

Methode de Broïda (Identification en BO) Chapitre 03

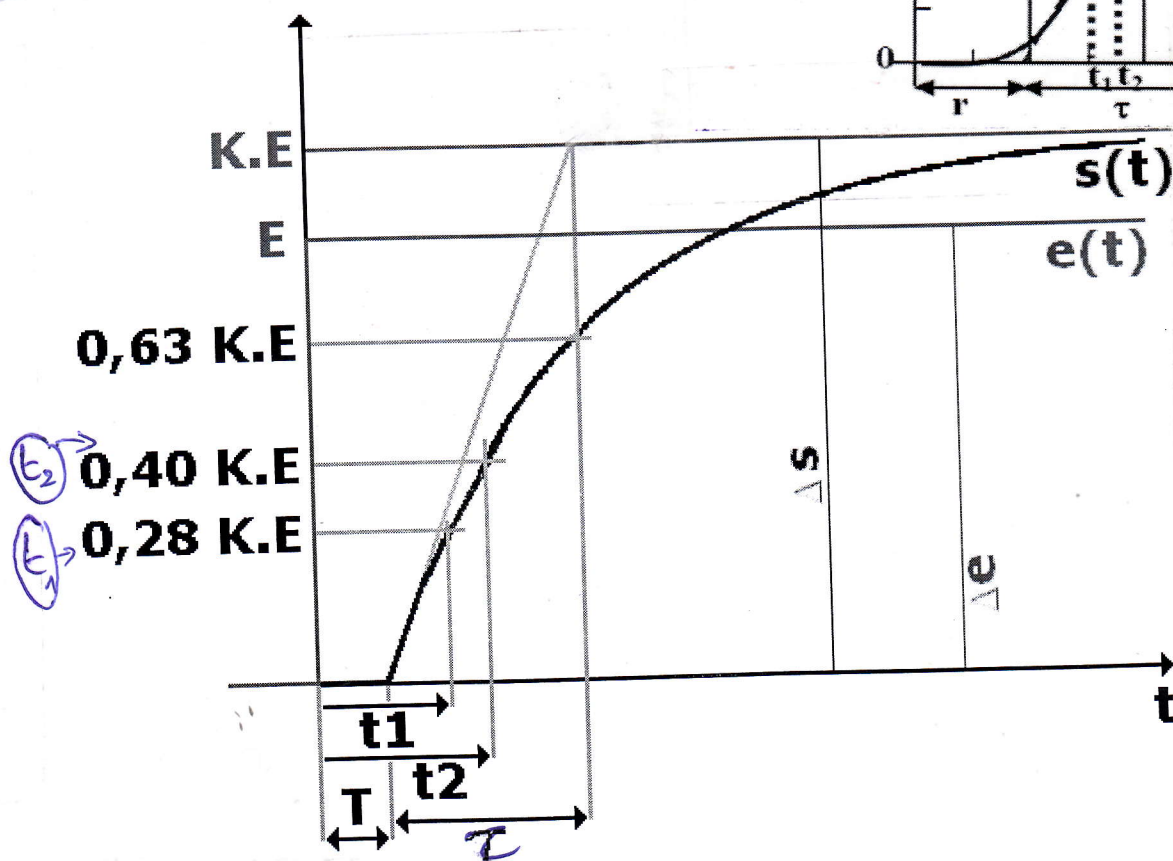
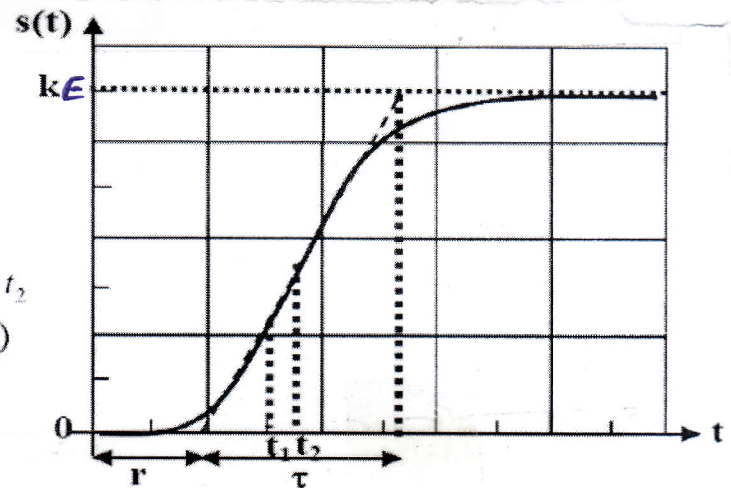
1. Identification d'un modèle du 1^{er} ordre avec retard

