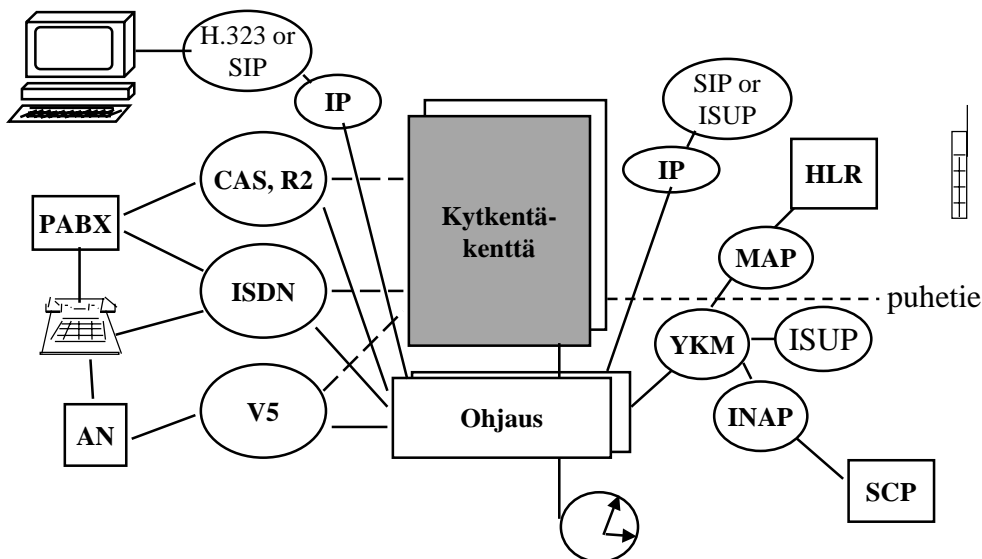


## *Piirikytkentäiset kytkentäkentät*

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

## *Kurssin kuva välitysjärjestelmästä*

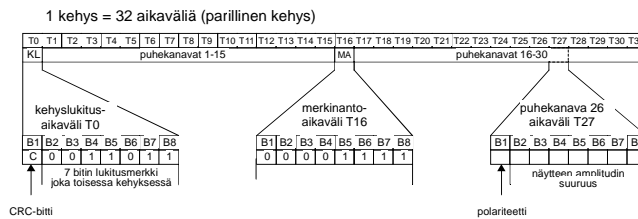


## Kapeakaistakenttä kytkee PCM-aikavälejä

✓ PCM30 -kehysten aikavälin nolla sisältö vaihtelee parittoman ja parillisen kehysten välillä

§ Parillinen kehys sisältää kehyslukituksen -> aikavälit löytyvät OK.

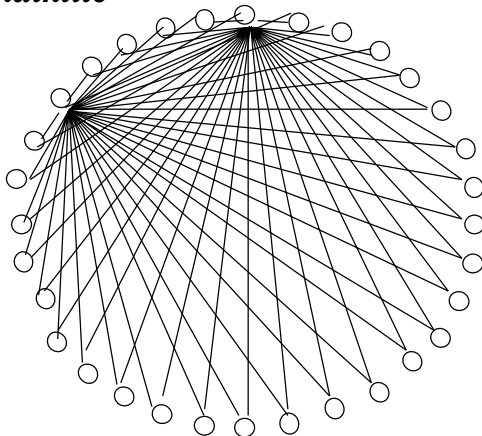
§ Pariton kehys sisältää hallintainformaation



✓ Puhelukanavan bittinopeus on 64kbit/s ja PCM30 -kehys siirretään 2,048 Mbit/s nopeudella.

✓ Ennen kytkentää nopeus voidaan muuttaa ja voidaan siirtyä aikavälien rinnakkaisesitykseen.

## Ilman kytkentää verkossa tarvitaan kiinteä yhteys kaikilta kaikille



$n*(n-1)/2$  yhteyttä - on tyypillinen skaalautumisongelma, jota tietoverkoissa joudutaan ratkaisemaan eri tavoin eri yhteyksissä.

