



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

# Dispositivos Electrónicos - Elementos pasivos

Krzysztof Herman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica  
Universidad del Bío-Bío

Concepción 2018

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

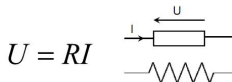


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$

- Potencia  $(0,125 - 5)W$

- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$

- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$

- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$

- Inductancia  $(6 - 8)nH$

- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$

- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$

- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

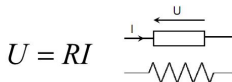


Figura: Símbolo electrónico

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

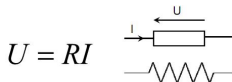


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

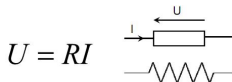


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

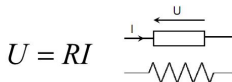


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

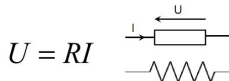


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500)\frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001\frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01\frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

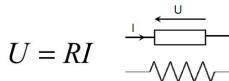


Figura: Símbolo electrónico



# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

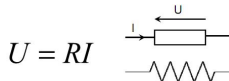


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

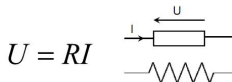


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

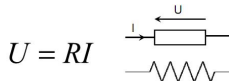


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Resistencia eléctrica  $(0,1 - 10M)\Omega$
- Potencia  $(0,125 - 5)W$
- Máximo voltaje  $(100 - 1000)V$
- Estabilidad térmica  $(10 - 500) \frac{ppm}{grad}$
- Estabilidad temporal ex.  $0,0001 \frac{\%}{h}$
- Inductancia  $(6 - 8)nH$
- Capacidad  $(0,1 - 5)pF$
- No linealidad  $\sim R = R(U) 0,01 \frac{\%}{V}$
- Ruido térmico  $V_{RMS} = 4kTR\Delta f$

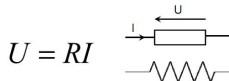


Figura: Símbolo electrónico

## Resistores tipo THT sin código de color

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo dos (tres) cifras y un multiplicador

- ej.  $0,33\Omega$  se nota como  $0,33R$ ,  $0R33$
- ej.  $3,3\Omega$  se nota como  $3,3R$
- ej.  $33\Omega$  se nota como  $33$ ,  $33R$
- ej.  $330\Omega$  se nota como  $330$ ,  $330R$ ,  $k33$
- ej.  $3,3k\Omega$  se nota como  $3,3k$ ,  $3k3$
- ej.  $3,3M\Omega$  se nota como  $33.M$ ,  $3M3$

## Resistores tipo SMD

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo dos cifras y un multiplicador

- ej.  $33\Omega$  se nota como  $330$
- ej.  $330\Omega$  se nota como  $331$
- ej.  $3,3k\Omega$  se nota como  $332$
- ej.  $3,3M\Omega$  se nota como  $335$

## Resistores tipo THT sin código de color

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo dos (tres) cifras y un multiplicador

- ej.  $0,33\Omega$  se nota como  $0,33R$ ,  $0R33$
- ej.  $3,3\Omega$  se nota como  $3,3R$
- ej.  $33\Omega$  se nota como  $33$ ,  $33R$
- ej.  $330\Omega$  se nota como  $330$ ,  $330R$ ,  $k33$
- ej.  $3,3k\Omega$  se nota como  $3,3k$ ,  $3k3$
- ej.  $3,3M\Omega$  se nota como  $33.M$ ,  $3M3$

## Resistores tipo SMD

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo dos cifras y un multiplicador

- ej.  $33\Omega$  se nota como  $330$
- ej.  $330\Omega$  se nota como  $331$
- ej.  $3,3k\Omega$  se nota como  $332$
- ej.  $3,3M\Omega$  se nota como  $335$

## Resistores tipo THT sin código de color

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo dos (tres) cifras y un multiplicador

- ej.  $0,33\Omega$  se nota como  $0,33R$ ,  $0R33$
- ej.  $3,3\Omega$  se nota como  $3,3R$
- ej.  $33\Omega$  se nota como  $33$ ,  $33R$
- ej.  $330\Omega$  se nota como  $330$ ,  $330R$ ,  $k33$
- ej.  $3,3k\Omega$  se nota como  $3,3k$ ,  $3k3$
- ej.  $3,3M\Omega$  se nota como  $33.M$ ,  $3M3$

