



REDES DE PETRI

GRUPO F



Introducción

Las redes de Petri, impulsadas por el avance tecnológico, son herramientas clave para el diseño, análisis y validación de sistemas complejos, especialmente aquellos con características concurrentes o distribuidas. Permiten una representación detallada de los procesos e interacciones del sistema, aplicándose desde la optimización de programas hasta el modelado epidemiológico.

IMPORTANCIA

La modelación con redes de Petri proporciona un marco teórico robusto para la representación y análisis gráfico y matemático de sistemas, permitiendo evaluar propiedades críticas como vivacidad, seguridad y ausencia de condiciones de carrera. Su eficacia en describir el flujo de información y control en sistemas distribuidos y paralelos las hace esenciales en la ingeniería de software y sistemas.

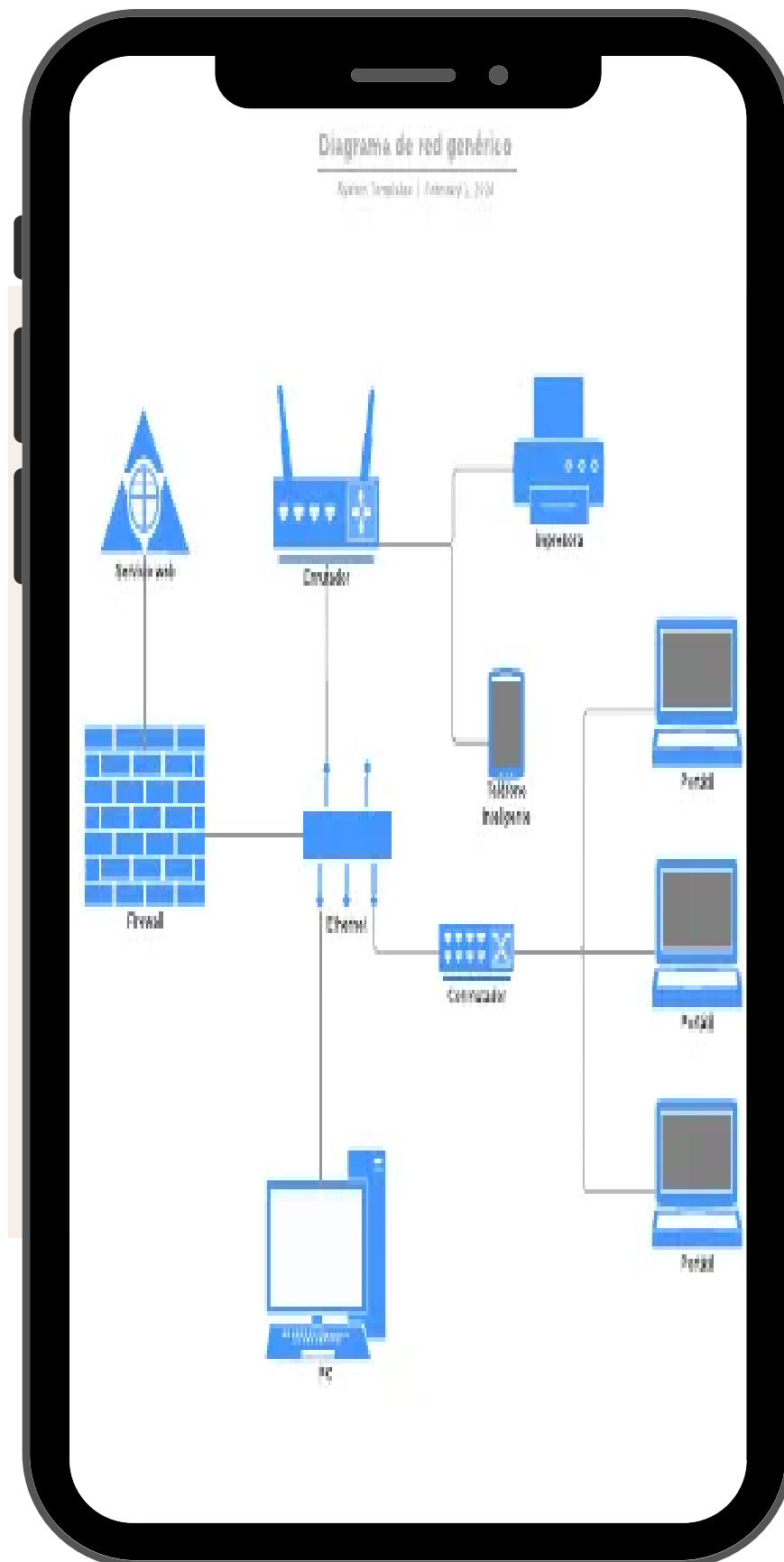
Objetivo

Se investiga la teoría y aplicaciones de las redes de Petri en sistemas distribuidos, examinando su utilidad en diseño, implementación y análisis de sistemas complejos. A través de ejemplos prácticos y casos de estudio, se resaltan las ventajas y desafíos de usar redes de Petri en este ámbito.

Fundamentos de redes de Petri



- Conceptos de redes de Petri
- Elementos de una red de Petri
- Propiedades y características de las redes de Petri



Conceptos de redes de Petri

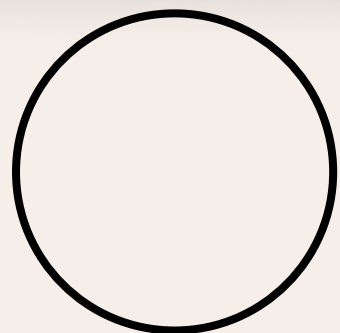
Las Redes de Petri son modelos que usan grafos para representar y analizar sistemas complejos, dinámicos y concurrentes, enfocándose en cómo se distribuyen y utilizan los recursos a través de eventos y estados. Se aplican en áreas como manufactura y comunicaciones para entender mejor la operación de estos sistemas.

Elementos de una red de Petri

1

PLAZAS

Las plazas en una Red de Petri representan estados del sistema donde se almacenan recursos, tokens o información relevante.



2

ARCOS

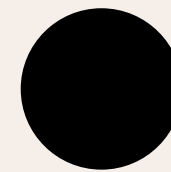
Los arcos en una Red de Petri son las conexiones entre plazas y transiciones, y determinan las relaciones de dependencia entre ellas.



3

TOKENS

Los tokens son entidades discretas que residen en las plazas y representan la disponibilidad de recursos, la ocurrencia de eventos o el estado del sistema en un momento dado.



3

TRANSICIONES

Las transiciones representan eventos o acciones que pueden ocurrir en el sistema, como la ejecución de una tarea o la disponibilidad de un recurso.



Propiedades →

Bipartitas

Una red de Petri es un grafo bipartito, lo que significa que consta de dos conjuntos de nodos: lugares (o estados) y transiciones

No determinismo

Las redes de Petri pueden modelar sistemas no deterministas, donde múltiples transiciones pueden estar habilitadas simultáneamente y la elección de cuál disparar puede depender de reglas específicas

Disparo de transiciones

Las transiciones en una red de Petri se disparan cuando tienen suficientes tokens en sus lugares de entrada.

Estado del sistema

El estado global del sistema se representa mediante la distribución de tokens en los lugares de la red de Petri.

Características



Modelado de sistemas concurrentes

Las redes de Petri son especialmente útiles para modelar sistemas concurrentes, donde múltiples eventos pueden ocurrir simultáneamente.

Análisis de propiedades

Permiten analizar la alcanzabilidad de ciertos estados, la ausencia de deadlocks y la conservación de recursos.

Expresividad

Las redes de Petri son lo suficientemente expresivas como para modelar una amplia gama de sistemas, desde sistemas simples hasta sistemas complejos de tiempo real.

Verificación y validación

Se pueden utilizar para verificar y validar el comportamiento de sistemas antes de su implementación, lo que ayuda a identificar posibles errores y problemas de diseño.

Modelamiento de sistemas distribuidos



- Ventajas del modelamiento con redes de Petri en sistemas distribuidos
- Pasos para el modelamiento de sistemas distribuidos
- Ejemplos de aplicaciones del modelamiento con redes de Petri

Ventajas



- Notación gráfica que permite el modelado de sistemas complejos con muchos dispositivos operando secuencialmente o en paralelo.
- Evalúa el desempeño de un sistema modelado, aumentar el rendimiento el correcto funcionamiento de los sistemas de control.
- Garantizar que no haya cuellos de botella y que la transmisión y el procesamiento de datos sean eficientes.

Pasos



● **Requisitos del sistema:** Implica identificar las necesidades funcionales y no funcionales del sistema.

● **Diseño de la arquitectura:** Incluyendo patrones de comunicación, distribución de componentes, gestión de la concurrencia, tolerancia a fallos.