Le modèle proposé pour approcher le comportement du système est un premier ordre plus retard pur. Sa FT est:

$$H(s) = \frac{K e^{-rs}}{1 + \tau s}$$

①. La méthode de Broïda, consiste à mesurer les instant t_1 et t_2 aux quels la réponse atteint respectivement 28% et 40% de sa valeur finale, la constante de temps et le retard sont obtenu par les relations:

$$\begin{cases} r = 2,8 t_1 - 1,8 t_2 \\ \tau = 5,5 (t_2 - t_1) \end{cases} \quad \begin{aligned} r &\approx 2,8 t_1 - 1,8 t_2 \\ \tau &\approx 5,5 (t_2 - t_1) \end{aligned}$$

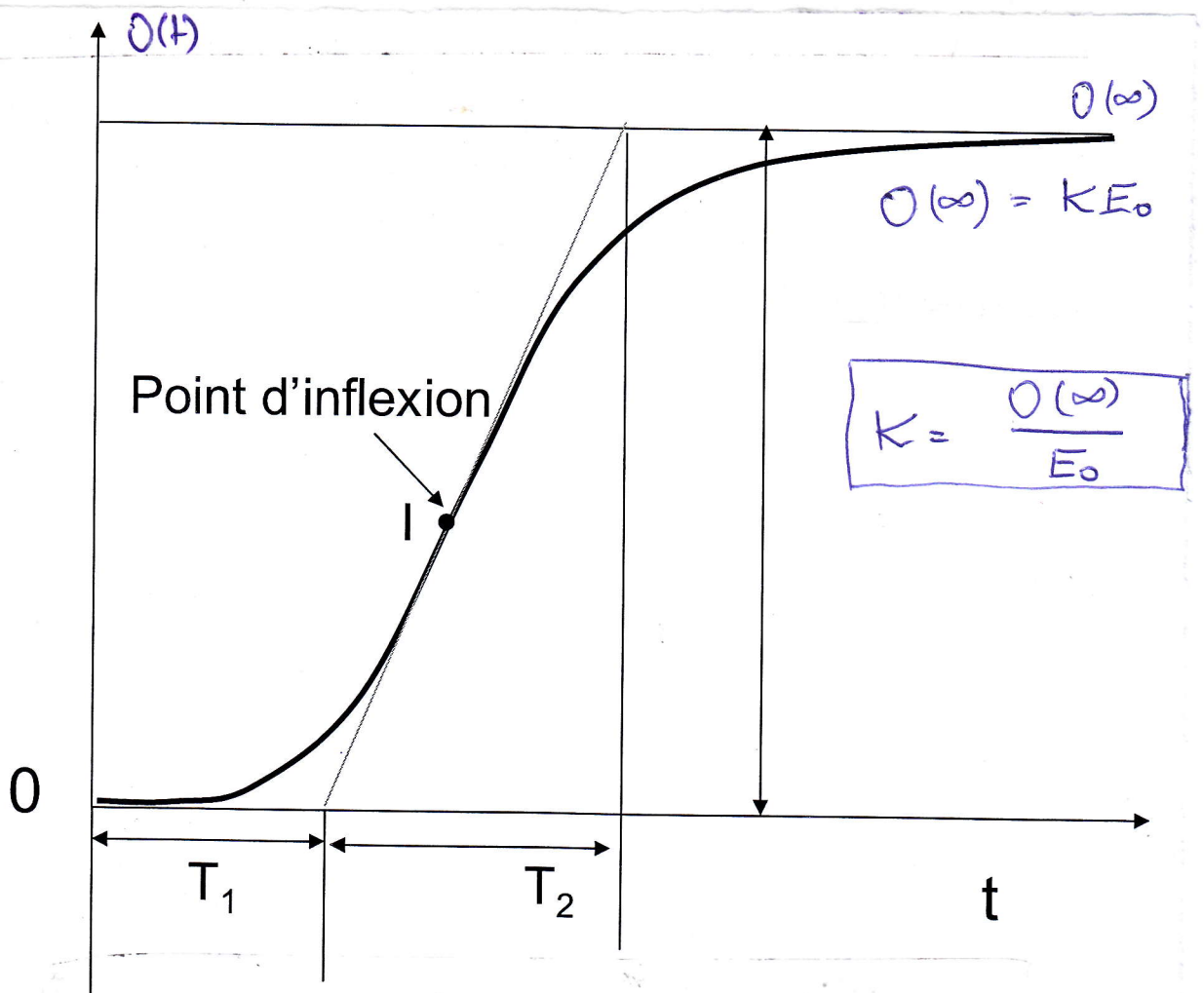


* Méthode de Steadyj: (identification en BO)

