

Medición del Tiempo Característico

Circuito RC

1. Introducción

Antes de partir mostrando cómo se mide el tiempo característico $\tau=RC$ vamos a recordar algunos conceptos:

El voltaje en un condensador en un ciclo de carga en un circuito RC es:

$$V_C(t) = V_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \quad (1)$$

Entonces podemos notar que para un tiempo infinito, el voltaje en el condensador es igual al de la fuente. Ahora si tenemos una señal sinusoidal, el voltaje varía, por lo que vamos a tener varios ciclos.

A continuación se muestra una señal cuadrada

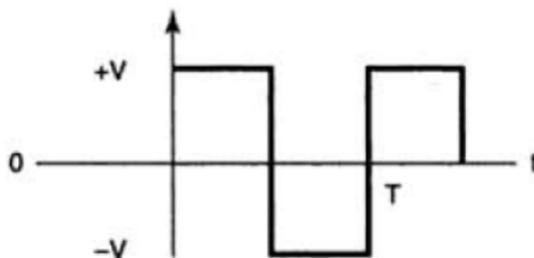


Figura 1: Señal cuadrada

donde $\tau=RC$ es el tiempo característico de carga del condensador, y es el tiempo en el que se demora el condensador en estar cargado al, aproximadamente, 63 % .

Entonces en un circuito RC, se van ir produciendo distintos ciclos de cargas, negativos y positivos, ya que van a haber ciclos en que el voltaje de la fuente será $+V$ por un tiempo t^* , y luego $-V$ para ese mismo tiempo. Cuanto dura este tiempo depende de la frecuencia, y entonces a su vez, el período, de la señal.

Cabe destacar también entonces que dependiendo de la frecuencia de la señal, el condensador se cargará completamente (o casi completamente) o va a alcanzar cierto nivel de carga hasta que cambie la polaridad del voltaje y empiece el ciclo de carga negativo.

2. Metodología para determinar tiempo característico

Partiremos definiendo los botones y perillas que usaremos en el osciloscopio:

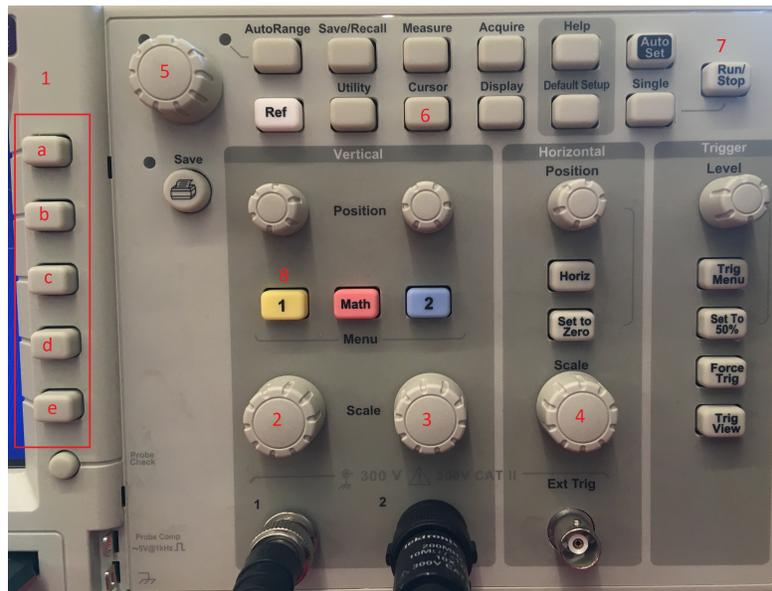


Figura 2: Sección con botones y perillas en el osciloscopio

Botones 1: son para seleccionar los botones virtuales al costado derecho de la pantalla.

Perilla 2: cambia la escala de voltaje para la señal en el canal 1.

Perilla 3: cambia la escala de voltaje para la señal en el canal 2.

Perilla 4: cambia la escala de de tiempo para ambas señales.

Perilla 5: se ocupará en este caso para mover los cursores.

Boton 6: para entrar en la sección de los cursores.

Boton 7: para paralizar en algún momento la señal en la pantalla

Boton 8: para que desaparezca de la pantalla la señal del canal 1.

