

# Tecnología Electrónica

# Ingeniería en Electrónica

Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Córdoba

# Unidad 7 – Construcción Electrónica

## ▶ DISIPACION DE ENERGIA – OBJETIVO

- Tener en consideración los efectos de la temperatura en dispositivos que manejan y disipan potencia.
- El aumento de la potencia a disipar trae como consecuencia la disminución de la vida útil del dispositivo si el mismo no puede transmitir ésta al ambiente.

# MODOS DE DISIPACION

## ▶ RADIACION

- El cuerpo emite radiación electromagnética debido a su temperatura.
- La longitud de onda está entre  $0,1\mu\text{m}$  a  $1000\mu\text{m}$  (espectro infrarrojo).

## ▶ CONDUCCION

- Define la capacidad de los cuerpos a conducir calor.
- Se puede establecer la Resistencia Térmica, que es la oposición al paso de calor.

## ▶ CONVECCION

- Se produce transferencia de calor debido a la interacción de un fluido que trasporta el calor entre zonas de diferente temperatura.

# DISIPACION DE ENERGIA

## ► RADIACION

$$q = \varepsilon * \sigma * A * T^4$$

$\varepsilon$  = coeficiente de emisividad del cuerpo  $\rightarrow$  1 para cuerpo negro

$$\sigma = 5.667 \times 10^{-8} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right]$$

$A$  = area efectiva de transferencia de calor  $[\text{m}^2]$

$T$  = temperatura del medio sólido  $[\text{K}]$

# DISIPACION DE ENERGIA

## ► CONDUCCION

$$q = -kA \frac{\Delta t}{\Delta x}$$

$k$  = conductividad termica del medio  $\left[ \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} \right]$

$A$  = area efectiva de transferencia de calor  $[\text{m}^2]$

$\Delta t$  = diferencia de temperatura entre dos puntos  $[^\circ\text{C}]$

$\Delta x$  = distancia del camino térmico  $[\text{m}]$

# DISIPACION DE ENERGIA

## ► CONVECCION

$$q = hA(t_s - t_m)$$

$h$  = coeficiente de transferencia termica del medio  $\left[ \frac{W}{m^2 * ^\circ C} \right]$

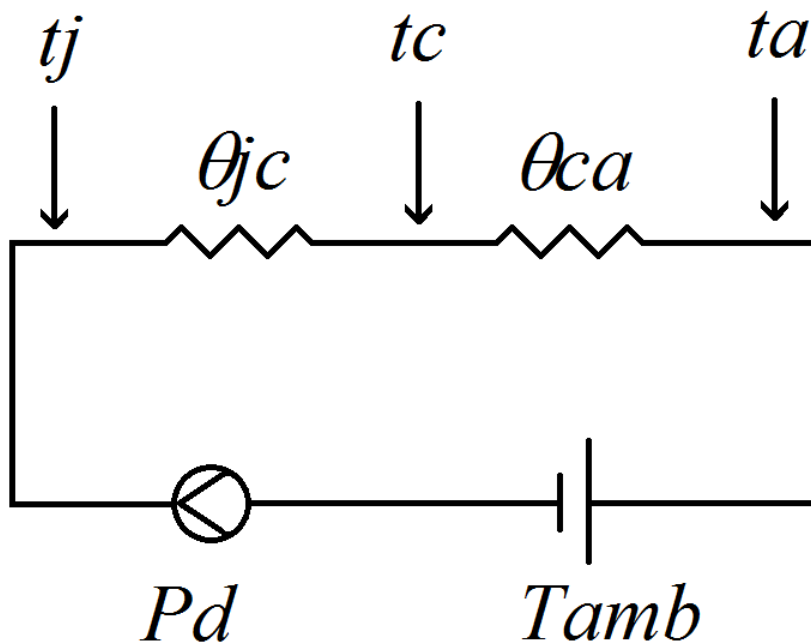
$A$  = area efectiva de transferencia de calor  $[m^2]$

$t_s$  = temperatura del medio sólido  $[^\circ C]$

$t_m$  = temperatura del fluido  $[^\circ C]$

# MODELO TERMICO SIMPLIFICADO

## ► SIN DISIPADOR



$t_j \rightarrow$  temperatura juntura

$t_c \rightarrow$  temperatura carcasa

$t_a \rightarrow$  temperatura ambiente

$P_d \rightarrow$  potencia a disipar

$T_{amb} \rightarrow$  temperatura ambiente

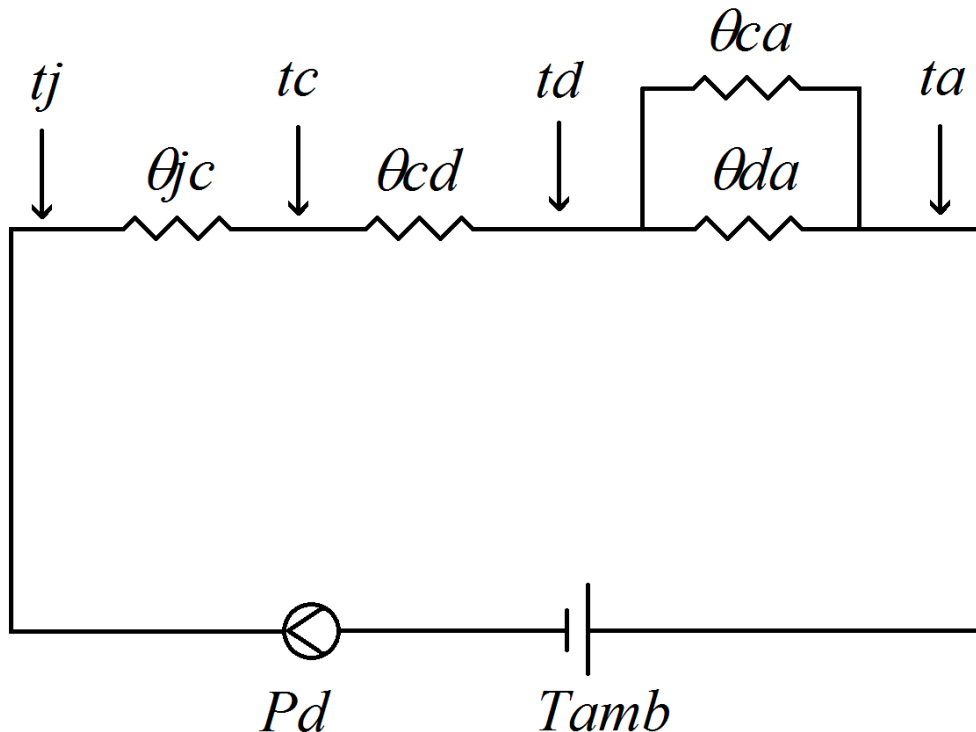
$\theta_{jc} \rightarrow$  resistencia térmica juntura  
carcasa

