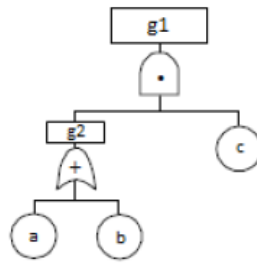
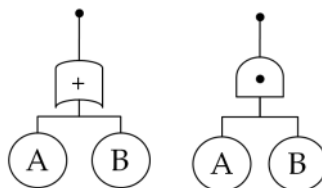


1. Binäärinen päätöskaavio (BDD) voidaan muodostaa binääripuusta, joka saadaan esimerkiksi totuus-
taulukon avulla. Tällainen puu voidaan yksinkertaistaa päätöskaaviosta seuraavasti:
 1. Poista kaksoiskappaleet loppusolmuista ja järjestä tulevat linkit uudelleen.
 2. Poista kaksoiskappaleet ei-loppusolmuista. Jos kahdella solmulla on sama nimi ja solmujen
0- ja 1-jälkeläiset ovat samat, poista toinen solmuista ja järjestä poistettuun solmuun tulevat
linkit uudelleen ei poistettuun solmuun. Käytä tätä sääntöä ylhäältä alaspäin.
 3. Poista tarpeettomat solmut. Jos 0- ja 1-jälkeläiset ei-loppusolmulle vievät saman nimiseen
solmuun poista solmu ja järjestä tulevat linkit suoraan jälkeläiseen.

Rakenna em. menetelmällä oheista vikapuuta vastaava binäärinen päätöskaavio.



2. Määritä alla olevien vikapuiden huipputapahtuman (tarkka) todennäköisyys, kun:
 - (a) Komponentti B:n vikaantumistodennäköisyys riippuu komponentista A ja
 $P(A) = 0.5$, $P(B|A) = 0.7$ ja $P(B|\bar{A}) = 0.3$.
 - (b) Komponentit ovat riippumattomia ja
 $P(A) = 0.5$, $P(B) = 0.5$.
 - (c) Riippuvuutta ei mallineta eksplisiittisesti, vaan käytetään b) kohdan todennäköisyyksiä ja
 β -faktorimallia parametrilla 0.05.



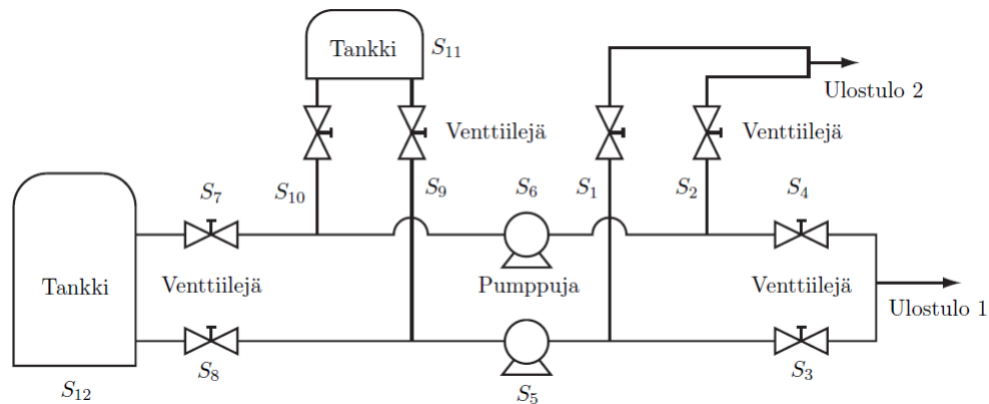
3. (Muokattu Modarres 4.30) Tarkastellaan seuraavaa katkosjoukkoa

$$T = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot D.$$

Komponenttien vikaantumistodennäköisyydet ovat $P(A) = P(B) = P(C) = P(D) = 10^{-3}$ ja ne vikaantuvat toisistaan riippumatta.

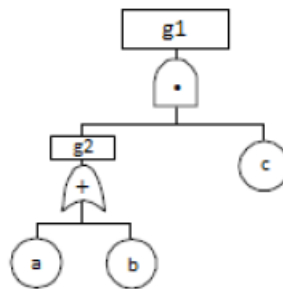
- Laske järjestelmän vikaantumistodennäköisyys, kun yhteisvikaantumisiin johtavia tapahtumia ei esiinny.
 - Oletetaan lisäksi, että k :n komponentin yhteisvikaantumisiin johtuvat tapahtumat ovat mahdollisia ja keskenään yhtä todennäköisiä. Esim. pareittaisiin vikaantumisiin johtavat tapahtumat saavat todennäköisyyden Q_2 . Muodosta kokonaisvikaantumisen lauseke vikaantumistodennäköisyyksien Q_k avulla.
 - Laske järjestelmän vikaantumistodennäköisyys, kun käytetään β -faktorimallia parametrilla $\beta = 0.05$.
4. (Modarres 3.8) Alla oleva järjestelmä tuottaa sementtitehtaalla jäähdytysvettä. Esitä järjestelmän MLD (Master Logic Diagram) ottaen huomioon seuraavat oletukset:

Järjestelmän rajat	Komponentit S_1, \dots, S_{12}
Huipputapahtuma	Molemmista ulostuloista saadaan jäähdytysvettä
Muut oletukset	Yhden pumpun/haaran toiminta riittää takaamaan jäähdytyksen per ulostulo Yksi tankki riittää lähteeksi

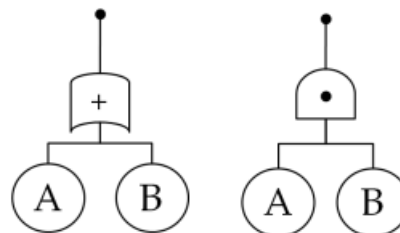


1. A binary decision diagram (BDD) can form a binary tree, which is obtained by means of a truth table, for example. Such a tree may be simplified as follows:
 1. Aggregate leaf nodes 0 and 1 and reorganize the links consequently.
 2. Aggregate nodes with the same name when they present the same logic leading to the child nodes. Reorganize the links consequently. Use this rule from the leaf nodes downwards.
 3. Remove the unnecessary nodes: If branches 0 and 1 lead to the same child node, remove the parent node. reorganize the links consequently.

Using the above method, build the corresponding BDD of the following Fault Tree.



2. Define the exact probability of the top event of the following Fault Tree where:
 - (a) Failure probability when component B depends on the component A:
 $P(A) = 0.5$, $P(B|A) = 0.7$ and $P(B|\bar{A}) = 0.3$.
 - (b) The component failures are independent
 $P(A) = 0.5$, $P(B) = 0.5$.
 - (c) Failure dependency is not modelled explicitly, but failure probabilities at (b) are given and β -factor is equal to 0.05.



3. (Modified Modarres 4.30) Consider a cut set of a system as following

$$T = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot D.$$

If the total unreliability of $P(A) = P(B) = P(C) = P(D) = 10^{-3}$ and the components are independent.

- (a) Define the system failure probability given no common cause failure.
 - (b) Assume that k components present common cause failure where the probabilities of the common failures are equal. For example, in case of a common failure of coupled components ($k = 2$), the failure probabilities are equal to Q_2 . Quantify the system failure probability including these contributions.
 - (c) Apply the β -factor model with $\beta = 0.05$.
4. (Modarres 3.8) In a cement production factory, a system such as the one shown below is used to provide cooling water to the outside of the furnace. Develop an MLD for this system.

System bounds	Components S_1, \dots, S_{12}
Top event	Cooling from legs 1 and 2
Assumptions	Only one of the pumps or legs is sufficient to provide the necessary cooling. Only one of the tanks is sufficient as a source.

