

Etapa 1

Identificarea repartiției pentru variabilele aleatoare primare pe baza unor eșantioane de valori independente

Stati Andreea Grupa:1310A

Problema studiată în cadrul acestui proiect se încadrează în una dintre temele cele mai cunoscute din domeniul cercetării operaționale (engl. Systems/Machines interference problem) cu aplicații în special în domeniul organizării optime a producției în întreprinderile mari, sau în organizarea muncii la companiile de service. Tema aleasă urmărește însă aplicarea unui volum cât mai mare de cunoștințe predate la curs, pentru o mai bună înțelegere a problematicii privind evaluarea performanțelor în sistemele stohastice cu evenimente discrete.

Proiectul își propune ca pe baza unui model stohastic primar, ce cuprinde 4 variabilele aleatoare (TfA , TfB , TrA , TrB) pentru care trebuie să se cunoască funcția de repartiție, să se rezolve o problemă de predicție în sensul estimării disponibilității atunci când muncitorului îi sunt alocate spre deservire mai multe sisteme. Mai precis, ne propunem să estimăm disponibilitatea care s-ar putea obține în funcție de numărul de sisteme deservite de muncitor.

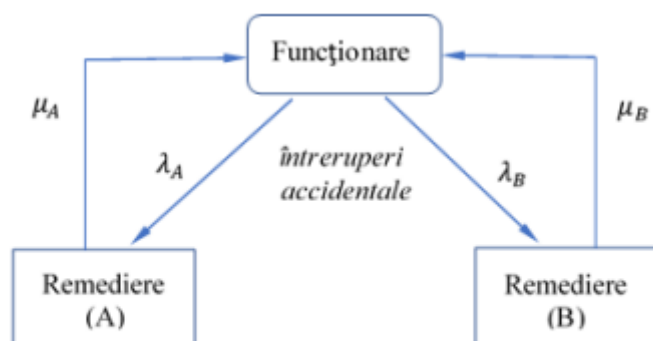


Fig. 1 – Evoluția procesului afectat de întreruperi.

Pasul 1. Valorile din eşantion se ordonează crescător şi se determină media aritmetică a lor (ma).

Pentru TfA :

TfA = [0.0106 0.0996 0.1176 0.1193 0.1694 0.1909 0.1934 0.2095
 0.2130 0.2602 0.2651 0.2665 0.2687 0.2913 0.2944 0.2986
 0.2998 0.3262 0.3369 0.3376 0.3547 0.3698 0.3698 0.3957
 0.4005 0.4387 0.4477 0.4732 0.4747 0.4882 0.4906 0.5542
 0.5717 0.5759 0.5816 0.5919 0.6111 0.6485 0.6561 0.6603
 0.6643 0.6653 0.6668 0.6684 0.6822 0.6822 0.7192 0.7536
 0.7832 0.7962 0.7976 0.8370 0.8628 0.8700 0.8894 0.8937
 0.9882 0.9964 1.1332 1.1744 1.1934 1.1953 1.2049 1.2295
 1.2406 1.2715 1.3135 1.3277 1.3550 1.4081 1.4125 1.4441
 1.5150 1.5232 1.5463 1.5677 1.5835 1.5867 1.6321 1.6596
 1.6825 1.6994 1.7329 1.7369 1.7621 1.8486 1.8525 1.8625
 1.8629 1.8977 1.9226 1.9810 1.9875 1.9992 2.0695 2.0790
 2.1060 2.1089 2.1301 2.1304 2.1336 2.1355 2.1588 2.1625
 2.2487 2.3020 2.3284 2.3349 2.3535 2.3979 2.4024 2.4268
 2.4367 2.4444 2.4546 2.4552 2.4569 2.4860 2.4962 2.5118
 2.5154 2.5374 2.5917 2.5922 2.6019 2.6248 2.6340 2.6370
 2.6400 2.6479 2.6501 2.6803 2.7243 2.7355 2.7424 2.7467
 2.7920 2.7927 2.8286 2.8351 2.8705 2.9030 2.9353 2.9354
 2.9441 2.9971 2.9980 3.1033 3.2090 3.2168 3.2292 3.2486
 3.2563 3.2894 3.2966 3.3103 3.3225 3.3632 3.4748 3.4755
 3.4988 3.5011 3.5152 3.5571 3.6273 3.7289 3.7836 3.8238
 3.8643 3.9215 4.0375 4.0490 4.0769 4.0908 4.1213 4.1547
 4.1746 4.1888 4.1927 4.2714 4.3164 4.3235 4.3765 4.4261
 4.4387 4.4581 4.5757 4.6038 4.6235 4.6598 4.6777 4.7024
 4.7345 4.7396 4.7927 4.8108 4.8944 5.1142 5.1345 5.1636
 5.1783 5.1938 5.2284 5.2594 5.3314 5.3336 5.3373 5.3451
 5.4025 5.4471 5.4999 5.5816 5.6834 5.7511 5.8565 5.8571
 5.9224 5.9531 5.9774 5.9999 6.0126 6.0534 6.0668 6.2043
 6.3248 6.6059 6.6126 6.6962 6.7368 6.8410 6.8726 7.0086
 7.0315 7.0451 7.1533 7.1980 7.2056 7.2529 7.2799 7.3073
 7.3358 7.4155 7.5150 7.5483 7.6078 7.7690 7.8321 7.8830
 7.9983 8.1980 8.2447 8.4696 8.5719 8.6809 8.6849 8.7756
 8.7905 9.0314 9.4067 9.4634 9.8318 10.1585 10.3785 10.3883
 10.4569 10.6336 10.6358 10.6586 10.7802 10.9219 10.9787 11.1421
 11.4358 11.6486 11.7252 11.7320 11.8401 12.1604 12.3666 13.1136
 14.0954 14.1353 14.8333 15.3813 15.3919 15.4568 16.7355 17.3844
 17.8423 18.1916 18.6075 19.3723 19.9670 20.5827 21.0111 21.6499
 23.1775 26.2742 27.1934 31.7788];

