

Mikko Suorsa

**BLUETOOTH-KEHITYSKITTIEN HYÖDYNTÄMINEN
OPETUKSESSA**

**Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Marraskuu 2010**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Ylivieskan yksikkö	Aika Marraskuu 2010	Tekijä/tekijät Mikko Suorsa
Koulutusohjelma Tietotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Bluetooth-kehityskittien hyödyntäminen opetuksessa		
Työn ohjaaja FM Joni Jämsä		Sivumäärä 29
Työelämäohjaaja Ins. Marjo Heikkilä		
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tutustua Ericssonin Bluetooth-kehityspakettiin, eli Bluetooth Development kittiin, sekä Bluetooth-sovellus ja harjoitus kitteihin, eli Bluetooth Application & Training Tool Kitteihin. Tehtävänä oli tehdä selvitys kittien sisällöstä ja toiminnasta. Tämän pohjata suunniteltiin kaksi laitteistolla suoritettavaa harjoitustyötä tehtävänantoineen ja vastauksineen.</p> <p>Työssä lähdettiin liikkeelle perehtymällä kittien sisältöön ohjelmisto ja dokumentaatio CD-romien avulla. Samalla tutkittiin Bluetoothin teoriaa, josta tuotettiin pieni teoriapaketti. Selvitys kittien sisällöstä syntyi dokumentaatioihin ja ohjelmiin perehtymisen, sekä käytännön testailujen ja laitteiden tutkimisen pohjalta.</p> <p>Harjoitustyöt toteutettiin Ericssonin ohjelmiin sisältyvien valmiiden esimerkkisovellusten pohjalta. Ensimmäisessä laboraatiossa tutustutaan Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kittiin ja sen mukana tulleeseen Bluetooth PC Reference Stack ohjelmistopakettiin ja testataan siihen sisältyviä esimerkkiohjelmiä. Toisessa laboraatiossa tutustutaan The Bluetooth Development Kittiin ja sen mukana tulevaan EBDK-ohjelmistoon ja testataan siihen sisältyviä demoja.</p>		
Asiasanat Bluetooth, Bluetooth Development Kit, Bluetooth PC Reference Stack, EBDK-ohjelmisto.		

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Ylivieska	Date November 2010	Author Mikko Suorsa
Degree programme Information technology		
Name of thesis Bluetooth kits use in teaching		
Instructor M.Sc. Joni Jämsä	Pages 29	
Supervisor B.Eng. Marjo Heikkilä		
<p>Subject of this thesis was familiarize for Ericsson's The Bluetooth Development Kit and Bluetooth Application & Training Tool Kits. The goal was to create a report on the contents of the kits. Based on the reports developed two laboratory exercises for students.</p> <p>The first step was examined in the software and documentation CD-ROMs. At the same time tested equipment and studied the theory of Bluetooth. Basis of the data report was written for kits. The Bluetooth was written in a small package of the theory.</p> <p>In exercises tested example programs which included in Ericssons softwares. The first laboratory work examined Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit and for its Bluetooth PC Reference Stack software package. Reference Stack includes applications that will be tested in this laboratory work. The second laboratory work examined The Bluetooth Development Kit and for its EBDK-software. EBDK-software includes a demo that will be tested in this laboratory exercises.</p>		
Keywords Bluetooth, Bluetooth Development Kit, Bluetooth PC Reference Stack, EBDK-software.		

LYHENTEET JA TERMIT

EBDK	Ericsson Bluetooth Development Kit.
BT	Bluetooth.
CVSD	Continuously variable slope delta modulation. CVSD-koodaus on Bluetooth-tekniikassa käytettävä äänen koodaus menetelmä. (Wikipedia 2010h.)
Pino (Stack)	Abstrakti tietotyyppi, joka toimii periaatteella viimeisenä sisään ensimmäisenä ulos. (Wikipedia 2010a.)
API	API (Application programming interface), eli ohjelmointirajapinta on käyttöliittymä, jonka kautta eri ohjelmat voivat keskustella keskenään. (Wikipedia 2010b.)
Win32 API	Windowsin yleisin ohjelmointirajapinta. Nykyään WinAPI. (Wikipedia 2010c.)
UART	UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) on sarjaliikennepiiri, joka tekee muutoksen sarjamuotoisesta rinnakkaismuotoiseksi ja toisin päin. (Wikipedia 2010d.)
HCI	HCI (Host Controller Interface) on rajapinta, joka Bluetooth-tekniikassa jakaa protokollat isäntälaitteen ja Bluetooth-moduulin kesken. (Wikipedia 2010e.)
HCI-commands	HCI-komennot.
LMP	Link manager protocol. LMP hoitaa yhteyden muodostuksen. (Wikipedia 2010e.)
L2CAP	Logical link control and adaptation protocol.

RFCOMM	Radio Frequency Communication. Emuloi 9-pinnistä sarjaporttia L2CAP-yhteyden yli. (Hämäläinen 2005a.)
SDP	Service Discovery Protocol.
SIG	Special Interest Group.
Bluetooth-osoite	BT-laitteet on yksilöity 48-bittisellä laiteosoitteella (BD_ADDR). (Hämäläinen 2005a.)
ACL	Asynchronous Connectionless Link. Asynkroninen yhteydetön linkkityyppi.
SCO	Synchronous Connection Oriented. Synkroninen yhteydellinen linkkityyppi.
SMA-liitin	SMA-connector. SubMiniature version A. Koaksiaalinen RF-liitin. (Wikipedia 2010f.)
FHSS	Frequency-hopping spread-spectrum. Taajuushyppely.

**TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
LYHENTEET JA TERMIT
SISÄLLYS**

1 JOHDANTO	1
2 BLUETOOTH-TEORIAA	2
2.1 Bluetooth-kanavat	2
2.2 Bluetooth-protokollat ja protokollapino	3
2.3 HCI	3
2.4 Profilit	4
2.5 Bluetooth-yhteyden muodostus	4
3 LAITTEISTO	5
3.1 Ericsson Bluetooth Development Kit (EBDK)	5
3.2 Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit	8
3.3 EBDK-ohjelmisto	9
3.3.1 Demo-sovellukset	9
3.4 Bluetooth PC Reference Stack	10
3.4.1 Testi- ja apuohjelmat	10
3.4.2 Bluetooth PC Reference Stackin ja USB-ajureiden asennus	11
4 TOTEUTUS	13
5 LABORATORIOTYÖT	15
5.1 Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit laboraatio	15
5.1.1 Vastaukset	19
5.2 EBDK laboratoriotyö	21
5.2.1 Vastaukset	24
6 YHTEENVETO	26

LÄHTEET

1 JOHDANTO

Keväällä 2010 tuli opinnäytetyön valinta ajankohtaiseksi. Koululle oli joskus hankittu Ericssonin Bluetooth-kehityspaketti (Ericsson Bluetooth Development Kit), sekä neljä kappaletta Bluetooth-tekniikan kokeiluun ja testaukseen tarkoitettuja kehityspaketteja (Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit). Laitteisto kaipasi tarkempaa perehtymistä, jotta niitä voitaisiin hyödyntää opetuksessa. Minun tehtäväkseni tuli perehtyä laitteistoon, sekä tehdä siitä selvitys ja suunnitella sen pohjalta kaksi laitteistolla toteutettavaa laboratoriotyötä.

Kitit soveltuvat Bluetooth-tekniikan kokeiluun, testaukseen ja kehitykseen. Työn ensimmäisessä Bluetooth-teoriaa osiossa käsitellään suppeasti Bluetoothin perusasioita. Laitteisto osiossa on käyty läpi kittien sisältöä. Osiossa on selvitetty teknisiä ominaisuuksia, sekä ohjelmistokomponenttien sisältöä, toimintaa ja käyttötarkoitusta. Toteutus osiossa on kerrottu kuinka työ toteutettiin. Laboratoriotyöt otsikon takaa löytyvät suunnittelemani harjoitukset. Harjoitustöiden kautta oppilaat voivat tutustua Bluetooth-tekniikkaan, sekä teoriasa, että käytännössä. Lopuksi yhteenvedossa on kerrottu työn etenemisestä ja lopputuloksista.

2 BLUETOOTH-TEORIAA

Bluetooth on lyhyen kantaman langaton tiedonsiirtotekniikka. Tekniikan kehitys alkoi vuonna 1994, kun Ericsson alkoi tutkia langatonta tiedonsiirtoa matkapuhelimien ja niiden oheislaitteiden välillä. Vuonna 1998 perustettiin Ericssonin aloitteesta SIG (Special Interest Group), joka vastaa Bluetoothin kehityksestä. Bluetooth-tekniikka toteuttaa isäntä - orja arkkitehtuuria. Pikoverkossa on aina yksi isäntä, johon muut laitteet (orjat) liittyvät. Laitteita verkossa voi olla yhtä aikaa aktiivisena kahdeksan kappaletta. Orja voi kuulua yhtä aikaa useampaan pikoverkkoon, eli voi olla yhteydessä useampaan isäntään. (Wikipedia 2010e.)