## Resistores tipo SMD

El valor de la resistencia eléctrica se obtiene leyendo dos cifras y un multiplicador

- ej.  $33\Omega$  se nota como  $330$
- ej.  $330\Omega$  se nota como  $331$
- ej.  $3,3k\Omega$  se nota como  $332$
- ej.  $3,3M\Omega$  se nota como  $335$

# Sistemas de codificación con colores

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

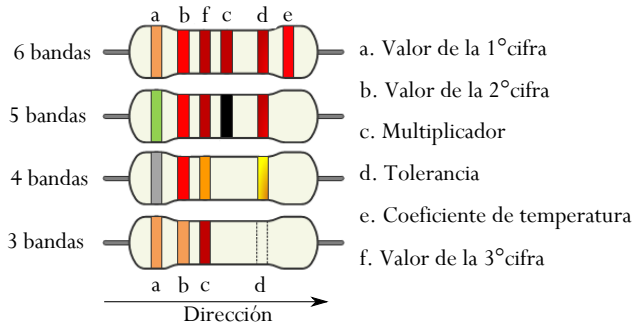






Figura: Codificación con bandas



Negro		0	1	-	-
Marrón		1	10	$\pm 1\%$	100ppm/°C
Rojo		2	100	$\pm 2\%$	50ppm/°C
Naranja		3	1 000	-	15ppm/°C
Amarillo		4	10 000	$\pm 4\%$	25ppm/°C
Verde		5	100 000	$\pm 0,5\%$	20ppm/°C
Azul		6	1 000 000	$\pm 0,25\%$	10ppm/°C
Morado		7	10 000 000	$\pm 0,1\%$	5ppm/°C
Gris		8	100 000 000	$\pm 0.05\%$	1ppm/°C
Blanco		9	1 000 000 000	-	-
Dorado		-	0,1	$\pm 5\%$	-
Plateado		-	0,01	$\pm 10\%$	-
Ninguno		-	-	$\pm 20\%$	-



## Definición de la tolerancia

$$Tolerancia = \left| \frac{R - R_{nom}}{R_{nom}} \right|_{\text{máx}} \cdot 100$$

## Ecuacion de serie

Los valores de la resistencia crean un serie geométrica EM

$$W = \left( \sqrt[n]{10} \right)^n \quad n = 0 \dots M$$

## Series típicos de la resistencia

E3(40 %); E6(20 %); E12(10 %); E24(5 %); E48(2 %); E96(1 %); E192(0,5 %)

## Definición de la tolerancia

$$Tolerancia = \left| \frac{R - R_{nom}}{R_{nom}} \right|_{\text{máx}} \cdot 100$$

## Ecuacion de serie

Los valores de la resistencia crean un serie geométrica EM

$$W = \left( \sqrt[n]{10} \right)^n \quad n = 0 \dots M$$

## Series típicos de la resistencia

E3(40 %); E6(20 %); E12(10 %); E24(5 %); E48(2 %); E96(1 %); E192(0,5 %)



## Definición de la tolerancia

$$Tolerancia = \left| \frac{R - R_{nom}}{R_{nom}} \right|_{\text{máx}} \cdot 100$$

## Ecuacion de serie

Los valores de la resistencia crecen en serie geométrica EM

$$W = \left( \sqrt[n]{10} \right)^n \quad n = 0 \dots M$$

## Series típicos de la resistencia

E3(40 %); E6(20 %); E12(10 %); E24(5 %); E48(2 %); E96(1 %); E192(0,5 %)



## Definición de la tolerancia

$$Tolerancia = \left| \frac{R - R_{nom}}{R_{nom}} \right|_{\text{máx}} \cdot 100$$

## Ecuacion de serie

Los valores de la resistencia crean un serie geométrica EM

$$W = \left( \sqrt[n]{10} \right)^n \quad n = 0 \dots M$$

## Series típicos de la resistencia

E3(40 %); E6(20 %); E12(10 %); E24(5 %); E48(2 %); E96(1 %); E192(0,5 %)

## Definición de la tolerancia

$$Tolerancia = \left| \frac{R - R_{nom}}{R_{nom}} \right|_{\text{máx}} \cdot 100$$

