

## MÓDULO 3. RUTEO

---

En este módulo se definirán las diversas formas de ruteo, o lo que es lo mismo, las diversas formas de bifurcar o unir los posibles caminos o alternativas de los sistemas que se pretenden simular. Para ello, se emplea un bloque denominado DECIDE.



Todas las entidades que entren a este bloque podrán seguir una ruta o camino previamente especificada mediante una condición o una probabilidad. Cuatro posibles formas de ruteo se pueden adoptar en este bloque, dependiendo del número de caminos de salida y de la forma de selección del camino:

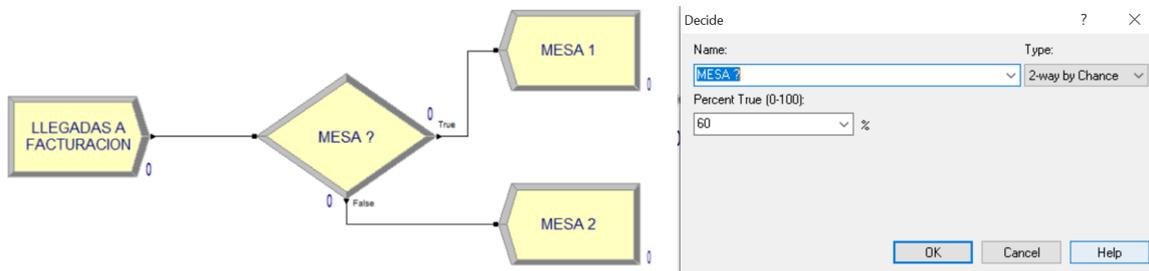
- ✓ **2-way by Chance:** bifurca en 2 caminos que se seleccionan por probabilidad.
- ✓ **2-way by Condition:** bifurca en 2 caminos que se seleccionan por una condición que se debe cumplir por cada entidad.
- ✓ **N-way by Chance:** bifurca en  $N$  caminos que se seleccionan por probabilidad.
- ✓ **N-way by Condition:** bifurca en  $N$  caminos que se seleccionan por una condición que se debe cumplir por cada entidad.

MÓDULO 3. RUTEO.

**PROBLEMA 3.1** En un aeropuerto, los clientes llegan a la zona de facturación de maletas siguiendo una distribución de probabilidad basada en una uniforme, de mínima 3 y de máxima 5 minutos. En la zona de facturación existen dos puestos atendidos por personal. La probabilidad de que un cliente elija el puesto 1 es del 60%, y del 40% para el puesto 2.

**Problema 2-way by Chance** mediante Técnica Atributo Genérico (TAG)

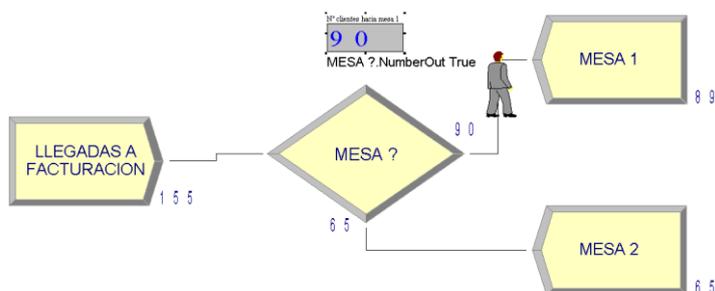
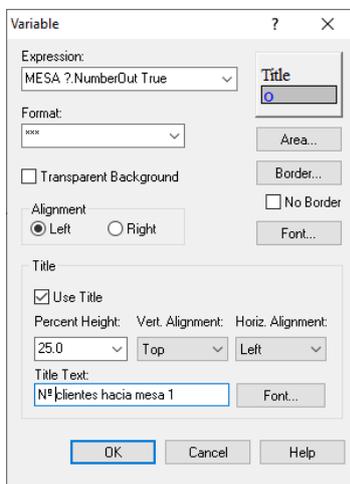
A la hora de establecer el DECIDE, se define el tipo según una 2-way by Chance, pues únicamente existe opción a 2 caminos, siendo elección del camino por probabilidad directa. Para añadir la probabilidad de que se cumpla que la entidad tome el primer camino, primero se ha de pulsar el botón **Add...** y, en la nueva ventana que se genera, se define la probabilidad de que la entidad tome este primer camino (60%). La entidad que cumpla esta condición saldrá por el camino denominado como "True" (primer camino), que puede observarse en el icono principal del bloque. No es necesario volver a introducir la probabilidad de tomar el segundo camino (40%), pues por lógica, al no cumplirse la primera condición del 60%, estaremos dentro del 40% restante. En este caso, la entidad tomará el camino etiquetado como "False", en la zona inferior del bloque.



