

1. SS7 – KESKUSTEN VÄLINEN MERKINANTO

Merkinanto on puhelimen käyttäjille täysin näkymättömissä oleva asia. Monelle käyttäjälle olisi varmaan suuri yllätys, jos hän saisi tietää, miten suuren bittien vilinän hän saa aikaan merkinantoverkossa pelkällä peruspuhelulla, puhumattakaan siitä jos käytetään hyväksi jotain televerkon palvelua.

Tämä esitys keskittyy keskusten väliseen merkinantoon. Aluksi tarkastellaan eri merkinantojärjestelmiä yleisesti ja tätä kautta yritetään valottaa lukijalle, miksi keskusten väliseen merkinantoon on kehitetty SS7-merkinantoverkko.

Esityksessä käydään läpi SS7-merkinantoverkon eri komponentit ja SS7-protokolla ja sen suhde OSI-malliin. Lisäksi käydään läpi merkinantosanomien sanomarakenne ja eri kenttien merkitykset. Lopussa otetaan lähempään tarkasteluun ISUP-sanomat ja käydään läpi esimerkki ISUP-sanomista puhelun muodostuksessa ja purkamisessa.

1.1 Yleistä merkinannosta

Merkinantoa eli signalointia käytetään televerkoissa yhteyksien muodostamiseen, valvontaan ja purkamiseen. Merkinantojärjestelmät voidaan jakaa niiden teknisen toteutuksen perusteella kanavakohtaiseen merkinantoon (CAS, Channel Associated Signalling) sekä yhteiskanavamerkinantoon (YKM), jonka englanninkielinen vastine on CCS (Common Channel Signalling).

Kanavakohtainen merkinanto edustaa merkinannoista vanhempaa tekniikkaa, jossa tietylle puhekanavalle tarkoitettu merkinanto voidaan sitoa puhekanavaan kolmella tavalla:

- Tilajakoisesti. Jokaisella puhejohtimella on oma merkinantojohtimensa
- Taajuusjakoisesti. Merkinanto kuljetetaan puheyhteyden kanssa samassa taajuuskaistassa (300-3400 Hz). Esimerkiksi tietty SF (Single Frequency) -taajuus voi tarkoittaa, että johto on vapaa tai tiettyjen taajuuskombinaatioiden (DTMF-äänit) avulla voidaan lähettää valintanumeroita.
- Aikajakoisesti. PCM -järjestelmää käytettäessä aikavälissä 16 siirretään ko. PCM -yhteyden puhekanavien merkinanto. Kullekin puhekanavalle on kiinteästi varattu neljä bittiä tietyn kehyksen aikavälissä 16 jokaisessa ylikehyksessä (koostuu 16 kehyksestä). Tällöin jokaisella puhekanavalla on jatkuvasti käytössään 2 kbit/s siirtokapasiteettia merkinantoon.

Kanavakohtaisen merkinannon toteuttaminen aikajakoisesti mahdollisti suhteellisen nopeat yhteyden kytkentäajat ja jonkin verran palveluja. Palveluvaatimusten lisääntyessä kytkentäajat olisivat kuitenkin nousseet, koska yhä suurempi määrä informaatiota piti kuljettaa yhdelle puhekanavalle kiinteästi varatun merkinannon siirtokapasiteetilla (2 kbit/s). Puutetta korjaamaan kehitettiin yhteiskanavamerkinanto, YKM.

Yhteiskanavamerkinannossa kullekin puhekanavalle ei ole varattu mitään kiinteätä siirtokapasiteettia, vaan kaikki merkinantoliikenne tapahtuu sanomapohjaisesti. Tämä tehostaa huomattavasti merkinantokanavan siirtokapasiteetin käyttöä ja lyhentää näin kytketymsaikoja.

Semanttisessa mielessä termi yhteiskanavamerkinanto on hieman harhaanjohtava, sillä usein aikajakoisen kanavakohtaisen merkinannon luullaan kuuluvan YKM:oon. Sekaannusten välttämiseksi olisikin parempi käyttää YKM:n tilalla kuvaavampaa termiä sanomapohjainen merkinanto.

1.1.1 Merkinanto televerkon eri komponenttien kesken

Televerkko jakautuu karkeasti päätelaitteisiin ja operaattoreiden omistamiin keskuksiin ja niiden välisiin siirtojärjestelmiin.