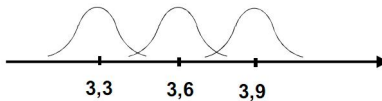
## Ecuacion de serie

Los valores de la resistencia crecen un serie geométrica EM

$$W = \left( \sqrt[n]{10} \right)^n \quad n = 0 \dots M$$

## Series típicos de la resistencia

E3(40 %); E6(20 %); E12(10 %); E24(5 %); E48(2 %); E96(1 %); E192(0,5 %)



# Modelo en la banda de frecuencias altas

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

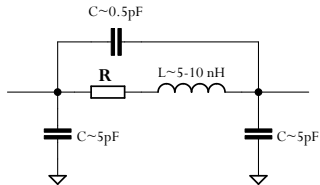
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía



## Atención

En este caso el símbolo de la masa puede significar otro punto de circuito.

# Modelo en la banda de frecuencias altas

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

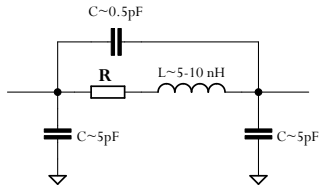
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía



## Atención

En este caso el símbolo de la masa puede significar otro punto de circuito.



# Respuesta en frecuencia

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

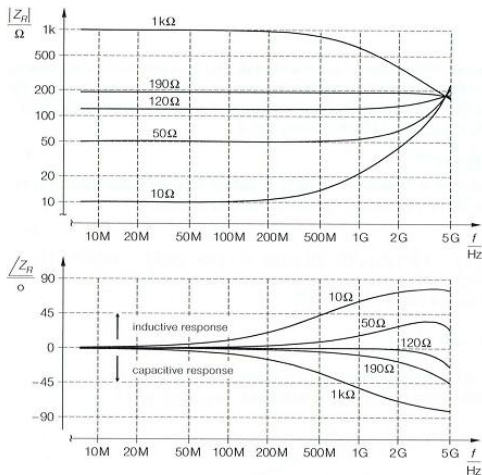
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

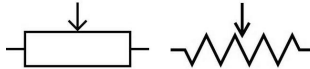
Bibliografía



Impedance of SMD resistors of the size 1206 with  $L_R = 3 \text{ nH}$  and  $C_R = 0.2 \text{ pF}$

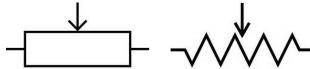
## Tipos de potenciómetros

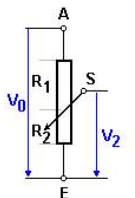
- Potenciómetros análogos  $R = f(\varphi)$
- Potenciómetros digitales  $R = f(\text{code})$



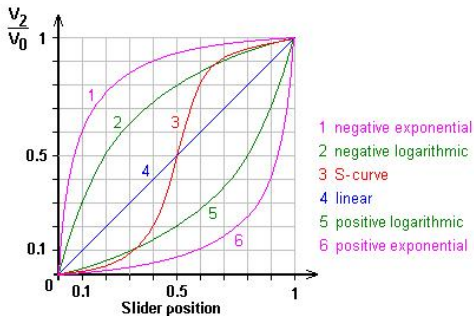
## Tipos de potenciómetros

- Potenciómetros análogos  $R = f(\varphi)$
- Potenciómetros digitales  $R = f(\text{code})$





$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



# Potenciómetro digital

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

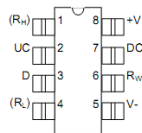
Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

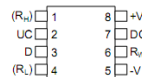
Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Replaces mechanical variable resistors
- Electronic interface provided for digital as well as manual control
- Wide differential input voltage range between 4.5 and 8V
- Wiper position is maintained in the absence of power
- Low-cost alternative to mechanical controls
- Applications include volume, tone, contrast, brightness, and dimmer control
- Available in 8-pin SOIC and 8-pin DIP packages
- Standard resistance values for Dallstat:
  - DS1669-10 ~ 10 k $\Omega$
  - DS1669-50 ~ 50 k $\Omega$
  - DS1669-100 ~ 100 k $\Omega$
- Operating Temperature Range
  - Industrial: -40°C to +85°C



