

TEORIA DE CIRCUITOS

TEMA 3. RESPUESTA TRANSITORIA EN CIRCUITOS LINEALES

Josep Lluís Rosselló. Marzo 2011

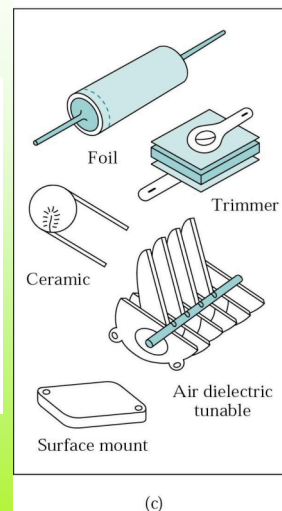
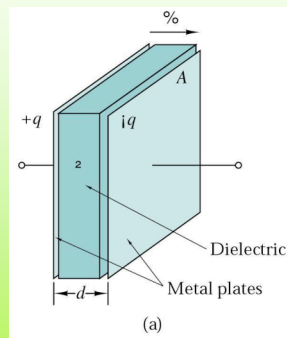
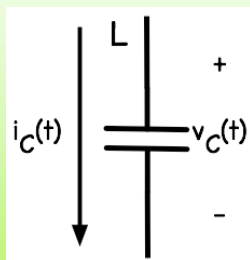
3.- Respuesta transitoria

- El Condensador
- El circuito RC
- La Bobina
- El circuito RL
- Circuito RLC
- La transformada de Laplace
- Resolución de circuitos en el espacio-s

Introducción

- Circuitos con condensadores y bobinas:
 - Se tratan de circuitos lineales
 - Utilizaremos los mismos métodos que los utilizados con los circuitos resistivos

Condensador

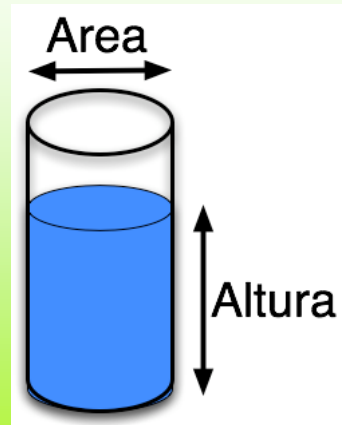


Idea intuitiva de condensador

- Recipiente: propiedades

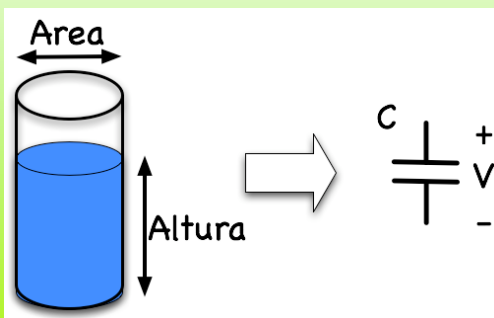
- Area del recipiente
- Volumen de agua
- Altura del agua

$$\text{Volumen} = \text{Area} \times \text{Altura}$$



Condensador

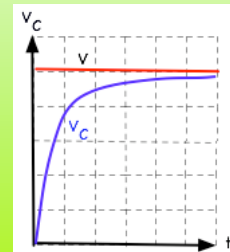
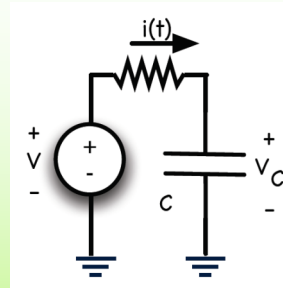
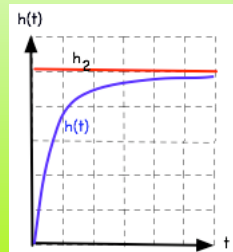
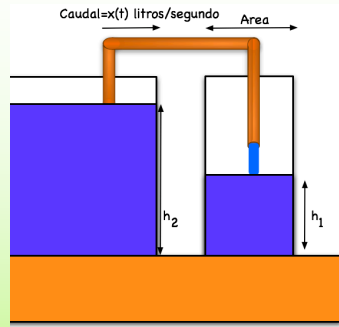
Caudal =>	Intensidad
Altura=>	Voltaje
Area de la base =>	Capacidad
Volumen de agua =>	Carga



$$\text{Vol} = \text{Área} \times \text{Altura}$$

$$Q = C \times V$$

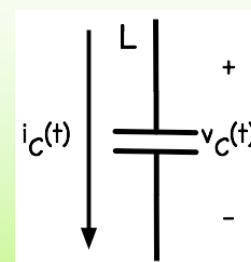
Circuito RC



Condensador

• Propiedades

- Almacena carga
- Almacena energía en forma de campo eléctrico
- Si recibe corriente almacena energía
- Al proporcionar corriente devuelve la energía almacenada



