

Tutorial:

Simulación de la Carga y Descarga de un Condensador

Ing. Arturo J. Miguel de Priego Paz Soldán
www.tourdigital.net
Chincha, Perú
Septiembre de 2008

Introducción

Este tutorial presenta paso a paso la simulación de un circuito de condensador en serie con una resistencia manejado por una fuente de voltaje de onda pulsada. El propósito es observar la respuesta de voltaje en el condensador y medir sus tiempos de carga y descarga.

Para este ejercicio se utiliza $C = 1\mu\text{F}$ y $R = 10\text{K}$. Ello produce una constante de tiempo $RC = 10\text{ms}$. Por lo tanto, cada semiperíodo de la onda pulsada de voltaje debe ser al menos de $5RC$ (50 ms) para observar las ondas de respuesta claramente.

El periodo de la entrada pulsada para este circuito puede ser entonces de al menos 100ms. Para observar una mejor respuesta se utilizará 150 ms.

El tiempo de simulación puede ser igual a un período de la señal pulsada. En este ejemplo se utilizan dos períodos (300 ms).

Los tiempos de subida y bajada de la señal pulsada deben ser cortos en comparación con el período de la misma señal. Se utilizará 1us para obtener un resultado mucho más cercano al teórico. Si la simulación se desarrolla lentamente, este tiempo puede ser incrementado hasta 1ms.

En la respuesta se medirá el voltaje cuando hayan transcurrido cinco constantes de tiempo. Teóricamente, en ese momento el valor del voltaje en el condensador debe ser 99.33% del valor alto de la fuente de entrada.

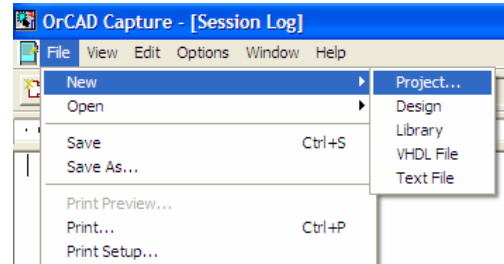
Este tutorial comprende cuatro partes:

- A. Creación del Proyecto.
- B. Edición del Circuito RC.
- C. Simulación del Circuito.
- D. Mediciones y Análisis.

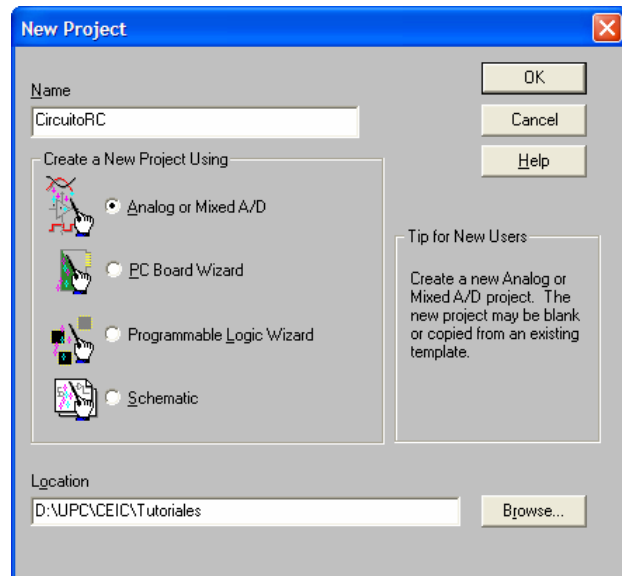
Adicionalmente se presenta un par de recomendaciones para un mejor aprendizaje.

A. Creación del Proyecto

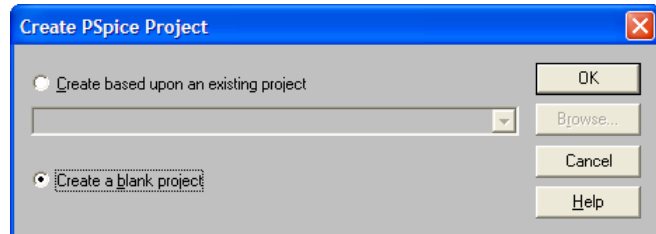
1. Elija del menú **File** el submenú **New**, luego la opción **Project...** (**File > New > Project...**)




2. Aparece una ventana para identificar y ubicar el nuevo proyecto. Elija un directorio para el proyecto en la casilla **Location** (puede utilizar el botón **Browse** para cambiar de directorio) En la casilla **Name** escriba el nombre del proyecto (**CircuitoRC** por ejemplo). Seleccione la opción **Analog or Mixed A/D**. Luego pulse en el botón **OK**.

