

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tutkintotyö

Olli Järvinen

OMAKOTITALON KOTIVERKKO

Työn ohjaaja
Tampere 2008

Lehtori Ilkka Tervaoja

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tietotekniikka

Tietoliikennetekniikka

Järvinen, Olli

Omakotitalon kotiverkko

Tutkintotyö

28 sivua + 8 liitesivua

Työn ohjaaja

Lehtori Ilkka Tervaoja

Tammikuu 2008

Hakusanat

tietoliikenneverkot, kotiverkot, yleiskaapelointi, kanava,
pysyvä siirtotie

TIIVISTELMÄ

Tutkintotyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa toimiva omakotitalon kotiverkko, jota tullaan käyttämään tietokoneitten ja mahdollisesti myös muiden laitteitten kytkemiseksi toisiinsa ja internetiin. Työhön kuului myös verkon testaus. Verkko toteutettiin yleiskaapelointijärjestelmänä. Toteutus poikkesi standardin mukaisesta yleiskaapeloinnista, sillä jakamoon ei asennettu ristikytkentää, kuten standardi vaatii. Testauksessa jokainen kaapeli sai tuloksen hyväksytyksi, mutta verkon standardista poikkeavasta toteutustavasta johtuen sen parasta mahdollista toimintaa joka tilanteessa ei pystytty varmistamaan.

TAMK University of Applied Sciences

Information technology

Telecommunication

Järvinen, Olli

Engineering Thesis

Thesis supervisor

January 2008

Keywords

Designing a home network

28 pages, 8 pages of appendices

Lecturer Ilkka Tervaoja

telecommunication networks, home networks, generic cabling,
channel, permanent link

ABSTRACT

The aim of the thesis was to design and build the home network of a detached house. The network will be used for connecting computers and other data terminals with each other and to the Internet. The work also included testing of the network. The network was realized as a generic cabling system. The network did not fully conform to the generic cabling standards, since a cross-connect was not installed in the distributor. Every cable passed the test, but due to the nonstandard realization of the network, the optimal performance of it could not be verified.

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| SISÄLLYSLUETTELO..... | iii |
| LYHENTEITEN JA MERKKIEN SELITYKSET | iii |
| 1 JOHDANTO..... | 3 |
| 2 KIINTEISTÖJEN TIETOLIIKENNEVERKOT..... | 3 |
| 2.1 Tietoverkot..... | 3 |
| 2.2 Yleiskaapelointijärjestelmät | 3 |
| 2.2.1 Yleiskaapelointijärjestelmän perusajatus /1/..... | 3 |
| 2.2.2 Yleiskaapelointijärjestelmien standardointi /2/..... | 3 |
| 2.3 Yleiskaapeloinnin rakenne..... | 3 |
| 2.3.1 ICT- ja BCT-kaapeloinnin osajärjestelmät | 3 |
| 2.3.2 Liitännät jakamoissa..... | 3 |
| 2.3.3 Kotiverkon käsitteitä: kanava ja pysyvä siirtotie | 3 |
| 2.4 Yleiskaapeloinnin testaus | 3 |
| 2.5 Testattavat parametrit /3/..... | 3 |
| 2.5.1 KytKentä..... | 3 |
| 2.5.2 Pituus | 3 |
| 2.5.3 Kulku-aika..... | 3 |
| 2.5.4 Kulku-aikaero | 3 |
| 2.5.5 Tasavirtasilmukaresistanssi..... | 3 |
| 2.5.6 Vaimennus | 3 |
| 2.5.7 Lähipään ylikuulumisvaimennus..... | 3 |
| 2.5.8 Kaukopään ylikuulumissuhde | 3 |
| 2.5.9 Vaimennus-ylikuulumissuhde..... | 3 |
| 2.5.10 Heijastusvaimennus | 3 |
| 2.5 Luokan D vaatimukset kanavalle ja pysyvälle siirtotielle..... | 3 |
| 3 KOTIVERKON SUUNNITTELU | 3 |
| 4 TESTAUKSEN KULKU | 3 |
| 4.1 Kaapeloinnin standardin mukainen testaus /3/ | 3 |
| 4.2 Kaapeloinnin testaus tämän työn tapauksessa | 3 |
| 5 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT..... | 3 |
| 5.1 Testaustulosten yhteenveto..... | 3 |
| 5.2 Tulosten arviointi | 3 |
| LÄHTEET | 3 |
| LIITTEET..... | 3 |

LYHENTEITEN JA MERKKIEN SELITYKSET

| | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|
| BCT | broadcast and communications technologies, joukkoviestintätekniiikat |
| BO | broadcast outlet, antennirasia |
| CCCB | commands, controls and communications in buildings, talotekniikan tietoliikenne |
| ICT | information and communications technology, tieto- ja tietoliikennetekniikka |
| PHD | primary home distributor, ensiökotijakamo |
| SHD | secondary home distributor, toisiokotijakamo |
| TI | test interface, testausrajapinta |
| TO | telecommunications outlet, tietoliikennesasia |
| UTP | unshielded twisted pair, suojaamaton kierretty parikaapeli |

1 JOHDANTO

Tutkintotyön tarkoituksena on suunnitella, toteuttaa ja testata omakotitalon sisäinen tietoliikenneverkko eli kotiverkko. Kotiverkko on olennainen osa nykyaikaista kotia, sillä se liittää kotona käytettävät päätelaitteet, kuten tietokoneet, toisiinsa ja yleiseen tietoverkkoon. Verkkoon kuuluvat ristikytkeä, kaapelointi ja työpisterasiat. Sen sijaan työpisterasian ja päätelaitteen välisiä liitäntäjohtoja ei lasketa kotiverkkoon kuuluviksi.

Tänä päivänä kotiverkot toteutetaan yleensä yleiskaapelointijärjestelminä, mikä tarkoittaa, että kaapelointi on toimittajasta ja sovelluksesta riippumaton. Yleiskaapelointijärjestelmät suunnitellaan ja toteutetaan ISO/IEC-standardien mukaan niin, että ne täyttävät halutut suorituskykyvaatimukset. Yleiskaapeloinnin etuna on myös, että se voidaan suunnitella ja toteuttaa, vaikka ei vielä tiedetä mitä sovelluksia verkkoon tullaan liittämään.

Kyseessä oleva omakotitalo on valmistumassa Ylöjärvelle. Talon tietoliikenneverkko on yleiskäyttöinen verkko, jota ainakin aluksi tullaan käyttämään vain tietokoneitten liittämiseksi internetiin. Lisäksi sille voi olla tulevaisuudessa muutakin käyttöä, kuten murtohälytysjärjestelmän osana toimiminen. Verkkoon on myös mahdollista liittää lankapuhelin.

Työn tavoitteena on suunnitella ja rakentaa kotiverkko standardin ISO/IEC 15018 mukaan. Verkon suunnitteluun kuuluu kanavien ja pysyvien siirtoteitten vaimennusten laskenta. Verkon rakentaminen käsittää johtojen, ristikytkeäpaneelin ja työpisterasioitten asennuksen. Työhön kuuluu myös selvittää mittaamalla, täyttääkö verkko sille asetetut vaatimukset.

2 KIINTEISTÖJEN TIETOLIIKENNEVERKOT

Kiinteistöjen tietoliikenneverkkoja ovat puhelinsisäverkko, tietoverkot sekä muut tietoliikenneverkot. Puhelinsisäverkko on perinteisesti ollut kiinteistön tärkein tietoliikenneverkko. Kiinteistön puhelinsisäverkko toimii paitsi kiinteistön sisäisenä verkkona, myös osana yleistä televerkkoa, joten sen on oltava

yhteensopiva viimeksi mainitun kanssa. Kiinteistöjen puhelinsisäverkot on rakennettava Telehallintokeskuksen (THK) määräysten mukaisesti. THK:n määräyksissä viitataan teknisiin standardeihin, joten kyseisiä standardeja on noudatettava kiinteistöjen tietoliikenneverkkoja rakennettaessa. /1./

2.1 Tietoverkot

Tietoverkko on tietojärjestelmien toimintaan tarkoitettu verkko, esimerkkeinä Ethernet ja Token ring. Uusissa rakennuksissa toimittajariippumattomat yleiskaapelointijärjestelmät ovat kuitenkin syrjäyttäneet yksinomaan datan siirtoon tarkoitettut tietoverkot. Yleiskaapelointijärjestelmät toimivat sekä puhelin- että tietoverkkoina. /1./ Tässä työssä suunniteltu ja toteutettu verkko oli juuri yleiskaapelointijärjestelmä.

Muita kiinteistöjen tietoliikenneverkkoja ovat mm. paloilmoitinjärjestelmät, rikosilmoitinjärjestelmät, videovalvontajärjestelmät ja äänentoistojärjestelmät /1/. Niihin ei työssä puututtu; mainittakoon kuitenkin, että osa näistä voidaan toteuttaa yleiskaapelointijärjestelmiä käyttäen.

2.2 Yleiskaapelointijärjestelmät

2.2.1 Yleiskaapelointijärjestelmän perusajatus /1/

Yleiskaapelointijärjestelmien ideana on, että yksi ja sama kaapelointi tyydyttää erilaiset tiedonsiirron tarpeet, kuten puheen, datan ja videon siirto sekä erilaiset valvonta- ja ilmoitinjärjestelmät.

Yleiskaapeloinnin etuja ovat:

- toimittajariippumaton järjestelmä
- sovelluksesta riippumaton kaapelointi
- joustava ja tilanteen mukaan muunneltava kaapelointi
- kaapelointi voidaan suunnitella rakennussuunnitelmassa jo ennen kuin tarkemmat vaatimukset ovat tiedossa

2.2.2 Yleiskaapelointijärjestelmien standardointi /2/

Yleiskaapelointijärjestelmien standardointi alkoi Yhdysvalloissa 1980-luvun jälkipuoliskolla, kun lähiverkot alkoivat yleistyä ja haluttiin kehittää toimittajariippumattomia kaapelointiratkaisuja. Yhdysvalloissa standardeja alkoivat kehittää elektroniikka-alan järjestö EIA ja telealan järjestö TIA. Myöhemmin myös kansainvälinen ISO/IEC ja eurooppalainen CENELEC rupesivat laatimaan kaapelointistandardeja. Yksi tärkeimmistä kotien yleiskaapelointia koskevista standardeista on kansainvälinen ISO/IEC 15018 Information technology – Generic cabling for homes. /2/

Standardissa ISO/IEC 15018 määritellään kotien yleiskaapelointi kolmea sovellusryhmää varten:

- tieto- ja tietoliikennetekniikka (ICT), johon kuuluvat puhelin, lähiverkkopalvelut esim. internet-yhteyksiä ja kodin sisäistä tietoliikennettä varten sekä HomePNA internet-yhteyksiä varten
- joukkoviestintätekniikat (BCT), joihin kuuluvat maanpäällinen tv ja radio, kaapeli-tv ja satelliitista vastaanotetut tv-palvelut
- talotekniikan tietoliikenne (CCCB), johon kuuluvat rakennusautomaation sovellukset, kuten mittaus-, ohjaus- ja säätötietojen siirto sekä turvallisuustekniikan sovellukset, kuten valvonta- ja ilmoitusjärjestelmät. /2/

Myös yleiskaapeloinnin testauksesta on laadittu standardeja. Testausmenetelmät on määritelty standardissa EN 50346. /3/

2.3 Yleiskaapeloinnin rakenne

2.3.1 ICT- ja BCT-kaapeloinnin osajärjestelmät /2/

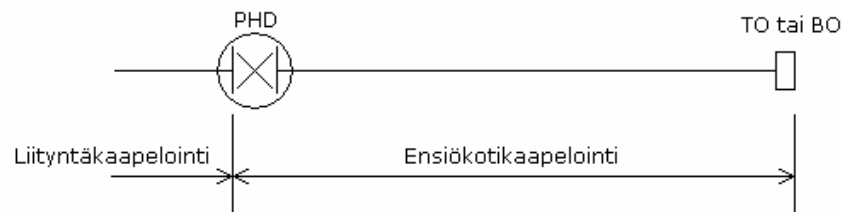
ICT- ja BCT-kaapeloinnin osajärjestelmiä ovat ensiökotikaapelointi ja toisiokotikaapelointi. Viimeksi mainittu on valinnanvarainen osa, jota tarvitaan vain suurissa kiinteistöissä. Ensiökotikaapelointi ja toisiokotikaapelointi jakautuvat edelleen kaapeloinnin toiminnallisiin osiin, joita ovat:

- ensiökotijakamo (primary home distributor, PHD)
- ensiökotikaapeli (primary home cable)

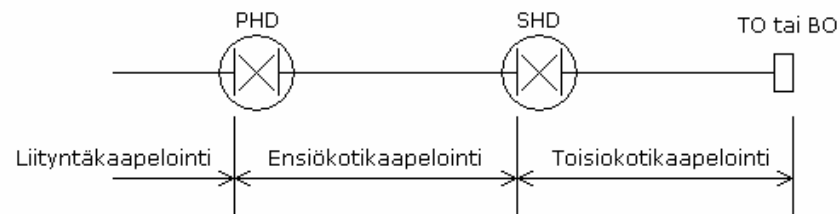
- toisiokotijakamo (secondary home distributor, SHD)
- toisiokotikaapeli (secondary home cable)
- liitántärasia (tietoliikennesasia, TO tai antennirasia, BO)

Milloin toisiokotikaapelointia käytetään, ensiökotikaapeloinnin muodostavat ensiökotijakamo ja ensiökotikaapeli. Toisiokotikaapeloinnin muodostavat toisiokotijakamo ja liitántärasia. Milloin toisiokotikaapelointia ei käytetä, ensiökotikaapeloinnin muodostavat ensiökotijakamo, ensiökotikaapeli ja liitántärasia. Kuvassa 1 havainnollistetaan kaapeloinnin osajärjestelmiä.

a) Ilman toisiokotijakamoa



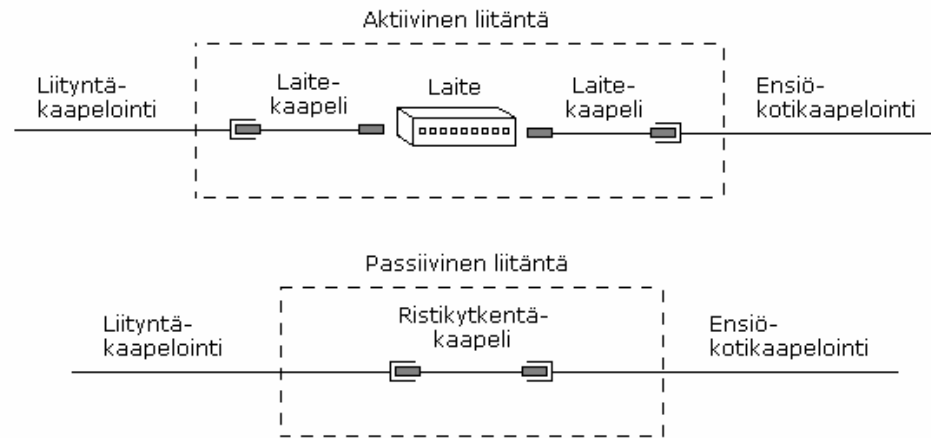
b) Toisiokotijakamon kanssa



Kuva 1. ICT- ja BCT-kaapeloinnin osajärjestelmät (lähde 2, s. 20, mukaillen)

2.3.2 Liitännät jakamoissa /2/

Ensiökotijakamossa on kotiverkon liitäntä ulkomaailmaan. Se toteutetaan joko passiivisena eli ristikytkennällä tai aktiivisella laitteella kuten reitittimellä. Toisiokotijakamossa, milloin sitä käytetään, ensiökotikaapelointi liitetään toisiokotikaapelointiin. Myös tämä liitäntä toteutetaan passiivisena eli ristikytkennällä tai aktiivisella laitteella. Kuva 2 havainnollistaa liitännöitä ensiökotijakamossa.



