

# **Formulando Modelos de Sistemas Simples**

**usando**

## **VENSIM PLE32**

**Versión 4.1**

**Profesor Nelson Repenning  
Grupo De Dinámica Sistemas  
MIT Sloan School of Management  
Cambridge, MA 02142,**

Editado por Laura Black, Farzana S. Mohamed y estudiantes del Proyecto de Dinámica de Sistemas en Educación. Abril de 1998.

Traducido por Jorge Rojas. Revisado por Michael McCurley  
The Millenium Cybernetics Society  
Marzo de 2000, San José Costa Rica

L. Gustavo Sala Espiell. Gonnet. Buenos Aires. Argentina. Julio de 2000

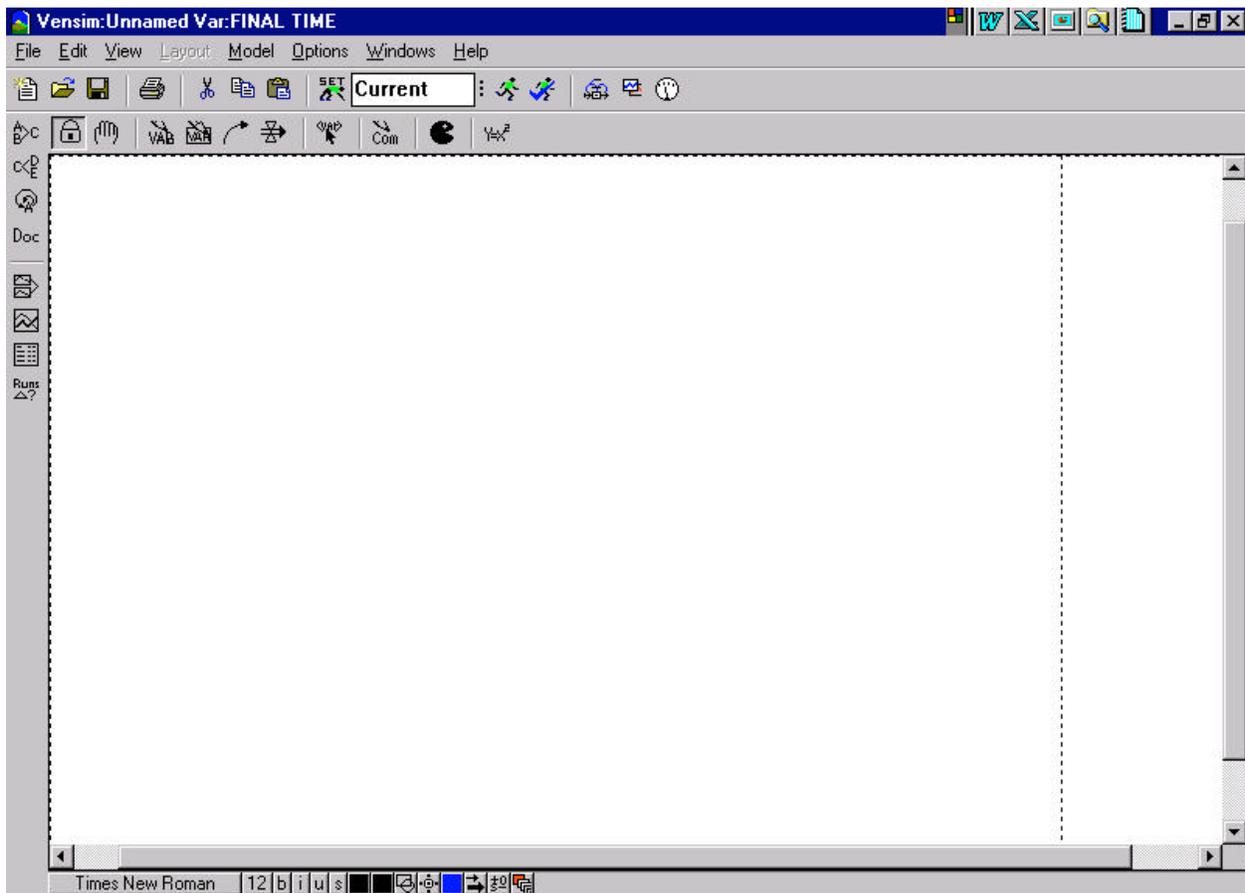
Derechos de autor © 1998 de la edición original en inglés y de la traducción © 2000 by the  
Massachusetts Institute of Technology

Permitida la distribución con propósitos educativos, sin fines de lucro

## I. Introducción y empezando a trabajar

El propósito de esta guía es ayudarle a desarrollar cierta familiaridad en la construcción y análisis de modelos de sistemas dinámicos, usando el Vensim PLE32 software. Para familiarizarse con Vensim PLE, usted va a construir un modelo simple del déficit federal

Esta traducción fue realizada con la versión para PC, que puede ser descargada de la web para fines didácticos. Algunas de las pantallas pueden ser diferentes, dependiendo de la versión que esté usando. Cuando abra por primera vez Vensim PLE en su computadora, la pantalla debería ser similar a la siguiente:



Para empezar a trabajar en un nuevo modelo, en el menú de **File** (Archivo) seleccione **New Model** (Nuevo Modelo). Vensim PLE mostrará el cuadro de diálogo siguiente:

**Model Settings - use Info/Sketch to set initial causes**

Time Bounds | Info/Sketch | Units Equiv

Time Bounds for Model

INITIAL TIME = 0

FINAL TIME = 100

TIME STEP = 1

Save results every TIME STEP

or use SAVEPER =

Units for Time Month

NOTE: To change later use Model>Settings or edit the equations for the above parameters.

OK Cancel

Para empezar su trabajo, debe escoger el horizonte de tiempo de su modelo (cuándo su simulación empezará y terminará), el intervalo de tiempo apropiado (con qué exactitud desea simular su modelo) y las unidades de tiempo. Empiece su modelo de déficit en 1988 (escriba 1988 en el cuadro de **INITIAL TIME**, tiempo inicial, y lleve a cabo la simulación hasta el año 2010). Seleccione un delta de tiempo en **TIME STEP** de 0.25 años. Finalmente, cambie las unidades en **UNITS OF TIME** de mes a año (**Month** a **Year**). Su cuadro de diálogo mostrará lo siguiente:

**Model Settings - use Info/Sketch to set initial causes**

Time Bounds | Info/Sketch | Units Equiv

Time Bounds for Model

INITIAL TIME = 1988

FINAL TIME = 2010

TIME STEP = 0.25

Save results every TIME STEP

or use SAVEPER =

Units for Time Year

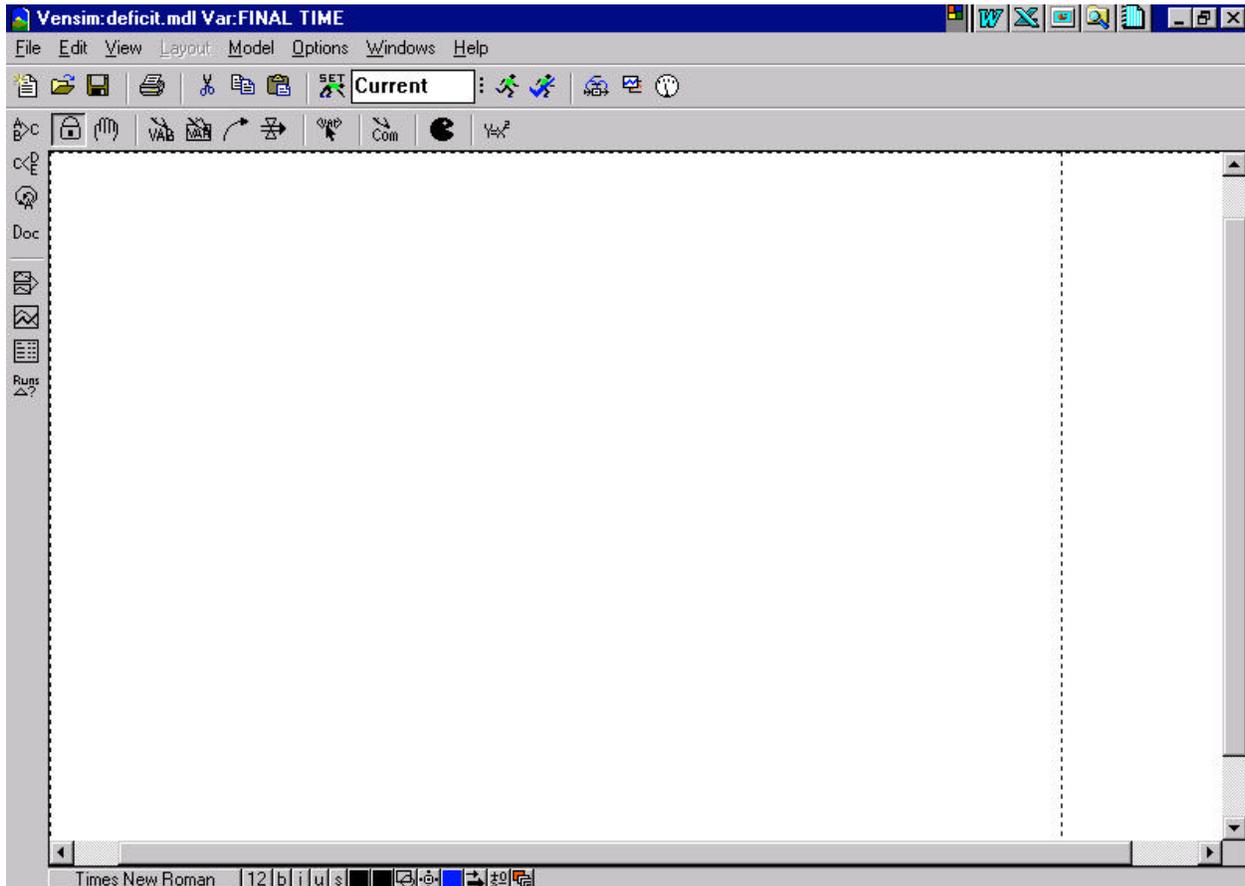
NOTE: To change later use Model>Settings or edit the equations for the above parameters.

OK Cancel

Haga clic en **OK** o apriete Enter. Para darle un nombre a su modelo, escoja **Save As...** (Guardar como...) del menú de **File** (Archivo); entre el nombre deseado en el campo del texto y haga clic en OK. (Vensim PLE le dará la extensión **.mdl** automáticamente. Si está trabajando con una

versión diferente de Vensim y ve la opción *Show all of type (Muestra todos los del tipo)* a la derecha del cuadro de diálogo, asegúrese que la extensión **.mdl Fmt Modelos** se haya seleccionado. Esto le permite a Vensim PLE salvar al modelo en un formato que puede usarse en Macintosh y en las computadoras IBM-compatibles.)<sup>2</sup>

Su pantalla debe parecerse ahora a la siguiente:



Usted está listo para empezar la construcción de su modelo.

