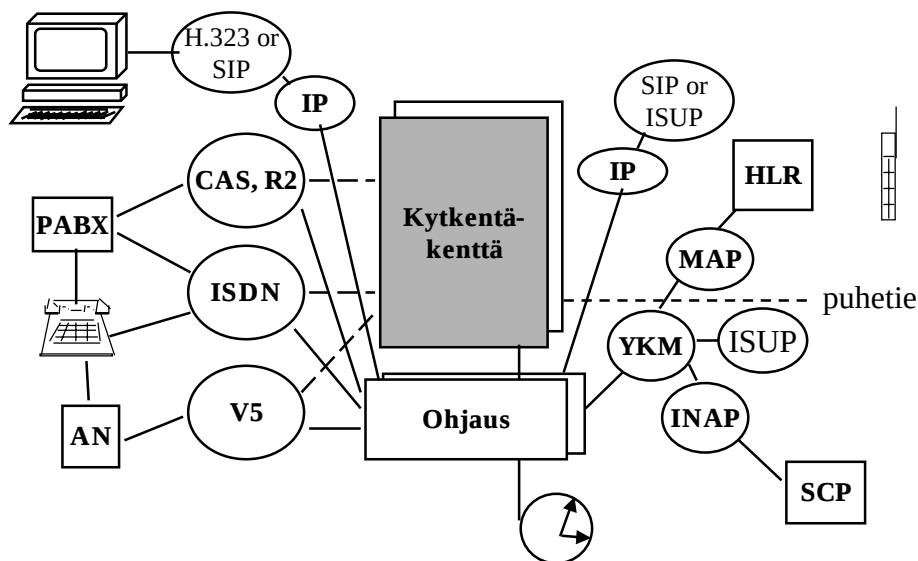


Kyt Kentä Kentät, luento 2

- Kolmiportaiset kentät

- ✓ Kolmiportaiset kyt Kentä Kentät - esitystapoja ja esimerkkejä
- ✓ Kyt Kentä Kenttien vertailuperusteet
 - Estottomuus, looginen syvyys, ajokyky
- ✓ Closin -verkko
- ✓ Paull'in matriisi
- ✓ Kentän esitys graafina
- ✓ Closin teoreema
- ✓ Kentän rakentaminen rekursiolla

Kurssin kuva välitysjärjestelmästä

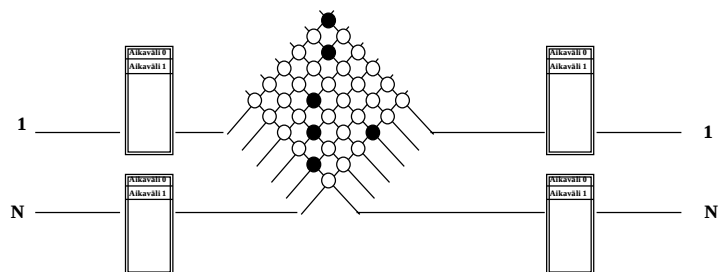


Kolmeportaiset kytkentäkentät

- ✓ 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.

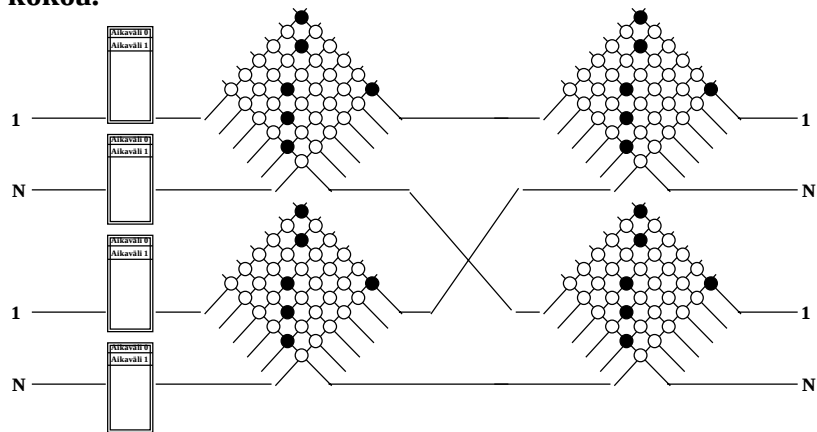
Aika-Tila-Aika -kytkentäkenttä

- ✓ ATA-kentässä on mahdollista suorittaa aikavälien järjestelyä eston minimoimiseksi.



