

# Capítulo 5: Análisis en el dominio temporal

[carlos.platero@unpm.es](mailto:carlos.platero@unpm.es) (C. 305)

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# Análisis en el dominio temporal

---

## ► Objetivos:

1. La distinción entre la respuesta transitoria y la permanente,
  2. Las señales de prueba.
  3. La influencia de la ubicación de los polos del polinomio característico con la respuesta del régimen transitorio.
- Respuesta temporal de un sistema LTI: respuesta transitoria y en régimen permanente

$$y(t) = y_{rt}(t) + y_{rp}(t)$$

## ► Solución de la homogénea y de la particular

Cartagena99

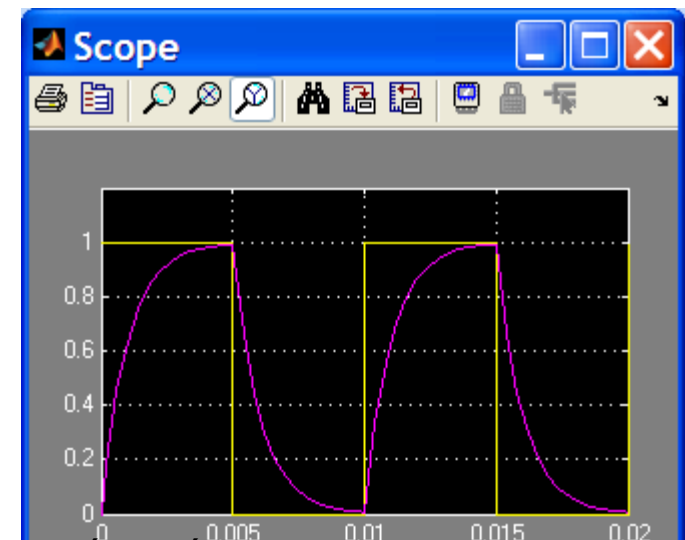
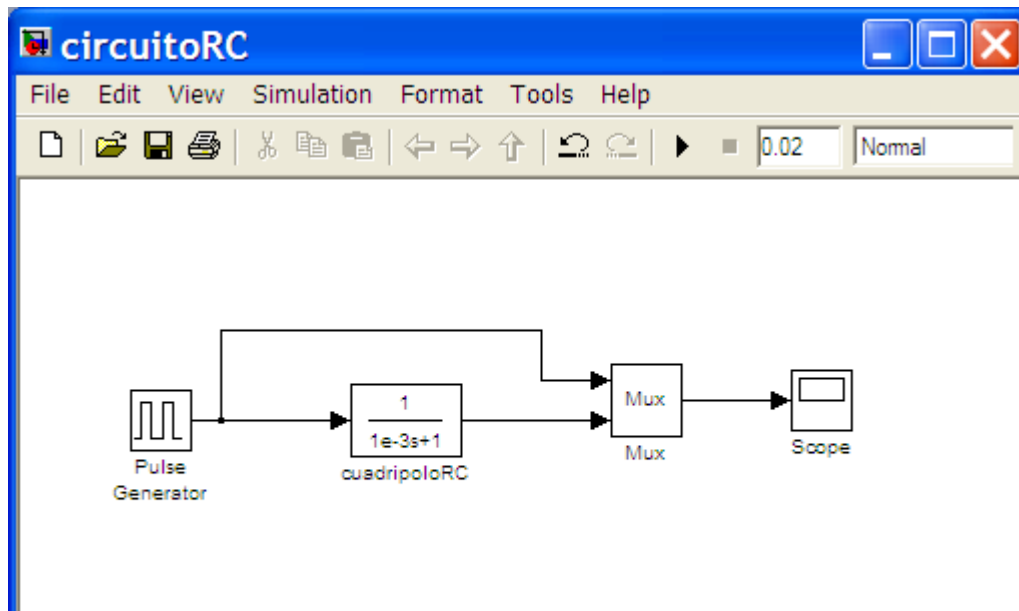
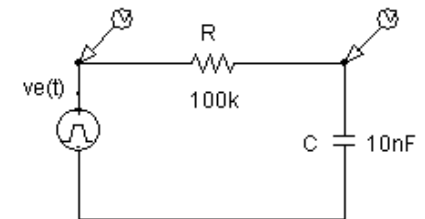
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Respuesta transitoria y permanente

- ▶ Transitorio: rapidez y amortiguamiento
- ▶ Permanente: estabilidad y precisión



