

# Sistemas a Eventos Discretos

en este tipo de sistemas, a diferencia de los continuos, el estado y el tiempo son discretizados a valores específicos, es decir, estos sistemas cambian su estado en un conjunto finito de puntos temporales; instantes en los cuales un evento ocurre.

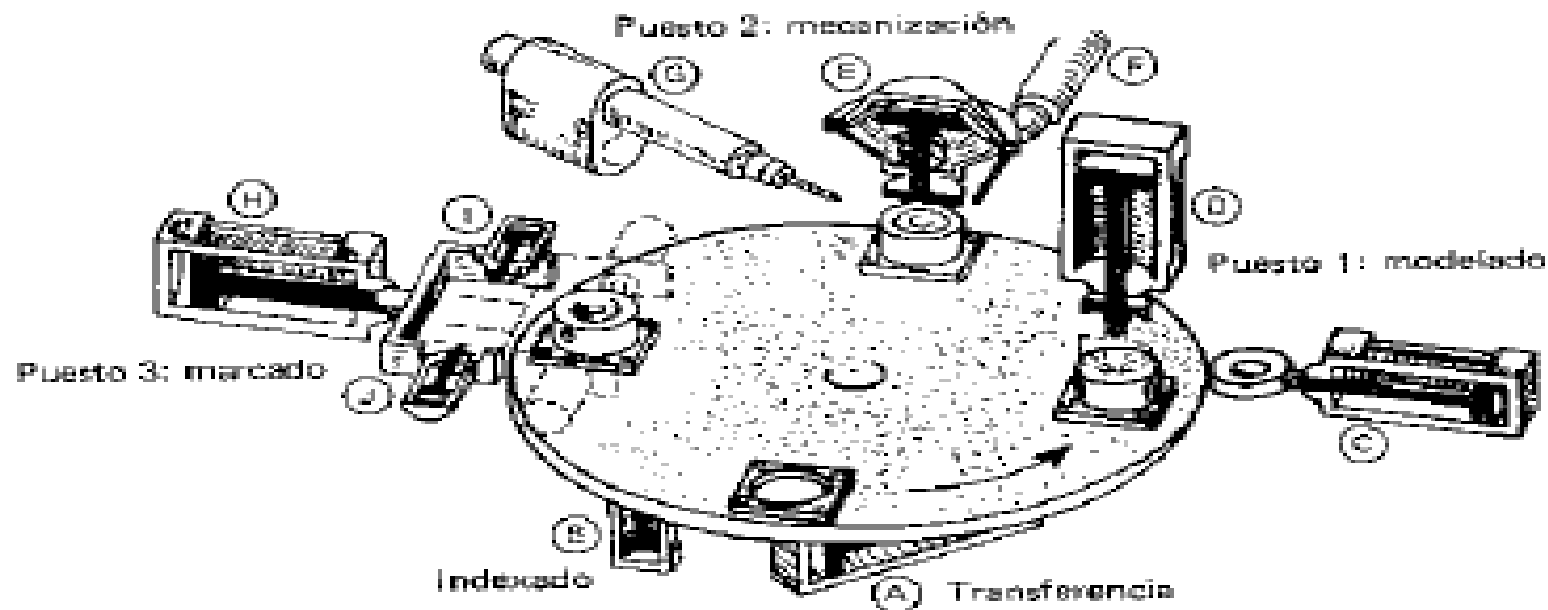
# Formalismos de DES

- Redes de Petri (PN)
- Grafos Signados Dirigidos (GSD)
- Máquinas de Estados Finitos (MEF)
- Generalizaciones y particularizaciones de PN, GSD, MEF

# Simulación de DES

La característica más significativa de la simulación de modelos de eventos discretos es su notable capacidad para contemplar los efectos aleatorios presentes en la mayoría de los procesos reales.

# Maquina de transferencia de tres puesto utilizada en la fabricación de ollas a presión



*Esquema de principio de la máquina rotativa de transferencia en 3 puestos*

## **Utilidad del STATEFLOW en la simulación de DES**

Stateflow es una herramienta de diseño interactiva concebida para la modelación y simulación de sistemas dirigidos a eventos. Integrado estrechamente con Simulink y Matlab.