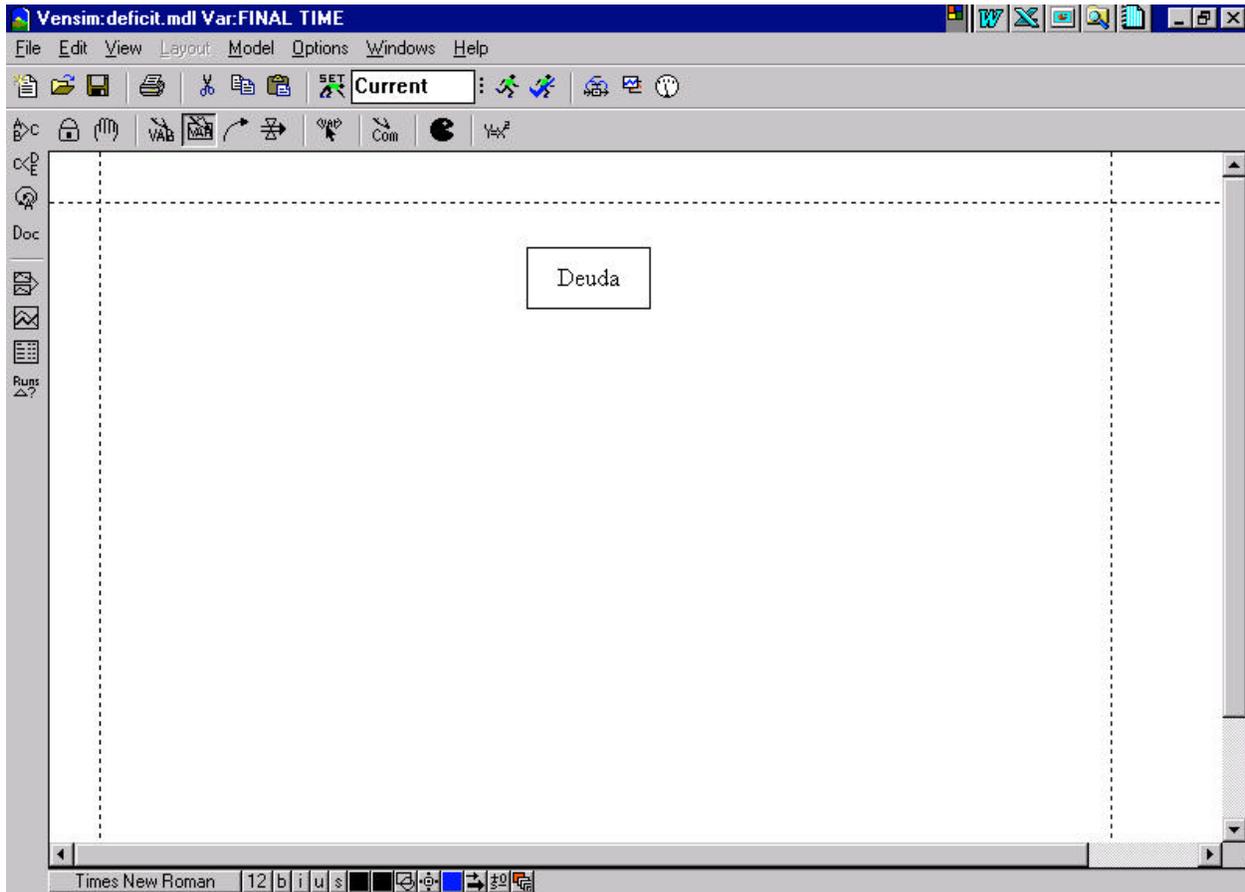
<sup>2</sup> Vensim guarda cada corrida de la simulación y gráfico que usted produce como un archivo separado, asignándole la extensión **.vdf** a las corridas de la simulación. Estos archivos no pueden abrirse desde afuera de la aplicación de Vensim; pueden abrirse desde el interior de Vensim a través de las cajas de diálogo **Datasets/ Simulate Model...** (conjuntos de datos/Simulación del modelo), y **Control / Custom Graphs**(control / gráficos)

## II. Desarrollando el Acumulador, el Flujo y la Estructura de la Realimentación

El software Vensim PLE fue diseñado usando la metáfora del “banco de trabajo”. El área blanca grande en el medio de la pantalla es su área de trabajo, dónde realmente se desarrolla y analiza su modelo. Los diferentes botones en el borde del área de trabajo representan las diferentes “herramientas” disponibles para que trabaje en su modelo. La barra de herramientas superior consiste en la barra de títulos, un Menú, una Barra de Herramientas Principal y las Herramientas para el **Bosquejo**. La Barra de Herramientas Principal comprende dos juegos de herramientas: herramientas de funcionamiento de archivo, que controlan las funciones normales con archivos ? apertura, cierre y guardado de archivos, la impresión, cortar, copiar y pegar—así como herramientas para la simulación y la representación gráfica que le permitirán adecuar y ejecutar las simulaciones y preparar los gráficos en la pantalla. Las herramientas del bosquejo le permiten definir los componentes del modelo. Las herramientas en la barra de estado (abajo en la ventana) le permite cambiar el formato del diagrama. La herramienta de Análisis a la izquierda en la ventana, es la que usará para analizar su modelo y entender su conducta. Usted se familiarizará con muchas de estas herramientas cuando construya el modelo del déficit.

Para empezar, agregue un acumulador representando la deuda federal a su modelo. Haga clic en el botón  (el que tiene la caja) en la barra de herramientas del bosquejo y después haga clic el centro, en la parte superior de la pantalla. Usted usará esta herramienta todas las veces que quiera agregar un acumulador variable (también conocido como un nivel) a su modelo. Vensim PLE retorna un cuadro de texto vacío y un cursor intermitente. Teclee la palabra **Deuda** y luego haga Enter.

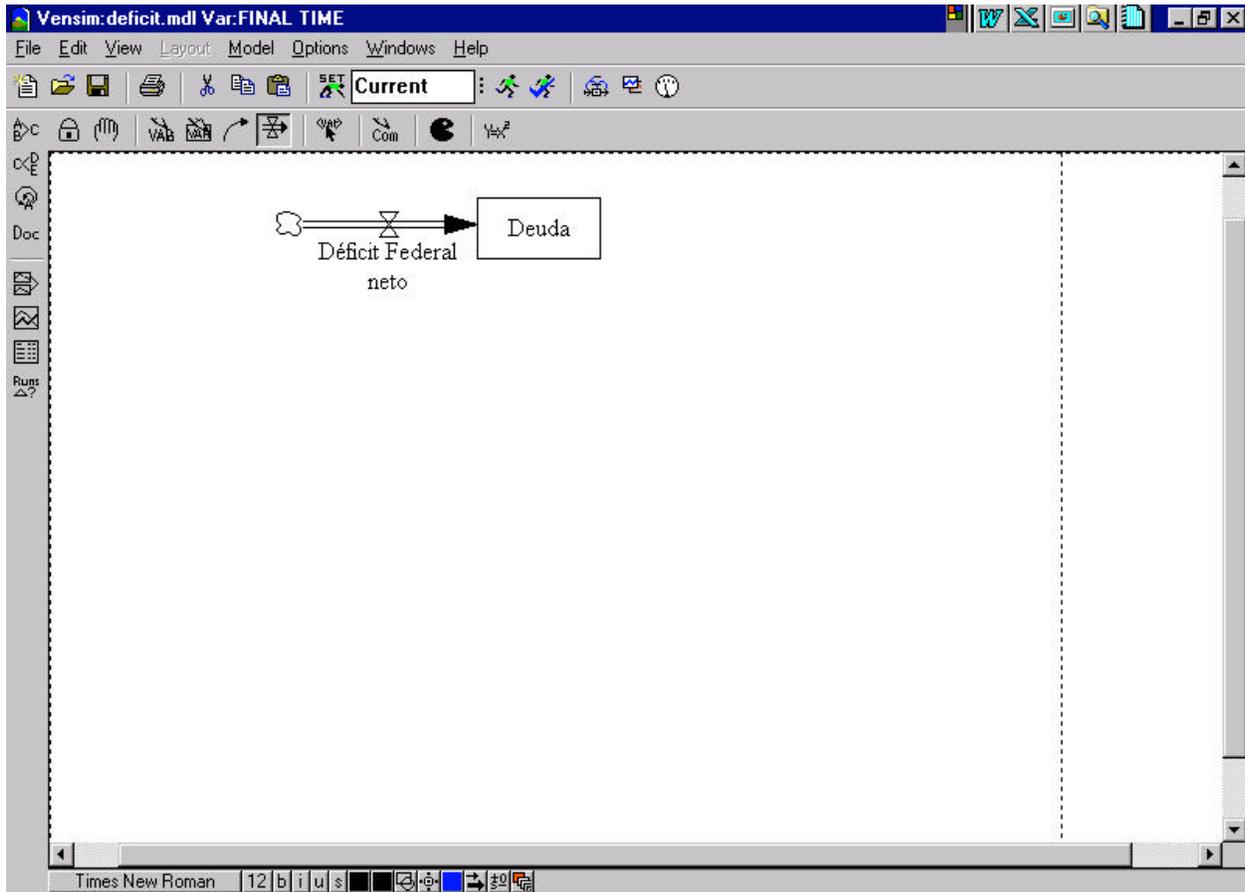
Su pantalla deberá verse ahora como sigue:



Usted ha creado la primera variable en su modelo, el acumulador de dinero que constituye la deuda federal.

Ahora, agregue la entrada al acumulador de **Deuda**. Haga clic en el botón  en la barra de herramienta del bosquejo. Al soltar el botón izquierdo del mouse, el cursor cambiará su forma, agregándole un símbolo similar al mostrado anteriormente. Ahora colóquese a la izquierda del acumulador de la **Deuda** y haga clic y suelte (siempre con el botón izquierdo), mueva el cursor para que se ponga *dentro del* acumulador de la **Deuda** y haga clic y suelte (el acumulador se “pondrá negro” si hace esto correctamente). Al soltar el botón izquierdo Vensim PLE le muestra un cuadro de texto vacío y un cursor intermitente. Tipee **Déficit Federal Neto** y apriete la tecla Enter.

Su pantalla debe parecerse ahora a la siguiente:



**Nota:** El icono ☁ (que se supone es una nube) representa el límite de su modelo. En este caso “la nube” a la izquierda del flujo significa que usted no se preocupa de dónde viene el déficit, por el momento, es decir que no tiene en cuenta el acumulador que se está drenando por el flujo de déficit. Usted presta atención, sin embargo, a dónde el déficit va: está aumentando el déficit en el acumulador de la **Deuda**.

Si su flujo de déficit tiene “nubes” en ambos extremos, entonces no ha enganchado el flujo correctamente al acumulador. Para arreglar este problema, haga clic en la herramienta.  y después haga clic en la válvula de flujo. Esta acción quitará el flujo del modelo y le permitirá volver a empezar con el agregado del mismo.

Ha creado el flujo **Déficit Federal Neto** que aumenta el nivel del acumulador de **Deuda**. A esta altura puede desear cambiar el nombre de la variable de **Deuda** a **Deuda Federal**. Haga clic en el botón  (el que no tiene la caja en él) en la barra de herramienta de bosquejo y haga clic en el acumulador de la **Deuda**. Vensim PLE le da un cuadro de texto con la palabra **Deuda** escrita. Puede revisar el texto de la forma que escoja. Haga clic detrás de la letra **a** final, agregue la palabra **Federal** y haga Enter.

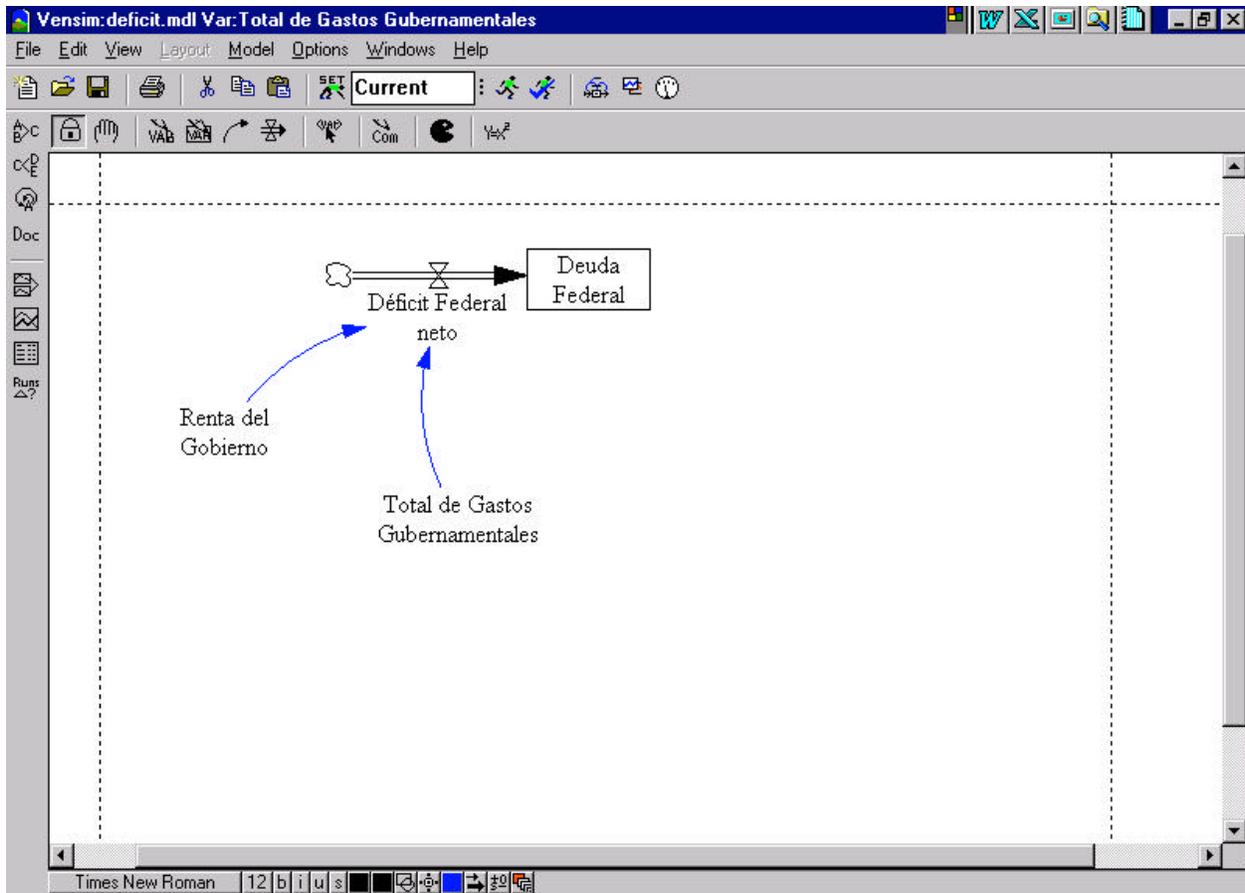
Ahora debe crear las variables necesarias para determinar el **Déficit Federal Neto**. Asuma que el **Déficit Federal Neto** es determinado por dos variables, **Renta del Gobierno** y **Total de**

