

PRÁCTICA 8. TEORÍA DE CIRCUITOS

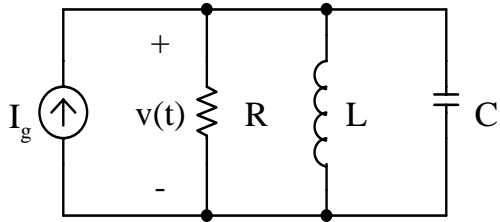
ANÁLISIS DE UN CIRCUITO RLC PARALELO Y UN CIRCUITO RLC CON OTRA CONFIGURACIÓN

OBJETIVOS

- Saber realizar un análisis paramétrico en Orcad/Pspice.
- Saber elegir cuales son las mejores opciones de simulación en un circuito transitorio de segundo orden.
- Observar la importancia de los transitorios de segundo orden en la transmisión de señales digitales.
- Comprobar el correcto comportamiento teórico del circuito mediante los resultados de la simulación.

CIRCUITO RLC PARALELO

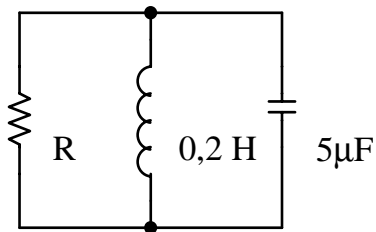
Respuesta natural



- Ecuación característica: $r^2 + 2\alpha r + \omega_0^2 = 0$ $\alpha = \frac{1}{2RC}$ $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
- Soluciones de la ecuación característica: $s_{1,2} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$

- Distintos tipos de soluciones:
 - Sobreamortiguada: $\alpha > \omega_0$; $v(t) = Ae^{s_1 t} + Be^{s_2 t}$
 - Amortiguamiento crítico: $\alpha = \omega_0$; $v(t) = (At + B)e^{-\alpha t}$
 - Subamortiguada: $\alpha < \omega_0$; $v(t) = e^{-\alpha t} [A \cos \omega_d t + B \sin \omega_d t]$
 $\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$

Ejemplo:



Para amortiguamiento crítico

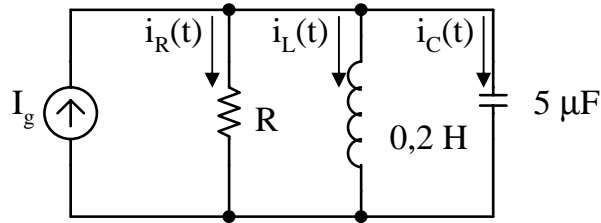
$$\alpha = \omega_0; \quad R = \sqrt{\frac{L}{4C}} = 100\Omega$$

- Sobreamortiguada: $R < 100\Omega$; $R = 50\Omega$
- Amortiguamiento crítico: $R = 100\Omega$
- Subamortiguada: $R > 100\Omega$; $R = 200\Omega$

Respuesta forzada

$$R = 50\Omega, 100\Omega, 200\Omega \rightarrow V(\infty) = 0$$

Intensidades iniciales en R y C



$$I_g = 15 \text{ A}$$

$$i_L(0^+) = 1 \text{ A}; \quad v(0^+) = v_C(0^+) = 500 \text{ V}$$

Condiciones iniciales

$$R = 50\Omega \rightarrow i_R(0^+) = \frac{v_C(0^+)}{50} = 10 \text{ A}; \quad i_C(0^+) = 4 \text{ A}$$

$$R = 100\Omega \rightarrow i_R(0^+) = \frac{v_C(0^+)}{100} = 5 \text{ A}; \quad i_C(0^+) = 9 \text{ A}$$

$$R = 200\Omega \rightarrow i_R(0^+) = \frac{v_C(0^+)}{200} = 2,5 \text{ A}; \quad i_C(0^+) = 11,5 \text{ A}$$

Circuitos a simular

→ **1ª simulación:** Circuito RLC paralelo con fuente de intensidad de corriente continua (fuente Idc): el parámetro IC del condensador debe estar en -500 V y el de la bobina en -1 A.