$\theta_{ca} \rightarrow$  resistencia térmica carcasa  
ambiente

$$t_j = P_d(\theta_{jc} + \theta_{ca}) + t_a$$

# MODELO TERMICO SIMPLIFICADO

## ► CON DISIPADOR



$t_j \rightarrow$  temperatura juntura

$t_c \rightarrow$  temperatura carcasa

$t_d \rightarrow$  temperatura disipador

$t_a \rightarrow$  temperatura ambiente

$P_d \rightarrow$  potencia a disipar

$T_{amb} \rightarrow$  temperatura ambiente

$\theta_{jc} \rightarrow$  resistencia térmica juntura carcasa

$\theta_{cd} \rightarrow$  resistencia térmica carcasa disipador

$\theta_{ca} \rightarrow$  resistencia térmica carcasa ambiente

$\theta_{da} \rightarrow$  resistencia térmica disipador ambiente

$$t_j = P_d \left( \theta_{jc} + \theta_{cd} + \left( \frac{\theta_{ca} * \theta_{da}}{\theta_{ca} + \theta_{da}} \right) \right) + t_a$$



# VALORES TÍPICOS

MONTAJE	RESISTENCIA TÉRMICA $\theta_{cd}$
DIRECTO SOBRE DISIPADOR	0.5 – 1 °C/W
AISLANTE MICA SIN GRASA	1.5 – 2 °C/W
AISLANTE MICA CON GRASA SILICONADA	1 – 1.5 °C/W






# VALORES TÍPICOS – TO-3



MONTAJE	RESISTENCIA TÉRMICA $\theta_{cd}$
DIRECTO	0.25 °C/W
DIRECTO + GRASA	0.12 °C/W
DIRECTO + MICA	0.8 °C/W
DIRECTO + MICA + GRASA	0.4 °C/W

