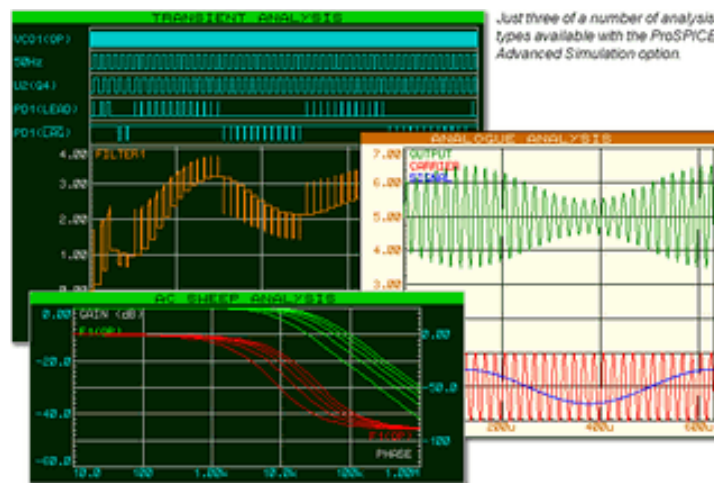


SIMULACION BASICA DE CIRCUITOS EN PROTEUS



SANDRA MILENA ARAGÓN AVILÉS

**IBAGUÉ
2011**

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se tratara todo tipo de herramientas de simulación de circuitos digitales, analógicos y mediciones simples de voltaje y corriente

CONTENIDO

1. GENERALIDADES

1.1 SIMULACION DE CIRCUITOS ANALOGICOS

1.2 SIMULACION DE CIRCUITOS DIGITALES

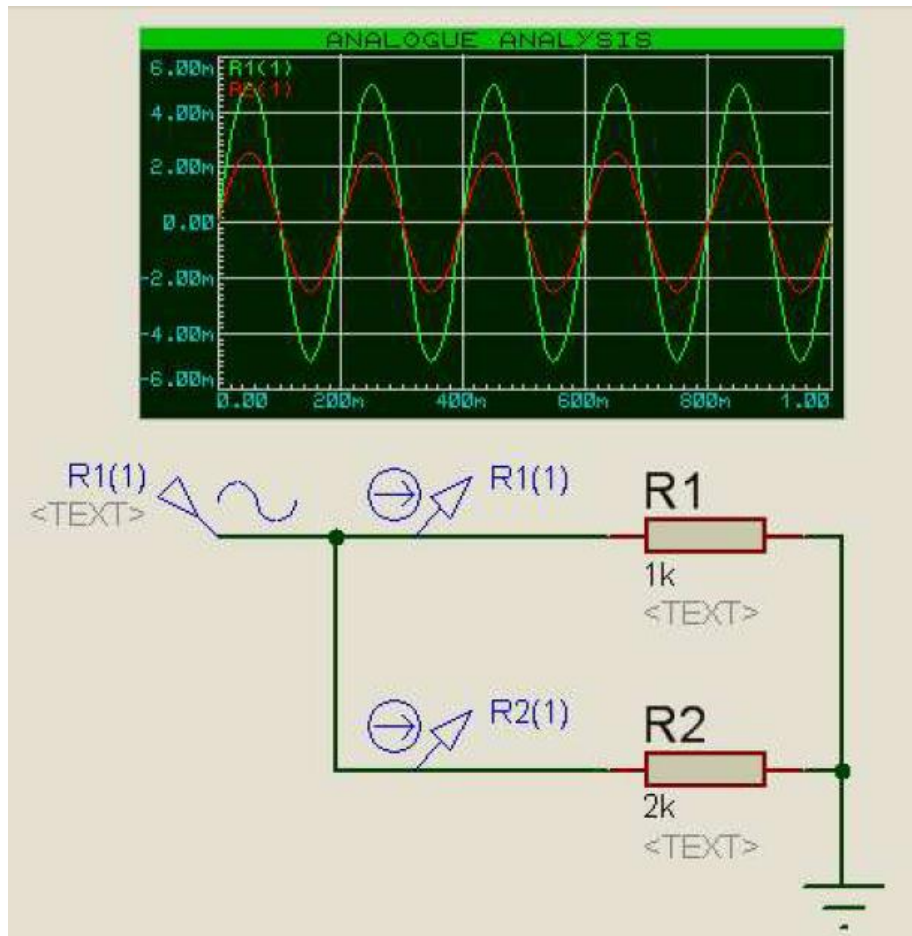
1.3 INSTRUMENTOS VIRTUALES

1. GENERALIDADES

En este capítulo se darán a conocer las principales formas en las que se pueden simular circuitos interactivamente en PROTEUS.

1.1 SIMULACION DE CIRCUITOS ANALOGICOS

Ahora realizaremos un sencillo circuito para ilustrar el uso de generadores, sondas de prueba y gráficas analógicas.