Elle s'applique aux systèmes aperiodique (sans dépassement), avec retard pur, et dont la réponse indicielle à la FT suivante lorsque le syst est attaqué avec un échelon

$$G(p) = K \frac{e^{-zs}}{(1 + T \cdot s)^n}$$

K : gain statique
 z : retard
 T : constante de temps
 n : ordre du système



- Le gain statique est mesuré directement par $K = \frac{\Delta y}{\Delta u}$
- On trace la tangente au point d'inflexion I pour déterminer deux valeurs : T1 et T2 (voir figure)
- Relever T1 et T2 en déduire l'ordre n en utilisant le tableau ci-joint . Entre deux lignes du tableau, on choisit la valeur de n la plus petite.
- Déterminer la constante du temps T à partir du tableau : $\frac{T_2}{T}$
- Déterminer le retard τ quand il existe à partir de la différence entre la valeur de T1 mesurée et celle donnée par la colonne du tableau. $\frac{T_1}{T_2}$

- Déterminer la constante du temps T à partir du

tableau : $\frac{T_2}{T}$

- Déterminer le retard τ quand il existe à partir de la différence entre la valeur de T_1 mesurée et celle donnée

par la colonne $\frac{T_1}{T_2}$ du tableau.

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

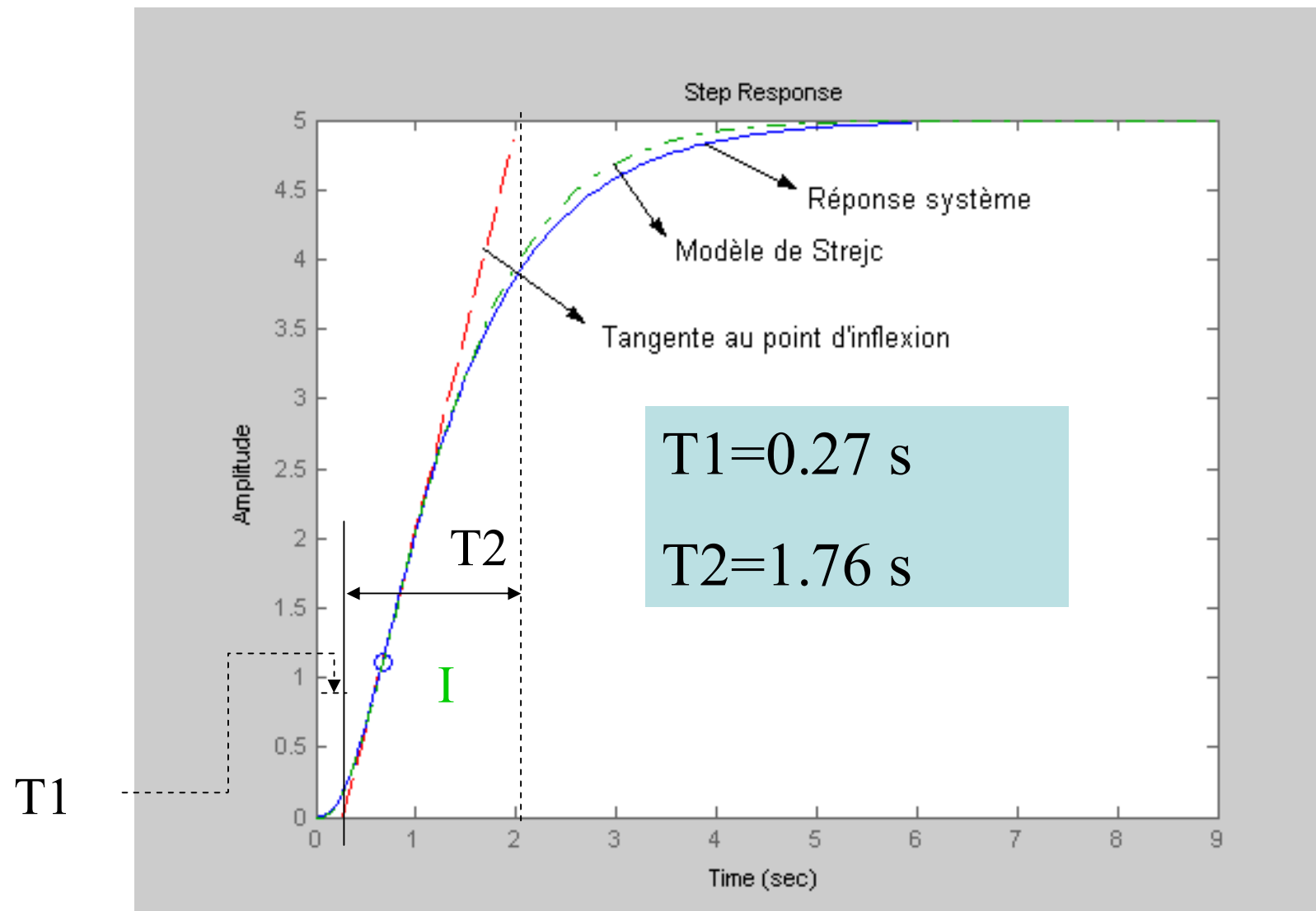
n	$\frac{T_1}{T}$	$\frac{T_2}{T}$	$\frac{T_1}{T_2}$
1	0	1	0
2	0.28	2.72	0.1
3	0.8	3.7	0.22
4	1.42	4.46	0.32
5	2.10	5.12	0.41
6	2.81	5.70	0.49