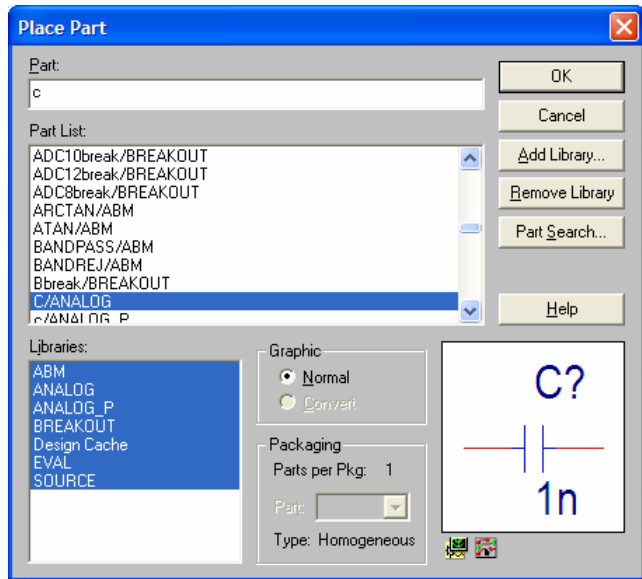


3. En la nueva ventana, elija **Create Blank Project** y seguidamente pulse en el botón **OK**. El proyecto está listo para iniciar la edición del circuito.






B. Edición del Circuito RC

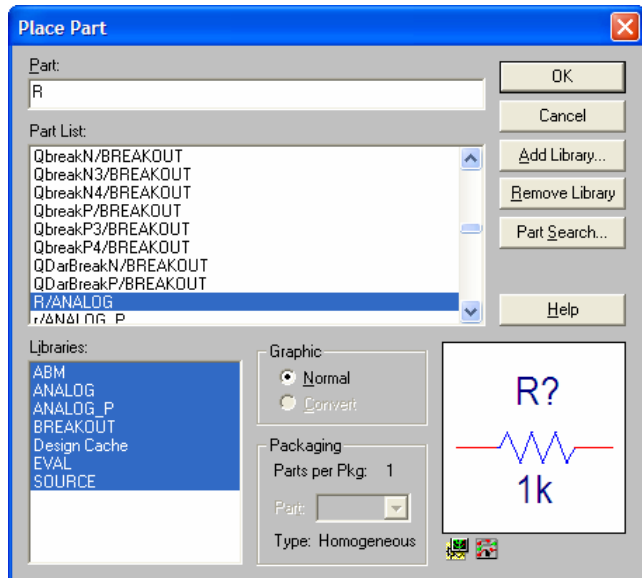
4. En la barra vertical de la parte derecha de la ventana, pulse sobre el símbolo de la puerta AND . Aparece la ventana para seleccionar componentes. En la casilla **Libraries** seleccione, en caso no lo esté, todas las bibliotecas de componentes (barriando las opciones con el botón izquierdo presionado). En la casilla **Part** escriba la letra **C** (identificador Spice del condensador). Luego en la lista **Part List** elija el componente **C/ANALOG**. Pulse en OK.



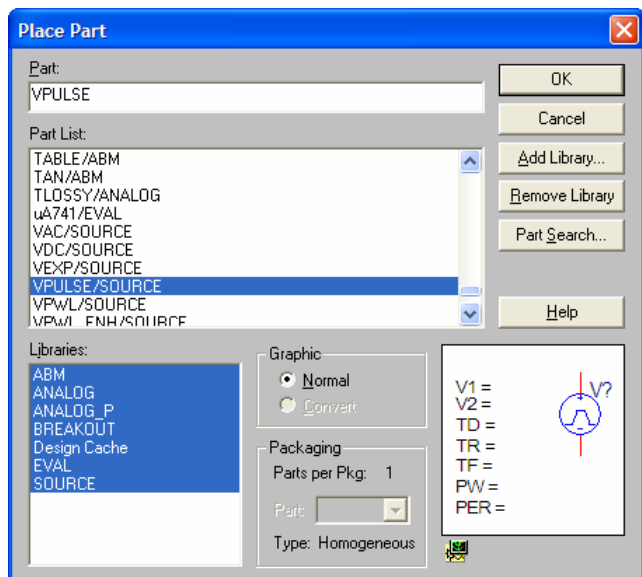
5. Ubique el componente sobre la página del circuito y pulse el botón izquierdo del ratón. Luego presione la tecla **ESC** para terminar.