8-Pin SOIC (208-mil)  
See Mech. Drawings Section



8-Pin DIP (300-mil)  
See Mech. Drawings Section

## PIN DESCRIPTION DS1669

$R_H$	- High Terminal of Potentiometer
$R_W$	- Wiper Terminal of Potentiometer
$R_L$	- Low Terminal of Potentiometer
-V, +V	- Voltage Inputs
UC	- Up Contact Input
D	- Digital Input
DC	- Down Contact Input

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

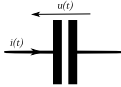
Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Capacitancia ( $0,1p - 5)F$
- Máximo voltaje ( $5 - 10000) V$
- Polarización
- Corriente de fuga ( $0 - 10) \mu A$
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máxima
- Temperatura de operación
- Inductancia

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

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt + u(0)$$


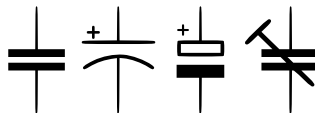
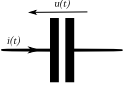


Figura: Símbolo electrónico

- **Capacitancia ( $0,1p - 5F$ )**
- Máximo voltaje ( $5 - 10000$ )  $V$
- Polarización
- Corriente de fuga ( $0 - 10$ )  $\mu A$
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máximo
- Temperatura de operación
- Inductancia

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

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt + u(0)$$


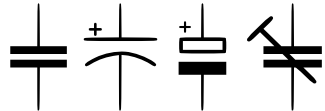


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

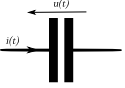
Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- **Capacitancia**  $(0,1p - 5)F$
- **Máximo voltaje**  $(5 - 10000)V$
- Polarización
- Corriente de fuga  $(0 - 10)\mu A$
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máximo
- Temperatura de operación
- Inductancia

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

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt + u(0)$$


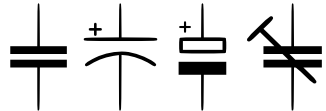
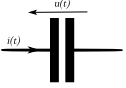


Figura: Símbolo electrónico



- Capacitancia ( $0,1p - 5F$ )
- Máximo voltaje ( $5 - 10000V$ )
- Polarización
- Corriente de fuga ( $0 - 10\mu A$ )
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máximo
- Temperatura de operación
- Inductancia

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

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt + u(0)$$


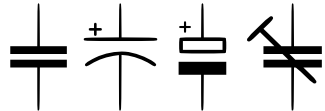


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

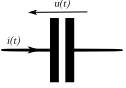
Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Capacitancia ( $0,1p - 5F$ )
- Máximo voltaje ( $5 - 10000V$ )
- Polarización
- Corriente de fuga ( $0 - 10\mu A$ )
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máximo
- Temperatura de operación
- Inductancia

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

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt + u(0)$$


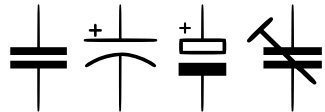


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Capacitancia  $(0,1p - 5)F$
- Máximo voltaje  $(5 - 10000)V$
- Polarización
- Corriente de fuga  $(0 - 10)\mu A$
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máximo
- Temperatura de operación
- Inductancia

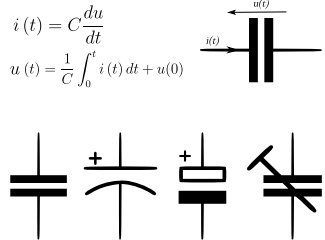


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Capacitancia ( $0,1p - 5F$ )
- Máximo voltaje ( $5 - 10000V$ )
- Polarización
- Corriente de fuga ( $0 - 10\mu A$ )
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máximo
- Temperatura de operación
- Inductancia

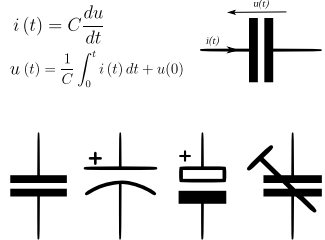


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Capacitancia ( $0,1p - 5F$ )
- Máximo voltaje ( $5 - 10000V$ )
- Polarización
- Corriente de fuga ( $0 - 10\mu A$ )
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máximo
- Temperatura de operación
- Inductancia

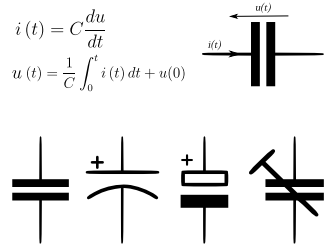
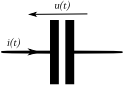


