

S-38.175 Lähiverkot

Fyysinen kerros 24.9.1996

Luennon aiheet

- ◆ Kaapelityypit
- ◆ Standardeja
- ◆ Koodaus siirtotielle

Kaapelityypit

- ◆ parikaapeli
 - suojattu
 - suojaamaton
 - parikierteen nousu ja säännöllisyys
- ◆ koaksiaalikaapeli
 - eri paksuuksia ja impedansseja
- ◆ valokuitu
 - yksimuoto / monimuoto
- ◆ infrapuna
- ◆ radioaallot

Parikaapelit

- ◆ Suojattu (STP)
 - parempi häiriösuojaus
- ◆ Suojaamaton (UTP)
 - edullisempi, helpommin käsiteltävissä
- ◆ Edut
 - soveltuu sekä ATK-liikenteelle että POTS-sovelluksiin
 - yksi kaapelointi
 - koeteltua tekniikkaa
 - ei välttämättä vaadi erikoistyökaluja
- ◆ Haitat
 - asennusvirheet taajuusriippuvia

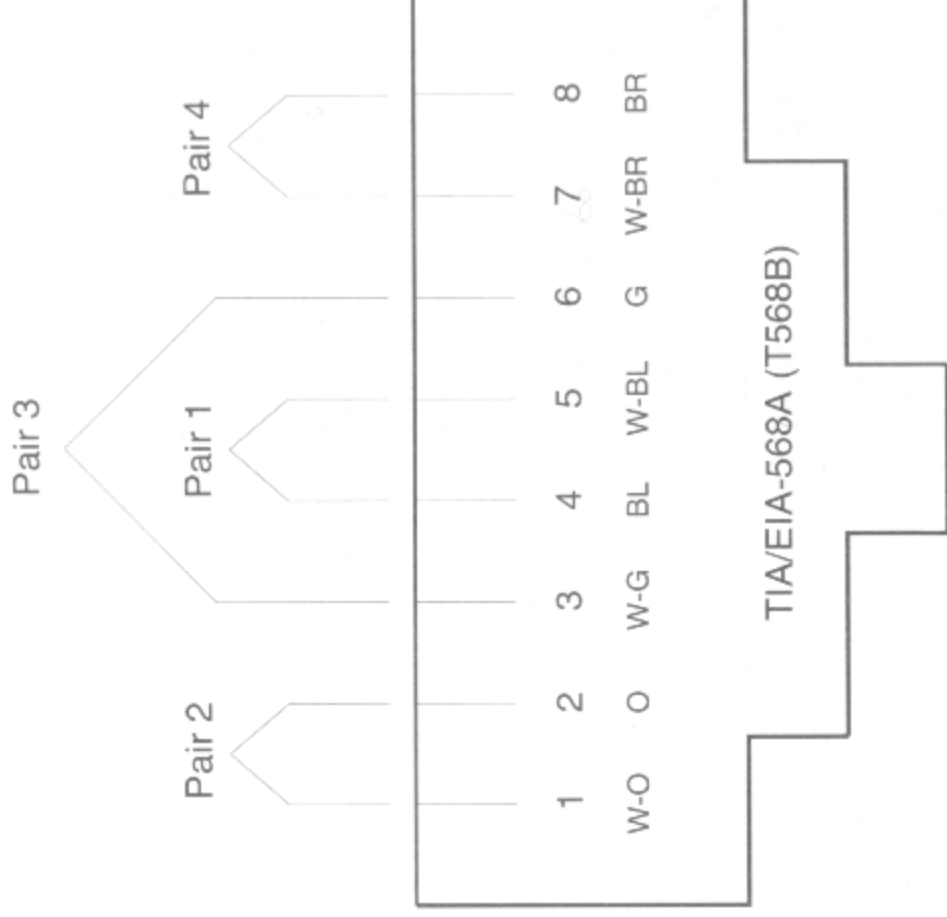
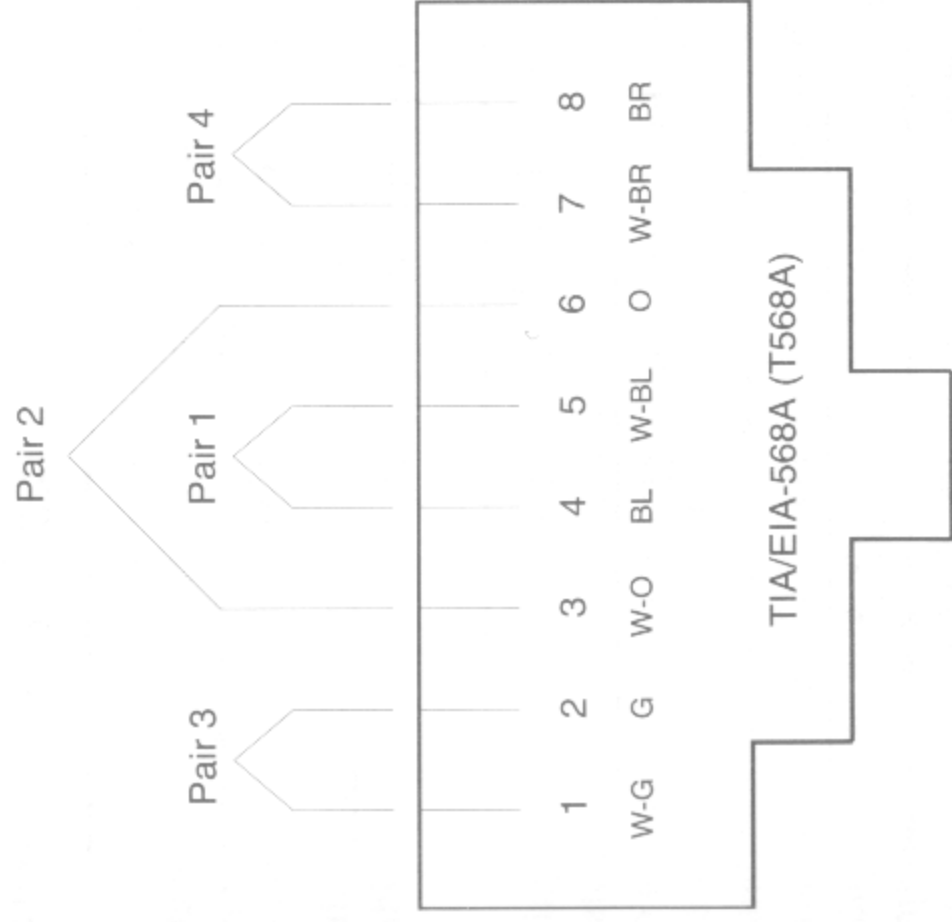
UTP