Se irá desarrollando por partes el desarrollo de esta simulación y la creación del esquemático, recordando lo aprendido en el capítulo 2 de estos tutoriales:


El primer paso es montar el circuito. Las resistencias podemos encontrarlas en la librería RESISTOR, bajo el nombre de MINRES1k y MINRES2k respectivamente, accediendo a estas mediante la tecla P del teclado. El generador lo obtendremos de la herramienta generadores como hemos visto anteriormente (como propiedades le pondremos una amplitud de 5v y una frecuencia de 5Hz) y la tierra sale de la herramienta conectores




, bajo el nombre de GROUND.

El siguiente elemento a agregar son los símbolos que encontramos antes de las resistencias. Son las puntas de prueba de corriente. PROTEUS dispone de puntas de prueba de tensión (voltaje)  y de intensidad (corriente) . Cada punta tiene su botón

correspondiente en el panel de herramientas lateral:  y para colocarlas solo tenemos que pulsar el botón correspondiente y pinchar sobre el cable donde queramos ubicarlas, e instantáneamente tomarán el nombre del componente al que se hayan conectado. Una vez conectadas las dos puntas de intensidad de la figura podemos proceder a simular el

circuito mediante el botón  y comprobaremos como las puntas van adquiriendo unos valores (recordemos que la onda es sinusoidal por tanto no tendrá unos valores fijos).

El siguiente paso es añadir la gráfica, para ello seleccionamos la herramienta gráfica , y señalamos el tipo de gráfica ANALOGUE (que es el tipo de gráfica que nos servirá para analizar todas nuestras señales analógicas), y la ubicamos en el espacio de trabajo haciendo click en él y arrastrando el ratón hasta un tamaño que consideremos apropiado.

Con esto ya tenemos gráfica, aunque ahora esté vacía. Lo primero que haremos será editar sus propiedades (seleccionar con click derecho, propiedades con click izquierdo) y veremos que podemos cambiar su título, su instante de inicio y su instante final.

Cambiaremos el título de la gráfica a aquel que queramos y le pondremos como instante final 0.20 ms para ver tan sólo un ciclo completo de la onda sinusoidal.



Una vez establecidas las propiedades de la gráfica sólo nos queda arrastrar ambas puntas hacia el espacio de la gráfica y veremos cómo en su esquina superior izquierda aparecen los nombres R1 y R2, lo cual significa que ya han sido incluidos en la gráfica.

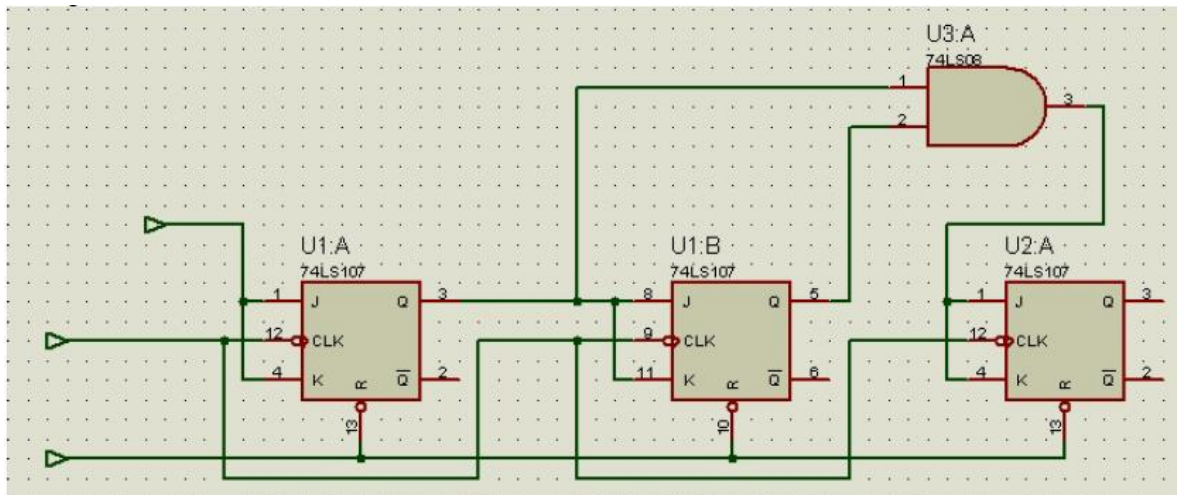
Para generar los valores de la gráfica pulsamos la tecla *ESPACIO* y al instante aparecerán los valores en la gráfica. Haciendo click en el título de la gráfica ésta se abrirá en una ventana nueva.

Una vez en la gráfica podemos actuar sobre los trazos como si de componentes se tratara. Podemos seleccionarlos, deseleccionarlos e incluso editar sus propiedades o eliminarlos.

1.2 SIMULACION DE CIRCUITOS DIGITALES

Teniendo en cuenta lo ya aprendido en el capítulo 2 del manual de simulación de circuitos en PROTEUS, tomaremos un esquema de un circuito y lo insertaremos en una hoja de diseño.