Päätelaitteet kommunikoivat keskuksien kanssa liittymämerkinannolla. Esimerkiksi ISDN –pätelaitte, kuten vaihde, kommunikoi keskuksen kanssa ILM –merkinannolla, joka on Suomen tapauksessa ETS 300 102 –standardin mukainen EuroISDN –merkinanto.

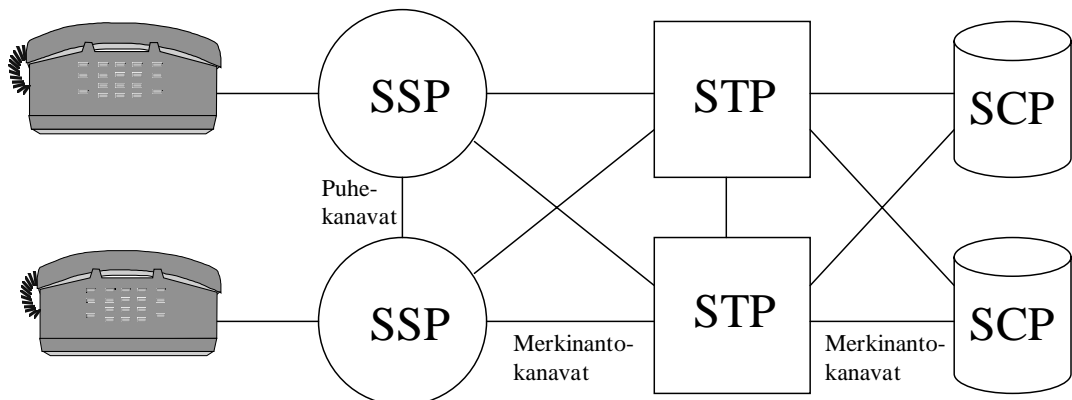
Keskusten välinen merkinanto pohjautuu ITU-T:n määrittelemään Common Channel Signalling System No: 7 eli SS7 –merkinantojärjestelmään, josta ETSI on tehnyt oman standardin Eurooppaan. SS7 on sanomapohjainen merkinantojärjestelmä ja tästä johtuen SS7:sta käytetään –ehkä virheellisestikin– synonyymiä YKM. YKM on yleistermi sanomapohjaisille merkinannoille, siihen kuuluu siis paljon muitakin merkinantoja kuin SS7!

1.2 Mikä on SS7?

SS7 –verkko muodostuu merkinantopisteistä (Signaling Point, SP) ja niitä yhdistävistä merkinantokanavista (SS7 Links). Merkinantopisteillä on kullakin yksilöllinen tunnistenumero, johon myös sanomien reititys perustuu. Merkinantopisteet voidaan edelleen jaotella seuraavasti:

- Palvelun kytkentäpiste, SSP (Service Switching Point)
- Merkinannon siirtopiste, STP (Signal Transfer Point)
- Palvelun ohjauspiste, SCP (Service Control Point)

Merkinantopisteiden jakoa on hahmotettu kuvassa 1.



Kuva 1. SS7 signalointipisteet

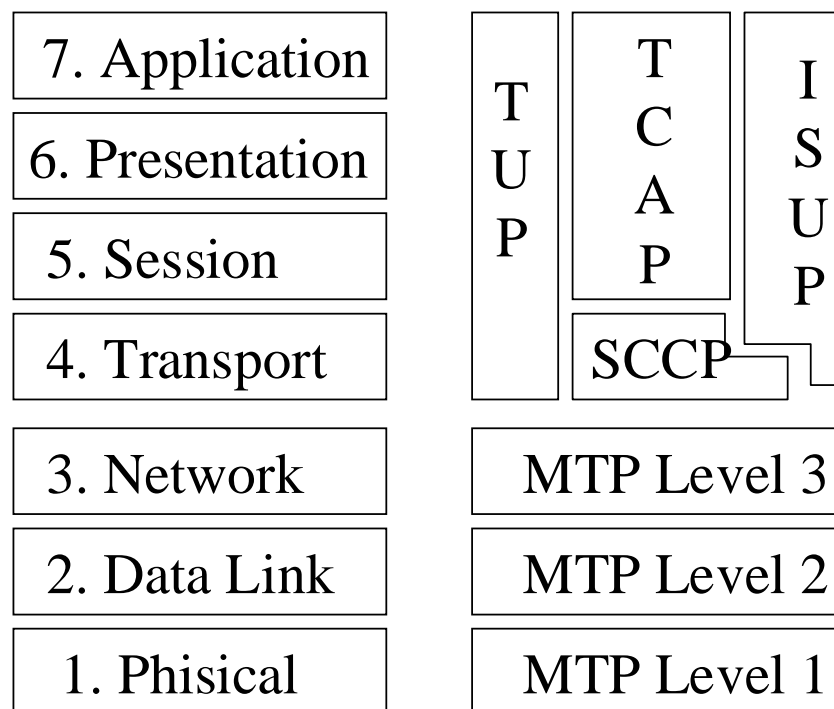
Palvelun kytkentäpisteellä (SSP) tarkoitetaan niitä keskuksia, joihin yhteyden muodostaja ja kohde ovat liittyneet. Niissä siis muodostetaan ja vastaanotetaan merkinantosanomia.

