
	<b>Guía de Ejercicios en Aula N°4</b>	
	<b>Tema: Condensadores.</b>	Docente: Flavio Díaz Román

**Unidad de Aprendizaje N° 4: Condensadores.**

**Aprendizajes Esperados**

**Determina el proceso de carga y descarga del condensador.**

**Establece la capacidad equivalente en circuitos serie, paralelos y mixtos.**

**C.E.: Determina el proceso de carga y descarga del condensador con sus tiempos asociados.**

**C.E.: Analiza circuitos de condensadores conectados en serie, paralelo y mixto.**

**C.E.: Calcula tensión de condensadores conectados en serie paralelo y mixto.**

**C.E.: Calcula la energía almacenada en condensadores conectados en serie, paralelo y mixto.**

**Objetivos:**

Calcular parámetros asociados a los circuitos con condensadores:

- Condensador de placas paralelas.
- Conexión serie, paralela y mixta de condensadores.
- Carga y descarga de condensadores.
- Energía almacenada en condensadores.

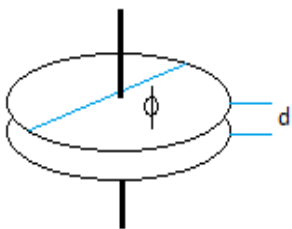
**Material específico**

Calculadora

**a) Ejercicios Resueltos:**

**1.- Se tiene un arreglo de placas conductoras paralelas, las cuales están separadas en forma uniforme por una capa de aire de 0,2 [mm.], determine la variación porcentual que existe entre la capacidad de dicho condensador, respecto a otro de iguales dimensiones pero que tiene como dieléctrico, una lámina de papel duro. Se sabe que las placas conductoras son circulares con un diámetro de 10 [cms.].**

**Solución:** primero se dibuja un esquema:



Datos: Diámetro ( $\phi$ )=10 [cm.]

Separación  $d=0,2$  [mm.]

Permitividad relativa del papel duro  $\epsilon_r=49,5$ .

Permitividad del vacío  $\epsilon_0=8,85 \times 10^{-12}$  [F/m].

Para resolver ese tipo de problemas se usa el Sistema Internacional de unidades:

Diámetro ( $\phi$ )=0,10 [m.] y separación  $d=0,2 \times 10^{-3}$  [m.].

Permitividad del papel duro  $\epsilon=49,5 \times 8,85 \times 10^{-12} = 438 \times 10^{-12}$  [F/m].

El área del círculo es:

$$A_{\theta} = \pi \frac{d^2}{4} \quad \text{Reemplazando valores: } A_{\theta} = \pi \frac{0,1^2}{4} = 7,85 \times 10^{-3} \text{ [m}^2\text{].}$$

Para obtener la variación porcentual se utiliza la siguiente expresión:

$$\Delta_{0/o} = \frac{v_f - v_i}{v_i} \cdot 100$$

La capacidad inicial es:

$$C_i = \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d} \quad \text{Reemplazando valores } C_i = 8,85 \times 10^{-12} \cdot \frac{7,85 \times 10^{-3}}{0,2 \times 10^{-3}} = 0,347 \text{ [nF].}$$

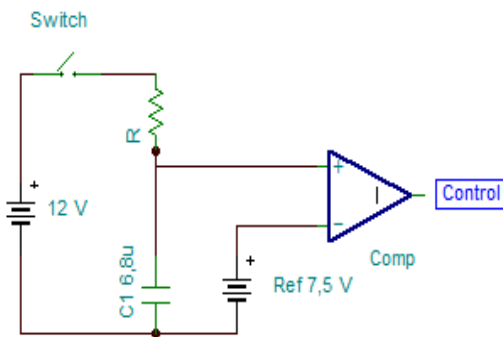
La capacidad final es:

$$C_f = \epsilon \cdot \frac{A}{d} \quad \text{Reemplazando valores } C_f = 438 \times 10^{-12} \cdot \frac{7,85 \times 10^{-3}}{0,2 \times 10^{-3}} = 17,194 \text{ [nF].}$$

Finalmente la variación porcentual es:

$$\Delta_{0/o} = \frac{17,19 - 0,347}{0,347} \cdot 100 = 4853,9 \% \quad \text{es decir, la capacidad del condensador aumenta.}$$

2.- Para una aplicación de control automático, se requiere un circuito que sea capaz de entregar una temporización igual a 0,22 [s] para iniciar el proceso, tiempo medido desde el momento de la conexión de la energía; el sistema cuenta con un comparador de tensión de precisión que posee una tensión de referencia de 7,5 [V]. Determine el valor de la resistencia de la malla RC, que permite lograr que el comparador conmute en dicho tiempo al tener conectado un condensador de 6.8 [μF] sabiendo que la tensión de polarización es 12[V]. El esquema del circuito, es el mostrado en la figura siguiente, donde el comparador conmuta su salida cuando la tensión en el condensador se iguala a la tensión de referencia.



