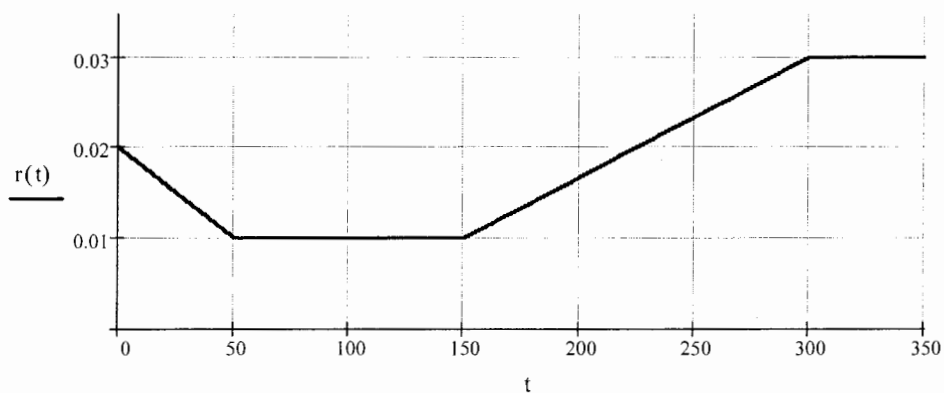


Käyttövarmuuden ja kunnossapidon perusteet, KSU-4310: Tentti ti 27.11.2007

Huom. Vastaus vain viiteen kysymykseen. Funktio- ja/tai ohjelmoitavan laskimen, muistiinpanojen, luentomonisteiden ja kirjallisuuden käyttö tenttitilaisuudessa on sallittu.

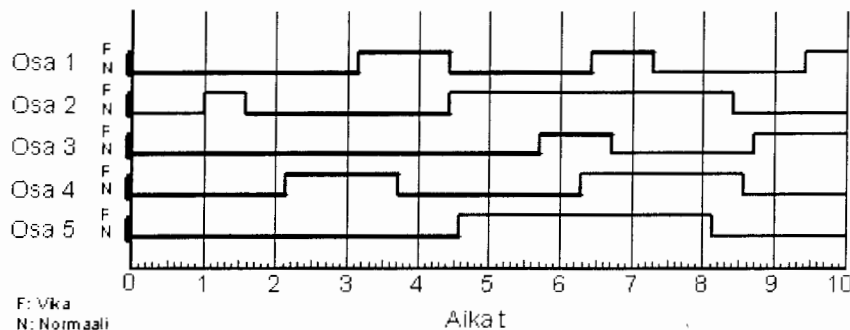
Tehtävä 1:

Alla oleva kuvaaja esittää laitteen vikataajuusfunktiota (rate of occurrence of failures). Lisäksi tiedetään, että laitteen keskimääräinen korjausaika on $MTTR = 5$ h, korjauksiin liittyvän viiveen keskiarvo $MLDT = 2$ h ja sen todennäköisyys $P = 0.9$. Laske keskimääräinen käytettävyys ja vikojen lukumäärä aikaväleillä: $0...50$, $50...150$, $150...300$, $300...350$ ja $0...350$. Piirrä myös paperille funktioiden $I(t)$ (=vikojen lukumäärä keskimäärin hetkeen t mennessä) ja $A(t)$ (=hetkellinen käytettävyys) kuvaajat.

Tehtävä 2:

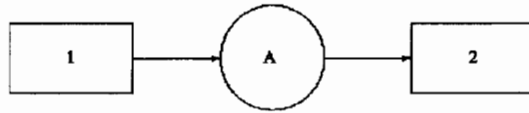
Tutkitaan erään korjattavan osatyyppin vioittumista ja korjausta. Hetkellä $t = 0$ on otettu käyttöön viisi samanlaista osaa ja ne ovat olleet käytössä ja korjauksessa oheisen kuvan mukaisesti. Seuranta on lopetettu hetkellä $t = 10$.

- Määritä tutkittavalle osalle vikaantumisaian ja korjausajan kertymäfunctiot ja hahmottele funktioiden kuvaajat vastauspaperille. Esitä myös luotettavuusfunktion kuvaaja.
- Millä todennäköisyydellä osa kestää yli 4 aikayksikköä?
- Millä todennäköisyydellä osan korjaus kestää yli 2 aikayksikköä?



