

Guía básica del software de simulación PROMODEL

www.promodel.com

VISIÓN DEL MUNDO EN PROMODEL

En ProModel, todo se ajusta al paradigma de Locaciones, Entidades, Procesamiento, y Llegadas. Cualquier sistema de manufactura, logística y servicio puede ser modelado utilizando este paradigma.

Locaciones: Las locaciones representan lugares fijos en el sistema. Las entidades son ruteadas a estas locaciones para procesamiento, almacenamiento, cualquier actividad o toma de decisiones.

Entidades: Cualquier cosa que el modelo PROCESA es llamada entidad. Algunos ejemplos incluyen piezas, productos, gente y aún papeles de trabajo.

Procesamiento: El Procesamiento describe las operaciones que toman lugar en una locación, como la cantidad de tiempo que una entidad gasta en un lugar, los recursos que se necesitan para realizar el proceso, y cualquier otra cosa que ocurra o suceda en la locación, incluyendo la elección del siguiente destino de la entidad.

Llegadas: Cada vez que una nueva entidad es introducida en el sistema, se le conoce como llegada.

LOCACIONES

Las locaciones representan lugares fijos en el sistema donde las entidades son dirigidas para procesamiento, almacenamiento, actividades, o toma de decisiones.

Para construir locaciones:

- Click izquierdo en el ícono deseado de locaciones en la caja de Gráficos, posteriormente Click izquierdo en la ventana de Layout en donde desees que aparezca la locación.
- Se creará un registro automáticamente para la locación recién creada en la tabla de Edición de Locaciones.
- El nombre, unidades, capacidad, etc. puede ahora ser cambiada con sólo dar click en el cuadro apropiado y teclear los cambios deseados.

ENTIDADES

Cualquier cosa que el modelo "procesa" es llamada entidad. Algunos ejemplos incluyen partes, productos, gente y papeles de trámites.

Para construir entidades:

- Click izquierdo en el gráfico deseado de entidades en la caja de Gráficos de Entidad.
- Se creará un registro automáticamente en la tabla de Edición de Entidades.
- El nombre puede ser cambiado y el tamaño de la entidad puede ser ajustado con sólo mover la barra en la caja de herramientas.

PROCESAMIENTO

El Procesamiento describe las operaciones que se llevan a cabo en una locación, tales como la cantidad de tiempo que la entidad pasa en dicha locación, los recursos necesarios para realizar el trabajo, y cualquier cosa que suceda en la locación, incluyendo seleccionar el siguiente destino para la entidad.

Para crear el Procesamiento:

- Click izquierdo sobre el nombre de la entidad en la barra de herramientas, posteriormente click izquierdo en la locación de inicio.
- Click izquierdo en la locación de destino.
- Se creará un registro automáticamente.
- Para añadir más líneas de ruteo al mismo registro, click izquierdo en el botón de Añadir Rutas (Add Routings) en el cuadro de herramientas.
- Para rutear la entidad a la salida del sistema, simplemente Click izquierdo en el botón Route to Exit en el cuadro de herramientas.

LLEGADAS

Cualquier nueva entidad que se alimente al sistema se conoce como llegada.

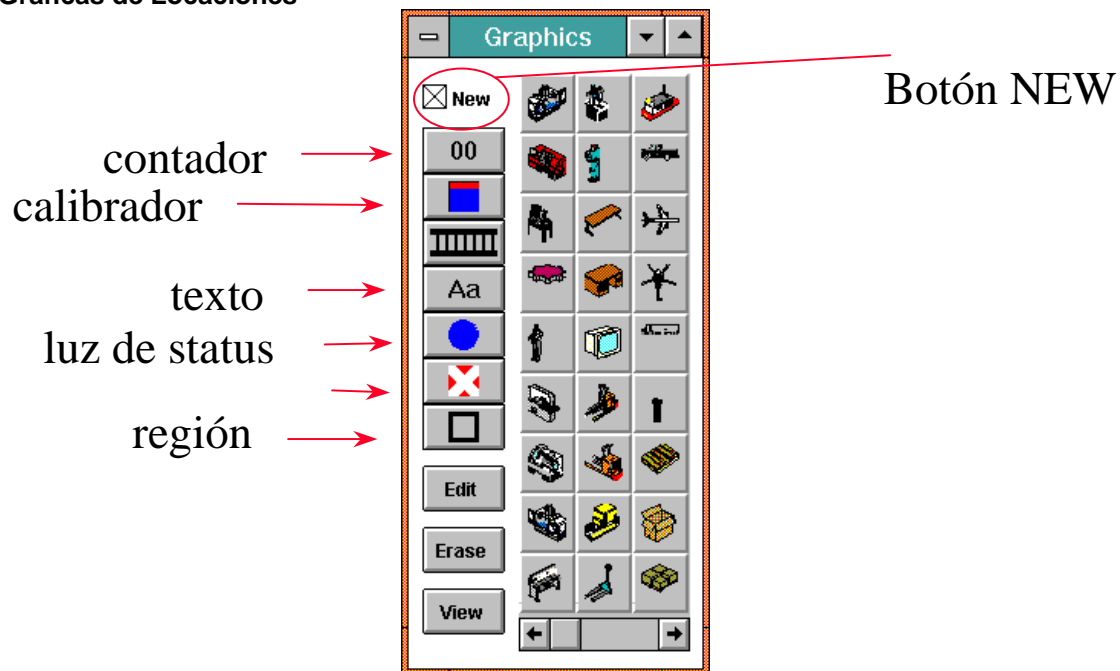
Para crear llegadas:

- Click izquierdo en la entidad en el cuadro de herramientas y click izquierdo en la locación a donde "llegará" la entidad.
- Entidad: La entidad que llega.
- Locación: La locación a la que llega.
- Qty Each: (Cantidad por llegada) El número de entidades (en un grupo) que llegarán en el momento específico.
- First Time: (Primera Ocasión) La primera vez (en tiempo de reloj de simulación) que ocurrirá la llegada.
- Occurrences: (Ocurrencias) El número de repeticiones de esta llegada que habrá.
- Frequency: (Frecuencia). El tiempo entre las ocurrencias.

EJECUTANDO LA SIMULACIÓN

En este momento ya debemos estar listos para ejecutar la simulación. F12 grabará el modelo por nosotros (Hay que alimentar un nombre de 8 letras) y F10 ejecutará el modelo. Del menú de Simulation podemos escoger Run (Correr) o Save and Run (Grabar y Correr). Dentro del menú de Simulation en Options (Opciones) aparecerá el diálogo que se muestra en esta página. El número de horas de ejecución puede ser especificado en el campo Run Hours (Horas de Ejecución), así como la precisión del reloj. Revisaremos las otras opciones posteriormente en el curso.

Gráficas de Locaciones



Existen un número de opciones disponibles para mejorar la calidad de las gráficas e incrementar la información disponible asociada a las locaciones en el modelo. Click en el botón nuevo NEW te permitirá añadir estos elementos a la locación activa. **Hay que tener cuidado en activar la locación para la cual se desea añadir estos elementos y posteriormente apagar el botón de locación nueva NEW!!**

- **Contador** - Despliega los contenidos numéricos de la locación.
- **Calibrador** - Despliega gráficamente los contenidos de la locación
- **Texto** - Asocia texto a la locación
- **Luz de Status** - Cambia el color de acuerdo al status de la locación.
- **Lugar de la Entidad** - Define el lugar físico en el que aparecerá la entidad en la locación.
- **Región** - Área (invisible durante la simulación) útil en definir locaciones de área.

Tiempos de Proceso

- ❖ En las locaciones
- ❖ Estatuto WAIT
 - Ejemplos:
 - ❖ WAIT 3 (utiliza la unidad de tiempo por default definido en Información General)
 - ❖ WAIT 5 min
 - ❖ WAIT 5 sec
 - ❖ WAIT 5 hr

Para crear tiempos de procesamiento en el modelo, utilizamos la instrucción WAIT en la lógica de Operación. Esto hace que la entidad se “espere” (v.gr. sea procesada por la locación) y ocupe la capacidad disponible en la locación durante la cantidad específica de tiempo.

Posteriormente trabajaremos en modelos que tienen variabilidad en sus tiempos de proceso (v.gr. El tiempo de proceso en función del modelo, el tiempo de procesamiento de un trámite bancario).

ATRIBUTOS

Los atributos son entes similares a las variables, pero están ligadas a las entidades específicas y usualmente contienen información acerca de esa entidad.

Para definir un atributo, ir a Build/Attributes y crear un IDENTIFICADOR. Posteriormente escoger el tipo y la clasificación. Existen atributos para las locaciones, pero solamente examinaremos atributos de entidades en este momento.

Los Atributos son cambiados y asignados cuando una entidad ejecuta una línea de lógica que contenga un operador, de la misma manera en que las variables trabajan.

TIEMPOS DE MOVIMIENTO

Para especificar la cantidad de tiempo que una entidad invierte en viajar entre locaciones, se utiliza el comando MOVE FOR en la lógica de movimiento. Esto causará que la entidad se mueva durante el tiempo específico.

