

**MASTER D'UNIVERSITE SPECIALISE  
INGENIERIE DES SYSTEMES EMBARQUES**

**Cours Capteurs et Régulation  
Industrielle  
CH\_6: Identification des  
systèmes**

**Par:**

**Abdellah LASSIOUI**

# 1. Modèle:

- Un modèle est toute représentation mathématique décrivant l'évolution des sorties du système sous l'effet de ses entrées.
- A quoi sert un modèle?
  - À prédire la réponse du système à une entrée donnée,
  - À construire un simulateur du système,
  - À élaborer un régulateur,
  - ...

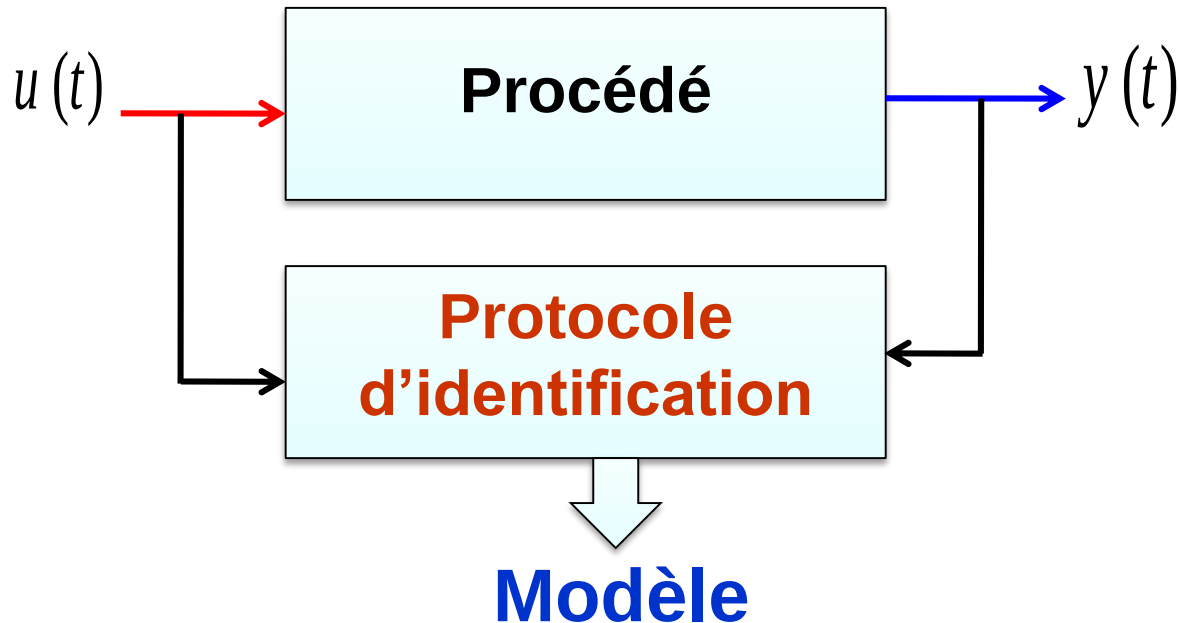
## 2. Modèle de commande:

### Définition

On appelle modèle de commande, ou de conduite ou de **représentation**, tout modèle représentatif du procédé d'un point de vue **entrée-sortie**, permettant d'élaborer un régulateur.

### 3. Notion d'identification:

- C'est l'opération expérimentale qui consiste à déterminer un modèle à partir du comportement **entrée-sortie**.
- L'identification est une approche « boîte noire » pour l'obtention de modèles.



## 4. Identification en boucle ouverte

### a) Méthode de Strejc

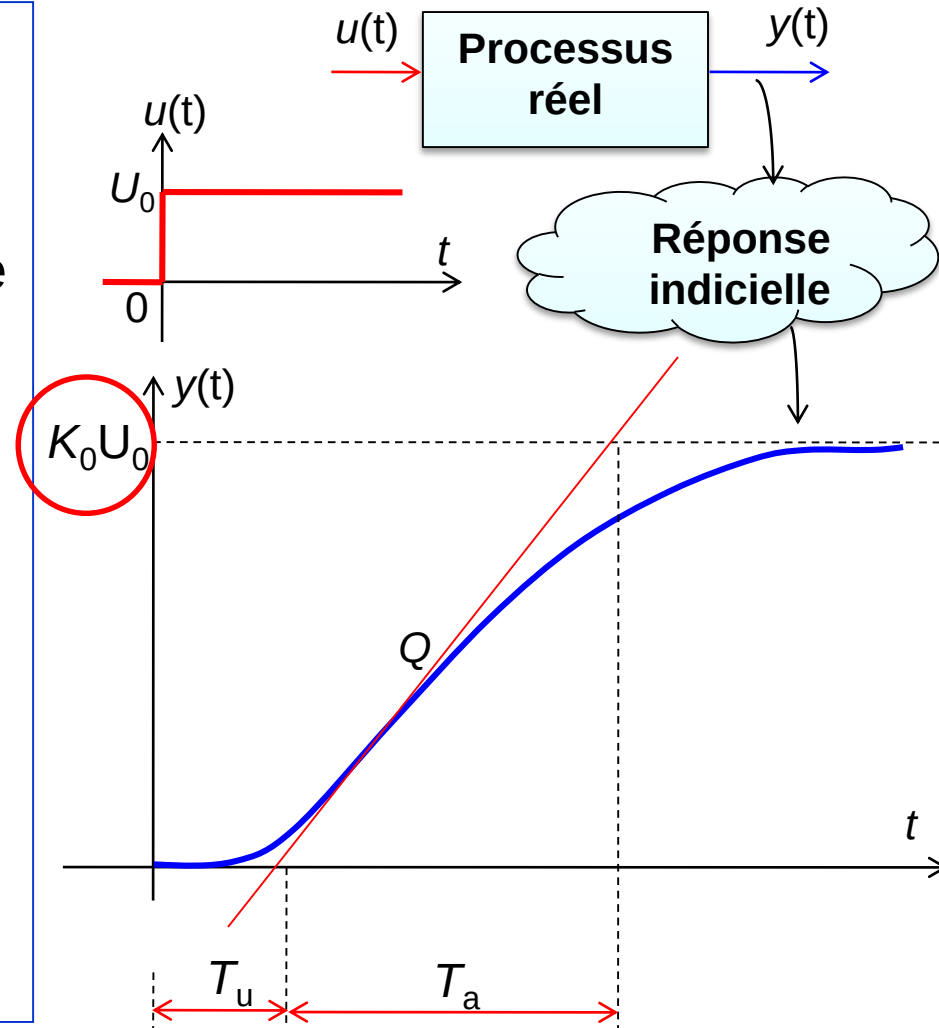
- Cette méthode permet d'identifier un processus présentant une réponse indicielle sans dépassement.
- le modèle de Strejc est:

$$G(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{K_0 e^{-\tau p}}{(1 + Tp)^n}$$

- Les paramètres à identifier sont donc :
  - le gain statique  $K_0$ , le retard  $\tau$ ,
  - la constante de temps  $T$  et l'ordre  $n$ .

● Méthode :

- Le gain statique  $K_0$  est mesuré directement par la valeur finale de la sortie. Celle-ci vaut  $K_0 U_0$  où  $U_0$  est l'amplitude de l'échelon d'entrée.
- On trace la tangente au point d'inflexion  $Q$  pour déterminer deux valeurs :  $T_u$  et  $T_a$ .



**Tableau pour estimer l'ordre, la constante du temps et le retard  
du modèle de **Strejc****

| <b>n</b>  | <b>Ta/T</b> | <b>Tu/T</b> | <b>Tu/Ta</b> |
|-----------|-------------|-------------|--------------|
| <b>1</b>  | 1           | 0           | 0            |
| <b>2</b>  | 2.718       | 0.282       | 0.104        |
| <b>3</b>  | 3.695       | 0.805       | 0.218        |
| <b>4</b>  | 4.465       | 1.425       | 0.319        |
| <b>5</b>  | 5.119       | 2.100       | 0.404        |
| <b>6</b>  | 5.699       | 2.811       | 0.493        |
| <b>7</b>  | 6.226       | 3.549       | 0.570        |
| <b>8</b>  | 6.711       | 4.307       | 0.642        |
| <b>9</b>  | 7.164       | 5.081       | 0.709        |
| <b>10</b> | 7.590       | 5.869       | 0.773        |

- Relever  $T_u$  et  $T_a$  en déduire l'ordre  $n$  en utilisant le tableau de **Strejc précédent**.
- Entre deux lignes du tableau, on choisit la valeur de  $n$  la plus petite.

| $n$ | $T_a/T$ | $T_u/T$ | $T_u/T_a$ |
|-----|---------|---------|-----------|
| 1   | 1       | 0       | 0         |
| 2   | 2,718   | 0,282   | 0,104     |
| 3   | 3,695   | 0,805   | 0,218     |
| 4   | 4,463   | 1,425   | 0,319     |
| 5   | 5,119   | 2,1     | 0,41      |



- Déterminer la constante de temps  $T$  à partir de  $T_a/T$  du tableau.

| $n$ | $T_a/T$ | $T_u/T$ | $T_u/T_a$ |
|-----|---------|---------|-----------|
| 1   | 1       | 0       | 0         |
| 2   | 2,718   | 0,282   | 0,104     |
| 3   | 3,695   | 0,805   | 0,218     |
| 4   | 4,463   | 1,425   | 0,319     |
| 5   | 5,119   | 2,1     | 0,41      |

- Déterminer le retard  $\tau$  quand il existe à partir de la différence entre la valeur de  $T_u$  mesurée et celle donnée par la colonne  $T_u/T$  du tableau.

| $n$ | $T_a/T$ | $T_u/T$ | $T_u/T_a$ |
|-----|---------|---------|-----------|
| 1   | 1       | 0       | 0         |
| 2   | 2,718   | 0,282   | 0,104     |
| 3   | 3,695   | 0,805   | 0,218     |
| 4   | 4,463   | 1,425   | 0,319     |
| 5   | 5,119   | 2,1     | 0,41      |

$T'_u \longrightarrow \tau = T_u - T'_u$

# Identification en boucle ouverte

## b) Méthode de Broïda

- Le modèle est un premier ordre avec un retard pur.
- Sa fonction de transfert est :

$$G(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{K_0 e^{-\tau p}}{1 + Tp}$$

- Les paramètres à identifier sont donc :
  - le gain statique  $K_0$ ,
  - le retard  $\tau$ ,
  - la constante de temps  $T$ .

- Le principe est d'ajuster les paramètres  $\tau$  et  $T$  pour que les courbes de réponse du modèle et du processus aient deux points communs judicieusement choisis.
- Les points communs  $C_1$  et  $C_2$  habituellement utilisés correspondent respectivement à 28% et 40% de la valeur finale.

- Le modèle de Broïda donne les points  $C_1$  et  $C_2$  pour les dates suivantes :

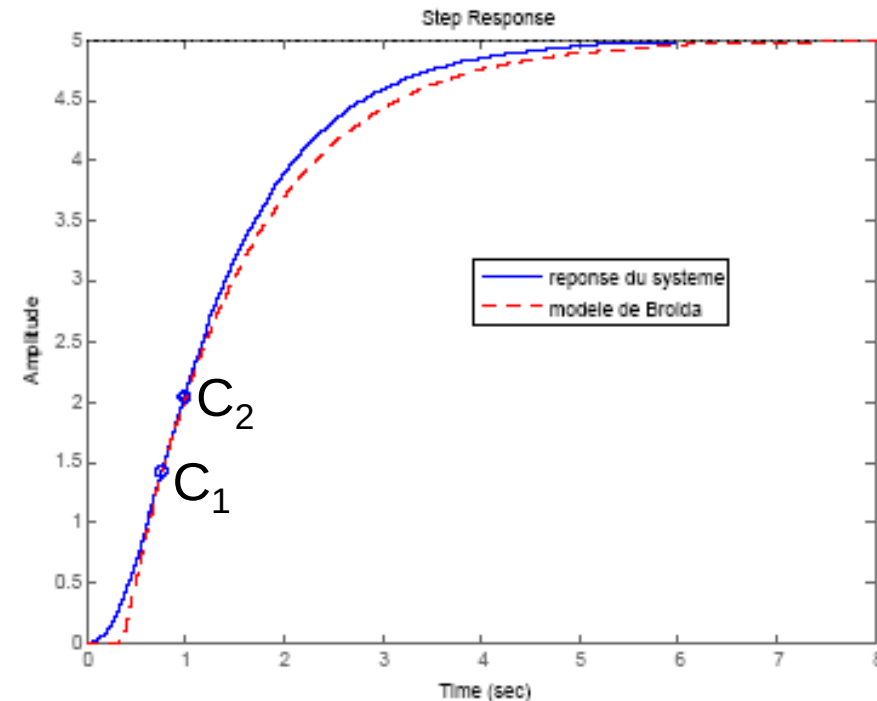
$$\frac{y(t_1)}{K_0 U_0} = 0,28 \Rightarrow \frac{t_1 - \tau}{T} = 0,328$$

$$\frac{y(t_2)}{K_0 U_0} = 0,40 \Rightarrow \frac{t_2 - \tau}{T} = 0,51$$



$$T = 5,5(t_2 - t_1)$$

$$\tau = 2,8t_1 - 1,8t_2$$

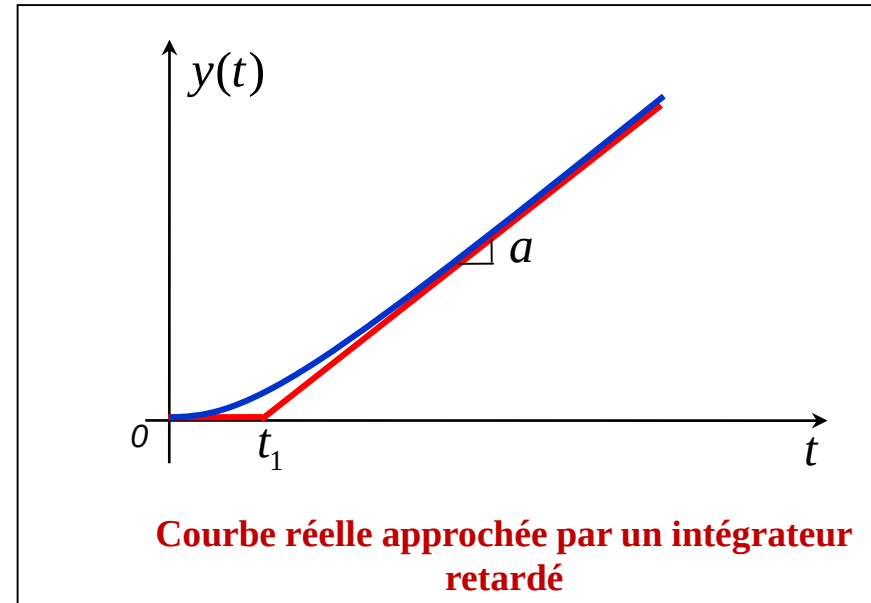


# Identification en boucle ouverte

## c) Processus intégrateur:

- La réponse indicielle est une rampe,
- En régime permanent, l'asymptote de cette réponse est une droite d'équation:

$$y = a(t - t_1)$$



- On identifie la réponse du système avec la fonction de transfert suivante :

$$G(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{p}$$

- Les paramètres de ce système sont donnés par :

$$K = \frac{a}{U_0} \quad \tau = t_1$$

$U_0$  est l'amplitude de l'échelon appliqué en entrée