

Coeficientes de variación



$$L_1 = L_0 + \alpha L_0 (T_1 - T_0) = L_0 + \alpha L_0 \Delta T = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

$$\alpha = \left. \frac{1}{T} \frac{\Delta L}{\Delta T} \right|_{T_0} \quad \text{En realidad,} \quad \alpha = \frac{1}{T} \left. \frac{dL}{dT} \right|_{T_0} = \left. \frac{d \ln L}{dT} \right|_{T_0}$$

Para cualquier otra magnitud, también $R = R(T, V, \Phi_M, L, \Phi_L, \dots)$,
siendo estos cambios reversibles

Coeficientes de variación

$$d \ln R = \frac{dR}{R} = \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial T} dT + \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial V} dV + \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial \Phi_M} d\Phi_M + \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial x} dx + \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial \Phi_L} d\Phi_L + \dots$$

O bien, en forma de incrementos

$$\frac{\Delta R}{R} = C_{Temp.} \Delta T + C_{Volt} \Delta V + C_{Flujo} \Delta \Phi_M + C_{Exten.} \Delta x + C_{Lum.} d\Phi_L + \dots$$

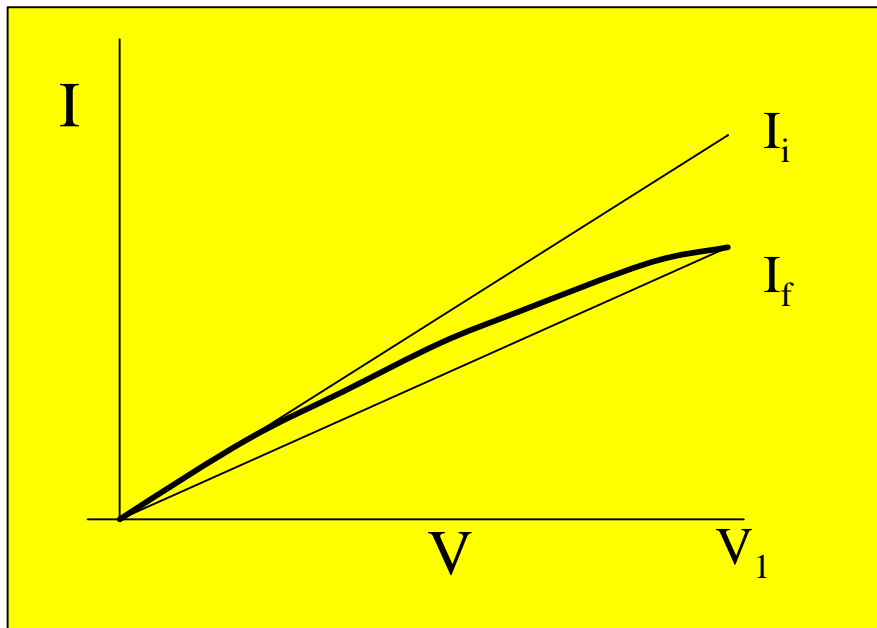
En general, sólo es importante uno, tal vez dos como mucho.

Si, en alguna zona del margen de variación del parámetro (T,V,etc..) toman valores absolutos grandes (superiores al 1%) dan lugar a comportamientos V-I no lineales.

En el caso del Coef.de Voltaje es obvio , pues el cociente $V/I = R$ depende de V en lugar de ser una constante.

Coeficientes de variación

En el caso del Coeficiente de Temperatura, resulta que al aplicar una tensión V el componente disipa una potencia V^2/R y se calienta. Al elevarse su temperatura, su resistencia cambia, por lo que deja de ser directamente proporcional la corriente que circula a la tensión aplicada



El coeficiente de temperatura del resistor de la figura es positivo y apreciable.

Al aplicarle más tensión su temperatura aumenta y con ella la resistencia, por lo que pasa menos corriente I_f de la extrapolada para baja disipación I_i .