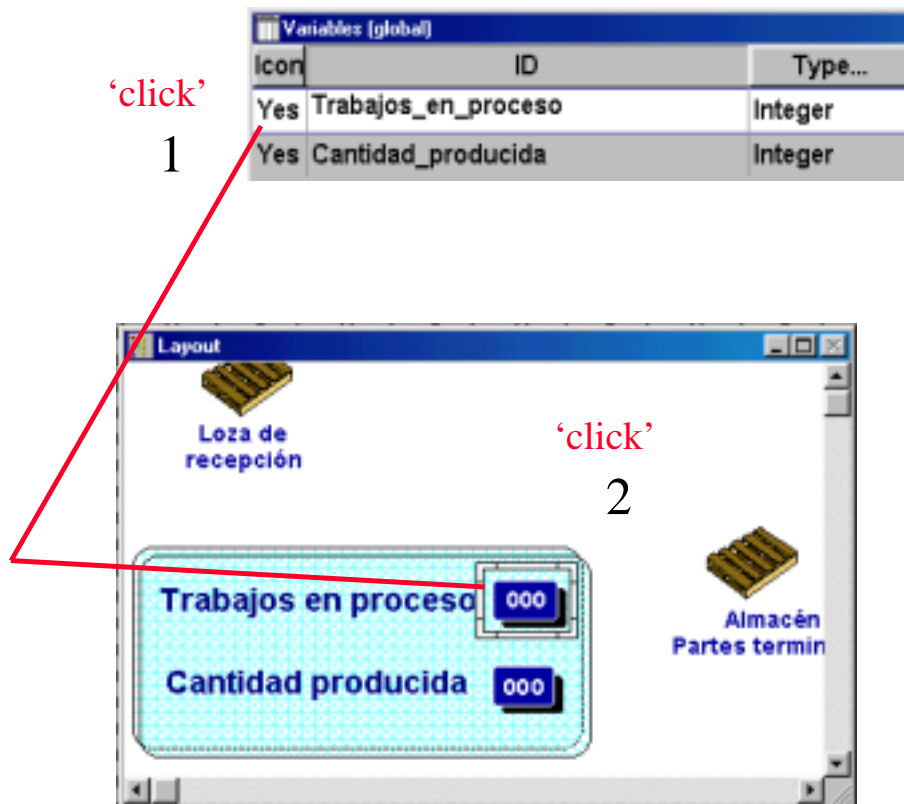
- ❖ Entre Locaciones
- ❖ Instrucción MOVE FOR
 - Se define en la lógica de movimiento
 - Ejemplos:
 - MOVE FOR 2 (unidad de tiempo por default)
 - MOVE FOR 4 min

VARIABLES

- Se definen dentro de Build/More element/Variables
- Contadores, estadísticas del sistema, cálculos numéricos
- Se colocan en el “layout” para comunicación visual
- Utilizar **INC**, **DEC**, y otros operadores numéricos para manipular valores de variables

Para colocar una variable en el modelo como un contador, simplemente señalar el registro de la variable en la tabla de edición, y posteriormente click en el layout en donde quieres que aparezca.

Un “doble” click en el layout permite que se edite el tamaño y tipo de letra, y el color, así como las características de la caja de texto.



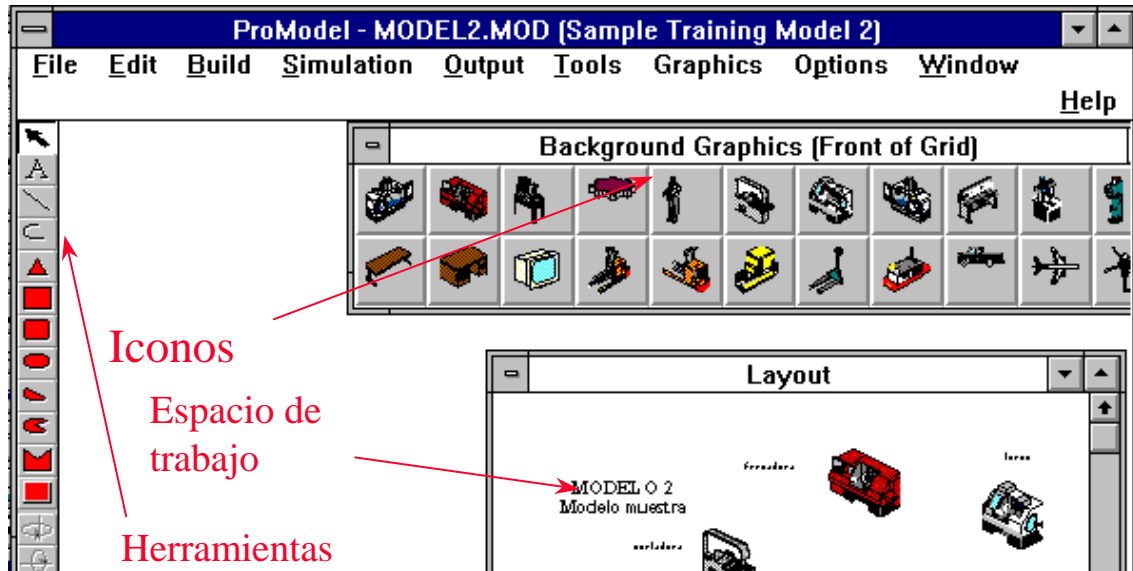
Instrucciones INC / DEC

Las variables son útiles cuando sus valores son manipulados. Esto se realiza con las sentencias INC y DEC.

- **INC** nombre_de_la_variable, valor_del_incremento,
- **DEC** nombre_de_la_variable, valor_del_decremento
- Por “default” el valor del incremento y decremento es 1.
- +, -, /, *, =
- Válido en cualquier campo de lógica (operación, lógica de movimiento)

Gráficas de Fondo

Si queremos colocar texto u otros gráficos en el modelo, lo logramos a través de Build/Background Graphics. Entra a este módulo y practiquemos un poco con las opciones. La barra de herramientas nos permite dibujar y modificar formas. La barra de Íconos nos permite acceder íconos de locaciones/entidades como simples gráficas. Nótese que la herramienta de textos aparece en la gráfica de barras como una A.



BLOQUES DE RUTAS Y CUADRO DE DIÁLOGO

Cuando se rutea una parte a una locación en el proceso, a veces es necesario ofrecer rutas múltiples para que la entidad salga. Esto se logra a través de crear **líneas múltiples o bloques múltiples** de ruteo.