- ◆ Useita suojaamattomia parikaapelilaitteita asennettuina ja markkinoilla
 - hyvinkin erilaisia suorituskykyjä
 - tarve luokitella kaapelit **ja** asennukset jotta voidaan valita oikea suorituskyky
- ◆ Uusia kaapelilaitteita tullut markkinoille
 - EIA/TIA TR-41.8 (Commercial & Residential Building Distribution Systems) määritellyt EIA/TIA 568-91:ssä määritelyjen lisäksi kaksi uutta 100 ohm parikaapelia

Kaapeliluokituksia

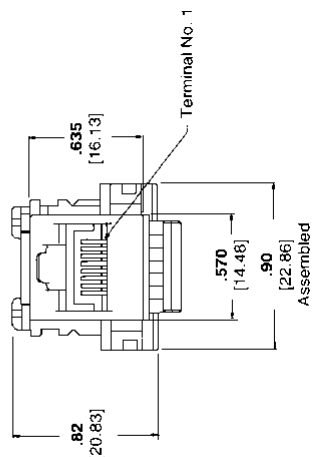
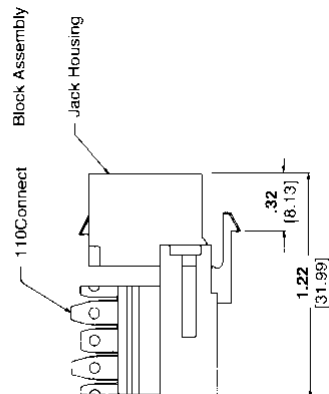
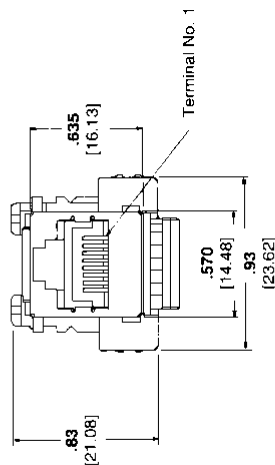
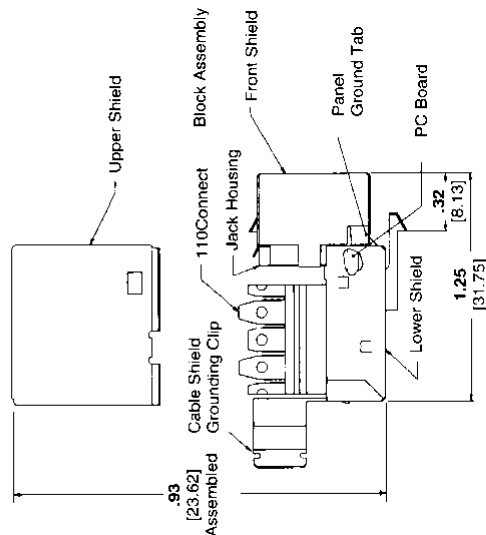
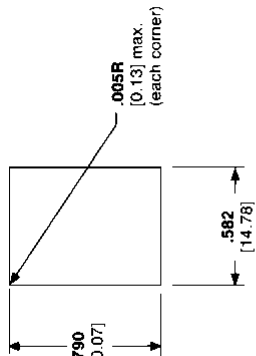
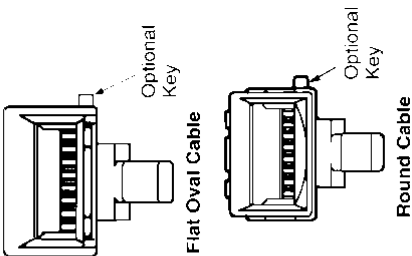
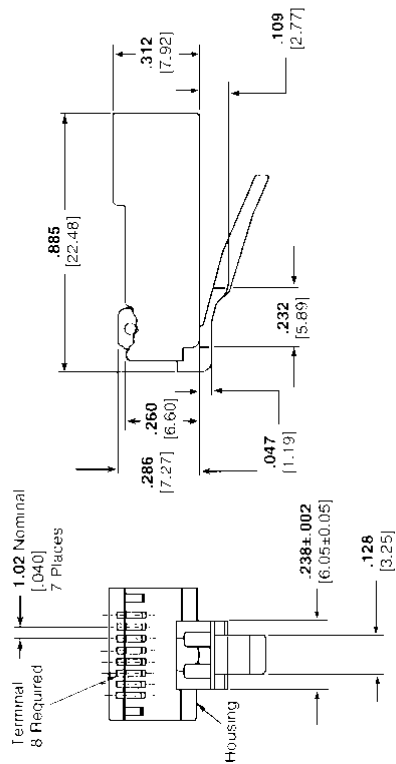
Standardi/määrittäjä	Yleisin sovellus
EIA/TIA Category 1	POTS (analoginen puhelin) Analoginen ja digitaalinen puhe
EIA/TIA Category 2	ISDN (Data) 1.44 Mbps, T1, 1.544 Digitaalinen puhe IBM 3270, System 3X, AS/400
EIA/TIA Category 3 NEMA 100-24-STD UL Level III	10Base-T Ethernet 4 Mbps Token Ring IBM 3270, System 3X, AS/400 ISDN Puhe
EIA/TIA Category 4 NEMA 100-24-LL UL Level IV	10Base-T Ethernet 16 Mbps Token Ring
EIA/TIA Category 5 NEMA 100-24-XF UL Level V	10Base-T, 100Base-T Ethernet 160 Mbps Token Ring 100 Mbps Distributed Data Interface 155 Mbps Asynchronous Transfer
EIA/TIA 150 Ohm STP NEMA 150-22-LL	16 Mbps Token Ring 100 Mbps Distributed Data Interface Full Motion Video

EIA/TIA 568 -liitin



Liittimet...