Este problema se tomará como punto de partida para exponer la forma de visualizar variables en la simulación. El acceso directo al visualizador de variables se encuentra en la cinta superior de opciones, cuyo nombre es "Variables" . Dentro de la ventana de opciones que se genera, podremos escoger qué variable visualizar en tiempo real, o incluso construir alguna función relacionada con el tiempo, la entidad, etc. a través nuevamente del *Expression Builder* . Para este caso, se pretende conocer el número total de clientes que han decidido elegir el camino de la Mesa 1. Para ello, en la casilla **Expression** se debe indicar la función que exprese el número de entidades que pasan por esa salida hacia la mesa 1:

*MESA ?. NumberOut.True*

El resto de opciones son propias de formato, color, tipo de texto, título, etc. que se pueden dejar por defecto.

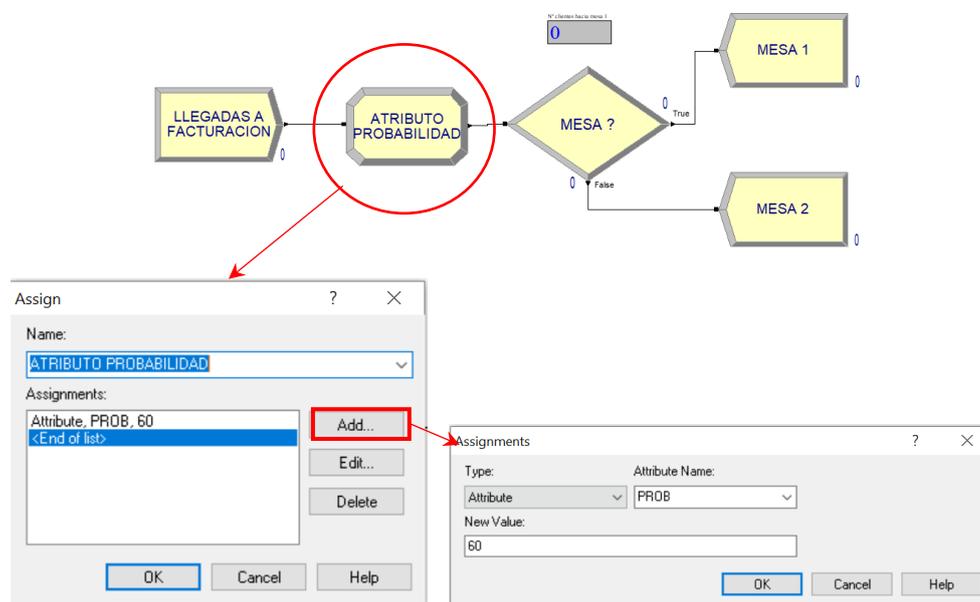


### MÓDULO 3. RUTEO.

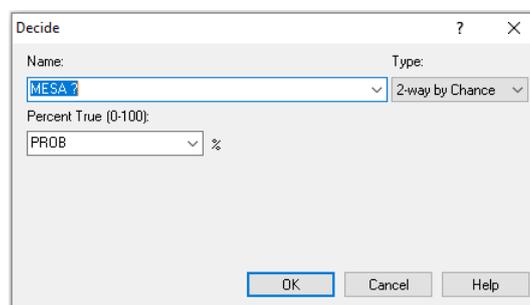
Efectivamente, el número de este visualizador, para este caso, debe coincidir con el que se indica por defecto justo a la salida del camino "True".