Si un registro de ruteo tiene *líneas múltiples dentro de un mismo bloque*, solamente una de las líneas será ejecutada, en otras palabras, la entidad se irá solamente a una locación. La línea de ruteo que la entidad escoge se basa en las reglas de ruteo que se establecen en el cuadro de diálogo de las reglas.

Si hay *múltiples bloques* en el ruteo, entonces cada línea será ejecutada y la entidad especificada irá a cada una de las locaciones (se crearán entidades adicionales). Esto se logrará a través de seleccionar la opción de Iniciar un Nuevo Bloque (Start New Block).

- Bloque sencillo, múltiples rutas
- Bloques múltiples
- Selecciones del cuadro de diálogo

Routing for pieza @ inspeccion [1]				
Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	pieza	horno	0.750000 1	
	rechazado	EXIT	0.250000	INC Partes_rech

Routing for pieza @ inspeccion [1]				
Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	pieza	horno	FIRST 1	
2	rechazado	EXIT	FIRST 1	INC Partes_recha

Routing Rule

Start New Block Quantity 1

New Entity

First Available Most Available
 By Turn Random
 If Join Request If Load Request
 If Send Longest Unoccupied
 Until Full If Empty

Probability: _____

User Condition: _____

Continue

As Alternate As Backup Dependent

OK Cancel Help

INSPECCIÓN, RUTEOS PROBABILÍSTICOS

Ejemplo:

Todas las entidades son inspeccionadas con una tasa de rechazo del 25% (por ejemplo, 1 de cada 4 partes falla en la prueba de calidad).

Routing for Pieza @ Inspeccion [1]				
Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Pieza	Almacen_pa	0.550000 1	MOVE FOR 1
	Pieza	Retrabajo_Tc	0.300000	MOVE FOR 1
	Pieza	Retrabajo_Es	0.100000	MOVE FOR 1
	Pieza	Desecho	0.050000	MOVE FOR 1

Routing Rule

Start New Block Quantity 1

New Entity

First Available Most Available
 By Turn Random
 If Join Request If Load Request
 If Send Longest Unoccupied
 Until Full If Empty

Probability: 0.550000

User Condition: _____

Continue

As Alternate As Backup Dependent

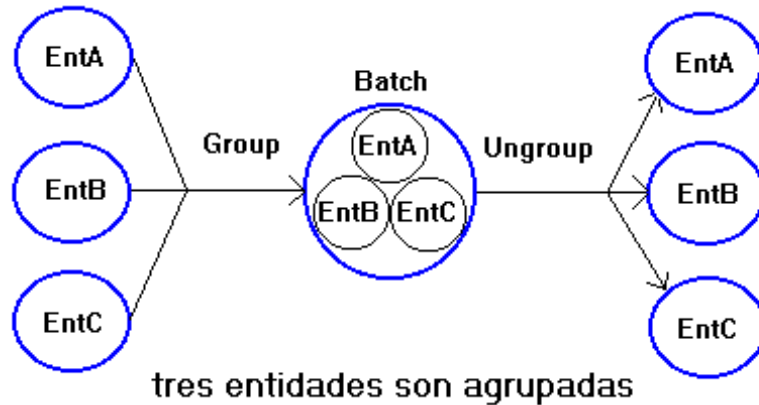
OK Cancel Help

En algunas instancias, existe la probabilidad de que una pieza será enrutada a una área en vez de otra. Este efecto puede ser modelado en ProModel a través de crear líneas múltiples en el mismo bloque de ruteo y seleccionando la opción de **PROBABILIDAD**. Se asigna una probabilidad de muestreo. La suma de probabilidades debe sumar 1.0.

En nuestro ejemplo, existe un 75% de probabilidad de que ocurra el hecho de que la pieza vaya al horno, y un 25 de que una parte defectuosa vaya a EXIT. **Es importante recordar que estas líneas deben estar en el mismo bloque!**

LOTEO TEMPORAL – GROUP / UNGROUP

Loteando múltiples entidades de tipo similar

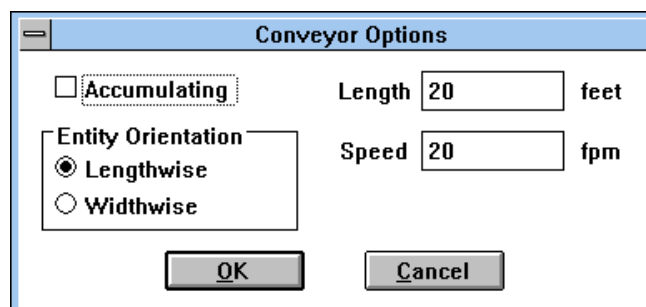
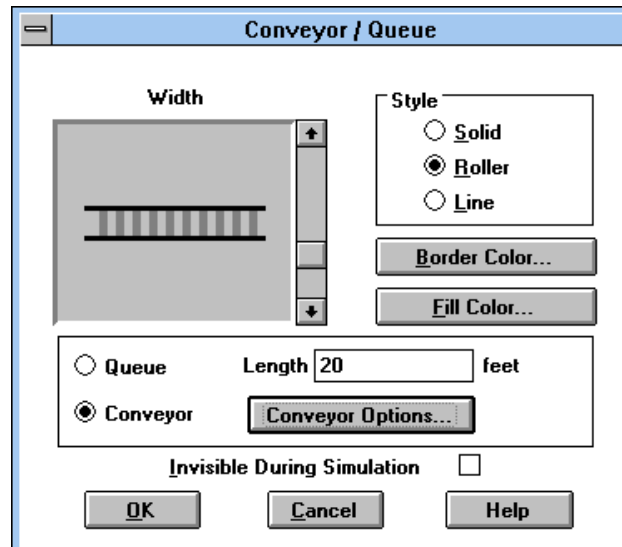


