

OTA - Síntesis de Redes Activas

Lucas Heraldo Duarte
Dr. Ing. Pablo Alejandro Ferreyra

Laboratorio de Circuitos y Sistemas Robustos
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba



Universidad
Nacional
de Córdoba

Sep. 2021

Contenidos

1 OTA ideal

- Esquemático
- Crear nuevo símbolo
- Crear nuevo símbolo
- Testeo

2 Configuraciones

- Resistencia a tierra
- Resistencia flotante
- Inductor a tierra
- Inductor flotante

Esquemático

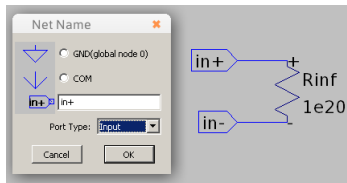
El primer paso es crear un nuevo esquemático (ctrl+N) y guardar como: "mi_gm_ideal.asc".

Agregamos una resistencia (R) con el valor $1e20$ representando un circuito abierto, la nombramos Rinf.

Con label net (F4) le agregamos los nombres + y - a los extremos de la resistencia.

Nuevamente con label net (F4) creamos dos entradas "in+" e "in-" pero en port type seleccionamos input, como en la figura.

Con draw wire (F3) conectamos las entradas con los extremos de la resistencia, como en la figura.

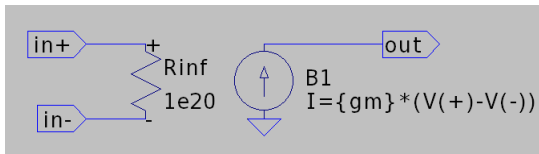


Esquemático

Luego agregamos un nuevo componente (F2) llamado “bi2”. Y con click derecho sobre $I = F(..)$ lo modificamos a $I = gm * (V(+)-V(-))$. Con label net (F4) creamos una salida “out” pero con port type output. Y lo conectamos con un wire (F3) al extremo del componente donde sale la corriente.

El otro extremo del componente lo conectamos a tierra (G).

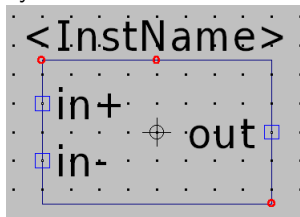
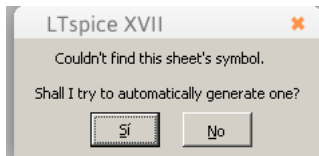
El circuito completo debe quedar como la figura.



nuevo símbolo

Sin cerrar el nuevo esquemático creado “mi_gm_ideal.asc”. Nos dirigimos a la barra de menú: Hierarchy > Open this Sheet's Symbol.

Nos va a saltar un aviso, como el de la figura, y lo vamos aceptar, lo que va a crear un nuevo símbolo con el mismo nombre y lugar que el esquemático pero con la terminación .asy



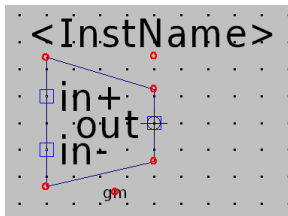
nuevo símbolo

Ahora hay que dibujar el símbolo correcto del OTA.

Por lo que con delete (F5) borramos el rectángulo. Y con draw line (L) dibujamos la forma como en la figura.

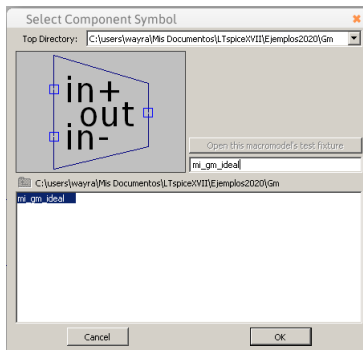
Luego vamos a Edit > Attributes > Edit Attributes (ctrl+A) y en value agregamos "gm", esto es porque en el esquemático parametrizamos gm y de esta forma luego se le setea el valor.

Luego vamos a Edit > Attributes > Attributes windows (ctrl+W) y seleccionamos value, de esta forma se observar el parámetro gm en el símbolo. Para que gm quede mas grande, le hacemos click derecho y en front size le ponemos 1.5.



Testeo

Para verificar rápidamente si creamos bien el OTA. Creamos un nuevo esquemático (Ctrl+N) y lo guardamos como "test.asc".
Agregamos un nuevo componente (F2), pero ahora hay que observar que en top directory aparece una nueva dirección que es donde se guardo el .asy y en esa dirección nos tiene que aparecer el componente creado con el nombre "mi_gm_ideal"



Testeo

Una vez agregado el OTA le hacemos click derecho a gm y le ponemos el valor de $gm=10$.

Volvemos a agregar componentes (F2), cambiamos top directory a la dirección que tenía antes, agregamos una fuente de voltaje y seteamos el valor de 1v.

También agregamos una resistencia (R) y le seteamos el valor de 1 también.

