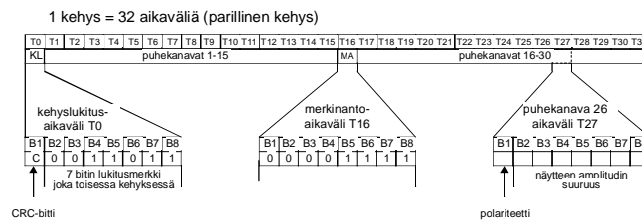


## Piirikytkentäiset kytkentäkentät

- ✓ Mitä ja miksi
- ✓ Aikakytkentä
- ✓ Tilakytkentä
- ✓ Analogiat
  - § Tila-tila
  - § Aika-tila
- ✓ Kaksiportaiset kytkentäkentät
  - § AA
  - § AT
  - § TA
  - § TT

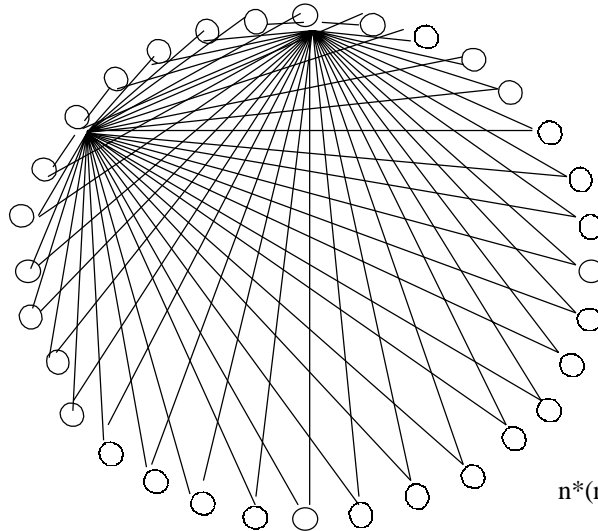
## Kapeakaistakenttä kytkee PCM-aikavälejä

- ✓ PCM30 -kehysten aikavälin nolla sisältö vaihtelee parittoman ja parillisen kehysten välillä
  - § Parillinen kehys sisältää kehyslukituksen
  - § Pariton kehys sisältää hallintainformaation



- ✓ Puhekanavan bittinopeus on 64kbit/s ja PCM30 -kehys siirretään 2,048 Mbit/s nopeudella.
- ✓ Ennen kytkentää nopeus voidaan muuttaa ja voidaan siirtää aikavälien rinnakkaisesitykseen.

*Ilman kytkentää verkossa tarvitaan kiinteä yhteys kaikilta kaikille*



## *Televerkoissa puhelinkeskukset ja digitaaliset ristikytkentälaitteet suorittavat kytkentää*

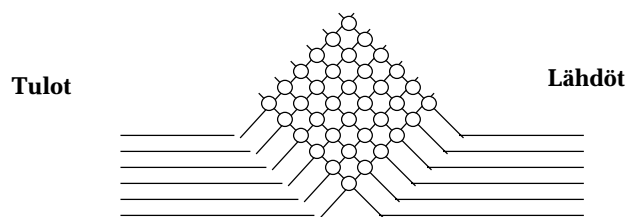
- ✓ Yhteys päätelaitteiden välillä on joko
  - § Kiinteä
  - § Kytkentäinen
- ✓ Kytkentäinen yhteys edellyttää mekanismia, joka yhdistää oikeat informaatiovirrat keskenään
- ✓ Informaation kytkentä suoritetaan *kytkentäkentässä*, jonka rakenne riippuu pitkälti *verkon toimintatavasta, käytössä olevasta teknologiasta ja vaaditusta kytkentäkapasiteetista*.
- ✓ Kaksi näkökulmaa: kombinatorinen ja teknologinen.