En ciertas ocasiones, esta probabilidad de elección de un camino no tiene por qué ser fija en el bloque DECIDE. Esta probabilidad puede venir adjunta en cada entidad como, por ejemplo, un ATRIBUTO propio de la entidad o en forma de VARIABLE del sistema. Para cada caso, se está indicando la selección de la técnica ATRIBUTO GENÉRICO (TAG) o de la técnica ÍNDICE-EXPRESIÓN (TIE). En este problema se desarrolla la técnica atributo genérico (TAG), mientras que en siguientes ejercicios se definirá el uso de la técnica índice-expresión (TIE).

**B- TAG. Técnica Atributo Genérico:** La diferenciación en el valor del % de probabilidad se va a realizar asignando un ATRIBUTO a cada entidad, denominado PROB, que tiene como valor la probabilidad de elección de un camino. Para el caso de la Mesa 1, el valor que toma ese atributo PROB es del 60%, mientras que, si es la Mesa 2, el valor que toma el atributo PROB es lo que reste al total (el 40%). Estos atributos se añaden con el bloque ASSIGNE, concretamente en la casilla **Add...**:

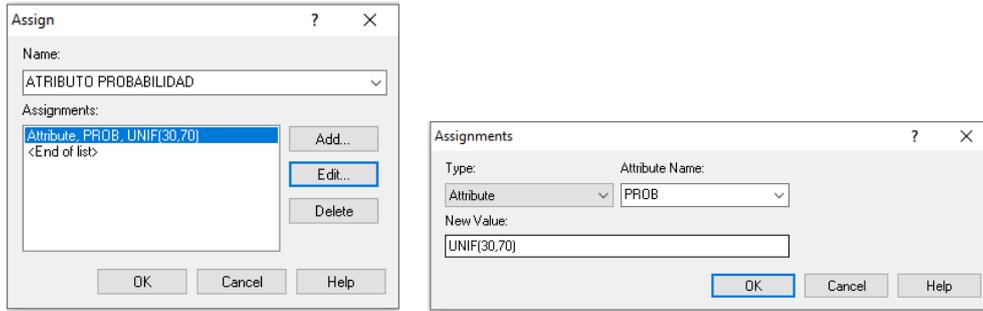


En el bloque DECIDE, ya no es necesario indicar un valor numérico en la casilla de correspondiente con la probabilidad, **Percent True (0-100)**. Al indicar aquí el nombre del atributo, cada entidad aportará a esta casilla su valor del % de probabilidad propio que lleve asignado en su atributo (en este caso PROB):



Con esta configuración, todas las entidades llevan un atributo con valor constante del 60% referente a la probabilidad. Sin embargo, podría existir la posibilidad de que esa probabilidad varíe en cada entidad, asignando a ese atributo no un valor constante, sino una distribución de probabilidad que haga variar dicho valor: por ejemplo, una Uniforme de mínimo 30% y de máximo 70%.

### MÓDULO 3. RUTEO.

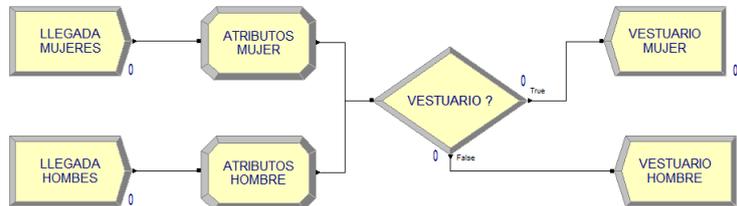


Cada entidad llevará, por tanto, una probabilidad personalizada a la hora de seleccionar el camino, que dependerá de la expresión asignada en su valor.

MÓDULO 3. RUTEO.