# Simulink en la simulación con el Stateflow

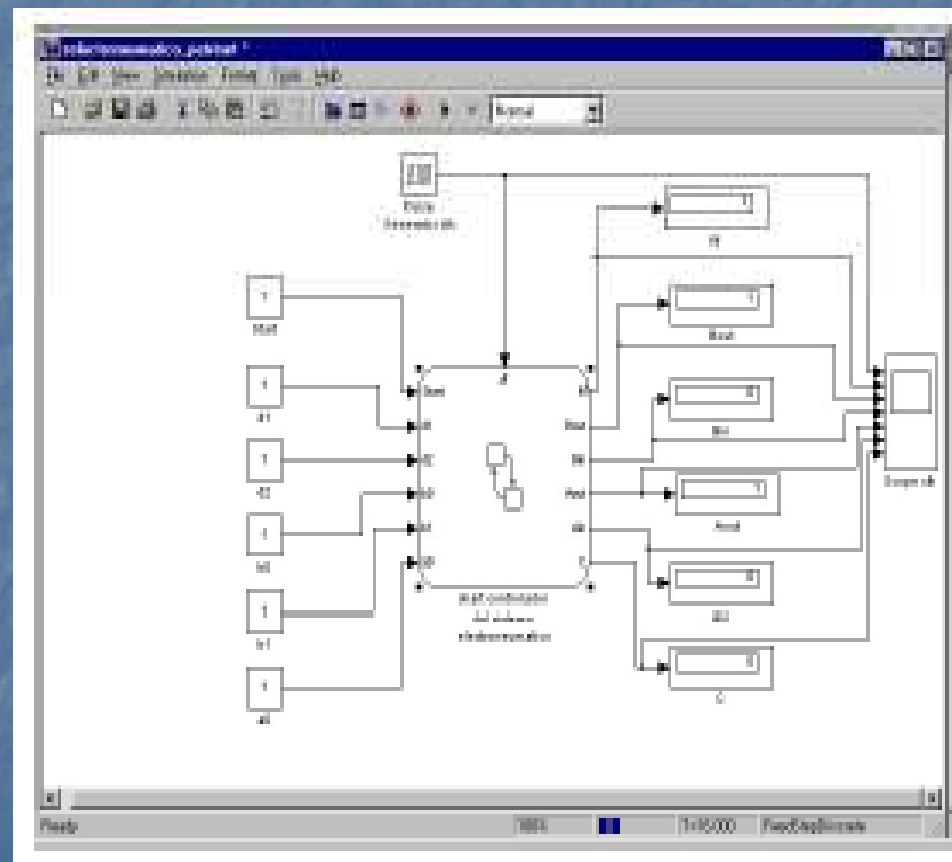
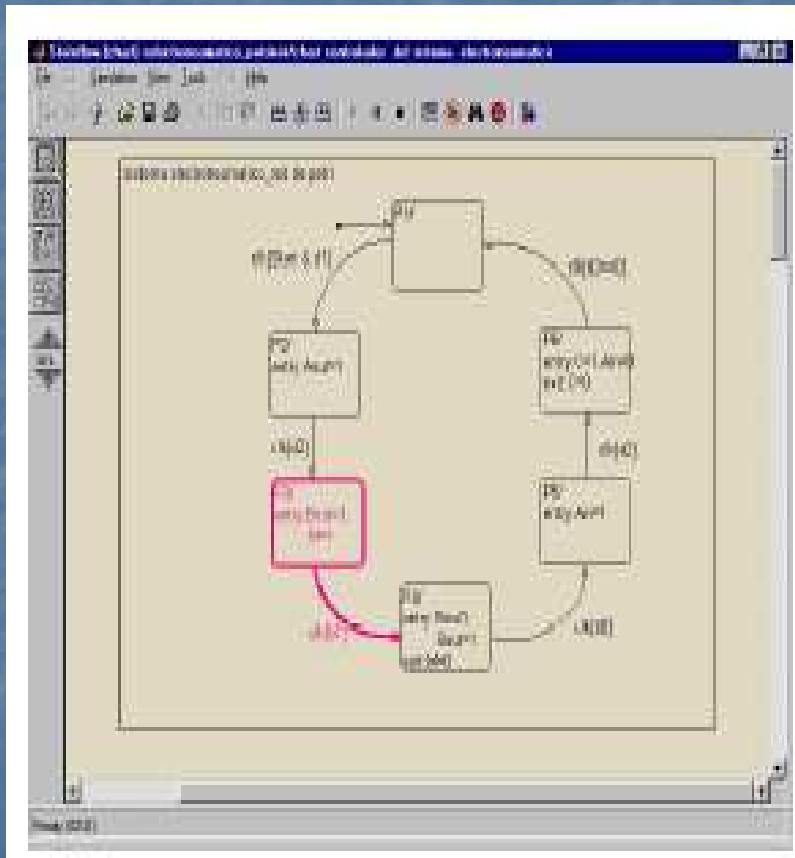
- Stateflow soporta el desarrollo de sistemas de tiempo discreto y tiempo continuo en un entorno gráfico de diagramas de bloque, mientras que Matlab a través del Simulink ofrecen herramientas de programación de alto nivel, de análisis de datos, y de visualización.
- La combinación de Stateflow, Matlab y Simulink crea un entorno único e integrado en el cual se modelan, simulan y analizan sistemas dinámicos complejos.



# Características del Stateflow

- Combinación de diagramas
- Representación gráfica de estados jerárquicos y paralelos
- Transiciones dirigidas por eventos entre ellos.
- Generara código C
- Aplicaciones de diseño industrial, automotriz, aeroespacial y telecomunicaciones.