Merkinannon siirtopisteen (STP) tehtävä on vastaanottaa merkinantosanomia ja lähettää ne eteenpäin. STP on siis pakettikytkin, joka välittää sanomat osoitekoodin perusteella seuraavalle STP:lle tai kohteen SSP:lle. Suomessa ei toistaiseksi ole itsenäisiä merkinannon siirtopisteitä, vaan tällaiseen keskukseseen on liitetty myös yhdysjohtoja.

Palvelun ohjauspisteen (SCP) avulla toteutetaan älyverkon palvelut. SCP on itse asiassa tietokanta, joka välittää sanomapohjaisella merkinannolla tietokantahakujen sanomia muihin merkinantopisteisiin.

1.3 SS7 protokolla arkkitehtuuri

SS7 -verkko perustuu tasorakenteeseen, joka ei kaikilta osin vastaa OSI-mallia. Seuraava kuva selvittää tasorakenteen ja OSI-mallin vastaavuuksia.



Kuva 2. OSI –malli ja SS7 –protokollapino

SS7 –verkon toiminnot on jaettu yhteiseen sanomansiirto-osaan (MTP, Message Transfer Part), merkinantoyhteyden ohjausosaan (SCCP, Signalling Connection Control Part) ja eri käyttäjille tarkoitettuihin käyttäjäosiin (User Part, UP). MTP on kolmitasoinen siirtojärjestelmä, joka siirtää merkinantosanomaa luotettavasti käyttäjien välillä. Käyttäjäosia on monenlaisia eri tarkoituksia ja palveluja varten.

1.3.1 MTP Level 1

Vastaa OSI –mallin fyysistä tasoa eli määrittelee merkinantokanavan fyysiset, sähköiset ja toiminnalliset ominaisuudet. Merkinantokanavana käytetään tavallisesti PCM -väylän yhtä aikaväliä eli 64 kbit/s –yhteyttä. Kansallisessa televerkossamme merkinantokanavana käytetään aikaväliä 1.

1.3.2 MTP Level 2

Määrittelee toiminnot merkinantosanomien luotettavalle siirrolle yhdellä merkinantolinkillä. MTP Level 1 ja 2 tarjoavat yhdessä luotettavan merkinantokanavan kahden merkinantopisteen välille.

Merkinantosanomaa siirretään merkinantokanavassa vaihtelevan pituisina sanomayksikköinä. Sanomayksiköt sisältävät sekä sanomien ohjaus- että merkinantotiedon. Sanomayksiköitä on kolmea eri tyyppiä:

- Täytesanomayksikkö (Fill-in Signal Unit, FISU)