Cartagena99

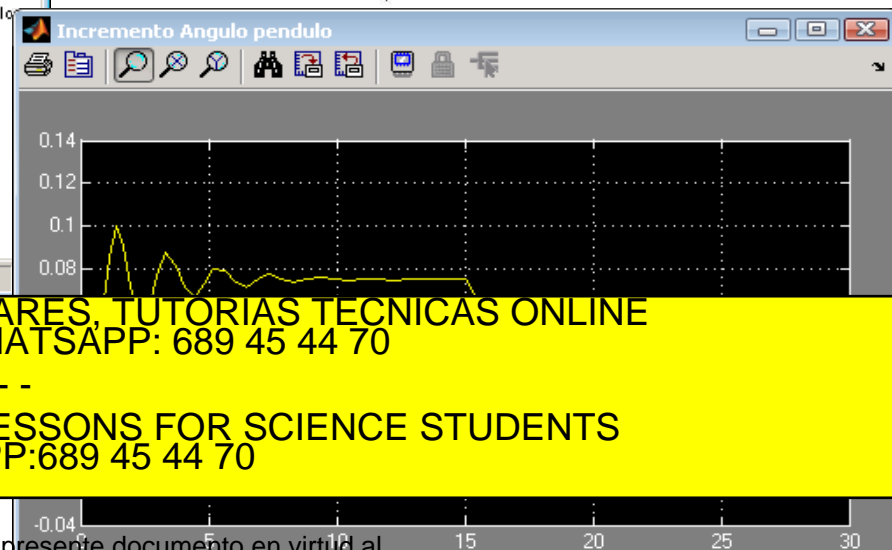
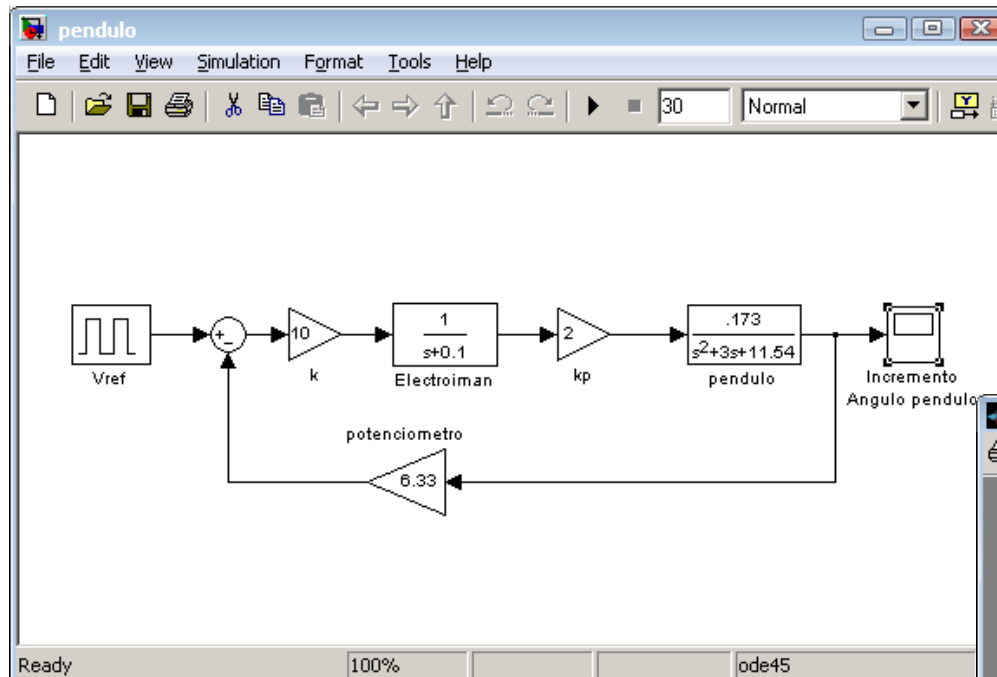
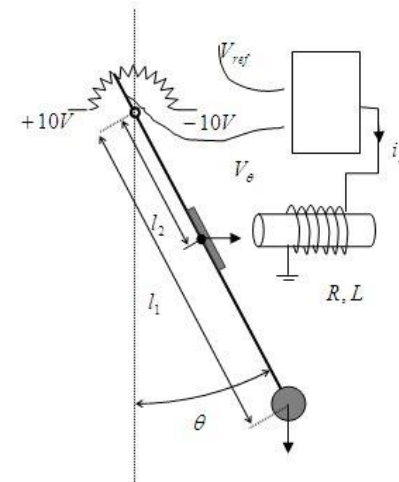
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Respuesta transitoria y permanente

