TD n°3

Stabilité : critère de Routh et Marges de stabilité

Exercice 1 **:**

Le modèle par fonction de transfert du système « montgolfière du TD N°2, exercice3 » en boucle ouverte est :

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

On souhaite régler les variations d'altitude de la montgolfière. Pour cela on rajoute un altimètre qui mesure la hauteur du ballon (par rapport à la hauteur de référence $h_c(t)$). Le pilote peut commander la variation de hauteur ($h_c(t)$) de la montgolfière depuis le boitier de commande. Un régulateur génère la loi de commande, $u(t)$, du brûleur en fonction de l'écart de hauteur $\varepsilon(t)$. Le schéma d'asservissement est comme suit :

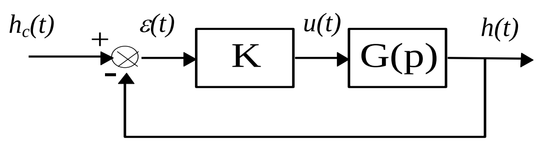

Schéma asservissement d'une montgolfière

a) Donner l'expression de la Fonction de transfert en boucle ouverte FTBO. (On la note : $G_1(p)$) et la mettre sous la forme suivante :

$$G_1(p) = K\frac{N(p)}{p^{\alpha}D(p)}$$

b) La figure 2 représente le diagramme de Bode de $G_1(p)$ pour $K=1$.

- Relever les marges de stabilité (marge de gain et marge de phase).
- Dire si le système est stable en boucle fermée pour K=1.
- Quelle est la condition sur K qui assure la stabilité du système en boucle fermée.

c) Retrouver la condition sur K, qui assure la stabilité du système bouclé en utilisant le critère de Routh.

d) Pour quelle valeur de K a-t-on la limite de stabilité ? A quoi correspond physiquement cette limite de stabilité.

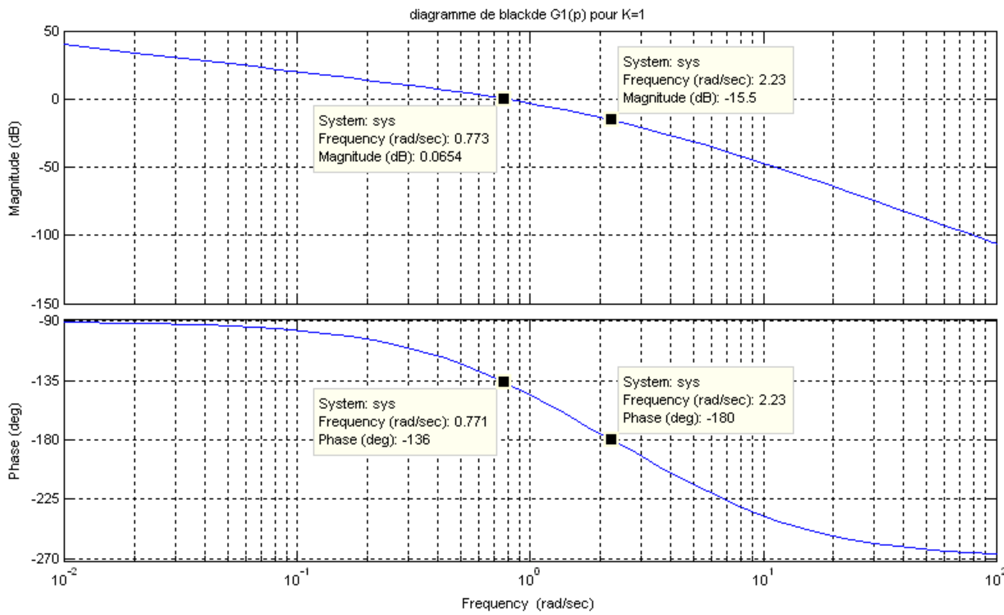

Figure 2. Diagramme de Bode de $G_1(p)$

Exercice 2 :

Le système asservi de gouverne de l'assiette d'avion (TD 2 exercice2) peut être représenté comporte les dispositifs suivants et peut être représenté par la figure 1:

- Un amplificateur dont on suppose le gain K (réglable)
- Un système de commande électrique du gouvernail dont la fonction de transfert est : $\frac{B(p)}{U(p)} = F_{a(p)} = \frac{K_a}{1+2p}$ avec $K_a=0.05\ rad/V$
- Un détecteur d'assiette (gyroscope) qui fournit un signal électrique proportionnel à l'assiette réelle représenté par $\frac{A_m(p)}{A(p)} = F_g(p) = K_d$ avec $K_d=8\ V/rad$
- Le modèle de l'avion

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

1°)- Compléter le schéma fonctionnel de l'asservissement de l'assiette d'un avion en précisant le modèle de chaque bloc ainsi que les différents signaux (entrée sortie bloc)

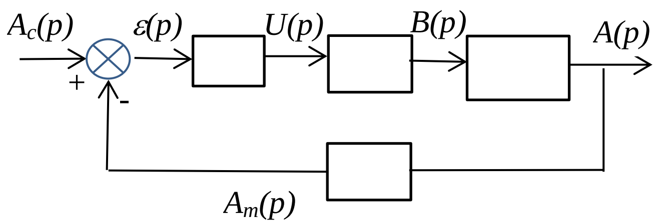

Figure 2. Schéma de l'asservissement de l'assiette d'un avion

2°)- Donner l'expression de la FTBO. On note la FTBO par $G(p)= \frac{A_m(p)}{A_m(p)}$

Les figures 2 et 3 représentent le diagramme de Bode et le diagramme de Black-Nichols de G(p) pour K=1.

