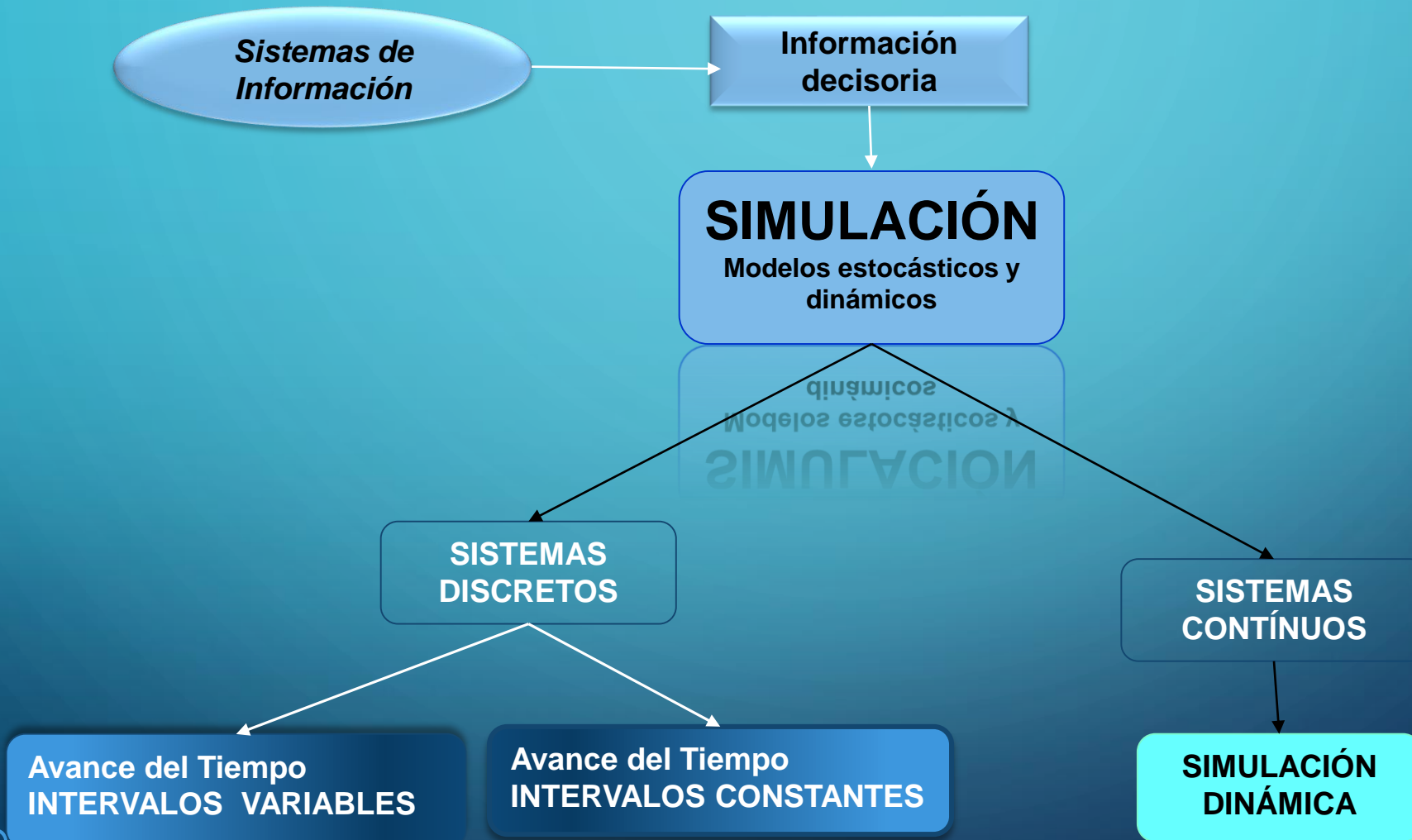


SIMULACIÓN DINÁMICA

**ING. SILVIA QUIROGA – ING. GLADYS ALFIERO
ING. RUBÉN FLECHA – ING. HERNÁN MARTEL**

SIMULACIÓN DINÁMICA



SIMULACIÓN DINÁMICA

...Una metodología para entender el
cambio, utilizando ecuaciones
diferenciales...

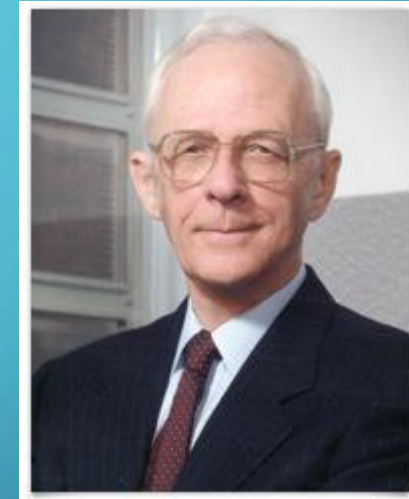
La intuición no es fiable cuando se
abordan problemas complejos.