Kuva 2. Liitännät ensiökotijakamossa (lähde 2, s. 22, mukailten)

2.3.3 Kotiverkon käsitteitä: kanava ja pysyvä siirtotie

”Kanava on kotikaapeloinnissa tietoliikennelaitteen (esim. lähiverkkokytin, vahvistin) tai muun sovelluskohtaisen laitteen (esim. antennihaaroin) ja päätelaitteen välinen yhteys” /2, s. 23/. Tyypillisen ensiökotikaapeloinnin kanavan osat ovat:

- laitekaapeli ensiökotijakamossa
- laitekaapelin ja ensiökotikaapelin välinen liitos ensiökotijakamossa
- ensiökotikaapeli
- ensiökotikaapelin ja laitekaapelin välinen liitos liitäntärasiaassa
- laitekaapeli, jolla päätelaite liitetään liitäntärasiaan

Pysyvä siirtotie on kanavan kiinteä, sovelluksesta riippumaton osa.

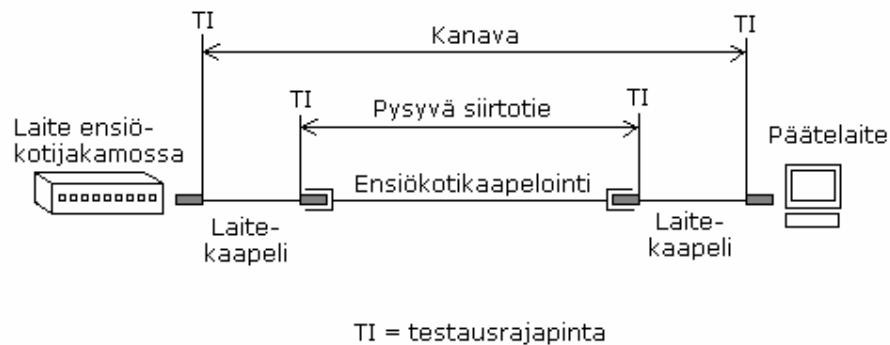
Ensiökotikaapeloinnin tapauksessa pysyvän siirtotien muodostavat ensiökotikaapeli sekä sen molemmissa päissä olevat liitokset. /2./

2.4 Yleiskaapeloinnin testaus /2/

Tietoliikennesovelluksen toimivuus riippuu mm. kanavan suorituskyvystä. Siksi sen varmistaminen on tärkeää kotiverkon suunnittelussa ja mittauksessa. Sekä kanavan että pysyvän siirtotien tulee täyttää standardin ISO/IEC 15018 vaatimukset. Kanava muodostuu vasta, kun laite kytketään laitekaapelilla verkkoon. Kaapelointi on kuitenkin testattava vaikka kanavaa ei vielä ole. Siksi yleiskaapeloinnista testataan pysyvän siirtotien suorituskyky, joka pystytään jo

kaapeloinnin asennusvaiheessa testaamaan. Jos kanavan muodostamiseen käytetään standardin mukaisia laitekaapeleita ja pysyvä siirtotie täyttää standardin vaatimukset, myös kanava täyttää sille asetetut vaatimukset.

Kaapeloinnin suorituskyky testataan testausrajapinnoissa. Testausrajapinnat ovat kanavan ja pysyvän siirtotien päissä. Kuva 3 havainnollistaa kanavan, pysyvän siirtotien ja testausrajapinnan käsitteitä yksinkertaisessa kotiverkossa, jossa on vain ensiökotikaapelointi.



Kuva 3. Kanava, pysyvä siirtotie ja testausrajapinnat kotiverkossa, jossa on vain ensiökotikaapelointi (lähde 2, s. 22 mukailen)

2.5 Testattavat parametrit /3/

Asennettu yleiskaapelointi on aina testattava, jotta pystytään varmistamaan sen suorituskyky. Standardissa EN 50346 määritellään asennetun parikaapeloinnin ja optisen kaapeloinnin testausmenetelmät. Seuraavassa keskitytään parikaapeloinnin testaukseen. Asennetusta parikaapeloinnista testataan seuraavat asiat:

1. KytKentä (wire map)
2. Pituus (length)
3. Kulku-aika (propagation delay)
4. Kulku-aikaero (propagation delay skew)
5. Tasavirtasilmukaresistanssi (DC loop resistance)
6. Vaimennus (insertion loss)
7. Lähipään ylikuulumisvaimennus (near end crosstalk loss)
 - a. kahden parin välillä, NEXT (pair to pair)
 - b. tehosummana, PSNEXT (power sum)

8. Kaukopään ylikuulumissuhde (equal level far end crosstalk loss)
 - a. kahden parin välillä, ELFEXT (pair to pair)
 - b. tehosummana, PSELFEXT (power sum)
9. Vaimennus-ylikuulumissuhde (attenuation to crosstalk ratio)
 - a. kahden parin välillä, ACR (pair to pair)
 - b. tehosummana, PSACR (power sum)
10. Heijastusvaimennus; RL (return loss) /3/

Seuraavassa tarkastellaan testattavia parametreja lähemmin.

2.5.1 Kytcentä

Kytcentän testauksessa tarkastetaan, ovatko kaikki kahdeksan johdinta ja mahdollinen suojavaippa kytketty oikein liittimiin. Mahdolliset kytkentävirheet ovat:

- katkos: johdin on poikki tai irti liittimestä
- oikosulku: johdin on sähköisessä kontaktissa toiseen johtimeen tai suojaan.
- ristiinkytketyt parit: parin johtimet on kytketty kaukopäässä jonkin toisen parin hahloihin
- ristiinkytketyt johtimet: parin napaisuus on kaukopäässä käänteinen lähipäähän nähden
- jaettu pari: eri paria olevat johtimet on kytketty pariiksi.

2.5.2 Pituus

Kaapelitesteri laskee kaapelin pituuden signaalin kulkuajan mittauksen perusteella. Standardin EN 50173-1 mukaan pituus ei ole kaapeloinnin hylkäysperuste, mutta pituussääntöjä tulee suunnittelussa ja toteutuksessa noudattaa, jotta vaaditut sähköiset suoritusarvot saavutettaisiin.

2.5.3 Kulku aika

Kulku aika on aika, joka signaalilta kuluu sen kulkemiseen kanavan tai siirtotien päästä päähän. Kulkuajalle on määritelty maksimi arvot mikrosekunteina (μ s).

2.5.4 Kulkuaikaero

Parikaapelissa jokaisella parilla parikierron nousu on eripituinen ylikuulumisen hallitsemiseksi. Tästä johtuen eri parien johtimet ovat eri pituiset ja signaalin kulkuaika on eri pareissa eri pituinen. Kulkuaikaero on pisimmän ja lyhimmän kulkuajan välinen erotus. Sille on määritelty maksimi-arvot mikrosekunteina (μs).

2.5.5 Tasavirtasilmukkaresistanssi

Tasavirtasilmukkaresistanssi on parin resistanssi, joka ottaa huomioon parin molemmat johtimet. Tasavirtasilmukkaresistanssilla on merkitystä silloin, kun jonkin laitteen tehonsyöttö tapahtuu kaapelointia pitkin. Sille on määritelty maksimi-arvot ohmeina (Ω).

2.5.6 Vaimennus

Vaimennus on signaalin siirtotiellä tai kanavalla edetessään kokema tehon alenema. Se johtuu johdin- ja eristehäviöistä. Vaimennuksesta aiheutuu, että jännite on pienempi kaapelin loppupäässä kuin alkupäässä ja virta on sitä pienempi mitä pitempi kaapeli on. Vaimennus kasvaa taajuuden kasvaessa. Vaimennukselle on määritelty maksimi-arvot desibeleinä (dB).

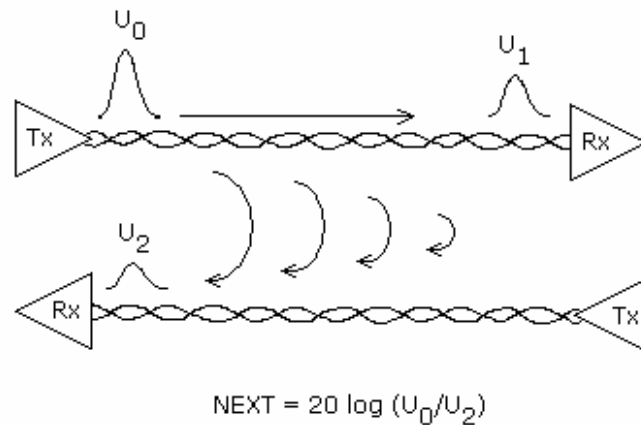
2.5.7 Lähipään ylikuulumisvaimennus

Ideaalisessa symmetrisessä parissa etenevästä signaalista ei kytkeydy tehoa ympäristöön. Käytännössä siirtotiellä kuitenkin aina esiintyy epätäydellistä symmetriaa, mistä johtuen tehon siirtymistä ympäristöön tapahtuu. Tätä kutsutaan ylikuulumiseksi. Epätäydellisen symmetrian lisäksi myös parien impedanssisovituksilla ja kytkentätavoilla on vaikutusta ylikuulumisilmiöön. Kun ylikuulunutta signaalia tarkastellaan samasta päästä kuin mistä ylikuulumista aiheuttava signaali lähetetään, puhutaan lähipään ylikuulumisesta. Sitä mitataan kahdella eri suureella:

- lähipään ylikuulumisvaimennus kahden parin välillä (NEXT)
- lähipään ylikuulumisvaimennus tehosummana (PSNEXT)

Molemmille suureille on määritelty minimiarvot desibeleinä (dB). Lähipään ylikuuluminen on kriittistä varsinkin duplex-siirrossa eli yhtäaikaisessa kaksisuuntaisessa tiedonsiirrossa.

Lähipään ylikuulumisvaimennus kahden parin välillä (NEXT) tarkoittaa yhden parin hyötysignaali-tehon ja tältä parilta toiselle parille ylikuuluneen signaali-tehon suhdetta. Sitä havainnollistetaan kuvassa 4.



Kuva 4. Lähipään ylikuulumisvaimennus kahden parin välillä, NEXT (lähde 3, s. 43 mukaillen)

Lähipään ylikuulumisvaimennus tehosummana (PSNEXT) tarkoittaa yhden parin hyötysignaali-tehon suhdetta kaapelin kaikilta muilta pareilta tälle parille ylikuuluneitten signaali-tehojen summaan.

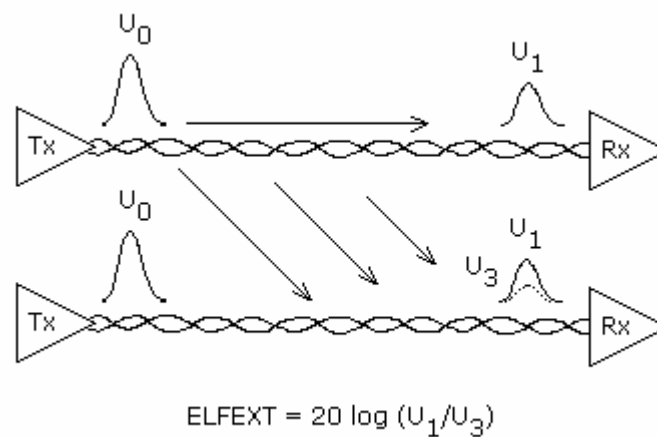
2.5.8 Kaukopään ylikuulumissuhde

Kun ylikuulunutta signaalia tarkastellaan eri päästä kuin mistä ylikuulumista aiheuttava signaali lähetetään, puhutaan kaukopään ylikuulumisesta. Sitä testataan kahdella eri suurella:

- kaukopään ylikuulumissuhde kahden parin välillä (ELFEXT)
- kaukopään ylikuulumissuhde tehosummana (PSELFEXT)

Molemmille suureille on määritelty minimiarvot desibeleinä (dB). Jos ylikuulunut signaali on liian suuri suhteessa hyötysignaaliin, syntyy tiedonsiirtoon virheitä. Kaukopään ylikuuluminen on kriittistä varsinkin silloin, kun useampaa kuin yhtä paria käytetään samaan aikaan ja samansuuntaiseen tiedonsiirtoon.

Kaukopään ylikuulumissuhde kahden parin välillä (ELFEXT) kertoo hyötysignaalin ja häiritsevän, toiselta johdinparilta ylikuuluneen, signaalin suhteen kaukopäässä. Sitä havainnollistetaan kuvassa 5.



Kuva 5. Kaukopään ylikuulumissuhde kahden parin välillä, ELFEXT

Kaukopään ylikuulumissuhde tehosummana (PSELFEXT) kertoo kaikilta muilta pareilta yhdelle parille ylikuuluneen signaalitehon summan. Esimerkiksi neliparisessa kaapelissa tämä tarkoittaa kolmen ylikuuluneen tehon summaa.

2.5.9 Vaimennus-ylikuulumissuhde

Mitä pitempi kaapeli on, sitä enemmän signaali vaimenee edetessään siinä. Tällöin kasvaa vaara, että vaimentunutta vastaanotettavaa signaalia häiritsee samasta päästä toisella parilla lähetettävä suuritasoinen signaali. Siksi asennetusta kaapelista määritetään kaksi suuretta:

- vaimennus-ylikuulumissuhde kahden parin välillä (ACR)
- vaimennus-ylikuulumissuhde tehosummana (PSACR)

Molemmille suureille on määritelty minimiarvot desibeleinä (dB).

Suureet ovat laskennallisia, joten testeri laskee niiden arvot mitattujen suureitten perusteella:

$$ACR = NEXT - \text{vaimennus (dB)}$$

$$ACR = PSNEXT - \text{vaimennus (dB)}$$

2.5.10 Heijastusvaimennus

Jotta signaali vaimentuisi kanavassa tai siirtotiellä edetessään mahdollisimman vähän, on kanavassa tai siirtotiellä esiintyvien impedanssien oltava riittävän tarkasti saman suuruisia. Käytännön kaapeloinnissa on aina ominaisimpedanssin muutoskohtia. Näissä kohdissa osa signaalista heijastuu takaisin. Heijastuksen suuruutta kuvataan heijastuskertoimella ρ , joka on verrannollinen impedanssin muutoksen suuruuteen. Heijastusvaimennus A_h ilmaisee saman asian toisin – se kertoo kanavaan tai siirtotielle syötetyn signaalitehon ja sieltä heijastuneen tehon suhteen:

$$A_h = 20 \log(1/\rho)$$

Heijastusvaimennukselle on määritelty minimiarvot desibeleinä (dB).

2.5 Luokan D vaatimukset kanavalle ja pysyvälle siirtotielle

ICT-kaapeloinnin kanavien ja pysyvien siirtoteitten tulee täyttää vähintään standardin ISO/IEC 11801 (= EN 50173-1) luokan D vaatimukset. Ne toteutuvat kategorian 5 ja kaapeleilla ja liittimillä. Luokan D suorituskyykyvaatimukset kanavalle ja pysyvälle siirtotielle on esitetty seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 1. Heijastusvaimennuksen minimiarvo (dB)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 17,0 | 19,0 |
| 16 | 17,0 | 19,0 |
| 100 | 10,0 | 12,0 |

Taulukko 2. Vaimennuksen maksimiarvo (dB)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 4,0 | 4,0 |
| 16 | 9,1 | 7,7 |
| 100 | 24,0 | 20,4 |

Taulukko 3. Lähipään ylikuulumisvaimennuksen (NEXT) minimiarvo (dB)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 60,0 | 60,0 |
| 16 | 43,6 | 45,2 |
| 100 | 30,1 | 32,3 |

Taulukko 4. PSNEXTin minimiarvo (dB)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 57,0 | 57,0 |
| 16 | 40,6 | 42,2 |
| 100 | 27,1 | 29,3 |

Taulukko 5. Vaimennus-ylikuulumissuhteen (ACR) minimiarvo (dB)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 56,0 | 56,0 |
| 16 | 34,5 | 37,5 |
| 100 | 6,1 | 11,9 |

Taulukko 6. PSACR:n minimiarvo (dB)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 53,0 | 53,0 |
| 16 | 31,5 | 34,5 |
| 100 | 3,1 | 8,9 |

Taulukko 7. ELFEXTin minimiarvo (dB)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 57,4 | 58,6 |
| 16 | 33,3 | 34,5 |
| 100 | 17,4 | 18,6 |

Taulukko 8. PSELFEXTin minimiarvo (dB)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 54,4 | 55,6 |
| 16 | 30,3 | 31,5 |
| 100 | 14,4 | 15,6 |

Taulukko 9. Tasavirtasilmukkaresistanssin maksimiarvo (Ω)

| Kanava | Siirtotie |
|--------|-----------|
| 25 | 21 |

Taulukko 10. Kulkuajan maksimiarvo (μ s)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 0,580 | 0,521 |
| 16 | 0,553 | 0,496 |
| 100 | 0,548 | 0,491 |

Taulukko 11. Kulku aikaeron maksimiarvo (μ s)

| Taajuus (MHz) | Kanava | Siirtotie |
|---------------|--------|-----------|
| 1 | 0,050 | 0,044 |
| 16 | 0,050 | 0,044 |
| 100 | 0,050 | 0,044 |

Mainittujen vaatimusten lisäksi kanavan maksimipituudeksi on määritelty 100 m. Se mitataan, mutta se ei kuitenkaan ole testin hyväksymis- tai hylkäysperuste.

Testerit antaa jokaisesta yksittäisestä testaustuloksesta, samoin kuin jokaisesta kokonaistuloksesta, arvon PASS, FAIL, PASS* tai FAIL*. PASS on hyväksytty ja FAIL on hylätty tulos.

PASS* ja FAIL* ovat rajatuloksia. PASS*-tuloksessa mitattu arvo on testirajan ”paremmalla” puolella mutta sen ero testirajaan on testerin mittaustarkkuuden sisällä. Vastaavasti FAIL*-tuloksessa mitattu arvo on testirajan ”huonommalla” puolella mutta sen ero testirajaan on testerin mittaustarkkuuden sisällä.

Rajatuloksista PASS* tulkitaan yleensä hyväksytyksi ja FAIL* hylätyksi. Kokonaistulos tulkitaan hyväksytyksi vain, jos kaikki osatulokset ovat joko PASS tai PASS*. Myös muita tulkintoja voidaan käyttää, voidaan esimerkiksi tulkita PASS*-tulokset hylätyiksi tai FAIL*-tulokset hyväksytyiksi.

3 KOTIVERKON SUUNNITTELU

Rakennuskohteena oli Ylöjärven Asuntilaan valmistuva omakotitalo. Taloon haluttiin toteuttaa tavanomainen kotiverkko tietokoneen ja tulevaisuudessa mahdollisesti muitten laitteitten liittämiseksi toisiinsa ja yleiseen televerkkoon.

Ehkä suurin kysymys tänä päivänä päätettäessä kotiverkon rakentamisesta on, päädytäänkö langalliseen vai langattomaan ratkaisuun. Vaikka langattomien verkkojen nopeus riittää mainiosti moniin tarkoituksiin ja tietoturvakin on oikeilla asetuksilla hyvällä tasolla, valittiin tässä tapauksessa langallinen ratkaisu, koska uuteen taloon tehtäessä kaapelointi on helppo toteuttaa samassa yhteydessä kuin muukin kaapelointi tehdään eivätkä kustannukset ole kohtuuttomat.

Ensiökotijakamo sijoitettiin talon alakertaan sähköpääkeskuksen viereen, jonne yleisen tietoliikenneverkon liittymä tulee. Toisiökotijakamo ei tarvittu, koska kaapelien pituus oli enimmillään vain noin 25 metriä. Ensiökotijakamosta kaapelit vedettiin eri puolilla taloa sijaitseviin liitäntärasioihin. Liitäntärasioina käytettiin

kaksiosaisia RJ45 UTP -rasioita. Käytetyn kaapelin tyyppi oli CAT 5e UTP 2x4-parinen AWG 24 -asennuskaapeli, ja kaapelin valmistaja oli Kerman.

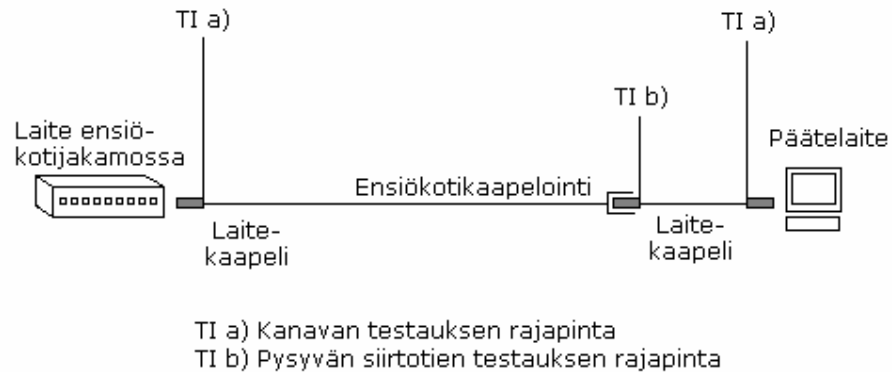
Kaapelointi poikkesi standardiratkaisusta, jossa ensiökotijakamoon sijoitetaan ristikytkentä, sillä ristikytkentää ei asennettu, vaan kaapelien päät tuotiin jakamoon, jossa ne roikkuvat ”ilmassa”. Kaapelien päihin asennettiin standardin mukaiset RJ45-liittimet, joilla ne voi kytkeä suoraan jakamossa oleville laitteille. Tällaisena laitteena ensiökotijakamossa on ADSL-modeemi, johon yksi jakamoon tulevista kaapeleista kytkettiin ja jonka kautta kotiverkko liitettiin yleiseen tietoverkkoon. Kuvassa 6 on esitetty ensiökotijakamo, ADSL-modeemi ja ensiökotijakamoon tuodut kaapelien päät.



Kuva 6. Ensiökotijakamo

Kaapeloinnin periaate poikkesi standardiratkaisusta siinä, että ensiökotijakamossa kaapeleita ei kytketty ristikytkentäpaneeliin, vaan kaapelien päihin liitettiin

urospuoliset RJ45-liittimet, joilla kaapelit voidaan kytkeä suoraan, ilman laitekaapelia, jakamossa sijaitseviin laitteisiin. Kaapeloinnin periaate on esitetty kuvassa 7. Ero standardin mukaiseen toteutukseen voidaan havaita verrattaessa tätä kuvaan 3, jossa esitetään standardin mukaiset kanava ja pysyvä siirtotie.



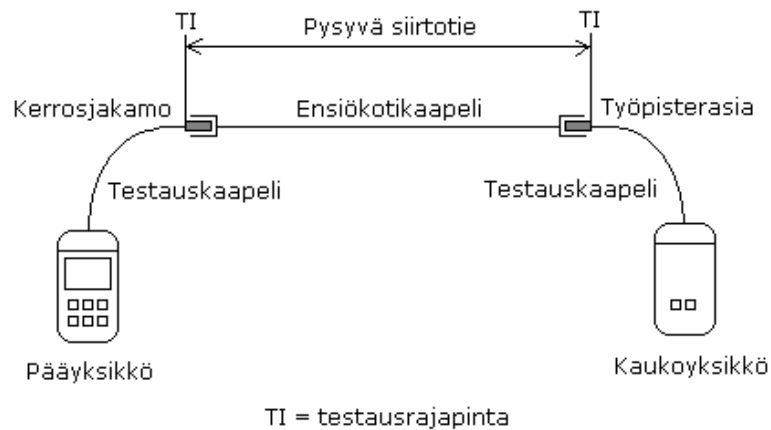
Kuva 7. Kaapeloinnin periaate

4 TESTAUKSEN KULKU

Kaapeloinnin suorituskyky testattiin asennuksen jälkeen kaapelitesterillä, joka koostuu pääyksiköstä ja kaukoyksiköstä sekä niihin liitettävistä sovitussosista eli mittapäistä. Mittauksissa käytetty testerit oli Fluke DSP-4100. Sillä voi testata sekä kanavan että pysyvän siirtotien.

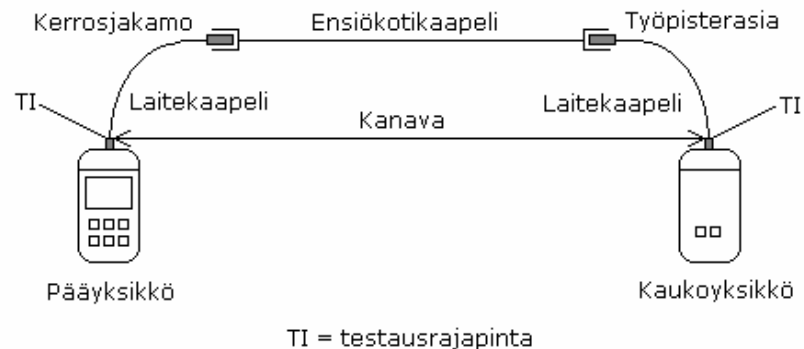
4.1 Kaapeloinnin standardin mukainen testaus /3/

Kaapeloinnin standardin mukaiset testausrajapinnat ovat pysyvä siirtotie ja kanava. Asennetun kaapeloinnin tapauksessa pysyvän siirtotien testaus on ensisijainen testaustapa. Kuvassa 8 on esitetty pysyvän siirtotien testauksen periaate.



Kuva 8. Pysyvän siirtotien testauksen periaate (lähdettä 3, s. 27 mukaillen)

Toinen mahdollinen testaustapa on kanavatestaus. Siinä testataan kokoonpano, johon kuuluvat pysyvän siirtotien lisäksi kytkentäkaapelit molemmissa päissä. Kanavatestaus sopii vianhakuun ja sovellusten toimivuuden varmistamiseen. Sen periaate on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Kanavan testauksen periaate (lähdettä 3, s. 28 mukaillen)

4.2 Kaapeloinnin testaus tämän työn tapauksessa

Asennettu kaapelointi oli työpisterasian päästä katsottuna standardin mukainen. Työpisterasiassa oli siis pysyvän siirtotien testausrajapinta. Sen sijaan ensiökotijakamo ei ollut standardin mukainen, koska sinne ei asennettu ristikytkentää, vaan kaapelien päihin asennettiin RJ45-liittimet, joihin jakamossa olevat laitteet liitetään. Näin ollen kaapelointi toimittaa ensiökotijakamon päässä

myös laitekaapelin virkaa, eikä pysyvän siirtotien testausrajapintaa ole. Ainoa jakamossa oleva testausrajapinta on kanavatestauksen rajapinta.

Koska pysyvän siirtotien testausrajapintaa ei ollut, testaustavaksi valittiin kanavatestaus. Testattavan kaapelin tyypiksi valittiin CAT 5e UTP ja testeriin liitettiin CAT 5e -kanava-adapterit. Testerin pääyksikkö kytkettiin testattavan kaapelin ensiökotijakamon puoleiseen päähän. Kaukoyksikkö kytkettiin työpisterasian puoleiseen päähän. Kaukoyksikön ja työpisterasian välissä käytettiin tavanomaista laitekaapelia, jolla päätelaite, esimerkiksi tietokone, voidaan liittää kotiverkkoon. Kuva 10 esittää testauksen periaatetta.



Kuva 10. Testauksen periaate

Kuvassa 11 on pääyksikkö kytkettynä testattavan kaapelin jakamon puoleiseen päähän ja kuvassa 12 kaukoyksikkö kytkettynä kaapelin liitäntärasian puoleiseen päähän.



Kuva 11. Kaapelitesterin pääyksikkö



Kuva 12. Kaapelitesterin kaukoyksikkö.

5 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

5.1 Testaustulosten yhteenveto

Kaapelointi asennettiin neljään eri työpisterasiaan. Jokainen työpisterasia oli tuplamalli, joten testattavia kaapeleita oli kahdeksan. Seuraavassa käsitellään lyhyesti testerin antamia testaustuloksia. Täydelliset tulokset ovat liitteessä 1.

KytKentä oli jokaisessa kaapelissa oikein.

Pituus vaihteli eri kaapeleissa välillä 28 ft ... 77 ft eli 8,5 m ... 23,5 m. Se siis täytti 100 m:n maksimipituuden vaatimuksen.

Kulkuaika oli pienimmillään 41 ns ja suurimmillaan 115 ns. Kulkuaajan sallittu maksimi (taajuudella 100 MHz) on 0,548 μ s, joten vaatimus täyttyi selvästi.

Kulkuaikaero oli pienimmillään 0 ns ja suurimmillaan 3 ns, sallitun maksimin ollessa 50 ns, joten se täytti vaatimukset.

Tasavirtasilmukaresistanssin arvoja testerit ei raportoinut.

Vaimennus vaihteli välillä 2,0 dB ... 5,3 dB. Testeri mittasi sen 100 MHz:n taajuudella. Vaimennuksen sallittu maksimiarvo tällä taajuudella on 24,0 dB, joten se täytti selvästi vaatimukset.

Testeri mittasi NEXTin eri taajuuksilla, ja koska hyväksytyn tuloksen raja-arvo vaihtelee mittaustaajuuden mukaan, kannattaa tarkastella mitatun arvon ja raja-arvon välisiä eroja eikä pelkästään absoluuttisia arvoja. Pienin marginaali mitatun arvon ja raja-arvon välillä oli 3,5 dB. Tämä oli mittauksen 7 kaukopäässä parilla 36-45. Tällöin mittaustaajuus oli 76,8 MHz, mitattu arvo 35,6 dB ja raja-arvo 32,1 dB. Liitteen x kuvaaja havainnollistaa asiaa.

Myös PSNEXT mitattiin eri taajuuksilla. Siinä pienin mitattu marginaali oli 5,2 dB. Se oli mittauksen 6 kaukopäässä parilla 36. Siinä mitattu arvo oli 37,5 dB ja raja-arvo 32,2 dB. Tämä tapahtui taajuudella 49,6 MHz.

ELFEXTin ”pahin” tapaus oli mittaus 5, jossa parin 78-36 kaukopäässä ero mitatun arvon ja raja-arvon välillä oli 13,1 dB. Tällöin mitattu arvo oli 32,7 dB ja raja-arvo 19,6 dB. Tämä tapahtui taajuudella 78,0 MHz

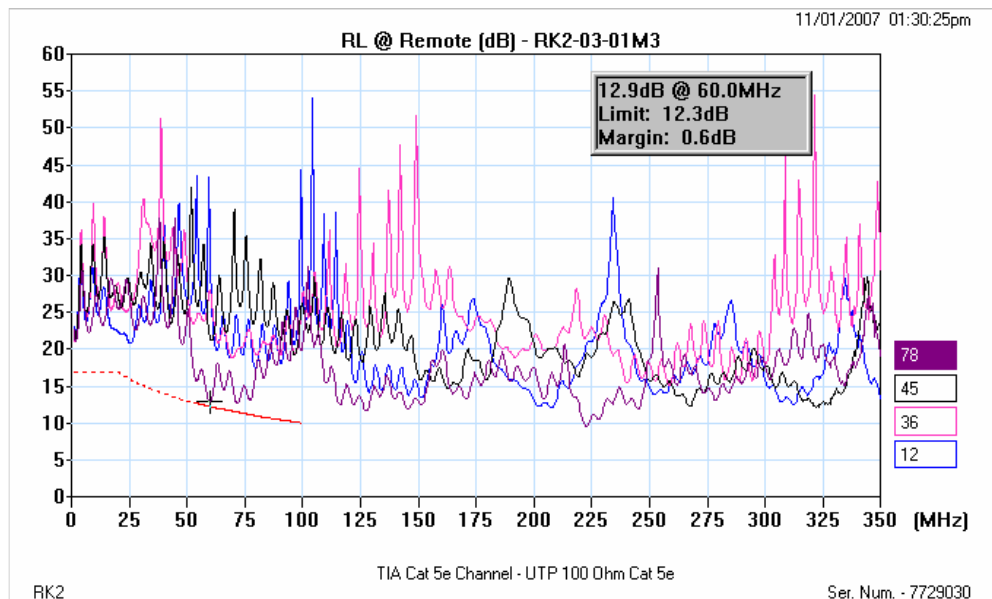
PSELFEXTin pahin tapaus oli niin ikään mittaus 5. Siinä pienin marginaali oli 15,6 dB, mitatun arvon ollessa 32,2 dB ja raja-arvon 16,6 dB. Taajuus oli tällöin 78,2 MHz.

ACR:n kohdalla pienin marginaali mitatun arvon ja raja-arvon välillä oli 10,1 dB, mitatun arvon ollessa 55,3 dB ja raja-arvon 45,2 dB. Taajuus oli tällöin 6,0 MHz. Kyseessä oli mittauksen 6 kaukopään pari 36-45.

Myös PSACR:n pahin tapaus oli mittauksen 6 kaukopäässä. Kyseessä oli pari 36, ja marginaali oli 10,8 dB, mitattu arvo 53,4 dB ja 42,6 dB. Taajuus oli tällöin 5,9 MHz.

Heijastusvaimennuksen kohdalla pienin ero mitatun arvon ja raja-arvon välillä oli mittauksen 5 kaukopäässä parilla 78. Ero oli 0,6 dB, mitattu arvo 12,9 dB ja raja-arvo 12,3 dB. Mittaustaajuus oli tällöin 60,0 dB. Tämä tulos oli PASS* eli hyväksytty arvo, jossa mitatun arvon ja raja-arvon välinen ero oli pienempi kuin

testerin mittaustarkkuus. Heijastusvaimennus mittauksen 5 kaukopäässä on esitetty kuvassa 13. Siinä näkyy, että parin 78 kuvaaja käy selvästi lähempänä raja-arvoa kuin muitten pariin kuvaajat.



Kuva 13. Heijastusvaimennus taajuuden funktiona mittauksen 5 kaukopäässä

5.2 Tulosten arviointi

Kaikista testauksen osatuloksista paitsi yhdestä tuli tulokseksi PASS. Poikkeus oli edellä mainittu heijastusvaimennuksen mittaus, jonka tulos oli PASS*. Näin ollen mittauksen numero 5 kokonaistulokseksi tuli myös PASS*. Tämän yleinen tulkinta on hyväksytty.

Kaikki kahdeksan testausta olivat siis hyväksytyjä, joten voisi olettaa, että verkko on asennettu onnistuneesti ja toimii. Asia ei kuitenkaan välttämättä ole näin yksinkertainen. Verkon omintakeisesta toteutuksesta johtuen se jouduttiin testaamaan käyttämällä kanavatestausta eikä pysyvän siirtotien testausta, kuten standardin mukaan pitäisi. Näin ollen testaustulokset pätevät vain kyseiselle testauskokoospanolle eli käytettäessä juuri samaa laitekaapelia kuin testauksissa käytettiin. Jos käytetään eri laitekaapelia, voivat tulokset olla paremmat tai huonommat.

Kaiken kaikkiaan testaustulosten käyttökelpoisuutta voidaan pitää rajallisena, koska kyseessä oli kanavatestaus eikä pysyvän siirtotien testaus. Kaapeloinnin

suorituskyky on varmuudella standardin mukainen vain, kun käytetään vähintään yhtä hyvänlaatuisia laitekaapeleita, kuin testauksissa käytettiin.

LÄHTEET

- 1 Eurooppalainen yleiskaapelointi. Opas standardin EN 50173 soveltamiseen, 2. painos. Teletekno Oy. Tampere 1998.
- 2 Kotien yleiskaapelointi. Opas standardin ISO/IEC 15018 soveltamiseen, 1. painos. Teletekno Oy. Tampere 2005.
- 3 Yleiskaapeloinnin testausopas. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Espoo 2005.

LIITTEET

Testaustulokset

Cable ID: K1
 RK2
 SITE:
 OPERATOR:
 Standards Version: 4.2
 Software Version: 4.3
 NVP: 69.0% FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%
 SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS
 HEADROOM: 5.7 dB (NEXT @ Remote 36-45)
 Date / Time: 11/01/2007 01:09:36pm
 Test Standard: TIA Cat 5e Channel
 Cable Type: UTP 100 Ohm Cat 5e
 FLUKE DSP-4100 S/N: 7729030 LIA012
 FLUKE DSP-4100SR S/N: 7729030 LIA012

Wire Map PASS

Result RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S

RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8

| Pair | Length | | Prop. Delay | | Delay Skew | | Resistance | | Impedance | | | Attenuation | | |
|------|--------|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----------|--------|------------|-------------|-------------|------------|
| | (ft) | Limit | ns | Limit | ns | Limit | ohms | Limit | ohms | Limit | Anom. (ft) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) |
| 12 | 58 | 328 | 85 | 555 | 1 | 50 | | | 109 | 85-115 | | 3.9 | 100.0 | 24.0 |
| 36 | 57 | 328 | 84 | 555 | 0 | 50 | | | 110 | 85-115 | | 3.8 | 100.0 | 24.0 |
| 45 | 58 | 328 | 86 | 555 | 2 | 50 | | | 109 | 85-115 | | 3.9 | 100.0 | 24.0 |
| 78 | 57 | 328 | 84 | 555 | 0 | 50 | | | 109 | 85-115 | | 3.9 | 100.0 | 24.0 |

| Pair | Main Results | | | | | | Remote Results | | | | | |
|-------------|-------------------|--------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Worst Result (dB) | Margin (MHz) | Worst Freq. (MHz) | Worst Value (dB) | Worst Freq. (MHz) | Worst Limit (dB) | Worst Result (dB) | Margin (MHz) | Worst Freq. (MHz) | Worst Value (dB) | Worst Freq. (MHz) | Worst Limit (dB) |
| RETURN LOSS | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 19.6 | 97.4 | 10.1 | 19.6 | 97.4 | 10.1 | 17.2 | 97.2 | 10.1 | 17.2 | 97.2 | 10.1 |
| 36 | 21.4 | 62.4 | 12.1 | 21.4 | 62.4 | 12.1 | 19.7 | 62.6 | 12.1 | 19.7 | 62.6 | 12.1 |
| 45 | 23.4 | 95.6 | 10.2 | 23.4 | 95.6 | 10.2 | 21.0 | 83.0 | 10.8 | 21.0 | 83.0 | 10.8 |
| 78 | 16.8 | 57.8 | 12.4 | 16.8 | 57.8 | 12.4 | 15.8 | 58.6 | 12.4 | 15.2 | 70.8 | 11.6 |
| PSNEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 42.9 | 67.2 | 30.1 | 41.1 | 87.6 | 28.1 | 37.8 | 96.4 | 27.4 | 37.8 | 96.4 | 27.4 |
| 36 | 51.6 | 13.5 | 41.9 | 39.4 | 99.4 | 27.2 | 36.3 | 80.6 | 28.7 | 36.1 | 99.8 | 27.1 |
| 45 | 38.6 | 88.0 | 28.1 | 38.6 | 88.0 | 28.1 | 35.1 | 87.8 | 28.1 | 35.1 | 87.8 | 28.1 |
| 78 | 43.2 | 51.0 | 32.1 | 40.7 | 96.6 | 27.3 | 45.9 | 32.8 | 35.3 | 38.9 | 87.6 | 28.1 |
| PSACR | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 63.4 | 3.9 | 46.6 | 37.5 | 87.6 | 5.7 | 55.3 | 8.6 | 38.7 | 33.9 | 96.4 | 3.8 |
| 36 | 67.3 | 1.8 | 53.7 | 35.6 | 99.4 | 3.2 | 68.2 | 1.9 | 53.3 | 32.3 | 99.8 | 3.1 |
| 45 | 66.5 | 2.2 | 52.0 | 35.0 | 88.0 | 5.6 | 68.5 | 1.8 | 53.7 | 31.5 | 87.8 | 5.7 |
| 78 | 59.2 | 5.8 | 42.8 | 36.9 | 96.6 | 3.7 | 59.3 | 5.9 | 42.6 | 35.3 | 87.6 | 5.7 |
| NEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 45.2 | 66.4 | 33.2 | 45.2 | 66.4 | 33.2 | 46.3 | 58.2 | 34.1 | 43.0 | 96.4 | 30.3 |
| 12-45 | 55.3 | 16.6 | 43.4 | 43.4 | 88.0 | 31.1 | 57.4 | 9.0 | 47.8 | 43.7 | 89.0 | 31.0 |
| 12-78 | 43.8 | 95.8 | 30.4 | 43.8 | 95.8 | 30.4 | 40.8 | 96.0 | 30.4 | 40.8 | 96.4 | 30.3 |
| 36-45 | 43.2 | 56.2 | 34.4 | 41.5 | 99.4 | 30.1 | 37.4 | 81.4 | 31.7 | 36.9 | 87.8 | 31.1 |
| 36-78 | 55.3 | 13.8 | 44.7 | 43.5 | 91.6 | 30.7 | 42.7 | 74.4 | 32.3 | 42.7 | 74.4 | 32.3 |
| 45-78 | 42.9 | 88.0 | 31.1 | 42.9 | 88.0 | 31.1 | 41.0 | 87.0 | 31.2 | 41.0 | 87.0 | 31.2 |
| ACR | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 73.0 | 2.3 | 54.1 | 41.6 | 94.0 | 7.3 | 64.9 | 7.7 | 42.7 | 39.2 | 96.4 | 6.8 |
| 12-45 | 67.3 | 3.9 | 49.3 | 39.8 | 88.0 | 8.7 | 56.3 | 9.0 | 41.1 | 40.0 | 89.0 | 8.4 |
| 12-78 | 67.2 | 4.5 | 48.0 | 40.0 | 95.8 | 6.9 | 69.4 | 3.4 | 50.6 | 37.0 | 96.4 | 6.8 |
| 36-45 | 70.0 | 1.6 | 57.0 | 37.6 | 99.4 | 6.2 | 69.2 | 1.9 | 55.7 | 33.2 | 100.0 | 6.0 |
| 36-78 | 61.3 | 6.2 | 44.9 | 39.8 | 91.6 | 7.9 | 63.4 | 5.8 | 45.6 | 39.4 | 74.4 | 11.9 |
| 45-78 | 66.2 | 5.8 | 45.6 | 39.3 | 88.0 | 8.7 | 54.3 | 13.1 | 36.9 | 37.4 | 87.0 | 8.9 |
| ELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 87.7 | 2.1 | 50.9 | 54.5 | 98.8 | 17.5 | 87.7 | 2.1 | 50.9 | 54.4 | 98.8 | 17.5 |
| 12-45 | 63.8 | 27.9 | 28.5 | 55.3 | 96.2 | 17.7 | 63.8 | 27.9 | 28.5 | 55.2 | 96.2 | 17.7 |
| 12-78 | 73.6 | 2.2 | 50.5 | 41.2 | 97.0 | 17.6 | 73.6 | 2.2 | 50.5 | 41.1 | 97.0 | 17.6 |
| 36-12 | 52.1 | 97.4 | 17.6 | 52.1 | 97.4 | 17.6 | 52.2 | 97.4 | 17.6 | 52.2 | 97.4 | 17.6 |
| 36-45 | 84.5 | 1.1 | 56.6 | 45.5 | 100.0 | 17.3 | 84.5 | 1.1 | 56.6 | 45.6 | 100.0 | 17.3 |
| 36-78 | 34.5 | 91.4 | 18.2 | 34.2 | 99.8 | 17.4 | 34.6 | 91.4 | 18.2 | 34.2 | 99.6 | 17.4 |
| 45-12 | 90.7 | 1.2 | 55.8 | 55.1 | 96.8 | 17.6 | 90.7 | 1.2 | 55.8 | 55.2 | 96.8 | 17.6 |
| 45-36 | 83.7 | 1.0 | 57.4 | 46.7 | 97.4 | 17.6 | 83.7 | 1.0 | 57.4 | 46.7 | 97.4 | 17.6 |
| 45-78 | 41.7 | 66.8 | 20.9 | 39.5 | 99.8 | 17.4 | 42.5 | 60.8 | 21.7 | 39.5 | 99.8 | 17.4 |
| 78-12 | 47.7 | 44.2 | 24.5 | 41.5 | 99.0 | 17.4 | 47.7 | 44.2 | 24.5 | 41.6 | 99.0 | 17.4 |
| 78-36 | 35.4 | 78.0 | 19.6 | 33.8 | 100.0 | 17.3 | 35.3 | 78.0 | 19.6 | 33.7 | 100.0 | 17.3 |
| 78-45 | 39.7 | 87.8 | 18.5 | 38.7 | 100.0 | 17.3 | 42.0 | 66.8 | 20.9 | 38.7 | 100.0 | 17.3 |
| PSELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 47.4 | 44.2 | 21.5 | 41.0 | 97.4 | 14.6 | 73.4 | 2.2 | 47.5 | 40.8 | 97.0 | 14.6 |
| 36 | 35.3 | 77.2 | 16.7 | 33.6 | 100.0 | 14.4 | 34.3 | 92.6 | 15.1 | 33.8 | 98.8 | 14.5 |
| 45 | 77.8 | 1.0 | 54.4 | 37.9 | 100.0 | 14.4 | 41.7 | 60.8 | 18.7 | 38.8 | 98.8 | 14.5 |
| 78 | 32.9 | 91.6 | 15.2 | 32.5 | 100.0 | 14.4 | 33.7 | 78.2 | 16.6 | 32.0 | 100.0 | 14.4 |

Cable ID: K2
 RK2
 SITE:
 OPERATOR:
 Standards Version: 4.2
 Software Version: 4.3
 NVP: 69.0% FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%
 SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS
 HEADROOM: 5.9 dB (NEXT @ Remote 36-45)
 Date / Time: 11/01/2007 01:14:30pm
 Test Standard: TIA Cat 5e Channel
 Cable Type: UTP 100 Ohm Cat 5e
 FLUKE DSP-4100 S/N: 7729030 LIA012
 FLUKE DSP-4100SR S/N: 7729030 LIA012