Figura: Símbolo electrónico

- Capacitancia ( $0,1p - 5F$ )
- Máximo voltaje ( $5 - 10000V$ )
- Polarización
- Corriente de fuga ( $0 - 10\mu A$ )
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máxima
- Temperatura de operación
- Inductancia

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

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt + u(0)$$


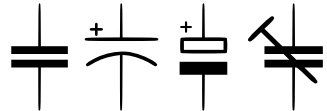


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Capacitancia ( $0,1p - 5F$ )
- Máximo voltaje ( $5 - 10000V$ )
- Polarización
- Corriente de fuga ( $0 - 10\mu A$ )
- Resistencia de pérdidas
- Estabilidad térmica
- Corriente máximo
- Temperatura de operación
- Inductancia

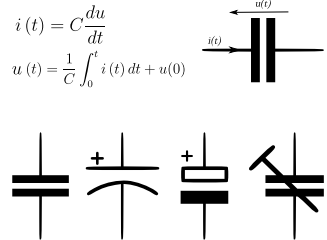


Figura: Símbolo electrónico

# Condensador plano

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

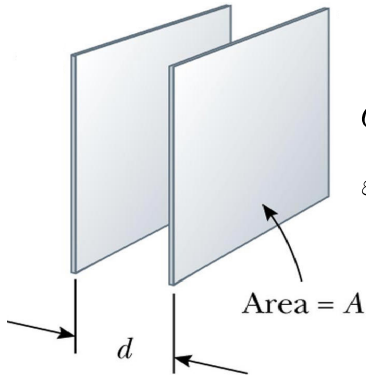
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía



$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}$$

$$\varepsilon_0 = 8.885 \cdot 10^{-12} \left[ \frac{F}{m} \right]$$



$$\vec{D} = \varepsilon \cdot \vec{E}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$$

**Cuadro:** Las permitividades relativas de algunos dieléctricos:

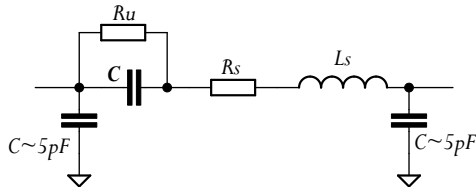
Material	$\varepsilon_r$
Aire	1
Aceite	80
Caucho	20-50
Acetona	191
Papel duro	50
Agua destilada	88
PVC	30-40
Baquelita	50-80
Vidrio	46-60
Mica	5.4

ESR equivalent series resistance  $R_s$

ESL equivalent series inductance  $L_s$

Resistencia de pérdidas  $R_u$ , corriente de fuga

Capacitancia de contactos, alambres.



Factor de calidad

$$Q_C = \frac{X_C}{R_S} = \frac{1}{\omega C R_S}$$

Ángulo de pérdida  $\delta$

$$\operatorname{tg}(\delta) = \frac{P_A}{P_P} = \frac{ESR}{X_C} = \omega C R_S$$

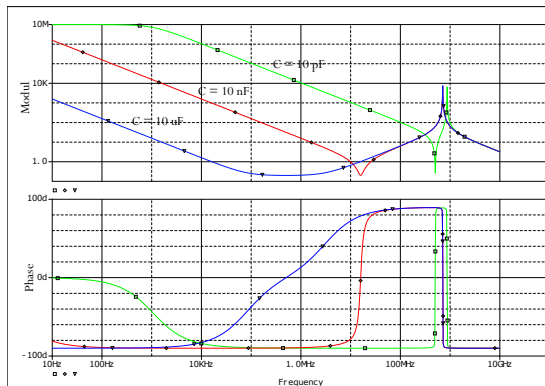


Figura: Simulation para valores  $R_s = 0,2\Omega$ ,  $L_s = 10\text{nH}$ ,  $R_u = 10\text{M}\Omega$ ,  $C = 10\text{p}, 10\text{n}, 10\text{u}$



