

## *S38.110 Merkinannot (1)*

### ✓ Merkinantojen mallinnus

- § Signaaliuokaaviona
- § Tilakoneena

### ✓ Päätelaitemerkinanto

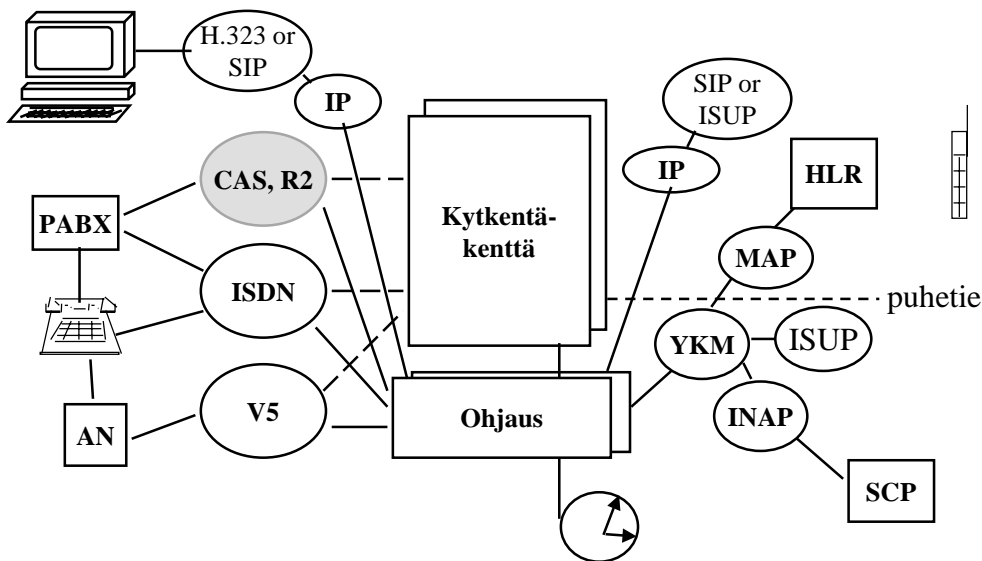
- § Pulssikoodi
- § Äänitaajuuskoodi

### ✓ Verkkomerkinanto

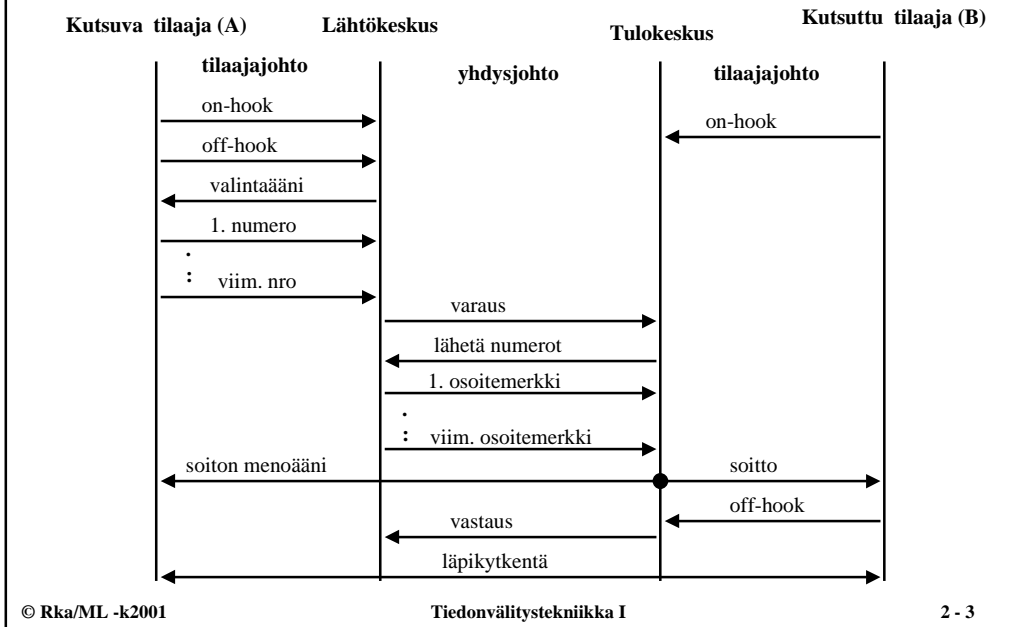
- § Rekisterimerkit
- § Johtomerkit

### ✓ R2

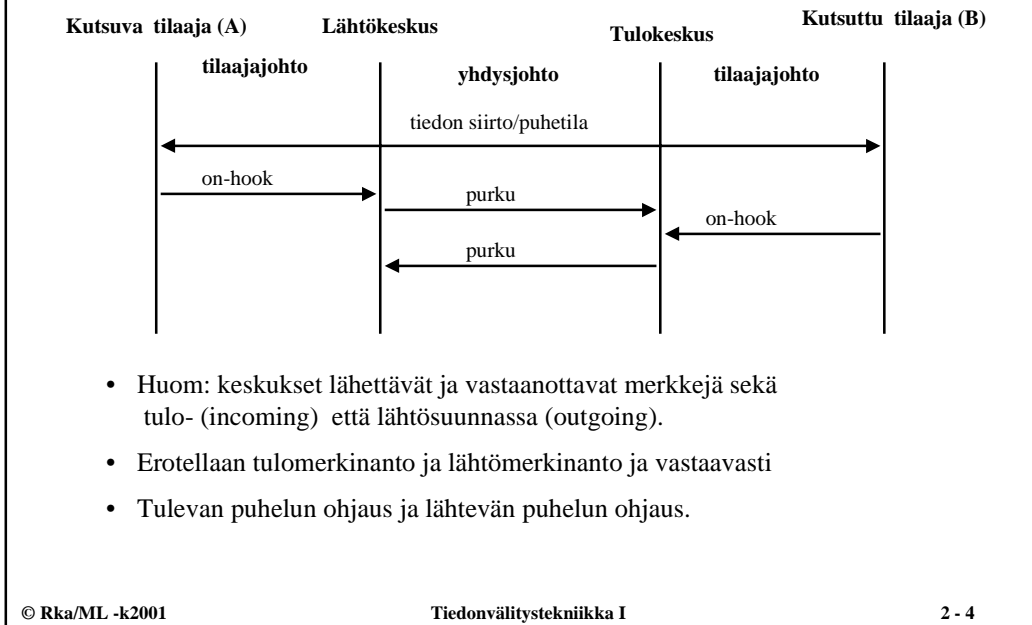
## *Kurssin kuva välitysjärjestelmästä*



## Signaalivuokaavio havainnollistaa päätoiminnan



