

# Tema 0: Introducción

---

## 1. Introducción general

1.1. Sistemas de potencia

1.2. Aplicaciones

1.3. Clasificación de los sistemas de potencia

## 2. Elementos de los sistemas de potencia

2.1. Interruptores controlados

2.2. Condensadores

2.3. Inductancias

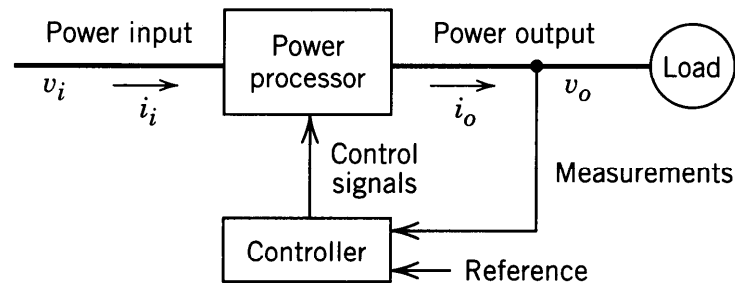
2.4. Circuito LC

## 1.1. Sistemas de potencia

### Concepto Electrónica de Potencia

- Control del flujo de la energía eléctrica (no información)
- Funciones de almacenamiento y manipulación de la señal (energía)
- Niveles de señal

### Esquema de un sistema de potencia

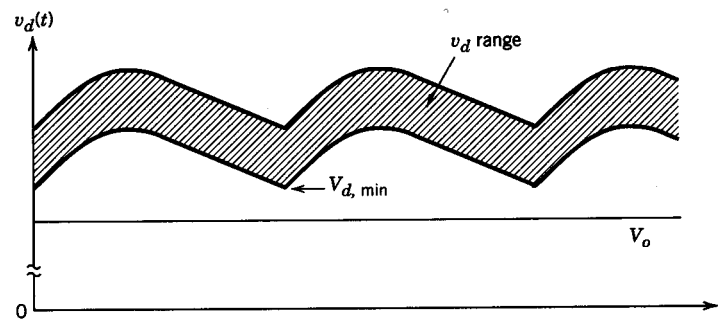
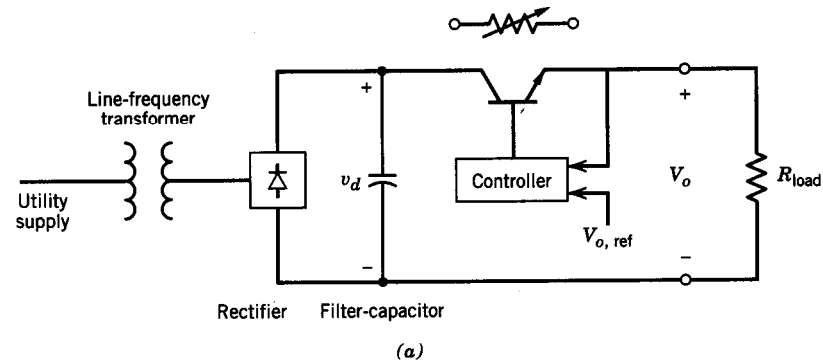


**Figure 1-1** Block diagram of a power electronic system.

**Eficiencia** 
$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{P_{OUT}}{P_{OUT} + P_{LOSS}}$$

Introducción de técnicas y soluciones para cumplir este objetivo (transformadores alta frecuencia, operación de dispositivos como interruptores, elementos que idealmente no disipan energía)

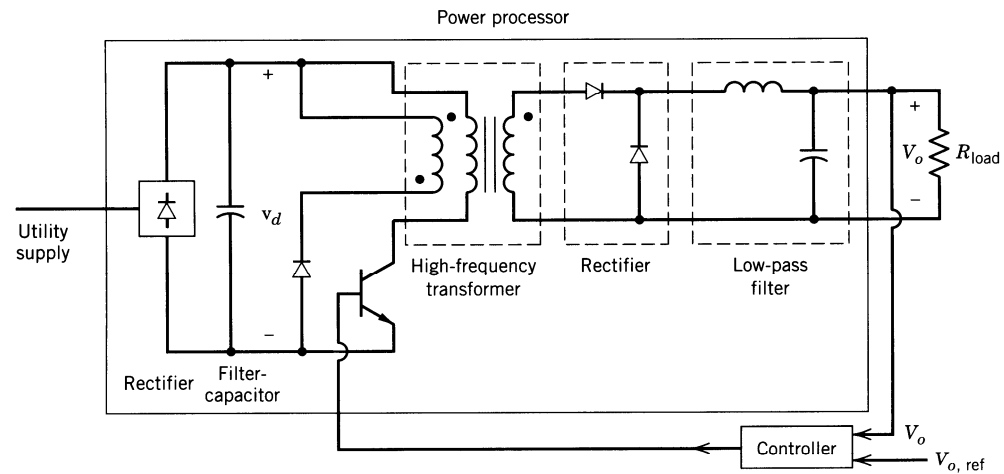
# Linear Power Supply



(b)

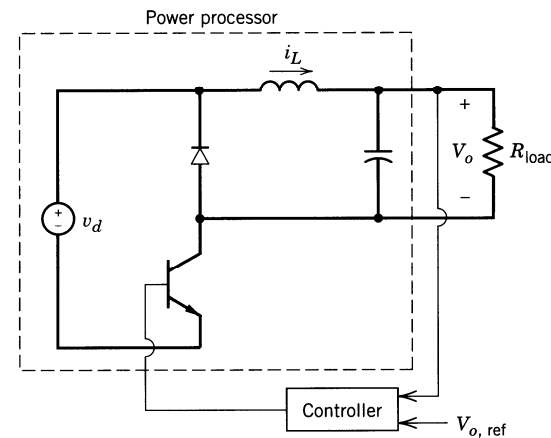
- Series transistor as an adjustable resistor
- Low Efficiency
- Heavy and bulky

# Switch-Mode Power Supply



(a)

- Transistor as a switch
- High Efficiency
- High-Frequency Transformer



(b)

Figure 1-3 Switch-mode dc power supply.

