



TUTORIAL

CADENCE DESIGN

ENVIRONMENT

Ivan Padilla Cantoya

ivan.padilla@academicos.udg.mx

Departamento de Electrónica
Universidad de Guadalajara

Marzo 2020



Cadence Design Environment

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	3
2. X SERVER.....	3
3. EJECUCION DE CADENCE.....	4
4. LAYOUT.....	10
5. SIMULACION DE PRUEBAS POR VARIACIONES DE FABRICACION	10



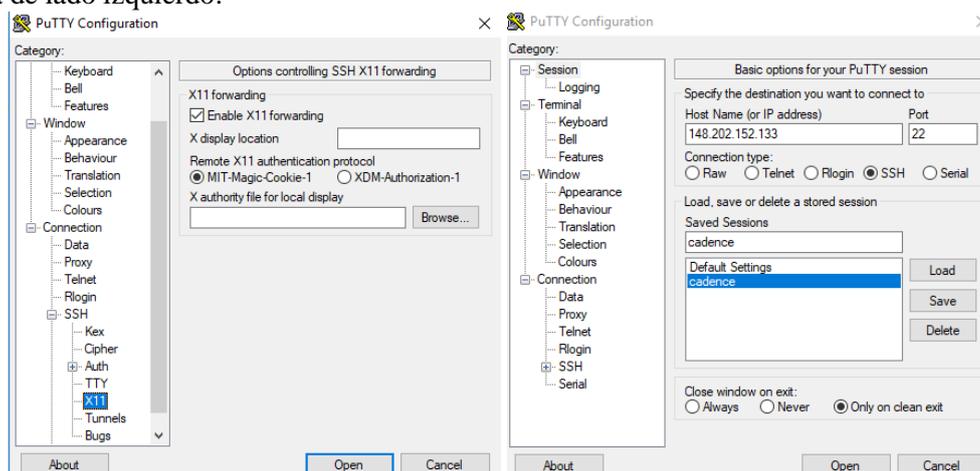
1. INTRODUCCION

El siguiente tutorial sirve de guía al usuario para instalar y configurar los archivos necesarios para poder utilizar el programa de simulación Cadence (Virtuoso) con el simulador Spectre y tecnología de fabricación 65nm de TSMC. El simulador es ejecutado en el servidor cauchy.fismat.udg.mx, el cual tiene instalado un sistema operativo Linux (Centos) para el cual se necesita un programa de ambiente visual para Windows que permita ver las ventanas que se ejecutan en Linux de manera remota.

2. X SERVER

Para abrir las ventanas que ejecutamos en Linux de manera remota en Windows requerimos del programa putty (ventana de línea de comandos para Linux) y de Xming (programa que permite abrir el ambiente grafico de Linux en Windows).

Descarga el programa Xming y sus fuentes: en algún buscador de internet escribe “xming download” y “xming fonts download”, descárgalos e instalalos y ejecuta el programa Xming. También, descarga el programa putty.exe de internet (en algún buscador escribe “putty download”). Abre el programa putty.exe, con lo que se debe abrir la ventana de la siguiente figura de lado izquierdo:



Selecciona de la lista “Category” la opción Conexión – SSH – X11 y selecciona la opción “Enable X11 Forwarding”. Ahora selecciona la categoría Session como se ve en la figura de lado derecho y define los campos “Host Name” a 148.202.152.133 y “Port” a 22 como se ve en la figura. Selecciona la opción “SSH”; en Saved Sessions escribe *cadence*, da click en “Save” y despues en “Open” (con esto se guarda (para ejecuciones posteriores) y ejecuta el programa respectivamente). Al salir la ventana de línea de comandos entra con el “id” proporcionado por el instructor (la contraseña está definida como el nombre de usuario seguido de “123”, cambiala inmediatamente despues de entrar la primera vez con el comando “`passwd`” una vez dentro de tu cuenta).

Los siguientes pasos se ejecutan solo la primera vez: Una vez dentro, debemos crear un directorio de trabajo y copiar los archivos correspondientes para la ejecución del simulador: introduce los siguientes comandos seguidos cada uno de “Enter” (el caracter “#” indica comentario, todo lo precedido por este es ignorado por la línea de comandos):

```
mkdir tsmc65 # crear directorio de nombre "ncsu"
cd tsmc65 # cambiar al directorio recién creado
cp /home/instalar/tsmc65/* . # copiar archivos al directorio actual
```

Hasta este punto los pasos anteriores se deben ejecutar **solamente la primera vez.**



Cadence Design Environment

3. EJECUCION DE CADENCE

Cada vez que se desee ejecutar el simulador se requiere ejecutar los siguientes pasos después de entrar a la cuenta:

```
cd tsmc65 # cambiar al directorio recién creado
source .cadrc # definición de variables de estado
virtuoso & # ejecución del simulador
```

Se abrirá la siguiente ventana:

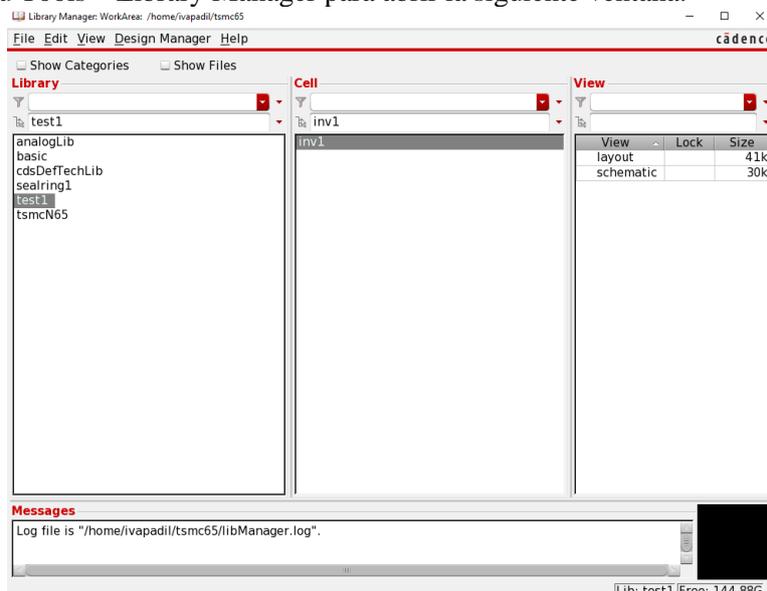
```
Copyright (C) 1992-2018 CADENCE DESIGN SYSTEMS INC. ALL RIGHTS RESERVED.
(C) 1992-2018 UNIX SYSTEMS LABORATORIES INC.,
Reproduced with permission.

This Cadence Design Systems program and online documentation are
proprietary/confidential information and may be disclosed/used only
as authorized in a license agreement controlling such use and disclosure.

RESTRICTED RIGHTS NOTICE (SHORT FORM)
Use/reproduction/disclosure is subject to restriction
set forth at FAR 1252.227-19 or its equivalent.
Program: @(#)CDS: virtuoso version 6.1.8-64b 10/01/2018 20:02 (ip-172-18-22-57) $
Sub version: sub-version IC6.1.8-64b.83 (64-bit addresses)
Loading geView.cxt
Loading menuBuilder.cxt
Loading schView.cxt
Loading select5v.cxt
Loading pvsui.cxt
Loading wireEdit.cxt
Loading pte2.cxt
Loading xUI.cxt
Loading auCore.cxt
Loading vhdl.cxt
Loading seismic.cxt
Loading ci.cxt
Loading layers.cxt
Loading ams.cxt
Loading cli.cxt
Loading cle.cxt
Virtuoso Framework License (111) was checked out successfully. Total checkout time was 0.10s.
END OF SITE CUSTOMIZATION
Loading pe.cxt
```

Ejecuta el menú Options – Bindkeys, en la ventana que sale selecciona el botón “Load” y en la ventana que sale selecciona el archivo `/home/usuario/tsmc65/bindkeys1`, donde *usuario* es el nombre de usuario correspondiente. Esto define los atajos más típicos con el teclado.

Ejecuta el menú Tools – Library Manager para abrir la siguiente ventana:



La primera ventana, *Command Interpreter Window (CIW)*, es una especie de línea de comando donde se ve el resultado de ejecución de todos los programas. La segunda, el *Library Manager*, es una especie de explorador de proyectos donde la primera columna “Library” muestra las librerías creadas para la tecnología a utilizar y las librerías de usuario; la segunda columna “Cell” muestra las celdas contenidas en la librería seleccionada, y la tercera “View” muestra las diferentes vistas que pueden tener cada una de las celdas, esto se verá en detalle más adelante.



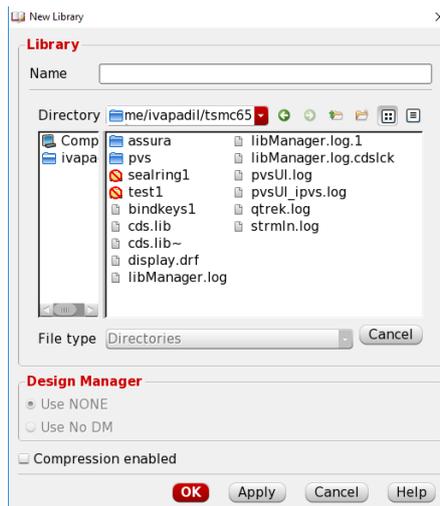
Cadence Design Environment

Nota: si la letra es muy pequeña se puede editar el archivo en
`/home/usuario/.cadence/usuario/dfII/ui/virtuoso618.conf`