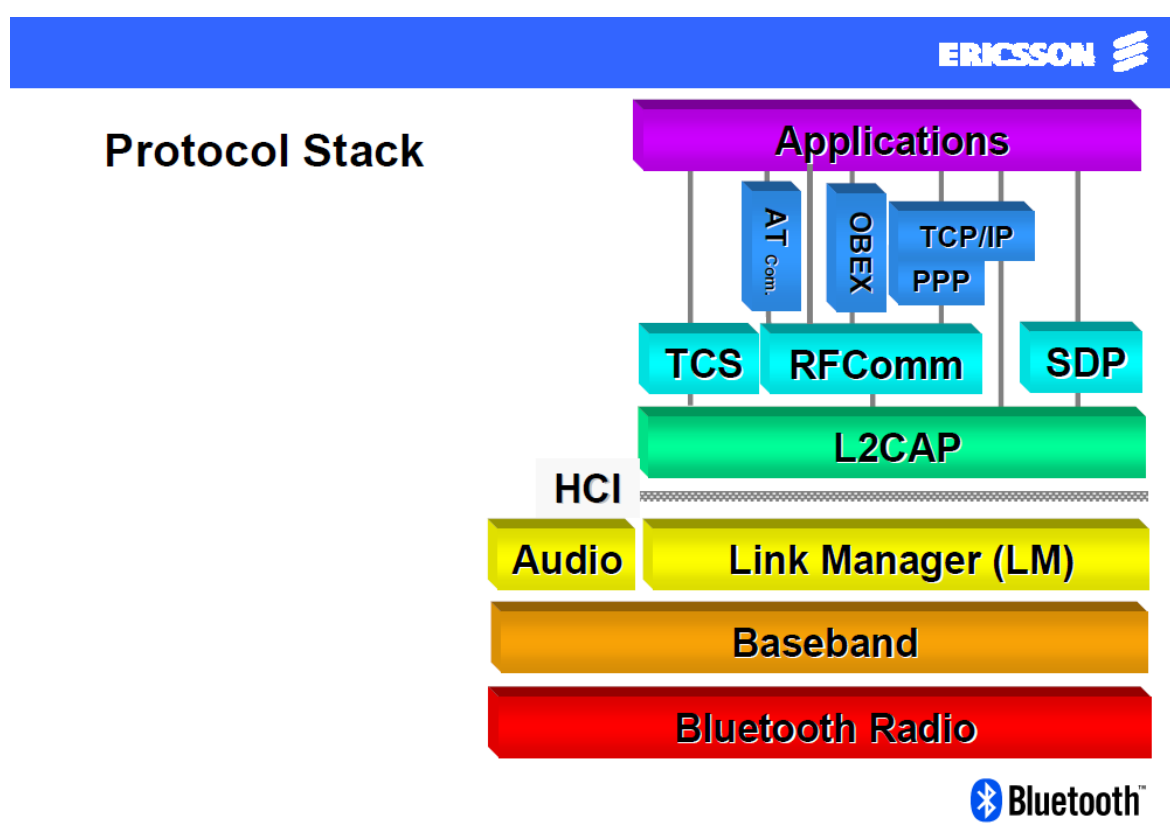
Bluetooth on laajalti käytössä oleva langattoman tiedonsiirron standardi. Se korvaa jo nyt langalliset liittynät monissa oheislaitteissa (kuten handsfreet). Tulevaisuudessa tekniikka on käytössä yhä useammassa sovellutuksessa. Bluetooth-järjestelmä koostuu kolmesta osasta, radio-osasta, radiolinkinhallinnasta (link controller) ja yhteydenhallinnasta (link manager). Bluetooth-laitteet toimivat 2.4 Ghz:n vapaalla taajuudella ja se käyttää taajuushyppelytekniikkaa. Laitteet on jaoteltu lähetystehon mukaan kolmeen luokkaan: Class 1 100 mW (20 dBm), Class 2 2,5 mW (4 dBm) ja Class 3 1 mW (0 dBm). Käytännössä suurin osa Bluetooth-laitteista on Class 3 luokan laitteita, jotka pääsevät 10 cm – 10 m toimintaetäisyyksiin. Modulaationa käytetään GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) taajuussirto-koodausta. Radiolinkin hallintajärjestelmä huolehtii pakettien käsittelystä ja yhteyden muodostuksesta. Yhteydenhallinta hoitaa yhteyksien muodostamisen ja autentikoinnin, sekä datan lähetyksen ja vastaanoton verkkolaitteiden välillä. Kommunikointi muiden verkkolaitteiden kanssa hoidetaan LMP-protokollan kautta. (Aalto 1999.)

2.1 Bluetooth-kanavat

Bluetooth-verkossa on käytössä kaksi linkkityyppiä. Asynkroninen, että synkroninen tiedonsiirtotapa. Synkronista (SCO) kanavaa käytetään, kun tarvitaan jatkuvaa tasaista bittivirtaa esimerkiksi äänensiirrossa. Asynkronista käytetään, kun isännän ei tarvitse palvella jatkuvasti. (Laakkonen 2002, 16.)

2.2 Bluetooth-protokollat ja protokollapino

Bluetooth-protokollat ovat ainoastaan Bluetooth-tekniikassa käytössä olevia tiedonsiirto-protokollia. Protokollat määrittelevät sen miten tiedonvälitys tapahtuu. Kuvasta 1. selviää Bluetooth-protokollapinon rakenne. Bluetooth-protokollapino käsittää sekä siirtoyhteys, että fyysisen kerroksen toiminnot. Bluetooth-protokollapino ei toimi yleisen periaatteen mukaan missä tasot käydään järjestyksessä läpi, vaan joidenkin toimintojen ohittaminen on mahdollista. Esimerkkinä ääni-informaatio reititetään suoraan kantataajuuskerrokselle L2CAP:n ohi. (Korhonen 2006; Laakkonen 2002, 7,11 ; Wikipedia 2010g.)



Kuva 1. Bluetooth-protokollapino. (Ericsson 2001a, 10.)

2.3 HCI

HCI (Host Controller Interface) on laiteriippumaton rajapinta, joka Bluetooth-tekniikassa jakaa protokollat isäntälaitteen ja Bluetooth-moduulin kesken. Se muodostuu komennoista (commands) ja tapahtumista (events). Link Manager Protocol (LMP) toimii komentotulkina, kun sovellus ohjaa Bluetooth-laitetta HCI:n kautta, HCI-komennoilla (HCI-

commands). LMP muodostaa, hallitsee, sekä päättää yhteyden. (Wikipedia 2010e; Ollilainen 2001; Laakkonen 2002, 10.)

2.4 Profiilit

Jotta eri valmistajien tekemistä Bluetooth-sovelluksista saataisiin yhteneväisiä, on Bluetoothin kehittäjäryhmä SIG määritellyt Bluetooth-tekniikalle profiilit. Bluetooth-profiilit määrittelevät miten Bluetooth-sovellusten tulisi toimia eri käyttökohteissa. Profiilit määrittelevät sen mitä protokollia sovellus tarvitsee. (Wikipedia 2010e; Hämäläinen 2005b.)

2.5 Bluetooth-yhteyden muodostus

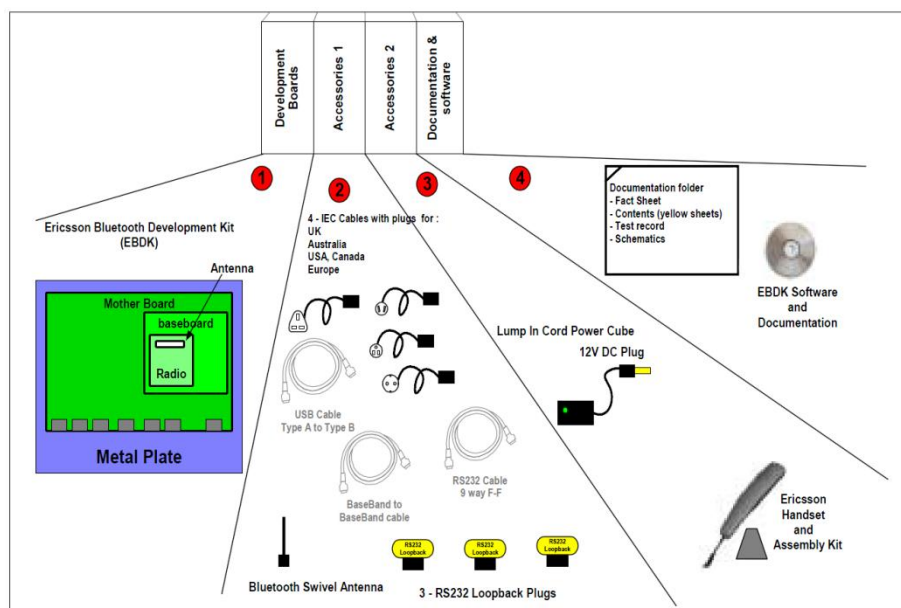
Ensimmäiseksi tarvitaan etälaitteen osoite. Se voidaan joko selvittää laitehaulla Inquiry, tai palvelu haulla SDP, joka hyödyntää laitehakua. Osoite voi olla myös käyttäjän syöttämä tai esiohjelmoitu laitteeseen. Seuraavaksi muodostetaan yhteys Bluetooth-laiteosoitteen, eli BD_ADDR-osoitteen avulla. (Hämäläinen 2005c, 21, 31.)