**Gastos Gubernamentales**. Haga clic de nuevo en el botón  y agregue estas dos variables a su diagrama (haga clic y suelte en el área de trabajo, teclee el nombre variable, apriete Enter). Ya introdujo una variable. Ahora haga clic y suelte de nuevo, en otra parte diferente del área de trabajo, para agregar la próxima variable). Al contrario de las dos variables anteriores—la **Deuda Federal**, un acumulador y **Déficit Federal neto**, un flujo—las nuevas variables no se atan a una válvula ni a una cuadro. Estas variables se llaman *variables auxiliares*.

Para mostrar gráficamente que el **Déficit Federal Neto** es determinado por la **Renta del Gobierno** y **Total de Gastos Gubernamentales**, los conectamos con las flechas causales.

Primero haga clic en el botón  para seleccionar la herramienta de la flecha causal. Ahora, haga clic y suelte en **Renta del Gobierno** y entonces haga clic y suelte de nuevo en el **Déficit Federal Neto**. Haga lo mismo para los **Total de Gastos Gubernamentales**. Asegúrese que sus flechas causales tengan el extremo en las palabras **Déficit Federal Neto**. No deben quedar conectados a la nube, el acumulador o directamente a la válvula. Puede anular flechas usando la herramienta .

Haciendo clic en el botón  le permite seleccionar las variables que ha creado y moverlas a diferentes lugares en la pantalla. Para mover las variables, ponga el cursor de la manita encima de la variable que desea mover, mantenga apretado el botón izquierdo del mouse, mueva la variable al lugar deseado y entonces suelte el botón del mouse. También puede seleccionar “las asas” de las flechas causales (los pequeños círculos en el medio de la flecha) y cambiar la curvatura de la flecha. Coloque sus variables y flechas para que su diagrama se parezca aproximadamente al siguiente:

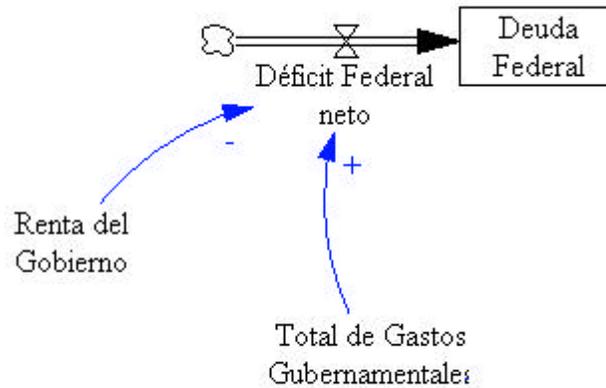


Ahora, puede querer adecuar su diagrama, etiquetando las flechas, para mostrar como **Renta del Gobierno** y **Total de Gastos Gubernamentales** afectan al **Déficit Federal Neto** de maneras diferentes. Específicamente, un *aumento* en la renta causa que el déficit *disminuya*, mientras que un *aumento* en el gasto causa que el déficit *aumente*. Para hacer esto, primero haga clic en el botón . Después seleccione “el asa” de la flecha que desea etiquetar, haciendo clic y soltando en el pequeño círculo en el medio de la flecha (el asa se oscurece cuando se selecciona y se dibuja un pequeño rectángulo punteado). Ahora, con el asa seleccionada, haga clic y suelte el botón .

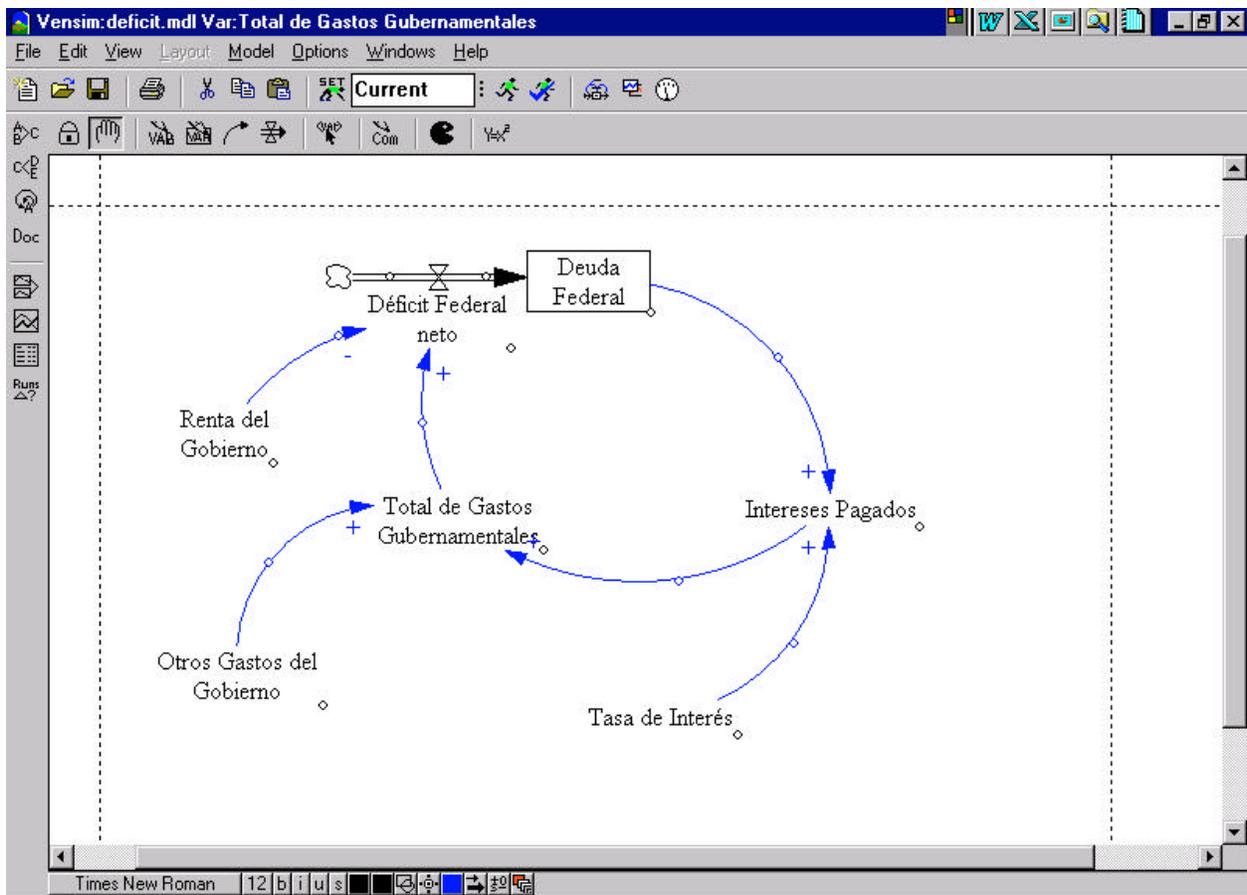
+  
-  
S  
O  
U  
R  
C  
E

de la barra de herramientas horizontal del fondo. Verá un menú que se despliega: 

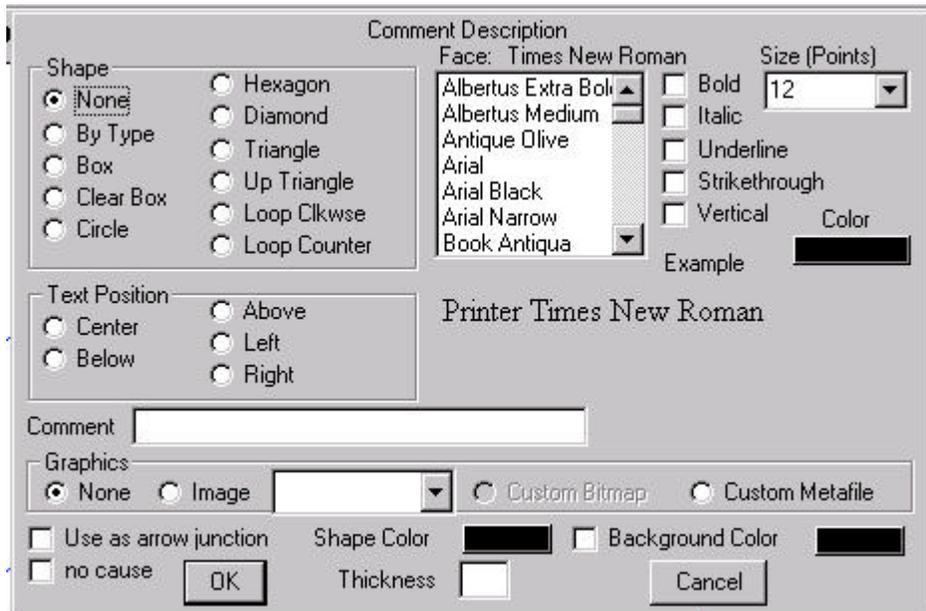
Haga clic y suelte en la etiqueta deseada y se mostrará en el diagrama. Etiquete sus dos flechas causales para que su diagrama se parezca a:



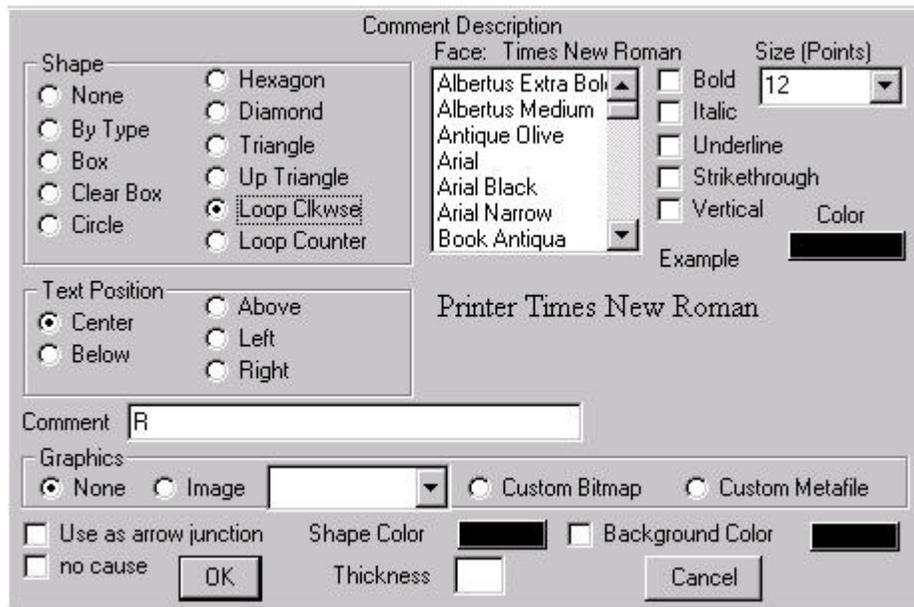
Ahora, usando los mismos pasos explicados, complete el acumulador, el flujo y la realimentación para que su diagrama se parezca al siguiente:



Finalmente, puede desear etiquetar el lazo de realimentación positivo que acaba de crear. Haga clic en el botón  y después haga clic en el centro del lazo de realimentación. Usted puede usar esta herramienta para crear los comentarios que, si bien no tienen ningún uso estructural, pueden ayudar a otra persona para entender el diagrama. Después de hacer clic en el centro del lazo, debe ver el cuadro de diálogo siguiente:

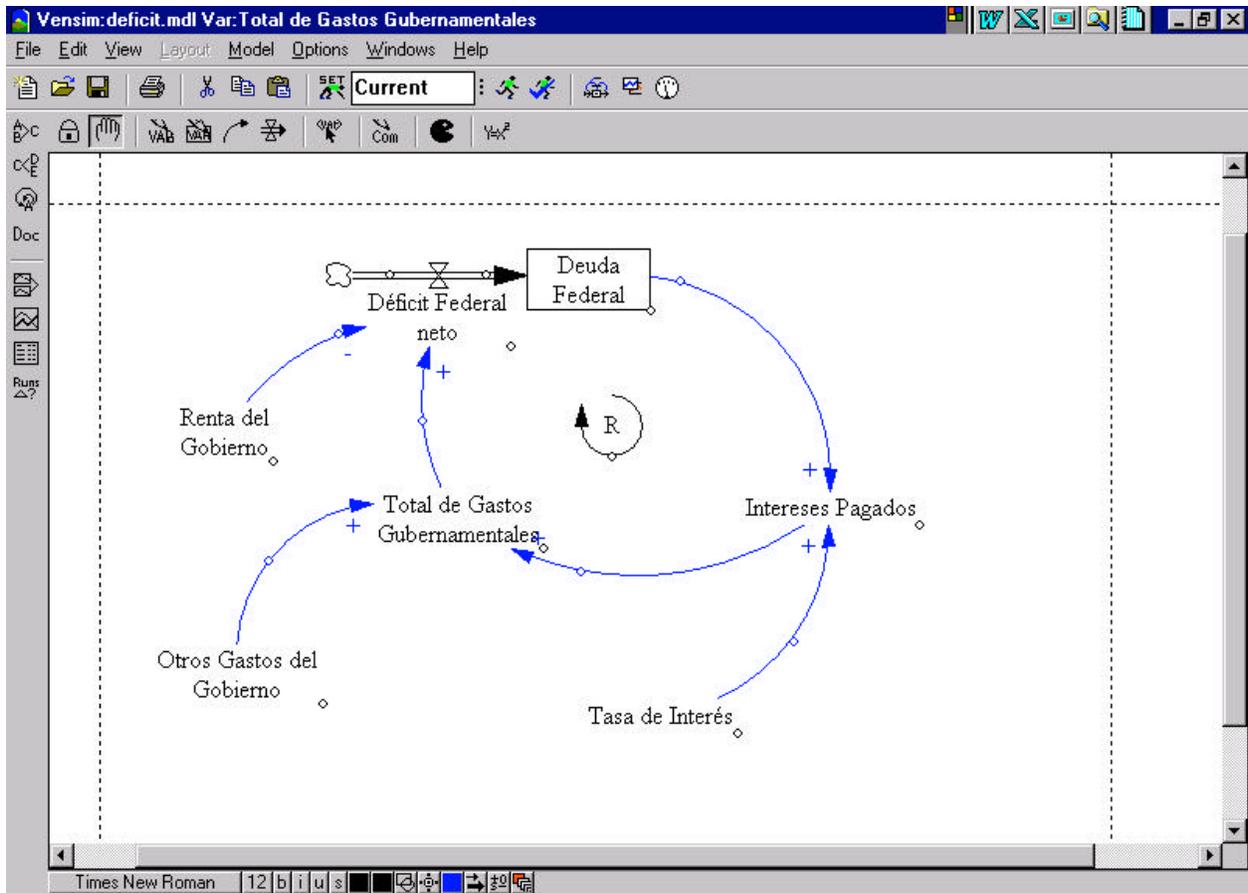


Haga clic en **Loop Clkwise** (lazo en sentido horario) en el cuadro de **Shape** (Forma); haga clic en **Center** (Centro) en el cuadro de **Text Position** (Posición del texto) y tipee **R**, de **reforzador**, en el cuadro **Comment** (comentarios). Usted también puede teclear + o **P** para denotar una Realimentación positiva, también conocida como un lazo reforzador. Su pantalla debe parecerse ahora a la siguiente:



Haga clic en el botón de **OK** o apriete Enter.

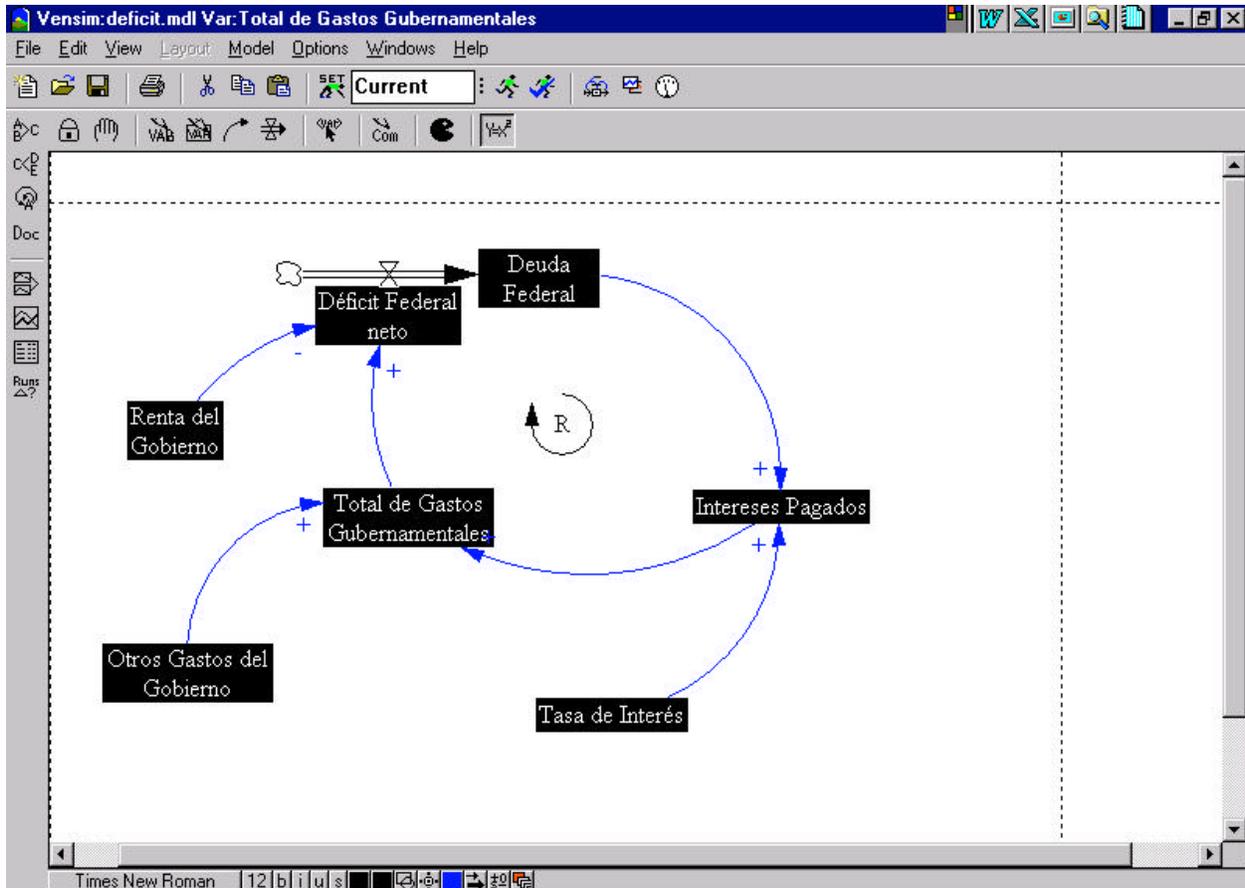
Su pantalla debe aparecer ahora como sigue:



### III. Especificando las Ecuaciones para su Modelo

Ahora que ha desarrollado un acumulador completo, un flujo y un lazo de Realimentación del déficit, necesita escribir las ecuaciones para cada una de las variables. La formulación de las ecuaciones es un paso crítico en el proceso de construcción del modelo y es, además, una parte importante del proceso de comprensión rigurosa del problema que tenemos entre manos.

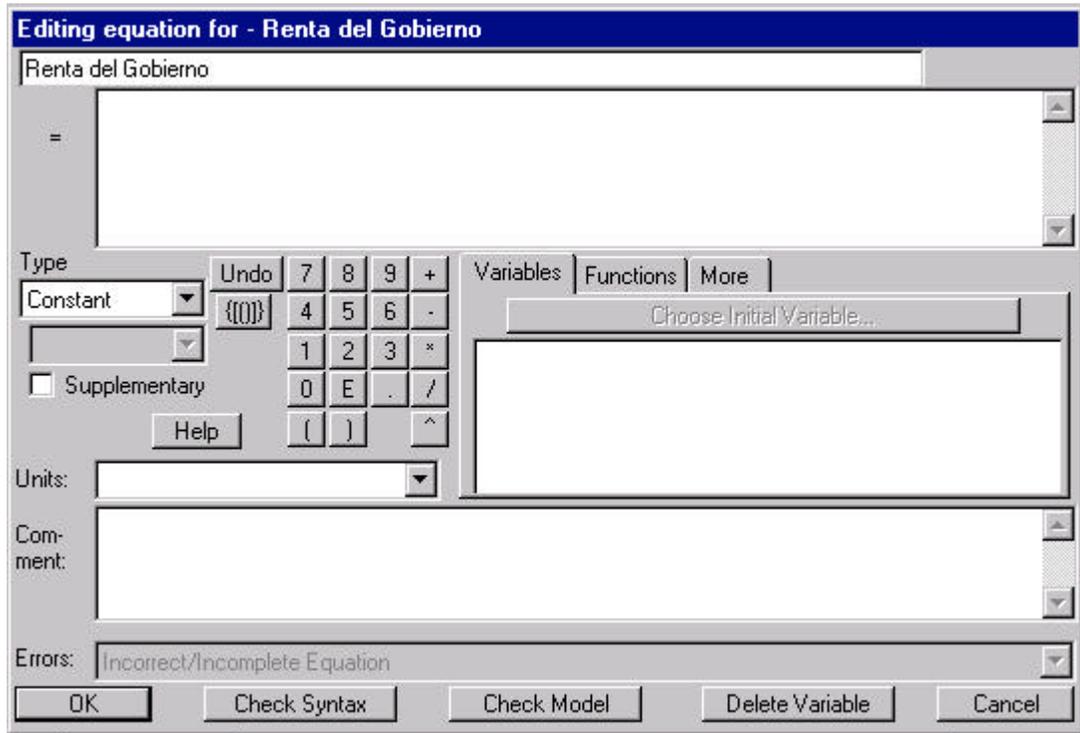
Para empezar escribiendo las ecuaciones, haga clic en el botón  en la barra de herramienta de bosquejo. Las variables en su diagrama se resaltarán.



Una variable resaltada indica que la ecuación para esa variable está incompleta.

Las variables en dinámica de sistemas son clasificadas como exógenas o endógenas. Las variables exógenas son aquellas que no son parte de ningún lazo de realimentación, mientras que las variables endógenas son miembros de por lo menos un lazo de realimentación. El modelo del déficit tiene tres variables exógenas— **Renta del Gobierno**, **Otros gastos del Gobierno** y **la Tasa de Interés**—y cuatro variables endógenas— los **Intereses Pagados**, el **Total de Gastos Gubernamentales**, el **Déficit Federal Neto** y la **Deuda Federal**.