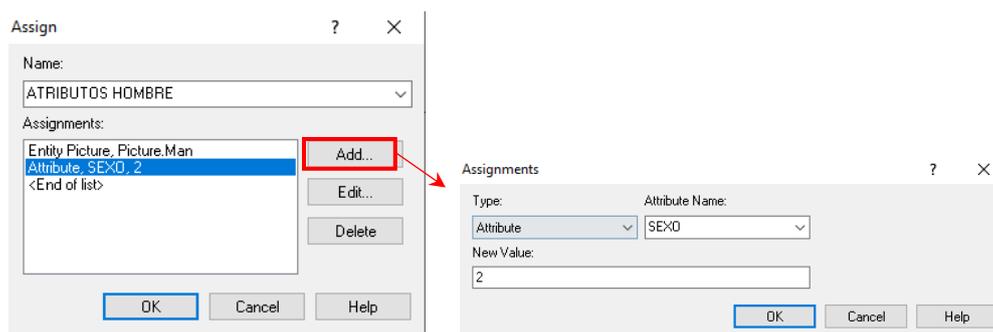
**PROBLEMA 3.2.** A los vestuarios de una estación marítima acuden clientes tanto hombres como mujeres, que tienen su zona específica de aseo. Los hombres acuden de manera constante con llegadas cada 10 minutos, mientras que las mujeres siguen unas llegadas gaussianas (o normales: “NORM(media, desviación)”) de media 12 minutos y desviación 2 minutos.

Se presenta un problema tipo *2-way by Condition* mediante técnica atributo genérico (TAG):

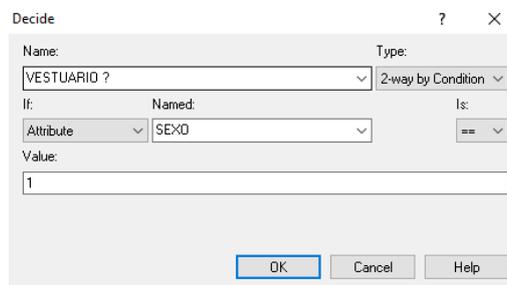


En este problema, la entidad selecciona un camino respecto su género: hombre o mujer. Al ser la metodología de resolución el empleo de la técnica TAG, la diferenciación por género se realiza asignando un ATRIBUTO a cada entidad, denominado SEXO. Para el caso de las mujeres, el valor que toma ese atributo SEXO será de 1, mientras que, si es hombre, el valor que tomará el atributo SEXO será 2. Estos atributos se añaden con el bloque ASSIGNE, dentro de la opción **Add...**.

Los bloques ASSIGN permiten, además, añadir más de una variable o atributo a cada entidad de forma simultánea. Por tanto, es posible añadir simultáneamente una imagen acorde con la entidad (“Entity picture”) de la misma forma que se ha añadido el atributo:



Una vez asignado el atributo SEXO a cada entidad que entra al sistema, éstas son desviadas dentro del bloque DECIDE según el valor de este atributo. Por tanto, en este problema se debe seleccionar el tipo de ruteo denominado **2-way by Condition**, siendo la condición que el atributo SEXO de cada entidad tenga un valor de 1 o 2. Por tanto, la condición y datos del bloque DECIDE deben ser los siguientes:



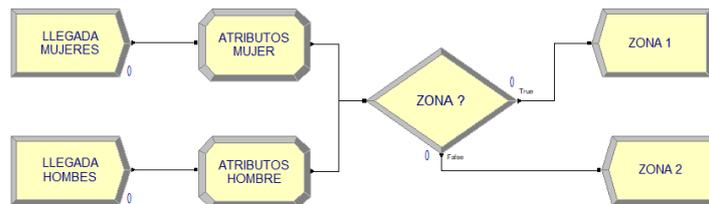
Siempre que se cumpla que la entidad porte un ATRIBUTO denominado SEXO con un valor de 1 (SEXO == 1), la entidad se dirigirá por el camino superior (condición “True”). Cuando no se cumpla, tomará el camino inferior (“False”), siendo no necesario indicar esta condición, que se da por hecho.

MÓDULO 3. RUTEO.

**PROBLEMA 3.3.** A las instalaciones de un polígono industrial llegan hombres y mujeres con una distribución de probabilidad en las llegadas exponencial de media 10 y 15 minutos, respectivamente. Existe una probabilidad del 60% de que las mujeres se dirijan a la Zona 1 del polígono, y un 50% de que a la misma zona lo hagan los hombres. El resto se dirigirá a la Zona 2.