## 1.2. Aplicaciones

- Fuentes de alimentación eficientes para equipos portátiles (móviles): Eficiencia, tamaño, elevación de tensión a partir de baterías.
- Fuentes de alimentación para computadores y electrónica integrada: Baja tensión, alta potencia, distintos niveles de tensión.
- Conversión de energía en sistemas de energías alternativas (paneles fotovoltaicos, eólica).
- Aplicaciones en transporte: alimentaciones y carga en vehículos eléctricos, elementos de control de potencia.
- Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), (*UPS, Uninterruptible power supplies*).
- Control de motores y otros equipos industriales.
- Transmisión de corriente eficiente a alta tensión para maquinaria.

## 1.3. Clasificación de los sistemas de potencia

Clasificación en función del tipo de señales de entrada y salida (DC, AC, magnitud y/o frecuencia regulable).

### **Etapas básicas (Convertidores):**

AC → DC (Rectificador)

DC → AC (Inversor)

DC → DC

AC → AC

## 2.1. Interruptores controlados

### Dispositivos

Diodos, Transistores (BJT, MOSFET, IGBT), Tiristores (Diodo Shockley, SCR, DIAC, TRIAC) , Tiristores GTO.

### Características

#### *Voltage rating:*

Máxima tensión instantánea que puede bloquear en estado *off*.

#### *Current rating:*

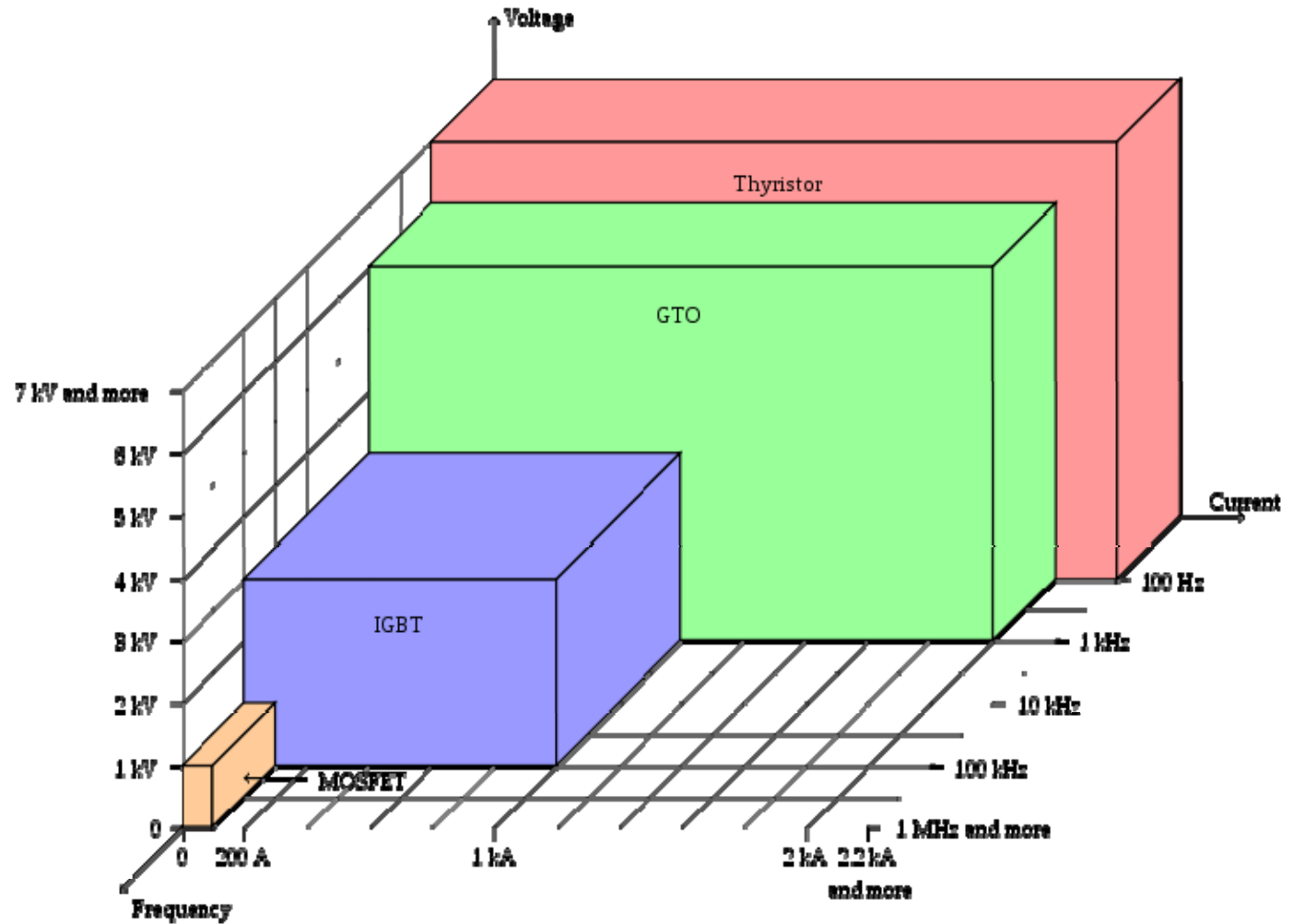
Máxima corriente (instantánea, promedio, rms) que puede circular por el dispositivo en estado *on*.

#### *On-State Voltage:*

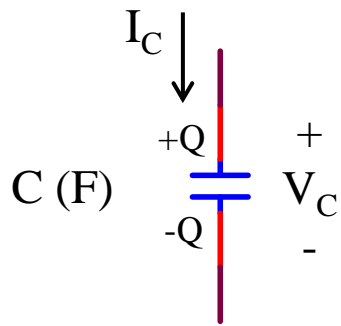
Caída de tensión en estado *on*

#### *Switching speed:*

Velocidad de transición entre los estados *on* y *off*.



