EJERCICIO 1 (realizar los cálculos con una precisión de 5 cifras significativas)
1) En el circuito de la figura 1 se aplica a la entrada una tensión V_i = 20 V y originalmente el interruptor A está cerrado y el B está abierto. Los resistores R1 y R2 tienen las mismas dimensiones (figura 2) pero están fabricados con diferentes materiales.

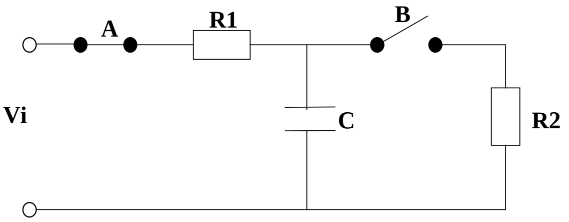


Figura 1

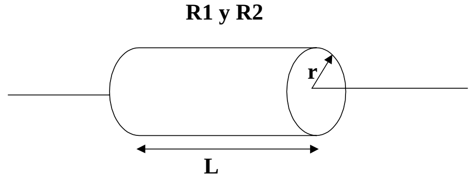


Figura 2

DATOS: Resistor R1 => ρ_1(295ºK) = 25 Ω.cm α = 40000 ppm/ºK P_n = 5 W Rigidez dieléctrica = 75 V
Resistor R2 => ρ_2(295ºK) = 1500 Ω.cm R_2(295ºK) = 10 K P_n = 10 W Rigidez dieléctrica = 75 V
Circuito figura 1 => V_i = 20 V C = 20 μF

(0'5) **a) Calcular el valor de la resistencia del resistor R1 a temperatura ambiente (T=300 ºK)**

$$R_1(300^o K) = \rho_1(300^o K)\frac{L}{S} \ . \ \ \rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \ \ => \ \ \rho_1(300^o K) = \rho_1(295^o K) \cdot \left(1 + \alpha \cdot (300^o K - 295^o K)\right)$$

$$\rho_1(300^o K) = 25\Omega \cdot cm\left(1 + \frac{40000}{10^6}{}^o K^{-1} \cdot 5^o K\right) = 30\Omega \cdot cm$$

$$R_2(295^o K) = \rho_2(295^o K)\frac{L}{S} \ \ => \ \ \frac{L}{S} = \frac{R_2(295^o K)}{\rho_2(295^o K)} = \frac{10.000\Omega}{1.500\Omega \cdot cm} = 6{,}66cm^{-1}$$

$$R_1(300^o K) = \rho_1(300^o K)\frac{L}{S} = 30\Omega \cdot cm \cdot 6{,}66cm^{-1} = 199{,}8\Omega$$

$\boxed{R_1(300\ ^oK) = 199{,}8\ \Omega}$

(A partir de aquí suponer que R1 = 100 Ω y R2 = 1 KΩ para realizar los cálculos de los siguientes apartados)
(0'5) **b) ¿Cuál es la tensión máxima de trabajo de R1? ¿y la tensión máxima de trabajo de R2?**

Para R1: Tensión máxima debido a la disipación térmica:

P_n=5W; $P = \frac{V^2}{R}$ => $V = \sqrt{P \cdot R}$ => $V_n = \sqrt{P_n \cdot R}$ -> V_n es la tensión nominal (tensión máxima)

$$V_n = \sqrt{5W \cdot 100\Omega} = \sqrt{500V^2} = 22{,}36V$$

Tensión máxima debido a la rigidez dieléctrica: V_{rd}= 75V
$V_n < V_{rd}$ => V_{MAX}= 22,36 V

$\boxed{V_{MAX} = 22{,}36\ V}$

Para R2: Tensión máxima debido a la disipación térmica

P_n=10W; $P = \frac{V^2}{R}$ => $V = \sqrt{P \cdot R}$ => $V_n = \sqrt{P_n \cdot R}$ -> V_n es la tensión nominal (tensión máxima)