3 LAITTEISTO

Laitteisto koostuu pääasiallisesti Ericssonin Bluetooth Development Kittiin (EBDK) sisältyvästä Bluetooth-kehitysalustasta, sekä samaisen valmistajan Bluetooth Application & Training Tool Kittiin sisältyvistä Bluetooth-moduuleista. Kitit ovat Ericssonin Bluetooth-kehitystyökaluja, joilla voidaan demonstroida langatonta Bluetooth-tekniikkaa. Niitä voidaan käyttää Bluetooth-tekniikan kokeiluun, testaukseen ja kehitykseen. Ericssonilla on myös kolmas vastaavan tyylinen kehityspaketti Bluetooth Starter Kit. Kehityskitti on monipuolisempi paketti niin ohjelmisto, kuin rautapuoleltaankin. Application & Training Tool kitin Bluetooth-moduuli on melko rajoittunut verrattuna kehitysalustaan. Sillä ei voida esimerkiksi siirtää ääntä laisinkaan.

3.1 Ericsson Bluetooth Development Kit (EBDK)

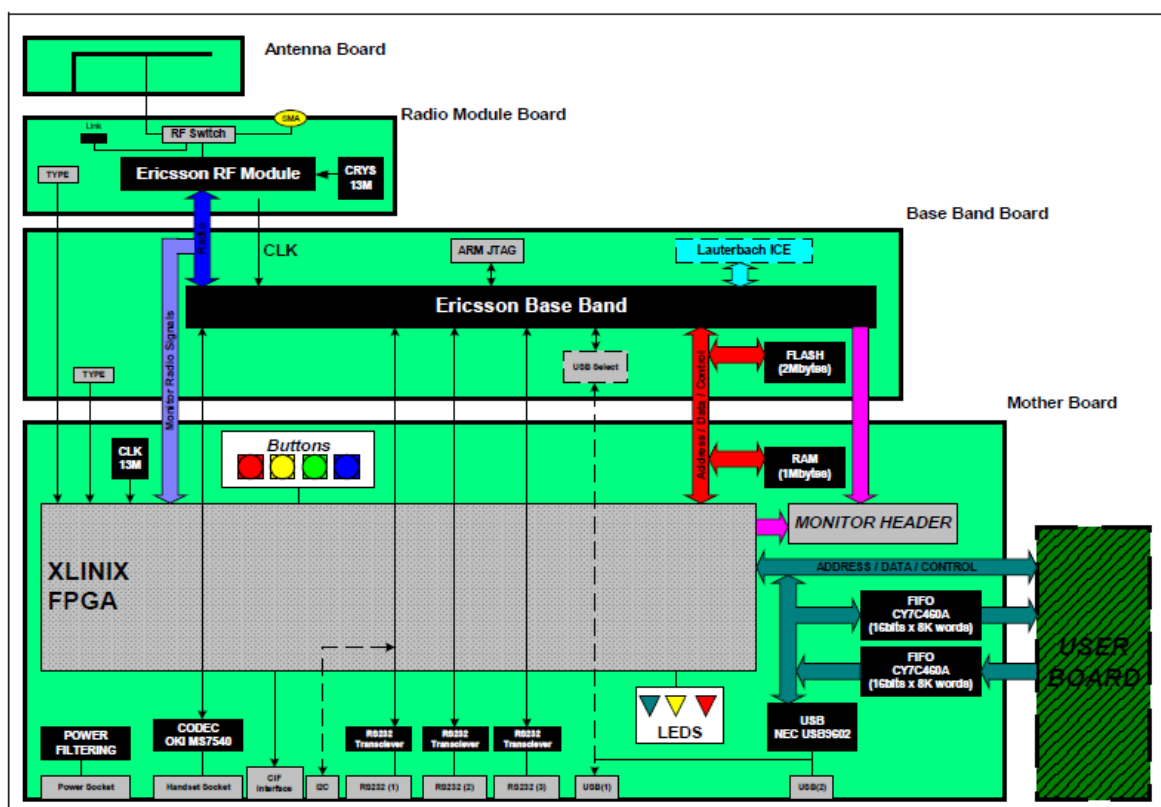
Ericsson Bluetooth Development Kit on Ericssonin valmistama monipuolinen Bluetooth-tekniikan kokeiluun ja testaukseen tarkoitettu kehityspaketti. Se soveltuu niin rajapintojen testaukseen, kuin sovellusten tekemiseen suoraan HCI-rajapinnan kautta. Kehityskitti toimitetaan Kuvan 1. mukaisesti lokeroitussa laatikossa, sisältäen siinä näkyvät tarvikkeet.



Kuva 1. EBDK-paketin sisältö. (Ericsson 2001b, 2.)

Kehityskittiin sisältyvät Bluetooth-kehitysalusta, 12 V virtalähde, ohjelmisto ja dokumentaatio CD, luuri ja asennussarjalla, sarja ja USB -kaapelit. Sarjaportin testausta varten mukana tulee kaksi kappaletta naaras ja yksi kappale uros mallisia RS232 loopback plugeja. Ulkoista antenniliitäntää varten mukana tulee pieni SMA-liittimellä varustettu antenni.

Kehitysalusta koostuu metallialustalle asennetusta emolevystä, johon kantataajuus- ja radio-osat liittyvät omina kortteinaan.



Kuva 2. EBDK Hardware lohkokaavio. (Ericsson 2001c, 5.)

Radiokortti sisältää RF-modulin ja muiden oheiskomponenttien lisäksi piirilevyantennin, sekä SMA-liittimen ulkoista antennia varten. Siihen voidaan liittää kitin mukana toimitettu pieni antenni. Käytettävän antennin valinta tehdään LINK 1 piikkirimaliittimeen laitettavalla jumpperilla. Jumpperin ollessa paikoillaan on piirilevyantenni käytössä. Jumpperin ollessa poissa on ulkoinen antenni käytössä. Kantataajuuskortilla on 96-pinninen link controlleri sulautetulla ARM-arkkitehtuurilla, sekä 2 Mb FLASH-muistia. Debuggausta varten kortilla on JTAG-liitin.

Emolevyiltä löytyvät kaikki tärkeimmät liittimet. Etupaneelissa on DC-liitäntä 12 V jännitteensyöttöä varten, kolme 9-pinnin RS232/UART/I2C -liitäntää, kaksi tyypin A USB-liitäntää, sekä yksi tyypin B USB-liitin. Kittiin kuuluvaa luuria varten paneelista löytyy liitäntä 2.5mm pluginille. Kehitysalusta sisältää XILINX FPGA-piirin. Emolevyllä on 1 Mb RAM-muistia. Kuvasta 2. selviää kehitysalustan rakenne tarkemmin. (Ericsson 2001d 29; Ericsson 2001c, 2-7.)

Pakettiin kuuluva ohjelmisto ja dokumentaatio CD-levy sisältää kattavat ohjelmistot Bluetooth-tekniikan ja laitteiston kokeilua, testausta ja kehitystä varten. Levyiltä löytyvät The PC Reference Stack ja The EBDK Software and Documentation ovat toisistaan riippumattomia sovellus- ja dokumentaatio paketteja. Pääpiirteittäin EBDK-paketti sisältää kehitysalustan testaukseen tarkoitettut EBDK-ohjelmistot, oppaita Bluetooth-tekniikasta, sekä käyttöoppaat ja tekniset dokumentit, kuten piirikaaviot ja osaluettelot laitteistolle. FPGA-piiriä varten löytyy VHDL-koodeja.

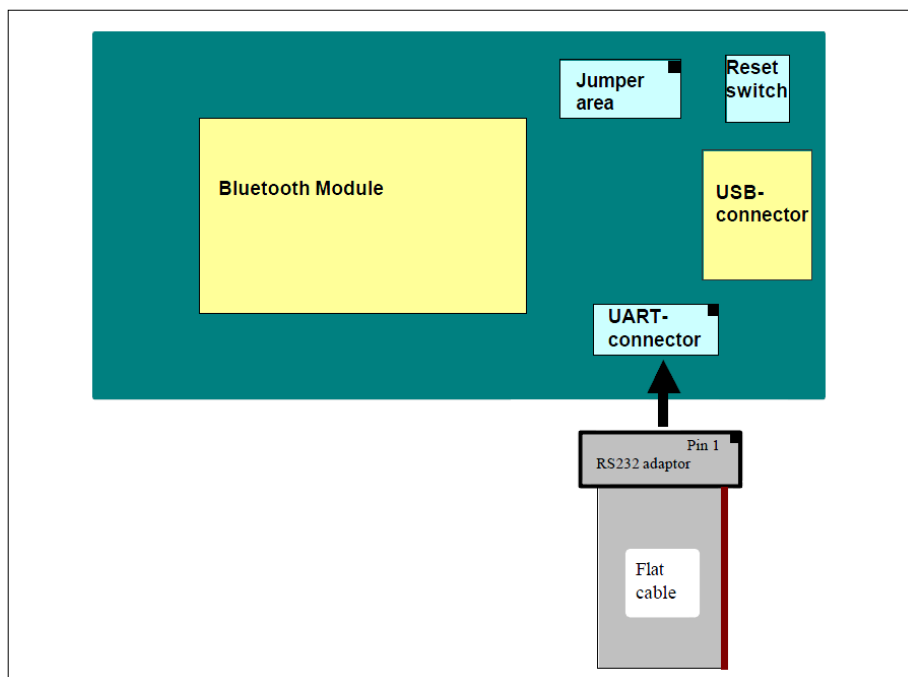
PC Reference Stack on ohjelmistokirjasto ohjelmointirajapinnoista korkeamman tason Bluetooth-protokollien käyttöön WIN32-ympäristössä. Paketti sisältää esimerkkiohjelmat BT_TestSample ja BT_Chat lähdekoodeineen. Refere Stackin uudemman R2B-version mukana tulee myös Bluetooth Traffic Light Utility ja Debug Client työkalut.

