



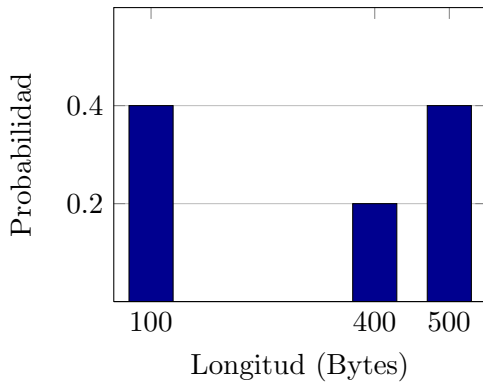
**E.T.S.I.I.T - Grado en Ingeniería de  
 Tecnologías de Telecomunicación**  
**Dimensionamiento y Planificación de Redes**  
**Curso 2013/2014**

P1	
P2	
P3	

Examen de la convocatoria de febrero  
 Problemas

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

**Problema 1** (1.5 puntos). A un nodo de comunicaciones llegan paquetes generados por varias aplicaciones. El proceso de llegada se puede modelar como un proceso de *Poisson*, con una tasa  $\lambda = 61.07$  paquetes por segundo. Tras monitorizar durante suficiente tiempo el sistema, se determina la función densidad de probabilidad de la longitud de los paquetes que llegan al nodo, y que se muestra en la figura. ¿Cuál es la capacidad necesaria en la interfaz de salida del nodo para que el retardo medio por paquete (incluyendo la espera y el tiempo de servicio) sea inferior a  $\tau = 5$  milisegundos?



Sistema	Retardo total
M/M/1	$\frac{T_S}{1 - \rho}$
M/G/1	$\frac{T_S}{1 - \rho} \cdot \left[ 1 - \frac{\rho}{2} (1 - C(T_S)^2) \right]$

**Problema 2** (2.5 puntos). La compañía **TrustCOM** ofrece servicio de comunicaciones móviles en una determinada zona. Se asume que el servicio de voz requiere una capacidad de 16 kbps. **TrustCOM** dispone de una picocélula con una capacidad total de 128 kbps.

- (a) **[0.5 puntos]** ¿A cuántos usuarios podría dar servicio, si se estima que cada uno de ellos genera un tráfico (en la hora cargada) de 72 *mErlangs* y se pretende tener una probabilidad de bloqueo del 2%?

Debido a un incremento estacional de la población, el número de usuarios cubiertos por la picocélula se sitúa en 125, **TrustCOM** decide mantener la capacidad inicial y desviar las llamadas que no puedan ser atendidas por la picocélula a una célula paraguas.

- (b) **[1 punto]** ¿Qué capacidad se necesita en la célula paraguas para que la probabilidad de bloqueo siga siendo inferior al 2%?  
*Asumir que no hay ningún tráfico adicional en la célula paraguas.*
- (c) **[1 punto]** La célula paraguas tiene que dar servicio, además de las llamadas que no pueden ser atendidas por la picocélula, a un tráfico adicional (se supone de *Poisson*) de 5 *Erlangs*. Se decide incrementar su capacidad hasta los 192 kbps; ¿cuál es la probabilidad de bloqueo para los usuarios cubiertos por la picocélula?

Fórmulas de Kosten para el tráfico de desbordamiento <i>Siendo A el tráfico ofrecido al primer grupo de S circuitos</i>		
$E(A_d) = A_d = A \cdot EB(S, A)$	$V(A_d) = A_d$	$1 - A_d + \frac{A}{1 + S - A + A_d}$
Fórmulas de Rapp		
$A^* = V + 3 \cdot VMR \cdot (VMR - 1)$	$S^* = \frac{A^*}{VMR - 1 + A} + A^* - A - 1$	