El circuito a insertar será el siguiente:



Después de insertar cada elemento en el área de trabajo y de realizar las debidas conexiones entre los dispositivos procederemos a realizar las simulaciones.

El simulador VSM es el encargado de realizar la simulación digital del circuito. Este programa puede llevar a cabo dos tipos de simulaciones: **Simulación Interactiva** (*Interactive Simulation*) y **Simulación Basada en Gráficos** (*Graph Based Simulation*).

A continuación describiremos brevemente las principales características de cada tipo de simulación que vamos a utilizar en nuestros circuitos digitales:

- La **simulación interactiva** permite visualizar el circuito en tiempo real tal y como lo haríamos en un banco de pruebas digital. Por tanto, se puede incluir en el esquema conmutadores de entrada, displays, LEDs y, en general, dispositivos que nos permitan variar las entradas y visualizar la salida de un modo interactivo. Mientras se está realizando la simulación, podemos cambiar el estado de las entradas y ver, en tiempo real, cómo eso afecta a las salidas.


- Si queremos estudiar de un modo más preciso el funcionamiento del circuito utilizaremos **la simulación basada en gráficos**. En el caso de los circuitos digitales, el programa tiene una opción específica de **gráfico digital** que permite obtener los cronogramas de entradas, salidas y nodos intermedios del circuito. Es muy útil para detectar errores en el diseño. Nos permite, además, obtener los retrasos de propagación de los circuitos digitales y así estimar su frecuencia máxima de funcionamiento.

Utilizaremos normalmente este tipo de simulación por ser más completa que la anterior aunque presenta como desventaja el no ser interactiva y tener que definir previamente la variación de las señales de entrada del circuito.

Para comprobar el funcionamiento del circuito en cualquiera de los dos tipos de simulación es necesario generar las señales de entrada. Además, en el basado en gráficos hay que definir los nodos que se desean visualizar, ya sean las salidas del circuito o bien nodos intermedios.

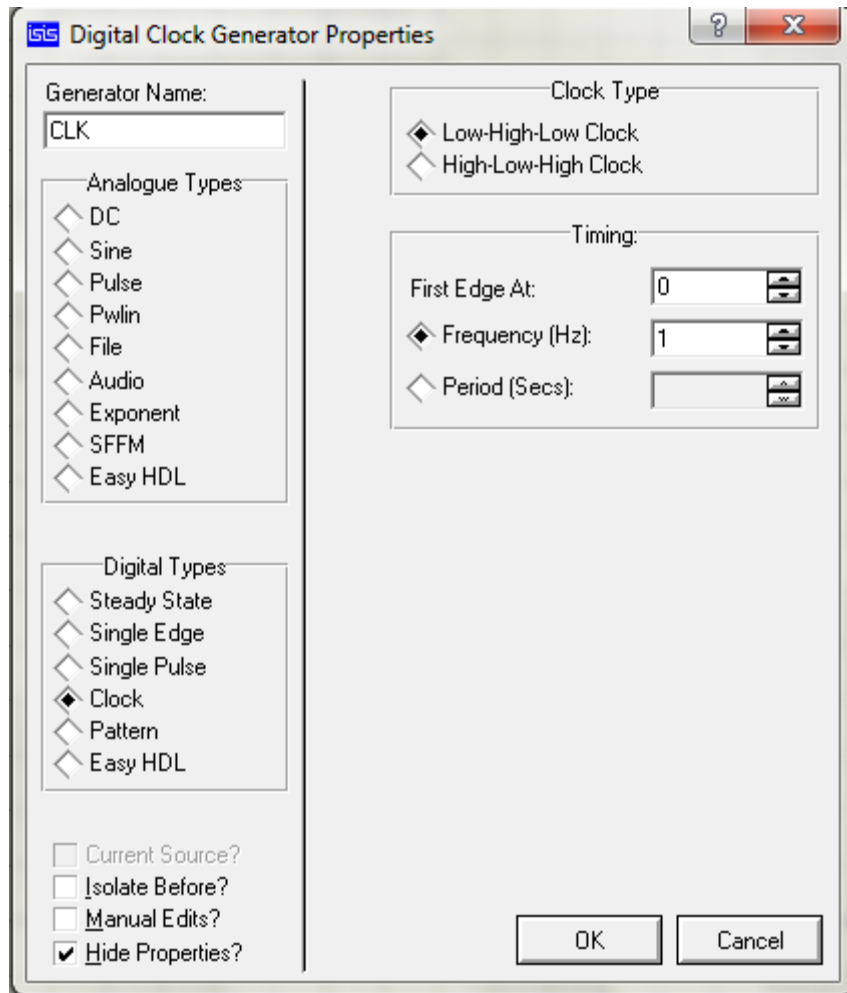
En el diseño del contador binario nos centraremos en la **simulación basada en gráficos**. En la simulación basada en gráficos, comenzaremos indicando cómo definir las señales de entrada, a continuación las señales que queremos visualizar y acabaremos comentando como manejar las principales características de los gráficos.

