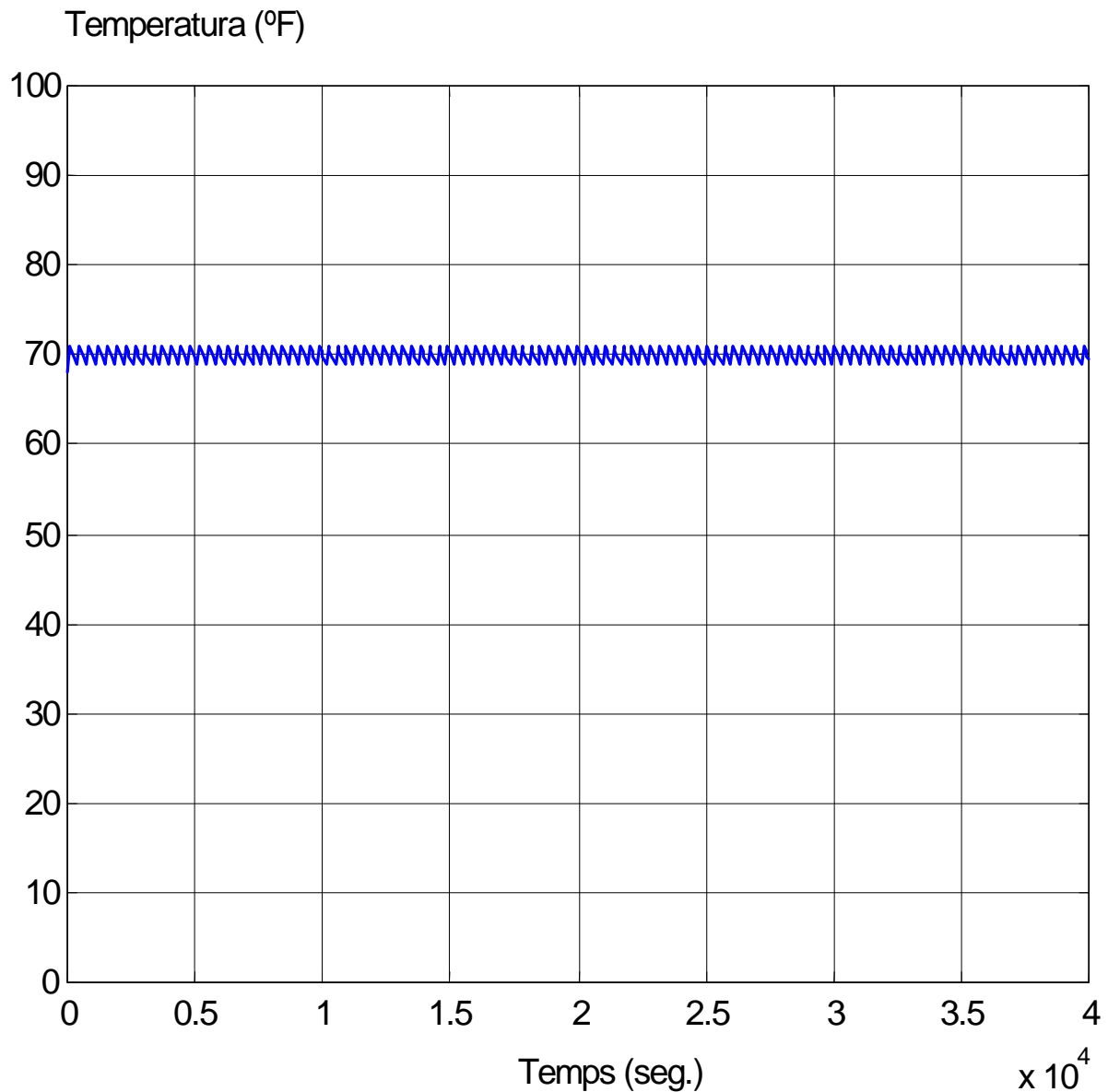


Control tot-o-res (Bang-Bang) Exemple: termostat d'una casa

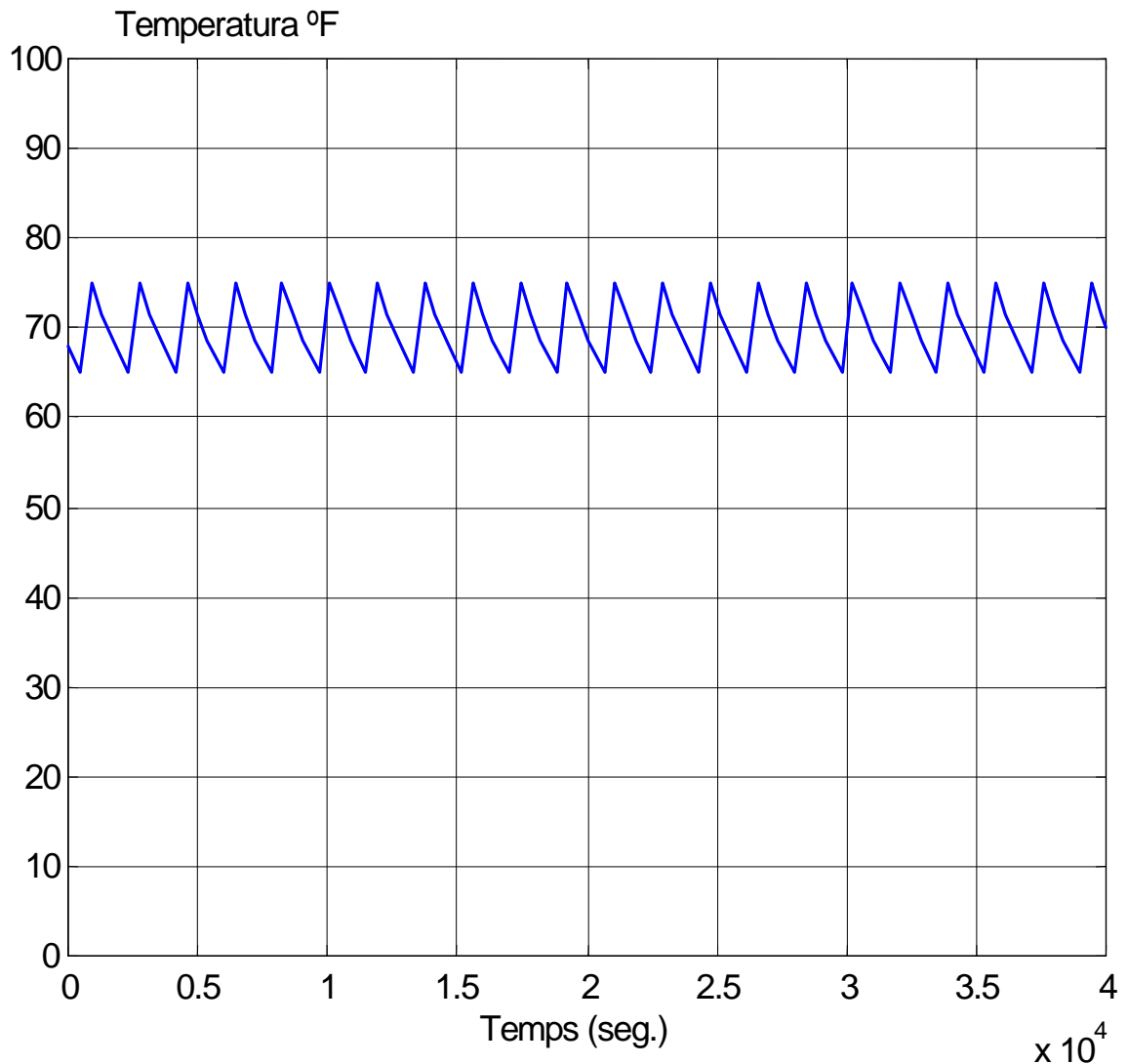


1. Apareix cicle límit.

2. Sistema amb molt poca histèresi:

- Poca desviació de la consigna
- Actuador pateix molt pel fet de parar-se i engegar-se contínuament.