## *Kentän perustoimintoja ovat aika- ja tilakytkentä*

- ✓ Puhelinverkon keskuksat käyttävät usein sisäisesti PCM30 -kehystä tai sen monikertaa.
- ✓ PCM30 -kehys rakentuu aikajakoisella kanavoinnilla, joten yksittäinen puhekanava on sidottu ajassa kehykseen.
- ✓ Kommunikoivat päätelaitteet voivat sijaita eri PCM-yhteydellä, joten puhekanavat on sidottu myös tilaan(paikkaan), jossa ne tulevat keskukseseen.
- ✓ Edelliset ominaisuudet on helppo ottaa huomioon erillisissä aika- ja tilakytkentää suorittavissa kytkimissä.

## *Tilakytkin on kentän perusrakennuspalikka*

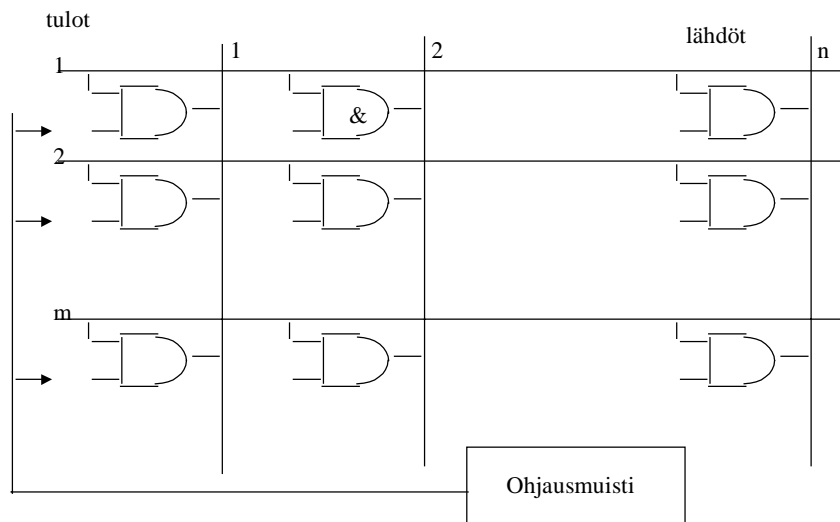
- ✓ Tilakytkin on yksinkertainen ristikytkentämatriisi, jonka kytkentäpisteitä ohjaamalla voidaan informaatiovirtaa suunnata.



## *Tilakytkimen ohjaus on syklistä tai jatkuvaa*

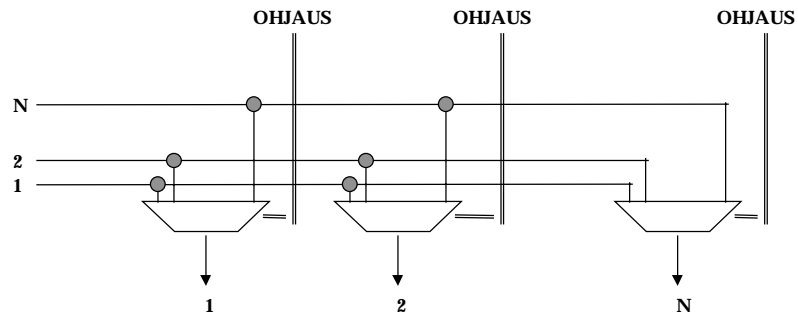
- ✓ Ohjaustapa riippuu kytkettävien johtojen luonteesta.
- ✓ Jos johdot ovat PCM30 -johtoja suoritetaan ohjaus syklisesti, siten, että ohjaus muuttuu aikavälin viimeisen bitin ja seuraavan aikavälin ensimmäisen bitin välissä.
- ✓ Jos johdot ovat 64kbit/s puhekanavia voi ohjaus olla kiinteä/jatkuvaa.