## 2.2. Condensadores



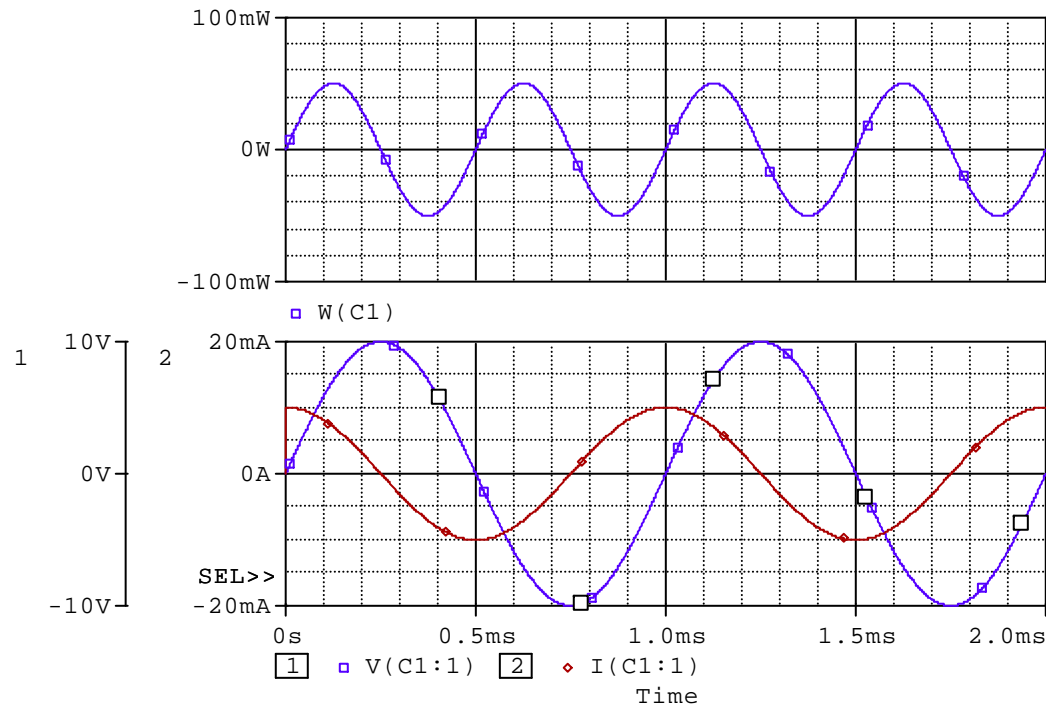
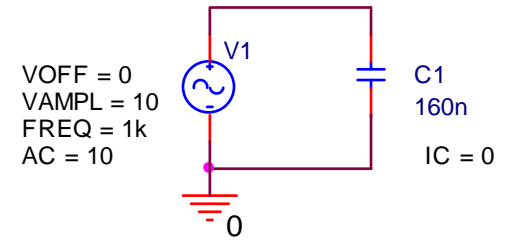
$$Q = CV_C$$

$$Z = \frac{1}{j\omega C}$$

$$I_C = \frac{dQ}{dt} = C \frac{dV_C}{dt}$$

$$Z = \frac{1}{sC} \quad (\text{Laplace})$$

$$V_C = \frac{1}{C} \int I_C dt \quad (\text{Promedio } I_C \text{ nulo en estado estacionario})$$



$I$  adelantada  $\pi/2$  con respecto a  $V$  (desfase  $+\pi/2$ ).

Potencia media disipada nula.

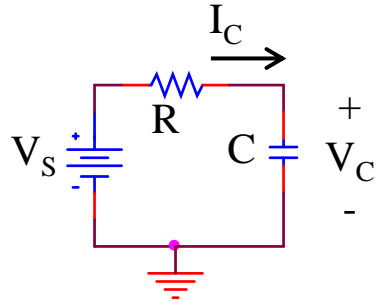
Almacenamiento de energía cuando  $|V|$  crece y devolución de energía cuando disminuye

$$U = \frac{1}{2} CV^2$$

## 2.2. Condensadores

### Carga y descarga de un condensador

#### Fuente de tensión



$$V_S = I_C(t)R + V_C(t) = CR \frac{dV_C(t)}{dt} + V_C(t)$$

Solución general:  $V_C(t) = Ae^{-t/\tau} + V_S \quad \tau = RC$

Condición inicial:  $V_C(t=0) = V_0$

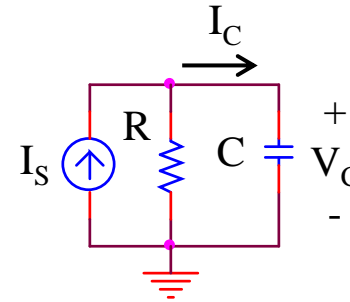
También se cumple  $V_C(t \rightarrow \infty) = V_S \quad (I_C = 0)$

