



Universidad
de Oviedo

Lección 7

PROTECCIÓN TÉRMICA DE SEMICONDUCTORES

Sistemas Electrónicos de Alimentación
5º Curso. Ingeniería de Telecomunicación

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción

Los semiconductores no son ideales, por lo que al manejar corriente disipan potencia

La disipación de potencia se traduce en un aumento de temperatura

El silicio (Si) pierde sus propiedades semiconductoras por encima de 150 °C

Debemos asegurar por diseño que esto no va a suceder

La evacuación de calor desde el interior del dispositivo hasta el ambiente depende enormemente del encapsulado utilizado

Cada modelo tiene unas características geométricas que le proporcionan una cierta capacidad de evacuar calor

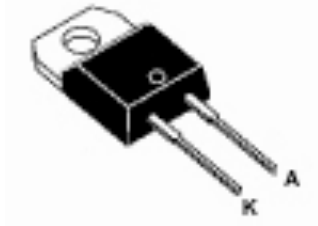
En caso de que el propio encapsulado no sea suficiente para

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

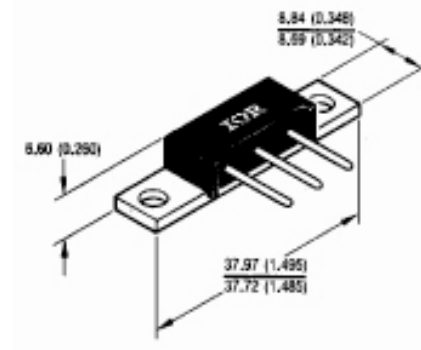
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