Fórmula de Erlang-B: A de 0.1 a 5.0 *Erlangs*. S de 1 a 12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.1	0909	0045	0002									
0.2	1667	0164	0011	0001								
0.3	2308	0335	0033	0003								
0.4	2857	0541	0072	0007	0001							
0.5	3333	0769	0127	0016	0002							
0.6	3750	1011	0198	0030	0004							
0.7	4118	1260	0286	0050	0007	0001						
0.8	4444	1509	0387	0077	0012	0002						
0.9	4737	1757	0501	0111	0020	0003						
1.0	5000	2000	0625	0154	0031	0005	0001					
1.1	5238	2237	0758	0204	0045	0008	0001					
1.2	5455	2466	0898	0262	0063	0012	0002					
1.3	5652	2687	1043	0328	0085	0018	0003	0001				
1.4	5833	2899	1192	0400	0111	0026	0005	0001				
1.5	6000	3103	1343	0480	0142	0035	0008	0001				
1.6	6154	3299	1496	0565	0177	0047	0011	0002				
1.7	6296	3486	1650	0655	0218	0061	0015	0003	0001			
1.8	6429	3665	1803	0750	0263	0078	0020	0005	0001			
1.9	6552	3836	1955	0850	0313	0098	0027	0006	0001			
2.0	6667	4000	2105	0952	0367	0121	0034	0009	0002			
2.1	6774	4156	2254	1058	0425	0147	0044	0011	0003	0001		
2.2	6875	4306	2400	1166	0488	0176	0055	0015	0004	0001		
2.3	6970	4449	2543	1276	0554	0208	0068	0019	0005	0001		
2.4	7059	4586	2684	1387	0624	0244	0083	0025	0007	0002		
2.5	7143	4717	2822	1499	0697	0282	0100	0031	0009	0002		
2.6	7222	4842	2956	1612	0773	0324	0119	0039	0011	0003	0001	
2.7	7297	4963	3087	1725	0852	0369	0140	0047	0014	0004	0001	
2.8	7368	5078	3215	1837	0933	0417	0164	0057	0018	0005	0001	
2.9	7436	5188	3340	1949	1016	0468	0190	0068	0022	0006	0002	
3.0	7500	5294	3462	2061	1101	0522	0219	0081	0027	0008	0002	0001
3.1	7561	5396	3580	2172	1187	0578	0249	0096	0033	0010	0003	0001
3.2	7619	5494	3695	2281	1274	0636	0283	0112	0040	0013	0004	0001
3.3	7674	5587	3807	2390	1362	0697	0318	0130	0047	0016	0005	0001
3.4	7727	5678	3915	2497	1452	0760	0356	0149	0056	0019	0006	0002
3.5	7778	5765	4021	2603	1541	0825	0396	0170	0066	0023	0007	0002
3.6	7826	5848	4124	2707	1631	0891	0438	0193	0077	0028	0009	0003
3.7	7872	5929	4224	2809	1721	0960	0483	0218	0089	0033	0011	0003
3.8	7917	6007	4321	2910	1811	1029	0529	0245	0102	0039	0013	0004
3.9	7959	6082	4415	3009	1901	1100	0577	0274	0117	0046	0016	0005
4.0	8000	6154	4507	3107	1991	1172	0627	0304	0133	0053	0019	0006
4.1	8039	6224	4596	3202	2080	1244	0679	0336	0151	0062	0023	0008
4.2	8077	6291	4683	3296	2168	1318	0733	0370	0170	0071	0027	0009
4.3	8113	6356	4767	3388	2256	1392	0788	0406	0190	0081	0032	0011
4.4	8148	6419	4849	3479	2344	1467	0844	0444	0212	0093	0037	0014
4.5	8182	6480	4929	3567	2430	1542	0902	0483	0236	0105	0043	0016
4.6	8214	6539	5007	3654	2516	1617	0960	0523	0261	0118	0049	0019
4.7	8246	6596	5082	3739	2601	1692	1020	0566	0287	0133	0057	0022
4.8	8276	6651	5156	3822	2684	1768	1081	0609	0315	0149	0065	0026
4.9	8305	6705	5227	3904	2767	1843	1143	0654	0344	0166	0073	0030
5.0	8333	6757	5297	3983	2849	1918	1205	0700	0375	0184	0083	0034