## *Tilaporras - esimerkki*



## Esimerkki (2) tilakytkimestä

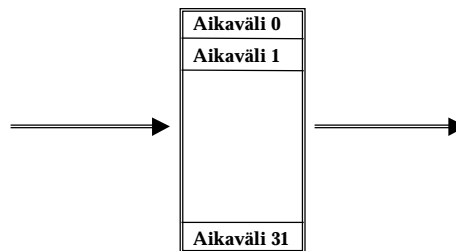
- ✓ Tilakytkin voidaan toteuttaa Nx1-multipleksereillä.



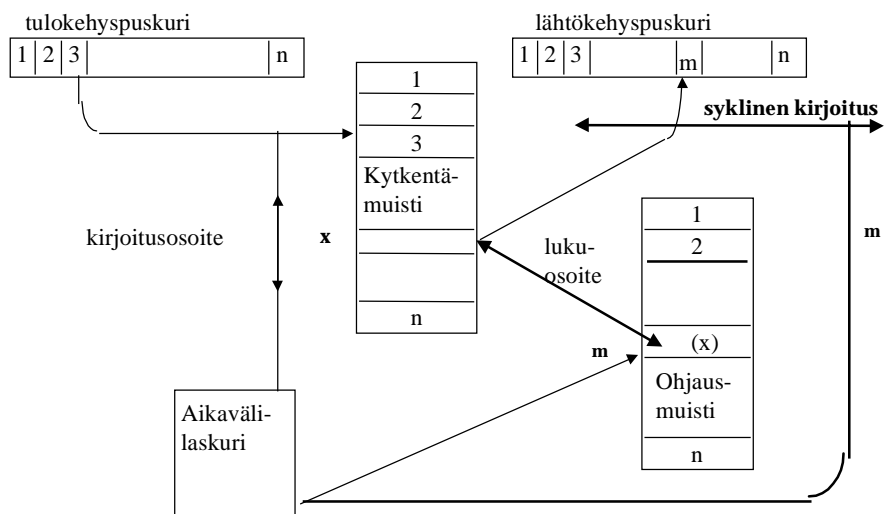
- ✓ Yhtein lähtöön voi kullakin hetkellä olla ja on kytkettynä tasan yksi tulo. Kuhunkin lähtöön menee aina jotakin.

## Aikakytkin järjestää aikavälit uuteen järjestykseen

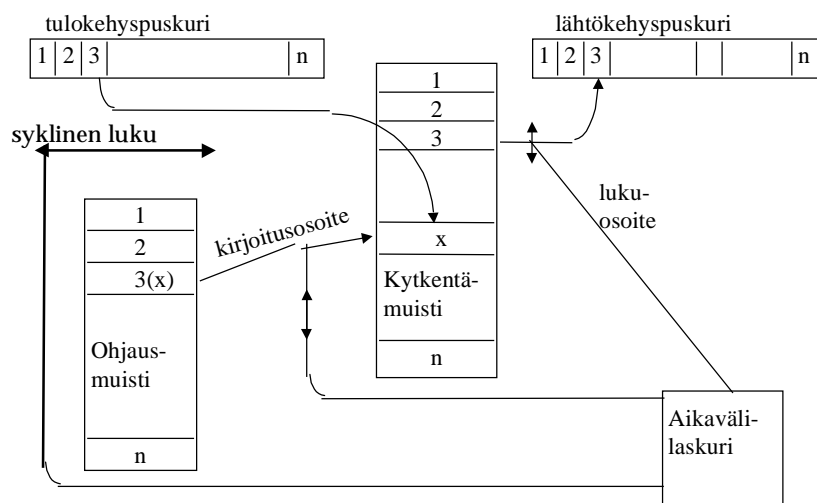
- ✓ Tilakytkin on muisti, joka puskuroid tulevan PCM30 -kehysten tai sen monikerran.
- ✓ Kehys luetaan muistista lähtevälle johdolle ohjauslogiikan määräämässä järjestyksessä.