## Signaalivuokaavio jatkuu



- Huom: keskukset lähettävät ja vastaanottavat merkkejä sekä tulo- (incoming) että lähtösuunnassa (outgoing).
- Erotellaan tulomerkinanto ja lähtömerkinanto ja vastaavasti
- Tulevan puhelun ohjaus ja lähtevän puhelun ohjaus.

# Merkinannon vastaanotin ja lähetin on helppo mallintaa laajennetuiksi tilakoneiksi.

Algebraalinen esitys

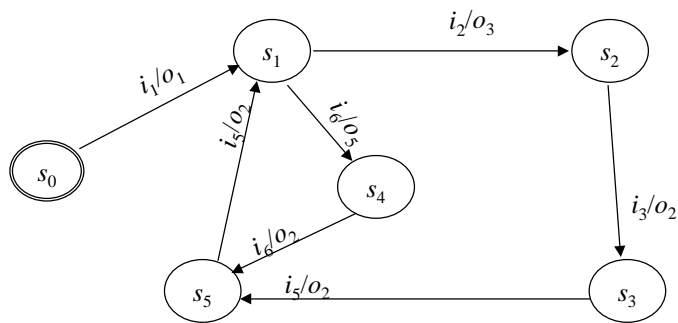
$\langle s_0, I, O, U, S, f_s, f_o, f_u \rangle$

