



Redes de Colas

Profesora: Gabriela Figallo

Alumnos:

Alderete, Ezequiel Alejandro
Musili, Sebastián
Sánchez Luccini, Agustín
Silva, Mauricio Esteban
Traverso, Pedro Nicolás

Introducción

¿Qué es una cola y la teoría de colas?

- Una cola se forma cuando los clientes esperan para recibir un servicio que no puede ser atendido de inmediato.
- Si el servidor está ocupado, los clientes deben esperar su turno.

Teoría de colas

- Rama de las matemáticas que estudia sistemas de espera.
- Objetivo: equilibrar el costo del sistema y el tiempo promedio de espera.
- Modelos: colas simples o redes de colas.

¿Qué es una red de colas?

- Sistema compuesto por dos o más colas interconectadas.
- Cada subsistema puede recibir entradas de otros y/o enviar salidas a otros.
- Modela procesos complejos con múltiples etapas de atención.

Componentes básicos de un sistema de colas:

- **Clientes:** quienes llegan al sistema solicitando un servicio.
- **Servidores:** los encargados de atender a los clientes.
- **Disciplina de la cola:** el orden en el que se atienden los clientes (por ejemplo, FIFO: primero en llegar, primero en ser atendido).
- **Capacidad del sistema:** cuántos clientes pueden esperar o ser atendidos al mismo tiempo.
- **Tiempo de llegada y tiempo de servicio:** variables clave para analizar el rendimiento del sistema.

Tipos de Redes

- **Redes cerradas:**
No entran nuevos clientes y los clientes existentes nunca salen, esto significa que el número de clientes es constante en el tiempo, por lo tanto permanecen circulando por el interior del sistema indefinidamente.
- **Redes abiertas:**
Los clientes pueden entrar y salir del sistema. Tenemos dos subtipos:
 - **Acíclicas:** Un trabajo nunca puede volver a la misma cola
 - **Cíclicas:** Hay bucles en la red.

Casos De Uso

- **Hospitales o centros de salud**

- Pacientes pasan por distintas etapas: recepción, consulta, laboratorio, rayos X, farmacia, etc.
- Cada una de estas etapas es una cola con un servidor (repcionista, médico, farmacéutico, etc.).
- La red de colas permite optimizar tiempos de espera, asignación de personal y recursos.

- **Aeropuertos**

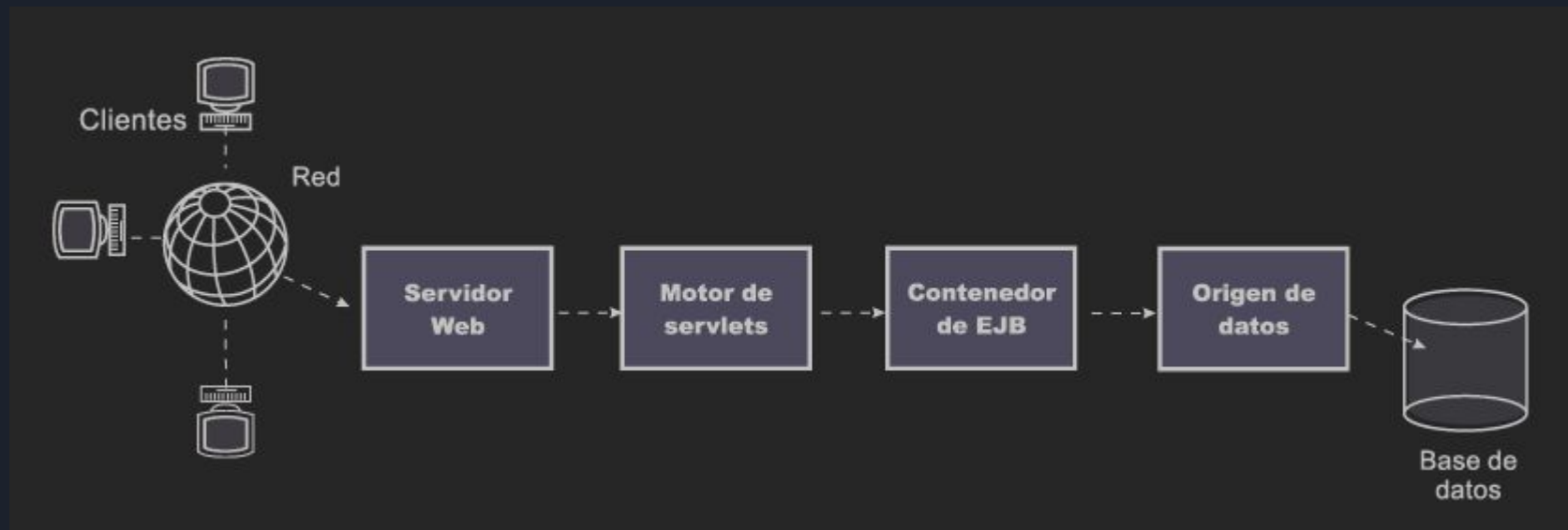
- Un pasajero pasa por check-in, seguridad, migración, salas de espera y abordaje.
- Cada punto es una cola en la red, con distintos tiempos y capacidades.
- Sirve para diseñar y gestionar mejor el flujo de pasajeros, evitando acumulaciones.

- **Call centers**

- Llamadas entrantes son dirigidas a operadores de diferentes departamentos (ventas, soporte técnico, facturación).
- Si un operador no puede resolver un caso, transfiere la llamada a otro departamento: esto crea una red de colas.
- Se modela para optimizar personal y reducir el tiempo de atención total.

Caso Práctico

IBM
WebSphere



NOTACIÓN DE KENDALL

Los sistemas de colas se caracterizan por tres elementos principales: la distribución de probabilidad de los arribos, la distribución de probabilidad de los tiempos de servicio y la cantidad de servidores.

Kendall propuso una notación simplificada $X/Y/Z$ donde:

- ❖ X representa la distribución de arribos
- ❖ Y representa la distribución de servicios
- ❖ Z indica el número de servidores

Por ejemplo, $M/M/1$ describe un sistema con llegadas markovianas, tiempos de servicio markovianos y un único servidor.

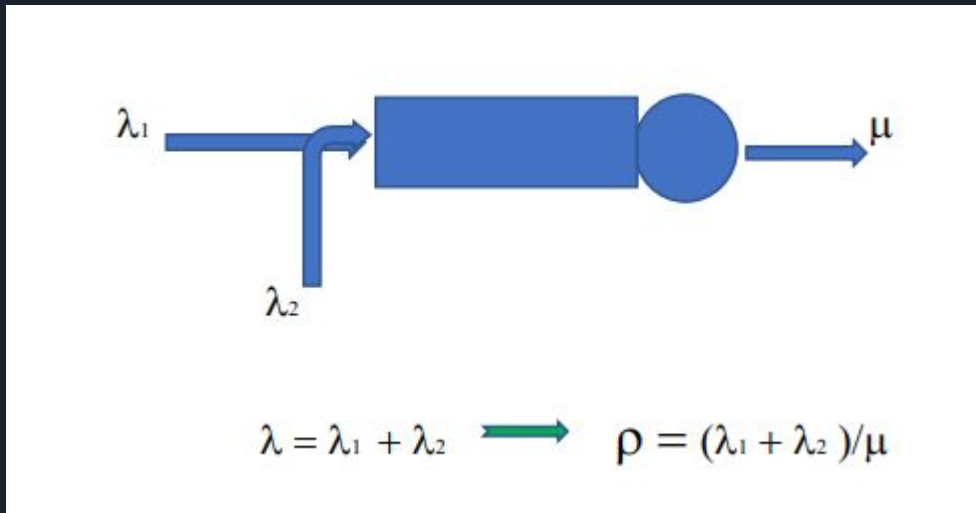
Esta notación evita tener que explicar verbalmente las características del sistema cada vez que se necesita hacer referencia al mismo.

