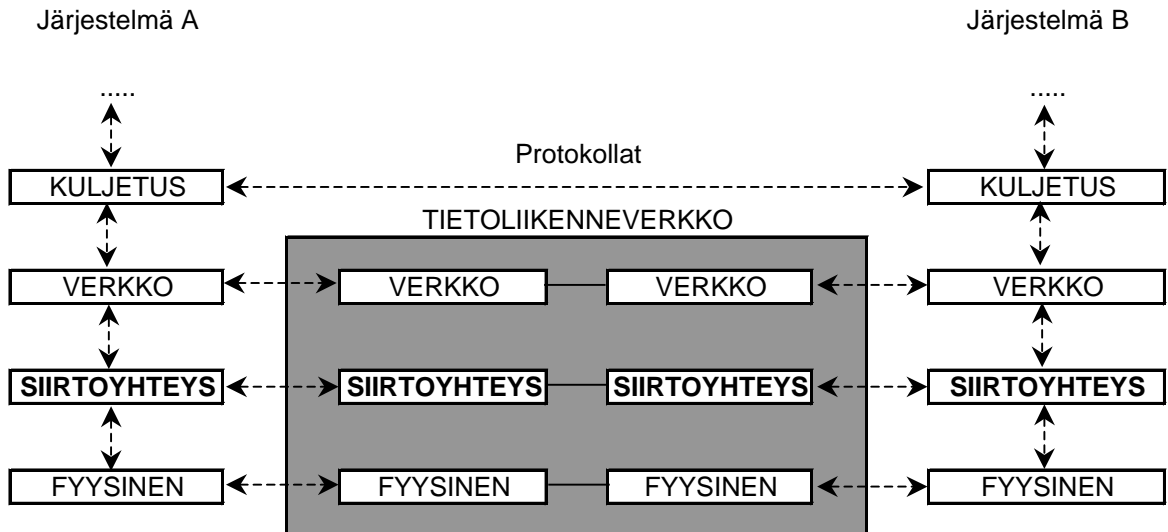


1. ISDN SIIRTOYHTEYSKERROS

Siirtoyhteyserroksen tehtävänä on OSI-viitemallin mukaan mahdollistaa luotettava tiedonsiirto fyysisen yhteyden kautta. ISDN-verkon siirtoyhteyserroksen yhteyskäytäntönä on Link Access Procedures on the D-channel (LAPD), jota käytetään käyttäjän ja verkon väliseen tiedonsiirtoon. LAPD tarjoaa yhden tai useita siirtoyhteyksiä D-kanavalla. LAPD kehys on vaihtuvamittainen ja sen tärkeimmät kentät ovat osoite, informaatio ja ohjaus. Informaatiokenttä välittää ylempien kerroksien dataa. Osoitekenttä määrittelee palvelupisteen ja käyttäjän laitteen määrittellen samalla yksikäsitteisesti käytettävän loogisen linkkiyhteyden. Ohjauskentällä määritellään käytettävän kehyksen alityyppi. Piirikytkentäisellä B-kanavalla voidaan käyttää LAPD:n tyylistä yhteyskäytäntöä I.465/V.120 käyttäjien väliseen tiedonsiirtoon.

1.1 Siirtoyhteyserroksen tehtävät OSI-mallin mukaan

OSI-viitemalli, joka on määritelty standardissa ISO 7498, määrittelee siirtoyhteyserroksen tehtäväksi luotettavan tiedonsiirron mahdollistamisen fyysisen yhteyden kautta.



Kuva 1. Siirtoyhteyserroksen sijoittuminen OSI-viitemallissa

Kuvassa 1 on esitetty siirtoyhteyserroksen sijoittautuminen OSI-viitemallissa. Luotettavan tiedonsiirron mahdollistamiseksi siirtoyhteyserroksen tulee sisältää linkkiyhteyden hallinnan, kehystyksen, osoitteistuksen, kehysten numeroinnin hallinnan, kehysten kuittauksen, vastauksien aikavalvonnan, bittivirheiden havaitsemisen ja vuokontrollin.