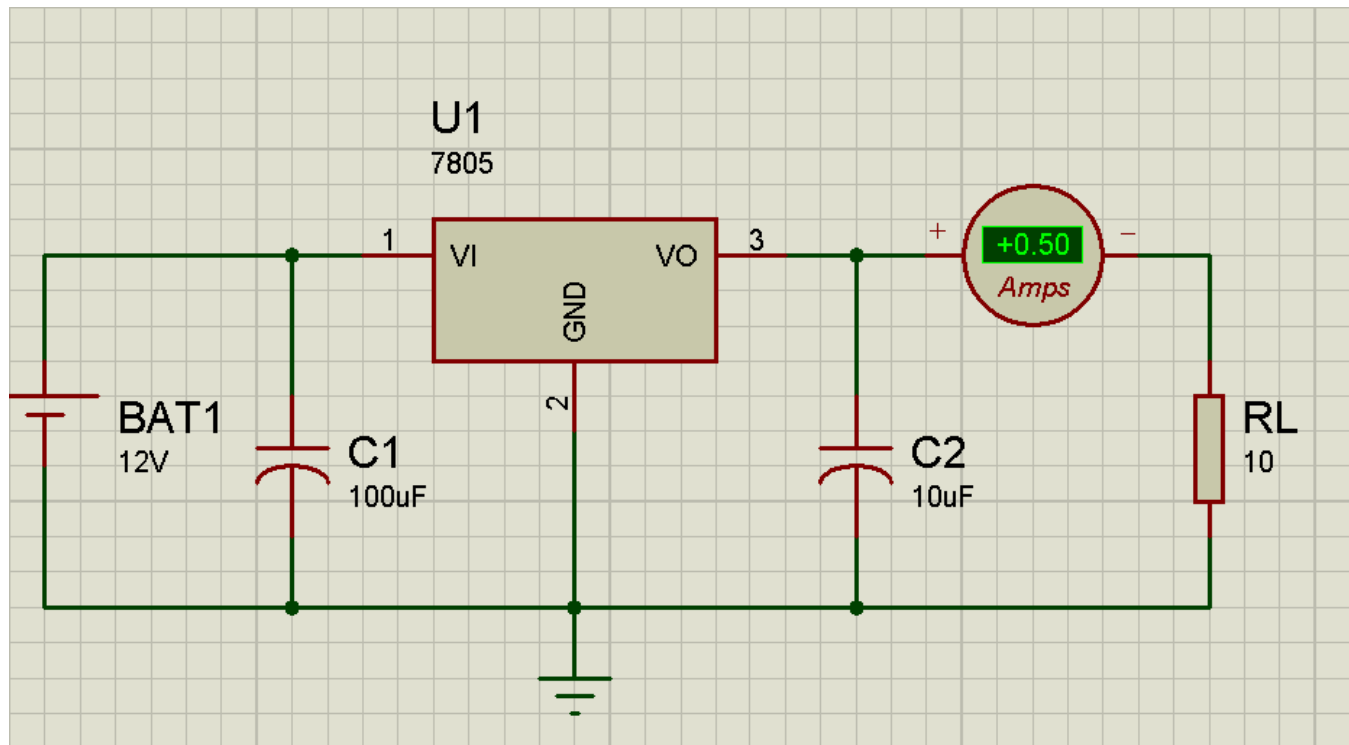
EL EMPLEO DE GRASA SILICONADA MEJORA  
LA CONDICIONES AL USAR MICA AISLANTE

# VALORES TIPOICOS DISIPADORES

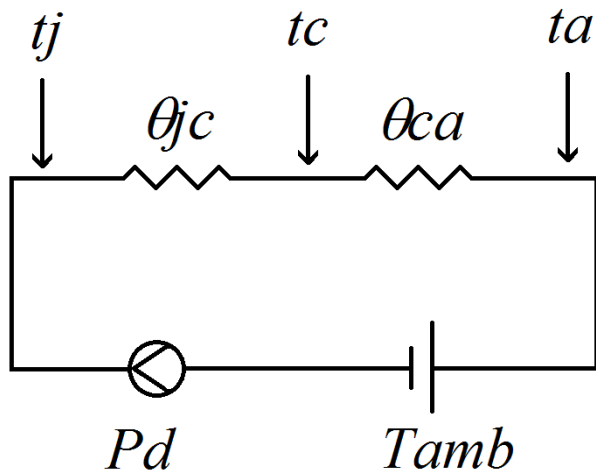
www.disipadores.com/baja_potencia.htm		1 - 2 - 3	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Disipadores Regulares</li> <li>Alta Potencia</li> <li>Media Potencia</li> <li>Baja Potencia</li> <li>Discos</li> <li>Aletas</li> <li>Aletas 2</li> <li>Diodos</li> <li>Relay</li> <li>Arañas</li> <li>Accesorios</li> <li>Gabinets</li> <li>Circulares</li> <li>LED <b>Nuevo</b></li> <li>Bañadores de pared <b>Nuevo</b></li> <li>Tabla genérica</li> </ul>			
		FOTO	CARACTERISTICAS
			<b>Artículo: 2125D</b> Perfil U: 29x29x29 1.5mm espesor Altura: 40mm Resistencia Térmica: 10° c/w
			<b>Artículo: 2125D1</b> Perfil U: 12x28x12 1.5mm espesor Altura: 40mm Resistencia Térmica: 13° c/w
			<b>Artículo: 2225D</b> Perfil U: 12x28x12 1.5mm espesor Altura: 40mm Resistencia Térmica: 13° c/w
			<b>Artículo: 2725D</b> Perfil U: 29x29x29 1.5mm espesor Altura: 40mm Resistencia Térmica: 10° c/w
			<b>Artículo: 5235FD</b> Perfil U: 20x20x20 1.5mm espesor Altura: 20mm Resistencia Térmica: 21° c/w

# EJEMPLO – CALCULO

- Potencia que disipa LM7805



# EJEMPLO – CALCULO



VIN : 12V  
VOUT : 5V  
IOUT : 0,5A

## Especificaciones del LM7805

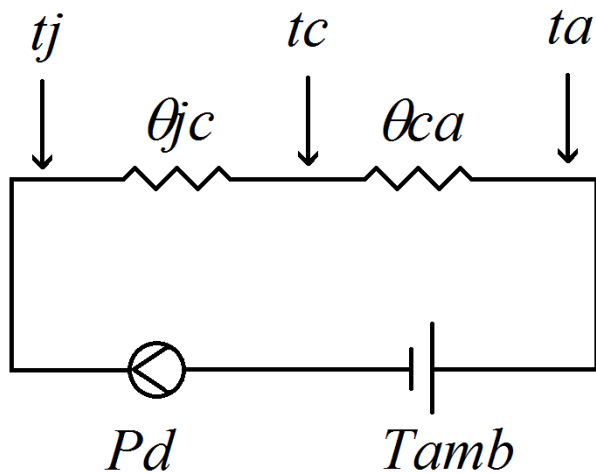
$\theta_{jc} \rightarrow 5 \text{ } ^\circ\text{C/W}$   
 $\theta_{ja} \rightarrow 65 \text{ } ^\circ\text{C/W}$

### Absolute Maximum Ratings

Stresses exceeding the absolute maximum ratings may damage the device. The device may not function or be operable above the recommended operating conditions and stressing the parts to these levels is not recommended. In addition, extended exposure to stresses above the recommended operating conditions may affect device reliability. The absolute maximum ratings are stress ratings only. Values are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted.