Coeficientes de variación y **Resistores no lineales**

Coeficiente de temperatura grande y positivo: **PTC**

Coeficiente de temperatura grande y negativo: **NTC**

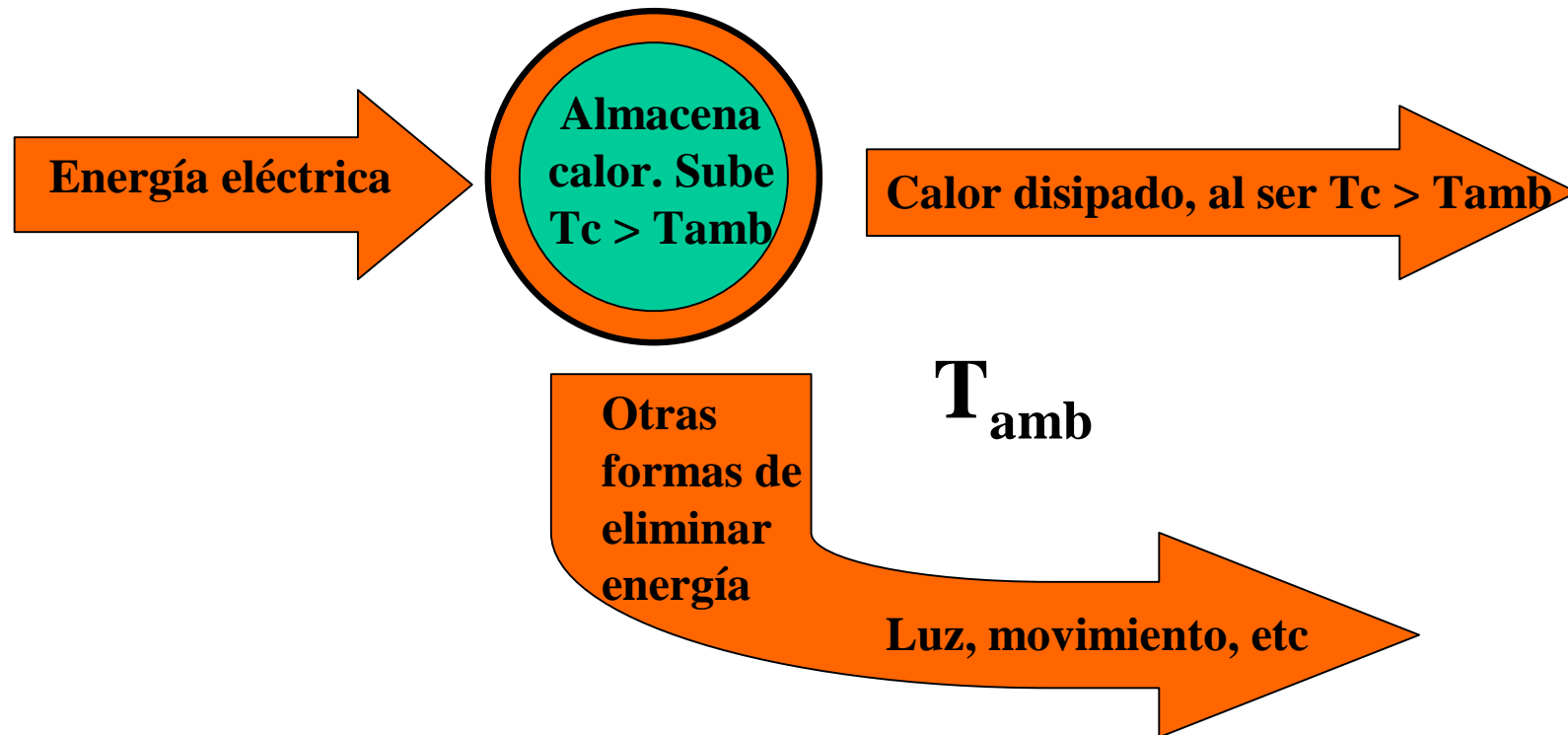
Coeficiente de tensión grande y negativo: **VDR**

Coeficiente de longitud grande y positivo: **Bandas extensiométricas**

Coeficiente de flujo magnético grande y positivo: **MDR**

Coeficiente de flujo luminoso grande y negativo: **LDR**

Disipación de potencia en componentes



La **energía suministrada** se invierte en **calentar el componente**, **pasar al ambiente** a través de la conducción y, eventualmente, en **producir algún otro tipo de energía** (luz, trabajo mecánico, etc....)

Disipación de potencia en componentes

Energía acumulada = $m c_e (T_c - T_{amb})$, Julios

Flujo de calor de conducción = $G_{th} (T_c - T_{amb})$, Julios /s = Watios

En cada intervalo de tiempo Δt llegan al componente alimentado con W watios, $W\Delta t$ julios.