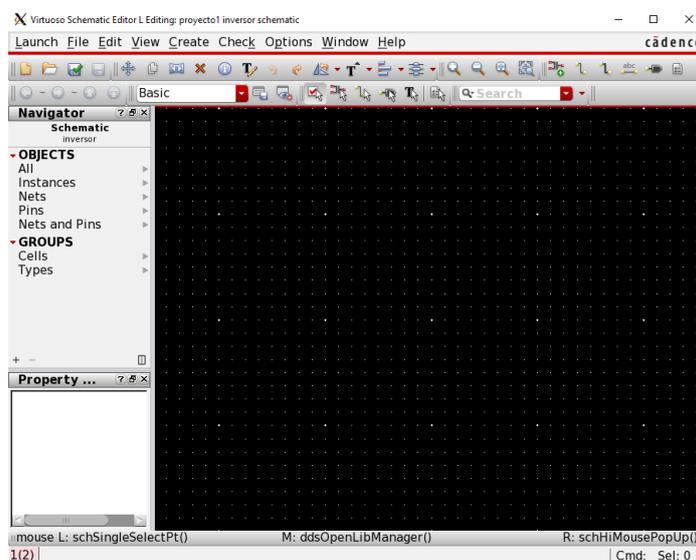
Donde `usuario` es el nombre de usuario correspondiente. En este archivo se pueden cambiar las líneas el texto `...font\pixelSize=12` según se desee.

3.1 Creación de esquemático

Nueva Librería: para crear una nueva librería selecciona el menú `File – New – Library`, se abrirá la siguiente ventana:



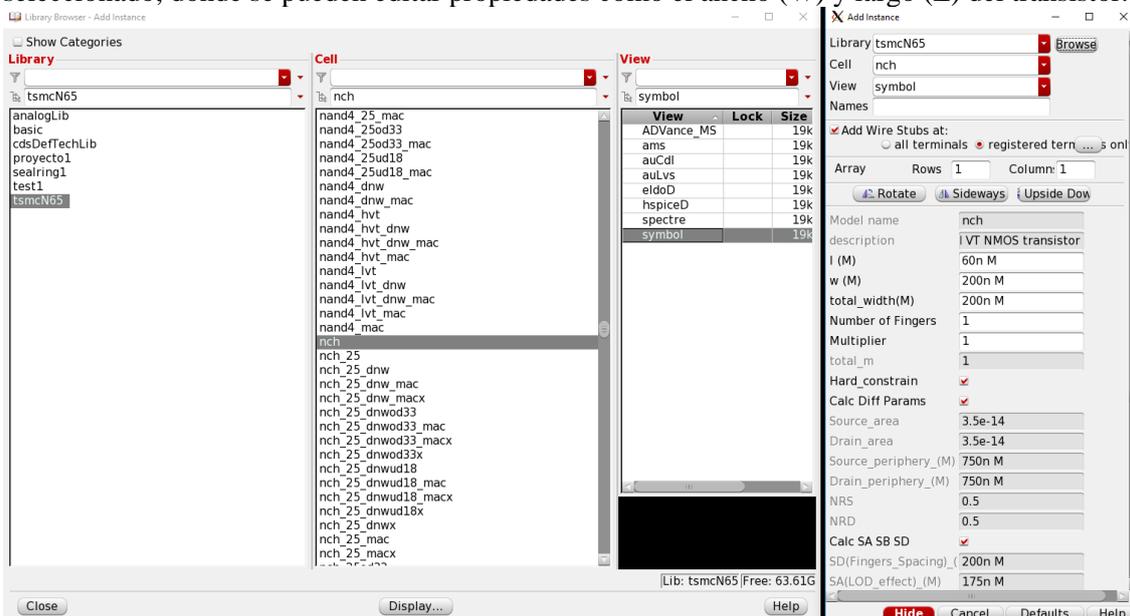
Escribe “proyecto1” en el campo “Name”, y en la ventana emergente selecciona la opción “Attach to an existing technology library” y da click en OK; en la siguiente ventana selecciona tsmcN65” y OK; esto le dice al programa que el proyecto en el que se va a trabajar tendrá las características de la tecnología de nm de la compañía TSMC. Selecciona de la columna izquierda la librería recién creada “proyecto1” y nuevamente selecciona el menú `File – New – Cell View`, y en la ventana emergente en el campo “Cell” escribe “inversor” y OK. Con esto se indica que vamos a generar una celda de nombre “inversor”. En este punto se abrirá una ventana que será el área de trabajo, donde diseñaremos la celda digital “inversor” (no se cubrirá aquí detalles del inversor digital, para información sobre diseño u operación de este se pueden consultar fuentes bibliográficas sobre el tema o tutoriales en internet).