Se usarán los generadores de señal digitales para introducir las entradas en el circuito.

Para incluirlos en el diseño basta con dar click en el botón **Generadores (Generators)**  del selector de objetos. Aparecerán todos los generadores disponibles en PROTEUS.

Para colocarlos sobre el esquema, se procede del mismo modo que con cualquier otro objeto. Se selecciona el tipo de generador que se desea cliqueando con el ratón, y a continuación se vuelve a dar click de nuevo sobre el lugar concreto del diseño donde se quiera colocar. Si se desea conectar directamente en un nodo con una referencia, el generador toma automáticamente ese mismo nombre, que puede ser posteriormente modificado al editarlo.

Para editarlo, se procede como siempre: se selecciona con el botón derecho del ratón y a continuación se pulsa el izquierdo. Aparecerá el cuadro de la siguiente imagen, donde podremos cambiar su nombre, sus propiedades e incluso su tipo.



En las simulaciones digitales sólo utilizaremos los últimos generadores de la lista que aparecen en el selector de objetos, que son: **DSTATE**, **DEDGE**, **DPULSE**, **DCLOCK** y **DPATTERN**. A continuación describiremos brevemente cada uno de ellos:

- **DSTATE** – *Steady State* – Se trata de una señal continua que no cambia con el tiempo. El programa permite elegir entre 9 opciones diferentes. En nuestro caso sólo nos interesarán el nivel de 0 lógico (*Strong Low* o *Power Rail Low*) y el de 1 lógico (*Strong High* o *Power Rail High*).
- **DEDGE** – *Single Edge* (flanco único) – Define una transición única (flanco) del nivel bajo al alto o del alto al bajo.
- **DPULSE** – *Single Pulse* (pulso único) – Define un par de transiciones de direcciones opuestas que juntas forman un pulso positivo o negativo. Se puede especificar los tiempos de cada flanco (inicial *Start time* y final *Stop time*) o bien el tiempo de inicio y la duración del pulso.
- **DCLOCK** – *Clock* – Se trata de una señal periódica que varía entre los niveles lógicos 0 y 1 con un ciclo de trabajo del 50% (la mitad del período en 1 y la otra mitad en 0).

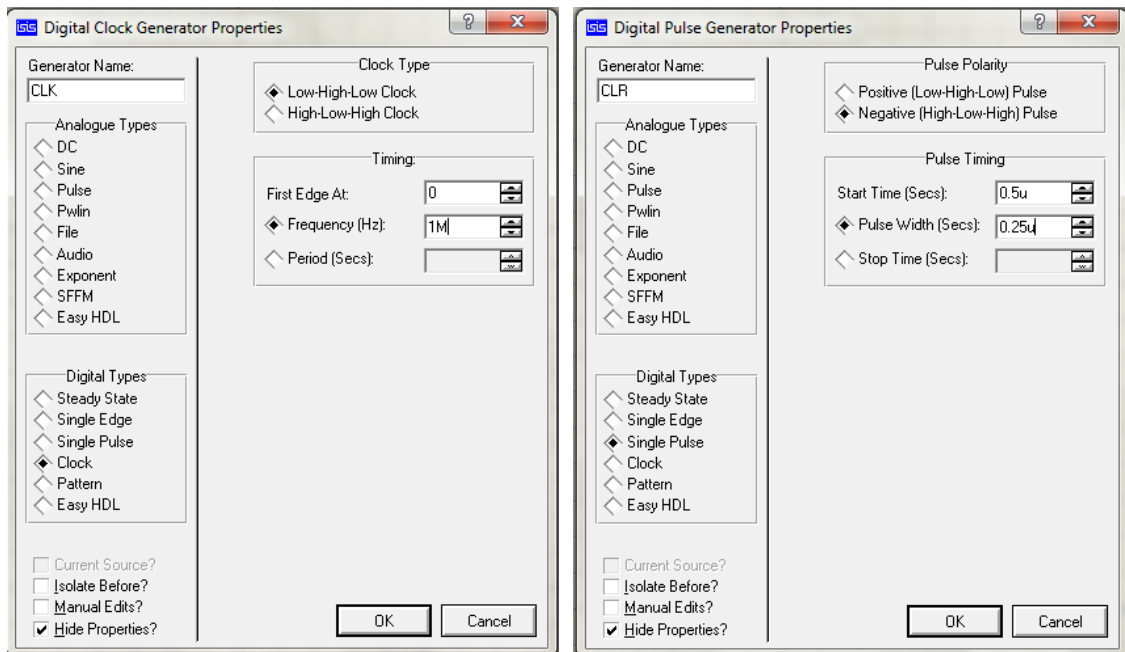
Se puede especificar el valor inicial y el tiempo en el que se produce la primera transición, así como el período o, si se prefiere, la frecuencia.