Código EIA	ppm/C	Multiplicador	Tolerancia	Código industrial
M7G	1	+100	±30	P100
C0G	0	-1	±30	NP0
B2G	0.3	-100	±30	N030
U1G	7.5	-10	±30	N075
P2G	1.5	-100	±30	N150
R2G	2.2	-100	±30	N220
S2H	3.3	-100	±60	N330
T2H	4.7	-100	±60	N470
U2J	7.5	-100	±120	N750
P3K	1.5	-1000	±250	N1500
R3L	2.2	-1000	±500	N2200

# Condensador -EIA clase 2

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

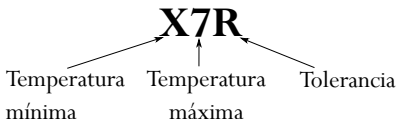
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía



Temperatura mínima		Temperatura máxima		Tolerancia	
<b>X</b>	-55	<b>4</b>	+65	<b>A</b>	±1
<b>Y</b>	-30	<b>5</b>	+85	<b>B</b>	±1.5
<b>Z</b>	-10	<b>6</b>	+105	<b>C</b>	±2.2
		<b>7</b>	+125	<b>D</b>	±3.3
		<b>8</b>	+150	<b>E</b>	±4.7
		<b>9</b>	+200	<b>F</b>	±7.5
				<b>P</b>	±10
				<b>R</b>	±15
				<b>S</b>	±22
				<b>T</b>	-33 / +22
				<b>U</b>	-56 / +22
				<b>V</b>	-82 / +22

# Parámetros importantes de un inductor

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Inductancia (serie E12 para inductores con valor bajo de Q)
- Constante de núcleo  $A_l[nH]$ ,  
 $L = A_l \cdot N^2$
- Resistencia en serie  $R_s$
- Efecto pelicular
- No linealidad del núcleo, histéresis, pérdidas en núcleo.
- Corriente máxima (la saturación del núcleo)
- Voltaje máxima

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt + i(0)$$

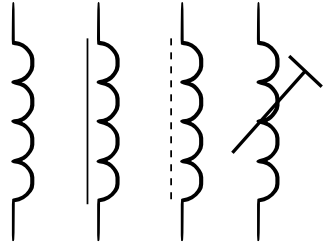
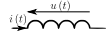


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes de un inductor

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- **Inductancia (serie E12 para inductores con valor bajo de Q)**
- Constante de núcleo  $A_l[nH]$ ,  
 $L = A_l \cdot N^2$
- Resistencia en serie  $R_s$
- Efecto pelicular
- No linealidad del núcleo, histéresis, pérdidas en núcleo.
- Corriente máxima (la saturación del núcleo)
- Voltaje máxima

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt + i(0)$$

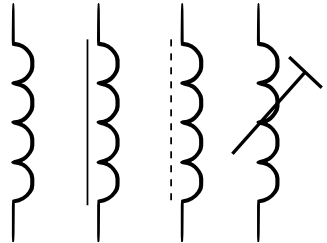
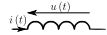


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes de un inductor

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Inductancia (serie E12 para inductores con valor bajo de Q)
- Constante de núcleo  $A_l[nH]$ ,  
 $L = A_l \cdot N^2$
- Resistencia en serie  $R_s$
- Efecto pelicular
- No linealidad del núcleo, histéresis, pérdidas en núcleo.
- Corriente máxima (la saturación del núcleo)
- Voltaje máxima

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt + i(0)$$

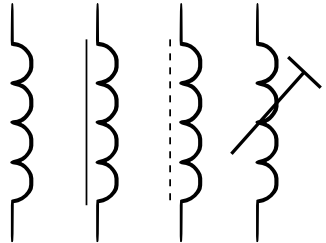
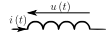


Figura: Símbolo electrónico



# Parámetros importantes de un inductor

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Inductancia (serie E12 para inductores con valor bajo de Q)
- Constante de núcleo  $A_l[nH]$ ,  
 $L = A_l \cdot N^2$
- Resistencia en serie  $R_s$ 
  - Efecto pelicular
  - No linealidad del núcleo, histéresis, pérdidas en núcleo.
  - Corriente máxima (la saturación del núcleo)
  - Voltaje máxima

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt + i(0)$$

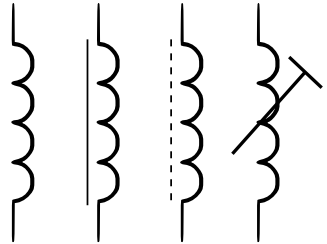
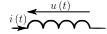