Se presenta un problema tipo *2-way by Chance* mediante técnica índice-expresión (TIE)

Una vez diseñado el esquema, que está basado en una selección ruteo tipo *2-way by Chance*, se implementan bloques ASSIGN posteriores a la generación de entidades que asignarán un atributo denominado SEXO, que toma el valor 1 para mujeres y el valor 2 para hombres.



Para resolver este problema mediante la técnica TIE, se define previamente una VARIABLE (propia del sistema y no de cada entidad) que se ha denominado PROBABILIDAD, y que contiene las probabilidades según sea el tipo de entidad (hombre o mujer). La variable, por tanto, será una variable tipo vector 1x2 (1 fila, 2 columnas), y contendrá la probabilidad de que la entidad mujer tome el camino 1, y la probabilidad de que la entidad hombre escoja el camino 2. Para generar una variable, se debe dirigir al módulo “Basic Process” y seleccionar el bloque “VARIABLE” , que desplegará un menú inferior donde se podrán definir tanto la variable como sus correspondientes valores:

Variable - Basic Process							
	Name	Rows	Columns	Data Type	Clear Option	File Name	Initial Values
1	PROBABILIDAD	1	2	Real	System		2 rows

Initial Values		
	1	2
1	60	50

En el bloque DECIDE, el valor numérico del porcentaje será sustituido por una expresión tal que:

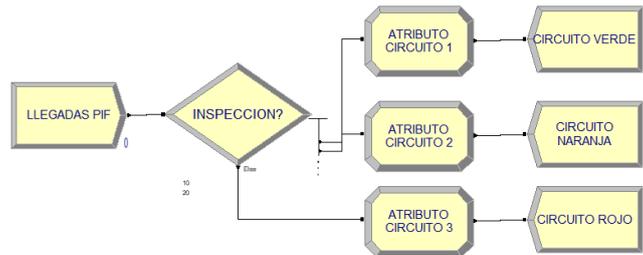
PROBABILIDAD(1,SEXO)

donde, según sea la entidad hombre o mujer (mediante el atributo SEXO), se selecciona la columna 1 (SEXO=1) correspondiente con la probabilidad de la mujer de ir a la zona 1, o la columna 2 (SEXO=2) correspondiente con la probabilidad del hombre. A esta posición dentro de una variable dada por el valor del atributo se le denomina índice, que se emplea dentro de una expresión. De ahí el nombre índice-expresión.

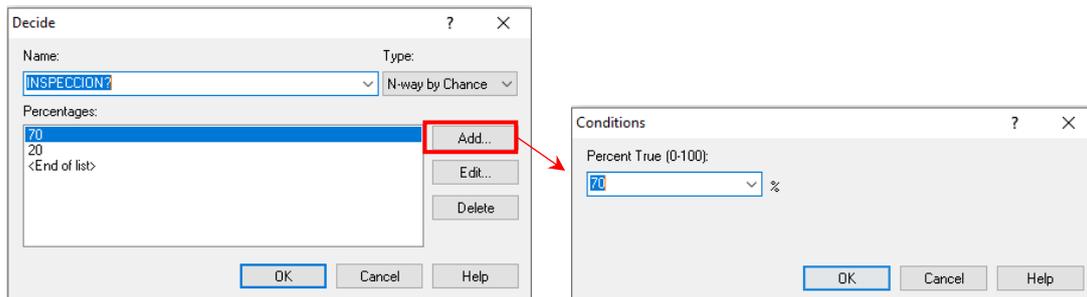
MÓDULO 3. RUTEO.

**PROBLEMA 3.4.** A un Puesto de Inspección Fronterizo (PIF) de un puerto llegan contenedores con tiempos de llegada que siguen una función de distribución de probabilidad tipo exponencial de media 5 minutos. A estos contenedores, que contienen mercancías, se les asigna, previo a la inspección, uno de los tres tipos de circuito en base a una probabilidad dada: circuito verde (no es necesaria inspección) al 70% de las mercancías; circuito naranja (inspección solo documental) al 20 de los contenedores y por último circuito rojo (inspección física), al resto de contenedores. A cada contenedor se le asigna una etiqueta para que se defina previamente qué circuito debe recorrer.

