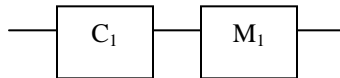


RZD – orodje CARMS - NALOGE

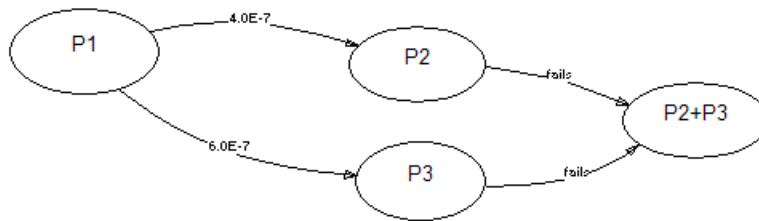
Naloga 1

Imamo računalniški sistem z računalnikom C_1 in pomnilnikom M_1 . Pričakovane intenzivnosti odpovedovanja so sledeče: $FR_{C_1} = 0.6 \text{ odp}/10^6 \text{ h}$, $FR_{M_1} = 0.4 \text{ odp}/10^6 \text{ h}$. (FR - Failure Rate - Intenzivnost odpovedovanja, RR - Repair Rate - Intenzivnost popraviljanja)



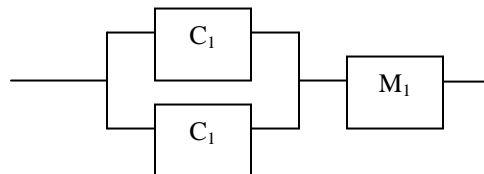
a) Izračunaj zanesljivost sistema po 10^6 urah delovanja.

Računalnik in pomnilnik sta ločeni enoti, ki imata različne intenzivnosti odpovedovanja. Sistem odpove, ko odpove vsaj ena izmed omenjenih enot. Nalogo lahko zastavimo tudi tako, da naredimo le dve stanji, OK in FAIL, intenzivnost odpovedovanja pa je enaka vsoti intenzivnosti odpovedovanja obeh komponent.



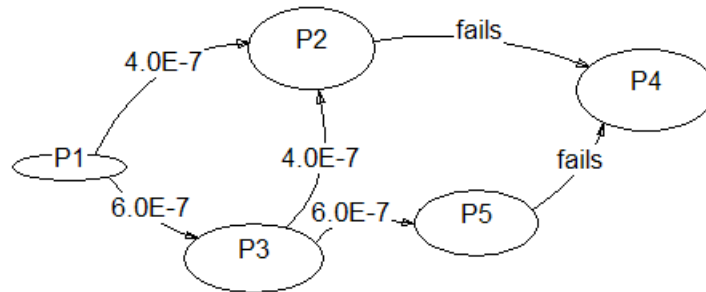
Odg.: Verjetnost, da sistem deluje je $P_{\text{work}} = 0.368$.

b) Kaj se zgodi z zanesljivostjo sistema, če v sistem vključimo še en računalnik C_2 ($FR_{C_1} = FR_{C_2}$) in sicer paralelno k C_1 kot aktivno (SB) redundanco?



Aktivna (stand-by) redundanca: v obratovanju je le ena naprava, ostale so v stand-by načinu oz. izklopljene. Ob okvari izklopimo okvarjeno napravo, ter vključimo redundančno napravo.

V tem primeru sistem preide v stanje odpovedi, ko odpove pomnilnik ali oba računalnika. Intenzivnost odpovedovanja računalnika je enaka med stanjema P1 in P3 kot tudi med stanjema P3 in P5.

