Práctica 5

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.

> 💡 **Las tareas concurrentes deben sincronizarse para facilitar la comunicación entre ellas y prevenir problemas como la modificación de datos compartidos y condiciones de bloqueo. Aunque pueden ejecutarse en paralelo, su orden de ejecución es impredecible, lo que significa que no son secuenciales.**

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

> 💡 **f(EstadoA, Evento) → EstadoS**

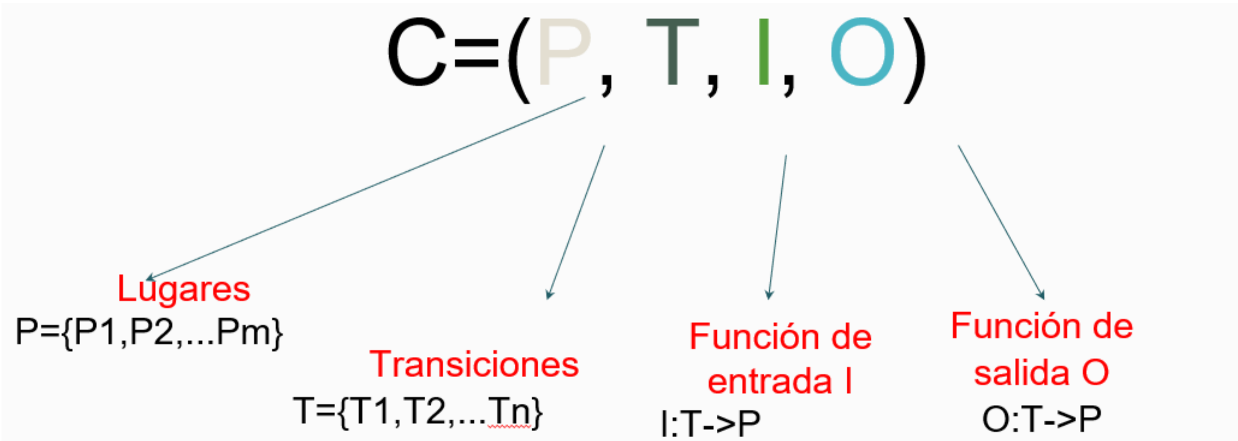
Se requieren varios eventos para pasar de un estado a otro. Los eventos NO ocurren en un orden determinado.

> 💡 f(EstadoA, Even1,Even2...EvenN)→EstadoS

Se requieren varios eventos para habilitar el paso del estado a otros varios estados que se ejecutan en paralelo.

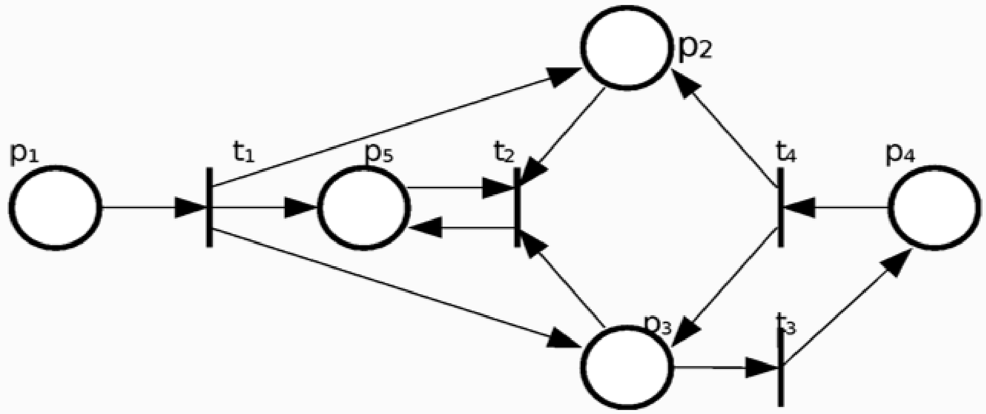
> 💡 f(EstadoA, Even1,Even2...EvenN)→ Estado1, Estado2..., EstadoN

Una estructura de Red de Petri es una 4-upla



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

En las redes de Petri, los arcos indican la relación entre sitios y transiciones. Los lugares tienen tokens, que se representan con números o puntos dentro del sitio, y esta asignación se llama marcación. A partir de una marcación inicial, se puede simular la ejecución de la red, y el número de tokens en un sitio es ilimitado.



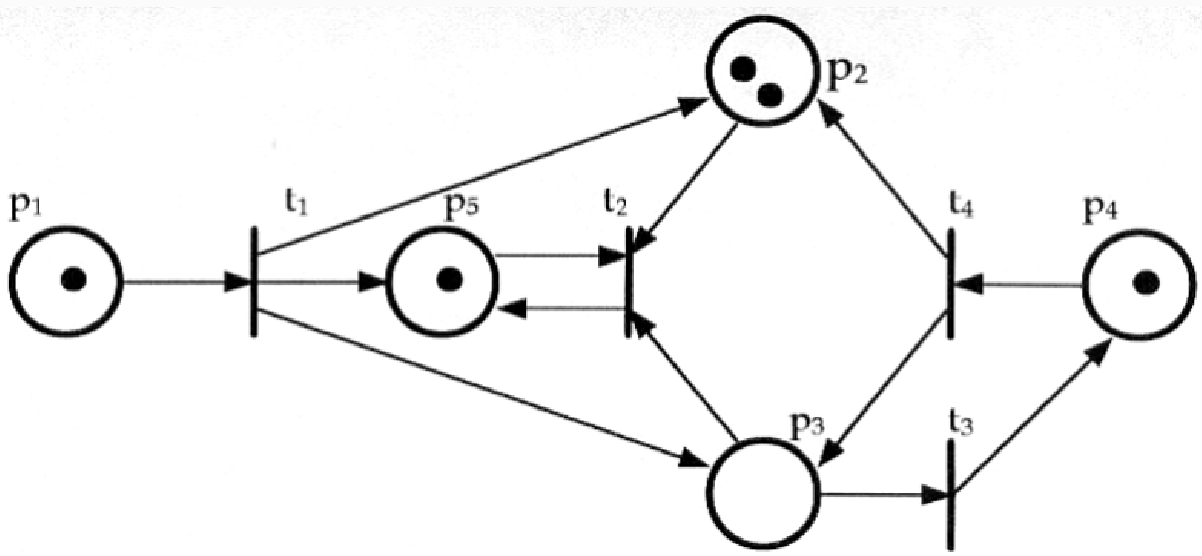
I:T ⇨ P

I(t1)={P1}
I(t2)={P2,P3,P5}
I(t3)={P3}
I(t4)={P4}

O:T ⇨ P

O(t1)={P2,P3,P5}
O(t2)={P5}
O(t3)={P4}
O(t4)={P2,P3}

Marcación inicial

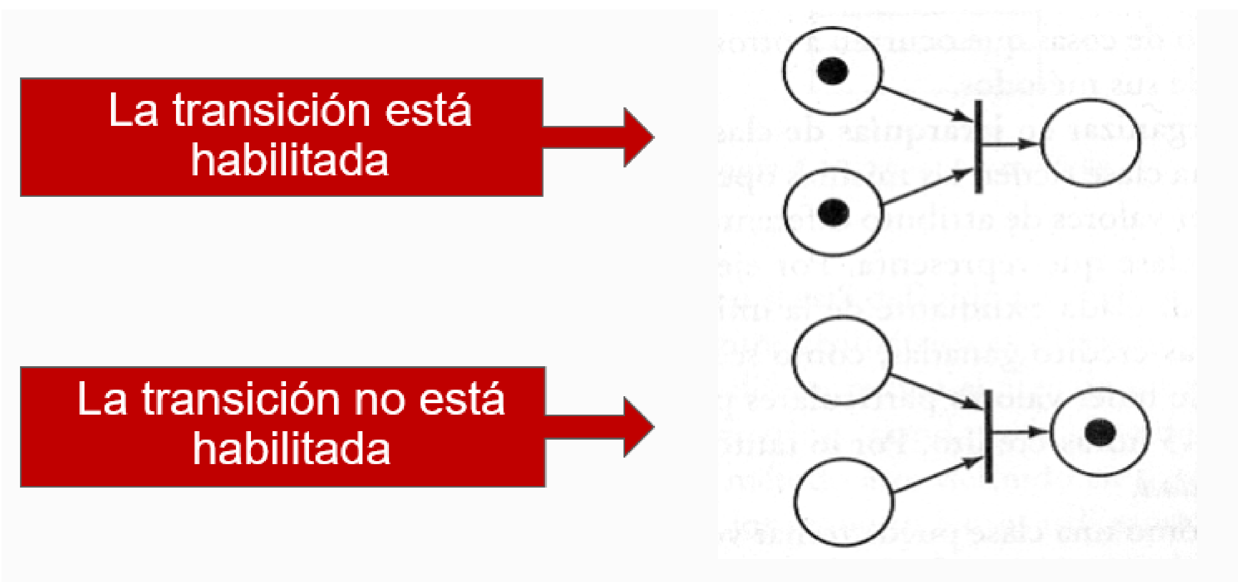


M(P1,P2,P3,P4,P5)=(1,2,0,1,1)

El conjunto de tokens en cada estado coordina eventos y estados. Cuando ocurre un evento, un token puede "viajar" de un estado a otro. Las reglas de disparo permiten que los tokens se muevan entre lugares cuando se cumplen ciertas condiciones. La ejecución de la red está determinada por el número y la distribución de los tokens.

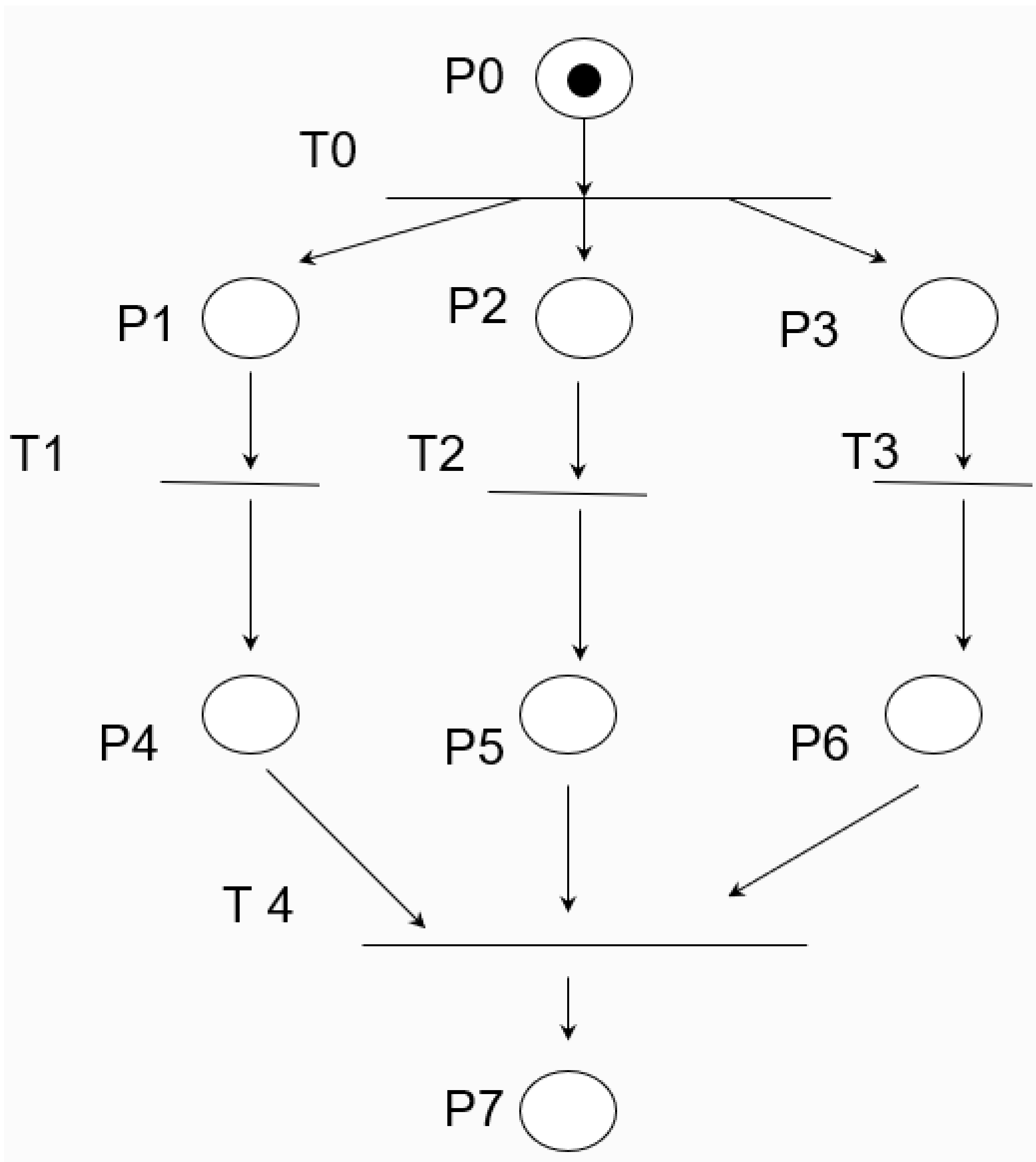
La ejecución de una Red de Petri se lleva a cabo disparando transiciones habilitadas.

Una transición está habilitada si cada lugar de entrada tiene al menos el mismo número de tokens que arcos conectados a ella. Al disparar una transición habilitada, se remueven tokens de los lugares de entrada y se distribuyen tokens en los lugares de salida, según la cantidad de arcos que entran y salen de la transición.



La ocurrencia de eventos (transiciones) depende del estado del sistema, donde una condición puede ser verdadera (V) o falsa (F). Un evento ocurre si se cumplen ciertas condiciones previas y, al ocurrir, establece las condiciones posteriores. Las Redes de Petri son asincrónicas, lo que significa que el orden

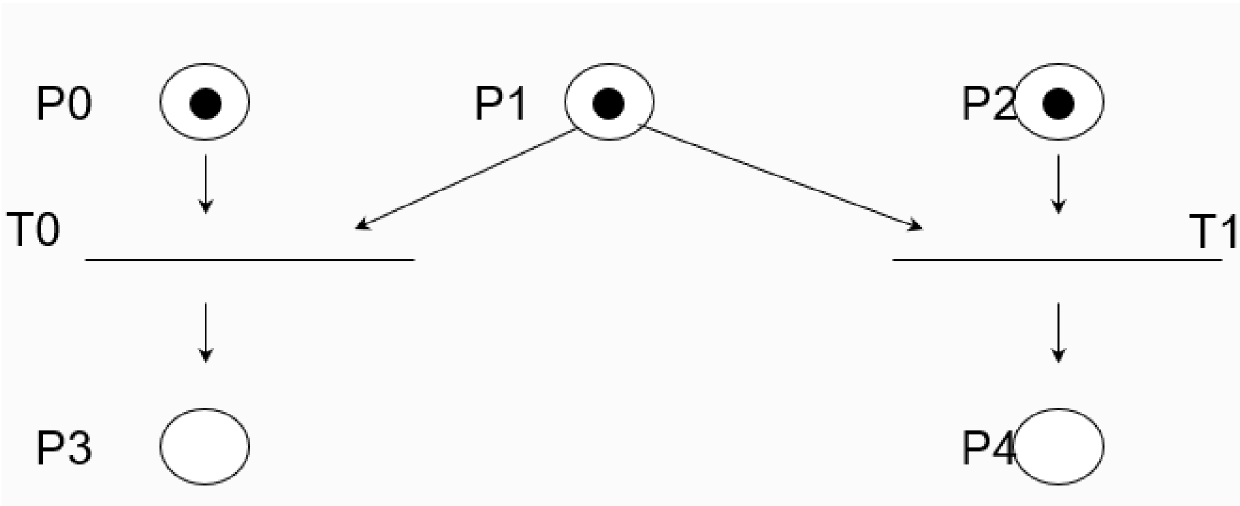
de ocurrencia de los eventos es flexible y no determinístico. Se considera que el disparo de una transición es instantáneo.



