

TEL223 - INGENIERÍA DE TRÁFICO EN TELECOMUNICACIONES

Laboratorio N°: **5**

Semestre: **2024-2**

Tema: **COLAS M/M/1 Y M/D/1**

Profesor: César Santiváñez

INDICACIONES GENERALES

- Todo informe es personal salvo indicación contraria del Jefe de Práctica.
- Recuerde de inicializar su trabajo configurando el generador de números aleatorios con una semilla igual a su código.
- Durante la sesión de laboratorio los JPs evaluarán el desempeño de cada alumnos que tendrá una calificación (3 puntos).
- **El laboratorio cuenta con una Prueba de Salida la cuál será rendida al final de la sesión de laboratorio.**
- En la evaluación del informe final se tomará muy en cuenta qué tan bien el estudiante ha entendido el fenómeno observado, por lo que una explicación clara y justificada es fundamental.

OBJETIVOS

- Determinar los tiempos en sistemas M/M/1 y M/D/1 de manera experimental y teórica para diferentes valores λ y μ .

ACTIVIDADES A REALIZAR

Nº	ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO	PUNTAJE
1	INFORME PREVIO	4 HORAS	8 ptos
2	PRUEBA DE SALIDA	20 min	4 ptos
3	INFORME FINAL	--	8 ptos

JP ENCARGADO: Agustín Vizcarra, a.vizcarra@pucp.edu.pe

INFORME FINAL

INDICACIONES GENERALES

- Al término del informe final, deberá entregar su trabajo en formato zip. Este archivo debe contener su informe de respuestas escritas (en formato PDF) y los archivos de MATLAB con el código utilizado para el desarrollo. Asegúrese de incluir su código (como texto insertado como comentario del código entregado), sus gráficas dentro del reporte, así como responder a todas las preguntas formuladas. El formato de la entrega debe tener la siguiente estructura → TEL223_LAB5_IF_[CODIGO].zip, donde [CODIGO] es el código del alumno.
-