$$V_C(t) = (V_0 - V_S)e^{-t/\tau} + V_S$$

$$I_C(t) = \frac{(V_S - V_0)}{R} e^{-t/\tau}$$

Peligro cortocircuitar un condensador cargado

#### Fuente de corriente

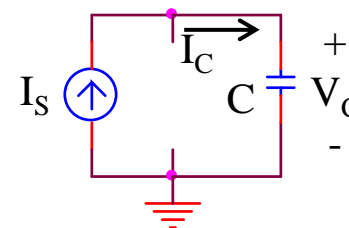


Equivalencia Thévenin-Norton:  $V_S = I_S R$

$$V_C(t) = (V_0 - I_S R)e^{-t/\tau} + I_S R$$

$$I_C(t) = \frac{(I_S R - V_0)}{R} e^{-t/\tau}$$

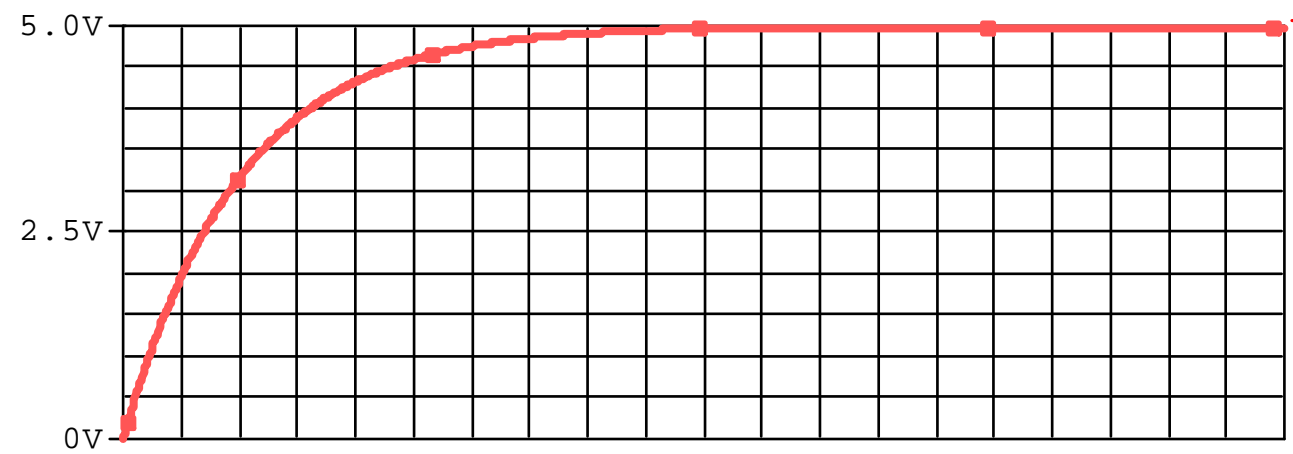
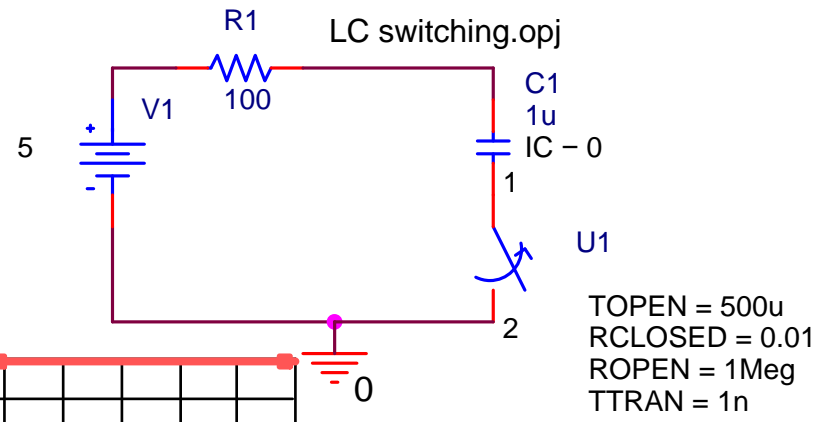
#### Corriente constante



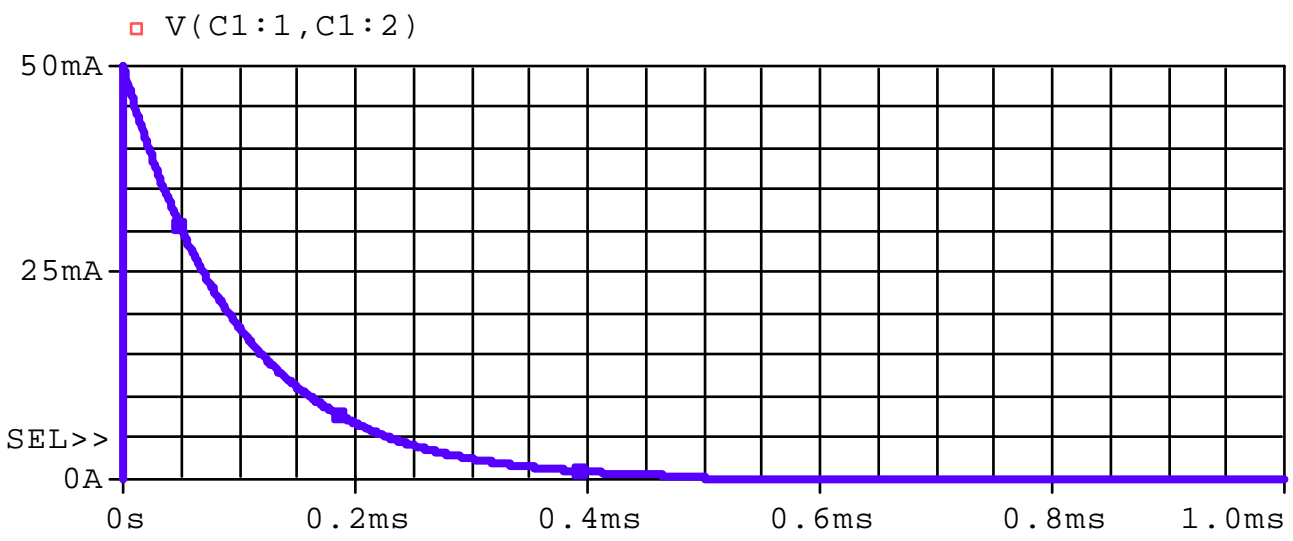
$$V_C = \frac{1}{C} \int I_S dt = \frac{I_S}{C} t + V_0$$