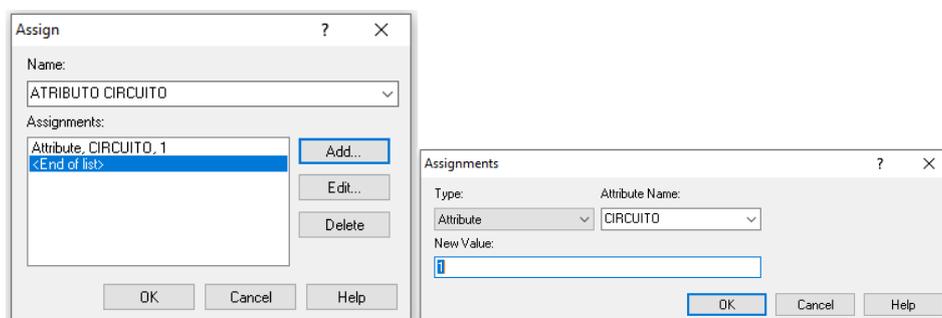
Se presenta un problema tipo *2-way by Chance* mediante técnica atributo genérico (TAG). Este problema es ejemplo común del tipo Separación y Asignación:



Nuevamente, para añadir las probabilidades de selección de ruta en el bloque DECIDE se emplea el botón **Add...**. Se añaden únicamente las probabilidades del circuito verde (70%) y del circuito naranja (20%). No es necesaria añadir la última probabilidad (circuito rojo), al calcularse automáticamente como el resultado de restar al total (100%) la suma de las dos primeras probabilidades. Este último camino será el camino denominado como "Else" en el icono del bloque, quedando posicionado en su parte inferior.

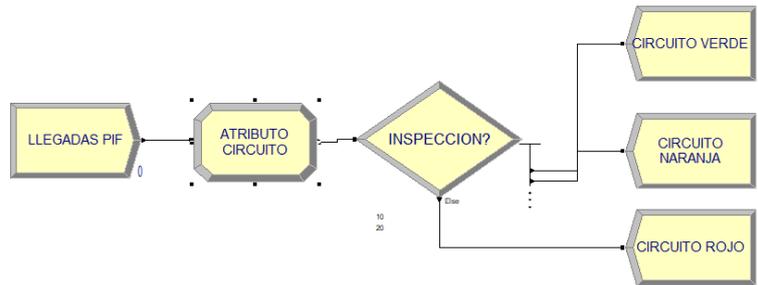


Finalmente, después de la separación según circuito se asigna un atributo (que se ha denominado CIRCUITO) en cada módulo ASSIGN a cada entidad, que indica la selección del circuito verde (valor 1), naranja (valor 2) o rojo (valor 3).

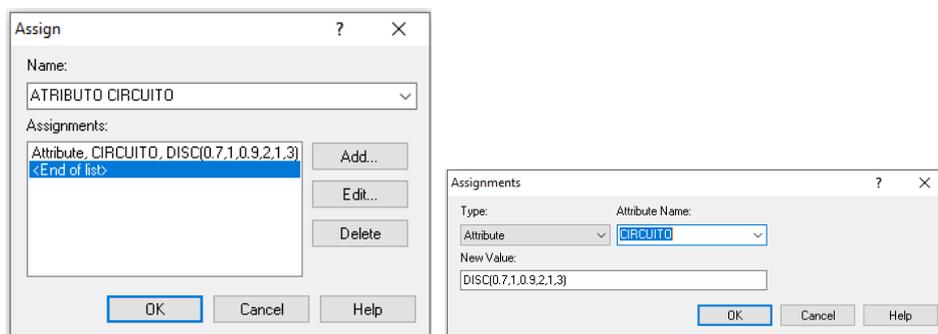


### MÓDULO 3. RUTEO.

Sin embargo, ARENA permite otra forma de ejecutar esta Separación/Asignación de una sola vez. Para ello, se toma de nuevo la técnica TAG. Se trata de asignar el valor de la probabilidad directamente como atributo a cada entidad. Con este fin, se añade un ATRIBUTO a cada entidad mediante un bloque ASSIGN previo al DECIDE, cuyo valor es el indicador de cada circuito según las probabilidades antes mencionadas.