ma1 = 4.8588

Pentru TfB

TfB = [0.0153 0.0212 0.0443 0.0593 0.0629 0.0701 0.1098 0.1230
0.1352 0.1545 0.2003 0.2009 0.2251 0.2314 0.2480 0.3325
0.3378 0.3427 0.3486 0.3599 0.3698 0.4013 0.4246 0.4569
0.5124 0.5440 0.5457 0.5551 0.5598 0.5618 0.5644 0.6330
0.6541 0.6553 0.6702 0.6787 0.6830 0.6983 0.7059 0.7217
0.7334 0.7785 0.7810 0.8018 0.8039 0.8079 0.8139 0.8193
0.8339 0.8376 0.8917 0.8937 0.9684 0.9912 0.9958 1.0211
1.0793 1.0866 1.1015 1.1403 1.1868 1.1943 1.1997 1.2277
1.2380 1.2610 1.2647 1.2984 1.3013 1.3124 1.3195 1.3548
1.3643 1.3701 1.4511 1.4569 1.4685 1.4867 1.4886 1.4925
1.5059 1.5081 1.5821 1.6275 1.6314 1.6356 1.6418 1.6429
1.6548 1.6723 1.6979 1.7050 1.7175 1.7330 1.7603 1.7772
1.7942 1.8413 1.8614 1.8818 1.8976 1.9081 1.9162 1.9417
1.9435 1.9798 2.0553 2.0638 2.0709 2.1131 2.1249 2.1745
2.1762 2.2224 2.2522 2.2812 2.2845 2.2953 2.3213 2.3327
2.3353 2.3621 2.3869 2.4173 2.4313 2.4341 2.5185 2.5458
2.5798 2.6125 2.7041 2.7274 2.7575 2.7804 2.7933 2.9026
2.9222 2.9259 2.9726 2.9740 2.9830 2.9843 3.0145 3.0295
3.0479 3.0562 3.0610 3.0807 3.1019 3.1280 3.1409 3.1480
3.1514 3.1664 3.1751 3.2166 3.2592 3.2603 3.2879 3.4594
3.4824 3.5027 3.5991 3.6778 3.6808 3.6816 3.6962 3.7029
3.8812 3.8818 3.8920 3.8948 4.0112 4.0502 4.0590 4.1222
4.1248 4.2309 4.3339 4.3419 4.4283 4.4527 4.5076 4.5220
4.5616 4.5762 4.5974 4.6335 4.6632 4.6772 4.7183 4.8177
4.9546 4.9764 4.9857 4.9927 5.0619 5.0935 5.1768 5.1956
5.2698 5.4168 5.4685 5.5754 5.6564 5.6861 5.7324 5.7483
5.7547 5.8484 5.9204 5.9405 5.9491 5.9687 6.1485 6.2456
6.3131 6.3681 6.4557 6.5793 6.6062 6.6487 6.6887 6.8072
6.8194 6.8226 6.8834 6.9264 6.9438 6.9475 6.9957 7.0072
7.0208 7.0573 7.2055 7.2189 7.2625 7.2868 7.3100 7.3197
7.3546 7.4303 7.5098 7.7050 7.7188 7.7281 7.7501 7.8555
7.8693 7.9540 8.3432 8.3903 8.4554 8.4686 8.4976 8.5431
8.6093 8.7089 8.8563 8.9796 9.3744 9.3785 9.8880 10.1542
10.1823 10.5458 10.6597 10.7788 11.2356 11.4066 11.7003 11.8103
12.1129 12.7186 12.8556 12.8742 13.2834 13.7203 13.8964 13.8995
14.1284 14.2591 14.6148 14.8014 15.3773 15.5129 15.8824 16.3840
16.9240 16.9249 17.3426 18.0039 18.3228 19.7051 20.2357 20.6990
22.2735 24.7141 24.9289 32.7739];