Empiece escribiendo las ecuaciones para las variables exógenas. Para empezar, haga clic en la variable resaltada **Renta del Gobierno**. Podrá ver el siguiente cuadro de diálogo:



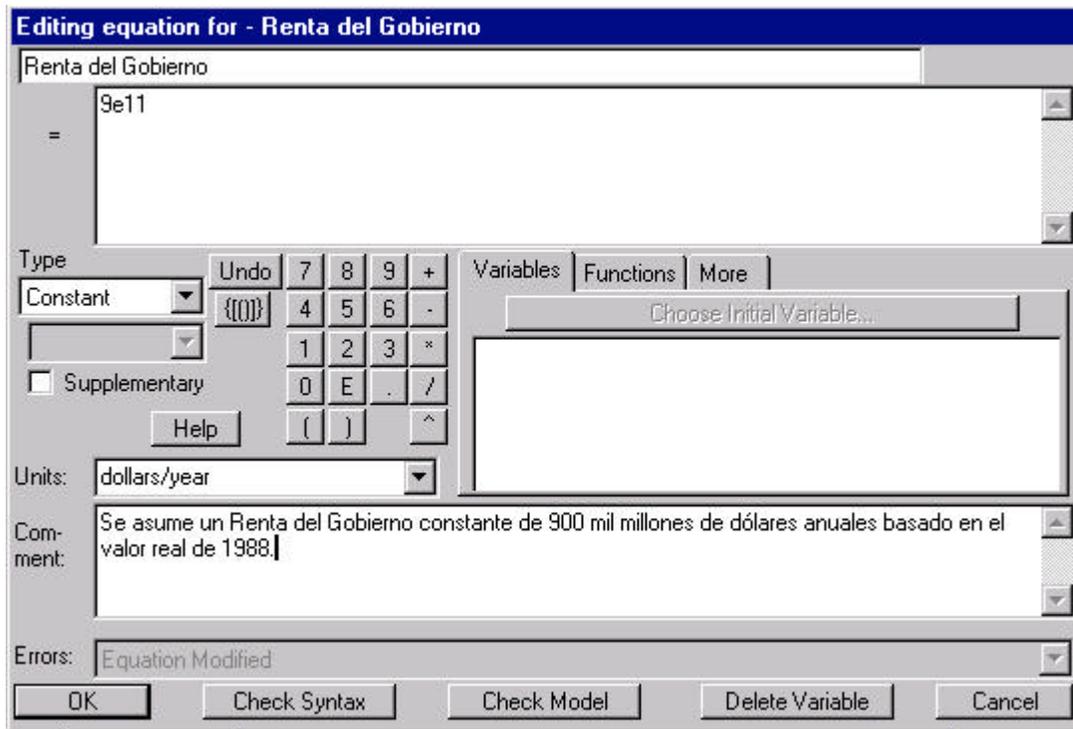
La buena práctica en modelación requiere que cada ecuación en un modelo tenga tres elementos: la ecuación misma, unidades especificadas de medida y una documentación completa. Escriba la ecuación en el cuadro a la derecha del signo = . Ingrese la unidad de medida en el campo de texto a la derecha de la palabra **Units** (Unidades). La documentación sobre la ecuación o “los comentarios”, se escriben en el cuadro a la derecha de la palabra **Comment** (Comentario).

Para escribir una ecuación para la **Renta del Gobierno**, haga clic en el cuadro a la derecha del signo = . Asuma que la Renta del Gobierno es constante, así que la unidad apropiada de medida para esta ecuación es dólares / unidad de tiempo. Debido a que ya escogió correr el modelo en intervalos de tiempo de 1 año, la unidad apropiada es **dollars/year** (dólares / año). Teclee **dollars / year** en el campo de las unidades. (La próxima vez que especifique las unidades para una variable en este modelo, **dollars / year** aparecerá en el menú de las unidades. Usted puede presionar la flecha hacia abajo, a la derecha del campo de unidades, para ver las unidades ya especificadas para otras variables en el modelo y usar luego el mouse para seleccionar las unidades de esa lista que sean apropiadas.)

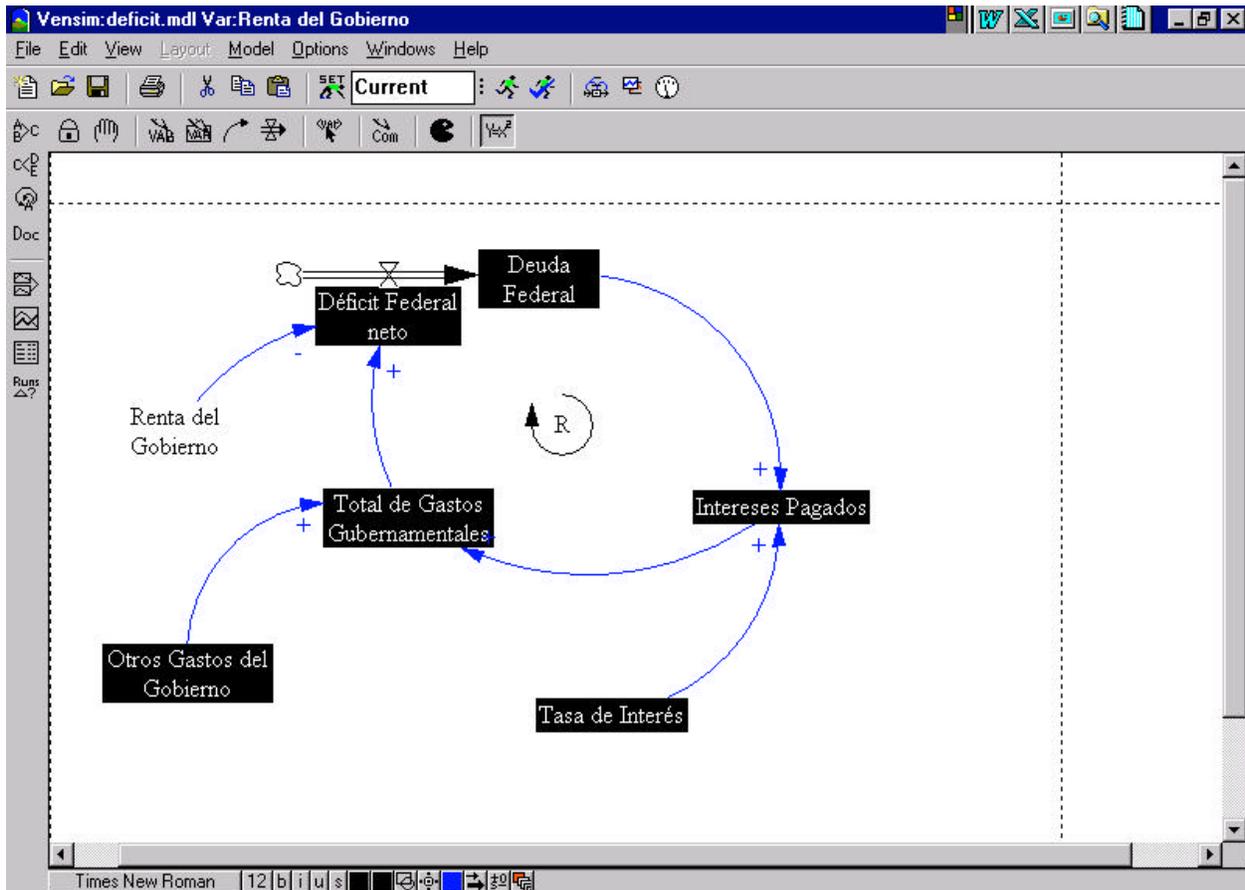
Finalmente, proporcione una descripción de esta ecuación en el campo de comentarios. Un buen comentario debe ser breve, pero también debe dar al lector una idea de la lógica de la ecuación así como las suposiciones claves usadas en su formulación. Por ejemplo, uno podría escribir para esta ecuación:

**Se asume una Renta del Gobierno constante de 900 mil millones de dólares anuales basado en el valor real de 1988.**

Su cuadro de diálogo deberá parecerse ahora al siguiente:



Haga clic en **OK** o apriete Enter y su diagrama será :



La **Renta del Gobierno** ya no aparece resaltada porque ha especificado una ecuación para esta variable.

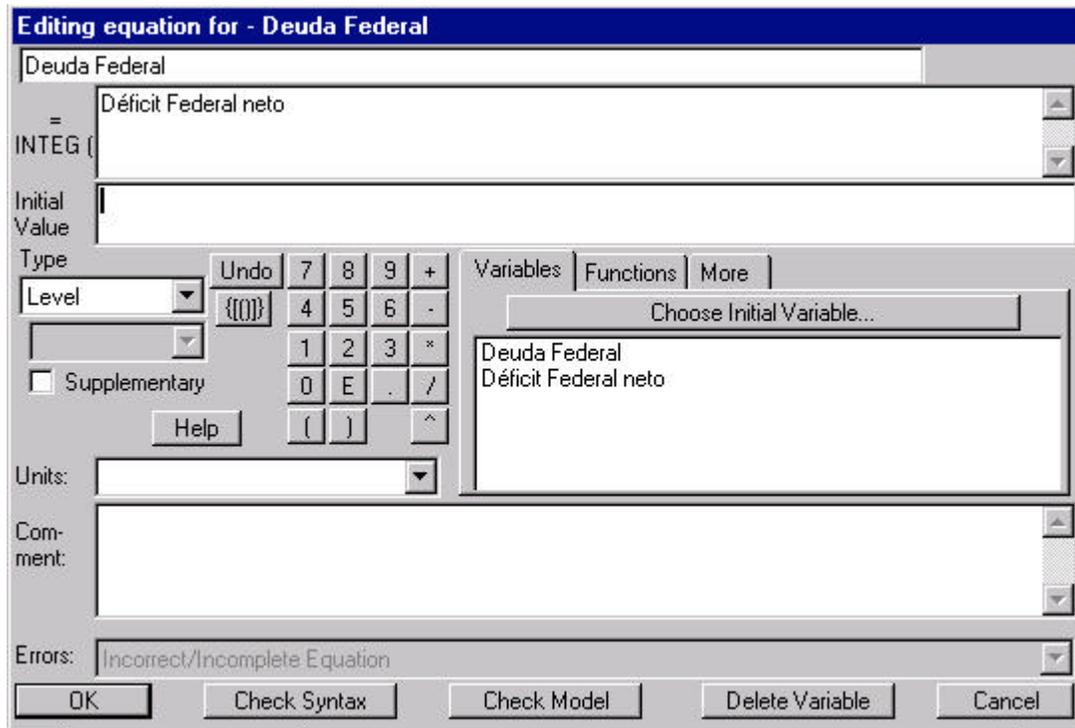
Siguiendo el mismo proceso descrito arriba, escriba ecuaciones para las otras dos variables exógenas **tasa de interés** y **Otros Gastos del Gobierno**. Use la siguiente información:

- ? Los gastos del Gobierno, excluyendo el interés sobre la deuda, eran aproximadamente unos 900 mil millones de dólares en 1988.
- ? La tasa de interés pagada sobre la deuda nacional en 1988 fue de un 7% / año.

Ahora que se han formulado las ecuaciones para las variables exógenas, continúe con las variables endógenas. Escribir las ecuaciones para los acumuladores y los flujos es un poco diferente a lo hecho hasta ahora, así que se presentará un ejemplo de cada caso. Primero se formulará la ecuación para el acumulador **Deuda Federal**.

De nuevo, presione el botón  en la barra de herramienta de bosquejo y luego haga clic en el acumulador **Deuda Federal**.

Se desplegará el siguiente el cuadro de diálogo:



A diferencia de los flujos y las constantes, un acumulador requiere que sea especificado un elemento adicional; después de que especifique la ecuación necesita seleccionar un valor inicial o de arranque.

Escriba la ecuación para el acumulador en la caja a la derecha de la palabra **Integ**. **Integ** significa “integrar” y representa, simplemente, que el valor del acumulador en un instante dado es igual a la suma de todos los flujos que entran (inflows) menos la suma de todos los flujos que salen (outflows), más el valor inicial.