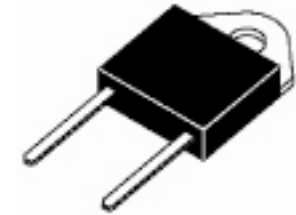
Encapsulados



TO 220 AC



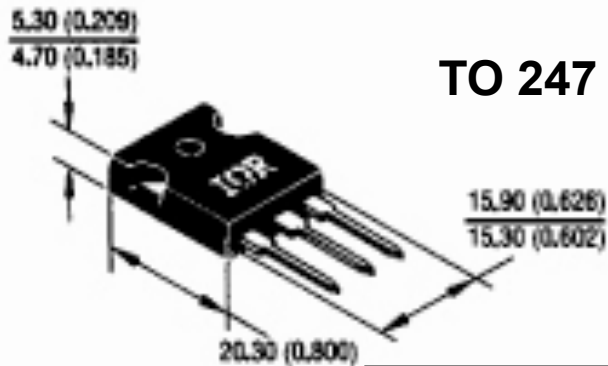
D 61



DOP 31



DO 5



TO 247



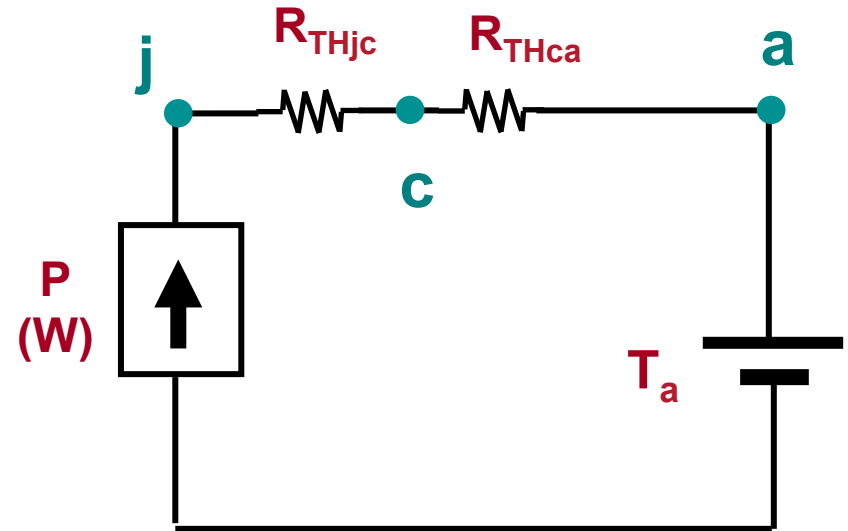
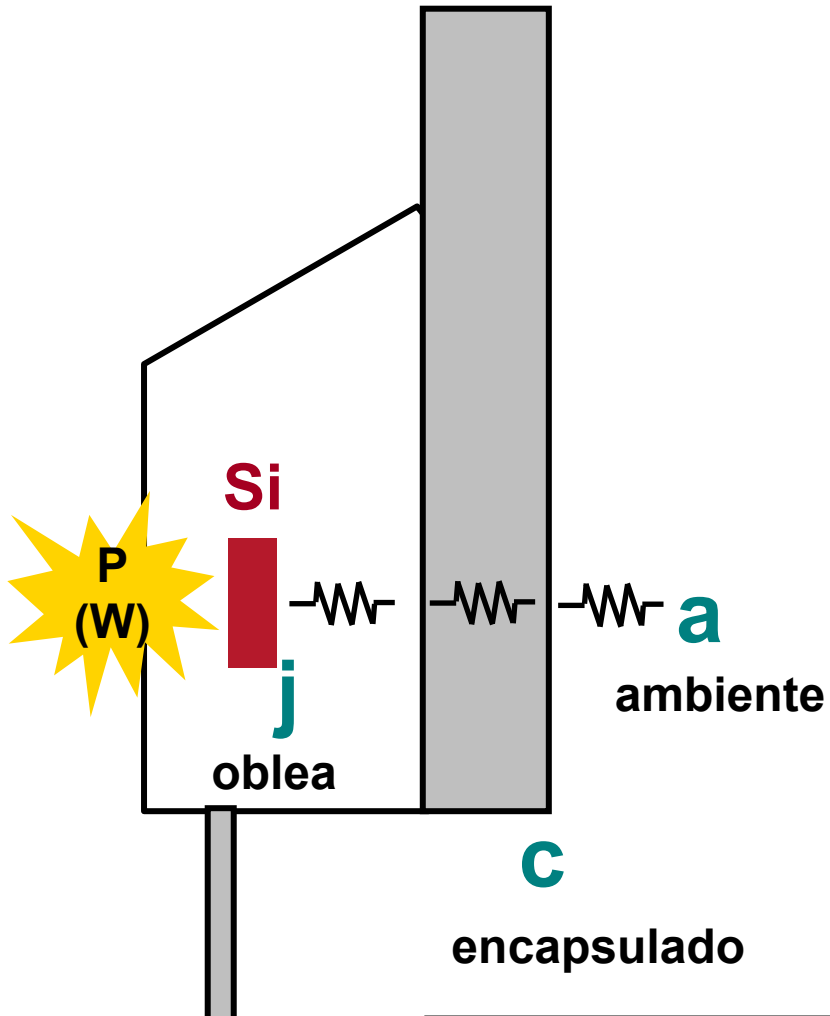
B 44

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Equivalente eléctrico



T_a : Temperatura ambiente

Tensiones = Temperaturas

Corriente = Pérdidas (W)

