



Universidad  
Carlos III de Madrid  
[www.uc3m.es](http://www.uc3m.es)

# Sesión 3

## Componentes Pasivos

Componentes y Circuitos Electrónicos  
José A. García Souto / José M. Sánchez Pena

[www.uc3m.es/portal/page/portal/dpto\\_tecnologia\\_electronica/Personal/JoseAntonioGarcia](http://www.uc3m.es/portal/page/portal/dpto_tecnologia_electronica/Personal/JoseAntonioGarcia)

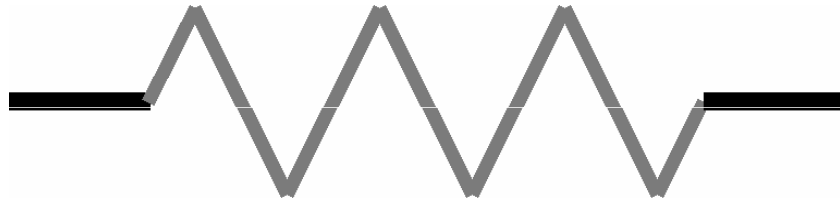
# Componentes Pasivos

## Resistencias

### OBJETIVOS

- Conocer las definiciones básicas y los parámetros eléctricos asociados a resistores
  - Resistividad, coeficiente de temperatura
  - Potencia disipada y tensión máxima de trabajo
  - Tolerancia, valores normalizados y códigos
  - Películas resistivas y tipos de resistencias
- Entender la selección de componentes resistivos y sus limitaciones

# Resistencias: Generalidades



- Presenta oposición al paso de  $Q$
- Valor óhmico ( $\Omega$ ... $k\Omega$ ... $M\Omega$ ) [V/mA]
- En circuitos, Ley de Ohm  $V=I \cdot R$
- Resiste: Disipa calor ( $P_D$ ), se calienta ( $T^\circ$ )
- Fabricación: Tipos, series, tolerancias, etc.

# Parámetros característicos

- **Resistividad** (*conductividad*)

$$R = \rho \frac{l}{S} [\Omega] \quad \rho = \frac{E}{J} [\Omega \cdot cm] \quad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

- Tipos de materiales según resistividad
  - Conductores  $[\mu\Omega \cdot cm]$  ✓
  - Semiconductores  $[\Omega \cdot cm]$
  - Aislantes  $[K\Omega \cdot cm]$

Ejemplo: Grafito

$$20 \mu\Omega \cdot m = 2m\Omega \cdot cm$$

# Parámetros característicos

- Depende de la temperatura

$$R = R(T) \quad \rho = \rho(T)$$

- **Coefficiente de temperatura**

$$\alpha(T_0) = \frac{1}{\rho(T_0)} \cdot \left. \frac{\partial \rho}{\partial T} \right|_{T=T_0} [\text{°C}^{-1}] \quad \frac{1}{R(T_0)} \cdot \left. \frac{\partial R}{\partial T} \right|_{T=T_0} [\text{°C}^{-1}]$$

- **Coefficiente de temperatura medio**

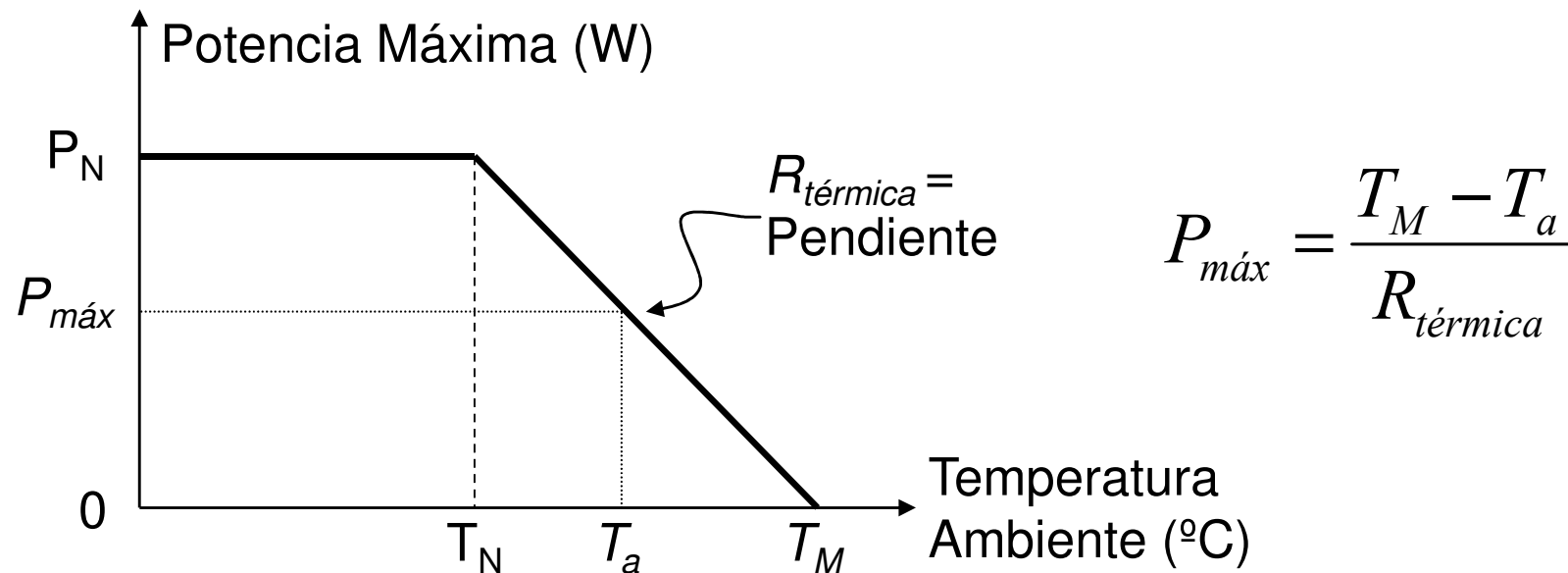
$$\alpha = \frac{1}{R(T_0)} \cdot \frac{\Delta R}{\Delta T} [\text{ppm / °C}] \quad R(T) = R(T_0) \cdot [1 + \alpha \cdot (T - T_0)]$$

- PTC ( $\alpha > 0$ ) o NTC ( $\alpha < 0$ ) ¿Pequeño y constante?