Datos:

$$t = 0,22 \text{ [s].}$$

$$C = 6,8 \text{ [}\mu\text{F]}.$$

$$V_F = 12 \text{ [V]}$$

$$V_C(t=0,22) = 7,5 \text{ [V]}$$

**Solución:** primero se comienza por escribir la fórmula para la carga del condensador, teniendo como tensión inicial 0 [V] es:

$$v_C(t) = v_F \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{t}{RC}\right)}\right)$$

Al despejar la ecuación para obtener valores de tiempo queda:

$$R = \frac{-t}{C \cdot \ln\left(1 - \frac{V_C}{V_F}\right)}$$

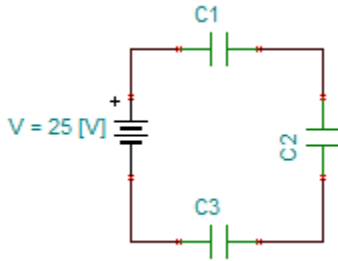
Reemplazando valores queda:

$$R = \frac{-0,22}{6,8 \times 10^{-6} \cdot \ln\left(1 - \frac{7,5}{12}\right)} = 32,98 \text{ [K}\Omega\text{]}$$

Comprobación usando un resistor de 33 [KΩ] (Valor Comercial)

$$v_C(t) = 12 \cdot \left(1 - e^{-\left(\frac{0,22}{33000 \cdot 6,8 \times 10^{-6}}\right)}\right) = 7,498 \text{ [V]}$$

3.- Dado el siguiente esquema se pide determinar la capacidad equivalente, la tensión y la energía almacenada por cada condensador.



Datos:

$$C1 = 30 \text{ } [\mu\text{F}]$$

$$C2 = 12 \text{ } [\mu\text{F}]$$

$$C3 = 45 \text{ } [\mu\text{F}]$$

**Solución:** se obtiene la capacidad equivalente del circuito

$$C_{eq} = (C1^{-1} + C2^{-1} + C3^{-1})^{-1} = (30^{-1} + 12^{-1} + 45^{-1})^{-1} = 7,2 \text{ } [\mu\text{F}]$$

Para obtener los datos necesarios para determinar las variables solicitadas es necesario calcular la carga almacenada por el circuito la cual es:

$$Q = C_{eq} * V \text{ reemplazando los valores se tiene, } Q = 7,2 * 25 = 180 \text{ } [\mu\text{C}]$$

Como el circuito tiene una conexión serie todos los condensadores adquieren el mismo nivel de carga eléctrica, en este caso  $Q = 180 \text{ } [\mu\text{C}]$ .

La tensión presente en cada condensador se obtiene de la siguiente manera:

$$V_{C1} = Q / C1 = 180 / 30 = 6 \text{ } [\text{V}]$$

$$V_{C2} = Q / C2 = 180 / 12 = 15 \text{ } [\text{V}]$$

$$V_{C3} = Q / C3 = 180 / 45 = 4 \text{ } [\text{V}]$$

La energía almacenada en cada condensador está dada por la siguiente expresión:

$$W = \frac{1}{2} * C * V^2$$

$$W_{C1} = \frac{1}{2} * C1 * V^2 = \frac{1}{2} * 30 * 10^{-6} * 6^2 = 0,54 \text{ } [\text{mJ}]$$

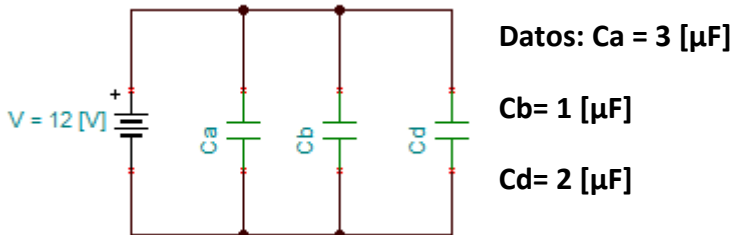
$$W_{C2} = \frac{1}{2} * C2 * V^2 = \frac{1}{2} * 12 * 10^{-6} * 15^2 = 1,35 \text{ } [\text{mJ}]$$

$$W_{C3} = \frac{1}{2} * C3 * V^2 = \frac{1}{2} * 45 * 10^{-6} * 4^2 = 0,36 \text{ } [\text{mJ}]$$

Es importante determinar la energía almacenada por la capacidad equivalente, que es:

$$W_t = \frac{1}{2} * C * V^2 = \frac{1}{2} * 7,2 * 10^{-6} * 25^2 = 2,25 \text{ } [\text{mJ}], \text{ valor que coincide con la suma de las energías almacenadas en cada condensador.}$$

4.- Dado el siguiente esquema se pide determinar la capacidad equivalente, la carga eléctrica y la energía almacenada por cada condensador.