ma2 = 4.8416

Pentru TrA

TrA = [0.0028 0.0041 0.0047 0.0065 0.0067 0.0069 0.0073 0.0085
0.0109 0.0120 0.0124 0.0129 0.0133 0.0144 0.0150 0.0153
0.0156 0.0157 0.0228 0.0236 0.0246 0.0247 0.0254 0.0262
0.0263 0.0267 0.0278 0.0282 0.0294 0.0304 0.0316 0.0324
0.0355 0.0365 0.0369 0.0386 0.0414 0.0432 0.0435 0.0461
0.0467 0.0471 0.0485 0.0492 0.0500 0.0502 0.0509 0.0523
0.0527 0.0530 0.0569 0.0569 0.0586 0.0586 0.0586 0.0609
0.0620 0.0631 0.0650 0.0654 0.0673 0.0675 0.0677 0.0682
0.0689 0.0697 0.0706 0.0714 0.0720 0.0742 0.0752 0.0755
0.0779 0.0790 0.0805 0.0813 0.0813 0.0821 0.0882 0.0898
0.0899 0.0909 0.0913 0.0935 0.0976 0.0983 0.0987 0.0989
0.0991 0.0993 0.1010 0.1045 0.1052 0.1076 0.1078 0.1081
0.1091 0.1111 0.1117 0.1122 0.1132 0.1132 0.1155 0.1165
0.1171 0.1182 0.1182 0.1185 0.1187 0.1193 0.1238 0.1271
0.1279 0.1282 0.1291 0.1292 0.1314 0.1317 0.1322 0.1339
0.1388 0.1395 0.1398 0.1436 0.1440 0.1466 0.1498 0.1559
0.1559 0.1562 0.1588 0.1603 0.1628 0.1663 0.1676 0.1686
0.1690 0.1697 0.1723 0.1754 0.1791 0.1802 0.1823 0.1834
0.1840 0.1864 0.1887 0.1907 0.1936 0.1959 0.1966 0.2013
0.2028 0.2046 0.2054 0.2059 0.2078 0.2097 0.2108 0.2148
0.2148 0.2151 0.2159 0.2176 0.2184 0.2201 0.2221 0.2223
0.2223 0.2228 0.2232 0.2271 0.2328 0.2334 0.2362 0.2372
0.2374 0.2376 0.2388 0.2405 0.2405 0.2514 0.2540 0.2579
0.2660 0.2687 0.2700 0.2813 0.2829 0.2848 0.2873 0.2892
0.2908 0.3006 0.3012 0.3016 0.3060 0.3069 0.3074 0.3096
0.3120 0.3130 0.3135 0.3172 0.3188 0.3280 0.3281 0.3298
0.3409 0.3450 0.3470 0.3572 0.3575 0.3607 0.3629 0.3651
0.3653 0.3669 0.3682 0.3686 0.3709 0.3723 0.3775 0.3854
0.3880 0.3890 0.3919 0.3966 0.3967 0.3967 0.4040 0.4110
0.4166 0.4213 0.4216 0.4351 0.4496 0.4514 0.4640 0.4695
0.4786 0.4881 0.4900 0.4918 0.4948 0.4970 0.5060 0.5133
0.5188 0.5196 0.5285 0.5331 0.5361 0.5499 0.5575 0.5845
0.5906 0.5947 0.6039 0.6102 0.6177 0.6186 0.6288 0.6357
0.6453 0.6718 0.6734 0.6766 0.6837 0.6867 0.7087 0.7266
0.7285 0.7311 0.7359 0.7390 0.7698 0.7874 0.7886 0.7946
0.8157 0.8196 0.8485 0.8643 0.8848 0.9054 0.9183 0.9459
0.9473 0.9560 0.9838 1.0418 1.0774 1.0856 1.1000 1.1287
1.1500 1.2718 1.2751 1.4578];