Kytkekentän avulla näin voidaan puhelun tai lyhyemmäksi ajaksi kytkeä halutut johdot yhteen.

Kaksisuuntaisen puhutien muodostamiseksi on tehtävä kaksi kytkentää!

## ***Televerkoissa puhelinkeskukset ja digitaaliset ristikytkentälaitteet suorittavat kytkentää***

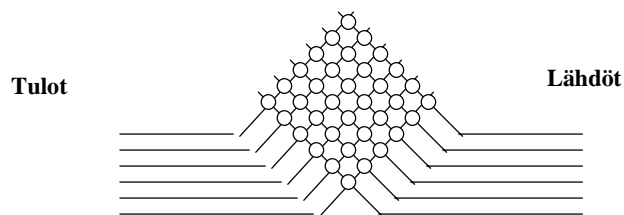
- ✓ **Yhteys päätelaitteiden välillä on joko**
  - § Kiinteä
  - § Kytkeäminen
- ✓ **Kytkeäminen yhteys edellyttää mekanismia, joka yhdistää oikeat informaatiovirrat keskenään**
- ✓ **Informaation kytkentä suoritetaan *kytkentäkentässä*, jonka rakenne riippuu pitkälti *verkon toimintatavasta, käytössä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

## ***Kentän perustoimintoja ovat aika- ja tilakytkentä***

- ✓ **Puhelinverkon keskukset 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 keskukseen.**
- ✓ **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.

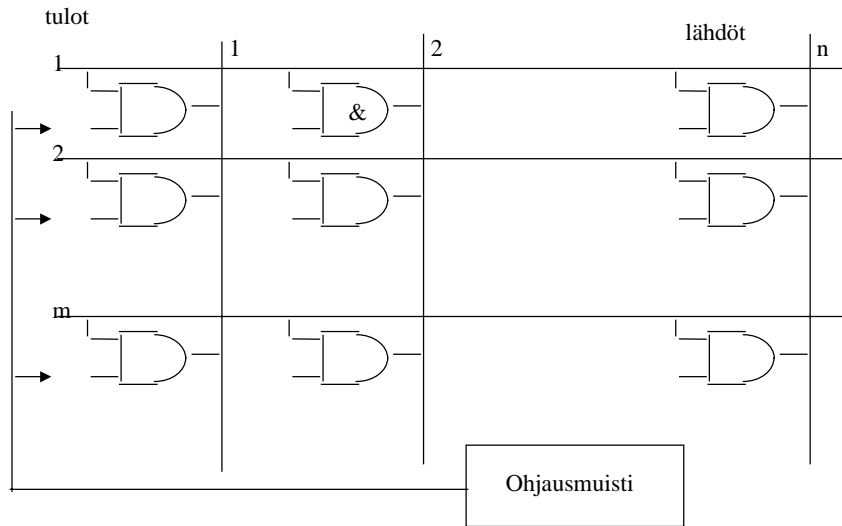


Kukin  voi olla auki tai kiinni  
Yhdessä lähdössä voi kerrallaan olla kiinni  
vain yksi kytkin

## *Tilakytkimen ohjaus on syklistä tai jatkuvaa*

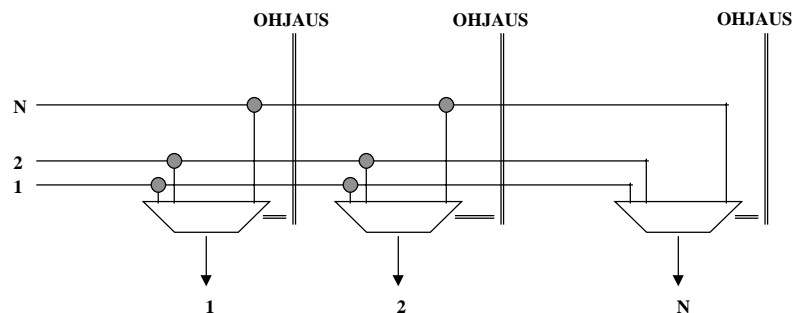
- ✓ Ohjaustapa riippuu kytkettävien johtojen luonteesta.
- ✓ Jos johdot ovat PCM30 -johtoja, suoritetaan ohjaus syklisesti siten, että ohjaus muuttuu aikavälin viimeisen bitin ja seuraavan aikavälin ensimmäisen bitin välissä.
- ✓ Jos johdot ovat 64kbit/s puhekanavia voi ohjaus olla kiinteä/jatkuvaa.

