Kytkentäkentät, luento 2
- Kolmiportaiset kentät

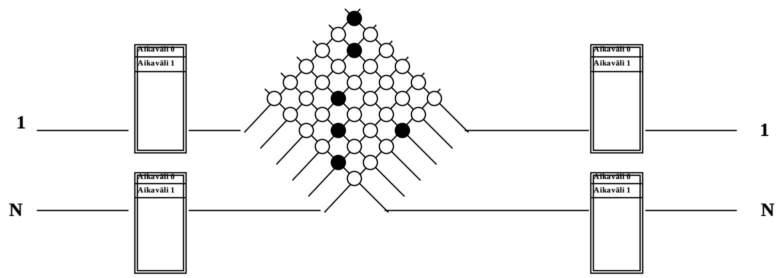
- ✔ **Kolmiportaiset kytkentäkentät - esitystapoja ja esimerkkejä**
- ✔ **Kytkentäkenttien vertailuperusteet**
  - § **Estottomuus, looginen syvyys, ajokyky**
- ✔ **Closin -verkko**
- ✔ **Paull'in matriisi**
- ✔ **Kentän esitys graafina**
- ✔ **Closin teoreema**
- ✔ **Kentän rakentaminen rekursiolla**

Kolmeportaiset kytkentäkentät

- ✔ **Kolmeportaiset kytkentäkentät muodostuvat kolmesta peräkkäisestä aika- ja/tai tilakytkimestä.**
- ✔ **Mahdollisia toteutuksia ovat:**
  - § **Aika-aika-aika (AAA) (=A)**
  - § **Aika-aika-tila (AAT) (=AT)**
  - § **Aika-tila-aika (ATA)**
  - § **Aika-tila-tila (ATT)**
  - § **Tila- aika-aika (TAA) (=TA)**
  - § **Tila-aika-tila (TAT)**
  - § **Tila- tila-aika (TTA) (=TA)**
  - § **Tila-tila-tila (TTT) (=T)**
- ✔ **Kolme kiinnostavaa uutta ratkaisua ATA, ATT ja TAT.**

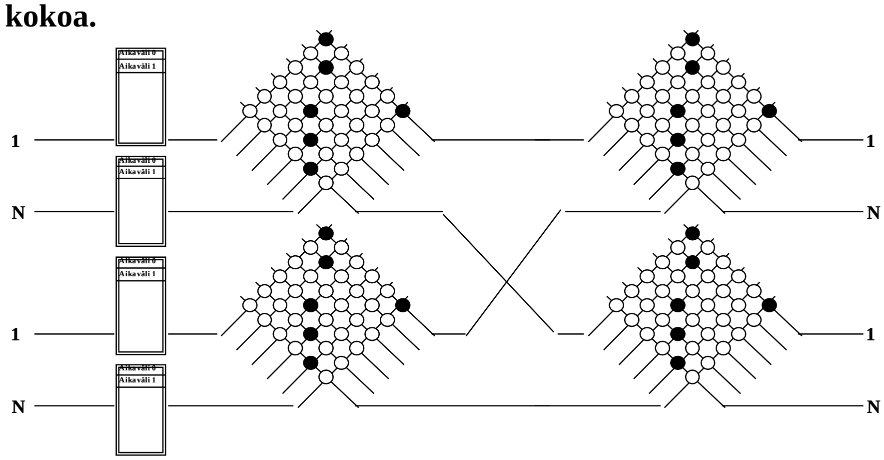
Aika-Tila-Aika -kytkentäkenttä

✔ **ATA-kentässä on mahdollista suorittaa aikavälien järjestelyä eston minimoimiseksi.**