Control tot-o-res (Bang-Bang) Exemple: termostat d'una casa

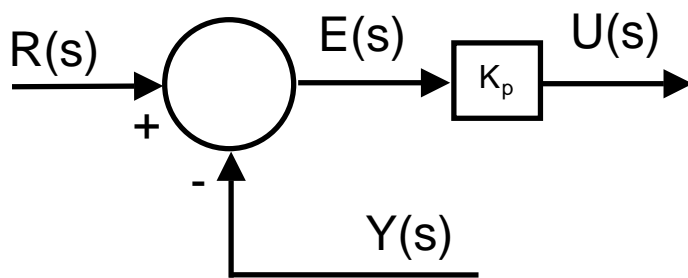


Augmentant la histèresi :

- Ens allunyem més de la consigna
- Disminueix freqüència del cicle límit, i per tant l'actuador no patirà tant pel fet de parar-se i engegar-se contínuament.

Control Proporcional, Integral i Derivatiu

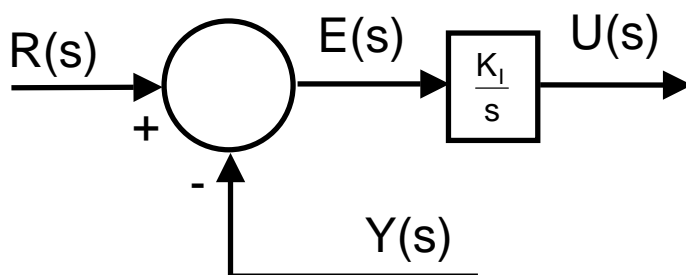
1 Proporcional (P)



$$U(s) = K_p E(s)$$

$$u(t) = K_p e(t)$$

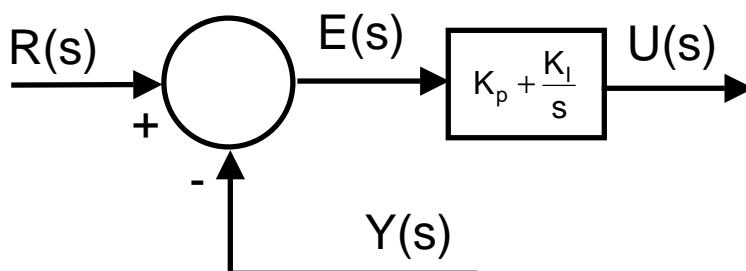
2 Integral (I)



$$U(s) = \frac{K_i}{s} E(s)$$

$$u(t) = K_i \int e(t)$$

3 Proporcional-Integral (PI)

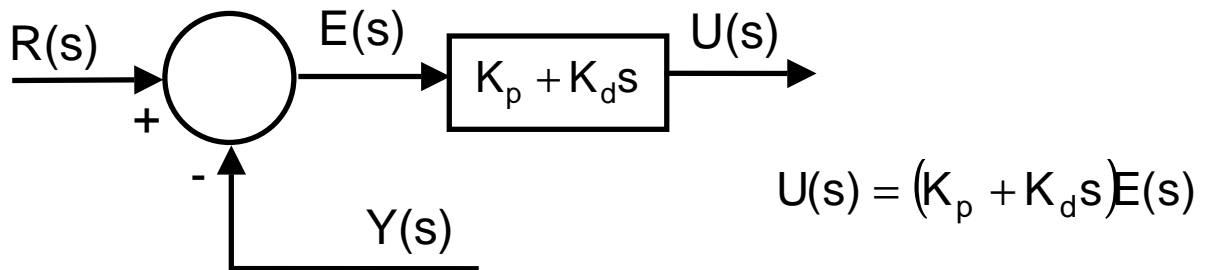


$$U(s) = \left(K_p + \frac{K_i}{s} \right) E(s)$$

$$u(t) = K_p + K_i \int e(t) \quad \text{o bé} \quad u(t) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i} \int e(t) \right)$$

$$\text{Amb } K_i = \frac{K_p}{T_i}$$

4 Proporcional-Derivatiu (PD)

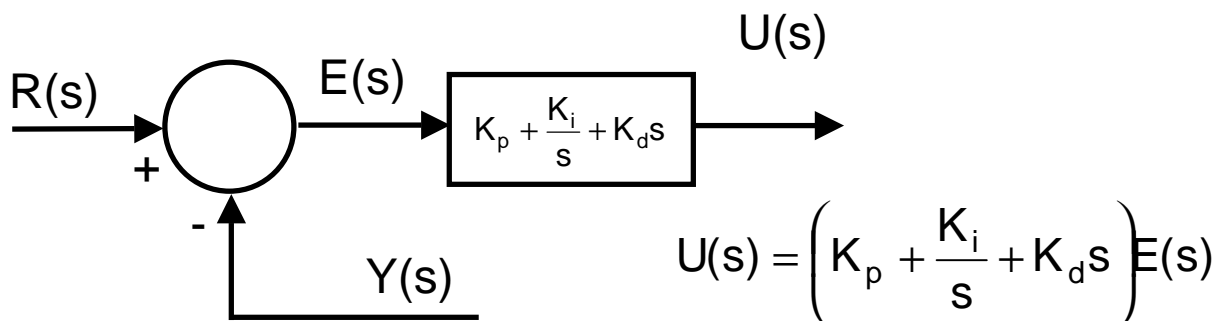


$$u(t) = K_p + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad \text{O bé}$$

$$u(t) = K_p \left(1 + T_d \frac{de(t)}{dt} \right)$$

$$\text{Amb } K_d = K_p T_d$$

5 Proporcional-Integral-Derivatiu (PID)



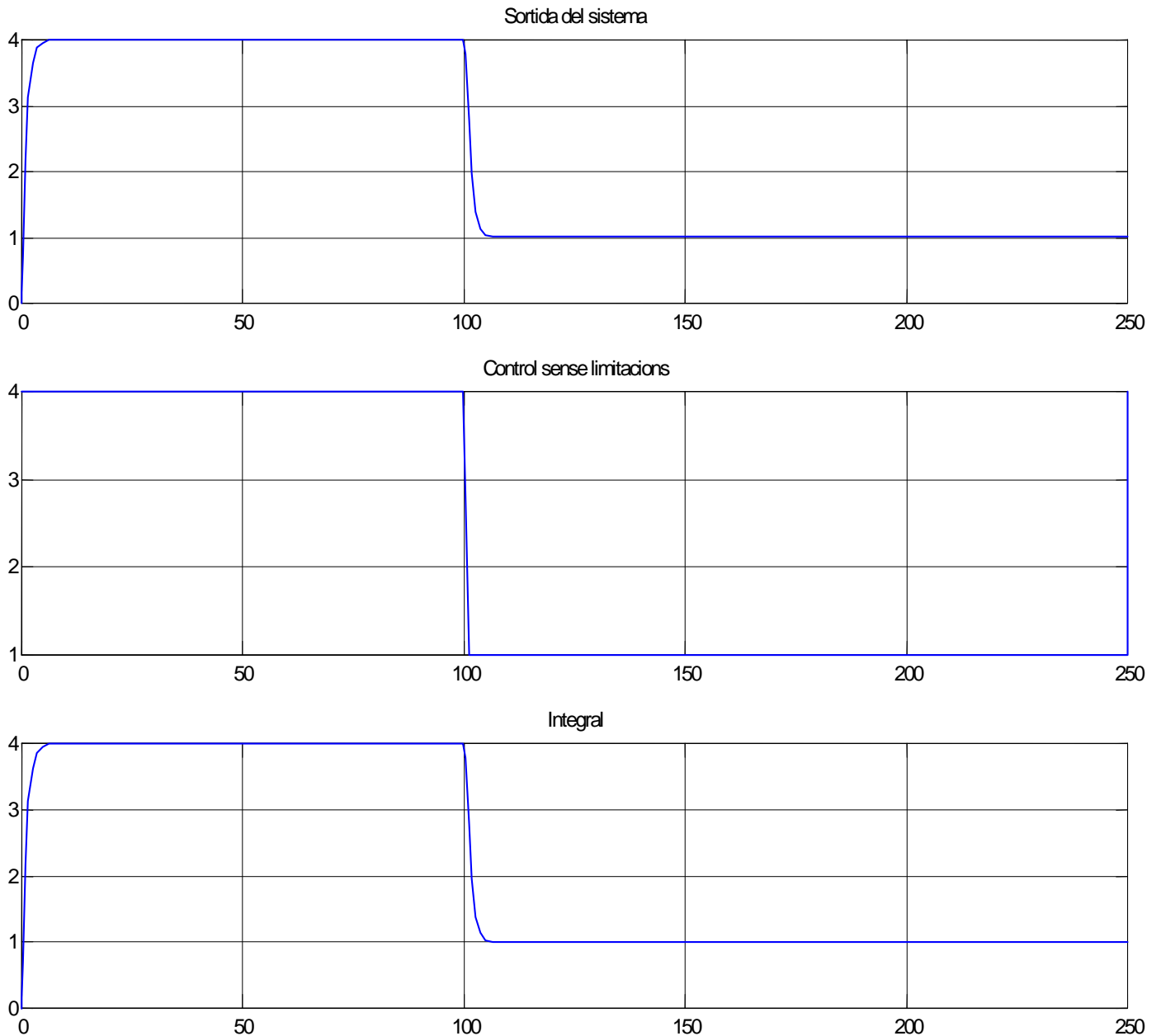
$$u(t) = K_p + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad \text{o bé} \quad u(t) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right)$$

