Respuesta natural y a una función escalón de un Circuito RC

(Descarga y Carga de un Capacitor.)

Objetivos:

- Obtener las curvas de carga y descarga de un capacitor utilizando un osciloscopio.
- Medir experimentalmente el tiempo que tarda en cargarse (descargarse) un capacitor a través de una resistencia.

Información Preliminar

Como se vio en las clases de Teoría, en los circuitos electrónicos los capacitores se utilizan para muchos fines. Se emplean para almacenar energía, para dejar pasa la corriente alterna y para bloquear la corriente continua. Actúan como elementos de filtro, como componentes en circuitos resonantes, etc.

Los capacitores actúan cargándose y descargándose. Un capacitor puede almacenar y conservar una carga eléctrica, proceso que se conoce como carga. Cuando se conecta un capacitor descargado a una fuente de tensión constante, este no se carga instantáneamente, sino que adquiere cierta carga que es función del tiempo. El ritmo de crecimiento (velocidad con que crece) depende de la capacidad del capacitor y de la resistencia del circuito.

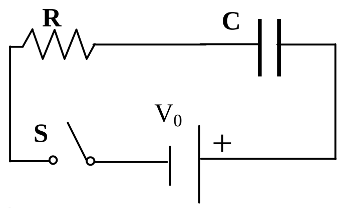


Fig. 1: Circuito de carga de un capacitor

Respuesta de un circuito RC a un escalón:

Consideremos el circuito de la Fig. 1, el cual consta de una resistencia *R*, un capacitor *C* y una fuente de tensión continua. Si el interruptor esta cerrado, la tensión entre las placas del capacitor en función del tiempo está dada por:

$$v_C(t) = V_0\left(1 - e^{\frac{-t}{RC}}\right) \qquad (1)$$

Como i = dq/dt, la corriente de carga será:

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{V_0}{R} e^{\frac{-t}{RC}} \qquad (2)$$

La cantidad $RC = \tau$ que aparece en las ecuaciones tiene unidades de tiempo y se la llama *constante de tiempo capacitiva o tiempo de relajación del circuito*. Como se vio en teoría cuando en la ecuación (1) *t*, toma el valor: *RC* , significa que el capacitor adquirió el 63.2% de la tensión entregada por la fuente (o, lo que es lo mismo, el capacitor se ha cargado al 63.2% de la carga final). En la Fig. 2, se puede observar las gráficas de las ecuaciones 1 y 2.

Pregunta 1: ¿Qué porcentaje de la carga final habrá alcanzado el capacitor para $t = 10\tau$?

Respuesta natural de un circuito RC :

En la descarga la tensión aplicada $V_0 = 0$, por lo que, como vió en teoría:

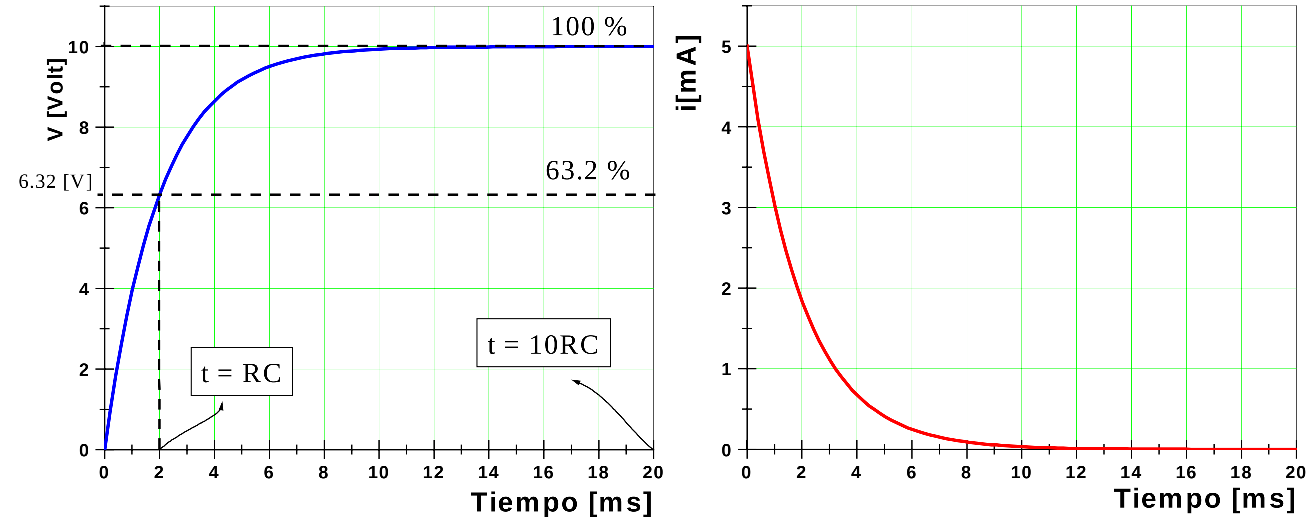


Fig. 2: Gráficas para R = 2000 Ω, C = 1μF y V = 10Volt. Se ve como varía la tensión entre las placas del capacitor en función del tiempo para la carga, y la corriente en el circuito. La constante de tiempo es igual a $2x10^{-3}$ s (2 ms).

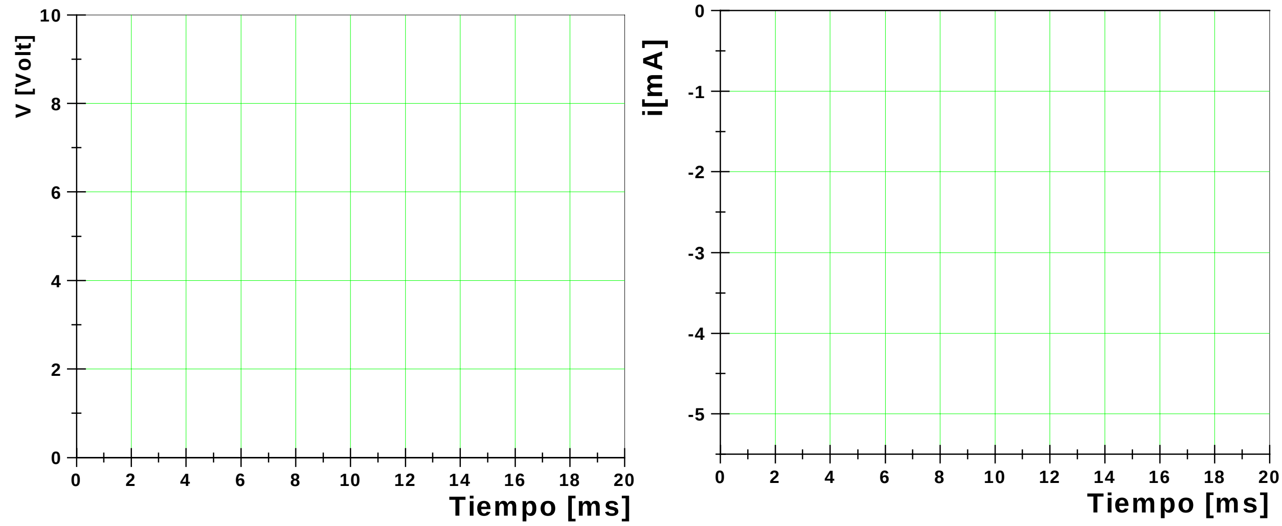


Fig. 3: Gráficas para R = 2000 Ω, C = 1μF y V = 10Volt. Se ve como varía la tensión entre las placas del capacitor en función del tiempo para la descarga, y la corriente en el circuito.

Las expresiones para v_C e i en la descarga serán:

$$v(t)_C = V_0 e^{\frac{-t}{RC}} \qquad (3)$$

$$i = \frac{dq}{dt} = -\frac{V_0}{R} e^{\frac{-t}{RC}} \qquad (4)$$

<u>Dibuje en la Fig. 3 las gráficas de $v_C(t)$ e $i(t)$ en la etapa de descarga.</u> Use los valores de la Fig. 2 y señale las cantidades de interés.