# INTERFAZ STATEFLOW – SIMULINK



Interfaz Simulink Stateflow

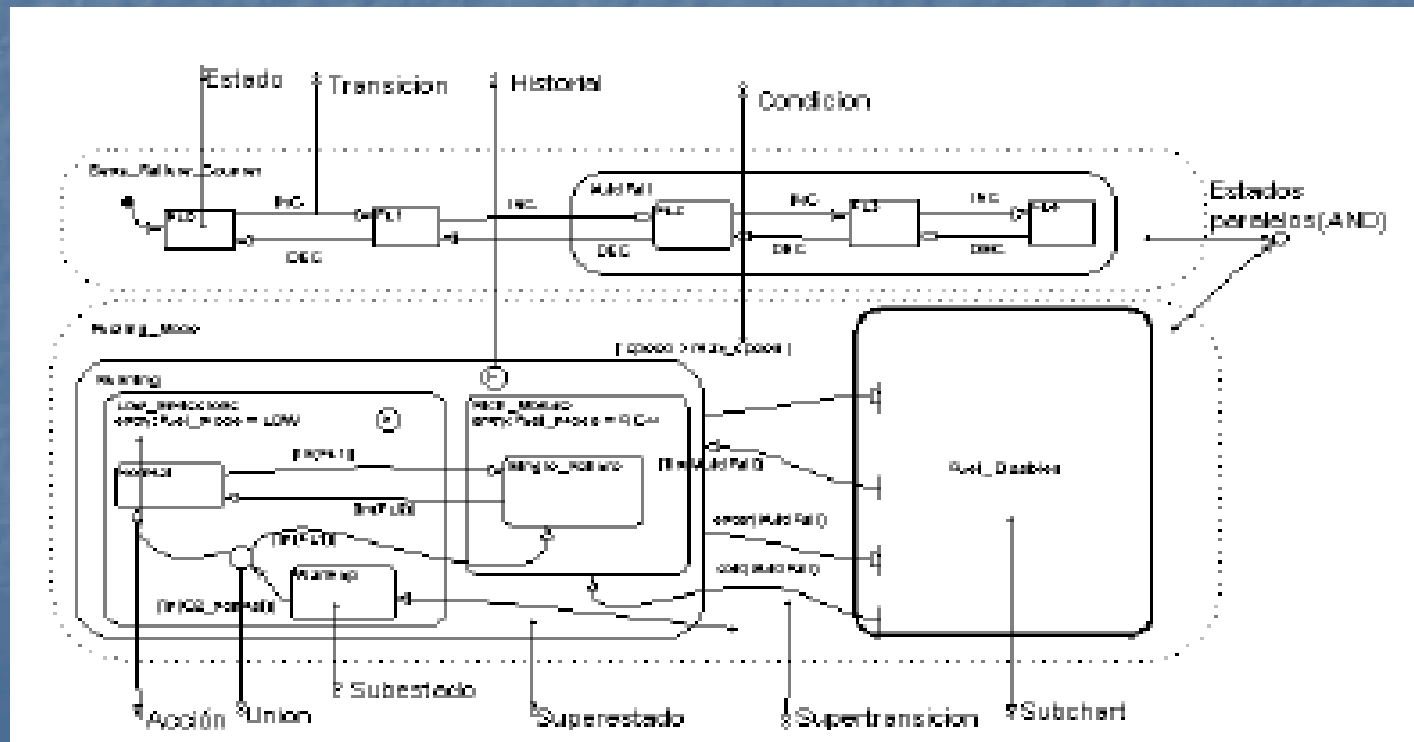


- Cada diagrama Stateflow se representa en un modelo Simulink mediante su bloque propio.
- Esta interfaz de bloque permite intercambiar datos, señales y eventos entre un diagrama Stateflow y otros bloques.
- Stateflow puede controlar la ejecución de bloques Simulink mediante la activación de llamadas a funciones.










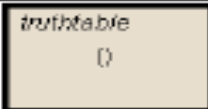



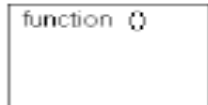

- La colección de bloques Stateflow en un modelo Simulink se llama máquina Stateflow.
- Utilizando diagramas Stateflow con bloques Simulink, se crean modelos que combinan un comportamiento algorítmico con un comportamiento lógico.
- El resultado es el desarrollo de una especificación ejecutable de un sistema completo sin abandonar el entorno Simulink y Stateflow.

# ELEMENTOS DE UN DIAGRAMA STATEFLOW

Un diagrama Stateflow utiliza los objetos y convenciones siguientes para representar un comportamiento dirigido por eventos:



# DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETOS EN STATEFLOW

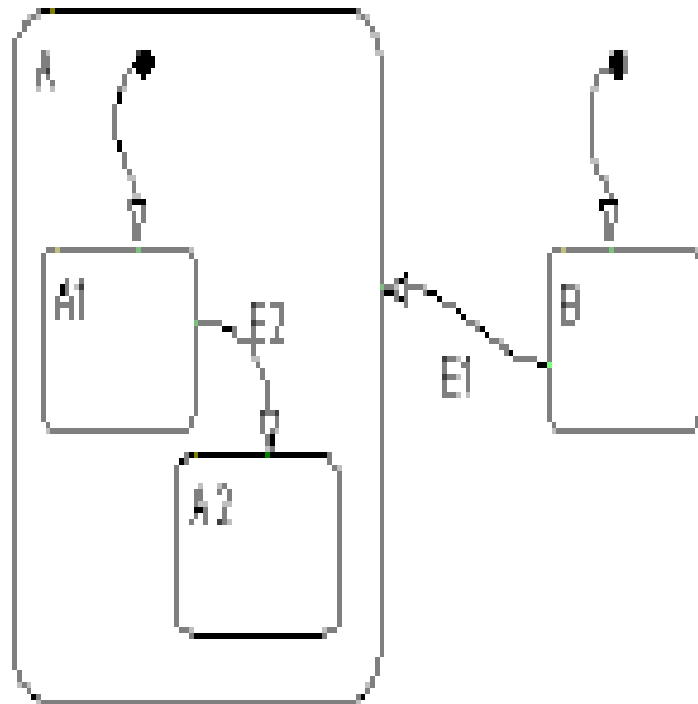
Nombre	Notación	Icono barra de herramientas
Estado		
Transición		No aparece
Transición del defecto		
Ensambladura conectiva		
Ensambladura de la historia		
Función de la tabla de verdad		
Caja		
Función gráfica		

- *Estado*
- Superestados
- *Transición*
- *Evento*
- *Condición*
- *Condición\_acción*
- *Transición\_acción*
- *Transición por defecto*

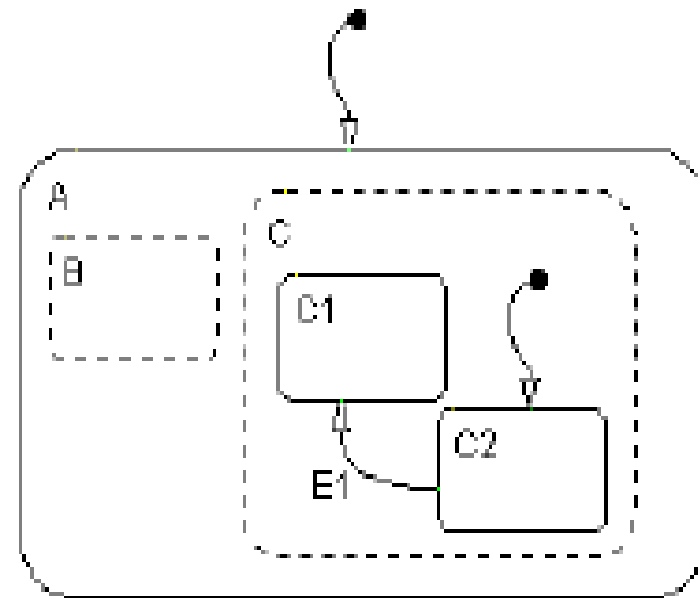
Descripción de los objetos en el  
Stateflow

# Descomposición de superestados

Descomposición exclusiva (OR).