Aika-Tila-Tila -kytkentäkenttä

- ✓ ATT-kentällä on mahdollista kasvattaa kytkentäkentän kokoa.



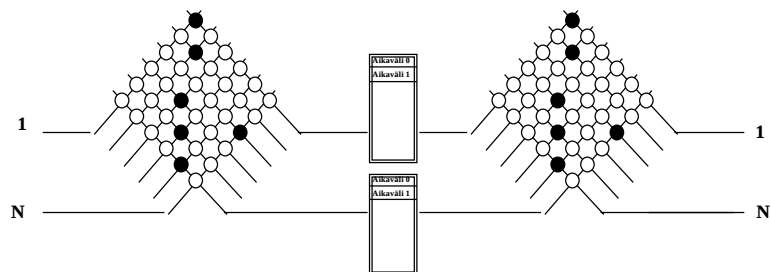
© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 5

Tila-Aika-Tila -kytkentäkenttä

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



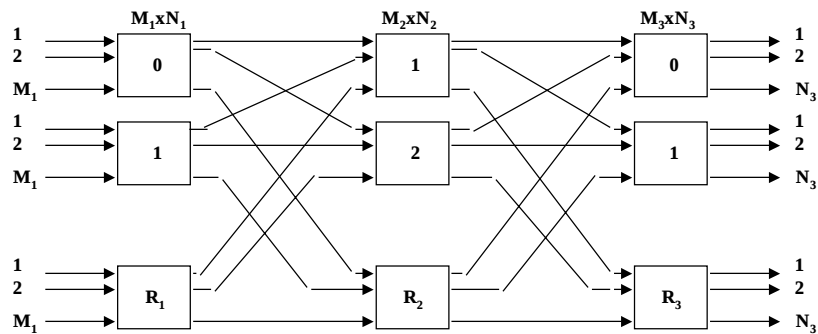
© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 6

Kolmiportaisen kytkentäkentän yleinen esitystapa

- ✓ Kolmiportainen kytkentäkenttä, palautettuna puhtaaseen tilakytkeentään, voidaan esittää tilakytkeiminä, joista jokainen on kytketty seuraavan portaan jokaiseen kytkimeen.



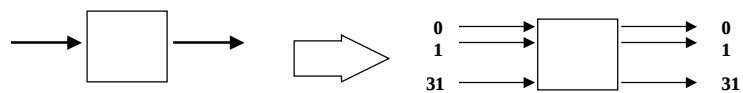
© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 7

Kertaus1: Aika-tila -analogia

- ✓ Aikakytkentäinen PCM30 -kytkin on muunnettavissa tilakytkeimeksi muuttamalla PCM30 -kehyksen aikavälit rinnakkaismuotoon.



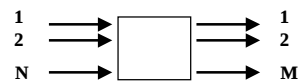
© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

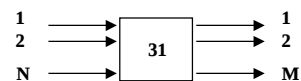
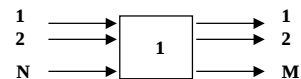
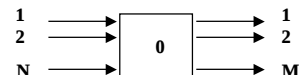
6 - 8

Kertaus2: Tila-tila -analogia

- ✓ Tilakytkentäinen PCM30 -kytkin on muunnettavissa puhtaaksi tilakytkimeksi jakamalla jokainen PCM30 -aikaväli omaan kytkimeen.