Puede utilizar las opciones de Zoom, , y , para cambiar la resolución de vista de la página.

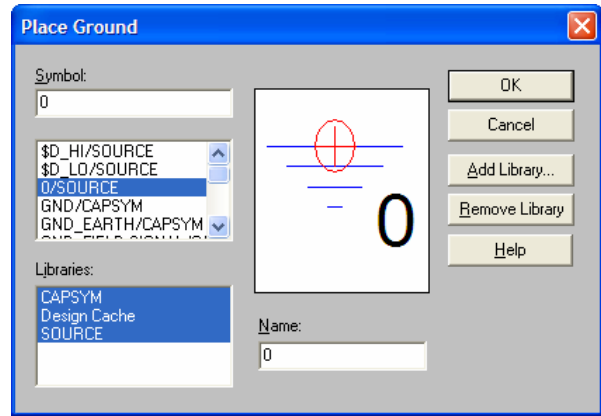
6. Similarmente al paso 4, inserte una resistencia (R). 



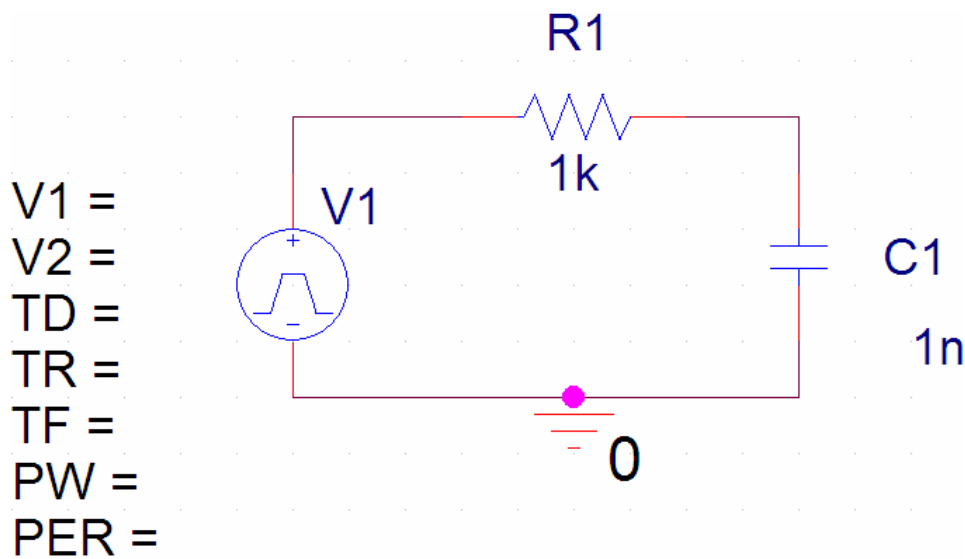
7. Inserte una fuente de voltaje pulsada (VPULSE).