Descomposición paralela (AND).





# *Notación de la etiqueta del estado*

- *entry*: acción al entrar al estado.
- *during*: acción durante el estado.
- *exit*: acción al salir del estado.
- *on event\_nam*: acción que se ejecuta una vez ocurre el evento especificado en  
event\_nam (nombre del evento).

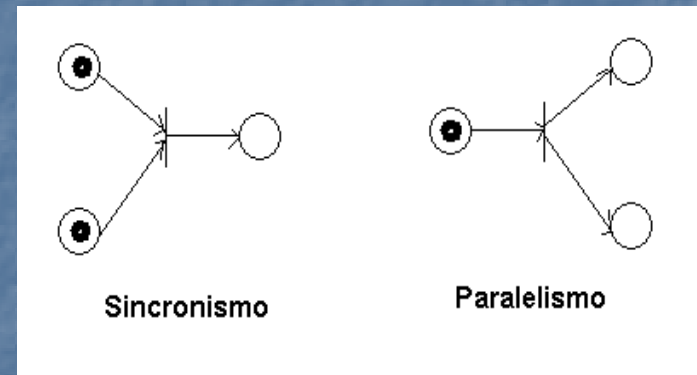
```
Power_on/  
entry: ent_action();  
during: dur_action();  
exit: exit_action();  
on Switch_off: on_action();
```

Notación de la etiqueta  
del estado.

# Utilidad del Stateflow en la simulación de PN

El Stateflow fue concebido para ser utilizado con maquinas de estado finito.

Una maquina de estados es una RdP en la cual toda transición solo tiene un lugar de entrada y uno de salida, es decir en una transición no puede presentarse sincronismo (conurrencia) y/o paralelismo.



# Aspectos que deben tenerse en cuenta

- A diferencia de las RP el Stateflow puede activar un estado de un sistema y mantenerlo, aunque este se desmarque.
- En el Stateflow y las PN concepto de sincronismo debe hacerse coincidir a través de la utilización de condiciones adicionales en las transiciones.

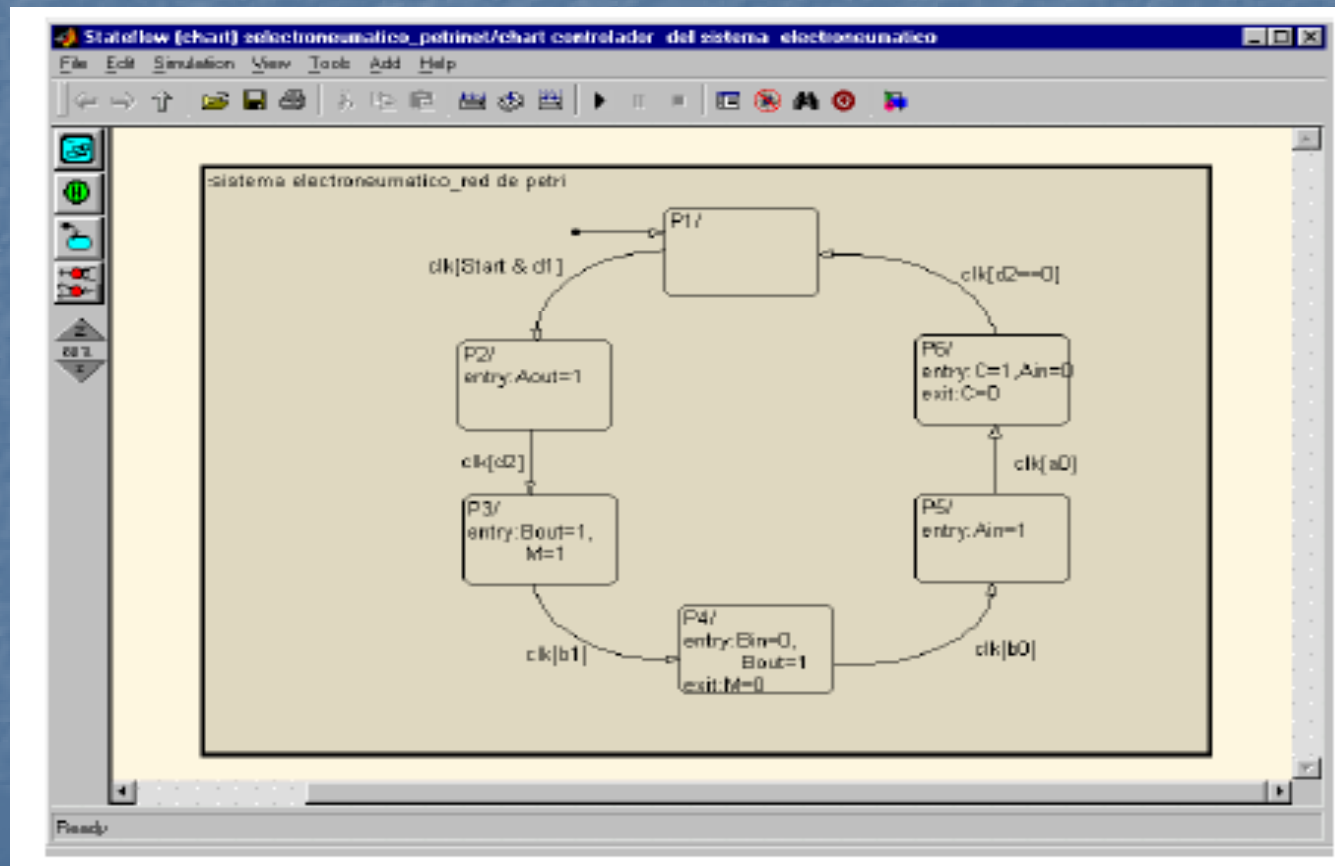
- El diseño grafico en el Stateflow puede ser diferente a la PN asociada pero el principio conceptual debe ser el mismo.
- Las transiciones por defecto del SF son consideradas marcas en las PN.
- Los arcos y las transiciones de las PN son en el SF los arcos.

