

# TD2 - Canne motorisée<sup>1</sup>

## I Étude de l'exigence 3.1.6 « Commande des axes asservis »

Cette partie a pour objectif d'analyser le mode de distinction des différentes phases de fonctionnement de la canne robotisée. Lors de la marche avec une canne conventionnelle, il est possible de constater une synchronisation du mouvement de la canne conventionnelle avec celui de la jambe qu'elle assiste. Ainsi, une forte corrélation est observée entre l'angle de la canne et celui de la hanche de la jambe invalide.

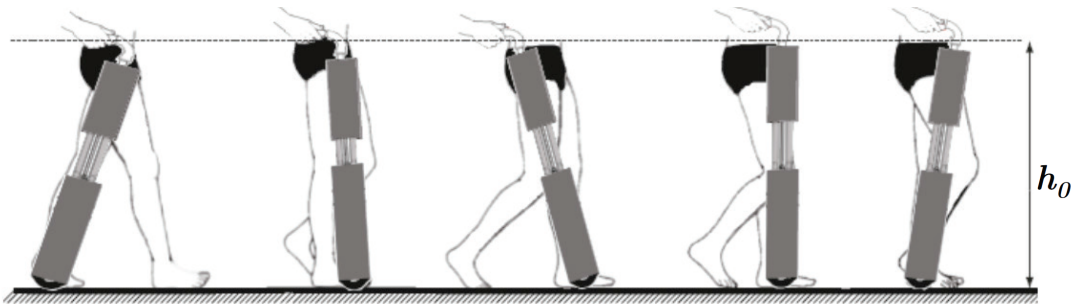


FIGURE 1 : Synchronisation souhaitée du prototype de canne robotisée avec la marche

Selon la figure 1, le mode de commande suivant a été retenu pour contrôler le mouvement du prototype de canne robotisée.

- Lors de la phase de balancement de la jambe invalide, l'angle de la canne active par rapport à la verticale est asservi sur l'angle de la hanche de la jambe invalide. Cette tâche est accomplie en gardant la hauteur de la poignée  $h_0$  constante afin de ne pas perturber la position de la main de l'utilisateur ;
- Lors de la phase d'appui de la jambe invalide, la roue est asservie à une vitesse nulle afin d'offrir un point d'appui immobile pour le patient. La longueur de l'axe télescopique est asservie pour garder la hauteur de la poignée  $h_0$  constante de la canne.

Il est donc nécessaire de maintenir la hauteur de poignée  $h_0$  constante pour les deux phases. Ceci impose une relation entre l'inclinaison de la canne et sa longueur.

La détection des phases d'appui et de balancement de la jambe invalide est basée sur une mesure du gyromètre inclus dans la centrale inertielle attachée à la jambe invalide. Lorsque la jambe est en balancement, la rotation de la cuisse s'effectue dans le sens trigonométrique, la rotation a lieu en sens inverse lors de la phase d'appui.

La figure 2 donne l'évolution de la vitesse angulaire fournie par le gyromètre (facteur  $\times 100$ ) et l'évolution de la variable  $S$  identifiant les phases de balancement ( $S = 0$ ) et d'appui ( $S = 1$ ) au cours d'un cycle de marche. Pour éviter la prise en compte des bruits de mesure du gyromètre dans les changements d'état de  $S$ , on introduit une valeur réglable de détection appelée *Seuil*.

La stratégie retenue pour la commande des deux degrés de liberté du prototype de canne au cours d'un cycle de marche peut être décrite par le diagramme d'états partiel fourni ci-dessous. Le tableau 1 récapitule les variables, états et activités associées, utilisés dans ce diagramme.

**Q1.** Compléter le diagramme d'états fourni en page suivante afin de gérer les asservissements en phase de balancement et d'appui. Pour cela, préciser les valeurs (0 ou 1) de la variable  $S$  et les activités associées aux états des phases d'appui et de balancement.

1. Extrait CCINP - PSI - 2018

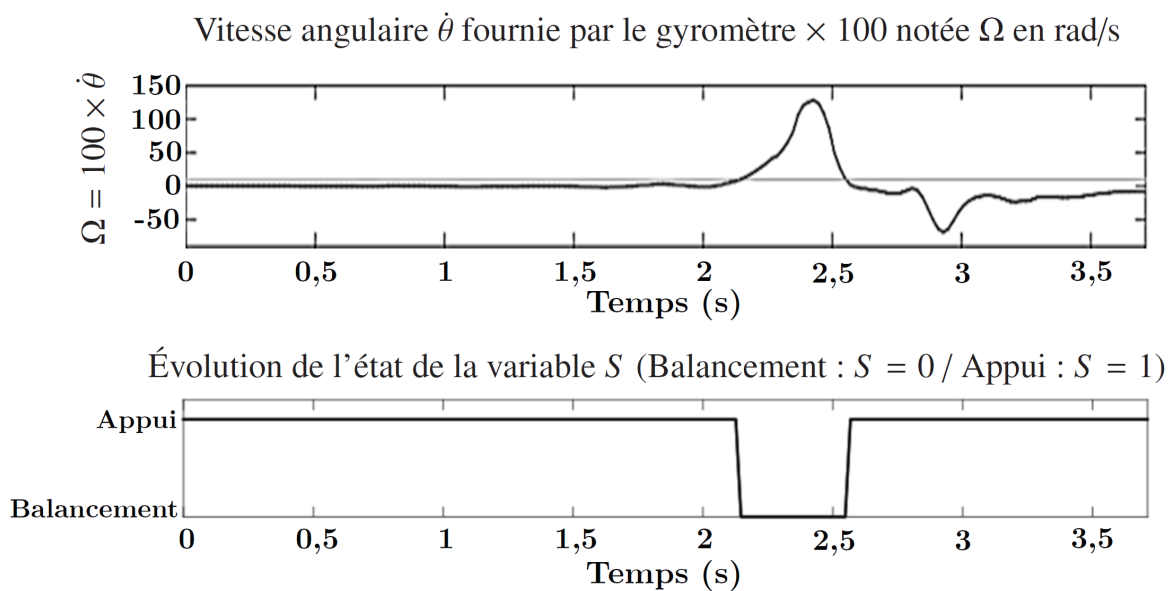


FIGURE 2 : Évolution de la vitesse angulaire fournie par le gyromètre (facteur  $\times 100$ ) et évolution de la variable  $S$  au cours d'un cycle de marche

| Variables                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | États                                                                                                                                                | Activités associées                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>S</math> : balancement <math>S = 0</math><br/>appui <math>S = 1</math></li><li>• <math>Seuil</math> : valeur réglable de détection</li><li>• <math>Marche</math> : mise en route du système</li><li>• <math>Power\ off</math> : arrêt de l'alimentation</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Initialisation</li><li>• Appui</li><li>• Balancement</li><li>• Analyse</li><li>• Procédure d'arrêt</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Lancer le cycle d'initialisation</li><li>• Asservir la hauteur de la canne</li><li>• Maintenir une vitesse de roue nulle</li><li>• Asservir la vitesse de roue</li><li>• Générer le signal <math>S</math></li><li>• Lancer la procédure d'arrêt</li></ul> |

TABEAU 1: Variables, états et activités du diagramme d'états de la commande du prototype de canne