## Aikaporras - sarjakirjoitus-osoiteluku



## Aikaporras - osoitekirjoitus-sarjaluku

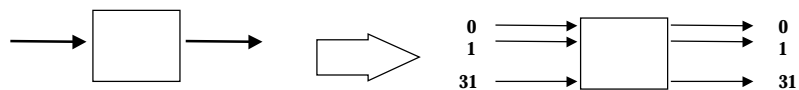


## *Aikakytkinten ominaisuuksia*

- ✓ Tulokehyspuskuriin bitit tulevat johtojen bittinopeudella, ne lähtevät lähtöpuskurista johdon bittinopeudella - siis edellisestä pitää lukea aikavälit samaan tahtiin ja jälkimmäiseen kirjoittaa samaan tahtiin ja järjestyksessä.
- ✓ kytkentämuistiin kohdistuu kehyksen aikavälimäärän verran kirjoituksia ja sama määrä lukuoperaatioita kehyksen aikana -> kytkentämuistin nopeus on kriittinen parametri: saatavilla oleva nopeus halutaan hyödyntää täysimääräisesti, mutta sen yli ei voida mennä ilman rinnakkaisuutta.
- ✓ ohjausmuistin nopeusvaatimus on hieman yli puolet kytkentämuistista, koska joskus kytkentöjä pitää myös muuttaa.

## *Aika-tila -analogia*

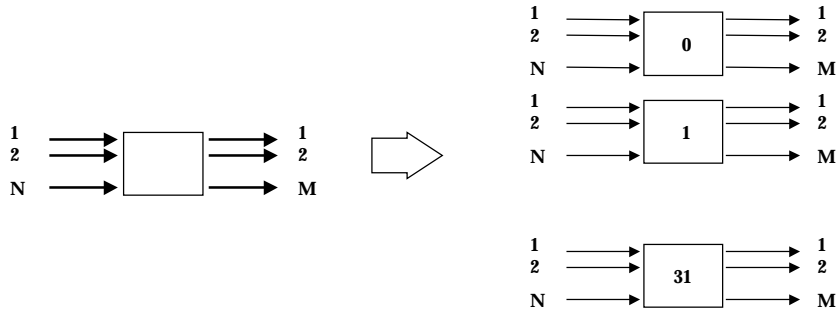
- ✓ Aikakytkentäinen PCM30 -kytkin on muunnettavissa tilakytkimeksi muuttamalla PCM30 -kehyksen aikavälit rinnakkaismuotoon.



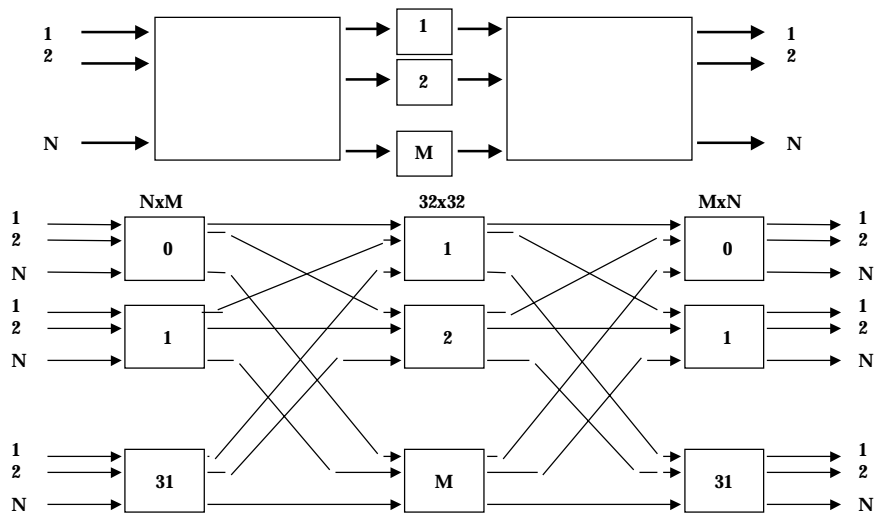
- ✓ Tilakytkin sijoittuu tulokehyspuskurin ja lähtökehyspuskurin väliin.
- ✓ Onko tämä looginen muunnos reilu?