Aspectos que deben tenerse en  
cuenta

# Pasos a seguir para la simulación

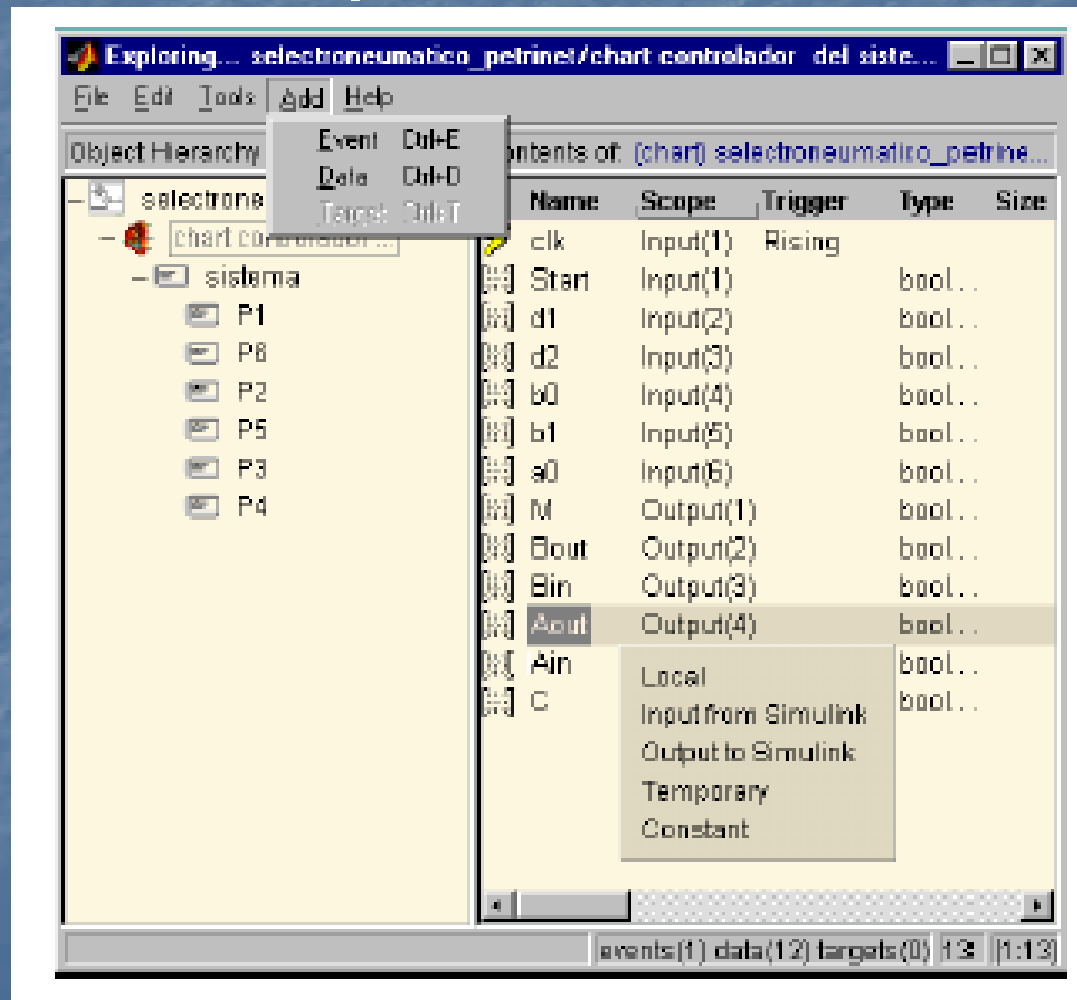
- 1 Construir en el SF el modelo correspondiente a la PN en el editor.
- 2 Caracterizar los eventos y datos en el Explorer del SF
- 3 En la maquina entregada por el Simulink conectar los bloques necesarios (display, constantes, etc.)
- 4 Analizar el diagrama y comprobar si hay errores
- 5 Realizar la simulación

Construir en el SF el modelo correspondiente a la PN en el editor.

