

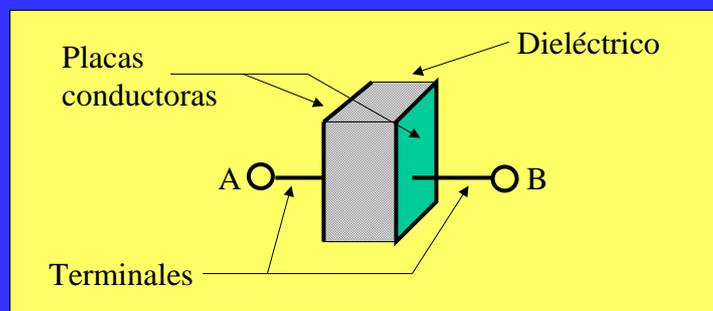
## COMPONENTES PASIVOS



## CONDENSADORES

### ► CONDENSADOR:

Componente constituido por dos conductores separados por un material dieléctrico, y diseñado para presentar una capacidad entre los conductores.



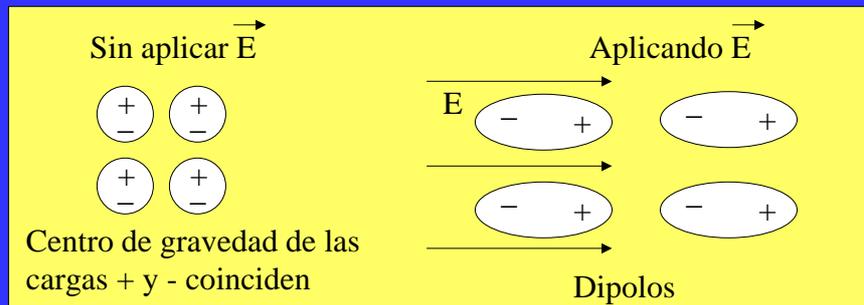
▶ **DIELÉCTRICO**

Todos los dieléctricos son aislantes pero no al revés.

Un dieléctrico es un material no conductor (aislante) que es posible polarizar => formación de dipolos eléctricos.

▶ **DIPOLO ELÉCTRICO**

Formado por el desplazamiento de unas cargas respecto de otras dentro de los átomos.



▶ **CAPACIDAD**

Propiedad física que presentan los condensadores de almacenar carga eléctrica cuando se aplica una tensión entre los conductores.

$$C = \frac{Q}{V} (F) \quad \text{donde } \begin{cases} C \text{ en Faradios} \\ Q \text{ en Culombios} \\ V \text{ en Voltios} \end{cases}$$

$$I = C \cdot \frac{dV}{dt}$$

La unidad de capacidad es el Faradio, pero no se usa por ser demasiado elevada. En general las unidades que se usan habitualmente son:

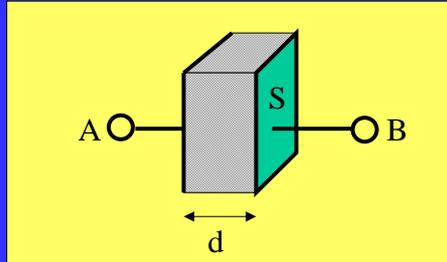
picofaradio (pF) =  $10^{-12}$  F

nanofaradio (nF) =  $10^{-9}$  F

microfaradio ( $\mu$ F) =  $10^{-6}$  F

► CONDENSADOR PLANO

Constituido por placas conductoras planas de superficie S separadas una distancia d.



$$C = \varepsilon \frac{S}{d} = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \frac{S}{d} (F)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_r \cdot \varepsilon_0$$

{	S: Sección de las placas conductoras
	d: Distancia entre placas
	$\varepsilon$ : Permitividad del dieléctrico
	$\varepsilon_r$ : Permitividad relativa del dieléctrico
	$\varepsilon_0$ : Permitividad del vacío

$\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-14} \text{ F/cm}$        $\varepsilon_r = 1 \div 12.000$  (cerámicas de titanato de bario)

## CARACTERÍSTICAS

► SIMBOLOGÍA



$$Z_C = \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C} = -j \frac{1}{\omega \cdot C}$$

Filtrado (f=0 =>  $Z_C = \infty$ )  
Acoplo y desacoplo

► RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Valor resistivo que caracteriza al dieléctrico.

