



NÚMERO 18

SEPTIEMBRE DE 2005

ISSN 1696-7208

Puertas, impresión de esquemáticos e hiperenlaces en el simulador de circuitos digitales para LINUX TKGate.

Ricardo Valerio Bautista Cuéllar

Son varias las veces en las que hemos insistido acerca de la importancia que tiene en el ámbito tanto de la educación como de la empresa el disponer de herramientas CAD fiables a la hora de realizar determinadas funciones, por lo que no vamos a insistir más en ello en este artículo.

Éste es meramente técnico y pretende continuar la saga de artículos dedicados al simulador de circuitos digitales TKGate, completa herramienta de simulación para Linux que hemos trabajado en varios artículos anteriores.

Aquí profundizaremos en ciertas capacidades de la herramienta así como en mostrar el manejo de la misma para la realización de determinadas tareas. Aunque este artículo no completa la serie dedicada a TKGate, si es destacable pues muestra las características más importantes de las puertas que implementa TKGate y cómo trabajar con hiperenlaces y otras funciones especiales en TKGate.

Espero el artículo sea interesante para los lectores y de utilidad para mis compañeros dedicados a la docencia de sistemas electrónicos, informática o tecnología.

Introducción

Este es el tercero de varios artículos que dedicaremos a TKGate ([6] y [7]), debida a la importancia que para nosotros puede llegar a tener una herramienta como esta. Éste es un editor gráfico y simulador de circuitos digitales que incluye componentes básicos como puertas lógicas (AND, OR, XOR, etc ...), módulos estándares como sumadores, multiplicadores, registros, memorias, etc ... y numerosos ejemplos de gran interés para la docencia (una CPU sencilla, programada para ejecutar el juego Animals).

Además podemos desarrollar un sistema complejo, permitiendo el diseño de módulos y submódulos (ALU's, Unidades de Control, Unidades de Ejecución). Otra de las ventajas es la de poder utilizar memorias para la simulación y asignar la memoria a un archivo binario.

En este artículo mostraremos entre otras muchas cosas los tipos de puertas implementados por la herramienta así como el empleo de ciertas funciones especiales como son los hiperenlaces en TKGate.

Buscando puertas y cables.

Como ya hemos comentado varias veces en [7] y [6], TKGate está pensado también para el desarrollo de proyectos de circuitos digitales de complejidad elevada. Para ello dispone de ciertas capacidades que son de gran ayuda a la hora de trabajar con circuitos de tamaño grande. Por ejemplo, podemos

buscar cables y puertas en cualquier parte del circuito usando la opción “Find...” del menú “Edit”. Entra algún texto en la caja de diálogo y pulsa el botón “Find” para encontrar las ocurrencias de puertas o cables que contienen el texto especificado como parte de sus nombres. Cada vez que presionas el botón “Find”, TKGate avanzará al siguiente

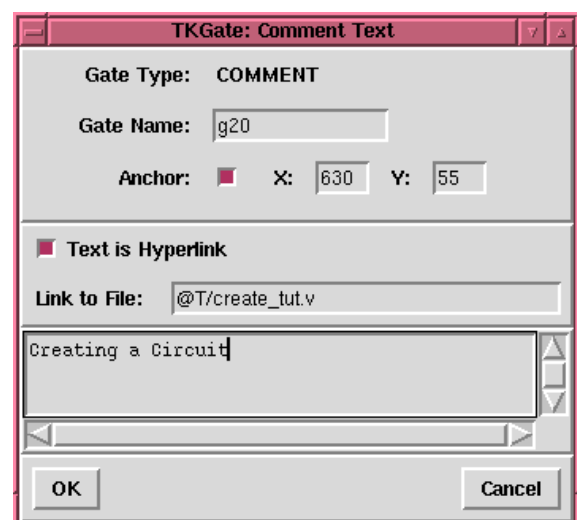
item, selecciona la puerta o el cable y lo marca con una “X”. Puedes también elegir limitar la búsqueda a cables o a puertas sólo. La búsqueda entonces será empezada cuando cambies el texto que estas buscando, cuando



cambies el modo de búsqueda o cuando hagas cualquier modificación al circuito.

Hiperenlaces.