Conectamos todos los componentes como la figura, y agregamos el label net (F4) out al cable entre la resistencia y el OTA

Luego con SPICE directive (S) agregamos .op que es el comando para la simulación del punto de operación.

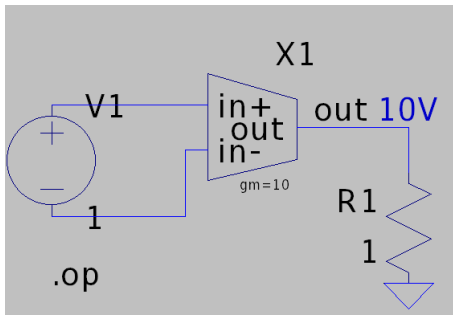
Testeo

Hacemos correr la simulación con run.

Para visualizar el voltaje obtenido por la simulación en algún cable del esquemático, a este le hacemos click derecho y seleccionamos place .op data label, o simplemente hacemos click izquierdo al cable que queremos medir.

Si el OTA se creo bien, el valor en out debería de ser 10v ya que

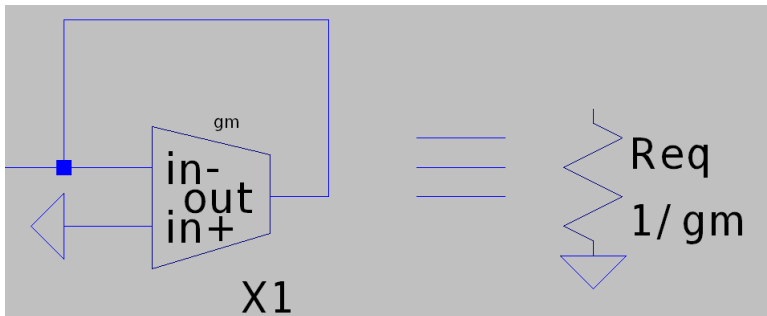
$$V = R * gm * (V(in+) - V(in-)) = 1 * 10 * 1 = 10v$$



Configuraciones: Resistencia a tierra

Con la siguiente configuración se obtiene el comportamiento de una resistencia conectada a tierra.

Para conectar el OTA de la misma forma hay que rotarlo (ctrl+R) y espejarlo (ctrl+E).

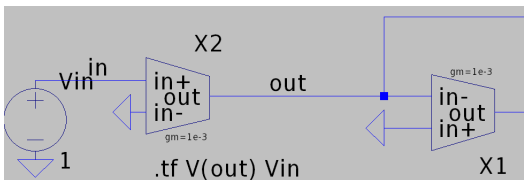


Testeo

Para verificar que efectivamente dicha configuración representa una resistencia se hace la siguiente simulación de función de transferencia, seteando el valor de $gm=1e-3$. $A_v = gm * R = gm * 1/gm = 1$

$$r_{in} = R_{inf} = 1e20$$

$$r_{out} = 1/gm = 1k$$

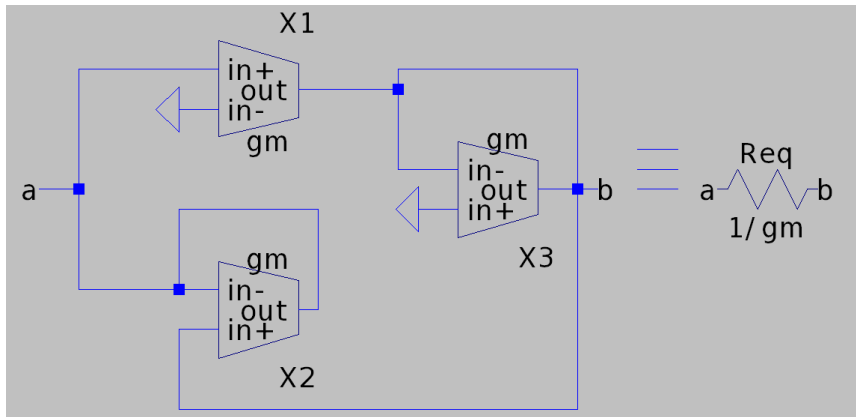


--- Transfer Function ---

| | | |
|-----------------------------|--------|-----------|
| Transfer_function: | 1 | transfer |
| vin#Input_impedance: | 1e+020 | impedance |
| output_impedance_at_V(out): | 1000 | impedance |

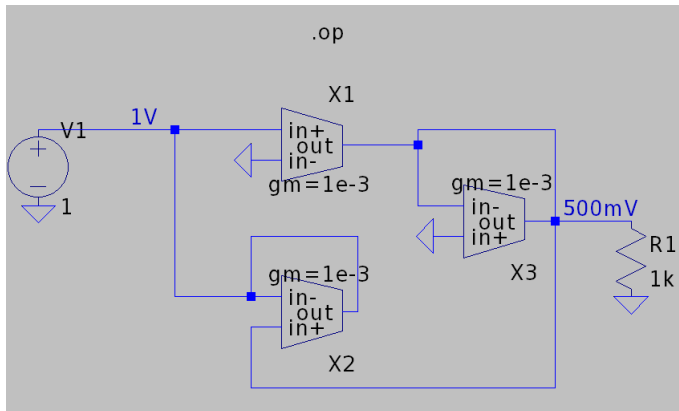
Configuraciones: Resistencia flotante

Con la siguiente configuración se obtiene el comportamiento de una resistencia entre dos puntos.