## 2.2. Condensadores (carga y circuito abierto)



**Tensión**



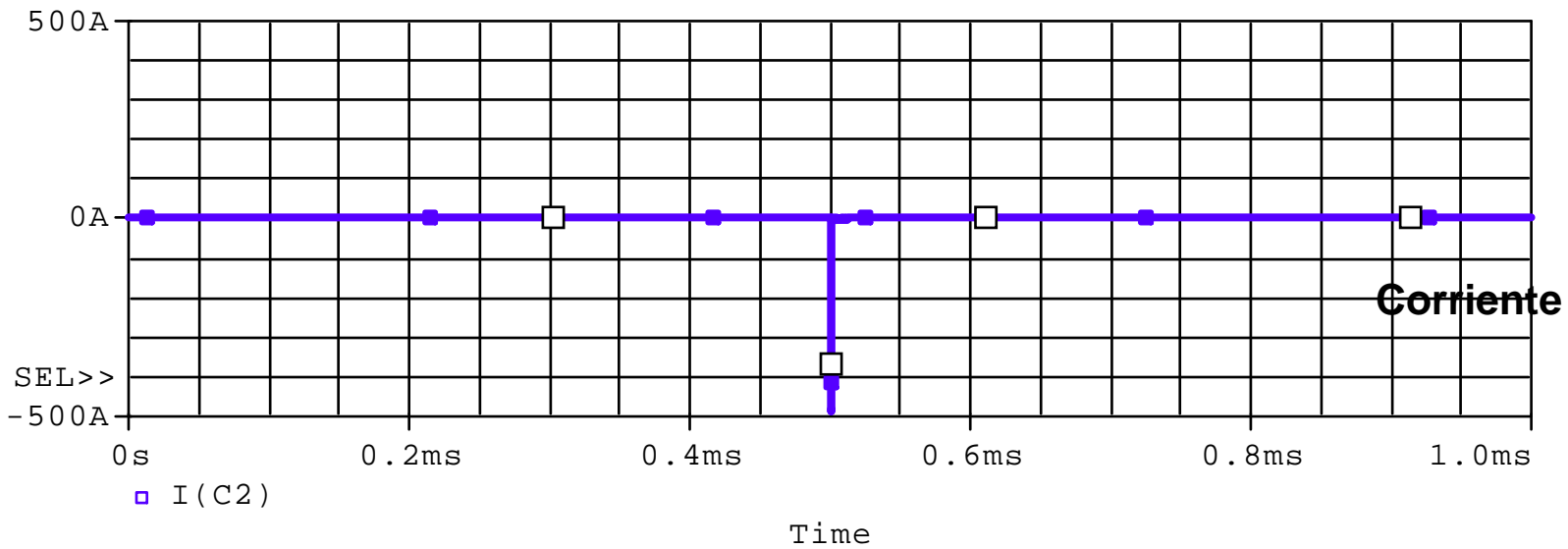
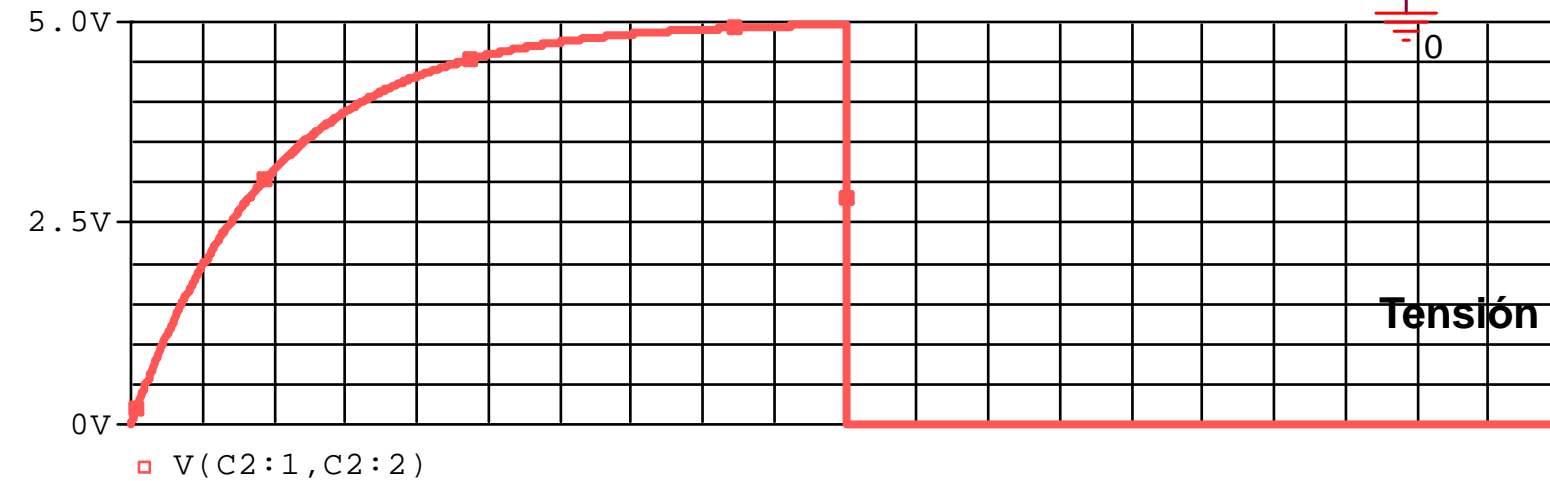
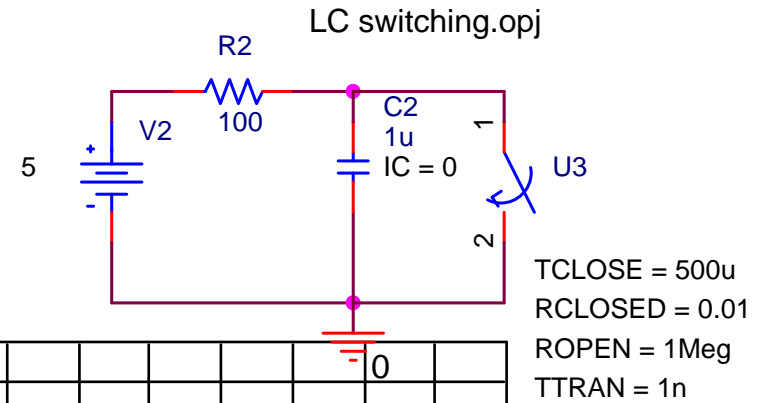
**Corriente**

