P1	
P2	
P3	
P4	

E.T.S.I.I.T - Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación

Dimensionado y Planificación de Redes
Curso 2020/2021

Examen de la convocatoria de enero

Problemas

Apellidos:.. **Nombre:**...................................

Problema 1 *(1.5 puntos).* A un nodo de comunicaciones llegan (se asume que según un proceso de Poisson) tramas cuya longitud se puede modelar como una variable aleatoria uniforme, entre 0 y ℓ. La capacidad de la interfaz de salida es de 100 Mbps.

Tras observar el nodo durante 1 minuto, se obtienen los siguientes datos.

- # total de tramas: 900000 tramas ($9 \cdot 10^5$)
- Tiempo medio de espera por trama: 100 μs

(a) **[0.5 puntos]** ¿Cuál es el valor de ℓ? ¿Cuántas tramas hay en media en el nodo?

(b) **[0.3 puntos]** ¿Cuál debería ser la capacidad de la interfaz de salida para que el tiempo medio de espera fuera inferior a 40 μs?

La empresa se plantea otra alternativa para lograr reducir el tiempo de espera, sin incrementar la capacidad de la interfaz, en la que añade un regulador, que descarta las tramas cuya longitud sea superior a $\alpha\ell \quad (\alpha < 1)$.

(c) **[0.3 puntos]** Si $\alpha = 0.6$, ¿cuántas tramas se descartarían por minuto? ¿Cuál sería el retardo total en el nodo en este caso?

(d) **[0.4 puntos]** Plantear la ecuación que permitiría encontrar el valor de α que se requiere para ajustar el tiempo de espera al mismo valor que en el apartado (b), y responder a las preguntas del apartado anterior, dejando los resultados en función de α.
Nota: también se considerará válido dar las respuestas numéricas.

En un sistema MG1, la fórmula de Pollaczek-Khintchine se puede utilizar para calcular el tiempo medio de espera: $T_Q = T_S \cdot \frac{\rho}{1-\rho} \cdot \frac{1+C(T_S)^2}{2}$

La varianza de una variable aleatoria uniforme $\mathcal{U}[a,b]$ *es* $\sigma^2_{\mathcal{U}} = \dfrac{(b-a)^2}{12}$.

Problema 2 *(2 puntos)*. Considerar un sistema de análisis de grandes volúmenes de datos. Debido a la cantidad de memoria que sería necesaria se decide que las peticiones que no puedan ser atendidas (por encontrarse los procesadores ocupados), sean rechazadas.

Se cuenta con un servidor on-premise, dimensionado con 2 procesadores para atender las peticiones, y para tratar de reducir la probabilidad de pérdida se decide contratar en la nube mayor capacidad. Se estima que el tráfico ofrecido es de 1.8 *Erlangs*.

(a) **[0.5 puntos]** ¿Cuántos recursos se tendrán que contratar en la nube para conseguir que la probabilidad de bloqueo sea inferior al 4 %? Utilizar dos métodos para realizar el cálculo.

(b) **[0.4 puntos]** Si el servicio en la nube tiene un coste de 2 céntimos por procesador y por minuto de ocupación, ¿qué cantidad se tendría que pagar por día, asumiendo que el sistema está disponible las 24 horas?

Con el objetivo de reducir el coste, la empresa decide compartir los recursos en la nube. Así, se ofrece un tráfico adicional (se considera de Poisson) de 0.8 *Erlangs* a dichos recursos. Se compromete a garantizar un *SLA* respecto a la probabilidad de pérdida percibida por dichas peticiones, que deberá ser inferior al 8 %. Para cumplir con ese requisito, la empresa decide situar un regulador, que rechazaría un porcentaje de las llamadas que no puedan ser atendidas por el servidor on-premise. Éstas no se ofrecerían, por tanto, a los recursos en la nube.

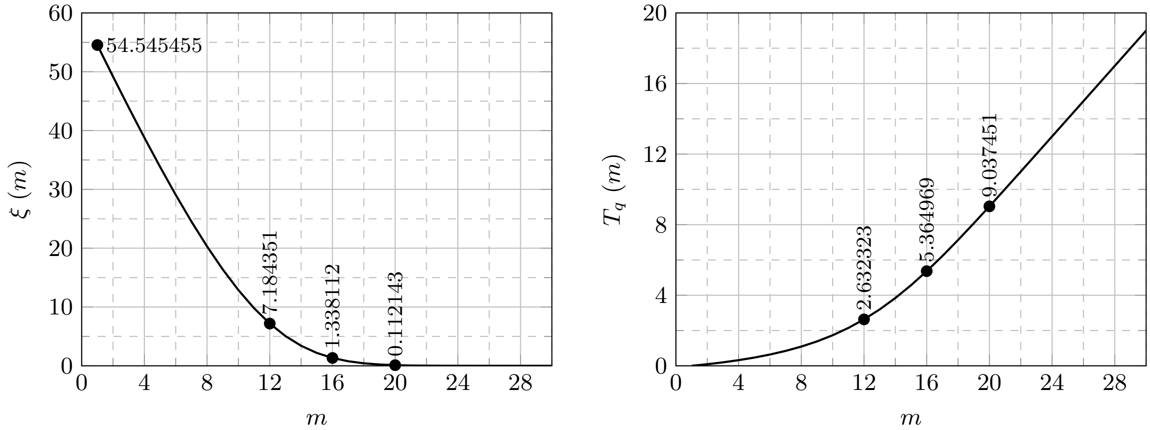
(c) **[0.4 puntos]** Asumiendo que el tráfico desbordado fuera de Poisson, ¿con qué probabilidad se deberían rechazar los análisis que no pudieron atenderse por el servidor?

(d) **[0.7 puntos]** Utilizando un modelo más apropiado para el tráfico desbordado, calcular la probabilidad de pérdida para los dos tipos de peticiones (de la propia empresa y las externas) y calcular, utilizando dos métodos, la probabilidad de pérdida promedio.
Se sabe que el VMR correspondiente a las llamadas desbordadas que se ofrecen al servidor en la nube se puede calcular como: $\mathrm{VMR}_x = 1 + \varphi_x\,(\mathrm{VMR}_t - 1)$, siendo φ_x la probabilidad de que la llamada desbordada no sea descartada por el regulador y VMR_t el VMR de todo el tráfico desbordado.

Si no se dice explícitamente lo contrario, se pide dar siempre la solución más exacta posible.

Fórmulas de Kosten para el tráfico de desbordamiento *Siendo A el tráfico ofrecido al primer grupo de S circuitos*	
$E(A_d) = A_d = A \cdot EB(S, A)$	$V(A_d) = A_d \left[1 - A_d + \dfrac{A}{1 + S - A + A_d}\right]$

Problema 3 *(1.5 puntos)*. Se pretende analizar el comportamiento de un sistema de transacción. Las fuentes no pueden generar nuevas peticiones si tienen una en curso. Se va incrementando el número de fuentes que se conectan al sistema, y se mide el tiempo que está el procesador vacío (en 1 hora de observación), así como el tiempo de espera por petición, obteniendo las gráficas que se muestran en la figura. Se sabe que la tasa por fuente libre (α) es 6 peticiones por hora.



(a) Tiempo de reposo del procesador　　*(b) Tiempo de espera por petición*

(a) **[0.4 puntos]** Si se pretende que el tiempo total en el sistema (en espera y en el procesador) sea inferior a 8 minutos, ¿cuántas fuentes se podrían conectar al sistema?

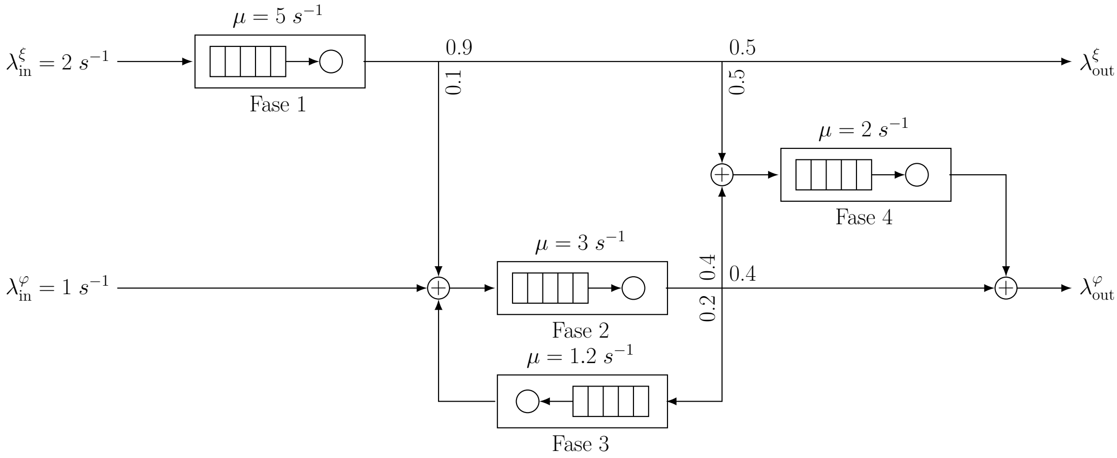
(b) **[0.4 puntos]** ¿Cuántas peticiones habría en media en el buffer de espera cuando se conectan 12 terminales?

(c) **[0.3 puntos]** ¿Cuánto tiempo (en 1 hora de observación) estarían todas las fuentes simultáneamente esperando una respuesta, al conectarse 16 terminales?

(d) **[0.4 puntos]** ¿Qué tasa de llegadas se tendría que asumir si se quisiera utilizar un modelo M/M/1 para caracterizar el comportamiento del sistema para $m = 20$ y se quisiera que el retardo total fuera el mismo? ¿Qué error se cometería en la ocupación del procesador en este caso?

En un sistema M/M/1/K+1/m, con $m \leq K{+}1$, $\overline{\lambda} = \mu\,(1 - p_0)$. *Además,* $p_i = \dfrac{\frac{m!}{(m-i)!}a^i}{\sum_{k=0}^{m}\frac{m!}{(m-k)!}a^k}$

Problema 4 *(2 puntos)*. Considerar el sistema de la Figura.



(a) **[0.5 puntos]** Modelar el sistema como una Red de Jackson Abierta y establecer las matrices de flujo y transición. ¿Cuánto valen $\lambda_{\text{out}}^{\xi}$ y $\lambda_{\text{out}}^{\varphi}$?

(b) **[0.4 puntos]** ¿Cuántas peticiones serán procesadas por cada una de las fases en un minuto de observación? ¿Cuántas peticiones (en media) hay esperando en cada una de las fases?

(c) **[0.8 puntos]** ¿Cuánto tiempo tarda una petición cualquiera en atravesar el sistema? ¿Cuánto sería ese tiempo para los dos tipos de peticiones? ¿Cuántas veces, en media, atraviesa una petición φ la Fase 3?

(d) **[0.3 puntos]** Sabiendo que las peticiones φ siempre son la mitad que las ξ, ¿cuál sería el valor máximo para $\lambda_{\text{in}}^{\varphi}$ que podría admitir el sistema, para que la ocupación de todas las fases se mantuviera por debajo de 90 %?

Fórmula de Erlang-B: A de 0.1 a 5.0 *Erlangs*. S de 1 a 10

	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
0.1	090909	004525	000151	000004						
0.2	166667	016393	001092	000055	000002					
0.3	230769	033457	003335	000250	000015	000001				
0.4	285714	054054	007156	000715	000057	000004				
0.5	333333	076923	012658	001580	000158	000013	000001			
0.6	375000	101124	019824	002965	000356	000036	000003			
0.7	411765	125964	028552	004972	000696	000081	000008	000001		
0.8	444444	150943	038694	007679	001227	000164	000019	000002		
0.9	473684	175705	050072	011141	002001	000300	000039	000004		
1.0	500000	200000	062500	015385	003067	000511	000073	000009	000001	
1.1	523810	223660	075793	020417	004472	000819	000129	000018	000002	
1.2	545455	246575	089776	026226	006255	001249	000214	000032	000004	000001
1.3	565217	268680	104286	032782	008451	001828	000339	000055	000008	000001
1.4	583333	289941	119180	040043	011088	002580	000516	000090	000014	000002
1.5	600000	310345	134328	047957	014183	003533	000757	000142	000024	000004
1.6	615385	329897	149620	056469	017749	004711	001076	000215	000038	000006
1.7	629630	348613	164960	065515	021790	006136	001488	000316	000060	000010
1.8	642857	366516	180267	075033	026302	007829	002009	000452	000090	000016
1.9	655172	383634	195474	084962	031276	009807	002655	000630	000133	000025
2.0	666667	400000	210526	095238	036697	012085	003441	000859	000191	000038
2.1	677419	415646	225378	105804	042547	014673	004383	001149	000268	000056
2.2	687500	430605	239993	116605	048802	017580	005495	001509	000369	000081
2.3	696970	444912	254343	127588	055437	020809	006791	001949	000498	000114
2.4	705882	458599	268406	138706	062423	024361	008283	002479	000661	000159
2.5	714286	471698	282167	149916	069731	028234	009983	003110	000863	000216
2.6	722222	484241	295614	161179	077331	032424	011900	003853	001112	000289
2.7	729730	496256	308738	172458	085194	036922	014041	004717	001413	000381
2.8	736842	507772	321537	183724	093288	041718	016413	005712	001774	000496
2.9	743590	518816	334009	194948	101584	046801	019020	006848	002202	000638
3.0	750000	529412	346154	206107	110054	052157	021864	008132	002703	000810
3.1	756098	539585	357975	217178	118671	057771	024946	009574	003287	001018
3.2	761905	549356	369475	228145	127409	063628	028265	011180	003959	001265
3.3	767442	558748	380660	238991	136244	069710	031818	012955	004728	001558
3.4	772727	567780	391536	249703	145152	076001	035601	014905	005599	001900
3.5	777778	576471	402110	260271	154112	082484	039608	017033	006581	002298
3.6	782609	584838	412389	270685	163105	089140	043834	019344	007678	002756
3.7	787234	592897	422379	280938	172113	095952	048270	021837	008898	003281
3.8	791667	600666	432090	291024	181119	102905	052907	024515	010245	003878
3.9	795918	608157	441529	300939	190108	109980	057737	027376	011724	004552
4.0	800000	615385	450704	310680	199067	117162	062749	030420	013340	005308
4.1	803922	622362	459623	320243	207983	124437	067933	033644	015095	006151
4.2	807692	629101	468295	329628	216846	131788	073278	037046	016994	007087
4.3	811321	635614	476726	338835	225645	139202	078774	040621	019038	008120
4.4	814815	641910	484926	347862	234373	146666	084408	044365	021229	009254
4.5	818182	648000	492901	356712	243021	154166	090170	048272	023567	010494
4.6	821429	653894	500658	365384	251583	161693	096050	052338	026054	011843
4.7	824561	659600	508206	373882	260053	169234	102035	056555	028687	013304
4.8	827586	665127	515552	382206	268427	176780	108115	060917	031467	014879
4.9	830508	670483	522701	390359	276700	184320	114279	065417	034391	016572
5.0	833333	675676	529661	398343	284868	191847	120519	070048	037458	018385