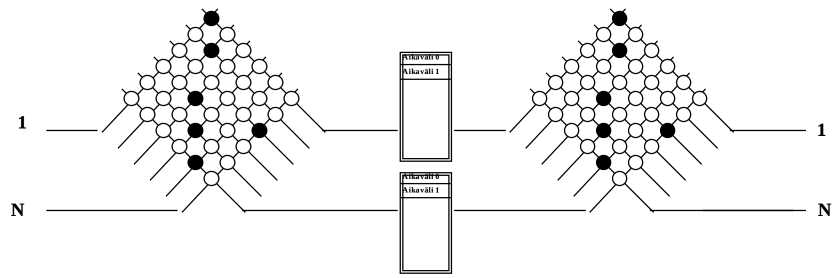
Aika-Tila-Tila -kytkentäkenttä

✔ **ATT-kentällä on mahdollista kasvattaa kytkentäkentän kokoa.**



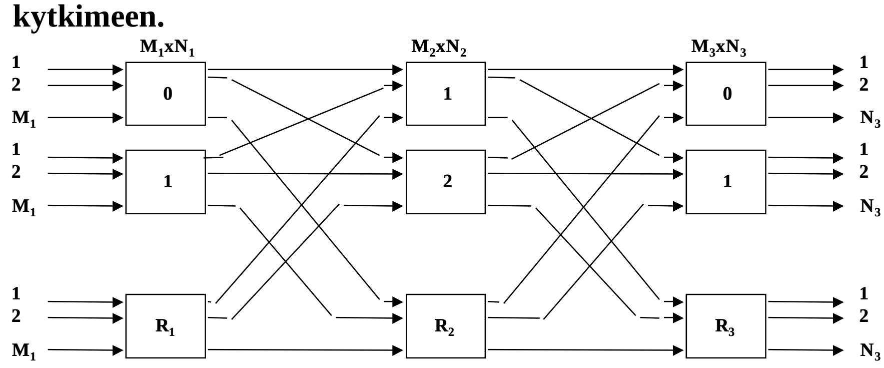
Tila-Aika-Tila -kytkentäkenttä

- ✔ **TAT -kenttä on rakenteeltaan yhtä hankala kuin TA-kentä on. Sen ominaispiirre on eston herkkyys, mikä ei ole suotavaa yleisen verkon keskukselle.**

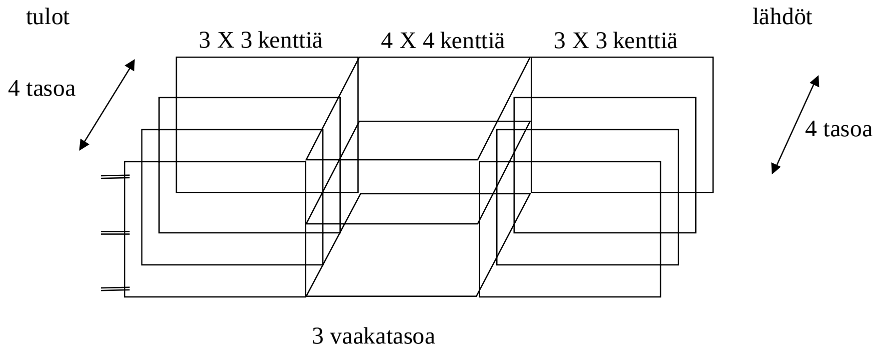


Kolmiportaisen kytkentäkentän yleinen esitystapa

- ✔ **Kolmiportainen kytkentäkenttä, palautettuna puhtaaseen tilakytkentään, voidaan esittää tilakytkiminä, joista jokainen on kytketty seuraavan portaan jokaiseen kytkimeen.**