□ V(C1:1,C1:2)

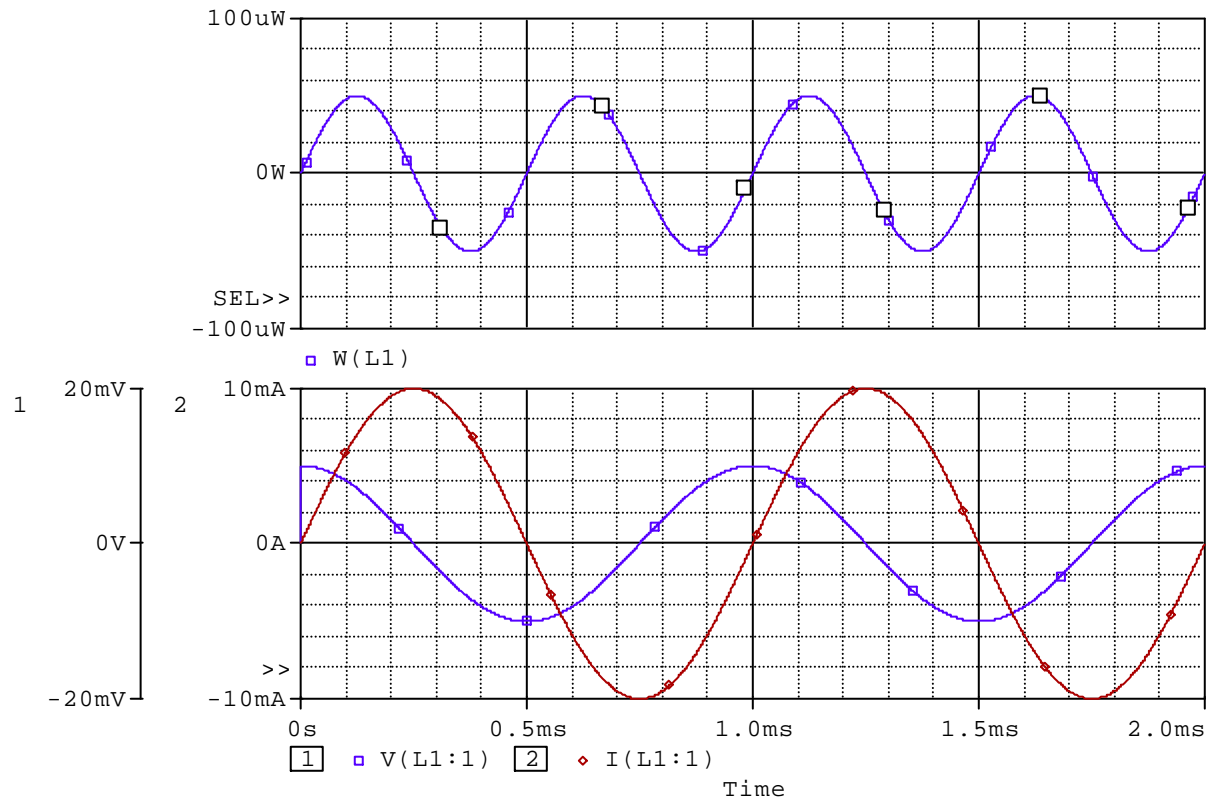
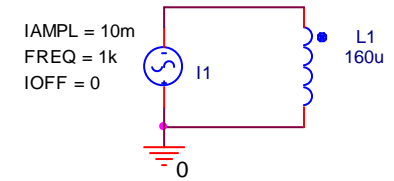
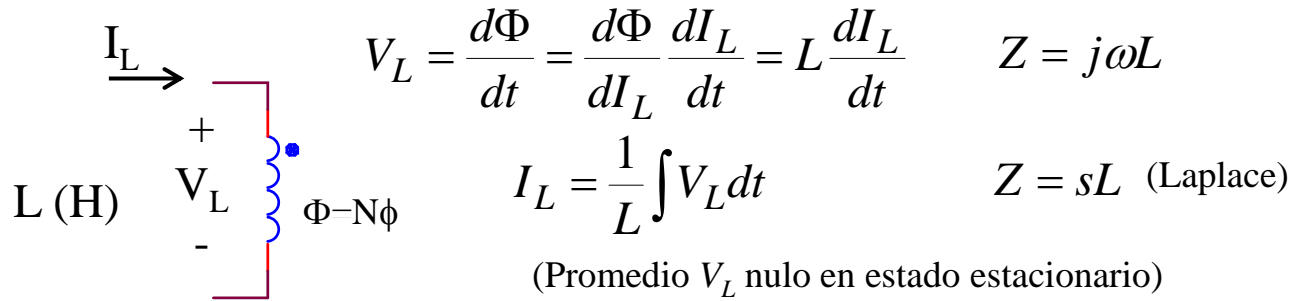
□ I(C1)

Time

## 2.2. Condensadores (carga y cortocircuito)



## 2.3. Inductancias



V adelantada  $\pi/2$  con respecto a I (desfase  $+\pi/2$ ).

Potencia media disipada nula.