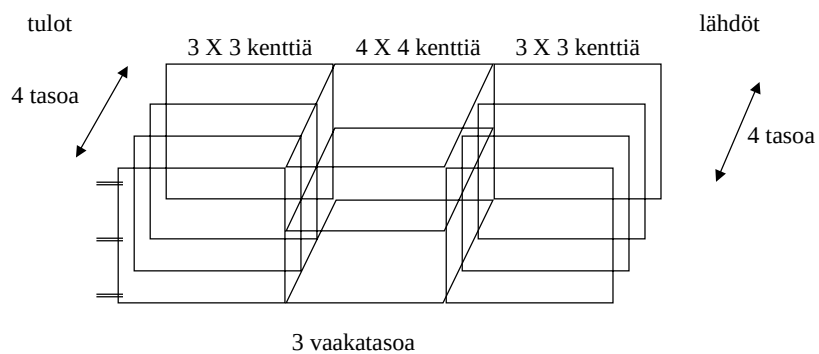


Tulot ja lähdöt ovat muxattuja



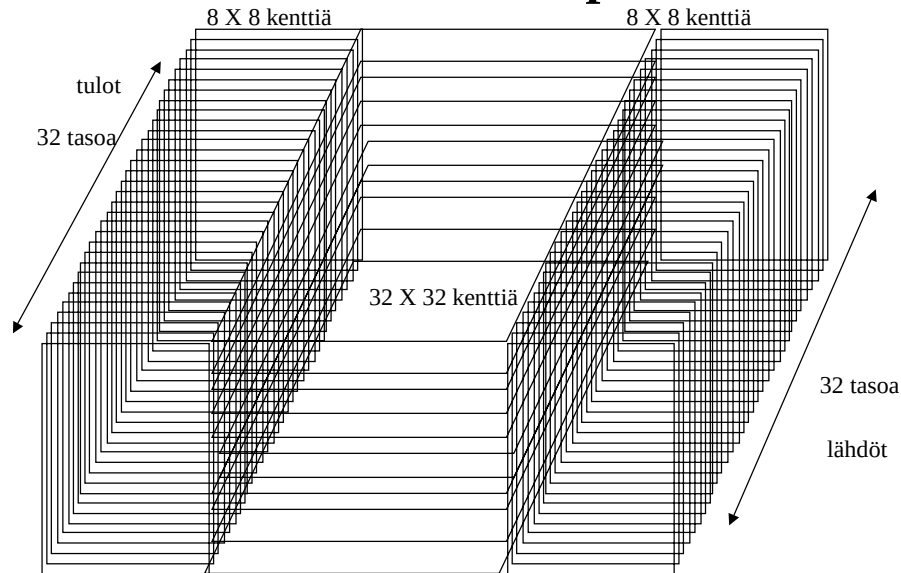
Aikavälin kytkemiseksi riittää ohjata yhtä yo laatikoista

ATA -kentän TTT esitys



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

Esimerkki: 8 PCM:n 3-porraskenttä



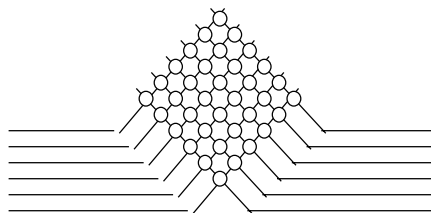
© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 11

Arviointiperusteita kytkentäkentille

- ✓ Kytkeäpisteiden lukumäärä
- ✓ Looginen syvyys
- ✓ Estollisuus
- ✓ Kytkeäjen kokonaismäärä kentässä
- ✓ Portin ajokyky (fan-out)
- ✓ Kentän ohjauksen monimutkaisuus (tien haku, syklisyys...)



© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 12

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 ristikytKentännän väylien suuri pituus. Pitkät väylät edellyttävät suurehkoa tehoa ajavilta piireiltä --> isot häiriöt tai hidas toiminta.

✓ Looginen syvyys on signaalin kulkutiellä käytettävien kytkinten lukumäärä.

- Looginen syvyys vaikuttaa suoraan signaalin kulkuaika-viiveeseen. Mikäli kenttä on moniportainen, saattaa signaali häiriöiden seuraksena vääristyä kentässä.

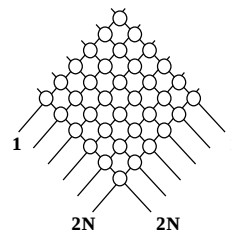
Esimerkki

✓ 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.