# Límites de Funcionamiento

Disipa potencia (*produce calor, aumenta  $T$* )

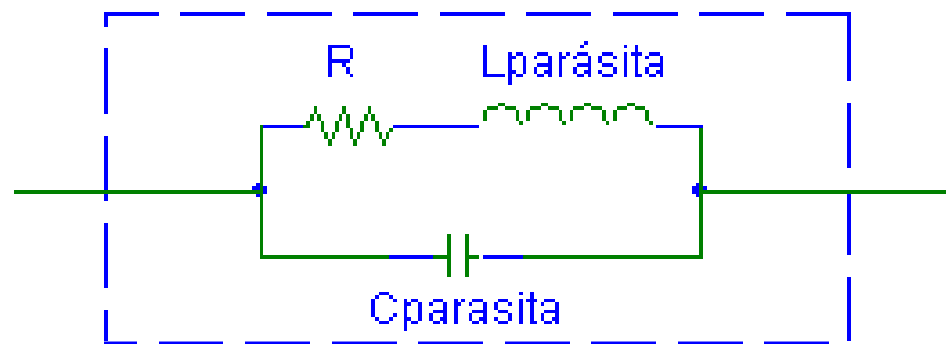
- Potencia nominal  $\frac{1}{4}W, \frac{1}{2}W, \text{ etc.}$
- Curva con la temperatura (*resistencia térmica*)



- Tensión máxima  $P=V^2/R$

# Límites de Funcionamiento

- Tensión de ruptura del dieléctrico (*nominal*)
  - Resistencia crítica  $P_{max}R=(V_{ruptura})^2$
- Respuesta en frecuencia



- Ruido
  - *Ruido Térmico* (agitación térmica,  $1/f$ )
  - Cuidado con Tensión *DC alta*, *R alta*, *etc.*

# Tolerancia y Valores Normalizados

- Series normalizadas (*valores discretos*)
  - Valor Nominal (*Óhmico*)
  - Tolerancia (%)
- Generación de la serie

$$N_n = N_1 \cdot r^{n-1} \quad r = \sqrt[k]{10} \quad N_1 = 1, 10, 100, \text{ etc.}$$

*k valores por década*

*Más valores – Menos Tolerancia*

- Código de colores
- Alfanumérico

*Ej: 10R*

*10K*

*10K25*

*10M36*



# Valores estándar de resistores

## 1% Standard Values

Decade multiples are available from 10.0  $\Omega$  through 1.00 M $\Omega$   
 (also 1.10 M $\Omega$ , 1.20 M $\Omega$ , 1.30 M $\Omega$ , 1.50 M $\Omega$ , 1.60 M $\Omega$ , 1.80 M $\Omega$ , 2.00 M $\Omega$  and 2.20 M $\Omega$ )

10.0	10.2	10.5	10.7	11.0	11.3	11.5	11.8	12.1	12.4	12.7	13.0
13.3	13.7	14.0	14.3	14.7	15.0	15.4	15.8	16.2	16.5	16.9	17.4
17.8	18.2	18.7	19.1	19.6	20.0	20.5	21.0	21.5	22.1	22.6	23.2
23.7	24.3	24.9	25.5	26.1	26.7	27.4	28.0	28.7	29.4	30.1	30.9
31.6	32.4	33.2	34.0	34.8	35.7	36.5	37.4	38.3	39.2	40.2	41.2
42.2	43.2	44.2	45.3	46.4	47.5	48.7	49.9	51.1	52.3	53.6	54.9
56.2	57.6	59.0	60.4	61.9	63.4	64.9	66.5	68.1	69.8	71.5	73.2
75.0	76.8	78.7	80.6	82.5	84.5	86.6	88.7	90.9	93.1	95.3	97.6

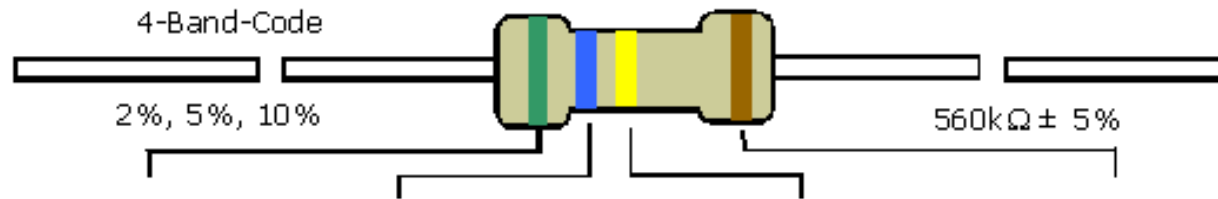
## 5% Standard Values

10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30
33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91

## 10% Standard Values

10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

# Código de colores de resistores

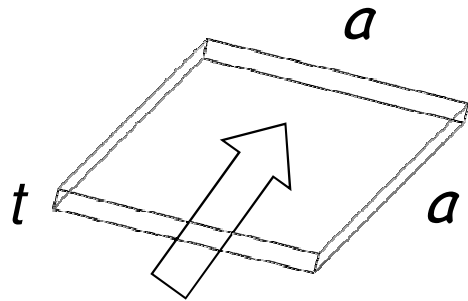


COLOR	1st BAND	2nd BAND	3rd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE
Black	0	0	0	1Ω	
Brown	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
Orange	3	3	3	1KΩ	
Yellow	4	4	4	10KΩ	
Green	5	5	5	100KΩ	±0.5% (D)
Blue	6	6	6	1MΩ	±0.25% (C)
Violet	7	7	7	10MΩ	±0.10% (B)
Grey	8	8	8		±0.05%
White	9	9	9		
Gold				0.1	± 5% (J)
Silver				0.01	± 10% (K)



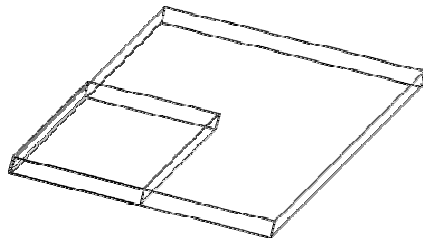
# Películas Resistivas

- Resistividad superficial (*ohmios por cuadro*  $\Omega/\square$ )



$$R_{Cuadro} = \rho \frac{a}{a \cdot t} = \frac{\rho}{t} = \rho_s [\Omega / cuadro]$$

- Densidad de potencia ( $W/cm^2$ )

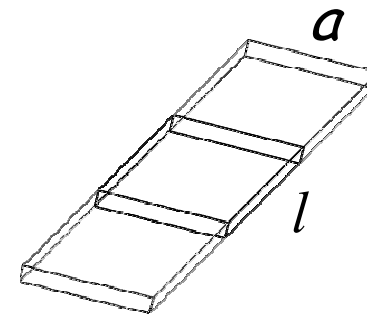


$$P_{Dm\acute{a}x} = DP_{Dm\acute{a}x} \cdot a^2$$

- Factor de forma

$$R = \rho_s \frac{l}{a}$$

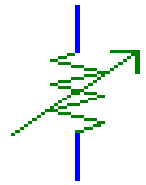
$$FF = \frac{l}{a}$$



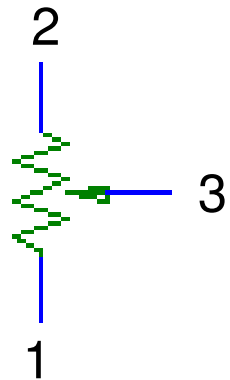
# Tipos de Resistencias (Lineales)

- **BOBINADAS DE POTENCIA**
  - Mucha Potencia (hasta 250 W) 100  $\Omega$ ·cm
  - Hilo o película metálica 10 a 130ppm/°C
- **BOBINADAS DE PRECISIÓN**
  - Sobredimensionadas para ganar en precisión (1 W para hacer 1/4 W)
  - Hilo o película metálica
- **DE PELÍCULA CONDUCTORA/RESISTIVA**
  - Carbono, MeOx o Metálica Mejora con T respectivamente
  - Resistividades altas (hasta 5 K $\Omega$ /□, 1K2  $\Omega$ /□ y 300  $\Omega$ /□ respectiv.)
- **DE COMPOSICIÓN**
  - Carbono, pero con partículas (más ruidosas)
  - Casi cualquier resistividad, pero deficiente coeficiente de temperatura
  - Tolerancia  $\geq 5\%$  1200 ppm/°C

# Resistencias Variables



$$R = \alpha R_N$$



$$R_{12} = R_N$$

$$R_{13} = \alpha R_N$$

$$R_{23} = (1 - \alpha) R_N$$

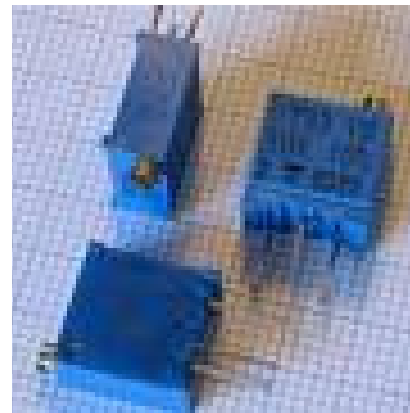
$\alpha$  entre 0 y 1

## Parámetros Eléctricos

- R total
- R mínima
- R terminal (al final)
- R cursor (donde esté)
- Corriente máxima cursor
- Factor de disipación  $P_m/\alpha$
- Ajustabilidad, resolución, etc.

## Tipos

- Rotatorio
- Multivuelta



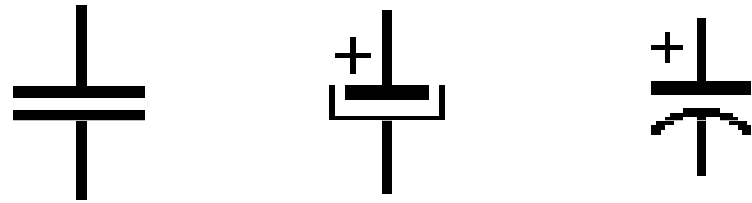
# Componentes Pasivos

## Condensadores

### OBJETIVOS

- Conocer las definiciones básicas y los parámetros eléctricos asociados a resistores
  - Capacidad, constante dieléctrica
  - Resistencia de aislamiento, rigidez dieléctrica
  - Ángulo de pérdidas, potencia disipada
  - Tipos de condensadores, electrolíticos
- Entender la selección de componentes capacitivos y sus limitaciones

# Condensador: Generalidades



- Almacena energía en forma de cargas
- Valor capacitivo (pF...nF...µF) [Cul/V]
- En circuitos  $Q=C \cdot V$   $I=C \cdot dV/dt$
- Asociación paralelo ( $C_1+C_2$ ), serie ( $1/C_1+1/C_2$ )
- En continua:  $I_c = 0$
- En alterna sinusoidal:  $I_c = C\omega V_p \cos(\omega t) \Rightarrow Z_c$

# Parámetros Característicos

- Capacidad (*placas plano-paralelas, etc.*)

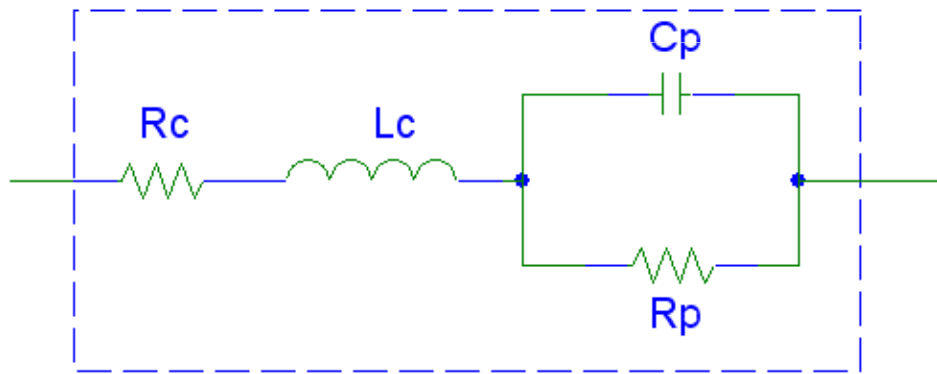
$\epsilon$  (f, V, T, etc.)

Constante dieléctrica

$$C = \frac{Q}{V}$$

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{S}{d}$$

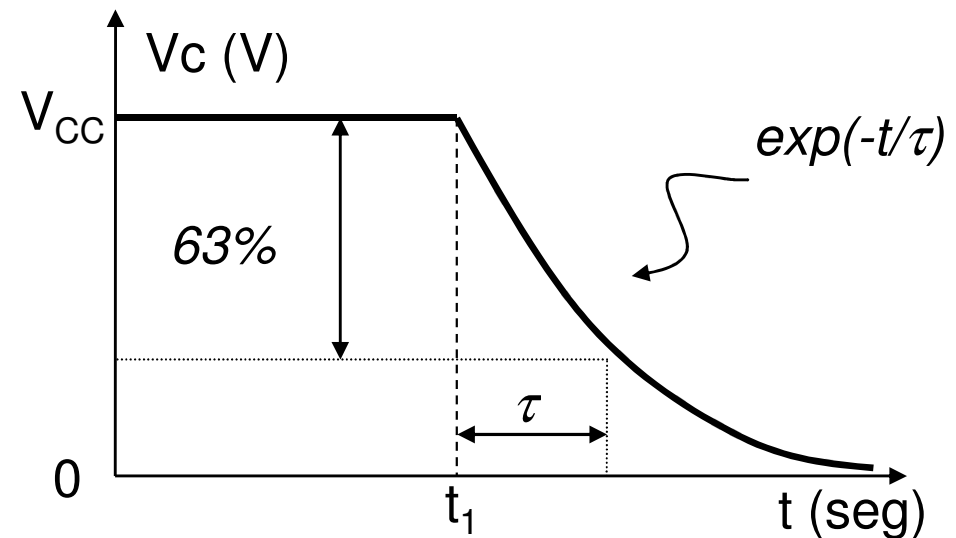
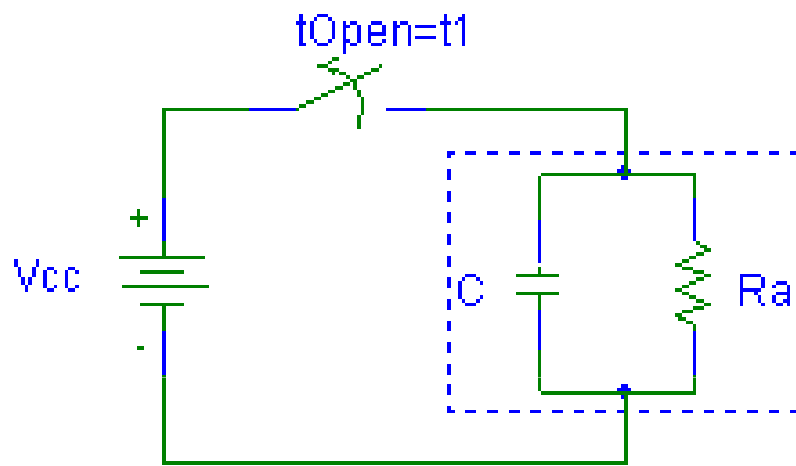
- Respuesta en frecuencia





# Parámetros Característicos

- Aspectos básicos DC
  - Corriente de fugas (Resistencia de aislamiento [ $M\Omega$ ])
  - Constante de tiempo de autodescarga:  $\tau = R_A C$  [seg]



- Rigidez dieléctrica del medio
  - $E$  máx [ $V/m$ ]  $\Rightarrow V$  máx

# Parámetros Característicos

- Potencia disipada

- Continua (*en*  $R_A$ )

$$P_{DC} = \frac{V_{DC}^2}{R_A}$$

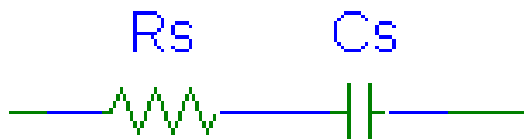
- Alterna

- Ángulo de pérdidas:  $\delta$  (idea de la parte resistiva)