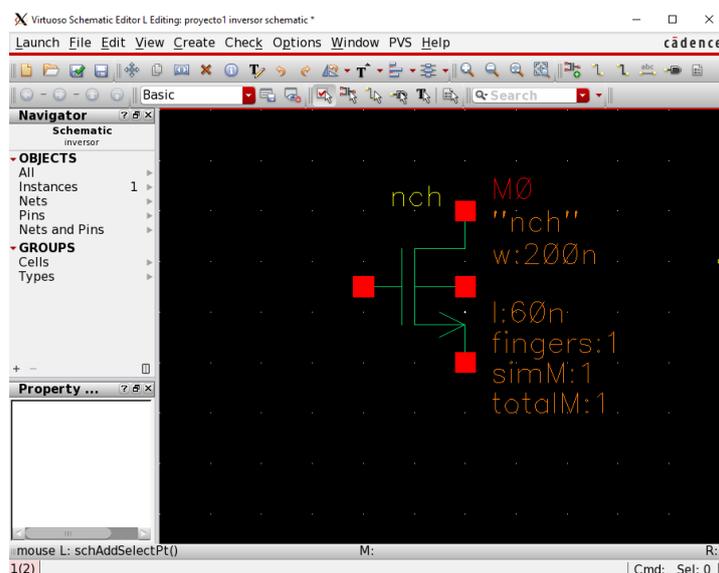


Cadence Design Environment

Debemos agregar los componentes del circuito, para esto podemos utilizar el menú Create - Instance (o simplemente la letra 'i'). En la ventana emergente selecciona el botón "Browse", el cual abre una ventana parecida a *Library Manager*, selecciona la librería *tsmcN65*, la celda *nch* (se puede utilizar el campo del filtro justo de la palabra "Cell"), y la vista *symbol* como se ve en la siguiente figura de lado izquierdo. La ventana original cambia sus propiedades al elemento seleccionado, donde se pueden editar propiedades como el ancho (W) y largo (L) del transistor.



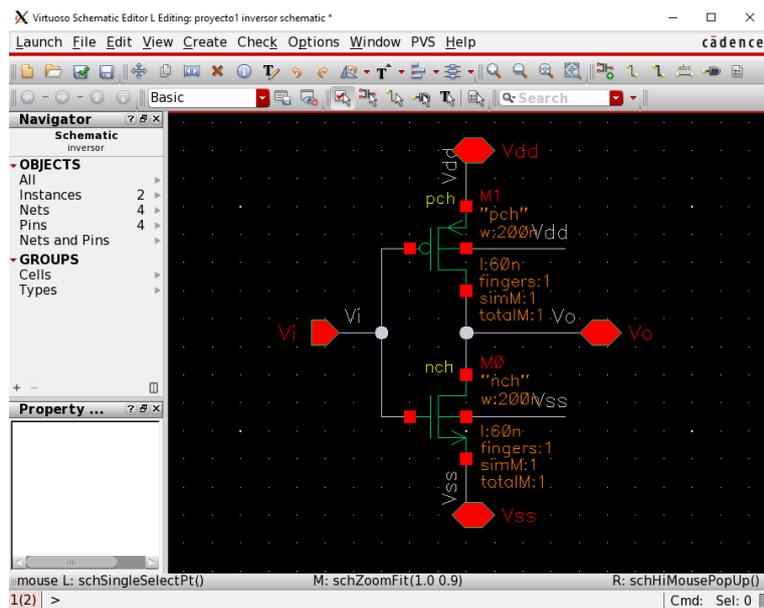
Al pasar el ratón por el área de trabajo (esquemático) se iluminará de color amarillo el esquemático del componente que se desea agregar, el cual al dar click izquierdo se insertará en la posición seleccionada (se pueden insertar tantos como se desee).



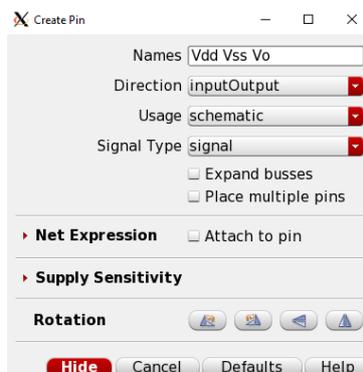
La ventana de propiedades se puede invocar para cualquier componente que se agregue al área de trabajo seleccionando el componente deseado y con el menú Edit - Properties - Objects (o con la letra 'Q'). Ahora inserta el componente pch y arma el circuito para un inversor digital como se ve en la figura:



Cadence Design Environment



El circuito incluye etiquetas, con las cuales se pueden nombrar cables; esto mantiene una conexión física entre todos aquellos cables con el mismo nombre, lo que permite realizar cableados más reducidos y limpios como se ve en la figura. Las etiquetas se agregan con el menú Create – Wire Name, o con la letra ‘L’. Se pueden agregar varias etiquetas a la vez si al escribirlas en la ventana de *Create Wire Name* se separan con un espacio. también incluye pines (o puertos), con los que indicamos al simulador los cables que tendrán conexión externa al usar jerarquías. Estos se incluyen con el menú Create – Pin (o con la letra ‘P’), donde sale la siguiente forma:



Para las señales “Vdd”, “Vss”, y “Vo” selección la opción InoutOutput en el parametro “Direction”. En el circuito selecciona el cable donde va a estar conectado el pin correspondiente, lo que marcara el pin con un recuadro rojo. Realiza la misma acción para la señal “Vi” seleccionando la opción Input en el parámetro “Direction”.