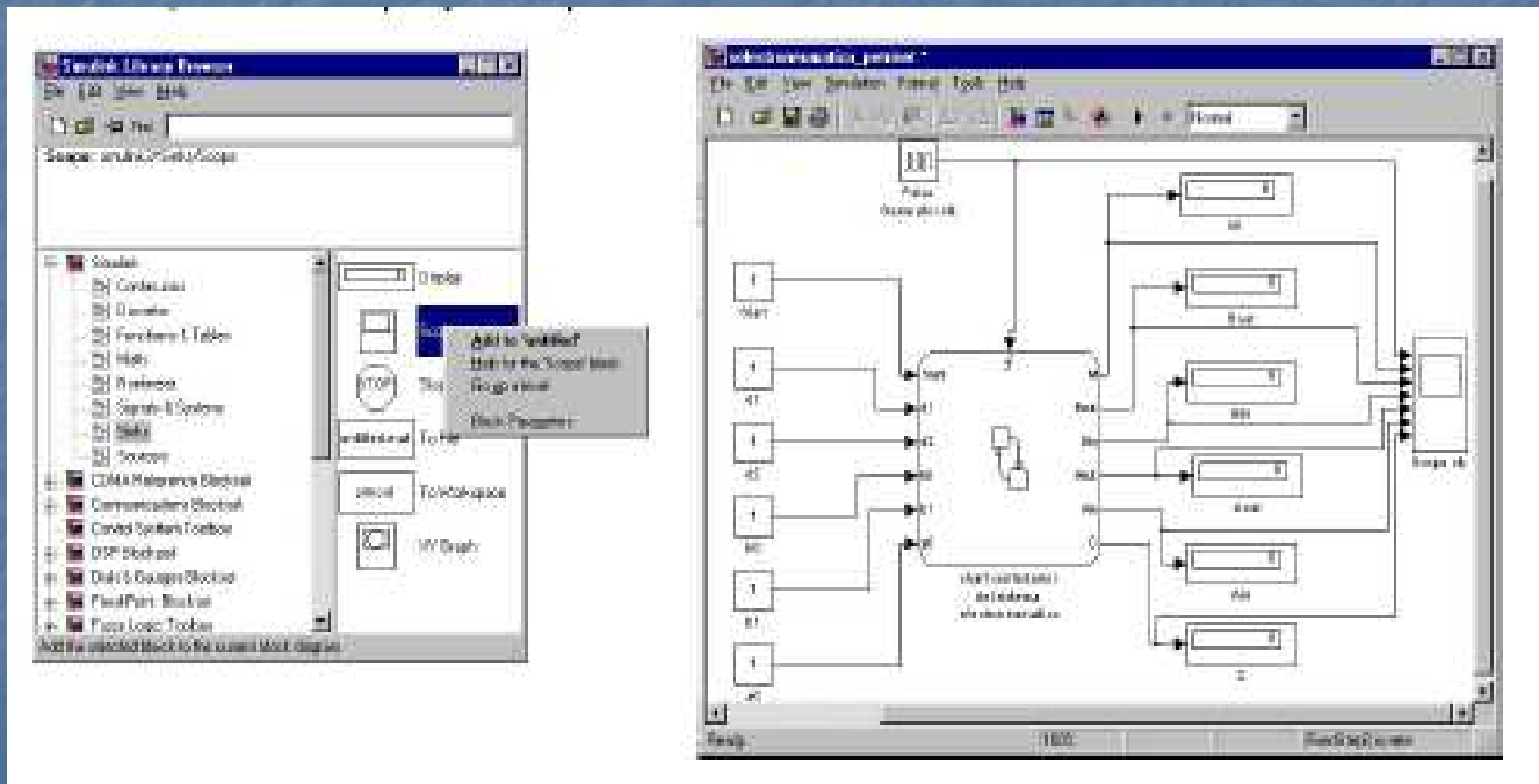




# Caracterizar los eventos y datos en el Explorer del SF



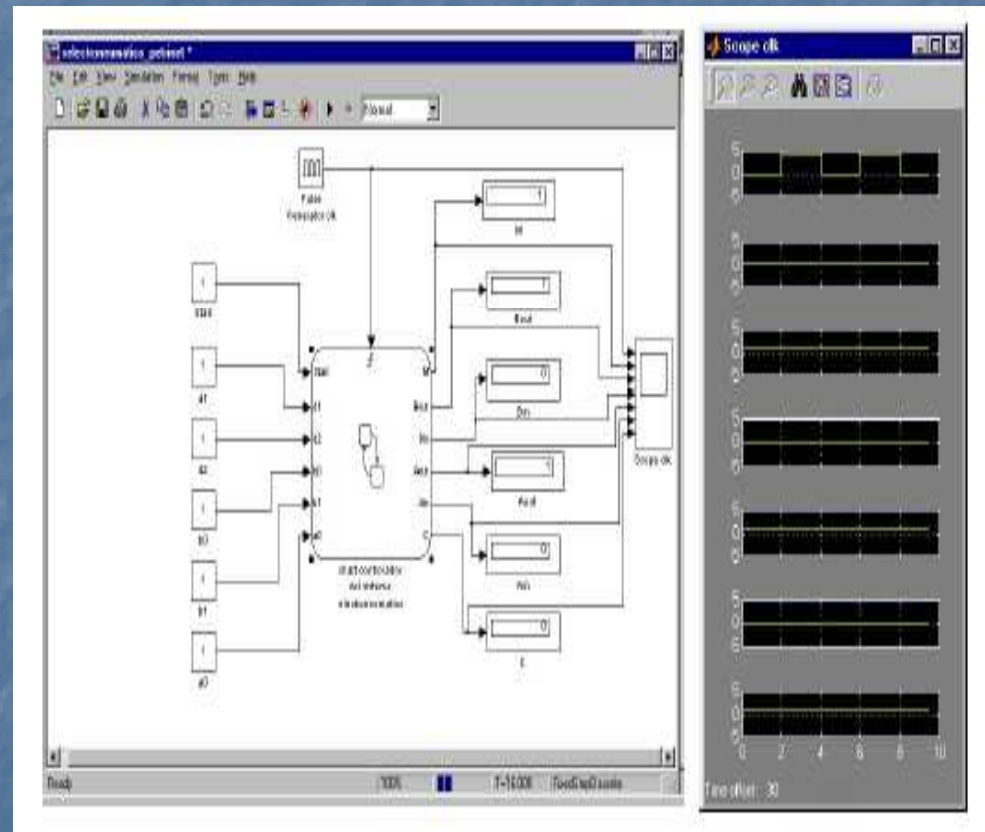
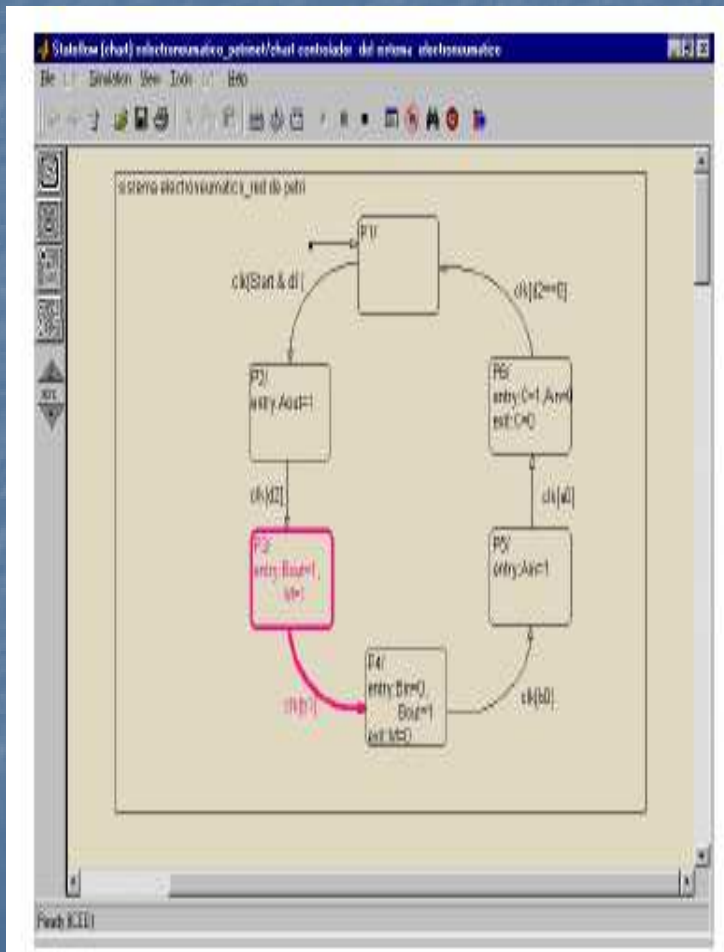
En la maquina entregada por el Simulink conectar los bloques necesarios (display, constantes, etc.)