$$\text{Amb } K_d = K_p T_d$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i}$$

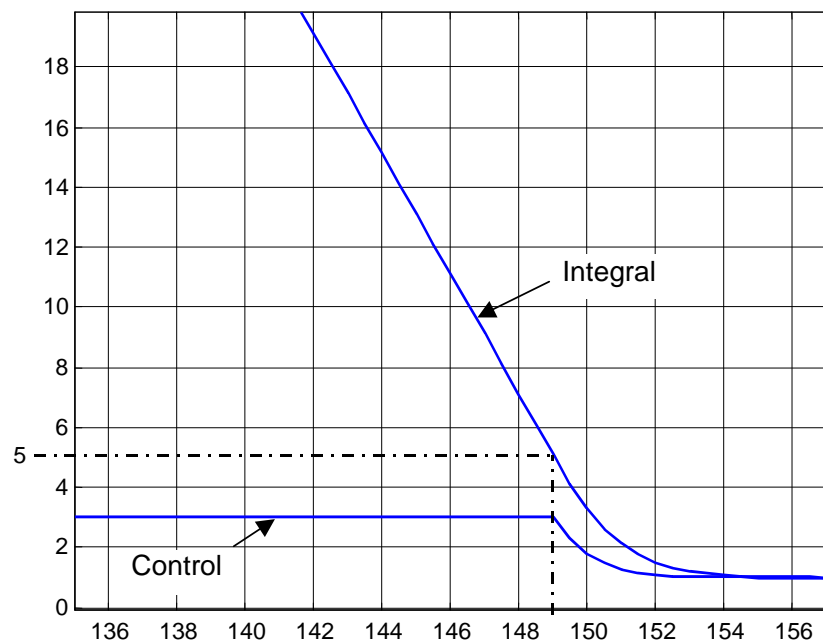
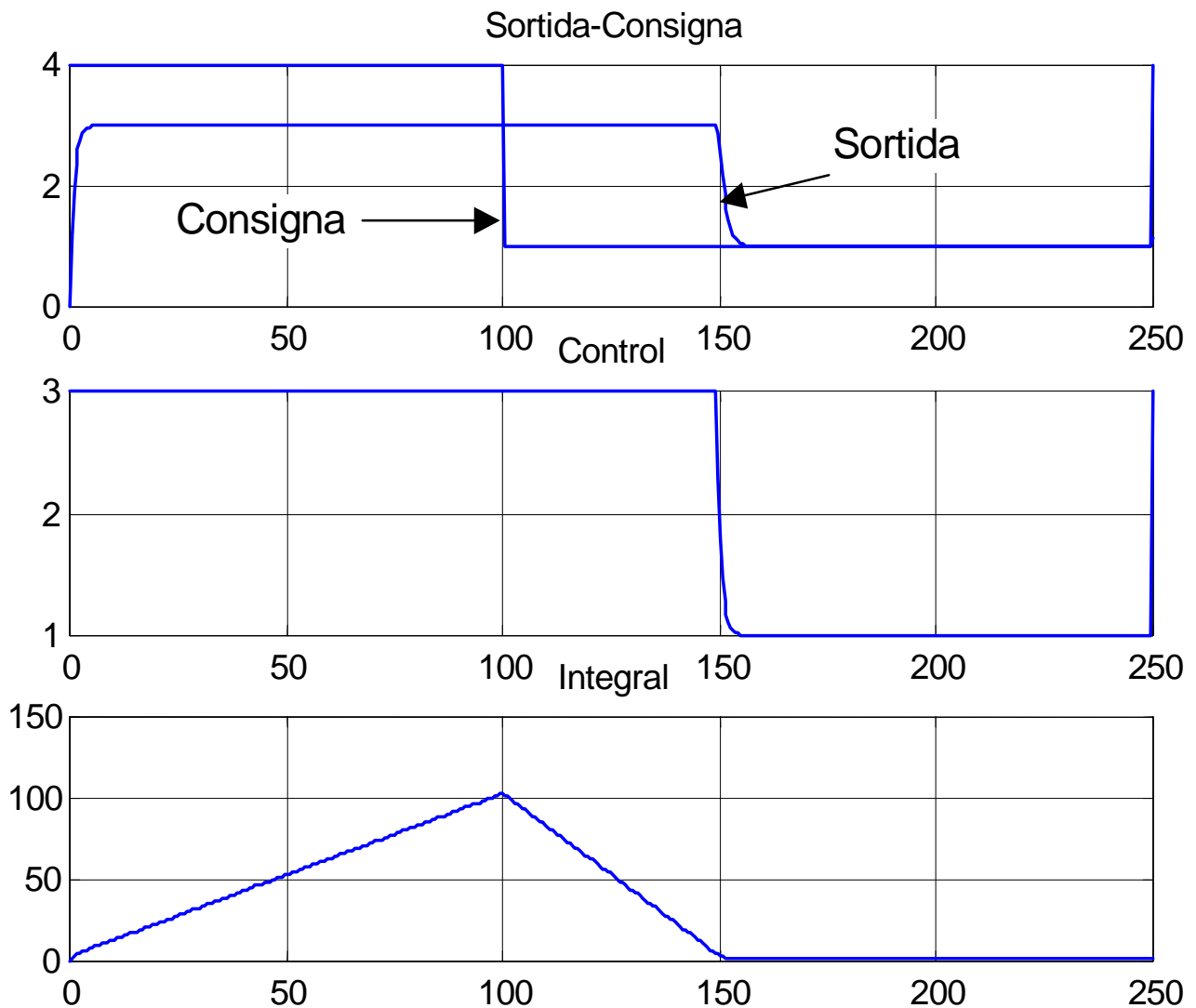
Efecte de Wind-up