Exemple d'application de la méthode de Strejc

Soit le système de F.T :

$$H(s) = \frac{100}{(s+4)(s+5)(s+1)}$$

Sa réponse indicielle ($\Delta u = U(t) = 1$) est sur la figure suivante en trait plein bleu :



- Le Gain statique est mesuré directement par la valeur finale de la sortie : $K=5=\Delta y/(\Delta u =1)$.
- On trace la tangente au point d'inflexion I et on mesure : $T_1 = 0.27s$ et $T_2 = 1.76s$
- D'après le tableau, avec $\frac{T_1}{T_2} = 0.15$, un ordre $n=2$ semble convenir.

- La constante de temps T est évaluée à partir de

$$\frac{T_2}{T} = 2.72 \quad \text{au tableau. Cela donne } \mathbf{T = 0.65s.}$$

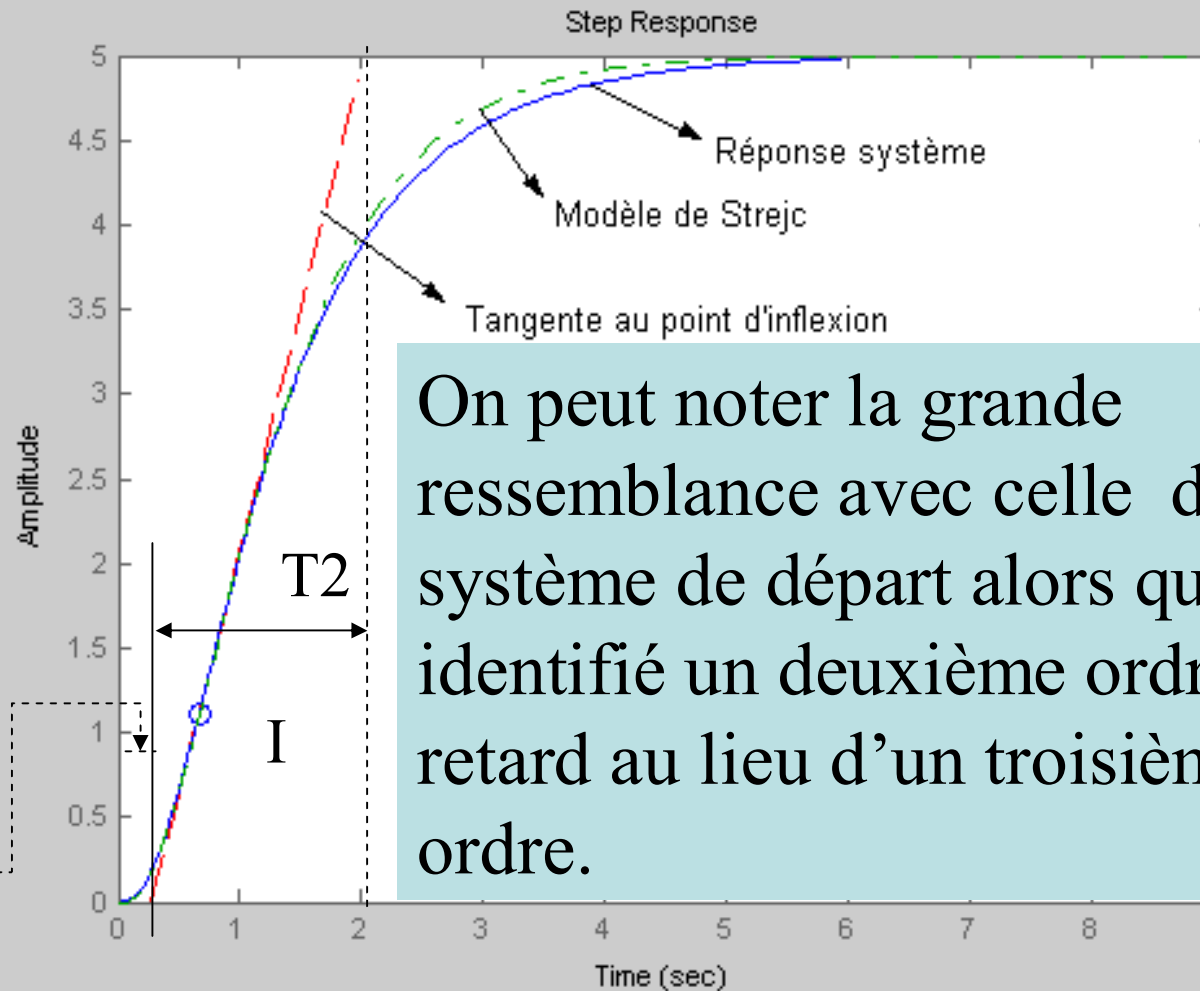
- D'après le tableau, $\frac{T_1}{T} = 0.28$, ce qui donnerait une