Ensiksi mainitulla voidaan testata moduulin ja tietokoneen yhteyden toimivuutta. Viimeiseksi mainitulla voidaan seurata ja tallentaa ohjelmien välistä viestintää. Kaikki dokumentit löytyvät ohjelmistojen asennuskansiosta PDF- ja tekstitiedostoina.

Sarjaporttien asetukset

Kehitysalusta sisältää USB-, RS232- ja I2C-liitynnät. RS232- ja I2C-väylät käyttävät etupaneelissa olevia sarjaliittimiä. Piirilevyllä olevilla jumbpereilla tehdään sarjaportteille 1 ja 3 valinta kumpi väylätyyppi on käytössä. Sarjaportti 1 toimii RS232-liitäntänä, kun piikkirimaliittimien LINK 201 ja 203 pinnien 1 ja 2 välille on asetettu jumbperit. Portti toimii I2C-väylänä, kun jumbperit ovat pinnien 2 ja 3 välillä. Sarjaportti 3 toimii RS232-liitäntänä jumbpereiden ollessa pinnien 1 ja 2 välillä, LINK 202 ja 204 liittimissä. Portti toimii I2C-väylänä jumbpereiden ollessa pinnien 2 ja 3 välillä. (Ericsson 2001b, 5.)

3.2 Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit



Kuva 2. Bluetooth-kortti. (Ericsson 2001e, 5.)

Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit on kehityspaketti, joka sisältää: Ericssonin LZT 108 4123 R2B Bluetooth-kortin, tyyppin A to B USB-kaapelin, 9-pinnisen naaras - naaras RS232-kaapelin, RS232-kaapeli adapterin, sekä ohjelmisto ja dokumentaatio CD-romin.

CD sisältää Bluetooth PC Reference Stack ohjelmistopakettin, joka sisältää muutaman esimerkisovelluksen ja lähdekoodit Bluetoothin rajapintojen testaukseen. Sovellusten lisäksi se sisältää USB-ajurit Bluetooth-kortille (Tuettuja ovat WIN 98 ja 2000. Toimii varauksin myös XP:ssä), käyttöoppaat, sekä Datasheetin Bluetooth-moduulille.

Bluetooth-kortti rakentuu ROK 101 008 Bluetooth-moduulin ympärille. Se sisältää sekä RS232-, UART-, että USB-liitännät. Sarjaliitännää käytettäessä tarvitaan RS232-adapteri, joka liitetään kuvan 2 mukaisesti UART-Connector piikkirimaliittimeen. USB-liitännää käytettäessä moduuli ottaa virtansa samalla siitä. Sarjaliitännää käytettäessä moduuli vaatii 5 V jännitteensyötön, joko USB-liitännän tai reset painikkeen vieressä olevan piikkirimaliittimen (jumper area, kuvassa 2) pinnien 1 (+5v) ja 10 (GND) kautta. Piirilevytä löytyy myös reset-kytkin. RS232 to UART -muunnosta varten kortilta löytyy

ADM3202ARW level-shifteri, eli tasomuunnin. Ericssonin Bluetooth-moduuli ei tue äänidatan siirtoa. Äänensiirtoa varten tarvittaisiin ulkoinen PCM-kooderiipiiri. Ohjelmistot ja Bluetooth-moduuli tukevat Bluetooth-versiota 1.1. (Ericsson 2001e.)

3.3 EBDK-ohjelmisto

EBDK-ohjelmisto on kattava Development Kitin mukana toimitettu sovelluspaketti Bluetooth-tekniikan kokeiluun ja testaukseen kehitysalustalla. Se toimii tietyin rajoittein myös Application & Training Tool Kitin Bluetooth-moduleiden kanssa. Toisessa koneessa voidaan käyttää kehitysalustaa ja toisessa Bluetooth-modulia. Ohjelmisto rakentuu komento-kehotteen ympärille. Haluttuja toimintoja voidaan suorittaa syöttämällä HCI-komentoja käsin komentoriville tai ajamalla valmiita scriptejä. Tämän lisäksi EBDK sisältää kahdeksan valmista esimerkkisovellusta, joiden kautta käyttäjä on helppo testata laitteistoa. Sovellusten suorittamat HCI-komennot näkyvät komentokehotteessa. Kaikki komentokehotteen tekstit tallentuvat lokitiedostoon. Valmiit esimerkkisovellukset löytyvät ohjelmiston Demos-valikosta. Seuraavassa kappaleessa on esitelty nämä esimerkkisovellukset.

3.3.1 Demo-sovellukset

Data Sanity testaa Bluetooth-yhteyttä lähettämällä viestejä kahden koneen välillä. Tämä Data Sanity Test tehdään ensimmäiseksi, jotta voidaan varmistua Bluetooth-yhteyksien toimivuudesta. File Transfer on demo tiedoston siirtoon Bluetoothin yli. Voice Transfer - demossa testataan äänensiirtoa Bluetoothin yli. PCM-äänidata on CVSD-koodattua ja siirrossa käytetään yhteydellistä (SCO) tiedonsiirtotapaa. Äänensiirto toimii vain kahden PCM:n sisältävän Bluetooth-laitteen välillä. Esimerkiksi kahden Ericssonin kehitysalustan välillä, joihin on kytketty erillinen luuri (handset). Application & Training Tool Kitin Bluetooth-modulit eivät toimi tässä koska ne eivät sisällä PCM:ää. Voice and Data Transfer demossa voidaan siirtää sekä ääntä, että dataa kahden edellisen demon tapaan. (Ericsson 2001b, 26-32.)

Bit Error Rate Testing, eli bittivirhetestauksella voidaan selvittää bittivirhesuhde, eli kuinka paljon virheellisiä bittejä on suhteessa siirrettyjen bittien kokonaismäärään. EBDK:ssa tätä testausta varten on oma HCI-komentonsa, HCI_Ericsson_BER. Tarkempia tietoja löy-

tyy EBDK Technical Documentation -oppaan liitteestä C. (Ericsson 2001b, 28-29; Ericsson 2001c, 86-90; Juutilainen 2007, 45.)

Siglog trace of LMP commands -demolla voidaan lukea LMP-viestejä. Demoa varten tarvitaan tietokone jossa on kaksi sarjaporttia, koska kehitysalusta liitetään porteilla Com1 ja Com2 tietokoneeseen. Ohjelma ohjaa kehitysalustaa Com1-portin kautta. Com2-portin kautta se lukee signaalitietoja. (Ericsson 2001b, 29.)

Multipoint File Transfer -demolla voidaan demostroida tiedonsiirtoa useampaan laitteeseen yhtä aikaa. Whitebord on piirtotaulu, johon piirretyt bittikartta kuvat siirtyvä Bluetoothin yli reaaliajassa toisessa koneessa auki olevaan Whiteboardiin. Demojen käyttämisen löytyvät tarkat ohjeet EBDK:n Getting started with the EBDK -oppaasta. (Ericsson 2001b, 29.)

3.4 Bluetooth PC Reference Stack

Bluetooth PC Reference Stack on Ericssonin Bluetooth HOST Stackiin perustuva ohjelmistokirjasto/-paketti Bluetooth-tekniikan kokeiluun ja testaukseen kitillä. Host Stack on mobiili- ja sulautettuihin laitteisiin kehitelty ohjelmistokomponenttikirjasto. Reference Stack toimitetaan, sekä Bluetooth Development Kitin, että Application & Training Tool Kitin mukana. PC Reference Stack tarjoaa valmiin paketin ohjelmointirajapinnoista korkeamman tason Bluetooth-protokollien käyttöön WIN32-ympäristössä. Reference Stack sisältää valmiit komponentit OBEX, RFCOMM, SDP, L2CAP, HCI-ajuri ja TCS Bluetooth-protokollista. Käyttäjä voi hyödyntää niitä sovelluksissaan. Kaikki lähdekoodit on kirjoitettu Visual C++ 6.0:lla. Reference Stackin on ilmoitettu toimivan Windows NT, 98 ja 2000 käyttöjärjestelmissä.

3.4.1 Testi- ja apuohjelmat

Paketti sisältää kaksi esimerkkisovellusta lähdekoodeineen. Sovelluksista TestSample Suite demonstroi yhteydenmuodostusta tai -katkaisua headset-profiilista. Test sample sisältää kolme erillistä ohjelmaa, jotka toimivat yhdessä RFCOMM-protokollan yli. Tämä ohjelma toimii esimerkkinä siitä, kun pinon päälle kirjoitetaan ohjelma, joka ei ole Windows-pohjainen. (Ericsson 2001f, 2; Ericsson 2001e, 10.)

Chat Application -sovellus demonstroi chat-sovellusta Bluetoothin yli. Chat-sovellus koostuu kolmesta erillisestä ohjelmasta, jotka toimivat yhdessä RFCOMM-protokollan yli. Tämä ohjelma toimii esimerkkinä siitä, kun kirjoitetaan Windows-pohjainen ohjelma pinon päälle. (Ericsson 2001f, 2; Ericsson 2001e, 10.)

Sovellukset käyttävät erillistä COM-server rajapintaa, joka sisältää kaikki tarvittava protokollat yhtenä pakettina. (Ericsson 2001e.)

Kahden edellä mainitun sovelluksen lisäksi pakettiin kuuluu myös pari apuohjelmaa. PC Reference Stack Debug Client -apuohjelmalla voidaan seurata ja tallentaa sovelluksen ja Reference Stackin välistä viestintää. Bluetooth Traffic Light Utility testaa moduulin ja tietokoneen yhteyden toimivuutta. Se testaa, että ovatko Reference Stack ja koneeseen kytketty HCI-moduli yhteensopivia. (Ericsson 2001f, 41, 43; Ericsson 2001e, 10 .)

3.4.2 Bluetooth PC Reference Stackin ja USB-ajureiden asennus

Tämä ohje pätee sekä kehitysalustaan, että Bluetooth-moduuleihin. Ensin täytyy asentaa Bluetooth PC Reference Stack tietokoneelle. Ohjelmistosta on olemassa useampia revisioita. Kittien mukana oli ohjelmistosta toimitettu sekä R2A-, että R2B-versioiden asennuslevyt. Myös kehitysalustan asennuslevyllä on EBDK:n lisäksi, Reference Stackin R2A-versio. Kannattaa asentaa uudempi R2B-versio, koska siitä on korjattu joitain ongelmia ja se toimii myös vanhempien rautaversioiden kanssa. PC Reference Stack Debug Client ja Bluetooth Traffic Light Utility -apuohjelmat tulevat vain R2B-version mukana. Asennusvaiheessa huomioitavia seikkoja on, että Reference Stack pitäisi asentaa oletushakemistoon C:\Program Files\Bluetooth PC Reference Stack, jotta linkit lähdekoodien .dsw ja .dsp projektitiedostojen välillä toimisivat oikein. Muutoin puuttuva linkit joudutaan uudelleen perustamaan. Win NT COM-serveriä ei asenneta, vaan otetaan Components kohdassa siitä ruksi pois.

Ajureita asennettaessa kytketään Bluetooth-kortti tai kehitysalusta USB-porttiin. Windows ilmoittaa uudesta löydetystä laitteesta. Valitaan Install from a list or specific location. Tämän jälkeen valitaan Don't search. I will choose the driver to install. Reference Stackin

asennuksen myötä ajurit löytyvät kansioista C:\WINNT\SYSTEM32. Tämä valitaan Have Disk kohdasta ajureiden kohdekansioiksi. Tämän jälkeen vain jatketaan asennus loppuun. (Ericsson 2001f.)

4 TOTEUTUS

Työssäni lähdin ensin liikkeelle siitä, että otin laitteiston testattavaksi. Aluksi tutkiskelin, että mitä kaikkea laitteistoon kuuluu ja mistä osista ne koostuvat. Tästä lähdin sitten kokeilemaan laitteistoa käytännössä mukana tulleiden dokumentaatioiden ja esimerkkiohjelmien pohjalta. Testauslaitteistoksi tarvitsin pari tietokonetta, joista löytyisi sekä sarja-, että USB-liitännät. Laitteiden järjestelmävaatimuksissa on tuetuiksi käyttöjärjestelmiksi kerrottu Windows versiot NT, 98 ja 2000. Nämä ovat kaikki kuitenkin jo pahasti vanhentuneita, eikä minulla ollut mahdollisuutta kokeilla laitteistoa millään näistä käyttöjärjestelmistä. Koska Windows 2000 ja XP:n ajurit ovat useimmiten toistensa kanssa yhteensopivia, arvelin mukana toimitettujen USB-ajureiden toimivan myös XP:ssä ja sarjaportin kautta ei olisi tätäkään ongelmaa. Päätin tältä pohjalta lähteä testaamaan laitteistoa Windows XP:ssä. Koululla on pääasiallisesti koneissa käytössä Windows XP, joten ajattelin, että olisi paras suoraan kokeilla ja varmistua toimivuudesta siinä. Näin laitteisto on helpoiten käytöön-otettavissa ja sopivat tietokoneet löytyvät tarvittaessa helposti.

Sarjaliitettä käyttäessäni otin moduuleille virran USB-liitännän kautta, toisesta koneesta tai virtalähteellä varustetusta irrallisesta USB-hubista. Näin siksi, koska havaitsin samaan koneeseen liitettynä sen aiheuttavan ajoittain tunnistamisongelmia. Totesin sarjaliitännän paljon toimivammaksi ja varmemmaksi tavaksi liittää laitteet tietokoneeseen. USB-ajurit asentuiivat kyllä melko vaivattomasti, mutta toisella testikoneella havaitsin ongelman, että kone käynnistyi aina itsekseen uudelleen, kun Bluetooth-kortti tai kehitysalusta oli liitettynä USB:n kautta koneeseen ja testiohjelmasta valitsi yhteysmuodoksi USB. Kahdella muulla koneella kokeillessani, en samaa ongelmaa havainnut. Näiden lisäksi ilmeni runsaasti ongelmia Bluetooth-moduulin tunnistamisessa.

Sarjaliityntä toimi luotettavammin, vaikka senkin kanssa ilmeni jonkin verran tunnistamisongelmia, jolloin ohjelma ei löydä sarjaporttia tai ei tunnista laitetta. Ohjelman uudelleen käynnistys auttaa useimmiten. Totesin että, jos uudelleenkäynnistys ei auta, ongelmaan saattaa mahdollisesti olla syynä päälle jäänyt COM-server prosessi. Tämän prosessin sammuttaminen Task Managerin kautta auttaa useimmiten ongelmaan. Viimeistään tietokoneen uudelleen käynnistys korjaa ongelman. EBDK-ohjelmassa esiintyviin ongelmiin

yhteyden muodostamisessa laitteiden välille saattaa auttaa Master- ja Slave-roolien vaihto laitteista toisin päin.

Harjoitustyöt lähdin toteuttamaan kittien mukana tulleiden valmiiden esimerkkiohjelmien pohjalle. Ensimmäisessä harjoituksessa tutustutaan Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kitiin ja sen ohjelmistoon. Toisessa harjoituksessa Bluetooth Development Kitiin ja sen ohjelmistoon. Training Tool Kitin kanssa yhtenä vaihtoehtona olisi ollut suunnitella ja ohjelmoida omia esimerkkiohjelmiä käyttäen hyödyksi Reference Stackin valmiita komponentteja. Siitä ei mielestäni kuitenkaan olisi ollut käytännön hyötyä valmiiden esimerkkiohjelmien testaukseen verrattuna. EBDK-ohjelmiston kanssa vaihtoehtona olisi ollut, että harjoituksessa suunniteltaisiin oma HCI-komento scripti, mutta tällöin harjoitus olisi paisunut laajaksi tutkimustyöksi ja siinä olisi jouduttu perehtymään laajasti Bluetoothin teoriaan.

Jokaisella Bluetooth-laitteella on oma Bluetooth-osoite (BT-osoite). Taulukosta 1. selviää tässä työssä tutkittujen laiteiden osoitteet.

Taulukko 1. BT-osoitteet.

BT-laite	BT-osoite
Bluetooth-moduuli 1:	0X00803714550A
Bluetooth-moduuli 2:	0X008037145508
Bluetooth-moduuli 3:	0X008037145801
Bluetooth-moduuli 4:	0X00803716B025
Kehitysalusta	0X0080375A0303

5 LABORATORIOTYÖT

5.1 Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit laboraatio

Tässä harjoituksessa perehdytään Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kittiin ja sen mukana toimitettuun Bluetooth PC Reference Pack -ohjelmistokirjaston sisältöön ja mahdollisuuksiin. Esitehtävien lisäksi mieti vastaukset tekstissä esiintyviin kysymyksiin.

Ennen työn aloitusta vastatkaa seuraaviin esitehtäviin

- Millainen on Bluetooth-verkon rakenne?
- Kuinka monta Bluetooth-laitetta voi kuulua samaan verkkoon?
- Mitä ovat Bluetooth-protokollat?
- Luettele Bluetooth-protokollia?

Tarvittavat laitteet ja materiaalit

- 2 kpl Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit
 - o 9-pinninen naaras - naaras RS232-kaapeli
 - o RS232-kaapeli adapteri
 - o Tyypin A to B USB-kaapeli virran syöttöä varten
 - o Bluetooth Application & Training Tool Kit CD (R2B-versio)
- Kaksi Windows XP-pohjaista PC-tietokonetta