En el ejemplo a continuación, se usó un circuito RC con $R=10[\text{k}\Omega]$ y $C=10000[\text{pF}]$. Se introdujo una señal de cuadrada de $1[\text{kHz}]$ y $2[\text{V}]$ peak to peak. Con estos valores de R y C el tiempo característico teórico es $\tau=100[\mu\text{s}]$ Al medir el voltaje en condensador aparece esta señal en la pantalla del osciloscopio:

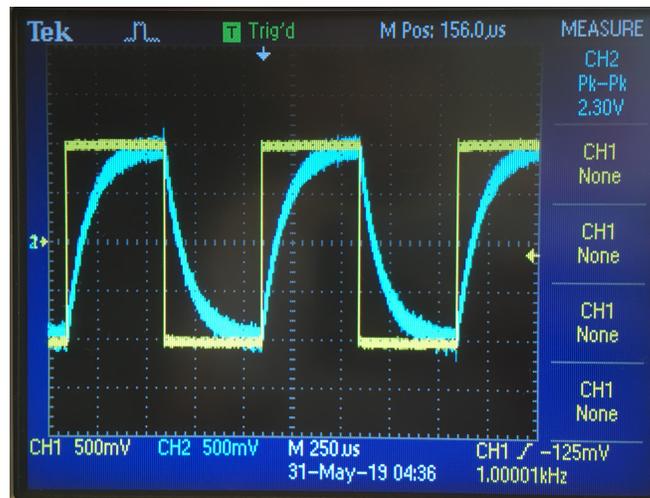


Figura 3: Señal del generador de señales y el condensador

Donde el grafo amarillo corresponde a la señal cuadrada de entrada y el azul a la señal en condensador. Se puede notar los ciclos de carga positiva y negativa para cada ciclo de la señal cuadrada.

Para empezar a medir τ , primero reduciremos la escala de tiempo para tener una visión mas cercana del ciclo. Esto se hace con el la perilla 4 de la figura 2. (Puede que también se tenga que cambiar la escala de voltaje. Para eso se ocupa las perillas 2 y 3) Queda de la siguiente manera:

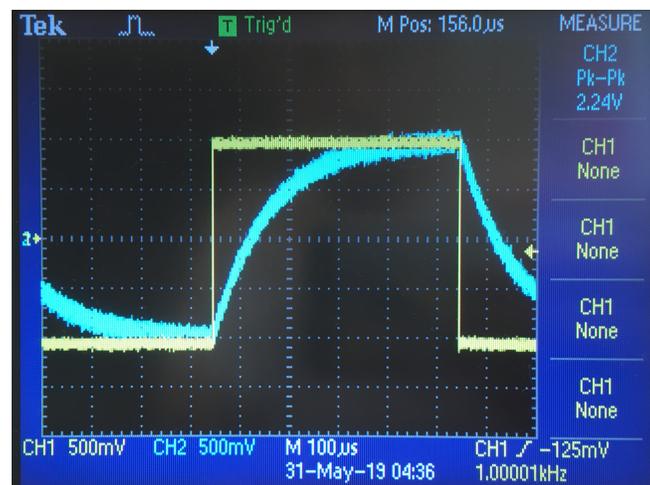


Figura 4: Señal del generador de señales y el condensador con escala de tiempo ajustada

Continuando con el proceso, se apreta el boton 6 para entrar a la sección de cursores y al costado derecho de la pantalla aparecerán todos los comandos para manipular los cursores. Va a aparecer esto en la pantalla:

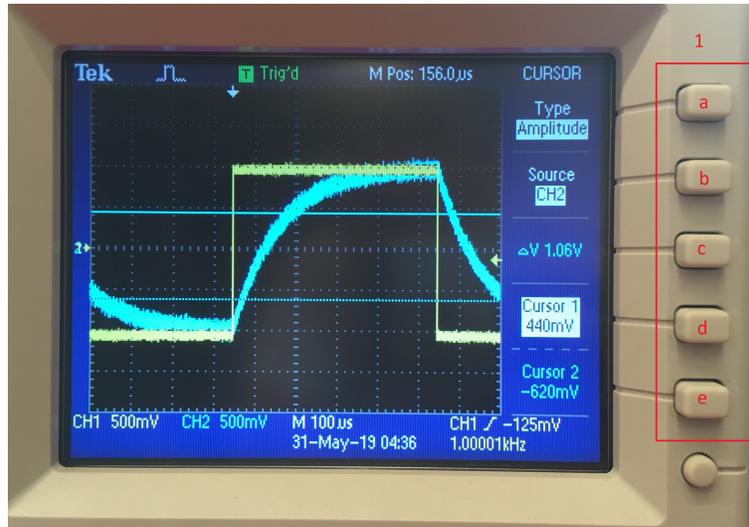


Figura 5: Señales en pantalla con cursores

Si no aparecen los cursores es porque Type está en None. Para cambiarlo apreto el boton 1.a. y puedo así seleccionar los cursores para medir voltaje (Amplitude) o para medir tiempo (Time). Primero mediremos voltaje. Como podemos notar, el grafo del condensador llega hasta arriba, osea tendiendo a la linea amarilla del grafo de la señal de entrada. Podemos notar que al costado derecho inferior de la pantalla dice Cursor 1 y Cursor 2 en unos cuadros los cuales podemos seleccionar ocupando los botones 1.d. y 1.e., respectivamente. Luego de seleccionar el cursor, usando la perilla 5 podemos moverlo en la pantalla. Dejamos el cursor 1 donde empieza el ciclo y el otro donde termina como se muestra a continuación:

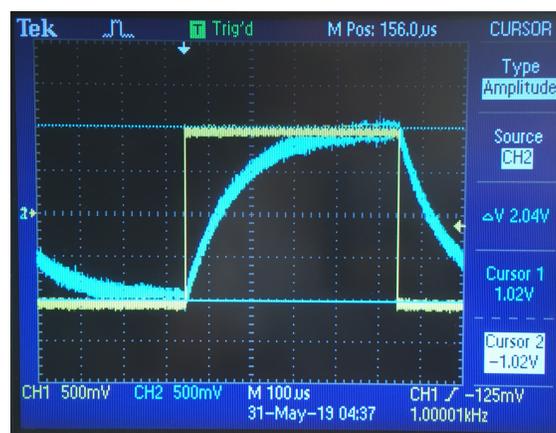


Figura 6: Señales en pantalla con cursores de amplitud

Al costado derecho aparece la diferencia de voltaje que hay entre ambos cursores que dice ΔV 2.04[V] lo cual es correcto ya que el voltaje peak to peak es 2[V].

Si se quisiera, no es necesario hacer esta parte de medir el voltaje, ya que teóricamente sabemos que el condensador debería llegar a los 2 [V] y podemos deducir que esto efectivamente ocurre por el grafo que aparece en el osciloscopio.

Ahora que tenemos este valor de voltaje, sabemos que en el tiempo característico el condensador esta cargado al 63% , entonces el voltaje en este porcentaje es $V' = 2,04 * 0,63 = 1,28$ [V]

Ahora para finalmente medir el tiempo característico, usando el boton 1.a. cambiamos el Type a Time y aparecerá lo siguiente:

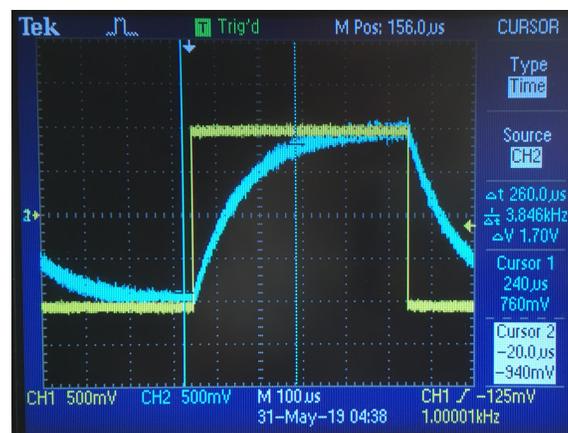


Figura 7: Señales en pantalla con cursores de tiempo

Antes que nada, deben fijarse que el Source esté en CH2. Si no lo está lo pueden cambiar con el boton 1.b. Esto porque el cursor de tiempo tambien mide el voltaje en la intersección del cursor con el grafo de la señal.

Entonces hacemos lo mismo que antes para mover los cursores. El cursor 1 lo posicionamos al inicio de ciclo de carga. Vamos notar que el valor de voltaje que nos aparece midiendo ese cursor (al costado derecho en el cuadro del cursor 1) va a estar oscilando ya que la señal del condensador tendrá ruido. Para detener esto, podemos apretar el boton 7 de Run/Stop para dejar pausada la señal, y así queda en un valor fijo. Lo mas preciso en este caso es dejarlo en -1.00 [V] (o al menos cercano). Podemos apretar el boton 7 cuantas veces queramos sacando y poniendole pausa a la señal.

Para medir el tiempo característico moveremos el cursor 2 hasta un $\Delta V \approx V' = 1,28$ [V]. En el tercer cuadro aparece el Δt y el ΔV que se está midiendo entre los cursores. Para saber el τ el ΔV debe ser $V' = 1,28$ [V], por lo que movemos el cursor 2 hasta que aparezca esa diferencia de voltaje.

Al tener el cursor 1 y 2 fijado, se verá algo así:

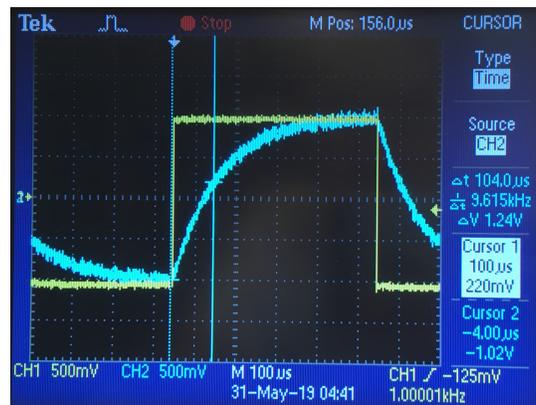


Figura 8: Cursores midiendo tiempo característico

Y se puede ver que la diferencia de tiempo entre los cursores que está midiendo es precisamente $\Delta t = 104.0 \text{ } [\mu\text{s}]$ que al compararlo con el teórico es muy cercano.