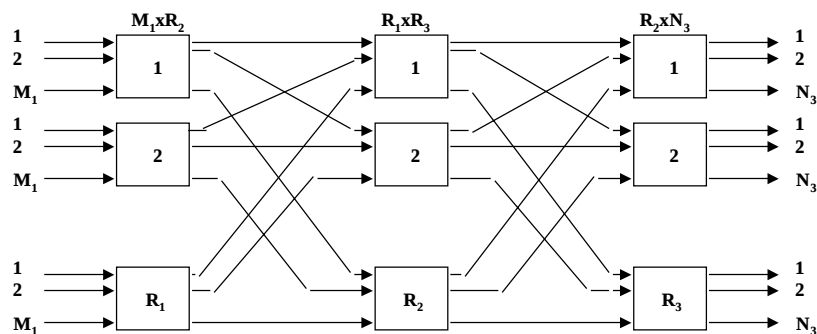
- Mikäli kytkentäkentässä on löydettävissä mielivaltaiselle yhteydelle reitti ilman aikaisempien reittien uudelleen järjestelyä, puhutaan *tiukasti estottomasta* kytkentäkentästä.
- Mikäli uusi yhteys vaatii edellisten uudelleen reititystä, puhutaan *uudelleen järjesteltävästi estottomasta* kytkentäkentästä.

✓ Kytkentäpisteen ajokyky määritellään ajettavien kytkentäpisteiden lukumäärällä.

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

Closin -verkko on erikoitapaus yleisestä kolmiportaisesta kentästä

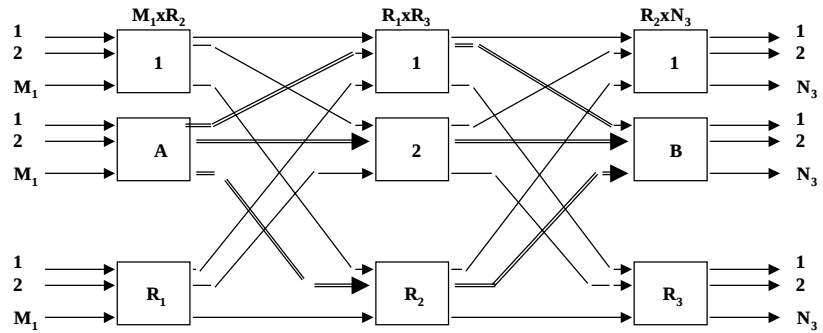
- ✓ Closin -verkossa jokainen edellisen tason kytkin on kytketty tasan yhellä linkillä seuraavan tason kytkimeen.



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

Kun signaalit ja kentän kapasiteetti on annettu, ainoa vapaa muuttuja on R_2

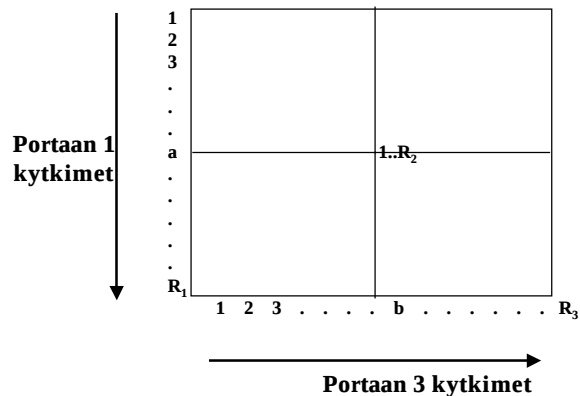
KytKentä kytkimestä A kytkimeen B



Yhdelle kytkennälle on R_2 vaihtoehtoista tietä tyhjässä kentässä.

Paull'in matriisi

- ✓ Paull'in matriisilla voidaan esittää kytkentä kolmiportaisen verkon läpi, sekä tarkastella sen estollisuutta



Kyt Kentäkentän yleiset ominaisuudet

✓ Täysiulotteisuus:

- Kentässä on mahdollista kytkeä mikä tahansa tulo mihin tahansa lähtöön.

✓ Estottomuus:

- Kyt Kentä miltä tahansa tulolta mihin tahansa vapaaseen lähtöön on *aina* mahdollinen.

✓ Tiukasti estoton:

- Kyt Kentä vapaaseen lähtöön on mahdollinen aina riippumatta muista kytkennöistä.