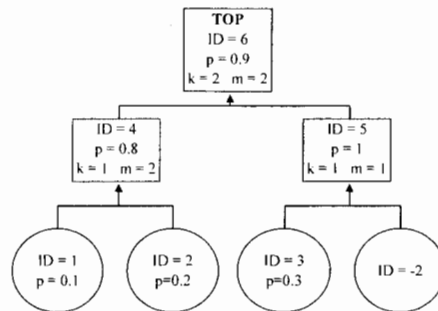
Tehtävä 3:

Laite 1 tuottaa etanolia C_2H_5OH varastosäiliöön A ja laite 2 vastaavasti kuluttaa sitä. Hetkellä $t=0$ laite 1 vikaantuu. Miten pitkään laitteen 1 korjaus saa enintään kestää, kun vikaantumishetkellä säiliössä on etanolia 400 m^3 ja laitteen 2 kulutus ajan funktiona on $100+50\sin(\pi \cdot t) \text{ m}^3/\text{h}$?



Tehtävä 4:

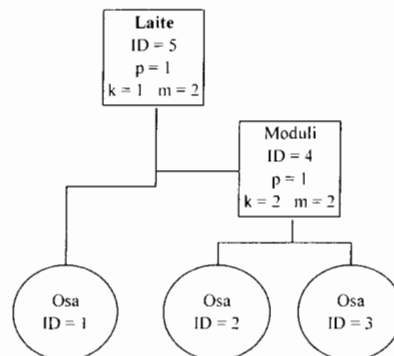
Laadi vikalogiikkamatriisi oheisesta vikapuusta. Laske myös TOP-tapahtuman todennäköisyys.



Tehtävä 5:

Prosessissa on kaksi identtistä osaa (1 ja 2) joiden molempien pitää vikaantua ennen kuin prosessi pysähtyy (eli vikalogiikan mukaisesti on kysymys JA-porttista). Osien kertymäfunktioit ovat $F_1(t) = 1 - e^{-r_1 \cdot \lambda \cdot t}$ ja $F_2(t) = 1 - e^{-r_2 \cdot \lambda \cdot t}$, missä $r_1 = 1.202$, $r_2 = 0.534$ ja $\lambda = 0.03$. Varastosta haetaan uudet osat vikaantuneiden tilalle kun molemmat osat ovat vioittuneet, koska osat voidaan vaihtaa vasta kun prosessi on pysähtynyt. Osan toimitusaika tilauksesta varastoon on 100. Laske osien tilauspiste kun varaston palveluasteen pitää olla vähintään 80 %.

Tehtävä 6: Laitteelle (ID 5) on johdettu asiakasvaatimuksista vikataajuus $\lambda = 0.03$ (vakio), jonka mukaisesti laite saa vikaantua keskimäärin kolme kertaa hetkeen $t = 100$ mennessä. Allokoinnissa käytettävät tärkeys kertoimet ovat: $x_1 = 0.6$, $x_2 = 0.4$, $x_3 = 0.6$, $x_4 = 0.4$ ja kompleksisuus kertoimet: $y_1 = 0.6$, $y_2 = 0.6$, $y_3 = 0.4$, $y_4 = 0.4$. Allokoi osille (1, 2 ja 3) vikojen lukumäärät keskimäärin hetkeen $t = 100$ mennessä.



Muutamia kaavoja:

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - e^{-\int_0^t r(t) dt}, \quad I(t) = \int_0^t r(t) dt, \quad \text{MTTF} = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

$$G(t) = \int_0^t g(t) dt, \quad \text{MTTR} = \int_0^{\infty} 1 - G(t) dt$$

$$A(t) = (1 + I'(t) \cdot (\text{MTTR} + P \cdot \text{MLDT}))^{-1}$$

$$A(T_1, T_2) = \left(1 + (\text{MTTR} + P \cdot \text{MLDT}) \cdot \frac{I(T_2) - I(T_1)}{T_2 - T_1} \right)^{-1}$$

$$P(0 \leq n \leq X) = F(X) = \sum_{n=0}^X \frac{e^{-(T \cdot Q \cdot \lambda)} \cdot (T \cdot Q \cdot \lambda)^n}{n!}, \quad \text{missä } T \cdot Q \cdot \lambda = \text{vikojen lkm keskimäärin aikavälillä}$$

0...T).

$$F_i(t) = 1 - e^{-\alpha \cdot w_i \cdot I(t)} \quad (\text{allokointifunktio})$$

$$F(t) = \prod_i F(t)_i, \quad \text{rinnakkaiskytkentä (JA-portti)}$$

$$R(t) = \prod_i R(t)_i, \quad \text{sarjaankytkentä (TAI-portti)}$$