$s_0$  - alkutila  
 $I$  - vastaanotettavien signaalien joukko  
 $O$  - lähetettävien signaalien joukko  
 $S$  - tilojen joukko  
 $U$  - tilamuuttujien arvojen joukko  
 $f_s : (S \times I \times U) \rightarrow S$  - seuraava tila  
 $f_o : (S \times S) \rightarrow O$  - lähetettävä signaali  
 $f_u : (S \times S) \rightarrow u_s \subset U$  - tilamuuttujien uudet arvot

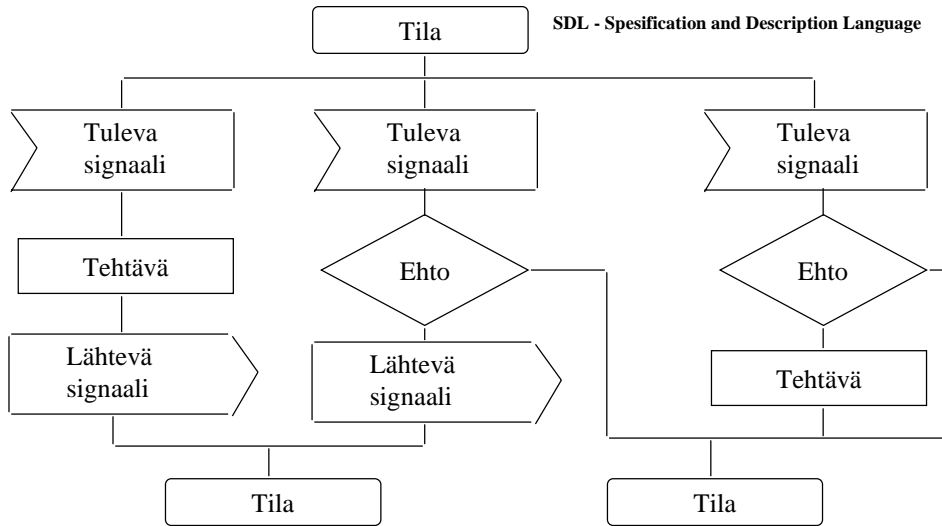
$I_s \subset I$  - tilassa  $s$  vastaanotettavien signaalien joukko

$i \in I_s$  voivat olla yksikäsitteisiä tai kontekstiriippuvia.

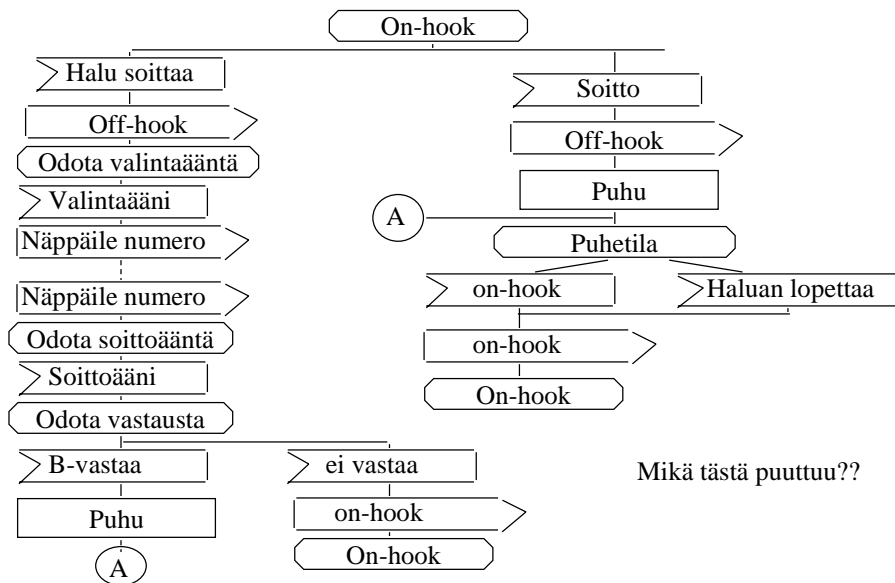
## Tilakoneiden graafinen esitys



## Tilakoneen SDL esimerkki



## Tilaaja SDL -tilakoneena



## *Tilakoneiden ohjelmallinen suoritus*

```
Initialisation
Do Forever
    Receive Message
    A <- Branch (State, (Secondary state,) Message)
    Execute Transition (A)
Od
```