✓ Uudelleen järjestettävästi estoton:

- Kyt Kentä 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

$$R_2 \Rightarrow M_1 + N_3 - 1$$

- ✓ Erikoistapauksena symmetrinen kytkinkenttä, jossa $M_1 = N_3 = N$

$$R_2 \Rightarrow 2N - 1$$

Uudelleen järjesteltävä Clos -verkko

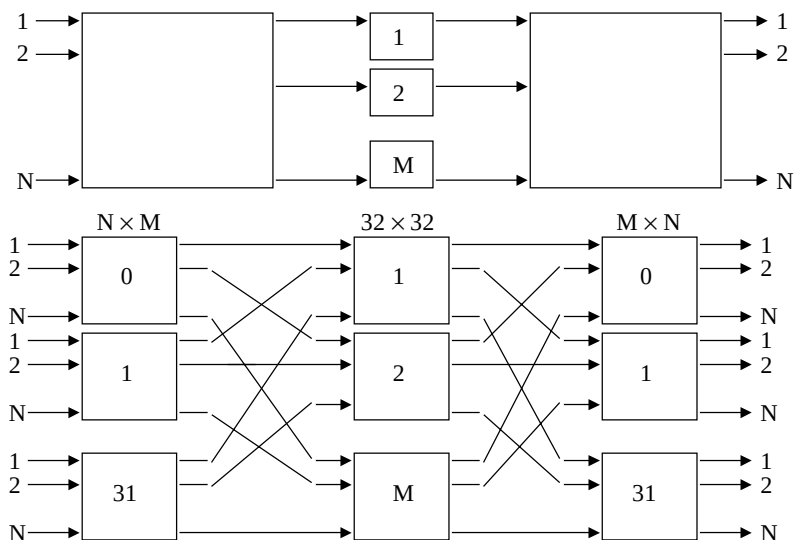
- ✓ Kolmiportainen Closin -verkko on uudelleen järjesteltävän estoton, kun

$$R_2 \Rightarrow \max(M_1, N_3)$$

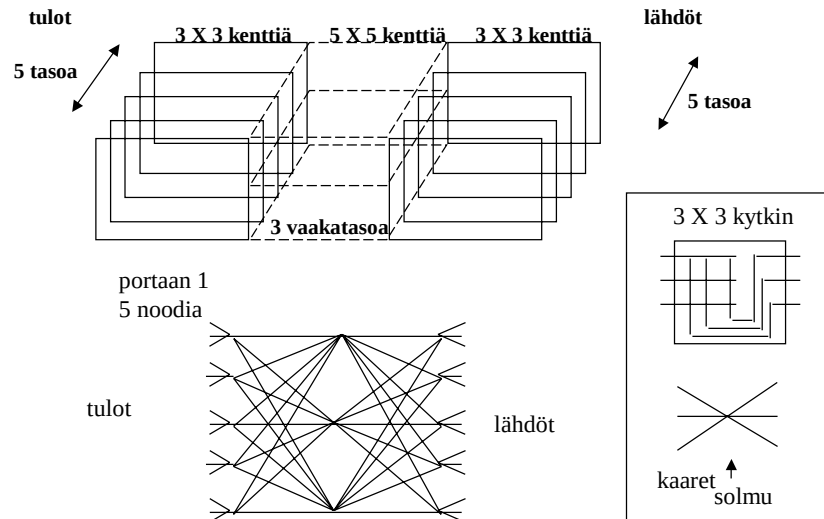
- ✓ Erikoistapauksena symmetrinen kytkinkenttä, jossa $M_1 = N_3 = N$