**Solución:** como es un circuito paralelo la capacidad equivalente se obtiene realizando la suma de las capacidades individuales

$$C_{eq} = (C_a + C_b + C_d) = (3 + 1 + 2) = 6 \text{ } [\mu\text{F}]$$

La carga eléctrica almacenada en cada condensador se puede calcular directamente:

$$Q_a = C_a \cdot V = 3 \times 10^{-6} \cdot 12 = 36 \text{ } [\mu\text{C}]$$

$$Q_b = C_b \cdot V = 1 \times 10^{-6} \cdot 12 = 12 \text{ } [\mu\text{C}]$$

$$Q_d = C_d \cdot V = 2 \times 10^{-6} \cdot 12 = 24 \text{ } [\mu\text{C}]$$

La energía almacenada por cada condensador se calcula de la siguiente manera:

$$W_{CA} = \frac{1}{2} \cdot C_a \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \times 10^{-6} \cdot 12^2 = 0,216 \text{ } [\text{mJ}]$$

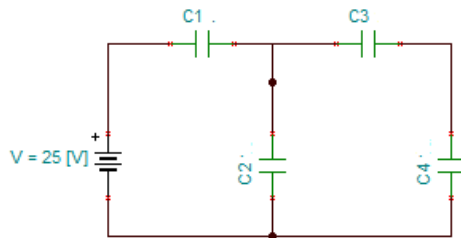
$$W_{CB} = \frac{1}{2} \cdot C_b \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 1 \times 10^{-6} \cdot 12^2 = 0,072 \text{ } [\text{mJ}]$$

$$W_{CD} = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \times 10^{-6} \cdot 12^2 = 0,144 \text{ } [\text{mJ}]$$

Es importante determinar la energía almacenada por la capacidad equivalente, que es:

$W_t = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot 6 \times 10^{-6} \cdot 12^2 = 0,432 \text{ } [\text{mJ}]$ , valor que coincide con la suma de las energías almacenadas en cada condensador.

5.- Dado el siguiente esquema se pide determinar la capacidad equivalente, la carga eléctrica y la energía almacenada por cada condensador.



Datos:

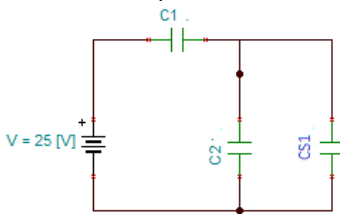
$C1 = 1,8 \text{ } [\mu\text{F}]$

$C2 = 0,24 \text{ } [\mu\text{F}]$

$C3 = 0,60 \text{ } [\mu\text{F}]$

$C4 = 0,90 \text{ } [\mu\text{F}]$

**Solución:** Se procede a determinar la capacidad equivalente del circuito, para desde ese valor obtener todo lo solicitado.



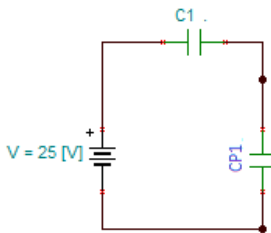
C3 y C4 están en serie su capacidad equivalente es:

$$CS1 = (C3^{-1} + C4^{-1})^{-1} = (0,60^{-1} + 0,90^{-1})^{-1} = 0,36 \text{ } [\mu\text{F}]$$

Se observa que CS1 y C2 están en paralelo, su equivalente es:

$$CP1 = (C2 + CS1) = (0,24 + 0,36) = 0,60 \text{ } [\mu\text{F}]$$

El circuito queda:



Se observa que C1 y CP1 están en serie, y la capacidad equivalente total del circuito es:

$$Ceq = (C1^{-1} + CP1^{-1})^{-1} = (1,80^{-1} + 0,60^{-1})^{-1} = 0,45 \text{ } [\mu\text{F}]$$

La carga eléctrica almacenada por el circuito es:

$$QT = Ceq * V = 0,45 \times 10^{-6} * 25 = 11,25 \text{ } [\mu\text{C}]$$

La energía almacenada en el circuito es:  $W_T = \frac{1}{2} * Ceq * V^2 = \frac{1}{2} * 0,45 \times 10^{-6} * 25^2 = 140,6 \text{ } [\mu\text{J}]$

Como C1 y CP1 están en serie la carga almacenada en ellos es la misma, y corresponde a 11,25 [μC], con este valor se determina el valor de la tensión en ellos:

$$VC1 = 11,25 \times 10^{-3} / 1,8 \times 10^{-6} = 6,25 \text{ } [\text{V}]$$

$$VCP1 = 11,25 \times 10^{-3} / 0,6 \times 10^{-6} = 18,75 \text{ } [\text{V}]$$

La tensión en CP1 es la tensión aplicada a C2 y a CS1, con este dato se puede determinar la carga almacenada en ellos:

$$QC2 = C2 * VCP1 = 0,24 \times 10^{-6} * 18,75 = 4,5 \text{ } [\mu\text{C}]$$

$$QCS1 = CS1 * VCP1 = 0,36 \times 10^{-6} * 18,75 = 6,75 \text{ } [\mu\text{C}]$$