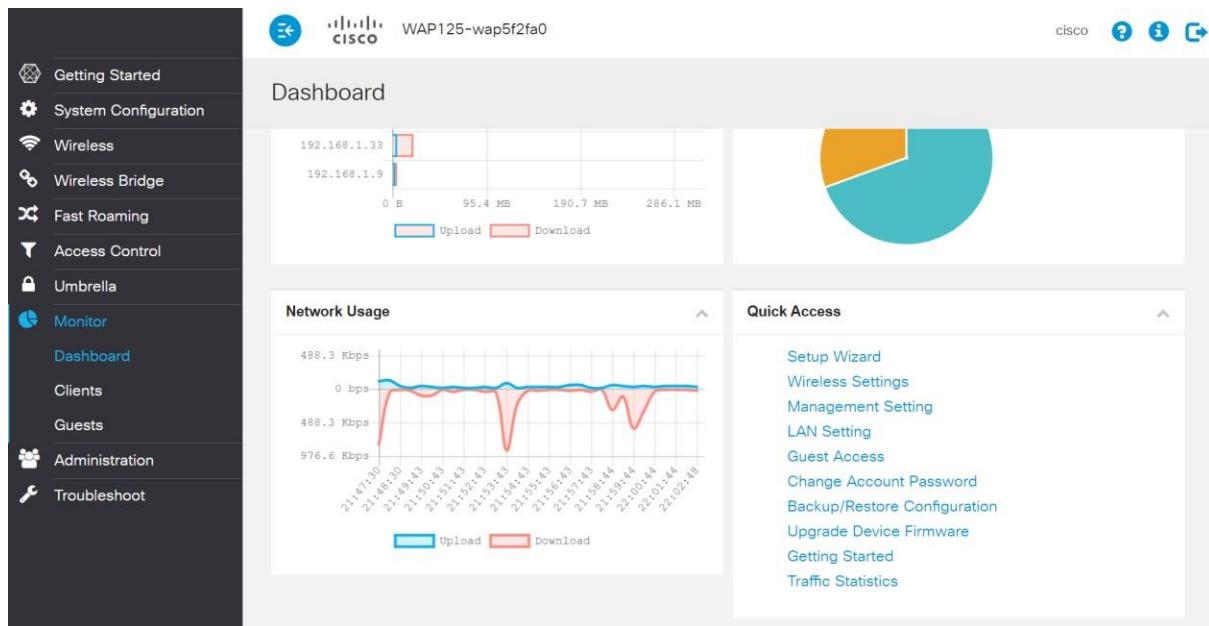
Curvas de retardo vs carga

En la casa de **Telito** se tiene el siguiente access point Cisco WAP 125 del año 2017. **Telito** quien es alumno del curso de Ingeniería de Tráfico de Telecomunicaciones se ha percatado que experimenta cortes en la red Wifi de vez en cuando. Por ello, ha realizado un estudio de tráfico para determinar las posibles causas por las pude estar pasando esto.



AP Cisco WAP 125

En el análisis que realiza **Telito**, él decide acceder a la interfaz de administración del AP para poder ver las estadísticas que se tiene al respecto:



Interfaz de administración (imagen referencial)

Telito decide realizar tomas de la cantidad de datos que se registran en el downlink en determinados intervalos de tiempo para la banda de 5 GHZ y se tiene la siguiente tabla con la información recolecta por él:

Hora	Medición en (Mbps)
11:00 a.m	122
12:00 a.m	150
1:00 p.m	196
2:00 p.m	247
3:00 p.m	388
4:00 p.m	515
5:00 p.m	726
6:00 p.m	801
7:00 p.m	842

8:00 p.m

863

Adicionalmente, **Telito** decide revisar la información del *datasheet* del Access Point y obtiene la siguiente información:

1. **Telito** decide realizar una aproximación y abre sus notas del curso de Tráfico y asume que los paquetes llegan a la interfaz del AP con una distribución de exponencial de media 625 bytes (tomado de modelos de tráfico).
2. El AP trabaja en el modo 802.11 ac/n que según la hoja de datos del AP tiene una capacidad máxima de 867 Mbps para la banda de 5 GHz.

Luego de este análisis, **Telito** le pide a Ud. Que le apoye respondiendo las siguientes preguntas:

Pregunta 1

Para el desarrollo de estas preguntas. Consideré lo siguiente:

1. Para la estimación de los parámetros λ y μ considere el valor esperado del tamaño de paquete de voz $E\{X\}$.
2. Considere realizar las conversiones respectivas de bits a bytes teniendo en cuenta que 1 byte es equivalente a 8 bits.
3. Haga uso de las fórmulas que considere necesarias de su informe previo, así como los scripts que haya realizado en el mismo.

Pregunta 1.1

Rellene la siguiente tabla y responda lo siguiente: ¿Qué pasa con el factor de ocupación a medida que el arrival rate (λ) aumenta? ¿Qué pasa cuando $\lambda > \mu$? ¿A qué cree que se pueda deber el incremento en las mediciones?

Para calcular dichos valores se tomó en consideración lo siguiente:

$$\lambda = \frac{\text{medición en bits}}{625 * 8}$$

$$\mu = \frac{867 \times 10^6}{625 * 8}$$

λ pps	24400	30000	39200	49400	77600	103000	145200	160200	168400	172600
$E\{X\}$ (bits)	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
μ pps	173400	173400	173400	173400	173400	173400	173400	173400	173400	173400
ρ	0.14	0.17	0.23	0.28	0.45	0.59	0.84	0.92	0.97	0.99

Podemos observar que cuando aumenta el valor de lambda, aumenta el valor del factor de ocupación y esto tiene sentido puesto que ambos son directamente proporcionales. Por otro lado, si lambda fuera mayor que mu sucedería que el Access point no podría atender las solicitudes de todos los usuarios puesto que ya ha superado su capacidad máxima, entonces, habría clientes que no podrán acceder al servicio.

Además, el incremento de las mediciones del ancho de banda se debe a que existe mayor cantidad de clientes usando el servicio del Access point.

VALIDADO POR: [INGRESE NOMBRE DEL JP]

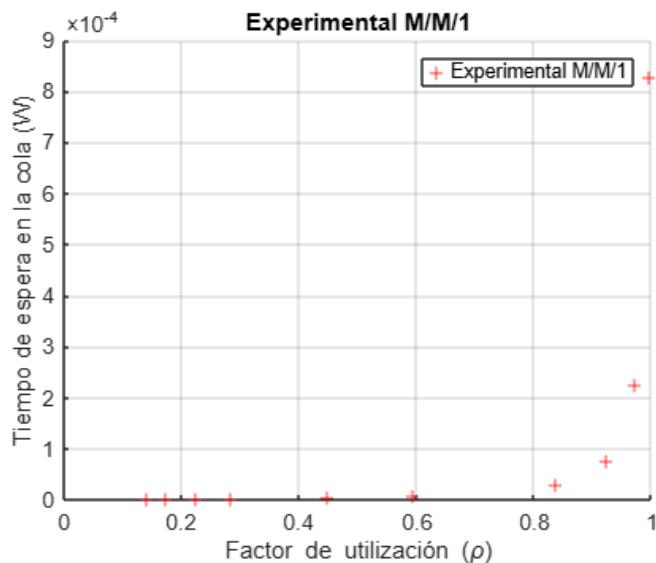
Pregunta 2

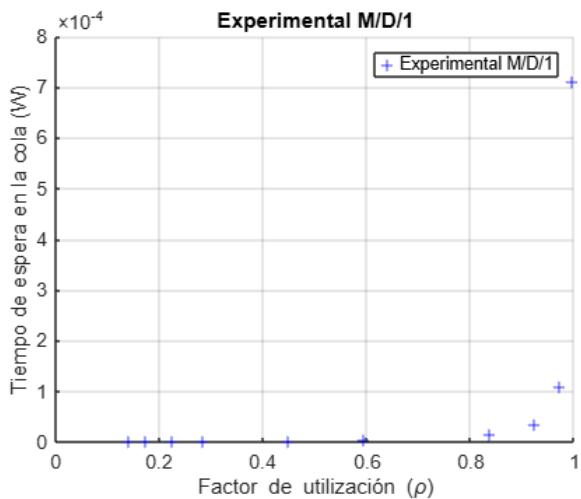
Con el script **mm1_vs_md1.m** modificado de su informe previo ingrese un arreglo de λ 's y halle los valores de espera en la cola (W) vs el factor de utilización del sistema ρ entre 0.01 y 0.999. Posteriormente, genere un gráfico en donde se tenga el valor hallado empíricamente por su script modificado **mm1_vs_md1.m**, el valor teórico en base a las fórmulas P-K para los sistemas M/D/1 y M/M/1 para los valores de ρ dados (como ejemplo puede copiar la siguiente línea de matlab: $\rho = 0.01:0.0001:0.9995$). Tenga en cuenta que para los valores hallados de forma discreta (sin unir los puntos). Por ejemplo, puede usar "plot(ρ , delay, 'b+')". Entonces, al final la gráfica tendrá dos curvas (M/M/1 y M/D/1) y dos secuencias de puntos discretos que idealmente deberían alinearse con las curvas. Tenga en cuenta también que deberá tener 2 secuencias discretas (de 10 puntos hallados en el item anterior) para cada caso que será contrastado con el modelo teórico. Finalmente, deberá adjuntar su gráfico resultante a continuación. Por último, considere una cantidad de muestras igual a 10^5 :

Pregunta 2.1

¿Qué pasa con el retardo/ tiempo de espera en la cola (W) cuando la utilización/carga se acerca a 1? ¿Hay diferencia entre el caso M/M/1 y M/D/1?