Työohje

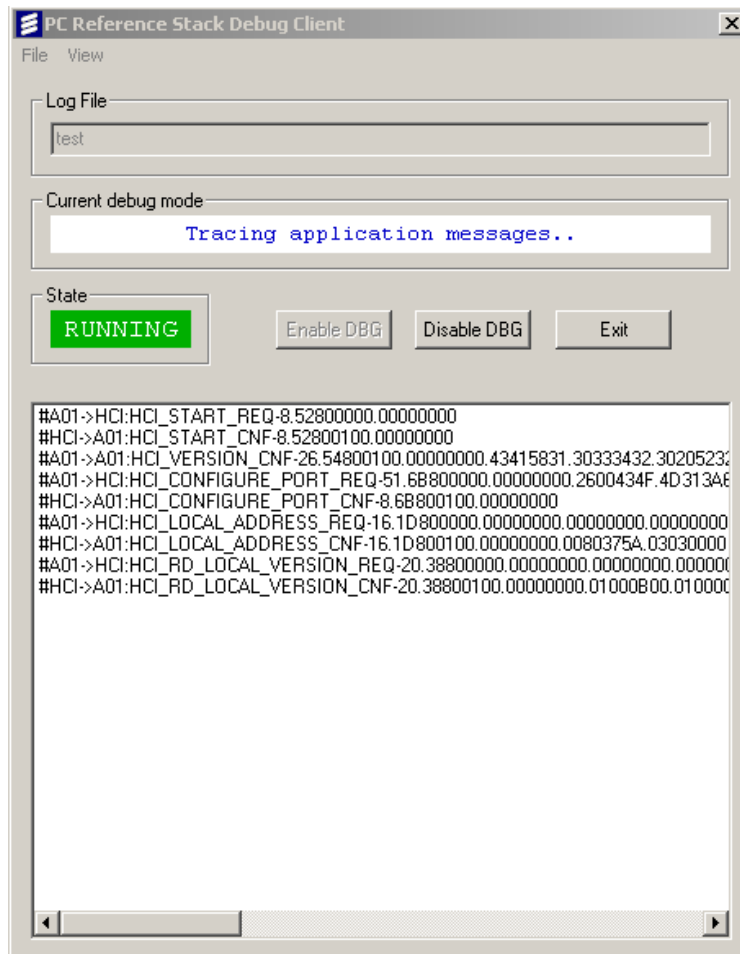
Tutustu ensimmäiseksi kitin sisältöön ja mukana tulleeseen Getting Started (paperimuodossa kittien mukana) -oppaaseen, sekä Bluetooth PC Reference Stack R2B by Ericsson -käyttöoppaaseen, joka löytyy PDF-tiedostona Bluetooth PC Reference Stackin asennuskansioista (Bluetooth PC Reference Stack\doc\bt pc ref usersmanual.pdf).
Mitä muita dokumentteja kansioista löytyy?

Jos Reference Stackia ei ole asennettu harjoituksessa käytettäville koneille, asenna se kitin mukana tulleelta asennusmedialta. Ohjelmistosta asennetaan uudempi R2B-versio (yhden kitin mukana neljästä). Kuvalliset asennusohjeet löytyvät tarvittaessa Getting Started -oppaasta. Reference Stackin -käyttöoppaasta löytyy hyvät ohjeet kittien käyttöön. Siitä löytyy tarvittaessa ohjeet testiohjelmille.

Kytke Bluetooth-moduulit tietokoneisiin sarjakaapelilla. Katso kytkentäohjeet Getting Started -oppaasta. Bluetooth-moduuli tarvitsee sarjaporttia käytettäessä erillisen 5 V jännitteensyötön, joko USB-portin tai jumper area piikkirimaliittimen pinnien 1 (+5v) ja 10 (GND) kautta. Työssä virta voidaan syöttää USB:n kautta kytkemällä moduuli USB-johdolla koneeseen. USB-ajureita ei asenneta.

Kun on varmistettu, että ohjelmistot löytyvät koneilta voidaan aloittaa kittien testaus. Käynnistä Reference Stackin kansioista (Tools -> Debug Client -> dbg_client.exe) löytyvä PC Reference Stack Debug Client ohjelma. Ohjelmalla voidaan seurata ja tallentaa ohjelmien välistä viestintää. Nimeä ohjelmakansion juureen tallennettava lokitiedosto Log File kohdasta. Viestejä voidaan seurata ohjelmasta reaaliajassa valitsemalla view valikosta kohta Runtime viewer. Käynnistä tietojen tallennus kohdasta Enable DBG.

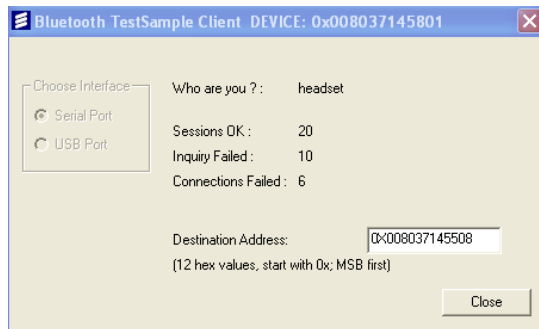
Testaa seuraavaksi Bluetooth Traffic Light Utility -ohjelmalla moduulin ja tietokoneen yhteyden toimivuutta. Ohjelma löytyy Tools -> BTU -> bluetooth_traffic_light_utility.exe.



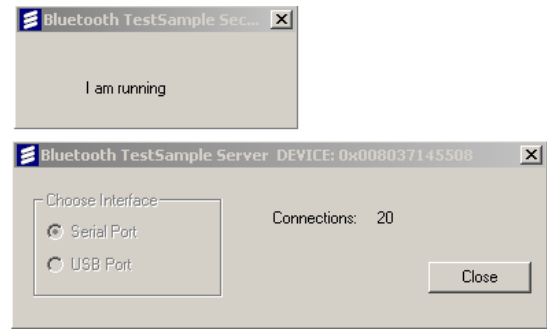
Kuva 3. PC Reference Stack Debug Client (kuvakaappaus).

Valitse ohjelmasta käytettävä COM-portti ja paina Check. Mitä tietoja ohjelma antaa moduulista? Kirjaa ne ylös. Katso mitä tietoja Debug Clienttiin tallentui? Ota lokitiedosto talteen. Tee tämä molemmilla koneilla.

Sammuta ja käynnistä Debug Client uudestaan ja aseta se tallentamaan seuraavaksi testattavaa BT_testample -esimerkkiohjelmaa varten. Ohjelma koostuu kolmesta exe-tiedostosta, jotka ovat bt_testsampleclient.exe, bt_testsamplesecurity.exe ja bt_testsampleserver.exe. Ne löytyvät kansioista BT_testsample -> exe. Käynnistä tiedostot testsamplesecurity.exe ja bt_testsampleserver.exe ensimmäiseen ja tiedosto bt_testsamplesecurity.exe toiseen tietokoneeseen.



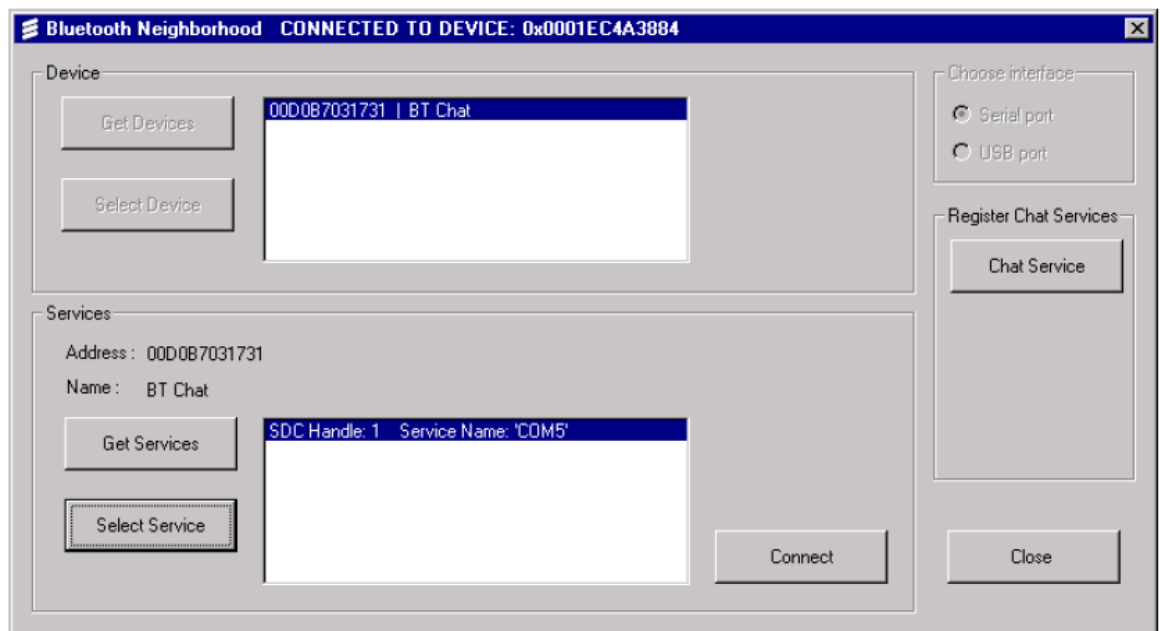
Kone 1 (kuvakaappaus).



Kone 2 (kuvakaappaus).

Tämän jälkeen valitse ohjelmista (testsampleserver ja testsampleclient) liitännämuodoksi sarjaportti. Tämän tehtyäsi kirjoita testsampleclient ohjelmaan aikaisemmin Traffic Light ohjelmasta ylös kirjaamasi toisessa koneessa kiinni olevan moduulin BT-osoite. Ota Debug Clientin tallentama loki talteen. Mitä BT_TestSample laskee ja demonstroii?

Sammuta ja käynnistä Debug Client taas uudestaan ja aseta se tallentamaan seuraavaksi testattavaa ”BT_Chat”-esimerkkiohjelmaa varten. Ohjelma löytyy kansioista BT_Chat -> EXE ja se koostuu kolmesta EXE-tiedostosta, bt_chatclient.exe, bt_chatsecurity.exe ja bt_chatserver.exe. Aloita käynnistämällä ohjelma aukaisemalla bt_chatsecurity.exe-tiedosto molempiin koneisiin ja valitse käytettävä liitäntä.



