de satisfaire le critère de précision sur la vitesse de déplacement du robot.

Figure N° 1 : SADT A0 pour une chenille



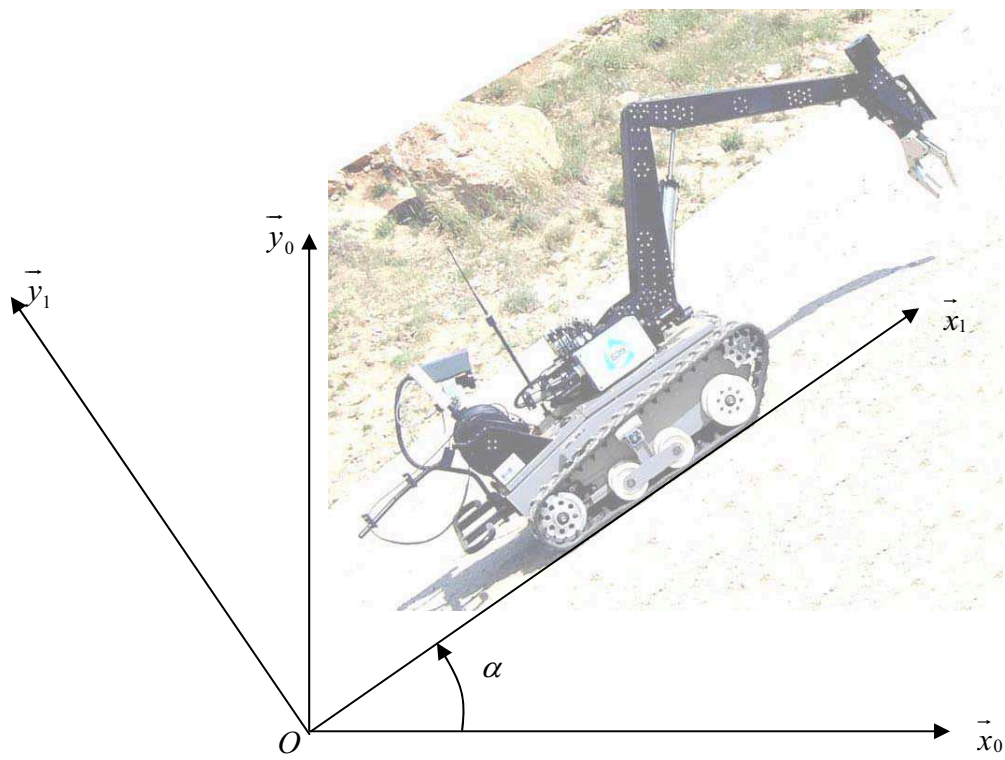


Figure N°2

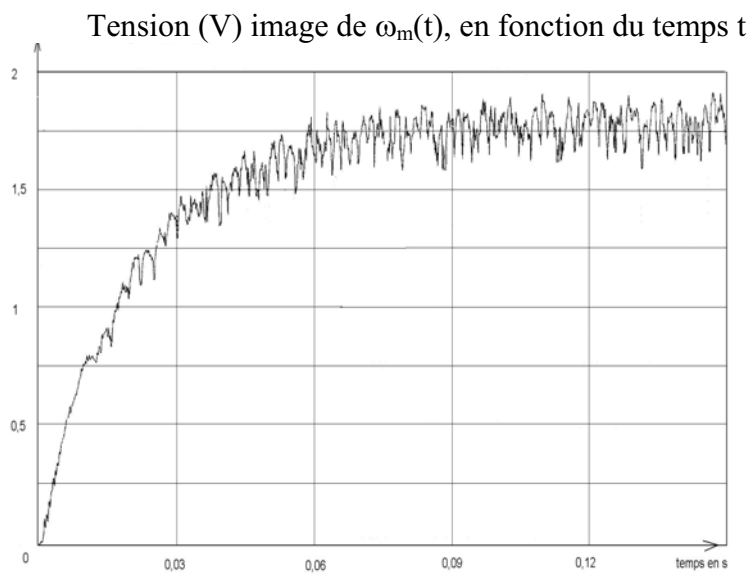


Figure N°3