



NÚMERO 18

SEPTIEMBRE DE 2005

**ISSN 1696-7208**

Herramientas electrónicas para LINUX.  
Circuitos digitales.  
**TKGate 1.8.**

**Ricardo Valerio Bautista Cuéllar**

*Hemos tratado en artículos anteriores la necesidad que debemos imponernos de buscar alternativas a las herramientas comerciales existentes para ayuda al diseño y desarrollo de productos electrónicos.*

*Por consiguiente, hemos tratado hasta la fecha diversas herramientas y hemos visto el funcionamiento de algunas de ellas. Ahora le toca a una herramienta especialmente pensada para su aplicación a circuitos digitales. Esto lo hace más potente que otras cuyo propósito es más general y permitían su empleo tanto con circuitos digitales como analógicos.*

*TKGate es una herramienta muy fiable y bastante amigable que permite la gestión de complejos proyectos pero también su empleo en sencillos montajes, lo cual lo hace idóneo para las actividades docentes.*

*Además, incluye ejemplos cuya complejidad permite emplearlos sin dificultad para mostrar a nuestros alumnos bloques funcionales con funcionamientos (simulado) “real”, de forma que les resulte más sencillo comprender las implicaciones e interacciones entre bloques. Es el caso del diseño de un microprocesador incluido con la herramienta.*



## **Introducción**

El TKGate es un editor gráfico y simulador de circuitos digitales, desarrollado con Tcl/Tk. Incluyendo componentes básicos como puertas lógicas (AND, OR, XOR, etc ...), módulos estándares como sumadores, multiplicadores, registros, memorias, etc ... e incluso transistores mos.

Además podemos desarrollar un sistema complejo, permitiendo el diseño de módulos y submódulos. Como por ejemplo: 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.

Entre los circuitos ejemplo se incluye una CPU sencilla, programada para ejecutar el juego Animals. TkGate es gratuito y se suministra con el código fuente bajo la licencia pública Gnu (GPL).

## **Características claves.**

Entre sus características claves podemos destacar:

- Diseño gráfico de circuitos.
  - o Diseño jerárquico a través de módulos definidos por el usuario.
  - o Interfaz fácil de usar.
  - o Creación de hiperenlaces para movernos en el circuito o cargar ficheros.

- Interfaz multidioma (español, catalán, inglés, francés, alemán, japonés).
- Formato de fichero como verilog.
- Simulador lógico.
  - Control a través del interfaz o a través de ficheros scripts
  - Apropiado para la simulación a nivel de transistor, puerta o registro.
  - Seis modelos de valores lógicos incluyendo 0, 1, flotante, desconocido, “bajo” y “alto”
  - Soporte de modelos de retraso personalizados.
  - Ventana gráfica de resultados de simulación.
  - Puntos de control, control de simulación por reloj.
  - Análisis estático de pasos críticos.
- Elementos de circuitos incluidos:
  - Puertas básicas (AND, OR, etc)
  - Transistores NMOS y PMOS.
  - Buffers triestado.
  - Componentes para ALU (sumadores, desplazadores, multiplicadores).
  - Elementos de memoria (registros, RAMs, ROMs).

- Elementos interactivos que permiten al diseño circuital interactuar con el usuario.
- Soporta herramientas incluida un compilador de microcódigo/macrocódigo para asistir a la creación de grandes proyectos tales como diseño de microprocesadores.

### **Opciones en línea de comandos.**

El uso es:

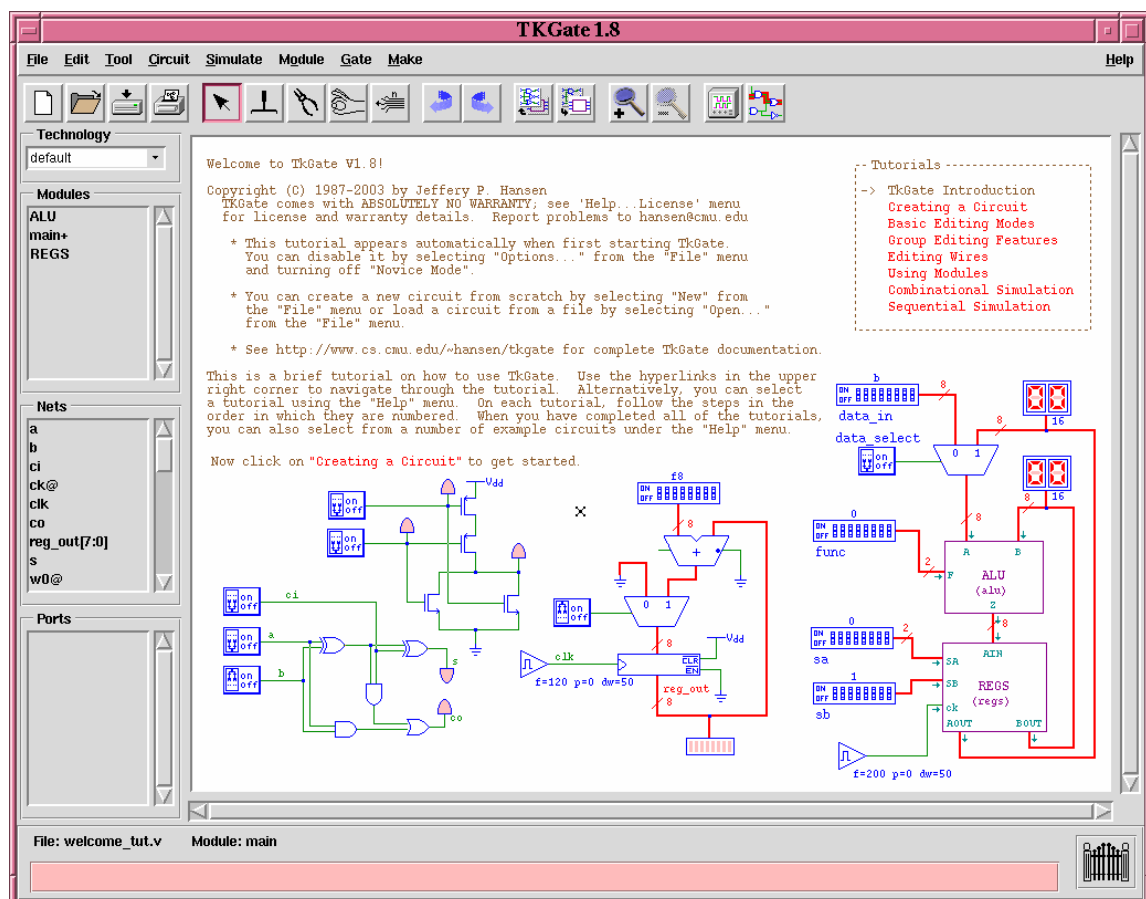
```
tkgate [-xqs] [-X script] [-l file] [-L lang] [-P printer] [-p file] [files ...]
```

Las siguientes opciones son soportadas por tkgate:

- X script: De forma automática comienza el simulador y ejecuta el script de simulación específico.
- l file: Lee el fichero especificado como si fuera una librería.
- x: Arranca de forma automática el simulador.
- q: Suprime los mensajes de arranque.
- P printer: Imprime el circuito especificado sin necesidad de arrancar el interfaz de usuario.
- p file: Imprime en un fichero sin necesidad de arrancar el interfaz de usuario.
- L lang: Especifica es lenguaje a emplearse. TKGate debe haber sido construido con soporte multilingüe con el fin de usar esta opción.

## El interfaz de TKGate.

Los componentes principales de la ventana de edición TKGate consiste en una barra de menú arriba, el módulo, la malla y una lista de puertos a la izquierda, una barra de estado abajo y el área de edición principal en el centro. Las barras de desplazamiento pueden usarse para mover el circuito, para listar los módulos o listar las mallas. La lista de módulos en la parte superior izquierda de la pantalla muestra los módulos que son parte del circuito que está siendo editado. El módulo de nivel superior es indicado con un signo + tras su



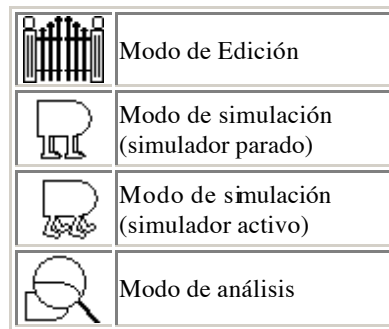
nombre. Debajo de la lista de módulos está la lista de redes en el módulo

actual. Redes de varios bits son indicados con un rango de bit tras ellos. Los nombres de la red pueden estar tanto ocultos como visibles dependiendo de si son mostrados en la ventana del circuito o no. Mallas ocultas son indicadas en la netlist con un símbolo @. El símbolo X en la ventana de edición es la marca de actual. La marca es utilizada para indicar la posición de nuevas puertas.

