

PRÁCTICAS
DE
ELECTÓNICA DIGITAL

TUTORIAL SOBRE EL USO
DEL SOFTWARE PSPICE v9.1

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD en ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

Introducción

El objetivo de esta parte del documento es introducir al alumno en el manejo del simulador de circuitos electrónicos *PSpice* de la empresa *MicroSim*, que en su versión de estudiante, de libre distribución, permite realizar montajes de complejidad suficiente como para cubrir todas las necesidades de la asignatura.

Las limitaciones fundamentales que presenta frente a otras versiones son, principalmente, para cada uno de los programas que forman el entorno completo:

Pspice A/D.- La simulación de circuitos está limitada a 64 nodos, 10 transistores y 65 dispositivos digitales. Las librerías contienen 39 elementos analógicos y 134 digitales. La generación de estímulos está limitada a ondas senoidales (analógico) y señales de reloj (digital).

Schematics.- Se pueden representar un máximo de 50 elementos en cada diseño y siempre en un tamaño máximo A4.

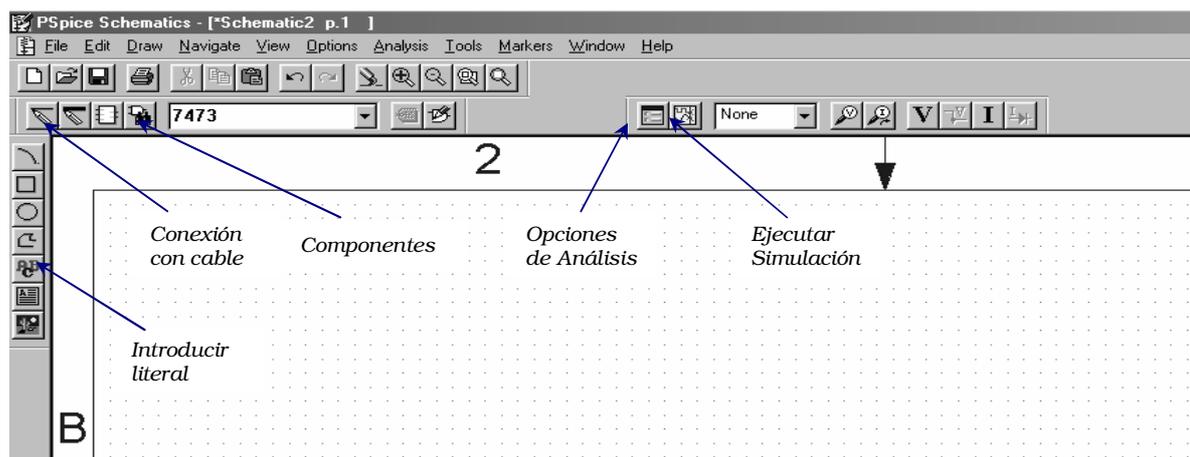
Capture.- Sólo incluye las librerías Pspice. No se puede salvar (aunque sí visualizarlo) un diseño con más de 60 elementos. No se puede salvar una librería que contenga más de 15 elementos.

Requisitos mínimos de hardware.- Intel Pentium 90MHz o equivalente, Windows95, 98 o NT, 16 MB RAM (recomendable 32MB), 90MB de espacio libre en disco, CD_ROM y ratón.

Ejemplo. Contador síncrono.

En este ejemplo se va a trabajar con un flip-flop JK de propósito general. Se trata del chip 7473. También se necesitarán puertas AND, por lo que se usará el chip 7408.

La instalación crea una carpeta llamada *Pspice Student* en la cual se encuentran los programas principales. Cada programa se puede ejecutar por separado, pero se pueden usar todos desde el programa *Schematics*. Haremos doble clic sobre este icono. Aparece la siguiente pantalla que presenta un espacio de trabajo y varios iconos:



En esta pantalla vemos los comandos que nos hacen falta para realizar nuestra simulación. En primer lugar, vemos que hereda bastantes de los iconos de cualquier aplicación Microsoft: abrir archivo, archivo nuevo, guardar, imprimir, etc... pero tiene otros distintos. Para empezar identificamos los iconos (también están disponibles por menú) de colocar componentes (Draw + Get New Part), conexión con cable (Draw + wire) , opciones de análisis (Analysis + setup) , ejecutar simulador (Analysis + simulate).

