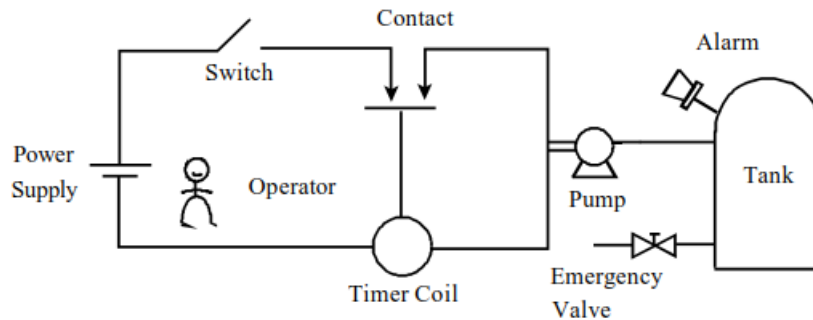


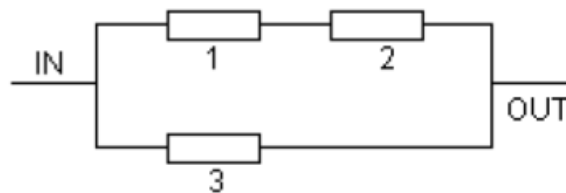
1. (Modarres 3.1) Alla on pumppujärjestelmä, jossa tankki täytetään jaksoissa siten, että rele avautuu ohjelmoidun ajan kuluttua kytkimen sulkemisesta. Operaattori avaa kytkimen tai varoventtiilin huomattuaan ylipainehälytyksen.

Muodosta järjestelmää kuvaavaa vikapuu, jossa huipputapahtumana on tankin repeäminen. Oletetaan, että voimanlähde ja tankki toimivat.



2. Määritä oheisen lohkokaaavion mukaisen järjestelmän

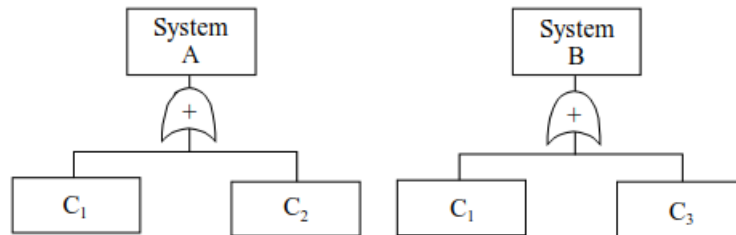
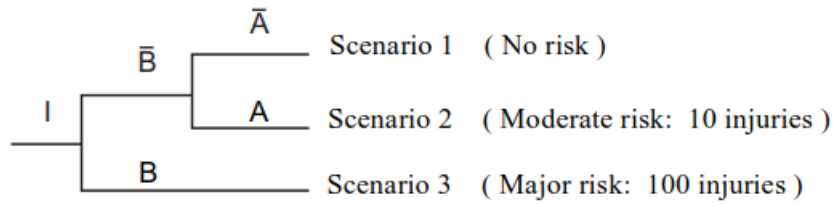
- Vikapuu, kun huomioidaan myös "In"
- Komponenttien 1,2 ja 3 muodostamat katkosjoukot ja minimikatkosjoukot
- Tarkka vikaantumistodennäköisyys, kun jokainen komponentti vikaantuu todennäköisyydellä 0.1. Oletetaan, että järjestelmään tulee inputtia ja että komponenttien vikaantumiset ovat toisistaan riippumattomat.



