

Création d'une interface GUI : Modélisation et commande d'une montgolfière

Objectifs :

- Modéliser et simuler le fonctionnement d'une Montgolfière
- Réaliser la commande de la Montgolfière
- Création d'une interface GUI (Graphic User Interface)

Généralités :

La montgolfière est pilotée via un brûleur et est soumise à la perturbation du vent.



Les équations différentielles du modèle sont les suivantes :

$$\begin{cases} \dot{z}_1(t) = z_2(t) \\ \dot{z}_2(t) = -10z_2(t) + 0.5(\theta(t) - \theta_A(z_1(t))) + p(t) \\ \dot{\theta}(t) = (-1/\tau_1(z_1(t))) (\theta(t) - \theta_A(z_1(t))) + u(t) \end{cases} \quad (1)$$

avec $\theta_A(z_1(t)) = 25 - 9z_1(t)/1000$, $\tau_1(z_1(t)) = 3600(1 - z_1(t)/20000)$ et les variables : $z_1(t)$ l'altitude, $u(t)$ la commande, $p(t)$ la perturbation (vent), $\theta(t)$ la température du ballon et $\theta_A(z_1(t))$ la température ambiante.

Travail demandé :

- 1) Réaliser le modèle de ce système sous Simulink et faire une simulation sans vent ($p(t) = 0$) avec une entrée constante $u(t) = 10$. Que se passe-t-il ? Expliquer le résultat.

On souhaite améliorer le processus en pilotant le ballon pour atteindre une altitude désirée. Deux solutions sont envisagées et proposées respectivement dans les questions 2 et 3.

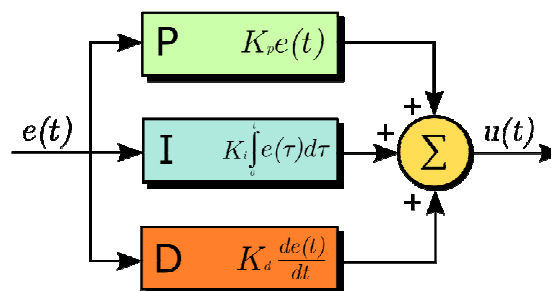
- 2) La première approche permet d'imposer une trajectoire et ne nécessite pas de mesurer l'altitude. Soit la fonction d'altitude suivante ($y(t) = z_1(t)$) :

$$y(t) = y_i \cdot (1-T)^3 + 3a \cdot T(1-T)^2 + 3b \cdot T^2(1-T) + y_f \cdot T^3 \quad \text{avec} \quad T = \frac{t-t_i}{t_f-t_i} \quad (2)$$

t_i : temps initiale, t_f : temps final, y_i : altitude initiale, y_f : altitude finale, $a = y_i$ et $b = y_f$.
Alors la commande à appliquer vaut :

$$u(t) = \frac{2}{\tau_1(y(t))} (\ddot{y}(t) + 10\dot{y}(t)) + 2(\ddot{y}(t) + 10\dot{y}(t)) - \frac{d\theta_A(y(t))}{dt} \quad (3)$$

- Sachant que l'on souhaite réaliser un déplacement du ballon d'une altitude de 0 à 900m en 20s, déterminer de façon explicite l'expression de $y(t)$.
 - Déterminer ensuite les expressions analytiques de $\dot{y}(t)$, $\ddot{y}(t)$, $\ddot{y}(t)$ et enfin la commande $u(t)$ avec la commande Matlab **syms**.
 - Insérer cette commande dans votre modèle Simulink et faire la simulation. Que se passe-t-il sans et avec du vent ?
- 3) La deuxième approche suppose que l'on dispose d'un altimètre qui permet de mesurer l'altitude ($z_1(t)$) de notre Montgolfière. Pour ce faire on va utiliser un régulateur PID :



Insérer cette nouvelle commande dans votre modèle Simulink. Que se passe-t-il sans et avec du vent ?

- 4) Nous souhaitons réaliser une interface pour gérer l'animation de notre système, pour ce faire vous devez utiliser l'outil GUI de Matlab. Pour lancer cet outil, tapez guide dans Matlab.
- L'interface à développer comportera un bouton permettant de réaliser la simulation du modèle développé dans la **Question 1** et de tracer les courbes de l'altitude $z_1(t)$ et de la commande du brûleur $u(t)$ en fonction du temps. Des champs de variables doivent être ajoutés pour permettre de gérer les valeurs constantes de la commande et du vent par l'utilisateur.
 - Modifier votre interface et réaliser les mêmes tracés que précédemment avec la commande (3) donnée dans la **Question 2**.
 - Modifier votre interface pour pouvoir régler (par l'utilisateur) les paramètres K_p et T_i du régulateur dans la **Question 3**. Réaliser les mêmes tracés que précédemment avec cette commande PI.