Nuestro objetivo será construir un modelo
matemático, mediante un sistema dinámico,
que una vez computarizado nos permita
explicar en forma racional su comportamiento
a lo largo del tiempo.

SIMULACIÓN DINÁMICA

SISTEMA DE ECUACIONES

SISTEMA DE ECUACIONES
DIFERENCIALES



Jay Forrester

RESOLVER EL SISTEMA DE ECUACIONES DIFERENCIALES
CON UN MÉTODO CONTINUO

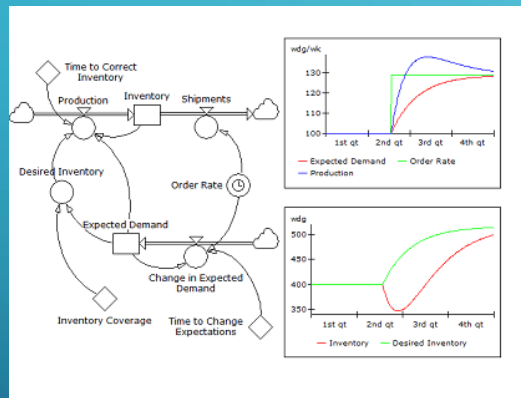
SIMULACIÓN DINÁMICA

- “MAPEO DE LAS VARIABLES” DIAGRAMA DE BLOQUES
- ESCRIBIR LA RELACIÓN MATEMÁTICA ENTRE LAS VARIABLES (SED)
- RESOLVER EL SISTEMA DE ECUACIONES DIFERENCIALES CON UN MÉTODO CONTINUO (EULER, RK II, RK IV) (SIMULAR)
- EXPLOTAR LOS RESULTADOS MEDIANTE EL USO DE GRÁFICAS Y/O TABLAS

SIMULACIÓN DINÁMICA

Software de Simulación

Powersim



■ Powersim Studio 8

■ Vensim

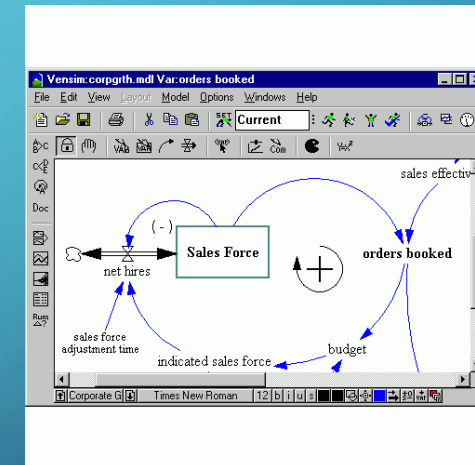
■ Promodel

■ Stella // I'Think

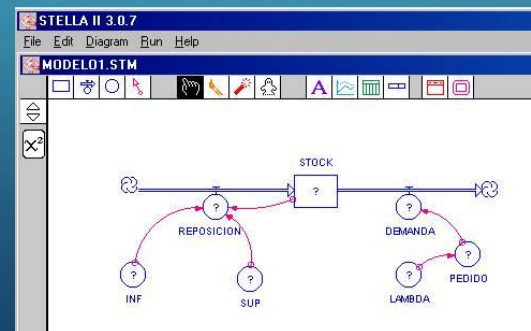
<http://www.iseesystems.com/>

■ Otros

Vensim



Stella

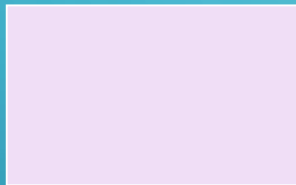


SIMULACIÓN DINÁMICA

ELEMENTOS DE LOS DIAGRAMAS DE BLOQUES

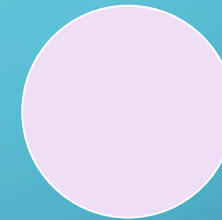
VARIABLE DE ALMACENAMIENTO

NombreVariable



- DEBEN TENER UN VALOR INICIAL
- REPRESENTAN UNA ECUACION DIFERENCIAL.
- VARIAN EN LA LINEA DE TIEMPO (+ o -)
- Pueden representar: Contadores, acumuladores, máximos, mínimos, ...

