Ejercicios

*Simulación*

1. Capture el circuito de la figura con el simulador de circuitos [LTSPICE](https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html).

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente

*Figure 23. Circuito resistivo*

1. Simule el circuito anterior aplicando un análisis de continua (.op) y compruebe que se verifica la ley de tensiones de Kirchhoff (LTK) sobre la malla M1.

*Ecuación LTK sobre la malla M1:*

VR1 + VR2 + VR5 – V1 = 0 Sí se cumple.

Complete la tabla con los resultados de la simulación:

| **Simulación** |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| VR1: 4.1131 | VR2:0.662 | VR5: 4.1131 | V1:5 |

1. Compruebe que se verifica la ley de corrientes de Kirchhoff (LCK) sobre el nudo "A":

*Ecuación de LCK en el NUDO “A”:*

I(R1) + I(R2) + I(R3) = 0 Sí se cumple

Complete la tabla con los resultados de la simulación:

| **Simulación** |  |  |
| --- | --- | --- |
| IR1: **-0.0012464** | IR2: **0.00118312** | IR3: **-6.32803e-005** |

|  |  |
| --- | --- |
|  | LTSPICE utiliza la convención de "signo pasivo" para asignar el sentido positivo de corriente por una fuente de tensión, a saber, la corriente positiva se dirige del potencial positivo al negativo de la fuente de tensión. Esta es la misma convención que se utiliza con los componentes pasivos. Si la corriente por una fuente es negativa, indica que su sentido es contrario al convenido, es decir, la corriente va del potencial negativo al positivo de la fuente (sale de la fuente por el terminal positivo).  Puede obtener la corriente por una rama insertando una fuente independiente de tensión de valor nulo en serie con la rama. LTSPICE calcula automáticamente la corriente por todas las fuentes siguiendo la convección mencionada anteriormente. Una fuente de tensión nula no cambia las características del circuito y según la oriente definirá el sentido positivo de corriente que le interese. Puede resultarle útil para formular la LCK. Observe que la LCK se formuló considerando que todas las corrientes salen del nudo. |

1. Calcule la potencia disipada por cada componente del circuito y verifique que la potencia consumida por las resistencias es igual a la potencia generada por la fuente.

| **Potencia** |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| P(V1): | P(R1): | P(R2): | P(R3): | P(R4): | P(R5): |
| -6,231 mW | 5.12 mW | 783,86 microW | 1,882 microW | 50,04 microW | 269,63 microW |

|  |  |
| --- | --- |
|  | La simulación .op proporciona la potencia consumida (potencia > 0) o generada (potencia < 0) de cada elemento del circuito situando el cursor sobre el componente. La potencia se muestra sobre la barra de estado situada en la parte inferior de la ventana. |

1. Sustituya R2, R3 y R4 por su resistencia equivalente y compruebe con el simulador si I(R1) coincide con la obtenida en el apartado anterior.

| **Corriente** | **Resistencia equivalente** |
| --- | --- |
| IR1: | Requivalente:531 |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Para obtener la resistencia equivalente de R2, R3 y R4 puede utilizar las ecuaciones que resultan de la combinación serie-paralelo o bien utilizar los resultados de la simulación. Pista:  Requivalente= Vxy/I(R1) |

*Montaje del circuito sobre la protoboard*

1. Construya el circuito -físicamente- sobre la placa de montaje y repita los apartados 2 y 3 para comprobar la LTK y LCK experimentalmente. Compare los resultados con los obtenidos en la simulación.

| **Montaje real** |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| VR1: | VR2: | VR5: | V1: |

| **Montaje real** |  |  |
| --- | --- | --- |
| IR1: | IR2: | IR3: |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Para medir corriente debe abrir el circuito y colocar el polímetro **en serie** con la rama por la que pretenda medir. La [figura](https://www.campusvirtual.uniovi.es/pluginfile.php/801030/mod_resource/content/2/practica05.html#img-LCK-placa-3), muestra cómo medir la corriente por R1. Observe que un terminal de R1 se desconectó de la placa y se conectó a la sonda negra del polímetro. La sonda roja se conectó al nudo A de manera que el circuito se cierra a través del polímetro. En la [figura](https://www.campusvirtual.uniovi.es/pluginfile.php/801030/mod_resource/content/2/practica05.html#img-LCK-placa-3), el polímetro indica una corriente negativa por R1 porque la corriente entra al nudo. |