- ▶ Transitorio: rapidez y amortiguamiento
- ▶ Permanente: estabilidad y precisión



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Señales de prueba (1/2)

---

- ▶ Normalmente, las entradas a las que van a ser sometidos los sistemas de control no se conoce con anticipación.
- ▶ Éstas pueden ser representadas mediante el truncamiento de la serie de Taylor para los términos superiores a segundo grado:

$$x(t) \cong x_0 + x_1 t + x_2 \frac{t^2}{2}$$

- ▶ Cuando el sistema es LTI y por aplicación del teorema de superposición, la respuesta ante una entrada compleja puede ser descompuesta en aquellas debidas a las señales de pruebas simples.

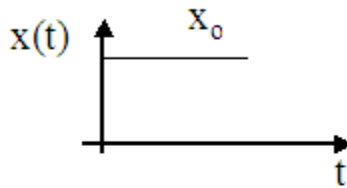
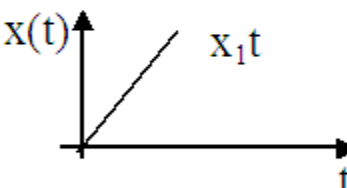
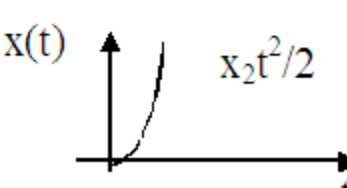
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Señales de prueba (2/2)

Gráfica	modelo temporal	Transformada de Laplace
	$x(t) = \begin{cases} x_0 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$	$x(s) = \frac{x_0}{s}$
	$x(t) = \begin{cases} x_1 t & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$	$x(s) = \frac{x_1}{s^2}$
	$x(t) = \begin{cases} x_2 \frac{t^2}{2} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$	$x(s) = \frac{x_2}{s^3}$

**Cartagena99**

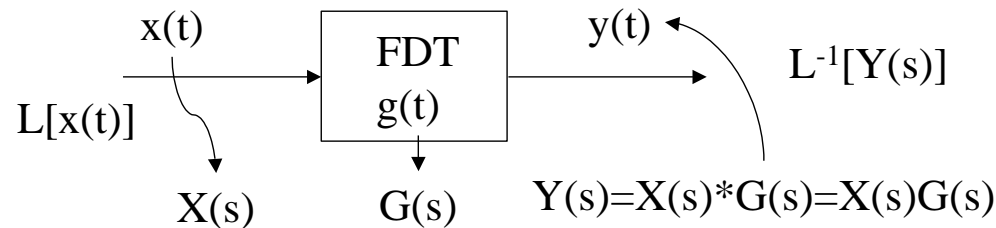
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Polinomio característico

Sea un sistema LTI cualquiera ante una entrada en escalón unitario.



$$G(s) = \frac{N(s)}{D(s)} = \frac{b_0 + b_1s + \dots + b_ms^m}{a_0 + a_1s + \dots + a_ns^n} \quad n \geq m$$

$$Y(s) = \frac{k_1}{s} + \sum_i \frac{k_i}{s + p_i} + \sum_j \frac{k_j s + L_j}{s^2 + 2\alpha_j s + \omega_{n,j}^2}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

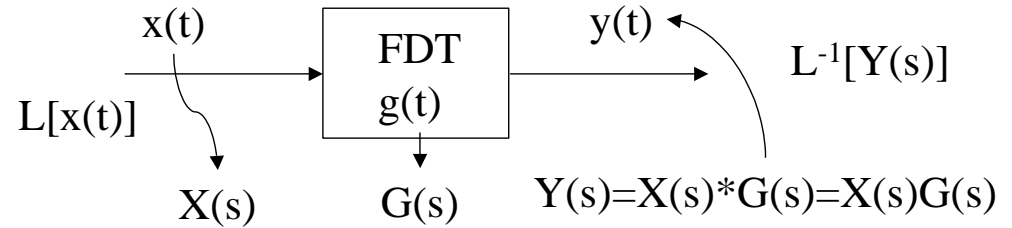
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Respuesta temporal dependiendo de los polos (1 / 3)