ESQUEMA BÁSICO

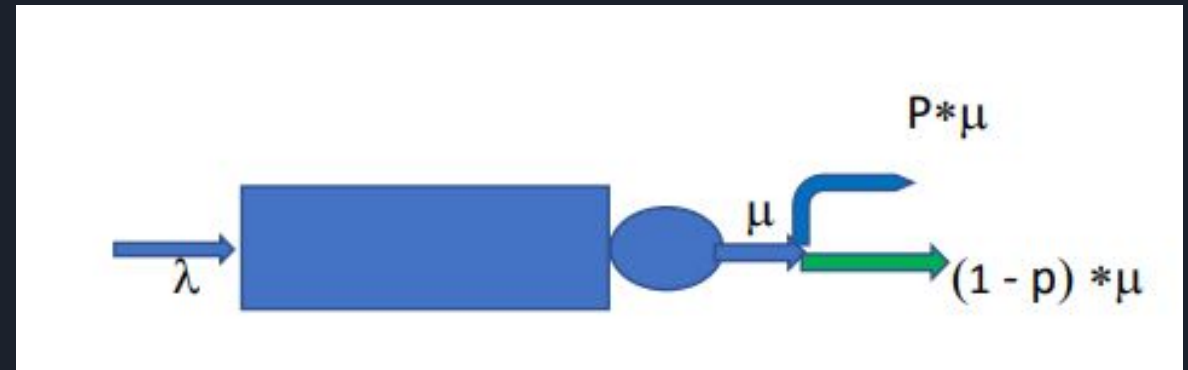


Unión y Partición de Tráfico

Unión:

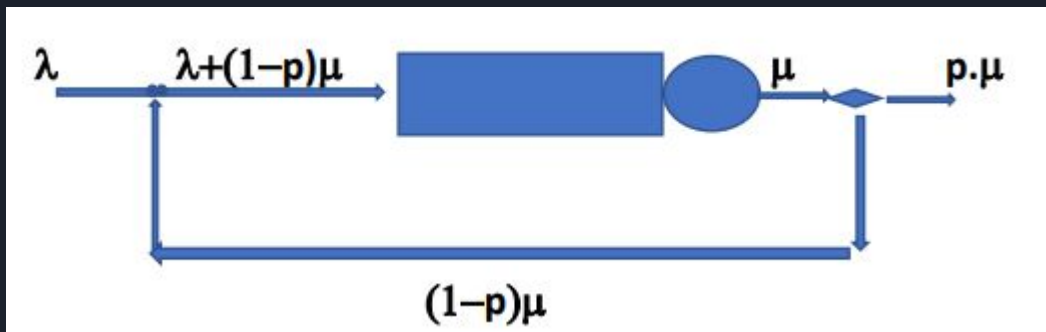


Partición:

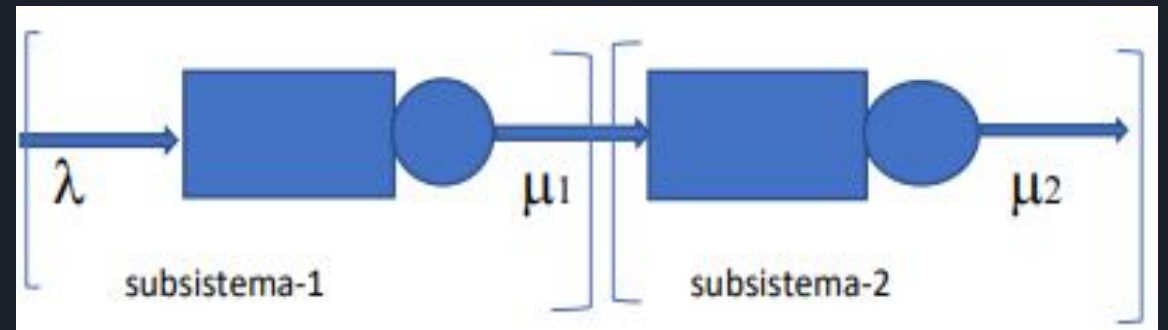


Retroalimentación y Sistemas de Colas Tandem

Retroalimentación



Tandem



¿Cuándo se congestiona un sistema de colas tándem?

Se congestiona si y sólo si al menos uno de los subsistemas se congestiona, y uno cualquiera de los subsistemas se congestiona

Redes de colas cerradas

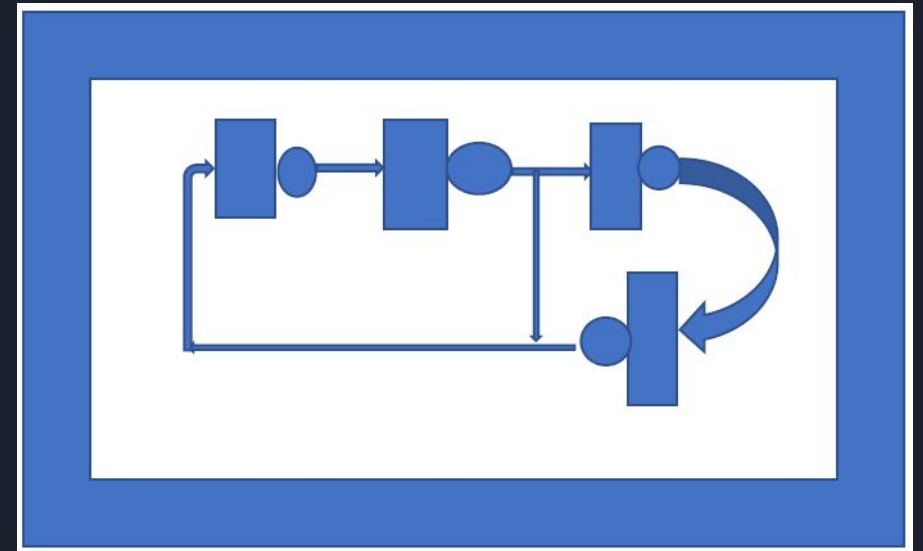
- El número de clientes (o solicitudes, procesos, tareas, etc.) dentro del sistema es constante.
- No entran nuevos clientes desde el exterior ni salen del sistema permanentemente.
- Los "clientes" circulan constantemente entre los distintos servidores del sistema.

¿Cómo funciona?

Un cliente termina de ser atendido en un servidor.
Luego se redirecciona automáticamente a otro servidor (o al mismo).
El ciclo se repite indefinidamente.

Estructura de redes de colas cerradas

- Una red de colas cerrada es un tipo de sistema donde:
- El número de clientes (o solicitudes, procesos, tareas, etc.) dentro del sistema es constante.
- No entran nuevos clientes desde el exterior ni salen del sistema permanentemente.
- Los "clientes" circulan constantemente entre los distintos servidores del sistema.



Notese que ninguna flecha cruza la frontera. Todas provienen de otro subsistema y constituyen la entrada de alguno de los subsistemas.