Symbol	Parameter		Value	Unit
$V_I$	Input Voltage	$V_O = 5 \text{ V to } 18 \text{ V}$	35	V
		$V_O = 24 \text{ V}$	40	
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction-Case (TO-220)		5	$^\circ\text{C/W}$
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction-Air (TO-220)		65	$^\circ\text{C/W}$
$T_{OPR}$	Operating Temperature Range	LM78xx	-40 to +125	$^\circ\text{C}$
		LM78xxA	0 to +125	
$T_{STG}$	Storage Temperature Range		- 65 to +150	$^\circ\text{C}$

# EJEMPLO – CALCULO



$$t_j = P_d * (\theta_{jc} + \theta_{ca}) + t_a$$

$$t_j = P_d * \theta_{ja} + t_a$$

$$t_j = V_d * I_l * \theta_{ja} + t_a$$

$$t_j = 7V * 0,5A * 65 \frac{^{\circ}C}{W} + 25^{\circ}C$$

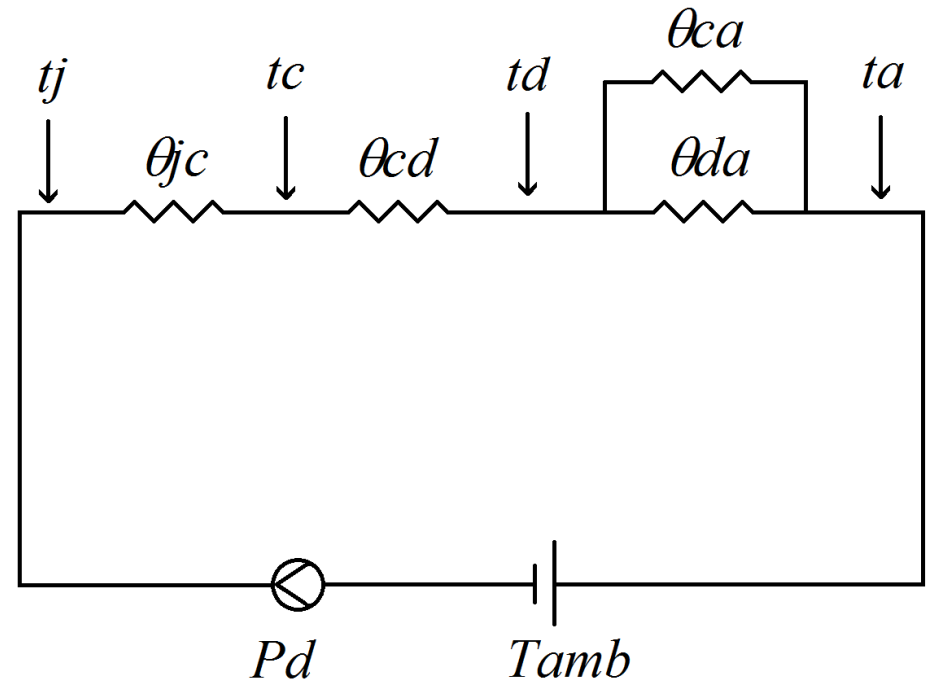
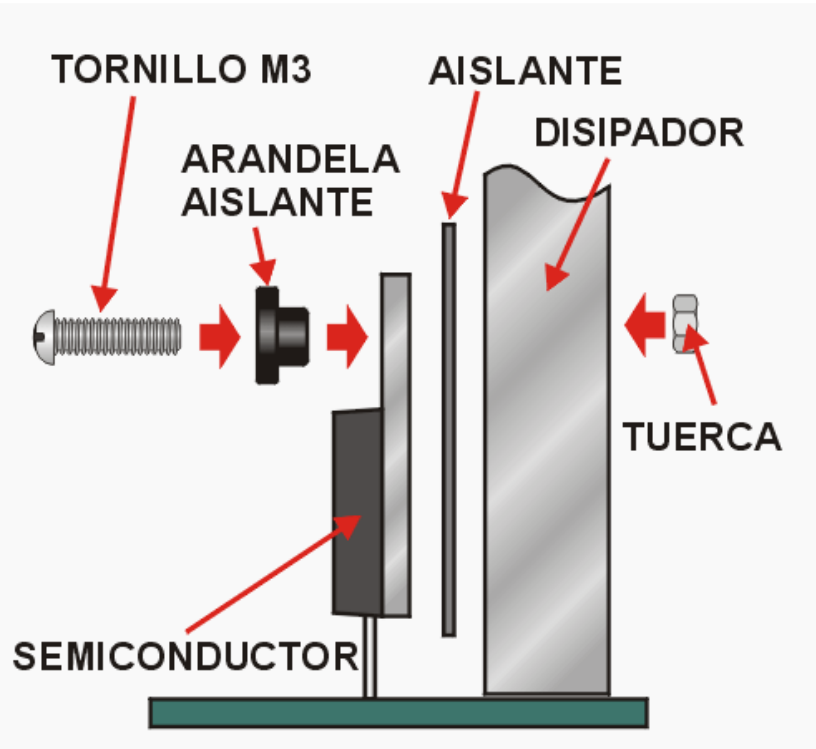
$$t_j = 3,5W * 65 \frac{^{\circ}C}{W} + 25^{\circ}C = 252,5^{\circ}C$$