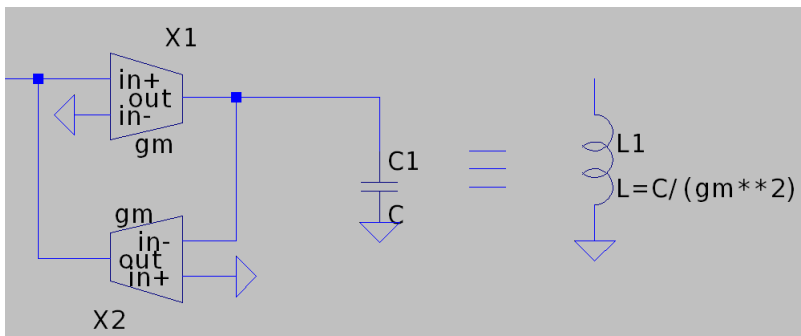
Testeo

Para verificar que efectivamente dicha configuración representa una resistencia se hace la siguiente simulación de punto de operación con una resistencia de 1k, seteando el valor de $g_m = 1e-3$.



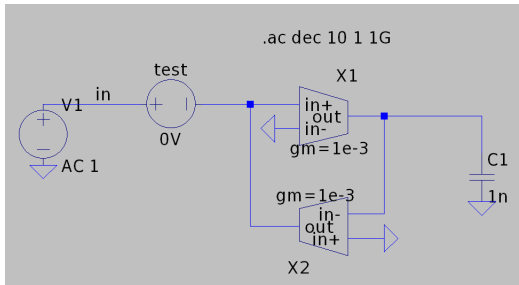
Configuraciones: Inductor a tierra

Con la siguiente configuración se obtiene el comportamiento de un inductor conectada a tierra.



Testeo

Para verificar que efectivamente dicha configuración representa un inductor hacemos una simulación AC, para esto agregamos un comando (S) .AC luego lo agregamos al esquemático y le hacemos click derecho para configurarlo. Observar: agregamos una fuente de voltaje de voltaje 0 como punto de testeo. es necesario que V1 tenga seteado AC 1, para eso hacemos click derecho en V y escribimos AC 1 o click derecho a la fuente > advanced > AC amplitud: 1v, AC 1 indica que es al fuente de la simulación AC



Testeo

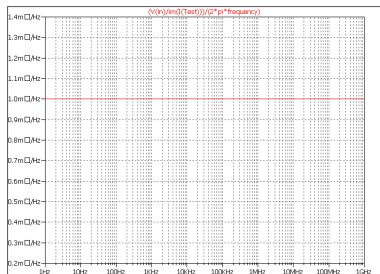
Para obtener el valor del inductor hacemos graficar la siguiente expresión:

$$(V(in)/\text{im}(I(\text{Test}))) / (2 * \pi * \text{frequency})$$

$\text{im}(I(\text{Test}))$ es la parte imaginaria de $I(\text{Test})$

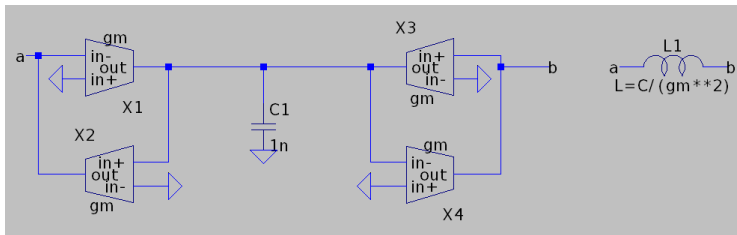
Para obtener el mismo gráfico, hay que ir al eje de la derecha, hacer click derecho y poner no graficar. Luego al eje de la izquierda, hacer click derecho y setear linear. Por ultimo hacemos click derecho al grafo y en view hacemos click en grid

El resultado es de 1m lo que es correcto ya que $L = C / (gm^{**2}) = 1e-9 / 1e-6 = 1e-3$



Configuraciones: Inductor flotante

Con la siguiente configuración se obtiene el comportamiento de un inductor entre dos puntos.



Para verificar la configuración, realizamos un filtro pasivo RL. Para ello agregamos una resistencia en el borne b, y hacemos la siguiente simulación.



Testeo

El resultado obtenido es el siguiente corroborando que efectivamente el inductor flotante funciona.