Comandos importantes: para realizar el diseño del circuito se requiere tomar en cuenta los siguientes comandos (todos estos comandos se deshabilitan con la tecla ‘Esc’):

<u>Letra</u>	<u>Comando</u>
i	insertar componentes
m	mover (F3 = opciones (rotar, espejo, etc.))
w	cable (wire): equivalente a arrastrar cuadros rojos de las terminales)
q	propiedades del componente seleccionado
l	etiqueta (label) para nombrar redes / cables / nodos
p	pin (o puerto) para indicar cables con conexión externa
u	deshacer (undo) / (Shift+u = rehacer)

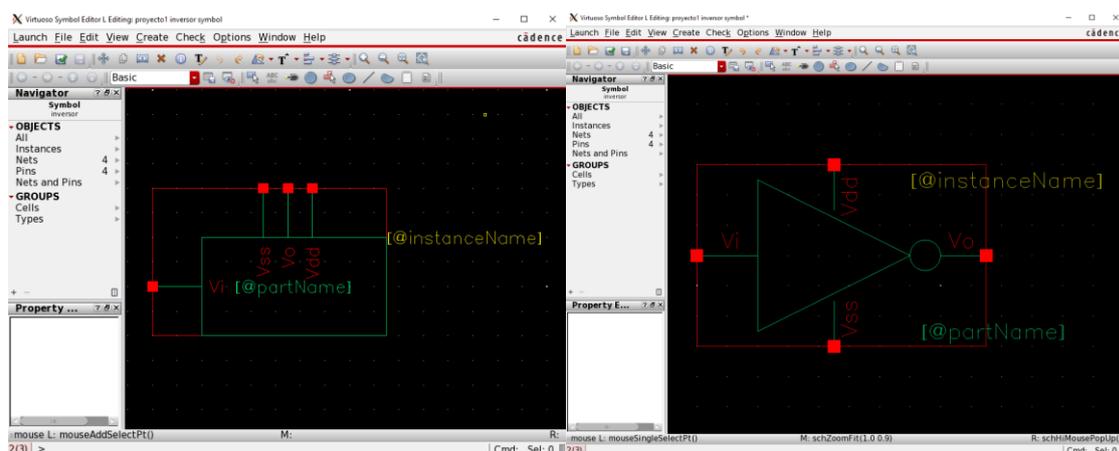


Cadence Design Environment

c	copiar (copy)
z	acercamiento (zoom (in)) / (Shift+z = alejamiento (zoom out))
click-der	propiedades de un componente: arrastrar con click-der = acercamiento

Hay que abstraer y guardar el circuito, ejecuta el menú File – Check and Save (también se ejecuta con ‘F8’ o con el icono de diskette con paloma verde: ).

Ahora podemos realizar el diseño del símbolo para utilizar en jerarquías superiores. En el esquemático selecciona el menú Create – Cellview – From Cellview, las ventanas emergentes dan información de la celda que se va a crear, selecciona OK y OK en ambas. Se abrirá la ventana de edición de símbolo como en la siguiente figura de lado izquierdo:



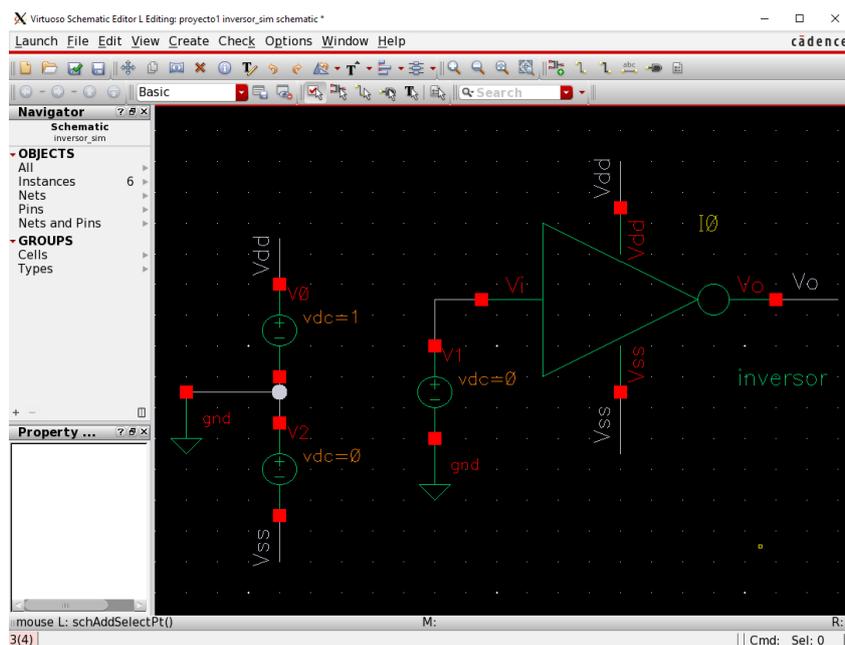
Redibuje el símbolo de forma que se vea como la figura de lado derecho. Se pueden mover elementos como en el esquemático con el comando “Move”. Para ver las propiedades de este comando (como “Rotate”) presione la tecla ‘F3’ mientras este activado el comando.

