1. En el circuito de la Figura 1.1, se representa la curva de variación de potencia con la temperatura de las resistencias del circuito de la Figura 1.2. Si ambas resistencias tienen una potencia máxima nominal de 1/4W a 25ºC, ¿cuál es la máxima temperatura a la que puede funcionar el circuito de la Figura 1.2?

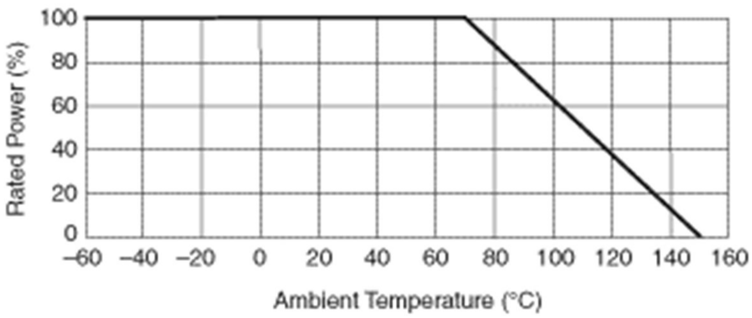


Figura 1.1

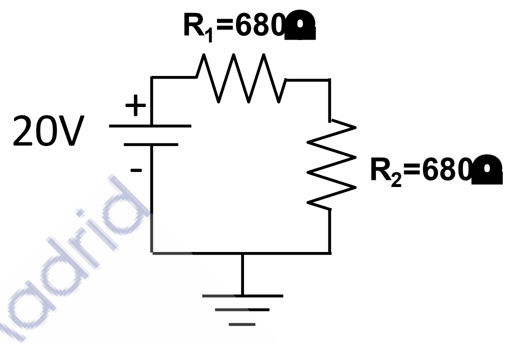


Figura 1.2

A. 25ºC **B.** 70ºC **C.** 100ºC **D.** 150ºC

Justificación:

Como $I_{R1}=I_{R2}=I_R$ y $R_1=R_2=R$, la potencia que tienen que disipar ambas resistencias en el circuito es la misma (P_D): $P_D = V_R \cdot I_R = (I_R)^2 \cdot R = \left(\frac{20V}{2R}\right)^2 \cdot R = \frac{100V^2}{680\Omega} = 147mW$

Esta potencia (147mW) es un 60% de la potencia máxima nominal que pueden disipar las resistencias a baja temperatura (250mW). Mirando en la gráfica la temperatura a la que la potencia máxima disipada es el 60% de la potencia nominal máxima a 25ºC, se obtiene que **la máxima temperatura a la que puede funcionar el circuito es de 100ºC.**

2. En el circuito de la figura 1.3, v_i es una señal cuadrada de 1kHz y R_1 y R_2 son resistencias normalizadas de la serie E24 de 1/4W. ¿Cuál será la máxima amplitud de pico que podrá tener la fuente v_i para que el circuito funcione correctamente?

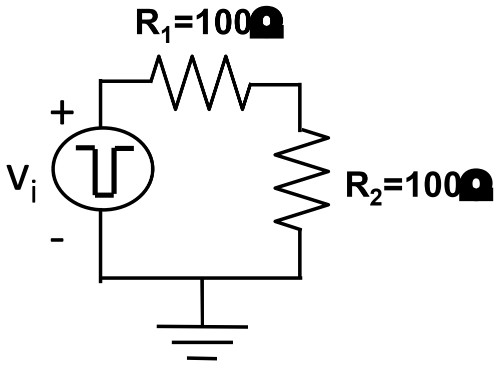


Figura 1.3

A. $1V_P$

B. $10V_P$

C. $24V_P$

D. $50V_P$

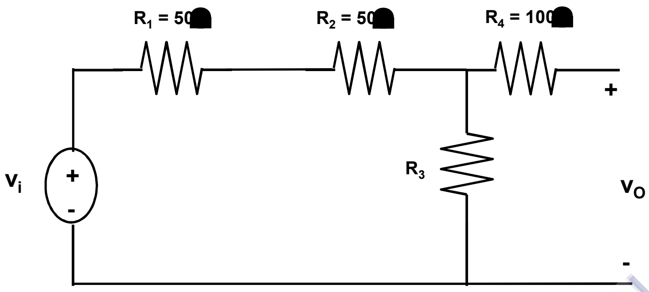
Justificación:

La máxima potencia que puede disipar una resistencia es 1/4W=0,250W. Como las dos resistencias son iguales y están en serie ambas disiparán la misma potencia. Si calculamos la máxima potencia disipada por una de ellas:

$$P_{DR\max} = \frac{\left(V_{efR\max}\right)^2}{R} = \frac{\left(V_{pR\max}\right)^2}{R} = \frac{\left(\frac{V_{ip\max}}{2}\right)^2}{R} = 0.250W$$

$$\Rightarrow V_{ip\max} = \sqrt{0.250W \cdot R \cdot 4} = \sqrt{0.250W \cdot 100 \cdot 4} = 10V_p$$