FUNCIÓN O CONSTANTE



NombreVariable

- DEBE ESCRIBIRSE SU ECUACIÓN o UN VALOR CONSTANTE (V. Control y fdp)

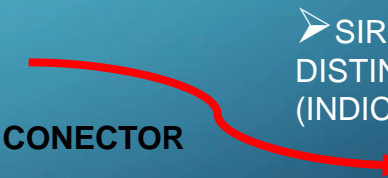
VARIABLE DE FLUJO



NombreVariable

- DEBE ESCRIBIRSE SU ECUACIÓN
- AFECTAN A LOS ALMACENAMIENTOS. (SUMAN O RESTAN)

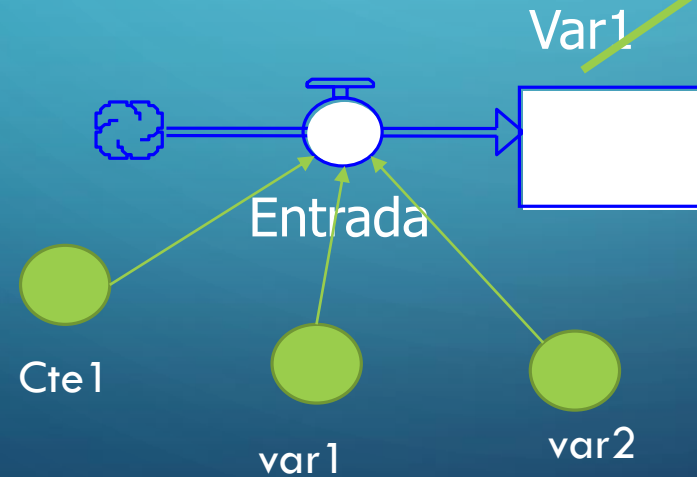
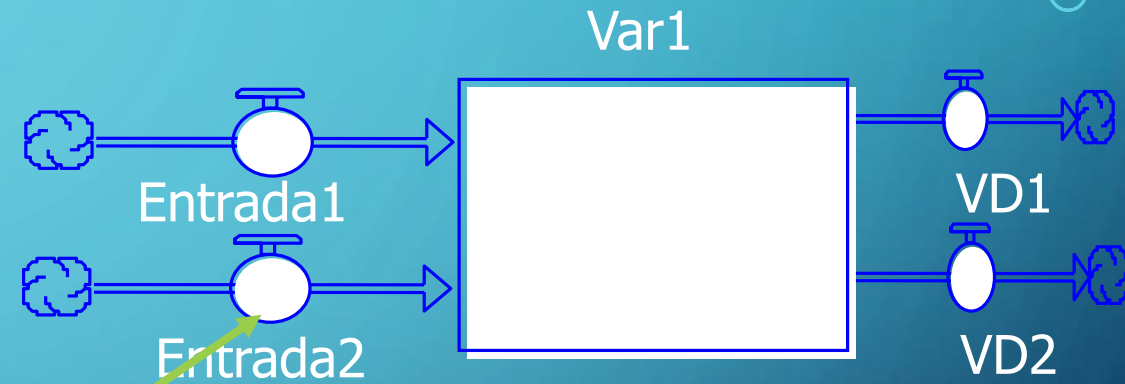
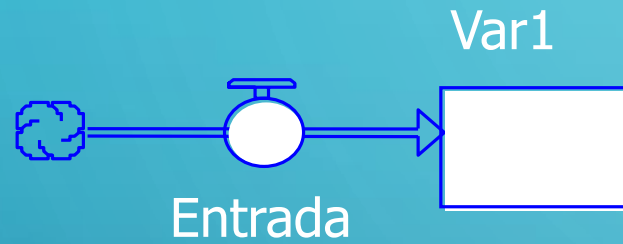
CONECTOR



- SIRVEN PARA UNIR LOS DISTINTOS BLOQUES (INDICAN RELACIÓN)

SIMULACIÓN DINÁMICA

Ejemplos de relaciones



SIMULACIÓN DINÁMICA

EJEMPLO EJERCICIO DE STOCK

Llegada de Mercadería



(+)



(-)

Ventas Diarias



SIMULACIÓN DINÁMICA

➤ CLASIFICACIÓN DE VARIABLES

Datos: VD: Ventas Diarias
DE: Demora (cantidad de Días que tarda el proveedor en traer la mercadería)

Control: TP Tamaño de pedido
SR stock de reposición

Exógenas

Resultado: CF_m : Costo de Funcionamiento (mensual, anual,...)

Estado: Stock: Cantidad de mercadería disponible para la venta

Endógenas

SIMULACIÓN DINÁMICA

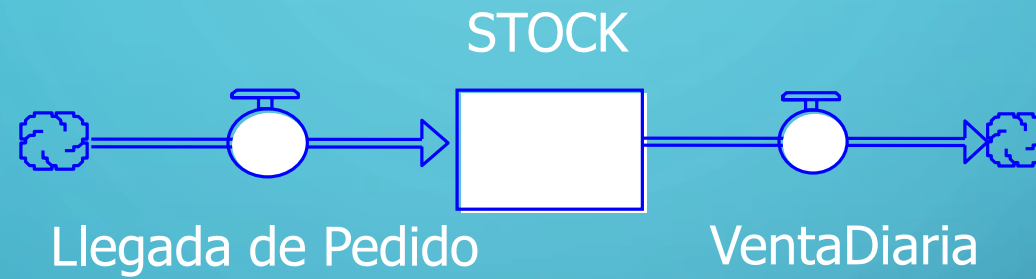
➤ Clasificación de eventos

EVENTOS PROPIOS	Ventas Diarias
EVENTOS COMPROMETIDOS EN ΔT ANTERIORES	Llegada del Pedido
EVENTOS QUE SE COMPROMETEN PARA ΔT FUTUROS	Emisión del Pedido