Los condensadores C3 y C4 están en serie le carga en ellos es  $Q_{CS1} = 6,75 \text{ } [\mu\text{C}]$ , la tensión en ellos es:

$$V_{C3} = 6,75 \times 10^{-3} / 0,6 \times 10^{-6} = 11,25 \text{ [V]}$$

$$V_{C4} = 6,75 \times 10^{-3} / 0,9 \times 10^{-6} = 7,5 \text{ [V]}$$

La energía almacenada en cada condensador es:

$$W_{CA} = \frac{1}{2} * C1 * VC1^2 = \frac{1}{2} * 1,80 \times 10^{-6} * 6,25^2 = 35,15625 \text{ } [\mu\text{ J}]$$

$$W_{CB} = \frac{1}{2} * C2 * VCP1^2 = \frac{1}{2} * 0,24 \times 10^{-6} * 18,75^2 = 42,1875 \text{ } [\mu\text{ J}]$$

$$W_{CD} = \frac{1}{2} * C3 * VC3^2 = \frac{1}{2} * 0,60 \times 10^{-6} * 11,25^2 = 37,96875 \text{ } [\mu\text{ J}]$$

$$W_{CE} = \frac{1}{2} * C4 * VC4^2 = \frac{1}{2} * 0,90 \times 10^{-6} * 7,5^2 = 25,3125 \text{ } [\mu\text{ J}]$$

### b) Ejercicios Propuestos:

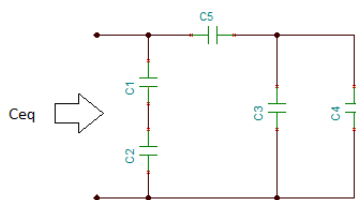
**1.- Determine la superficie y diámetro de las placas conductoras de un condensador de placas paralelas que tiene una capacidad de 1,2 [nF], sabiendo que el dieléctrico que las separa es una lámina circular de papel duro de espesor igual a 0,25 [mm].**

**Respuesta:**  $A = 6,8493 \text{ } [\text{cm}^2]$  y  $\phi = 2,9531 \text{ [cm]}$ .

**2.- Calcule el valor de la constante de tiempo que posee una malla RC, que está compuesta por un resistor de 3,33 [KΩ] y un condensador de 6,8 [μF].**

**Respuesta:**  $T = 22,644 \text{ [ms]}$ .

**3.- Determine la capacidad equivalente del siguiente arreglo de condensadores:**



**Datos:**  $C1 = 30 \text{ [nF]}$ .

$C2 = 120 \text{ [nF]}$ ,  $C3 = 20 \text{ [nF]}$ .

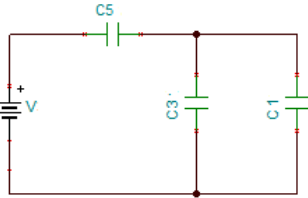
$C4 = 40 \text{ [nF]}$ ,  $C5 = 90 \text{ [nF]}$ .

**Respuesta:**  $C_{eq} = 60 \text{ [nF]}$ .

**4.- Calcule el tiempo que demora un condensador conectado a una fuente real de tensión en cargarse hasta una tensión de 25 [V], sabiendo que la capacidad del condensador es de 33 [mF], que la tensión en vacío de la fuente es de 30 [V] y que la resistencia interna de la fuente es de 5 [Ω].**

**Respuesta:**  $t = 0,29564 \text{ [s]}$ .

5.- Calcule la energía almacenada en los condensadores del circuito, sabiendo que  $V = 100$  [V]:



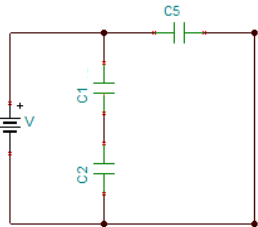
Datos:  $C1 = 2200$  [ $\mu\text{F}$ ].

$C3 = 200$  [ $\mu\text{F}$ ].

$C5 = 2$  [nF].

Respuesta:  $W = 10$  [ $\mu\text{J}$ ].

6.- Calcule la energía almacenada en los condensadores del circuito, sabiendo que  $V = 10$  [V]:



Datos:  $C1 = 2200$  [ $\mu\text{F}$ ].

$C2 = 200$  [ $\mu\text{F}$ ].

$C5 = 2$  [nF].

Respuesta:  $W = 9,1668$  [mJ].



Registro de comentarios y observaciones:

