

Ingeniería de Software

Redes de Petri

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas

- Redes de Petri
 - Fueron inventadas por Carl Petri en la Universidad de Bonn, Alemania Occidental.
 - Utilizadas para especificar sistemas de tiempo real en los que son necesarios representar aspectos de concurrencia.
 - Los sistemas concurrentes se diseñan para permitir la ejecución simultánea de componentes de programación, llamadas tareas o procesos, en varios procesadores o intercalados en un solo procesador.

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- Las tareas concurrentes deben estar sincronizadas para permitir la comunicación entre ellas (pueden operar a distintas velocidades, deben prevenir la modificación de datos compartidos o condiciones de bloqueo).
- Pueden realizarse varias tareas en paralelo, pero son ejecutados en un orden impredecible.
- Éstas NO son secuenciales.

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- Sincronización
 - Orquesta sinfónica
 - Compartir archivos
- Las tareas que ocurren en paralelo y se necesita alguna forma de controlar los eventos para cambiar de estado
 - Estación de servicios



Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- EVENTOS o ACCIONES
- ESTADOS o CONDICIONES
- Los eventos se representan como transiciones (T).
- Los estados se representan como lugares o sitios (P).

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

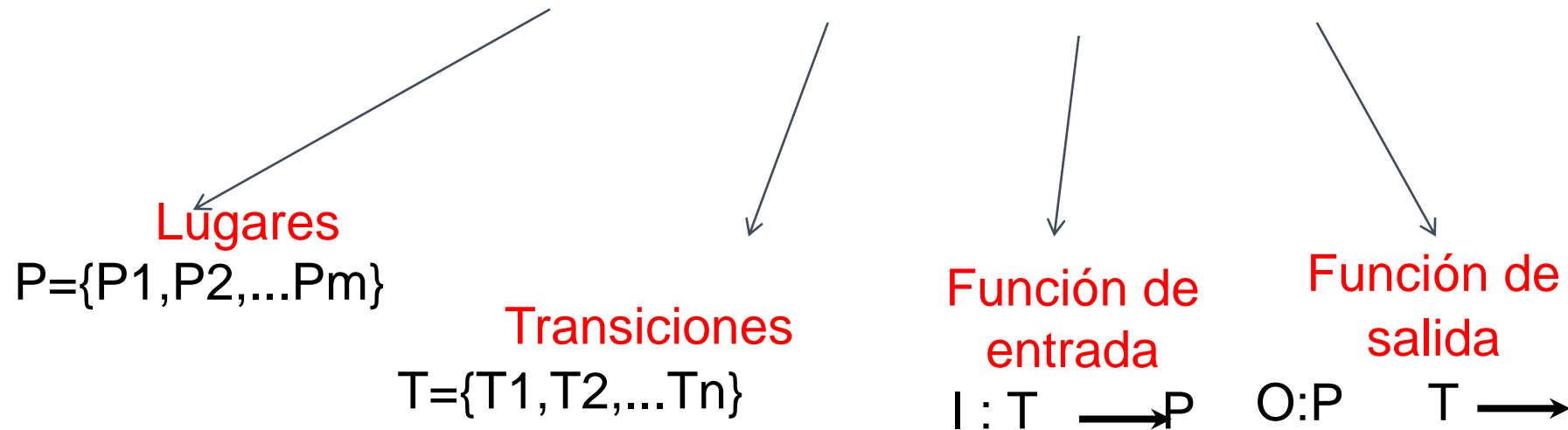
- Caso más simple:
 - $f(\text{EstadoA}, \text{Evento}) \rightarrow \text{EstadoS}$
- Se requieren varios eventos para pasar de un estado a otro. Los eventos NO ocurren en un orden determinado.
 - $f(\text{EstadoA}, \text{Even1}, \text{Even2} \dots \text{EvenN}) \rightarrow \text{EstadoS}$
- Se requieren varios eventos para habilitar el paso del estado a otros varios estados que se ejecutan en paralelo.
 - $f(\text{EstadoA}, \text{Even1}, \text{Even2} \dots \text{EvenN}) \rightarrow \text{Estado1}, \text{Estado2} \dots, \text{EstadoN}$

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- Definición formal

Una estructura de Red de Petri es una 4-upla

$$C = (P, T, I, O)$$

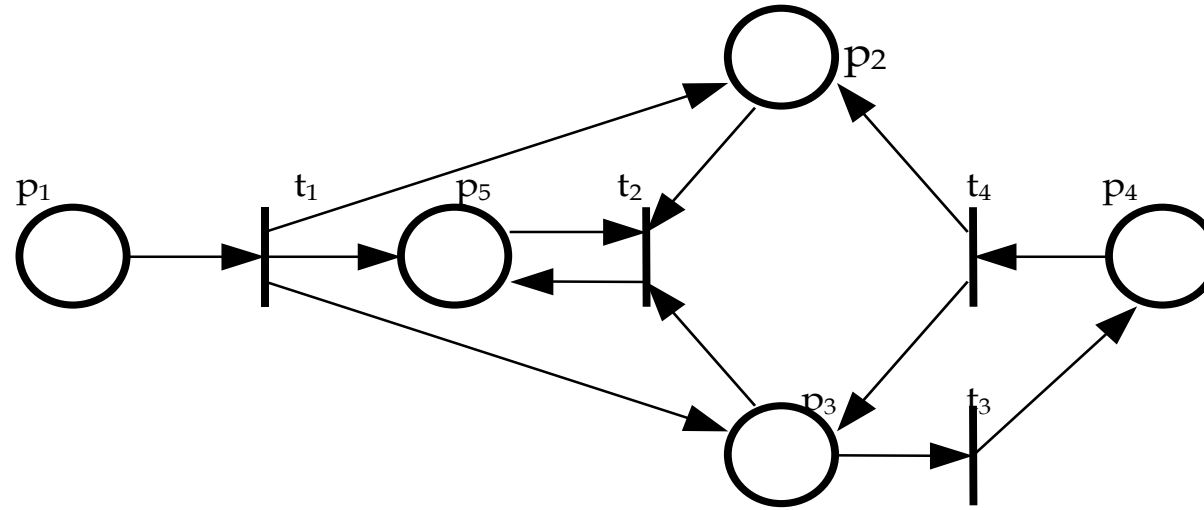


Multigrafo (de un nodo puede partir más de un arco), bipartito, dirigido

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- Los arcos indican a través de una flecha la relación entre sitios y transiciones y viceversa.
- A los lugares se les asignan tokens (fichas) que se representan mediante un número o puntos dentro del sitio. Esta asignación de tokens a lugares constituye la marcación.
- Luego de una marcación inicial se puede simular la ejecución de la red. El número de tokens asignados a un sitio es ilimitado.

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicos – Redes de Petri



$I:T \rightarrow P$

$I(t1)=\{P1\}$

$I(t2)=\{P2,P3,P5\}$

$I(t3)=\{P3\}$

$I(t4)=\{P4\}$

$O:T \rightarrow P$

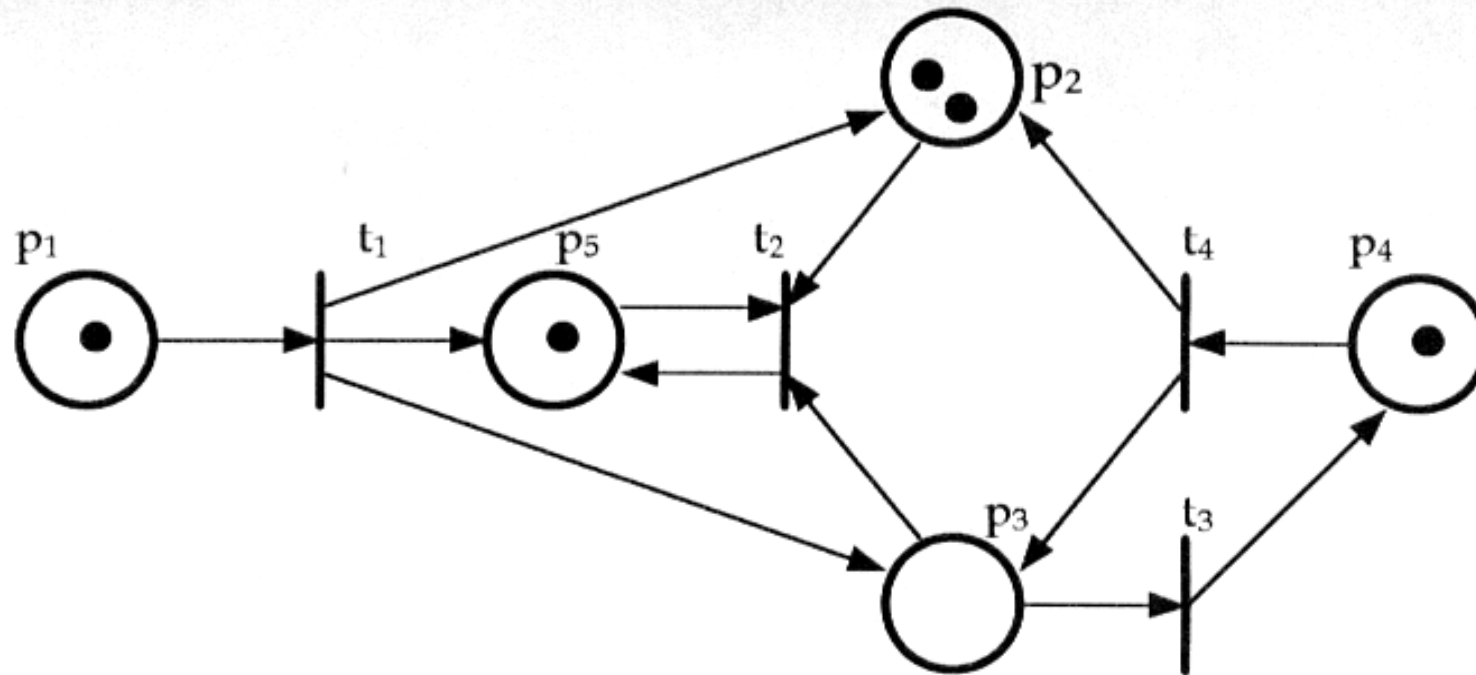
$O(t1)=\{P2,P3,P5\}$

$O(t2)=\{P5\}$

$O(t3)=\{P4\}$

$O(t4)=\{P2,P3\}$

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicos – Redes de Petri



$$M(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5) = (1, 2, 0, 1, 1)$$

Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- El conjunto de tokens asociado a cada estado sirve para manejar la coordinación de eventos y estados.
- Una vez que ocurre un evento, un token puede “viajar” de uno de los estados a otro.
- Las reglas de disparo provocan que los tokens “viajen” de un lugar a otro cuando se cumplen las condiciones adecuadas.
- La ejecución es controlada por el número y distribución de los tokens.

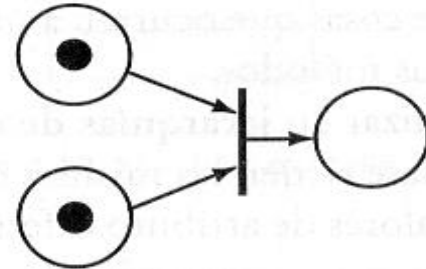
Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- La ejecución de una Red de Petri se realiza disparando transiciones habilitadas.
- Una transición está habilitada cuando cada lugar de entrada tiene al menos tantos tokens como arcos hacia la transición.
- Disparar una transición habilitada implica remover tokens de los lugares de entrada y distribuir tokens en los lugares de salida (teniendo en cuenta la cantidad de arcos que llegan y la cantidad de arcos que salen de la transición).

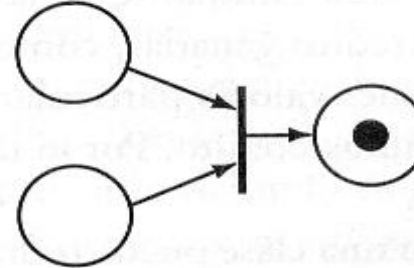
Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicos – Redes de Petri