Sistema sense limitació a l'actuador



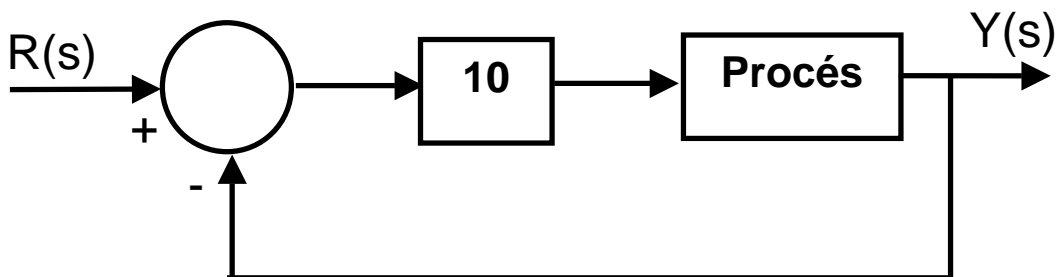
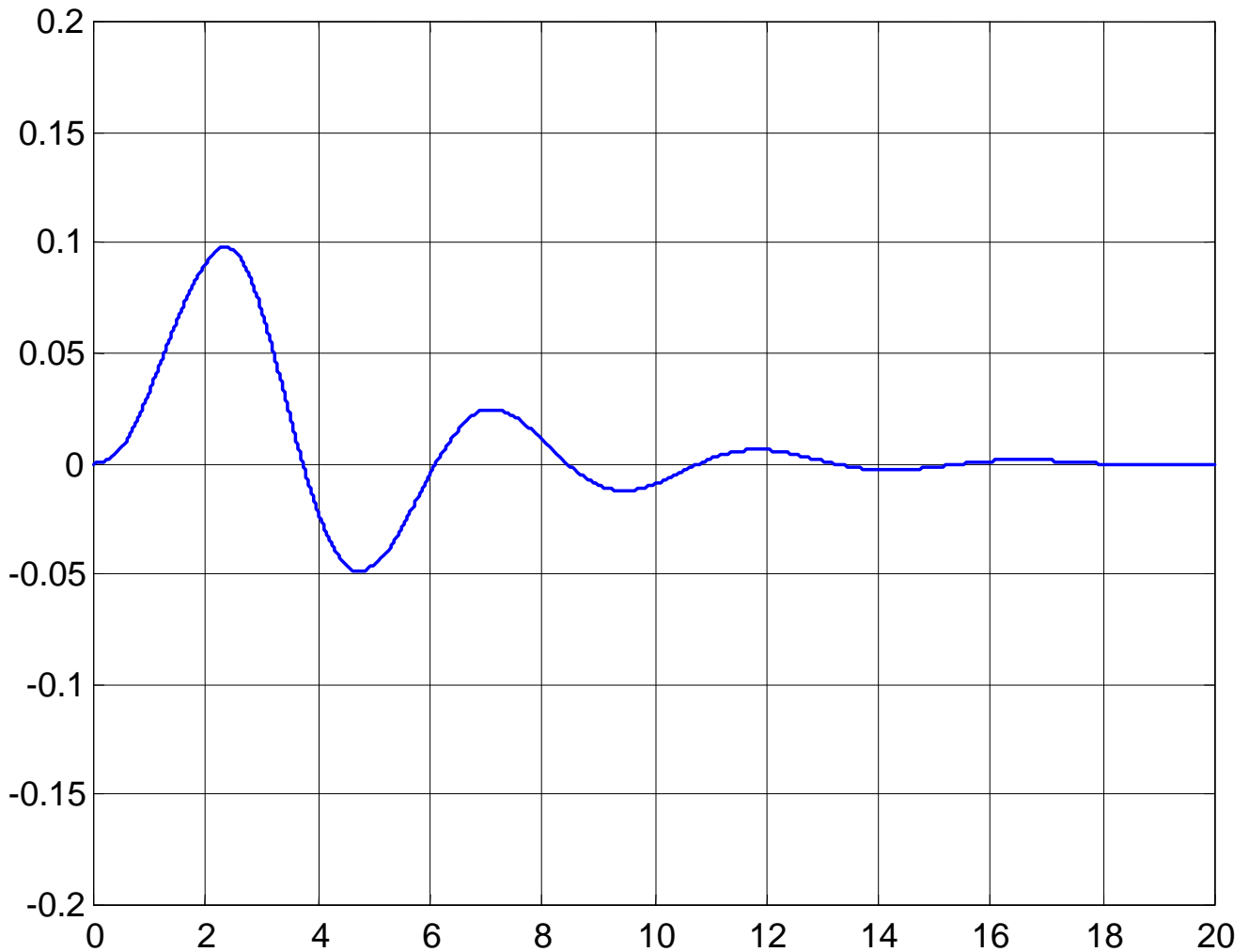
Efecte de Wind-up

Sistema amb limitació a l'actuador (± 3)

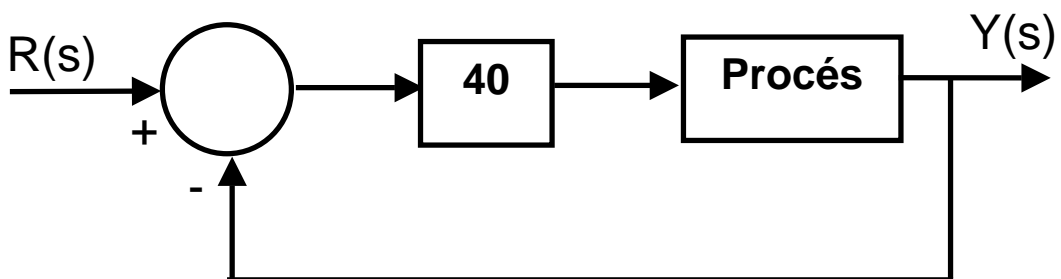
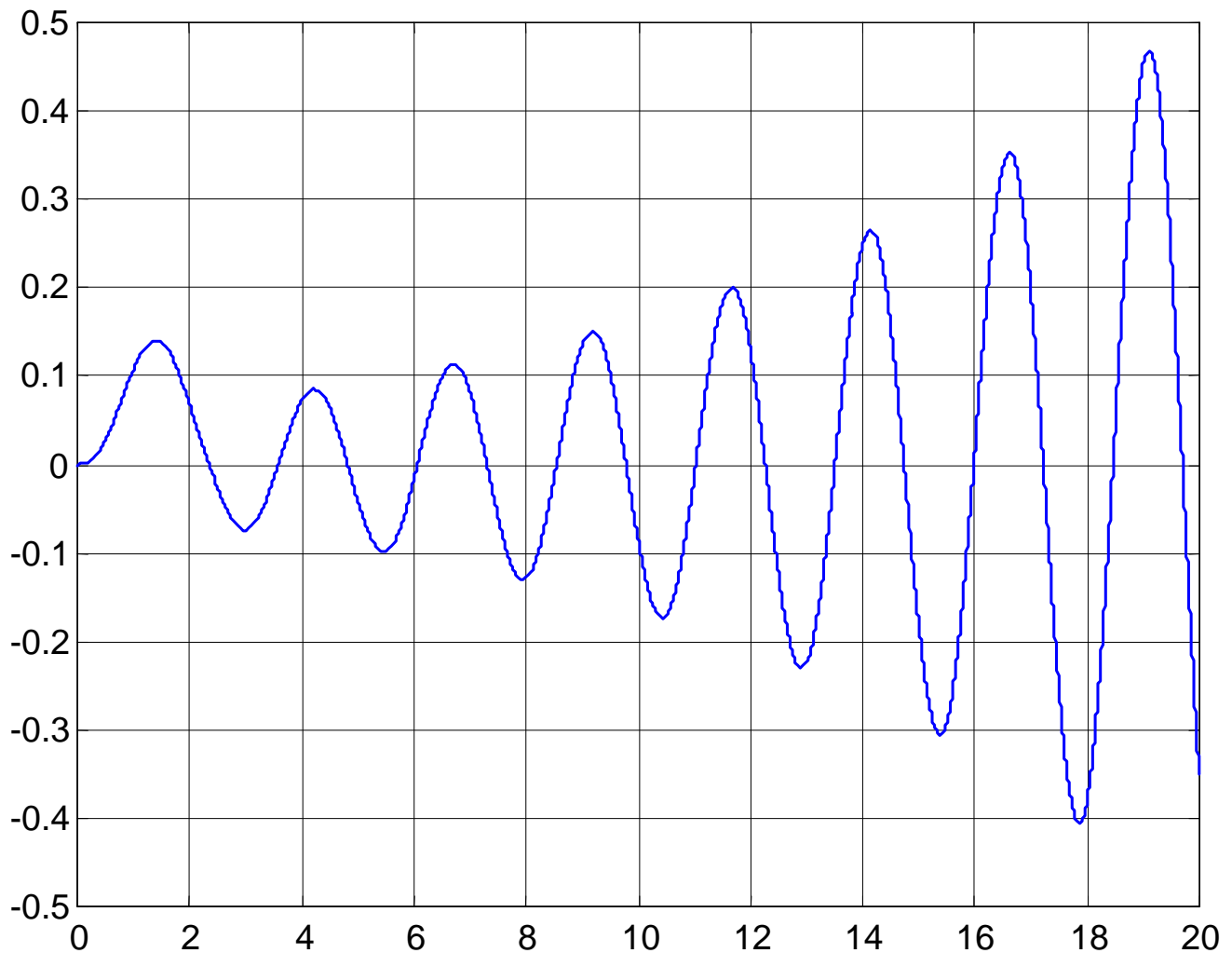