TKGate soporta una capacidad limitada para hacer hiperenlaces a través del tipo de comentario de puerta. Cuando hacemos clic en un comentario de hiperenlace, algunas acciones como abrir un nuevo fichero o buscar una puerta o un cable



será realizada. Notar que desde el clickeado en las sentencias con hyperlink una acción será realizada, es necesario presionar y mantener pulsado la tecla Shift, Control o Alt con el fin de moverlo o seleccionarlo.

Para crear un hiperenlace, crea o edita el comentario de una puerta, establece el flag “Text is Hyperlink” y entra la localización del enlace en la caja “Link to File”. Cuando se especifica un fichero, puedes usar los códigos siguientes que serán reemplazados de acuerdo a los símbolos de abajo.

- @T: Directorio tutorial de TKGate.
- @E: Directorio de ejemplos de TKGate.
- @H: Directorio base de TKGate.
- @C: Directorio del circuito abierto en ese momento.

Si el fichero especificado es un circuito, el fichero en uso será descartado y el nuevo fichero será cargado. Si hay cambios no salvados en el fichero actual, y no está marcado “discard changes”, una caja de confirmación aparecerá antes del siguiente link. Si el fichero especificado no es un fichero de circuito, los contenidos del texto del fichero serán mostrados en una ventana separada. Se puede forzar que se trate un fichero como un fichero verilog anexando la cadena de texto “tkgate:”, y puedes forzar que sean tratados como texto anexándolo como texto.

Si un enlace contiene el carácter “#”, el texto de después es tratado como el nombre de una puerta o como el de un cable. Cuando el enlace es seguido TKGate busca por la puerta especificada o el cable y establece una cruz en él. En el caso especial donde el enlace comienza con un “#”, la búsqueda es realizada en el circuito actual. La puerta/cable especificado debe serlo con un especificador del camino completo. Esto quiere decir que “w4” en un módulo con un nombre de realización concreta “m1” sería especificado con el enlace “#m1.w4”.

Imprimiendo un esquemático.

Para imprimir un circuito, elige la opción “Print...” del menú “File”. Puedes elegir imprimir directamente a una impresora empleando un comando de impresión específico o puedes imprimir un fichero. Cuando estamos imprimiendo un documento de una página simple a un fichero, tu puedes también elegir salvar el circuito en un postscript encapsulado. Esto suprimirá la impresión de la página y el título.

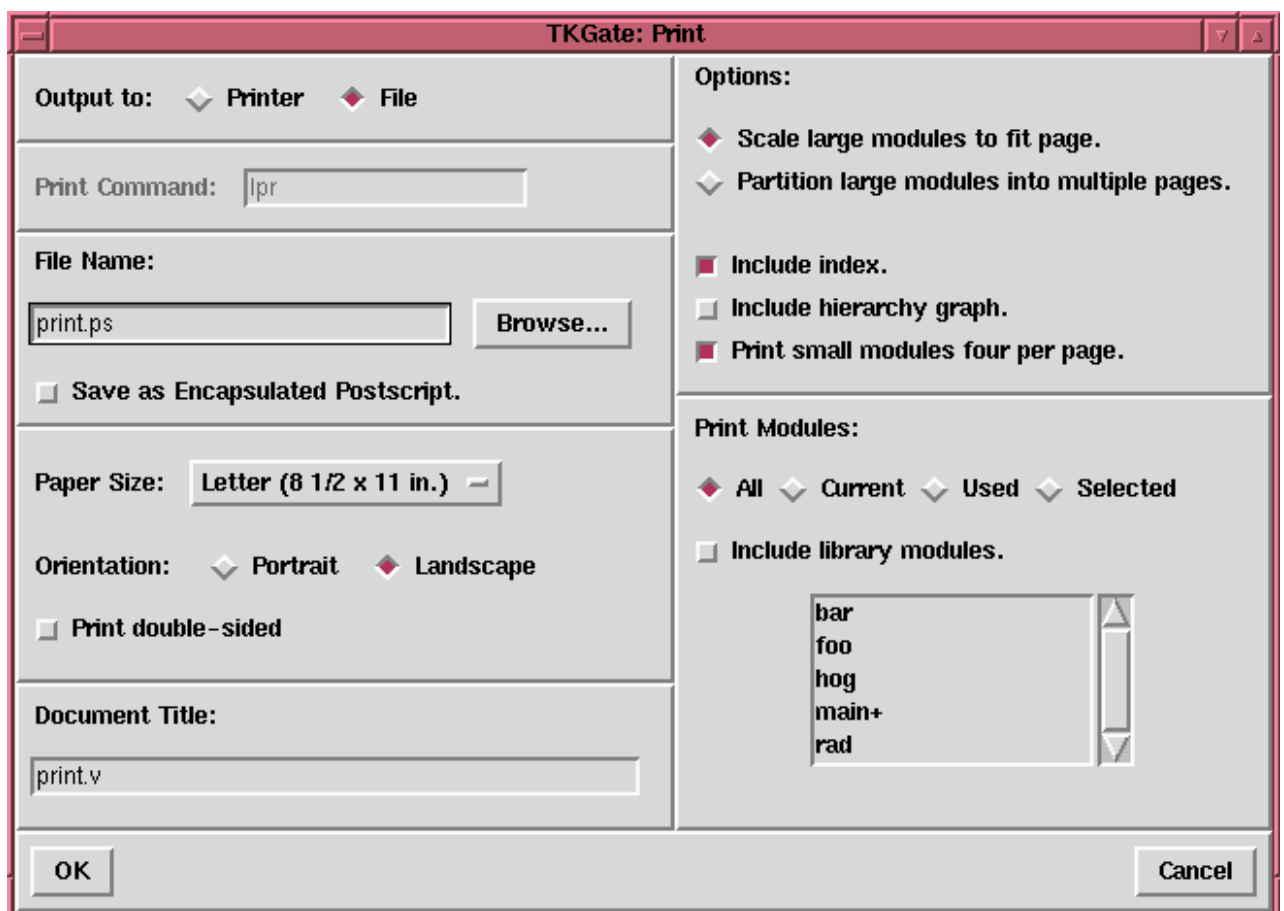
Las opciones de impresión son:

- Output to: Indica si la salida de la impresión debe ser generada en un fichero o enviada directamente a una impresora.

- **Print Command:** Si la salida de la impresora está seleccionada, este campo indica el comando de la impresora usada para el fichero de salida.
- **File Name:** Si el fichero de salida es la opción seleccionada, este campo indica el nombre del fichero de salida. El nombre por defecto es el nombre del circuito actual con la extensión cambiada a “.ps”. Puedes emplear la opción “Browse...” para emplear otro nombre.
- **Save as Encapsulated Postscript.** Si esta opción está activada, el circuito será salvado como un fichero de “Encapsulated Postscript” apropiado para la inclusión en un documento. La impresión de la barra de título será eliminada. Sólo documentos de una sola página pueden ser salvados en este formato.
- **Paper Size:** Indica el tamaño del papel del documento. Si la impresora el multi formato, el formato apropiado será elegido.
- **Orientation:** Indica la orientación del diagrama en la página. Si seleccionamos “Portrait”, la imagen será impresa de forma que el lado largo del papel sea vertical. Si seleccionas “Landscape” la orientación será la contraria.

- Print Double-Sided: Indica que las imágenes deben ser impresas en ambos lados de la página. Esta opción es sólo efectiva en impresoras dotadas con esta capacidad.
- Document Title: Indica el título del documento. Esta cadena será impresa en cada página de la salida.
- Scale large modules to fit page: Los módulos que no pueden ajustarse a una página sola sin escalado será reducida en tamaño para que se ajuste.
- Partition large modules into multiple pages: Módulos que no pueden ser ajustados en una única página sin escalado serán divididas en múltiples páginas. Un indicador clave indicando que porción de la página es presentado aparecerá en la parte inferior derecha de la página.
- Include index: Imprime una página índice indicando cada uno de los módulos en orden alfabético y las páginas en las que aparece mostrado.
- Include hierarchy graph: Imprime un gráfico de jerarquía que parte del módulo de más alto nivel mostrando las relaciones entre los módulos padres e hijos.
- Print small modules four per page: Causa que los módulos que pueden ajustarse en un único cuadrante, sean agrupados e impresos en la misma página.

- Print Modules: Indica los módulos que deberían ser impresos. Estas opciones son:
 - o All: Todos los módulos en el documento actual serán impresos.
 - o Current: Sólo el módulo mostrado en la página actual será impreso.



- o Used: Sólo el módulo de más alto nivel y cualquiera de sus submodulos será impreso.

- Selected: Sólo los módulos seleccionados en la caja abajo será impresa.
- Include library modules: Normalmente los modulos marcados como cargados desde una librería no son impresos. Habilita esta opción para imprimir estos módulos.