8-Position Line Plug Assemblies



is Peuhkuri

Koaksiaalkaapeli

- ◆ Käytössä
 - IEEE802.3 / 10Base5, 10Base2, 10Broad36
 - IEEE802.4 (Token Bus)
 - IBM 3270, AS/400 pääteyttydet
 - » koaksiaali / twinaxial
- ◆ Impedanssi
 - 50, 75, 93 ohm
- ◆ Paksuus
 - 10 mm, min taivutussäde 20 cm
 - 4 mm, min taivutussäde 10 cm



Kuidut

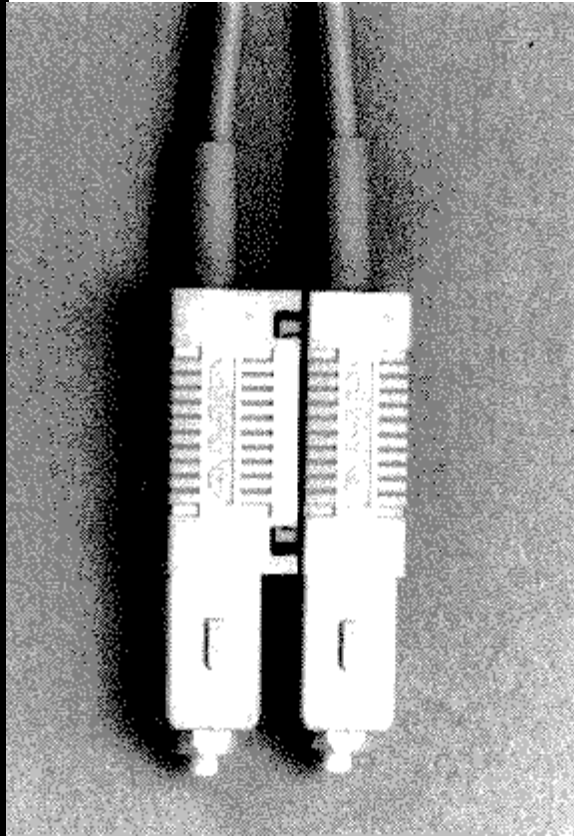
- ◆ Monimuotokuitu
 - 62,5/125 µm
 - » yleisin, ANSI/EIA/TIA-492AAAA:n mukainen
 - 100/140, 85/125 µm
 - » suurempi tehonsiirto pienemmällä tarkkuudella
 - 50/125 µm
 - » soveltuu suuremmille nopeuksille
- ◆ Yksimuotokuitu
 - 10/125 µm

Kuitujen suorituskyky

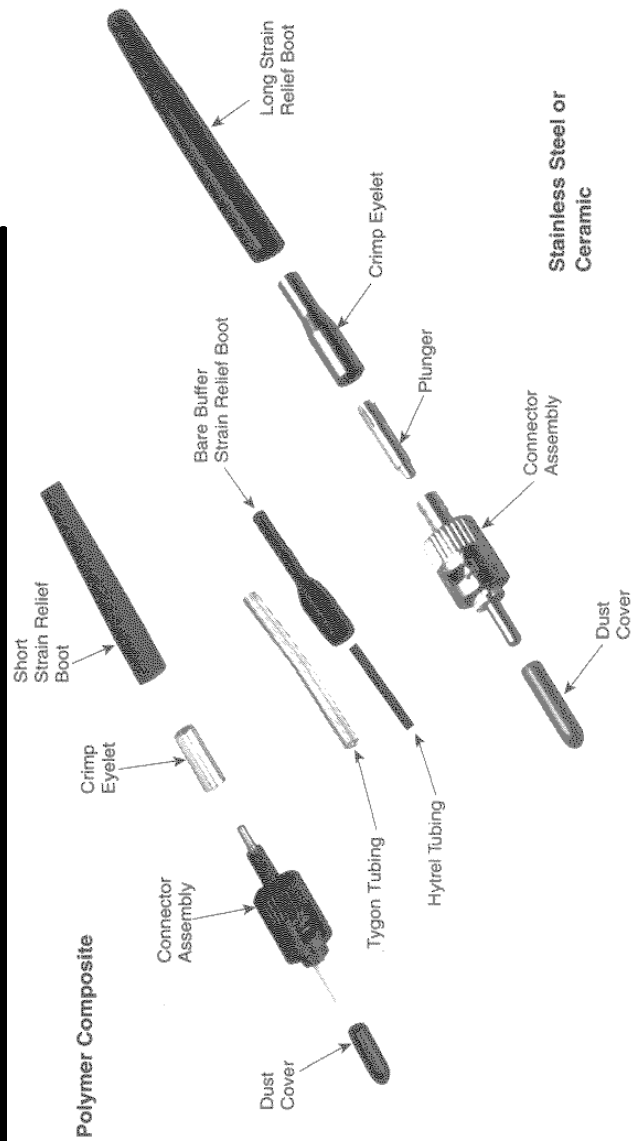
Monimuotokuidut		62,5/125 µm	50/125 µm	100/140 µm
Vaimennus	825...875 nm	< 3,5 dB/km	< 2,7 dB/km	< 4,5 dB/km
	1270...1340 nm	< 1,0 dB/km	< 0,8 dB/km	< 2,0 dB/km
Kaistanleveys	825...875 nm	> 200 MHz*km	> 400 MHz*km	> 100 MHz*km
	1270...1340 nm	> 500 MHz*km	> 600 MHz*km	> 100 MHz*km
Numerinen aukko		0,28	0,20	0,29