- Ohjelmallinen suoritusmalli 1: Transitio suoritetaan aina loppuun ennen seuraavaa keskeytystä (non-pre-emptive scheduling)
- Suoritusmalli 2: Transitio voidaan keskeyttää milloin vain, jos korkeaprioriteettisempi tehtävä ilmaantuu (pre-emptive scheduling)
- Toteutuksesta riippuen yo Transitio saa sisältää uuden Receive:n tai ei.

## *Tilakoneen taulukko esitys*

Nykyinen tila	Seuraava tila		
	Tuleva signaali		
	$i_0$	$i_1$	$i_2$
$s_0$	$s_1$	$s_0$	$s_0$
$s_1$	$s_1$	$s_2$	$s_1$
$s_2$			

## ***Merkinanto ohjaa verkon resursseja puhelun käyttöön***

- ✓ Merkinanto eli signalointi on päätelaitteen ja toisen keskuksen lähettämää ohjausinformaatiosta, jolla keskusten toimielimiä ohjataan johonkin tiettyyn tilaan.
- ✓ Puhelun tila sisältää puhelulle kiinnitettyjen resurssien (aikavälit, merkkivastaanottimet ja lähettimet, muisti, prosessit, tietueet jne) kirjanpidon.
- ✓ Merkinantotietoa välitetään merkeillä, jotka voivat olla dekadisia pulsseja, äänitaajuussignaaleja tai (sanomamuotoista) binääridataa.
- ✓ Kun merkkejä välitetään tilaajajohdon avulla päätelaitteen ja keskuksen välillä puhutaan *päätelaitemerkinannosta*.
- ✓ Vastaavasti kun kaksi keskusta kommunikoi keskenään yhdysjohdon välityksellä puhutaan *verkkomerkinannosta*.

## ***Merkinantojärjestelmä***

- ✓ Merkinantojärjestelmä on tietty  $\langle s_0, I, O, U, S, f_s, f_o, f_u \rangle$ .
- ✓ Merkinantojärjestelmän yksi keskeinen rakennetekijä on se, miten merkinantotieto liitetään puhelun puheteiehen.
- ✓ Puhelinverkossa on käytössä, sen digitalisointi-asteesta riippuen, seuraavia merkinanto muotoja:

Verkko	Päätelaitemerkinanto	Verkkomerkinanto
Analoginen	Impulssi- tai äänitaajuusvalinta	Kanavakohtainen
Digitaalinen	Impulssi- tai äänitaajuusvalinta	YKM
ISDN	ILM	YKM

## *Päätelaitemerkinanto*

- ✓ Päätelaite lähettää verkkoon informaatiota joko pulssi- tai DTMF-merkkeinä.
- ✓ DTMF-merkit muodostetaan kahden taajuuden yhdistelminä.
- ✓ Taajuudet on valittu siten, että ne eivät ole toistensa harmonisia monikertoja:
  - § Saavutetaan hyvä immuniiteetti puheäänelle
  - § Estetään vapaa äänen vaikutus ensimmäiseen valintaan
  - § Minimoidaan tilaajasilmukan vaikutus (vaimennus riippuvainen taajuuden neliöjuuresta)

## *DTMF-merkit syntyvät näppäinpuhelimella*

	1209Hz	1336Hz	1447Hz	1633Hz
697Hz	1	2	3	A
770Hz	4	5	6	B
852Hz	7	8	9	C
941Hz	*	0	#	D

## *Pulssimerkit saadaan aikaan numerolevyllä*

- ✓ Pulssimerkit muodostetaan tilaajasilmukan katkomisella.
- ✓ Merkit muodostetaan katkomalla silmukkaa 60 ms pätkissä, joiden välissä on 40 ms tauko.
- ✓ Näin syntyvien pulssien määrä = merkki.
- ✓ Kahden merkin välissä on 400-800 ms tauko.

