Université Mohamed Khider Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Electrique

Année : 3ème Année Licence
« Asservissement Linéaire »
Semestre 1

# TP N°6: Etude de la stabilité d'un système asservi

## Routh, Nyquist, Bode

### L'objectif du TP :

- Etudier la stabilité d'un système asservi en utilisant le critère de Routh en cas de boucle fermée ;
- Observer et analyser la réponse fréquentielle des systèmes asservis en utilisant les différentes présentations graphiques : le plan de Bode et de Nyquist.
- Etudier l'influence de certains paramètres sur le comportement d'un système.

L'étude sera faite sur trois systèmes du premier, second et troisième ordre à l'aide du logiciel MATLAB/SIMULINK et on comparera les résultats de la simulation aux résultats théoriques. Enfin, on se servira de ces représentations pour étudier la stabilité de système.

## I.1. ANALYSE DES SYSTEMES DANS LE DOMAINE FREQUENTIEL :

MATLAB dispose de plusieurs commandes pour calculer et représenter la réponse harmonique d'un système décrit sous forme de LTI Object. Parmi ces commandes, on distingue :

bode : calcule |H(w)| et ArgH(w) et les trace dans le plan de Bode.

nyquist : calcule Re (H(w)) et Im (H(w)) et les trace dans le plan de Nyquist.

### I.1.1.Réponse harmonique (fréquentielle) :

On définit la réponse harmonique (ou fréquentielle) d'un système par sa réponse à une entrée sinusoïdale.

#### I.1.1.1. Diagramme de Bode

Soit la fonction de transfert notée H(p) d'un système. Pour p=jw on notera : H(jw).

On représente séparément en fonction de la pulsation w (en rad/s) en échelle logarithmique :

$$\text{Courbe de gain : } |G(w)|_{db} = 20log_{10}|H(w)|$$
$$\text{Courbe de phase : } \varphi(w) = \text{Arg } H(jw)$$

#### I.1.1.2. Les commande Matlab utilisés dans ce Tp

Pour ce Tp vous pouvez utiliser les fonctions indiquées ci-dessus.

- Pour déduire la stabilité du système T (FTBF): **roots(den)**
- Pour tracer la carte des pôles et des zéros, et en déduire la stabilité du système. **pzmap(fonction de transfert)**
- Le tracé de diagramme de Bode d'un système T(s) **bode(T)**
- Le tracé de diagramme de Nyquist d'un système T(s) **Nyquist(T)**
- Le calcul des marges de stabilité (gain et phase) à partir de diagramme de Bode

margin(sys) : mesure de la marge de phase et de la marge de gain ainsi que des pulsations correspondantes (la pulsation de coupure à 0 dB la pulsation correspondant au déphasage égal à $-\pi$) respectivement: **margin(T)** **[Gm,Pm,Wgm,Wpm]=margin(T)**

**EXEMPLE 1 :**

A. Considérons un système de fonction de transfert en boucle ouverte G(p) placé dans une boucle de régulation à retour unitaire,

$$H(p) = \frac{2(p-4)}{(p+1)(p+3)}$$

1) Ecrire un programme en script pour déterminer la stabilité par la méthode de Routh.

2) Tracer la carte des pôles et des zéros. En déduire la stabilité du système.

3) reprendre les deux questions pour la fonction de transfert suivante.

$$H(p) = \frac{20}{p^3 + p^2 + 3p + 5}$$

B) Considérons un système de fonction de transfert en boucle ouverte G(p) placé dans une boucle de régulation à retour unitaire,

$$G(p) = \frac{2}{(\frac{p}{100} + 1)^3}$$

4) Ecrire un programme en script pour tracer le diagramme de Nyquist. Déterminer la stabiliter du système

5) Ecrire G(p) sous la forme de trois fonctions en série.

6) Ecrire un programme en script pour tracer le diagramme de Bode,

7) Afficher sur le graphe la marge de gain, sa pulsation correspondante (la pulsation correspondant au déphasage égal à – π) et la marge de phase, sa pulsation correspondante (la pulsation de coupure à 0 dB)