Carga almacenada = Capacidad x Voltaje

Incremento de carga = Capacidad x Incremento de Voltaje

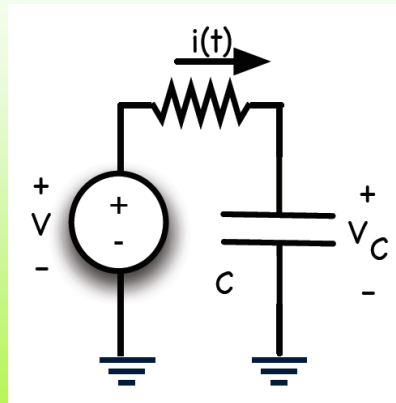
$$i(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \frac{CdV}{dt}$$

Proceso de Carga

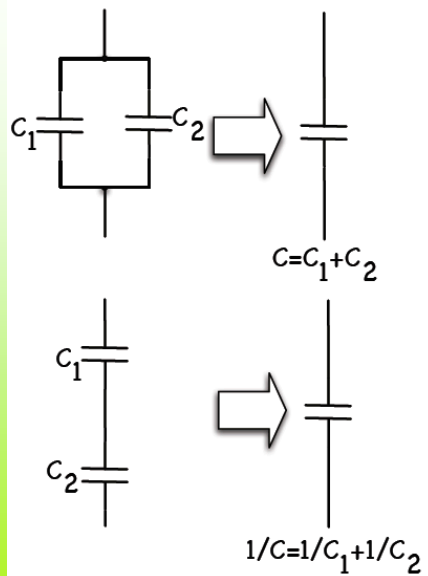
$$Q = C \cdot V$$

$$i(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = C \frac{dV(t)}{dt}$$

$$V(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt$$



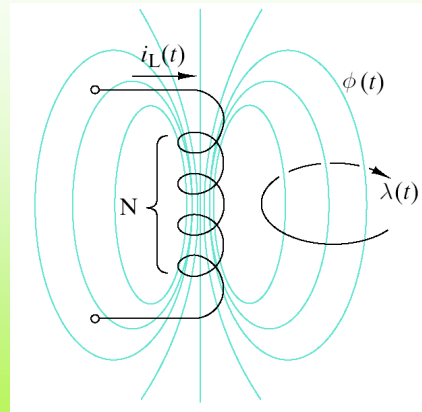
Asociación de condensadores



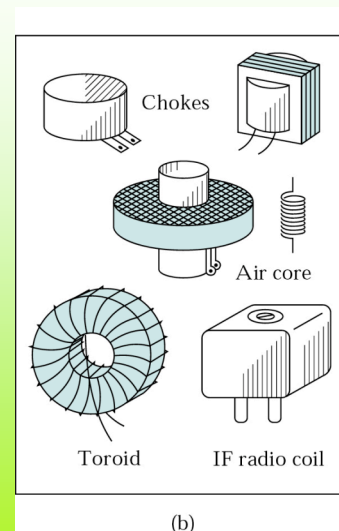
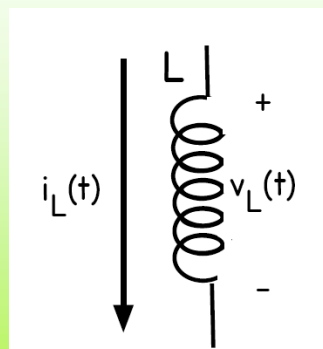
Bobina

- Cable metálico enrollado alrededor de un núcleo metálico
 - Creación de campo magnético interno
 - Almacena energía magnética
 - Relación i-v

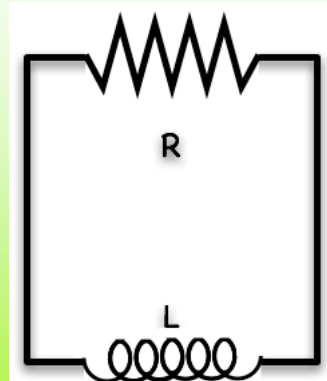
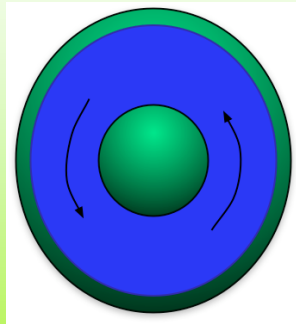
$$V_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$$