## Tilaporras - esimerkki



## Esimerkki (2) tilakytkimestä

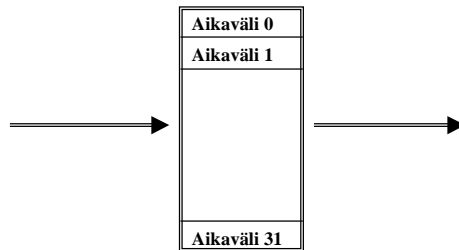
✓ Tilakytkin voidaan toteuttaa  $N \times 1$ -multipleksereillä.



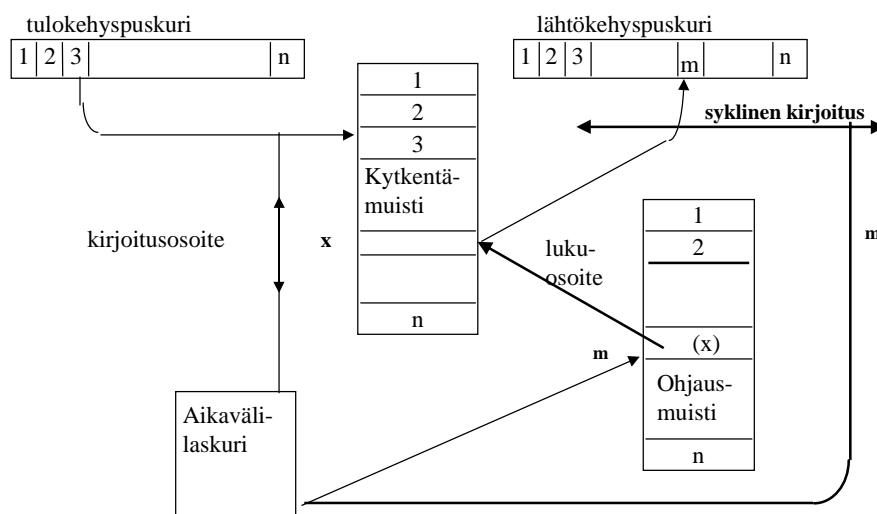
✓ Yhteen lähtöön voi kullakin hetkellä olla ja on kytkettynä tasan yksi tulo. Kuhunkin lähtöön menee aina jotakin.

## *Aikakytkin järjestää aikavälit uuteen järjestykseen*

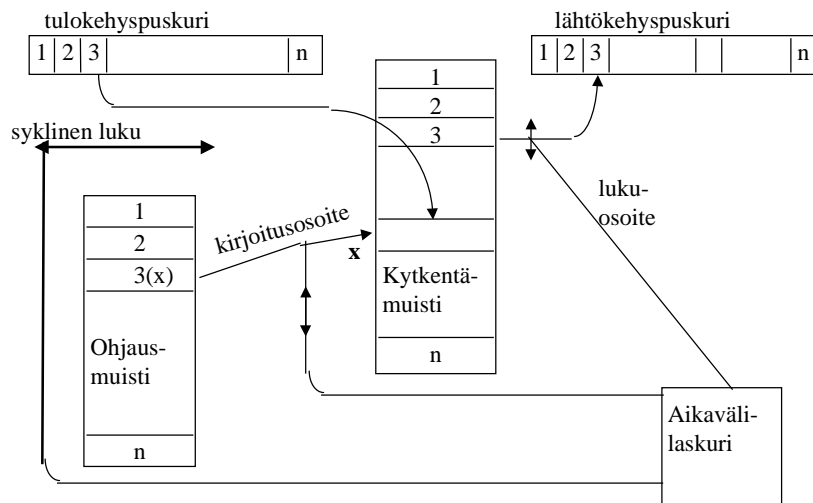
- ✓ Tilakytkin on muisti, joka puskuroi tulevan PCM30 -kehysten tai sen monikerran.
- ✓ Kehys luetaan muistista lähtevälle johdolle ohjauslogiikan määräämässä järjestyksessä.