El valor del atributo al paso de cada entidad por el bloque ASSIGN se rige por una probabilidad discreta, dada por una expresión.



Podemos buscar y establecer la nomenclatura de esta función de probabilidad desde el “*Expresion Builder*”. La expresión es la siguiente:

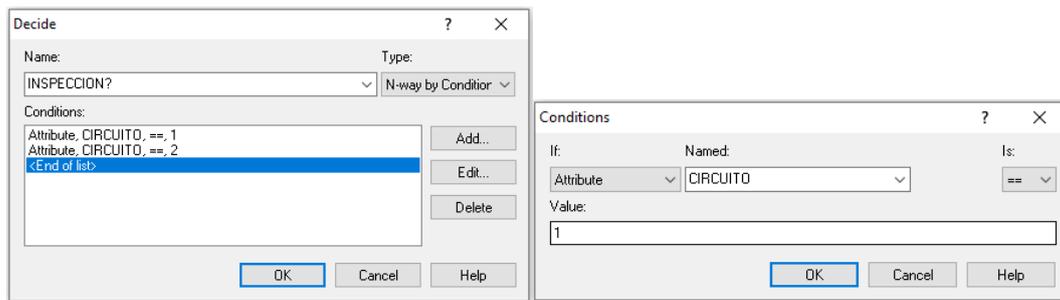
$$DISC(prob\_acumulada1, valor1, prob\_acumulada2, valor2, prob\_acumulada3, valor3)$$

El único dato a considerar en el uso de esta función es que las probabilidades se deben introducir acumuladas. Esto es, si para los atributos 1, 2 y 3 tenemos unas probabilidades (en tanto por 1) de 0.7, 0.2 y 0.1, la forma de introducir estas probabilidades en su apartado correspondiente es 0.7, 0.9 y 1.0 (probabilidades acumuladas).

Para este caso concreto, el tipo de decisión será **N-way by Chance**, supeditada a la condición del atributo CIRCUITO, que indicará el camino a escoger, añadiéndose de la siguiente forma:

- ✓ Si el valor del atributo CIRCUITO es igual (==) a 1, escogerá el camino 1
- ✓ Si el valor del atributo CIRCUITO es igual (==) a 2, escogerá el camino 2
- ✓ Si no se cumplen las dos primeras condiciones (cuando CIRCUITO == 3), se escogerá el camino 3 (“Else”).

### MÓDULO 3. RUTEO.



Nótese la reducción producida del problema de Separación y Asignación. El número de bloques de asignación se ha reducido de 4 a 1.

MÓDULO 3. RUTEO.

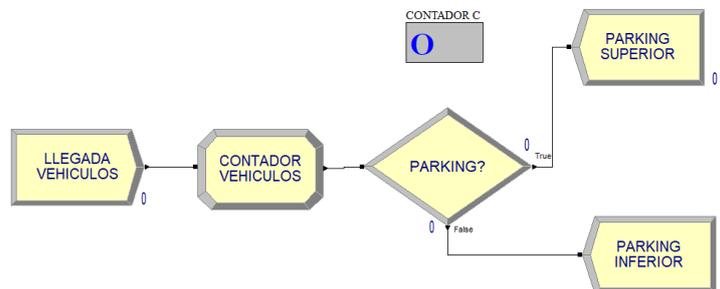
**PROBLEMA 3.5.** A un parking público llegan vehículos siguiendo una distribución normal (gaussiana) de media 5 minutos y desviación de 1 minuto. Los primeros 10 vehículos son desviados a la zona superior mientras que el resto es dirigido a la zona inferior del parking.

En este problema se emplearán los **CONTADORES**. Este tipo de elemento es válido para generar variables que actúen como contadores de entidades y para establecer ciertas restricciones.