ma3 = 0.2852

Pentru TrB

TrB=	[0.0002	0.0012	0.0012	0.0024	0.0036	0.0045	0.0057	0.0057
	0.0087	0.0105	0.0113	0.0136	0.0147	0.0149	0.0161	0.0181
	0.0186	0.0216	0.0216	0.0220	0.0225	0.0234	0.0236	0.0266
	0.0287	0.0296	0.0325	0.0359	0.0378	0.0396	0.0406	0.0454
	0.0460	0.0480	0.0480	0.0485	0.0541	0.0545	0.0546	0.0562
	0.0569	0.0594	0.0603	0.0604	0.0617	0.0620	0.0645	0.0665
	0.0672	0.0680	0.0686	0.0709	0.0739	0.0760	0.0795	0.0845
	0.0882	0.0932	0.1006	0.1026	0.1027	0.1069	0.1072	0.1074
	0.1085	0.1091	0.1113	0.1187	0.1211	0.1213	0.1254	0.1272
	0.1294	0.1313	0.1353	0.1432	0.1444	0.1444	0.1472	0.1489
	0.1506	0.1519	0.1526	0.1544	0.1566	0.1619	0.1632	0.1634
	0.1658	0.1666	0.1670	0.1706	0.1725	0.1772	0.1777	0.1786
	0.1809	0.1853	0.1857	0.1857	0.1877	0.1969	0.1979	0.1991
	0.1997	0.2041	0.2079	0.2086	0.2107	0.2110	0.2112	0.2123
	0.2131	0.2167	0.2191	0.2239	0.2346	0.2361	0.2364	0.2434
	0.2475	0.2548	0.2552	0.2555	0.2582	0.2591	0.2623	0.2631
	0.2634	0.2651	0.2691	0.2713	0.2733	0.2741	0.2748	0.2759
	0.2782	0.2786	0.2800	0.2851	0.2863	0.2880	0.2944	0.2950
	0.2962	0.2973	0.3037	0.3103	0.3108	0.3151	0.3161	0.3170
	0.3170	0.3179	0.3231	0.3258	0.3284	0.3332	0.3336	0.3352
	0.3372	0.3391	0.3417	0.3436	0.3442	0.3459	0.3480	0.3576
	0.3618	0.3626	0.3628	0.3655	0.3690	0.3731	0.3769	0.3785
	0.3791	0.3808	0.3864	0.3926	0.3950	0.3965	0.3977	0.3981
	0.4050	0.4054	0.4059	0.4099	0.4150	0.4198	0.4233	0.4324
	0.4326	0.4338	0.4501	0.4556	0.4684	0.4686	0.4702	0.4745
	0.4769	0.4987	0.5074	0.5220	0.5264	0.5329	0.5347	0.5362
	0.5392	0.5466	0.5589	0.5662	0.5666	0.5677	0.5679	0.5698
	0.5711	0.5862	0.5926	0.5931	0.5957	0.5964	0.6021	0.6111
	0.6147	0.6178	0.6181	0.6373	0.6544	0.6607	0.6626	0.6755
	0.6853	0.6899	0.6921	0.6929	0.7020	0.7029	0.7038	0.7068
	0.7115	0.7397	0.7544	0.7581	0.7584	0.7717	0.7852	0.7978
	0.8198	0.8361	0.8573	0.8774	0.8793	0.8942	0.9004	0.9022
	0.9206	0.9217	0.9233	0.9360	0.9585	0.9904	1.0179	1.0290
	1.0334	1.0451	1.0504	1.0529	1.0601	1.0628	1.0703	1.0865
	1.0987	1.1010	1.1160	1.1327	1.1395	1.1580	1.1641	1.1651
	1.1743	1.2319	1.2406	1.2521	1.2822	1.2855	1.3177	1.3921
	1.4063	1.4281	1.5366	1.6048	1.7194	1.7239	1.7625	1.8096
	1.8457	1.9107	1.9643	2.1610];				