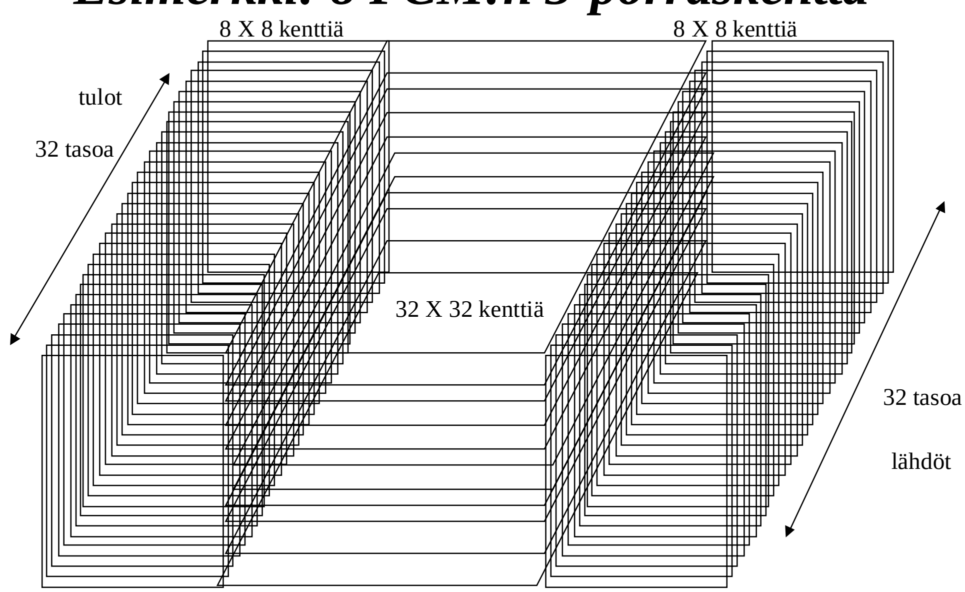


ATA -kentän TTT esitys



Kolmas porras on tarpeen, jotta lähtevät aikavälit saadaan järjestettyä halutulla tavalla

Esimerkki: 8 PCM:n 3-porraskenttä



Arviointiperusteita kytkentäkentille

- ✔ Kytkentäpisteiden lukumäärä
- ✔ Looginen syvyys
- ✔ Estollisuus
- ✔ Kytkentöjen kokonaismäärä kentässä
- ✔ Portin ajokyky (fan-out)
- ✔ Kentän ohjauksen monimutkaisuus (tien haku, syklisyys…)

Kytkentäpisteet ja looginen syvyys

- ✔ **Kytkentäpisteiden lukumäärä on ristikytkentäpisteiden lukumäärä kentässä.**
  - § Kytkentäpisteiden lukumäärän merkitys on pienentynyt integrointiasteen kasvaessa mutta, koska kytkentä on aktiivinen toimenpide ja vaatii siten energiaa esiintyy kytkentäpisteiden lukumäärälle tehon tarpeen asettamia rajoituksia.
  - § Kytkentäpisteiden suureen määrään liittyy usein myös ristikytkennnän väylien suuri pituus. Pitkät väylät edellyttävät suurehkoa tehoa ajavilta piireiltä --> isot häiriöt tai hidas toiminta.
- ✔ **Looginen syvyys on signaalin kulkutiellä olevien kytkinten lukumäärä.**
  - § Looginen syvyys vaikuttaa suoraan signaalin kulkuaika-viiveeseen. Mikäli kenttä on moniportainen, saattaa signaali häiriöiden seuraksena vääristyä kentässä.

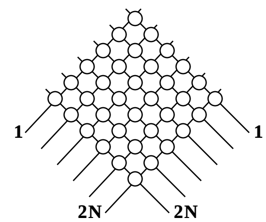
Esimerkki

✔ Keskukseen, johon on mahdollista liittää N -tilaajaa, tarvitaan kytkentäkenttä, jossa on 2N -tuloa sekä lähtöä (kaksisuuntainen kytkentä).

Yksiportainen täysiulotteinen ristikytkentämatriisi sisältäisi tällöin:

- ⇨ $(2N)^2$ -kytkentäpistettä
- ⇨ looginen syvyys on 1

✔ Jokainen tulo- ja lähtöväylä on pituudeltaan 2N, mikä rajoittaa suoraan kentän kokoa.



Esto ja portin ajokyky

✔ Esto määräytyy kentän rakenteesta.