Frecuentemente encontramos la situación donde un número de partes son procesadas y loteadas juntas. Después que el procesamiento sea cumplido las partes son desagrupadas de nuevo. Para estos lotes temporales use la sentencia **GROUP**. Para separar los lotes use la sentencia **UNGROUP**. Uno puede agrupar entidades mediante un solo tipo individual de entidad definiendo un registro de proceso para el tipo de entidad a agrupar, o agrupando indistintamente todos los tipos de entidad, mediante la definiendo de un registro de proceso **ALL**. Promodel mantiene todas las características y propiedades de las entidades individuales del grupo de entidades y permite que permanezcan como entidades individuales después de un comando **UNGRUP**. Note que la capacidad de la locación donde **GROUP** ocurre debe ser al menos tan grande como el tamaño del grupo.

BANDAS

Las Bandas se utilizan para modelar sistemas de manejo de materiales o cualquier sistema de manejo de materiales que sea similar a una banda. Las partes solamente pueden ser cargadas en una banda una a la vez. El número de partes que se permite en una banda está limitado por la capacidad, así como por las dimensiones de la entidad y la longitud de la banda.

La entidad se mueve en una banda dependiendo de la velocidad y la longitud de la banda. Las bandas de acumulación actúan como bandas de rodillos, mientras que las bandas de no acumulación actúan como "cintas". Nótese el uso de la instrucción **MOVE** en la siguiente página para ser utilizada con las bandas.

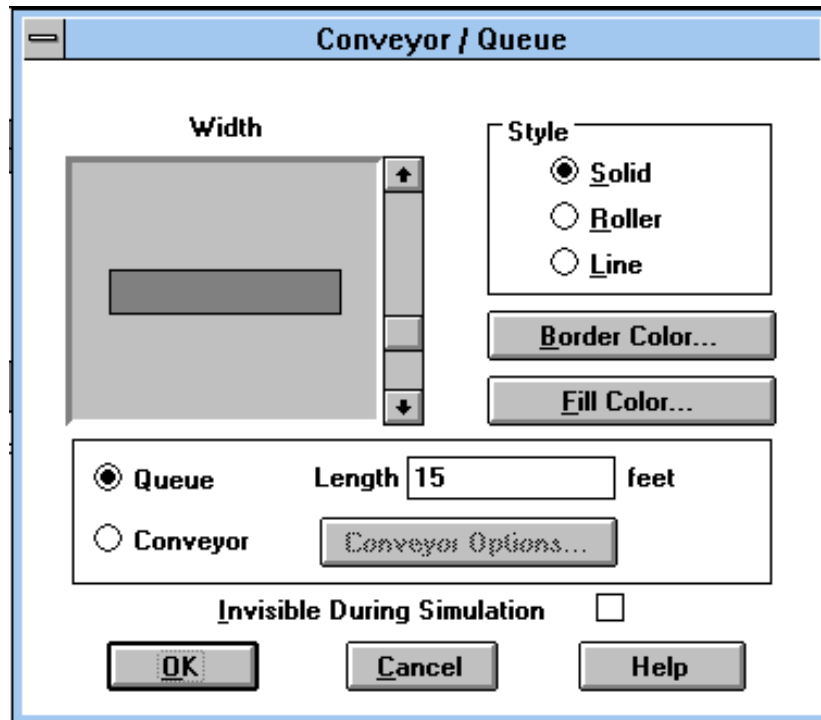


FILAS

Las Filas son utilizadas como almacenes, “buffers”, áreas de espera antes de estaciones de trabajo, etc. Gráficamente la fila solamente desplegará tantas entidades como se puedan mostrar dependiendo del tamaño gráfico de la entidad y de la fila (solamente concepto gráfico). El límite de entidades a ser guardadas en una fila depende también de la capacidad (el valor por default es infinito) pero no necesariamente las mostrará.

La instrucción MOVE nos permite controlar cuando la lógica de la fila o la banda será ejecutada. La lógica antes del comando MOVE se ejecuta al principio de la banda/fila. La lógica posterior al comando MOVE se ejecuta cuando la entidad llega al final de la línea.

La instrucción MOVE FOR te permite controlar el tiempo que le lleva a una entidad viajar de principio a fin en una fila. Si no se especifica el tiempo, el tiempo será definido por la longitud de la fila y la velocidad de la entidad.