ma4 = 0.4447

Pasul 2. Se adoptă un interval de analiză potrivit $[0, v]$ care să cuprindă valorile din eşantion sau marea majoritate a lor (între 98% şi 100% din valori).

Pentru TfA

$$v1 = 27$$

Pentru TfB

$$v2 = 24.73$$

Pentru TrA

$$v3 = 1.2$$

Pentru TrB

$$v4 = 1.9$$

Pasul 3. Se împarte intervalul de analiză $[0, v]$ în k diviziuni egale şi se determină rapartizarea valorilor din eşantion pe aceste subintervale.

$$k = \text{floor}(1 + 3.222 * \log(N))$$

Pentru TfA

$$k1 = 19$$

$$n1 = [71 \ 69 \ 39 \ 34 \ 21 \ 18 \ 9 \ 11 \ 7 \ 3 \ 4 \ 1 \ 3 \ 2 \ 3 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1];$$

Pentru TfB

$$k2 = 19$$

$$n2 = [69 \ 60 \ 43 \ 28 \ 19 \ 28 \ 13 \ 5 \ 6 \ 5 \ 6 \ 4 \ 2 \ 4 \ 1 \ 3 \ 0 \ 1 \ 1];$$

Pentru TrA

$$k3 = 19$$

$$n3 = [58 \ 53 \ 36 \ 35 \ 21 \ 20 \ 13 \ 10 \ 9 \ 8 \ 7 \ 6 \ 6 \ 2 \ 5 \ 2 \ 1 \ 4 \ 1];$$

Pentru TrB

$$k4 = 19$$

$$n4 = [58 \ 47 \ 41 \ 38 \ 18 \ 20 \ 14 \ 12 \ 6 \ 8 \ 11 \ 8 \ 5 \ 2 \ 2 \ 1 \ 1 \ 3 \ 2];$$

Pasul 4. Se adoptă o valoare λ_0 ca primă estimare a parametrului variabilei aleatoare studiate, pentru care s-a presupus o repartiție exponențial-negativă.

$$\lambda_0 = 1 / m_a$$

Pentru TfA

$$\lambda_{a01} = 0.2058$$

Pentru TfB

$$\lambda_{a02} = 0.2065$$

Pentru TrA

$$\lambda_{a03} = 3.5068$$

Pentru TrB

$$\lambda_{a04} = 2.2487$$

Pasul 5. Se realizează un proces de căutare într-o vecinătate a valorii λ_0 care să permită găsirea celei mai potrivite valori pentru parametrul λ .