Yksimuotokuidut		Standardikuitu (ITU-T G.652)	Dispressiosirretty (ITU-T G.653)
Vaimennus	1285...1330 nm	< 0,45 dB/km	< 0,50 dB/km
	1525...1575 nm	< 0,30 dB/km	< 0,30 dB/km
Dispersio	1285...1330 nm	< 3,5 ps/(nm*km)	< 18 ps/(nm*km)
	1525...1575 nm	< 18 ps/(nm*km)	< 3,5 ps/(nm*km)
Raja-aallonpituus		1270 nm	1270 nm

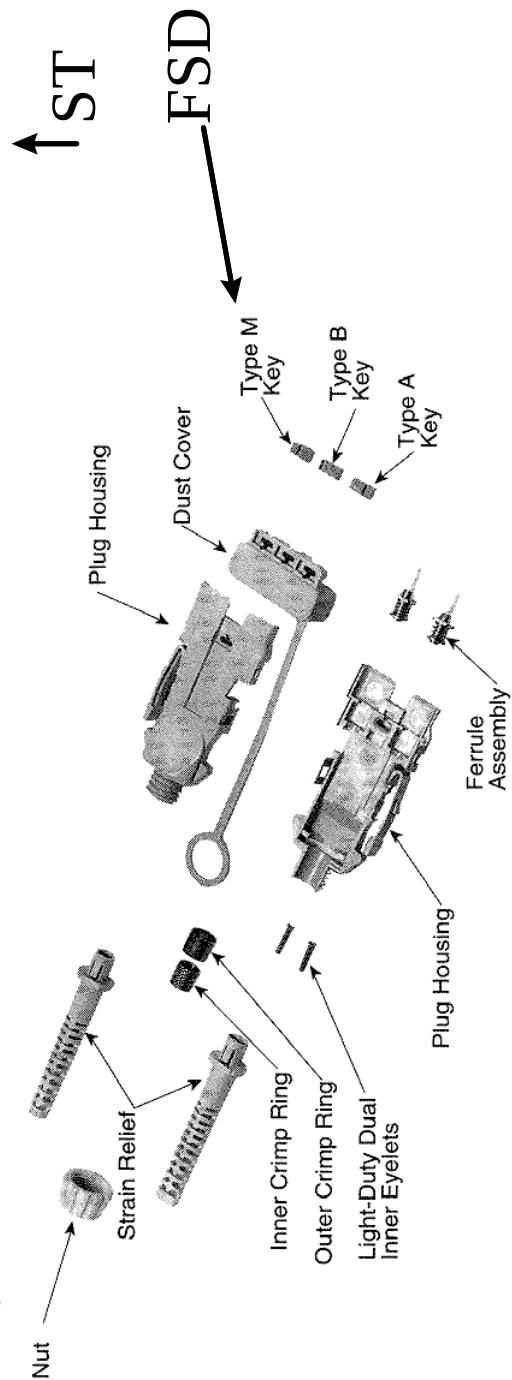
Kuituliittimet



Multimode Duplex SC



Stainless Steel or Ceramic



Kuidun edut

- ◆ Virheeteetön tiedonsiirto pitkällä etäisyyksillä ja suurilla nopeuksilla
 - pieni vaimeneminen
 - pieni värinä (jitter)
 - pitkät yhteydet mahdollistavat vapaamman suunnittelun (0,1 vs 2 / 40 km)
- ◆ Korkeammat siirtonopeudet
- ◆ Asennus helpommin testattavissa
 - tarvitaan vain vaimennuksen testaus koska kaistanleveyteen asennusmenetelmät eivät vaikuta
 - parikaapelissa taajuusherkkiä virheitä (ylikuuluminen)
 - » testattava useita eri taajuuksia ja modulointoja

Kuidun edut...

- ◆ Taloudellisuus pitkällä aikavälillä
 - uutta kaapelointia ei jouduta vetämään siirryttäessä korkeammille siirtonopeuksille
- ◆ Tunteeton EMI/RFI-häiriöille
- ◆ Ei aiheuta EMI/RFI-häiriöitä
 - eräät parikaapelitissa toimivat lähiverkkojärjestelmät eivät ole saaneet hyväksyntää Euroopassa
- ◆ Tunteeton ylikuulumiselle
- ◆ Pienemmät impedanssisovitusongelmat
 - yksimuotokuiduilla voi tulla heijastumia johtuen korkeasta tarkkuusvaatimuksesta (vältettävissä hyvillä liittimillä)

Kuidun edut...

- ◆ Parempi turvallisuus
 - epäjohtava: salamat ja maaavirrat
 - vaikeammin kuunneltavissa
- ◆ Parempi mekaaninen lujuus
 - cat 5 UTP kestää vetoa ominaisuuksien heikkenemättä maksimissaan 110 N
 - 62,5/125 µm kuitu kestää yli 450 N
 - kuidun taivutussäde pienempi kuin cat 5 UTP

Langattomat verkot

- ◆ Infrapuna
 - valolähtenä yleensä IR-ledit
 - laser-lähteet eivät käyttökelpoisia
- ◆ Radiotaajuudet
 - 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz, 5725-5850 MHz (US)
 - 5.15-5.30 GHz, 17.1-17.3 GHz (Eur.)
- ◆ Edut
 - välttää hankalita asennuksilta
 - helposti pystytettävissä
 - helposti muutettavissa