Kuva 4. Chat sovelluksen käyttöliittymä (Ericsson 2001f, 33).

Avaa ohjelmasta Chat Service kyseisellä painikkeella koneisiin. Seuraavaksi voit etsiä toisella koneella ”Get Device” painikkeella Bluetooth-laitteita. Valitse löytynyt laite ja etsi tämän jälkeen palveluita Service kohdasta. Tämän jälkeen yhdistetään ja chat-istunto on luotu. Viestejä voidaan lähettää koneelta toiselle chat-ikkunasta. Ota Debug Clientin tallentama loki talteen.

5.1.1 Vastaukset

Esitettävät

- **Millainen on Bluetooth-verkon rakenne?**

Bluetooth-tekniikka toteuttaa isäntä - orja arkkitehtuuria. Pikoverkossa on aina yksi isäntä, johon muut laitteet (orjat) liittyvät. Laitteita verkossa voi olla yhtä aikaa aktiivisena kahdeksan kappaletta. Orja voi kuulua yhtä aikaa useampaan pikoverkkoon, eli voi olla yhteydessä useampaan isäntään. (Wikipedia 2010e.)

- **Kuinka monta Bluetooth-laitetta voi kuulua samaan verkkoon?**

Kahdeksan laitetta. Laitteita voi kuulua yksi isäntä (master) ja seitsemän orjaa (slave). (Wikipedia 2010f.)

- **Mitä ovat Bluetooth-protokollat?**

Bluetooth-protokollat ovat ainoastaan Bluetooth-tekniikassa käytössä olevia tiedonsiirto-protokollia. Protokollat määrittelevät sen miten tiedonvälitys tapahtuu. (Wikipedia 2010g.)

- **Luettele Bluetooth-protokollia.**

RFCOMM, SDP, L2CAP, TCS, Baseband, LMP, AUDIO. (Wikipedia 2010f.)

Muita tekstissä esiintyviä kysymyksiä

- **Mitä muita dokumentteja kansioista löytyy?**

Kuvaukset rajapinnoista.

- **Mitä tietoja ohjelma antaa moduulista?**

Bluetooth-osoitteen, valmistajan numeron, LMP-version numeron, HCI-version numeron ja LMP-version numeron. (Ericsson 2001f, 41-42.)

- **Katso mitä tietoja Debug Clienttiin tallentui?**

Lista jäljitetyistä viesteistä. (Ericsson 2001f, 44.)

- **Mitä BT_TestSample laskee ja demonstroi?**

Onnistuneiden ja epäonnistuneiden yhteyksien muodostusten/katkaisujen määrää. TestSample Suite demonstroi yhteyden muodostusta tai katkaisua headset-profiilista. (Ericsson 2001e,10.)

5.2 EBDK laboratoriotyö

Tässä laboraatiossa tutustutaan Ericssonin Bluetooth-kehityspakettiin (Ericsson Bluetooth Development Kit) ja sen mukana toimitettuun EBDK-ohjelmistoon. Samalla perehdytään Bluetoothin perusteisiin. Esitehtävien lisäksi mieti vastaukset tekstissä esiintyviin kysymyksiin.

Ennen työn aloitusta vastaa seuraaviin esitehtäviin

- Mistä osista Ericssonin Bluetooth-kehitysalusta koostuu?
- Mitä ovat laiteprofiilit?
- Mitä profiilia käytetään kalenteritietojen synkronointiin Bluetoothin kautta PDA-laitteen ja tietokoneen välillä.
- Mikä on HCI-rajapinnan tehtävä?

Tarvittavat laitteet ja materiaalit

- 1 kpl Ericsson Bluetooth Development Kit
 - o Kehitysalusta
 - o The Bluetooth Development Kit Software and Documentation CD
 - o 9-pinninen naaras - naaras RS232-kaapeli
 - o Ulkoinen antenni
 - o 12 V virtalähde
- 1kpl Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kit
 - o 9-pinninen naaras - naaras RS232-kaapeli
 - o RS232-kaapeli adapteri
 - o Tyypin A to B USB-kaapeli virransyöttöä varten
 - o Bluetooth Application & Training Tool Kit CD (R2B-versio)
- Kaksi Windows XP-pohjaista PC-tietokonetta

Työohje

Työn valmistelu ja laitteiston kytkentä

Tutustu ennen työn aloittamista laitteistojen mukana toimitettuihin dokumentaatioihin. Suurin osa materiaalista tulee sähköisessä muodossa. Tutustu kehitysalustan Getting Started With The EBDK -oppaaseen, joka löytyy kansioista C:\Program Files\Ericsson\EBDK\dev\doc, sekä Ericsson Bluetooth Application & Training Tool Kitin Getting Started -oppaaseen (löytyy paperimuodossa). Jos ohjelmistoja ei ole asennettu harjoituksissa käytettäville tietokoneille, asenna ne kitin mukana tulleilta asennuslevyiltä. PC Reference Stackista asennetaan uudempi R2B-versio (yhden kitin mukana neljästä).

Liitä laitteet sarjaportin kautta tietokoneeseen. Kehitysalustassa käytetään porttia COM 1. Katso Bluetooth-moduulin kytkentäohjeet Training Tool Kitin Getting Started -oppaasta. Tarkista samasta oppaasta, että jumpperit on oikein asetettu. Kehitysalustassa käytetään ulkoista antennia. Liitä se radiokortin SMA-liittimeen. Tarkista kehitysalustan jumpperit Getting Started with the EBDK -oppaan mukaan. Sarjaporttien pitää olla asetettuna RS232-tilaan ja ulkoinen antenni käytössä. Bluetooth-moduuli tarvitsee sarjaporttia käytettäessä erillisen 5 V virransyötön, joko USB-portin tai jumper area piikkirimaliittimen pinnien 1(+5v) ja 10 (GND) kautta. Työssä virta voidaan syöttää USB:n kautta kytkemällä moduuli USB-johdolla koneeseen. USB-ajureita ei asenneta.

Tämän jälkeen käynnistä Ericsson kansioista löytyvä EBDK-ohjelma molempiin koneisiin. Ensimmäiseksi asetetaan sarjaportin asetukset. Valitse käytettävä sarjaportti. Baudinopeus on 57600 ja Flow kohdassa tulee olla valittuna CTS/RTS.

EBDK-ohjelmisto on konsolimainen Bluetooth-tekniikan kokeiluun ja testaukseen tarkoitettu ohjelmisto. Se sisältää useita kehitysalustalla testattavia demoja. Komentokehotteella voidaan antaa HCI-komentoja käsin.

Komentoja ovat esimerkiksi:

HCI_Accept_Connction_Request

HCI_Authentication_Requested

HCI_Add_SCO_Connection
HCI_Create_Connection
HCI_Change_Connection_Link_Key
HCI_Change_Connection_Packet_Type
HCI_Change_Local_Name
HCI_Create_New_Unit_Key
HCI_Disconnect
HCI_Delete_Stored_Link_Key
HCI_Enable_Device_Under_Test_Mode

Komennot kirjoitetaan komentoriville muodossa: cmd “komentojen sanojen etukirjaimet” ”parametreja” esim. komento HCI_Create_Connection: cmd CC 0x000000000001 0x0002 0x03 0x04 0x0005 0x06. Kokeile joitain komentoja. Ilman parametreja ohjelma palauttaa listan mahdollisista parametreista selityksineen.

Demot

EBDK-ohjelmisto sisältää useita testisovelluksia. Nämä löytyvät demos-valikosta. Testaa kaikki muu paitsi Voice Transfer, Voice & File Transfer ja Siglog -demot koska Bluetooth-moduuli ei tue niitä. Miksi kaksi ensiksi mainittua eivät toimi Training Tool Kitin Bluetooth-moduuleilla? Selvitä ja mieti samalla kun testaat demoja, että mitä ne tekevät ja testaavat? Entä mitä profiileita File Transfer demo käyttää tiedonsiirrossa? Ohjeet demojen käyttöön löytyvät EBDK:n dokumenttiedostoista Getting Started with the EBDK -oppaasta. (Ericsson 2001b.)

5.2.1 Vastaukset

Esitehtävät

- **Mistä osista Ericssonin Bluetooth-kehitysalusta koostuu?**

Kehitysalusta koostuu metallialustalle asennetusta emolevystä, johon kantataajuus- ja radio-osat liittyvät omina kortteinaan. (Ericsson 2001b.)

- **Mitä ovat laiteprofiilit?**

Jotta eri valmistajien tekemistä Bluetooth-sovelluksista saataisiin yhteneväisiä, on Bluetoothin-kehittäjäryhmä SIG määritellyt Bluetooth-tekniikalle profiilit. Bluetooth-profiilit määrittelevät miten Bluetooth-sovellusten tulisi toimia eri käyttökohteissa. Profiilit määrittelevät sen mitä protokollia sovellus tarvitsee. (Wikipedia 2010e; Hämäläinen 2005b.)

- **Mitä profiilia käytetään kalenteritietojen synkronointiin Bluetoothin kautta PDA-laitteen ja tietokoneen välillä?**

Synchronization profile. (Hämäläinen 2005c, 56.)

- **Mikä on HCI-rajapinnan tehtävä?**

HCI (Host Controller Interface) on laiteriippumaton rajapinta, joka Bluetooth-tekniikassa jakaa protokollat isäntälaitteen ja Bluetooth-moduulin kesken. (Wikipedia 2010e; Ollilainen 2001.)