- Transiciones

La transición está
habilitada



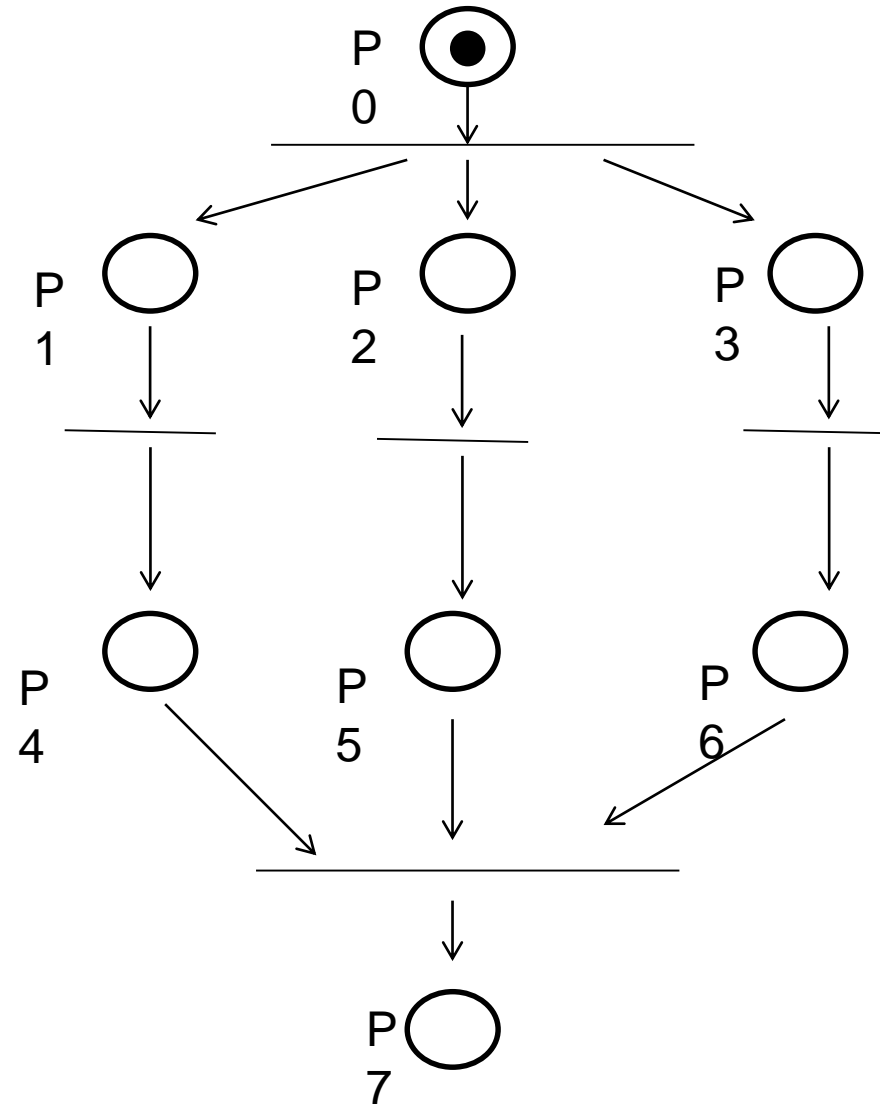
La transición no está
habilitada



Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- La ocurrencia de los eventos (transiciones) depende del estado del sistema.
- Una condición puede ser V (con token) o F (sin token)
- La ocurrencia de un evento está sujeta a que se den ciertas condiciones (pre) y al ocurrir el evento causa que se hagan verdaderas las post-condiciones.
- Las RP son asincrónicas y el orden en que ocurren los eventos es uno de los permitidos
 - La ejecución es NO DETERMINÍSTICA
- Se acepta que el disparo de una transición es instantáneo.

- Paralelismo



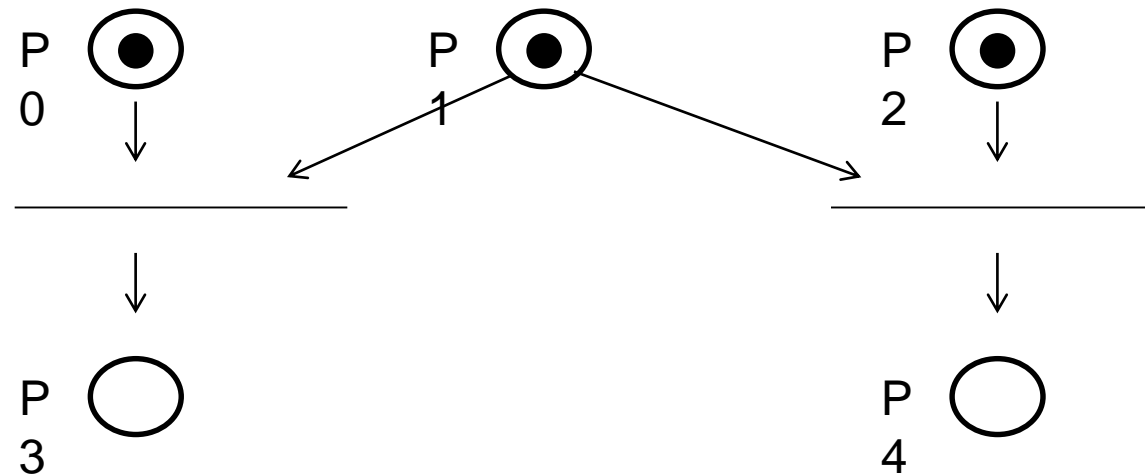
Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- Sincronización
 - Para que varios procesos colaboren en la solución de un problema es necesario que compartan información y recursos pero esto debe ser controlado para asegurar la integridad y correcta operación del sistema.