Infrapuna

- ◆ Edut
 - liikenne ei leviä seinien läpi (ikkunat!)
 - » tietoturvallisuus
 - » helppo suunnittelu
 - » ei lupatarvetta, RFI-kentät eivät häiritse
- ◆ Haitat
 - vaatii näköyhteyden tai voimakkaan tehon
 - ulkoinen valo häiritsee
 - diffuusi valo rajoittaa kaistanleveyttä (60 Mbit/s / m huoneen pituus)
 - virhesuhde heikompia kuin kaapelijärjestelmissä (10^{-6} vs 10^{-9})

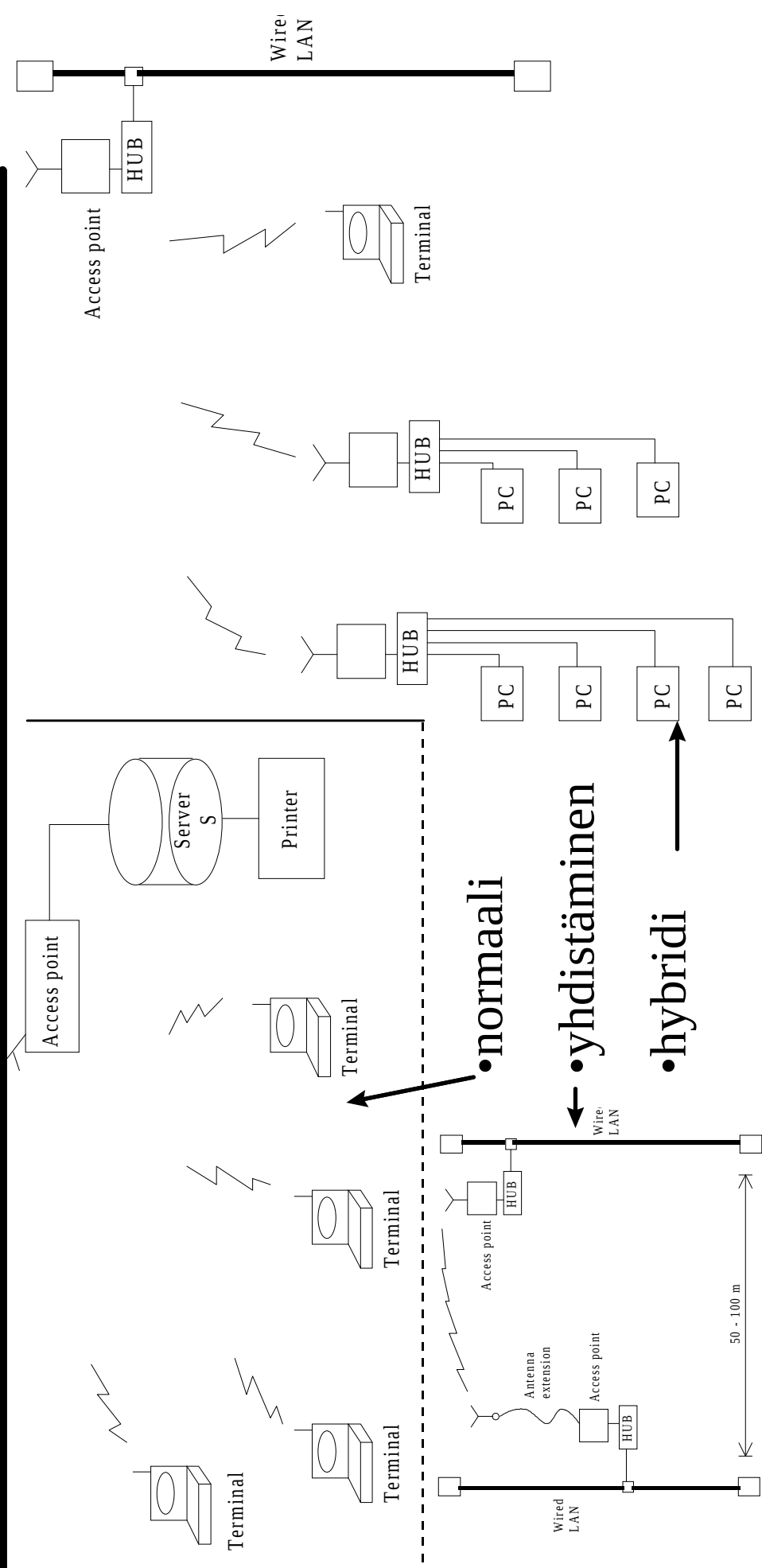
Radiotaajuudet

- ◆ Edut
 - leviää seinien läpi
 - » vaimenee voimakkaasti, yleensä pari seinää maksimi
 - » ei vaadi näköyhteyttä
- ◆ Haitat
 - leviää seinien läpi
 - » turvallinen käyttö vaatii salausta radiotielle
 - » vaatii luvan tai erityisesti varattu taajuusalue
 - » aiheuttaa/vastaanottaa häiriöitä muista verkoista
 - virhesuhde heikempi kuin kaapelijärjestelmissä (10^{-6} vs 10^{-9})