Empecemos colocando los componentes. Comencemos por los JK. Para ello pulsamos el icono de componentes (Get New Part...). Aparece un cuadro de diálogo con todos los componentes contenidos en las librerías. Pulsando el botón *Advanced* nos permitirá visualizar el símbolo correspondiente.

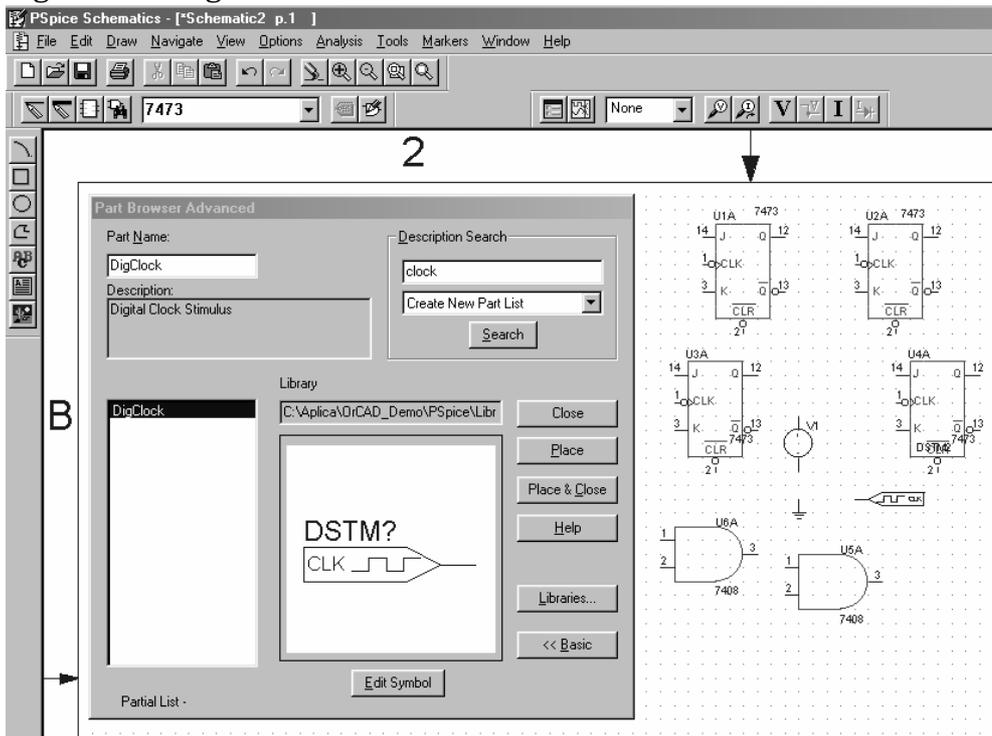
Si conocemos el nombre del componente que queremos introducir (en este caso 7473) lo seleccionamos de la librería y pulsamos el botón *Place*. Esto permite colocar el componente cuantas veces queramos sin cerrar la librería e incluso elegir otro distinto con posterioridad e introducirlo también en nuestro circuito. Una vez pulsado *Place*, si nos desplazamos fuera de la ventana de la librería, el puntero del ratón se convierte en el símbolo del componente. Para colocarlo hacemos clic sobre el espacio de trabajo con el botón izquierdo del ratón tantas veces como componentes iguales queramos introducir. Para finalizar pulsaremos el botón derecho del ratón.

En el caso de no conocer el nombre del componente, se introducirá en el campo *Description Search* el tipo de componente que se busca (JK, nand, or, ...) y se pulsa el botón *Search*. Inmediatamente aparecerá la lista de componentes disponibles. Pulsando sobre cada uno de ellos se podrá visualizar y ver una breve descripción en el campo *Description*.

Cuando colocamos un componente, siempre podemos desplazarlo posteriormente por el espacio de trabajo, incluso cuando lo hemos conectado. Sin embargo, es recomendable situar primero todos los componentes y después empezar con el cableado.