1.2 LAPD

ISDN:än D-kanavan siirtoyhteyskerroksen yhteyskäytäntö on nimeltään Link Access Procedures on the D-channel, yhteyksille pääsyn yhteyskäytäntö kanavalla D, lyhennettynä LAPD. LAPD on samankaltainen X.25 pakettiverkon bittipohjaisen LAPB-protokollan kanssa, suurimpien erojen ollessa osoitteistuksen kohdalla. Molemmat protokollat perustuvat ISO:n HDLC-protokollaan (High-level Data Link Control).

LAPD määrittelee loogisen yhteyden D-kanavalla käyttäjän laitteen (TE tai TA) ja verkon (NT2 tai LE) välille rajapinnan S tai T ylitse tai käyttäjän laitteen (NT2) ja verkon (LE) välille rajapinnan T yli. Protokolla tukee synkroonista sarjamuotoista full-duplex viestinvälitystä niin pisteestä-pisteeseen kuin pisteestä-moneenpisteeseen fyysisillä yhteyksillä.

LAPD:n yleiset periaatteet on määritelty ITU-T:n suosituksessa Q.920 (I.440) ja toiminnalliset ominaisuudet on määritelty suosituksessa Q.921 (I.441).

BITIT	PITUUS (tavua)
8 7 6 5 4 3 2 1	
Flag = Lippu	1
Address = Osoite	2
Control = Ohjaus	1 tai 2
Information = Tieto	0 .. N
Frame Check Sequence = Virheentarkistus	2
Flag = Lippu	1

Kuva 2. LAPD kehys.

LAPD-käyttää tiedonsiirrossaan kuvan 2 tyyppisiä kehyksiä. Tärkeimpien kenttien sisällöt on selostettu seuraavissa kappaleissa. Virheentarkistuskenttä on 16-bittinen CRC laskettuna osoite-, ohjaus- ja tietokentistä, sillä pystytään havaitsemaan bittivirheet mutta se ei sisällä virheenkorjaus mahdollisuutta.

Kehyksen maksimipituus on 268 tavua, eli kehykset ovat suhteellisen lyhyitä, koska LAPD on ensijaisesti tarkoitettu puhelunohjaukseen, jolloin siirrettävät sanomat ovat lyhyitä ja lähetysviiveen on oltava lyhyt.

1.2.1 Kehyksen alun havaitseminen

Kehyksen alku- ja loppumerkinä on lippu, eli bittikenttä 01111110, heksana 7E. Koska kehyksessä ei ole kehyksen pituuden osoittavaa kenttää vaan kehyksen loppuminen havaitaan lipulla ei muissa kentissä saa esiintyä lipun bittikuviota. Tämän estämismenetelmä on nimeltään nolla-bitin lisäys ja poisto.

Nolla-bitin lisäys tapahtuu hyvin yksinkertaisella menetelmällä, jokaisen viiden peräkkäisen 1-bitin jälkeen lisätään lähetykseen yksi 0-bitti jonka

vastaanottopää poistaa, eli esimerkiksi jos halutaan lähettää seuraava bittijono:

0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0

lähetäänkin (lisäykset alleviivattu):

0 1 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 0 0 1 0

Nolla-bitin lisäys ominaisuuden ansiosta peräkkäisten 1-bittien lukumäärää voidaan käyttää erilaisten tapahtumien signalointiin. Tasan kuusi peräkkäistä 1-bittiä merkitsee lippua, tasan seitsemän 1-bittiä merkitsee kehysten lähetyksen keskeytystä, jolloin kehys hylätään vastaanottopäässä. Vähintään kahdeksan peräkkäistä 1-bittiä ilmaisee vapaan kanavan.