Se acumulan (calentando el componente) $m c_e \Delta T_c$ julios

Se eliminan por conducción $G_{th} (T_c - T_{amb}) \Delta t$ julios

Si no hay otras formas de eliminar energía el balance total implica:

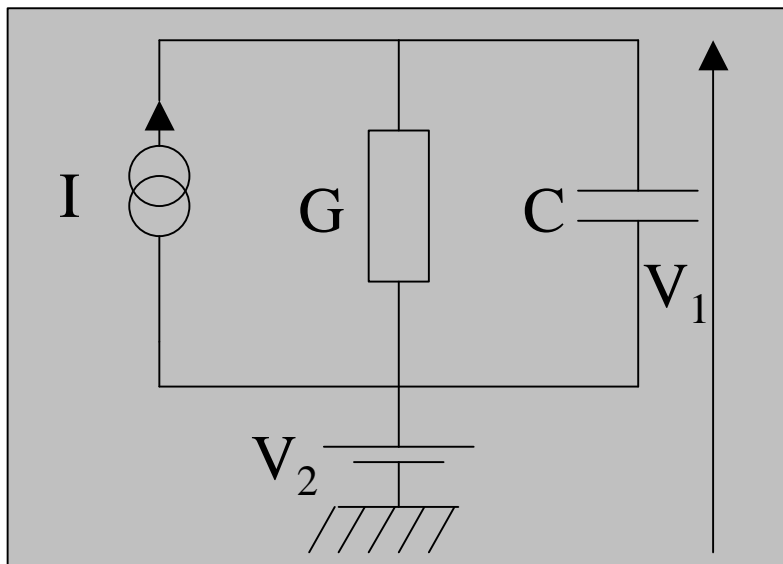
$$W\Delta t = mc_e \Delta T + G_{th} (T_c - T_{amb}) \Delta t$$

Disipación de potencia en componentes

O bien, dividiendo por Δt y llevando al límite $\Delta t \rightarrow 0$

$$W = mc_e \frac{dT}{dt} + G_{th} (T_c - T_{amb}) = C_{th} \frac{dT}{dt} + G_{th} (T_c - T_{amb})$$

Formalmente idéntica a:



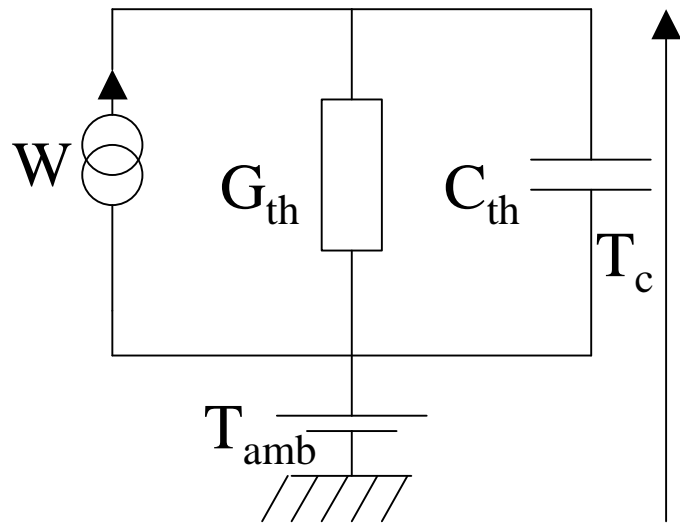
$$I = C \frac{dV}{dt} + G(V_1 - V_2)$$

Que es la ecuación de la tensión en un circuito GC paralelo atacado por una fuente de corriente I

Disipación de potencia en componentes

Punto caliente (hot spot): Punto ideal del componente que cumple la ecuación anterior

¿Como variaría la temperatura de un resistor de resistencia R cuando se le aplica una tensión alterna $v(t) = V_0 \sin \omega t$?



Circuito térmico

La potencia instantánea aplicada será:

$$W(t) = \frac{v^2(t)}{R} = \frac{V_0^2 \sin^2 \omega t}{R}$$

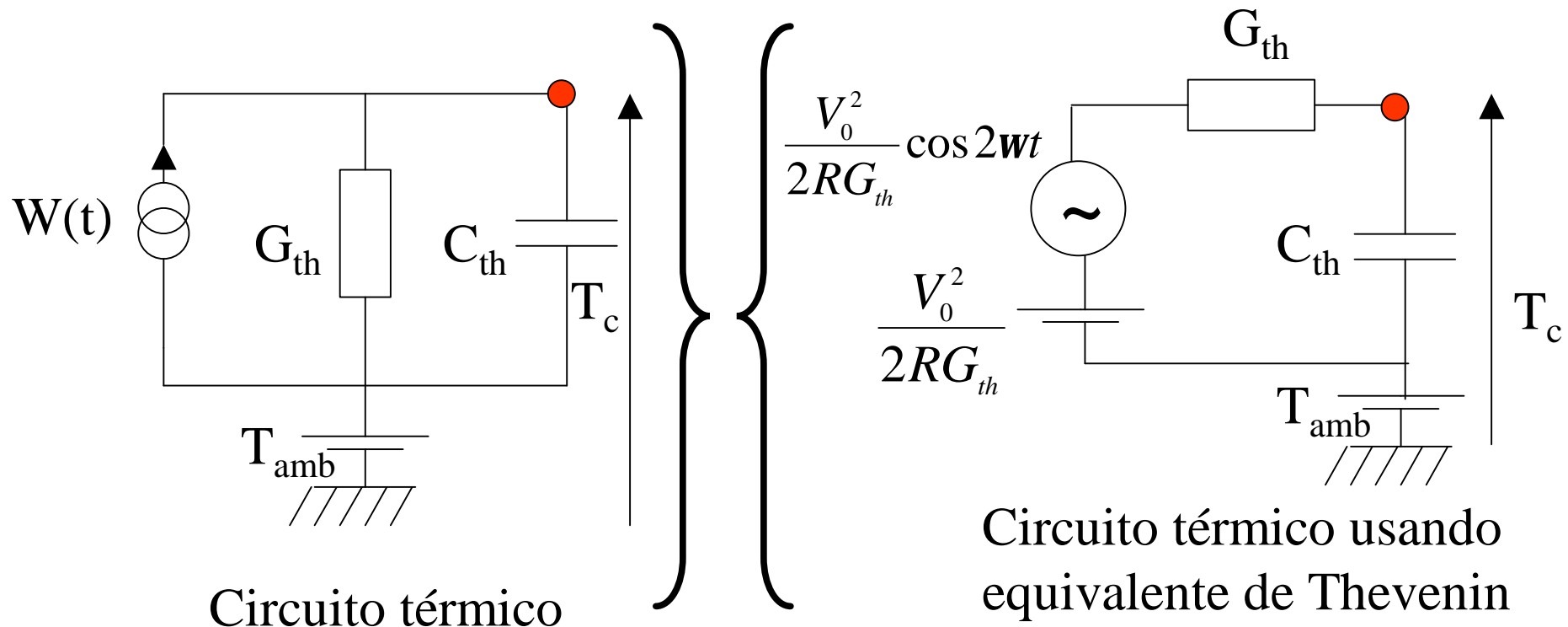
Y desarrollando el $\sin^2 \omega t$

$$W(t) = \frac{V_0^2}{R} \frac{(1 + \cos 2\omega t)}{2} = \frac{V_0^2}{2R} + \frac{V_0^2 \cos 2\omega t}{2R}$$

Disipación de potencia en componentes

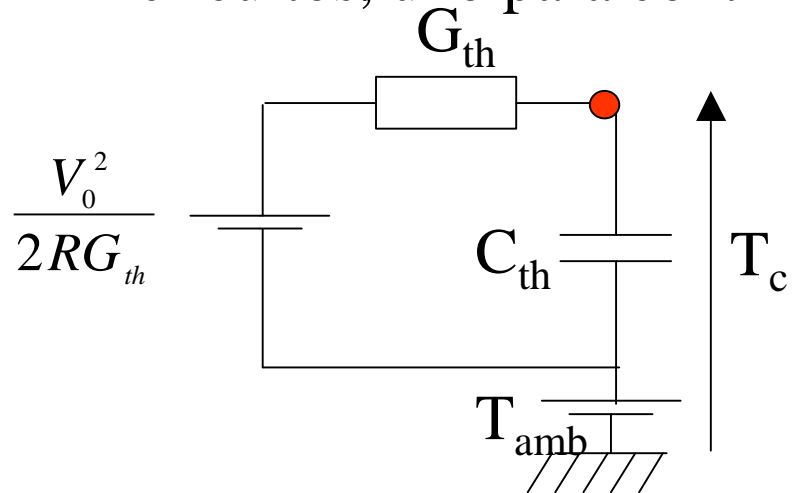
Hay, por lo tanto dos componentes, una de continua y otra de frecuencia 2ω , y la ecuación a resolver sería

$$W(t) = \frac{V_0^2}{R} + \frac{V_0^2}{R} \cos 2\omega t = C_{th} \frac{dT}{dt} + G_{th} (T_c - T_{amb})$$