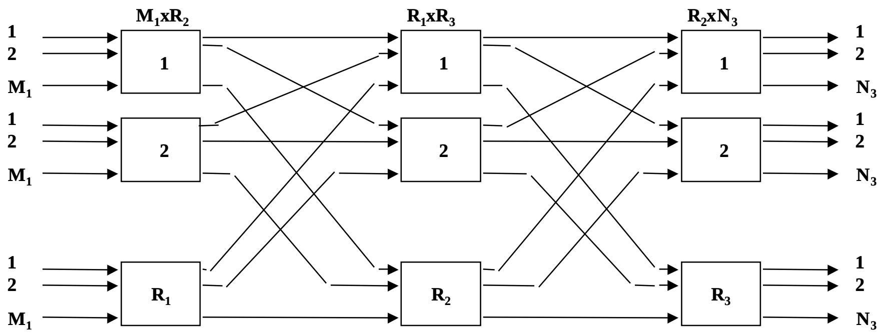
- § Mikäli kytkentäkentässä on löydettävissä mielivaltaiselle yhteydelle reitti ilman aikaisempien reittien uudelleen järjestelyä, puhutaan *tiukasti estottomasta* kytkentäkentästä.
- § Mikäli uusi yhteys vaatii edellisten uudelleen reititystä, puhutaan *uudelleen järjesteltävästi estottomasta* kytkentäkentästä.

✔ Kytkentäpisteen ajokyky määritellään ajettavien kytkentäpisteiden lukumäärällä.

- § Mikäli lähtöportti kykenee ajamaan rinnan kolmea tuloporttia, ajokyky on 3.

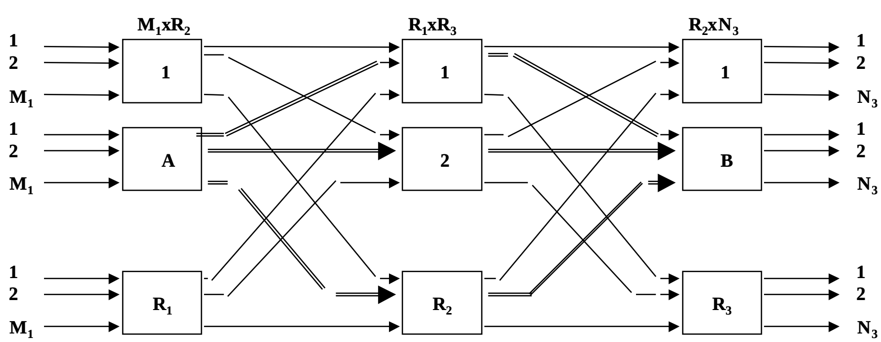
Closin -verkko on erikoitapaus yleisestä kolmiportai-sesta kentästä

- ✔ **Closin -verkossa jokainen edellisen tason kytkin on kytketty <u>yhdellä</u> linkillä seuraavan tason kytkimeen.**



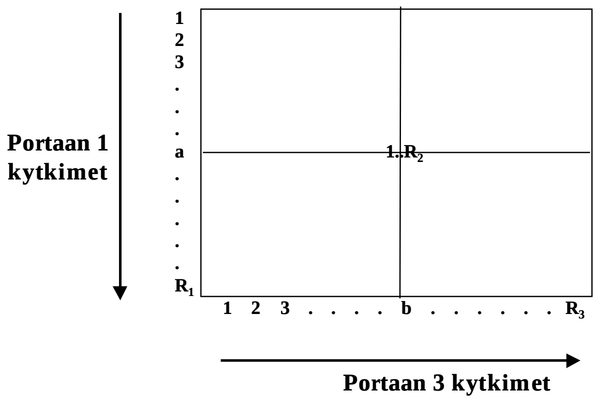
- § **Porras 1: $N_1 = R_2$**
- § **Porras 2: $M_2 = R_1$ ja $N_2 = R_3$**
- § **Porras 3: $M_3 = R_2$**

Kytkentä kytkimestä A kytkimeen B



Paull'in matriisi

- ✔ **Paull'in matriisilla voidaan esittää kytkentä kolmiportaisen verkon läpi, sekä tarkastella sen estolisuutta**



Kytkentäkentän yleiset ominaisuudet

Täysiulotteisuus:

Kentässä on mahdollista kytkeä mikä tahansa tulo mihin tahansa lähtöön.