Pentru TfA

$$\lambda_{aF1} = 0.2023$$

Pentru TfB

$$\lambda_{aF2} = 0.1917$$

Pentru TrA

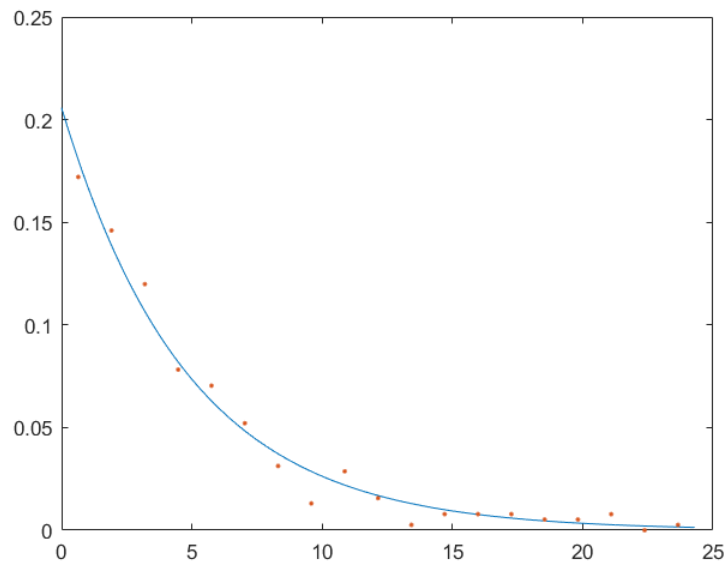
$$\lambda_{aF3} = 3.6015$$

Pentru TrB

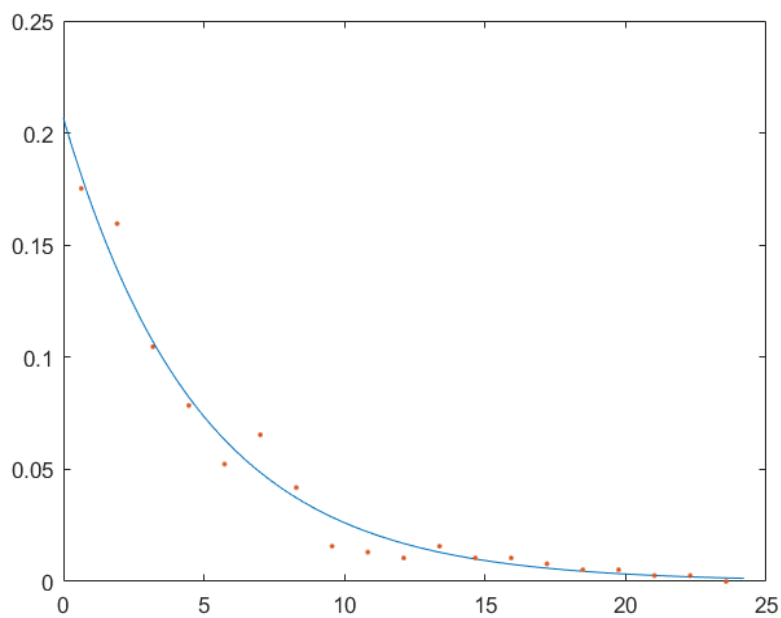
$$\lambda_{aF4} = 2.1835$$

Pasul 6. Se compară grafic funcția de repartiție teoretică cu funcția empirică corespunzătoare, calculată în k puncte echidistante din intervalul de analiză.