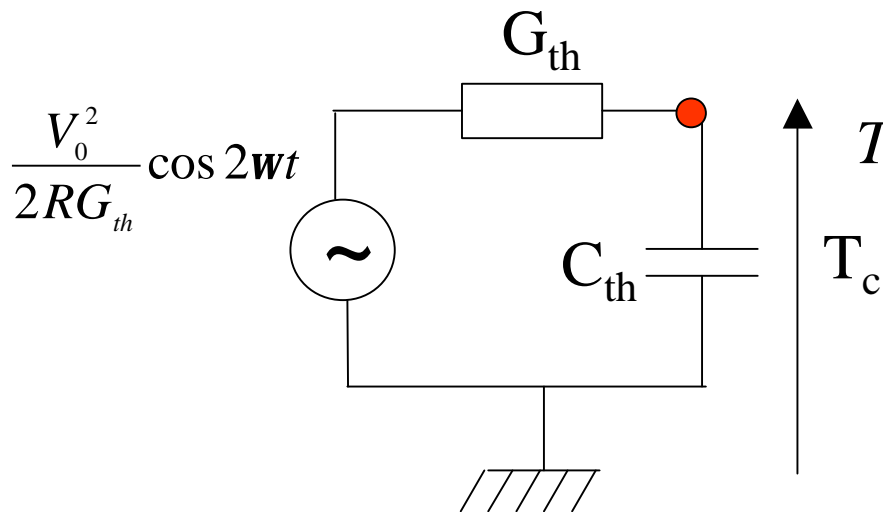


Disipación de potencia en componentes

Aplicando el teorema de superposición resolveríamos dos circuitos, uno para continua y otro para alterna:



$$T_c(t) = T_{amb} + \frac{V_0^2}{2RG_{th}} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{t_{th}}\right) \right]$$



$$T(t) = \frac{V_0^2}{2RG_{th}} \left(\frac{\cos(2\omega t - \arctg(2\omega t_{th}))}{\sqrt{1 + 4\omega^2 t_{th}^2}} + \frac{1}{(1 + 4\omega^2 t_{th}^2)} \exp\left(\frac{-t}{t_{th}}\right) \right)$$

Disipación de potencia en componentes

En régimen estacionario, el análisis de continua daría:

$$T_c = \frac{V_0^2}{2R} R_{th}, \text{ donde } R_{th} = \frac{1}{G_{th}} \text{ es la resistencia térmica en K/Watio}$$

Y el de alterna daría:

$$T_c = \frac{V_0^2}{2R} R_{th} \frac{\cos(2\omega t - \arctg(2\omega t_{th}))}{\sqrt{1 + 4\omega^2 t_{th}^2}}, \text{ donde } t_{th} = R_{th} C_{th}$$

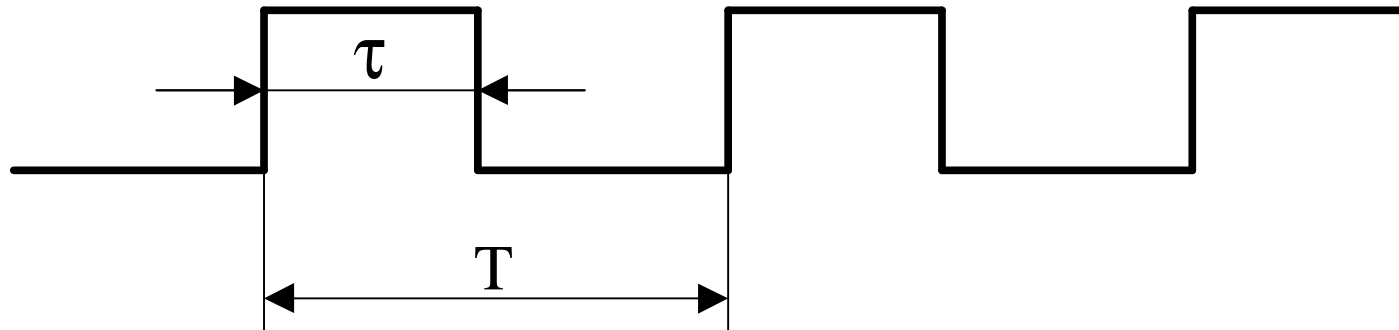
Que son idénticos a los obtenidos mediante las técnicas habituales en el estudio del régimen permanente de circuitos en alterna y continua.