## *Aikaporras - sarjakirjoitus-osoiteluku*



## Aikaporras - osoitekirjoitus-sarjaluku

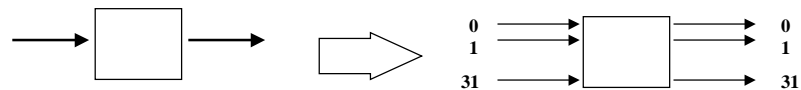


## Aikakytkinten ominaisuuksia

- ✓ Tulokehyspuskuriin bitit tulevat johtojen bittinoipeudella, ne lähtevät lähtöpuskurista johdon bittinoipeudella - siis pä 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 = monistamatta kytKentämuistia.
- ✓ Sarja-rinnan ja R/S -muunnos hyvä tehdä kehyspuskureissa
- ✓ ohjausmuistin nopeusvaatimus on hieman yli puolet kytKentämuistista, koska joskus kytKentöjä pitää myös muuttaa.

## Aika-tila -analogia

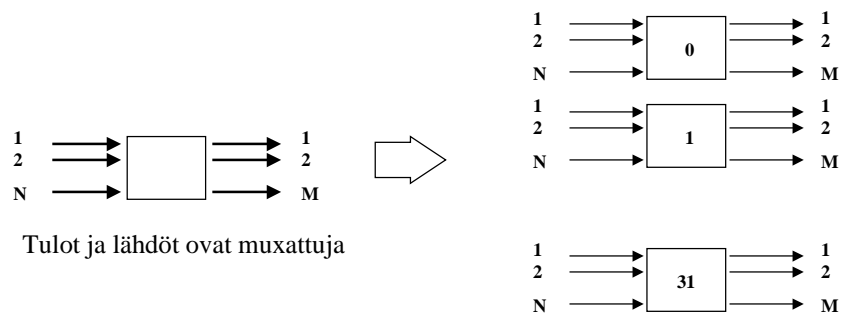
- ✓ Aikakytkentäinen PCM30 -kytkin on muunnettavissa tilakyttimeksi muuttamalla PCM30 -kehysten aikavälit rinnakkaisuotoon.



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

## Tila-tila -analogia

- ✓ Tilakytkenäinen PCM30 -kytkin on muunnettavissa puhtaaksi tilakyttimeksi jakamalla jokainen PCM30 -aikaväli omaan kytkimeen.