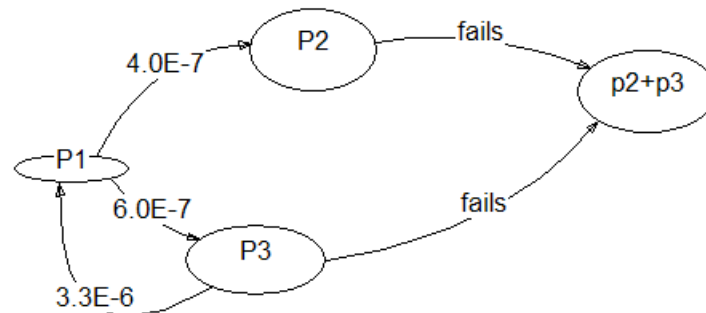


Odg.: Verjetnost, da sistem deluje je $P_{work}=0.589$.

Op. Aktivna redundanca – Stand By redundanca – ena enota čaka v SB, zato je intenzivnost odpovedovanja obakrat le λ .

c) Ugotovi kakšen bi moral biti RR_{C1} (Repair Rate-intenzivnost popravljanja) računalnika C_1 v primeru 'a', da bi dosegli zanesljivost sistema iz primera 'b'.

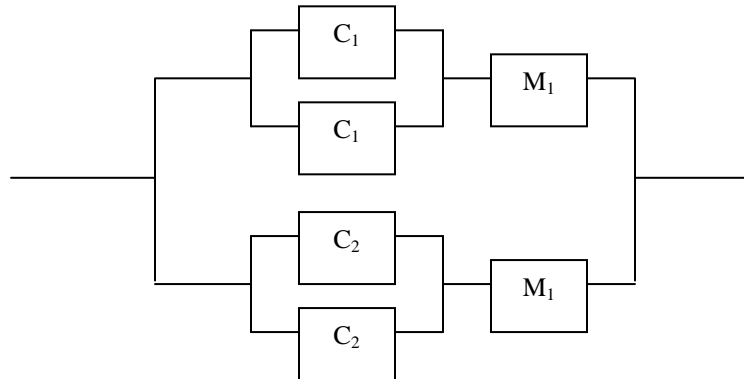
Nalogo rešimo eksperimentalno, z večkratnimi poskusi.



Odg.: $RR_{C1}=3.3 \text{ popr}/10^6 \text{ h}$.

Naloga 2

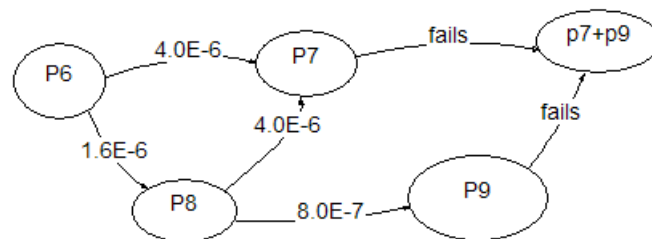
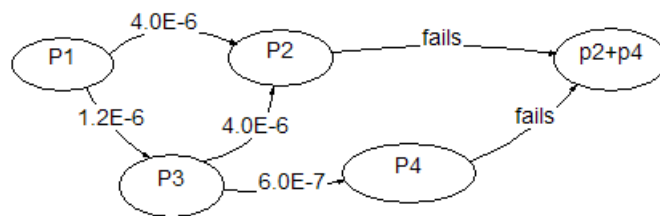
Imamo dva računalniška sistema s pasivno redundanco. Vsak računalniški sistem je sestavljen iz dveh ekvivalentnih računalnikov s pasivno redundanco in enega pomnilnika. Intenzivnosti odpovedovanja so sledeče: $FR_{C1} = 0.6 \text{ odp}/10^6 \text{ h}$, $FR_{C2} = 0.8 \text{ odp}/10^6 \text{ h}$, $FR_{M1} = 4 \text{ odp}/10^6 \text{ h}$.



Po knjigi Pukite-Pukite takšne sisteme rešujemo kot dva ločena, neodvisna sistema. Zanesljivost sistema ugotavljamo kot verjetnost delovanje celotnega sistema in sicer je enaka vsoti verjetnosti vseh stanj, ki ne predstavljajo odpovedi.

Ker je pasivna redundanca so v obratovanju vedno vse enote. Zaradi tega je na začetku, ko sistem 100% deluje, intenzivnost odpovedovanja računalnika dvojna (odpove lahko katerikoli od računalnikov).