Wire Map PASS

Result RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S
 RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8

| Pair | Length | | Prop. Delay | | Delay Skew | | Resistance | | Impedance | | Attenuation | | | |
|------|--------|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | (ft) | Limit | ns | Limit | ns | Limit | ohms | Limit | ohms | Limit | Anom. (ft) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) |
| 12 | 58 | 328 | 85 | 555 | 1 | 50 | | | 108 | 85-115 | | 3.9 | 100.0 | 24.0 |
| 36 | 58 | 328 | 85 | 555 | 1 | 50 | | | 109 | 85-115 | | 3.9 | 100.0 | 24.0 |
| 45 | 58 | 328 | 86 | 555 | 2 | 50 | | | 109 | 85-115 | | 4.0 | 100.0 | 24.0 |
| 78 | 57 | 328 | 84 | 555 | 0 | 50 | | | 109 | 85-115 | | 3.9 | 100.0 | 24.0 |

| Pair | Main Results | | | | | | Remote Results | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | Worst Margin | | | Worst Value | | | Worst Margin | | | Worst Value | | |
| | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) |
| RETURN LOSS | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 20.4 | 96.6 | 10.2 | 20.4 | 96.6 | 10.2 | 18.1 | 96.4 | 10.2 | 18.1 | 96.4 | 10.2 |
| 36 | 21.9 | 67.6 | 11.8 | 21.9 | 67.6 | 11.8 | 20.1 | 67.6 | 11.8 | 20.1 | 67.6 | 11.8 |
| 45 | 20.5 | 95.4 | 10.2 | 20.5 | 95.4 | 10.2 | 20.6 | 95.4 | 10.2 | 20.6 | 95.4 | 10.2 |
| 78 | 17.2 | 57.4 | 12.5 | 17.2 | 57.4 | 12.5 | 16.1 | 64.2 | 12.0 | 16.1 | 64.4 | 11.9 |
| PSNEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 44.0 | 66.2 | 30.2 | 43.9 | 79.8 | 28.8 | 39.9 | 97.6 | 27.3 | 39.9 | 97.6 | 27.3 |
| 36 | 40.0 | 72.8 | 29.4 | 40.0 | 72.8 | 29.4 | 37.9 | 73.2 | 29.4 | 36.3 | 99.4 | 27.2 |
| 45 | 44.2 | 41.6 | 33.6 | 42.1 | 95.2 | 27.4 | 36.7 | 80.0 | 28.8 | 36.7 | 80.0 | 28.8 |
| 78 | 45.8 | 41.4 | 33.6 | 42.7 | 87.4 | 28.1 | 52.2 | 14.2 | 41.5 | 41.5 | 86.4 | 28.2 |
| PSACR | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 61.8 | 7.8 | 39.7 | 40.2 | 94.0 | 4.3 | 71.0 | 2.9 | 49.5 | 36.0 | 97.6 | 3.5 |
| 36 | 65.9 | 2.6 | 50.5 | 36.7 | 79.8 | 7.5 | 57.5 | 6.6 | 41.4 | 32.5 | 99.4 | 3.2 |
| 45 | 64.0 | 3.3 | 48.3 | 38.2 | 95.2 | 4.0 | 56.8 | 6.6 | 41.4 | 33.2 | 80.0 | 7.5 |
| 78 | 67.1 | 2.6 | 50.5 | 39.1 | 87.4 | 5.8 | 51.1 | 13.8 | 33.4 | 37.9 | 86.4 | 6.0 |
| NEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 46.5 | 66.4 | 33.2 | 45.3 | 79.8 | 31.8 | 41.4 | 97.6 | 30.3 | 41.4 | 97.6 | 30.3 |
| 12-45 | 47.4 | 66.8 | 33.1 | 46.8 | 93.6 | 30.6 | 42.7 | 84.4 | 31.4 | 42.7 | 84.4 | 31.4 |
| 12-78 | 48.6 | 88.4 | 31.0 | 48.6 | 88.4 | 31.0 | 51.3 | 57.2 | 34.3 | 47.3 | 98.4 | 30.2 |
| 36-45 | 42.9 | 74.8 | 32.3 | 42.9 | 74.8 | 32.3 | 38.3 | 73.6 | 32.4 | 37.8 | 80.2 | 31.8 |
| 36-78 | 51.8 | 21.9 | 41.4 | 43.6 | 72.2 | 32.5 | 54.8 | 15.7 | 43.8 | 45.5 | 70.4 | 32.7 |
| 45-78 | 46.9 | 41.4 | 36.6 | 44.4 | 87.4 | 31.1 | 45.9 | 40.2 | 36.9 | 42.9 | 87.0 | 31.2 |
| ACR | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 69.9 | 4.2 | 48.7 | 41.9 | 79.8 | 10.5 | 55.4 | 20.2 | 31.7 | 37.6 | 97.6 | 6.5 |
| 12-45 | 80.8 | 1.6 | 57.0 | 43.0 | 93.6 | 7.4 | 72.0 | 2.9 | 52.0 | 39.1 | 84.4 | 9.5 |
| 12-78 | 68.9 | 6.2 | 44.9 | 45.0 | 88.4 | 8.6 | 69.6 | 7.2 | 43.4 | 43.4 | 98.4 | 6.4 |
| 36-45 | 71.3 | 1.8 | 56.2 | 39.6 | 75.0 | 11.7 | 58.1 | 6.6 | 44.2 | 34.0 | 100.0 | 6.0 |
| 36-78 | 70.2 | 2.6 | 53.0 | 40.4 | 72.6 | 12.3 | 53.6 | 15.2 | 35.2 | 42.2 | 70.4 | 12.9 |
| 45-78 | 67.9 | 3.2 | 51.2 | 40.8 | 87.4 | 8.8 | 53.4 | 13.3 | 36.7 | 39.3 | 87.0 | 8.9 |
| ELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 81.4 | 1.0 | 57.4 | 45.4 | 100.0 | 17.3 | 81.4 | 1.0 | 57.4 | 45.3 | 95.0 | 17.8 |
| 12-45 | 40.0 | 93.4 | 18.0 | 39.8 | 100.0 | 17.3 | 40.0 | 93.4 | 18.0 | 39.9 | 100.0 | 17.3 |
| 12-78 | 49.5 | 95.0 | 17.8 | 49.5 | 95.0 | 17.8 | 49.5 | 95.6 | 17.8 | 49.5 | 95.8 | 17.7 |
| 36-12 | 78.6 | 1.7 | 52.8 | 45.0 | 100.0 | 17.3 | 78.6 | 1.7 | 52.8 | 45.0 | 100.0 | 17.3 |
| 36-45 | 49.3 | 69.2 | 20.6 | 48.3 | 98.4 | 17.5 | 49.3 | 69.2 | 20.6 | 48.4 | 98.4 | 17.5 |
| 36-78 | 35.2 | 77.0 | 19.7 | 33.5 | 100.0 | 17.3 | 35.3 | 77.0 | 19.7 | 33.5 | 100.0 | 17.3 |
| 45-12 | 40.0 | 93.0 | 18.0 | 39.7 | 99.6 | 17.4 | 40.0 | 93.0 | 18.0 | 39.7 | 99.6 | 17.4 |
| 45-36 | 48.2 | 68.4 | 20.7 | 47.4 | 99.0 | 17.4 | 47.4 | 75.2 | 19.9 | 47.3 | 99.0 | 17.4 |
| 45-78 | 44.2 | 60.2 | 21.8 | 41.0 | 99.2 | 17.4 | 44.2 | 60.2 | 21.8 | 41.0 | 100.0 | 17.3 |
| 78-12 | 83.4 | 1.7 | 52.8 | 49.8 | 97.2 | 17.6 | 83.5 | 1.7 | 52.8 | 49.9 | 97.2 | 17.6 |
| 78-36 | 34.7 | 77.0 | 19.7 | 33.0 | 100.0 | 17.3 | 34.6 | 77.0 | 19.7 | 33.0 | 100.0 | 17.3 |
| 78-45 | 40.9 | 87.0 | 18.6 | 40.2 | 100.0 | 17.3 | 41.0 | 87.0 | 18.6 | 40.3 | 100.0 | 17.3 |
| PSELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 40.2 | 77.2 | 16.7 | 38.3 | 99.4 | 14.4 | 41.1 | 65.4 | 18.1 | 38.5 | 100.0 | 14.4 |
| 36 | 34.2 | 77.2 | 16.7 | 32.7 | 100.0 | 14.4 | 34.8 | 77.2 | 16.7 | 33.1 | 100.0 | 14.4 |
| 45 | 37.1 | 93.6 | 15.0 | 36.7 | 100.0 | 14.4 | 38.7 | 76.2 | 16.8 | 36.9 | 99.4 | 14.4 |
| 78 | 34.3 | 78.0 | 16.6 | 32.7 | 100.0 | 14.4 | 33.8 | 77.2 | 16.7 | 32.2 | 100.0 | 14.4 |

Cable ID: M1
 RK2
 SITE:
 OPERATOR:
 Standards Version: 4.2
 Software Version: 4.3
 NVP: 69.0% FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%
 SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS
 HEADROOM: 3.9 dB (NEXT @ Remote 36-45)
 Date / Time: 11/01/2007 01:24:19pm
 Test Standard: TIA Cat 5e Channel
 Cable Type: UTP 100 Ohm Cat 5e
 FLUKE DSP-4100 S/N: 7729030 LIA012
 FLUKE DSP-4100SR S/N: 7729030 LIA012

Wire Map PASS

Result RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S
 RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8

| Pair | Length (ft) | Prop. Delay | | Delay Skew | | Resistance | | Impedance | | Anom. (ft) | Attenuation | |
|------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|-------------------------|---------------|-------------|--|
| | | Limit ns | Limit ns | Limit ns | Limit ns | Limit ohms | Limit ohms | Result (dB) | Freq. Limit MHz (dB) | | | |
| 12 | 77 | 328 | 114 555 | 1 | 50 | 108 | 85-115 | 5.2 | 100.0 | 24.0 | | |
| 36 | 77 | 328 | 114 555 | 1 | 50 | 108 | 85-115 | 5.2 | 100.0 | 24.0 | | |
| 45 | 78 | 328 | 115 555 | 2 | 50 | 108 | 85-115 | 5.3 | 100.0 | 24.0 | | |
| 78 | 77 | 328 | 113 555 | 0 | 50 | 109 | 85-115 | 5.2 | 100.0 | 24.0 | | |

| Pair | Main Results | | | | | | Remote Results | | | | | |
|-------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
| | Worst Margin | | | Worst Value | | | Worst Margin | | | Worst Value | | |
| | Result (dB) | Freq. MHz | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. MHz | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. MHz | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. MHz | Limit (dB) |
| RETURN LOSS | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 23.0 | 43.0 | 13.7 | 22.7 | 93.8 | 10.3 | 20.7 | 76.0 | 11.2 | 20.7 | 76.0 | 11.2 |
| 36 | 23.3 | 76.2 | 11.2 | 23.3 | 76.2 | 11.2 | 19.0 | 76.4 | 11.2 | 19.0 | 76.4 | 11.2 |
| 45 | 24.1 | 38.2 | 14.2 | 24.1 | 38.2 | 14.2 | 22.4 | 52.2 | 12.9 | 21.2 | 97.8 | 10.1 |
| 78 | 18.0 | 64.2 | 12.0 | 18.0 | 64.4 | 11.9 | 14.2 | 65.4 | 11.9 | 14.0 | 79.0 | 11.0 |
| PSNEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 40.8 | 84.6 | 28.4 | 40.8 | 84.6 | 28.4 | 43.3 | 42.0 | 33.4 | 38.6 | 98.6 | 27.2 |
| 36 | 40.9 | 61.2 | 30.8 | 40.9 | 66.8 | 30.1 | 36.1 | 66.2 | 30.2 | 33.8 | 99.6 | 27.2 |
| 45 | 45.3 | 40.6 | 33.8 | 41.1 | 84.8 | 28.4 | 34.4 | 90.0 | 27.9 | 34.0 | 99.6 | 27.2 |
| 78 | 42.8 | 60.2 | 30.9 | 41.4 | 94.4 | 27.5 | 44.6 | 36.6 | 34.6 | 37.7 | 98.8 | 27.2 |
| PSACR | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 70.7 | 2.1 | 52.4 | 36.1 | 84.8 | 6.4 | 69.0 | 2.5 | 50.8 | 33.4 | 98.6 | 3.3 |
| 36 | 65.7 | 2.8 | 49.8 | 36.8 | 66.8 | 10.8 | 57.7 | 4.5 | 45.3 | 28.6 | 99.6 | 3.1 |
| 45 | 70.0 | 2.1 | 52.4 | 36.3 | 84.8 | 6.4 | 58.4 | 4.5 | 45.3 | 28.8 | 99.6 | 3.1 |
| 78 | 59.0 | 6.5 | 41.6 | 36.4 | 94.4 | 4.2 | 64.2 | 2.6 | 50.5 | 32.6 | 98.8 | 3.3 |
| NEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 46.1 | 48.0 | 35.6 | 44.7 | 67.4 | 33.0 | 45.2 | 42.0 | 36.5 | 41.8 | 99.0 | 30.2 |
| 12-45 | 41.8 | 84.4 | 31.4 | 41.8 | 84.4 | 31.4 | 41.6 | 88.0 | 31.1 | 41.4 | 97.6 | 30.3 |
| 12-78 | 49.7 | 53.0 | 34.8 | 47.5 | 100.0 | 30.1 | 47.5 | 52.6 | 34.8 | 44.4 | 92.0 | 30.7 |
| 36-45 | 45.0 | 65.6 | 33.3 | 45.0 | 66.2 | 33.2 | 37.1 | 66.4 | 33.2 | 35.1 | 99.8 | 30.1 |
| 36-78 | 43.9 | 60.4 | 33.9 | 43.4 | 94.4 | 30.5 | 46.1 | 36.6 | 37.6 | 42.3 | 80.4 | 31.8 |
| 45-78 | 45.0 | 81.2 | 31.7 | 45.0 | 81.2 | 31.7 | 39.5 | 88.4 | 31.0 | 39.3 | 93.4 | 30.6 |
| ACR | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 69.9 | 2.8 | 52.4 | 40.5 | 67.4 | 13.7 | 58.2 | 9.0 | 41.1 | 36.6 | 99.0 | 6.2 |
| 12-45 | 53.0 | 16.1 | 34.5 | 37.0 | 84.4 | 9.5 | 70.1 | 2.5 | 53.4 | 36.2 | 97.6 | 6.5 |
| 12-78 | 71.6 | 3.4 | 50.6 | 42.3 | 100.0 | 6.0 | 71.0 | 4.1 | 48.9 | 39.5 | 92.0 | 7.8 |
| 36-45 | 66.4 | 3.5 | 50.4 | 40.8 | 66.2 | 14.0 | 57.9 | 4.8 | 47.4 | 29.9 | 100.0 | 6.0 |
| 36-78 | 58.8 | 7.7 | 42.7 | 38.4 | 94.4 | 7.2 | 66.7 | 2.6 | 53.0 | 37.7 | 80.4 | 10.4 |
| 45-78 | 63.4 | 6.5 | 44.4 | 40.4 | 86.8 | 8.9 | 70.0 | 2.1 | 54.9 | 34.4 | 93.6 | 7.4 |
| ELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 53.6 | 66.0 | 21.0 | 53.6 | 66.8 | 20.9 | 53.5 | 66.8 | 20.9 | 53.5 | 66.8 | 20.9 |
| 12-45 | 48.0 | 89.8 | 18.3 | 48.0 | 89.8 | 18.3 | 48.0 | 89.8 | 18.3 | 48.0 | 89.8 | 18.3 |
| 12-78 | 91.2 | 1.0 | 57.4 | 51.9 | 92.6 | 18.0 | 51.8 | 92.6 | 18.0 | 51.8 | 92.6 | 18.0 |
| 36-12 | 91.1 | 1.0 | 57.4 | 54.0 | 100.0 | 17.3 | 91.1 | 1.0 | 57.4 | 54.0 | 100.0 | 17.3 |
| 36-45 | 39.8 | 95.4 | 17.8 | 39.7 | 100.0 | 17.3 | 39.9 | 95.4 | 17.8 | 39.8 | 100.0 | 17.3 |
| 36-78 | 48.9 | 62.2 | 21.5 | 45.7 | 95.8 | 17.7 | 49.0 | 62.2 | 21.5 | 45.7 | 96.4 | 17.7 |
| 45-12 | 83.6 | 1.5 | 53.9 | 48.8 | 98.2 | 17.5 | 83.7 | 1.5 | 53.9 | 48.7 | 98.2 | 17.5 |
| 45-36 | 45.6 | 48.4 | 23.7 | 39.7 | 99.0 | 17.4 | 45.5 | 48.8 | 23.6 | 39.7 | 99.0 | 17.4 |
| 45-78 | 42.5 | 57.4 | 22.2 | 38.9 | 95.6 | 17.8 | 42.5 | 57.4 | 22.2 | 38.8 | 95.6 | 17.8 |
| 78-12 | 51.8 | 85.2 | 18.8 | 51.6 | 99.8 | 17.4 | 51.9 | 85.2 | 18.8 | 51.7 | 100.0 | 17.3 |
| 78-36 | 44.9 | 70.0 | 20.5 | 44.3 | 100.0 | 17.3 | 44.9 | 70.0 | 20.5 | 44.3 | 100.0 | 17.3 |
| 78-45 | 72.0 | 1.9 | 51.8 | 38.4 | 100.0 | 17.3 | 72.0 | 1.9 | 51.8 | 38.5 | 100.0 | 17.3 |
| PSELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 81.5 | 1.5 | 50.9 | 46.5 | 100.0 | 14.4 | 82.2 | 1.5 | 50.9 | 46.7 | 97.0 | 14.6 |
| 36 | 40.9 | 70.2 | 17.5 | 38.6 | 99.4 | 14.4 | 38.9 | 95.8 | 14.8 | 38.9 | 95.8 | 14.8 |
| 45 | 66.1 | 2.9 | 45.2 | 35.8 | 100.0 | 14.4 | 40.1 | 57.2 | 19.2 | 36.4 | 99.6 | 14.4 |
| 78 | 42.0 | 57.6 | 19.2 | 38.0 | 95.8 | 14.8 | 39.3 | 70.0 | 17.5 | 37.3 | 100.0 | 14.4 |