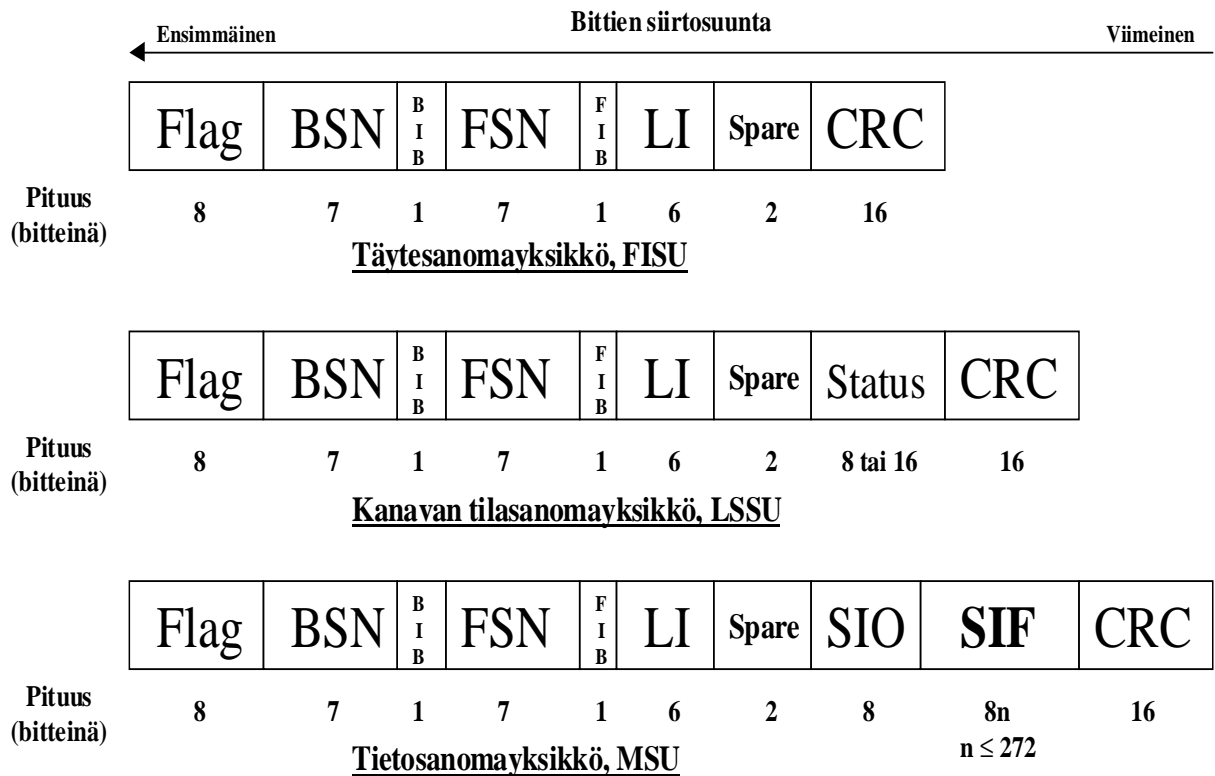
- Kanavan tilasanomayksikkö (Link Statuts Signal Unit, LSSU)
- Tietosanomayksikkö (Message Signal Unit, MSU)

Mikäli merkinantokanavalla ei ole normaaliolosuhteissa tietosanomayksiköitä (MSU) tai tilasanomayksiköitä (LSSU) lähetettävänä, lähetetään tällöin jatkuvasti täytesanomayksiköitä (FISU). Koska FISU - sanomasta voidaan laskea CRC, voidaan yhteyden laatua samalla jatkuvasti tarkkailla.

Tilasanomayksiköitä (LSSU) lähetetään erikoistilanteissa, joissa on tarpeen viestittää vastapäälle merkinantokanavan tilan muutoksista.

Käyttäjä- ja sovellusosien merkinantoinformaation siirto tapahtuu tietosanomayksiköitä (MSU) käyttäen. MSU –sanoma voi sisältää myös merkinantoverkon hallintasanoman.

Seuraavasta kuvasta ilmenee kunkin sanomayksikön sisältö.



Kuva 3. MTP Level 2 sanomayksiköt

Sanomayksiköiden kenttien selitykset:

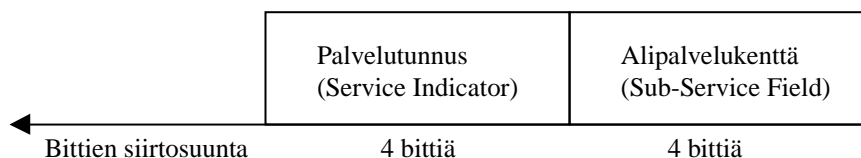
Flag: Kehysmerkki, joka rajaa tietosanomayksikön alun ja lopun sanomassa vain tässä kentässä käytetyllä bittikuviolla "01111110".

BSN (Backward Sequence Number) ja **FSN** (Forward Sequence Number): Lähetys- ja kuittausnumerot.

FIB (Forward Indicator Bits) ja **BIB** (Backward Indicator Bits): Lähetys- ja kuittausbitit eteen- ja taaksepäin.

LI (Length Indicator): Pituusilmaisimien ilmoittaa sanomayksiköiden pituuden ja erottaa tieto-, tila- ja täytesanomayksiköt toisistaan.

SIO (Service Information Octet): Palveluinformaatio-oktetti (kuva 4) muodostuu palvelutunnuksesta (Service Indicator) ja alipalvelukentästä (Sub-Service Field).



Kuva 4. Palveluinformaatio-oktetti

Palvelutunnuksella määritellään, onko sanoma tarkoitettu jollekin MTP:n toiminnolle vai käyttäjä- tai sovellustasolle seuraavan taulukon mukaisesti:

Taulukko 1. Palvelutunnuksen bittien merkitys

Palvelutunnus	Käyttäjäosa
0000	Merkinantoverkon hallinta
0001	Merkinantoverkon testaus ja huolto
0011	Merkinantoyhteyden ohjausosa SCCP, (Signaling Connection Control Part)
0100	TUP , (Telephone User Part)
0101	ISUP , (ISDN User Part)
0110	Datakäyttäjäosa (Data User Part, DUP): yhteyden muodostus
0111	DUP: yhteyden purku
1000	Sanoma-siirto-osan tekemä käyttäjäosan testaus

Alipalvelukenttä puolestaan sisältää verkkotunnuksen, jolla erotetaan kansainvälisen ja kansallisen merkinantoverkon sanomat toisistaan.

SIF (Signalling Information Field): MTP Level 3:n ja käyttäjäosan sanomat.

CRC (Cyclic Redundancy Check): tarkistussumma.

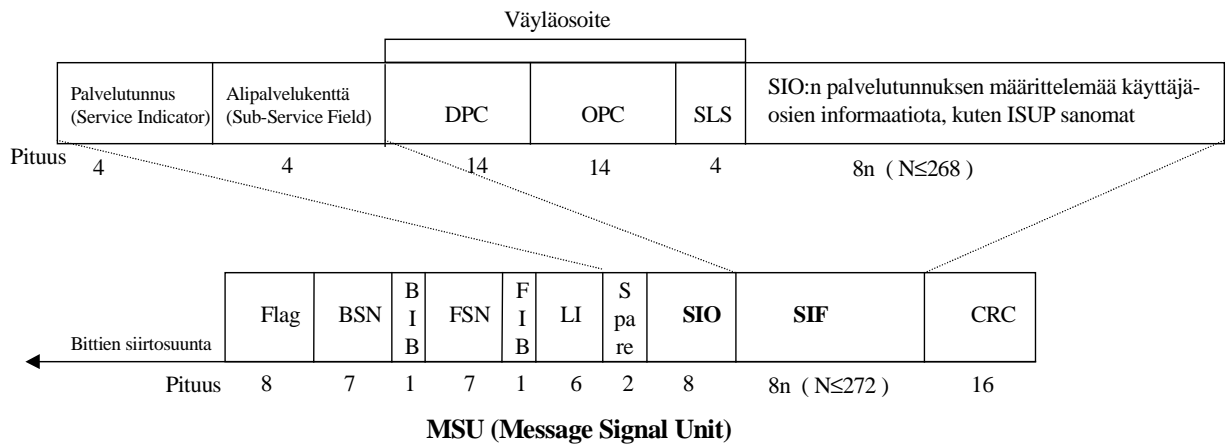
1.3.3 MTP Level 3

Kerros hoitaa sanomien reitityksen SS7 –verkon merkinantopisteiden välillä määränpääksi tarkoitettuun merkinantopisteeseen.

Reititys tapahtuu MSU –tietosanomayksikön SIF –kentän alussa olevan väyläosoitteen perusteella. Väyläosoite koostuu lähtö- ja osoitepistekoodista (Originating Point Code, OPC ja Destination Point Code, DPC) sekä merkinantokanavien kuormanjakoon käytettävästä kanavanvalintakoodista SLS (Signalling Link Selection). Jos väyläosoitteen osoitepistekoodi vastaa merkinantopisteen omaa osoitepistekoodia, on sanoma saavuttanut

määränpäänsä ja se ohjataan palvelutunnuksen perusteella SCCP:lle tai jollekin käyttäjäosalle kuten ISUP:lle.

Seuraavasta kuvasta käy ilmi väyläosoitteen sijainti SIF –kentässä:



Kuva 5. SIO ja SIF –kenttien sisältö

1.3.4 Merkinantoyhteyden ohjausosa, SCCP

SCCP tarjoaa yhteydettömiä ja yhteydellisiä palveluita MTP3 tason päällä. Sitä käytetään laajentamaan MTP-tason tarjoamaa osoiteavaruutta.

1.3.5 Käyttäjäosat

Käyttäjäosia ovat mm. puhelinkäyttäjäosa TUP (Telephone User Part), ISDN-käyttäjäosa ISUP (ISDN User Part), NMT-käyttäjäosa MUP (Mobile User Part) sekä GSM-käyttäjäosa MAP (Mobile Application Part).

Tämä esitys tulee jatkossa keskittymään ISDN-käyttäjäosaan ISUP:iin.

1.4 ISUP

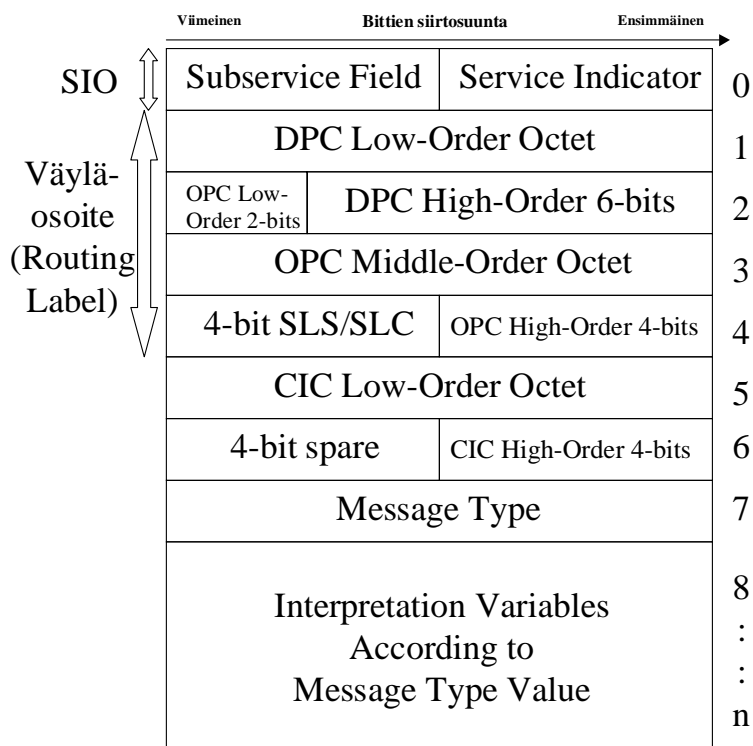
ISUP-sanomat kontrolloivat puhe- ja datayhteyksien muodostamista ja purkamista eri keskusten välillä. Huomattavaa on siis, että samassa keskuksessa muodostetut yhteydet eivät käytä ISUP-sanomia. ISUP mahdollistaa monien erilaisten puhelinpalvelujen toteuttamisen.

ISUP:n peruspalvelut on määritelty ITU-T:n suosituksissa Q.761-764 ja 766 sekä lisäpalvelut suosituksissa Q.730-737. Kansainvälisillä yhteyksillä ETSI on määritellyt ISUP:sta omat standardinsa ETS 300 356 1 – 19. Kansalliset poikkeukset ja vaatimukset on esitetty standardeissa SFS 5689 ja SFS 5779. Tällä hetkellä kansallisessa televerkossa on käytössä ISUP:sta versio 2 (SFS 5779).

1.4.1 ISUP:n sanomarakenne

Kuten kuvasta 5. kävi ilmi, ISUP-informaatio kuljetetaan MSU-tietosanomayksikön SIF-kentässä. SIF-kenttä sisältää väyläosoitteen, jota

seuraa varattavalle puhejohdolle kuuluva identifiointikoodi CIC (Circuit Identification Code). Tämän jälkeen on varsinaisen ISUP-sanoman tyyppi (esim. IAM ACM, ANM, REL, RLC) ja loput on tähän sanoman tyyppiin kuuluvaa informaatiota. Seuraava kuva selventää asiaa:



Kuva 6. ISUP:n sanomarakenne

1.4.2 ISUP:n sanomatyypit

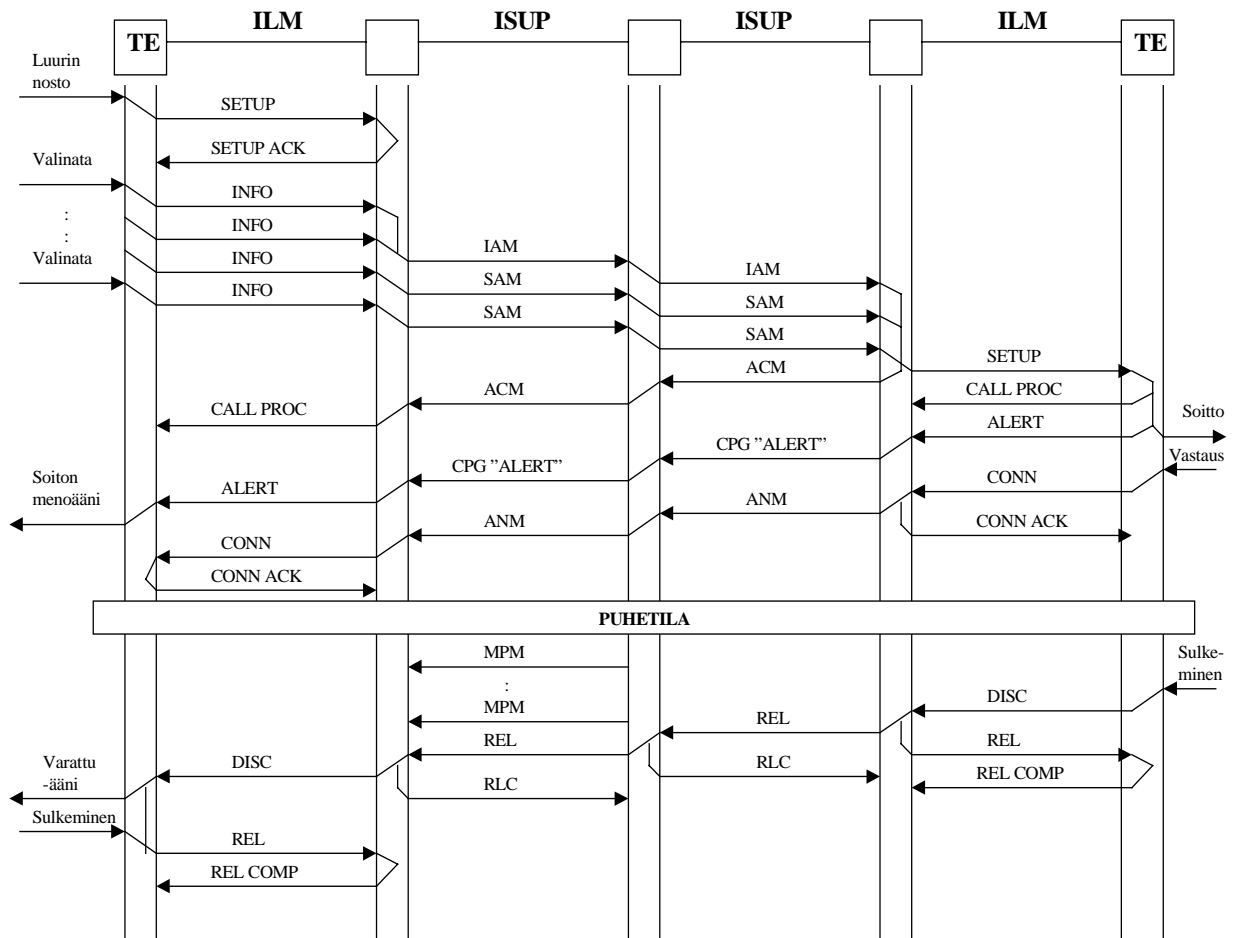
Seuraavassa on lueteltu tärkeimmät ISUP:ssa käytetyt sanomatyypit:

- Address complete (ACM); Numerot vastaanotettu: Lähetetään taaksepäin kun B-tilaajan keskus on vastaanottanut kaikki tarvittavat osoitemerkit puhelun ohjaamiseksi kutsuttuun liittymään.
- Answer (ANM); Vastaus: Taaksepäin lähetettävä sanoma, joka ilmaisee, että puheluun on vastattu. Sanomaa voidaan käyttää puhelun veloituksen käynnistämiseen.
- Call progress (CPG); Puhelun eteneminen: Taaksepäin lähetettävä sanoma, joka ilmaisee että puhelun muodostumisvaiheessa esiintynyt tapahtuma pitää ilmaista kutsuvalle käyttäjälle.
- Initial address (IAM); Aloitusosoite: Sanoma lähetetään eteenpäin käynnistämään lähtöjohdon varaus ja siirtämään osoite ja muuta puhelun välitykseen ja käsittelyyn liittyvää informaatiota.
- Metering Pulse Message (MPM); Laskentasykäyssi: Käytetään sykäyslaskentaan perustuvan laskennan yhteydessä siirrettäessä sykäyksiä laskentapisteestä rekisteröintipisteeseen.
- Release (REL); Purkaminen: Sanoma lähetetään joko eteen- tai taaksepäin ilmaisemaan purkamisen ja sen syy.

- Release Complete (RLC); Purkamisen kuittaus: Lähetetään joko eteenpäin tai taaksepäin vastauksena REL-sanomalle. Lopettaa yhteyden ja laskutuksen keräämisen.
- Subsequent address (SAM); Jatko-osoite: Voidaan lähettää eteenpäin aloitusosoitesanomien jälkeen siirrettäessä kutsutun liittymän osoitetietoa.

1.4.3 ISUP-sanomat puhelun muodostuksessa ja purkamisessa

Seuraavassa esimerkissä käydään läpi tilanne, jossa keskuksen kytketty ISDN-päätelaite muodostaa yhteyden ja puhelun sulkemisen aloittaa B-tilaaja. Seuraava kuva hahmottaa asiaa:



Kuva 7. Merkinantoesimerkki

A-tilaajan nostaessa luurin lähetetään normaali ILM:n mukainen SETUP-sanoma keskukselle. Esimerkissä numerot lähetetään keskukseseen yksi kerrallaan (overlap sending) INFO(RMATION)-sanomissa.

Saatuun tarpeeksi tietoa kohdenumerosta, lähtökeskus lähettää kohdekeskukselle IAM-sanoman, jolla käynnistetään lähtöjohdon varaus. Tämän jälkeen lähtökeskus lähettää numeroita kohdekeskukselle SAM-sanomissa sitä mukaa kun numeroita saapuu A-tilaajalta.

Kun kohdekeskus on saanut B-tilaajan kaikki numerot, lähetetään B-tilaajalle ILM:n mukainen SETUP-sanoma. Lisäksi ilmoitetaan lähtökeskukselle, että numerot on vastaanotettu lähettämällä ACM-sanoma.

Kun B-tilaajalta saadaan ALERT-sanoma, lähettää kohdekeskus taaksepäin CPG-sanoman, johon on lisätty alert-informaatio.

Vastausmerkin (CONN-sanoma) saatuaan kohdekeskus lähettää taaksepäin ANM-sanoman, joka ilmoittaa lähtökeskukselle että puheluun on vastattu ja laskutuksen voi aloittaa. Samalla kytkeytyy myös puhetie.

Puhelun aikana siirretään MPM-sanomia laskentapisteestä rekisteröintipisteeseen, joka on tässä tapauksessa tietenkin soittajan keskus.

Purkumerkin (DISC-sanoma) saatuaan kohdekeskus lähettää taaksepäin REL-sanoman, joka ilmoittaa B-tilaajan purkaneen puhelun. Purkaminen tapahtuu keskusväli kerrallaan ja REL-sanoma on aina kuitattava RCL-sanomalla.

1.5 Lähdeluettelo

- ETSIn standardit <www.etsi.fr>
- ITU-T:n standardit <www.itu.ch>
- Kaplas, Mikko, Tahkokallio, Tatu, ISDN-yleisesittely, Sonera VEP/V-PPT, 1998, 65 s.
- Kessler, Gary C., Southwick, Peter V., ISDN Concepts, Facilities, and Services, McGraw-Hill, New York 1998
- Microlegend SS7 Tutorial <www.microlegend.com>
- Tahkokallio, Tatu, Televerkkojen hallinta ja hyödyntäminen hajautetun merkinantojen valvontajärjestelmän avulla, Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto, Espoo 1997, 105 s.