valeur de $T_1 = 0.18$. Or On mesure $T_1 = 0.27s$. On peut en déduire le retard $\mathbf{\tau = 0.27 - 0.18 = 0.09s}$

La méthode identifie la réponse indicielle comme étant proche de celle du système suivant :

$$H(s) = 5. \frac{e^{-0.09s}}{(1 + 0.65s)^2}$$

T1



On peut noter la grande ressemblance avec celle du système de départ alors qu'on a identifié un deuxième ordre avec retard au lieu d'un troisième ordre.

Identification en BF

Exemple : procédé naturellement stable : (juste instabilité)



On prend le modèle de Strejc sans retard $\tau = 0$, il vient alors :

$$FTBO(s) = K_R H(s) = K_R \frac{K}{(1 + Ts)^n} \Rightarrow FTBO(j\omega) = K_R \frac{K}{(1 + jT\omega)^n}$$

Donc lorsque on obtient le pompage on note $K_{RC} = K_R$ et on

mesure à partir de la période des oscillations $\omega = \omega_{osc} = \omega_a$

($\omega_{osc} = \frac{2\pi}{T_{osc}}$) , on peut écrire : ($T_{osc} = T_P$)

$$\frac{K_{RC} K}{(\sqrt{1 + \omega_{osc}^2 \cdot T^2})^n} = 1 \quad ; \quad \varphi(\omega_{osc}) = -n \cdot \arctan(\omega_{osc} T) = -\pi$$

Le gain K est normalement ^{$K_{E_0} = 0(\infty)$} déterminé par une réponse indicielle en BO ou en BF. La résolution des équations donne l'ordre n et la constante du temps par :

$$K_{RC}K = \left(\frac{1}{\cos(\pi/n)} \right)^n ; \quad T = \frac{1}{\omega_{osc}} \tan(\pi/n)$$

Si on prend le modèle du Broïda :

$$H(s) = \frac{K \cdot e^{-\tau s}}{(1 + Ts)} \Rightarrow \text{FTBO}(j\omega) = \frac{K_R \cdot K \cdot e^{-j\tau \omega}}{(1 + j\omega T)}$$

$$T = \frac{1}{\omega_a} \sqrt{(K_{RC} \cdot K)^2 - 1} \quad \tau = \frac{1}{\omega_a} \left(\pi - \arctg \left(\sqrt{(K_{RC} \cdot K)^2 - 1} \right) \right)$$