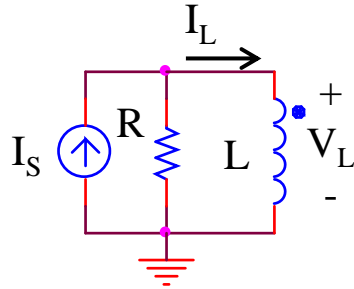
Almacenamiento de energía cuando  $|I|$  crece y devolución de energía cuando disminuye

$$U = \frac{1}{2} LI^2$$

## 2.3. Inductancias

### Carga y descarga de una inductancia

#### Fuente de corriente



$$I_S = \frac{V_L(t)}{R} + I_L(t) = \frac{L}{R} \frac{dI_L(t)}{dt} + I_L(t)$$

Solución general:  $I_L(t) = Ae^{-t/\tau} + I_S \quad \tau = L/R$

Condición inicial:  $I_L(t=0) = I_0$

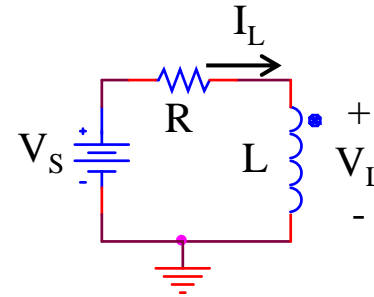
También se cumple  $I_L(t \rightarrow \infty) = I_S \quad (V_L = 0)$

$$I_L(t) = (I_0 - I_S)e^{-t/\tau} + I_S$$

$$V_L(t) = R(I_S - I_0)e^{-t/\tau}$$

Peligro dejar en abierto una inductancia cargada

#### Fuente de tensión

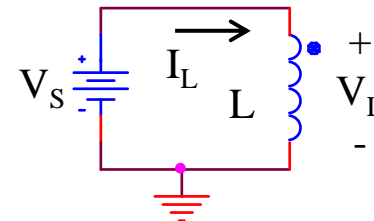


Equivalencia Thévenin-Norton:  $I_S = V_S / R$

$$I_L(t) = (I_0 - V_S / R)e^{-t/\tau} + V_S / R$$

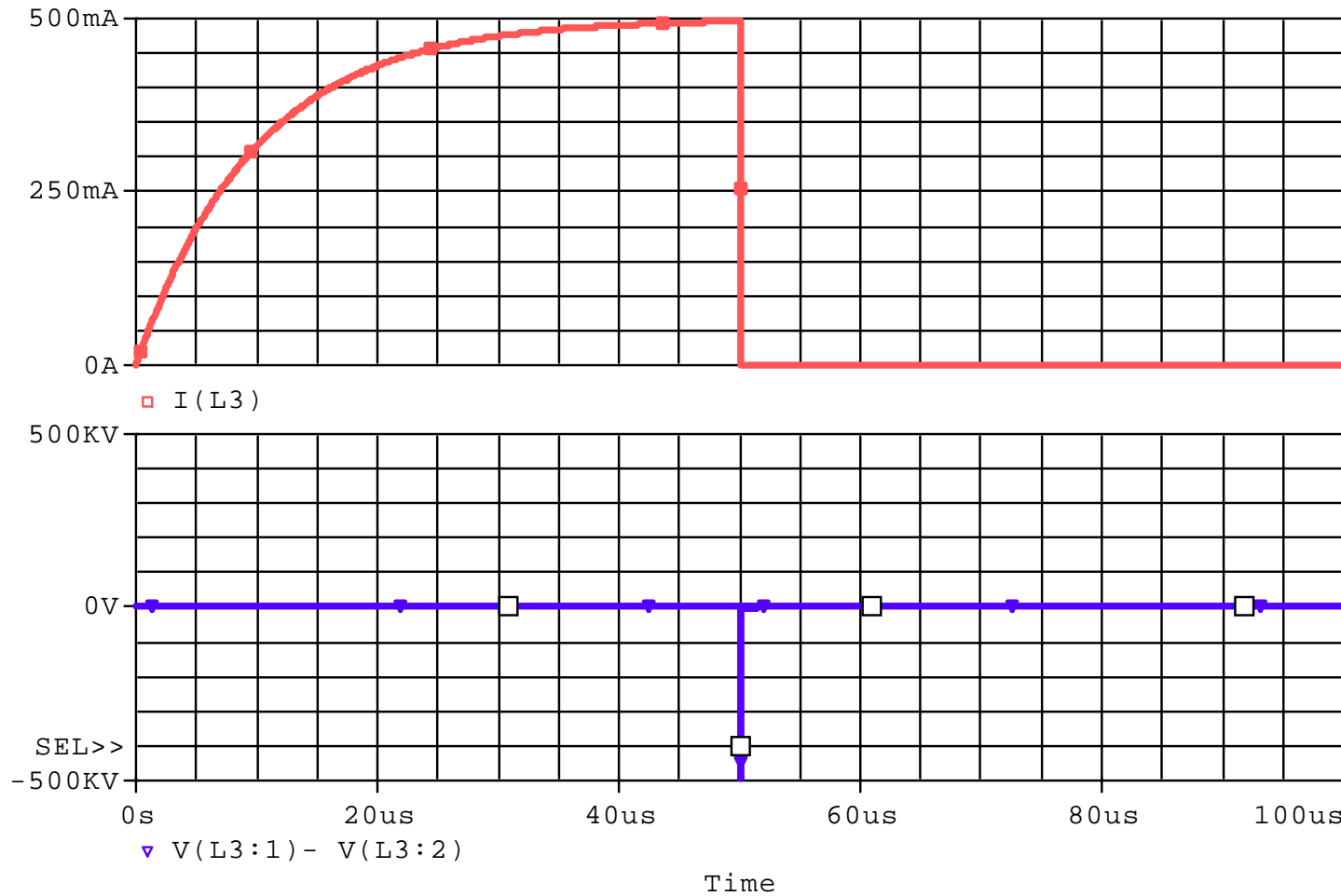
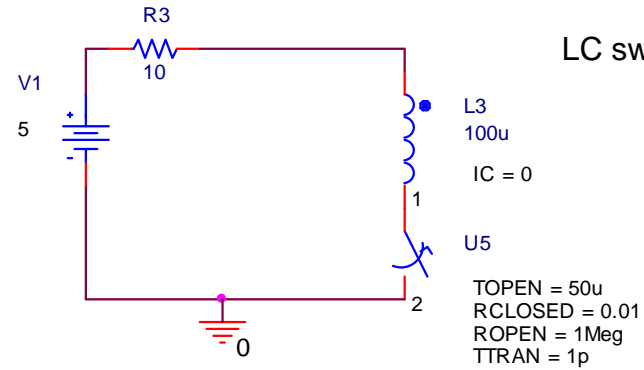
$$V_L(t) = R(V_S / R - I_0)e^{-t/\tau}$$

#### Tensión constante



$$I_L = \frac{1}{L} \int V_S dt = \frac{V_S}{L} t + I_0$$

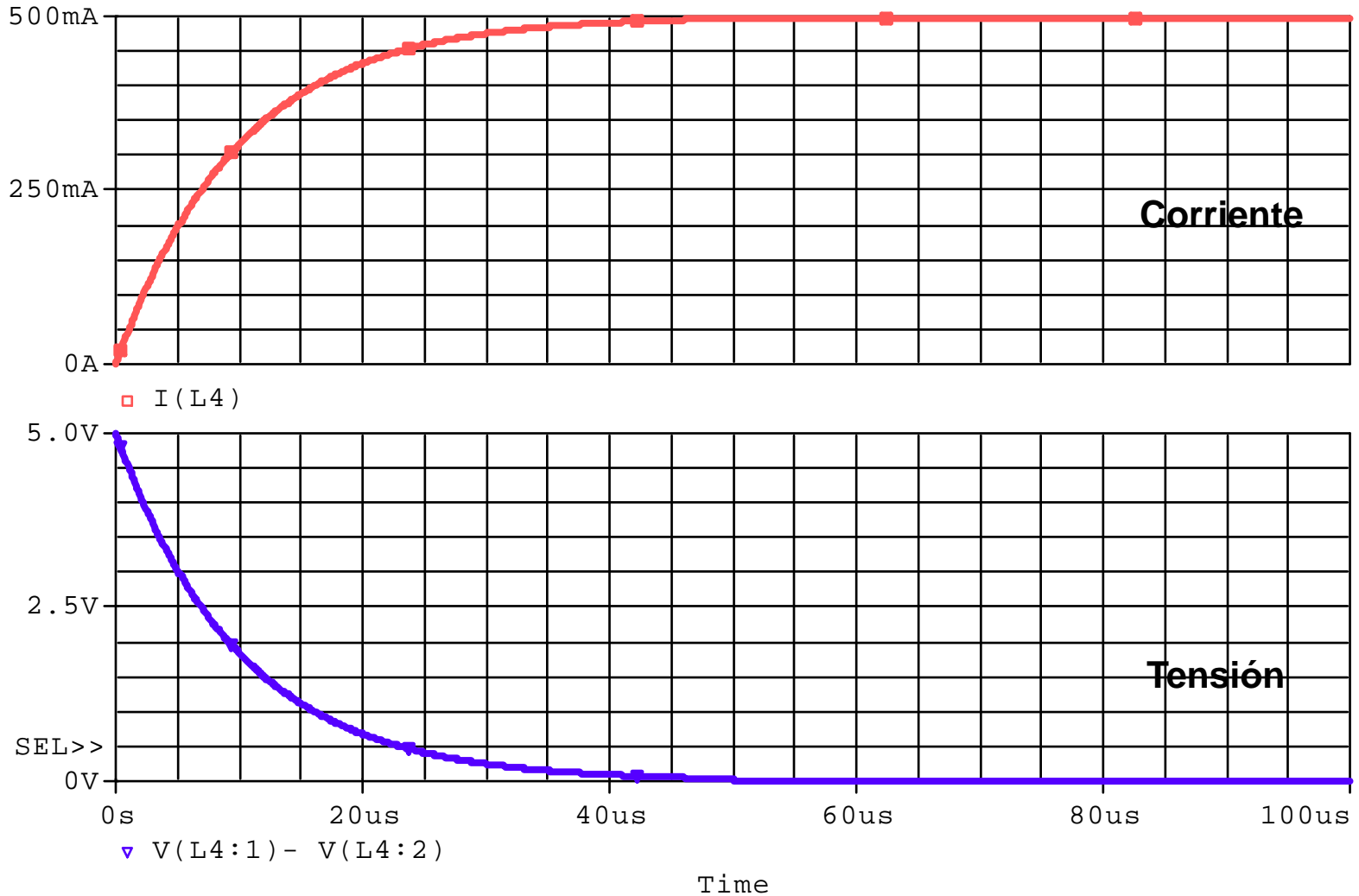
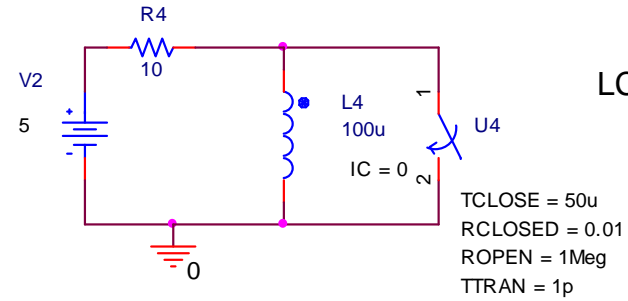
### 2.3. Inductancias (carga y circuito abierto)



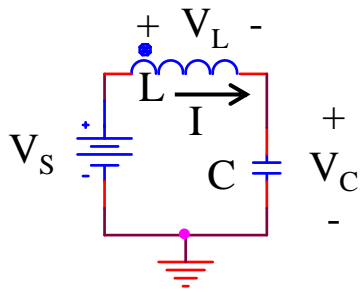
**Corriente**

**Tensión**

### 2.3. Inductancias (carga y cortocircuito)



## 2.4. Circuito LC



$$V_S = V_L(t) + V_C(t) = L \frac{dI(t)}{dt} + V_C(t) = LC \frac{d^2V_C(t)}{dt^2} + V_C(t)$$

Solución general:  $V_C(t) = Ae^{j\omega t} + B^{-j\omega t} + V_S$        $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Condiciones iniciales:  $V_C(t = 0) = V_0$

$$I(t = 0) = I_0 \quad (\text{Tomo } I_0 = 0)$$

$$V_C(t) = (V_0 - V_S) \cos(\omega t)$$