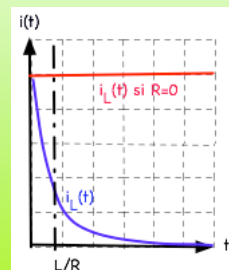
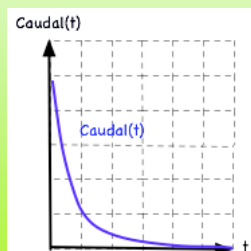
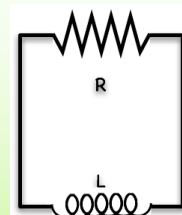
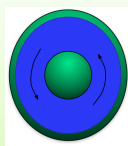
Bobina



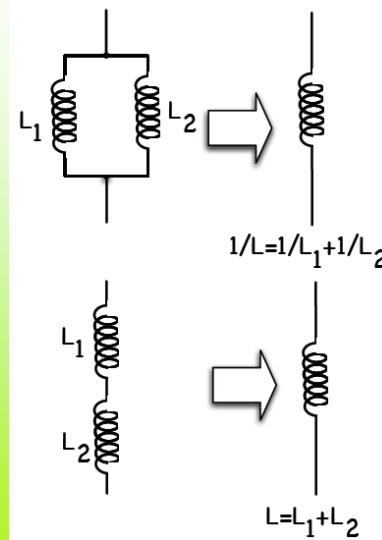
Bobina: Idea intuitiva



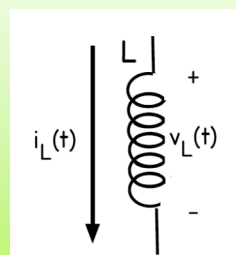
Bobina: Idea intuitiva



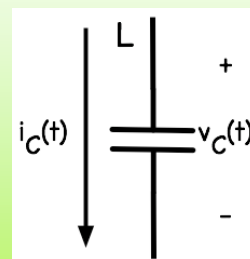
Asociación de bobinas



Resumen de ecuaciones



$$V_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$$

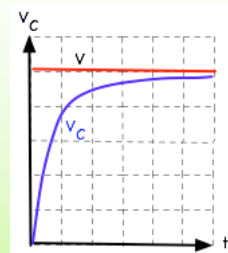
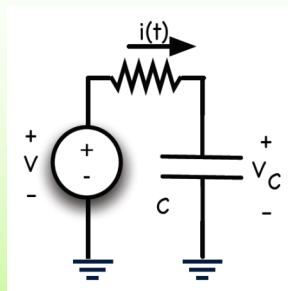


$$i_C(t) = C \frac{dV_C}{dt}$$

Ecuaciones temporales

- Circuitos con Resistencias, Condensadores y Bobinas:
 - Tensiones y corrientes variables $v(t)$, $i(t)$
 - Definidos por ecuación diferencial
- Resolución de circuitos
 - Obtención de la ecuación diferencial
 - Resolución

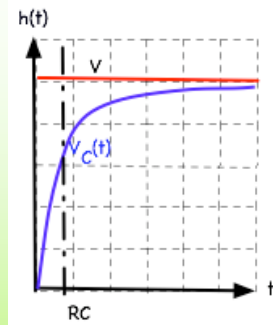
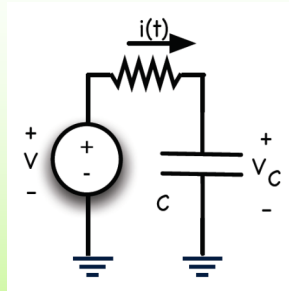
Circuito RC



Ecuación diferencial $\Rightarrow$
$$i(t) = C \frac{dV_C(t)}{dt} = \frac{V - V_C(t)}{R} \quad V_C(t=0) = 0$$