Cuando se creó el acumulador y el diagrama de realimentación, usted conectó el flujo **Déficit Federal Neto** al acumulador **Deuda Federal**. Vensim PLE captura esta dependencia flujo-acumulador y proporciona una lista de las variables requeridas para el acumulador **Deuda Federal** en el cuadro **Choose Initial Variables**. La variable que se está formulando, **Deuda Federal**, también aparece en el cuadro de **Variables**, pero ponemos el énfasis en el flujo **Déficit Federal Neto**. En general, nunca querrá tener la misma variable en ambos lados de una ecuación.)

Debido a que el diagrama muestra que el flujo **Déficit Federal Neto** entra al acumulador **Deuda Federal**, Vensim anticipa que el flujo actúa como valor de entrada para la ecuación del acumulador y puso la variable **Déficit Federal Neto** en el cuadro de diálogo a la derecha de **Integ**. Si éste no es el caso en su versión de Vensim PLE, simplemente haga clic en el cuadro de diálogo a la derecha de **Integ** y escoja la variable **Déficit Federal Neto** en el cuadro **Variables** para escribir la ecuación para el cambio en la **Deuda federal**. (Nota: Si el **Déficit Federal Neto**

no está en la caja de las **Variables**, significa que el diagrama del modelo es incorrecto y necesita ser modificado. Asegúrese de que el flujo esté conectado al acumulador).

El cuadro de **Integ** debe lucir ahora así::

Deuda Federal	
=	Déficit Federal neto
INTEG (	

Debajo del cuadro de **Integ** se encuentra el cuadro de **Valor Inicial (Initial Value)**. Aquí debe escribir la condición inicial o punto de partida para el acumulador. En 1988, el saldo de la deuda federal era aproximadamente 2.5 billones de dólares, así que escriba 2500000000000 en el cuadro de valor inicial (alternativamente puede escribir 2.5e12 que es como debe escribirse en Vensim para  $2.5 \times 10^{12}$ ). El cuadro de **Valor Inicial** debe lucir así:

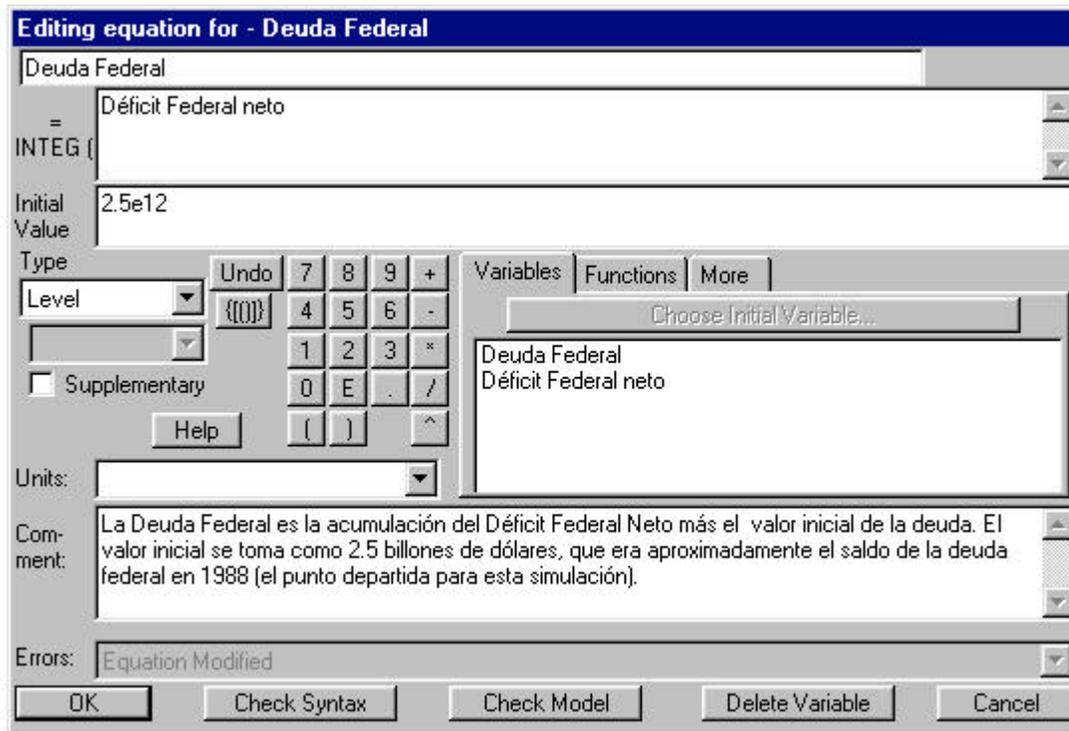
Initial Value	2.5e12
---------------	--------

Ahora la ecuación para la **Deuda Federal** está completa. Dicha ecuación indica que la deuda federal es simplemente la acumulación del **Déficit Federal Neto** desde 1988, sumado al valor inicial.

Es necesario, sin embargo, especificar la unidad de medida y documentar la ecuación en el campo de comentarios. Las unidades son bastante evidentes. La **Deuda Federal** es un acumulador y sus unidades son dólares. Un comentario útil debe explicar brevemente la estructura de la ecuación así como especificar las suposiciones más importantes en las que se basa el modelo. Un comentario de muestra para la **Deuda Federal** sería:

**La Deuda Federal es la acumulación del Déficit Federal Neto más el valor inicial de la deuda. El valor inicial se toma como 2.5 billones de dólares, que era aproximadamente el saldo de la deuda federal en 1988 (el punto de partida para esta simulación).**

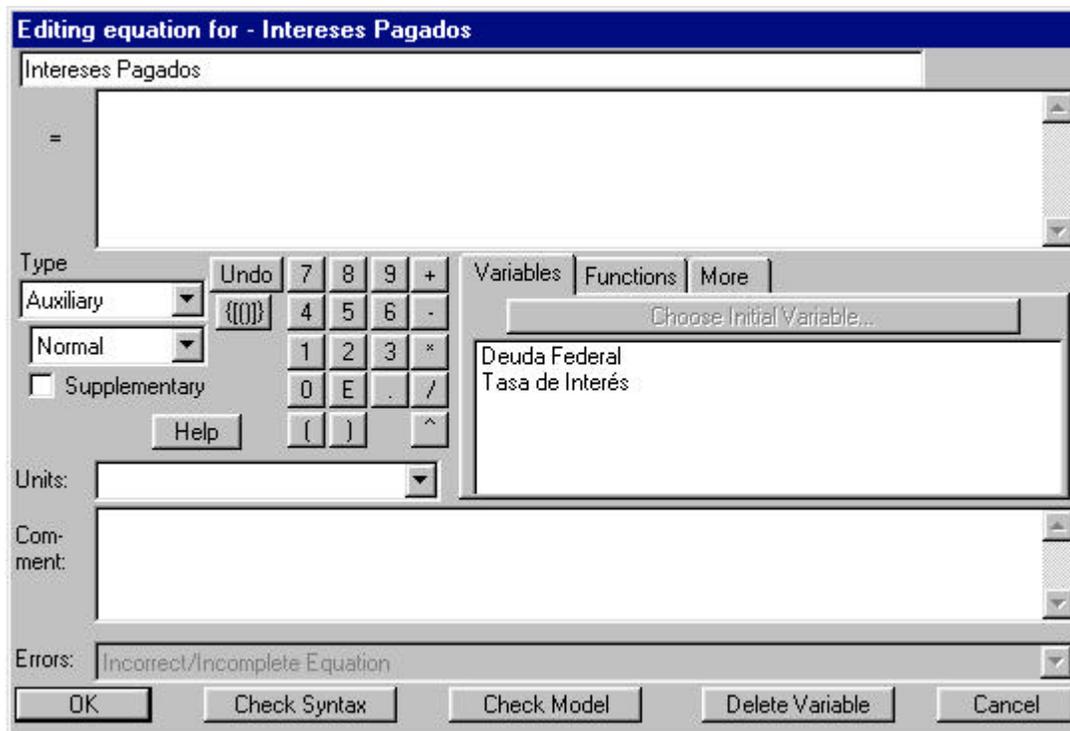
Su cuadro de diálogo debe parecerse ahora al siguiente:



Haga clic en **OK** o apriete Enter.

Ahora necesita especificar las ecuaciones para las variables auxiliares y el flujo.

Haga clic en  en la barra de herramienta de bosquejo y luego haga clic en la variable **Intereses Pagados**. Debe ver un cuadro de diálogo que se parece al siguiente:



Este cuadro es idéntico a aquellos que se usaron para las variables exógenas, pero en este caso, hay otras dos variables en el cuadro de **Variables** que deberán usarse en la formulación de la ecuación. Cuando desarrolló el acumulador, el flujo y el lazo de realimentación dibujó flechas conectando causalmente la variable **Deuda Federal** y la constante **Tasa de Interés** con la variable **Intereses Pagados**. Vensim PLE reconoce este hecho y proporciona una lista de las entradas necesarias para la ecuación, basado en el gráfico que se ha creado hasta el momento. De hecho, si intenta escribir su ecuación sin usar las dos variables requeridas, Vensim PLE le dará un mensaje de error.

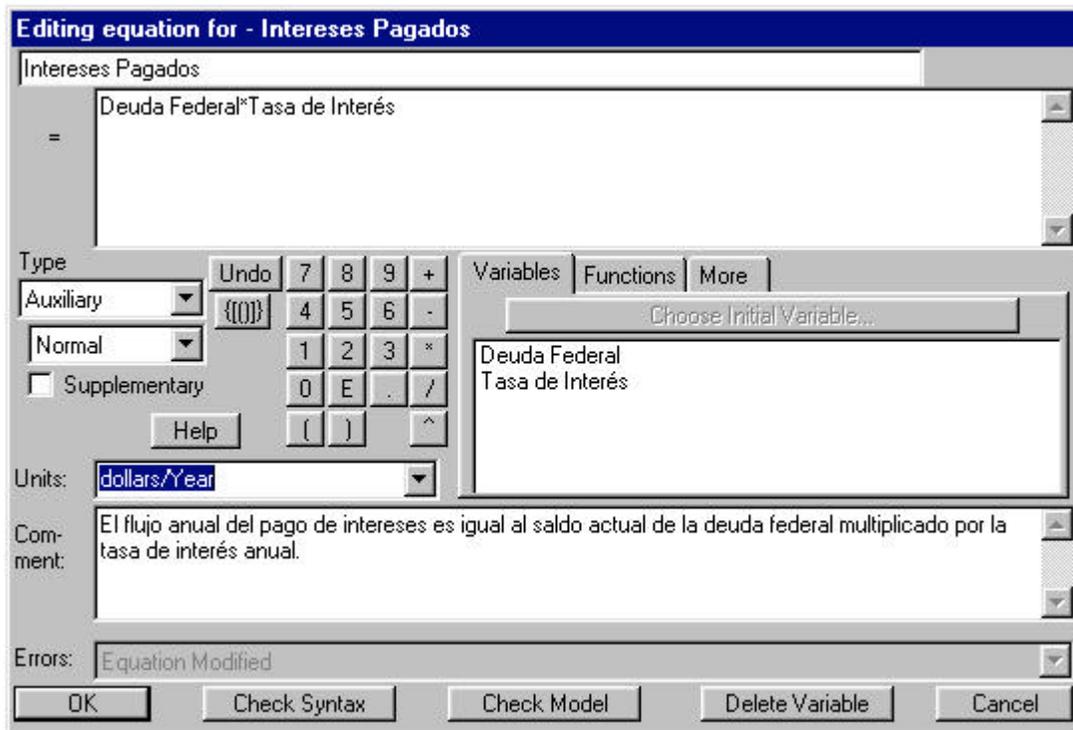
El pago de intereses es, simplemente, igual al nivel de la deuda actual multiplicada por la tasa de interés. Para escribir esta ecuación primero haga clic sobre la variable **Deuda Federal** en el cuadro de las **Variables** y ésta aparecerá en el cuadro de la ecuación. Ahora tipee \* (alternativamente puede presionar el botón con el símbolo \*, que se encuentra en el cuadro de diálogo) y luego haga clic sobre la variable **Tasa de Interés** en el cuadro de variables. El cuadro de la ecuación debe lucir ahora así:



Para completar la ecuación, necesita especificar las unidades, dollars/year (dólares / año) y documentar la ecuación en el campo de comentarios. Un comentario apropiado podría ser el siguiente:

**El flujo anual del pago de intereses es igual al saldo actual de la deuda federal multiplicado por la tasa de interés anual.**

El cuadro de diálogo para la variable **Intereses Pagados** debe lucir ahora de la siguiente manera:



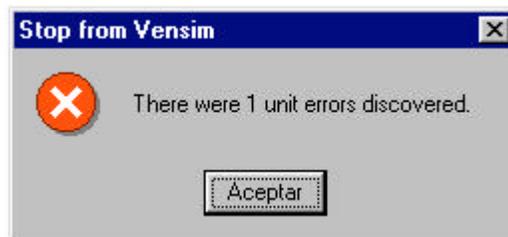
Siguiendo un proceso similar al descrito anteriormente, podrá completar su modelo, definiendo las variables que aun no ha especificado una ecuación.