Normalmente  $R_i > 10^4 \text{ M}\Omega$ .

$$R_i = \frac{V_C}{I_F}$$

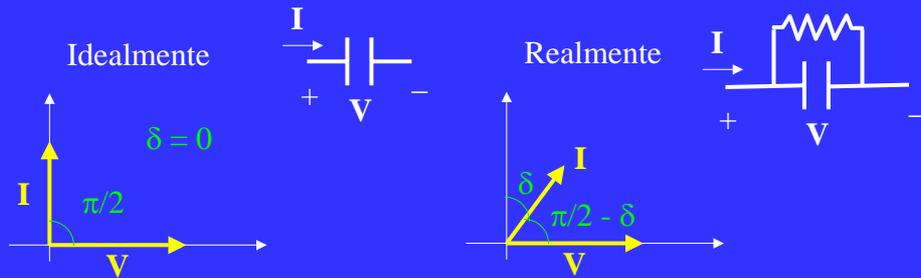
► CORRIENTE DE FUGAS

Corriente que pasa a través de la resistencia de aislamiento.  $I_F < 1nA$

Supone la existencia de pérdidas. Idealmente no disipa potencia

► PERDIDAS

Potencia disipada por el condensador. Factor de pérdidas  $\Rightarrow D = \text{tg } \delta$

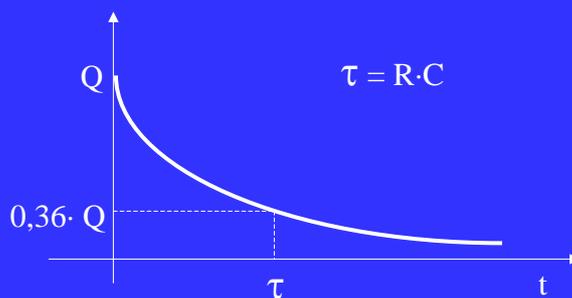


$D = \text{tg } \delta \rightarrow$  Depende de la frecuencia y la temperatura

Factor de calidad  $\equiv Q = 1/D$

► CONSTANTE DE TIEMPO DE DESCARGA

Tiempo en el que la carga almacenada disminuye en un valor  $1/e$  (36,7 %) con respecto a su valor inicial



▶ **ABSORCIÓN DIELÉCTRICA**

Propiedad de un condensador para mantener carga entre sus placas una vez que se cortocircuita. Es debida a los dipolos del dieléctrico que necesitan un tiempo para cancelarse.

$$ABS.die = \frac{V_r}{V_i} \cdot 100 \quad (\text{en un tiempo } t_c \text{ de cortocircuito})$$

▶ **RIGIDEZ DIELÉCTRICA**

Posibilidad de un dieléctrico de soportar una tensión continua sin que llegue a producirse en él la ruptura

## CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL DIELÉCTRICO



## CONDENSADORES NO POLARIZADOS

### ▶ DE PAPEL

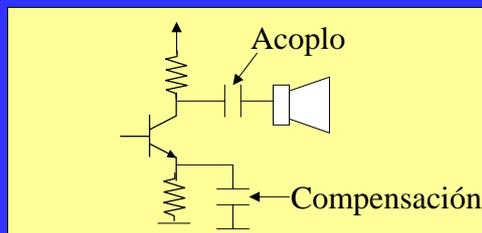
- Primer dieléctrico empleado en la fabricación de condensadores.
- Actualmente apenas se usan en electrónica.
- Papel impregnado en aceites minerales o vegetales:
  - $\epsilon_r \Rightarrow (3,4 \div 5,5)$
  - $C_n \Rightarrow (4,7 \text{ nF} \div 4,7 \text{ }\mu\text{F})$
  - $V_n \Rightarrow (100 \text{ V} \div 10.000 \text{ V})$
  - Rigidez dieléctrica elevada
  - Aplicaciones industriales (aguantan tensiones elevadas)
  - Arranque de motores