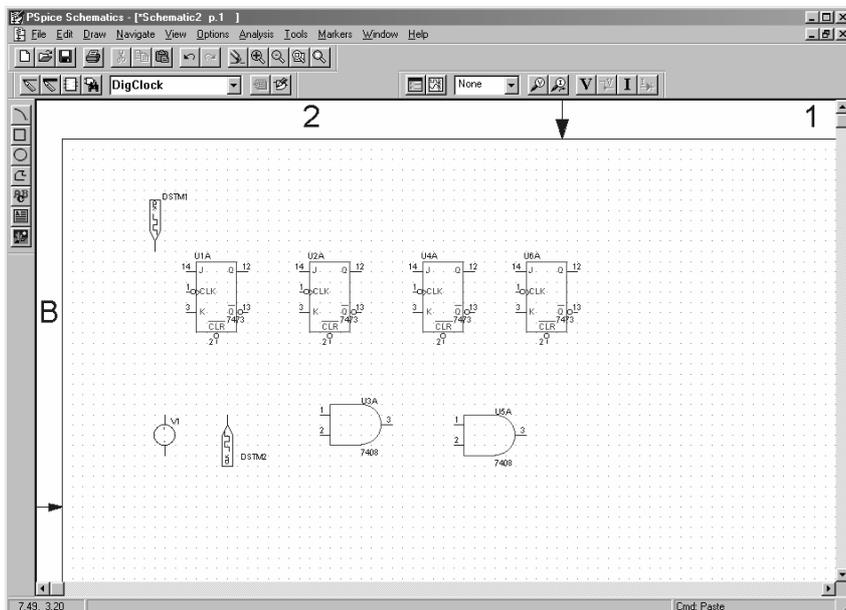
tienen una serie de parámetros introducidos a priori en un modelo. En este apartado, la ayuda del programa nos dice la correspondencia física entre los parámetros de Pspice y los parámetros reales. Para consultar los modelos, basta con editar el archivo eval.lib. Es recomendable hacer una copia de este archivo en otro directorio y editarla allí , ya que cualquier cambio o deterioro de este fichero haría que el simulador dejara de funcionar.

Una vez colocados los componentes, obtenemos algo que se ha de parecer a la siguiente imagen:



Se puede ver cómo se han colocado los flip-flop JK, las puertas AND, una fuente de tensión VSRC, la conexión a tierra y los estímulos digitales DigClock.

El aspecto del circuito ha de ser aproximadamente el siguiente:

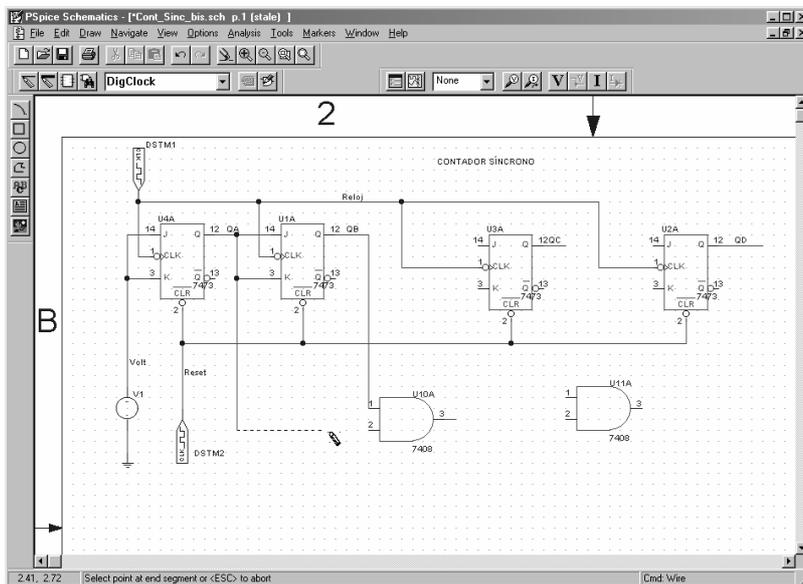


Para girar los componentes, simplemente hacemos clic para marcarlo (aparecerá en rojo) y después ctrl+R o también en el menú *Edit+Rotate*.