Cable ID: M2
 RK2
 SITE:
 OPERATOR:
 Standards Version: 4.2
 Software Version: 4.3
 NVP: 69.0% FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%
 SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS
 HEADROOM: 5.5 dB (NEXT @ Remote 12-45)
 Date / Time: 11/01/2007 01:26:49pm
 Test Standard: TIA Cat 5e Channel
 Cable Type: UTP 100 Ohm Cat 5e
 FLUKE DSP-4100 S/N: 7729030 LIA012
 FLUKE DSP-4100SR S/N: 7729030 LIA012

Wire Map PASS

Result RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S
 RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8

| Pair | Length (ft) | Prop. Delay | | Delay Skew | | Resistance | | Impedance | | Anom. (ft) | Attenuation | |
|------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| | | Limit ns | Limit ns | Limit ns | Limit ns | Limit ohms | Limit ohms | Limit ohms | Limit ohms | | Result (dB) | Freq. MHz |
| 12 | 77 | 328 | 114 555 | 2 | 50 | | | 109 | 85-115 | 5.1 | 100.0 | 24.0 |
| 36 | 77 | 328 | 113 555 | 1 | 50 | | | 109 | 85-115 | 5.1 | 100.0 | 24.0 |
| 45 | 78 | 328 | 115 555 | 3 | 50 | | | 108 | 85-115 | 5.2 | 100.0 | 24.0 |
| 78 | 76 | 328 | 112 555 | 0 | 50 | | | 109 | 85-115 | 5.1 | 100.0 | 24.0 |

| Pair | Main Results | | | | | | Remote Results | | | | | |
|-------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|
| | Worst Margin | | | Worst Value | | | Worst Margin | | | Worst Value | | |
| | Result (dB) | Freq. MHz | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. MHz | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. MHz | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. MHz | Limit (dB) |
| RETURN LOSS | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 20.4 | 38.6 | 14.2 | 20.4 | 38.6 | 14.2 | 19.2 | 71.8 | 11.5 | 19.2 | 76.6 | 11.2 |
| 36 | 21.2 | 40.2 | 14.0 | 21.2 | 60.0 | 12.3 | 19.6 | 60.0 | 12.3 | 19.3 | 77.0 | 11.2 |
| 45 | 21.6 | 43.0 | 13.7 | 21.6 | 43.0 | 13.7 | 18.3 | 70.8 | 11.6 | 18.3 | 71.0 | 11.5 |
| 78 | 17.3 | 60.8 | 12.2 | 17.3 | 60.8 | 12.2 | 14.9 | 61.4 | 12.2 | 14.9 | 66.0 | 11.9 |
| PSNEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 37.4 | 88.0 | 28.1 | 37.4 | 88.4 | 28.0 | 36.2 | 89.6 | 27.9 | 36.2 | 89.6 | 27.9 |
| 36 | 65.4 | 2.6 | 54.1 | 41.1 | 70.6 | 29.7 | 40.3 | 47.8 | 32.6 | 35.9 | 91.0 | 27.8 |
| 45 | 36.7 | 91.8 | 27.7 | 36.7 | 91.8 | 27.7 | 33.8 | 90.4 | 27.9 | 33.8 | 90.6 | 27.8 |
| 78 | 44.2 | 50.4 | 32.2 | 42.9 | 99.4 | 27.2 | 46.9 | 48.4 | 32.5 | 42.8 | 86.0 | 28.2 |
| PSACR | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 66.3 | 2.3 | 51.6 | 32.7 | 88.4 | 5.5 | 68.5 | 2.3 | 51.6 | 31.4 | 89.6 | 5.3 |
| 36 | 64.7 | 2.6 | 50.5 | 37.0 | 70.6 | 9.8 | 59.6 | 4.6 | 45.1 | 31.2 | 91.0 | 4.9 |
| 45 | 65.8 | 2.4 | 51.2 | 31.8 | 91.8 | 4.8 | 51.4 | 9.4 | 37.7 | 28.9 | 90.6 | 5.0 |
| 78 | 68.5 | 2.6 | 50.5 | 37.9 | 99.4 | 3.2 | 55.5 | 12.7 | 34.3 | 38.2 | 86.0 | 6.1 |
| NEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 44.3 | 71.6 | 32.6 | 44.3 | 71.8 | 32.5 | 43.1 | 72.0 | 32.5 | 43.1 | 72.0 | 32.5 |
| 12-45 | 37.5 | 88.4 | 31.0 | 37.5 | 88.4 | 31.0 | 36.5 | 89.2 | 31.0 | 36.5 | 89.6 | 30.9 |
| 12-78 | 53.9 | 49.8 | 35.3 | 52.6 | 75.6 | 32.2 | 52.4 | 49.8 | 35.3 | 49.4 | 97.8 | 30.2 |
| 36-45 | 45.3 | 60.4 | 33.9 | 43.9 | 91.0 | 30.8 | 36.4 | 91.0 | 30.8 | 36.4 | 91.0 | 30.8 |
| 36-78 | 45.5 | 50.6 | 35.2 | 43.8 | 69.4 | 32.8 | 57.7 | 12.7 | 45.3 | 46.1 | 80.8 | 31.7 |
| 45-78 | 43.9 | 99.4 | 30.1 | 43.9 | 99.4 | 30.1 | 44.7 | 85.8 | 31.3 | 44.7 | 86.0 | 31.2 |
| ACR | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 68.7 | 2.5 | 53.4 | 40.1 | 71.8 | 12.5 | 70.8 | 3.2 | 51.2 | 38.9 | 72.0 | 12.5 |
| 12-45 | 57.3 | 7.7 | 42.7 | 32.7 | 88.4 | 8.6 | 56.7 | 9.0 | 41.1 | 31.6 | 89.6 | 8.3 |
| 12-78 | 75.3 | 3.8 | 49.6 | 48.1 | 93.2 | 7.5 | 82.9 | 2.2 | 54.5 | 44.4 | 97.8 | 6.5 |
| 36-45 | 68.9 | 2.7 | 52.7 | 39.0 | 91.0 | 8.0 | 60.6 | 4.5 | 48.0 | 31.5 | 91.0 | 8.0 |
| 36-78 | 53.3 | 14.2 | 36.0 | 39.6 | 69.4 | 13.2 | 56.2 | 12.3 | 37.6 | 41.6 | 80.8 | 10.3 |
| 45-78 | 73.6 | 2.5 | 53.4 | 38.9 | 99.4 | 6.2 | 70.1 | 4.6 | 47.8 | 40.1 | 86.0 | 9.1 |
| ELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 51.0 | 72.2 | 20.2 | 51.0 | 72.2 | 20.2 | 50.9 | 72.2 | 20.2 | 50.9 | 72.2 | 20.2 |
| 12-45 | 67.3 | 1.8 | 52.3 | 33.3 | 100.0 | 17.3 | 67.2 | 1.8 | 52.3 | 33.4 | 100.0 | 17.3 |
| 12-78 | 48.2 | 73.2 | 20.1 | 46.7 | 97.4 | 17.6 | 48.2 | 73.2 | 20.1 | 46.7 | 97.4 | 17.6 |
| 36-12 | 57.3 | 79.8 | 19.4 | 56.9 | 83.6 | 18.9 | 57.3 | 79.2 | 19.4 | 57.0 | 83.6 | 18.9 |
| 36-45 | 70.9 | 3.3 | 47.0 | 42.4 | 100.0 | 17.3 | 70.9 | 3.3 | 47.0 | 42.5 | 100.0 | 17.3 |
| 36-78 | 46.6 | 36.8 | 26.1 | 38.8 | 97.0 | 17.6 | 46.6 | 36.8 | 26.1 | 38.8 | 97.0 | 17.6 |
| 45-12 | 68.2 | 1.6 | 53.3 | 32.9 | 100.0 | 17.3 | 68.3 | 1.6 | 53.3 | 32.8 | 100.0 | 17.3 |
| 45-36 | 80.9 | 1.0 | 57.4 | 41.5 | 99.6 | 17.4 | 80.9 | 1.0 | 57.4 | 41.4 | 99.6 | 17.4 |
| 45-78 | 45.0 | 72.2 | 20.2 | 43.6 | 100.0 | 17.3 | 44.9 | 72.2 | 20.2 | 43.5 | 100.0 | 17.3 |
| 78-12 | 45.7 | 96.6 | 17.7 | 45.7 | 97.0 | 17.6 | 45.8 | 96.6 | 17.7 | 45.8 | 97.0 | 17.6 |
| 78-36 | 40.1 | 66.6 | 20.9 | 38.2 | 100.0 | 17.3 | 40.0 | 66.8 | 20.9 | 38.2 | 100.0 | 17.3 |
| 78-45 | 45.8 | 66.8 | 20.9 | 43.7 | 100.0 | 17.3 | 45.8 | 66.8 | 20.9 | 43.8 | 100.0 | 17.3 |
| PSELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 68.6 | 1.5 | 50.9 | 32.7 | 100.0 | 14.4 | 67.0 | 1.8 | 49.3 | 33.2 | 100.0 | 14.4 |
| 36 | 39.1 | 66.6 | 17.9 | 36.5 | 100.0 | 14.4 | 67.4 | 2.8 | 45.5 | 37.4 | 91.4 | 15.2 |
| 45 | 62.4 | 2.9 | 45.2 | 32.5 | 100.0 | 14.4 | 61.8 | 3.1 | 44.6 | 32.0 | 100.0 | 14.4 |
| 78 | 39.0 | 72.0 | 17.2 | 37.2 | 97.0 | 14.6 | 38.7 | 66.8 | 17.9 | 36.7 | 100.0 | 14.4 |

Cable ID: M3
 RK2
 SITE:
 OPERATOR:
 Standards Version: 4.2
 Software Version: 4.3
 NVP: 69.0% FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%
 SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS
 HEADROOM: 5.0 dB (NEXT @ Remote 36-45)
 Date / Time: 11/01/2007 01:30:25pm
 Test Standard: TIA Cat 5e Channel
 Cable Type: UTP 100 Ohm Cat 5e
 FLUKE DSP-4100 S/N: 7729030 LIA012
 FLUKE DSP-4100SR S/N: 7729030 LIA012

Wire Map PASS

Result RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S
 RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8

| Pair | Length | | Prop. Delay | | Delay Skew | | Resistance | | Impedance | | Attenuation | | |
|------|--------|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|--------|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|
| | (ft) | Limit | ns | Limit | ns | Limit | ohms | Limit | ohms | Limit | Anom. (ft) | Result (dB) | Freq. (MHz) |
| 12 | 62 | 328 | 91 | 555 | 1 | 50 | 108 | 85-115 | 108 | 85-115 | 4.1 | 100.0 | 24.0 |
| 36 | 61 | 328 | 90 | 555 | 0 | 50 | 108 | 85-115 | 108 | 85-115 | 4.1 | 100.0 | 24.0 |
| 45 | 62 | 328 | 92 | 555 | 2 | 50 | 108 | 85-115 | 108 | 85-115 | 4.2 | 100.0 | 24.0 |
| 78 | 61 | 328 | 90 | 555 | 0 | 50 | 108 | 85-115 | 108 | 85-115 | 4.1 | 100.0 | 24.0 |

| Pair | Main Results | | | | | | Remote Results | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | Worst Margin | | | Worst Value | | | Worst Margin | | | Worst Value | | |
| | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) |
| RETURN LOSS | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 20.8 | 80.0 | 11.0 | 20.8 | 80.0 | 11.0 | 17.5 | 79.8 | 11.0 | 17.5 | 79.8 | 11.0 |
| 36 | 22.3 | 69.2 | 11.7 | 22.3 | 69.6 | 11.6 | 18.9 | 69.2 | 11.7 | 18.9 | 70.0 | 11.6 |
| 45 | 22.7 | 59.6 | 12.3 | 21.5 | 95.4 | 10.2 | 19.2 | 96.6 | 10.2 | 19.2 | 96.6 | 10.2 |
| 78 | 14.5 | 59.6 | 12.3 | 14.5 | 59.6 | 12.3 | 12.9* | 60.0 | 12.3 | 12.7 | 71.8 | 11.5 |
| PSNEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 42.7 | 65.2 | 30.3 | 42.7 | 65.2 | 30.3 | 40.8 | 66.2 | 30.2 | 38.9 | 97.0 | 27.3 |
| 36 | 40.9 | 64.6 | 30.4 | 40.9 | 64.8 | 30.3 | 43.2 | 30.9 | 35.8 | 36.4 | 92.0 | 27.7 |
| 45 | 43.1 | 49.6 | 32.3 | 41.7 | 100.0 | 27.1 | 39.4 | 49.0 | 32.4 | 37.5 | 86.2 | 28.2 |
| 78 | 41.9 | 56.0 | 31.4 | 41.9 | 56.0 | 31.4 | 42.6 | 47.8 | 32.6 | 39.7 | 84.0 | 28.4 |
| PSACR | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 58.6 | 7.2 | 40.6 | 39.1 | 100.0 | 3.0 | 58.6 | 6.5 | 41.6 | 34.8 | 97.0 | 3.7 |
| 36 | 63.9 | 2.9 | 49.5 | 37.4 | 100.0 | 3.0 | 56.7 | 5.8 | 42.8 | 32.5 | 92.0 | 4.7 |
| 45 | 62.6 | 3.7 | 47.2 | 37.5 | 100.0 | 3.0 | 56.4 | 5.9 | 42.6 | 33.6 | 86.2 | 6.0 |
| 78 | 57.1 | 7.0 | 40.9 | 38.8 | 56.0 | 13.8 | 56.8 | 7.4 | 40.3 | 36.0 | 84.2 | 6.5 |
| NEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 44.3 | 65.2 | 33.3 | 44.3 | 65.2 | 33.3 | 43.2 | 66.4 | 33.2 | 42.7 | 91.6 | 30.7 |
| 12-45 | 57.3 | 17.3 | 43.1 | 45.4 | 97.8 | 30.2 | 42.3 | 96.0 | 30.4 | 42.3 | 96.0 | 30.4 |
| 12-78 | 46.8 | 48.6 | 35.5 | 45.3 | 100.0 | 30.1 | 45.2 | 47.2 | 35.7 | 42.3 | 83.8 | 31.4 |
| 36-45 | 45.8 | 49.8 | 35.3 | 42.7 | 100.0 | 30.1 | 40.4 | 49.2 | 35.4 | 37.8 | 86.2 | 31.2 |
| 36-78 | 55.2 | 14.8 | 44.2 | 45.7 | 82.6 | 31.6 | 45.5 | 58.0 | 34.2 | 43.4 | 90.6 | 30.8 |
| 45-78 | 46.9 | 49.2 | 35.4 | 46.9 | 49.4 | 35.3 | 46.7 | 48.6 | 35.5 | 46.7 | 48.8 | 35.4 |
| ACR | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 63.2 | 7.4 | 43.1 | 41.0 | 65.2 | 14.3 | 62.5 | 5.9 | 45.4 | 38.8 | 97.6 | 6.5 |
| 12-45 | 70.4 | 3.9 | 49.3 | 41.2 | 97.8 | 6.5 | 62.5 | 8.4 | 41.8 | 38.2 | 96.2 | 6.8 |
| 12-78 | 60.9 | 7.0 | 43.7 | 41.2 | 100.0 | 6.0 | 58.3 | 8.8 | 41.3 | 38.6 | 84.2 | 9.5 |
| 36-45 | 64.4 | 3.6 | 50.1 | 38.5 | 100.0 | 6.0 | 58.2 | 5.8 | 45.6 | 33.9 | 86.2 | 9.1 |
| 36-78 | 67.0 | 3.3 | 50.9 | 42.0 | 82.6 | 9.9 | 68.9 | 3.5 | 50.4 | 39.5 | 90.6 | 8.1 |
| 45-78 | 61.1 | 7.0 | 43.7 | 44.0 | 91.6 | 7.9 | 61.2 | 6.5 | 44.4 | 43.6 | 67.6 | 13.6 |
| ELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 57.0 | 58.8 | 22.0 | 53.2 | 100.0 | 17.3 | 57.0 | 58.8 | 22.0 | 53.2 | 100.0 | 17.3 |
| 12-45 | 68.9 | 3.4 | 46.8 | 39.6 | 99.6 | 17.4 | 69.0 | 3.4 | 46.8 | 39.7 | 99.6 | 17.4 |
| 12-78 | 81.4 | 2.2 | 50.5 | 49.7 | 89.6 | 18.3 | 81.4 | 2.2 | 50.5 | 49.6 | 88.8 | 18.4 |
| 36-12 | 53.0 | 79.2 | 19.4 | 53.0 | 79.2 | 19.4 | 53.1 | 79.2 | 19.4 | 53.1 | 79.2 | 19.4 |
| 36-45 | 40.0 | 95.6 | 17.8 | 40.0 | 95.6 | 17.8 | 40.0 | 95.6 | 17.8 | 40.0 | 95.6 | 17.8 |
| 36-78 | 31.6 | 98.0 | 17.5 | 31.6 | 98.0 | 17.5 | 31.6 | 98.0 | 17.5 | 31.6 | 98.0 | 17.5 |
| 45-12 | 42.3 | 71.4 | 20.3 | 39.7 | 99.4 | 17.4 | 42.2 | 71.4 | 20.3 | 39.6 | 99.4 | 17.4 |
| 45-36 | 45.9 | 50.0 | 23.4 | 40.9 | 95.4 | 17.8 | 45.8 | 50.0 | 23.4 | 40.8 | 95.0 | 17.8 |
| 45-78 | 44.2 | 67.6 | 20.8 | 41.9 | 98.0 | 17.5 | 44.2 | 67.6 | 20.8 | 41.7 | 97.4 | 17.6 |
| 78-12 | 49.7 | 73.2 | 20.1 | 49.2 | 84.4 | 18.8 | 49.6 | 73.2 | 20.1 | 49.2 | 84.4 | 18.8 |
| 78-36 | 32.8 | 78.0 | 19.6 | 31.0 | 100.0 | 17.3 | 32.7 | 78.0 | 19.6 | 31.0 | 100.0 | 17.3 |
| 78-45 | 43.2 | 77.0 | 19.7 | 42.3 | 100.0 | 17.3 | 43.1 | 77.0 | 19.7 | 42.4 | 100.0 | 17.3 |
| PSELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 41.6 | 71.4 | 17.3 | 39.3 | 99.4 | 14.4 | 39.2 | 100.0 | 14.4 | 39.2 | 100.0 | 14.4 |
| 36 | 33.0 | 72.6 | 17.2 | 30.6 | 100.0 | 14.4 | 70.9 | 1.0 | 54.4 | 31.2 | 98.0 | 14.6 |
| 45 | 75.7 | 1.0 | 54.4 | 36.2 | 100.0 | 14.4 | 40.7 | 55.6 | 19.5 | 36.3 | 100.0 | 14.4 |
| 78 | 31.2 | 98.0 | 14.6 | 31.2 | 98.0 | 14.6 | 32.2 | 78.2 | 16.6 | 30.7 | 100.0 | 14.4 |