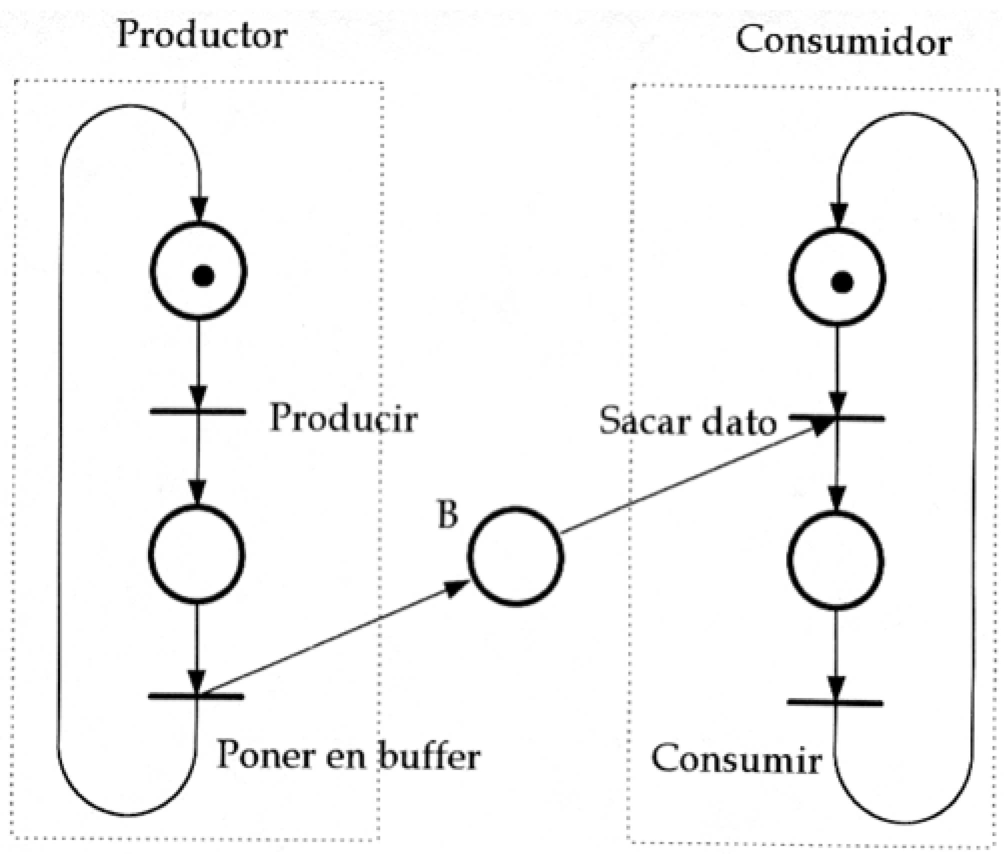
Sincronizacion

Para que varios procesos colaboren en la solución de un problema, deben compartir información y recursos. Esta sincronización debe ser controlada para garantizar la integridad y el correcto funcionamiento del sistema.