## *Vasteet päätelaitteelle*

- ✓ Päätelaite saa tilaajasilmukkaan vasteita lähetetyille merkeille.
- ✓ Vasteita ovat:

Merkitys	Taajuus	Aika
Valintaääni	425 Hz	jatkuva
Soitonmerkki	425 Hz	1s, 4s tauko
Varattu	425 Hz	300 ms soi 300 ms tauko
Jonotus	950 Hz	650 ms
	950 Hz	325 ms
	1400 Hz	1300 ms
		2600 ms tauko



## ***Muodostusmerkinanto*** on yhteyden muodostusproseduuri, joka rakentaa yhteyden kahden päätelaitteen välille läpi verkon

- ✓ Verkkomerkinanto jakautuu kahteen eri merkinantovaiheeseen: muodostus- eli rekisterimerkinantoon ja johtomerkinantoon.
- ✓ Muodostusmerkinanto käyttää hyväkseen keskuksissa olevia lähtö- ja tulorekistereitä, mistä johtuu nimitys rekisterimerkinanto.
- ✓ Muodostusmerkinannon päätyttyä siirrytään soittotilaan ja puhelun muodostamiseen varatut laite-elimet vapautetaan muiden kutsujen käyttöön.

*Termit lähtö- ja tulorekisteri periytyvät koordinaatti- ja relekeskuksista. Digitaaliokeskuksissa vastaavat toiminnot hoidetaan ohjelmilla. Rekisterimerkinantovaiheen erottelu omaksi vaiheekseen ohjelmallisessa toteutuksessa säästää muistia, mutta hankaloittaa ohjaustoimia puhelun aikana. Muistin halvettua ja ISDN vaatimusten myötä jako rekisterivaiheeseen ja johtomerkinantoon tuli toissijaiseksi.*

## ***Johtomerkinanto hoitaa puhelun valvonta- ja purkuvaiheita***

- ✓ Johtomerkinantoa käytetään kanava- ja johtokohtaisten laitteiden ohjaamiseen tarvittavien merkkien siirtoon.
- ✓ Johtomerkinantoon siirrytään, kun yhteyden muodostusvaihe päättyy ja puhelun väylöitys on suoritettu.
- ✓ Johtomerkinannolla valvotaan yhteyden purkamista sekä lähetetään laskutustietoa laskentapisteeseen.
- ✓ Purkamisen aikaiset keskuselinten vapauttamiskäskyt päättävät yksittäisen puhelun merkinannon

## *Puhelinkeskuksen numeroanalyysi liittää väylöityksen signaloinnista saatavaan tietoon*

### ✓ Analyysiin voivat vaikuttaa

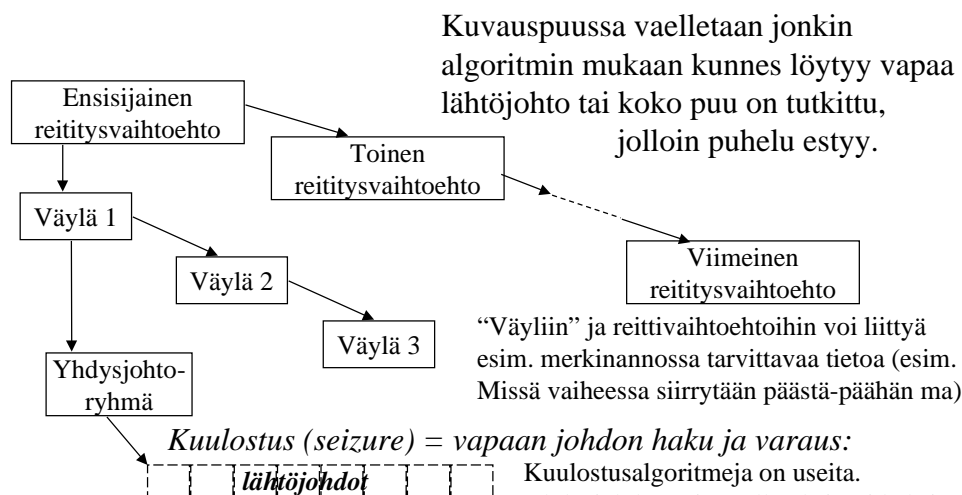
- § valittu numero (muodostusmerkinannosta)
- § puhelun tulosuunta (joukko yhdysjohtoja muodostaa suunnan),
- § alkuperä tai tilaajaluokka (esim. operaattori - ks. R2 ryhmä II)