3. Ajatellaan edellisen tehtävän järjestelmän olevan kuvaus turvallisuustoiminnoista. Määritä järjestelmän

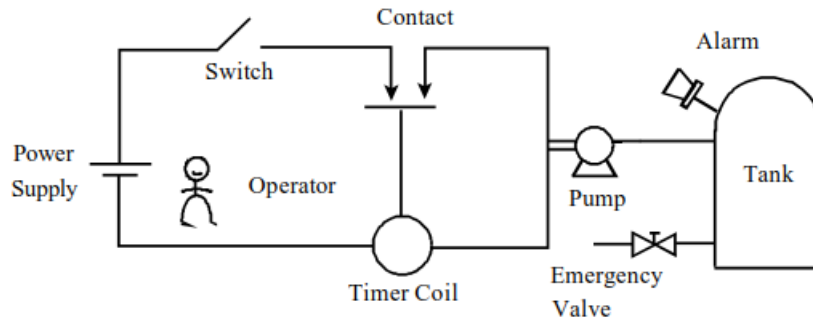
- Tapahtumapuu, kun ajatellaan että alempi haara (komponentti 3) muodostaa aikajärjestyksessä ensimmäisen turvallisuustoiminnon
- Vikaantumistodennäköisyys tapahtumapuun avulla. Onko tulos tarkka vai approksimaatio?

4. (Modarres 3.14) Alla on kuvattu tapahtumapuu ja siihen liittyvät vikapuut.

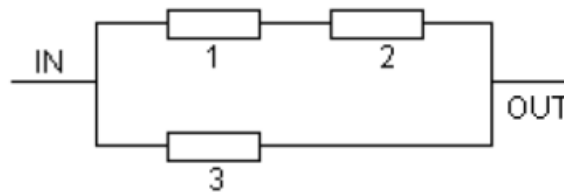


- (a) Määritä Boolean yhtälöt kuvaamaan jokaista skenaariota vikapuun perustapahtumien C_1 , C_2 ja C_3 avulla.
- (b) Laske vuotuisten loukkaantumisten riski, kun alkutapahtuman I esiintymistajuuus on 10^{-3} /vuosi, $P(C_1) = 0.001$, $P(C_2) = 0.008$ ja $P(C_3) = 0.005$.

- (Modarres 3.1) Consider the pumping system below. System cycles every hour. Ten minutes are required to fill the tank. Timer is set to open contact 10 minutes after switch is closed. Operator opens switch or the tank emergency valve if he/she notices an overpressure alarm. Develop a fault tree for this system with the top event "tank ruptures". Assume that the power supply and tank are operable.

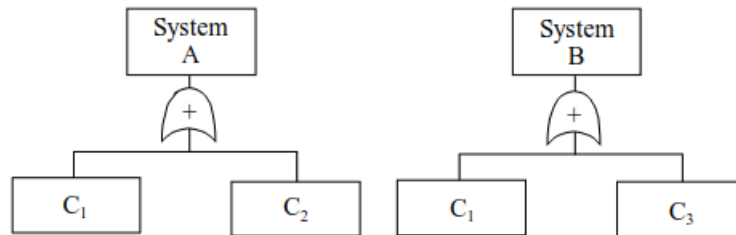
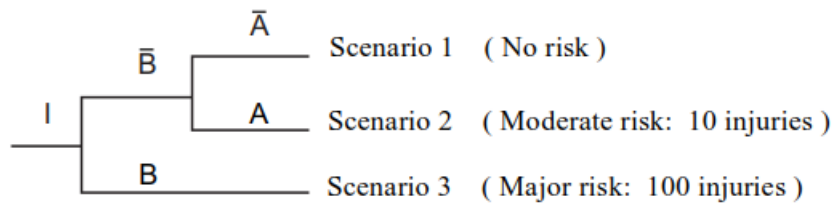


- Consider the following reliability block diagram
 - Draw a Fault Tree including gate IN.
 - Find the cut sets and the minimal cut sets for components 1, 2 and 3.
 - Quantify the exact failure probability when the failure probability of each component is 0.1. Assume that the component failures are independent of each other and the IN is a sure event.



- Consider the previous system as a representation of a safety function.
 - Draw the Event Tree assuming that the lower branch (component 3) is chronologically the first safety function.
 - Quantify the failure probability using the Event Tree. Is the result accurate or approximate?

4. (Modarres 3.14) Consider the Event Tree and Fault Tree below.



- Determine a Boolean equation representing each of the event tree scenarios in terms of the fault tree basic events (C_1 , C_2 and C_3).
- If the frequency of the initiating event I is $10^{-3}/year$ and $Pr(C_1) = 0.001$, $Pr(C_2) = 0.008$ and $Pr(C_3) = 0.005$, calculate the risk (injuries per year).