Realizando el ploteo del código modificado obtenemos las siguientes gráficas:

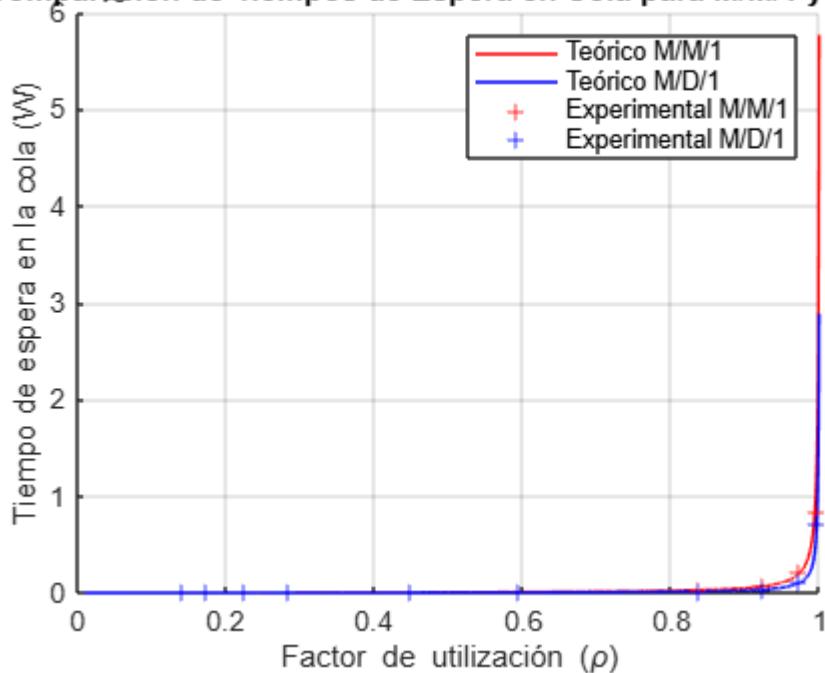




Podemos observar que para valores de ρ entre 0 y 0.8 tienen casi el mismo tiempo de espera en la cola, sin embargo, cuando es mayor a 0.8 va aumentando de forma exponencial y para un valor cercano a 1 se nota que tiene un gran aumento asemejando a una curva exponencial en ambos casos. Sin embargo, es en M/D/1 donde se espera menos tiempo.

Pregunta 2.2

¿Los puntos obtenidos experimentalmente coinciden con los valores predichos por la teoría? ¿Qué recomendación cree que debería brindarle a **Telito** para mejorar su experiencia de usuario? Explique cualquier diferencia (use fundamento teórico).

Comparación de Tiempos de Espera en Cola para M/M/1 y M/D/1


Podemos observar que los valores discretos hallados coinciden con la gráfica teórica hallada. Asimismo, también se puede apreciar que conforme rho tiende a 1, se produce un gran aumento de espera W donde es en esta zona donde ocurre la diferencia de comportamiento exponencial entre ambos tipos de colas, tal como menciona la definición, puesto que en M/D/1 el tamaño de los paquetes es constante y no con una distribución exponencial como en M/M/1.

Entonces, como recomendación para Telito sería reducir la carga del sistema con la finalidad de que rho no se acerque a 1 puesto que a dichos valores el tiempo de espera es mayor reduciendo la eficiencia del sistema o también podría mejorar la capacidad del AP con la finalidad de poder atender las solicitudes de la mayor cantidad de usuarios posible.

Pregunta 2.3

¿Cuál es el efecto de la mayor variabilidad en el tamaño de los paquetes del sistema M/M/1 comparado con el sistema M/D/1 en el tiempo de espera en la cola (W)? ¿Cuál es el efecto de la varianza? ¿Considera que algún modelo encaja mejor con lo registrado por **Telito**?

Recordemos que en un sistema M/M/1 los tiempos de servicio siguen una distribución exponencial, esto indica que hay una mayor variabilidad con respecto a los tamaños de los paquetes, y en un sistema M/D/1 el tamaño de los paquetes es fijo, por lo cual no hay variabilidad con respecto a los tamaños de los paquetes.

La variabilidad afecta el tiempo de espera en la cola y esto se puede apreciar con los sistemas descritos. Pues en el M/M/1 es que tiene mayor variabilidad y el tiempo de espera en la cola es mayor que el de M/D/1, lo cual esto logra que el sistema sea más eficiente.

Con respecto al caso descrito por Telito, como a ciertas horas se puede apreciar que el valor de rho tiende a 1 se recomendaría usar el sistema M/D/1 pues permite que los tiempos de espera a esas horas sea menor que si se usara el M/M/1.

VALIDADO POR: [INGRESE NOMBRE DEL JP]