# Analizar el diagrama y comprobar si hay errores



# Realizar la simulación



# Simulación de Enclavamientos en una subestación modelada en HPN

- Subestación: configuración barra principal más barra de transferencia
- Maniobra: Energización de un campo de línea

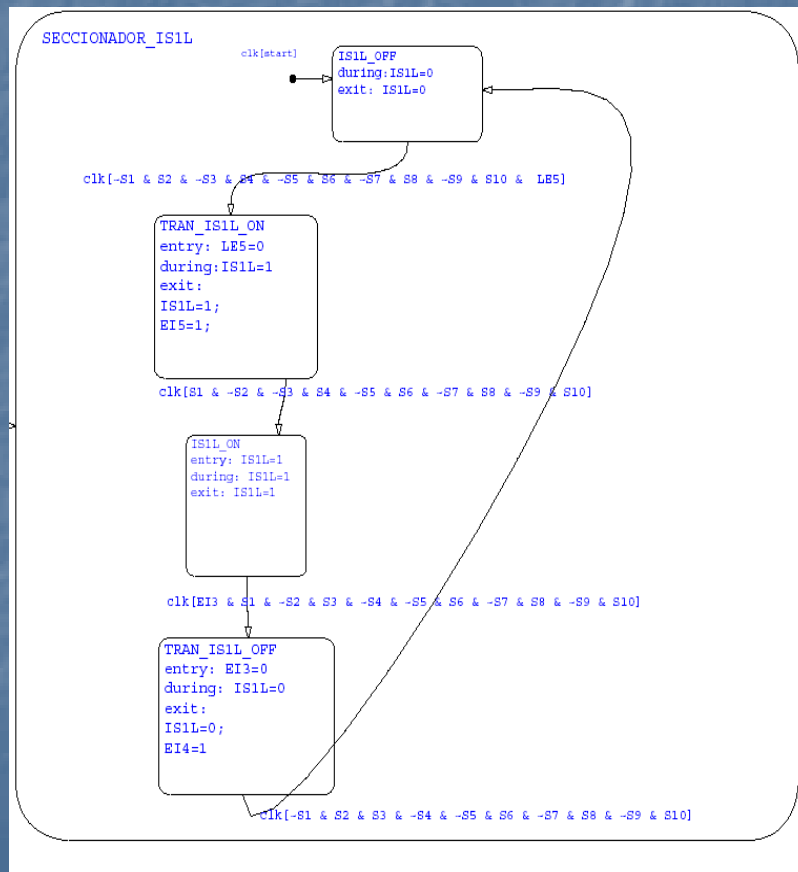
# Simulación de la HPN

- Representación de la HPN en el Stateflow a través de cuatro superestados
  - Un Superestado por dispositivo operacional de la subestación
  - Un superestado para la Jerarquía de la Red