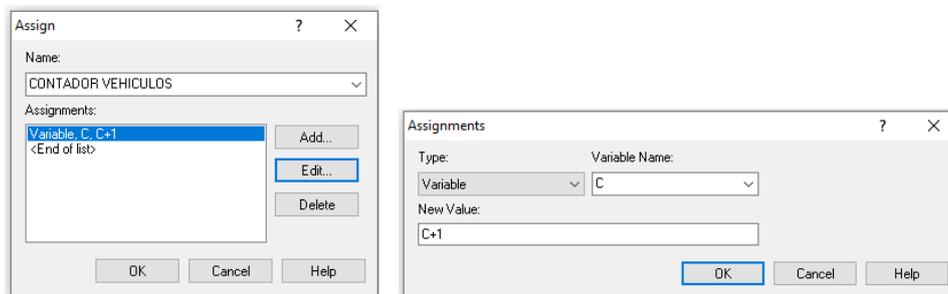
El contador, para este caso, será asignado como una variable que varía su valor a medida que las entidades pasen por el bloque ASSIGN, actuando como una variable acumulativa. El uso del atributo no es posible en este caso de contadores, pues es propio de cada entidad y, una vez que la entidad salga del sistema, su valor vuelve a cero.

Existen dos opciones de colocación del contador, antes o después del bloque DECIDE:

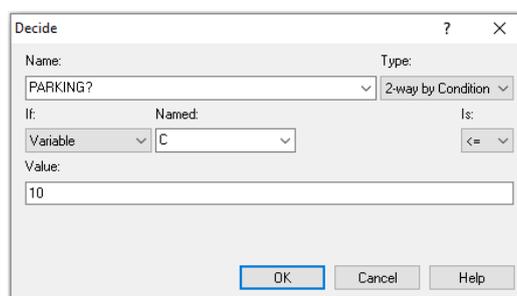
Antes del bloque DECIDE:



El bloque ASSIGN se posiciona entre los bloques CREATE y DECIDE. Se añade una variable al sistema denominada "C" y su valor será "C + 1". De esta forma, cada vez que una entidad pase por el bloque, la variable aumentará su valor en 1 unidad:



El bloque DECIDE funcionará con una decisión del tipo *2-way by Condition*, siendo la condición el contador "C", que para este caso deberá ser menor o igual (<=) a un valor 10.



La razón de esta expresión es principalmente porque esta condición depende de 2 factores. El primero, si el contador realiza el conteo antes o después de leer la condición (esto es, antes o después del bloque DECIDE).

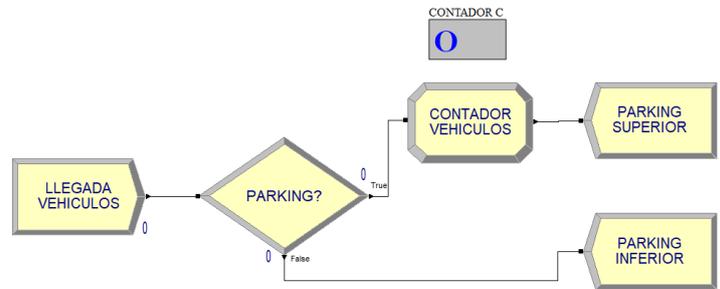
### MÓDULO 3. RUTEO.

El segundo, el valor inicial de la variable (contador), que por defecto es 0. Esto se puede comprobar en las propiedades del bloque VARIABLE  en el menú izquierdo.

Siendo el valor inicial de "C=0", y sabiendo que el contador está antes del DECIDE, la condición debe ser que "C<=10". Si el valor inicial fuese "C=1", la condición, obviamente, deberá ser "C<=11".

Después del bloque DECIDE:

La condición ha de modificarse si el bloque contador se encuentra después del DECIDE:



La condición en el DECIDE, siendo el valor inicial de variable "C=0", debe ser si "C<=9", pues la primera entidad ha pasado el bloque DECIDE con un valor de la variable C igual 0, y no a 1, como en el caso anterior.