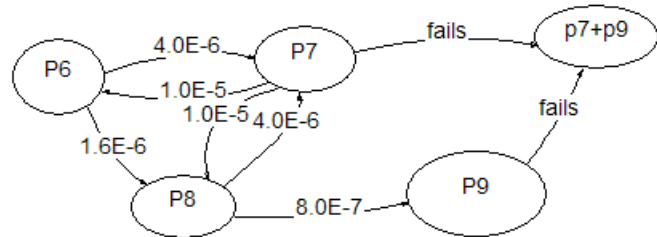
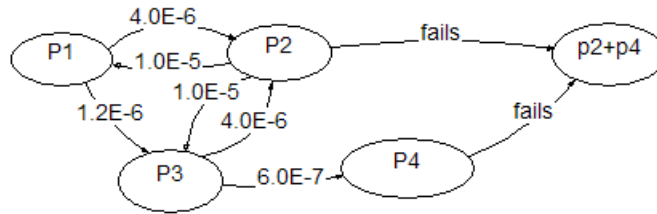
a) Izračunaj zanesljivost sistema.



Odg.: Sistem deluje z verjetnostjo $P_{\text{work}} = P1 + P3 + P6 + P8 = 0.027$.

Sistem odpove $P_{\text{fail}} = 1 - P_{\text{work}} = P2 + P4 + P7 + P9$

b) Izračunaj zanesljivost sistema, če je komponenta M_1 popravljiva in je $RR_{M1} = 10 \text{ popr}/10^6 \text{ h}$.



Odg.: Verjetnost, da sistem deluje je $P_{\text{work}} = 1 - (P2 + P4 + P7 + P9) = 0.26$.

V tem primeru ne moremo računati verjetnosti delovanja kot vsote verjetnosti stanj v katerih sistem deluje, ker tudi ko pride v okvarjeno stanje (le za pomnilnik), ga lahko s pomočjo servisiranja vrnemo nazaj v obratovalno stanje.

Naloga 3

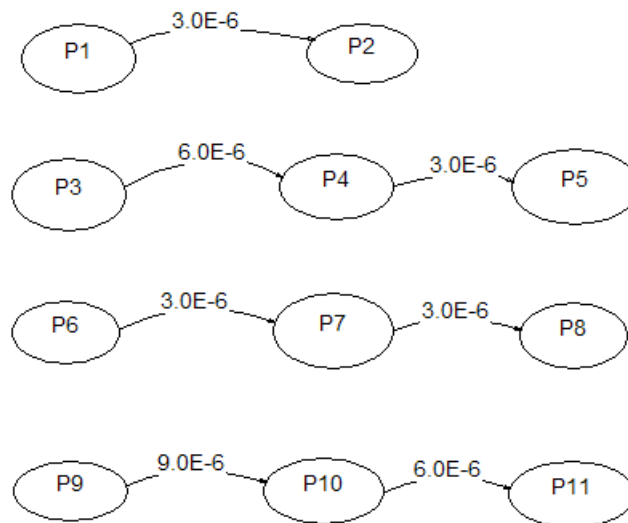
Primerjajte naslednje načine povečevanja zanesljivosti in določite najustreznejši način za posamezne predvidene čase obratovanja. Intenzivnost odpovedovanja računalnika je $3 \text{ odp.} / 10^6 \text{ ur}$.

- 1 - računalniški sistem – en sam rač., brez redundance,
- 2 - uporaba pasivne redundance, 2 rač.,
- 3 - uporaba aktivne redundance, 2 rač.,
- 4 - TMR redundanca (duplex način).