→ Supera máxima temperatura de juntura

→  $t_j \leq 125^{\circ}C$

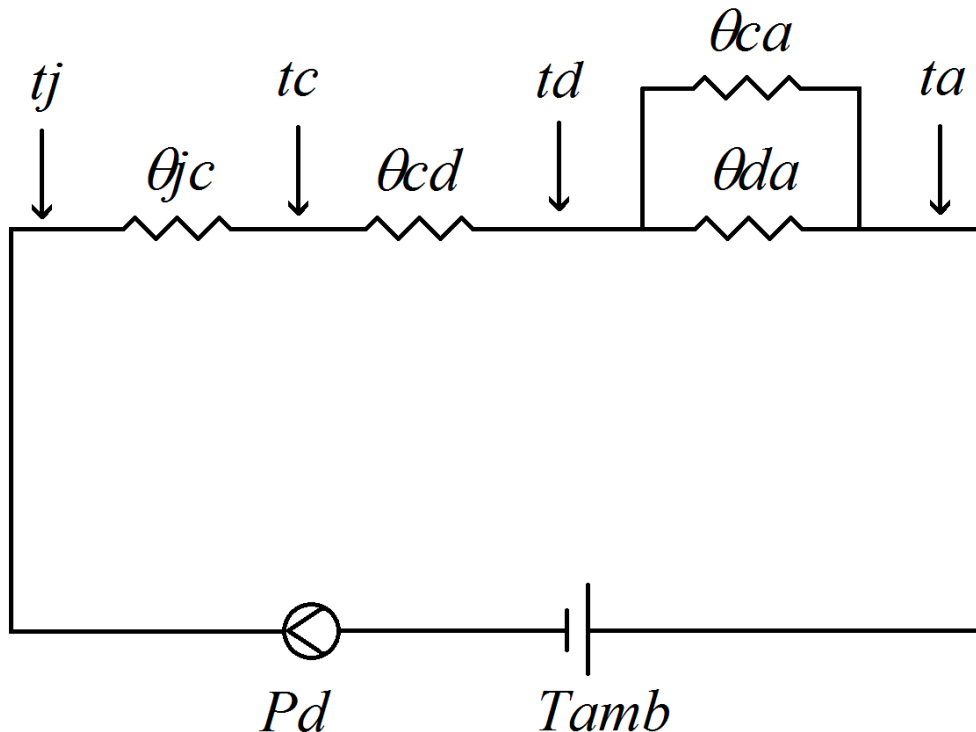
→ HACE FALTA USAR DISIPADOR

# EJEMPLO – MONTAJE



# EJEMPLO – CALCULO

## ► CON DISIPADOR



$t_j \rightarrow$  temperatura juntura

$t_c \rightarrow$  temperatura carcasa

$t_d \rightarrow$  temperatura disipador

$t_a \rightarrow$  temperatura ambiente

$P_d \rightarrow$  potencia a disipar

$T_{amb} \rightarrow$  temperatura ambiente

$\theta_{jc} \rightarrow$  resistencia térmica juntura carcasa

$\theta_{cd} \rightarrow$  resistencia térmica carcasa disipador

$\theta_{ca} \rightarrow$  resistencia térmica carcasa ambiente

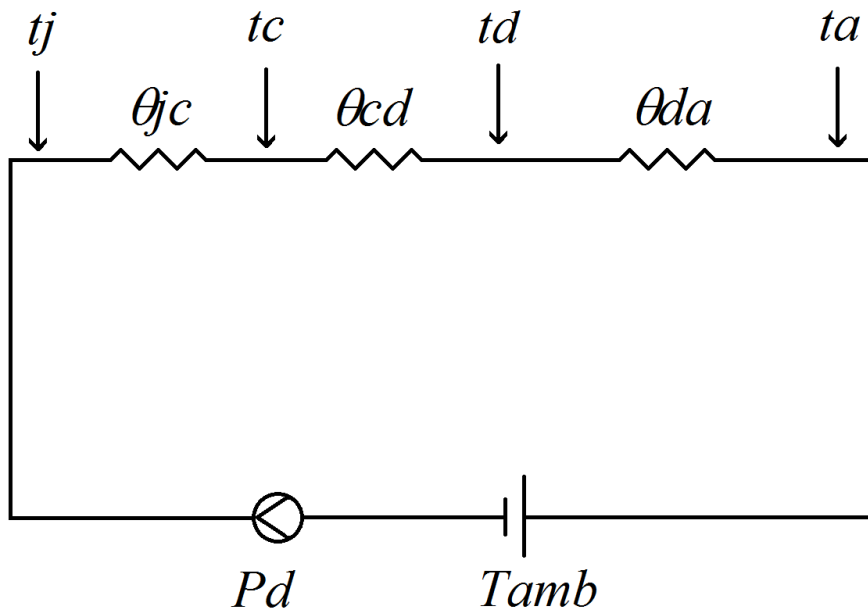
$\theta_{da} \rightarrow$  resistencia térmica disipador ambiente

$$t_j = P_d \left( \theta_{jc} + \theta_{cd} + \left( \frac{\theta_{ca} * \theta_{da}}{\theta_{ca} + \theta_{da}} \right) \right) + t_a$$



# EJEMPLO – CALCULO

## ► CON DISIPADOR



$t_j \rightarrow$  temperatura juntura

$t_c \rightarrow$  temperatura carcasa

$t_d \rightarrow$  temperatura disipador

$t_a \rightarrow$  temperatura ambiente

$P_d \rightarrow$  potencia a disipar

$T_{amb} \rightarrow$  temperatura ambiente

$\theta_{jc} \rightarrow$  resistencia térmica juntura carcasa

$\theta_{cd} \rightarrow$  resistencia térmica carcasa disipador

$\theta_{da} \rightarrow$  resistencia térmica disipador ambiente

$$t_j = P_d(\theta_{jc} + \theta_{cd} + \theta_{da}) + t_a$$

→ Desprecio la resistencia Carcaza Ambiente

# EJEMPLO – CALCULO

## ▶ CON DISIPADOR

$$t_j = P_d * (\theta_{jc} + \theta_{cd} + \theta_{da}) + t_a$$

$$\theta_{da} = \frac{t_j - t_a}{P_d} - \theta_{jc} - \theta_{cd}$$

$$\theta_{da} = \frac{125^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{3,5\text{W}} - 5 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}} - 1 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

$$\theta_{da} \leq 22,57 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

## ▶ CON DISIPADOR+MICA

$$t_j = P_d * [\theta_{jc} + (\theta_{cd} + \theta_{ad}) + \theta_{da}] + t_a$$

$$\theta_{da} = \frac{t_j - t_a}{P_d} - \theta_{jc} - (\theta_{cd} + \theta_{ad})$$

$$\theta_{da} = \frac{125^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}}{3,5\text{W}} - 5 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}} - 2 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

