TD n° 2

Diagramme de Bode et de Black

Exercice 1 :

Calculer et tracer la réponse indicielle du système décrit par la fonction de transfert suivante :

$$F(p)=\frac{1+T_1 p}{1+T_2 p}$$

Considérer les cas où $0 < T_1 < T_2$ et $0 < T_2 < T_1$

真实的

Tracer le diagramme de Bode (les asymptotes et le tracé exact) de ce système avec $T_2 = T_1/2 = 1$.

Déduire le diagramme de Balck

Exercice 2 :

角度 转向;偏转 舵;操舵仪 深度

操纵机构 倾度角度

La fonction de transfert entre l'angle de braquage du gouvernail de profondeur *b(t)* qui commande la manœuvre (gouverne) et l'assiette d'un avion *a(t)* (angle que fait l'axe longitudinal de l'avion avec l'axe horizontal) a été modélisé par :

纵向的

$$F(p)=\frac{A(p)}{B(p)}=\frac{2(0.2p+1)}{p(4p^2+2.4p+1)}$$

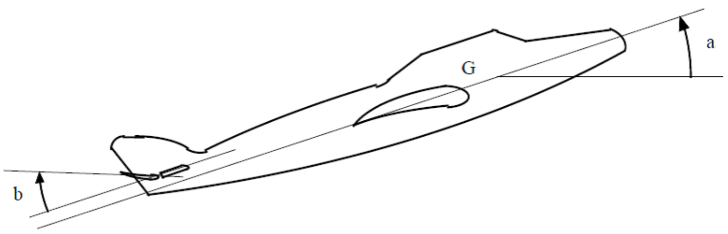

Figure 1 Schéma de l'avion

装置

Le système de gouverne comporte les dispositifs suivants :

- Un système de commande électrique du gouvernail dont la fonction de transfert est :

$$F_a(p)=\frac{B(p)}{U(p)}=\frac{K_a}{2p+1} \quad \text{avec } K_a=0.05 \text{ rad/V}$$

探测器 陀螺

- Un détecteur d'assiette (gyroscope) qui fournit un signal électrique proportionnel à l'assiette réelle représenté par $\frac{A_m(p)}{A(p)}=F_g(p)=K_g$ avec K_g=8 *V/rad*

Le schéma fonctionnel représentant le système de gouverne de l'assiette d'un avion est le suivant :

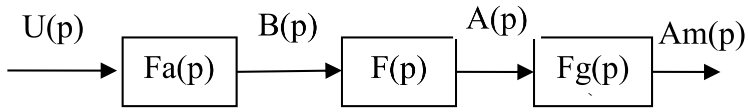

Figure 2 Schéma fonctionnel

Tracer le diagramme de Bode (asymptotes et tracé à main 测绘 levé) de la fonction de transfert du système de gouverne ainsi que le diagramme de Black

Exercice 3

Le principe de la 热空气气球 montgolfière représenté par la figure 3 est le suivant : un ballon contient de l'air qui est chauffé par un brûleur (par exemple alimenté en gaz). L'air chaud étant plus léger, le ballon et la 吊篮 nacelle s'élèvent.

On notera les grandeurs suivantes (toutes positives dans le sens de la montée) :

– $h(t)$: l'altitude de la nacelle par rapport à la hauteur de référence.

– $u(t)$: signal de commande du brûleur en volt. 伏特

– $\theta(t)$: différence de température ballon (air chaud)/ température extérieure (air froid).

– $v(t)$: vitesse de la montgolfière.

– $w(t)$: vitesse du vent dans le sens vertical (qui peut être vu comme une perturbation).

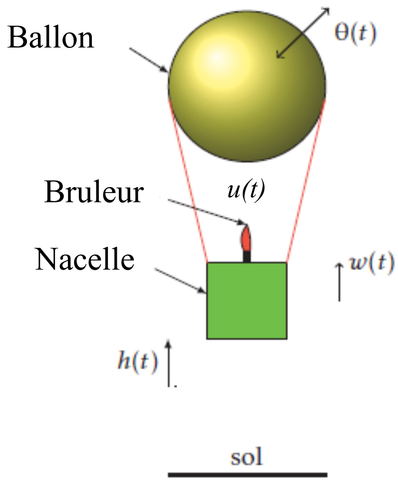

Figure 3. Montgolfière

En considérant que l'énergie 热的;热学 thermique du brûleur est proportionnelle à la commande $u(t)$ et que la température extérieure constante, les équations qui 决定 régissent la dynamique de la montgolfière sont les suivantes :

régir

bilans des équation physique

$$\begin{cases} \dfrac{d\theta(t)}{dt} = -5.\theta(t) + u(t) & (1) \\ \dfrac{dv(t)}{dt} = -v(t) + 5.\theta(t) + w(t) & (2) \\ \dfrac{dh(t)}{dt} = v(t) & (3) \end{cases}$$

H(p), U(p), Θ(p), V(p), et W(p) représentent les transformées de Laplace de $h(t)$, $u(t)$, $\theta(t)$, $v(t)$ et $w(t)$.

1. Traduire ces trois équations dans le domaine de Laplace.

流程图 位移 H(p)

2. Etablir le schéma bloc représentant le déplacement de la montgolfière en fonction de l'action sur le bruleur en précisant les différents signaux d'entrée/sortie blocs.

U(p) θ(p). V(p). W(p) $H(p) = f(U(p), \theta(p), V(p), W(p))$

3. Exprimez H(p) en fonction de U(p) et W(p).

4. On suppose que le vent est nul:

a)-Donner la fonction de transfert (on notera cette fonction de transfert *G(p)*) ainsi que les pôles du système.

→ Etude aux limits → tracé l'asymptote

b)- Tracer les diagrammes de Bode et Black

c)- On souhaite s'élever à une altitude de 2 km pour une entrée *u(t)* de type échelon d'amplitude 2. Quelle est la valeur atteinte (到达) par le ballon (régime permanent) si l'on est en boucle ouverte ? Que peut-on conclure ?

$$H(p) = \frac{5}{p(p+1)(p+5)} U(p) \qquad U(p) = \frac{2}{p}$$

sortie

La valeur finale : $h(\infty)$

$$h(\infty) = \lim_{p \to 0} pH(p) = \lim_{p\to 0} p\left[\frac{5}{p(p+1)(p+5)} \cdot \frac{2}{p}\right] =$$

$$\begin{cases} h(\infty) = ? \\ \text{ou} \\ h(\infty) = +\infty ? \checkmark \end{cases}$$

Conclusion : Le ballon ne va faire que monter, il ne va pas s'arrêter.