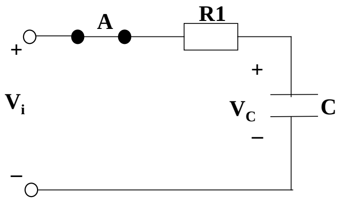
$$V_n = \sqrt{10W \cdot 1000\Omega} = \sqrt{10000V^2} = 100V$$

Tensión máxima debido a la rigidez dieléctrica: V_{rd}= 75V
$V_{rd} < V_n$ => V_{MAX}= 75 V

$\boxed{V_{MAX} = 75\ V}$

(0,5) **c) Si el interruptor A se abre 1 milisegundo después de aplicar la tensión V_i al circuito de la figura 1, y en ese mismo instante se cierra el interruptor B, calcular la tensión en el condensador 5 milisegundos después de aplicar la tensión V_i al circuito (el condensador está inicialmente descargado).**

Periodo 1 (entre t= 0 s y t= 1 ms) -> en este periodo el interruptor A está cerrado y el B abierto.
El circuito equivalente en este periodo será el siguiente



En este periodo el condensador que esta descargado (V_C= 0V) se empieza a cargar según la ecuación general de carga y descarga del condensador $V_C(t) = V_{final} + \left(V_{inicial} - V_{final}\right)\cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

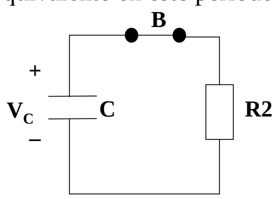
$V_{inicial}$= 0 V V_{final}= 20 V

$$\tau = R1 \cdot C = 100\Omega \cdot 20\mu F = 2000 \cdot 10^{-6} s = 2ms$$

Se aplica la ecuación general pata t= 1ms:

$$V_C\left(t = 1ms\right) = 20V + \left(0 - 20V\right)\cdot e^{-\frac{1ms}{2ms}} = 20V\left(1 - 0{,}6065\right) = 7{,}87V$$

Periodo 2 (entre t = 1 ms y t= 5 ms) -> El circuito equivalente en este periodo será el siguiente



$V_{inicial}$= 7,87 V (tensión a la que se cargo en el primer periodo)
V_{final}= 0 V (el condensador tiende a descargarse completamente)

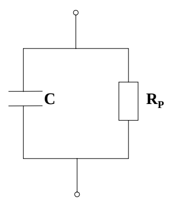
$$\tau = R2 \cdot C = 1000\Omega \cdot 20\mu F = 20000 \cdot 10^{-6} s = 20ms$$

Se aplica la ecuación general pata t= 4 ms:

$$V_C\left(t = 4ms\right) = 0V + \left(7{,}87V - 0V\right)\cdot e^{-\frac{4ms}{20ms}} = 7{,}87V \cdot 0{,}818 = 6{,}43V$$

$$\boxed{V_C = 6{,}43V}$$

(0’5) **d) Si el dieléctrico del condensador tiene una resistencia de 10 MΩ, calcular el factor de pérdidas del condensador para una frecuencia de 1 KHz. ¿Cuál sería el factor de pérdidas de un condensador ideal?**



El factor de pérdidas para este circuito equivalente paralelo tiene la siguiente expresión: $D = tg\delta = \dfrac{1}{2\cdot\pi\cdot f \cdot R_P \cdot C}$

Lo único que se tiene que hacer es sustituir valores en esta fórmula:
f= 1 KHz (frecuencia); R_P= 10 MΩ (resistencia de aislamiento); C= 20 μF (capacidad del condensador)

$$D = tg\delta = \frac{1}{2\cdot\pi\cdot 1000s^{-1}\cdot 10^{7}\Omega\cdot 20\cdot 10^{-6}F} = 7{,}95\cdot 10^{-7}$$

$$\boxed{D = 7{,}95\cdot 10^{-7}}$$

Un condensador ideal tendría una resistencia de aislamiento infinita, por lo que si se aplica la anterior formula con R_P= ∞ se obtiene que D = tgδ = 0.

Para un condensador ideal => $\boxed{D = tg\delta = 0}$