Sintonia d'un PID en llaç tancat.

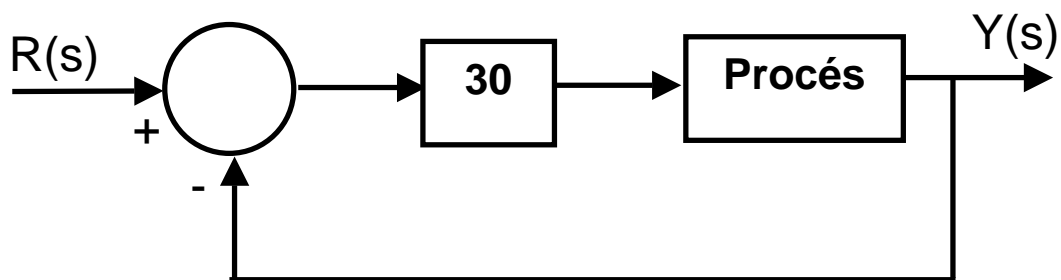
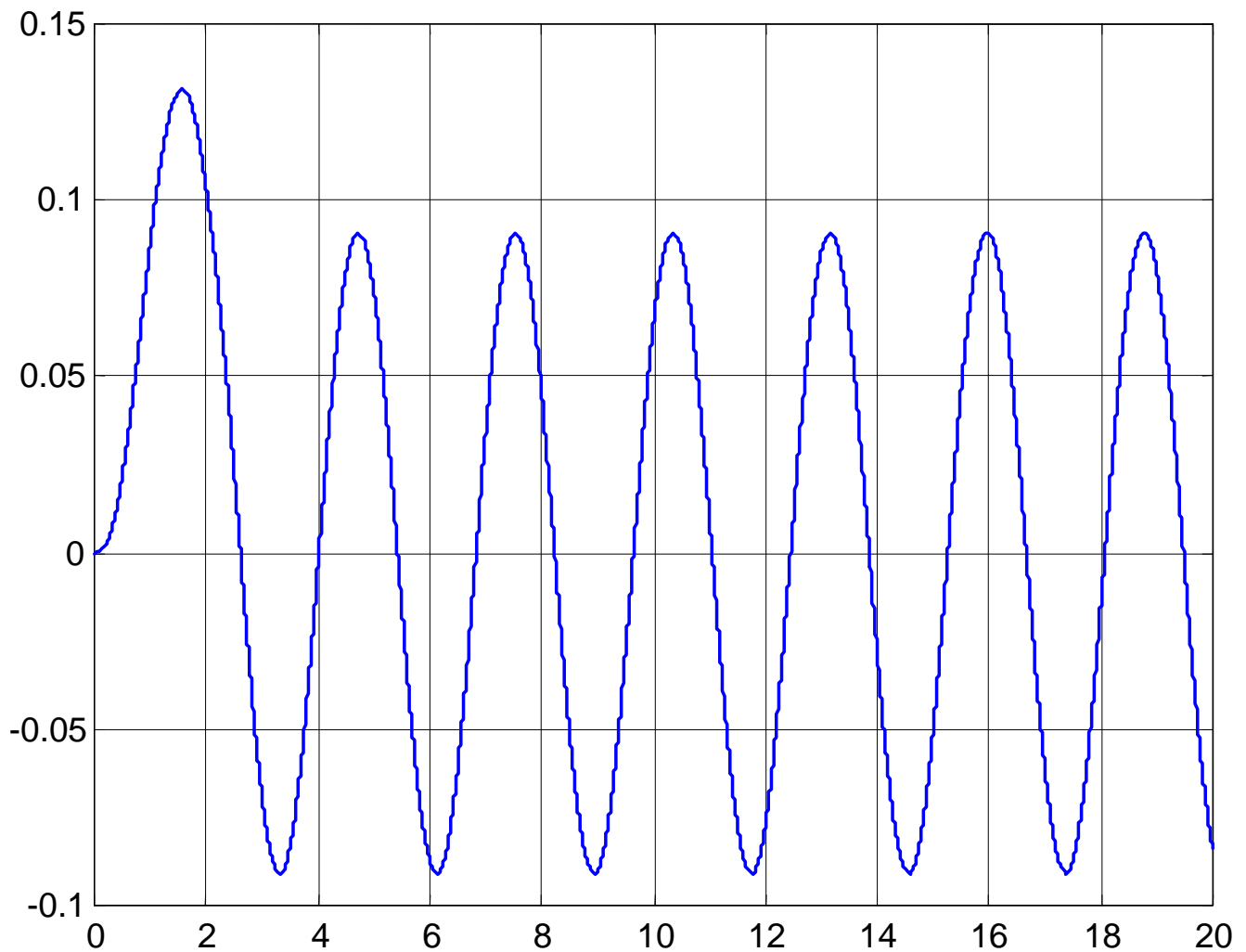
Obtenció dels paràmetres.



Sintonia d'un PID en llaç tancat. Obtenció dels paràmetres.