Pregunta 2: Al cabo de un tiempo $t = RC$, ¿la carga del capacitor se ha reducido a que porcentaje?

El comportamiento del circuito RC durante la carga y descarga se puede observar con el osciloscopio. Para hacerlo procederemos en forma análoga a la que se hizo en simulación. Es decir, alimentaremos un circuito serir *RC* con una tensión cuadrada de un período tal que el capacitor se cargue y se descargue "completamente".

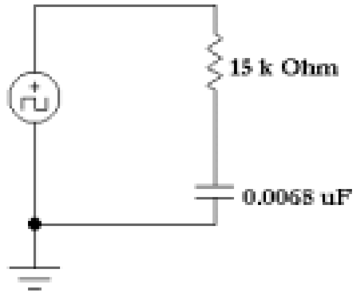


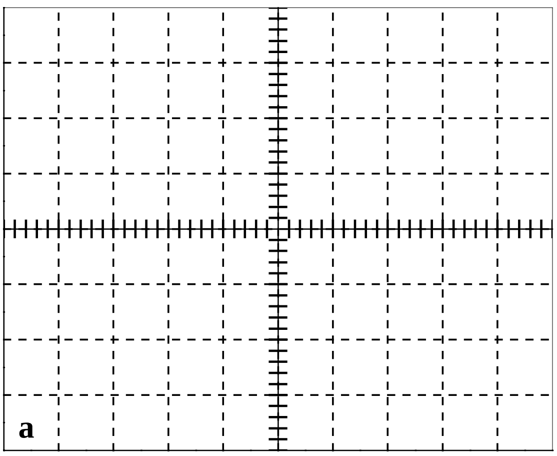
Fig. 4: Circuito con las conexiones para poner de manifiesto las variaciones de potencial de v_C y v en un osciloscopio.

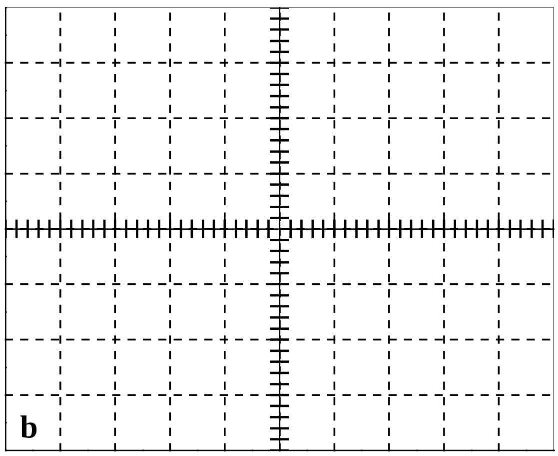
Indique en el circuito de la Fig.4 como conectará las puntas del osciloscopio para ver la tensión de la fuente y la tensión sobre el capacitor.

Pregunta 3: ¿ Qué frecuencia utilizará para el circuito de la Fig. 4?

Parte Experimental

1. Arme el circuito de la Fig. 4. La amplitud pico a pico de la onda cuadrada debe ser de 6 Volts y su frecuencia la calculada en la pregunta 3. **(E<u>s importante tener presente que las tierras de las puntas son comunes, por lo que basta con conectar sólo una de ellas.)</u>**
2. Vea en pantalla las dos señales. Para ver las dos señales al mismo tiempo, ubique la perilla en **DUAL.** En la Fig. a) Grafique las dos señales, v_C y v. (**<u>Detalle el valor de la frecuencia de barrido y de la Amplificación vertical, esta última para los dos canales)</u>**. Identifique la etapa de carga y de descarga.
3. Deje en pantalla solo $\boldsymbol{v_C}$, ajuste los controles de modo de ver sólo un período, y que su amplitud sea la máxima que se pueda observar. Grafique la señal en la Fig. b) y mida el tiempo de relajación τ . Compare el valor medido experimentalmente con el analítico. Explique claramente el procedimientos para obtener el valor de τ.





4. Reemplace R con dos valores más pequeños y grafique las 3 señales superpuestas. (Aclare la R de cada señal)