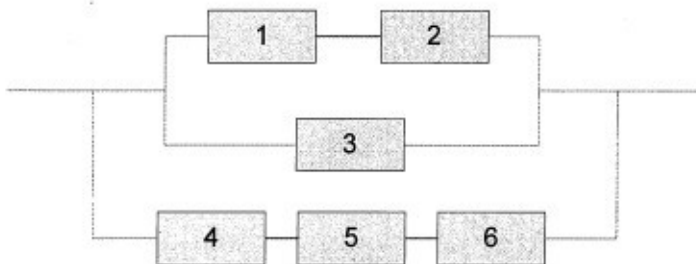


1. Määrittele tai selitä lyhyesti käsitteet
 - a) riski (1p)
 - b) turvallisuus (1p)
 - c) SAHARA (1p)
 - d) syvyyssuuntainen puolustusperiaate (1p)
 - e) elinkaarimalli (1p)
 - f) SIL (1p)
2. Kerro lyhyesti
 - a) Mitä tarkoitetaan turvallisuuskulttuurilla? Miten suunnittelutoiminnan huono tai hyvä turvallisuuskulttuuri vaikuttaa automaatiotuotteen luotettavuuteen ja turvallisuuteen? (4p)
 - b) Miten huono tai hyvä vaatimusmäärittely vaikuttaa automaatiotuotteen luotettavuuteen ja turvallisuuteen? (2p)
3. Kuvaile ohjelmistopohjaisen järjestelmän perusvikaantumismekanismit ja niihin vastaamisen keinot järjestelmäsuunnittelussa (6p)
4. Laske oheisen järjestelmän keskimääräinen käytettävyys A. (6p)

| i | MTTF _i | MTTR _i |
|---|-------------------|-------------------|
| 1 | 500 | 60 |
| 2 | 500 | 60 |
| 3 | 500 | 170 |
| 4 | 850 | 150 |
| 5 | 750 | 125 |
| 6 | 1000 | 180 |



5.

- a) Reaktorin lämpötilaa seurataan kolmella lämpöanturilla. Anturijärjestelmä vikaantuu, jos yksikin antureista vikaantuu. Antureiden vikaantumistodennäköisyydet ovat $p_1 = 0,004$, $p_2 = 0,005$ ja $p_3 = 0,006$. Piirrä vikapuu anturijärjestelmästä. Laske järjestelmän vikaantumistodennäköisyyden tarkka arvo sekä S1-approksimaatio. (3p)
- b) Erään järjestelmän vikaantumisvälit ovat riippumattomasti ja identtisesti eksponentiaali-jakautuneita intensiteetillä 0,005 1/h. Millä todennäköisyydellä seuraavan 100 tunnin aikana tapahtuu korkeintaan kaksi vikaantumista, kun tiedetään, että järjestelmä on toiminut edelliset 150 h vikaantumatta? (3p)

Jakaumia:

Binomijakauma $X \sim \text{Bin}(n, p)$

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}, \quad x = 0, 1, 2, \dots, n$$

Geometrinen jakauma $X \sim \text{Geom}(p)$

$$f(x) = (1-p)^{x-1} p, \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

Poisson-jakauma $X \sim \text{Poisson}(\lambda)$

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

Homogeeninen Poisson - prosessi $X \sim \text{Poisson}(\lambda t)$

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^x}{x!}, \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

Eksponentiaali-jakauma $X \sim \text{Exp}(\lambda)$

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}, \quad x \geq 0, \quad \lambda \geq 0$$

Normaalijakauma $X \sim N(\mu, \sigma^2)$

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

Weibullin jakauma $X \sim \text{Weibull}(\alpha, \beta)$

$$f(x) = \alpha\beta x^{\beta-1} \exp(-\alpha x^\beta), \quad x > 0$$

6. Pohdi tietoturvallisuuden merkitystä ja toteutumista teollisuusautomaatioympäristössä. Voit tarkastella vastauksessasi esimerkiksi tietoturvallisuusuhkien taustalla olevia motiiveja, sekä ICS ja ICT alojen välisiä eroja. (6p)