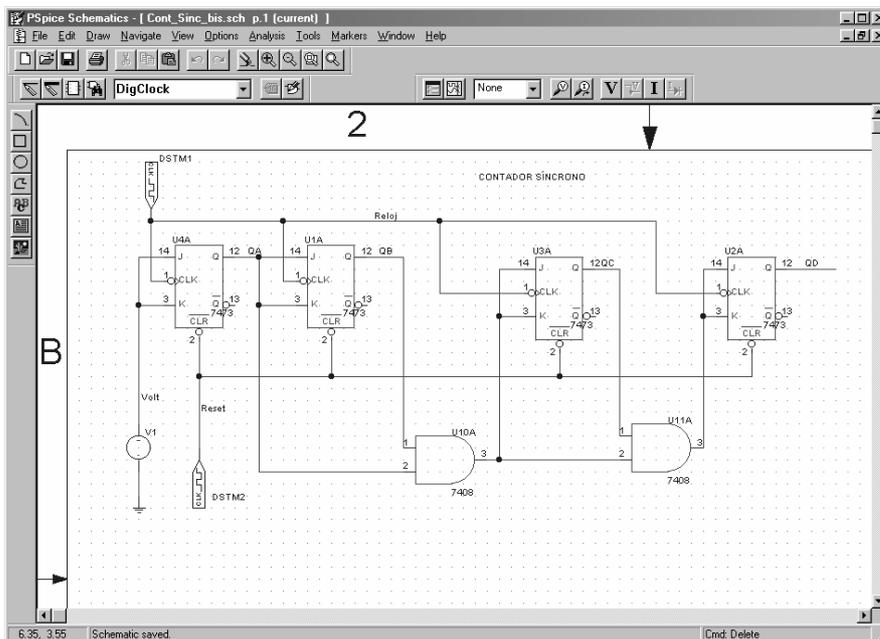
El siguiente paso es interconectarlos, para ello pulsamos ctrl+W o elegimos del menú *Draw+Wire* o bien pulsamos el icono correspondiente:



El icono se convierte en ese momento en un lápiz. Debemos hacer clic en el origen y en el final de la conexión. Los nodos donde hay más de dos conexiones se generan automáticamente:



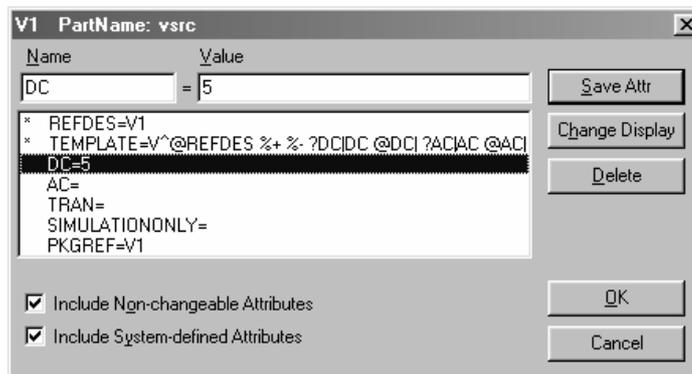
Una vez conectado todo, el aspecto sería aproximadamente como el de la siguiente figura.



Como final, podemos colocar un texto que haga referencia al objetivo del circuito. Para ello pulsamos el icono  o bien *Draw+Text*.