1.2.2 Ohjauskenttä

Riippuen kehystyyppistä, ohjauskenttä koostuu yhdestä tai kahdesta tavusta. Ohjauskenttä osoittaa kehystyyppin ja sisältää tarvittaessa sanomanumeroinnin. LAPD:ssä on kolme kehystyyppiluokkaa. Kentän rakenne on kuvassa 3.

	Bitit								Tavu
	8	7	6	5	4	3	2	1	
Informaatio I	N(S)				0				2
	N(R)				P				3
Valvonta S	x	x	x	x	S	S	0	1	2
	N(R)				P/F				3
Numeroimaton U	M	M	M	P/F	M	M	1	1	2

Kuva 3. LAPD:n ohjauskentän muoto.

I-kehukset ovat numeroidun informaation siirtoon. Kehyksiä käytetään ylempien tasojen datan siirtoon.

Lähetyksen järjestysnumero, N(S), liitetään jokaiseen lähettyyn I-kehukseen ja kasvatetaan aina yhdellä kun I-kehys on lähetetty. Vastaanoton järjestysnumero, N(R), liitetään jokaiseen I-kehukseen ja valvontakehykseen. N(R) kertoo kehysten lähettäjän seuraavaksi odottaman I-kehysten järjestysnumeron vastapuolelle. Jos vastaanotetussa I-kehyksessä havaitaan bittivirhe niin se hylätään vastaanottajan toimesta, tällöin seuraavat I-kehukset eivät ole järjestyksessä ja uudelleenlähetykset pyydetään järjestysnumeroihin perustuen. Järjestysnumerot voivat saada arvoja 0 - 127 siten että arvoa 127 seuraa arvo 0.

S-kehukset ovat tarkoitettu valvontatoimintoihin, etenkin I-kehysten siirron valvontaan. S-kehysiä käytetään kuittauksien lähetykseen, vuokontrollin hallintaan ja toipumiseen järjestysnumeroinnin epätahdistumisesta. Kehysten tyyppin määrittelee tarkemmin S-bitit. Kentässä olevat x-bitit on varattu myöhempään käyttöön ja asetetaan nollassi.

U-kehukset ovat numeroimattoman informaation siirtoon ja ohjaustoimintoihin. U-kehysiä käytetään loogisen linkkiyhteyden muodostamiseen ja lopettamiseen, yhteyden parametrien neuvotteluun, numeroimattoman informaation lähetykseen ja toipumiseen virhetilanteista

joissa uudelleenlähetys ei ole mahdollista. Kehyksen alityypin määrittelee M-bitit.

Poll/Final-bittejä (P/F) käytetään virhetilanteista toipumiseen.

Taulukossa 1 on esitelty kehyksien alityypit.

Kehyksen tyyppi	Lyhenne	Kehyksen nimi	Komento/Vaste
I	I	Informaatio	K
S	RR	Valmis vastaanottamaan	K/V
S	RNR	Ei valmis vastaanottamaan	K/V
S	REJ	Hylkäys	K/V
U	SABME	Käynnistä laajennettu asynkroninen balansoitu moodi	K
U	DISC	Purku	K
U	UI	Numeroimaton info	K
U	UA	Numeroimaton kuittaus	V
U	DM	Purettu tila	V
U	FRMR	Kehyksen hylkäys	V
U	XID	Vaihda identifiointia	K/V

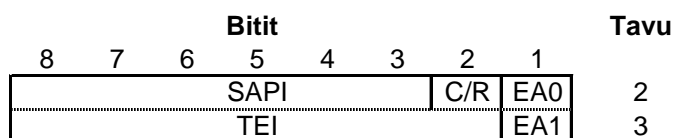
Taulukko 1. Kehyksien alityypit.

1.2.3 Tietokenttä

Tietokenttä on mukana vain I-kehyksissä ja tietyissä U-kehyksissä. Kentän pituus vaihtelee, mutta sen maksipituudeksi on määritelty 260 tavua. Tietokenttä kuljettaa ylempien tasojen dataa tai hallintatietoja.

1.2.4 Osoitteistus

Yksi LAPD:n pääominaisuuksista on osoitekentän esitystapa ja sen ansiosta tuleva kyky multipleksoida useita loogisia linkkejä samalle fyysiselle kanavalle. LAPD:n osoitekenttä DLCI (Data Link Connection Identifier) muodostuu kahdesta tavusta kuvan 4 mukaisesti.



Kuva 4. Osoitekentän muoto.

Ensimmäinen tavu sisältää palvelupisteen SAPI (Service Access Point Identifier) tunnisteiden ja osoitekentän toinen tavu kertoo halutun päätelaitteen liitäntäpisteen TEI (Terminal Endpoint Identifier). Lisäksi osoitekenttä sisältää C/R-bitin (Command/Response), joka kertoo onko kyseessä komento vai vastaus, ja EA (Address field extension) bitit joiden toiminta on yhdenmukainen HDLC protokollan osoitekentän kanssa. LAPD ensimmäisen tavun EA-bitti on nolla ja toisen tavun EA-bitti on yksi osoitekentän loppumisen merkiksi.

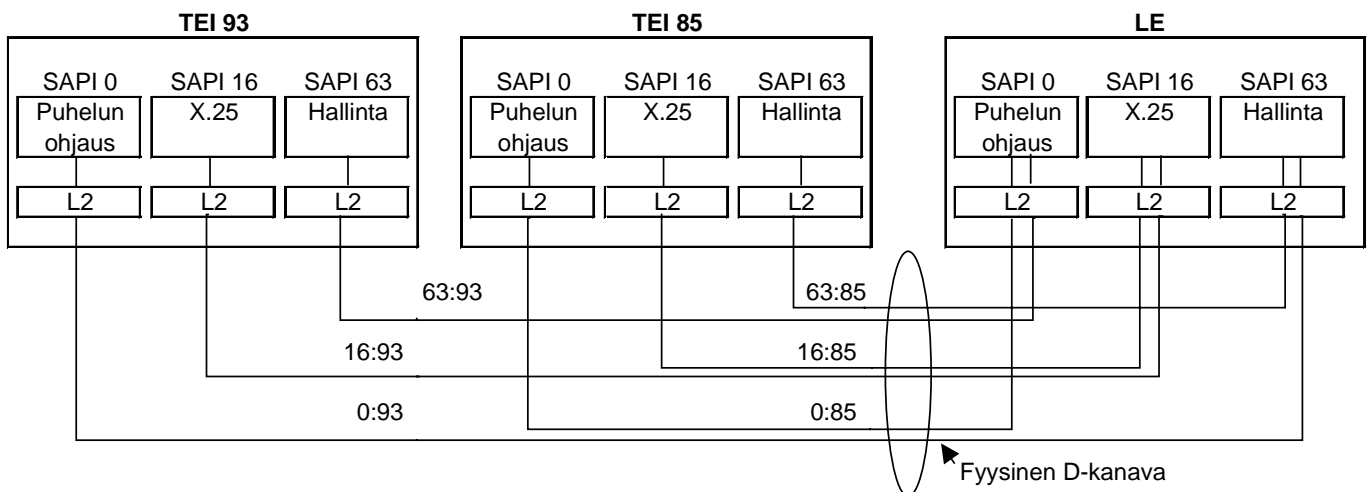
Palvelupisteen tunniste (SAPI) identifioi tason kolme LAPD:n käyttäjän, erilaisia SAPI:in arvoja on määritelty seuraavasti:

- 0, puhelun ohjaukseen
- 1, pakettidatan siirto, joka käyttää Q.931(I.451) yhteyskäytäntöä, voidaan käyttää käyttäjältä-käyttäjälle liikennöintiin
- 16, pakettidatan siirto, joka käyttää X.25 tason 3 yhteyskäytäntöä
- 32-61, frame relay siirto
- 63, 2. kerroksen hallintaproseduurit
- Kaikki muut, varattu tulevaan standardointiin