Menús salientes.

Muchas de las capacidades descritas en este manual pueden ser accedidas empleando los menús salientes que aparecen en el programa. Los menús salientes o desplegables son obtenidos pulsando el botón derecho del ratón, los items del menú que aparecen dependen de lo que se seleccione. Los contextos que TKGate reconoce se muestran a continuación:

- Wire: Menú desplegable que permite abrir las propiedades de cable, añadir un segmento a un cable...
- Gate: Menú saliente para puertas que permite abrir las propiedades de puerta, habilitar o no el flag anchor...
- Variable Input Gate: Para puertas con un número de entrada variable (como AND y OR), puede emplearse para añadir o eliminar entradas.
- Multi-Gate Selection: Cuando puertas múltiples son seleccionadas, puedes establecer o limpiar el flag anchor para todas las puertas en la selección o borrar la selección completa.

- 4-Wire Joint: El menú desplegable para uniones con cuatro cables que permite establecer o limpiar la opción anchor.
- 3-Wire Joint: Similar al anterior pero para tres.
- Module: Permite abrir el bloque, marcar el bloque como el interfaz estándar para un tipo de módulo y añadir o cambiar los puertos en el módulo.
- Canvas: Haz clic con el botón derecho donde no hay objetos para desplegar este menú que permite cerrar el módulo actual, crear una puerta o un módulo o cambiar la herramienta actual.
- Non-Move Mode: Cuando TKGate está en este modo, sólo cerrando el módulo o cambiando la opción de herramienta saldremos de este modo.
- Simulation: Cuando está en modo de simulación, los menús desplegables permiten emplear cualquier de las funciones del menú de simulación.

Opciones de circuito.

Los circuitos tienen varias propiedades globales que pueden ser establecidos seleccionando “Circuit Properties...” en el menú “Module”. Esto causará que la caja de diálogo sería mostrado.

Las opciones de circuito son:

- Top-Level Module: Este es el módulo de más alto nivel en el circuito.
Haz clic en el módulo en la caja de listado para hacerlo en el módulo de más alto nivel. El módulo de más alto nivel no incluye ningún puerto.
- Initialization Scripts: Indica una lista de scripts de simulación de TKGate que serán ejecutados de forma automática cuando el simulador es lanzado. Si un fichero no empieza con una '/', el directorio actual, el directorio que contiene al fichero del circuito y el directorio de usuario serán buscados para el fichero.
- File Versión: Esto es la versión de TKGate bajo la cual el fichero editado fue salvado.
- Discard Changes: Habilita esta opción si quieres deshabilitar los avisos cuando se descarta un circuito modificado saliendo de TKGate, cargando un nuevo circuito o creando un nuevo circuito. Normalmente, esta opción es sólo empleada en circuitos ejemplo y circuitos tutoriales que vienen con TKGate. Habilitar esta opción no es recomendable para circuitos de usuario normales.
- Use Extender Bars: Esto determina si "extended bars" debería ser usado en puertas creadas nuevas. En versiones más antiguas de tkgate que la 1.8, las entradas en puertas simples tales como AND y OR estaban apretadas en un espacio fijo independientemente de cuantas entradas

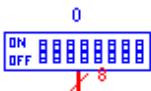
posea. Versiones actuales de tkgate pueden usar barras extendidas en muchas entradas a puertas AND, OR y XOR. Podemos usar esta opción para controlar el estilo a ser empleado en puertas nuevas creadas. Puertas existentes no están afectadas y un circuito puede contener una mezcla de puertas con estilo nuevo y estilo viejo.

Tipos de puertas.

A parte de las puertas lógicas normalmente empleadas (AND, OR, XOR, NOR, BUFFER y NOT) existen otras puertas lógicas que por su utilidad mostramos aquí:



Switch: Establece un bit lógico dependiendo de la configuración del interruptor. Haciendo clic en un interruptor mientras estamos en el modo de simulación cambiará su estado. La salida debe ser un bit simple.



Dip Switch: Saca una señal multi-bit de acuerdo con la configuración empleada. Haciendo clic en el dispositivo en el modo de simulación habilitará un valor hexadecimal para ser introducido en el switch.



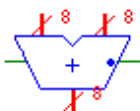
Tty: Estas puertas pueden ser empleadas para modelar terminales interactivos. Tu circuito puede enviar caracteres para ser mostrados en el tty, o recibir caracteres que fueran tecleados en el tty.



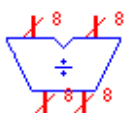
Wire Merge: Combina múltiples cables en un cable multi-bit. La suma de los bits del lado izquierdo debe ser igual al ancho de bit del lado derecho. La implementación tiene una limitación que es que todas las señales deben fluir en la misma dirección. Esto es, debe poner todas las puertas que vuelcan información en la izquierda o en la derecha.



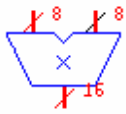
Wire Tap: Saca un cable de un cable multi-bit (bus). Este tipo de puerta no es creado a través de menús como la mayoría de las puertas, sino desplazando el final de un cable en un cable más largo de tipo bus. Puedes emplear la opción de “Properties” del menú “Gate” para seleccionar el rango de bit para ser extraído. Esta puerta puede ser sólo empleada para leer el valor de un cable y no puede ser empleado para cablear un valor en un bus multi bit.



Adder: Saca la suma de las entradas. Las entradas deben tener el mismo ancho de bit como la salida y el acarreo de entrada y de salida debe ser un único bit. La línea de acarreo de entrada se indica con un punto.



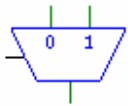
Divider: Saca el cociente y el resto de las entradas. La entrada izquierda es el dividendo y la derecha es el divisor. No hay restricciones de ancho de bit pero si el resultado no encaja en el ancho de bit, puede ser truncado.



Multiplier: Saca el producto de las entradas. No hay restricciones

de ancho de bit, pero si el resultado no encaja con el ancho de

banda existente, éste puede ser truncado.

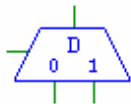


Multiplexor: Saca la entrada seleccionada por la línea de selección.

El ancho de bit de las entradas debe coincidir con el ancho de bit

de la salida y el ancho de bit de la línea seleccionada debe ser el techo del

logaritmo base dos del número de líneas de entrada.

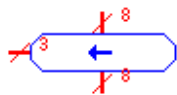


Decoder: Saca la entrada seleccionada a través de la línea de

selecciones. El ancho de bit de las entradas debe coincidir con el

ancho de bit de la salida y el ancho de bit de la entrada de selección debe ser el

logaritmo base dos del número de líneas de entradas.

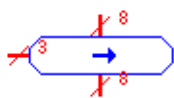


Left Shift: Realiza un desplazamiento lógico a la izquierda de la

entrada. La entrada y la salida deben tener el mismo ancho de

bit y el ancho de bit de la línea de selección de desplazamiento debe ser el

techo del logaritmo base dos de la entrada/salida de ancho de bit.



Right Shift: Realiza un desplazamiento lógico de la entrada hacia

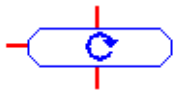
la derecha. Su funcionamiento es similar al anterior.



Arithmetic Shift: Realiza un desplazamiento aritmético a la

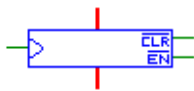
derecha de la entrada. La entrada y la salida deben tener el

mismo ancho de bit y el ancho de bit de la línea seleccionada debe ser el techo del logaritmo base dos del ancho de bit de la entrada/salida.



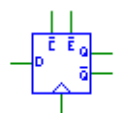
Roll: Desplaza (rota) los bits de entrada a la izquierda. La entrada y la salida deben tener el mismo ancho de bit y el ancho

de bit de la línea de selección debe ser el techo del logaritmo base dos del ancho de bit de la entrada/salida.

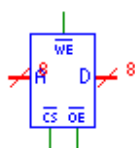


Register: Saca el valor actual del registro y almacena el valor de entrada en un flanco positivo de la línea de reloj. El valor de

datos es sólo cargado cuando la señal activa a nivel bajo enable (EN) es seleccionada. El registro puede ser limpiado asíncronamente con la línea activa a nivel bajo CL. La entrada y la salida deben tener el mismo ancho de bit y la línea de reloj, EN y CL debe ser un bit único.



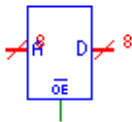
Flip-Flop: Sca el valor actual y el valor invertido del flip flop y salva el valor hasta un flanco positivo del reloj. Es de tipo D.