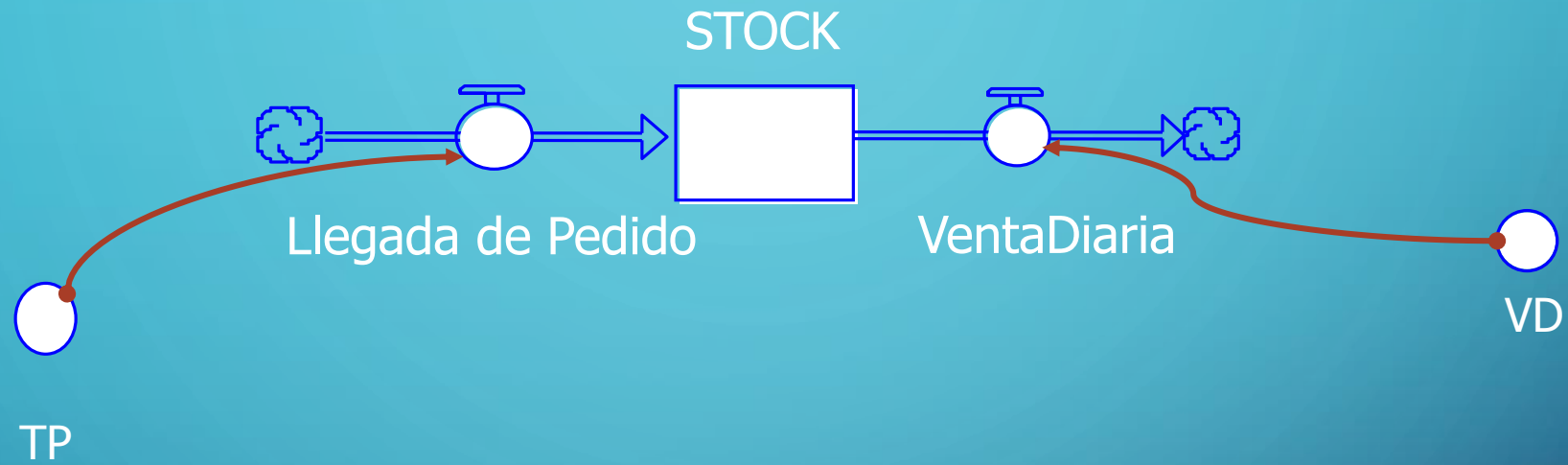
➤ Tabla de Eventos Futuros




FLL: Tiempo de próxima llegada de Mercadería

SIMULACIÓN DINÁMICA



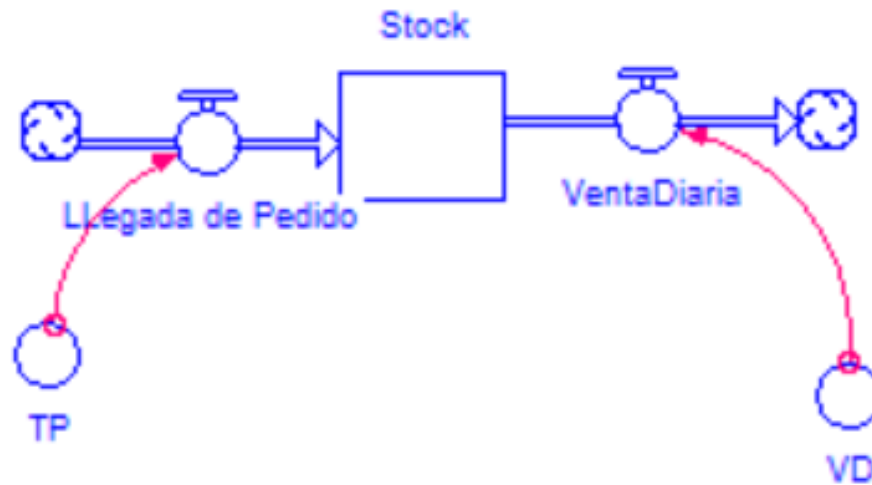
SIMULACIÓN DINÁMICA



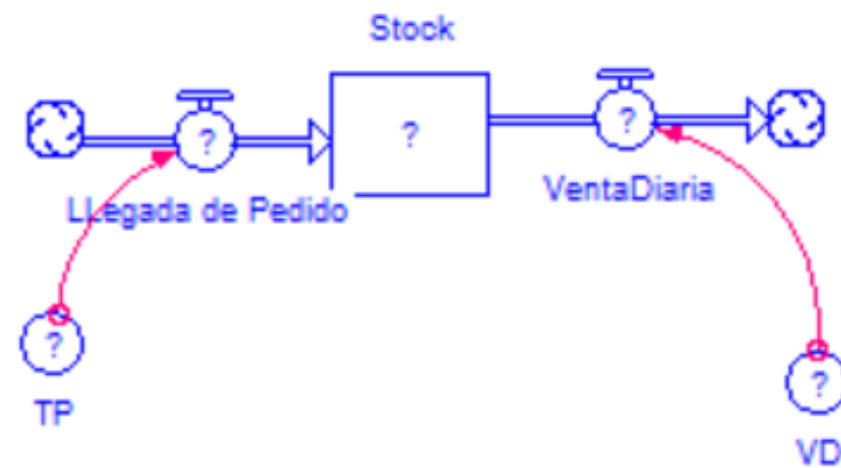
-  $\text{Stock}(t) = \text{Stock}(t-\delta t) + (\text{Llegada_de_Pedido} - \text{VentaDiaria}) * \delta t$
Init Stock=
-  **INFLOWS**