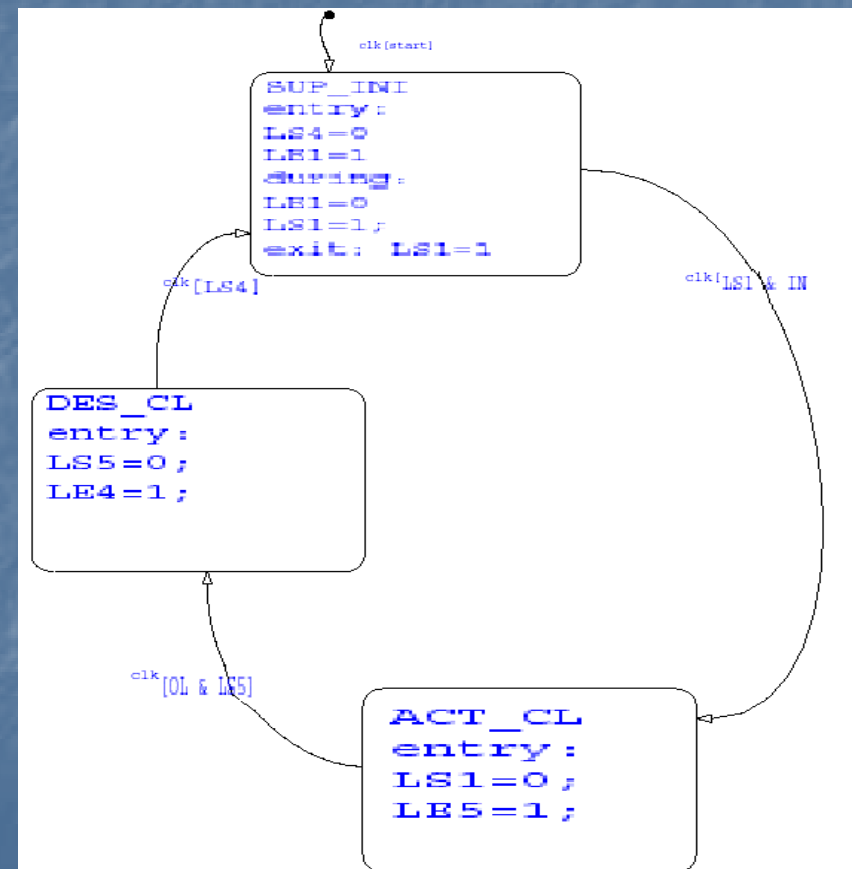


# Simulación SF

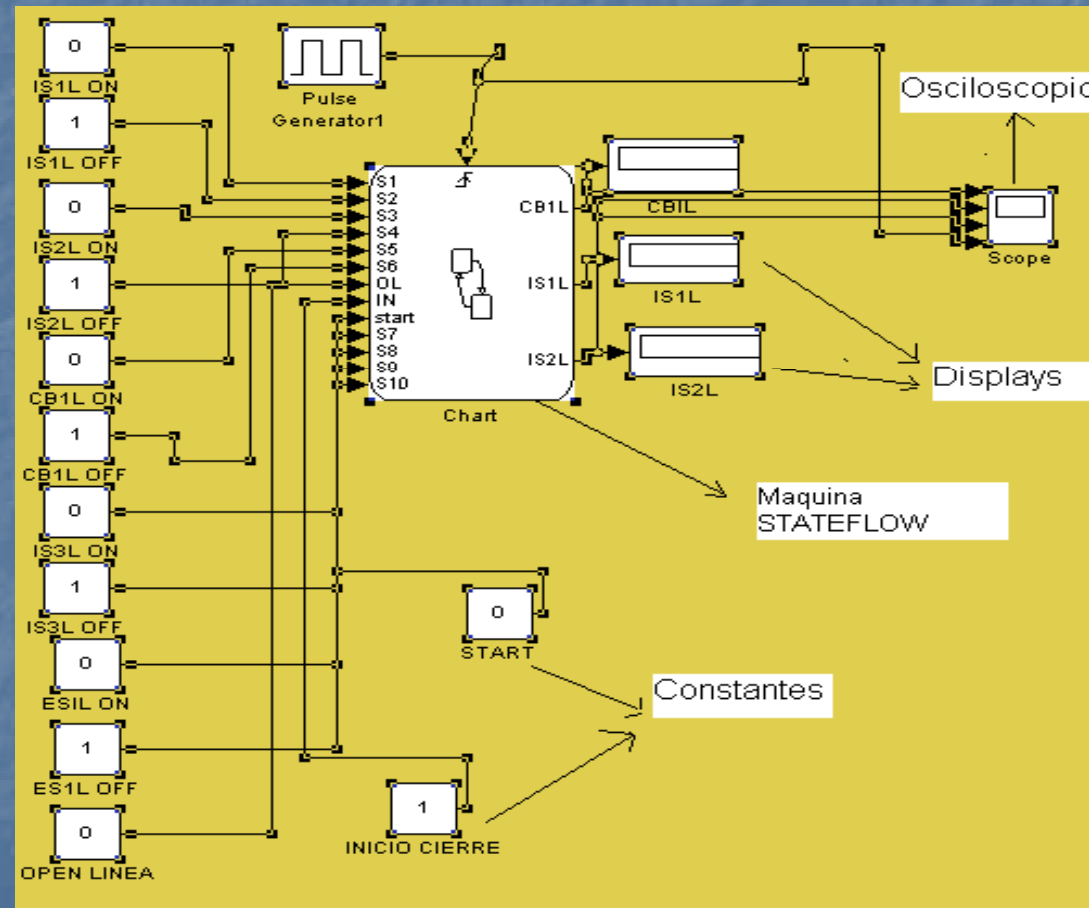
## Superestado para IS1L



## Superestado para jerarquía



# Maquina Simulink de la simulación



# Conclusiones

- El Matlab presenta una gran alternativa en la simulación de DES
- La representación grafica en el SF puede ser diferente a la RP asociada, pero conservando los principios operativos
- La herramienta de simulación STATEFLOW permite la simulación de HPN, haciendo un diseño estructurado de las maniobras con la programación de una red por dispositivo y una red que maneja la jerarquía de los eventos.