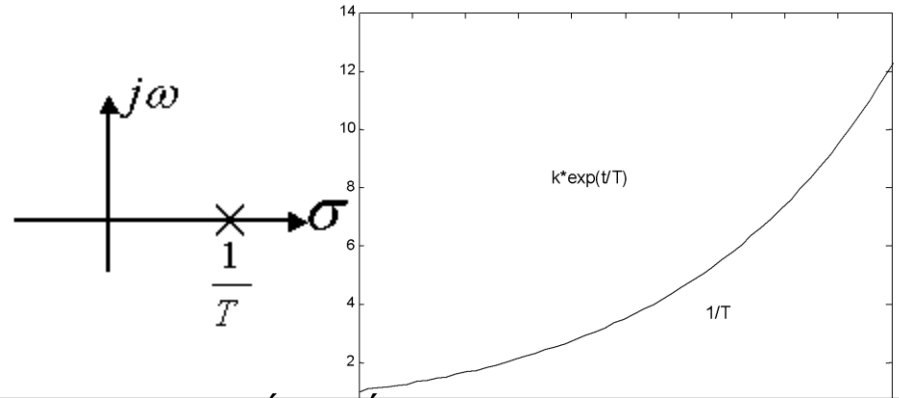
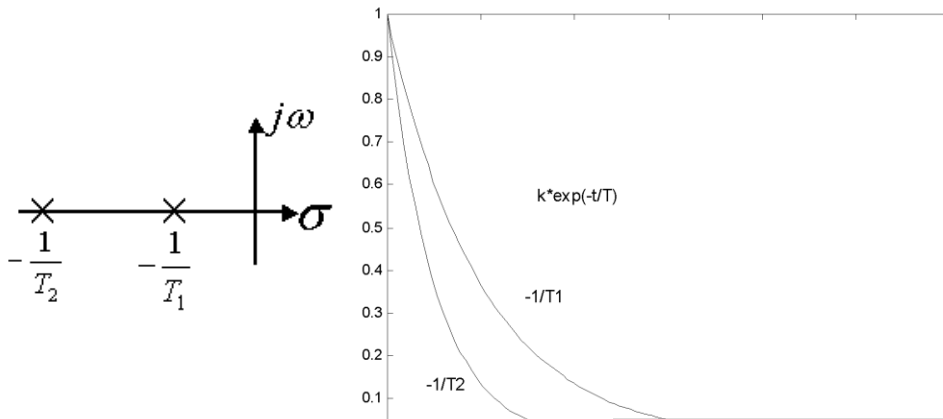
$$Y(s) = \frac{k_1}{s} + \sum_i \frac{k_i}{s + p_i} + \sum_j \frac{k_j s + L_j}{s^2 + 2\alpha_j s + \omega_{n,j}^2}$$

$$y(t) = k_1 + \sum_i k_i e^{-p_i t} + \sum_j L_j M_j e^{-\alpha_j t} \text{sen}\left(\sqrt{\omega_{n,j}^2 - \alpha_j^2} \cdot t + \vartheta_j\right)$$



ESTABLE

INESTABLE



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

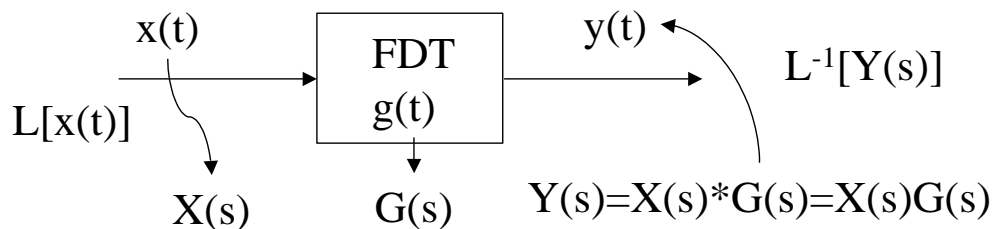
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# Respuesta temporal dependiendo de los polos (2/3)