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

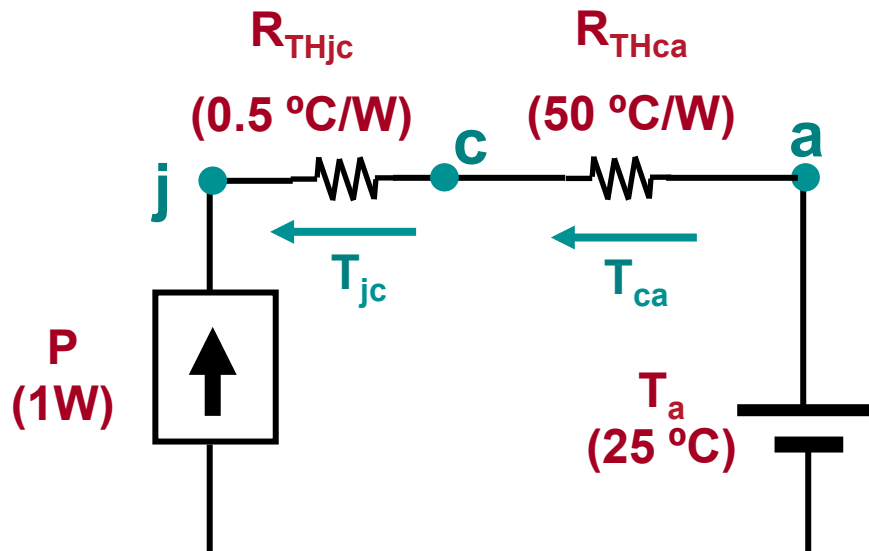
Equivalente eléctrico

Thermal Resistance

| | Parameter | Min. | Typ. | Max. | Units |
|-----------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|
| $R_{\theta jc}$ | Junction-to-Case | --- | --- | 0.75 | °C/W |
| $R_{\theta cs}$ | Case-to-Sink, Flat, Greased Surface | --- | 0.50 | --- | |
| $R_{\theta ja}$ | Junction-to-Ambient | --- | --- | 62 | |

La resistencia térmica **oblea – encapsulado** es baja ($\approx 0.5 \text{ °C/W}$)

La resistencia térmica **encapsulado- ambiente** es alta ($\approx 50 \text{ °C/W}$)



$$T_{ca} = R_{THca} \cdot P = 50 \text{ °C/W} \cdot 1 \text{ W} = 50 \text{ °C}$$

$$T_{jc} = R_{THjc} \cdot P = 0.5 \text{ °C/W} \cdot 1 \text{ W} = 0.5 \text{ °C}$$

$$T_j = T_a + T_{ca} + T_{jc} =$$

$$= 25 + 50 + 0.5 = 75.5 \text{ °C}$$

$T_j < 150 \text{ °C}$ ➔ **Correcto**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

El salto térmico se produce entre el encapsulado y el ambiente

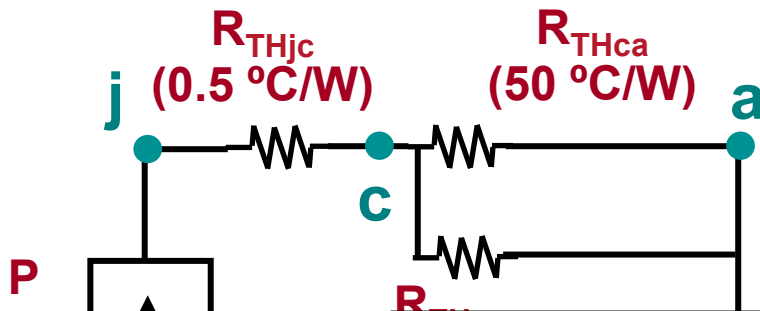
Equivalente eléctrico

Para reducir la temperatura se puede colocar un radiador
 Proporcionamos un camino de salida alternativo al calor
 Equivale a conectar una resistencia en paralelo con la R_{THca}

La R_{TH} del radiador debe ser baja en comparación con R_{THca}
 para que sea efectivo

Ejemplo: $R_{THra} = 5 \text{ }^\circ\text{C/W}$

$$R_{THEq} = \frac{R_{THca} \cdot R_{THra}}{R_{THca} + R_{THra}} = \frac{5 \cdot 50}{5 + 50} = 4.5 \text{ }^\circ\text{C/W}$$



$$T_{ca} = R_{THEq} \cdot P = 4.5 \text{ }^\circ\text{C/W} \cdot 1 \text{ W} = 4.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{jc} = R_{THjc} \cdot P = 0.5 \text{ }^\circ\text{C/W} \cdot 1 \text{ W} = 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_j = T_a + T_{ca} + T_{jc} =$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