Redes de colas abierta

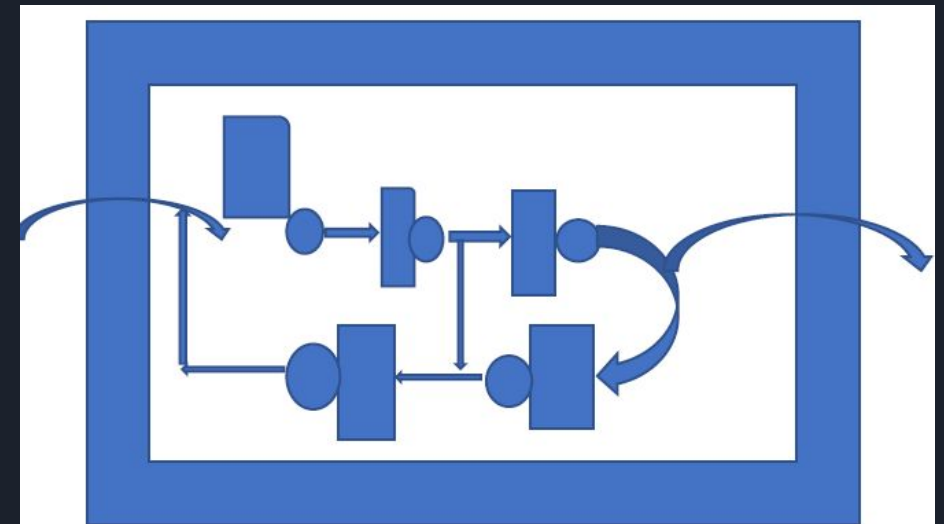
Una red de colas abierta es un sistema compuesto por varios nodos o estaciones de servicio interconectadas, donde los clientes:

- Pueden ingresar al sistema desde el exterior.
- Se desplazan entre los nodos siguiendo probabilidades de enrutamiento.
- Pueden salir del sistema en cualquier momento una vez que recibieron el servicio deseado.

Estas redes no tienen un número fijo de clientes dentro del sistema (puede ser potencialmente infinito), y el flujo puede crecer o disminuir en el tiempo.

Estructura básica de una red de colas abierta

- Cada nodo puede tener su propia tasa de llegada (λ), su tasa de servicio (μ), y su disciplina de atención (por orden de llegada, prioridades, etc.).
- Los nodos se representan por modelos como M/M/n, G/G/n, M/G/n, etc.
- El flujo de clientes incluye:
 - Llegadas externas: desde fuera del sistema.
 - Llegadas internas: de otros nodos.
 - Salidas: hacia fuera del sistema.



Tipos de redes de colas abiertas

- Acíclicas:
 - No presentan bucles: los clientes no regresan a un nodo por el que ya pasaron.
 - Típicas en procesos con flujo lineal (como líneas de producción o tramitación documental).
 - Ejemplo: Recepción → Análisis → Aprobación → Salida
- Cíclicas:
 - Permiten que un cliente vuelva a pasar por el mismo nodo varias veces.
 - Representan sistemas más complejos y realistas (como procesos iterativos o con retrabajo).
 - Ejemplo: Un paquete que puede volver a un servidor si el procesamiento falla, un paciente que vuelve a evaluación tras estudios.

Redes de Jackson (redes abiertas de Jackson)

Son un tipo especial de red de colas abierta con propiedades matemáticas que permiten analizarlas de forma exacta y eficiente, donde:

- Las llegadas externas a cada nodo siguen un proceso de Poisson (describe la ocurrencia de eventos aleatorios en el tiempo, de manera independiente y con una tasa constante).
- Los tiempos de servicio en cada nodo siguen una distribución exponencial.
- Cada nodo funciona como un modelo M/M/1 o M/M/n exclusivamente.
- Después de ser atendido en un nodo, el cliente puede salir del sistema o puede moverse a otro nodo con cierta probabilidad (esto se modela con una matriz de probabilidades de enrutamiento fija).
- El comportamiento de los clientes es independiente del de los demás.

Redes Multiclases

- ◆ Varios tipos de clientes
- ◆ Política de servicio:
 - ◆ Nodo único: atiende al más importante
 - ◆ Multinodo: varias clases simultáneas/alternadas
- ◆ Ejemplo: Hospital

Redes abiertas con restricciones de población.

- ◆ Limite de clientes simultaneos
- ◆ Nuevos clientes: rechazados, espera
- ◆ Tasa efectiva => capacidad sistema
- ◆ Ejemplo: videollamadas free plan

Redes de colas con capacidad limitada

- ◆ Nodo: capacidad máxima entre servicio y espera
- ◆ Cliente nuevo: rechazado / bloqueado / redirigido
- ◆ Colapso de sistema / congestionamiento
- ◆ No es posible la entrada de nuevos clientes

Muchas gracias...