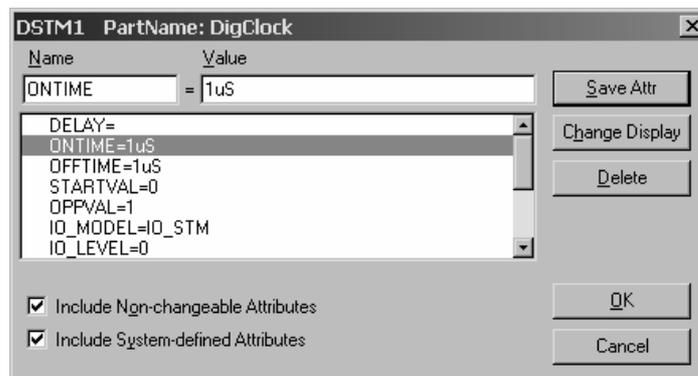
Es importante en este momento caracterizar los puntos importantes del circuito, ya que esto nos permite identificar corrientes y tensiones a la hora del análisis. Como se ve en la anterior figura, las fuentes tienen un nombre que tiene que ver con la función que realizan. Asimismo, aparecen los nombres QA, QB, QC y QD, asociados a los nodos correspondientes. Para dar estos nombres se hace doble clic sobre el trozo de línea de circuito y aparece un cuadro de diálogo donde poner el nombre. Más tarde, si queremos ver el bit QA, Pspice le asociará el alias QA, en vez de \$_N0001 o similar que le asociaría por defecto, cuyo significado para nosotros es, a priori, desconocido.

Una vez puestos todos los nombres, es el momento de asignar valores a las fuentes. Se empezará por la fuente de continua. Para editar los parámetros de cualquier componente pincharemos dos veces sobre él. Debemos asignar un valor DC fijo distinto de cero. En nuestro caso será 5V que es el uno lógico. Para ello hacemos doble clic sobre la fuente y aparece:



En cuanto al resto de parámetros, por ahora, dejaremos el valor por defecto. Una vez introducido el valor DC=5, pulsaremos el botón SaveAttr y luego OK.

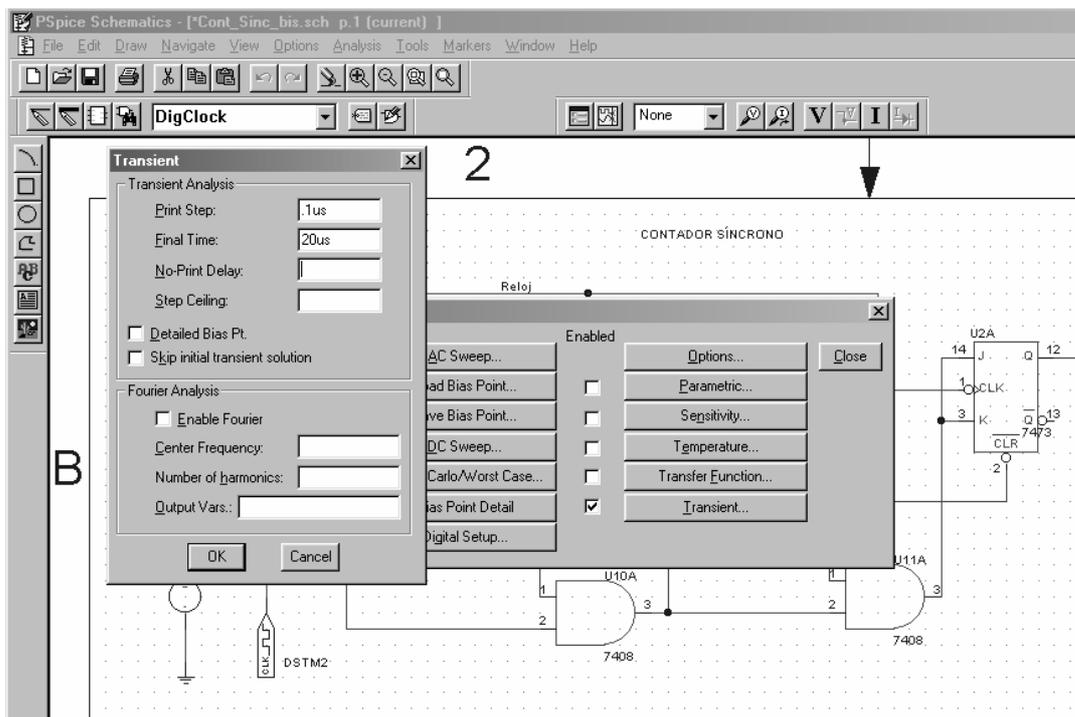
A continuación daremos valores a la fuente digital (reloj), conectada al sincronismo del JK:



Los parámetros importantes son el tiempo en “on” (5V), y el tiempo en “off” (0V). Podemos dejar los valores por defecto: 1 microsegundos con nivel lógico 1 y 1 microsegundos 0.