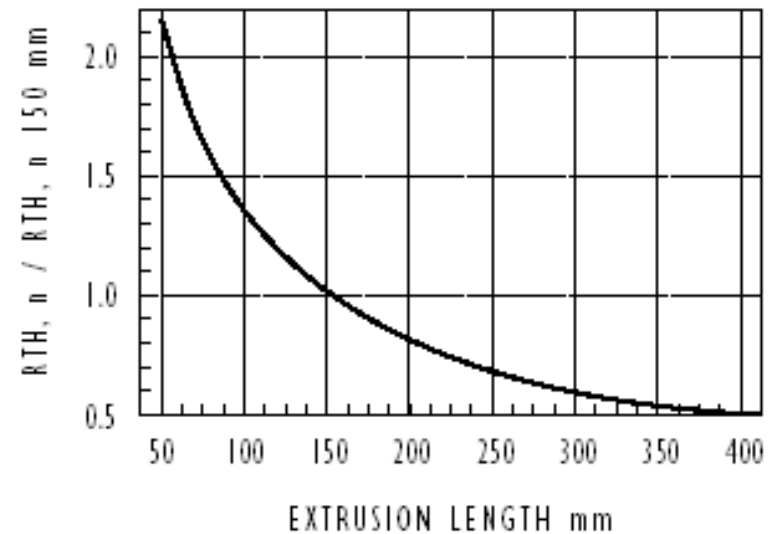
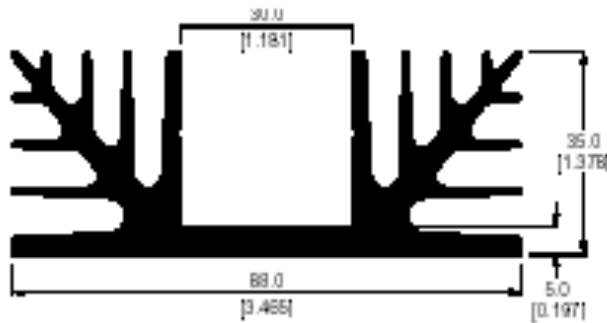
Modelos de radiadores

Los radiadores grandes se venden en barras de 1 ó 2 metros

El diseñador debe cortar la longitud que le interesa

La resistencia térmica depende de la longitud

El fabricante proporciona una curva con la R_{TH} de cada perfil en función de la longitud



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Unión del semiconductor al radiador

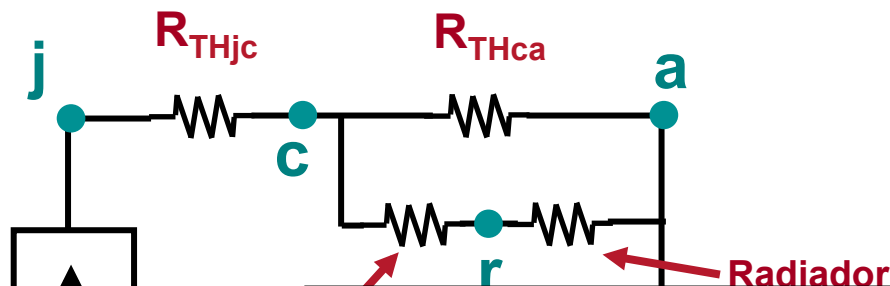
La lámina aislante interpone también una resistencia térmica adicional
 Dependiendo del material utilizado, la R_{TH} varía

Mica de espesor 60 μm : $R_{TH} : 1.4 \text{ }^\circ\text{C/W}$

Mica de espesor 100 μm : $R_{TH} : 2.2 \text{ }^\circ\text{C/W}$

Alúmina de espesor 250 μm : $R_{TH} : 0.8 \text{ }^\circ\text{C/W}$

Para mejorar el contacto térmico, se utilizan pastas de silicona que reducen la resistencia térmica alrededor del 30%