Respuesta térmica en frecuencia

- Hemos visto que, si la señal eléctrica es de pulsación ω , la potencia aplicada tiene una componente continua (su valor eficaz) y otra alterna de frecuencia doble (pulsación 2ω).
- La variación de temperatura del componente con respecto al ambiente se comporta como la tensión en un circuito paso bajo, con constante de tiempo $\tau_{th} = R_{th}C_{th}$ y pulsación de corte $\omega_{th} = 1/ \tau_{th}$

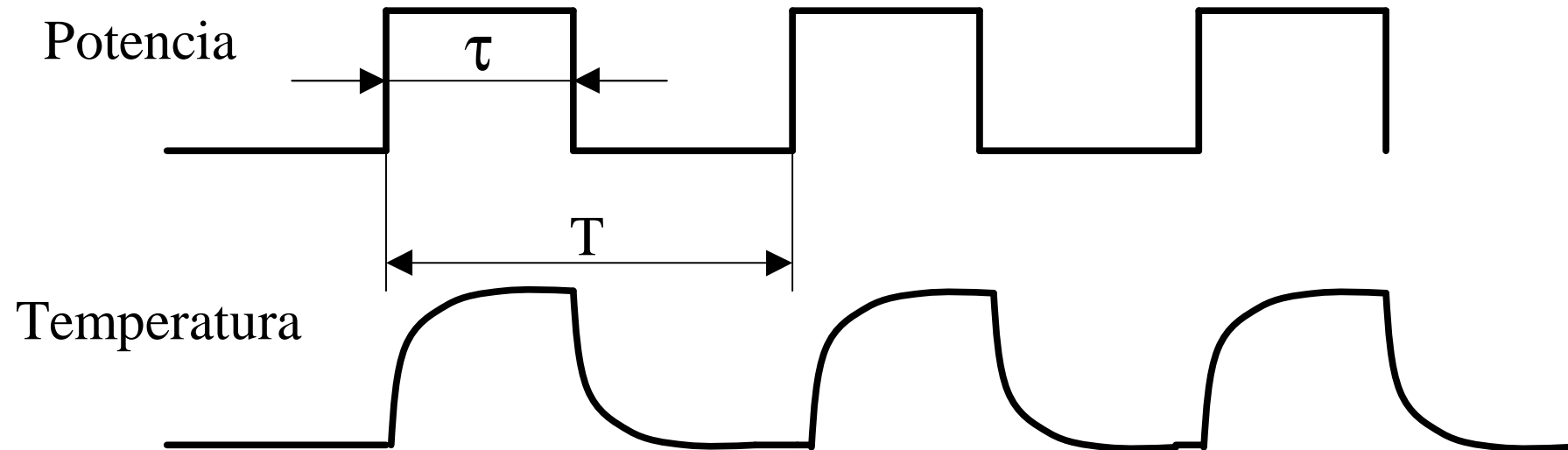
Respuesta térmica en régimen de pulsos

- Cuando un componente recibe pulsos rectangulares de potencia (que siempre es positiva o nula), de duración τ y periodo de repetición T , su temperatura responde de la siguiente manera:
 - Si τ y T son mucho menores que su constante de tiempo térmica τ_{th} , sólo responde al valor medio de los pulsos.
 - Si τ y T son mucho mayores que su constante de tiempo térmica τ_{th} , la temperatura sigue la forma de los pulsos de potencia.



Respuesta térmica en régimen de pulsos

Caso $\tau, T > \tau_{th}$ (baja frecuencia)



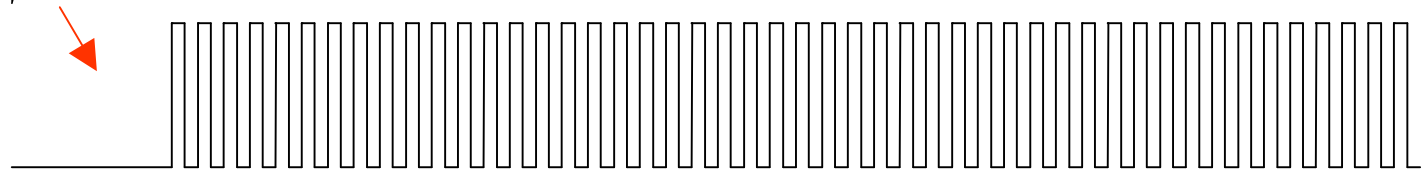
La temperatura sigue a la potencia

Respuesta térmica en régimen de pulsos

Caso $\tau, T \ll \tau_{th}$ (alta frecuencia)

$$W_{avg} = W_0 \frac{t}{T}$$

Potencia



Temperatura



La temperatura responde como si se hubiese aplicado una potencia constante e igual al valor medio del tren de pulsos