La fuente digital que actuará como señal de reset, sin embargo, tendrá que activarse a nivel bajo al principio y pasar posteriormente a nivel alto durante todo el tiempo que deseemos que el contador funcione, por lo tanto sus valores de configuración podrían ser, por ejemplo: ONTIME = 20S y OFFTIME = 0.2uS. Empezando en valor lógico 0 (STARTVAL = 0).

En este ejemplo vamos a utilizar el análisis *Transient*, es decir, la evaluación de la evolución del circuito en el tiempo. Para ello, nos iremos al icono de opciones de análisis, o bien *Analysis+Setup*. Aparece una ventana con todos los tipos posibles de análisis que puede realizar el programa. Elegiremos *Transient*. El tiempo de análisis ha de calcularse para que veamos todos los estados por los que pasa el contador; la pantalla muestra lo siguiente:

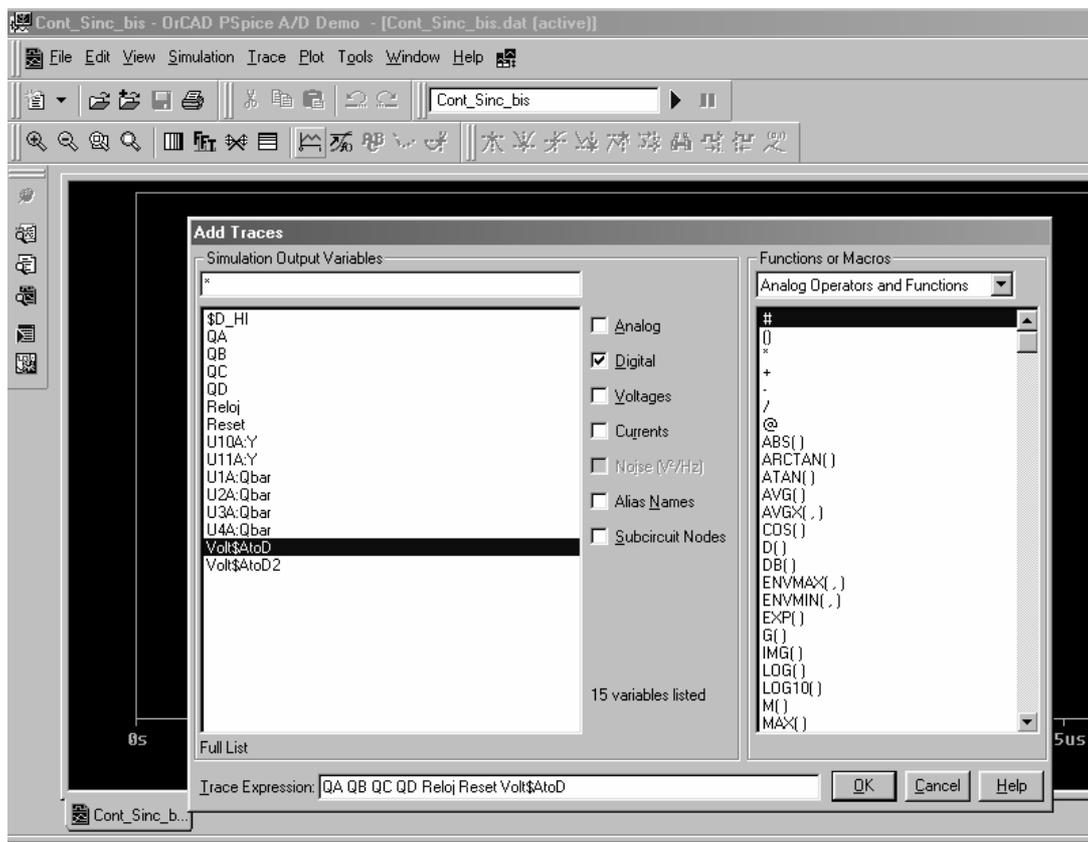


Fijaremos por tanto, *print step* (intervalo de muestreo, es decir, con qué frecuencia calcularemos los valores de las señales) por ejemplo, a $1\mu\text{s}$ (us para Pspice) y *final time* (valor final del tiempo de análisis) a $20\mu\text{s}$. Cuanto menor sea el intervalo de muestreo (print sep) más cálculos se harán y más tiempo se tardará en simular el comportamiento del circuito. El final time debe tomar un valor tal que nos permita comprobar el comportamiento de las señales de salida, para todos los posibles valores en las entradas.