 $\text{Llegada_de_Pedido} =$
-  **OUTFLOWS**
 $\text{VentaDiaria} =$

SIMULACIÓN DINÁMICA

MAP




Model



[?] $Stock(t) = Stock(t - dt) + (Llegada_de_Pedido - VentaDiaria) * dt$


INIT Stock =

INFLOWS:

 $Llegada_de_Pedido = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$

OUTFLOWS:

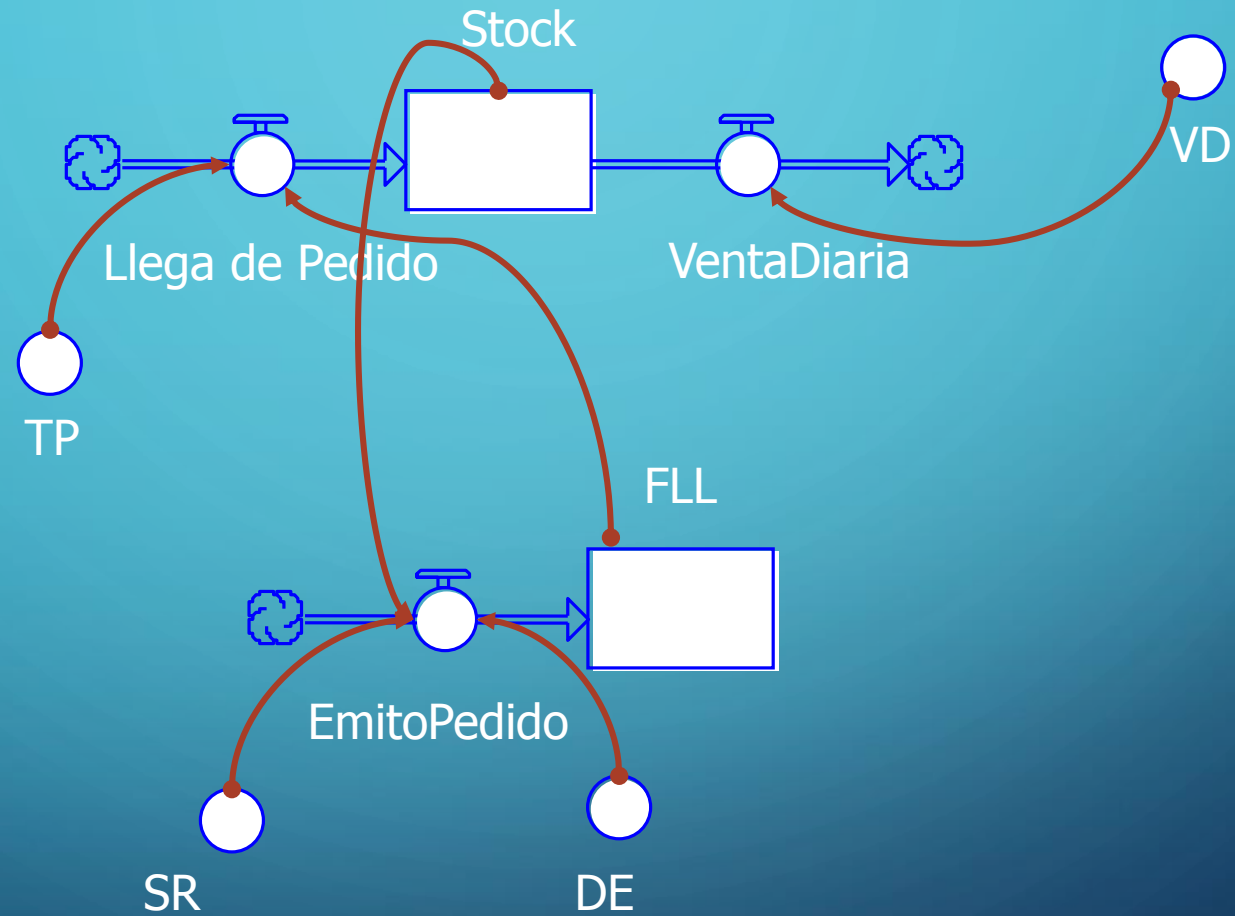
 $VentaDiaria = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$