3. En el circuito de la figura, se utilizan varias resistencias de 1/4W. Todas las resistencias tienen un coeficiente de temperatura que puede considerarse despreciable, excepto R_3 que presenta un coeficiente de temperatura de -1000 ppm/ºC.



a) Siendo v_i es una fuente de tensión sinusoidal de 7 V_{PP}, sin tensión de offset, se conoce que la tensión v_O, a 125ºC, es de 4.5 V_{PP}. ¿Cuál es valor de R_3 a 25ºC?

Analizando el circuito a 125ºC, se tiene:

$$v_o = v_i \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \Rightarrow 4.5Vpp = 7Vpp \cdot \frac{R_3}{100\Omega + R_3} \Rightarrow R_3(125^o C) \cong 180\Omega$$

Teniendo en cuenta la fórmula de la dependencia con la temperatura del valor de una resistencia:

$$R_3(125^o C) = R_3(25^o) \cdot [1 + \alpha \cdot (125^o C - 25^o C)]$$

$$\Rightarrow R_3(25^o) = \frac{R_3(125^o)}{[1 + \alpha \cdot (125^o C - 25^o C)]} \cong \frac{180\Omega}{1 - 10^{-3\,o} C^{-1} \cdot 100^o C} \cong \frac{180\Omega}{0.9} \cong 200\Omega$$

b) Considerando que el circuito trabaja a 25ºC, ¿cuál será la máxima amplitud que puede tener la señal sinusoidal de salida del generador v_i para que el circuito funcione correctamente?

Teniendo en cuenta la máxima potencia que pueden disipar las resistencias (1/4W):

$$P_{DRMAX} = 250mW = v_R \cdot i \cdot_R = \frac{v_R^{\ 2}}{R} \Rightarrow v_{RMAX} = \sqrt{P_{DRMAX} \cdot R}$$

$$v_{R1,R2MAX} = \sqrt{P_{DRMAX} \cdot R_1} \cong 3.5V_{RMS} \Rightarrow v_{PR1,R2MAX} = 3.5 \cdot \sqrt{2} \cong 5V_P \Rightarrow v_{iPMAX} = 5V_P \cdot \frac{300\Omega}{50\Omega} = 30V_P$$

$$v_{R3MAX} = \sqrt{P_{DRMAX} \cdot R_3} \cong 7.07V_{RMS} \Rightarrow v_{PR3MAX} = 7.07 \cdot \sqrt{2} \cong 10V_P \Rightarrow v_{iPMAX} = 10V_P \cdot \frac{300\Omega}{200\Omega} = 15V_P$$

$$\boxed{v_{iPMAX} = 15V_P}$$

4. Se dispone de un trozo cilíndrico de grafito, cuya resistividad, ρ, es $20\mu\Omega\cdot m$. Con él se pretende construir una resistencia de valor óhmico igual a 100Ω.

a) ¿Qué longitud, ℓ, debe tener, si el diámetro de la sección cilíndrica es de $0.2mm$?

SOLUCIÓN:

El valor óhmico de una resistencia puede obtenerse, en función de la resistividad del material con el que se construye y de sus dimensiones geométricas como:

$$R[\Omega] = \rho[\Omega\cdot m]\cdot\frac{\ell[m]}{S\left[m^2\right]}$$

donde ℓ y S son, respectivamente, la longitud y sección con que se construye la resistencia.

En este caso tenemos que calcular ℓ:

$$\Rightarrow \ell = \frac{R[\Omega]\cdot S\left[m^2\right]}{\rho[\Omega\cdot m]} = \frac{100\Omega\cdot\pi\cdot\left(0.1\cdot10^{-3}m\right)^2}{20\cdot10^{-6}\Omega\cdot m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\ell = \frac{\pi}{20} = 0.157m = 15.7cm}$$

b) Si se aplica a la resistencia construida una tensión senoidal, ¿cuál es la máxima amplitud que podría tener dicha señal si dicha resistencia puede disipar una potencia máxima de $\frac{1}{4}W$?

SOLUCIÓN:

La potencia disipada, P, por cualquier componente es

$$P = V\cdot I$$

donde V es la tensión aplicada entre los terminales del componente e I es la corriente que circula por el mismo.