Guarda el circuito y abstrae el circuito, ejecuta el menú File – Check and Save (también se ejecuta con ‘F8’ o con el icono de diskette con paloma verde: ). Con esto la vista *symbol* de esta celda debe aparecer en el *Library Manager*.

Para simular, crea una nueva celda en el *Library Manager*; File – New – Cell view, en la ventana emergente escribe “inversor_sim” en el campo “Cell” y OK. Con esto se abrirá una nueva ventana de espacio de trabajo, donde vamos a introducir el símbolo del circuito creado anteriormente; presiona la tecla ‘I’, en la ventana emergente selecciona “Browse” y en la siguiente ventana emergente selecciona la librería “proyecto1”, la ceda “inversor” y la vista “symbol”, pasa el ratón por la nueva área de trabajo y se iluminara en amarillo el símbolo de la celda recién creada, da click en el área de trabajo para insertarla en el área deseada (se puede descender en la jerarquía seleccionando la celda y Shft+’X’ y OK, para regresar es con ‘B’). Inserta además 2 fuentes de voltaje en dc (vdc) y tierra (gnd) de la misma manera pero de la librería analogLib – vdc(o gnd) – symbol, y arma el circuito como se ve en la figura:



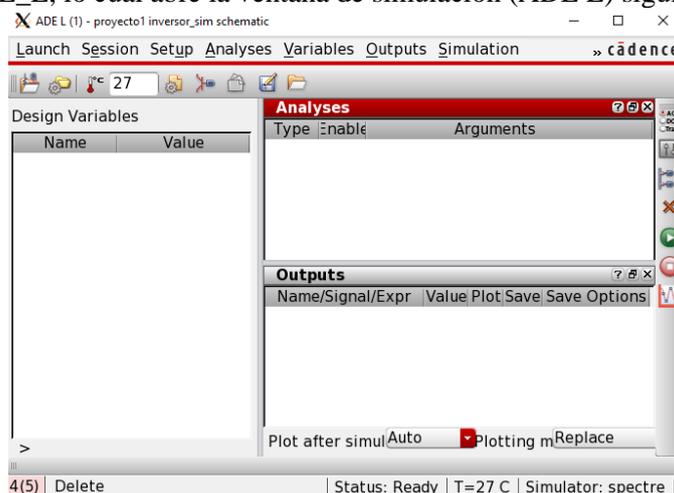
Cadence Design Environment



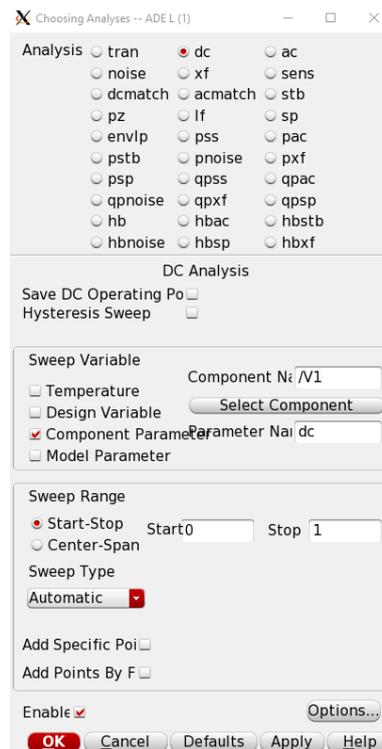
Para las fuentes V1 y V2 edita sus propiedades (con 'Q') y define la propiedad "DC Voltage" con '0', y la de V0 con '1'. Aquí también, realiza un "Check and Save" con menú File – Check and Save (también se ejecuta con 'F8' o con el icono de diskette con paloma verde: ).

3.2 Simulación con Virtuoso

Una vez que el circuito se ve como en la figura anterior esta listo para ser simulado. Ejecuta el menú Launch- ADE_L, lo cual abre la ventana de simulación (ADE L) siguiente:



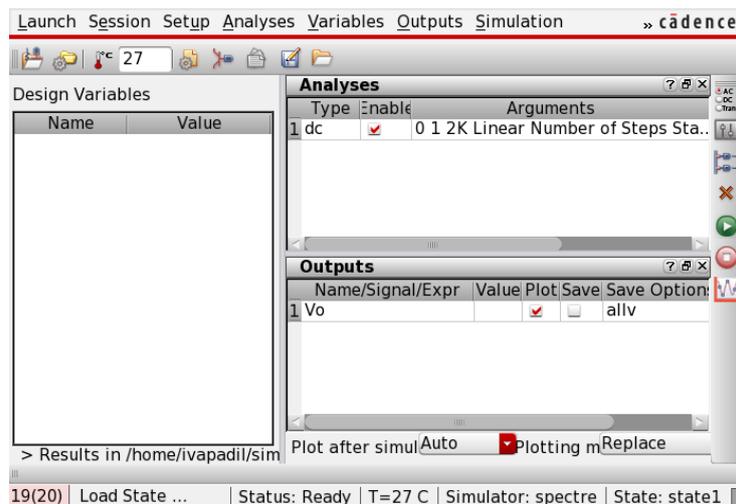
Ahora ejecuta el menú Analyses – Choose (o click en el icono superior de la columna de la derecha), lo cual abre la ventana de análisis a ejecutar. Selecciona la opción "dc" en la parte de arriba. Selecciona el botón "Select Component" ve al esquemático y selecciona la fuente de señal de entrada V1, en la ventana emergente selecciona la primera opción "dc vdc "DC voltaje" y OK; en Sweep Range selecciona Start-Stop y escribe '0' y '1' como se ve en la siguiente figura:



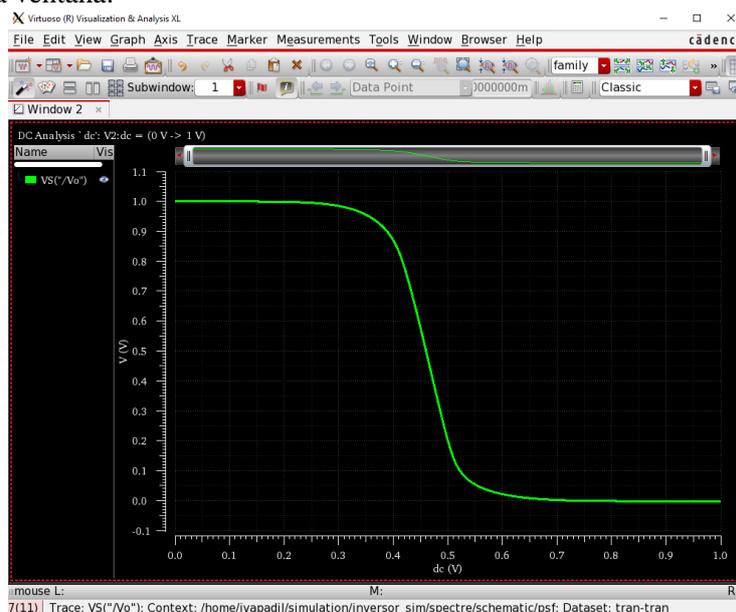
También, para mejorar la resolución selecciona en Sweep Type – Linear – Number of Steps y define 1000 puntos. Al dar OK debe aparecer la definición del estado con información importante en la ventana de ADE L de lado derecho en la subventana “Analyses”. Esto define la prueba en dc; cómo se puede ver en la forma existe una gran lista de pruebas a realizar, aunque las más comunes son tran (tiempo), dc (análisis en corriente directa) y ac (análisis en corriente alterna). Para ver los resultados, antes de simular en la ventana de ADE L selecciona el menú Outputs – To Be Plotted – Select on Design (lo que activa este comando de seleccionar que se desea graficar), después ve a la ventana del esquemático y selecciona el cable de ‘Vo’. El cable se iluminará del mismo color del que saldrá en la gráfica de resultados. La definición de la salida a graficar también debe aparecer en la ventana de ADE L en la subventana “Outputs”. Seleccionando los cables/nodos indican al simulador que se desea graficar el voltaje del cable seleccionado; seleccionando las terminales de los componentes (recuadros rojos en las terminales de transistores, resistencias, capacitores, etc.) indican al simulador que se desea graficar la corriente (entrando o saliendo) en esa terminal del componente. La ventana de ADE L resultante se debe ver de la siguiente manera:



Cadence Design Environment



Ejecuta la simulación con el menú Simulation – Netlist and Run, o con el icono en la columna de lado derecho , el cual también se encuentra en la ventana del esquemático. Aparecerán dos nuevas ventanas, una con la gráfica de la simulación (siguiente figura), y otra con el resultado de la ejecución de la simulación la cual es **muy importante** pues si ocurrió algún error se puede encontrar en esta ventana.



Las graficas se pueden modificar seleccionándolas y presionando ‘Q’ (igual que componentes en el esquemático) para modificar sus propiedades.

Etiquetas: se pueden agregar etiquetas para indicar información según se desee. Esto se consigue en la ventana de graficas con el menú Graph – Add Label; para la cual también se pueden editar sus propiedades (seleccionando la etiqueta y con la letra ‘Q’) para cambiar tipo de letra y tamaño.