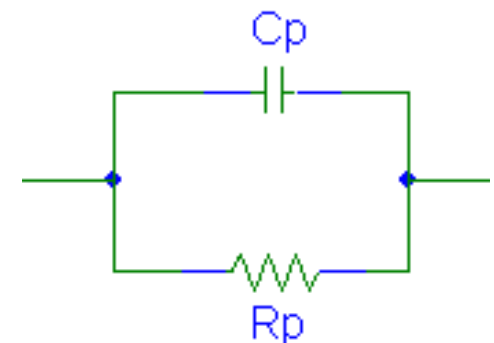
- Factor de disipación  $D = \text{tg} \delta$  ( $\ll 1$ )

- Factor de calidad  $Q = 1/D$

- Equivalentes serie y paralelo

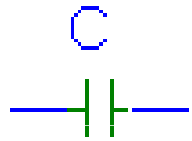


$$P_{AC} = \frac{V_{AC-ef}^2}{R_P} = I_{AC-ef}^2 R_S$$



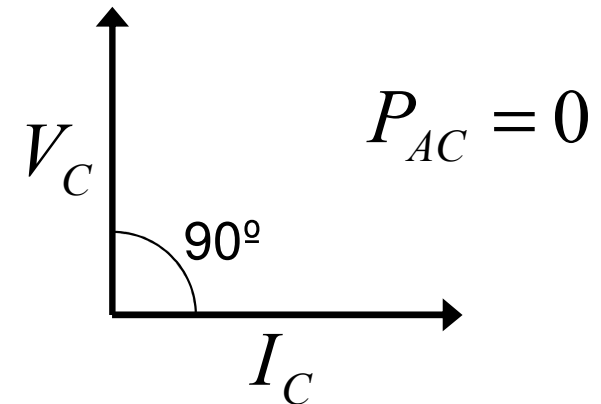
# Potencia disipada AC

- Ideal

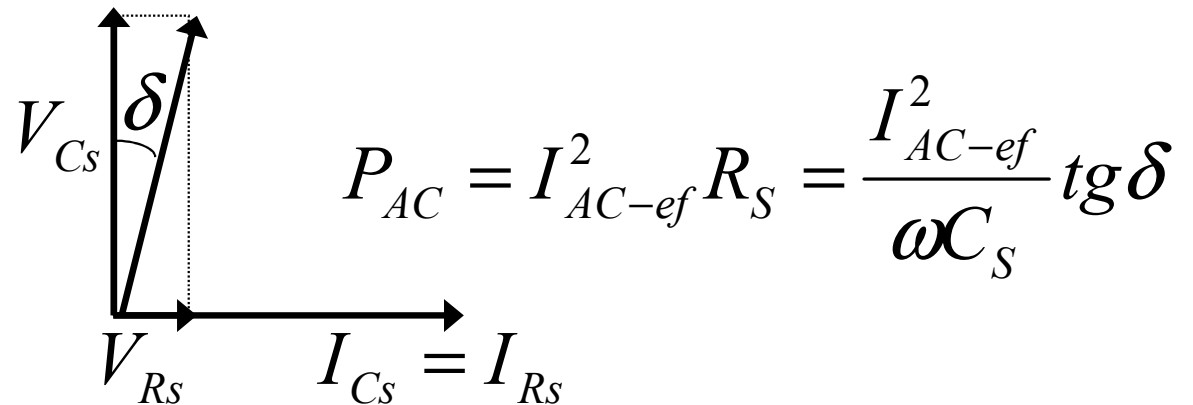
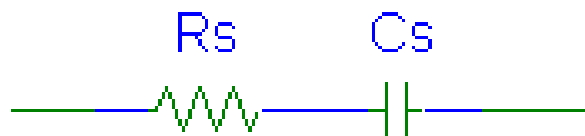


$$v_C = V_0 \text{sen}(\omega t)$$

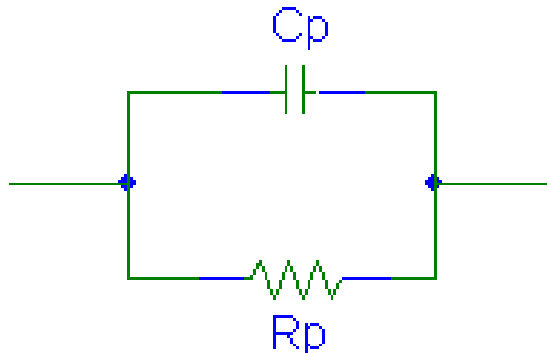
$$i_C = C\omega V_0 \cos(\omega t)$$



- Serie



- Paralelo



$$P_{AC} = \frac{V_{AC-ef}^2}{R_P} = V_{AC-ef}^2 \cdot \omega C_P \text{tg} \delta$$

# Datos Fabricante

- Valor nominal ( $f_o$ ,  $T_o$ )  $\pm$  Tolerancia (%)
  - Ej.1: a 25°C/1kHz      Ej.2: a 25°C/100-120Hz
  - F, G, J, K, M  $\Rightarrow$  1%, 2%, 5%, 10%, 20%
  - 22 $\mu$ 0                      22                      22k
- Tensión Nominal ( $V_N > V_{DC} + V_{AC-pico}$ )
- Potencia máxima
  - $R_s$ ,  $R_p$ ,  $tg\delta$ ,  $P(f)$ , D o Q, ESR (electrolíticos)
- Rigidez dieléctrica
- Tensión de ruptura
- R aislamiento o constante de tiempo autodesc.
- Pendiente de tensión máxima