En esta simulación se analiza la respuesta natural anulando la fuente de intensidad (poner el parámetro IDC en cero)

Opciones de simulación

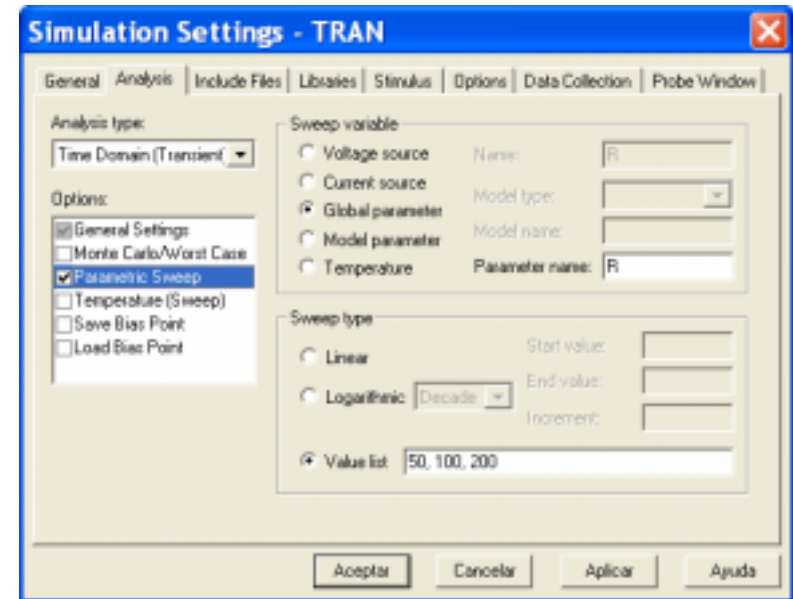
Tipo de análisis: **Transient**. Completar los campos, **Run to Time** y **Maximum Step Size**

Marcar la casilla **SKIPBP**.

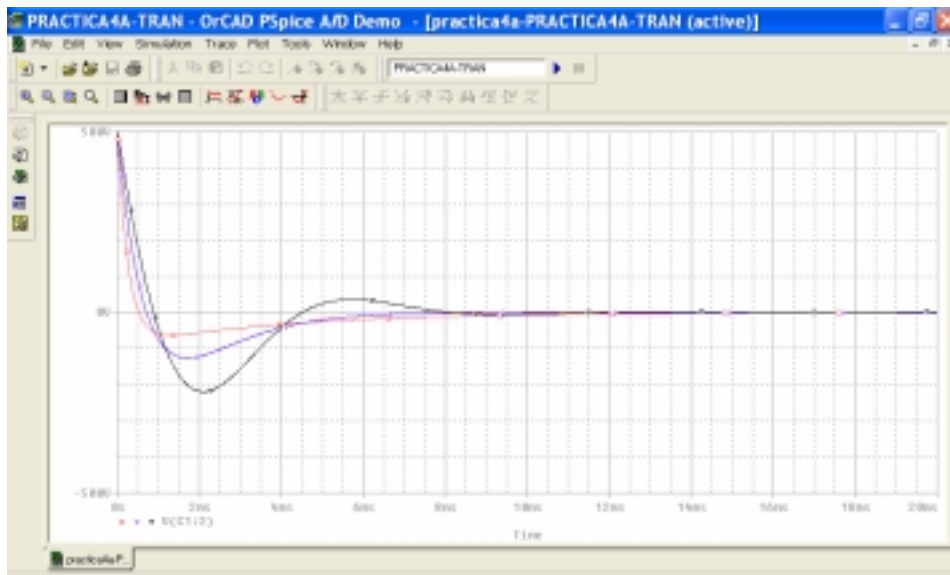
Realizar un análisis paramétrico, completar las opciones de la ventana de la derecha.

Completar el análisis paramétrico con **Place Optimizer Parameters** del menú **Pspice**.