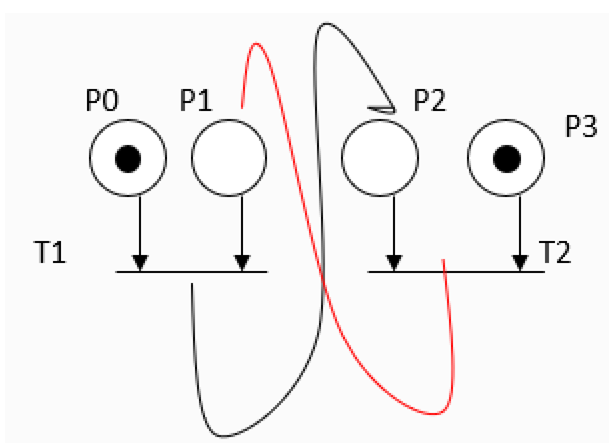
Exclusion mutua



Productor - Consumidor



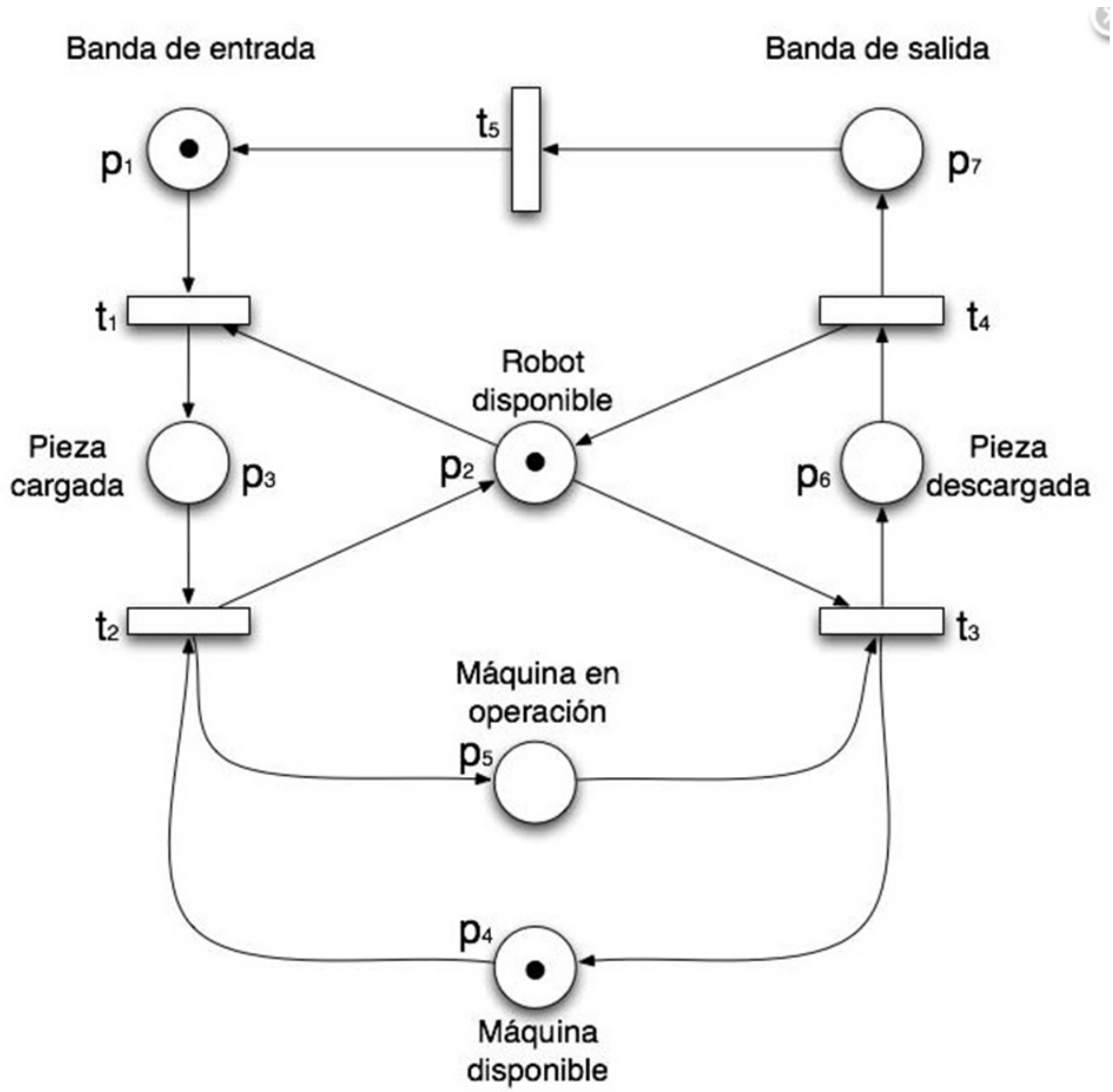
Condición de bloqueo



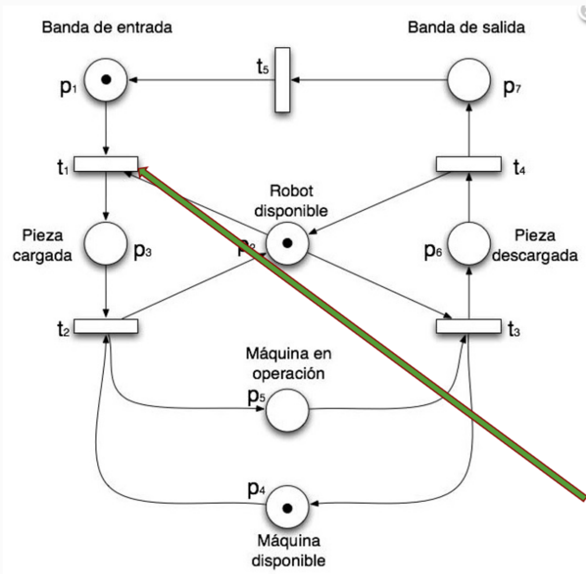
Ejemplos Redes de Petri

Brazo robot

Este ejemplo considera un sistema de manufactura flexible donde se tiene una banda transportadora por donde arriban piezas para ser procesadas. Estas piezas son tomadas por un brazo de robot que las deposita en una máquina para su procesamiento. Al finalizar el proceso, el brazo de robot vuelve a tomar la pieza para depositarla en una banda de salida.



Brazo robot