 $TP = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$

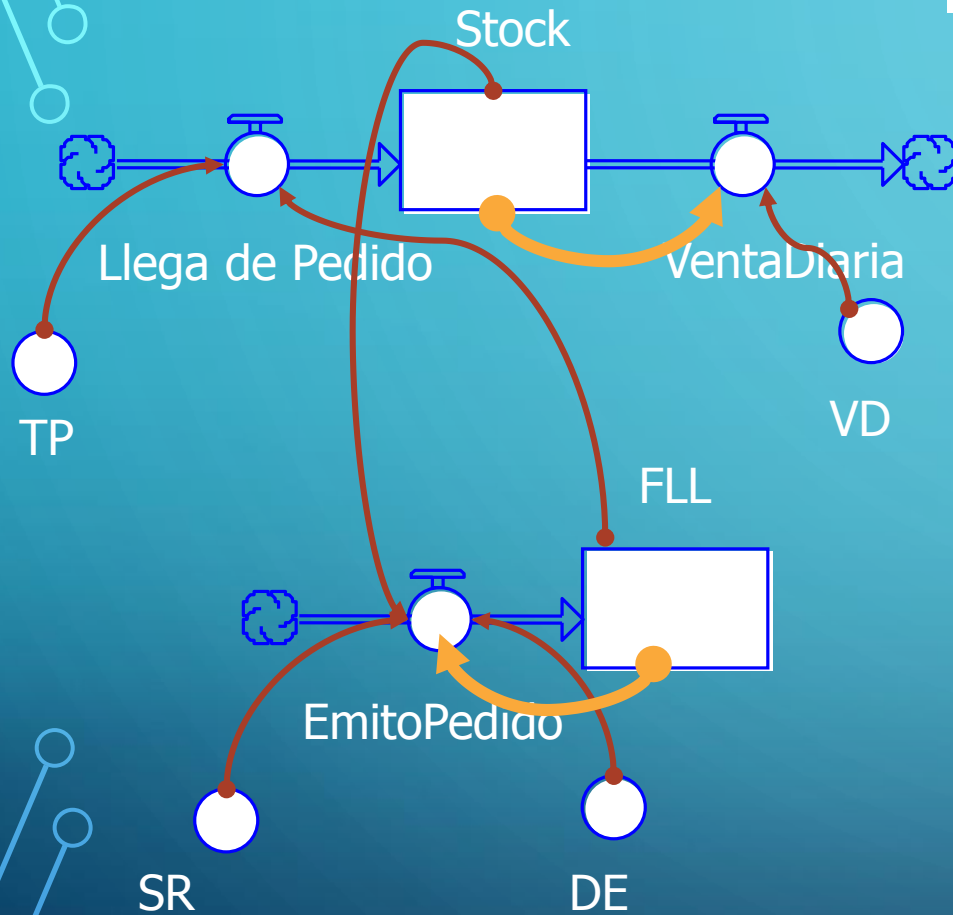
 $VD = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$

Equation

SIMULACIÓN DINÁMICA



SIMULACIÓN DINÁMICA




 $\text{Stock}(t) = \text{Stock}(t-\delta t) + (\text{Llegada_de_Pedido} - \text{VentaDiaria}) * \delta t$
Init Stock = 0

INFLOWS

 Llegada de Pedido = If FLL = TIME then TP else 0

OUTFLOWS

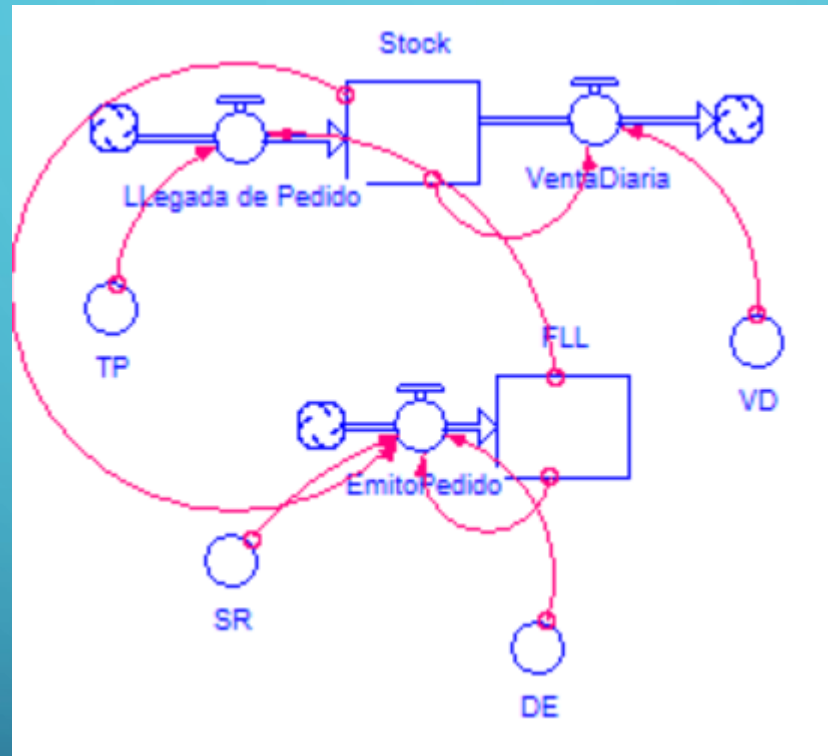
 VentaDiaria = If Stock \geq VD then VD else Stock