## Tila-tila -analogia

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



## Esimerkki muunnoksesta





## *Tila- ja aikakytkimien ominaisuuksia*

### **Tilakytkimet**

- ✓ Peruskytkinten (AND-portti) lukumäärä kasvaa:  
tulojen lkm x lähtöjen lkm  
eli neliöllisesti.
- ✓ Lähtöjen nopeus määrittelee komponenttien nopeusvaatimuksen.
- ✓ Väylärakenteita sekä tuloissa että lähdöissä. Vaikeuttaa vian paikannusta.

### **Aikakytkimet**

- ✓ Kytkin- ja ohjausmuistin koko kasvaa :  
2 x aikavälien määrä  
eli lineaarisesti niin kauan kuin muistien nopeus riittää.
- ✓ Edullinen rakenne niin kauan kuin muistin nopeus riittää.
- ✓ Muistien nopeus määrää maksimikokoa.

## *KytKentäkenttä muodostetaan erilaisilla tila- ja aikakytkin kombinaatioilla*

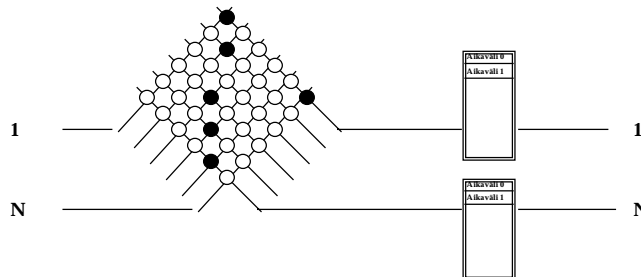
- ✓ KytKentäkenttä on yksittäisistä kytkimistä muodostettu verkko.
- ✓ Kaksisuuntainen tiedonsiirto edellyttää kahta läpikytkentää kytkentäkentässä.
- ✓ KytKentäkentän tulee olla pieni estoltaan - mielellään estoton.
- ✓ Estottomuus = kytkentä miltä tahansa tulolta mille tahansa tulolle on *aina* mahdollinen.
- ✓ Tehokas multicast on nykyään tyypillinen toiminnallinen vaatimus.

## *Kaksiportainen kytkentäkenttä*

- ✓ Mahdollisia aika- ja tilakombinaatioita ovat:
  - § Aika-aika (AA)
  - § Aika-tila (AT)
  - § Tila-aika (TA)
  - § Tila-tila (TT)
- ✓ AA-kenttä ei ole järkevä, koska yhdellä aikakytkennällä saavutetaan sama tulos kuin kahdella peräkkäisellä aikakytkennällä.
- ✓ TT-kenttä ei ole järkevä, koska kytkentäkentän estollisuus on suuri eikä saavuteta etua.

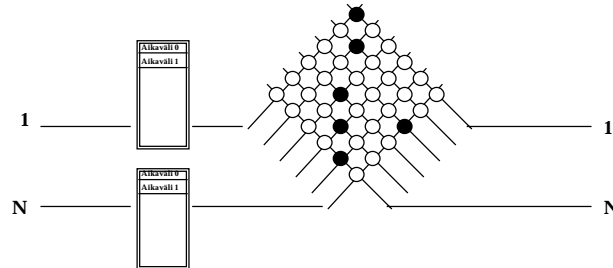
## *Tila-aika kytkentäkenttä*

- ✓ TA-kenttä on herkkä estolle, koska tilakytkentä ensimmäisenä vaiheena aiheuttaa estoa mielivaltaisesti valitulle väylälle.
- ✓ Kuvassa väylän 1 ja N yksittäiset aikavälit pyrkivät samalle lähtöväylälle nro 1.