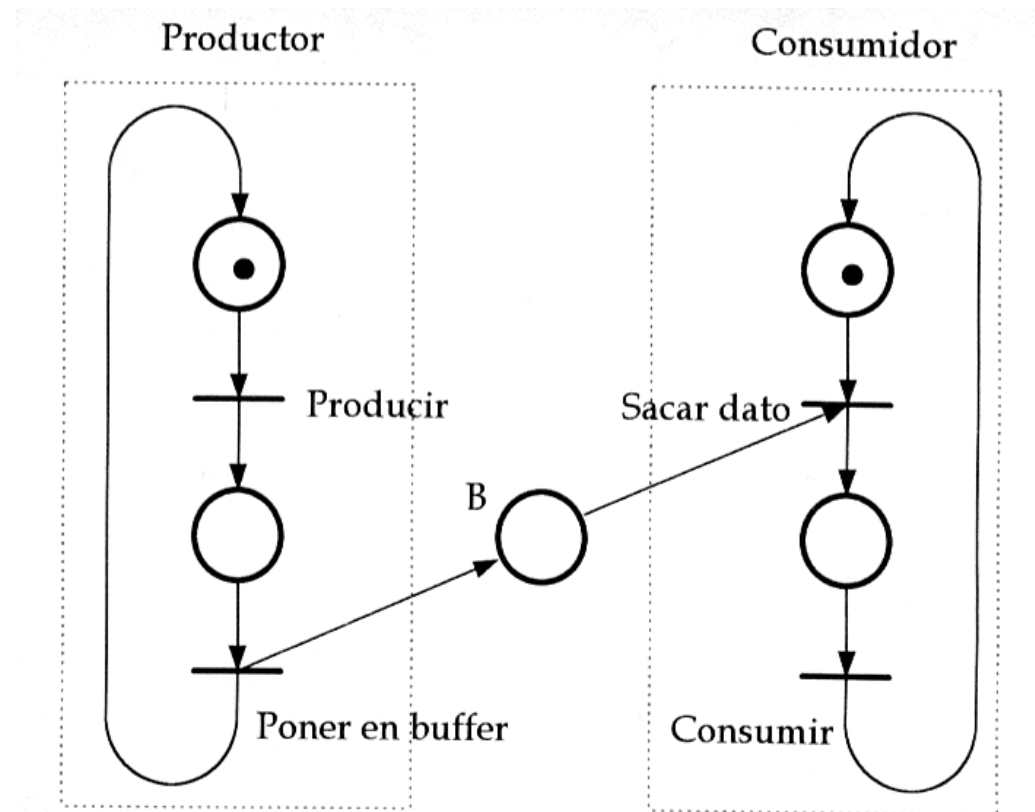
Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicos – Redes de Petri

- Expresión de exclusión mutua



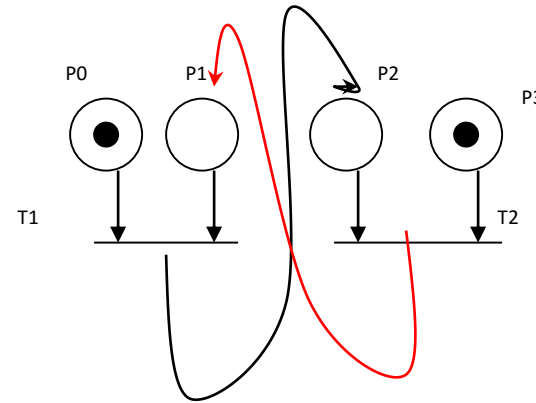
Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicos – Redes de Petri

- Productor - Consumidor



Técnicas de Especificación de Requerimientos Dinámicas – Redes de Petri

- Condición de bloqueo



Redes de Petri - Ejercicio

- Los autos llegan a una estación de servicios para cargar combustible. La estación sólo posee lugar de espera para cinco autos. De no haber lugar quedará esperando fuera de la estación, hasta que se libere un lugar y pasará a esperar adentro. La estación tiene tres surtidores. Cada surtidor atiende de un auto a la vez. Una vez finalizada la carga, los autos pasan a esperar que se libere una de las dos cajas. Las cajas atienden de un auto a la vez. Una vez que ha realizado el pago, el auto se retira.