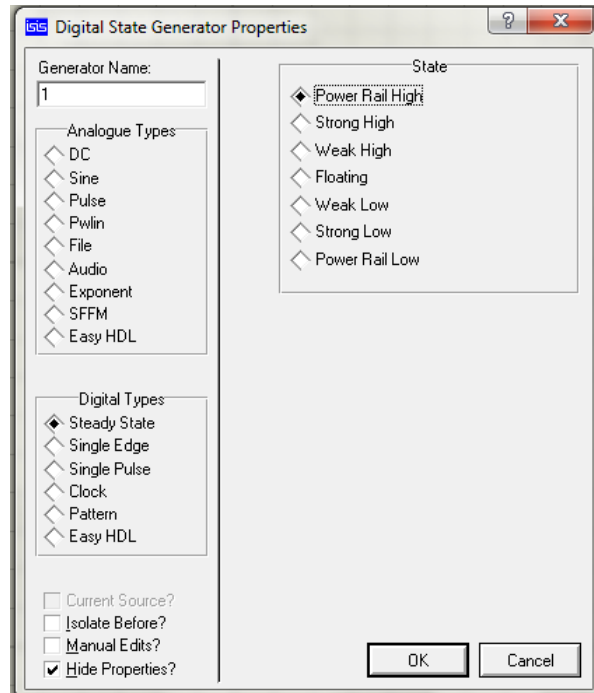
- **DPATTERN** – *Pattern* – Es el más versátil de todos. Permite definir una secuencia aleatoria de valores de la señal de entrada. En el cuadro de propiedades se puede escoger su estado inicial, el tiempo en que aparece el primer flanco y la forma de onda concreta que se requiera.

No hay que olvidar que en las simulaciones digitales que realizaremos todas las entradas deben estar DEFINIDAS o bien al nivel lógico 0 (GND) o bien al 1 (VCC).

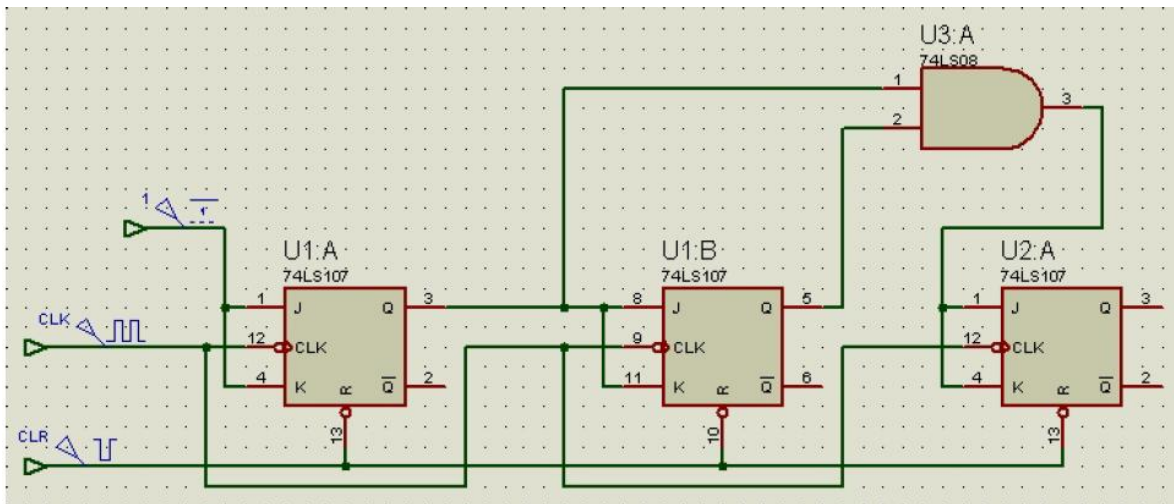
Cualquier entrada que se deje sin conectar se considerará flotante y puede dar problemas de funcionamiento.

En nuestro diseño, colocaremos tres entradas. La primera de ellas será la señal de reloj que llamaremos **CLK** y que se generará con la opción *DCLOCK* con una frecuencia de 1 MHz (escribir 1M). La segunda una señal de reset directo que nos servirá para inicializar el circuito a 0 y que llamaremos **CLR**. Para ello utilizaremos la señal DPULSE con polaridad negativa (ya el reset directo de los flip-flops del integrado 74LS107 es activo en baja), con un tiempo inicial de 0.5 microsegundos (escribir 0.5u) y una duración de 0.25 microsegundos (escribir 0.25u en *pulse width*). Por último, la tercera entrada se conectará a las entradas J y K del flip-flop U1:A. Esta entrada debe estar permanentemente conectada a 1 lógico, por lo que usaremos DSTATE con *Strong High* o *Power Rail High*, y la llamaremos “1”.