Radioverkkoja

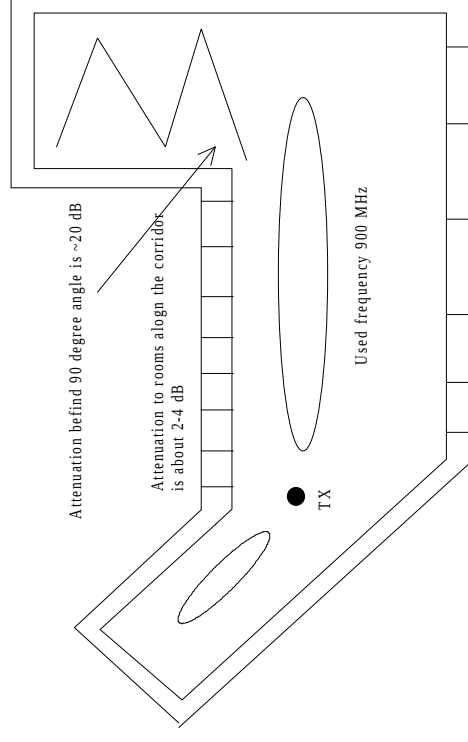
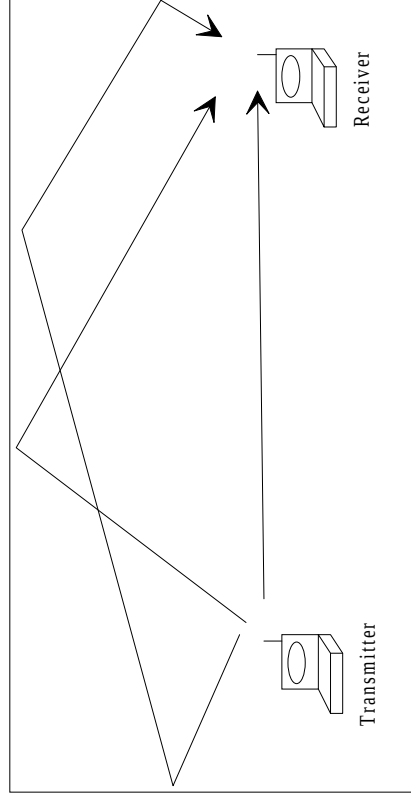
Product / company	Freq. (MHz)	Link rate	Protocol	Network topology
Altair Plus II/Motorola	18-19 GHz	15 Mb/s	Ethernet	radio to base to Ether
WaveLAN AT&T	902-928	2 Mb/s	Ethernet-like	peer-to-peer
Netwave Xircom	2,4 GHz	1 Mb/s	Ethernet Token ring	HUB
JRL-100/Japan Radio Co.	2,4 GHz	2 Mb/s	Ethernet	All, but not ad hoc
IBM	2,4 GHz	1 Mb/s	TDMA	peer-to-peer
WiLAN/WI-LAN	902-928	20 Mb/s	Ethernet, Token ring	peer-to-peer
RadioLink/Microwave, Com	902-928 MHz, 2,4 GHz	250 Kb/s	?	HUB
Range LAN Proxim, Inc.	902-928 MHz	242 Kb/s	Ethernet, Token ring	?
Frrelink/Cabletron Sys.	2,4, 5,8 GHz	5,7 Mb/s	Ethernet	HUB
LAWNO'Neill Comm.	902-928	38,4 Kb/s	AX.25	peer-to-peer
AirLAN/Solectek, CA	902-928	2 Mb/s	Ethernet	PCMCIA, radio to HU
Intersect/Persoft Inc.	902-928	2 Mb/s	Ethernet, tokenring	HUB

Radioverkkojen käyttövaihtoehtoja



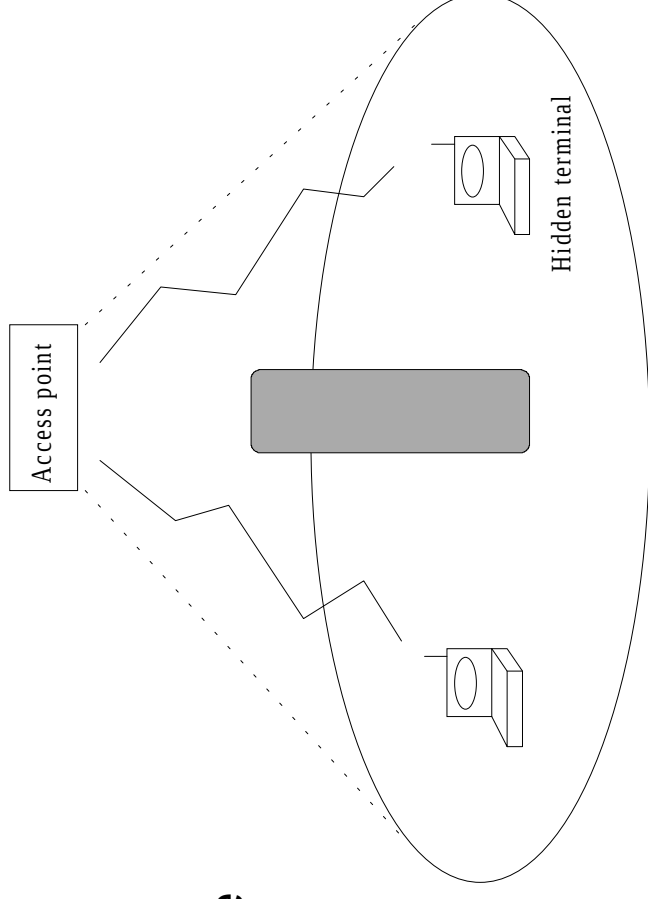
Radioverkkojen ongelmia

- ◆ Monitie-eteneminen
- ◆ Tukiasemien määrä



Radioverkkojen ongelmia...

- ◆ Piilossa olevan terminaalin ongelma
 - toinen kone ei kuule mutta tukiasema kuulee
 - törmäyksen tunnistus ei toimi
 - vaatii huomioon MAC-kerroksella, että läpinäkyvä ylemmille protokollakerroksille



Verkon kustannukset

- ◆ Kaapelointikustannukset
 - kaapeli, liittimet (kaapeliin ja seinään), laitekaapelit, ristikytkentäpiste ja -kaapelit
 - työvoimakustannukset asennukseen ja testaukseen
 - » 100 mk / reikä tai rasia
- ◆ Verkkoelementit
 - keskittimet, keskukset (HUB) ja verkkokortit
- ◆ Käyttöönottokustannukset
 - työvoima- ja ohjelmistokustannukset

Verkon kustannukset...

