

TEMÁTICA DE HOY

- FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE COLAS.
 - DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE COLAS
 - CARACTERÍSTICAS DE LOS PROCESOS DE COLAS:
 - PATRÓN DE LLEGADAS DE LOS CLIENTES.
 - PATRÓN DE SERVICIO DE LOS SERVIDORES.
 - DISCIPLINA DE LA COLA.
 - CAPACIDAD DEL SISTEMA.
 - NÚMERO DE CANALES DE SERVICIO.
 - NÚMERO DE ETAPAS DEL SERVICIO.
 - MEDIDAS DE EFECTIVIDAD
 - NOTACIÓN KENDALL

Descripción de un sistema de colas



Un sistema de colas se describe por clientes que llegan por un servicio y si no es posible atenderles de inmediato éstos deben esperar para ser atendidos, y luego de ser atendidos deben abandonar el sistema.

El término “cliente” en un sentido general no se refiere en un sentido estricto a “seres humanos”.

Por ejemplo, un cliente puede ser una llamada telefónica esperando a ser procesada, un avión esperando en la pista la orden de despegue de la torre de control, un programa esperando a ser ejecutado en un sistema de tiempo compartido, etc...

Patrón de llegadas



El patrón de llegadas o simplemente la llegada de los clientes al sistema, se mide en términos del número promedio de llegadas por unidad de tiempo (tasa promedio de llegadas) o por el tiempo promedio entre llegadas suce-

sivas (tasa promedio entre llegadas).

Dado que estas cantidades están relacionadas bastará con definir una sola de ellas.

Las llegadas pueden ser determinísticas o aleatorias. Si son aleatorias, se requiere conocer la distribución de probs.



Las llegadas pueden ser individuales o en lotes (bloques, grupos o paquetes).

En el caso que la llegada sea en lotes será necesario conocer el número de artículos en el lote (tamaño del lote) lo cual puede ser una variable aleatoria.



También es necesario conocer la reacción del cliente luego de haber entrado al sistema. Un cliente puede esperar indefinidamente a ser atendido pero otros pueden repudiar el sistema (no entrar) o renegar al sistema (salirse del sistema luego de esperar un rato)



Además si existen más de una línea de espera en paralelo, los clientes pueden intercambiarse de filas para obtener una mejor posición y ser atendidos más rápido.



Si el patrón de llegadas no cambia con respecto al tiempo se llama “estacionario”, es decir, si la forma y los valores de los parámetros de la distribución de probs. que describe al proceso de llegadas es independiente del tiempo. En caso contrario el proceso se llama “No Estacionario”.

Patrón de Servicio de los servidores



El patrón de servicio de los servidores, se mide en términos del número promedio de servicios por unidad de tiempo (tasa promedio de servicios) o por el tiempo requerido para dar el servicio a un cliente (tiempo de servicio).



Para hablar de servicio, es necesario que el sistema no esté vacío. Si el sistema está vacío el servidor está “desocupado”.

El servicio también puede ser determinístico o probabilístico.



El servicio también puede ser individual o en lotes. Y el tamaño del lote puede ser una variable aleatoria.



El servicio puede depender del número de clientes esperando a ser atendidos (Estado dependiente).



Además el servicio puede ser estacionario o no estacionario con respecto al tiempo (puede haber aprendizaje).

Un sistema puede ser no estacionario y estado dependiente.

Aún si la tasa de servicio es alta, es muy probable que haya algunos clientes que tengan que esperar en cola para ser atendidos. En general los clientes llegan y salen en tiempos irregulares, y por lo tanto la cola no asume ningún patrón definido (excepto en el caso de llegadas y salidas determinísticas). Así que la longitud de la cola será el resultado de dos procesos separados “llegadas” y “servicios” que casi por lo general (aunque no siempre) se asume que son independientes uno del otro.



Disciplina de la cola



Se refiere a la manera en la que los clientes son seleccionados para ser atendidos cuando se ha formado una cola.



Disciplinas:

• **FIFO**

• **LIFO**

• **SIRO**

• **ESQUEMAS DE PRIORIDADES**
Desalojables y No Desalojables.



Capacidad del sistema

En algunos sistemas hay limitantes físicas para alojar una cantidad ilimitada de clientes así que cuando se llena la zona de espera ya no se permite el ingreso de más clientes sino hasta que haya espacio para alojarlos



Número de canales de servicio



Se refiere al número de estaciones de servicio en paralelo que pueden atender a los clientes de manera simultánea.



Puede haber distintas modalidades de colas para estos servidores:

- Una sola cola para todos.
- Una cola para cada servidor



Se asume que todos los servidores operan de forma independiente los unos de los otros.

Etapas del servicio



El servicio puede estar formado por varias etapas.

Una pieza de alfarería no podrá salir a la venta hasta que no haya completado todas las etapas de su proceso de producción.

En los procesos con varias etapas se puede tener “Reciclaje” o “Retroalimentación”.

Medidas de efectividad del sistema de colas

Por lo general se manejan las siguientes medidas de respuesta del sistema:

- 1. Una medida del tiempo que los clientes tienen que esperar para ser atendidos.**
- 2. Una indicación de la manera en la que los clientes se acumulan.**
- 3. Una medida del tiempo de ocio de los servidores.**
- 4. La relación de costos-beneficios de algunas políticas de operación del sistema.**

Dado que muchos de los elementos de los sistemas de colas son aleatorios, se requiere que se encuentren las distribuciones de probabilidades de dichas variables o por lo menos una medida de sus valores esperados y varianzas.

La tarea de los analistas es una de las siguientes dos:

- Determinar los valores de las medidas de efectividad apropiadas para un sistema dado.**
- Diseñar un sistema óptimo (de acuerdo a algún criterio).**

Para cualquiera de los dos casos el analista podrá resolverlo de manera analítica o simulada.

Notación Kendall

Un sistema de colas se puede describir usando la siguiente notación: $A / B / X / Y / Z$.

Donde A identifica a la distribución de probabilidades de las llegadas, y B identifica a la distribución de probabilidades del patrón de servicios.

X, identifica al número de servidores en paralelo.

Y, establece las restricciones en cuanto a la capacidad del sistema.

Z, identifica a la disciplina de la cola.

Ejemplo de uso de la notación: $M/D/2/\infty/FIFO$

Los símbolos usados para estas notaciones son:

M (Markov) : Distribución Exponencial.

D (Determinística): Distribución Determinística.

E_k (Erlang tipo k): Distribución Erlang tipo k ($k=1,2,\dots$)

G (General) : Distribución General.

FIFO: First In First Out (PEPS).

LIFO: Last In First Out (UEPS).

SIRO: Service In Random Order (SEOA)

PRI: Priority Queue (CCPRI)

GD: Disciplina General (DG)