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes de un inductor

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Inductancia (serie E12 para inductores con valor bajo de Q)
- Constante de núcleo  $A_l[nH]$ ,  
 $L = A_l \cdot N^2$
- Resistencia en serie  $R_s$
- Efecto pelicular
- No linealidad del núcleo, histéresis, pérdidas en núcleo.
- Corriente máxima (la saturación del núcleo)
- Voltaje máxima

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt + i(0)$$

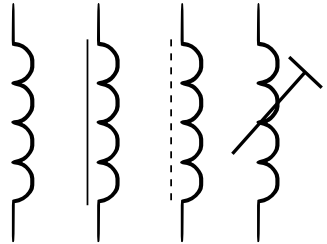
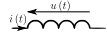


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes de un inductor

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Inductancia (serie E12 para inductores con valor bajo de Q)
- Constante de núcleo  $A_l[nH]$ ,  
 $L = A_l \cdot N^2$
- Resistencia en serie  $R_s$
- Efecto pelicular
- No linealidad del núcleo, histéresis, pérdidas en núcleo.
- Corriente máxima (la saturación del núcleo)
- Voltaje máxima

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt + i(0)$$

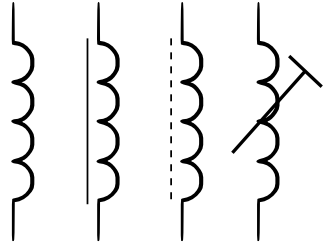
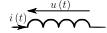


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes de un inductor

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Inductancia (serie E12 para inductores con valor bajo de Q)
- Constante de núcleo  $A_l[nH]$ ,  
 $L = A_l \cdot N^2$
- Resistencia en serie  $R_s$
- Efecto pelicular
- No linealidad del núcleo, histéresis, pérdidas en núcleo.
- Corriente máxima (la saturación del núcleo)
- Voltaje máxima

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt + i(0)$$

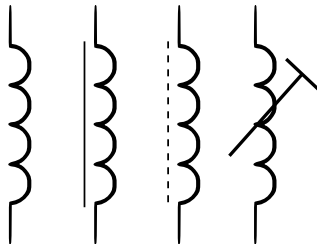
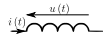


Figura: Símbolo electrónico

# Parámetros importantes de un inductor

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

- Inductancia (serie E12 para inductores con valor bajo de Q)
- Constante de núcleo  $A_l[nH]$ ,  
 $L = A_l \cdot N^2$
- Resistencia en serie  $R_s$
- Efecto pelicular
- No linealidad del núcleo, histéresis, pérdidas en núcleo.
- Corriente máxima (la saturación del núcleo)
- Voltaje máxima

$$u(t) = L \frac{di}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_0^t u(t) dt + i(0)$$

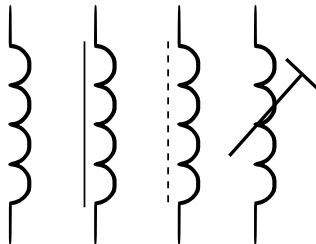
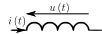


Figura: Símbolo electrónico

# Bobina de aire

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

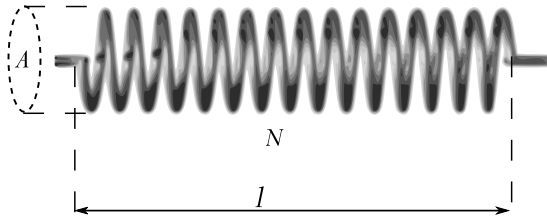
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía



$$L = \mu_0 \mu_r \frac{N^2 A}{l}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

# Modelo en las frecuencias altas

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

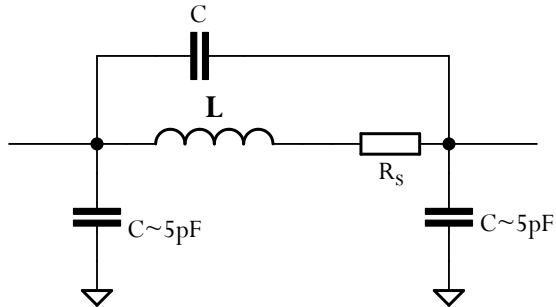
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía



$$Q_L = \frac{X_L}{R_S} = \frac{\omega L}{R_S}$$

# Respuesta del modelo en las frecuencias altas

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

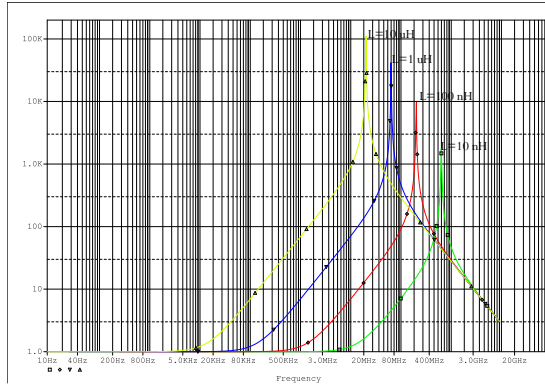
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía





Devanado inductor. Materiales: cobre, plata. Hay dos causas de pérdidas de energía. Son resistividad de material y efecto pelicular (altas frecuencias). Para frecuencias sobre  $1\text{ MHz}$  se aplica haz de hilo de cobre esmaltado. Para corrientes altas hay que calcular diámetro del alambre o hilo porque los conductores se calientan. Para estimar este valor hay una fórmula

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{I}{J}}$$

donde  $J$  es densidad de corriente en el conductor (para cobre  $J = 2,5\text{ A/mm}^2$ ).



# Histéresis de núcleo

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

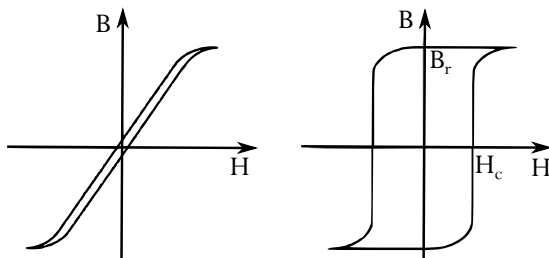
Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

$$\vec{H} = k \cdot \vec{I}$$

$$\vec{B} = \mu_0 \mu_r \vec{H}$$



## Materiales de núcleo

Siempre existe un valor de corriente  $\vec{I}_{max}$  sobre cual la inducción magnética no cumple linealidad. En caso de varios materiales de núcleos  $\mu_r = f(B)$

# Histéresis de núcleo

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

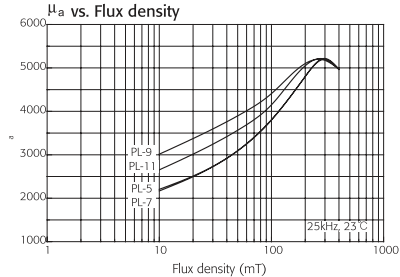
Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía



$$L = \mu_0 \mu_r(I) \frac{N^2 A}{l}$$

$$\vec{I}_{max} \approx \vec{I} \Rightarrow L = 0,95 L_{nom}$$



- **Ferromagnético MnZn** Se aplica en fuentes de alimentación  $< 1 \text{ MHz}$ , transformadores, filtros
- **Ferromagnético NiZn** Este material tiene pocas perdidas, se aplica en las frecuencias altas y en filtros
- **Polvo ferromagnético** Aplicaciones con corrientes altos, en frecuencias bajas, tiene buena estabilidad en temperatura,
- **Hierro** Transformadores de la red energética, frecuencia  $\leq 1 \text{ kHz}$



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

# Resistores NTC y PTC

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía

$$R(T) = R(T_0) e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$
$$R(T) = R(T_0) \left( 1 + \alpha T + \beta \frac{T^2}{2} \right)$$



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

# Para leer I

Dispositivos  
Electrónicos

Krzysztof  
Herman

Modelo de un  
resistor

Modelo de un  
condensador  
eléctrico

Modelo de un  
inductor  
eléctrico

Sensores de  
temperatura

Bibliografía



B. Van Zegbroec

*Principles of semiconductor devices*  
[ecee.colorado.edu](http://ecee.colorado.edu), 2011.



Hu, Chenming.

*Modern semiconductor devices for integrated circuits*  
Prentice Hall, 2001



Boylestad, Robert L., Louis Nashelsky, and Lihua Li.

*Electronic devices and circuit theory*  
Prentice Hall, 2002