Representar la tensión con un marcador de tensión



Resultados y trabajo en Probe

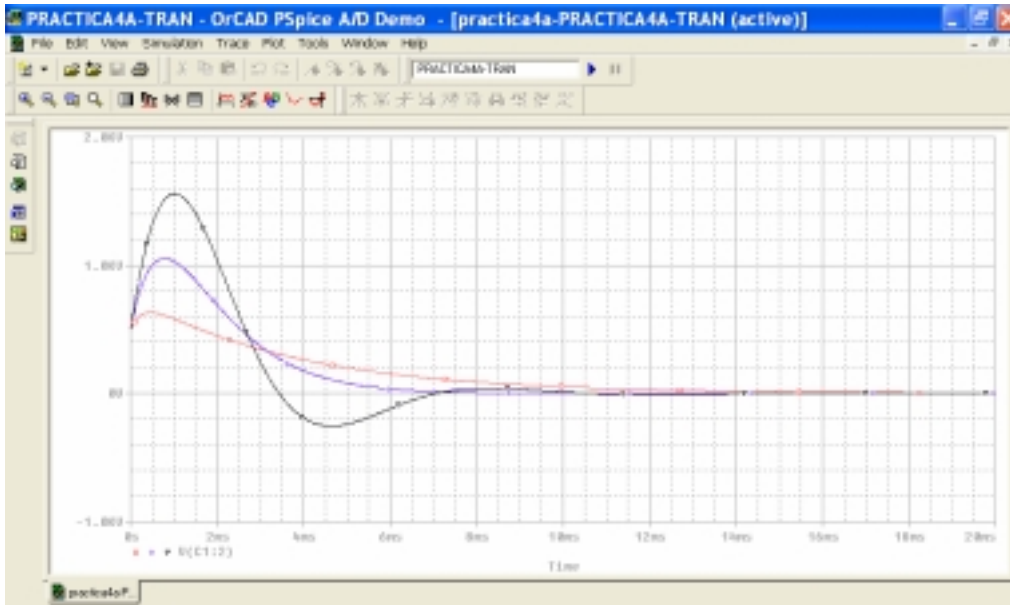


- Cambiar la escala del eje del tiempo para la visualización correcta de las curvas
- Identificar las curvas por el tipo de respuesta

Subamortiguamiento → Color: _____
Amortiguamiento crítico → Color: _____
Sobreamortiguamiento → Color: _____

→ **2ª simulación:** se va a analizar la respuesta completa. poner el parámetro **IDC** de la fuente de intensidad en 15 A

Resultados y trabajo en Probe



Curvas de la tensión

- Cambiar la escala del eje del tiempo para la visualización correcta de las curvas

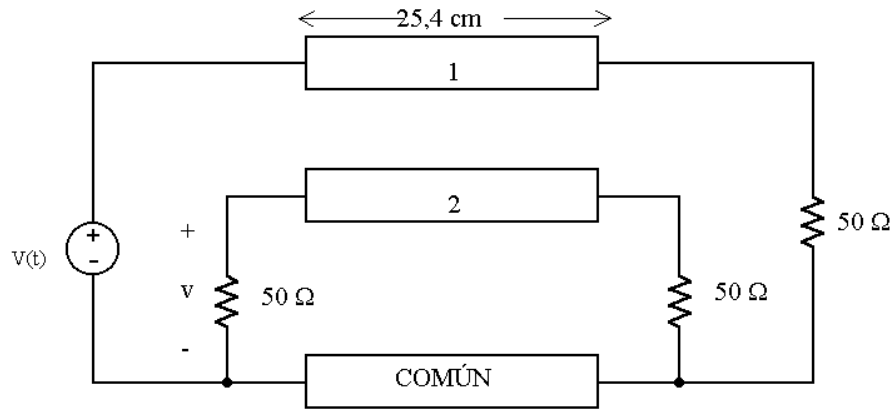
- Curvas de las intensidades: borrar las curvas de la tensión y añadir a la gráfica las curvas de la intensidad en la resistencia, inductancia y condensador.
- Medir utilizando los cursores los valores iniciales de la intensidad en la resistencia y condensador.