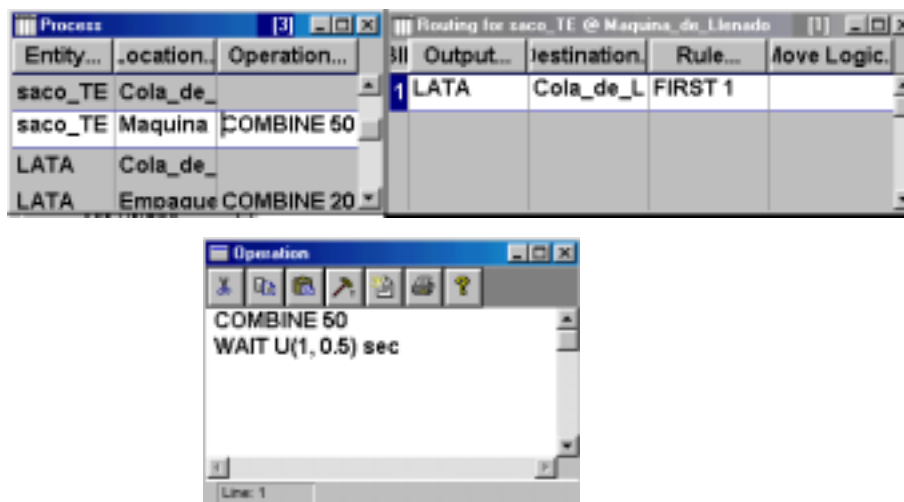


Loteo/(instrucción COMBINE)

Previamente hablamos acerca de particionar piezas en más piezas o sub-ensambles. Ahora necesitamos hablar con respecto a juntarlas en lotes, tarimas, grupos. Para esto existen varias instrucciones en ProModel, pero una de las más comunes es la instrucción COMBINE. Esta instrucción *combina y consolida* el número especificado de entidades.

La instrucción COMBINE espera hasta que estén disponibles el número específico de piezas en la locación y entonces se combinan en una sola entidad que es enrutada a la siguiente locación como la entidad de salida. Es posible cambiar el nombre de la entidad que se enruta de salida en la locación donde toma lugar el cambio.

Veamos el ejemplo de esta página.



RECURSO

- ¿Qué pasa si queremos un recurso para mover las entidades entre las locaciones?
- ¿Qué pasa si ellos realizan las operaciones en las locaciones?

Un recurso es una persona, pieza de equipo, o algún otro dispositivo o mecanismo que es utilizado para hacer una o más de las siguientes actividades: transportando entidades, apoyando el mantenimiento en las locaciones, o realizando el mantenimiento a otros recursos.

Necesitamos definir 2 elementos para dicho recurso:
El recurso mismo, y una red de transporte que defina el movimiento del recurso.

DEFINICION DE RECURSO

Ir a Build/Resources y dar click en el gráfico deseado en la caja de herramientas de los recursos. Esta acción automáticamente creará un registro en la Tabla de Edición de Registros. Desde ahí tu puedes cambiar el nombre del recurso, el número de unidades, y las especificaciones.

Las especificaciones te permiten definir la red sobre la cual el recurso viaja (discutiremos más de esto posteriormente), los nodos sobre los cuales se estaciona (también hablaremos de esto posteriormente) y el movimiento del recurso.

REDES DE RUTAS

Redes de rutas son el método a través del cual los recursos viajan.

Las redes de transporte consisten de Nodos, los cuales son conectados por segmentos de Rutas. Los segmentos de Rutas son definidos por un nodo de INICIO y un nodo de TERMINACIÓN y pueden ser UNIDIRECCIONAL o BIDIRECCIONAL. Los segmentos de ruta pueden tener quiebres o ser líneas rectas interconectadas por nodos.

La creación de una ruta en la red se inicia al seleccionar el botón de RUTAS (PATHS) y después click izquierdo en el layout en donde quieras que inicie el segmento. Los clicks izquierdos subsiguientes señalarán quiebres en la ruta y el click derecho marcará el fin de la ruta.

INTERFACES

Las interfases le dicen a ProModel en dónde interactúa un recurso con una locación. Las entidades también pueden viajar en las redes.

Para crear una interfase entre un nodo y una locación, click izquierdo sobre un nodo (se apreciará una línea punteada con movimiento) y posteriormente un click izquierdo en la locación.

Se pueden crear interfases múltiples de un nodo a locaciones, pero una locación sólo tendrá una interfase con una red.

GET/FREE, USE, MOVE WITH

Las sentencias GET/FREE Y USE son utilizados para capturar un recurso para una actividad en una locación.

GET capturará el recurso y éste permanecerá con la entidad hasta que se especifique un FREE.

USE capturará el recurso por la cantidad específica de tiempo y posteriormente lo liberará en forma automática.

MOVE WITH es utilizado para capturar un recurso de transporte entre locaciones (cuando no hay actividad realizada en la locación actual). El recurso permanecerá con la entidad hasta que se encuentre una instrucción THEN FREE o bien una instrucción FREE más adelante.

OPERADORES MULTIPLES

La instrucción GET utilizada en conjunción con AND y OR (o e y) permiten capturar recursos múltiples para una tarea o bien para una selección alternativa.

- Utilizar un operador sencillo para una operación de ensamble
GET Operador_1
WAIT 4
FREE Operador_1
- Utilizar operadores múltiples para la misma operación
GET Operador_1 AND Operador_2
WAIT 4
FREE ALL
- Utilizar cualquier operador para la operación
GET Operador_1 OR Operador_2
WAIT 4
FREE ALL

IF - THEN (ELSE)

Los estatutos IF - THEN permiten al usuario ejecutar líneas específicas de lógica basados en ciertas condiciones.