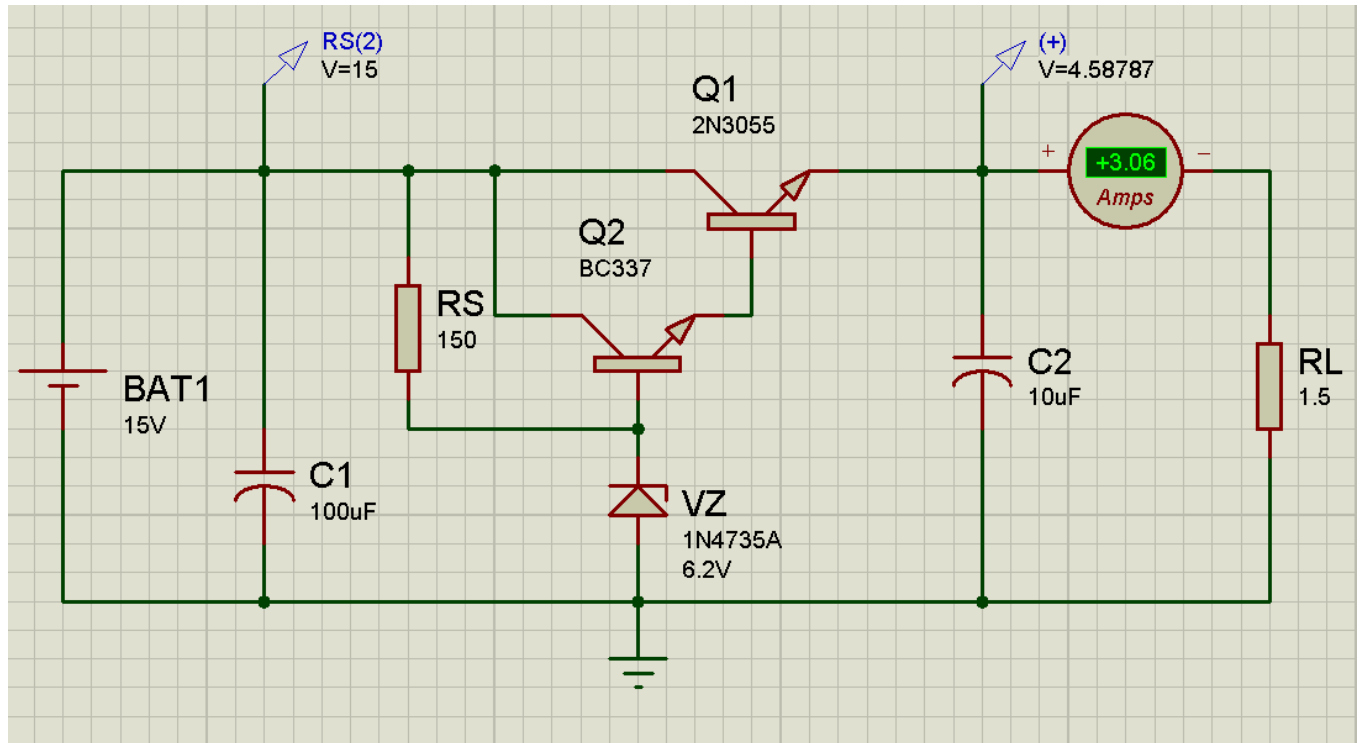
$$\theta_{da} \leq 21,57 \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