- ◆ Häiriökustannukset
 - selvityskulut
 - menetetty työteho
- ◆ Ylläpitokustannukset
 - verkonhallintakulut
 - muutosten suorittaminen ja kirjaaminen
- ◆ Kaapeloinnin päivittäminen

Kustannukset

- ◆ kaapeloinnin ylläpito: 1250 mk / käyttäjä / vuosi
- ◆ verkkokomponentit (sillat, reitittimet): 500 mk
- ◆ katkojen aiheuttamat kustannukset: 720 mk
- ◆ keskivertoyrityksessä 2,3 verkkohäiriötä / kk, 100km/kk
 - kaapelointi 17%
 - » EMI/RFI, ylikuuluminen, impedanssisovitus, maavirrat, viottuneet kaapelit ja ylipitkät yhteydet
- ◆ Verkkokortit kalliimpia kuidulle
 - 155 Mbit/s ATM-kortit ~1000 mk
 - CD-soittimet halventaneet kuitua

Lähiverkkoliikenne medioittain

Protokolla	Nopeus (Mbit/s)	TP cat3	TP cat5	koaks	MM	SM
Ethernet	10	X	X	50/75	X	X
	100		X		X	X
Token Bus	1/10			75		
Token Ring	4	X	X			
	16					
FDDI/CDDI	100		X		X	
ATM	25	X	X			
	155		X		X	
POTS	3,5 kHz	X	X			
ISDN	0,144 / 1,5 / 2	X	X			

Standardeja

- ◆ ANSI/EIA/TIA-568-91 Commercial Building Telecommunications Wiring Standard
 - merkittävin standardi alalla
 - kehitys lähti liikkeelle 1985
 - yleinen kaapelointijärjestelmä
 - » monituote
 - » monitoimittaja
 - » pitkä elinikä

Standardeja / lisäyksiä TIA-568-91

- » ANSI/EIA/TIA 568 A 95 "Commercial Building Telecommunications Wiring Standard"
- » ANSI/EIA/TIA-569-90 "Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces"
- » ANSI/EIA/TIA-570-91 "Residential and Light Commercial Telecommunications Wiring Standard"
- » ANSI/EIA/TIA-606-93 "Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings"
- » ANSI/EIA/TIA-607-94 "Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications"
- » EIA Technical Systems Bulletin TSB36 "Technical Systems Bulletin Additional Cable Specifications for Unshielded Twisted Pair Cables"
- » EIA Technical Systems Bulletin TSB40 "Additional Transmission Specifications for Unshielded Twisted-Pair Connecting Hardware"

EIA/TIA 568-91

- ◆ Perustuu tähti-topologiaan
 - työpisteiden maksimietäisyys ristikytkenästä 90 m
 - myös ristikytkenät liitetty keskusristikytöntään tähden muotoisesti
 - » etäisyydet riippuvat käytetystä kaapelityypistä
- ◆ Jokaiseen työpisteeseen vähintään kaksi liitäntää
 - toisen oltava 4 parinen 100 ohm suojaamaton parikaapeli (UTP)
 - toinen voi olla
 - » 4 parinen 100 ohm UTP
 - » 4 parinen 150 ohm suojattu parikaapeli (STP)
 - » 50 ohm koaksiaalikaapeli
 - lisäksi voi olla kuitukaapeli (62,5/125 μm)
 - » myös 100 ohm STP, 75 ohm koaksiaali ja yksimuotokuitu

EIA/TIA 568-91...

- ◆ Runkokaapelointi
 - ristikytöntöjen välillä
 - kaapelina voi olla
 - » moniparinen 100 ohm UTP
 - » moniparinen 150 ohm STP
 - » 50 ohm koaksiaali
 - » 62,5/125 µm monimuotokuitu
 - lisäksi voi olla 100 ohm STP, 75 ohm koaksiaali ja yksimuotokuitu

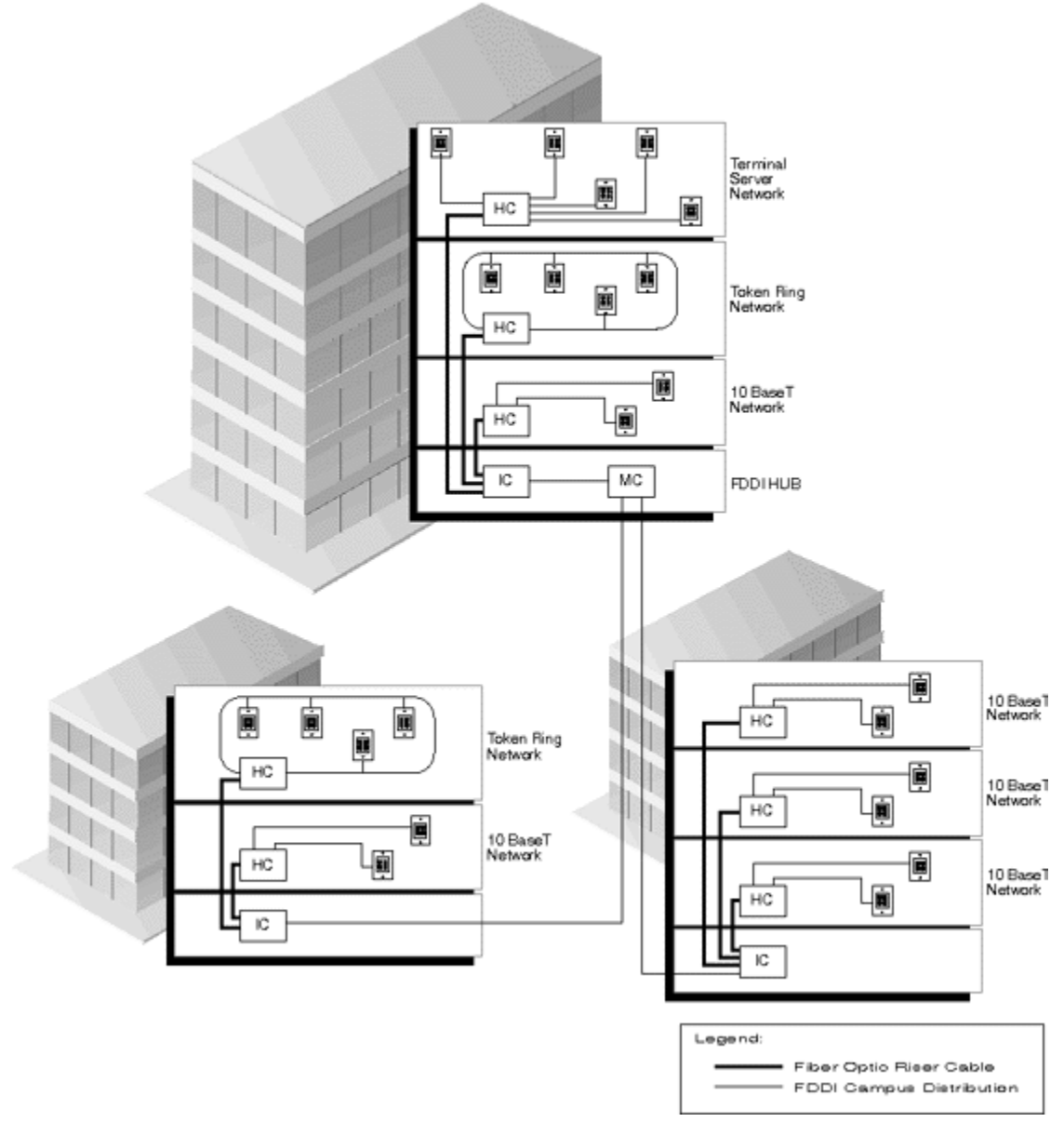
AT&T PDS (Premises Distribution System)