Sobreamortiguamiento	→ R = 50	→ $i_R(0) = \underline{\hspace{2cm}}$	$i_C(0) = \underline{\hspace{2cm}}$
Amortiguamiento crítico	→ R = 100	→ $i_R(0) = \underline{\hspace{2cm}}$	$i_C(0) = \underline{\hspace{2cm}}$
Subamortiguamiento	→ R = 200	→ $i_R(0) = \underline{\hspace{2cm}}$	$i_C(0) = \underline{\hspace{2cm}}$

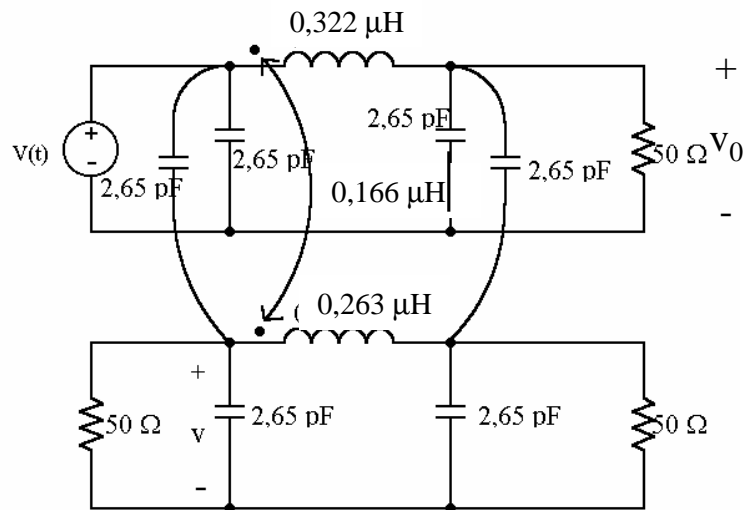
ACOPLAMIENTO EN CIRCUITOS DIGITALES

Se estudia en esta práctica los fenómenos transitorios que tienen como origen la interacción entre caminos conductores cercanos.

El acoplamiento entre esos conductores puede inducir una tensión indeseada.



Configuración física de dos pistas de una PCB



Circuito equivalente de la configuración anterior

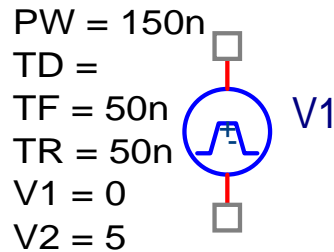
Se considera una parte de un circuito impreso donde se tienen tres pistas de cobre, dos de señal y una de referencia, todas en el mismo plano

El acoplamiento entre las pistas se ha modelado a través de dos condensadores en los extremos (acoplamiento capacitivo) y de un acoplamiento magnético de inductancia mutua de $0,116 \mu\text{H}$ (acoplamiento inductivo).

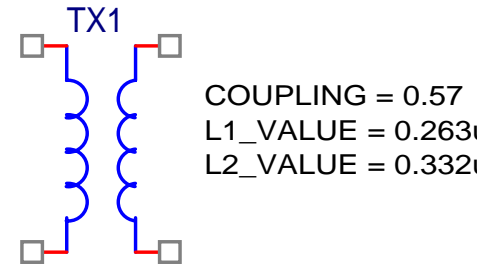
Para la simulación se va a aplicar una señal digital constituida por un pulso trapezoidal de 5 V de amplitud y 50 ns para los tiempos de subida y bajada

→ **3ª simulación:** circuito equivalente de dos pistas de una PCB

- Elementos: fuente de tensión pulsante **Vpulse**, dos bobinas acopladas **Xfr_linear**.