Las instrucciones BEGIN y END son requeridas si se incluirán varias líneas para una posibilidad.

Si no hay BEGIN y END el modelo solamente ejecuta la primer línea después del IF-THEN.

El estatuto ELSE permite continuar listando condiciones específicas. También se puede continuar con instrucciones ELSE IF THEN.

Sintaxis

IF <Expresión booleana> **THEN** <instrucción>

Ejemplos

```
IF var1 = 5 THEN  
    WAIT 2 min  
  
IF attr1<>4 OR var1>0 THEN  
    {  
        var1 = 5  
        WAIT 2 min  
    }  
ELSE  
    {  
        var2=3  
        Att3=7  
    }
```

Instrucción ROUTE

- Utilizado para controlar el ruteo específico de entidades
- Se utiliza en la lógica de operaciones (Operation)
- Bloques de Ruteo correspondientes

Recordando del material visto anteriormente, la creación de 2 bloques de ruteo enviará las entidades a ambos destinos. Para controlar los destinos existe el comando ROUTE. A través de los manejadores de lógica y el ROUTE tenemos el control absoluto de los bloques a ejecutar.

La instrucción ROUTE seguido del parámetro "n" especifica cuál ruta será referenciada. En el ejemplo mostrado, la ruta 1 ó 2 dependerá del tipo de parte (1 ó 2). Este atributo ha sido "asignado" o "estampado" en el campo de lógica (Logic) en la tabla de Llegadas.

```

Operation
-----
MOVE
tiempo_entrada = CLOCK()

IF tipo_parte = 1 THEN
  BEGIN
    GRAPHIC 2
    ROUTE 1
  END
ELSE
  BEGIN
    GRAPHIC 3
    ROUTE 2
  END

```

BIK	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	engrane	fresadora	FIRST 1	MOVE FOR .1
2	engrane	torno	FIRST 1	MOVE FOR .1

Funciones CLOCK() and LOG

CLOCK()

- Utilización: CLOCK(<unidad de tiempo>)
- Retorna el valor del tiempo. actual de la simulación
- () default, (hr), (min), (sec)

LOG

- Utilización: LOG <texto>, <expresión>
- Resta la expresión del tiempo de simulación actual y almacena el resultado con el texto como encabezado
- Los resultados se presentan al final del reporte de la salida

Las funciones **CLOCK** y **LOG** le permiten rastrear las demoras de los eventos (como el tiempo del ciclo, demoras) en su modelo. La función **CLOCK** retorna un número real, o sea que los atributos y variables a los que se les asignará el **CLOCK** deben ser de tipo real.

Ejemplo del Tiempo de Ciclo:

Habíamos definido un atributo tiempo_entrada (De tipo Real).

En la locación a donde llegan las piezas escribimos la siguiente lógica:

tiempo_entrada = CLOCK()

Esto registra la hora del reloj cuando pasa la entidad por esa lógica. Al final del procesamiento por donde pasan las entidades incluimos la siguiente lógica:

LOG "Tiempo de Ciclo" , tiempo_entrada

Esto resta el valor almacenado en el atributo tiempo_entrada y registra el valor con su encabezado "Tiempo de Ciclo".

Mantenimiento Preventivo

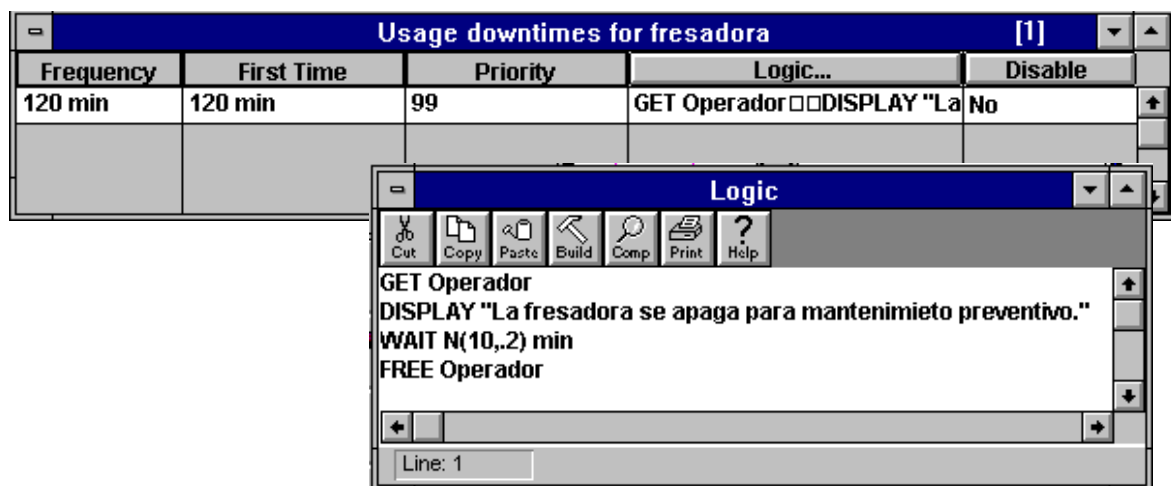
- Fallas de Locaciones
 - Reloj (Clock), Número (Entry), Utilización Efectiva (Usage), Preparación (Setup)
 - ❖ Utilizar DTs

El mantenimiento preventivo en una máquina puede ser programado en intervalos regulares basado en el tiempo de reloj, el número de partes que hayan llegado a la locación, la utilización efectiva (horas de vuelo), o el tiempo de preparación requerido.