Estottomuus:

Kytkentä miltä tahansa tulolta mihin tahansa vapaaseen lähtöön on *aina* mahdollinen.

Tiukasti estoton:

Kytkentä vapaaseen lähtöön on mahdollinen aina riippumatta muista kytkennöistä.

Uudelleen järjestettävästi estoton:

Kytkentä on aina mahdollinen, mutta voi edellyttää aiemmin tehtyjen kytkentöjen uudelleen järjestelyä.

Tiukasti estoton Closin -verkko

- ✔ **Closin -verkko on tiukasti estoton, kun toisen portaan kytkinten lukumäärä on**

$$\mathbf{R_2 => M_1 + N_3 - 1}$$

- ✔ **Erikoistapauksena symmetrinen kytkinkenttä, jossa $M_1 = N_3 = N$**

$$\mathbf{R_2 => 2N - 1}$$

Uudelleen järjesteltävä Clos -verkko

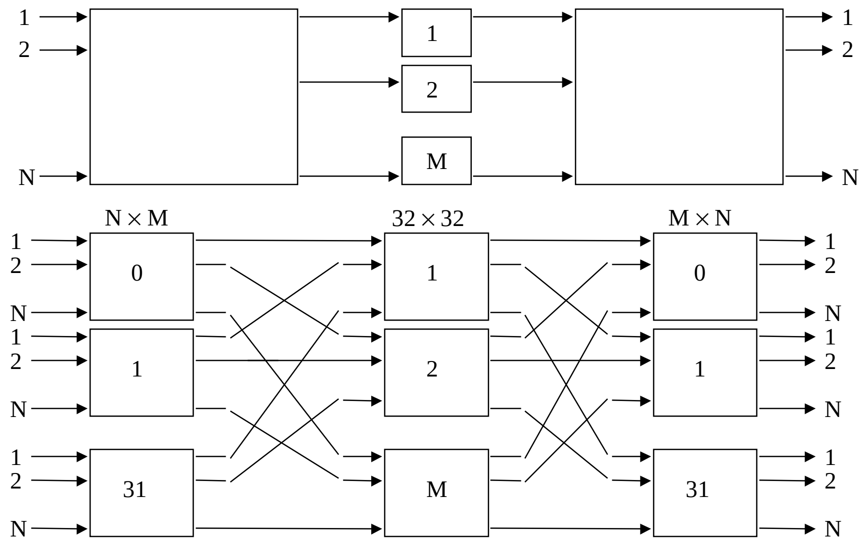
- ✔ **Kolmiportainen Closin -verkko on uudelleen järjeteltävän estoton, kun**

$$\mathbf{R_2 => max(M_1 , N_3)}$$

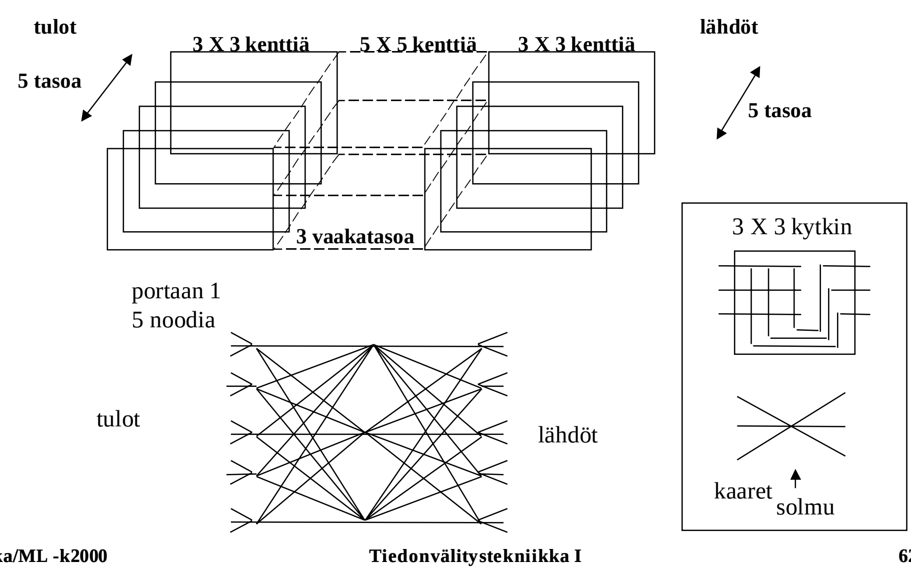
- ✔ **Erikoistapauksena symmetrinen kytkinkenttä, jossa $M_1 = N_3 = N$**

