

Travaux pratiques:

Régulation Industrielle

Initiation

1. INTRODUCTION:

Matlab est le logiciel de prédilection des automaticiens, il possède de nombreuses fonctionnalités spécifiques à l'Automatique. Les fonctions les plus standards sont regroupées dans la Control System Toolbox. Ce travail présente, sur divers exemples, l'utilisation de **Matlab** pour l'Automatique. Dans un second temps nous parlerons d'un second logiciel, Simulink, intégré à Matlab, lui aussi très utilisé par la communauté des automaticiens. Il s'agit d'un environnement graphique pour la modélisation et la simulation de systèmes multi-domaine.

2. REPRÉSENTATION DES SYSTÈMES LINÉAIRES INVARIANTS : L-T-I

2.1. Fonctions de transfert

La Control System Toolbox permet de définir des objets de type **tf**, c'est-à-dire transfert function. La fonction du même nom, **tf()**,

Fonction de transfert tf()

crée une fonction de transfert particulière. Elle prend en argument deux vecteurs contenant les coefficients des polynômes du numérateur et du dénominateur. Ainsi, une fonction de transfert de la forme:

$$G(s) = \frac{a_0 \cdot s^0 + a_1 \cdot s^1 + a_2 s^2 + a_3 s^3 + \dots + a_{m-1} s^{m-1} + a_m s^m}{b_0 \cdot s^0 + b_1 \cdot s^1 + b_2 s^2 + b_3 s^3 + \dots + b_{n-1} s^{n-1} + b_n s^n}$$

sera définie par la commande:

G=tf(num, den) ;

num=[a_m a_{m-1} a₁ a₀] ;
den= [b_n b_{n-1} b₁ b₀] ;

Exemple:

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

```
>> G = tf([1 2],[1 3 2]);
```

Transfer function:

$$\frac{s+2}{s^2+3s+2}$$

Dans Matlab, et plus généralement dans la littérature anglo-saxonne, la variable de Laplace p est notée s .

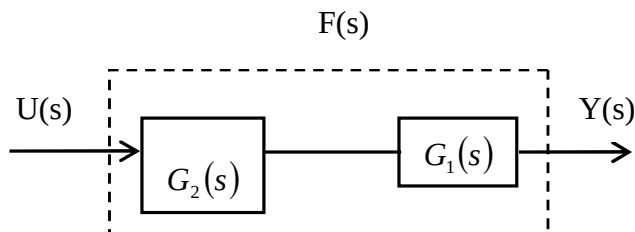
2.2 Connexions de systèmes :

Des systèmes complexes peuvent être construits à partir de sous-systèmes élémentaires. Voici les trois opérations de base pour l'interconnexion de modèles.

Mise en série de deux systèmes:

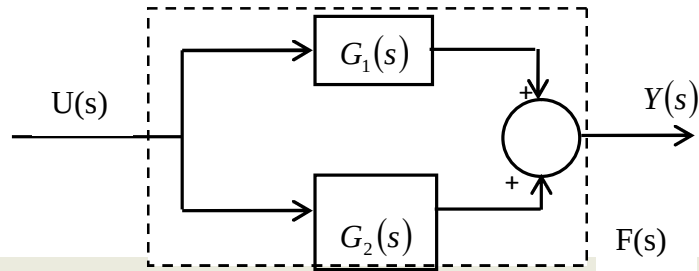
```
>> F = series(G1,G2);
```

ou bien



```
>> F = G1 * G2;
```

Mise en parallèle de deux systèmes :

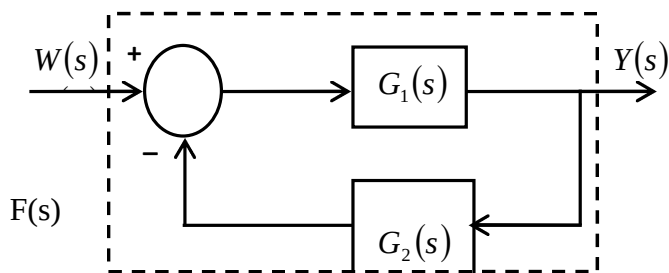


```
>> F = parallel(G1,G2);
```

ou bien:

```
>> F = G1 + G2;
```

Bouclage d'un système :



```
>> F = feedback(G1,G2);
```

3. ANALYSE DES SYSTEMES DYNAMIQUES:

3.1 Quelques fonctions utiles :

Bien qu'il soit possible de calculer les caractéristiques d'un système à partir des fonctions standards, il existe des fonctions dédiées.

Fonction	Explication
pole(G)	renvoie les pôles du système.
zero(G)	renvoie les zéros du système
damp(G)	renvoie l'amortissement et la pulsation propre associés aux pôles
dcgain(G)	renvoie le gain statique du système.
pzmap(G)	représentation graphique des pôles et zéros dans le plan complexe.