Muita harjoituksessa esiintyviä kysymyksiä

- **Miksi nämä kaksi demoa eivät toimisi Training Tool Kitin Bluetooth-moduuleilla.**

Demoissa testataan äänen siirtoa. Kyseiset Bluetooth-moduulit eivät tue äänen siirtoa. PCM puuttuu. (Ericsson 2001e, 5.)

- **Selvitä ja mieti samalla kun testaat demoja, että mitä ne tekevät ja testaavat?**
 - **Data Sanity?**

Data Sanity testaa Bluetooth-yhteyttä lähettämällä viestejä kahden koneen välillä. (Ericsson 2001b.)
 - **File Transfer?**

File Transfer on demo tiedoston siirtoon Bluetoothiin yli. (Ericsson 2001b.)
 - **Multipoint File Transfer**

Multipoint File Transfer -demolla voidaan demostroida tiedonsiirtoa useampaan laitteeseen yhtä aikaa. (Ericsson 2001b.)
 - **Whiteboard**

Whiteboard on piirtotaulu, johon piirretyt bittikarttakuvat siirtyvä Bluetoothiin yli reaaliajassa toisessa koneessa auki olevaan Whiteboardiin. (Ericsson 2001b.)

- **Mitä profiilia File Transfer -demo käyttää tiedonsiirrossa?**

File Transfer profile. (Hämäläinen 2005c, 56.)

6 YHTEENVETO

Työ oli mielestäni hieman hankala rajata. Vaikka päämäärä oli selkeä, niin laajuutta oli vaikea hahmottaa. Työssä joutui perehtymään paljon Bluetoothin-teoriaan, jotta ymmärtäisi kittien tarkoitusta, sisältöä ja mitä niillä voidaan tehdä. Kuitenkin aihe on niin laaja, ettei ollut mahdollista kuin lähteä perusasioista liikkeelle, muuten työ olisi paisunut suureksi. Jo pelkästään kittien mukana tulee lähemmäs tuhat sivua teknisiä dokumentteja. Kittien kuvauksista tuli melko suurpiirteisiä. Tässä raportissa on koottu tärkeimmiksi katsomani asiat kittien sisällöstä ja toiminnasta.

Tarkoituksena oli tehdä muutaman tunnin aikana suoritettavia harjoitustöitä, jotka voidaan tehdä ilman aikaisempaa teoriapohjaa Bluetoothista. Harjoituksista olisi tullut turhan laajoja tutkimus ja ohjelmointitöitä, jos sarjoja olisi lähdetty laajemmin laitteita hyödyntämään. Ehkä Reference Stackin ohjelmistokomponentteja voitaisiin hyödyntää ja niihin perehtyä jollain ohjelmointikurssilla. Nyt en kuitenkaan lähtenyt sitä puolta selvittämään, koska perusasioiden selvittämisessäkin oli oma työnsä.

Harjoitustöistä tuli mielestäni ehkä hieman liian helppoja ja lyhyitä. Esimerkkiohjelmat on aika nopeasti testattu läpi, ja harjoituksen tekijältä vaaditaan omaa aktiivisuutta, jotta ymmärtäisi mitä on harjoituksessa tekemässä. Kaikkia EBDK-ohjelman demoja ei voi myöskään hyödyntää, koska niitä varten tarvittaisiin toinen kehitysalusta. Harjoitustyöt eivät kuitenkaan ole aivan ongelmattomia, koska niihin liittyy laitteistosta tai ohjelmista johtuvia ongelmia. Kittien mukana tulevissa dokumenteissa on kattavat ohjeet töissä testattaviin demoihin ja laitteiden käyttöön, niiden perusteella testaus onnistuu. Kuitenkin testatessani laitteita oli melkeinpä enemmän sääntö, kuin poikkeus, että yhteyden muodostus ei ensimmäisellä kerralla onnistu tai ohjelma ei löydä sarjaporttia. Ohjelmaa tai jopa tietokonetta saattaa joutua käynnistelemään uudestaan. Useimmiten kuitenkin auttaa COM-server prosessin lopettaminen Task Managerin kautta. EBDK-ohjelmassa isäntä - orja roolien vaihto laitteiden kohdalla saattaa auttaa.

Ohjelmistojen ja laitteiden käyttöä en kokenut tarpeelliseksi selvittää tarkkaan, koska Ericssonin omista dokumenteista löytyy hyvät ja havainnolliset ohjeet ja selvitykset. Viitataan näihin tekstissä, sekä harjoitustöissä.

LÄHTEET

Painetut julkaisut

Ericsson 2001. The Bluetooth Development Kit Documentation. Ericsson The Bluetooth development kit.

Laakkonen, Tapani. 2002. Bluetooth-tekniikka kotiloissa. Keski-Pohjamaan Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Sähköiset julkaisut

Aalto, Annika. 1999. Bluetooth tiivistelmä. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.tml.tkk.fi/Studies/Tik-110.300/1999/Essays/bluetooth.html>. Luettu 25.10.2010.

Ericsson 2001a. Profiles. The Bluetooth Development Kit Software and Documentation CD-rom. Pdf-dokumentti. Saatavissa EBDK:n asennushakemistosta: \EBDK\dev\doc\S3_Introduction slides\Profiles.pdf.

Ericsson 2001b. Getting started with the EBDK. Pdf-dokumentti. The Bluetooth Development Kit Software and Documentation CD-rom. Pdf-dokumentti. Saatavissa EBDK:n asennushakemistosta: \EBDK\dev\doc\s4_getting_started.pdf.

Ericsson 2001c. EBDK Technical Documentation. The Bluetooth Development Kit Software and Documentation CD-rom. Pdf-dokumentti. Saatavissa EBDK:n asennushakemistosta: \EBDK\dev\doc\s6_ebdk_technical_documentation.pdf.

Ericsson 2001d. Building Blocks. The Bluetooth Development Kit Software and Documentation CD-rom. Pdf-dokumentti. Saatavissa EBDK:n asennushakemistosta: \EBDK\dev\doc\S3_Introduction slides\Building Blocks.pdf.

Ericsson 2001e. Getting started. Bluetooth Application & Training Tool Kit CD-rom. Pdf-dokumentti. Saatavissa CD-romin hakemistosta: \Additional Documents\Getting Started LZT 108 4123.pdf.

Ericsson 2001f. Users Manual - Bluetooth PC Reference Stack R2B by Ericsson. Bluetooth Application & Training Tool Kit CD-rom. Pdf-dokumentti. Saatavissa Reference Stackin asennuskansiosta: \Bluetooth PC Reference Stack\doc\bt pc ref usersmanual.pdf.

Hämäläinen, Arto. 2005a. Siirtyvä tietoliikenne. Bluetooth luento 1. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www2.it.lut.fi/kurssit/04-05/010651000/Luennot/010651000_Bluetooth_luento1.pdf. Luettu 25.10.2010.

Hämäläinen, Arto. 2005b. Siirtyvä tietoliikenne. Bluetooth luento 2. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www2.it.lut.fi/kurssit/04-05/010651000/Luennot/010651000_Bluetooth_luento2.pdf. Luettu 3.10.2010.

Hämäläinen, Arto. 2005c. Siirtyvä tietoliikenne. Bluetooth. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www2.it.lut.fi/kurssit/05-06/Ti5312600/materiaali/Bluetooth.pdf>. Luettu 25.10.2010.

Juutilainen, Matti. 2007. Siirtyvä tietoliikenne. Radiotekniikan perusteet, signaalin eteneminen. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://www2.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/luento03.pdf>. Luettu 27.10.2010.

Korhonen, Toni. 2006. Bluetooth-GPS-paikannus symbian-sovelluksissa. Pdf-dokumentti. Saatavissa: <http://octopus.oamk.fi/ropeliweppi/?sivu=download&id=3172>. Luettu 11.10.10.

Ollilainen, Antti. 2001. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://www2.it.lut.fi/kurssit/00-01/010680000/pdfs/1680_h1_ollilainen_host_controller_interface.pdf. Luettu 25.10.2010.

Wikipedia 2010a. Pino. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Pino>. Luettu 29.09.2010.

Wikipedia 2010b. Ohjelmointirajapinta. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://fi.wikipedia.org/wiki/API>. Luettu 29.09.2010.

Wikipedia 2010c. Ohjelmointirajapinta. Www-dokumentti. Saatavissa
http://fi.wikipedia.org/wiki/Windows_API
Luettu 01.10.2010.

Wikipedia 2010d. UART. Www-dokumentti. Saatavissa
<http://fi.wikipedia.org/wiki/UART>. Luettu 29.09.2010.

Wikipedia 2010e. Bluetooth. Www-dokumentti. Saatavissa <http://finnish-wikipedia.wiki-site.com/b/l/u/Bluetooth.html>. Luettu 29.09.2010.

Wikipedia 2010f. Bluetooth. Www-dokumentti. Saatavissa
http://en.wikipedia.org/wiki/SMA_connector. Luettu 30.10.2010.

Wikipedia 2010g. Bluetooth. Www-dokumentti. Saatavissa
<http://fi.wikibooks.org/wiki/Tietoliikenne/Internet-protokollat>. Luettu 1.11.2010.

Wikipedia 2010h. CVSD. Www-dokumentti. Saatavissa.
http://en.wikipedia.org/wiki/Continuously_variable_slope_delta_modulation. Luettu
17.11.2010.