### ✓ Analyysi voi palauttaa

- § joukon reititysvaihtoehtoja
- § ohjeen numeromuunnosta (esim 0800-numero):  
tällöin analyysi voidaan joutua tekemään uudestaan

### ✓ Analyysipuut rakennetaan operaattorin MML-komennoilla reittisuunnitelman perusteella

## *Esimerkki reittikuvauksista*



## *Verkkomerkinannon merkkejä*

Johto/Muod	Merkki	Suunta
J	Varaus	->
M	Valmis valintaan	<-
M	Varauksen kuittaus	<-
M	Valinta	->
M	Tiellä esto	<-
M	Valinta perillä	<-
M	B -tilaaja vapaa	<-
M	B -tilaaja varattu	<-
J	B -tilaaja vastaa	<-
J	Laskenta	<-
J	B -tilaaja sulkee	<-
J	Purkamispyyntö	<-
J	Purkaminen	->
J	Purkamisen kuittaus	<-
J	Teljentä	<-
J	Teljentä pois	<-

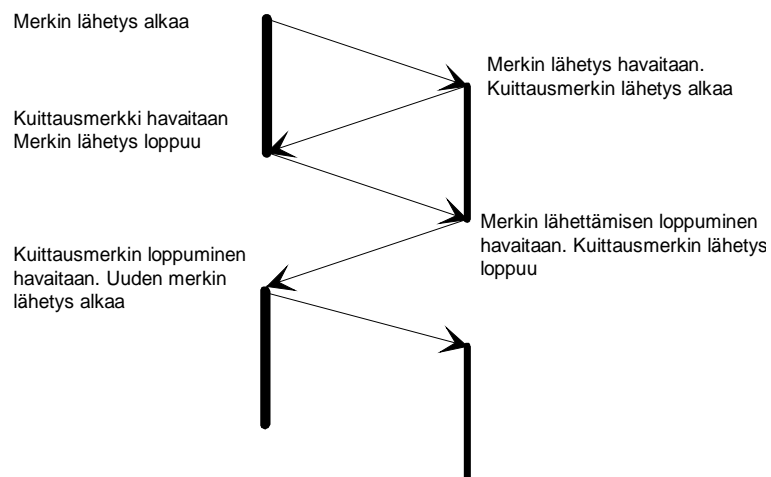
## *Kanavakohtainen merkinanto*

- ✓ Kanavakohtaisten merkinantojärjestelmien suunnittelun lähtökohtana on ollut analogisten keskusten relelogiikalla toteutettu sisäinen merkinanto.
- ✓ Kanavakohtaisissa merkinantojärjestelmissä tieto merkinantokanavan ja puhekanavan yhteydestä on sidottu toisiinsa tila-, taajuus- tai aikajakoisesti.
  - § Tilajakoisessa toteutuksessa on jokaista puhekanavan johdinparia kohden oma merkinanto johdinpari. Haastaa verkon johdinkapasiteettia, minkä takia onkin kehitetty erilaisia kanavointimenetelmiä.
  - § Taajuus- ja aikajakoisissa kanavoinneissa tieto merkinannosta on liitetty kyseisten kanavien sijaintiin. Aikajakoista tekniikkaa käytetään PCM -järjestelmissä, joissa merkinantoa kuljetetaan merkinannolle varatussa aikavälissä (16) ja yhteys puhekanavaan muodostetaan ns ylikehyksen avulla.