El **estado inicial** del sistema modelado por la RdP indica que existe una pieza en la banda de entrada (p1), que el brazo de robot está listo para tomar alguna pieza (p2) y que la máquina de proceso también está disponible (p4).

El marcado de este estado sería M0 = (1 1 0 1 0 0 0), que corresponden a los tokens de los lugares M0 = (p1 p2 … p7), respectivamente.

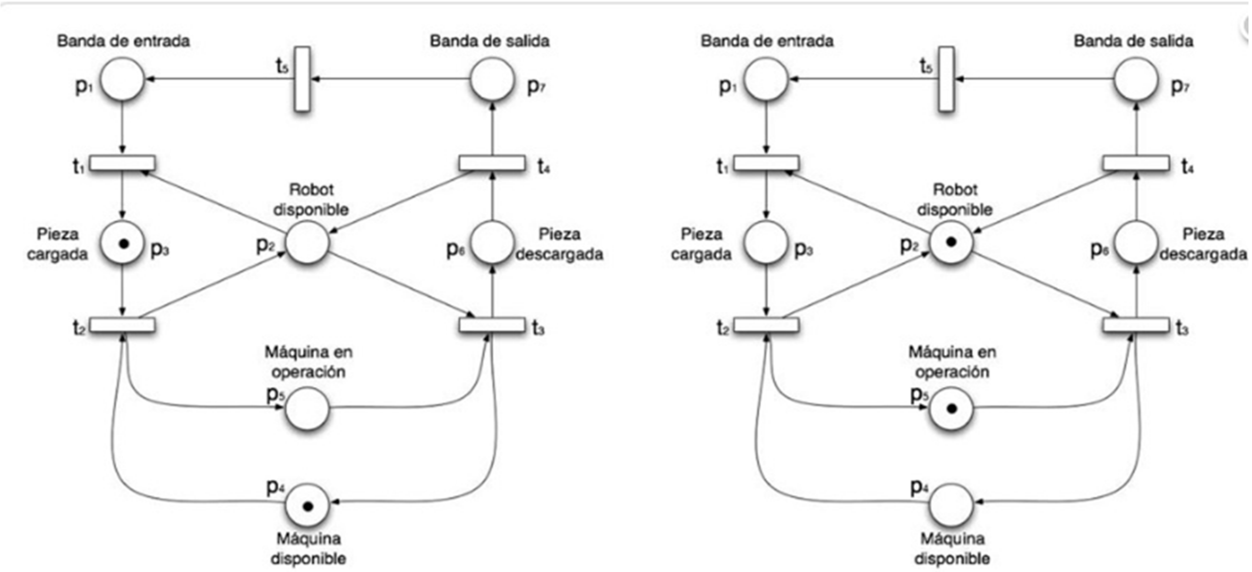
La **transición t1** se encuentra **habilitada**, es decir, para que una pieza sea tomada por el brazo de robot es necesario que la pieza se encuentre en la banda de entrada y el brazo de robot se encuentre disponible..