Esto se hace en BUILD/LOCACTION columna DT's (por DownTimes)

La lógica se ejecuta en el momento de la pausa, y puede incluir casi cualquier comando de ProModel, como capturar recursos, procesos WAIT, y la asignación de valores a variables por mencionar algunos.

Ver los ejemplos que se muestran:

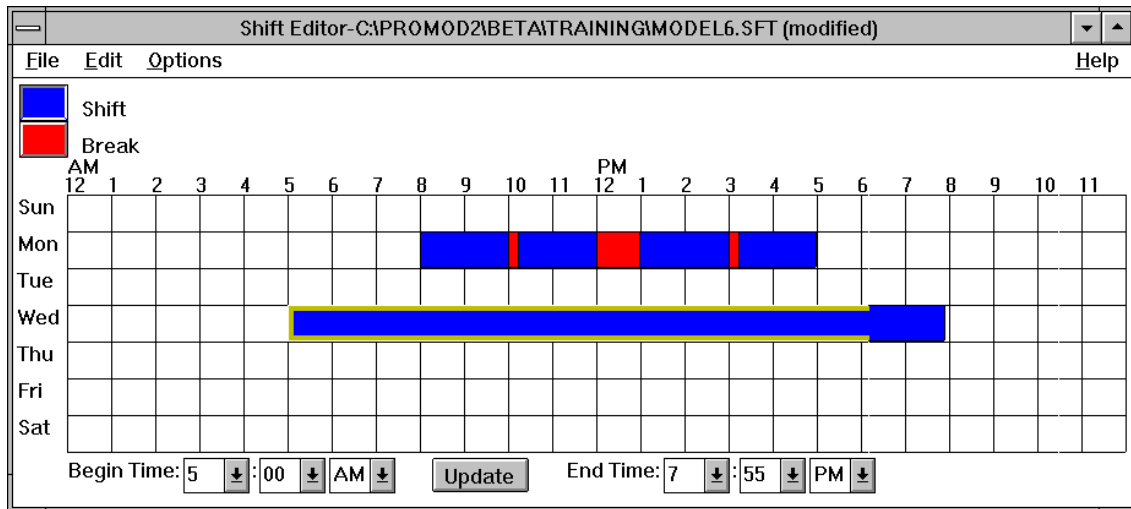


Turnos

- ❖ Permiten crear horarios de entrada/salida para cualquier recurso o locación
- ❖ Se definen en Build/Shifts/Define
- ❖ Se asignan a Locaciones o Recursos en Build/Shifts/Assign

Turnos (definición)

❖ Build/Shifts/Define



Al seleccionar definir, el Editor de Turnos (Shift Editor) aparecerá presentando una opción de crear un archivo (nombre.sft) que define tu turno.

Se utiliza el enfoque “click” y “arrastrar” en la barra apropiada (trabajo o descanso). Se puede utilizar Edit/Duplicate para duplicar un día.

La tecla Shift nos ayuda a hacer múltiples copias del horario de un día.

El espacio en blanco es considerado tiempo no disponible, azul tiempo de trabajo y rojo tiempo de descanso.

Turnos (Asignación) Build/Shifts/Assign

Asignar los recursos y las locaciones a los turnos se hace a través de Build/Shifts/Assign.

Click en las locaciones o recursos presentará el cuadro de diálogo para seleccionar los recursos y locaciones que estarán sujetos a ese turno.

La lógica puede ser ejecutada previamente antes de los “breaks”, así como durante el break.

Turnos (ejecutando el modelo)

Para ejecutar el modelo utilizando los turnos, ir a Simulation/Options y “define run length by date”. Este presentará la opción de un calendario para ser ajustado a las fechas deseadas.

Macros, Interfases RTI

En ProModel, una macro puede ser utilizada para substituir texto. Esto es útil cuando se requieren varios bloques de texto que son similares y nos queremos referir a ellos con sólo unas palabras.

Las Macros también son una forma de crear modelos paramétricos. Cuando se selecciona el comando RTI en defined, se define cómo aparecerá en la lista y que pregunta contendrá para el usuario.

Esta característica es especialmente útil al crear modelos flexibles para usuarios finales.

RTI Definition for tiempo_proceso_fresa

Parameter
Name: tiempo_proceso_fresa

Prompt: Tiempo de proceso en la fresadora
(puede ser una distribucion)

Unrestricted Text
 Numeric Range

OK Cancel Help

Macros [1]		
ID	Text...	RTI
tiempo_proceso_fresa	N(3,.1)	Defined
tiempo_proceso_torno	N(4,.1)	Defined
tiempo_inspeccion	N(1,.1)	Defined
mantenimiento_fresa	N(10,.1)	Defined
mantenimiento_torno	N(10,.1)	Defined

Generando Escenarios

Una vez que el modelo está creado, es posible correr varios escenarios cambiando parámetros.

- ❖ Simulation/Scenarios
- ❖ Cuadro de diálogo
- ❖ Creación:
 - ❖ cambiando datos de RTI's