## *R2 ja N2*

- ✓ Kanavakohtaisista verkkomerkinantojärjestelmistä Suomessa käytetyin on ITU-T:n R2. Siemensin N2 oli myös laajasti käytössä HPY:llä.
- ✓ R2 on analogisista verkkomerkinannoista monipuolisin ja perustuu ITU-T määrittelyyn.
- ✓ R2 on toiminnallisesti pakko-ohjattu järjestelmä. Siinä lähettäjä lähettää merkkiä niin kauan, kunnes vastaanottava keskus lähettää kiittausmerkin. Näin on varmistettu merkinannon perillepääsy ja aikaansaatu mahdollisimman nopea kommunikointi erityyppisten keskusten välille.

## *Pakko-ohjaus menetelmä*



## *R2 ja merkkien välitys*

- ✓ R2 -merkinantojärjestelmä perustuu *päästä päähän -merkinantoon*. Siinä välillä olevat keskuksat saavat vain omaan välilyöntikseen tarpeellisen tiedon, jonka jälkeen ne kytkevät yhteyden seuraavalle portaalle ilman lähetettyjen merkkien uudelleenmuodostusta.
- ✓ R2:ssa hyödynnetään MFC-koodausta, jossa merkki muodostetaan kahden äänitaajuuden yhdistelmänä. Sekä lähettävälle ja vastaanottavalle suunnalle on omat kuusi taajuutta, joten niiden kombinaatioina saataisiin 15 merkkiä kumpaankin suuntaan.
- ✓ Nämä 15 merkkiä on ryhmitelty siten, että kumpaankin suuntaan on kaksi ryhmää, joiden käyttöä ohjaa vastaanottava pää.

## *'Eteenpäin'-merkit*

Merkki	Ryhmä I	Ryhmä II
1	1	Tavallinen liittymä
2	2	etuoikeutettu liittymä
3	3	kokeilulaite
4	4	rahapuhelin
5	5	välittäjä
6	6	dataliittymä
7	7	tavallinen liittymä
8	8	dataliittymä
9	9	etuoikeutettu liittymä
10	0	välittäjä
11	Vr -erikoispalvelupaik	siirretty puhelu
12	Pyyntöä ei hyväksytty	kansallinen varaus
13	Kokeilulaite	kansallinen varaus
14	Telelaitoksen sisäinen	kansallinen varaus
15	Numerolähetys loppu	kansallinen varaus

## 'Taaksepäin'-merkit

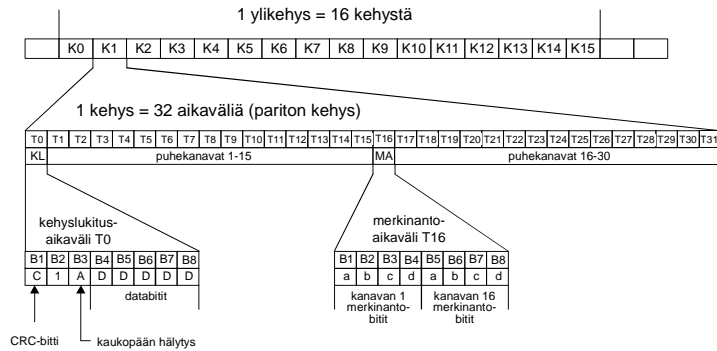
Merkki	Ryhmä A	Ryhmä B
1	Lähetä seuraava numero	Tilaajaliittymä vapaa
2	Lähetä edellinen numero	Lähetä opasteääni
3	Siirry vastaanottamaan B-merkkejä	Tilaajaliittymä varattu
4	Esto kansallisessa verkossa	Esto
5	Ilmoita A-tilaajan luokka	Kytkeä matkaviestin
6	Kytke läpi puhetielle	Tilaajaliittymä vapaa, maksullinen
7	Lähetä numero n-2	Tilaajaliittymä vapaa, maksuton
8	Lähetä numero n-3	Tilaajaliittymä epäkunnossa
9	Ilmoita A-tilaajan kansallinen numero	Ohjaa puhelu tuloverkkoryhmän puhelinpalveluun
10	Telelaitoksen sisäinen	Tilaajanumero muuttunut