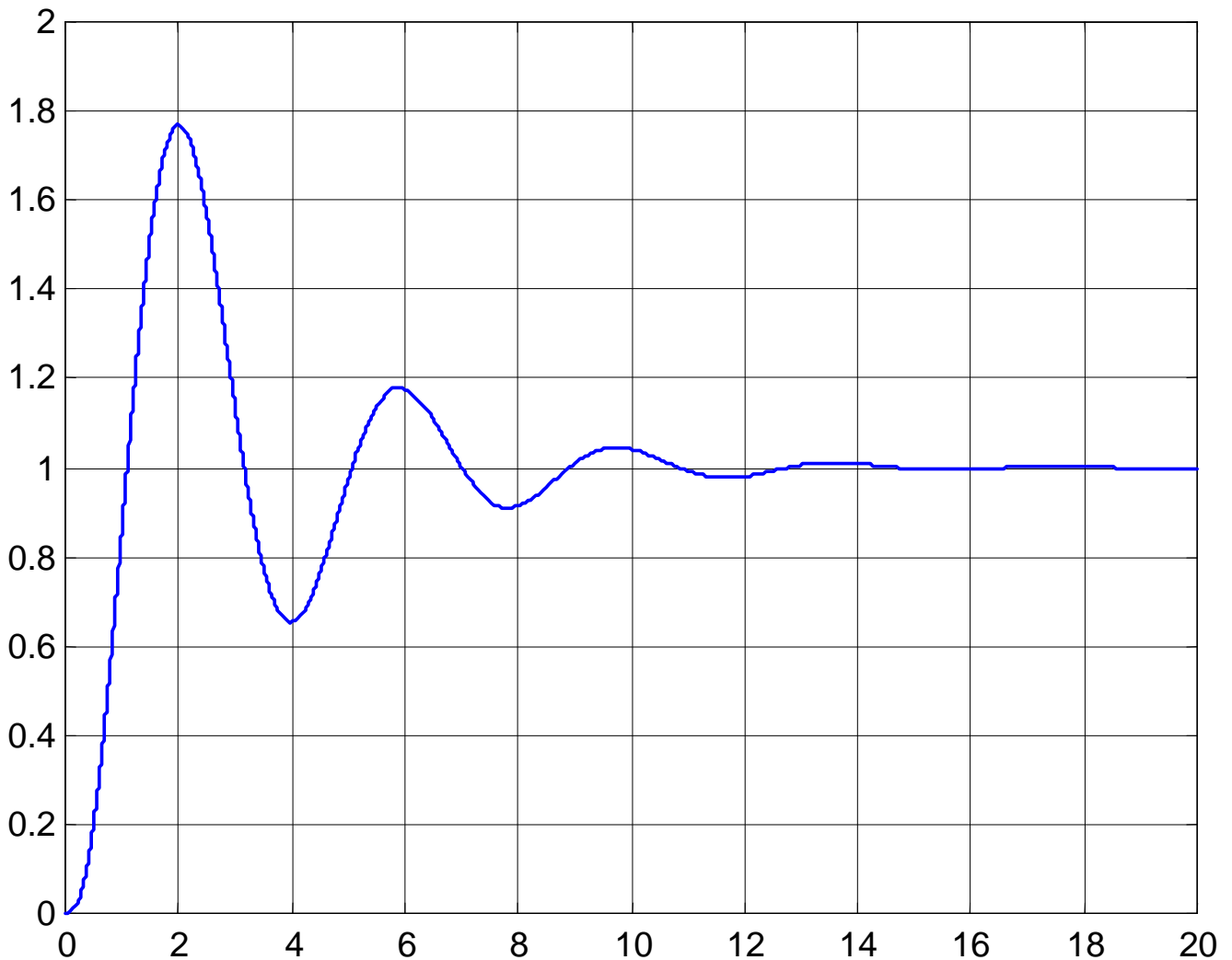
Sintonia d'un PID en llaç tancat. Obtenció dels paràmetres.



$$K_{cr} = 30$$

$$T_{cr} = 2.68$$

Sintonia d'un PID enllaç tancat. Resposta del sistema enllaç tancat pel PID trobat

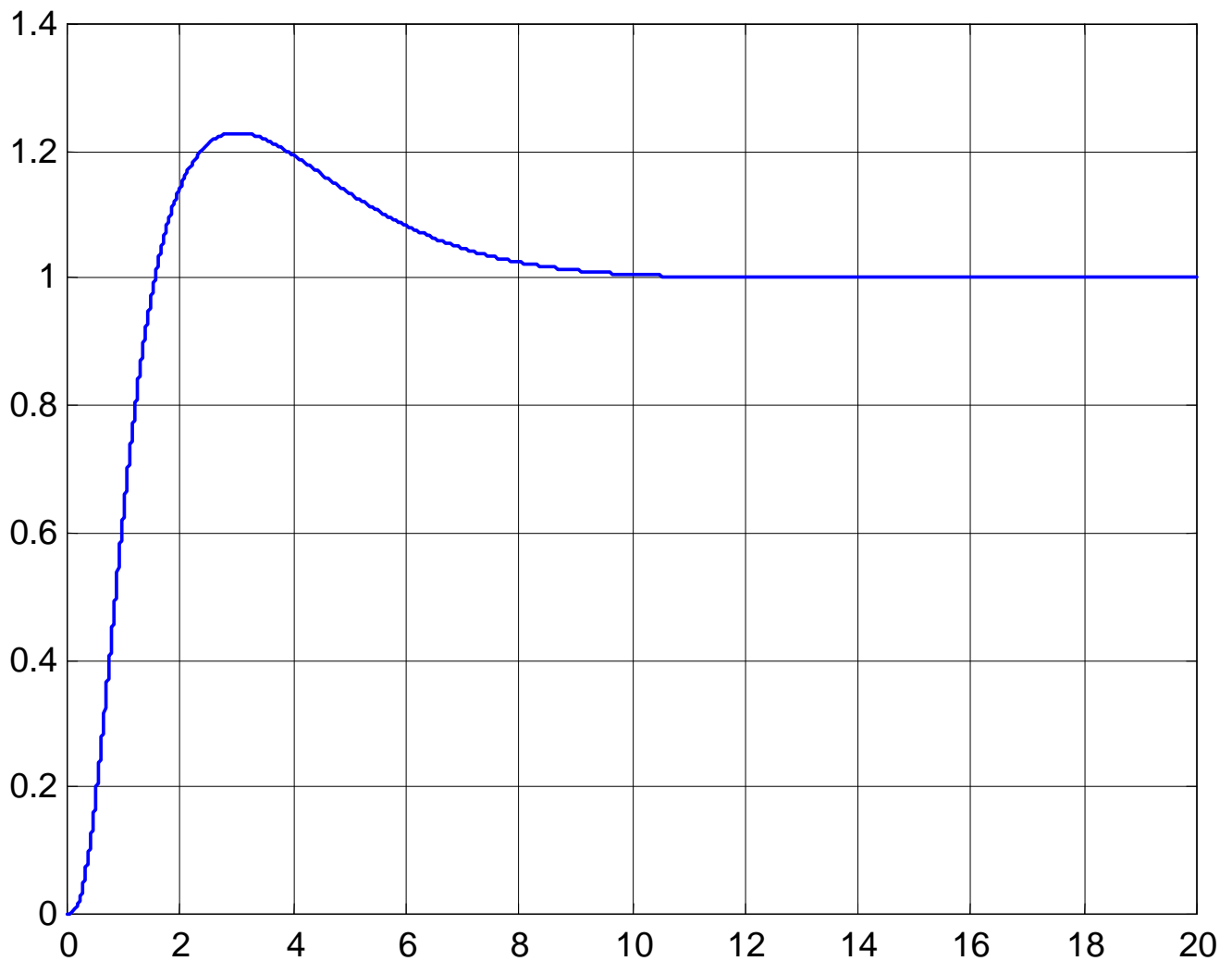


$$K_p = 0.6K_{cr} = 18$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{2K_p}{T_{cr}} = 13.02$$