 $\text{FLL}(t) = \text{FLL}(t-\delta t) + (\text{EmitoPedido}) * \delta t$
Init FLL = 1

INFLOWS

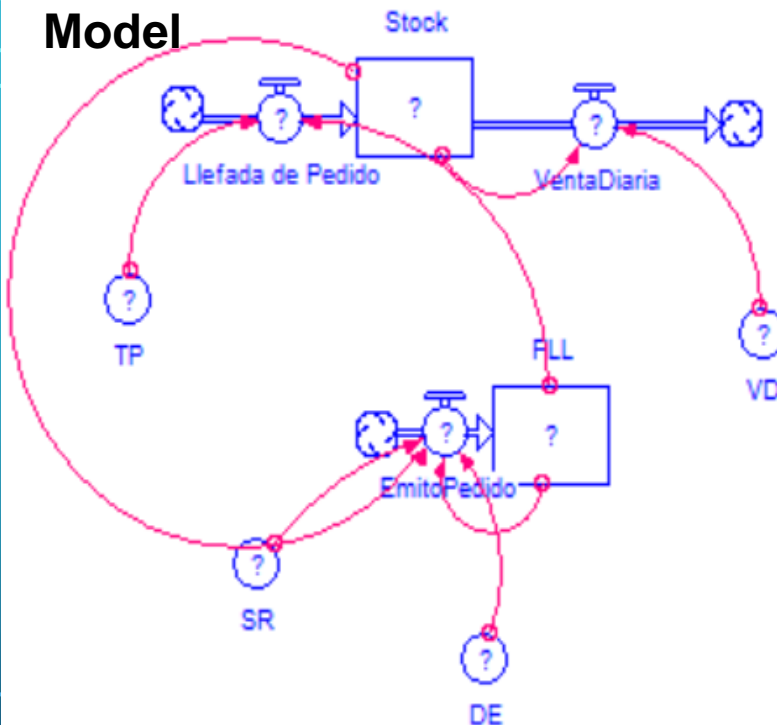
 EmitoPedido = If (Stock \leq SR AND FLL \leq TIME) then TIME + DE - FLL else 0

SIMULACIÓN DINÁMICA



SIMULACIÓN DINÁMICA

Model



Equation

$$FLL(t) = FLL(t - dt) + (EmitoPedido) * dt$$

INIT FLL = { Place initial value here... }

INFLOWS:

$$EmitoPedido = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$$

$$Stock(t) = Stock(t - dt) + (Llegada_de_Pedido - VentaDiaria) * dt$$

INIT Stock =

INFLOWS:

$$Llegada_de_Pedido = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$$

OUTFLOWS:

$$VentaDiaria = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$$

$$DE = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$$

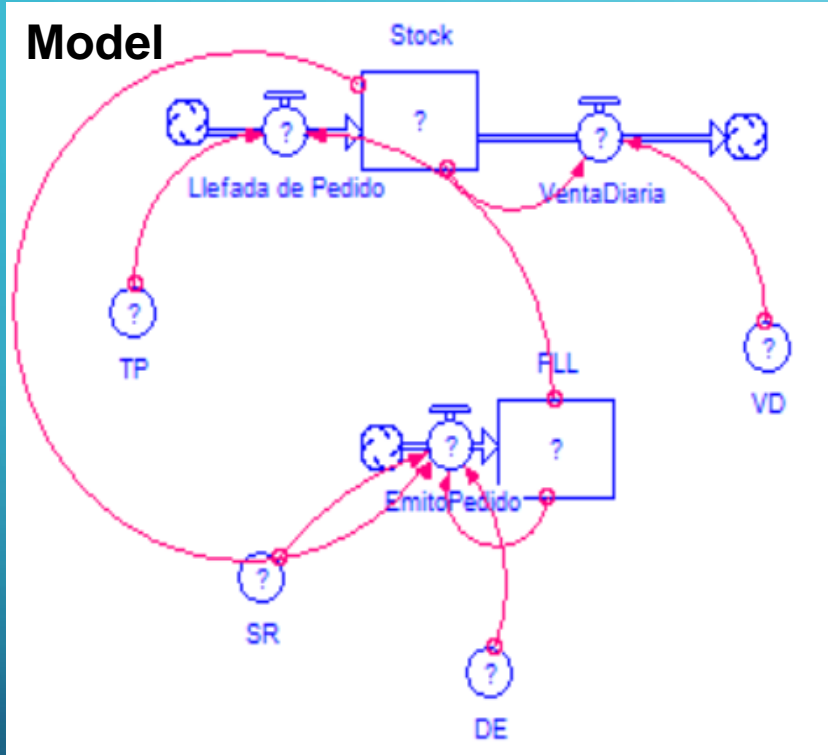
$$SR = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$$