RAM: Cuando la señal de selección (CS) y la de habilitación de la salida (OE), ambas activas a nivel bajo, son seleccionadas, el valor de memoria direccionado por la línea de direcciones (A) es

sacado en la línea de datos (D). Cuando la línea CS y el de habilitación de escritura (WE) están a nivel bajo, el valor que se presenta en la línea de datos es almacenado en la memoria direccionada mediante la línea de direcciones

(A). Las líneas de control CS, OE y WE deben seleccionarse mediante un único bit. Las líneas de direcciones y de datos deben ser no mayores de 32 bits.



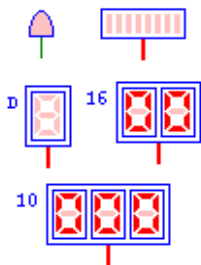
ROM: Cuando la señal de capacitación OE es baja, el valor de memoria seleccionado por la línea de direcciones A es sacada en la línea de datos. La línea de habilitación OE debe ser un bit y las líneas de direcciones y datos deben ser no mayores de 32 bits. Las ROMs pueden ser inicializadas desde un archivo en el momento de la simulación.



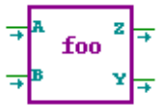
NMOS Transistor: Implementa un elemento NMOS al estilo de verilog. Todas las señales deben tener el mismo ancho de bit. Los elementos con entradas y salidas multibit son tratados como transistores paralelos.



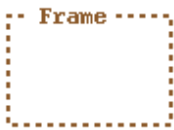
PMOS Transistor: Implementa un elemento PMOS al estilo Verilog. Todas las señales deben tener el mismo ancho de bit. Los elementos PMOS con entradas y salidas multibit también son tratados como transistores paralelos.



LED: Existen diversos tipos de elementos para mostrar valores de señal en el circuito. Desde diodos LED a dispositivos de 7 segmentos y muchos otros. Algunos de ellos se muestran en la figura.



Module: Implementa un módulo definido por el usuario. Un número arbitrario de entradas, salida y puertos bidireccionales pueden ser empleados sin restricciones en el ancho de bit. El nombre del módulo es empleado en el fichero de salvadas y no puede ser el mismo que ninguno de las puertas existentes.



Frame: Se emplea para crear una segmentación visual de un diagrama del circuito. Éstos no tienen efecto en el comportamiento de los circuitos.

Bibliografía

- [1] “Herramientas de simulación de circuitos para LINUX.” Revista Digital Investigación y Educación. Ricardo Bautista Cuellar.
- [2] “Introducción a gEDA.Una herramientas de simulación de circuitos para LINUX”. Revista Digital Investigación y Educación. Ricardo Bautista Cuellar.
- [3] “gEDA. La simulación SPICE“. Revista Digital Investigación y Educación. Ricardo Bautista Cuellar.
- [4] “Elaborando circuitos impresos empleando gEDA. Las herramientas de síntesis de circuitos para LINUX “. Revista Digital Investigación y Educación. Ricardo Bautista Cuellar.
- [5] “Sigamos reduciendo costes. gschem de gEDA. Captura de esquemáticos en Linux“. Revista Digital Investigación y Educación. Ricardo Bautista Cuellar.
- [6] “Herramientas electrónicas para LINUX. Circuitos digitales. TKGate“. Revista Digital Investigación y Educación. Ricardo Bautista Cuellar.
- [7] “Trabajando con módulos y puertas en TKGate, el simulador de circuitos digitales para LINUX”. Revista Digital Investigación y Educación. Ricardo Bautista Cuellar.
- [8] “gschem de gEDA (II). Captura de esquemáticos en Linux“. Revista Digital Investigación y Educación. Ricardo Bautista Cuellar.

Enlaces de utilidad

- Tkgate: <http://www.tkgate.org/>
- Vipec: <http://vipec.sourceforge.net>
- PCB: <http://bach.ece.jhu.edu/~haceaton/pcb/>

- The gEDA project: <http://www.geda.seul.org>
- SPICE3 syntax and commands: <http://newton.ex.ac.uk/teaching/CDHW/Electronics2/userguide/>
- Ngspice: <http://ngspice.sourceforge.net/>
- Tcspice: <http://tclspice.sourceforge.net/>
- LTSpice: <http://www.linear.com/software/>
- Spice on Linux resources: <http://www.brorson.com/gEDA/SPICE/>
- Free Dog -- The Free EDA Users Group: <http://www.freeedaug.org/>