Päätelaitteen liitäntäpisteen (TEI) arvot on määritelty seuraavasti:

- 0-63, kiinteät TEI-arvot, jotka asetetaan päätelaitteeseen käyttäjän tai valmistajan toimesta manuaalisesti, arvojen jako on käyttäjän vastuulla.
- 64-126, automaattiset TEI-arvot, keskus antaa päätelaitteelle arvot automaattisen TEI-hallintaproseduurin avulla.
- 127, arvo varattu yleislähetysten toimintaan. Tällä TEI-arvolla lähetetty kehys vastaanotetaan kakissa kyseisen palvelupisteen sisältävissä yksiköissä.

Yhdessä SAPI ja TEI muodostavat yksikäsitteisen tavan ilmaista looginen linkkiyhteys D-kanavalla. Kuvassa 5 on verkonpuoli LE koostuen kolmesta tason kolme SAPI:sta ja kaksi käyttäjän laitetta joiden TEI arvot 93 ja 85. Molemmat käyttäjän laitteen sisältävät samat kolme palvelupistettä. Käyttäjän laitteet kommunikoivat saman D-kanavan kautta verkon kanssa. Näin D-kanavalle muodostuu kuusi loogista yhteyttä.

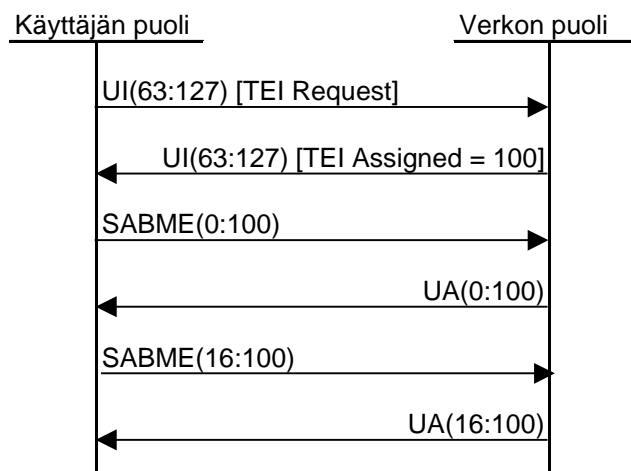


Kuva 5. Useat palvelut ja monta TE laitetta edellyttävät että LAPD:n loogiset linkit määritellään sekä TEI:n että SAPI:n avulla.

1.2.5 TEI-hallintaproseduuri

Tietty TEI voidaan asettaa vain yhdelle ISDN-laitteelle, mutta yhdelle ISDN-laitteelle voidaan asettaa monta TEI:tä. Yhdelle laitteella useampien TEI arvojen asetus on välttämätöntä kun kaksi sovellusta käyttää saman tyyppistä palvelua. Esimerkiksi jos TE tukee kahta sovellusta jotka molemmat käyttävät X.25 pakettipalvelua, eli molemmat käyttävät SAPI:a numero 16, tällöin täytyy varata yhdelle TE:lle kaksi TEI:tä.

Automaattinen TEI-arvon asetus tapahtuu kun laite liitetään liitántärajapintaan. Automaattisen asetuksen etuna on laitteiden liittäminen verkkoon ilman manuaalista verkon ylläpitotyötä. Kuvassa 6 on esitetty automaattisen asetuksen sanomanvaihto.



Kuva 6. LAPD-kehysten vaihtoa kun asetetaan automaattisesti TEI-arvokäyttäjän laitteelle ja muodostetaan kaksi loogista linkkiyhteyttä.