8. Elija la tierra del circuito de la barra derecha vertical haciendo click en el botón . Elija 0/SOURCE y presione OK.

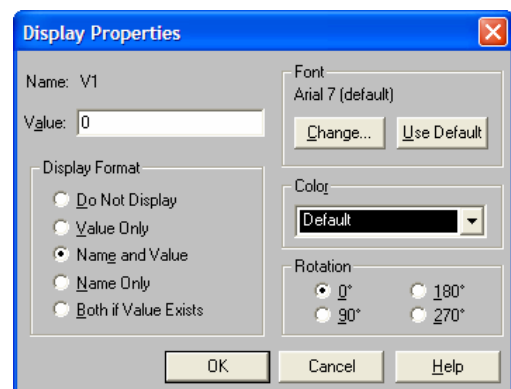


9. Forme el circuito serie V-R-C, como se muestra en la figura siguiente:



10. Guarde el archivo (**File > Save**). En general guarde el archivo periódicamente.

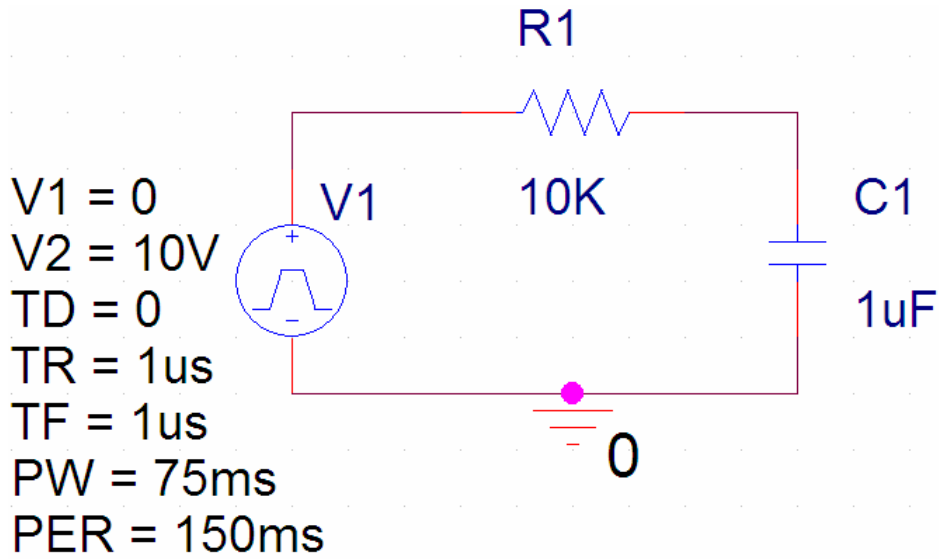
11. Al lado izquierdo del símbolo de la fuente de voltaje existe una lista de parámetros para definir la forma de onda de la fuente. Pulse dos veces seguidas sobre el nombre **V1 =** . En la casilla **Value** escriba 0 (será el valor bajo de la fuente de voltaje). Luego pulse en OK.




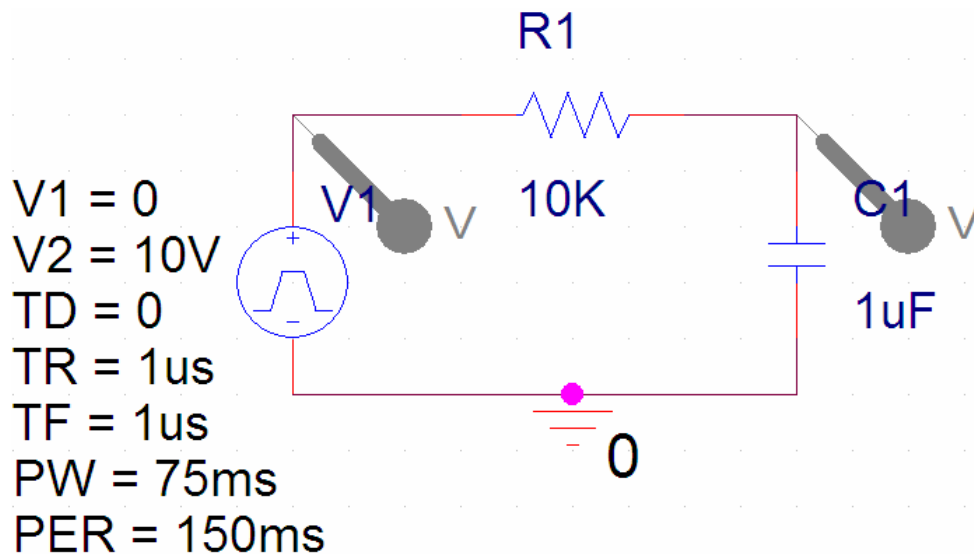
12. Pulse dos veces en **V2 =** . Escriba un valor para la fuente de voltaje (10V por ejemplo). Luego pulse en OK.