$$K_d = K_p T_d = \frac{K_p T_{cr}}{8} = 6.218$$

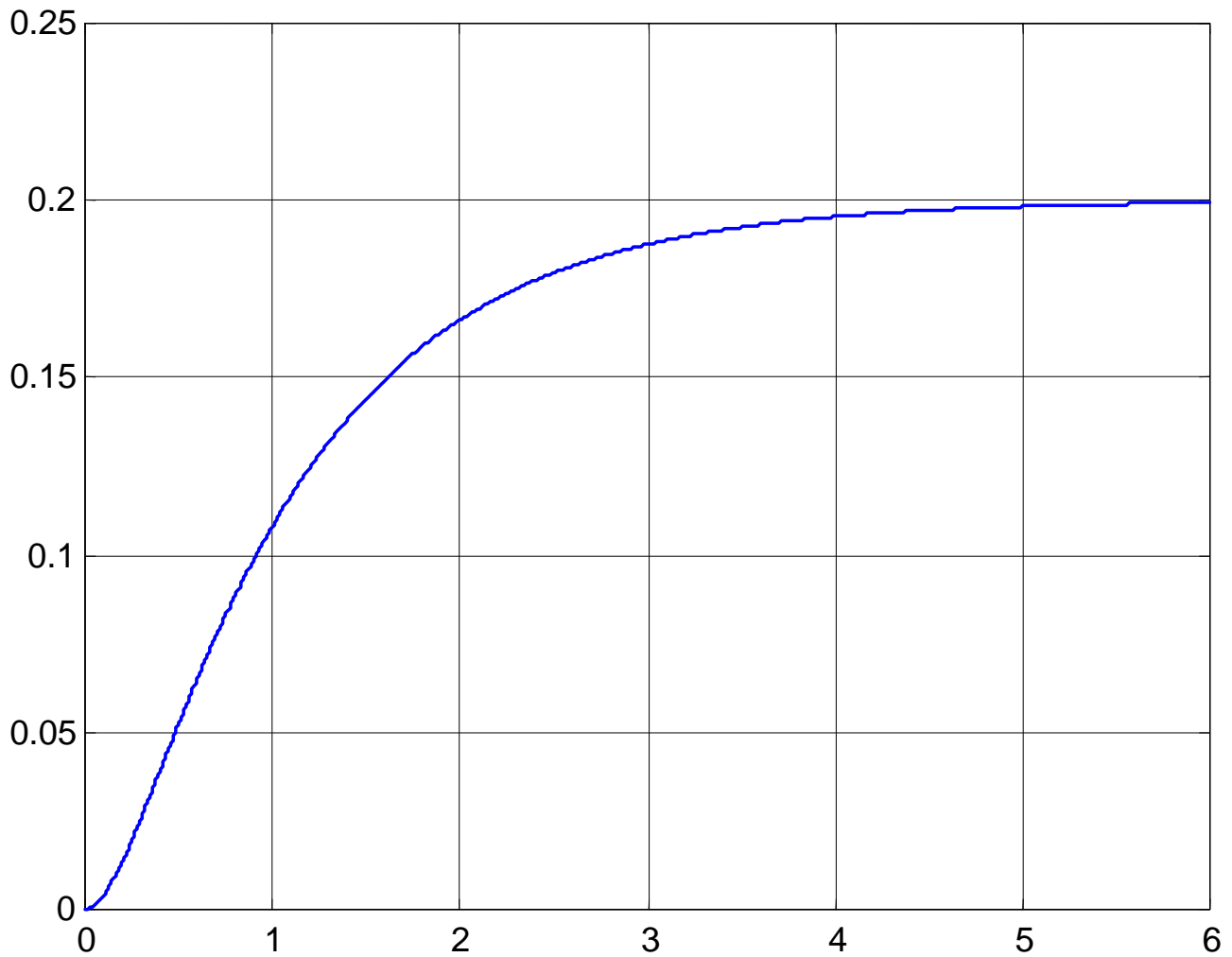
**Sintonia d'un PID en llaç tancat.
Resposta del sistema en llaç tancat
pel PID reajustat**