Verkkoon liitettävä laite lähettää UI numeroimaton informaatio kehyksen SAPI 63:lle käyttäen TEI-arvona 127 eli yleislähetys. Kehyksen informaatiokentässä on tieto siitä että kyseessä TEI pyyntö ja arvottu 16-bittinen referenssinumero. Verkko lähettää tähän vastauksena UI-kehysten jonka informaatiokentässä on tieto asetettavasta TEI-arvosta ja referenssinumero, näin varmistetaan ettei kahden samanaikaisesti kyselevän laitteen TEI-arvot mene sekaisin. Tämän jälkeen mahdolliset palvelut voivat SABME-kehyksillä avata loogisen linkkiyhteyden. Loogisen linkkiyhteyden voi avata sekä käyttäjä että verkko, vastapää kuittaa yhteyden avaamisen UA numeroimaton kuittaus sanomalla. Yhteyden purku tapahtuu DISC purku sanomalla mikä myös kuitataan UA sanomalla.

1.2.6 Monipisteyhteydet

Usean laitteen jakaessa saman yhteyden tulee ongelmaksi ratkaista laitteiden lähetysvuorot. LAPD:ssä ongelma on vielä tavallista

monimutkaisempi koska laitteilla voi olla useita loogisia linkkiyhteyksiä, jotka kaikki jakavat saman D-kanavan.

Ratkaisu perustuu fyysisen yhteyden ominaisuuteen, että jos jokin laite lähettää 0-bitin niin silloin verkko vastaanottaa 0-bitin vaikka muut laitteet lähettäisivät 1-bittiä. Jokainen laite kuuntelee verkon kaiuttamaa D-kanavaa, kanavan ollessa lepotilassa kaiutuksesta vastaanotetaan 1-bittiä. Kun laite haluaa lähettää se varmistaa kuuntelemalla kaiutusta että D-kanava on lepotilassa ja aloittaa lähetyksen. Jos lähetetty 1-bitti vastaanotetaan kaiutuksesta 0-bittinä niin silloin lähettävä laite havaitsee törmäyksen ja lopettaa lähetyksen jääden odottamaan kanavan vapautumista. Sen sijaan laite joka lähetti samanaikaisesti 0-bittin voi jatkaa kehyksen lähetystä. Menetelmän ansiosta kanavan koko kapasiteetti on hyötykäytössä eikä verkko joudu hylkäämään törmäyksien takia kehyksiä.

Lisäksi lähetykset on etusijoitettu siten että kehykset joiden SAPI on 0 voivat aloittaa lähetyksen yhdeksän vastaanotetun kanavan lepotilaa merkitsevän 1-bitin jälkeen. Jos lähetys joudutaan keskeyttämään niin seuraava lähetysyritys on sallittu kahdeksan peräkkäisen vastaanotetun lepotilaa merkitsevän 1-bitin jälkeen. Jos lähetettävän kehyksen SAPI on muu kuin nolla niin vaaditaan pidemmät lepotilaa merkitsevät 1-bittijonot ennen lähetyksen aloittamista. Tämän menetelmän ansiosta puhelun hallintaan liittyvät kehykset saavat etuoikeuden ja mikään laite ei pysty varaamaan kanavaa kokonaan itselleen.

1.2.7 Parametrit ja aikavalvonnat

LAPD:ssä on useita aseteltavia parametrejä ja aikavalvontoja joilla valvotaan yhteyskäytännön toimintaa. XID-sanomilla voidaan yhteyden yli neuvotella näistä parametreistä. Tärkeimmät ovat:

<i>Parametri</i>	<i>Oletusarvo</i>	<i>Selite</i>
<i>N200</i>	<i>3</i>	<i>Uudellenlähetysyritysten maksimimäärä</i>
<i>N201</i>	<i>260 tavua</i>	<i>Informaatiokentän maksimipituus</i>
<i>k</i>	<i>1 / 3 / 7</i>	<i>Ikkunakoko, eli kuitaamattomien I-kehysten max määrä</i>
<i>T200</i>	<i>1 s</i>	<i>Uudelleenlähetyksen aikavalvonta</i>
<i>T201</i>	<i>1 s</i>	<i>Vähimmäisaika TEI-arvon tarkistuskehysten välissä</i>
<i>T202</i>	<i>2s</i>	<i>Vähimmäisaika TEI-arvon pyyntökehysten välissä</i>
<i>T203</i>	<i>10 s</i>	<i>Enimmäisaika ilman kehysten vaihtoa</i>

Ikkunakoon arvoa seitsemän käytetään kun D-kanavan nopeus 64 kbps. BRI liitännässä D-kanavan nopeus on 16 kbps jolloin käytetään ikkunakokoa yksi kun SAPI on 0 eli puhelun hallintaan ja nämä kehykset tulee kuitata välittömästi. Muilla SAPI:n arvoilla käytetään ikkunakokoa kolme.

1.3 B-kanavan yhteyskäytännöt

B-kanavan ollessa piirikytkentäinen, käyttäjän laitteilla on päästä-päähän kytkentäinen yhteys, joten käyttäjän laitteet voivat käyttää vapaaalintaista siirtoyhteyserroksen yhteyskäytäntöä. Kuitenkin on olemassa kaksi ISDN-

tyylistä siirtoyhteyskerroksen yhteyskäytäntöä B-kanavalle. I.465/V.120 on suositeltu yhteyskäytäntö, se on samankaltainen kuin LAPD ja tarjoaa useiden loogisten yhteyksien multipleksoinnin samalle B-kanavalle. B-kanavalla voidaan käyttää myös esimerkiksi LAPB yhteyskäytäntöä, joka soveltuu hyvin X.25 pakettiverkon kanssa käytettäväksi.

Ainoat erot LAPD:n ja I.465/V.120:n kehysrakenteen välillä ovat osoite- ja informaatiokentissä. Osoitekenttä sisältää 13-bittisen LLI:n (Logical Link Identifier), jota käytetään loogisen yhteyden tunnistamiseen. LLI:n arvot väliltä 257-2047 on varattu yksittäisille loogisille linkeille, eli on mahdollista muodostaa 1791 loogista linkkiyhteyttä yhdelle B-kanavalle. Informaatiokenttä voi sisältää yhden tai kahden tavun mittaisen otsikon.

Ensimmäiseksi kun halutaan käyttää I.465/V.120 protokollaa on muodostettava B-kanavalla piirikytekeinen yhteys käyttäjien välille. Tämä tehdään käyttäen Q.931 puhelun-ohjaus yhteyskäytäntöä D-kanavalla.

I.465/V.120 tarjoaa erinopeuksisia alle 64 kbps synkronisia ja asynkronisia yhteyksiä ylemmille tasoille, näin esimerkiksi pienemmillä nopeuksilla operoivat vanhat terminaalit voidaan helposti liittää B-kanavaan ja multipleksoinnin ansiosta yksi B-kanava voidaan jakaa usean laitteen kesken.

1.4 Lähdeluettelo

ETS 300 125; Integrated Services Digital Network (ISDN); User-network interface data link layer specification Application of CCIT Recommendations Q.920/I.440 and Q.921/I.441; European Telecommunications Standards Institute; September 1991.

Hämeen-Anttila, Risto; Hölttä, Pertti; Niinioja, Seppo: *Tietoliikennejärjestelmät*. Edita, Helsinki 1993.

Kessler, Gary C., Southwick, Peter V.: *ISDN Concepts, Facilities, and Services*. McGraw-Hill, New York 1998.

Stallings, William: *ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM*. Prentice-Hall International 1995.

INSKO Julkaisu 135-89: ISDN-MERKINANTO. Helsinki 1989.

www.thk.fi: Suomen Telehallintokeskus.

www.etsi.fr: European Telecommunications Standards Institute.