- Papel metalizado a una sola cara (ocupan menos volumen):
  - $C_n \Rightarrow (4,7 \text{ nF} \div 47 \text{ }\mu\text{F})$
  - $V_n \Rightarrow (63 \text{ V} \div 630 \text{ V})$
  - Aplicaciones: Audio

No se pueden emplear en circuitos de impulsos, tensiones pequeñas o de constante de tiempo precisa.

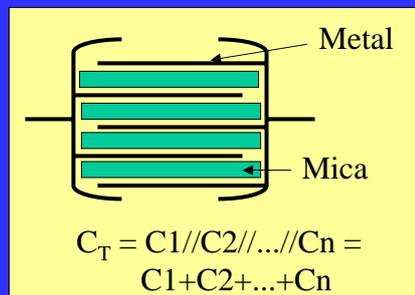
▶ DE PLÁSTICO

- Buena rigidez dieléctrica.
- Margen amplio de temperaturas.
- $C_n \Rightarrow (5 \text{ pF} \div 30 \text{ } \mu\text{F})$
- $V_n \Rightarrow (63 \text{ V} \div 2.000 \text{ V})$
- Aplicaciones: Filtros (buena respuesta en frecuencia)  
Acoplo y desacoplo



▶ DE MICA

- Mica: silicato doble de Aluminio y Potasio.
- Se apilan y superponen alternativamente una lámina de mica y otra de metal. Se controla el valor de la capacidad por el número de capas.
- $C_n \Rightarrow (2 \text{ pF} \div 220 \text{ nF})$
- $V_n \Rightarrow (100 \text{ V} \div 5.000 \text{ V})$
- Gran estabilidad
- Pequeña tolerancia
- Aplicaciones: Alta frecuencia (pequeña absorción dieléctrica)



$$C_T = C1 // C2 // \dots // Cn = \frac{C1 \cdot C2 \cdot \dots \cdot Cn}{C1 + C2 + \dots + Cn}$$

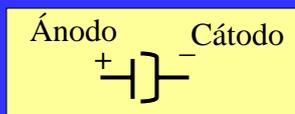
▶ CERÁMICOS (más del 80% del mercado mundial)

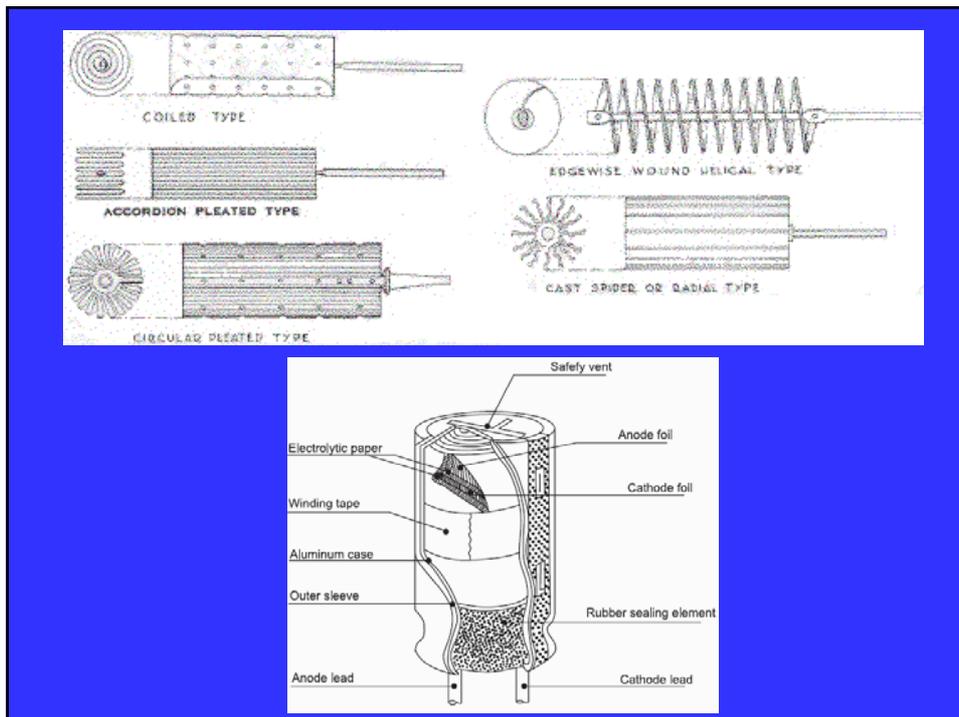
- Mezcla de óxidos metálicos y titanatos
- Pequeño tamaño
- Pequeño valor:  $C_n \Rightarrow (0,56 \text{ pF} \div 470 \text{ nF})$
- Concebidos para alta frecuencia dado que en baja frecuencia las pérdidas ( $\text{tg } \delta$ ) son considerables.
- $\epsilon_r$  puede llegar a ser muy elevado ( $6 \div 10.000$ ), pero muy inestable cuanto más alto es su valor.