El circuito final con las entradas definidas aparece en la siguiente figura:



Por último indicar que no es necesario en la simulación digital alimentar los integrados. El programa entiende que todos los circuitos digitales están convenientemente conectados a la fuente de alimentación y tierra.

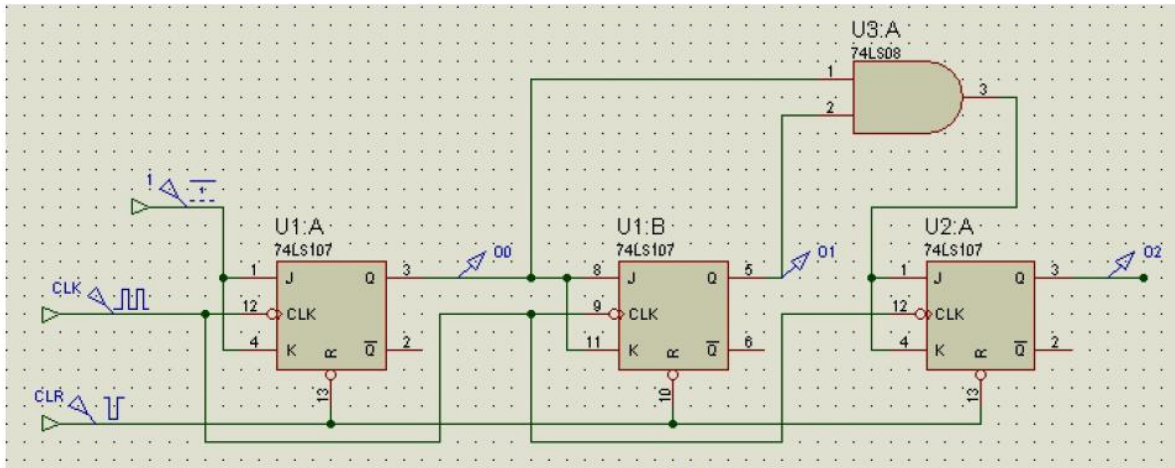
En las simulaciones digitales sólo se pueden utilizar las puntas de prueba de tensión o de voltaje. Éstas se situarán dando click en el botón del selector de objetos




y a continuación sobre los nodos que se desean visualizar. En nuestro caso nos interesa visualizar, además de las entradas, las salidas de los flip-flops que nos indicarán el estado en el que se encuentra el contador. Hay que tener cuidado de dar click sobre los cables y no sobre los pines de los circuitos. Las puntas adquieren el nombre del

dispositivo más cercano y entre paréntesis el nodo al que está conectado. Para editarlas y cambiar su nombre se siguen las reglas del resto de los objetos. Las renombraremos con los nombres O0, O1 y O2 para las salidas de los flip-flops U1:A, U1:B y U2:A, respectivamente.

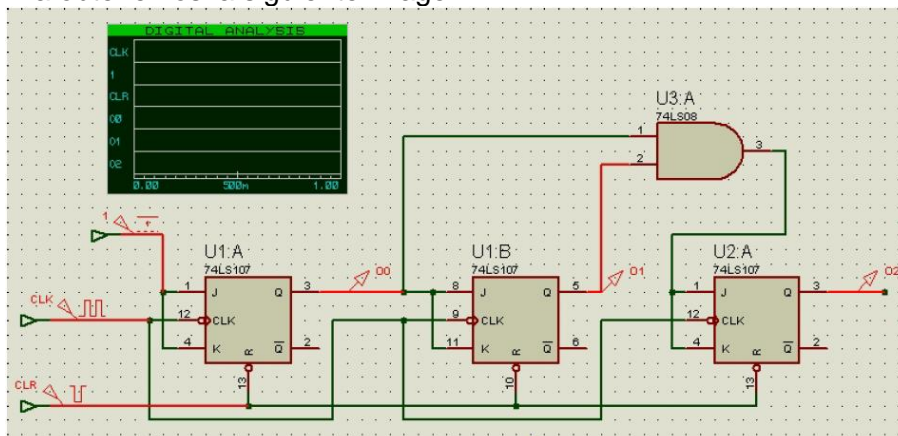
El circuito contador presentará el siguiente aspecto:



A continuación se procede a insertar un grafico digital en el circuito, dando click con el botón izquierdo del ratón en el icono gráficos de simulación  (*Simulation Graph*). En el selector de objetos aparecerán los distintos tipos de gráficos de que dispone el programa. Escogeremos el gráfico digital (**DIGITAL**) que consiste en cronogramas (señales de tensión en función del tiempo). Por último, pulsando el botón izquierdo y manteniéndolo presionado se dibuja un rectángulo del tamaño apropiado en el esquema del circuito.