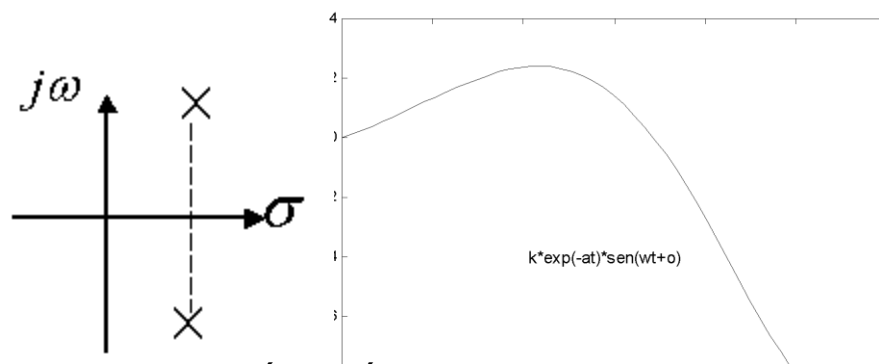
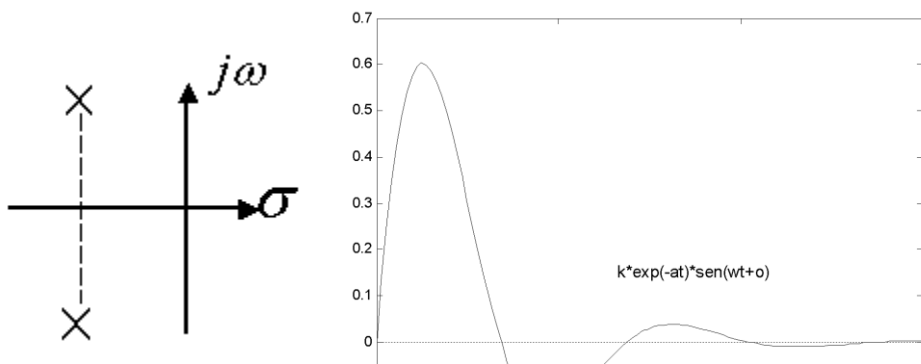
$$Y(s) = \frac{k_1}{s} + \sum_i \frac{k_i}{s + p_i} + \sum_j \frac{k_j s + L_j}{s^2 + 2\alpha_j s + \omega_{n,j}^2}$$

$$y(t) = k_1 + \sum_i k_i e^{-p_i t} + \sum_j L_j M_j e^{-\alpha_j t} \text{sen}\left(\sqrt{\omega_{n,j}^2 - \alpha_j^2} \cdot t + \vartheta_j\right)$$



ESTABLE

INESTABLE



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

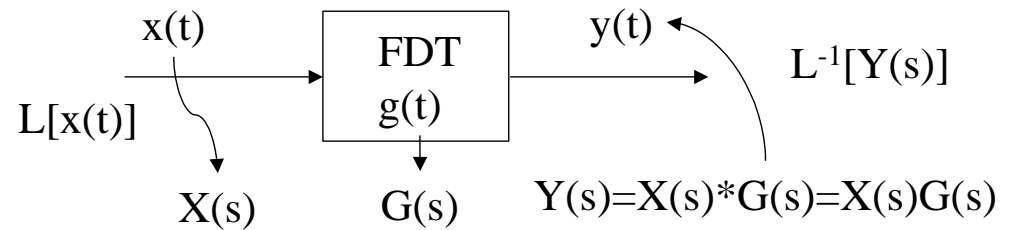
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

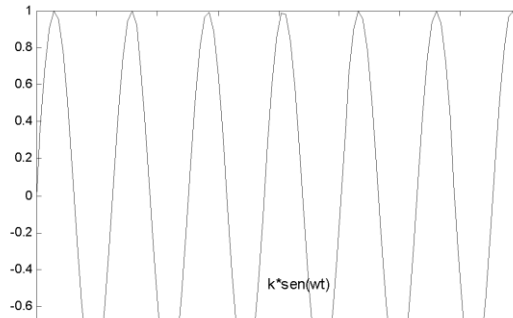
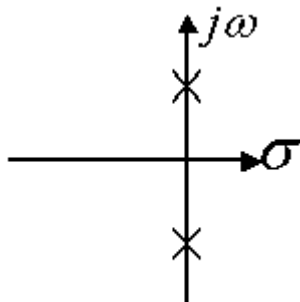
# Respuesta temporal dependiendo de los polos (2/3)

$$Y(s) = \frac{k_1}{s} + \sum_i \frac{k_i}{s + p_i} + \sum_j \frac{k_j s + L_j}{s^2 + 2\alpha_j s + \omega_{n,j}^2}$$

$$y(t) = k_1 + \sum_i k_i e^{-p_i t} + \sum_j L_j M_j e^{-\alpha_j t} \text{sen}\left(\sqrt{\omega_{n,j}^2 - \alpha_j^2} \cdot t + \vartheta_j\right)$$



## CRÍTICAMENTE ESTABLE



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99