## CONDENSADORES POLARIZADOS

▶ ELECTROLÍTICOS

- Gran capacidad debido a:  $\epsilon_r$  relativamente alta  
Espesor dieléctrico bajo (micras)  
Gran superficie de las placas
- Un electrodo (ánodo) es de Aluminio o Tantalio, el dieléctrico de alumina ( $\text{Al}_2 \text{O}_3$ ) o pentóxido de tantalio ( $\text{Ta}_2 \text{O}_5$ ), el otro electrodo (cátodo) es un electrolito (p.e. ácido bórico) envuelto en varias capas de papel y unido a su contacto metálico.
- Tienen polaridad: el ánodo siempre más positivo que cátodo.  
Al revés  $\Rightarrow$  resistencia bajo valor  $\Rightarrow$  Explotan





### ▶ ELECTROLÍTICOS DE ALUMINIO

-  $\epsilon_r(\text{Al}_2\text{O}_3) \Rightarrow \approx 9$

-  $C_n \Rightarrow (1 \mu\text{F} \div 220.000 \mu\text{F})$

-  $V_n \Rightarrow (2,5 \text{ V} \div 400 \text{ V})$

- Aplicaciones exclusivamente en baja frecuencia (tg  $\delta$  aumenta mucho con frecuencia): C. acoplo y desacoplo de TV y audio  
Fuentes de alimentación  
Control velocidad de motores

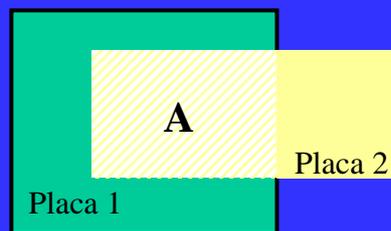
- Corriente de fugas elevadas dado que la resistividad del dieléctrico es baja.

### ▶ ELECTROLÍTICOS DE TANTALIO

- $\epsilon_r$  ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ )  $\Rightarrow$  (11  $\div$  26)
- $C_n \Rightarrow$  (10 nF  $\div$  470  $\mu$ F)
- $V_n \Rightarrow$  (2 V  $\div$  75 V)
- Espesor del dieléctrico es menor que en los de aluminio  $\Rightarrow$  50% más pequeños para la misma capacidad
- Mismas aplicaciones que los de aluminio.