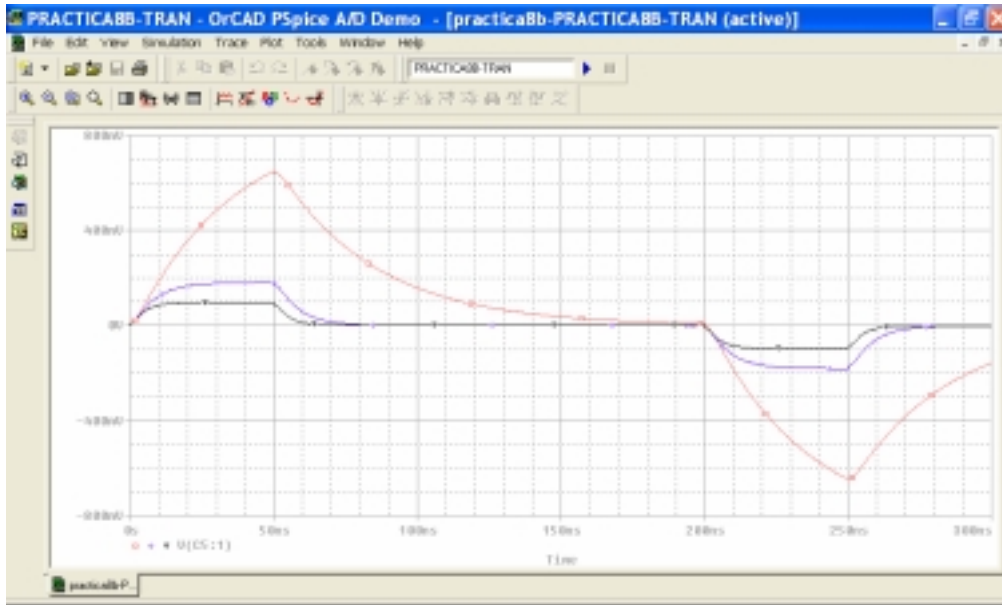
Parámetros de la fuente pulsante



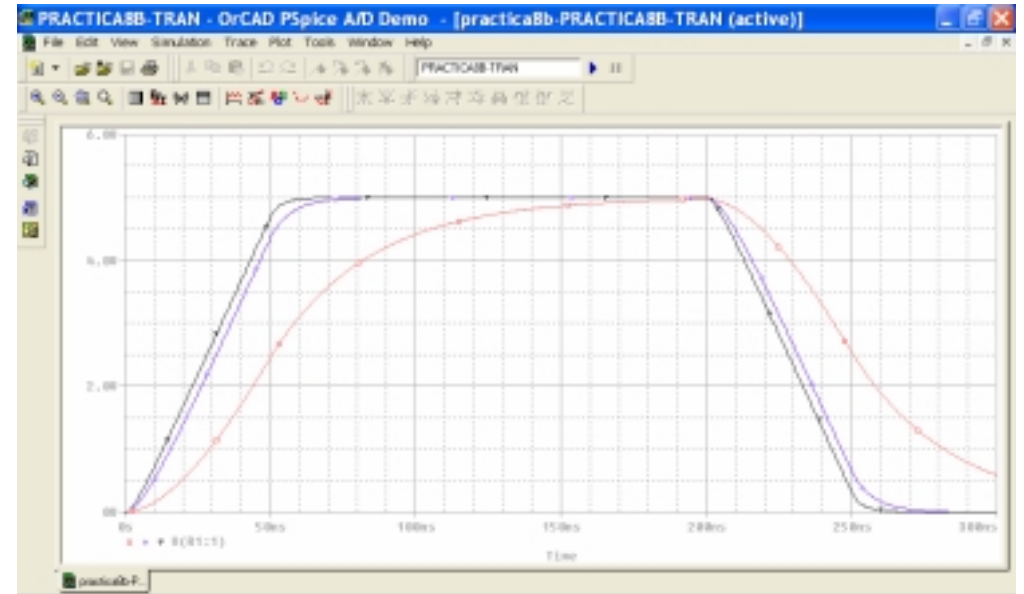
Parámetros de las bobinas acopladas

- Tipo de simulación: **Transient** Elegir los valores más adecuados de Run to **Time**, y **Max Step Size** para visualizar de forma correcta los gráficos.
- Hay que marcar la casilla **SKIPBP**.
- Realizar un análisis paramétrico. **Dar tres valores a la resistencia de la pista 1, esto es, 10 Ω , 50 Ω y 100 Ω**
- Colocar un marcador de tensión para representar las tensiones $v(t)$ y $v_0(t)$.

Resultados y trabajo en Probe



Curvas de la tensión $v(t)$



Curvas de la tensión $v_0(t)$

- Medir utilizando los cursores los valores máximos de la tensión $v(t)$

$$R = 10 \quad \rightarrow \quad v(\max) = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R = 50 \quad \rightarrow \quad v(\max) = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R = 100 \quad \rightarrow \quad v(\max) = \underline{\hspace{2cm}}$$