- ◆ toimittaja- ja järjestelmäriippumaton
- ◆ tukee siirtymistä avoimiin järjestelmiin
 - FDDI, CDDI, ISDN
- ◆ työpisteisiin voidaan viedä lähes kaikenlaisia liikennettä
 - puhe, data, video
- ◆ rakennusautomaatio-, kulunvalvonta- ja työajanseurantajärjestelmät samaan kaapelointiin
- ◆ 4-parinen suojaamaton 100 ohmin parikaapeli
- ◆ ristikytkenässä hahloittimet
- ◆ työpisteissä RJ-45-liittimet

DEC, IBM, Krone

- ◆ DEC Open Link
 - kuten AT&T PDS paitsi:
 - » sekä suojattu että suojaamaton parikaapeli
 - » myös ristikytöntäpäässä RJ-45-liittimet
 - » sovitukset ulkoisilla sovittimilla
- ◆ IBM CS (Cabeling System)
 - käytetään 2-parista 150 ohmin suojattua parikaapelia
 - IBM:n omat liittimet työpisteissä
- ◆ Krone Link
 - parikaapelilla (suojattu/suojaamaton) ja valokaapelilla toteutettu kiinteistöverkko
 - ristikytkenässä hahloliitos tai RJ-45 ja työpisteissä RJ-45, sovitukset ulkoisilla sovittimilla

Kaapelointijärjestelmä

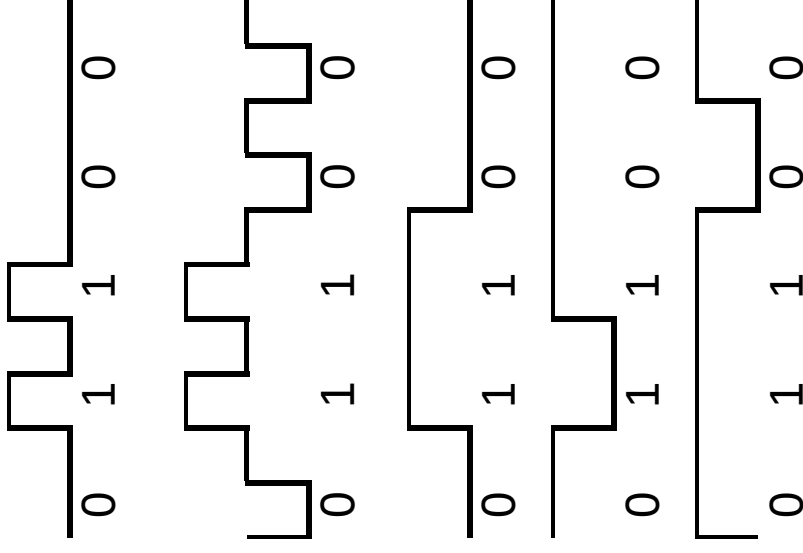


Bittien siirto

- ◆ Koodaus
 - miksi ei siirretä sellaisenaan
 - » pitkät tasavirtakomponentit eivät välttämättä siirry
 - » tahdistus katoaa
- ◆ Modulointi
 - yleensä kantataajuusmodulointi
 - » koodattu siirretään sellaisenaan
 - » sopimus 0/1
 - laajakaistamodulointi
 - » yleensä FSK
 - » häiriöllisessä yhteydessä

Koodaus siirtotielle

- ◆ Pulssi
 - RZ ($1=1\frac{1}{2}$ bitin pulssi, $0=ei$ pulssia)
 - manchester-koodaus ($1=1\frac{1}{2}$ bitin pulssi yhdellä polariteetilla, $0=1\frac{1}{2}$ bitin pulssi toisella)
- ◆ NRZ
 - taso ($0=0$ ja $1=1$)
 - mark ($1=muutos$ ja $0=ei$ muutosta)
 - space ($0=muutos$ ja $1=ei$ muutosta)



Koodaus siirtotielle...

- ◆ Kaksivaiheinen
 - mark (muutos bitin alussa, 1=muutos keskellä)
 - space (muutos bitin alussa, 0=muutos keskellä)
- ◆ Miller-koodaus
 - 1=muutos keskellä
 - 0:ta seuraa
 - » 1: ei muutosta
 - » 0: muutos bitin lopussa
- ◆ 4B5B-koodaus
 - 4 bittiä koodataan viideksi
 - ylimääräiset kontrollimerkkeihin