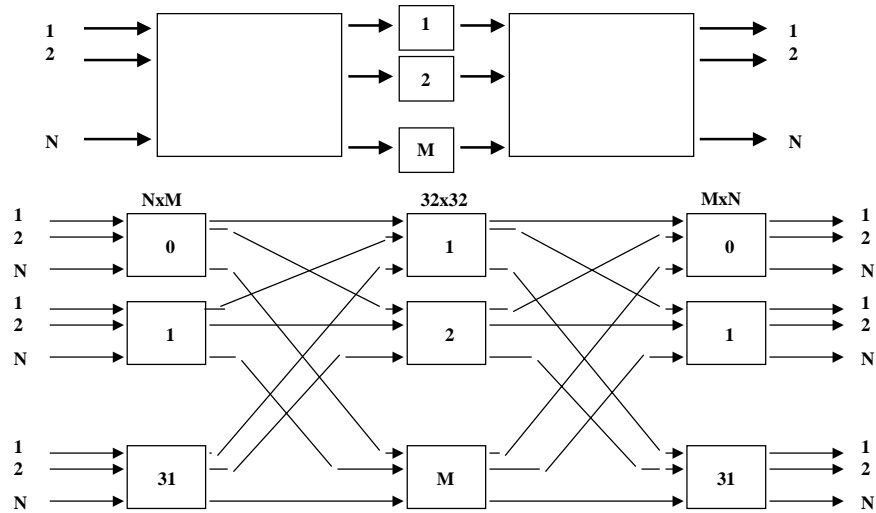


Tulot ja lähdöt ovat muxattuja

Aikavälin kytkemiseksi riittää ohjata yhtä yo laatikoista



## 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. Vaikuttaa vian paikannusta.

### Aikakytkimet

- ✓ Kytkin- ja ohjausmuistin koko kasvaa :  
 $km+om=2 \times 2 \times$  aikavälien määrä  
eli lineaarisesti niin kauan kuin muistien nopeus riittää.
- ✓ Edullinen rakenne niin kauan kuin muistin nopeus riittää.
- ✓ Muistien nopeus määrää maksimikoko.

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

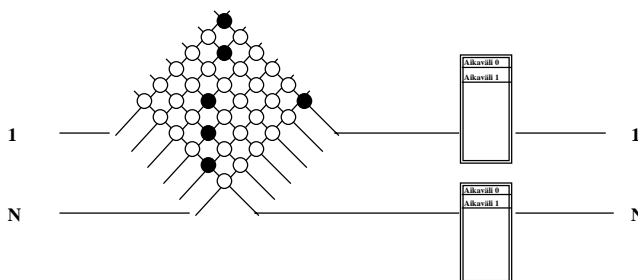
- ✓ Kytkentäkenttä on yksittäisistä kytkimistä muodostettu verkko.
- ✓ Kaksisuuntainen tiedonsiirto edellyttää kahta läpikytkentää kytkentäkentässä.
- ✓ Kytkentäkentän tulee olla pieni estoltaan - mielellään estoton.
- ✓ Estottomuus = kytkentä miltä tahansa tulolta mille tahansa tulolle on *aina* mahdollinen.
- ✓ Tehokas multicast on nykyään tyypillinen toiminnallinen vaatimus. Multicast = yksi tulo ohjataan yhtä aikaa moneen lähtöön.