## R2-johtomerkit

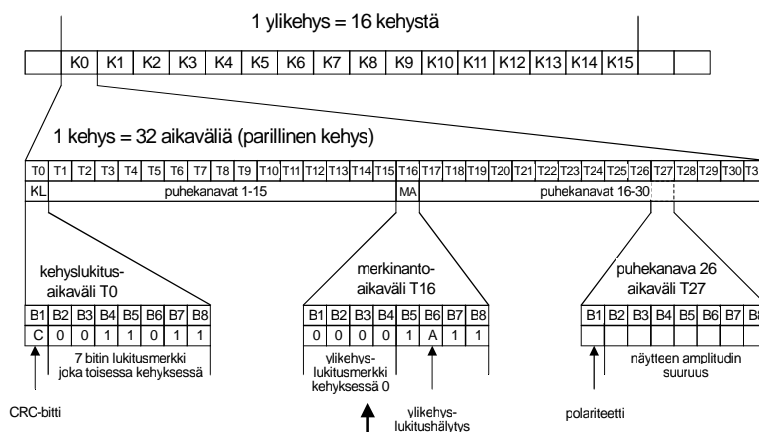
- ✓ Johtomerkinantoja R2:lle on luotu monia. Suomessa yleisimmin käytetty lienee PCM -johtomerkit. PCM -johtomerkit lähtetään PCM -kehyksen aikavälissä 16 siten, että aikavälin ylikehysrakenteesta määritellyt 4 bittiä (a, b, c ja d) käytetään seuraavasti:

Merkki	a	b	c	d	a	b	c	d
Lepotila	1	0	0	1	1	0	0	1
Varaus	0	0	0	1	1	0	0	1
Varauksen kuittaus	0	0	0	1	1	1	0	1
B -tilaaja vastaa	0	0	0	1	0	1	0	1
Laskenta	0	0	0	1	1	0	0	1
B -tilaaja sulkee	0	0	0	1	1	1	0	1
Purkamispyyntö	0	0	0	1	0	0	0	1
Purkaminen	1	0	0	1	1	1	0	1
Purkaminen	1	0	0	1	0	1	0	1
Purkaminen	1	0	0	1	0	0	0	1
Telkääminen	1	0	0	1	1	1	0	1
Rinnankytkentä	0	1	0	1	1	1	0	1

## PCM-kehysrakenne



## Parillinen PCM 30 -kehys



Tämä pätee vain K0:lle, muissa parillisissa ks. Edellinen kalvo

## ***Merkinanto yhteyden muodostuksen jälkeen***

- ✓ Kanavakohtaisessa merkinannossa on huomattava se, että yhteyden muodostumisen jälkeen ei päätelaitteilla voida ohjata verkon toimintaa.
- ✓ Tämä johtuu merkinannon sulkeutumisesta tilaajan ja keskuksen välillä.
- ✓ Tätä ongelmaa on kierretty valvomalla puhekanavan liikennettä ja sillä mahdollisesti lähetettäviä DTMF-merkkejä. Tämän takia merkkien tulee olla immuuneja puhesignaalin sisällölle.
  - § Tunnetaan myös ns. Välirekisterikutsu, jolla rekisterimerkinantoon voidaan palata valvontamerkinannosta.

## ***Analogisten merkinantojen rajoitukset***

- ✓ Rajallinen merkkivalikoima --> vaikeus toteuttaa uusia palveluita.
- ✓ Merkkien monimerkityksisyys --> ohjelmallisen käsittelyn modularisointi vaikeaa.
- ✓ Merkinannon tilakone ohjaa keskuksen resursseja "mikrotasolla" -> monimutkaiset ohjelmat.
- ✓ Tarvitaan erilliset laitteet analogisten merkkien muuntamiseksi binäärimuotoon. Esim DSP (digital signal processor) vastaanotin DTMF ja R2-merkeille.
- ✓ Puhekanavan ja merkinantokanavan kiinteä sidos --> ei merkinantoa ilman puhekanavaa.
- ✓ Hankaluus ohjata puhelua muodostusvaiheen jälkeen --> palvelurajoituksia.
- ✓ Maa- ja valmistajakohtaisuus.