

Condensadores

Condensadores

Después de las resistencias, los condensadores suelen ser los elementos más comunes en un circuito. Un condensador es un elemento de dos terminales diseñado para almacenar energía por medio de su campo eléctrico.

Un condensador está compuesto por dos placas conductoras separadas entre sí por un aislante (figura 2). En la figura 3 se puede ver el símbolo de un condensador.

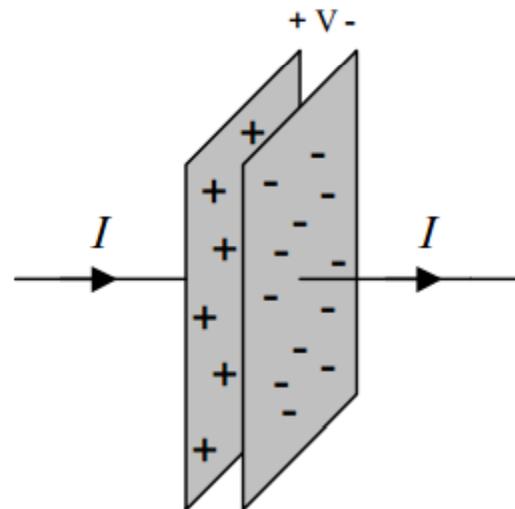


Figura 2. Condensador.

Condensadores

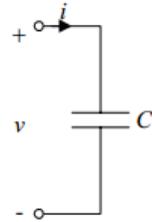


Figura 3. Símbolo de un condensador.

Si existe una cierta intensidad I en un condensador, esa intensidad provoca que se cargue positivamente una de las placas y la otra negativamente. La carga $+q$ de una placa será siempre idéntica a la $-q$ de la otra.

En un condensador, la tensión v existente entre sus placas será siempre proporcional a la carga almacenada en ellas, de forma que:

$$q = Cv$$

[1]

q : Carga almacenada en las placas.

v : Tensión entre las placas.

C : Valor del condensador medido en F ($F=C/V$).

El valor C de un condensador depende exclusivamente de las características geométricas del mismo.

Para obtener la característica I-V del condensador sólo tenemos que derivar a ambos lados de la ecuación [1], obteniéndose:

$$\frac{dq}{dt} = \frac{dCv}{dt} \Rightarrow i = C \frac{dv}{dt}$$

[2]

i : Intensidad a través del condensador.

v : Tensión entre las placas.

C : Valor del condensador medido en F ($F=C/V$).

v : Tensión entre las placas.

C : Valor del condensador.

$$v = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i dt$$

Esta ecuación es válida para las referencias de tensión e intensidad indicadas en la figura 3.

Asociaciones serie - paralelo

Vimos en el tema anterior que la asociación en serie y paralelo es una herramienta muy poderosa para simplificar circuitos. Veremos cómo se realizan estas asociaciones con condensadores.

Condensadores en paralelo

El valor del condensador equivalente (C_{eq}) de N condensadores conectados en paralelo (C_1, C_2, \dots, C_N) es la suma de los valores individuales (figura 7).

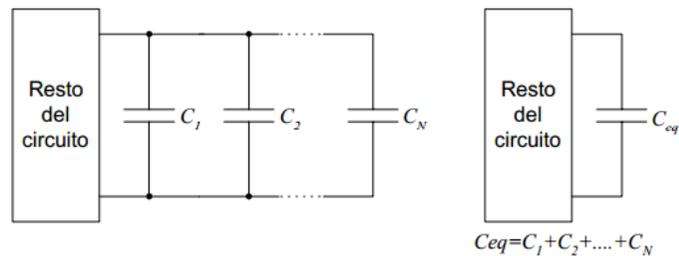


Figura 7. Condensadores en paralelo.

La capacidad equivalente (C_{eq}) de N condensadores conectados en serie (C_1, C_2, \dots, C_N) sigue la siguiente expresión (figura 8):

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}$$

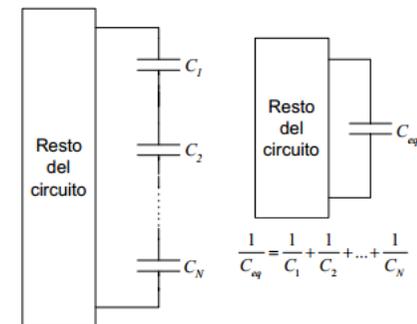


Figura 8. Condensadores en serie.

Ejemplo

Ejercicio 1: Calcular la capacidad equivalente del circuito de la figura 9.

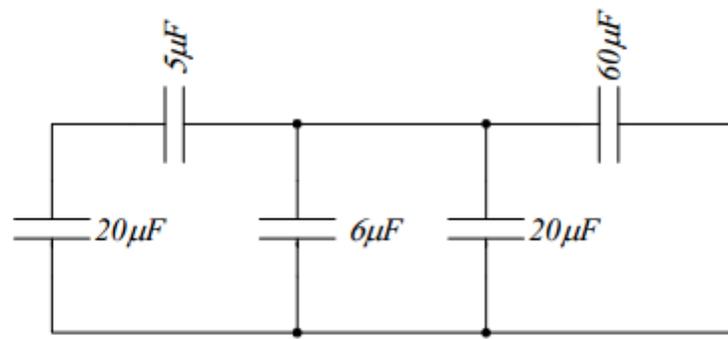


Figura 9. Circuito del ejercicio 1.

Solución: $20\mu F$

Circuito RC sin fuente

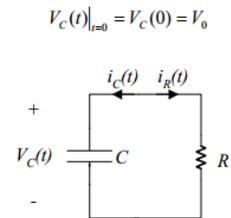


Figura 10. Circuito RC.

Veremos cómo es la tensión del condensador $V_C(t)$ en función del tiempo. Aplicando la ley de Kirchhoff:

$$i_C + i_R = 0 \Rightarrow C \frac{dV_C(t)}{dt} + \frac{V_C(t)}{R} = 0$$

Integrando:

$$V_C(t) = V_0 e^{-t/RC}$$

Se puede ver que la tensión en el condensador va disminuyendo de forma exponencial hasta llegar a cero. En la figura 11 se puede ver la representación gráfica de la tensión del condensador.

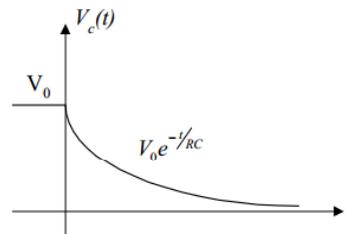


Figura 11. Tensión en el condensador.

Se define $\tau = RC$ como la *constante de tiempo*, e indica la rapidez con la que disminuye la tensión del condensador.

Ejemplo

Ejemplo 2. Determinar la tensión en el condensador (V_C) y la intensidad (I_C) a los cinco segundos en el circuito de la figura 11. La tensión inicial del condensador es de $V_0=10V$.

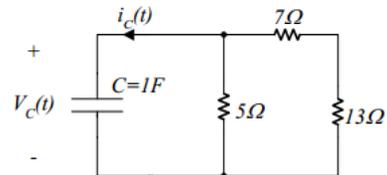


Figura 12. Circuito del ejemplo 2.

Antes de comenzar transformaremos el circuito de la figura 12 en el de la figura 13(b). Para ello calcularemos el equivalente Thévenin del circuito de la figura 13(a).

La resistencia Thévenin vale:

$$R_{eq}=R_{th}=4\Omega$$

Por tanto, la tensión en el condensador es:

$$V_C(t) = V_0 e^{-t/\tau} = 10e^{-t/4}$$

La tensión a los cinco segundos vale $V_C(5) = 10e^{-5/4} \text{ V}$.

La intensidad: $I_C(t) = C \frac{dV_C(t)}{dt} = -\frac{10}{4} e^{-t/4} \Rightarrow I_C(5) = -\frac{10}{4} e^{-5/4}$.

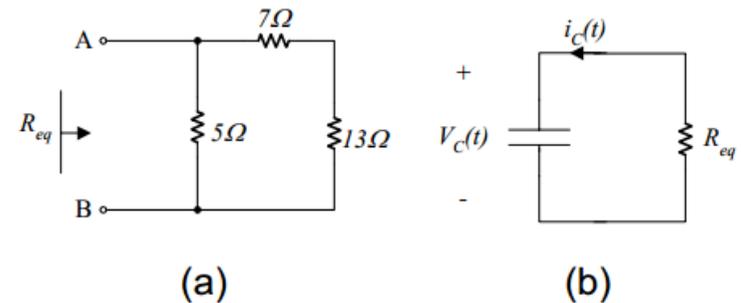


Figura 13. Resolución del ejemplo 2.