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

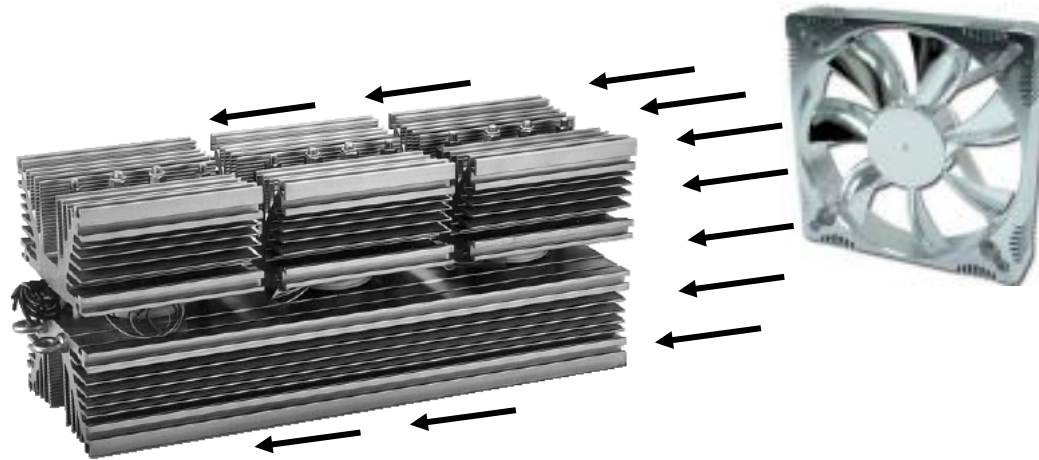
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Factores que afectan a la R_{TH}

Ventilación

Para mejorar la capacidad de evacuación de calor es posible utilizar ventilación forzada

Con esto se consigue reducir la resistencia térmica



Atención a la dirección del flujo de aire



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

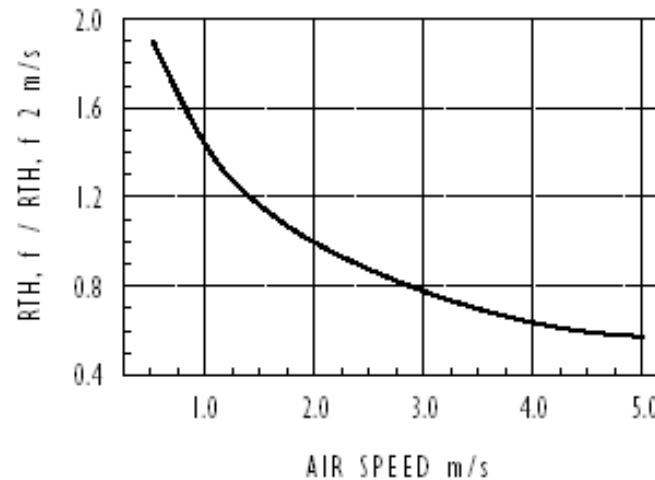
CORRECTO

INCORRECTO

Factores que afectan a la R_{TH}

Ventilación

El fabricante da una curva con el coeficiente a aplicar en función del caudal de aire



A partir de un cierto caudal, tampoco se consigue disminuir la resistencia térmica

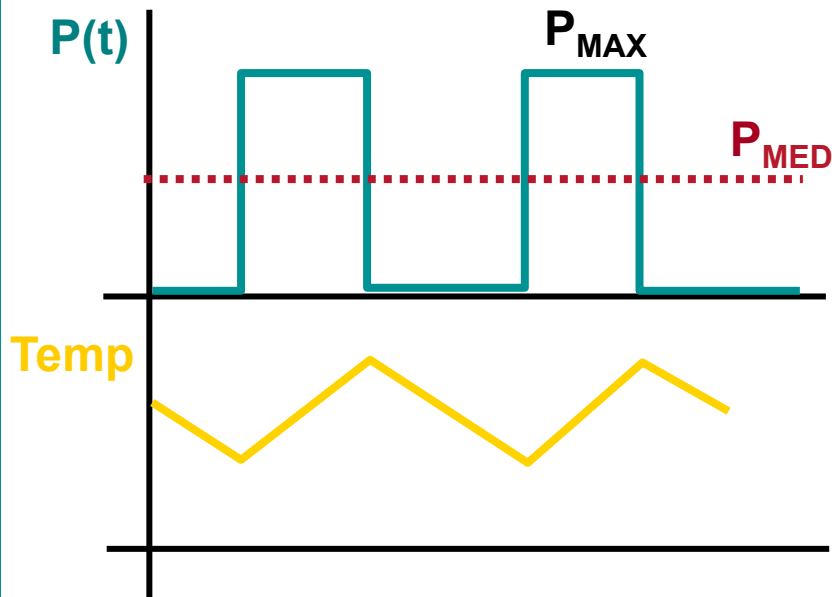
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Cálculo dinámico de radiadores