$$\mathbf{R_2 => N}$$

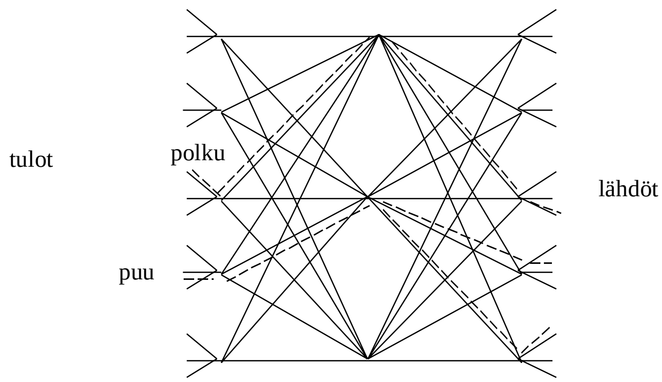
Esimerkki muunnoksesta



ATA -kentän tasoesitys ja vastaava graafiesitys

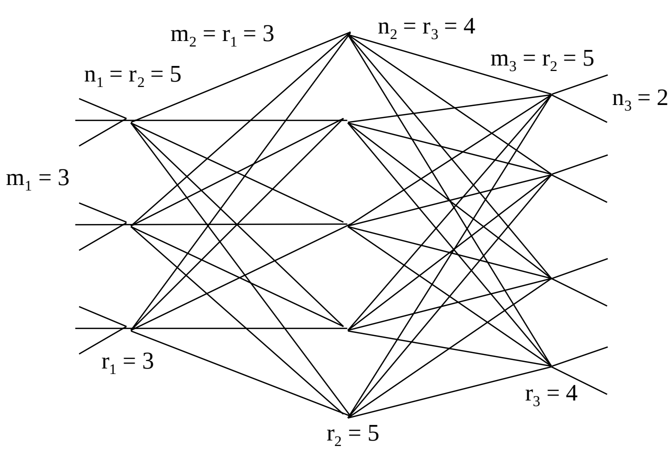


Kytkentöjen graafiesitys



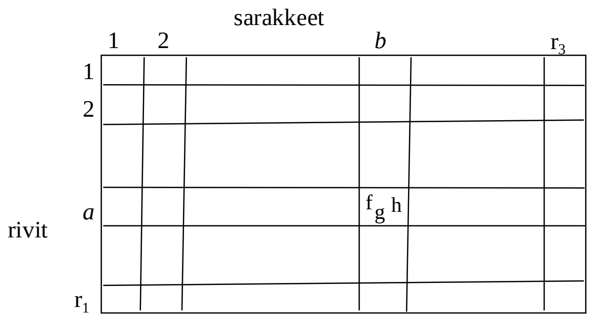
- Kytkentäpolut ja - puut muodostuvat erillisistä kaarista eli sama kaari ei esiinny kahdessa läpikytkennässä
- Yhden solmun läpi voi mennä useita kytkettyjä kaaria
- Esim. Kuinka monta ainutkertaista polkua on yo graafissa?

CLOSin verkko graafina



- Jokaisesta solmusta yksi kaari seuraavan portaan jokaiseen solmuun
- Jokaiseen solmuun yksi kaari edellisen portaan jokaisesta solmusta

Paullin matriisiesitys kolmiportaiselle kentälle



- Closin verkolla sama symboli voi esiintyä ***rivillä*** vain kerran.
- Closin verkolla sama symboli voi esiintyä ***sarakkeessa*** vain kerran.