Al llegar aquí, al hacer clic sobre el símbolo  no deberán quedar variables resaltadas.

## IV. Usando las Herramientas de Análisis de la Estructura del Modelo

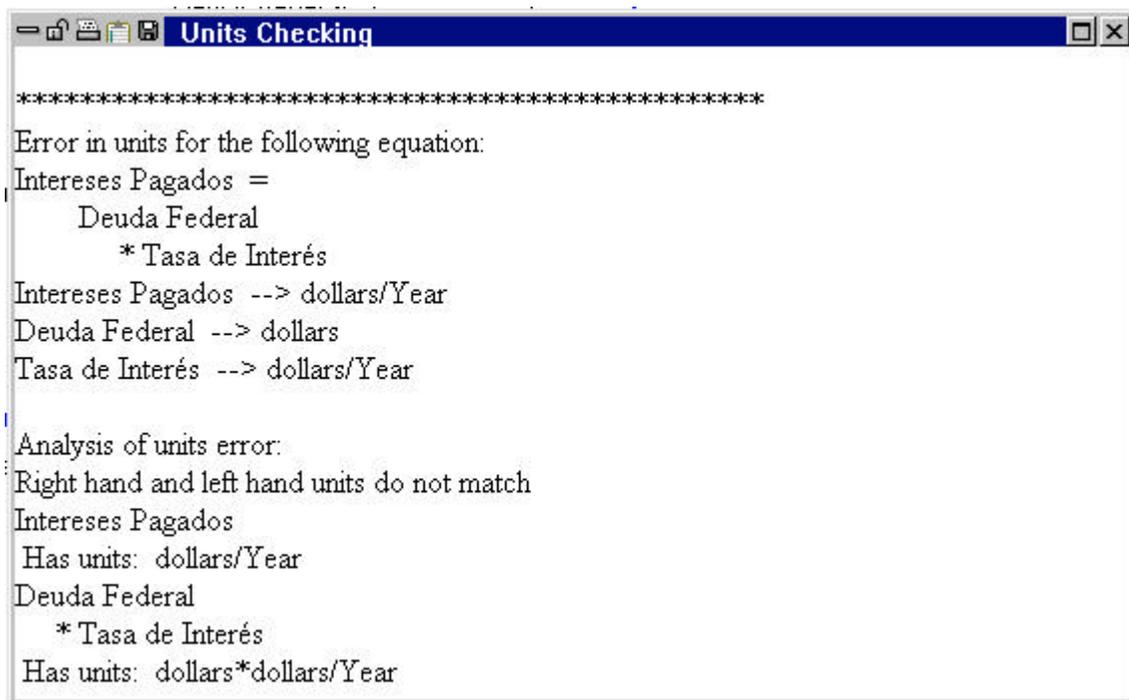
Vensim PLE provee cinco herramientas para analizar y entender la estructura de su modelo. La más importante de éstas, sin duda, es la herramienta verificadora de unidades.

Un rasgo importante de cualquier ecuación de dinámica de sistemas es la *consistencia dimensional*, que es una manera elegante de decir que las unidades de medida deben ser las mismas en el lado izquierdo y en el derecho de una ecuación. Por ejemplo, suponga que había escogido dólares como las unidades de la **Deuda Federal** y dólares / año como las unidades de la **Tasa de Interés**. En ese caso, si aprieta Ctrl + U (o desde el menú, seleccionando **Model>Units Check (Modelo >Chequeo de Unidades)**) obtendrá el siguiente mensaje:



que indica que su modelo tienen un error.

Al aceptar el cuadro anterior aparecerá:



El problema es que, en este ejemplo, la ecuación para **Intereses Pagados** no es dimensionalmente consistente: los lados derecho e izquierdo de la ecuación tienen unidades diferentes. Los **Intereses Pagados** se miden en dólares por año. La **Deuda Federal**, es un acumulador y se mide en dólares. Multiplicando la **Deuda Federal** por algo con unidades dólares / año da como resultado una cantidad que tiene las unidades en dólares<sup>2</sup>/año y de ahí error

La causa del problema es que la unidad de medida para la **tasa de interés** es incorrecta. Esta tasa no se mide en dólares por año. Una manera fácil de ver esto es que la tasa de interés realmente no tiene nada que ver con dólares. Podría aplicarse fácilmente a cualquier otra unidad monetaria o a cualquier otro tipo de unidad de la medida. De hecho, la tasa de interés no tiene ninguna unidad de medida; es una cantidad sin dimensiones. Aunque no tiene unidad de medida es, no obstante, dependiente del tiempo; una tasa de interés anual no es equivalente a una mensual. Como resultado, la unidad apropiada de medida para la **tasa de interés** es 1 / año. Si escribe 1 / year en el campo de las unidades para la variable **tasa de interés** y aprieta Ctrl + U, debe recibir el siguiente mensaje:



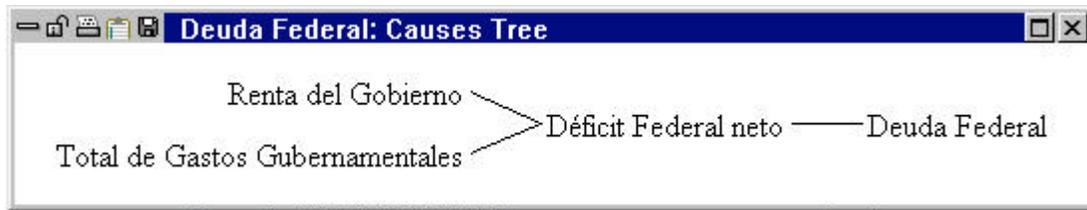
Las unidades en su modelo son ahora consistentes.

En este ejemplo, la herramienta verificadora de unidades identificó una suposición incorrecta en un modelo mental común de la tasa de interés. La consistencia dimensional es un rasgo importante de los modelos en dinámica de sistemas y la unidad verificadora de unidades de Vensim PLE a menudo ayuda al usuario a identificar fallas serias, tanto en la comprensión del sistema bajo consideración como en las formulaciones resultantes. ¡Asegúrese siempre de que las unidades en su modelo sean consistentes!

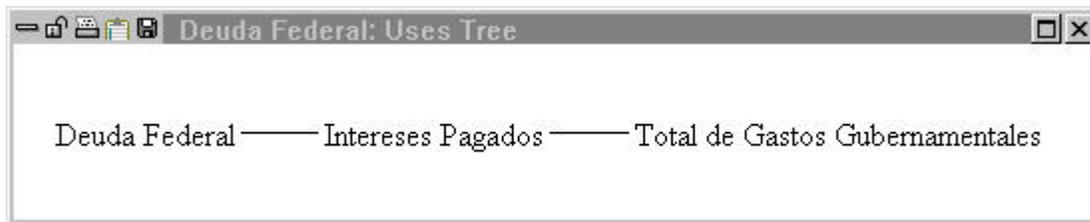
Las otras herramientas de análisis que Vensim PLE proporciona también pueden ser útiles. El botón  crea el árbol de las “causas” y el botón  de los “usos” para una variable. Para usar estas herramientas, necesita primero seleccionar una variable. Para hacerlo, primero presione el botón  y luego haga clic sobre la variable que desea seleccionar. Puede reconocer qué variable ha sido seleccionada con solo mirar en el borde superior de la ventana de Vensim PLE. Si selecciona la variable **Deuda Federal**, el borde superior debe lucir así:



Una vez seleccionada **Deuda Federal** haga clic en los botones de las “causas” y en el botón de los “usos” secuencialmente y obtendrá:



y



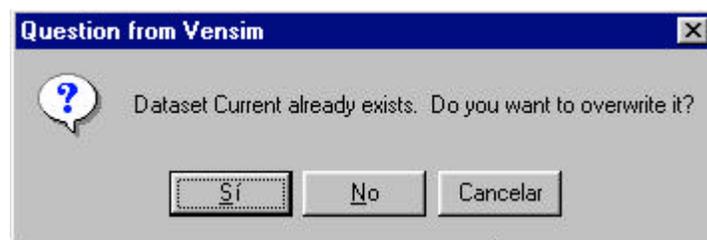
El botón  en la barra de herramientas de análisis proporciona al usuario una lista completa de las ecuaciones en su modelo. La herramienta , también en la barra de herramientas de análisis, identifica todos los ciclos de realimentación a los que pertenece la variable seleccionada.

## V. Simulando su Modelo

Vensim PLE también tiene herramientas para ayudarle a analizar el comportamiento de su modelo. Antes de realizar el análisis, sin embargo, debe simular el modelo a fin de obtener un comportamiento para analizar.

Para llevar a cabo una simulación, necesita presionar el icono del hombre corriendo  situado en la barra de herramientas superior.

Es probable que Vensim despliegue el siguiente cuadro de diálogo:



El mensaje indica que el conjunto de datos que está intentado usar ya existe y le da la opción de sobrescribirlo.

Haciendo clic sobre **Yes** (si) hace que el programa lleve a cabo la simulación y guarde los resultados en el conjunto de datos Current, que es el nombre que aparece por omisión a la derecha del icono del hombre corriendo. Seleccionando **No** le permitirá crear un conjunto de datos con otro nombre. Con respecto a que nombre usar, es conveniente escoger nombres que den alguna idea de lo que se está haciendo, en vez de simplemente usar nombres como SIM1, SIM2, etc., Debido a que esta corrida del programa es la corrida base para su modelo, podría escoger llamarla **BASE**<sup>?</sup>.

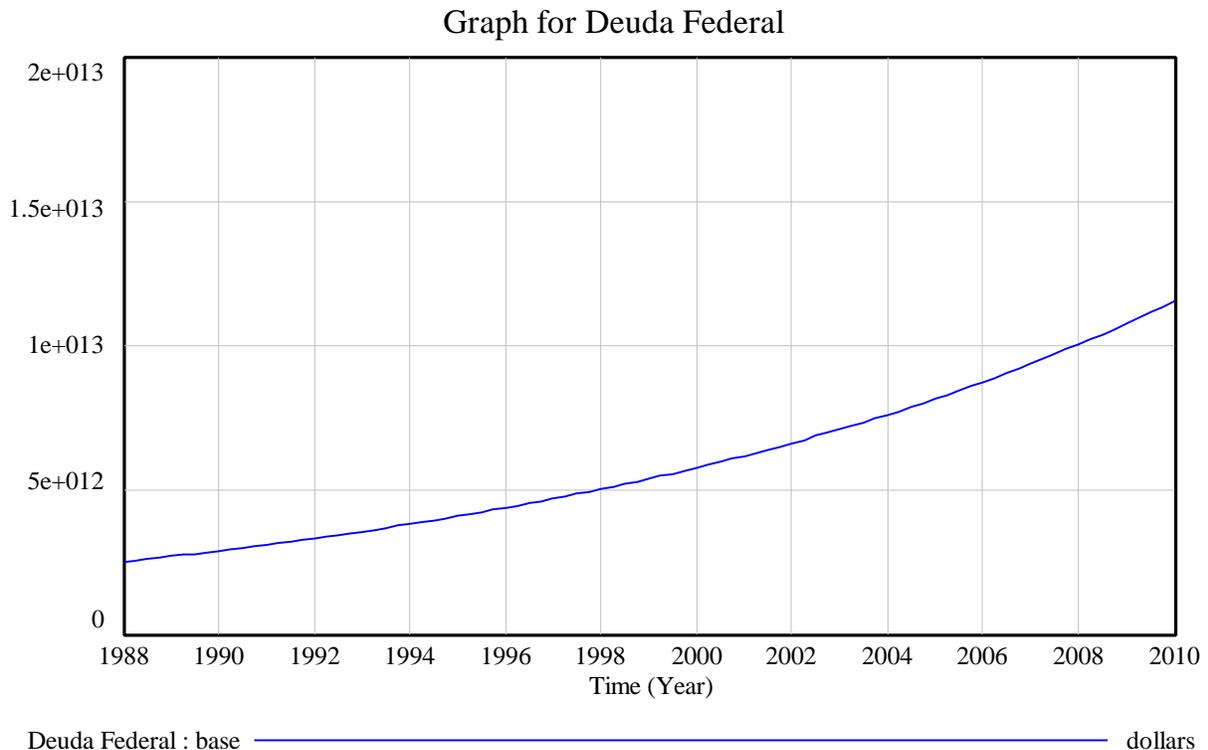
Presione **No** y cuando se le presente un cuadro de diálogo solicitando un nuevo nombre para el conjunto de datos, teclee la palabra BASE. Haga clic en Guardar o presione Enter y empezará la simulación del modelo.