Hasta ahora hemos supuesto que la potencia disipada era constante
Sin embargo, la potencia instantánea no suele serlo



Por tanto, la temperatura estará variando en torno a un valor medio

¿Qué valor de potencia debo utilizar para el dimensionamiento

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

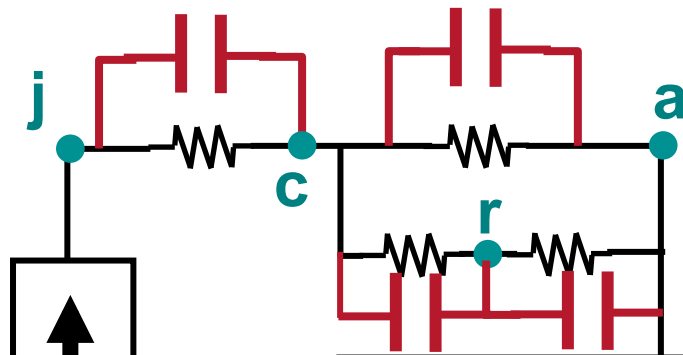
Cálculo dinámico de radiadores

Las pérdidas se producen en la oblea de silicio

Al tener poca masa, su inercia térmica es muy pequeña y puede cambiar de temperatura rápidamente

El radiador tiene mucha masa con lo que su inercia es mucho mayor y los cambios de temperatura son mucho más lentos

Para modelar correctamente el comportamiento, se deben incluir condensadores para simular las inercias de los elementos



Una inercia grande se simularía con un condensador grande

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

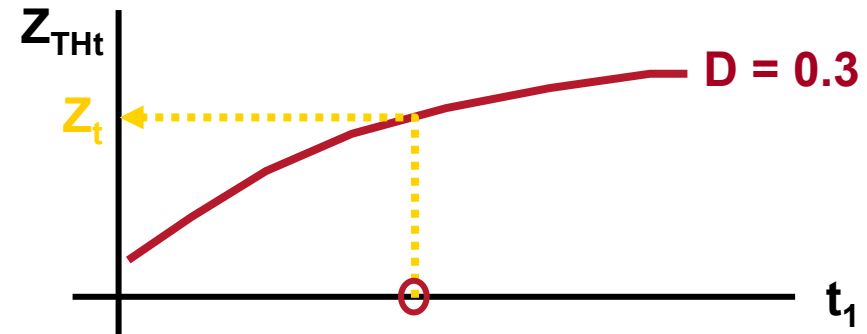
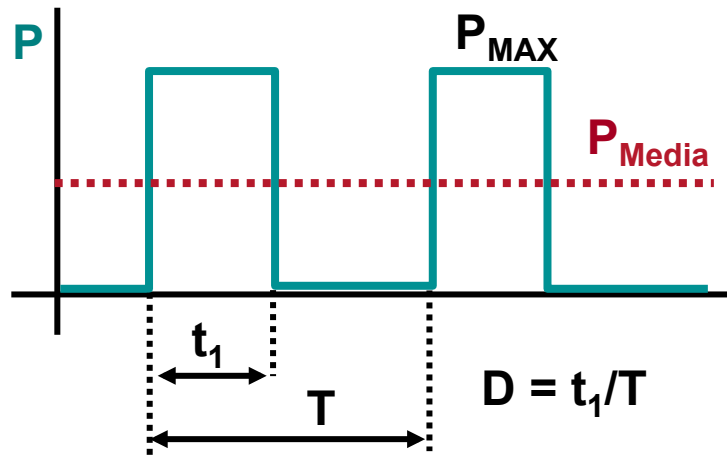
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

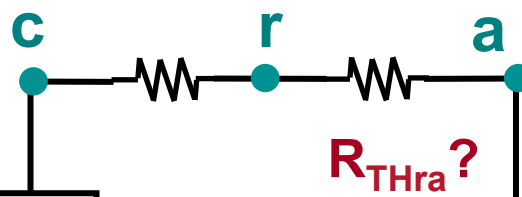
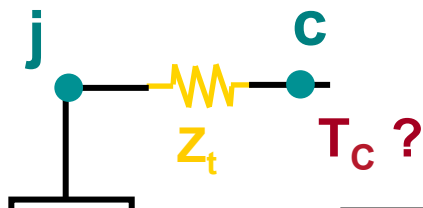
Cálculo dinámico de radiadores