3 SURTIDORES
1 AUTO POR SURTIDOR

5 LUGARES DE ESPERA

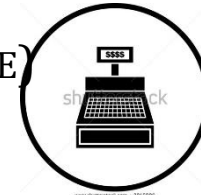
LOS AUTOS
LLEGAN Y ESPERAN



Los autos llegan a una estación de servicios para cargar combustible. La estación sólo posee lugar de espera para cinco autos. De no haber lugar, quedará esperando fuera de la estación.



COLA DE ESPERA
PARA PAGAR (SIN LIMITE)



2 CAJAS
PASAN UNO POR VEZ

3 SURTIDORES
1 AUTO POR SURTIDOR

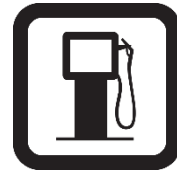
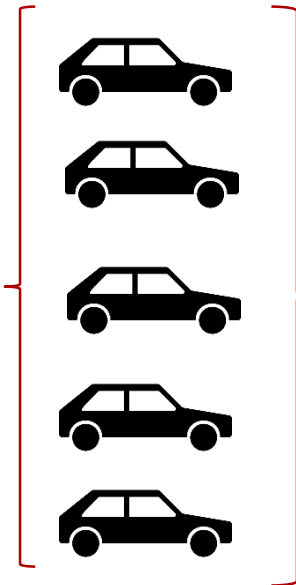
5 LUGARES DE ESPERA

COLA DE ESPERA
PARA PAGAR (SIN LIMITE)



2 CAJAS
PASAN UNO POR VEZ

LOS AUTOS
LLEGAN Y ESPERAN



La estación tiene tres surtidores. Cada surtidor atiende de a un auto a la vez.

3 SURTIDORES
1 AUTO POR SURTIDOR

5 LUGARES DE ESPERA

COLA DE ESPERA
PARA PAGAR (SIN LIMITE)



2 CAJAS
PASAN UNO POR VEZ

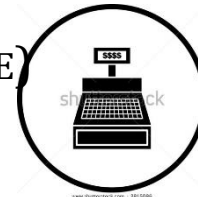
SE RETIRA

Finalizada la carga, los autos pasan a esperar que se libere una de las dos cajas. Las cajas atienden de un auto a la vez. Una vez que ha realizado el pago, el auto se retira.

3 SURTIDORES
1 AUTO POR SURTIDOR

5 LUGARES DE ESPERA

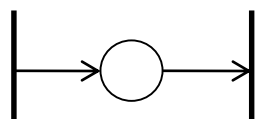
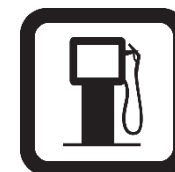
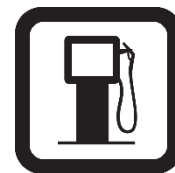
COLA DE ESPERA
PARA PAGAR (SIN LIMITE)