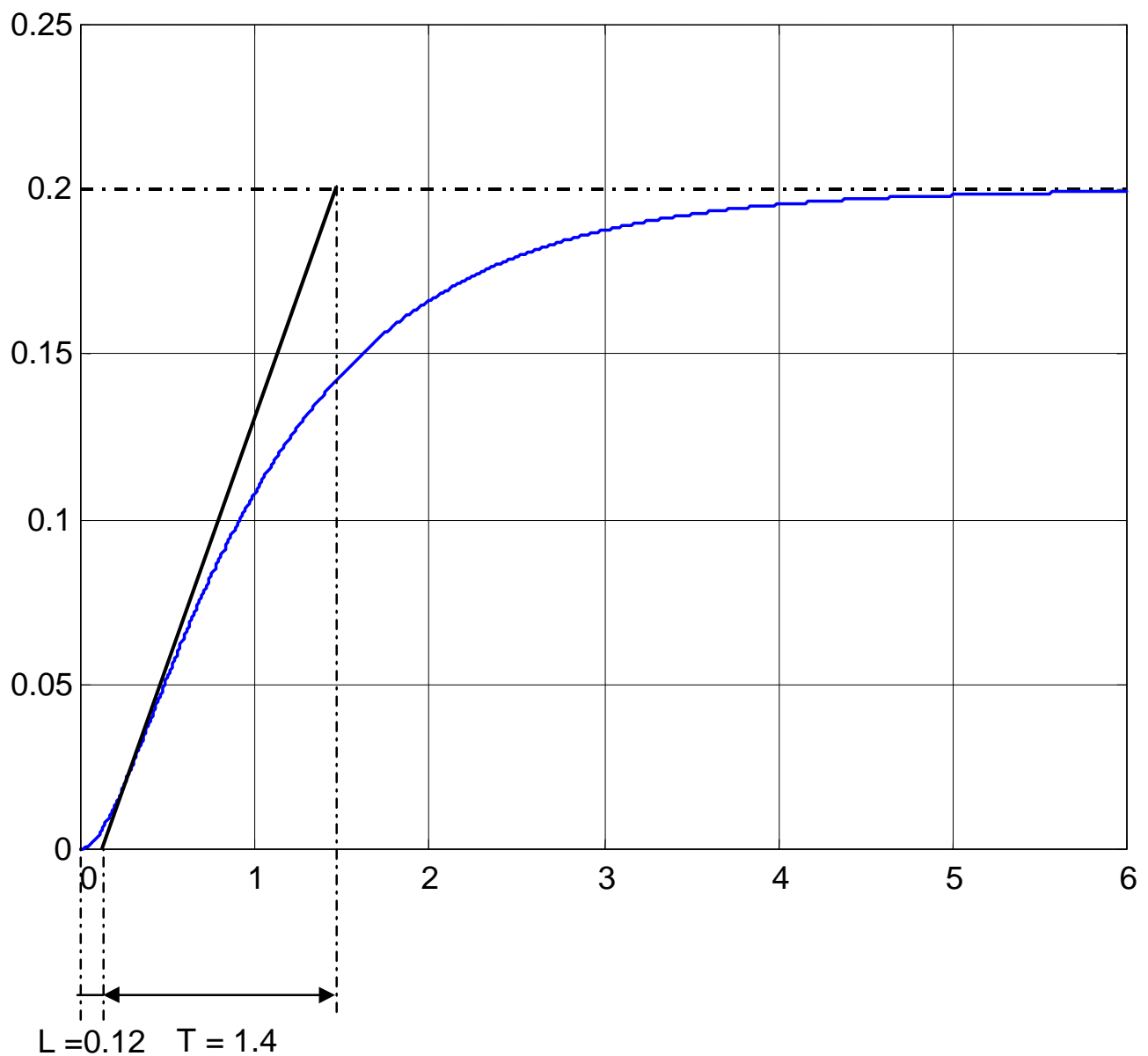
Reajustant paràmetres a

$$\begin{aligned}K_p &= 18 \\K_i &= 5.85 \\K_d &= 13.84\end{aligned}$$

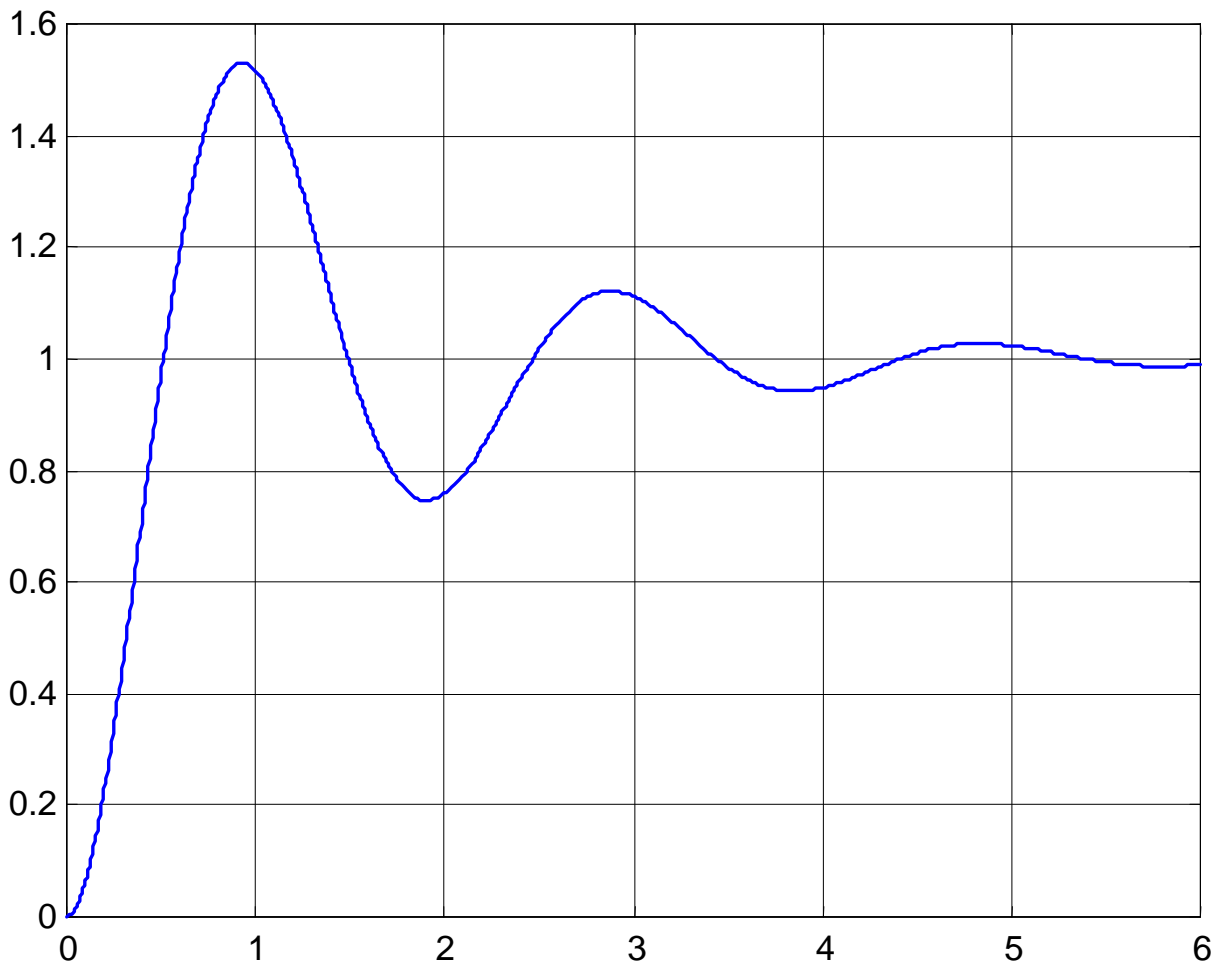
Sintonia d'un PID en llaç obert. Resposta del sistema en llaç obert



Sintonia d'un PID en llaç obert. Obtenció dels paràmetres del PID



Sintonia d'un PID en llaç obert. Resposta del sistema en llaç tancat pel PID trobat

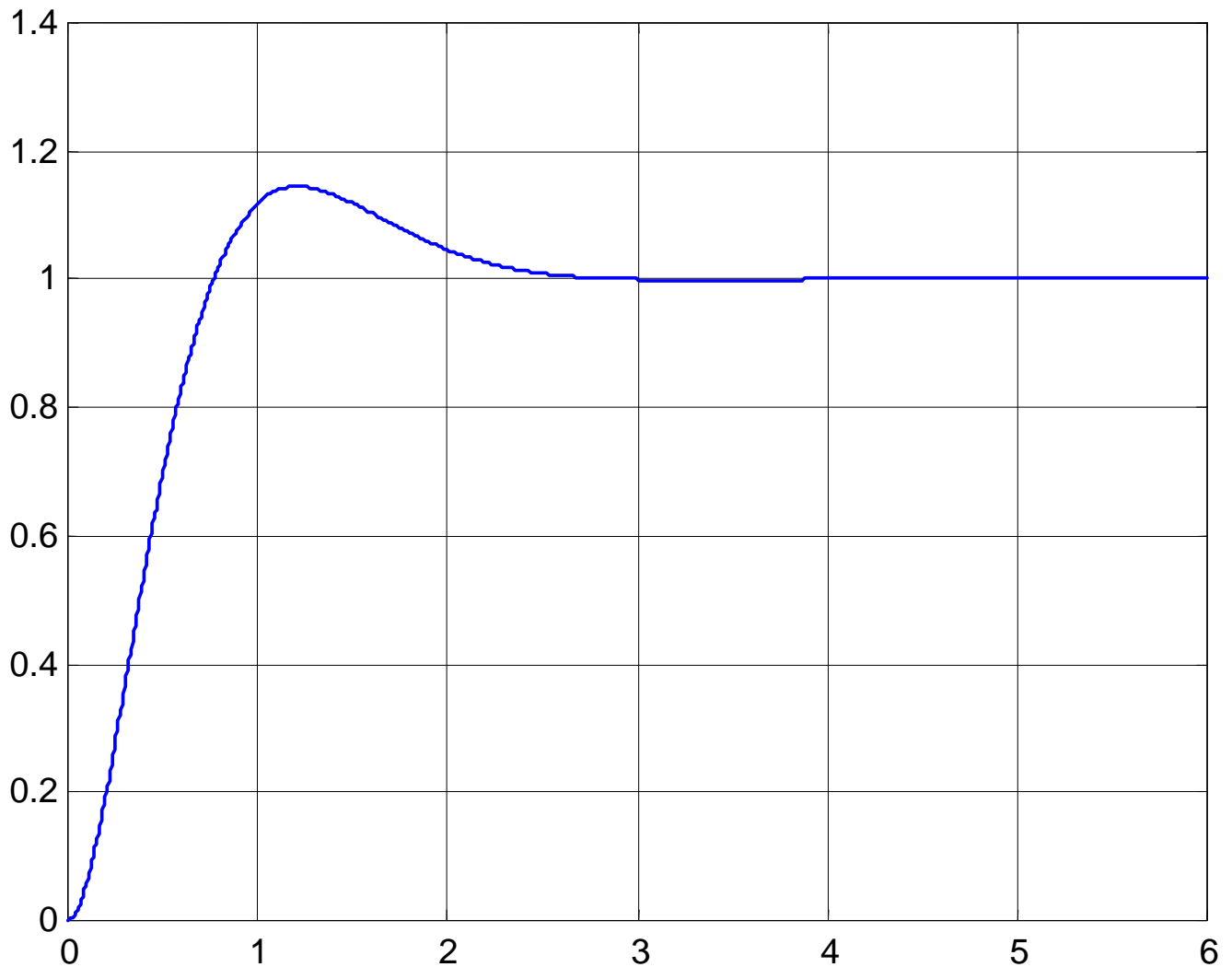


$$K_p = \frac{1.2T}{L} = 14$$

$$K_i = \frac{K_p}{T_i} = \frac{K_p}{2L} = 58.33$$

$$K_d = K_p T_d = K_p 0.5L = 0.84$$

**Sintonia d'un PID en llaç obert.
Resposta del sistema en llaç tancat
pel PID reajustat**



Reajustant paràmetres a

$$\begin{aligned}K_p &= 14 \\K_i &= 20 \\K_d &= 0.84\end{aligned}$$