En el caso de una resistencia:

Ley de Ohm $\Rightarrow V_R = R\cdot I_R \Rightarrow P_R = V_R\cdot I_R = \dfrac{V_R^2}{R}$

Luego, si la potencia máxima que la resistencia puede disipar es $\frac{1}{4}W = 0.25W$ →

Despejando, la tensión eficaz máxima que podría soportar esta resistencia sería:

$$\boxed{V_{Rmáx} = \sqrt{P_{Rmáx} \cdot R} = \sqrt{0.25W \cdot 100\Omega} = \sqrt{25} = 5V_{eff}}$$

Como la señal aplicada es senoidal, y sabemos que para esta forma de onda:

$V_{eff} = \dfrac{V_p}{\sqrt{2}}$ donde V_p es la amplitud (en voltios de pico) de la señal senoidal.

$$\Rightarrow \boxed{V_{Pmáx} = V_{eff} \cdot \sqrt{2} = 5V \cdot \sqrt{2} = 7.07V}$$

5. Se quiere construir un circuito que va a funcionar en un entorno en el que la temperatura varía en el intervalo $\left[-10^0C,\ \ 40^0C\right]$. En el diseño de dicho circuito hay una resistencia cuyo valor óhmico debe estar comprendido entre $9.3k\Omega$ y $11k\Omega$ para el correcto funcionamiento del circuito. ¿Cuál de las dos resistencias (R_1 y R_2) cuyas características se especifican a continuación elegiría para la construcción del circuito? Justifique la respuesta.

DATOS:

$\boxed{R_1}$: Es una resistencia cuyo código de colores (para $T = 25^0C$) es Marrón-Negro-Naranja-Oro y tiene un coeficiente de temperatura de $\alpha_1 = +900\dfrac{ppm}{^0C}$

$\boxed{R_2}$: Es una resistencia cuyo código de colores (para $T = 25^0C$) es Marrón-Negro-Negro-Rojo-Oro y tiene un coeficiente de temperatura $\alpha_2 = -0.08\dfrac{\%}{^0C}$

SOLUCIÓN:

Para dar respuesta al problema tenemos que determinar entre qué valores va a estar comprendido el valor óhmico de cada una de las resistencias en todo el rango de temperatura dado.

$\boxed{R_1}$: El valor óhmico de R_1 a $T = 25^0C$ se obtiene del código de colores, y es

$$10k\Omega \pm 5\%$$

Valor óhmico ↙ ↘ Tolerancia

Para determinar el valor óhmico nominal de esta resistencia, en los extremos del intervalo de temperaturas dado, hacemos uso de la siguiente relación:

$$R_1(T_1)=R_1(T_0)\cdot\left[1+\alpha(T_1-T_0)\right]$$

donde α es el coeficiente de temperatura en $^0C^{-1}$

Particularizando en los dos extremos del intervalo de temperaturas:

$\boxed{T_1=-10^0C}$

$$R_1\left(-10^0C\right)=R_1\left(25^0C\right)\cdot\left[1+\alpha\left(40^0C-25^0C\right)\right]$$

$$\Rightarrow R_1\left(-10^0C\right)=10k\Omega\cdot\left[1+9\cdot10^{-4}\,{}^0C^{-1}\cdot\left(-35^0C\right)\right]$$

$$\Rightarrow R_1\left(-10^0C\right)=9.685k\Omega$$

Luego, a -10^0C, el valor óhmico real de R_1 será $9.685k\Omega\pm5\%$ → estará comprendido entre:

$$\boxed{9.2k\Omega\leq R_1\big|_{-10^0C}\leq10.17k\Omega}$$

$\boxed{T_1=40^0C}$

$$R_1\left(40^0C\right)=R_1\left(25^0C\right)\cdot\left[1+\alpha\left(40^0C-25^0C\right)\right]$$

$$\Rightarrow R_1\left(40^0C\right)=10k\Omega\cdot\left[1+9\cdot10^{-4}\,{}^0C^{-1}\cdot\left(15^0C\right)\right]$$

$$\Rightarrow R_1\left(40^0C\right)=10.135k\Omega$$

Luego a 40^0C, el valor óhmico real de R_1 será $10.135k\Omega\pm5\%$ → estará comprendido entre:

$$\boxed{9.63k\Omega\leq R_1\big|_{40^0C}\leq10.64k\Omega}$$

→ El valor óhmico de R_1 en todo el rango de temperaturas dado es:

$$\boxed{9.2k\Omega \le R_1 \le 10.64k\Omega}$$

$\boxed{R_2}$: Procediendo de forma análoga con la resistencia R_2, el valor óhmico de R_2 a $T = 25^0C$ se obtiene del código de colores, y es $10k\Omega \pm 5\%$

Particularizando en los dos extremos del intervalo de temperaturas:

$\boxed{T_1 = -10^0C}$

$$R_2\left(-10^0C\right) = R_2\left(25^0C\right)\cdot\left[1+\alpha\left(-10^0C-25^0C\right)\right]$$

$$\Rightarrow R_2\left(-10^0C\right) = 10k\Omega\cdot\left[1+\left(-8\cdot 10^{-4}\,{}^0C^{-1}\right)\cdot\left(-35^0C\right)\right]$$

$$\Rightarrow \underline{R_2\left(-10^0C\right) = 10.28k\Omega|}$$

Luego a -10^0C, el valor óhmico real de R_2 será $10.28k\Omega \pm 5\%$ → estará comprendido entre:

$$\boxed{9.74k\Omega \le R_2|_{-10\,^0C} \le 10.79k\Omega}$$

$\boxed{T_1 = 40^0C}$

$$R_2\left(40^0C\right) = R_2\left(25^0C\right)\cdot\left[1+\alpha\left(40^0C-25^0C\right)\right]$$

$$\Rightarrow R_2\left(40^0C\right) = 10k\Omega\cdot\left[1+\left(-8\cdot 10^{-4}\,{}^0C^{-1}\right)\cdot\left(15^0C\right)\right]$$

$$\Rightarrow \underline{R_2\left(40^0C\right) = 9.88k\Omega|}$$

Luego a 40^0C, el valor óhmico real de R_2 será $9.88k\Omega \pm 5\%$ → estará comprendido entre:

$$\boxed{9.4k\Omega \le R_2|_{40\,^0C} \le 10.5k\Omega}$$

→ El valor óhmico de R_2 en todo el rango de temperaturas dado es:

$$\boxed{9.4k\Omega \le R_1 \le 10.79k\Omega}$$

La única resistencia válida para el correcto funcionamiento del circuito sería

$\boxed{R_2}$

6. Se dispone de un trozo de material conductor de resistividad 100mΩ•cm. Deduzca su valor de resistencia, para el sentido de circulación de corriente indicado en la **figura C1**.

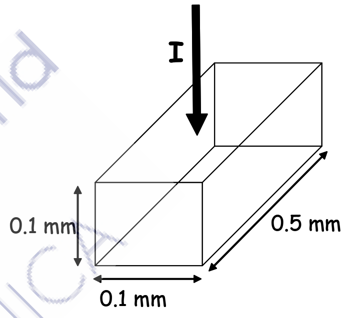


Figura C1

Solución:
El valor de resistencia de un trozo de material, R, puede obtenerse en función de la resistividad del material (ρ) y de sus dimensiones (longitud *l* en el sentido de circulación de la corriente, y sección *S* perpendicular al sentido de circulación de la corriente) como:

$$R[\Omega] = \rho[\Omega \cdot cm]\frac{l[cm]}{S[cm^2]} = 10^{-1}[\Omega \cdot cm]\frac{10^{-2}[cm]}{10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2}[cm^2]} = 2\Omega$$

7. En el circuito de la **figura C3** se introduce una señal de entrada Vi de 2V de amplitud. La amplitud de la señal de salida (Vo) medida a 25ºC es 1.5V. ¿Cuál será la amplitud de la señal Vo medida a 125ºC, si la amplitud de la señal de entrada (Vi) no cambia con la temperatura? Razone su respuesta.

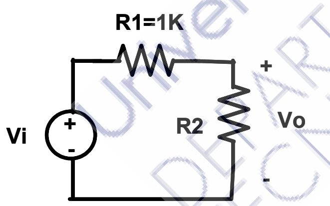


Figura C3

Datos:

α_{R1}=0 $\left[{}^{o}C^{-1}\right]$ α_{R2}= -0.5 $\left[\frac{\%}{{}^{o}C}\right]$

SOLUCIÓN:

Primero hay que calcular el valor de R2 a 25ºC:

$$Vo(25^o C) = Vi(25^o C)\frac{R2(25^o C)}{R1(25^o C)+R2(25^o C)} \Rightarrow R2(25^o C) = \frac{R1(25^o C) \bullet Vo(25^o C)}{Vi(25^o C)-Vo(25^o C)} = 3k\Omega$$

Para calcular Vo a 125ºC, habría que calcular el valor de las dos resistencias del circuito a esta temperatura, ya que Vi no cambia con la temperatura, a partir de la expresión: $R(T1) = R(To) \bullet [1+\alpha(T1-To)]$

Donde T1 y To estarán en ºC y α es el coeficiente de temperatura dado en ºC^{-1}.

Utilizando esta expresión nos queda:

$$R1(125^o C) = R1(25^o C) \bullet [1 + 0 \bullet (125^o - 25^o)] = R1(25^o C) = 1k\Omega$$

$$R2(125^o C) = R2(25^o C) \bullet [1 - 0.5 \bullet 10^{-2} \bullet (125^o - 25^o)] = R2(25^o C) \bullet 0.5 = 1.5k\Omega$$

Por lo tanto, la señal de salida Vo a 125ºC será:

$$Vo(125^o C) = Vi(125^o C)\frac{R2(125^o C)}{R1(125^o C)+R2(125^o C)} = 2\frac{1.5k\Omega}{2.5k\Omega} = 1.2V$$