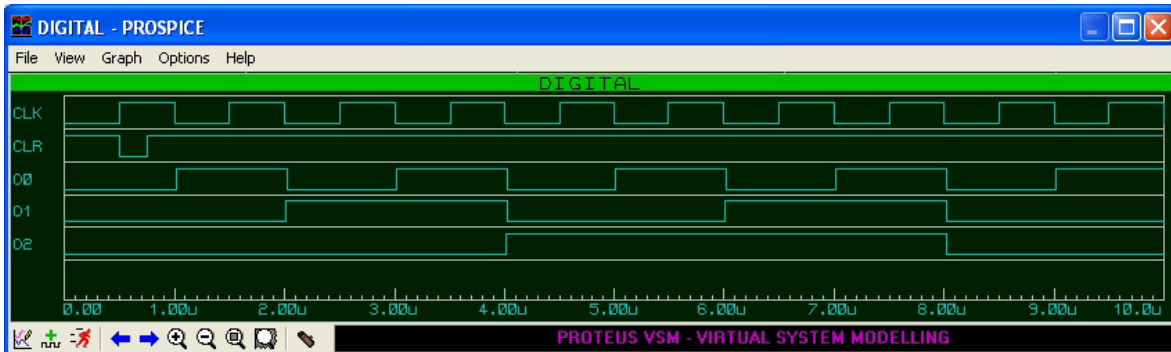
Una vez añadido el grafico digital añadiremos las puntas de prueba de la siguiente manera: Seleccionaremos uno a uno cada punta y la arrastraremos manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón para finalmente soltarlos sobre el gráfico. ISIS entiende que se está intentando colocar una punta sobre el gráfico, de modo que lo deja en su posición original y añade un cronograma al gráfico con el mismo nombre que la punta. Éste aparecerá en la parte izquierda del gráfico. La siguiente punta se colocará debajo de las que ya están insertadas.

De esta forma obtenemos la siguiente imagen:

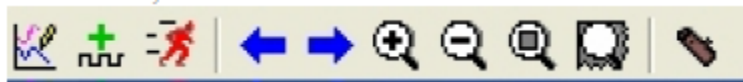


Para simular el circuito, todo lo que se necesita es ejecutar el comando **Simular** (*Simulate*), bien seleccionándolo del menú **Gráfico** (*Graph*) o pulsando la **barra espaciadora**. De este modo, el gráfico que se encuentre seleccionado se actualizará con los resultados de la simulación. La simulación se puede paralizar mientras se está ejecutando simplemente pulsando la tecla ESC.

Para ver los detalles de la grafica de simulación debemos maximizar la ventana, dando click con el botón izquierdo del ratón sobre la barra de título del gráfico. Obteniendo una imagen como la siguiente:



Para poder visualizar los retrasos en la grafica e incluso medirlos, utilizaremos las herramientas de la barra inferior izquierda del gráfico, que pasaremos a describir a continuación:



Editar el cuadro de dialogo (*Edit graph*). Pulsando este botón se ejecuta el cuadro de diálogo que permite definir los tiempos de simulación y título del gráfico. Al pulsarlo, se puede cambiar el tiempo final de la simulación. A continuación el programa nos preguntará si queremos simular de nuevo el cronograma y si contestamos que sí, el gráfico se actualizará y acabará en el nuevo tiempo final. Para deshacer el cambio basta con pulsar el botón deshacer del menú principal de ISIS.



Añadir Señal (*Add Transient Trace*). Abre el cuadro de diálogo de añadir cronograma explicado anteriormente.



Simular (*Simulate*). Vuelve a ejecutar la simulación manteniendo el gráfico actual.



Ampliar y Reducir (*Zoom in - Zoom out*). Al pulsarlos se ejecuta una ampliación/reducción de la parte central del gráfico.



Ver simulación entera desde tiempo inicial al final.



Ver una sección de la simulación. Dando click a este botón, el cursor del ratón cambia, y si a continuación manteniendo pulsado el botón derecho arrastramos el ratón definiendo un rectángulo sobre el gráfico, al soltarlo aparecerá este rectángulo ampliado.



Las flechas nos permiten “navegar” por el gráfico, yendo hacia tiempos anteriores o posteriores de la simulación sin cambiar la escala.



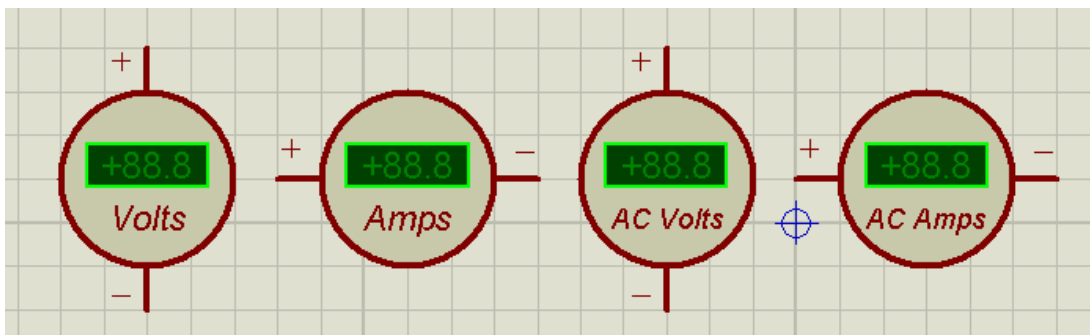
Por último este botón hace que aparezca el listado (*log*) de la simulación. En caso de error, este listado aparecerá directamente para poder inspeccionarlo y así solucionar los errores en el esquema.