$$R_2 \Rightarrow N$$

Esimerkki muunnoksesta



ATA -kentän tasoesitys ja vastaava graafiesitys

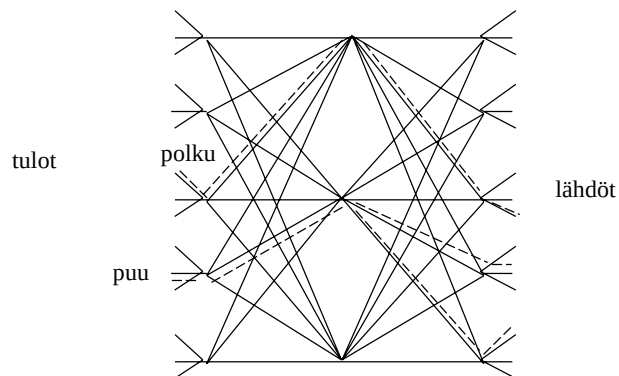


© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 23

Kytkentöjen graafiesitys



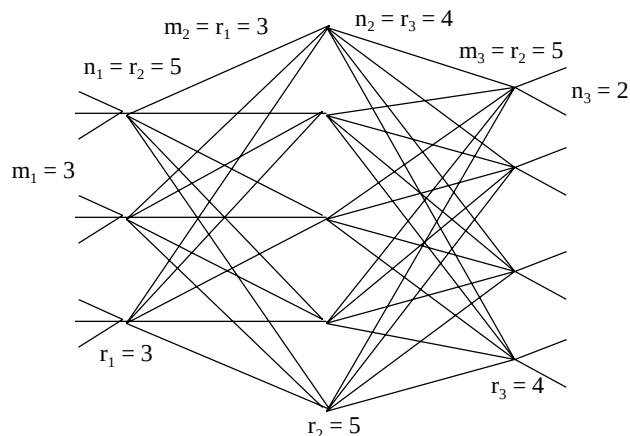
- Kytkentäpolut ja - puut muodostuvat erillisistä kaarista eli sama kaari ei esiinny kahdessa läpikytkenässä
- Yhden solmun läpi voi mennä useita kytkettyjä kaaria
- Esim. Kuinka monta ainutkertaista polkua on yo graafissa?

© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 24

CLOSin verkko graafina



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

© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 25

Paullin matriisiesitys kolmiportaiselle kentälle

		sarakeet			
		1	2	b	r_3
rivit	1				
	2				
	a			f g h	
	r_1				

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

- **keskimmäisen** portaan käytettyjä kytkimiä merkataan symboleilla $f, g, h, \dots$
- symboli voi esiintyä matriisissa niin monta kertaa kuin sen läpi voi mennä kytkentöjä
- 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

© Rka/ML -k2002

Tiedonvälitystekniikka

6 - 26

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 (joka kerta erilainen symboli)
 - lähtökytkimeltä b kaikille tulokytkimille, paitsi a : yhteensä $n_3 - 1$ (joka kerta eri symboli), eli
 - riville a ja sarakkeeseen b tarvitaan yhteensä $m_1 + n_3 - 1$ erilaista symbolia

Kentän rekursiivinen rakentaminen

tulot

$$N = p \times q$$

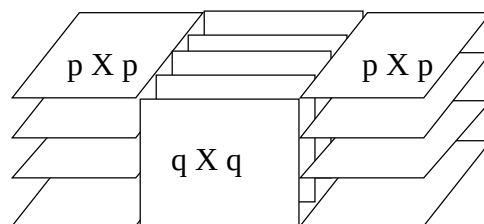
Uudelleen järjestettävästi estoton

p tasoa

lähdöt

$$N = p \times q$$

q tasoa



q tasoa

$$\text{Kytkentäpisteitä: } p^2q + q^2p + p^2q = 2p^2q + q^2p$$

Kentän rekursiivinen rakentaminen -2

tulot

$$N = p \times q$$

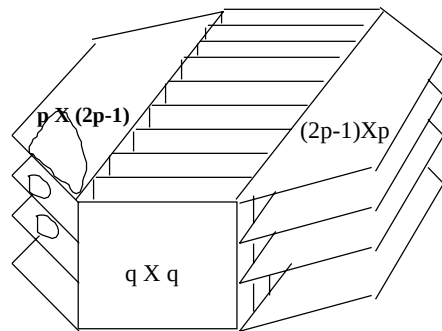
Tiukasti estoton

(2p - 1) tasoa

lähdöt

$$N = p \times q$$

q tasoa



KytKentäpisteitä:

$$p(2p-1)q + q^2(2p-1) + (2p-1)pq = 2p(2p-1)q + q^2(2p-1)$$