13. Repita lo mismo para establecer los siguientes valores: TD = 0, TR = 1us, TF = 1us, PW = 75ms y PER = 150ms.

14. Pulse dos veces sobre el valor de la resistencia y escriba 10K como nuevo valor. Del mismo modo modifique el valor del condensador a 1uF. El circuito lucirá así:

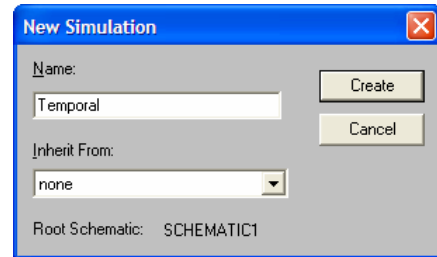


15. Ahora coloque las marcas para medir voltajes. Pulse en el botón  de la barra de herramientas, o elija *PSpice > Markers > Voltage Level*. Ubique los marcadores de voltaje como en la figura siguiente:

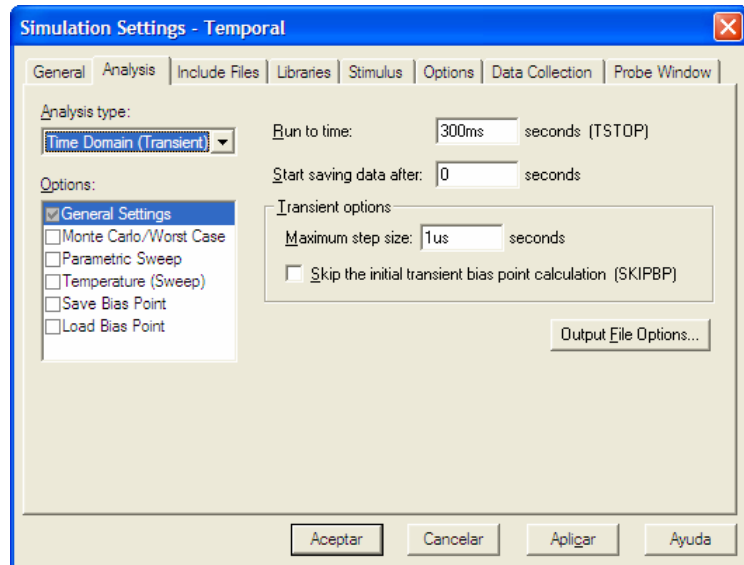



C. Simulación del Circuito

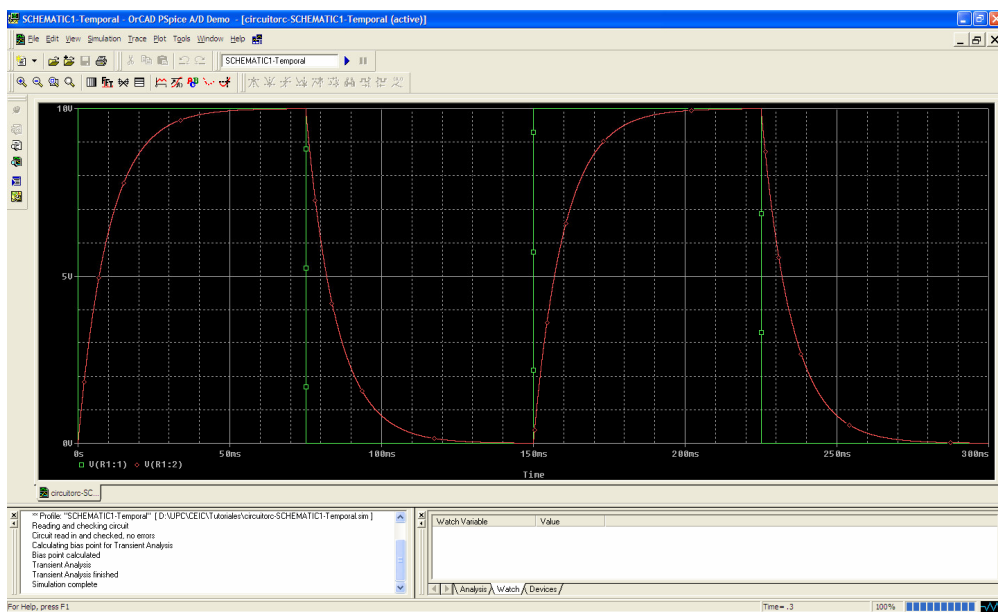
16. Elija *PSpice > New Simulation Profile*. Aparece una ventana para nombrar el perfil de simulación. En *Name* escriba un nombre descriptivo (temporal en este ejemplo). Presione en **Create**.




17. En la pestaña **Analysis** seleccione **Time Domain (Transient)** de la lista elija en *Analysis type*. En la casilla *Run to time* escriba **300ms** (el tiempo total de simulación). En *Maximum step size* escriba **1us** (si la simulación resulta demasiado lenta escriba un valor más grande, **1ms** por ejemplo). Luego pulse en **Aceptar**.