disipador de mayor tamaño

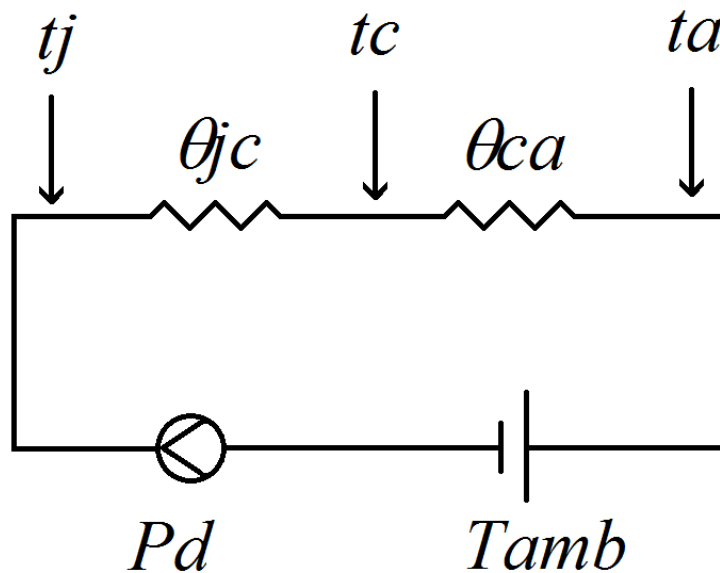


# EJEMPLO – CALCULO

- Potencia que disipa 2N3055



# EJEMPLO – CALCULO



VIN : 15V  
VOUT : 4,58V  
IOUT : 3.06A  
Ta = 40°C  
Tj = 200°C

# EJEMPLO – Especificaciones

## MAXIMUM RATINGS

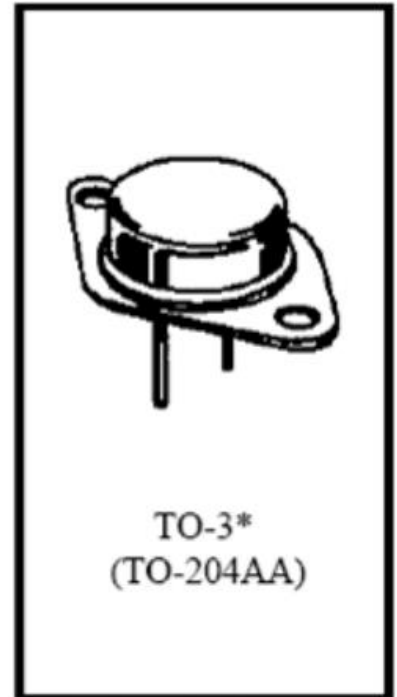
Ratings	Symbol	Value	Units
Collector-Emitter Voltage	$V_{CEO}$	70	Vdc
Collector-Base Voltage	$V_{CBO}$	100	Vdc
Emitter-Base Voltage	$V_{EBO}$	7.0	Vdc
Base Current	$I_B$	7.0	Adc
Collector Current	$I_C$	15	Adc
Total Power Dissipation	$P_T$	6.0	W
		117	W
Operating & Storage Temperature Range	$T_{op}, T_{stg}$	-65 to +200	$^{\circ}C$

## THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristics	Symbol	Max.	Unit
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	1.5	$^{\circ}C/W$

1) Derate linearly @ 34.2 mW/ $^{\circ}C$  for  $T_A > +25^{\circ}C$

2) Derate linearly @ 668 mW/ $^{\circ}C$  for  $T_C > +25^{\circ}C$



**2N3055(NPN), MJ2955(PNP)**

## THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$R_{\theta JC}$	1.52	$^{\circ}C/W$

# CALCULO sin Disipador

VIN : 15V

VOUT : 4,58V

IOUT : 3.06A

Ta = 40°C

Tjmax = 200°C

$\theta_{jc} \rightarrow 1.52 \text{ } ^\circ\text{C/W}$

Ecuación General

$$tj = Pd(\theta_{jc} + \theta_{ca}) + ta$$

$$tj = Pd * \theta_{ja} + ta$$

Determino Resistencia Cápsula Ambiente

$$\theta_{jc} = \frac{tj - ta}{P_{\max}} = \frac{200^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{115\text{W}} = 1,52 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$\theta_{ja} = \frac{tj - ta}{P_{\max}} = \frac{200^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}}{6\text{W}} = 29,17 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$\theta_{ca} = \theta_{ja} - \theta_{jc} = 29,17 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} - 1,52 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$\theta_{ca} = 27,65 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

Determino Tj con datos de ejemplo

$$tj = Pd * \theta_{ja} + ta$$

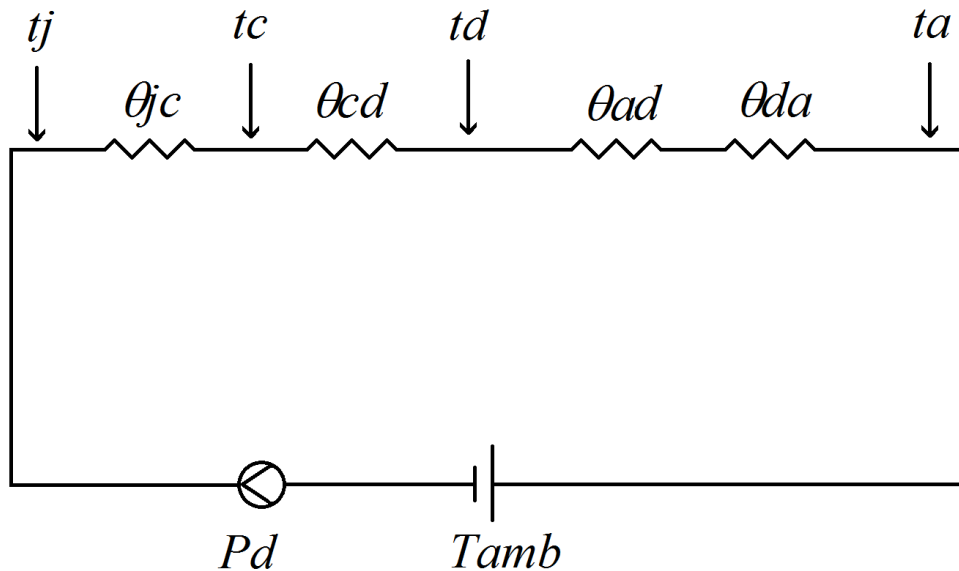
$$tj = (Vin - Vl) * Iout * \theta_{ja} + ta$$

$$tj = (15\text{V} - 4,58\text{V}) * 3,06\text{A} * 29,17 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + 40^\circ\text{C}$$

$$tj = 970,09^\circ\text{C}$$

# EJEMPLO – CALCULO

## ► CON DISIPADOR + MICA



$t_j \rightarrow$  temperatura juntura

$t_c \rightarrow$  temperatura carcasa

$t_d \rightarrow$  temperatura disipador

$t_a \rightarrow$  temperatura ambiente

$P_d \rightarrow$  potencia a disipar

$T_{amb} \rightarrow$  temperatura ambiente

$\theta_{jc} \rightarrow$  resistencia térmica juntura carcasa

$\theta_{cd} \rightarrow$  resistencia térmica carcasa disipador

$\theta_{ad} \rightarrow$  resistencia térmica aislante disipador (MICA)

$\theta_{da} \rightarrow$  resistencia térmica disipador ambiente

$$t_j = P_d(\theta_{jc} + \theta_{caislante} + \theta_{ad} + \theta_{da}) + t_a$$