3°)- Orienter le lieu de Black-Nichols et relever les marges de stabilité.

4°)-Pour quelle valeur de K le système est à la limité de stabilité ? On note cette valeur K_{lim}. Que deviennent alors les marges de stabilité ?

5°)- Tracer la réponse indicielle dans le cas de la limite de stabilité

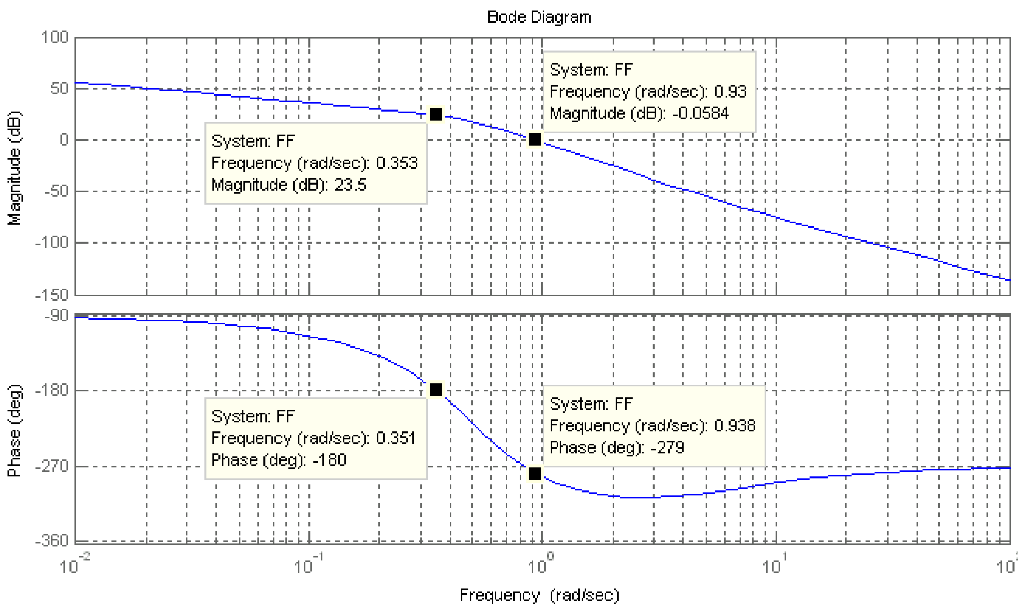

Diagramme de Bode de G(p) pour K=1

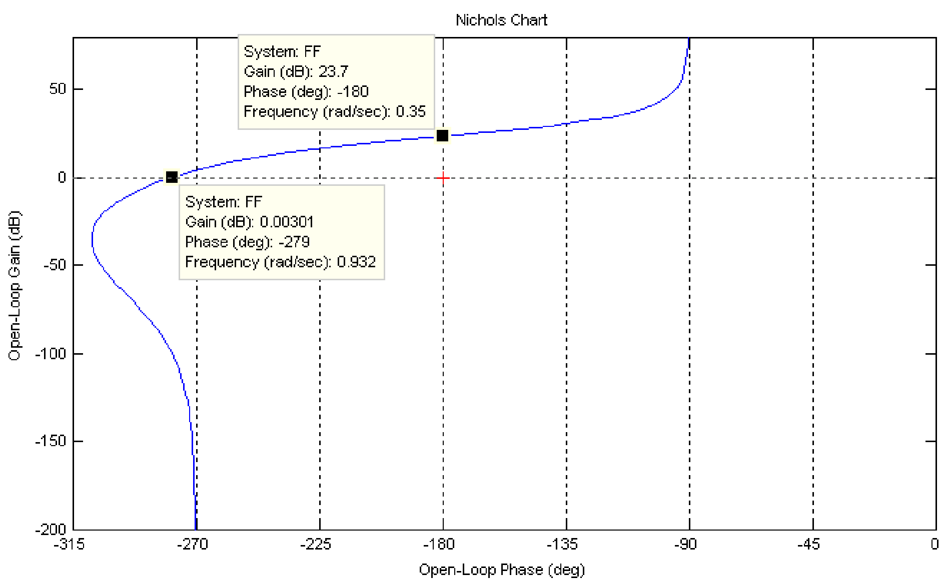

Figure 3. Diagramme de Black de G(p) pour K=1

***Exercice 3* :**

Etudier la stabilité des systèmes représentés par leurs équations caractéristiques :

$$p^3 + p^2 + 2p + 8 = 0$$

$$a_2 p^2 + a_1 p + a_0 = 0$$

$$p^3 + 3p^2 + 3p + 1 + k = 0$$

$$p^4 + p^3 + p^2 + p + k = 0$$

$$p^5 + 2p^4 + 2p^3 + 4p^2 + 11p + 10 = 0$$

$$p^3 + 2p^2 + 4p + k = 0$$

$$p^8 + 2p^6 - 6p^5 + 4p^2 + 11p + 5 = 0$$