Una vez terminada la simulación, podrá mirar los resultados de la misma. Vensim PLE proporciona muchas herramientas con las que se puede ver el resultado de la simulación. La más básica y a menudo la más útil de estas herramientas es el gráfico. Para crear un gráfico de la

**Deuda Federal**, primero presione la herramienta  y luego haga doble clic en el acumulador para seleccionar la variable **Deuda Federal**.

<sup>?</sup> Una sugerencia avanzada: Vensim PLE también le ofrece la opción de dos métodos de integración numéricos, Euler y Runge - Kutta 4. Runge - Kutta 4 es un método de integración más exacto, pero también es más intensivo en términos computacionales. Generalmente es mejor usar el método de Euler y cambiarlo sólo si el usuario considera que hay errores de integración.

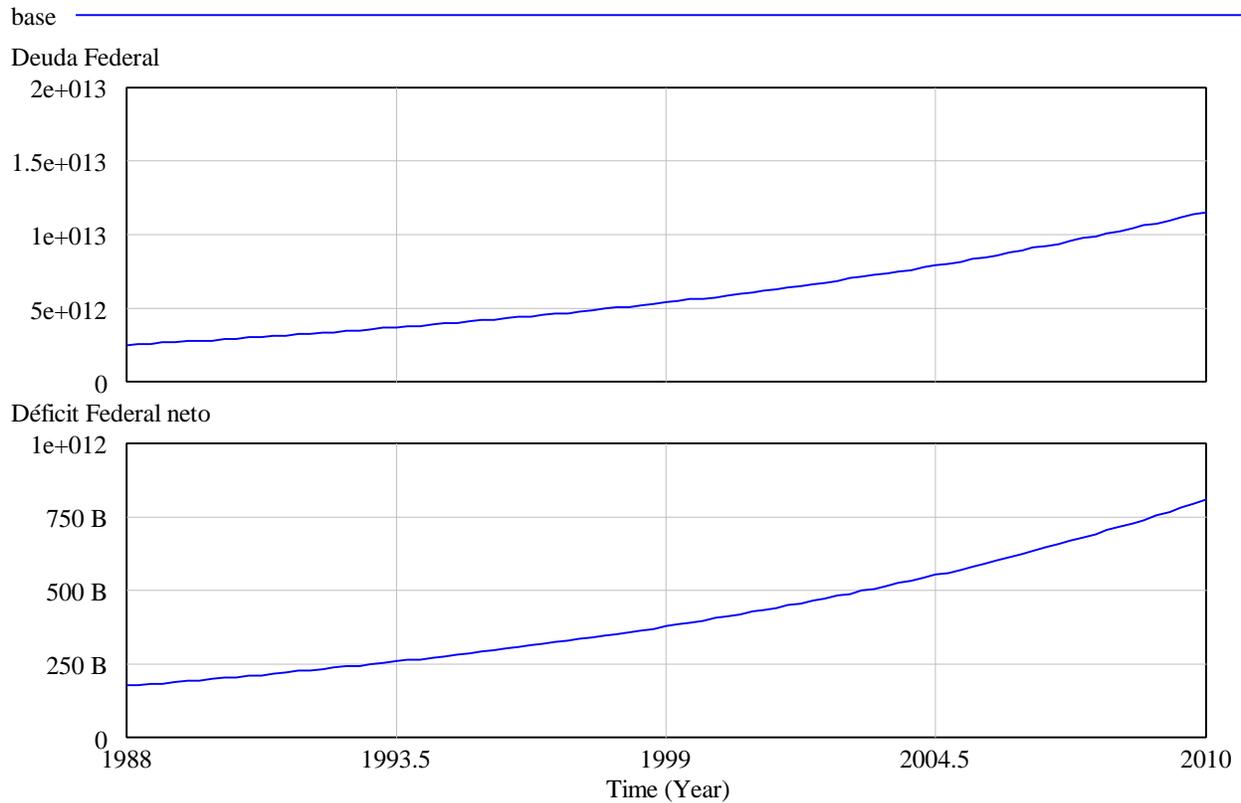
Para ver el gráfico, presione el botón  en la barra de herramientas de análisis. Usted debe ver lo siguiente:



Hacia el año 2010, con las suposiciones usadas en el modelo, la deuda federal crecerá a más de 10 billones de dólares, cuatro veces su valor en 1988.

Además del gráfico, Vensim PLE proporciona muchas otras maneras de examinar el resultado de la simulación.

El botón  despliega un gráfico de la variable actualmente seleccionada, junto con los gráficos de todas aquellas variables que determinan su valor (las causas de la variable seleccionada). Presionando el botón mencionado se produce como resultado:



En lugar de un gráfico, Vensim PLE también puede presentar el resultado de la simulación en forma de tabla. Para ver una tabla de la variable seleccionada, simplemente presione el botón



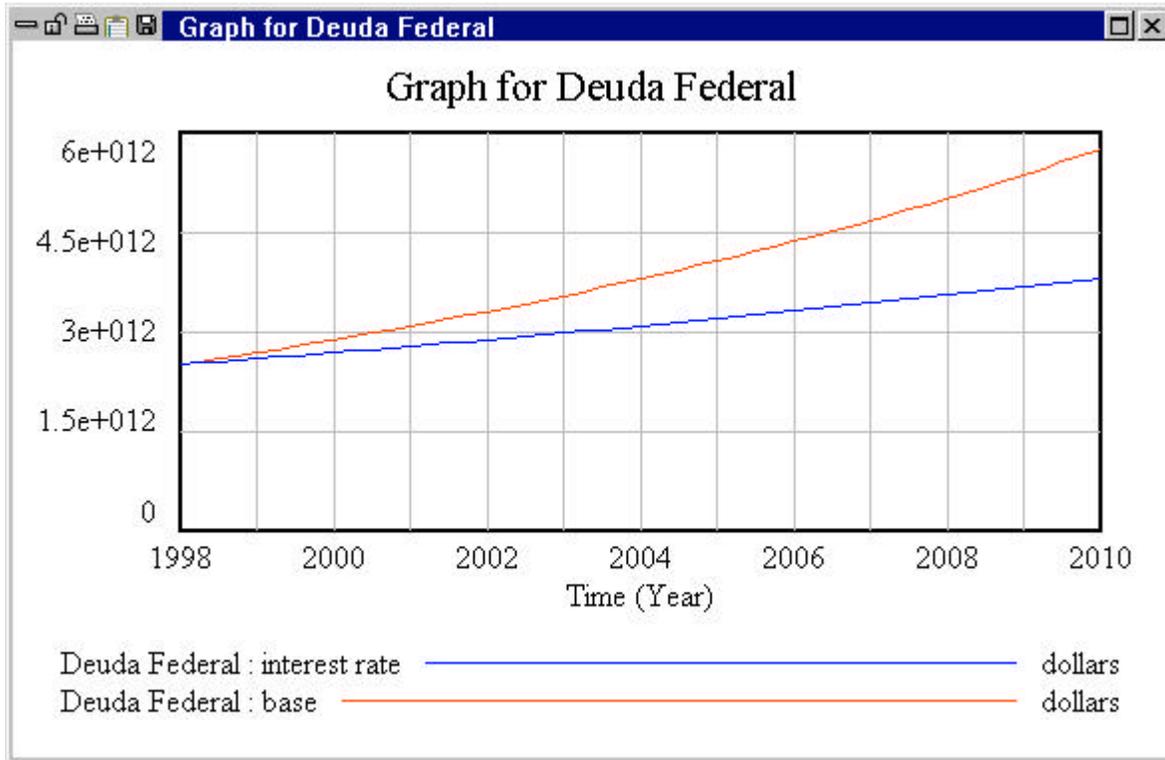
Una vez analizada esta simulación, puede ejecutar otras simulaciones bajo un conjunto diferente de suposiciones. Por ejemplo, ¿qué pasaría si la tasa de interés actual fuera 3.5% en vez de 7%?

Una manera de cambiar el parámetro es cambiar la ecuación en el modelo original. Con el botón

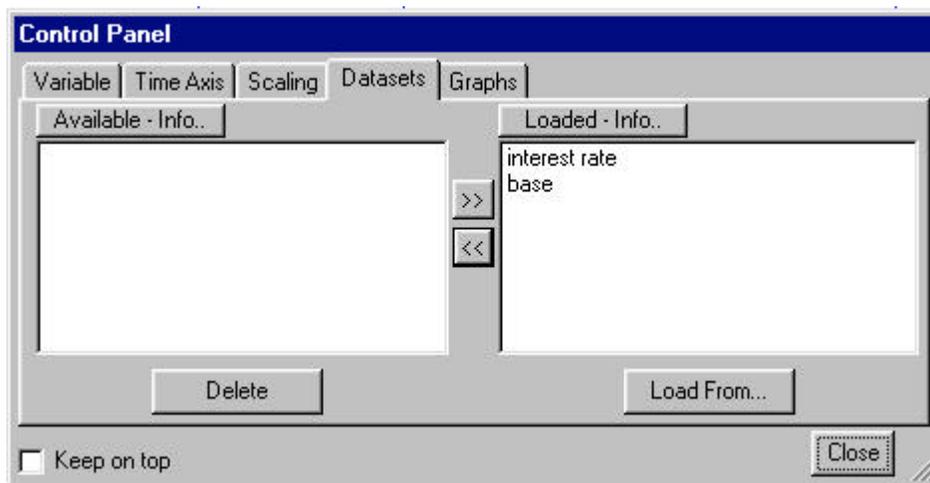


seleccionado, haga clic sobre la **Tasa de Interés**. Un cuadro de diálogo aparecerá. En el cuadro de constantes cambie la tasa de interés de 7% a 3.5%. Vuelva a ejecutar esta nueva simulación pero no guarde los resultados en la base de datos **Base**. En cambio, guarde esta corrida en la base de datos **tasa de interés**.

El nuevo gráfico debe parecerse a:



Si no desea que la corrida anterior (Base) aparezca junto a la nueva simulación, presione el botón  en la barra de herramientas superior. Su pantalla debe parecerse a:



Un cuadro de diálogo aparece y muestra en el lado derecho la dos simulaciones que ha creado hasta ahora. Haga doble clic sobre el nombre de la corrida que desea *eliminar* del gráfico (o resalte el nombre y presione el botón << para pasarlo al lado izquierdo del cuadro de diálogo). Cierre la ventana de **Datasets** y cierre y despliegue nuevamente el gráfico. Ahora, sólo la nueva corrida debe aparecer.

También puede ejecutar el modelo para un período más largo. En este caso, seleccione **Time Bounds** (límites de tiempo) del menú **Model**. Verá la misma caja de diálogo que vio cuando empezó a desarrollar su modelo.

Puede extender su simulación simplemente dando una nueva fecha para el tiempo final. Corra su modelo ahora hasta el año 2075.