3.2 Réponses temporelles

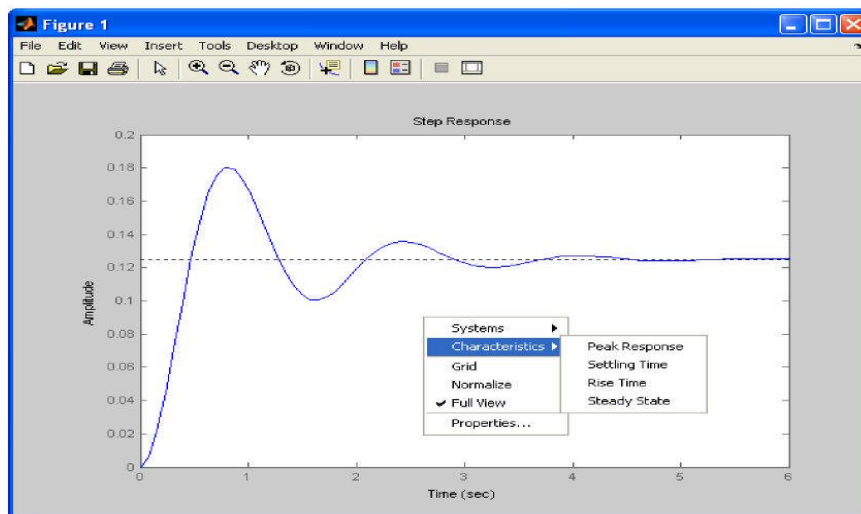
Un ensemble de fonctions permettent de calculer et tracer la réponse d'un système à une entrée donnée. Plus particulièrement, la fonction **step** simule la réponse indicielle et **impz** la réponse **impulsionnelle** d'un système donné en argument. Pour les systèmes de type ss, **initial** calcule le régime libre d'un système pour des conditions initiales spécifiées. Concernant les options d'affichage, la syntaxe est identique à la fonction plot.

Exemple:

$$G(s) = \frac{2}{s^2 + 2s + 16}$$

Réponse Indicielle

```
G=tf(2,[1 2 16]) ;  
plot(step(G)) ;
```



Un clic droit sur la figure permet d'obtenir des informations sur différentes caractéristiques du système testé.

Réponse a une impulsion:

```
impulse(G)
```

De manière générale, il est possible de calculer la réponse d'un système pour une entrée arbitraire via la commande **lsim**.

```
lsim
```

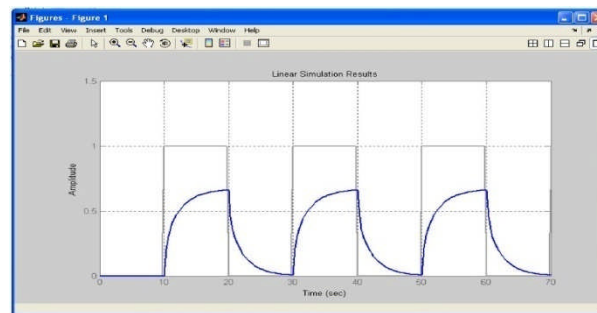
- Elle peut prendre trois arguments: le système, le vecteur d'entrée et le vecteur temps. Ces deux vecteurs doivent évidemment être de même taille.
- Le vecteur d'entrée peut être construit point par point ou encore être généré à l'aide de gensig (pour des signaux carré, sinusoïdale ou impulsions).

Exemple:

$$G(s) = \frac{s+1}{s^2+4s+1.5}$$

```
G=tf([1 1],[1 4 3/2]);
[u,t]=gensig('square',20,70);
lsim(G,U,T);
```

La seconde ligne crée un signal carré périodique de période 20ms sur un horizon temporelle de 70s. La fonction renvoie le vecteur du signal et le vecteur temps.



3.3 Lieux de transfert (réponse fréquentielle)

L'analyse fréquentielle d'un système peut être effectuée facilement à l'aide des fonctions spécifiques, réalisant la Bode, Nyquist et Black-Nichols :

```
bode(G)
nyquist(G)
nichols(G)
```

Pour chacune des commandes, il est possible de spécifier explicitement l'intervalle de pulsations considérées. La syntaxe des options de traçage est identique à celle de plot. En précisant des arguments de sortie, les fonctions retournent les vecteurs des valeurs du tracé. Un clic droit sur la figure permet d'obtenir des informations sur différentes caractéristiques du système testé. Dans le cas de la fonction de **nichols**, la commande **grid** permet de visualiser l'abaque de Black. Enfin, notons la fonction **margin** qui est similaire à **bode** mais affiche en plus les marges de gain et de phase.