En la práctica, se utiliza un método simplificado

El fabricante proporciona unas curvas de impedancia térmica transitoria



Se plantean 2 circuitos:



Tenemos 2 ecuaciones con 2 incógnitas:

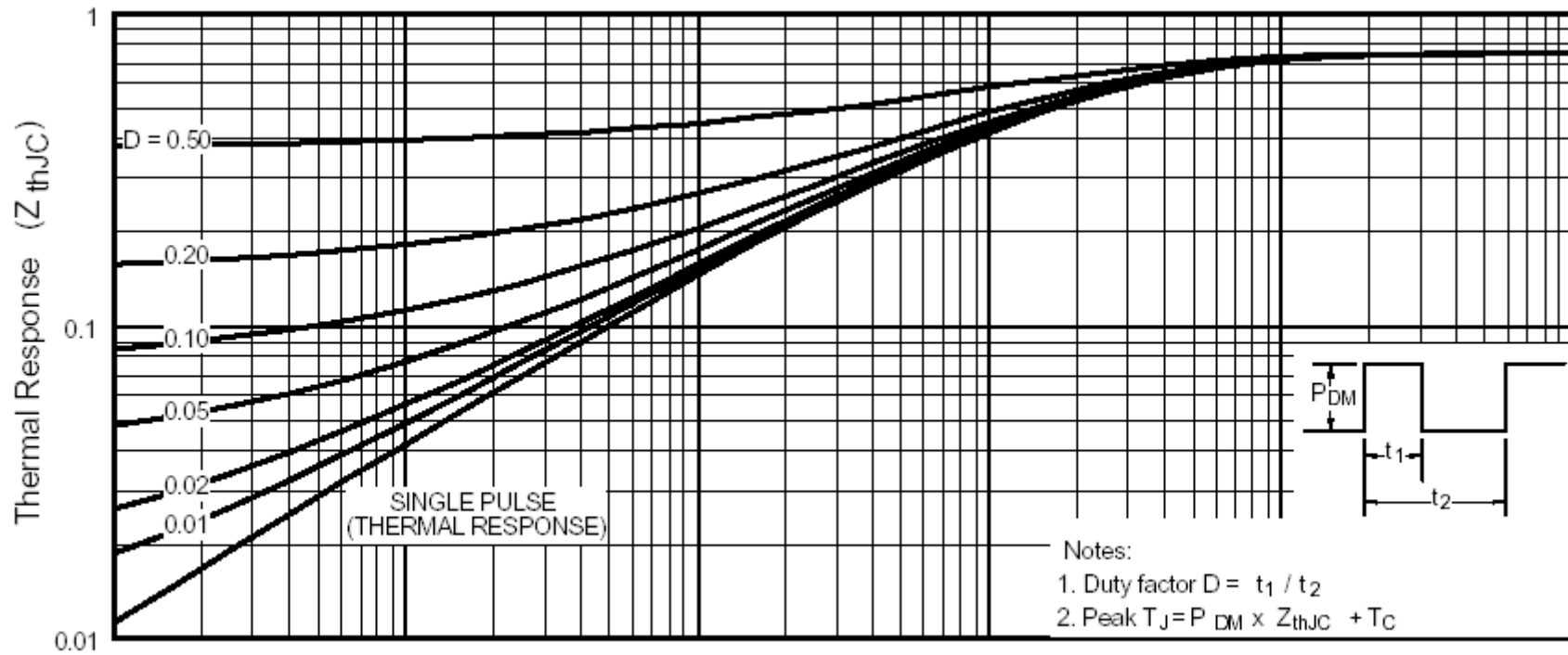
T_c y R_{THra}

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cálculo dinámico de radiadores

Curvas reales de la impedancia transitoria de un MOSFET
Hay una curva para cada valor de ciclo de trabajo



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99