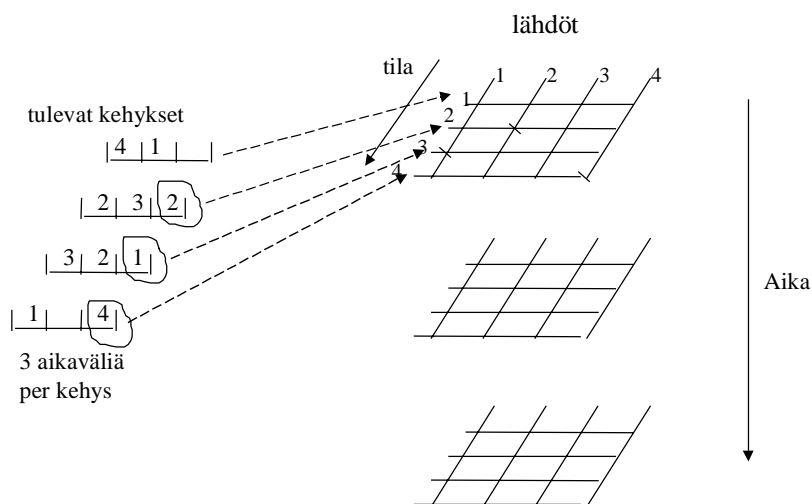


## Aika-tila kytkentäkenttä

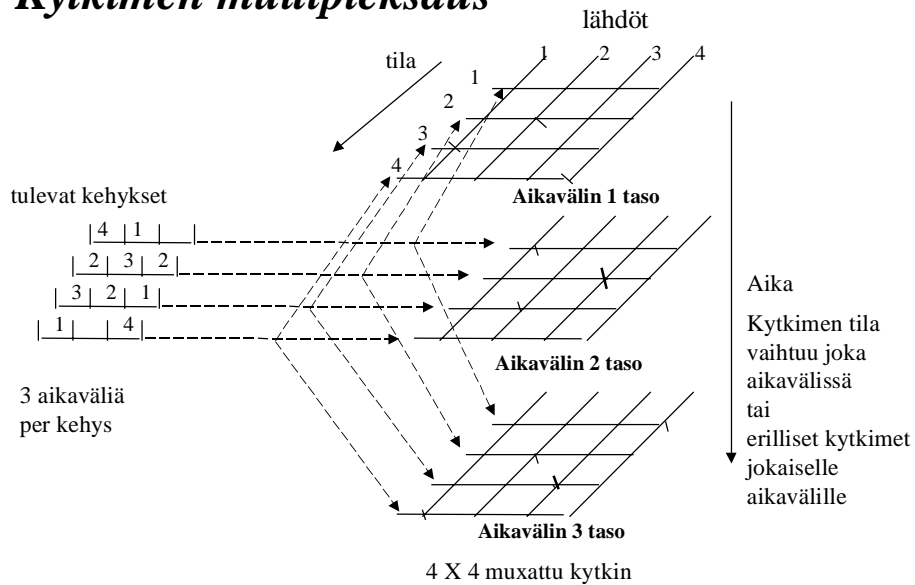
- ✓ AT-kenttä on rakenteeltaan vähäestoinen, sillä aikakytkin mahdollistaa aikavälien järjestelyn niin, että kytkentä tilakentässä on estotonta.