## ***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.

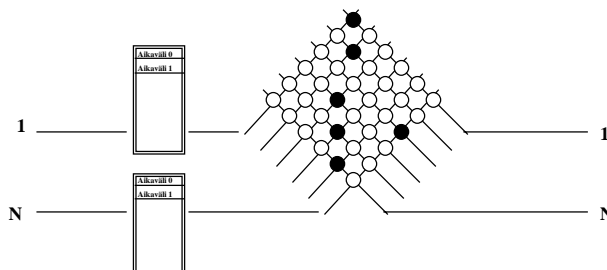
## *Tila-aika kytkentäkenttä*

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

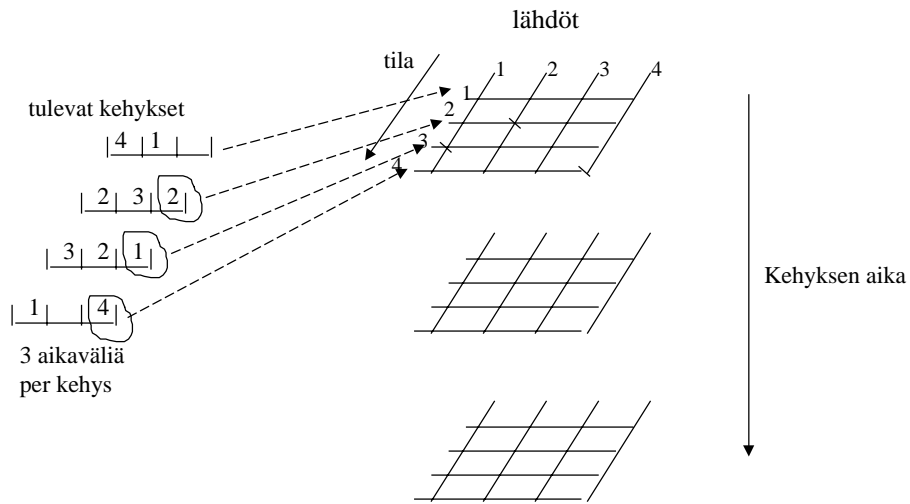


## *Aika-tila kytkentäkenttä*

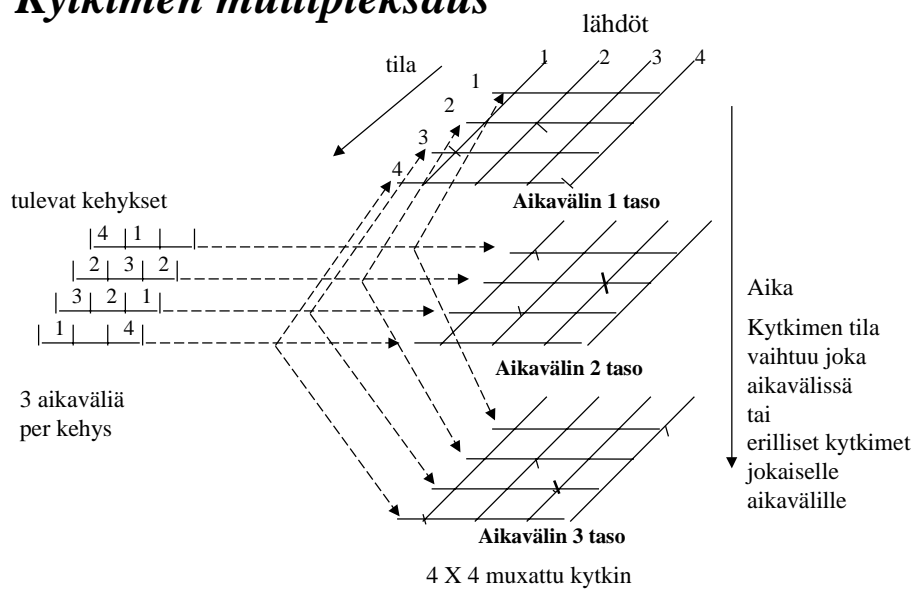
- ✓ AT-kenttä on rakenteeltaan vähäestoinen, sillä aikakytkin mahdollistaa aikavälien järjestelyn niin, että kytkentä tilakentässä on estotonta.