● **Implementación:** Implementa el sistema distribuido utilizando las tecnologías y herramientas adecuada.

● **Mantenimiento y evolución:** Es importante realizar un mantenimiento continuo y realizar mejoras periódicas para adaptarse a los cambios.

Ejemplos



- **Manufactura y Producción:** Modelar sistemas de producción en líneas de ensamblaje, procesos de fabricación y control de inventario.
- **Sistemas de Comunicación y Protocolos:** Protocolo TCP/IP, y para analizar el rendimiento de redes informáticas.
- **Sistemas de Transporte y Logística:** Sistemas de tráfico urbano, redes ferroviarias y sistemas de gestión de flotas.
- **Sistemas de Software y Hardware:** Modelar sistemas concurrentes, multitarea, protocolos de comunicación entre componentes de hardware y software, y sistemas distribuidos.

Implementación de sistemas distribuidos con redes de Petri



- Herramientas y lenguajes de programación utilizados
- Consideraciones para la implementación de sistemas distribuidos
- Casos de estudio de sistemas distribuidos implementados con redes de Petri

Herramientas



- **CPN tools:** : Modelado y simulación de redes de Petri coloreadas para sistemas complejos en academias e industrias.

- **TINA toolset:** Editor para redes de Petri sirve para análisis y verificación de modelos gráfica o textual

- **Petrify:** simplifica Redes de Petri mediante análisis de flujo de tokens y transformación de transiciones.

- **PNML (Petri Net Markup Language):** Formato XML para intercambio de modelos de Redes de Petri entre herramientas.

Consideraciones



- **Concurrencia:** representación gráfica y matemática para diseñar sistemas concurrentes

- **Comunicación entre nodos:** gestionan adaptaciones entre nodos remotos en entornos distribuidos.

- **Distribución de recursos:** eficientes para modelar sistemas sincronizados, como control de ventana y colas finitas

- **Escalabilidad:** representar limitaciones temporales y proporciona una base matemática sólida para la planificación y análisis

Casos de estudio de sistemas distribuidos implementados con redes de Petri

Sistemas de Control de Tráfico Aéreo Distribuido

Esenciales para modelar y analizar sistemas en control de tráfico aéreo, asegurando precisión en eventos inciertos.

Procesos de Fabricación Distribuida

Modelado real, preservación estructural y semántica, evitando redes planas y admitiendo diversas semánticas

Sistemas de procesamiento y análisis

Mejoran predicción tiempo ejecución en Big Data con Hadoop y Spark

Automatización Industrial Distribuida

Sistemas reconfigurables con IIoT permiten cambios eficientes usando Redes de Petri Interpretadas.

Análisis y validación de sistemas distribuidos modelados con redes de Petri




La seguridad en redes descentralizadas mediante el análisis y verificación de modelos de ataque, empleando redes de Petri

Ejemplo

El método para sistemas celulares robóticos destaca el uso de modelos formales y middleware ROS para mejorar la seguridad y corrección

Métodos de análisis y validación



La importancia del análisis y validación en el aprendizaje automático, utiliza TensorFlow para centrarse en datos

Las técnicas multiagente y redes de Petri para desarrollar un sistema para la seguridad.

Modelado y prueba de seguridad de redes utilizando redes de Petri extendidas

Técnicas de simulación y verificación

La minería de procesos se centra en la validación y validación de modelos de sistemas de eventos discretos.

Diferencias: la complejidad polinómica en ciertos diseños y circuitos más complejos.

La verificación de circuitos digitales crecen, entonces se utilizan métodos formales como BDD y SAT.

La simulación de eventos paralelos utiliza:
Entity Interaction Graph y
Computational Time Logic.

Casos de estudio de análisis y validación de sistemas distribuidos

El almacenamiento de energía en baterías, controla la potencia de los sistemas de generación distribuida

Modelo base de red sobre la descarbonización del sistema energético, se adapta a diferentes configuraciones y escenarios.

Transformar sistemas de energía aislados en microrredes flexibles y resistentes.
Utiliza un modelo MILP de dos etapas.

La optimización y validación de sistemas híbridos de energía renovable
Utiliza herramientas de modelado como HOMER y MATLAB

Conclusiones

Las redes simplifican la comprensión y gestión de la complejidad en sistemas con comportamientos concurrentes y distribuidos. Las redes de Petri son esenciales para el diseño y operación eficiente de sistemas distribuidos, impulsando la innovación y mejorando la fiabilidad en diversas áreas tecnológicas.