### CONDENSADORES VARIABLES

- Armaduras desplazables para variar la superficie enfrentada



$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} (N - 1)$$



## CONDENSADORES AJUSTABLES

- Su capacidad se ajusta con un tornillo
- También se les llama TRIMMERS
- $C_{MAX} \Rightarrow (5\text{pF} \div 60\text{ pF})$
- Dieléctrico: mica, aire, cerámico

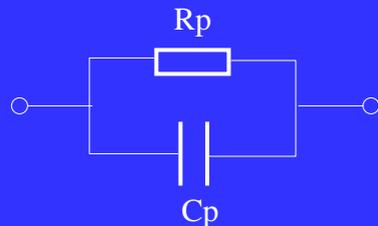
## CIRCUITO EQUIVALENTE

### ▶ CIRCUITO EQUIVALENTE SERIE



$$tg\delta = \omega \cdot R_s \cdot C_s$$

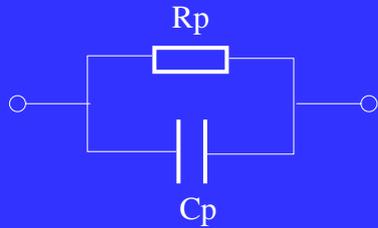
### ▶ CIRCUITO EQUIVALENTE PARALELO



$$tg\delta = \frac{1}{\omega \cdot R_p \cdot C_p}$$



$$D = \operatorname{tg} \delta = \omega \cdot R_s \cdot C_s$$



$$D = \operatorname{tg} \delta = \frac{1}{\omega \cdot R_p \cdot C_p}$$

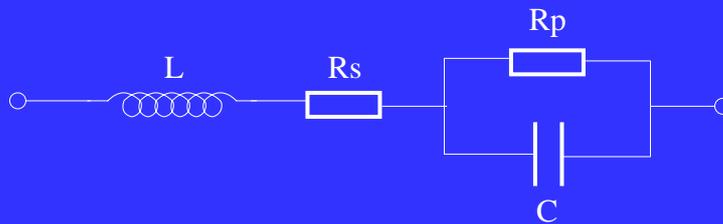
$$C_p = \frac{C_s}{1 + D^2}$$

$$R_p = \frac{R_s \cdot (D^2 + 1)}{D^2}$$

$$\left. \begin{array}{l} C_p = \frac{C_s}{1 + D^2} \\ R_p = \frac{R_s \cdot (D^2 + 1)}{D^2} \end{array} \right\} D < 0,1 \Rightarrow C_p \approx C_s$$

$$R_p \approx \frac{R_s}{D^2} \Rightarrow R_p \gg R_s$$

► CIRCUITO EQUIVALENTE



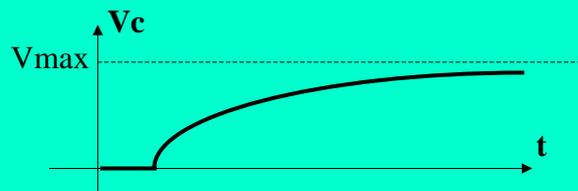
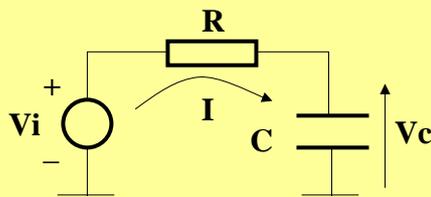
## CONDENSADORES EN RÉGIMEN CONTINUO

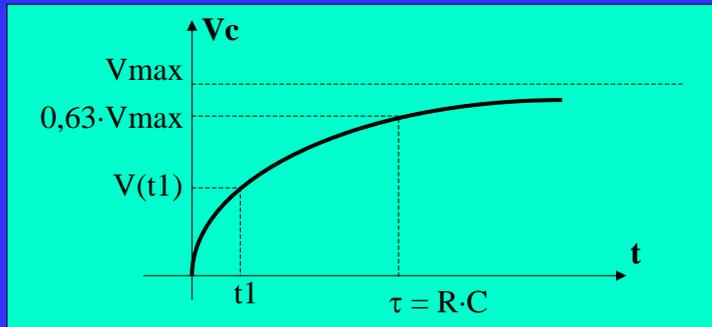
ECUACIÓN DE CARGA/DESCARGA

$$V_C(t) = V_{final} + (V_{inicial} - V_{final}) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