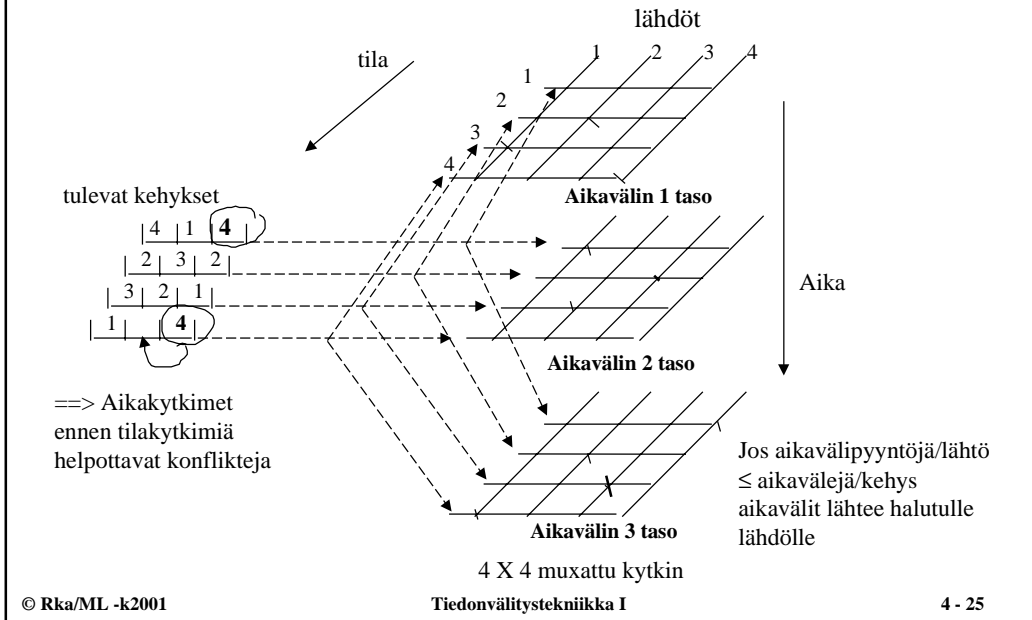
## Kytkimen multipleksaus



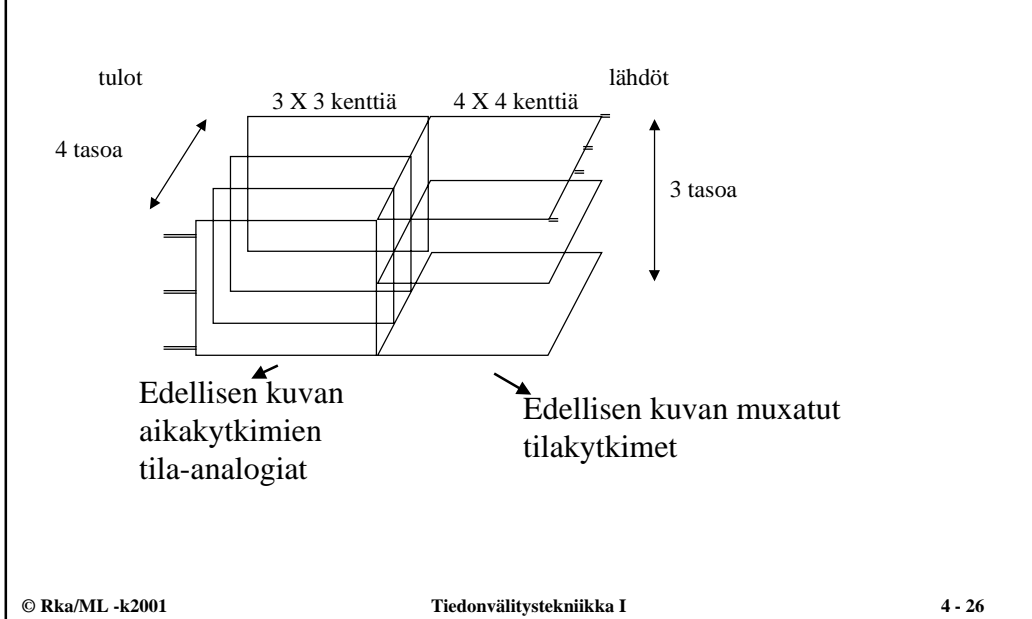
## Kytkimen multipleksaus



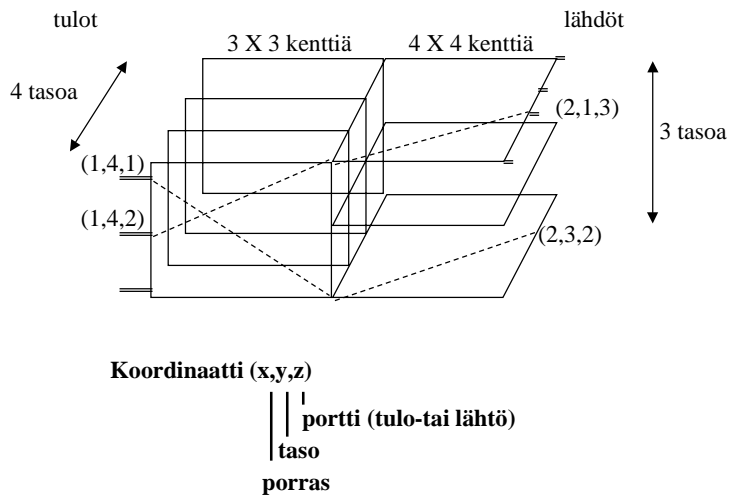
## Tulevien aikavälien järjestäminen



## AT -kenttää vastaava TT -kenttä



## Kytkentä TT -kentässä



## 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.