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Figure 24. Medida de corriente por R1*

|  |  |
| --- | --- |
|  | *¿Qué indica el signo de la corriente medida con el polímetro?*  Si es positivo indica que la corriente entra por la sonda roja y sale por la negra. Si es negativo, lo contrario (se asume que la sonda negra del polímetro está conectada a la borna etiquetada como "COM"). Para que el signo de la lectura del polímetro coincida con el de referencia utilizado al formular la LCK, sitúe las sondas de forma congruente. Recuerde que una corriente que circule de la sonda roja a la sonda negra tendrá signo positivo. Por ejemplo, para verificar la LCK suponiendo que todas las corrientes salen del nudo "A", mantenga la sonda roja conectada al nudo "A" y desconecte, sucesivamente, un extremo de R1, R2 y R3 del circuito para obtener las corrientes por cada rama. |

1. Simule el circuito RC de la figura realizando un análisis transitorio (.tran) durante 6 ms. Considere el condensador descargado inicialmente. Represente en una gráfica la tensión y la corriente por el condensador en función del tiempo. Añada los cursores y determine el valor de la tensión en el condensador transcurrido una constante de tiempo.

| **Resultados RC** |  |
| --- | --- |
| tau=10ms | Vout(t=tau):5V |

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente

*Figure 25. Circuito RC*

|  |  |
| --- | --- |
|  | La condición inicial, tensión del condensador en t=0, se proporciona con el parámetro **ic** (initial condition). Este parámetro se puede introducir junto al valor de capacidad del condensador. |

1. Finalmente, realizaremos un análisis en frecuencia en LTSPice (AC analysis). Reproduzca el circuito RC del ejercicio anterior, pero modifique la señal de entrada sustituyendo la fuente de continua por una fuente de alterna senoidal de 1 V de amplitud. Represente en una gráfica la amplitud de la tensión de salida en función de la frecuencia de la señal. Seleccione un margen comprendido entre 10 Hz y 10 kHz. Añada los cursores y determine aproximadamente la frecuencia de corte y el factor de atenuación conseguido.

El circuito se comporta como un filtro pasa bajo: no modifica la amplitud de señales de baja frecuencia, pero atenúa las señales de frecuencia alta. La frecuencia de corte indica la frecuencia a partir de la cual comienza la atenuación. A la frecuencia de corte la amplitud de la señal se reduce en el factor:

12–√12

, una reducción aproximada del 70% del valor inicial, ó -3 dB cuando se expresa en decibelios. Esta frecuencia se denomina también frecuencia de potencia mitad.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Una magnitud de tensión se expresa en decibelios (dB) como: 20log(Vo). |

La frecuencia de corte se calcula analíticamente como:

fc=12πRCfc=12πRC

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Para configurar la fuente de alterna, haga clic con el botón derecho sobre la fuente del ejercicio anterior y seleccione el botón Advanced. Seleccione una señal senoidal. La amplitud se introduce en el cuadro Small signal AC Analysis.  Interfaz de usuario gráfica  Descripción generada automáticamente  *Figure 26. Configuración fuente de alterna* | |
|  | Para seleccionar el análisis en frecuencia, seleccione: Simulate >> Edit Simulation Cmd >> Pestaña AC Analysis  Interfaz de usuario gráfica, Texto  Descripción generada automáticamente  *Figure 27. Configuración Análisis AC (análisis en frecuencia)* |

Observe que la amplitud de la señal de salida se representa automáticamente en dB (decibelios). La frecuencia también se representa sobre el eje x en formato logarítmico. La tensión de salida, a partir de la frecuencia de corte, se representa por una recta con una determinada pendiente. La gráfica muestra también cómo cambia la fase de la tensión de salida en función de la frecuencia.

Recuerde el comportamiento del circuito RC, tanto en continua como en alterna, aparecerá frecuentemente a lo largo del curso.