* Measurement is within the accuracy limits of the instrument.

Cable ID: M4
 RK2
 SITE:
 OPERATOR:
 Standards Version: 4.2
 Software Version: 4.3
 NVP: 69.0% FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%
 SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS
 HEADROOM: 4.0 dB (NEXT @ Remote 36-45)
 Date / Time: 11/01/2007 01:32:46pm
 Test Standard: TIA Cat 5e Channel
 Cable Type: UTP 100 Ohm Cat 5e
 FLUKE DSP-4100 S/N: 7729030 LIA012
 FLUKE DSP-4100SR S/N: 7729030 LIA012

Wire Map PASS

Result RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S
 RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8

| Pair | Length | | Prop. Delay | | Delay Skew | | Resistance | | Impedance | | Attenuation | | |
|------|--------|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|
| | (ft) | Limit | ns | Limit | ns | Limit | ohms | Limit | ohms | Limit | Anom. (ft) | Result (dB) | Freq. (MHz) |
| 12 | 61 | 328 | 90 | 555 | 1 | 50 | | | 109 | 85-115 | 4.0 | 100.0 | 24.0 |
| 36 | 61 | 328 | 90 | 555 | 1 | 50 | | | 108 | 85-115 | 4.0 | 100.0 | 24.0 |
| 45 | 62 | 328 | 91 | 555 | 2 | 50 | | | 108 | 85-115 | 4.1 | 100.0 | 24.0 |
| 78 | 60 | 328 | 89 | 555 | 0 | 50 | | | 109 | 85-115 | 4.1 | 100.0 | 24.0 |

| Pair | Main Results | | | | | | Remote Results | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | Worst Margin | | | Worst Value | | | Worst Margin | | | Worst Value | | |
| | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) |
| RETURN LOSS | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 22.9 | 64.0 | 12.0 | 22.0 | 80.4 | 11.0 | 17.9 | 80.0 | 11.0 | 17.8 | 85.6 | 10.7 |
| 36 | 20.0 | 64.0 | 12.0 | 20.0 | 64.0 | 12.0 | 17.7 | 64.2 | 12.0 | 17.7 | 64.2 | 12.0 |
| 45 | 23.3 | 54.4 | 12.7 | 23.2 | 54.2 | 12.7 | 23.0 | 73.2 | 11.4 | 23.0 | 96.6 | 10.2 |
| 78 | 16.8 | 59.4 | 12.3 | 16.8 | 59.4 | 12.3 | 13.1 | 71.8 | 11.5 | 13.1 | 71.8 | 11.5 |
| PSNEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 46.1 | 25.1 | 37.3 | 38.8 | 79.6 | 28.8 | 46.5 | 26.0 | 37.0 | 37.5 | 90.4 | 27.9 |
| 36 | 59.3 | 4.3 | 50.4 | 37.8 | 98.8 | 27.2 | 37.5 | 49.6 | 32.3 | 32.6 | 99.2 | 27.2 |
| 45 | 45.9 | 25.9 | 37.1 | 38.5 | 79.6 | 28.8 | 35.2 | 80.2 | 28.8 | 34.0 | 98.6 | 27.2 |
| 78 | 43.8 | 52.2 | 31.9 | 40.8 | 99.6 | 27.2 | 43.0 | 43.8 | 33.2 | 37.0 | 100.0 | 27.1 |
| PSACR | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 62.1 | 3.8 | 46.9 | 35.2 | 79.6 | 7.6 | 61.3 | 3.4 | 48.0 | 33.7 | 90.8 | 5.0 |
| 36 | 60.3 | 3.5 | 47.7 | 33.8 | 98.8 | 3.3 | 53.4 | 5.9 | 42.6 | 28.6 | 99.2 | 3.2 |
| 45 | 63.1 | 3.6 | 47.4 | 34.9 | 80.2 | 7.4 | 55.2 | 5.8 | 42.8 | 29.9 | 98.6 | 3.3 |
| 78 | 64.0 | 3.5 | 47.7 | 36.8 | 100.0 | 3.0 | 59.7 | 5.8 | 42.8 | 32.9 | 100.0 | 3.0 |
| NEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 63.6 | 4.0 | 53.6 | 43.2 | 98.4 | 30.2 | 49.3 | 24.3 | 40.6 | 43.8 | 81.6 | 31.6 |
| 12-45 | 47.1 | 25.5 | 40.2 | 39.2 | 79.6 | 31.8 | 38.0 | 90.2 | 30.9 | 38.0 | 90.2 | 30.9 |
| 12-78 | 56.0 | 23.6 | 40.8 | 48.7 | 73.6 | 32.4 | 46.1 | 96.0 | 30.4 | 46.1 | 96.2 | 30.3 |
| 36-45 | 45.7 | 48.6 | 35.5 | 42.4 | 99.2 | 30.2 | 34.2 | 98.6 | 30.2 | 34.2 | 98.6 | 30.2 |
| 36-78 | 45.4 | 45.4 | 36.0 | 42.0 | 99.6 | 30.1 | 43.0 | 43.8 | 36.2 | 37.5 | 100.0 | 30.1 |
| 45-78 | 47.4 | 62.2 | 33.7 | 46.3 | 75.4 | 32.2 | 45.0 | 96.0 | 30.4 | 45.0 | 96.2 | 30.3 |
| ACR | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 63.0 | 3.9 | 49.3 | 39.2 | 98.4 | 6.4 | 61.6 | 5.4 | 46.3 | 40.2 | 81.6 | 10.1 |
| 12-45 | 45.1 | 25.3 | 28.8 | 35.6 | 80.0 | 10.5 | 62.7 | 3.4 | 50.6 | 34.1 | 90.2 | 8.2 |
| 12-78 | 73.0 | 4.0 | 49.1 | 45.2 | 73.6 | 12.1 | 78.4 | 2.4 | 53.7 | 42.1 | 96.2 | 6.8 |
| 36-45 | 62.3 | 4.9 | 47.2 | 38.3 | 99.2 | 6.2 | 55.3 | 6.0 | 45.2 | 30.1 | 98.6 | 6.3 |
| 36-78 | 65.5 | 3.5 | 50.4 | 38.0 | 100.0 | 6.0 | 60.5 | 5.8 | 45.6 | 33.4 | 100.0 | 6.0 |
| 45-78 | 71.4 | 3.3 | 50.9 | 42.7 | 75.4 | 11.6 | 68.1 | 5.8 | 45.6 | 41.0 | 96.2 | 6.8 |
| ELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 80.5 | 1.0 | 57.4 | 42.9 | 100.0 | 17.3 | 80.5 | 1.0 | 57.4 | 42.9 | 100.0 | 17.3 |
| 12-45 | 49.5 | 99.8 | 17.4 | 49.5 | 100.0 | 17.3 | 49.6 | 99.8 | 17.4 | 49.6 | 100.0 | 17.3 |
| 12-78 | 44.6 | 69.2 | 20.6 | 42.0 | 100.0 | 17.3 | 45.2 | 64.0 | 21.2 | 42.1 | 100.0 | 17.3 |
| 36-12 | 81.2 | 1.0 | 57.4 | 41.7 | 97.2 | 17.6 | 81.2 | 1.0 | 57.4 | 41.7 | 97.2 | 17.6 |
| 36-45 | 67.5 | 3.9 | 45.6 | 40.1 | 96.0 | 17.7 | 67.5 | 3.9 | 45.6 | 40.1 | 96.0 | 17.7 |
| 36-78 | 37.6 | 92.2 | 18.1 | 37.6 | 92.2 | 18.1 | 37.7 | 92.4 | 18.1 | 37.7 | 92.6 | 18.0 |
| 45-12 | 49.7 | 76.8 | 19.7 | 49.7 | 76.8 | 19.7 | 49.7 | 76.8 | 19.7 | 49.7 | 76.8 | 19.7 |
| 45-36 | 43.3 | 55.8 | 22.4 | 39.2 | 96.4 | 17.7 | 43.3 | 55.8 | 22.4 | 39.2 | 96.4 | 17.7 |
| 45-78 | 47.2 | 78.8 | 19.5 | 46.5 | 97.4 | 17.6 | 47.2 | 78.8 | 19.5 | 46.5 | 98.2 | 17.5 |
| 78-12 | 41.5 | 95.6 | 17.8 | 41.5 | 95.6 | 17.8 | 42.1 | 89.2 | 18.4 | 41.6 | 96.4 | 17.7 |
| 78-36 | 38.3 | 78.0 | 19.6 | 36.8 | 100.0 | 17.3 | 38.7 | 72.2 | 20.2 | 36.7 | 100.0 | 17.3 |
| 78-45 | 47.2 | 72.6 | 20.1 | 45.6 | 95.0 | 17.8 | 47.2 | 72.2 | 20.2 | 45.7 | 95.0 | 17.8 |
| PSELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 38.4 | 95.8 | 14.8 | 38.4 | 97.0 | 14.6 | 78.1 | 1.0 | 54.4 | 39.1 | 100.0 | 14.4 |
| 36 | 37.8 | 61.6 | 18.6 | 34.6 | 100.0 | 14.4 | 73.5 | 1.1 | 53.6 | 35.0 | 98.4 | 14.5 |
| 45 | 38.9 | 95.0 | 14.8 | 38.8 | 100.0 | 14.4 | 42.5 | 55.6 | 19.5 | 38.3 | 96.4 | 14.7 |
| 78 | 36.0 | 92.2 | 15.1 | 36.0 | 92.2 | 15.1 | 37.2 | 72.6 | 17.2 | 35.2 | 100.0 | 14.4 |

Cable ID: E1
 RK2
 SITE:
 OPERATOR:
 Standards Version: 4.2
 Software Version: 4.3
 NVP: 69.0% FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%
 SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS
 HEADROOM: 3.5 dB (NEXT @ Remote 36-45)
 Date / Time: 11/01/2007 01:59:27pm
 Test Standard: TIA Cat 5e Channel
 Cable Type: UTP 100 Ohm Cat 5e
 FLUKE DSP-4100 S/N: 7729030 LIA012
 FLUKE DSP-4100SR S/N: 7729030 LIA012

Wire Map PASS

Result RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S
 RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8

| Pair | Length | | Prop. Delay | | Delay Skew | | Resistance | | Impedance | | Attenuation | | | |
|------|--------|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | (ft) | Limit | ns | Limit | ns | Limit | ohms | Limit | ohms | Limit | Anom. (ft) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) |
| 12 | 29 | 328 | 42 | 555 | 1 | 50 | | | 109 | 85-115 | | 2.2 | 100.0 | 24.0 |
| 36 | 29 | 328 | 42 | 555 | 1 | 50 | | | 108 | 85-115 | | 2.1 | 100.0 | 24.0 |
| 45 | 29 | 328 | 43 | 555 | 2 | 50 | | | 108 | 85-115 | | 2.1 | 100.0 | 24.0 |
| 78 | 28 | 328 | 41 | 555 | 0 | 50 | | | 110 | 85-115 | | 2.0 | 100.0 | 24.0 |