Comandos usados frecuentemente pueden ser accedidos a través de la barra de botones de TKGate al estilo de las herramientas basadas en Windows. Estos botones incluyen comandos para abrir, salvar e imprimir ficheros de circuitos, cambiar las herramientas de edición, abrir o cerrar módulos y controlar el simulador. La barra de botones también tiene un selector para elegir una tecnología por defecto para puertas creadas nuevamente.

La barra de estado de la parte inferior indica el fichero que está siendo editado y el módulo actual del fichero que está mostrado en la ventana de circuito. Una “x” tras el nombre del fichero indica que el buffer ha sido modificado desde la última vez que fue salvado. Bajo el nombre del fichero y del módulo está una barra de mensaje para mensajes de información procedentes del programa. Estos mensajes de TKGate incluyen confirmación para ficheros que son cargados o salvados, o información sobre la puerta o cable actualmente seleccionado.

En la esquina inferior derecha del interfaz está el icono de modo. Los iconos posibles de modo son:



Para muchos de los elementos del interfaz existen mensajes de ayuda que surgen con sólo colocar el ratón encima del elemento.

### **Cargar y salvar circuitos.**

Abrir y salvar circuitos además de operaciones de impresión de circuitos son funciones realizadas a través de la opción de menú File en la ventana principal.

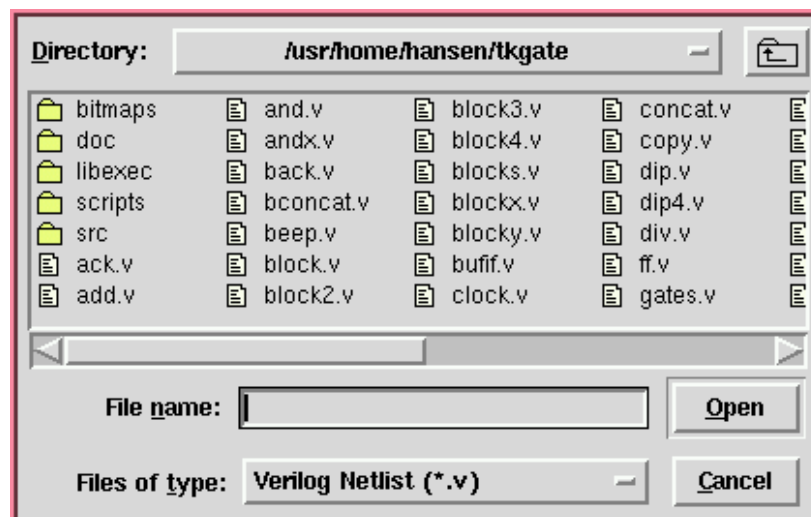
Para cargar un fichero en TKGate, podemos o especificar el nombre de fichero en la línea de comandos cuando arrancamos el programa, o seleccionar Open del menú File. También podemos utilizar la combinación Ctl-X Ctl-F.

Cuando abrimos un fichero nuevo, todos los módulos existentes son incluidos en el buffer y los módulos del nuevo fichero son cargados. Los ficheros TKGate tienen la extensión .v y están en formato Verilog. La mayor diferencia es la adición de comentarios para información tal como elementos de circuito en el fichero de salvada. Las librerías son cargadas empleando “Open



Library”. Los módulos de la librería son añadidos al circuito actual y marcados como módulos de librería. Sin embargo, cualquier módulo no vacío y no de librería en el circuito de trabajo no serán sobrecargados. Además, cualquier módulo marcado como módulo de librería no será salvado cuando se salva un circuito. Para salvar un circuito, seleccionamos Save para salvar en el fichero en uso y “Save...” para especificar el nombre.