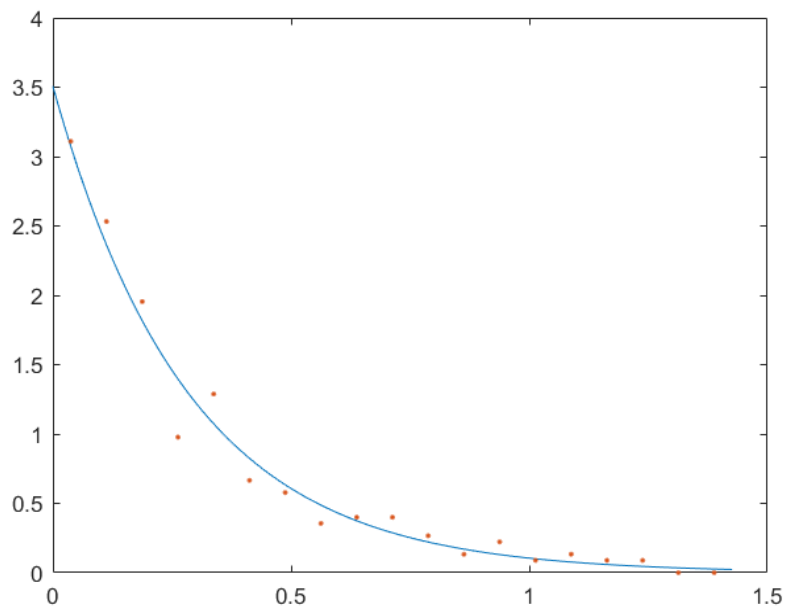
Pentru TfA



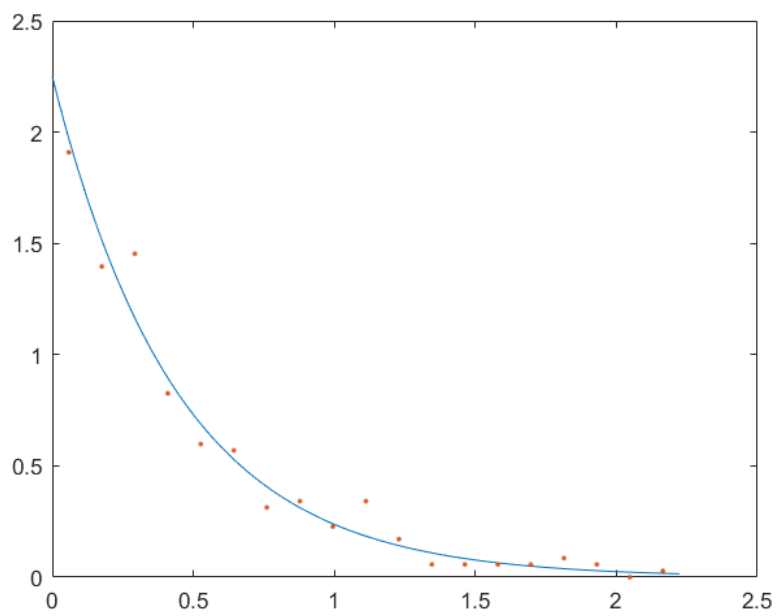
Pentru TfB



Pentru TrA



Pentru TrB



Cod Sursa (este același pentru cele 4 cazuri, se modifica ca input-uri doar eşantionul (TfA, TfB, TrA respectiv TrB) si valoarea lui v corespunzătoare fiecărui eşantion)

```
tfa= [0.0106    0.0996    0.1176    0.1193    0.1694    0.1909    0.1934    0.2095
      0.2130    0.2602    0.2651    0.2665    0.2687    0.2913    0.2944    0.2986
      0.2998    0.3262    0.3369    0.3376    0.3547    0.3698    0.3698    0.3957
      0.4005    0.4387    0.4477    0.4732    0.4747    0.4882    0.4906    0.5542
      0.5717    0.5759    0.5816    0.5919    0.6111    0.6485    0.6561    0.6603
      0.6643    0.6653    0.6668    0.6684    0.6822    0.6822    0.7192    0.7536
      0.7832    0.7962    0.7976    0.8370    0.8628    0.8700    0.8894    0.8937
      0.9882    0.9964    1.1332    1.1744    1.1934    1.1953    1.2049    1.2295
      1.2406    1.2715    1.3135    1.3277    1.3550    1.4081    1.4125    1.4441
      1.5150    1.5232    1.5463    1.5677    1.5835    1.5867    1.6321    1.6596
      1.6825    1.6994    1.7329    1.7369    1.7621    1.8486    1.8525    1.8625
      1.8629    1.8977    1.9226    1.9810    1.9875    1.9992    2.0695    2.0790
      2.1060    2.1089    2.1301    2.1304    2.1336    2.1355    2.1588    2.1625
      2.2487    2.3020    2.3284    2.3349    2.3535    2.3979    2.4024    2.4268
      2.4367    2.4444    2.4546    2.4552    2.4569    2.4860    2.4962    2.5118
      2.5154    2.5374    2.5917    2.5922    2.6019    2.6248    2.6340    2.6370
      2.6400    2.6479    2.6501    2.6803    2.7243    2.7355    2.7424    2.7467
      2.7920    2.7927    2.8286    2.8351    2.8705    2.9030    2.9353    2.9354
      2.9441    2.9971    2.9980    3.1033    3.2090    3.2168    3.2292    3.2486
      3.2563    3.2894    3.2966    3.3103    3.3225    3.3632    3.4748    3.4755
      3.4988    3.5011    3.5152    3.5571    3.6273    3.7289    3.7836    3.8238
      3.8643    3.9215    4.0375    4.0490    4.0769    4.0908    4.1213    4.1547
      4.1746    4.1888    4.1927    4.2714    4.3164    4.3235    4.3765    4.4261
      4.4387    4.4581    4.5757    4.6038    4.6235    4.6598    4.6777    4.7024
      4.7345    4.7396    4.7927    4.8108    4.8944    5.1142    5.1345    5.1636
      5.1783    5.1938    5.2284    5.2594    5.3314    5.3336    5.3373    5.3451
      5.4025    5.4471    5.4999    5.5816    5.6834    5.7511    5.8565    5.8571
      5.9224    5.9531    5.9774    5.9999    6.0126    6.0534    6.0668    6.2043
      6.3248    6.6059    6.6126    6.6962    6.7368    6.8410    6.8726    7.0086
      7.0315    7.0451    7.1533    7.1980    7.2056    7.2529    7.2799    7.3073
      7.3358    7.4155    7.5150    7.5483    7.6078    7.7690    7.8321    7.8830
      7.9983    8.1980    8.2447    8.4696    8.5719    8.6809    8.6849    8.7756
      8.7905    9.0314    9.4067    9.4634    9.8318    10.1585    10.3785    10.3883
      10.4569    10.6336    10.6358    10.6586    10.7802    10.9219    10.9787    11.1421
      11.4358    11.6486    11.7252    11.7320    11.8401    12.1604    12.3666    13.1136
      14.0954    14.1353    14.8333    15.3813    15.3919    15.4568    16.7355    17.3844
      17.8423    18.1916    18.6075    19.3723    19.9670    20.5827    21.0111    21.6499
      23.1775    26.2742    27.1934    31.7788];
```

```
% pasul 1
E=sort(tfa);
ma=mean(E)
```

```
% pasul 2
v = 27
```

```
%pasul 3
N = length(E);
```

```

k = floor(1+3.222*log(N))
D = v / k; % marimea unui subinterval(Delta)

```

```

n = zeros(1,k);
for i = 1:N
    j = ceil(E(i)/D);
    if(j<=k)
        n(j)=n(j)+1;
    end
end
n
sum(n);
plot(n)

```

```

%pasul 4
lambda0=1/ma;
maxx=5/lambda0;
lam0 = 1/ma

```

```

% fct teoretica
d = 5/lam0/1000;
z=0:d:5/lam0;
f = lam0*exp(-lam0*z);

```

```

%fct empirica
D = 5/lam0/k;
x = D:D:5/lam0;
n=zeros(1,k);
for i = 1:N
    j = ceil(E(i)/D);
    if(j<=k)
        n(j)=n(j)+1;
    end
end
y=x-D/2;
fe=n/N/D;

```

```

% Afisarea pe acelasi grafic a celor doua functii, f și fe
plot(z,f,'-',y,fe,'.');

```

```

% Proces de căutare a celei mai potrivite valori pentru parametrul lambda intr-o
vecinatate a valorii initiale lam0.

```

```

st = 0.5*lam0;
dr = 1.5*lam0;
pc = (dr - st) / 1000;
Spdm = 10000;
for lam = st : pc: dr
    D = 5/lam/k;
    x = D:D:5/lam;
    n=zeros(1,k);
    for i = 1:N
        j = ceil(E(i)/D);
        if(j<=k)
            n(j)=n(j)+1;
        end
    end
    y=x-D/2;
    fe=n/N/D;

```

```
f = lam*exp(-lam*y);
Spd = sum((f-fe).^2);
if Spd < Spdm
    Spdm = Spd;
    lamF = lam;
end
end
st
dr
lamF
Spdm
```

Concluzii

Pentru toate cele 4 variabile aleatoare TfA, TfB, TrA și TrB s-a adoptat o lege de distribuție exponențial-negativă, valorile parametrilor fiind (cu patru zecimale):

$$\lambda A = 0.2023$$

$$\lambda B = 0.1917$$

$$\mu A = 3.6015$$

$$\mu B = 2.1835$$