| Pair | Main Results | | | | | | Remote Results | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | Worst Margin | | | Worst Value | | | Worst Margin | | | Worst Value | | |
| | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) |
| RETURN LOSS | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 17.5 | 100.0 | 0.0 | 17.5 | 100.0 | 0.0 | 15.3 | 100.0 | 0.0 | 15.3 | 100.0 | 0.0 |
| 36 | 26.8 | 100.0 | 0.0 | 26.8 | 100.0 | 0.0 | 21.3 | 100.0 | 0.0 | 21.3 | 100.0 | 0.0 |
| 45 | 21.2 | 100.0 | 0.0 | 21.2 | 100.0 | 0.0 | 21.1 | 100.0 | 0.0 | 21.1 | 100.0 | 0.0 |
| 78 | 29.0 | 100.0 | 0.0 | 29.0 | 100.0 | 0.0 | 25.3 | 100.0 | 0.0 | 25.3 | 100.0 | 0.0 |
| PSNEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 42.8 | 68.0 | 30.0 | 42.5 | 86.6 | 28.2 | 40.8 | 89.2 | 28.0 | 40.8 | 89.2 | 28.0 |
| 36 | 40.1 | 61.8 | 30.7 | 38.1 | 100.0 | 27.1 | 34.7 | 75.6 | 29.2 | 33.4 | 92.0 | 27.7 |
| 45 | 37.6 | 100.0 | 27.1 | 37.6 | 100.0 | 27.1 | 34.7 | 76.8 | 29.1 | 33.9 | 92.4 | 27.7 |
| 78 | 44.0 | 44.8 | 33.0 | 38.9 | 97.6 | 27.3 | 37.9 | 92.6 | 27.7 | 37.9 | 93.2 | 27.6 |
| PSACR | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 74.4 | 1.7 | 54.2 | 40.5 | 86.6 | 5.9 | 73.1 | 1.9 | 53.3 | 38.8 | 89.2 | 5.3 |
| 36 | 69.4 | 1.7 | 54.2 | 36.0 | 100.0 | 3.0 | 66.5 | 1.8 | 53.7 | 31.5 | 92.0 | 4.7 |
| 45 | 70.5 | 1.7 | 54.2 | 35.5 | 100.0 | 3.0 | 66.5 | 1.7 | 54.2 | 31.9 | 92.4 | 4.6 |
| 78 | 67.9 | 2.2 | 52.0 | 36.9 | 97.6 | 3.5 | 69.5 | 2.2 | 52.0 | 36.0 | 94.0 | 4.3 |
| NEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 44.6 | 68.0 | 33.0 | 44.6 | 68.0 | 33.0 | 42.4 | 90.2 | 30.9 | 42.4 | 91.0 | 30.8 |
| 12-45 | 49.8 | 48.6 | 35.5 | 46.1 | 89.6 | 30.9 | 42.7 | 100.0 | 30.1 | 42.7 | 100.0 | 30.1 |
| 12-78 | 46.2 | 85.8 | 31.3 | 46.2 | 86.8 | 31.2 | 48.1 | 87.0 | 31.2 | 48.1 | 88.4 | 31.0 |
| 36-45 | 39.7 | 100.0 | 30.1 | 39.7 | 100.0 | 30.1 | 35.6 | 76.8 | 32.1 | 34.9 | 92.4 | 30.7 |
| 36-78 | 54.0 | 15.9 | 43.7 | 42.3 | 97.0 | 30.3 | 40.8 | 94.6 | 30.5 | 40.8 | 94.6 | 30.5 |
| 45-78 | 41.9 | 97.6 | 30.3 | 41.9 | 98.0 | 30.2 | 54.3 | 15.7 | 43.8 | 41.3 | 93.0 | 30.6 |
| ACR | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 76.4 | 1.7 | 56.6 | 43.0 | 68.0 | 13.5 | 77.4 | 1.9 | 55.7 | 40.5 | 91.0 | 8.0 |
| 12-45 | 76.4 | 2.1 | 54.9 | 44.1 | 89.6 | 8.3 | 75.9 | 1.7 | 56.6 | 40.6 | 100.0 | 6.0 |
| 12-78 | 55.6 | 23.7 | 29.7 | 44.3 | 86.8 | 8.9 | 56.9 | 24.4 | 29.3 | 46.2 | 88.4 | 8.6 |
| 36-45 | 74.0 | 1.8 | 56.2 | 37.6 | 100.0 | 6.0 | 67.5 | 1.8 | 56.2 | 32.9 | 92.4 | 7.7 |
| 36-78 | 70.1 | 2.2 | 54.5 | 40.3 | 97.0 | 6.7 | 73.6 | 2.1 | 54.9 | 38.8 | 94.6 | 7.2 |
| 45-78 | 71.9 | 2.2 | 54.5 | 39.9 | 98.0 | 6.5 | 71.7 | 2.3 | 54.1 | 39.4 | 93.6 | 7.4 |
| ELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 82.9 | 1.1 | 56.6 | 46.6 | 72.6 | 20.1 | 82.9 | 1.1 | 56.6 | 46.6 | 72.6 | 20.1 |
| 12-45 | 79.3 | 1.4 | 54.5 | 43.6 | 95.2 | 17.8 | 79.3 | 1.4 | 54.5 | 43.6 | 95.2 | 17.8 |
| 12-78 | 61.6 | 22.7 | 30.3 | 50.5 | 99.8 | 17.4 | 61.6 | 22.7 | 30.3 | 50.3 | 99.8 | 17.4 |
| 36-12 | 81.8 | 1.4 | 54.5 | 46.9 | 95.6 | 17.8 | 81.8 | 1.4 | 54.5 | 46.9 | 95.6 | 17.8 |
| 36-45 | 80.9 | 1.1 | 56.6 | 44.2 | 96.4 | 17.7 | 80.9 | 1.1 | 56.6 | 44.2 | 96.4 | 17.7 |
| 36-78 | 75.6 | 1.0 | 57.4 | 36.7 | 100.0 | 17.3 | 75.6 | 1.0 | 57.4 | 36.6 | 100.0 | 17.3 |
| 45-12 | 42.6 | 93.4 | 18.0 | 42.6 | 94.6 | 17.9 | 42.6 | 93.4 | 18.0 | 42.6 | 94.6 | 17.9 |
| 45-36 | 45.4 | 60.2 | 21.8 | 43.2 | 95.8 | 17.7 | 45.4 | 60.2 | 21.8 | 43.2 | 95.8 | 17.7 |
| 45-78 | 46.4 | 62.8 | 21.4 | 44.4 | 94.0 | 17.9 | 46.4 | 62.8 | 21.4 | 44.4 | 94.0 | 17.9 |
| 78-12 | 50.2 | 92.2 | 18.1 | 50.0 | 100.0 | 17.3 | 80.5 | 2.8 | 48.4 | 50.2 | 100.0 | 17.3 |
| 78-36 | 37.9 | 72.2 | 20.2 | 36.0 | 96.6 | 17.7 | 37.8 | 73.4 | 20.1 | 36.0 | 96.6 | 17.7 |
| 78-45 | 42.8 | 94.4 | 17.9 | 42.8 | 95.2 | 17.8 | 42.8 | 94.4 | 17.9 | 42.8 | 95.2 | 17.8 |
| PSELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 80.0 | 1.0 | 54.4 | 40.8 | 95.0 | 14.8 | 77.5 | 1.3 | 52.1 | 42.2 | 95.2 | 14.8 |
| 36 | 36.7 | 72.6 | 17.2 | 35.1 | 95.8 | 14.8 | 74.3 | 1.0 | 54.4 | 35.7 | 97.4 | 14.6 |
| 45 | 77.9 | 1.0 | 54.4 | 38.8 | 96.0 | 14.7 | 41.6 | 60.2 | 18.8 | 38.7 | 95.0 | 14.8 |
| 78 | 74.8 | 1.0 | 54.4 | 35.9 | 100.0 | 14.4 | 37.1 | 73.4 | 17.1 | 35.1 | 96.6 | 14.7 |

Cable ID: E2
 RK2
 SITE:
 OPERATOR:
 Standards Version: 4.2
 Software Version: 4.3
 NVP: 69.0% FAULT ANOMALY THRESHOLD: 15%
 SHIELD TEST: N/A

Test Summary: PASS
 HEADROOM: 5.5 dB (NEXT @ Remote 36-45)
 Date / Time: 11/01/2007 02:02:07pm
 Test Standard: TIA Cat 5e Channel
 Cable Type: UTP 100 Ohm Cat 5e
 FLUKE DSP-4100 S/N: 7729030 LIA012
 FLUKE DSP-4100SR S/N: 7729030 LIA012

Wire Map PASS

Result RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8 S
 RJ45 PIN: 1 2 3 4 5 6 7 8

| Pair | Length | | Prop. Delay | | Delay Skew | | Resistance | | Impedance | | Attenuation | | |
|------|--------|-------|-------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|
| | (ft) | Limit | ns | Limit | ns | Limit | ohms | Limit | ohms | Limit | Anom. (ft) | Result (dB) | Freq. (MHz) |
| 12 | 29 | 328 | 42 | 555 | 1 | 50 | | | 109 | 85-115 | 2.1 | 100.0 | 24.0 |
| 36 | 29 | 328 | 42 | 555 | 1 | 50 | | | 110 | 85-115 | 2.0 | 100.0 | 24.0 |
| 45 | 29 | 328 | 42 | 555 | 1 | 50 | | | 108 | 85-115 | 2.1 | 100.0 | 24.0 |
| 78 | 28 | 328 | 41 | 555 | 0 | 50 | | | 109 | 85-115 | 2.0 | 100.0 | 24.0 |

| Pair | Main Results | | | | | | Remote Results | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | Worst Margin | | | Worst Value | | | Worst Margin | | | Worst Value | | |
| | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) | Result (dB) | Freq. (MHz) | Limit (dB) |
| RETURN LOSS | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 17.9 | 100.0 | 0.0 | 17.9 | 100.0 | 0.0 | 15.8 | 100.0 | 0.0 | 15.8 | 100.0 | 0.0 |
| 36 | 24.6 | 100.0 | 0.0 | 24.6 | 100.0 | 0.0 | 26.1 | 100.0 | 0.0 | 26.1 | 100.0 | 0.0 |
| 45 | 20.5 | 100.0 | 0.0 | 20.5 | 100.0 | 0.0 | 19.8 | 100.0 | 0.0 | 19.8 | 100.0 | 0.0 |
| 78 | 38.2 | 100.0 | 0.0 | 38.2 | 100.0 | 0.0 | 23.5 | 100.0 | 0.0 | 23.5 | 100.0 | 0.0 |
| PSNEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 40.8 | 73.4 | 29.4 | 39.8 | 92.0 | 27.7 | 39.4 | 100.0 | 27.1 | 39.4 | 100.0 | 27.1 |
| 36 | 37.7 | 69.6 | 29.8 | 37.6 | 71.8 | 29.5 | 36.3 | 76.8 | 29.1 | 36.2 | 93.4 | 27.6 |
| 45 | 40.1 | 64.6 | 30.4 | 38.9 | 100.0 | 27.1 | 37.2 | 77.4 | 29.0 | 36.8 | 95.6 | 27.4 |
| 78 | 40.5 | 68.8 | 29.9 | 40.5 | 69.0 | 29.8 | 39.1 | 87.8 | 28.1 | 39.1 | 88.8 | 28.0 |
| PSACR | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 60.5 | 7.6 | 40.0 | 37.8 | 91.8 | 4.8 | 62.1 | 7.7 | 39.8 | 37.3 | 100.0 | 3.0 |
| 36 | 68.8 | 1.8 | 53.7 | 36.0 | 71.8 | 9.5 | 69.4 | 1.7 | 54.2 | 34.3 | 93.4 | 4.4 |
| 45 | 69.8 | 1.8 | 53.7 | 36.8 | 100.0 | 3.0 | 69.3 | 1.7 | 54.2 | 34.8 | 95.6 | 3.9 |
| 78 | 56.8 | 9.4 | 37.7 | 38.8 | 69.0 | 10.2 | 58.5 | 7.6 | 40.0 | 37.3 | 88.8 | 5.4 |
| NEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 42.4 | 71.6 | 32.6 | 42.4 | 71.8 | 32.5 | 44.4 | 75.2 | 32.2 | 44.4 | 76.4 | 32.1 |
| 12-45 | 42.5 | 92.4 | 30.7 | 42.5 | 92.4 | 30.7 | 41.5 | 99.2 | 30.2 | 41.5 | 100.0 | 30.1 |
| 12-78 | 49.6 | 43.4 | 36.3 | 47.0 | 88.0 | 31.1 | 50.2 | 41.0 | 36.7 | 45.9 | 87.6 | 31.1 |
| 36-45 | 41.6 | 61.4 | 33.8 | 39.3 | 100.0 | 30.1 | 39.2 | 62.2 | 33.7 | 37.3 | 93.6 | 30.6 |
| 36-78 | 41.9 | 69.8 | 32.8 | 41.9 | 71.8 | 32.5 | 41.0 | 89.2 | 31.0 | 41.0 | 89.8 | 30.9 |
| 45-78 | 45.7 | 67.2 | 33.1 | 45.7 | 67.8 | 33.0 | 42.7 | 100.0 | 30.1 | 42.7 | 100.0 | 30.1 |
| ACR | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 76.1 | 2.2 | 54.5 | 40.8 | 71.8 | 12.5 | 69.3 | 9.1 | 40.9 | 42.7 | 76.4 | 11.3 |
| 12-45 | 76.9 | 2.4 | 53.7 | 40.5 | 91.8 | 7.8 | 79.0 | 1.7 | 56.6 | 39.4 | 100.0 | 6.0 |
| 12-78 | 61.1 | 9.4 | 40.6 | 45.2 | 88.0 | 8.7 | 63.0 | 8.4 | 41.8 | 44.1 | 87.6 | 8.8 |
| 36-45 | 70.3 | 1.8 | 56.2 | 37.2 | 100.0 | 6.0 | 69.4 | 1.8 | 56.2 | 35.4 | 93.8 | 7.4 |
| 36-78 | 54.2 | 15.1 | 35.3 | 40.2 | 71.8 | 12.5 | 60.5 | 7.7 | 42.7 | 39.2 | 89.8 | 8.3 |
| 45-78 | 66.1 | 7.8 | 42.5 | 44.1 | 67.8 | 13.6 | 65.4 | 9.5 | 40.5 | 40.7 | 100.0 | 6.0 |
| ELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12-36 | 42.2 | 73.4 | 20.1 | 41.9 | 95.8 | 17.7 | 42.2 | 73.4 | 20.1 | 41.8 | 95.8 | 17.7 |
| 12-45 | 81.7 | 1.0 | 57.4 | 42.7 | 95.4 | 17.8 | 81.6 | 1.0 | 57.4 | 42.8 | 96.6 | 17.7 |
| 12-78 | 49.9 | 88.2 | 18.5 | 49.9 | 89.0 | 18.4 | 49.7 | 89.0 | 18.4 | 49.7 | 89.0 | 18.4 |
| 36-12 | 79.4 | 1.0 | 57.4 | 40.9 | 95.8 | 17.7 | 79.4 | 1.0 | 57.4 | 40.9 | 95.4 | 17.8 |
| 36-45 | 80.7 | 1.0 | 57.4 | 42.8 | 96.0 | 17.7 | 80.6 | 1.0 | 57.4 | 42.9 | 96.0 | 17.7 |
| 36-78 | 78.6 | 1.2 | 55.8 | 41.3 | 100.0 | 17.3 | 76.7 | 1.5 | 53.9 | 41.3 | 100.0 | 17.3 |
| 45-12 | 81.0 | 1.0 | 57.4 | 41.8 | 95.0 | 17.8 | 81.1 | 1.0 | 57.4 | 41.7 | 93.8 | 17.9 |
| 45-36 | 79.9 | 1.0 | 57.4 | 42.7 | 94.8 | 17.8 | 80.0 | 1.0 | 57.4 | 42.7 | 95.6 | 17.8 |
| 45-78 | 44.2 | 74.2 | 20.0 | 41.9 | 100.0 | 17.3 | 43.0 | 85.0 | 18.8 | 41.8 | 100.0 | 17.3 |
| 78-12 | 85.5 | 1.2 | 55.8 | 49.8 | 100.0 | 17.3 | 85.5 | 1.2 | 55.8 | 49.9 | 100.0 | 17.3 |
| 78-36 | 41.2 | 72.2 | 20.2 | 41.0 | 96.4 | 17.7 | 41.1 | 72.2 | 20.2 | 40.9 | 96.2 | 17.7 |
| 78-45 | 42.4 | 83.4 | 19.0 | 41.8 | 96.6 | 17.7 | 42.4 | 83.4 | 19.0 | 41.8 | 96.2 | 17.7 |
| PSELFEXT | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 76.9 | 1.0 | 54.4 | 38.1 | 95.8 | 14.8 | 72.8 | 1.7 | 49.8 | 39.1 | 96.2 | 14.7 |
| 36 | 75.2 | 1.0 | 54.4 | 37.1 | 95.8 | 14.8 | 72.5 | 1.4 | 51.5 | 37.2 | 96.8 | 14.7 |
| 45 | 76.6 | 1.0 | 54.4 | 37.7 | 96.6 | 14.7 | 76.4 | 1.0 | 54.4 | 37.6 | 95.6 | 14.8 |
| 78 | 74.1 | 1.5 | 50.9 | 38.3 | 100.0 | 14.4 | 39.0 | 72.6 | 17.2 | 38.1 | 96.2 | 14.7 |