# Tipos

- **No polarizados**
  - Película de Papel (obsoleto)
  - Película de plástico
  - Cerámicos (de precisión)
  - Mica y derivados (estables)
  - C bajas (pF, nF), soportan menos tensión
  - Pérdidas menores y menos ruidosos
- **Polarizados (electrolíticos)**
  - C mayores ( $\mu\text{F}$ )
  - OjO calentamiento electrolito (polarizado al revés)
  - Constante de tiempo de autodescarga menor (seg)
  - Más ruidosos

# Componentes Pasivos

## Bobinas y Transformadores

### OBJETIVOS

- Conocer las definiciones básicas y los parámetros eléctricos asociados a bobinas
- Entender el acoplamiento magnético y su utilización en transformadores
- Conocer la relaciones de corrientes, tensiones y potencias en un transformador ideal
- Entender la transformación de impedancias con transformador

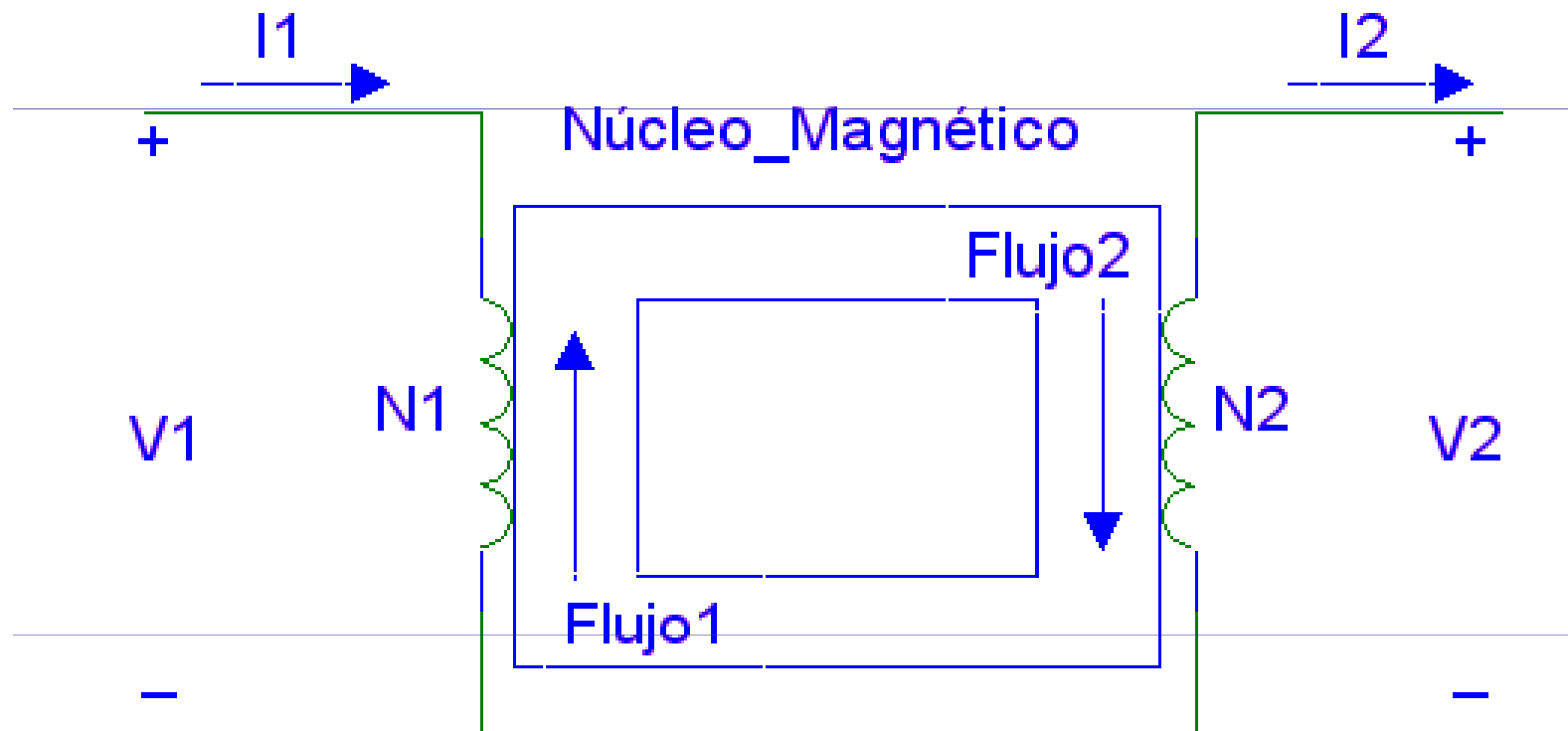
# Componentes Pasivos

## Bobinas

### Definiciones Básicas y Parámetros Eléctricos Asociados

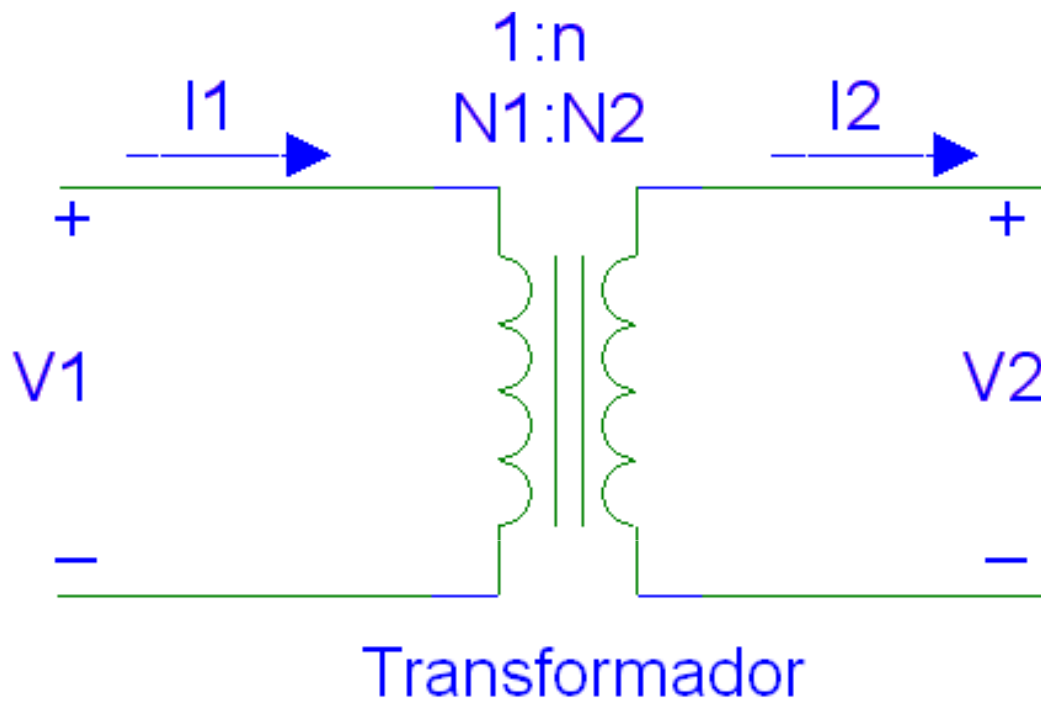
- Inductancia. Permitividad Magnética y Geometría
- Valor Nominal y Tolerancia
- Coeficiente de Temperatura
- Rango de Corrientes. Saturación del Núcleo
- Resistencia de la Bobina en CC
- Tipos de Bobinas (según el Tipo de Núcleo)

# Acoplamiento magnético





# Transformador ideal y propiedades (Ej. Transformador elevador)



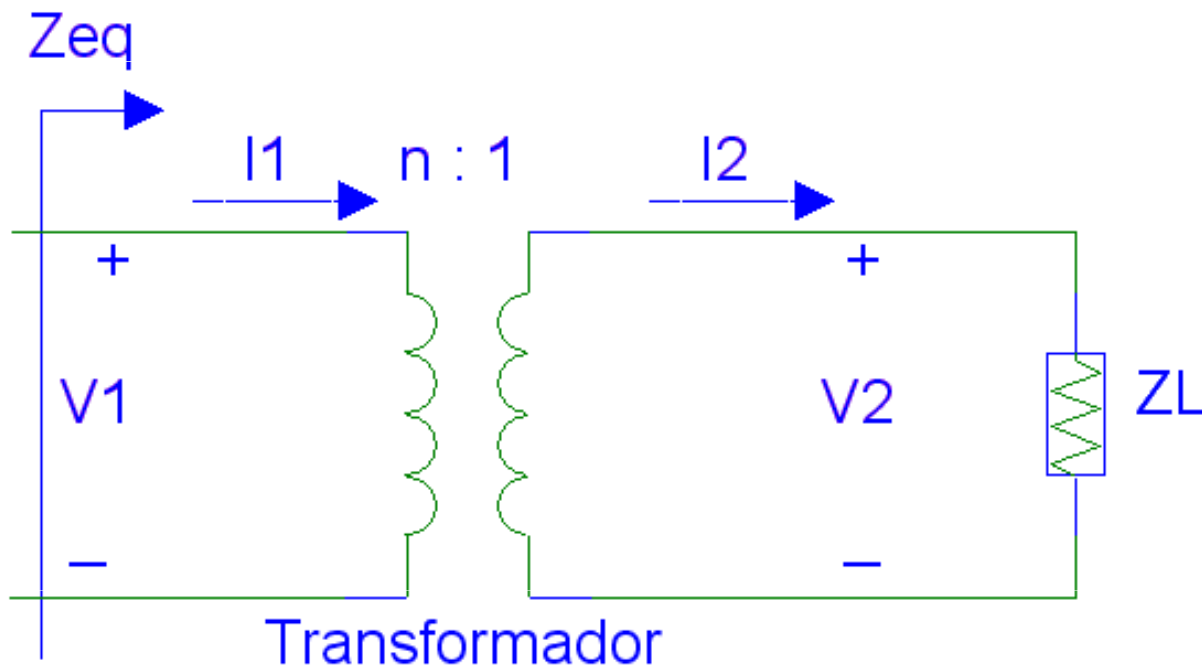
$$N_2 > N_1 \Rightarrow V_2 > V_1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = n$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{n}$$