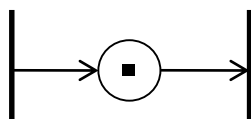
2 CAJAS
PASAN UNO POR VEZ

SE RETIRA

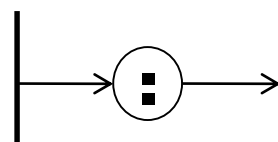
SE RETIRA



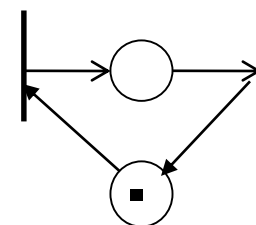
SURTIDOR LIBRE



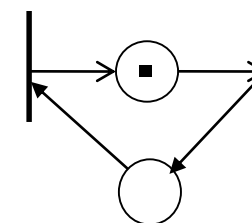
SURTIDOR OCUPADO



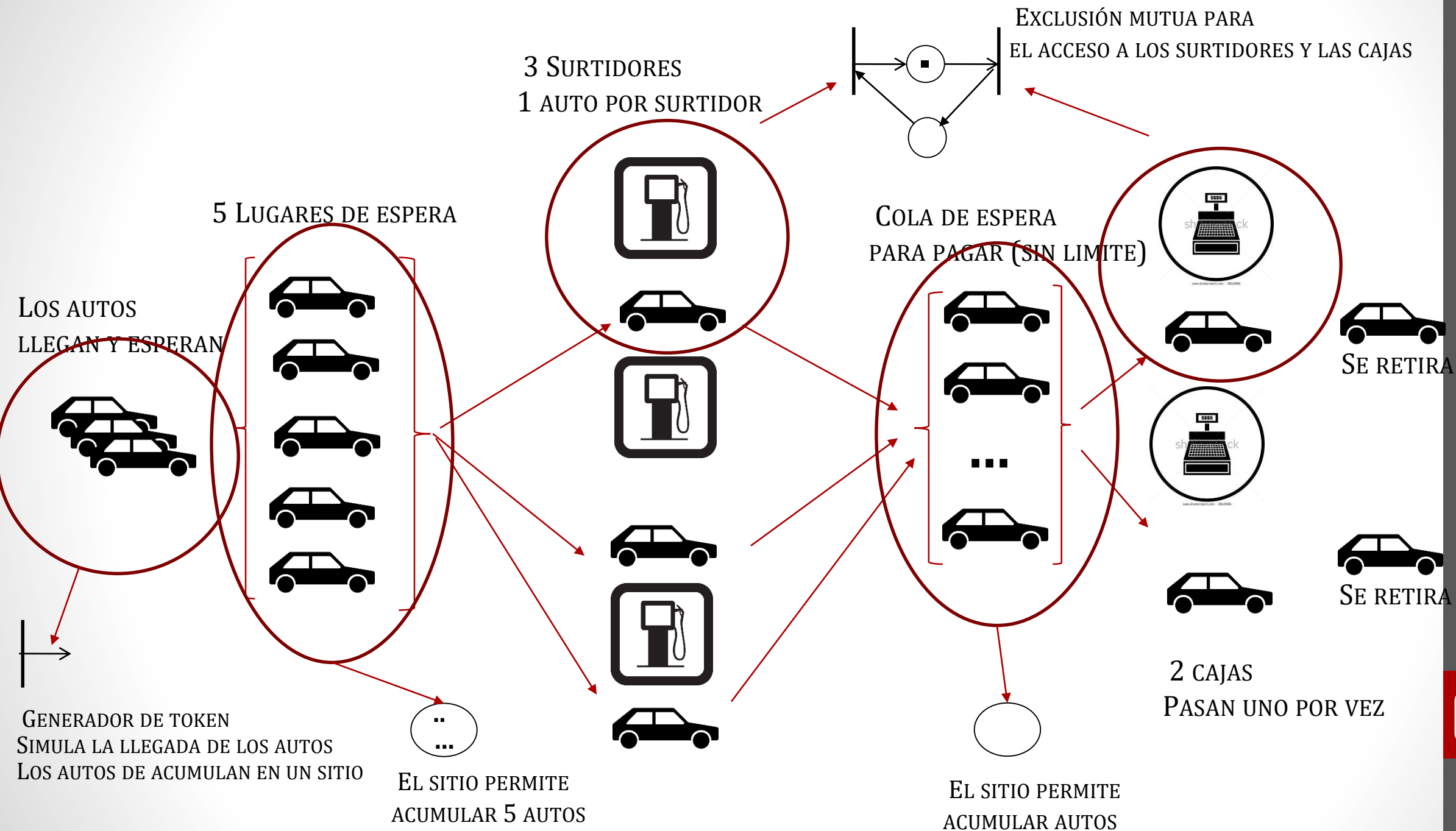
SURTIDOR OCUPADO
SIN RESTRICCIONES



SURTIDOR LIBRE
CON RESTRICCIÓN DE UN AUTO



SURTIDOR OCUPADO
CON RESTRICCIÓN DE UN AUTO



3 SURTIDORES
1 AUTO POR SURTIDOR

COLA DE ESPERA
PARA PAGAR (SIN LIMITE)

5 LUGARES DE ESPERA

SE RETIRA

SE RETIRA

2 CAJAS
PASAN UNO POR VEZ

LOS AUTOS
LLEGAN Y ESPERAN
PARA ENTRAR EN
LA ESTACIÓN