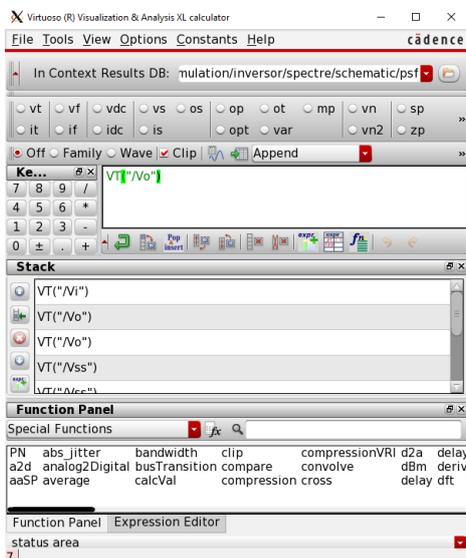
Las gráficas se pueden separar seleccionando alguna de las gráficas, dando click derecho sobre ella y seleccionando Move to – New Strip.

Se pueden agregar marcadores que indiquen la posición (x,y) en algún punto de la grafica; presionando la tecla ‘A’ y seleccionando algún punto en la grafica se insertará el marcador; con el marcador ‘B’ se agregara un segundo marcador y las delta en ‘x’ y ‘y’ entre ellos.



Cadence Design Environment

Alternativa para graficar: también se puede graficar voltajes y corrientes haciendo uso de una calculadora científica en el simulador dando click en el menú Tools – Calculator, para abrir la siguiente ventana:



Da click en el botón ‘vt’, regresa al esquemático y selecciona el cable que corresponde a la señal Vo, debe aparecer el texto VT(“/Vo”) en el espacio de comando como se ve en la figura. Esto representa que graficara el voltaje en tiempo (VT) en el nodo Vo. Para graficar selecciona el menú Tools – Plot, o el icono . Este icono también se encuentra en la ventana de ADE L.



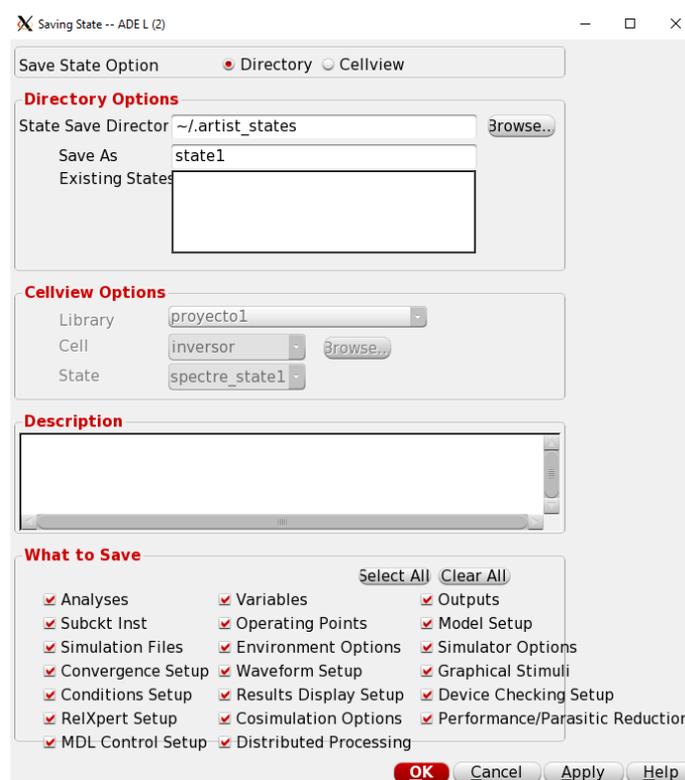
Cadence Design Environment

Es importante notar que para las 3 pruebas mas comunes las opciones para graficar (mostradas en la calculadora) son:

vs	voltaje en el dc (prueba corriente directa (no use vdc))
vf	voltaje en el ac (prueba corriente alterna o frecuencia)
vt	voltaje en el tiempo (prueba tran)
is	corriente en el dc (prueba corriente directa (no use idc))
if	corriente en el ac (prueba corriente alterna o frecuencia)
it	corriente en el tiempo (prueba tran)

Si se desean utilizar las 3 últimas, que corresponden a la corriente, se tienen que indicar al simulador que las guarde al ejecutar la simulación debido a que por defecto no lo hace. Para realizar esto en la ventana de ADE L ejecuta el menú Outputs – Save All y en la ventana emergente selecciona la opción “all” en el parámetro “Select device currents (currents)”. Esto no es necesario si se realiza la primera forma de graficar corrientes.

Guarda la configuración de la simulación, para no tener que recrear cada paso la próxima vez que accedas a tu cuenta para hacer alguna simulación. Para esto en la ventana de ADE L ejecuta el menú Session – Save State, o da click en el icono  y guarda la configuración con algún nombre que recuerdes (por defecto es “state1”) y da click en OK.



4. LAYOUT En construcción