$$TP = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$$

$$VD = \{ \text{Place right hand side of equation here...} \}$$

SIMULACIÓN DINÁMICA

Model



Flow

☒ EmitoPedido

☒ Uniflow ☐ Biflow

☐ Unit conversion

Required Inputs

- ☐ FLL
- ☐ Stock
- ☐ DE
- ☐ SR

Builtins

- ABS
- AND
- ARCTAN
- ARRAYIDX
- ARRAYMAX
- ARRAYMAXIDX
- ARRAYMEAN
- ARRAYMIN
- ARRAYMINIDX
- ARRAYSTDDEV
- ARRAYSUM

Units...

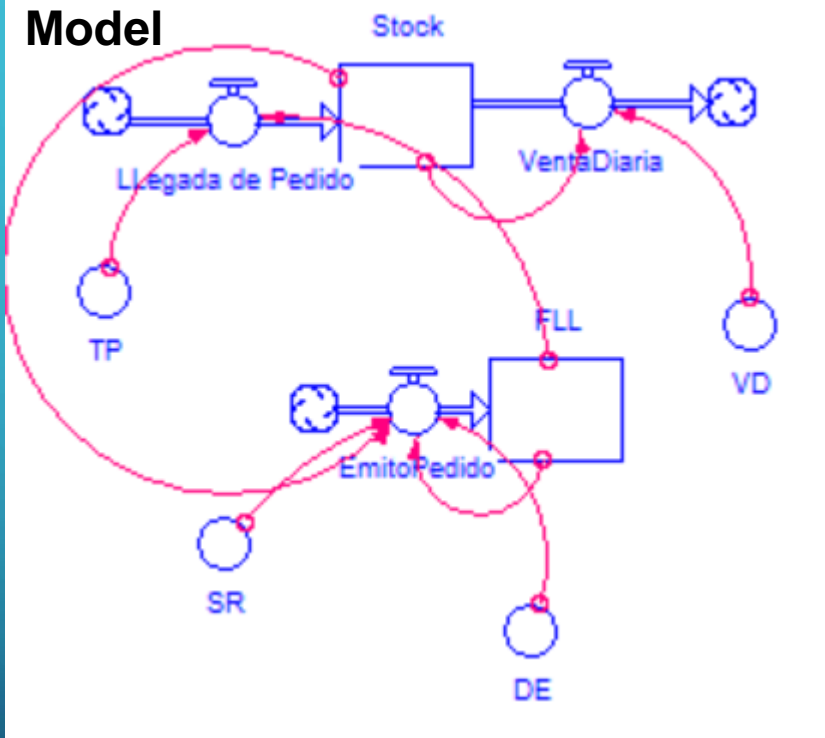
EmitoPedido = ...

If stock=SR and FLL<=Time then TIME + DE - FLL else 0

Become Graphical Function Document Message... Cancel OK

SIMULACIÓN DINÁMICA

Model



Equation

$$\square \text{ FLL}(t) = \text{FLL}(t - dt) + (\text{EmitoPedido}) * dt$$

INIT FLL = 1

INFLOWS:

$$\square \text{ EmitoPedido} = \text{If stock} = \text{SR and FLL} \leq \text{Time then TIME} + \text{DE} - \text{FLL else 0}$$

$$\square \text{ Stock}(t) = \text{Stock}(t - dt) + (\text{Llegada_de_Pedido} - \text{VentaDiaria}) * dt$$

INIT Stock = 4000

INFLOWS:

$$\square \text{ Llegada_de_Pedido} = \text{If TIME} = \text{FLL then TP else 0}$$

OUTFLOWS:

$$\square \text{ VentaDiaria} = \text{If Stock} \leq \text{VD then VD else stock}$$

$$\bigcirc \text{ DE} = \text{INT}(\text{random}(1, 7))$$

$$\bigcirc \text{ SR} = 300$$

$$\bigcirc \text{ TP} = 1000$$

$$\bigcirc \text{ VD} = \text{INT}(\text{random}(40, 150))$$

SIMULACIÓN DINÁMICA



UTN.BA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES



Premio Nacional a la
Calidad 2016-2019