Cualquier operación que suponga abrir o salvar un fichero de circuito invoca una ventana de diálogo como la que sigue:

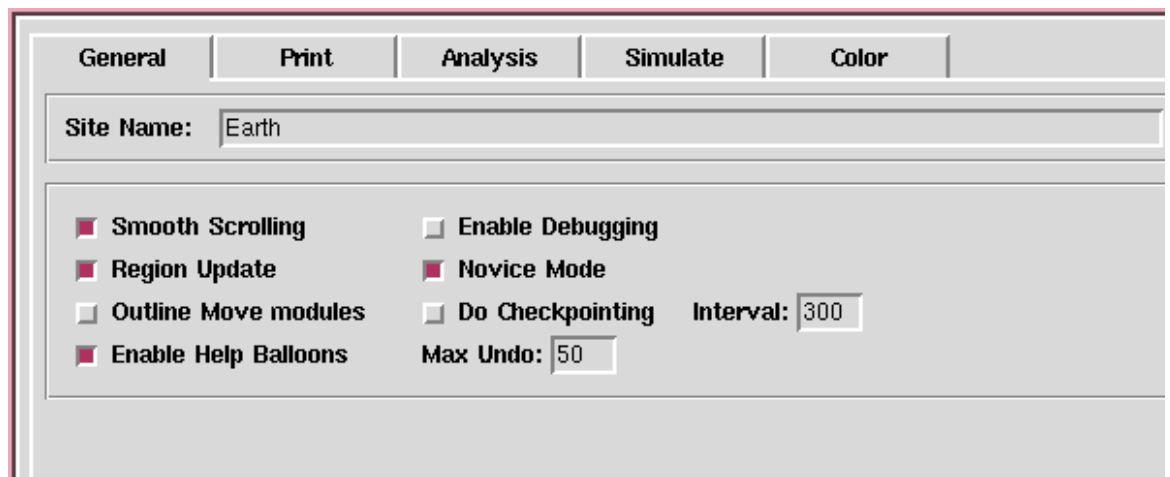


## Opciones de TKGate.

TKGate tiene varios parámetros configurables que pueden ser establecidos mediante “Options..” bajo el menu File. La opciones son divididas en cuatro categoría principales que son seleccionables a través de tabuladores. Las opciones de configuración son persistentes, siendo salvados en el fichero

“tkgate-preferences” en el directorio de usuario que es leído cada vez que comienza TKGate. Las opciones generales, las opciones de impresión y las opciones de color se describen ahora. Las opciones básicas son:

- Site: Indica el nombre de la organización donde esta copia de TKGate está instalada. Esta cadena será usada en cualquier informe generada por TKGate.