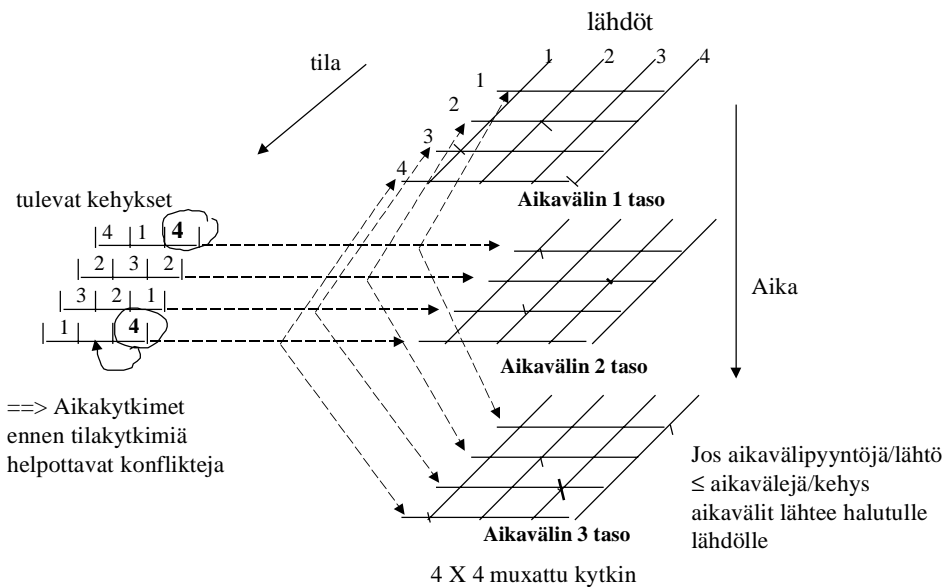
## Kytkimen multipleksaus



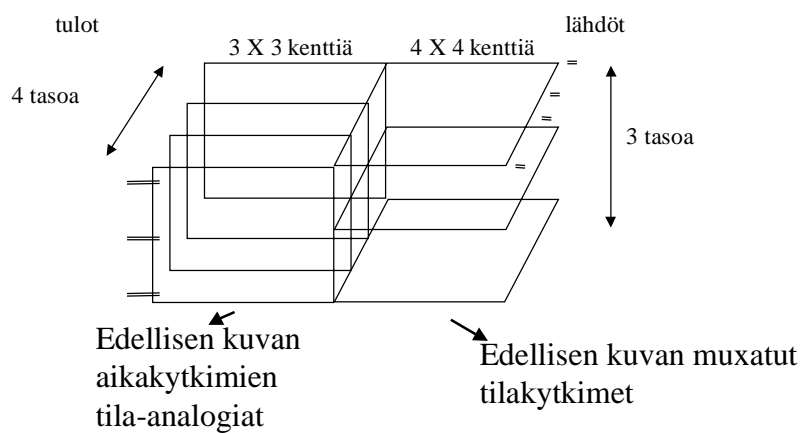
## Kytkimen multipleksaus



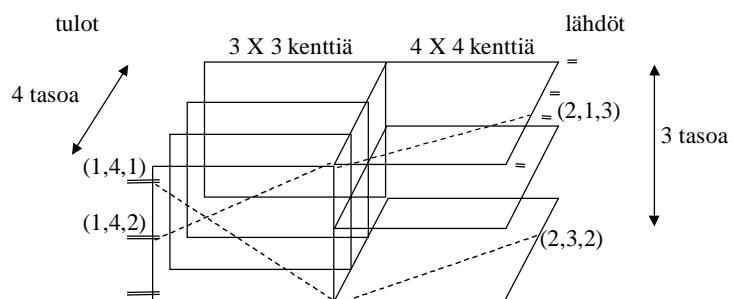
## Tulevien aikavälien järjestäminen



## *AT -kenttää vastaava TT -kenttä*



## *Kytkentä TT -kentässä*



**Koordinaatti (x,y,z)**

$\left| \begin{array}{c} | \\ | \\ | \end{array} \right|$  portti (tulo-tai lähtö)  
 | taso  
 porras

## *Kolmeportaiset kytkentäkentät*

- ✓ **Kolmeportaiset kytkentäkentät muodostuvat kolmesta peräkkäisestä aika- ja/tai tilakytkimestä.**
- ✓ **Mahdollisia toteutuksia ovat:**
  - § Aika-aika-aika (AAA) (ei merkitystä, ei kytkentää)
  - § 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) (ei merkitystä, estollinen)
- ✓ **Kolme kiinnostavaa uutta ratkaisua ATA, ATT ja TAT.**