Ingeniería de software 2024

Zhou, M., Venkatesh, K., 1999. Modeling, Simulatio... Intelligent Automation 6, World Scientific Publishing

Ingeniería de Software I

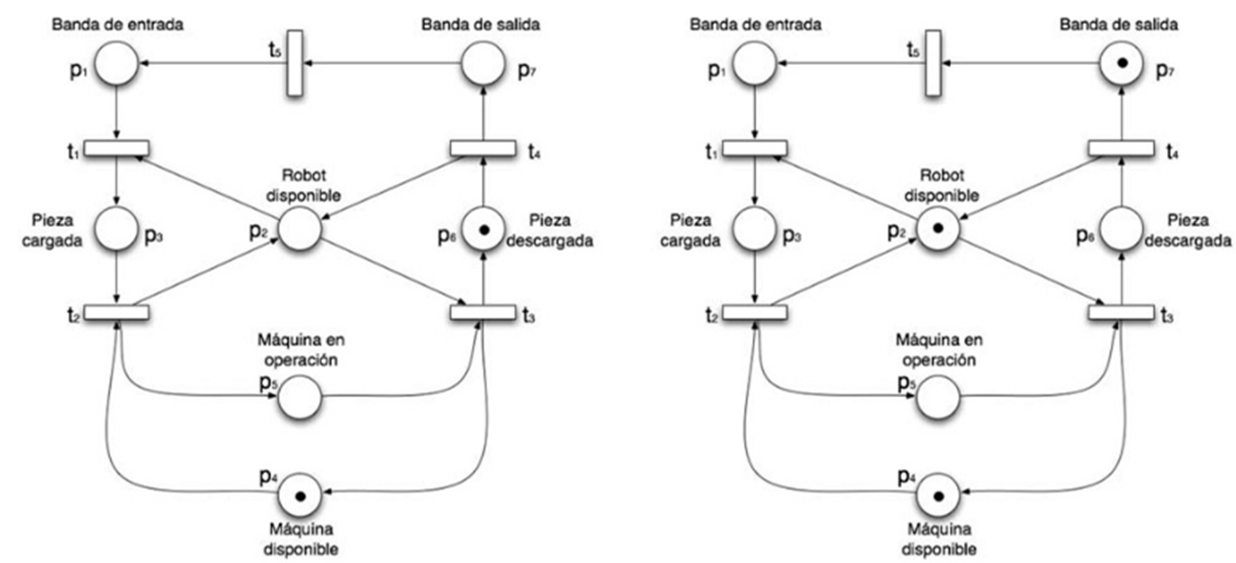
25



a) b)

💡 **En la figura (a) se muestra el estado de la RdP M1 = (0 0 1 1 0 0 0) después del disparo de t1, que indica que la pieza está tomada por el brazo del robot y la máquina de procesamiento aún se encuentra disponible.**

💡 **La figura (b) muestra el estado M2 = (0 1 0 0 1 0 0), obtenido después del disparo de t2, donde el brazo de robot está ahora disponible y la máquina de procesamiento se encuentra**



c) d)

💡 La figura (c) indica el estado alcanzado después del disparo de t3, M3 = (0 0 0 1 0 1 0), donde el brazo de robot ha tomado la pieza de la máquina de procesamiento y ésta se encuentra disponible.

💡 La figura (d) muestra el estado del sistema con el marcado M4 = (0 1 0 1 0 0 1), después del disparo de la transición t4, donde la pieza ha sido colocada en la banda de salida, y tanto el brazo de robot como la máquina de procesamiento se encuentran disponibles.

Características

Es importante desarrollar modelos de los sistemas de eventos discretos para estudiarlos y comprender su comportamiento. Existen herramientas computacionales que permiten analizar este tipo de sistemas, las cuales están basadas en análisis estadísticos y ofrecen soluciones con ciertos grados de incertidumbre. Por otro lado, las RdP pueden ser aplicadas para la modelación de sistemas de eventos discretos, las cuales ofrecen una forma de representación gráfica y matemática de los sistemas modelados. La formalidad matemática de la RdP proporcionan herramientas de análisis para analizar los posibles estados a los que el sistema modelado pudiera alcanzar.