# EJEMPLO – CALCULO

## ► CON DISIPADOR + MICA

$$t_j = Pd(\theta_{jc} + \theta_{cd} + \theta_{da}) + t_a$$

$$200^{\circ}C = 31,88W \left( 1,52 \frac{^{\circ}C}{W} + 0,4 \frac{^{\circ}C}{W} + \theta_{da} \right) + 40^{\circ}C$$

$$\theta_{da} = 3,09 \frac{^{\circ}C}{W} \rightarrow t_j = 200^{\circ}C$$

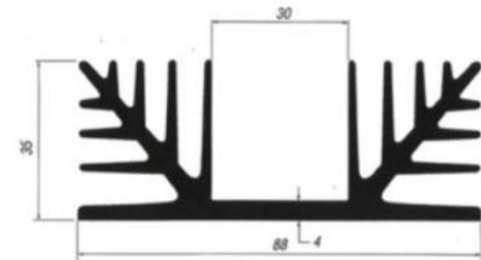
$$\theta_{da} = 1,53 \frac{^{\circ}C}{W} \rightarrow t_j = 150^{\circ}C$$

Podríamos usar un disipador  
ABL 520AB de largo  
100mm

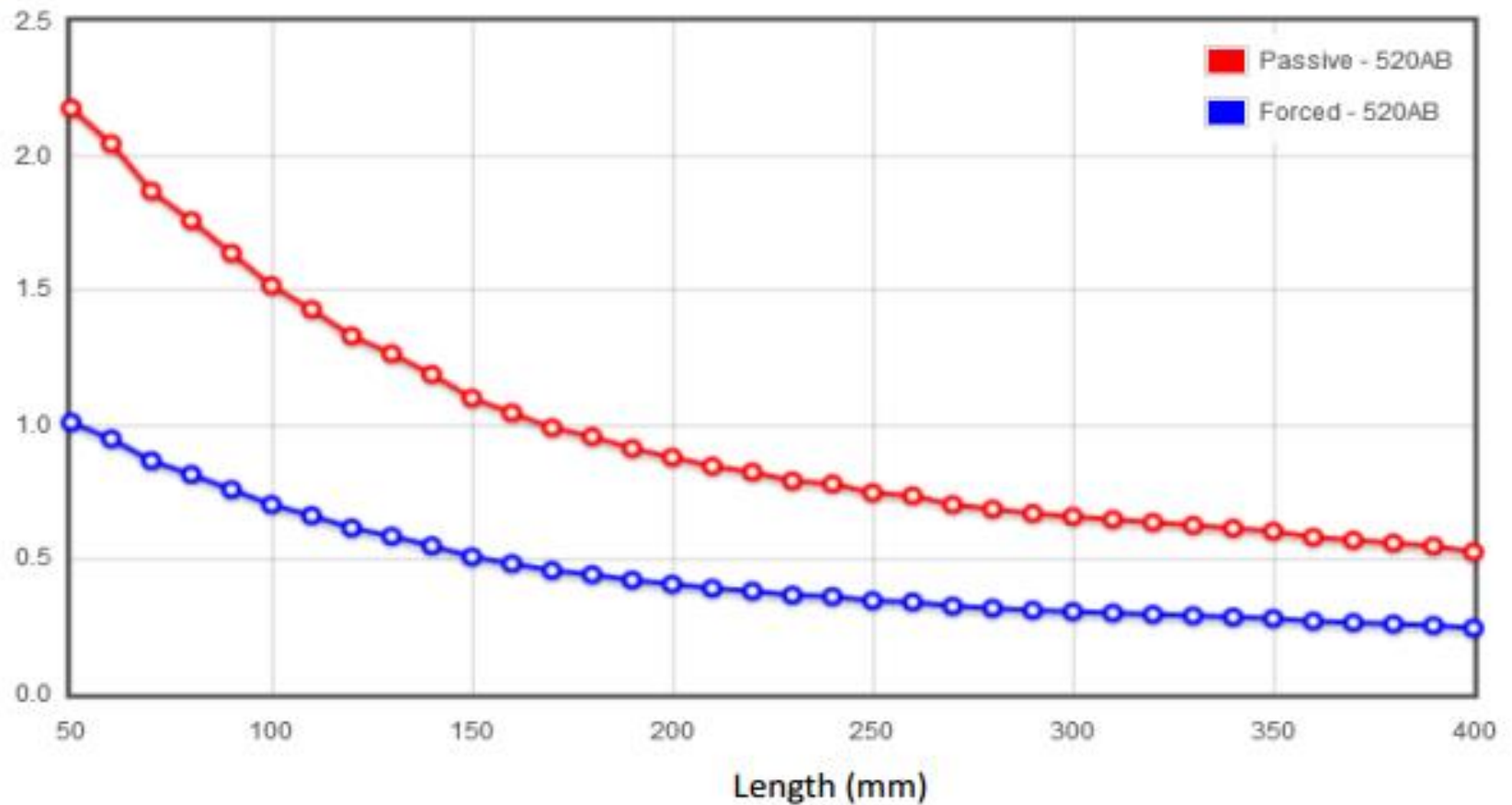


Podría usar un disipador ABL  
520AB de largo 100mm

520AB



°C/Watt



# Bibliografía

<http://materias.fi.uba.ar/6625/Clases/Dispositivos%20de%20Potencia.pdf>

<http://www.farnell.com/datasheets/2034697.pdf>

[http://www.fra.utn.edu.ar/download/carreras/ingenierias/electrica/materias/planestudio/quintonivel/electronicall/hojas\\_datos/disipadores/catalogo.pdf](http://www.fra.utn.edu.ar/download/carreras/ingenierias/electrica/materias/planestudio/quintonivel/electronicall/hojas_datos/disipadores/catalogo.pdf)

<http://www.wakefield-vette.com/products/catalog.aspx>