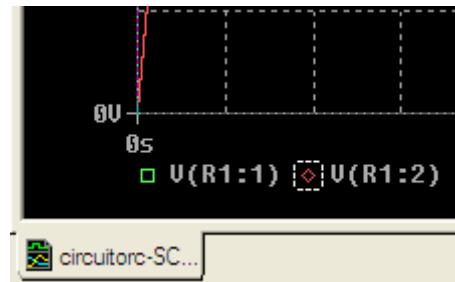


18. Para simular el circuito elija *PSpice > Run* o pulse en el botón  de la barra de herramientas. La simulación comenzará y podrá ver el progreso en la parte inferior izquierda de la ventana de simulación. Al concluir la simulación podrá observar las ondas como en la figura siguiente:

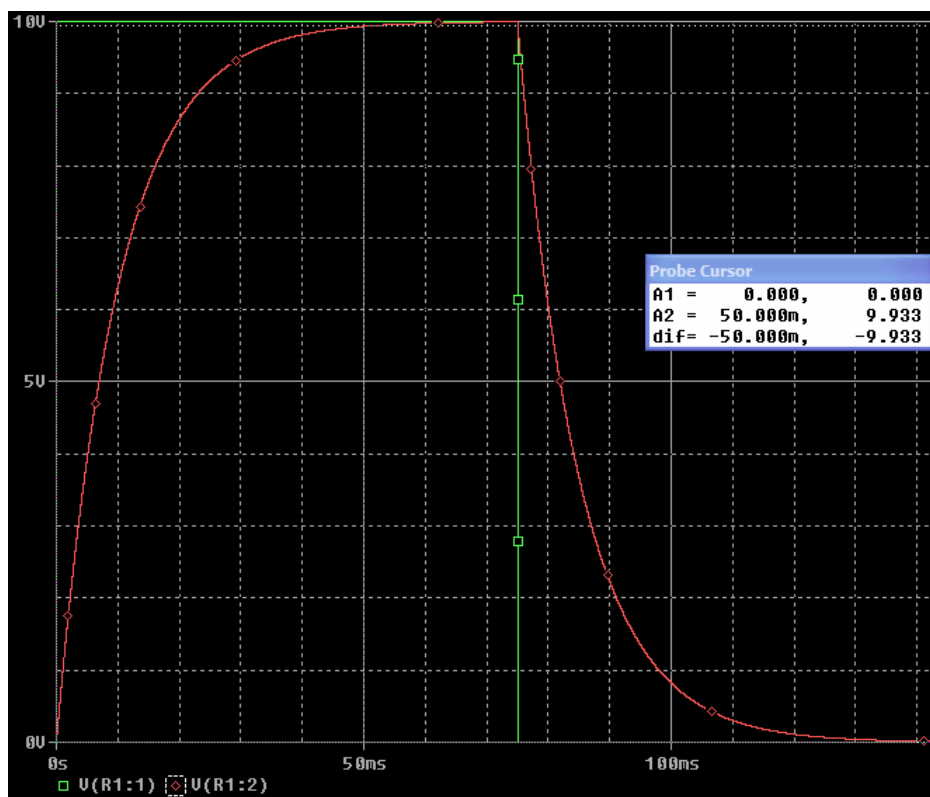


D. Mediciones y Análisis

19. Pulse en el botón  de la barra de herramientas. Aparecerá una casilla con los valores actuales de los puntos señalados por los cursores del gráfico. Para modificar estos puntos seleccione la onda V(R1:2), que corresponde con el voltaje en el condensador, haciendo click sobre el rombo rojo tanto con el botón derecho como con el botón izquierdo.



20. Pulse sobre la onda del voltaje en el condensador en el tiempo 50ms. En la casilla aparecerá 9.933, como se indica en la figura siguiente.



Teóricamente, en cinco constantes de tiempo el condensador se ha cargado desde 0V hasta el 99.33% del valor del voltaje final. Como se ha utilizado 10V, el voltaje resulta 9.933. En este caso de simulación, por ser un circuito con modelos simples de componentes, los valores de simulación y teóricos coinciden al 100%.

Recomendaciones

- Como ejercicio, compruebe que luego de cinco constantes de tiempo después del inicio de la descarga, el valor de voltaje ha disminuido en 99.33%.
- Experimente con otras maneras de obtener medidas del desempeño del circuito explorando otras herramientas del simulador.