CONSTANTE DE TIEMPO DE CARGA/DESCARGA

$$\tau = R \cdot C$$

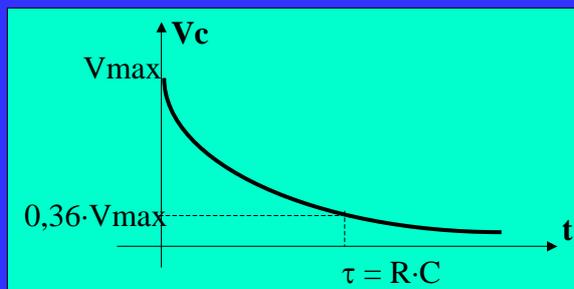
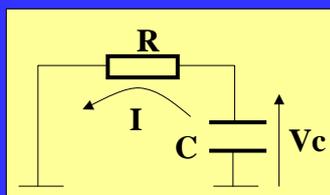




$$V_C(t) = V_{final} + (V_{inicial} - V_{final}) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$V_C(t) = V_{max} + (0 - V_{max}) \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} = V_{max} \cdot (1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}})$$

$$V_C(t = \tau) = V_{max} \cdot (1 - e^{-\frac{\tau}{\tau}}) = V_{max} \cdot (1 - e^{-1}) = 0,63 \cdot V_{max}$$



$$V_C(t) = V_{final} + (V_{inicial} - V_{final}) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$V_C(t) = 0 + (V_{max} - 0) \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} = V_{max} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}$$

$$V_C(t = \tau) = V_{max} \cdot e^{-\frac{\tau}{\tau}} = V_{max} \cdot e^{-1} = 0,36 \cdot V_{max}$$

## COMPONENTES PASIVOS



## INDUCTORES o BOBINAS

► DEFINICIÓN: Componente que presenta una inductancia L.

$$L = \frac{\phi}{I} = \mu \cdot \frac{n^2 \cdot S}{l} \text{ (H)}$$

- $\phi$ : flujo magnético (weber)
- I: intensidad (A)
- $\mu$ : permeabilidad del núcleo (H/m)
- n: número de espiras
- S: sección del núcleo (m<sup>2</sup>)
- l: longitud del núcleo

$$V = -L \cdot \frac{dI}{dt} \quad Z_L = j \cdot \omega \cdot L$$

La unidad de inductancia es el Henrio. Unidades prácticas: nH,  $\mu$ H, mH

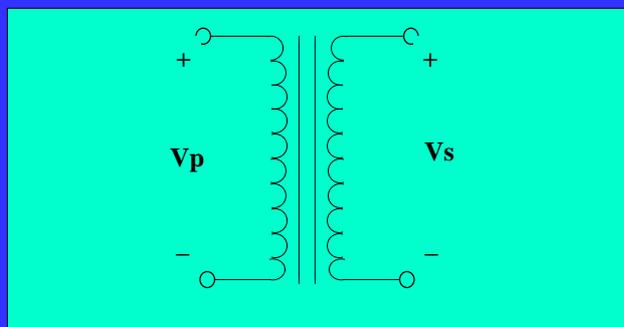
## COMPONENTES PASIVOS



## TRANSFORMADORES

► DEFINICIÓN:

Elemento que transforma señales alternas a otras señales de mayor o menor amplitud que la de entrada.



$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P} \Rightarrow I_P = \frac{I_S}{\frac{N_P}{N_S}} \quad V_P = V_S \frac{N_P}{N_S}$$
$$\frac{V_P}{I_P} = Z_P = \frac{V_S \left( \frac{N_P}{N_S} \right)}{I_S / \left( \frac{N_P}{N_S} \right)} = \frac{V_S}{I_S} \left( \frac{N_P}{N_S} \right)^2$$
$$Z_P = Z_S \left( \frac{N_P}{N_S} \right)^2$$