$$P_2 = P_1$$

# Adaptación de impedancias (Ej. Transformador reductor)



$$N_2 < N_1 \Rightarrow V_2 < V_1$$

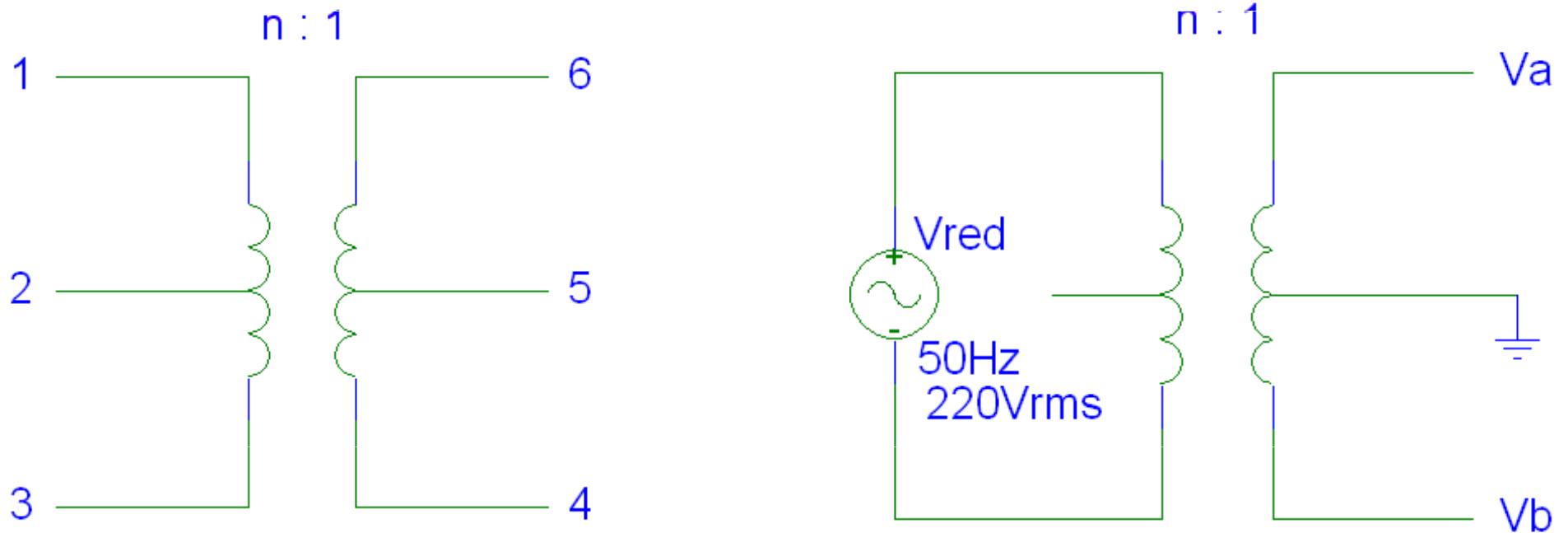
$$V_2 = \frac{V_1}{n}$$

$$I_2 = n \cdot I_1$$

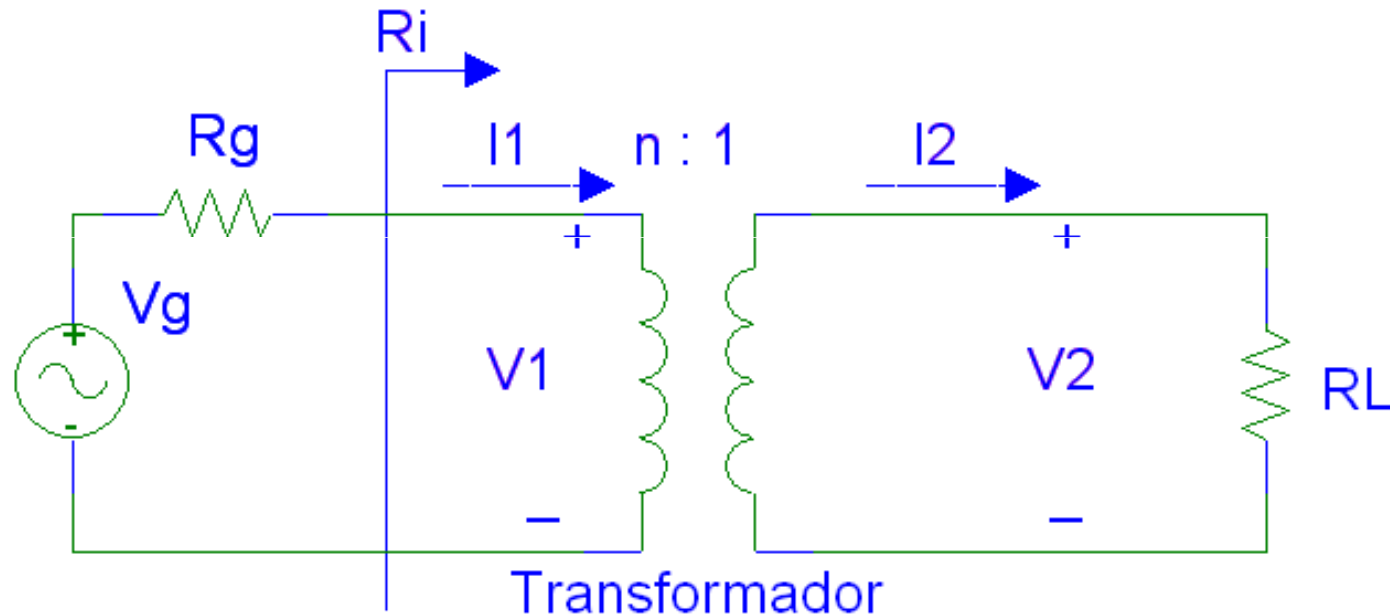
$$P_2 = P_1$$

Adaptación de impedancias  $Z_{eq} = Z_L \cdot n^2$

# Transformador con tomas intermedias



# Ejemplo



Sustituir valores:

- $V_g = 5 \text{ Vrms}$
- $R_g = 1 \text{ K}\Omega$
- $R_L = 10 \Omega$
- $n = 10$

1. Corrientes de primario y de secundario ( $I_1$  e  $I_2$ )
2. Tensiones en los terminales de primario y de secundario ( $V_1$  y  $V_2$ )
3. Potencia suministrada por el generador y potencia disipada en las resistencias  $R_g$  y  $R_L$ .
4. Valor de la impedancia  $R_i$  vista desde la entrada del primario.