- ***keskimmäisen*** portaan käytettyjä kytkimiä merkataan symboleilla f, g, h, ...
- kiinnostus kohdistuu kaarien erillisyyteen (käyttöön vain kerran) ja lukumäärään
- ruudussa voi olla 0, 1 tai monta symbolia
- sarakkeen symbolien lukumäärä = korkeintaan kytkimen *b* lähtöjen lkm
- rivin symbolien lukumäärä = korkeintaan kytkimen *a* tulojen lukumäärä
- matriisin symbolien lukumäärä = kytkentöjen lukumäärä kentässä

Closin teoreema

Closin verkko on tiukasti estoton, jos ja vain jos toisen portaan solmujen (kytkinten) lukumäärä on $r_2 \geq m_1 + n_3 - 1$

Erityisesti symmetrinen verkko, jolle pätee $m_1 = n_3 = n$, on tiukasti estoton jos ja vain jos $r_2 \geq 2n - 1$.

Todistus: Käytetään Paullin matriisia.
- Rivi *a*, jossa vapaa tulo ja sarake *b*, jossa vapaa lähtö
- vapaan tulon kytkentä vapaalle lähdölle merkataan uudelle symbolilla ruutuun(*a*, *b*)
- rivillä *a* on korkeintaan $m_1 - 1$ erilaista symbolia, koska kytkimessä *a* on m_1 tuloa
- sarakkeessa *b* on korkeintaan $n_3 - 1$ erilaista symbolia
- pahimmillaan yhteensä $m_1 - 1 + n_3 - 1$ erilaista symbolia
- jos meillä on yksi kytkin lisää, eli yhteensä $m_1 + n_3 - 1$, kytkentä onnistuu.

Välttämättömyys: Täytyy olla mahdollista tehdä seuraavat kytkennät:
- yhteensä m_1 kytkentää tulokytkimeltä *a* jaettuna kaikille lähtökytkimille
- lähtökytkimeltä *b* kaikille tulokytkimille, paitsi *a*: yhteensä $n_3 - 1$, eli
- riville *a* ja sarakkeeseen *b* tarvitaan yhteensä $m_1 + n_3 - 1$ erilaista symbolia

Kentän rekursiivinen rakentaminen

tulot

N = p X q

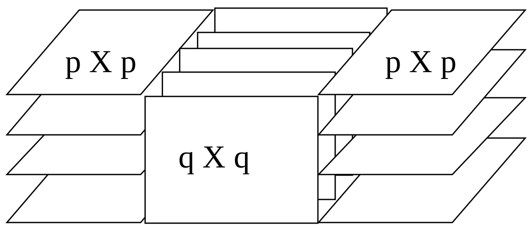
Uudelleen järjestettävästi estoton

lähdöt

N = p X q

p tasoa

q tasoa



q tasoa

Kytkentäpisteitä: $p^2q + q^2p + p^2q \; = \; 2\,p^2q + q^2p$

 Tiedonvälitystekniikka I 625

Kentän rekursiivinen rakentaminen -2

tulot

N = p X q

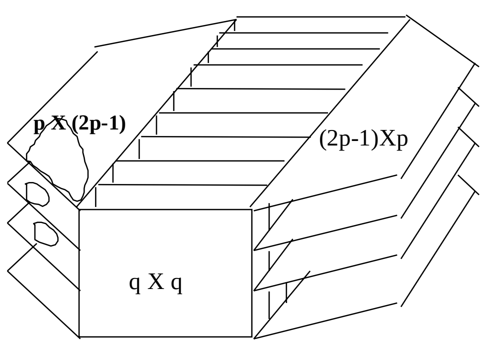
Tiukasti estoton

(2p - 1) tasoa

lähdöt

N = p X q

q tasoa



q tasoa

Kytkentäpisteitä: $p(2p-1)q + q^2(2p-1) + (2p-1)pq \; = \; 2p(2p-1)q + q^2(2p-1)$

 Tiedonvälitystekniikka I 626