Solución $\Rightarrow$
$$V(t) = V(1 - e^{-t/RC})$$

Proceso de Carga



Solución =>

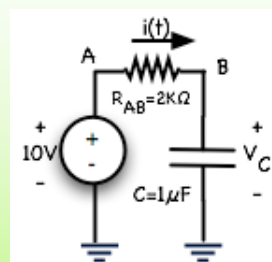
$$V(t) = V(1 - e^{-t/RC})$$

Tiempo característico
en variar un 64% =>

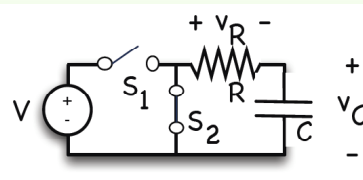
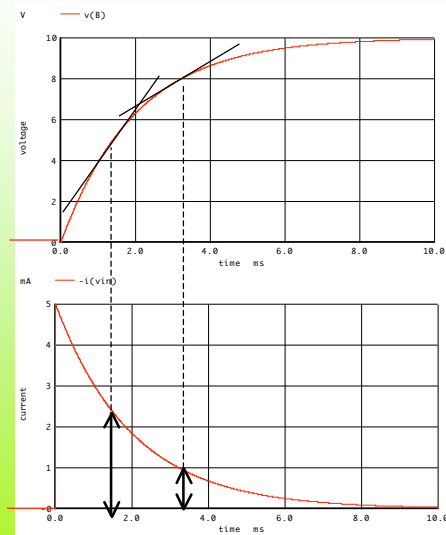
$$t = RC \Rightarrow V(RC) = V(1 - 1/e)$$

Simulación SPICE

```
CIRCUIT RC
VIN A 0 DC 10
RAB A B 2K
CX B 0 1u
.IC V(B)=0
.PRINT TRAN V(B) I(VIN)
.TRAN 10u 10m UIC
.END
```



Resultado de la simulación



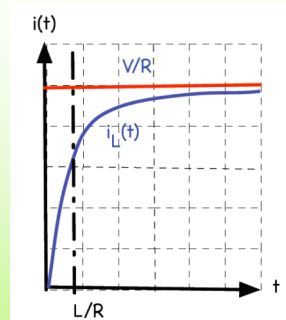
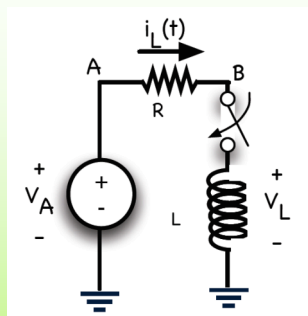
$$i(t) = C \frac{dV(t)}{dt}$$

$$R = 2k\Omega \quad C = 1\mu F$$

$$V = 10V$$

$$RC = 2ms$$

Circuito RL



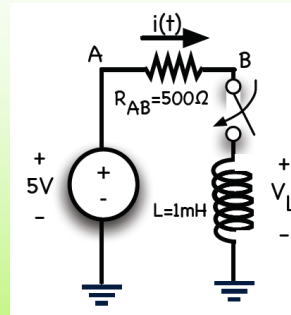
Ecuación diferencial $\Rightarrow i_L(t) = \frac{V_A - V_L(t)}{R} = \frac{V_A}{R} - \frac{L}{R} \frac{di_L(t)}{dt} \quad i_L(t=0) = 0$

Solución $\Rightarrow i_L(t) = \frac{V_A}{R} (1 - e^{-Rt/L})$

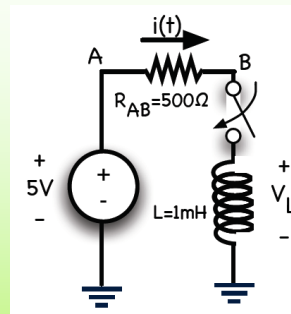
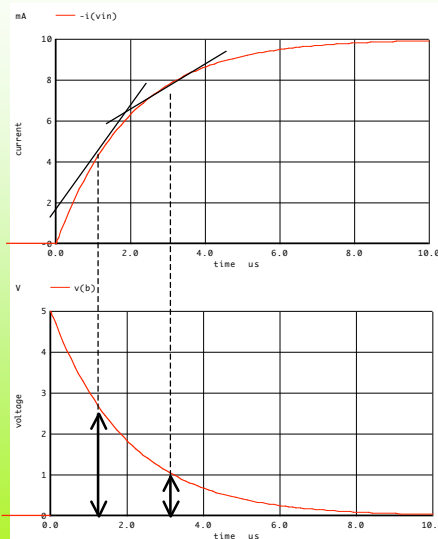
Simulación SPICE

```

CIRCUIT RL
VIN A 0 DC 5
RAB A B 0.5K
LX B 0 1m
.IC V(B)=5
.PRINT TRAN V(B) I(VIN)
.TRAN 0.1u 10u UIC
.END
    
```



Resultado de la simulación



$$V_L(t) = C \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$L/R = 2\mu s$$