Predvideni obratovalni časi so:

- a) 10^4 ur
- b) 10^5 ur
- c) $5 \cdot 10^5$ ur
- d) 10^6 ur

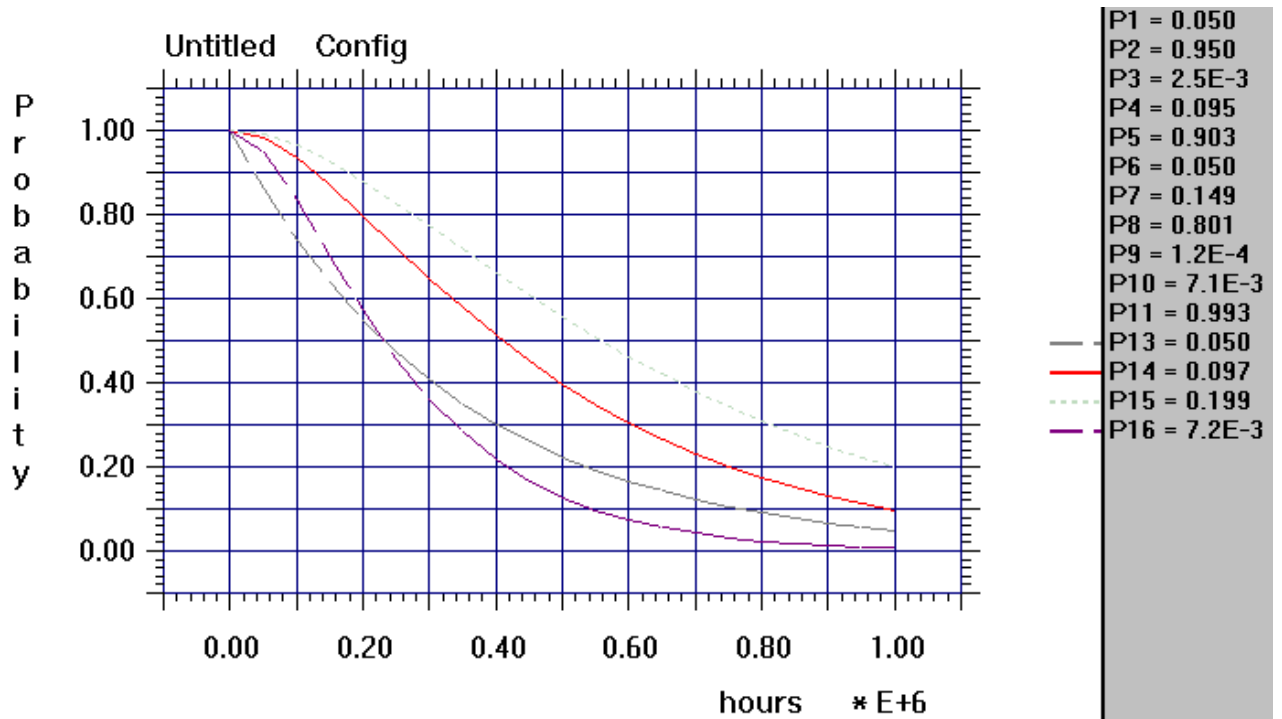
Rešitev:



Prikazani so diagrami vseh štirih sistemov in sicer najvišji sistem 1 in najnižji sistem 4.

Verjetnost delovanja krmilnika:

Obrat.čas [ur]	Sistem 1	Sistem 2	Sistem 3	Sistem 4
10^4	0.970	0.999	1.000	0.997
10^5	0.741	0.933	0.963	0.833
$5 \cdot 10^5$	0.233	0.396	0.558	0.127
10^6	0.050	0.097	0.199	0.007



Potek verjetnosti delovanja vseh sistemov in sicer P13 sistem 1, P14 sistem 2, P15 sistem 3 in P16 sistem 4.

Zanimivo je zmanjšanje verjetnosti delovanja pri TMR redundanci in sicer približno od $2.4 \cdot 10^5$ ur dalje je sistem z enim samim računalnikom bolj zanesljiv. TMR je torej primerna le za sisteme s kratkimi misijskimi časi. Najbolje se pa obnaša aktivna SB redundanca.