1.4 INSTRUMENTOS VIRTUALES

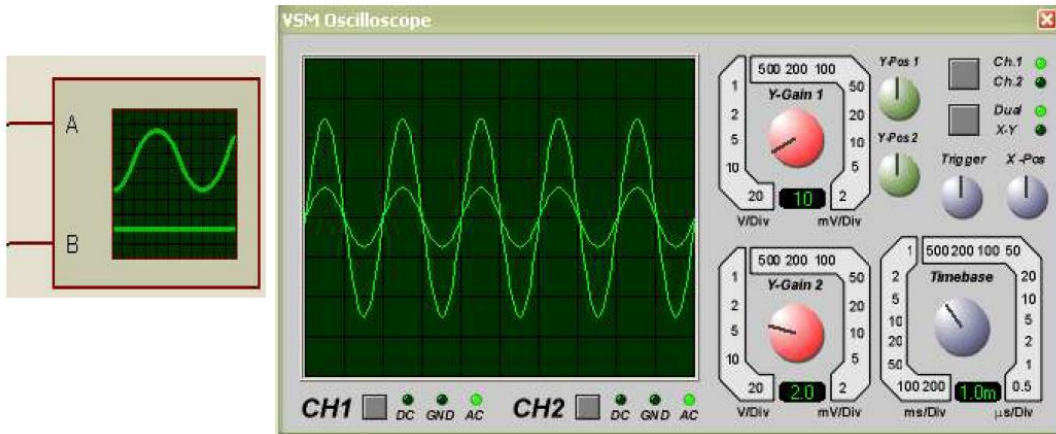
PROTEUS pone a nuestra disposición una serie de elementos de medida y señal virtuales enormemente útiles a la hora de simular nuestros circuitos. Estos se encuentran en la herramienta *instrumentos virtuales* de la barra de herramientas. Una vez la seleccionamos podemos ver la lista de instrumentos virtuales que hay a nuestra disposición.

A continuación se incluye una breve explicación de los más relevantes:

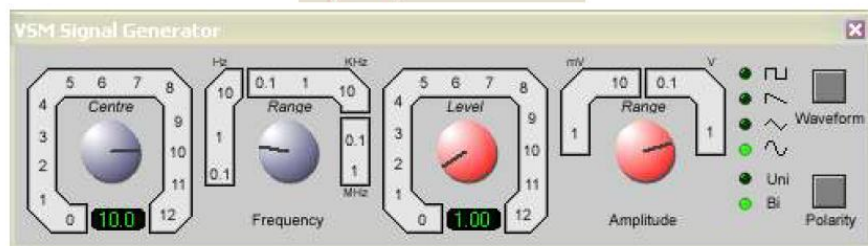
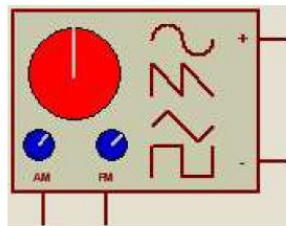
- Voltímetros y amperímetros: Se incluyen en primer lugar por ser los más simples. Existen en PROTEUS 2 voltímetros y 2 amperímetros, de corriente continua y alterna respectivamente. Si editamos sus propiedades podemos especificar la unidad de salidas, esto es, si queremos la salida en voltios (o amperios según el instrumento) o alguno de sus submúltiplos.



- Osciloscopio: PROTEUS dispone de un osciloscopio de 2 canales que nos permitirá medir señales de cualquier tipo. Para su utilización tan sólo tenemos que conectar una de sus entradas a la parte del circuito que queramos medir e iniciar la simulación. La ventana del osciloscopio aparecerá automáticamente en pantalla, momento en el cual sólo tenemos que actuar sobre los mandos como haríamos con un osciloscopio real hasta obtener la forma de onda deseada.



- **Generador de señal:** Es un generador de baja frecuencia, para su utilización lo añadiremos al circuito y conectaremos el pin + a la parte del circuito en la cual queramos inyectar la señal. Después iniciaremos una simulación. La ventana del generador de señal se nos abrirá automáticamente, permitiéndonos en ella cambiar el tipo de forma de onda que queremos inyectar al circuito, su frecuencia y su amplitud.



- **Terminal virtual:** Se usa para simular un puerto RS232 mediante el cual podemos producir una entrada o salida a un micro que haya en nuestro diseño. La interacción se produce mediante el teclado. En las propiedades de este terminal virtual podemos cambiar la velocidad de la conexión en baudios y otras especificaciones de la conexión.