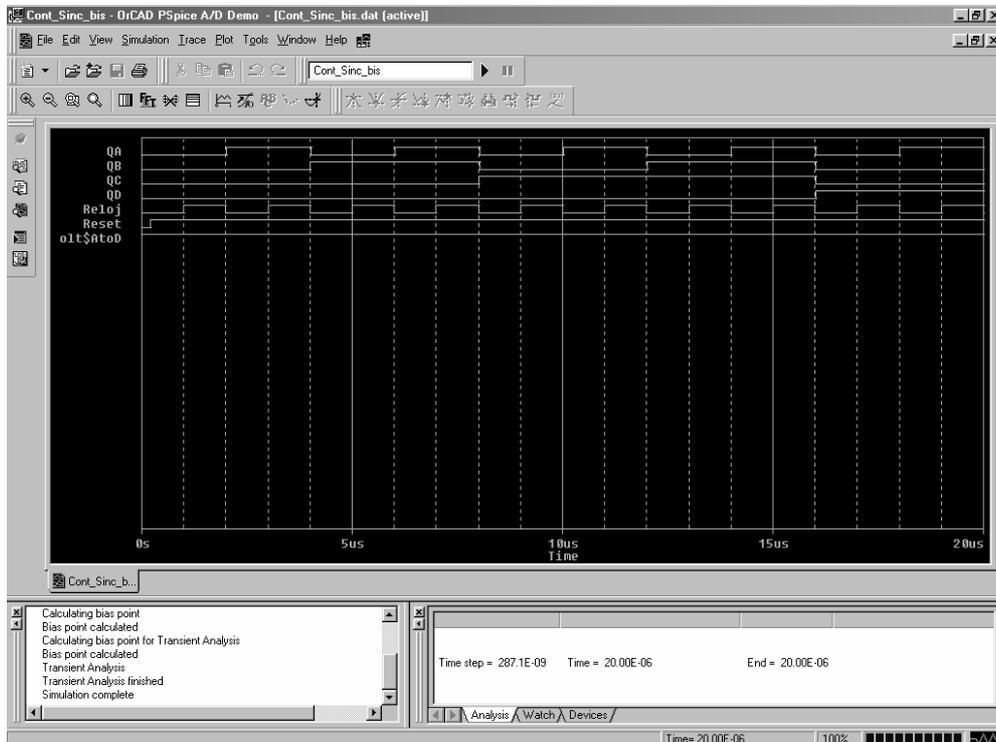
Una vez fijados los parámetros, ya estamos en disposición de realizar el análisis. Para ello, basta con cerrar la ventana de tipos de análisis y pulsar el icono de Ejecutar Simulación o *Analysis+Simulate*. Entonces, arrancará la ventana de Pspice.

Normalmente se generan *warnings* que no suelen tener importancia. Si tenemos algún error, la simulación para y aparece el mensaje “*see output file for details*”. Si esto se produce, iremos entonces a *Analysis+Examine output*. Pero esperemos que no pase con frecuencia. Si todo ha ido bien, se arrancará automáticamente el programa *Probe*, que sirve para visualizar gráficas.