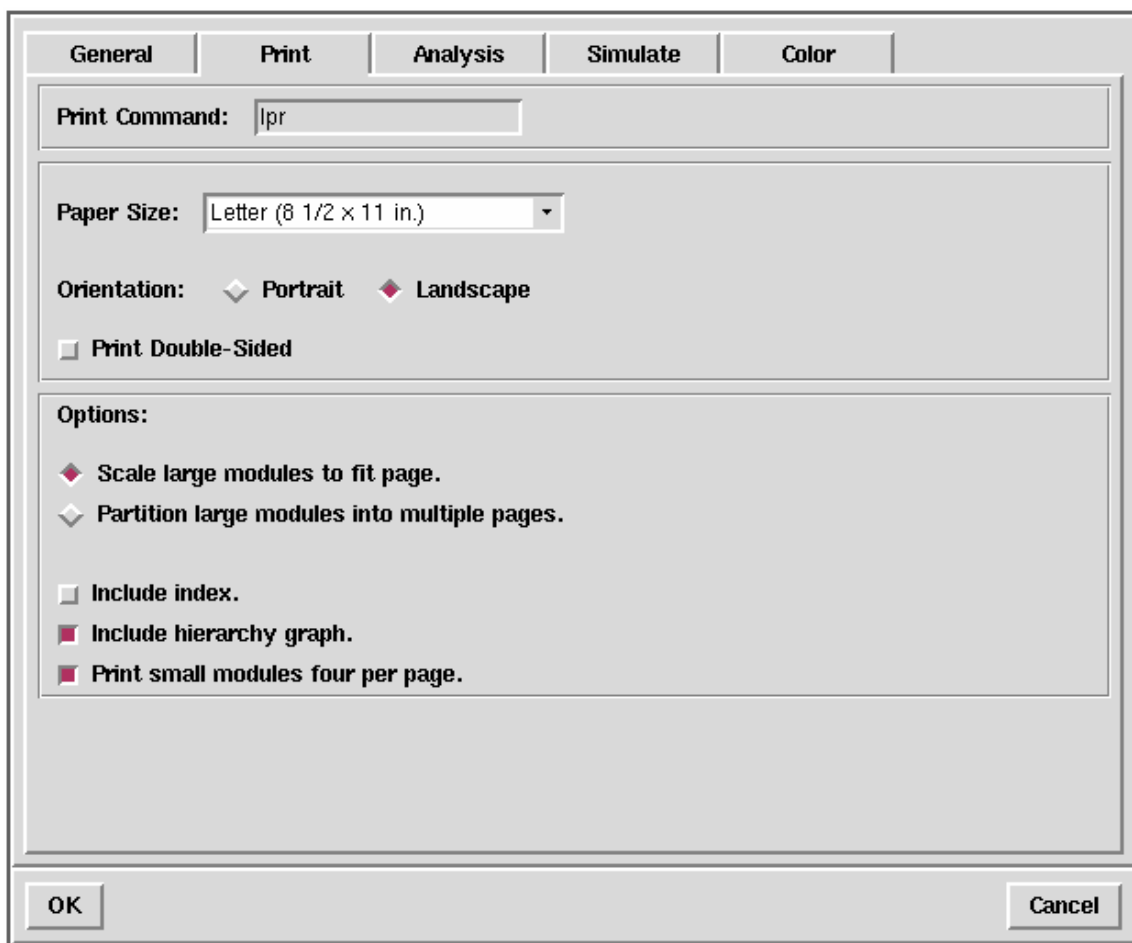
- Smooth Scrolling: Si esta opción está habilitada, el desplazamiento con las barras de desplazamiento es mejorada.
- Region Update: Controla el algoritmo de redibujado de la pantalla. Seleccionando esta opción hacemos que cuando se redibuje la pantalla sólo se redibuje aquellas áreas que realmente han sido modificadas.
- Outline Move Modules: Esta opción se emplea para reducir el tiempo de redibujo en servidores muy lentos.

- Enable Help Ballons: Esto posibilita que aparezcan mensajes de ayuda automáticamente al poner el cursor sobre un botón.
- Enable Debugging: Posibilita usar ciertas herramientas para depuración que posee TKGate.
- Novice Mode: Esta opción origina que el tutorial de circuito sea cargado de forma automática al inicial TKGate. El tutorial del circuito sólo aparecerá cuando no especificamos explícitamente un circuito en la línea de comandos.
- Do Checkpointing/Frecuency: Esta opción posibilita chequeo periódico de ficheros no salvados. El fichero checkpoint tendrá el mismo nombre que el fichero estamos usando pero rodeado por caracteres #. Se salvará en el directorio de trabajo. La frecuencia especifica un intervalo de tiempo entre checkpoints en segundos.
- Max Undo: Esta opción especifica el máximo número de operaciones que pueden ser deshechas usando la función undo/redo.

Las opciones de impresión son:

- Print Command: Si la salida de impresora está seleccionada, este campo indica el comando de impresora usado para el fichero de salida.
- Paper Size: Indica el tamaño de papel a emplear en el documento.
- Orientation: Indica la orientación del diagrama en la página.

- **Print Double-Sided:** Indica que las imágenes deben ser impresas por ambos lados de la página.
- **Scale large modules to fit page:** Los módulos que no puedan entrar en una sola página se reducen hasta que entren.
- **Partition large modules into multiple pages:** Los módulos que no entran



en una sola página sin escalar son divididas en varias páginas.

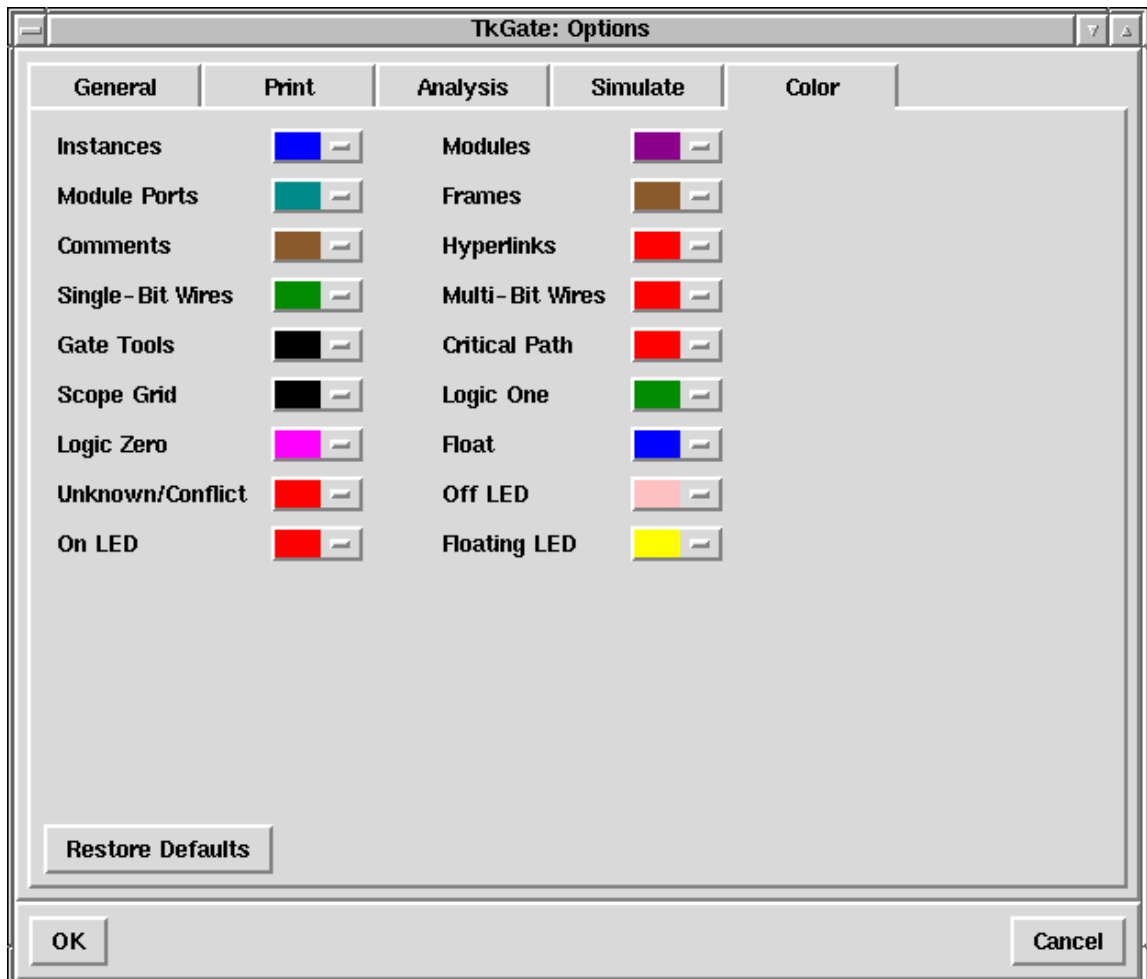
- **Include index:** Imprime una página de índice listando cada uno de los módulos en orden alfabético y las páginas que están activas.

- Include hierarchy graph: Imprime un gráfico de jerarquía en el módulo de alto nivel mostrando las relaciones entre módulos padres e hijos.
- Print small modules four per page: Causa módulos los cuales pueden entrar en un solo cuadrante para ser agrupados e impresos en la misma página.

Las opciones de color son:

- Instances: Establece el color de las puertas nativas y sus etiquetas.
- Modules: Establece el color usado para los módulos.
- Module Ports: Establece el color usado para los nombres de los puertos en los módulos.
- Frames: Establece el color de los marcos.
- Comments: Color de los comentarios normales.
- Hyperlinks: Establece el color de los hyperlinks.
- Single-Bit Wires: Establece el color usado para cables para un solo bit y sus etiquetas.
- Multi-Bit Wires: Establece el color usado para cables para más de un bit y sus etiquetas.
- Gate Tools: Para las herramientas.
- Score Grid: Para el mallado de la pantalla.
- Logic One: Para el uno lógico.






- Logic Zero: Para el cero lógico.
- Flota: Para valores flotantes.
- Unknown/Conflict: Para valores lógicos desconocidos, incluyendo



valores alto y bajo (low y high).

- Off LED: Para establecer el color de los LEDs cuando están apagados.
- On LED: Para LEDs encendidos.
- Floating LED: Para LEDs para los cuales la señal de entrada no es un valor ni cero ni uno

## Herramientas de edición básicas.

- Move/connect. (). El símbolo que indica que estamos en este modo es el cursor en forma de flecha. Se puede acceder a este modo mediante la tecla F1. Usa esta herramienta para el mayor número de operaciones incluida la creación de puertas, conexión de cables, movimiento de puertas y cables.
- Connect (). Para acceder a este modo de conexión de elementos puedes pulsar F1 y luego mantener pulsado el botón izquierdo del ratón sobre un cable. Aparecerá el símbolo anterior, un soldador.
- Delete Gate (). Sirve para eliminar puertas. Se accede con F2. También podemos borrar puertas mediante Move/Connect, seleccionando el elemento y pulsando Supr.
- Wire Cutter (). Se accede con F3 y se emplea para cortar cables donde sea necesario.
- Wire Size (). Un cursor en forma de manojo de cables indica que estamos en este modo. Sirve para cambiar el ancho del cable. La anchura del cable se mide en número de bits.

## Crear puertas con TKGate.

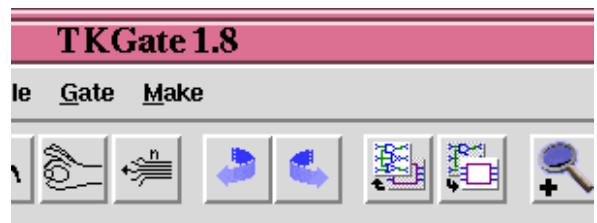
Existen tres modos principalmente para crear puertas en TKGate:

- Usando la barra de menú.
- Usando menús desplegables.
- Usando teclas de acceso rápido.

Una vez conocidas las teclas de acceso rápido, este es el modo más eficiente para realizar esta tarea. Sin embargo, siempre es bueno conocer cómo se puede realizar de otro modo.

#### Crear una puerta empleando la barra de Menú. .

Primero selecciona la herramienta Move/Connect, y luego presiona el botón izquierdo en la posición que quieres crearlo. Mientras que mantienes el botón presionado, el cursor cargará una flecha para indicar la orientación actual. .



Cuando liberamos el botón, la flecha desaparecerá y el símbolo de la Z aparece. La marca indica el centro del punto para el nuevo elemento circuital. Cliqueando con el botón izquierdo del ratón en otra zona moverá la marca, y seleccionando una puerta o un cable se limpiará la marca.

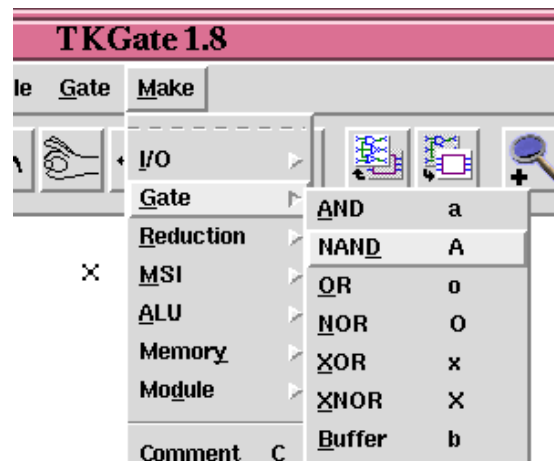
Selecciona el tipo de puerta abriendo el menú Make. Los elementos circuitales están organizados en cinco tipos básicos:

- Switch.



- Gate.
- Reduction.
- MLSI/LSI.
- Module.

Tras seleccionar la opción de menú



apropiada o teclear el acceso directo, el elemento circuital será creado y mostrado en negrita para indicar que está seleccionado.

### Crear una puerta empleando el menú desplegable.

Para ello pulsamos el botón derecho donde queremos colocar la puerta. Aparecerá un menú desplegable. Seleccionamos make y el resto es igual que en el anterior caso.

### Crear una puerta usando teclas de acceso rápido.

Primero pon una marca igual que en el caso visto con anterioridad. Cuando tecleemos la combinación adecuada de teclas la puerta aparecerá. La mayoría de las puertas tienen un carácter simple que sirve de comando para crearlas.

Por ejemplo, podemos teclear a para crear una puerta AND y A para crear una puerta NAND.

## **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.

## **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/>

- Tclspice: <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/>