Fórmula de Erlang-B: A de 5.1 a 10.0 *Erlangs*. S de 1 a 12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5.1	8361	6807	5364	4062	2929	1994	1268	0748	0407	0203	0093	0040
5.2	8387	6856	5430	4138	3009	2068	1332	0797	0440	0224	0105	0045
5.3	8413	6903	5495	4213	3087	2143	1396	0846	0475	0245	0117	0051
5.4	8438	6949	5557	4287	3164	2217	1460	0897	0511	0268	0130	0058
5.5	8462	6994	5618	4358	3241	2290	1525	0949	0548	0293	0144	0066
5.6	8485	7038	5678	4429	3316	2363	1590	1002	0587	0318	0159	0074
5.7	8507	7080	5736	4498	3389	2436	1655	1055	0626	0345	0175	0083
5.8	8529	7121	5793	4565	3462	2507	1720	1109	0667	0372	0193	0092
5.9	8551	7161	5848	4631	3534	2579	1785	1164	0709	0401	0211	0103
6.0	8571	7200	5902	4696	3604	2649	1851	1219	0751	0431	0230	0114
6.1	8592	7238	5954	4759	3673	2719	1916	1274	0795	0463	0250	0126
6.2	8611	7275	6006	4821	3741	2788	1980	1331	0840	0495	0271	0138
6.3	8630	7311	6056	4882	3808	2857	2045	1387	0885	0528	0294	0152
6.4	8649	7346	6105	4941	3874	2924	2110	1444	0931	0562	0317	0166
6.5	8667	7380	6152	4999	3939	2991	2174	1501	0978	0598	0341	0181
6.6	8684	7413	6199	5056	4003	3057	2237	1558	1026	0634	0366	0198
6.7	8701	7446	6245	5112	4065	3122	2301	1616	1074	0671	0393	0215
6.8	8718	7477	6289	5167	4127	3187	2364	1673	1122	0709	0420	0232
6.9	8734	7508	6333	5221	4188	3250	2427	1731	1171	0748	0448	0251
7.0	8750	7538	6375	5273	4247	3313	2489	1788	1221	0787	0477	0271
7.1	8765	7568	6417	5325	4306	3375	2550	1846	1271	0828	0507	0291
7.2	8780	7597	6458	5376	4363	3437	2612	1903	1321	0869	0538	0313
7.3	8795	7625	6498	5425	4420	3497	2672	1960	1372	0910	0570	0335
7.4	8810	7652	6537	5474	4475	3557	2732	2018	1423	0953	0602	0358
7.5	8824	7679	6575	5521	4530	3615	2792	2075	1474	0995	0636	0382
7.6	8837	7705	6613	5568	4584	3673	2851	2131	1525	1039	0670	0407
7.7	8851	7731	6649	5614	4637	3731	2910	2188	1577	1083	0704	0432
7.8	8864	7756	6685	5659	4689	3787	2968	2244	1628	1127	0740	0459
7.9	8876	7781	6720	5703	4740	3843	3025	2300	1680	1172	0776	0486
8.0	8889	7805	6755	5746	4790	3898	3082	2356	1731	1217	0813	0514
8.1	8901	7828	6788	5789	4839	3952	3138	2411	1783	1262	0850	0543
8.2	8913	7851	6821	5831	4888	4005	3193	2466	1835	1308	0888	0572
8.3	8925	7874	6854	5871	4936	4057	3248	2521	1886	1354	0927	0602
8.4	8936	7896	6886	5912	4983	4109	3303	2575	1938	1400	0966	0633
8.5	8947	7918	6917	5951	5029	4160	3356	2629	1989	1446	1005	0665
8.6	8958	7939	6947	5990	5075	4211	3409	2682	2040	1493	1045	0697
8.7	8969	7960	6977	6028	5119	4260	3462	2735	2091	1539	1085	0729
8.8	8980	7980	7007	6065	5163	4309	3514	2788	2142	1586	1126	0763
8.9	8990	8000	7036	6102	5206	4358	3565	2840	2193	1633	1167	0797
9.0	9000	8020	7064	6138	5249	4405	3616	2892	2243	1680	1208	0831
9.1	9010	8039	7092	6174	5291	4452	3666	2943	2293	1727	1250	0866
9.2	9020	8058	7119	6208	5332	4498	3715	2994	2343	1773	1292	0901
9.3	9029	8076	7146	6243	5373	4544	3764	3044	2393	1820	1334	0937
9.4	9038	8095	7172	6276	5413	4589	3813	3094	2442	1867	1376	0973
9.5	9048	8112	7198	6309	5452	4633	3860	3143	2491	1914	1418	1010
9.6	9057	8130	7223	6342	5491	4677	3908	3192	2540	1960	1461	1046
9.7	9065	8147	7248	6374	5529	4720	3954	3241	2589	2007	1504	1084
9.8	9074	8164	7273	6405	5566	4762	4000	3289	2637	2053	1546	1121
9.9	9083	8180	7297	6436	5603	4804	4046	3336	2685	2100	1589	1159
10.0	9091	8197	7321	6467	5640	4845	4090	3383	2732	2146	1632	1197

**Problema 3** (3 puntos). La empresa **LogiLEGO** tiene sus dos sedes remotas ( $R1$  y  $R2$ ) interconectadas con la central ( $C$ ), con líneas alquiladas de 512 kbps (para cada sentido). El router de la sede central tiene una velocidad de procesamiento de 2.048 Mbps, mientras que las de los nodos de las sedes remotas (con unas prestaciones algo inferiores) son de 1.024 Mbps. La matriz de tráfico entre las tres sedes es la que se muestra a continuación.

- (a) [1 punto] Modelar el sistema con una red de *Jackson* y establecer las matrices de flujo y de transición.
- (b) [1 punto] Teniendo en cuenta que la longitud media de los paquetes es de 512 Bytes, calcular el tiempo que un paquete cualquiera tardaría en llegar de su origen a su destino.
- (c) [1 punto] ¿Qué incremento de tráfico se podría asumir, si se pretende que ninguno de los *routers* tenga una carga superior al 80 %?

	$C$	$R1$	$R2$
$\Gamma$ (pkt/s)	-	30	70
	$R1$	-	30
	$R2$	-	-