Aparece una aplicación nueva, con nuevos iconos y nuevo espacio de trabajo. En la pantalla se podrá ver una gráfica vacía, que por defecto muestra el tiempo en el eje de abscisas y que sirve para representar el cronograma del circuito. A continuación habrá que elegir qué señales queremos visualizar. Serán QA, QB, QC, QD, las dos señales de reloj (sincronismo y reset) y la entrada del primer JK. Se hará con la opción de menú (Trace + Add Trace...). Aparecerá la siguiente pantalla:



Una vez se han seleccionado las señales que se desea visualizar en el diagrama de tiempos se pulsará el botón OK y aparecerá la siguiente pantalla:



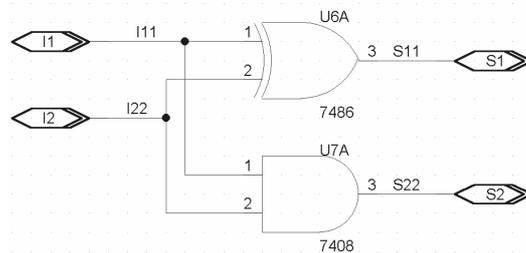
Estas curvas se pueden consultar a través de los cursores. Para ello, una vez seleccionada la curva, activamos los cursores con Trace+Cursor+Display o el icono correspondiente: 

Después, pulsando sobre las curvas, obtenemos la lectura de los estados del contador. Con el ratón pulsado y moviéndonos por el eje del tiempo, aparecen en el eje de ordenadas los distintos estados de la cuenta.

A partir de aquí disponemos ya de un instrumento para comprobar cualquier diseño lógico, tanto combinacional como secuencial. Es muy recomendable que el alumno pruebe a repetir los diseños desarrollados en el aula y que compruebe en la simulación los resultados de los problemas.

PASOS PARA CREAR UN SIMBOLO PERSONALIZADO a partir de un circuito previo.

1. Crear el subcircuito que posteriormente se usará como símbolo. Por ejemplo, un semisumador.
2. En las señales de entrada y salida del circuito se deberán introducir puertos de entrada (IF_IN) y de salida (IF_OUT) respectivamente. Estos puertos se convertirán en patillas del símbolo de nueva creación. Del mismo modo, si se desean introducir patillas de sincronismo o reset ocultos se utilizarán los puertos globales GLOBAL o BUBBLE. Este tipo de puertos es muy útil para conexiones a tierra o a nivel alto de tensión.

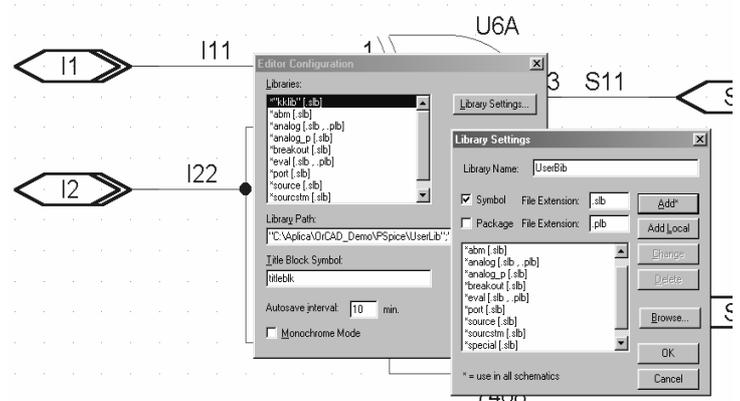


Es necesario dar nombre a todos los puertos del circuito para que el símbolo se cree correctamente y pueda ser utilizado posteriormente. Es conveniente nombrar, también, las líneas de conexión con los puertos.

3. En el menú File se seleccionará Symbolize, para acceder a la ventana de diálogo en la que se le pondrá un nombre al símbolo para poder usarlo como uno más desde el menú Get New Part...
Por ejemplo: SemiSum
4. En la siguiente ventana que aparece se debe seleccionar la librería de usuario en la que se introducirá este símbolo. Si es el primero que creamos, tendremos que crear también una librería de símbolos personalizados.

Por ejemplo: UserBib

Para incluir esta nueva librería en la lista de librerías accesibles, se seleccionará la opción Editor Configuration del menú Options. El botón Library Settings... abre la ventana de diálogo en la que introduciremos el nombre de la librería de nueva creación (UserBib) en el campo Library Name y pulsaremos el botón Add* para que la librería sea de uso



global en todos los esquemas eléctricos que creemos.

A partir de este momento se podrán crear circuitos del tipo:

