



Matkapuhelinverkkojen simulointi An- ritsu MD8470A-protokolla- analysointorilla

Sami Takanen

Opinnäytetyö
Elokuu 2012
Tietotekniikan koulutusoh-
jelma
Tietoliikennetekniikka ja tie-
toverkot

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot

SAMI TAKANEN:

Matkapuhelinverkkojen simulointi Anritsu MD8470A-protokolla-analysointilaitteella

Opinnäytetyö 44 sivua, josta liitteitä 5 sivua
Elokuu 2012

Universal Mobile Telecommunications System eli UMTS on kolmannen sukupolven matkaviestintekniikka, joka kehitettiin vastaamaan nykyajan yhä suurempia matkapuhelinverkkoihin kohdistuvia odotuksia. UMTS:lle asetettiin erilaisia vaatimuksia, jotka sen tulisi täyttää valmistuessaan. Näihin vaatimuksiin lukeutuvat esimerkiksi erilaiset tiedonsiirtonopeudet, joita sen tulisi kyetä tarjoamaan eri tilanteissa oleville käyttäjille. Esimerkiksi, verkon tulisi tarjota vähintään 144 kbit/s tiedonsiirtonopeus liikkuvassa autossa, 384 kbit/s tiedonsiirtonopeus nopeus jalankulkijalle tai paikallaan olevalle henkilölle. Lisäksi, yhtenä vaatimuksena verkolle oli se, että sen tulisi tukea sekä piirikytkentäistä että pakettikytkentäistä liikennettä.

Työn tarkoituksena oli esitellä 3G-verkon rakennetta, joka koostuu radio-osasta (UTRAN) ja radio-osan käyttämästä radiotekniikasta (W-CDMA). Radio-osan tehtävänä on määritellä tapa, jolla päätelaite kiinnittyy verkkoon. Radiotekniikan tarkoituksena on mahdollistaa radio-osan kehysten toiminta. W-CDMA käyttää hyväkseen normaalista CDMA:sta poiketen 5 MHz:n taajuuskaistaa, mikä osaltaan myös vaikuttamassa sen tarjoamaan tiedonsiirtonopeuteen. Teoriassa W-CDMA kykenee tarjoamaan jopa 2 Mbit/s tiedonsiirtonopeuden, mutta käytännössä se kykenee tarjoamaan vain murto-osan siitä eli 384 kbit/s.

Tämän lisäksi työssä oli oma osionsa Anritsun MD8470A-protokolla-analysointilaitteelle, minkä oli tarkoitus esitellä käytettävää mittaustulostusta ja sen erilaisia mittaustulostusmahdollisuuksia matkapuhelinverkkojen osalta. Tässä osiossa esitellään protokolla-analysointilaitteen sisältämiä ohjelmistoja, jotka mahdollistavat mittauksien suorittamisen sekä mittaustulosten analysoimisen.

Lopuksi, työn viimeisenä osiona oli mittaukset, jotka ovat tämän opinnäytetyön pääaihe. Tämän kappaleen tarkoituksena on esitellä kolme erilaista mittausta, jotka ovat hard handover kahden W-CDMA-tukiaseman välillä, SMS-viesti kahden päätelaitteen välillä ja pakettidatan siirto. Kaikki mittaukset toteutetaan 3G-verkossa ja mittaustapahtumien tarkastelu on esitetty useammassa eri vaiheessa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Information Technology
Telecommunications and Networks

SAMI TAKANEN:

Simulating mobile networks by using Anritsu MD8470A Signalling Tester

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 5 pages

August 2012

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) is third generation mobile network technology. It was created based on the GSM standard and developed by 3GPP to provide more efficient networks because of the growing data transfer rate demands by applications. UMTS consists of a complete network system including UTRAN. UMTS Terrestrial Radio Access Network (UTRAN) is the frame which defines the way how user equipment (UE) attaches the network. It uses W-CDMA as its radio access technology.

In the beginning, the main goal was to introduce some basic information about 3G network, like 3G consists of its radio access network (UTRAN) which define the way how user equipment attaches the network and the radio access technology (W-CDMA) which enables that UTRAN works. W-CDMA provides 2 Mbit/s as data transfer rate in theory but in practice transfer rate is 384 kbit/s.

In the second part of this thesis the purpose was to introduce the Anritsu MD8470A Signalling Tester. This chapter covers the main functions of the device and those applications which make it possible to implement different kinds of measurements. Anritsu MD8470A Signalling Tester is a device which makes it easy to measure the protocol stack of mobile user equipment. It is really versatile device because it supports different kinds of connections, like voice calling, video calling, browser/contents download and end-to-end user equipment communications.

The last part of this thesis was measurements which was also the main part. In this chapter the main purpose was to implement three different kinds of measurements and those was hard handover between two W-CDMA BTS, SMS message between two UE and data transmission. All these measurements were implemented in 3G network and the results of these measurements were explained in several stages.

Key words: anritsu, umts, utran, w-cdma

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	8
2	UMTS-VERKON HISTORIA	9
2.1	UMTS-verkon radio-osa	9
2.1.1	Radiotekniikka	10
3	UMTS-VERKON PROTOKOLLAPINO	11
3.1	Control Plane	11
3.2	User Plane	12
3.3	L1: Fyysinen kerros	12
3.4	L2: MAC/RLC	12
3.5	L3: RRC	13
4	RRC-PROTOKOLLATILAT	14
4.1	Idle-tila.....	14
4.2	CELL-DCH.....	15
4.3	CELL-FACH	16
4.4	CELL-PCH	16
4.5	URA-PCH.....	17
5	UMTS-VERKON KÄYTTÄMÄT KANAVAT	18
5.1	Kanavatyyppien väliset yhteydet	19
6	ANRITSU MD8470A –PROTOKOLLA-ANALYSAATTORI.....	20
6.1	Ohjelmistot.....	21
6.1.1	Lokiohjelma	21
6.1.2	Multi-cell Network Simulator (MNS).....	22
6.1.3	Couple-UE Network Simulator (CNS)	23
6.1.4	Wireless Network Simulator (WNS)	24
6.1.5	Energy Management Test Simulator (ETS).....	25
7	MITTAUKSET	26
7.1	Hard handover kahden W-CDMA-tukiaseman välillä	26
7.1.1	Päätelaitteen käynnistys	27
7.1.2	Puhelun aloitus	29
7.1.3	Hard handover	31
7.1.4	Puhelun lopetus	31
7.2	SMS-viesti kahden päätelaitteen välillä.....	32
7.2.1	SMS-viestin lähetys	32
7.3	Pakettidatan siirto	34
7.3.1	Päätelaitteen käynnistys	34
7.3.2	Pakettidatan siirto.....	36

7.3.3 Datansiirron lopetus	37
8 POHDINTA.....	38
LÄHTEET.....	39
LIITTEET	40
Liite 1. Tuloste hard handover –mittauksesta ennen tukiasemavaihdosta	40
Liite 2. Tuloste hard handover –mittauksesta tukiasemavaihdon jälkeen.....	41
Liite 3. Tuloste SMS-viestin lähetyksen aloittamisesta	42
Liite 4. Tuloste pakettidatan siirron aloittamisesta.....	43
Liite 5. Tuloste pakettidatan siirron lopettamisesta.....	44

ERITYISSANASTO

3G	Kolmannen sukupolven matkaviestintekniikka
3GPP	3rd Generation Partnership Project
4G	Neljännän sukupolven matkaviestintekniikka
AICH	Acquisition Indication Channel
BCCH	Broadcast Control Channel
BCH	Broadcast Channel
BTS	Base Transceiver Station
CAICH	CPCH Assignment Indication Channel
CC	Call Control
CCCH	Common Control Channel
CCPCH	Common Control Physical Channel
CPCH	Common Packet Channel
CPICH	Common Pilot Channel
CSICH	CPCH Status Indication Channel
CTCH	Common Traffic Channel
DCCH	Dedicated Control Channel
DCH	Dedicated Channel
DL	Downlink. Yhteys tukiasemalta päätelaitteelle
DPCCH	Dedicated Physical Communication Channel
DPDCH	Dedicated Physical Data Channel
DRX	Discontinuous Reception Parameters
DSCH	Downlink Shared Channel
DTCH	Dedicated Traffic Channel
FACH	Forward Access Channel
GMM	GPRS Mobility Management
QoS	Quality of Service
GUI	Graphical User Interface
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
MAC	Medium Access Control
MM	Mobility Management
NAS	Non Access Stratum
PCCPCH	Primary CCPCH

PCCH	Paging Control Channel
PCH	Paging Channel
PCPCH	Physical Communication Packet Channel
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel
PICH	Paging Indicator Channel
PRACH	Packet Random Access Channel
RACH	Random Access Channel
RLC	Radio Link Control
RNC	Radio Network Controller
RNS	Radio Network Subsystem
RRC	Radio Resource Control
RRM	Radio Resource Management
SCCPCH	Secondary Communication Control Physical Channel
SCH	Synchronisation Channel
SM	Service Management
SMS	Short Message Service eli arkikielessä tekstiviesti.
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity
UE	User Equipment eli päätelaite.
UL	Uplink. Yhteys päätelaitteelta tukiasemalle.
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URA	UTRAN Registration Area
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network
W-CDMA	Wideband Code Division Multiple Access

1 JOHDANTO

Nykyaikana yhä useammat uutiset tietoliikenteen osalta keskittyvät matkapuhelinverkkojen tehokkuuteen ja tiedonsiirtonopeuksiin. Tällä hetkellä eletään matkapuhelinverkkojen murrosvaiheessa, jossa 3G-verkko on vallitsevana standardina mutta yhä enenevässä määrin markkinoille saadaan laitteita, jotka tukevat jo neljännen sukupolven matkaviestintekniikkaa eli 4G-verkkostandardia. Vaikka 4G-verkkoja on alettu rakentamaan eri alueille, niin todellisuudessa nämä verkot eivät täysin täytä 4G-verkkostandardin vaatimuksia, vaan todellisuudessa osa näistä verkoista on toteutettu hyväksikäyttäen 3G-verkkoa. Tämän takia on edelleen hyödyllistä perehtyä 3G-verkon rakenteeseen ja toimintaan, koska sen pohjalta on paljon helpompaa lähteä perehtymään 4G-verkkoon ja sen toimintaan.

Työn tarkoituksena oli perehtyä 3G-verkkostandardiin ja esitellä siihen liittyviä perusasioita, kuten sen rakennetta ja toimintaa. Teoriaosuuden jälkeen on tarkoitus edetä työn mittausvaiheeseen, joka on työn pääpainopiste. Työn mittausvaihe suoritetaan sille erikseen varatussa mittausympäristössä, joka sisältää muun muassa PC:n, keskittimen, kaksi Nokian N95 8GB –puhelinta ja mittauslaitteen.

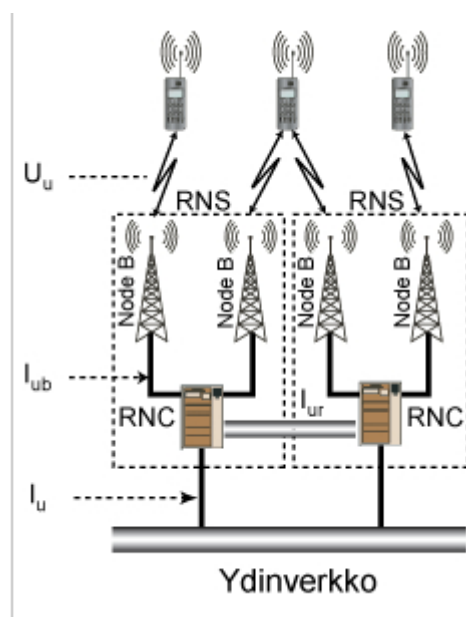
Mittausvaiheessa tavoitteena oli suorittaa erilaisia simulaatioita 3G-verkossa, joiden pohjalta on tarkoitus tutkia verkon sisällä tapahtuvia protokollavirtoja. Näiden protokollavirtojen tutkimisen tavoitteena on oppia ymmärtämään toimintatavat, joilla UMTS-verkon protokollapinon eri kerrokset muodostavat yhteyden toisiinsa ja kommunikoivat eri toimenpiteiden aikana. Lisäksi, mittauksien tavoitteena oli myös ymmärtää verkon eri toiminnan vaiheissa tapahtuvien viestiketjujen tarkoitus.

2 UMTS-VERKON HISTORIA

UMTS eli Universal Mobile Telecommunications System on kolmannen sukupolven matkaviestintäteknikka. UMTS on kehitetty 3GPP:n toimesta ja se on osa IMT-2000 – standardia. Aikanaan, kun UMTS:ia kehiteltiin, niin sille asetettiin muutamia tavoitteita, jotka sen olisi täytettävä: Äänen laatu olisi saatava samanlaatuiseksi kuin kiinteä verkko tarjoaa, datanopeuden, joka ylittäisi vähintään 144 kbit/s liikkuvassa autossa, 384 kbit/s nopeus jalankulkijalle tai paikallaan olevalle henkilölle. Lisäksi tavoitteena oli kyetä tarjoamaan 2 Mbit/s siirtonopeus paikallaan olevalle kiinteälle laitteelle pakettikytkentäisellä liikenteellä ja muutenkin tukea sekä piirikytkentäistä että pakettikytkentäistä liikennettä. (Granlund, K. 2007. Tietoliikenne)

2.1 UMTS-verkon radio-osa

UTRAN eli UMTS Terrestrial Radio Access Network on UMTS-verkon radio-osa. Kuvassa 1 nähdään UTRAN-arkkitehtuuri eli miten UTRAN:iin kytkeytyy tukiasemaliijärjestelmä (RNS), johon on liittynään sen oma tukiasemaohjain (RNC). (Granlund, K. 2007. Tietoliikenne)



KUVA 1. UTRAN-arkkitehtuuri (Granlund, K. 2007. Tietoliikenne)

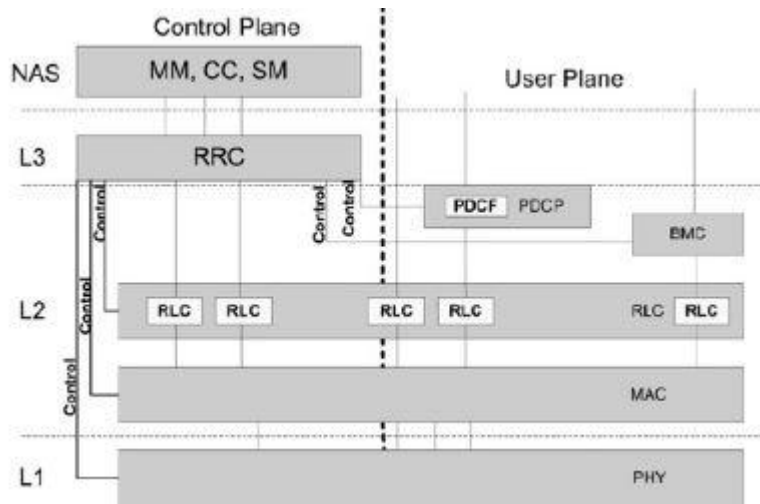
Kuvan 1 vasemmassa laidassa esiintyvät lyhenteet merkitsevät erilaisia ulkoisia ja sisäisiä rajapintoja, joiden tehtävinä on yhdistää UTRANin eri osat toisiinsa. Ylhäällä nähtävä U_u tarkoittaa ulkoista rajapintaa, joka yhdistää Node B:n eli tukiaseman päätelaitteeseen. I_{ub} on sisäinen rajapinta, jonka tehtävänä on yhdistää RNC:n Node B:hen eli tukiasemaan. Viimeisenä on I_u , joka on sisäinen rajapinta ja se yhdistää RNC:n ydinverkkoon. (Granlund, K. 2007. Tietoliikenne)

2.1.1 Radiotekniikka

Wideband code division multiple access (W-CDMA) on UMTS:ssa käytettävä radiorajapinta, joka perustuu CDMA-tekniikkaan mutta käyttää hyväkseen 1 MHz:n kaistasta poiketen 5 MHz:n kaistaa, josta nimi wideband juontaakin juurensa. W-CDMA mahdollistaa teoriassa jopa 2 Mbit/s tiedonsiirtonopeuden, mikä kuitenkin käytännössä jää 384 kbit/s nopeuteen. Lisäksi W-CDMA-tekniikka tuo mukanaan joustavan tiedonsiirtokapasiteetin ja paremman taajuuksien uudelleenkäytön, koska kaikki solut käyttävät samaa taajuutta. (Granlund, K. 2007. Tietoliikenne)

3 UMTS-VERKON PROTOKOLLAPINO

UMTS-verkon radio-osa eli UTRAN koostuu OSI-mallin kahdesta alimmasta kerroksesta, fyysinen -ja siirtokerros, joista siirtokerros on lisäksi jaettu kahteen osaan, MAC - ja RLC-kerrokseen. Kuva 2 esittää UMTS-verkon protokollapinoa. Seuraavissa alakappaleissa on tarkasteltu protokollapinon alimpien kolmen kerroksen toimintoja.



KUVA 2. UMTS-verkon protokollapinon arkkitehtuuri (Chen, H. 2007. Next Generation: CDMA Technologies, s. 112)

3.1 Control Plane

Control plane –protokollapino on tarkoitettu RRC-viestien signalointiin. Tätä protokollapinoa käytetään silloin, kun päätelaite haluaa muodostaa RRC-yhteyden. Tällöin RRC-kerros muodostaa viestin, joka koodataan binäärimuotoon ja siirretään RLC:lle ja sitä kautta MAC-kerrokselle ja lopulta fyysiselle kerrokselle.

(Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

3.2 User Plane

User plane –protokollapinoa käytetään sovellusdatan siirtämiseen RNC:n ja päätelaitteen välillä. Tämä protokollapino käsittää vain alimmat kaksi kerrosta eli fyysisen -ja MAC/RLC-kerroksen. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

3.3 L1: Fyysinen kerros

Fyysisen kerros on protokollapinin alimmainen kerros, jonka tehtävänä on mahdollistaa tiedonsiirto toiselle tasolle eli MAC-kerrokselle. Toiminnot fyysisen ja MAC-kerroksen välillä tapahtuvat hyväksikäyttäen kuljetuskanavia. Fyysisellä kerroksella kuitenkin käytetään myös fyysisiä kanavia. Eri kanavatyypeistä on kerrottu myöhemmin omassa kappaleessa. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

3.4 L2: MAC/RLC

Protokollapinin toinen kerros eli siirtokerros on jaettu kahteen alikerrokseen, MAC-kerrokseen ja RLC-kerrokseen. Näistä MAC-kerroksen tehtävänä on kääntää data RLC:lle ja muille ylemmille kerroksille sopivaksi. Tämän lisäksi MAC-kerroksella on muita tehtäviä, joita ovat muun muassa datavirran priorisoinnin hallinta, palveluiden kanavointi RACH-, FACH –ja muilla varatuilla kanavilla ja käytön hallinta RACH-kanavalla. (Chen, H. Next Generation: CDMA Technologies)

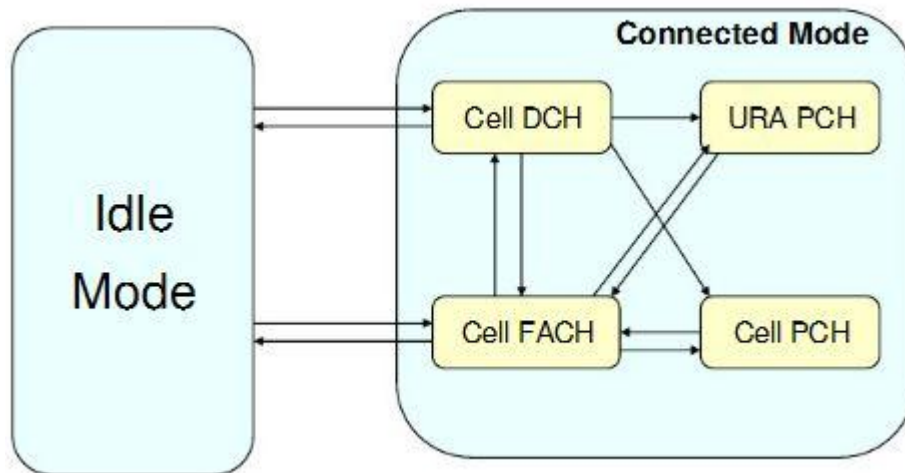
RLC-alikerroksen tehtävänä on hoitaa toisen kerroksen yhteyksien muodostaminen/vapautus, tiedon segmentointi ja järjestäminen, käyttäjätietojen siirto, virheenkorjaustoiminnot, tietovuon valvonta ja salaust. (Chen, H. Next Generation: CDMA Technologies)

3.5 L3: RRC

UMTS-verkon protokollapinin kolmannesta kerroksesta käytetään nimeä RRC ja sen päätehtäviin kuuluu eri dataliikenteen ja datayhteyksien kontrollointi. RRC-kerros sijaitsee RNC:n ja päätelaitteen välillä. Kerroksen tehtävänä on tarjota ydinverkolle seuraavia palveluja, kuten informaation yleislähetyspalvelu (broadcast service), ilmoituspalvelu (notification service) ja yhteyksien muodostaminen/vapautus. Lyhyesti, RRC-kerroksen tehtävänä on hoitaa tiedonvälitys verkosta päätelaitteille sekä radioressurssien, palvelun laadun (QoS) ja tehoarvojen kontrollointi että tiedon salauksen varmistaminen. (Chen, H. Next Generation: CDMA Technologies)

4 RRC-PROTOKOLLATILAT

UMTS-verkko koostuu sen radiorajapinnasta UTRANista sekä W-CDMA:sta, jota UTRAN käyttää radiotekniikkana. RRC eli Radio Resource Control on protokolla, joka sisältää erilaisia tiloja, joiden tehtävänä on määrittää millainen yhteys UE:lla eli päätelaitteella on kulloinkin UTRANin kanssa. RRC sisältää viisi erilaista tilaa, joita ovat Idle, CELL-DCH, CELL-FACH, CELL-PCH ja URA-PCH.



KUVA 3. RRC-protokollan tilat (Nourizadeh, S. UTRAN: Architecture Protocol and Procedure Overview)

4.1 Idle-tila

RRC:n tiloista ensimmäisenä on idle-tila, johon päätelaite siirtyy heti, kun se on käynnistetty. Käynnistyksen jälkeen päätelaite suorittaa operaattorin valinnan ja asettuu johonkin operaattorin soluun. Lopuksi, päätelaite rekisteröityy verkkoon. Kun päätelaite valitsee operaattoriaan, niin verkossa tapahtuu useita ”System Information”-viestejä, joiden pohjalta operaattori pystyy tunnistamaan, mihin jokin solu kuuluu. Kuva 4 esittää verkossa tapahtuvia protokollavirtoja käynnistyksen yhteydessä. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

No.	PHY	MAC	RLC	TE	L3	BTS	Primitive	Channel	Message	Time
59						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.610
60						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.620
61						W1	PHY_DATA_REQ	D BCH 0		00:00:00.620
62						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.620
63						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.630
64						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.630
65						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.640
66						W1	PHY_DATA_REQ	D BCH 0		00:00:00.640
67						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.640
68						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.650
69						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.650
70						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.660
71						W1	PHY_DATA_REQ	D BCH 0		00:00:00.660
72						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.660
73						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.670
74						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.670
75						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.680
76						W1	PHY_DATA_REQ	D BCH 0		00:00:00.680
77						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.680
78						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.690
79						W1	MAC_DATA_REQ	D BCCH 0		00:00:00.690
80						W1	RLC_TR_DATA_REQ	D BCCH 0	SYSTEM INFORMATION-BCH	00:00:00.700

KUVA 4. System Information –viestejä UE:n käynnistyksen yhteydessä

RRC:n Idle-tilassa yleensä päätelaite ei lähetä viestejä verkossa, vaan päätelaitteen pääasiallinen tehtävä on tarpeen tullen vastaanottaa viestejä. Ainoa poikkeus on RRC-yhteyden muodostus, jolloin myös Idle-tilassa oleva päätelaite lähettää viestejä. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

4.2 CELL-DCH

CELL-DCH on tila, jonka pääasiallinen tarkoitus on datansiirto, koska se sallii päätelaitteen lähettää suuria määriä sekä piirikytkentäistä että pakettikytkentäistä dataa. Tästä johtuen, CELL-DCH on tila, joka kuluttaa kaikista tiloista eniten verkon ja päätelaitteen resursseja. Päätelaite voi siirtyä CELL-DCH-tilaan joko Idle-tilasta tai CELL-FACH-tilasta. Kun päätelaite siirtyy Idle-tilasta CELL-DCH-tilaan, niin se tapahtuu RRC-yhteyden muodostamisen aikana. Tässä tilassa päätelaitteen sijainti on tunnettu solutasolla. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

4.3 CELL-FACH

CELL-FACH-tilaa voidaan aika hyvin kuvata CELL-DCH-tilan vastakohtana, ainakin muutamien osa-alueiden osalta. Kun CELL-DCH-tilassa päätelaite voi lähettää suuria määriä sekä piirikytkentäistä että pakettikytkentäistä dataa, niin CELL-FACH-tilassa päätelaite kykenee vain lähettämään pieniä määriä pakettikytkentäistä dataa. Mikäli, päätelaitteen tarvitsee lähettää piirikytkentäistä dataa, niin se siirtyy CELL-DCH-tilaan. Toisaalta, CELL-FACH-tila kuluttaa vähemmän päätelaitteen sekä verkon resursseja. Päätelaitteen sijainti CELL-FACH-tilassa on tunnettu yhden solun tarkkuudella. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

4.4 CELL-PCH

Päätelaite voi siirtyä CELL-PCH-tilaan joko CELL-DCH:sta tai CELL-FACH:sta. Aina, kun päätelaite halutaan siirtää tähän tilaan, niin lähetetään ”Physical Channel Reconfiguration”-viesti, jonka on tarkoitus ohjata päätelaite vaihtamaan CELL-PCH-tilaan. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

CELL-PCH-tilassa päätelaite voi säilyttää RRC-yhteyden suhteellisen pitkän ajan, samalla kuitenkin pitämällä verkon ja päätelaitteen resurssien kulutuksen alhaisena. Päätelaitteen sijainti on tunnettu yhden solun tarkkuudella, jota myös kutsutaan nimellä ”home cell”. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

4.5 URA-PCH

URA-PCH-tilassa on yhtäläisyyksiä CELL-PCH:n kanssa, mutta tässä tilassa päätelaitteen sijainti on tunnettu vain URA:n alueella, kun taas CELL-PCH:ssa sijainti on tiedossa yhden solun tarkkuudella. Päätelaite on velvoitettu ilmoittamaan RNC:lle vain jos se vaihtaa solua, jolloin tapahtuu URA:n vaihto. Kun RNC huomaa päätelaitteessa tapahtuvan suurta liikkuvuutta, niin se voi siirtää päätelaitteen CELL-PCH:sta URA-PCH-tilaan. Tämän toimenpiteen tarkoituksena on vähentää ylimääräisiä päivitysviestejä, jotka voivat johtaa solunvaihtoihin. (Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice)

5 UMTS-VERKON KÄYTTÄMÄT KANAVAT

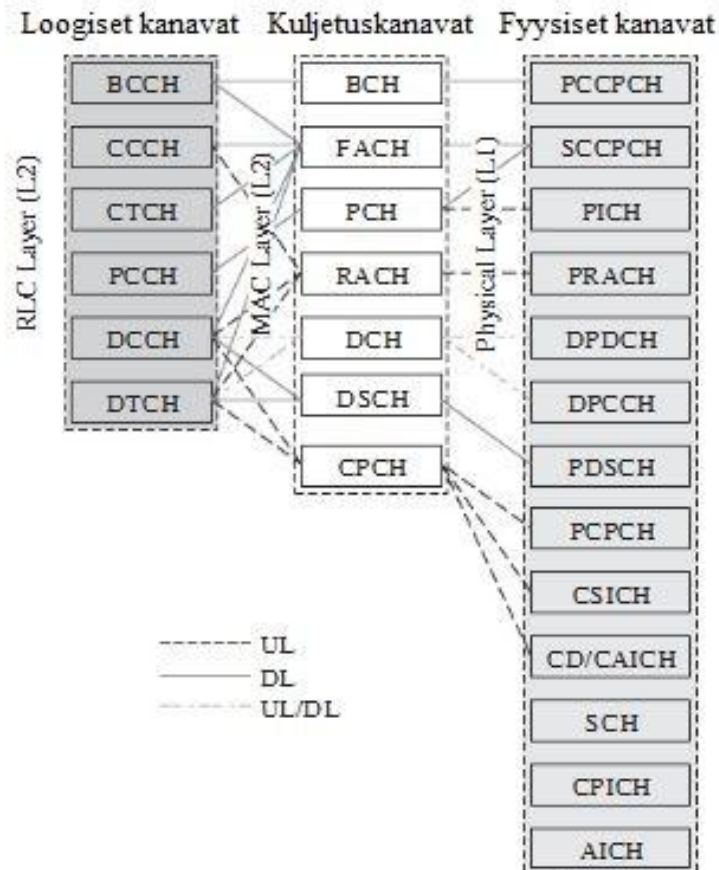
Radio-osan kerrosten väliseen tiedon välittämiseen käytetään erilaisia kanavia, joita ovat loogiset, kuljetus – ja fyysiset kanavat. Jokaisella kanavatyypilläkin on vielä olemassa erilaisiin tarkoituksiin liittyviä kanavia. Tässä kappaleessa on tarkoituksena esitellä eri kanavatyypien kanavat, joiden avulla tapahtuu protokollapinon välisten kerrosten tiedonvaihtoa. Taulukossa 1 on esitelty UMTS:ssä käytettävät kanavat.

TAULUKKO 1. UMTS-verkon kanavat (Chen, H. Next Generation: CDMA Technologies, s. 116)

Loogiset kanavat (Logical Channels)	Kuljetuskanavat (Transport Channels)	Fyysiset kanavat (Physical Channels)
BCCH	BCH	PCCPCH
CCCH	FACH	SCCPCH
CTCH	PCH	PICH
PCCH	RACH	PRACH
DCCH	DCH	DPDCH
DTCH	DSCH	DPCCH
	CPCH	PDSCH
		PCPCH
		CSICH
		CD/CAICH
		SCH
		CPICH
		AICH

5.1 Kanavatyypin väliset yhteydet

Kuvan 3 tarkoitus on esittää eri kanavatyypin välisiä yhteyksiä toisiinsa nähden siten, että jokainen kanavatyypin luo itselleen niin sanotun kartan, jonka mukaan ne osaavat vaihtaa tietyltä loogiselta kanavalta oikealle kuljetuskanavalle ja yhtä lailla tietyltä kuljetuskanavalla oikealle fyysiselle kanavalle.



KUVA 5. Kanavien väliset yhteydet UMTS-verkossa (Chen, H. Next Generation: CDMA Technologies, s. 116)

Kuten kuvasta 5 nähdään, niin tämä kanavatyypin väliset yhteydet eivät välttämättä toimi samalla lailla sekä UL –että DL-suuntaan, vaan on mahdollista, että tietty kanava käyttää UL-suuntaan eri kanavaa, kuin DL-suuntaan.

6 ANRITSU MD8470A –PROTOKOLLA-ANALYSAATTORI

Anritsu MD8470A –protokolla-analysointilaitte on laite, jonka avulla voidaan toteuttaa helposti erilaisia mittauksia käyttäen yhtä tai useampaa päätelaitetta 2G –ja 3G-verkossa. Protokolla-analysointilaitteeseen on sisäänrakennettu sekä W-CDMA-tukiasema että GSM-tukiasema, jotka mahdollistavat mittaukset. Protokolla-analysointilaitteeseen tuetaan useita yhteyksiä, kuten ääni-, video- ja pakettiyhteyttä. Kuva 6 esittää Anritsun MD8470A –protokolla-analysointilaitteen. (MD8470A Signalling Tester Operation Manual)



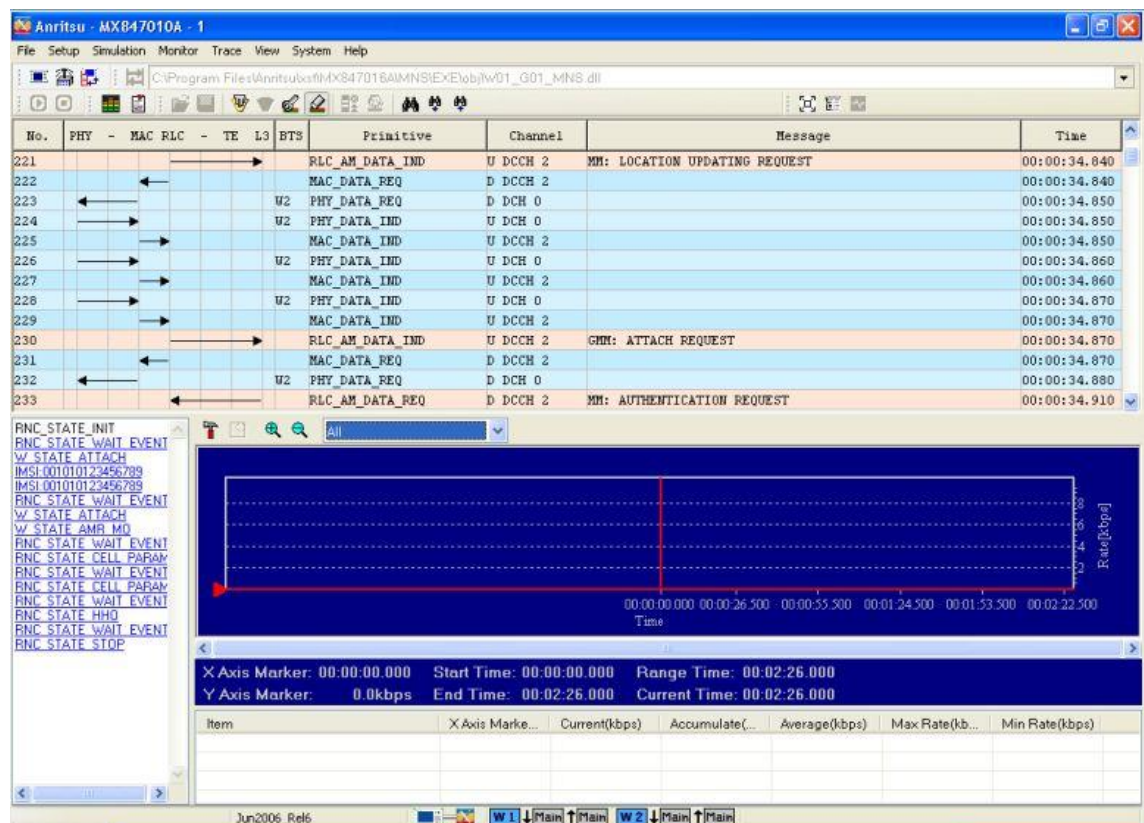
KUVA 6. Anritsu MD8470A –protokolla-analysointilaitte (Lehtelä, R. 2010. 3G-verkon simulointi, ANRITSU MD8470A. s. 28)

6.1 Ohjelmistot

Anritsun protokolla-analysointoriin on asennettuna valmiiksi MX847010A Simulation Kit –ohjelmisto, joka tarjoaa erilaisia matkapuhelinverkkojen mittaukseen soveltuvia ohjelmia. Tämän työn puitteissa tutustuttiin seuraaviin ohjelmiin, joita olivat lokiohjelma, multi-cell network simulator (MNS), couple-ue network simulator (CNS), wireless network simulator (WNS) ja energy management test simulator (ETS).

6.1.1 Lokiohjelma

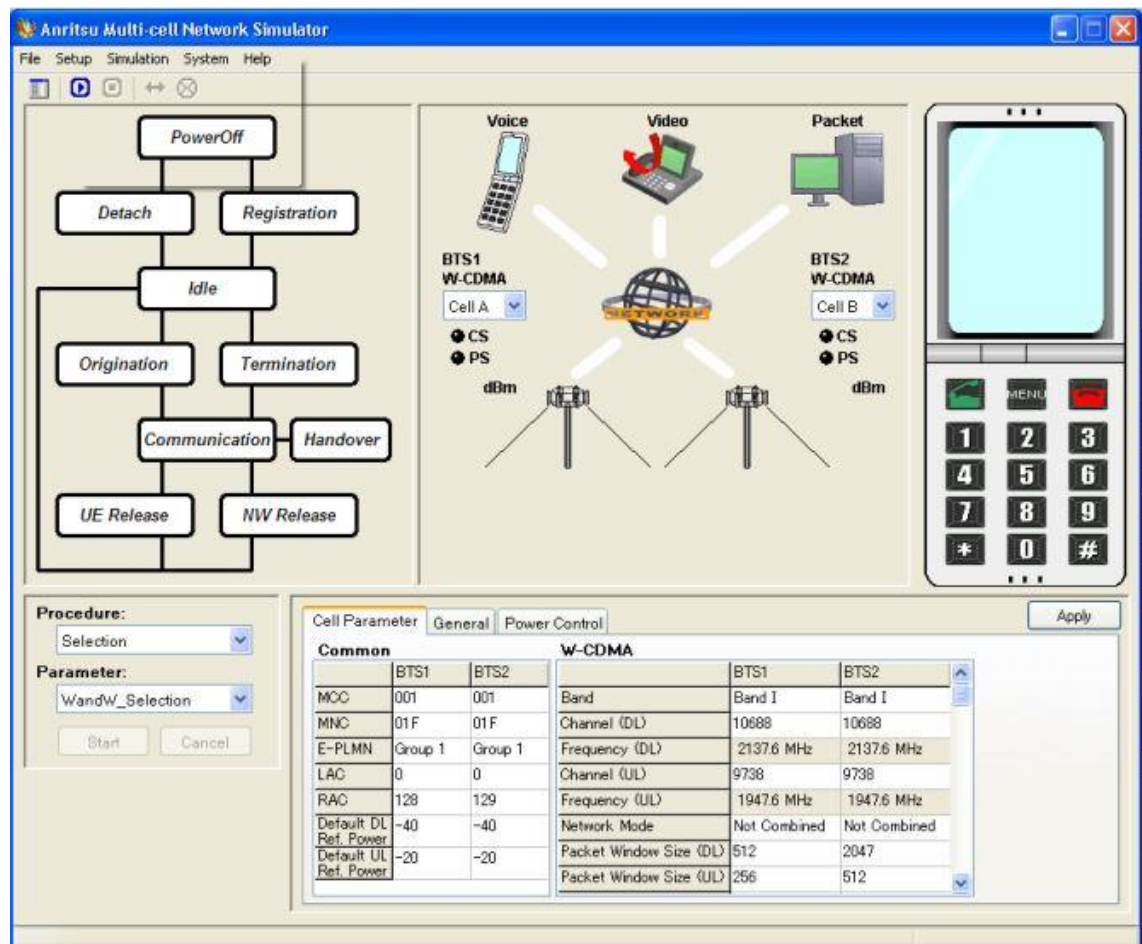
Aina, kun avataan ohjelma, niin sen lisäksi aukeaa automaattisesti lokiohjelma (Control Software of the MX847010A), jonka tarkoituksena on kirjata ohjelman suorituksessa tapahtuvat protokollavirrat eli toisin sanoen, ohjelma toimii lokitiedostona pääasialliselle mittausohjelmalle. Kuvasta 7 nähdään lokiohjelman näkymä mittauksen aikana.



KUVA 7. Lokiohjelman näkymä.

6.1.2 Multi-cell Network Simulator (MNS)

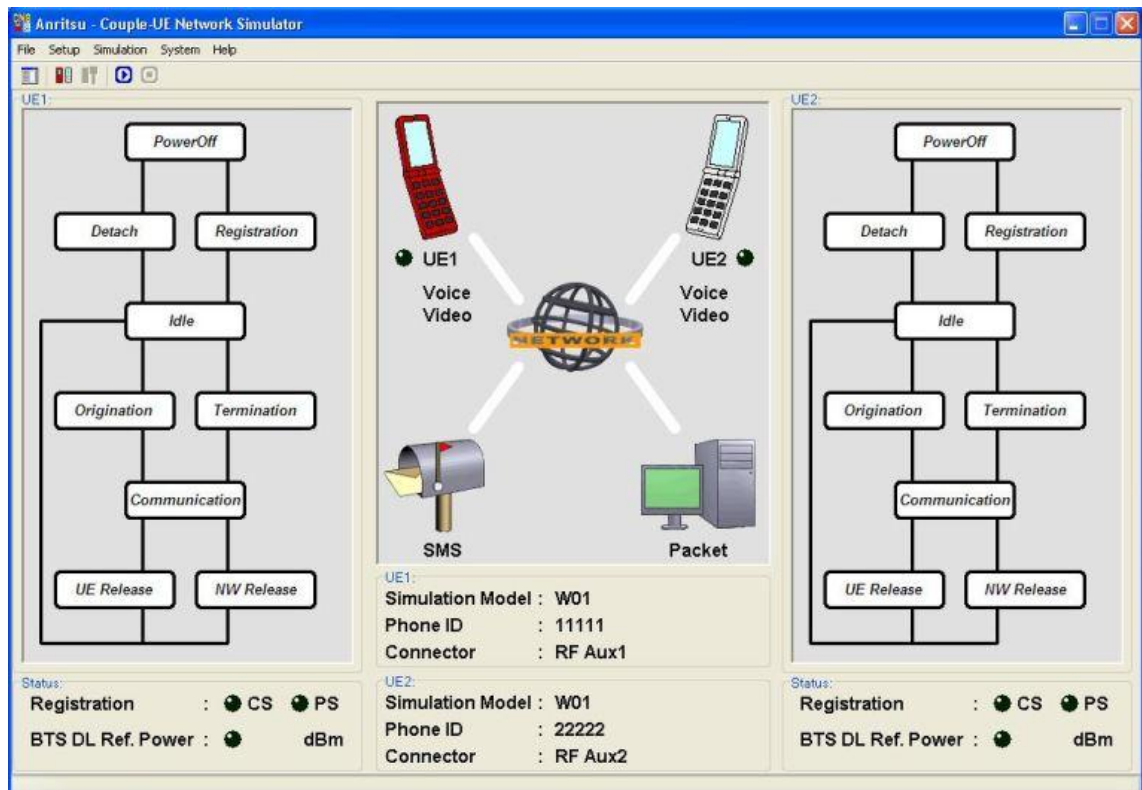
Multi-cell Network Simulator (MNS) on ohjelma, jonka avulla voidaan toteuttaa erilaisia mittauksia solukoverkossa, kuten solunvaihtoja ja solun sisäisten sektoreiden välistä vaihtoja. Kuvassa 8 nähdään ohjelman graafinen käyttöliittymä (GUI).



KUVA 8. Multi-cell Network Simulator –ohjelman käyttöliittymä.

6.1.3 Couple-UE Network Simulator (CNS)

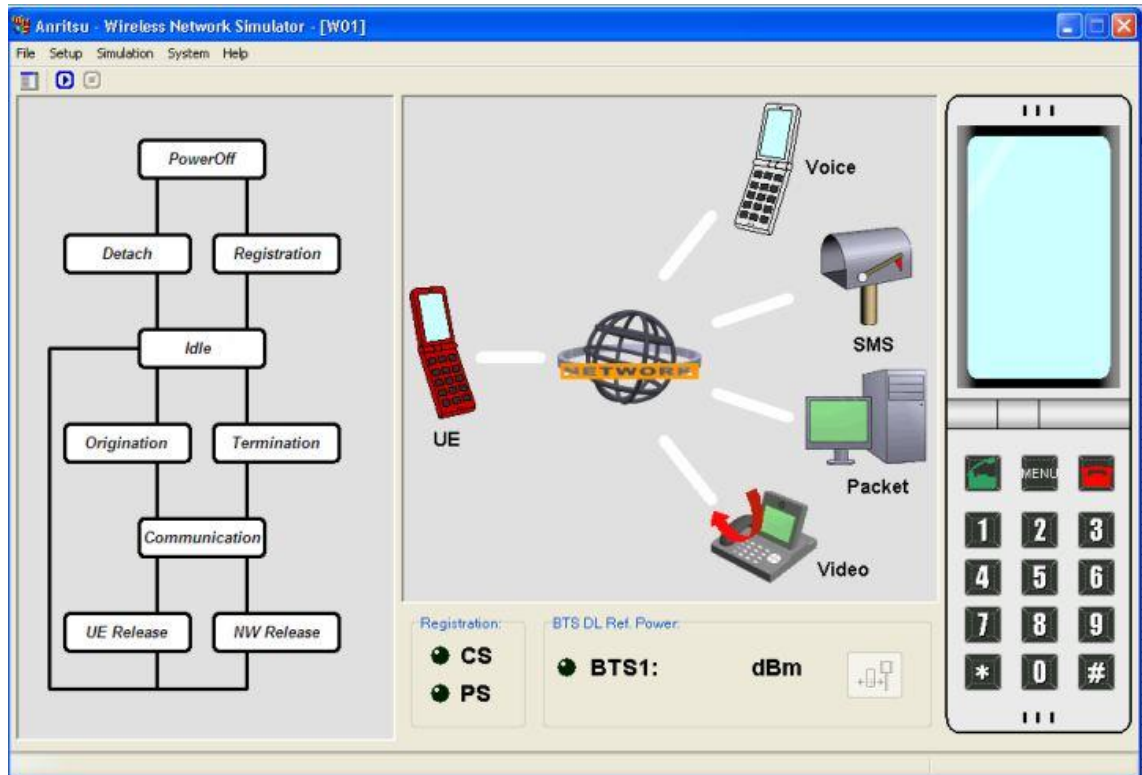
Couple-UE Network Simulator (CNS) –ohjelman avulla voidaan toteuttaa erilaisia mitauksia kahden eri päätelaitteen välillä. Ohjelma tukee ääni-, video- ja pakettidatayhteyttä. Kuva 9 esittää ohjelman käyttöliittymää.



KUVA 9. Couple-UE Network Simulator –ohjelman käyttöliittymä.

6.1.4 Wireless Network Simulator (WNS)

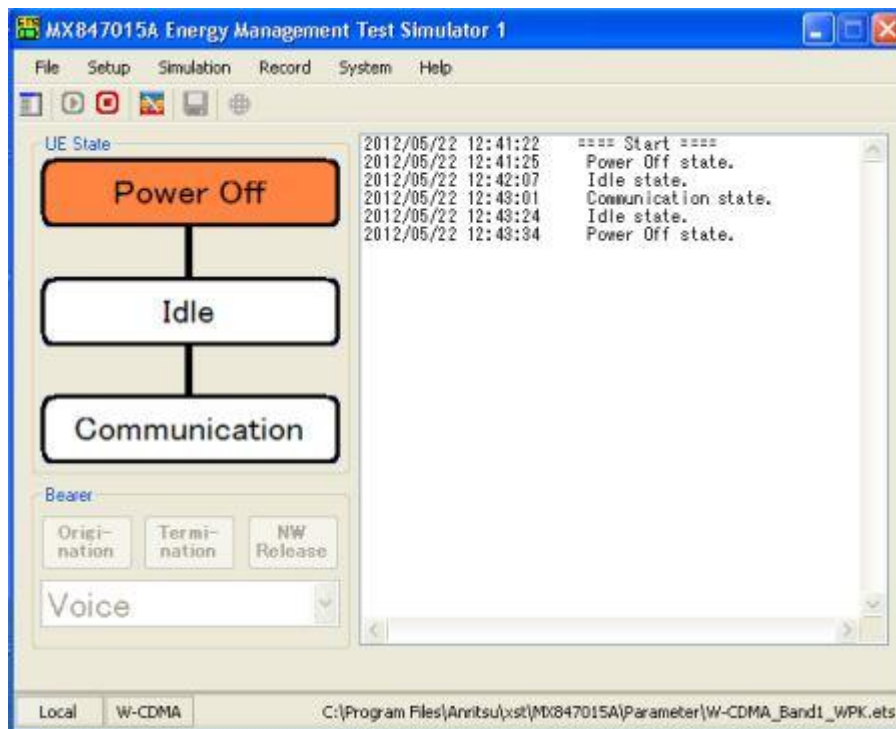
Wireless Network Simulator (WNS) –ohjelmalla voidaan luoda erilaisia mittauksia yhden päätelaitteen avulla. Ohjelma tukee ääni-, video- ja pakettidatayhteyttä. Kuva 10 esittää ohjelman käyttöliittymää.



KUVA 10. Wireless Network Simulator –ohjelman käyttöliittymä (GUI).

6.1.5 Energy Management Test Simulator (ETS)

Energy Management Test Simulator (ETS) –ohjelma mahdollistaa erilaisten tehonkulutusmittausten suorittamisen. ETS:n toiminta perustuu siihen, että mittaustilanteessa on käytettävissä erikseen yleismittari, jolla sitten saadaan mitattua virta –ja jännitelukemat. Kuva 11 esittää ohjelman käyttöliittymää.



KUVA 11. Energy Management Test Simulator –ohjelman käyttöliittymä.

7 MITTAUKSET

Mittauksien tarkoituksena oli tutustua Anritsun protokolla-analysointilaiteeseen ja suorittaa mittauksia UMTS-verkossa. Tässä työssä suoritettiin kolme erilaista mittausta, joita hard handover kahden W-CDMA-tukiaseman välillä, SMS-viesti kahden päätelaitteen välillä ja pakettidatan siirto yhdellä päätelaitteella. Näiden mittausten tapahtumista on selitetty tarkemmin tulevissa alakappaleissa.

7.1 Hard handover kahden W-CDMA-tukiaseman välillä

Työ suoritettiin hyväksikäyttäen yhtä Nokian N95-matkapuhelinta ja Anritsun MD8470A –protokolla-analysointilaiteita. Kuva 12 esittää tässä tehtävässä luotua mittausympäristöä.



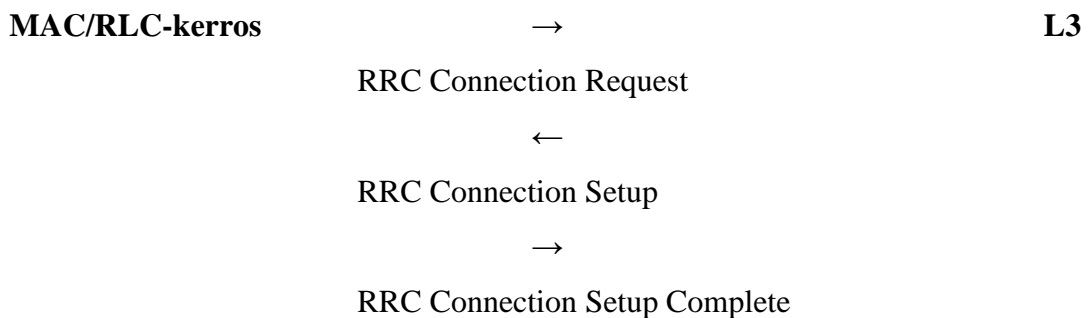
KUVA 12. Mittausympäristö (MX847016A Multi-cell Network Simulator (MNS) Operation Manual)

Työn suorittamiseksi määritettiin aluksi muutamia asetuksia, joiden pohjalta mittauksen hard handover tulisi tapahtumaan eli päätelaitteen verkko vaihtaisi tukiasemaa. Tässä mittauksessa ainoa asetetus, jolla luotiin peruste handoverille oli tehoarvojen rajoitus -20 dBm:stä -40 dBm:ään. Mittauksessa tämä tarkoitti sitä, että päätelaitteen verkon kuuluvuuden vaimentuessa -40 dBm:n tasolle, verkko pakotetaan vaihtamaan tukiasemaa. Reaalimaailman tilanteessa tällaisen toimenpiteen tarkoituksena olisi varmistaa, ettei käyttäjä joutuisi huonon tukiasemayhteyden vuoksi tyytymään heikompaan palvelun laatuun.

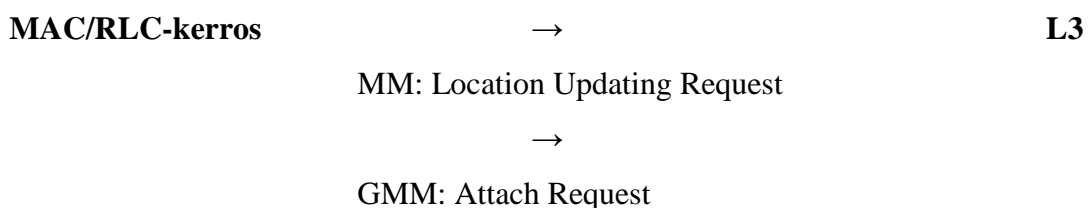
Mittauksen tavoitteena oli suorittaa kahden tukiaseman BTS1:n ja BTS2:n välillä hard handover sekä tutkia mittauksen aikana verkon protokollavirtoja ja toimenpiteitä, joita mittauksen aikana puhelimesta tapahtuu. Seuraavissa alakappaleissa on tarkasteltu mittauksen tapahtumia eri vaiheissa, joita ovat päätelaitteen käynnistys, puhelun aloitus, hard handover ja puhelun lopetus.

7.1.1 Päätelaitteen käynnistys

Kun päätelaite käynnistetään, niin ensimmäisenä operaationa verkossa tapahtuu RRC-yhteyden muodostus. Tämä tapahtuu siten, että UMTS-verkon MAC/RLC-kerros lähettää kolmannelle kerrokselle (L3) yhteyspyynnön. Tähän kolmas kerros vastaa lähettämällä asetukset, joiden pohjalta luodaan yhteys. Viimeisenä vaiheena on RRC-yhteyden muodostaminen, jolloin MAC/RLC-kerros lähettää kolmannelle kerrokselle viestin, jossa se kertoo yhteydenmuodostuksen onnistuneen. Ohessa on esitettyä RRC-yhteyden muodostuksessa tapahtuva viestivirta.



Päätelaitteen muodostettua RRC-yhteys, on seuraavana tapahtumana verkkoon kiinnittyminen. Ensimmäisenä suoritetaan tiedonvaihtoa, jonka on määrä luoda MM:lle perustiedot verkkoon liittyvästä laitteesta. MAC/RLC-kerros lähettää ensimmäisenä sijaintitietojen päivityspyynnön ja sen lisäksi verkkoon kiinnittymispyynnön. Näihin pyyntöihin kolmas kerros vastaa lähettämällä pyynnöt, joiden pohjalta halutaan varmistua, että verkkoon kiinnittyvä laite on sinne kuuluva eli autenttinen.



←

MM: Authentication Request

→

MM: Authentication Response

←

Security Mode Command

→

Security Mode Complete

←

MM: Identity Request

→

MM: Identity Response

←

MM: Location Updating Accept

→

MM: TMSI Reallocation Complete

Päätelaitteen kommunikointua MM:n kanssa, on seuraavana vuorossa tiedonvaihtoa GMM:n kanssa, mikä on MM:n alikerros ja jonka tehtävänä on hoitaa pakettikytkentäiseen yhteyteen liittyvät tiedonvaihdot.

MAC/RLC-kerros

←

GMM:AuthenticationAndCipheringREQ

→

GMM:AuthenticationAndCipheringRESP

←

Security Mode Command

→

Security Mode Complete

←

GMM: Identity Request

→

GMM: Identity Response

←

GMM: Attach Accept

L3

→

GMM: Attach Complete

Kun tiedot GMM:n kanssa on vaihdettu ja verkkoon kiinnittyminen on suoritettu onnistuneesti, niin suoritetaan RRC-yhteyden purkaminen. Tämä viestivirta RRC-yhteyden purkamisesta on esitetty ohessa.

MAC/RLC-kerros

←

L3

RRC Connection Release

→

RRC Connection Release Complete

→

RRC Connection Release Complete

→

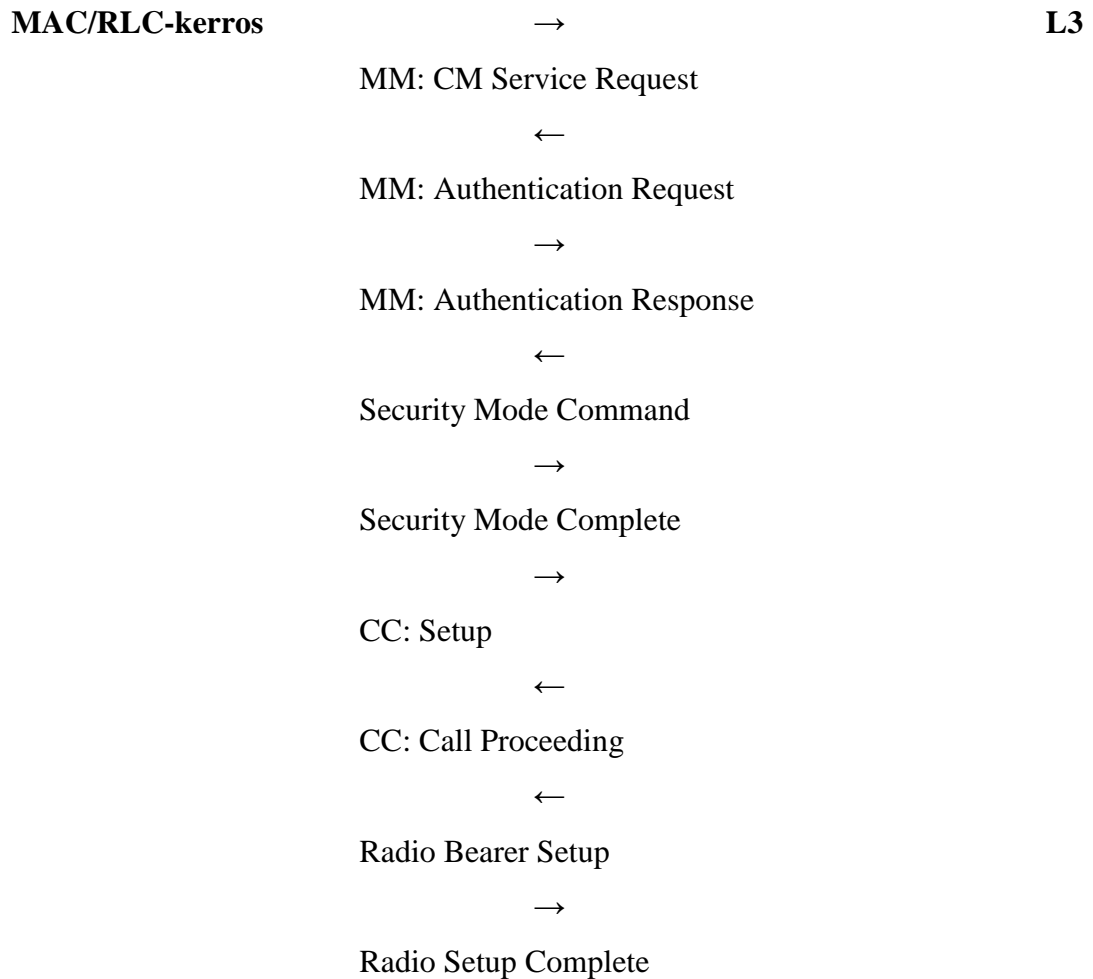
RRC Connection Release Complete

7.1.2 Puhelun aloitus

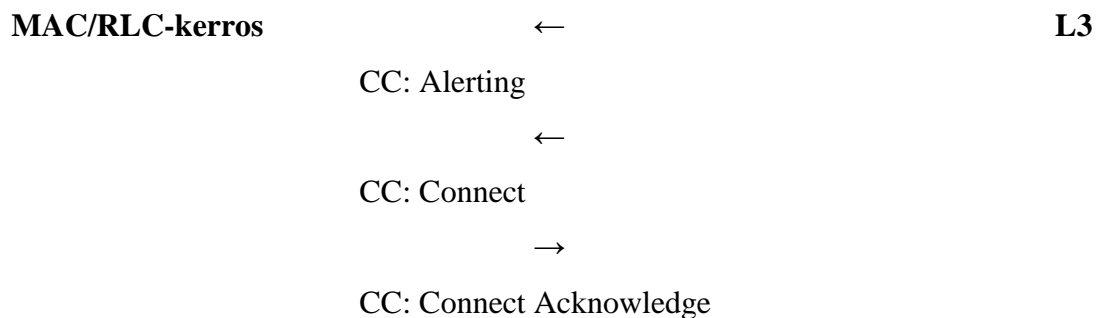
Kun päätelaite on kiinnittynyt verkkoon ja saavuttanut idle-tilan, niin seuraavana toimenpiteenä mittauksessa on puhelun aloitus. Puhelu toteutetaan siten, että käytettävissä olevasta Nokian N95 8GB –puhelimesta soitetaan prokolla-analysaattorissa kiinni olevaan handset-puhelimeen näppäilemällä numero 111, mikä on asetuksissa määritetty handset-puhelimen numeroksi. Seuraavaksi tarkastellaan puhelun aloituksen tapahtumia.

Ennen puhelun aloitusta päätelaite on idle-tilassa, jolloin sillä ei ole yhteyttä kolmannen kerrokseen. Kun puhelu aloitetaan, niin päätelaitteen ensimmäisenä toimenpiteenä on RRC-yhteyden muodostus.

Kun RRC-yhteys on luotu, niin seuraavaksi MAC/RLC-kerros lähettää palvelupyynnön kolmannelle kerrokselle. Tähän kolmas kerros vastaa lähettämällä viestejä, joiden avulla luodaan turvallinen yhteys päätelaitteelta verkkoon. Lopuksi, kerrosten välillä tapahtuu tiedonvaihtoa, joilla luodaan pohja tulevalle puhelulle.

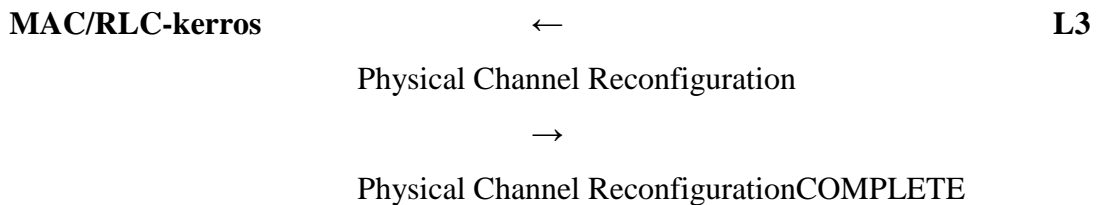


Saatua asetukset valmiiksi tulevaa puhelua, on seuraavana tapahtumana itse puhelu. Ensimmäiseksi, kolmas kerros varoittaa MAC/RLC-kerrosta tulevasta puhelusta. Sen jälkeen se lähettää yhteyspyynnön, johon MAC/RLC-kerros vastaa yhteyden vahvistusviestillä. Näin on saatu päätökseen puhelun aloitus –vaihe, minkä jälkeen tapahtuu kommunikaatio-vaihe, josta alkaa tehoarvojen seurailu kohti tulevaa handover-tapahtumaa.



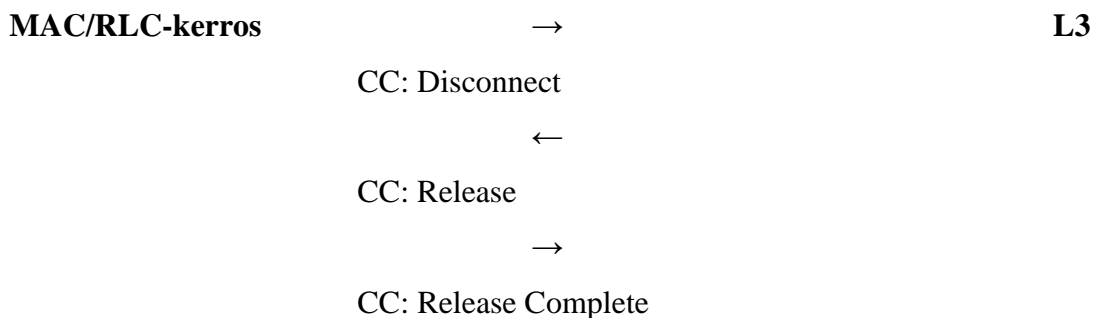
7.1.3 Hard handover

Kun puhelun kommunikaatio-vaihe on aloitettu, niin ohjelma alkaa tarkkailla kahden eri tukiaseman tehoarvoja. Lopulta, tukiaseman tehoarvon muuttuessa -20dBm:stä -40 dBm:ään, alkaa verkko valmistella tukiasemanvaihtoa siten, että verkko lähettää MAC/RLC-kerrokselle viestin, jossa ilmoitetaan fyysisen kanavan uudelleenkonfiguroimisesta. Tähän MAC/RLC-kerros vastaa vahvistamalla, että fyysisen kanavan uudelleenkonfigurointi on valmis. Samaan aikaan taustalla tapahtuu myös tiedonvaihtoa fyysisellä kerroksella, koska sen yhtenä tehtävänä on handover-tilanteiden hoitaminen. Tämän jälkeen puhelu jatkuu normaalisti.



7.1.4 Puhelun lopetus

Tukiasemavaihdon jälkeen, kun kaikki toimenpiteet handover-tilanteen suhteen on suoritettu, niin viimeisenä vaiheena on puhelun lopetus. Tämä vaihe aloitetaan niin, että puhelu suljetaan päätelaitteesta, jolloin MAC/RLC-kerros lähettää viestin verkolle yhteyden purkamisesta. Tähän verkko vastaa vahvistusviestillä, johon vielä MAC/RLC-kerros vastaa omalla vahvistusviestillä. Viimeisenä toimenpiteenä tapahtuu RRC-yhteyden purkaminen.



7.2 SMS-viesti kahden päätelaitteen välillä

Työ suoritettiin hyväksikäyttäen kahta Nokian N95-matkapuhelinta ja Anritsun MD8470A –prokolla-analysointia. Kuva 13 esittää tässä tehtävässä luotua mittausympäristöä.



KUVA 13. Mittausympäristö (MX847010A Couple-UE Network Simulator (CNS) Operation Manual)

Yhdeltä päätelaitteelta lähetettiin SMS-viesti toiselle päätelaitteelle. Ohjelman avulla tutkittiin, mitä lähetyksen aikana UMTS-verkossa tapahtuu ja minkälaisia protokollavirtoja verkon protokollapinon kerrokset toisilleen lähettävät. Toisin sanoen, tarkoituksena oli selvittää, mitä tapahtuu UMTS-verkossa lähetettäessä SMS-viesti yhdeltä päätelaitteelta toiselle. Seuraavassa alakappaleessa on tarkasteltu mittauksen tapahtumia SMS-viestin lähetyksen yhteydessä.

7.2.1 SMS-viestin lähetys

Ensiksi tapahtuu RRC yhteyden muodostus, jolloin radio-osan kerrosten välinen liikenne saadaan toimimaan. Seuraavana toimenpiteenä on turvallisen yhteyden muodostaminen verkkoon ja samalla varataan resurssit SMS-viestin siirtoa varten. Tämän jälkeen päätelaite on valmis siirtämään SMS-viestin.

MAC/RLC-kerros

→

L3

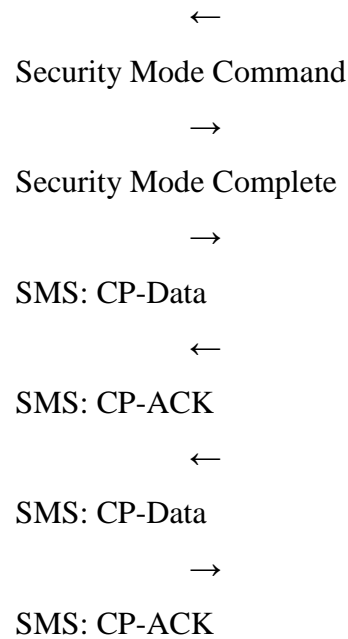
MM: Service Request

←

Authentication Request

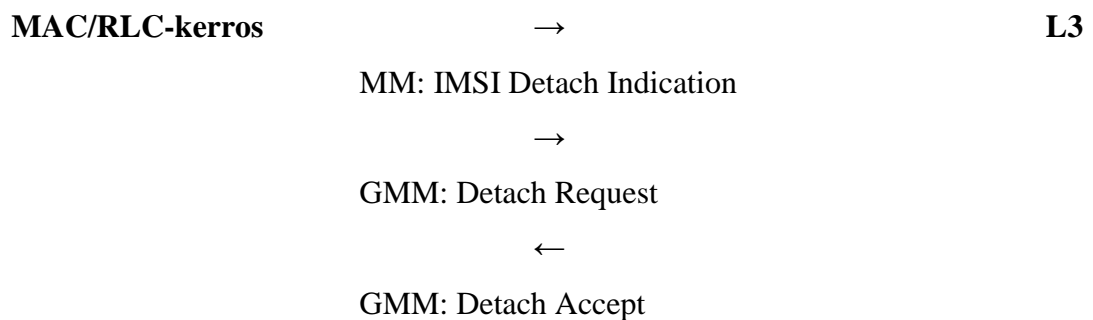
→

Authentication Response



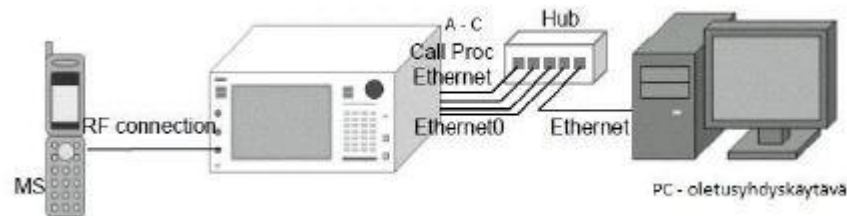
Kun viesti on lähetetty, niin puhelimet siirtyvät ohjelman Idle-tilaan eli päätelaitteiden välinen kommunikointi päättyy ja suoritetaan RRC-yhteyden vapautus. Viimeisenä vaiheena on puhelinten sulkeminen ja tämä tapahtuu siten, että ensin muodostetaan RRC-yhteys.

RRC-yhteyden muodostamisen jälkeen puretaan sekä piirikytkentäinen että pakettikytkentäinen yhteys verkkoon. Lopuksi vapautetaan RRC-yhteys saman toimenpiteen mukaan, kuten kappaleessa aiemmin on esitetty.



7.3 Pakettidatan siirto

Työ suoritettiin hyväksikäyttäen yhtä Nokian N95-matkapuhelinta ja Anritsun MD8470A –prokolla-analysointia. Kuva 14 esittää tässä tehtävässä luotua mittausympäristöä.



KUVA 14. Mittausympäristö (MX847010A Wireless Network Simulator (WNS) Operation Manual)

Mittauksessa suoritettiin pakettidatan siirto siten, että yhdeltä päätelaitteelta avattiin Tampereen ammattikorkeakoulun kotisivut (www.tamk.fi) ja, kun sivusto oli latautunut kokonaan päätelaitteelle, niin sen jälkeen mittaus lopetettiin. Tämän simulaation tavoitteena oli tutkia verkossa tapahtuvia protokollavirtoja, kun siirretään pakettidataa yhdellä päätelaitteella. Seuraavissa alakappaleissa on tarkasteltu mittauksen tapahtumia eri vaiheissa, joita ovat päätelaitteen käynnistys, pakettidatan siirto ja datansiirron lopetus.

7.3.1 Päätelaitteen käynnistys

Aluksi muodostetaan RRC-yhteys, minkä jälkeen tapahtuu taas tiedonvaihdot sekä MM:n että GMM:n kanssa. Näiden tiedonvaihtojen avulla saadaan luotua perusasetukset piirikytkentäistä ja pakettikytkentäistä yhteyttä varten.

MAC/RLC-kerros

→

L3

MM: Location Updating Request

→

GMM: Attach Request

←

MM: Authentication Request

→

MM: Authentication Response

←

Security Mode Command

→

Security Mode Complete

←

MM: Identity Request

→

MM: Identity Response

←

MM: Location Updating Accept

→

MM: TMSI Reallocation Complete

←

GMM: AuthenticationAndCipheringREQ

→

GMM: AuthenticationAndCipheringRESP

←

Security Mode Command

→

Security Mode Complete

←

GMM: Identity Request

→

GMM: Identity Response

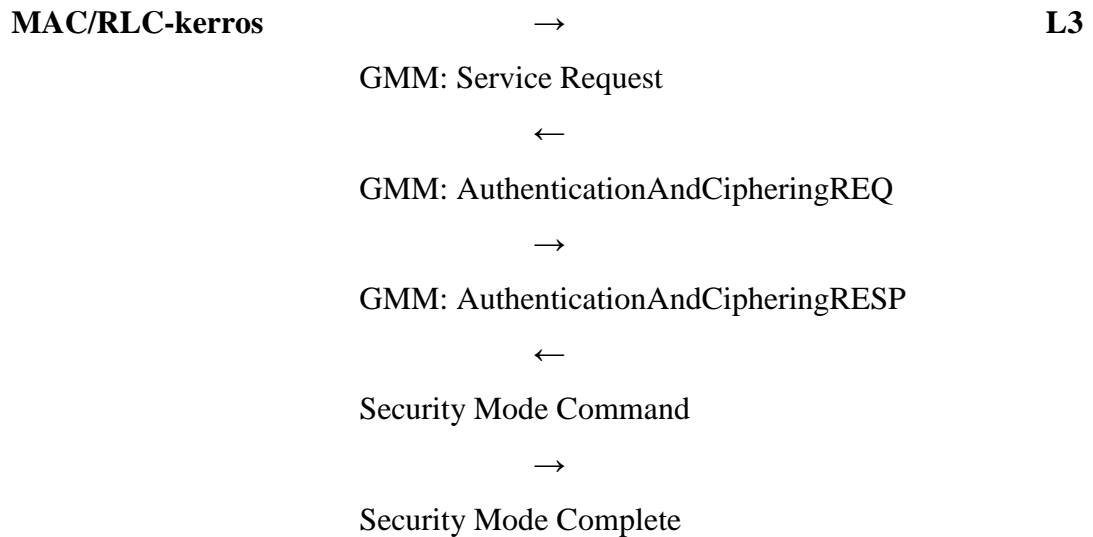
→

GMM: Attach Complete

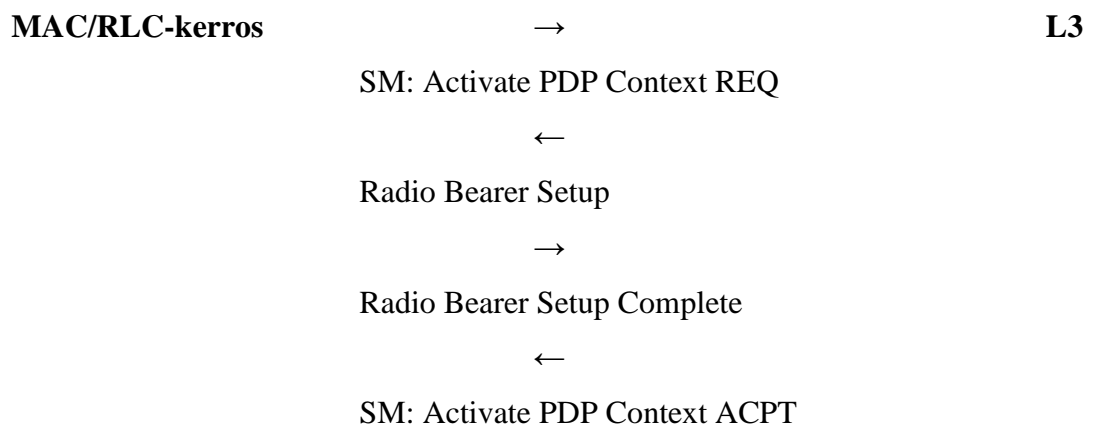
Lopuksi tapahtuu rekisteröimisvaiheessa RRC-yhteyden vapautus, kun tarvittavat toimenpiteet puhelin käynnistyksessä on suoritettu.

7.3.2 Pakettidatan siirto

Kun aletaan siirtämään pakettidataa, niin ensin muodostetaan RRC-yhteys, kun halutaan vaihtaa tietoja eri radio-osan kerrosten välillä. Sitten lähetetään palvelupyyntö, jonka tarkoitus on varata resurssit ja luoda turvallinen yhteys verkkoon pakettidatan siirtoa varten.



Kun datansiirtoa varten on saatu varattua resurssit ja muodostettua turvallinen yhteys verkkoon, niin on aika lähettää viesti, jossa pyydetään aktivoimaan datansiirto. Datansiirtoa ei kuitenkaan aloiteta välittömästi, vaan ensiksi luodaan asetukset myöhemmin tapahtuvalle datansiirrolle.



7.3.3 Datansiirron lopetus

Kun tarvittu datansiirto on tapahtunut, niin lähetetään viesti, jossa vapautetaan resurssit eli deaktivoidaan yhteys. Lopuksi vapautetaan RRC-yhteys, mikä tapahtuu samalla tavalla, kuten aikaisemmin on esitetty.

MAC/RLC-kerros

→

L3

SM: DeActivate PDP Context REQ

←

SM: DeActivate PDP Context ACPT

8 POHDINTA

Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) on kolmannen sukupolven matkaviestintäteknikka, joka kehitettiin vastaamaan yhä suurempia tiedonsiirtonopeuksia sekä mahdollistamaan langattoman verkon käytön aiempaa monipuolisemmin. UMTS-verkko käyttää radiorajapintana UTRANia, jonka tehtävänä on määrittellä tapa, jolla päätelaite kiinnittyy verkkoon. Koska UTRAN on vain radiorajapinta, niin toimiaukseen se tarvitsee lisäksi radiotekniikan, joka osaltaan mahdollistaa sen, että UTRANin luoma verkkokehys toimii. UTRAN käyttää radiotekniikkana W-CDMA:ta, joka käyttää 5 MHz:n taajuuskaistaa poiketen näin CDMA:ssa käytetystä 1 MHz:n taajuuskaistasta.

Anritsun MD8470A-protokolla-analysointilaitteisto on laite, jonka avulla voidaan luoda monipuolisesti erilaisia testejä 2G - ja 3G-verkoille. Laitteeseen on asennettuna valmiiksi erilaisia ohjelmistoja, joiden avulla voidaan tehdä mittauksia hyväksikäyttäen ääni-, video - ja pakettiyhteyttä.

Tämän työn päätarkoituksena on esitellä hieman UMTS-verkon taustoja eli mistä UMTS-verkko rakentuu ja miten verkko toimii erilaisissa tilanteissa. Näiden teoriatietojen pohjalta lähdettiin toteuttamaan mittauksia, joissa käytettiin hyödyksi Nokian N95 8GB -puhelimia, joita oli käytettävissä kaksi kappaletta. Lisäksi pakettidatan mittauksia varten käytössä oli tietokone ja keskitin, jonka avulla protokolla-analysointilaitteen signaaliyksiköt saatiin liitettyä samaan verkkoon tietokoneen kanssa.

LÄHTEET

- Chen, H. 2007. Next Generation: CDMA Technologies. Luettu 25.7.2012.
<http://www.scribd.com/doc/53379678/WileyTheNextGenerationCDMATech>
- Granlund, K. 2007. Tietoliikenne.
- Johnson, C. 2008. Radio Access Networks for UMTS: Principles and Practice.
- Kaaranen, H., Ahtiainen, A., Laitinen, L., Naghian, S. & Niemi, V. 2005. UMTS Networks, Architecture, Mobility and Services.
- Lehtelä, R. 2010. 3G-verkon simulointi, ANRITSU MD8470A. Tietotekniikan koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.
- Nourizadeh, S. UTRAN: Architecture Protocol and Procedure Overview. Luettu 20.7.2012.
<http://www.scribd.com/doc/61535818/58/RRC-Modes-Service-States>
- Penttinen, J. 2006. Tietoliikennetekniikka, 3G ja erityisverkot.
- Protocols.com. UMTS Family. Luettu 1.8.2012.
<http://www.protocols.com/pbook/umtsfamily.htm>
- Richardson, A. 2005. W-CDMA Design Handbook.
- Manuaalit:
- MX847010A Couple-UE Network Simulator (CNS) Operation Manual.
 CNS_V7.00_Manual_Eng.pdf.
- MX847015A Energy Management Test Simulator (ETS) Operation Manual.
 ETS_V1.00_Manual_Eng.pdf.
- MX847016A Multi-cell Network Simulator (MNS) Operation Manual.
 MNS_V1.00_Manual_Eng.pdf.
- MD8470A Signalling Tester Operation Manual.
 MD8470A_V11.00_Manual_Eng.pdf.
- MX847010A Wireless Network Simulator (WNS) Operation Manual.
 WNS_V7.00_Manual_Eng.pdf.

LIITTEET

Liite 1. Tuloste hard handover –mittauksesta ennen tukiasemavaihdosta

No.	PHY	MAC	RLC	TE	L3	BTS	Primitive	Channel	Message	Time
4558							RLC_TR_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:24.950
4559							MAC_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:24.950
4560						W2	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:24.960
4561						W2	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:25.040
4562							MAC_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.040
4563							RLC_TR_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.040
4564							RLC_TR_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.110
4565							MAC_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.110
4566						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:25.120
4567						W2	CPHY_OUTSYNC_IND	U DPCH 0		00:01:25.180
4568							RLC_TR_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.270
4569							MAC_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.270
4570						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:25.280
4571						W1	CPHY_SYNC_IND	U DPCH 0		00:01:25.300
4572						W2	CPHY_SYNC_IND	U DPCH 0		00:01:25.300
4573						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:25.360
4574						W2	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:25.360
4575							MAC_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.360
4576							RLC_TR_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.360
4577						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 3		00:01:25.420
4578						W2	PHY_DATA_IND	U DCH 3		00:01:25.420
4579							MAC_DATA_IND	U DCCH 1		00:01:25.420
4580							RLC_AM_DATA_IND	U DCCH 1	PHYSICAL CHANNEL ReconfigurationCOMPLETE	00:01:25.420
4581							MAC_DATA_REQ	D DCCH 1		00:01:25.420
4582							RLC_TR_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.430
4583							MAC_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.430
4584						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:25.440
4585						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 3		00:01:25.440
4586						W2	CPHY_RL_RELEASE_REQ	D DPCH 0		00:01:25.450
4587						W2	CPHY_RL_RELEASE_CNF	D DPCH 0		00:01:25.480
4588						W2	CPHY_RL_RELEASE_REQ	U DPCH 0		00:01:25.500

Liite 2. Tuloste hard handover –mittauksesta tukiasemavaihdon jälkeen

Anritsu - MXB47010A - 1

File Setup Simulation Monitor Trace View System Help

C:\Program Files\Anritsu\mx\MXB47010A\MNS\EXEobj\W01_G01_MNS.dll

No.	PHY	MAC	RLC	TE	L3	BTS	Primitive	Channel	Message	Time
4589						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:25.520
4590						W2	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:25.520
4591							MAC_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.520
4592							RLC_TR_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.520
4593						W2	CPHY_RL_RELEASE_CNF	U DPCH 0		00:01:25.530
4594						W2	CPHY_RL_RELEASE_REQ	D S_CCPCH 0		00:01:25.550
4595						W2	CPHY_RL_RELEASE_CNF	D S_CCPCH 0		00:01:25.580
4596							RLC_TR_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.590
4597							MAC_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.590
4598						W2	CPHY_TRCH_RELEASE_REQ	D S_CCPCH 0		00:01:25.600
4599						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:25.600
4600						W2	CPHY_OUTSYNCH_IND	U DPCH 0		00:01:25.610
4601						W2	CPHY_TRCH_RELEASE_CNF	D S_CCPCH 0		00:01:25.630
4602						W2	CMAC_CONFIG_REQ	D S_CCPCH 0		00:01:25.680
4603						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:25.680
4604							MAC_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.680
4605							RLC_TR_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.680
4606						W2	CMAC_CONFIG_CNF	D S_CCPCH 0		00:01:25.690
4607						W1	CPHY_RL_SETUP_REQ	D S_CCPCH 0		00:01:25.710
4608						W1	CPHY_TRCH_CONFIG_REQ	D S_CCPCH 0		00:01:25.740
4609						W1	CPHY_RL_SETUP_CNF	D S_CCPCH 0		00:01:25.740
4610							RLC_TR_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.750
4611							MAC_DATA_REQ	D DTCH 0		00:01:25.750
4612						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:25.760
4613						W1	CMAC_CONFIG_REQ	D S_CCPCH 0		00:01:25.770
4614						W1	CPHY_TRCH_CONFIG_CNF	D S_CCPCH 0		00:01:25.770
4615						W1	CMAC_CONFIG_CNF	D S_CCPCH 0		00:01:25.780
4616						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:25.840
4617							MAC_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.840
4618							RLC_TR_DATA_IND	U DTCH 0		00:01:25.840
4619						W2	CPHY_REFLEVEL_REQ	(00000000) 0		00:01:25.850

Jun2006_Rel6

W1 ↓Main ↑Main W2 ↓Main ↑Main

Liite 3. Tuloste SMS-viestin lähetyksen aloittamisesta

Anritsu - MX847010A - 1

File Setup Simulation Monitor Trace View System Help

C:\Program Files\Anritsu\soft\WNS\EXE\obj\W01_WNS.dll

No.	PHY	MAC	RLC	TE	L3	BTS	Primitive	Channel	Message	Time
430							RLC_AM_DATA_IND	U DCCCH 3	SMS: CP-DATA	00:01:43.480
431		←					MAC_DATA_REQ	D DCCCH 3		00:01:43.480
432	←					W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:43.490
433			←				RLC_AM_DATA_REQ	D DCCCH 3	SMS: CP-ACK	00:01:43.710
434		←					MAC_DATA_REQ	D DCCCH 3		00:01:43.710
435	←					W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:43.720
436			←				RLC_AM_DATA_REQ	D DCCCH 3	SMS: CP-DATA	00:01:43.810
437		←					MAC_DATA_REQ	D DCCCH 3		00:01:43.810
438		←					MAC_DATA_REQ	D DCCCH 3		00:01:43.810
439	←					W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:43.820
440						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:43.820
441		→					MAC_DATA_IND	U DCCCH 3		00:01:43.820
442	←					W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:43.830
443	→					W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:43.930
444		→					MAC_DATA_IND	U DCCCH 3		00:01:43.930
445			→				RLC_AM_DATA_IND	U DCCCH 3	SMS: CP-ACK	00:01:43.930
446		←					MAC_DATA_REQ	D DCCCH 3		00:01:43.930
447	←					W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:43.940
448		→				W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:43.950
449		→					MAC_DATA_IND	U DCCCH 3		00:01:43.950
450			←				RLC_UM_DATA_REQ	D DCCCH 0	ERC CONNECTION RELEASE	00:01:44.010
451		←					MAC_DATA_REQ	D DCCCH 0		00:01:44.010
452	←					W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:44.020
453		→				W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:44.120
454		→					MAC_DATA_IND	U DCCCH 0		00:01:44.120
455			→				RLC_UM_DATA_IND	U DCCCH 0	ERC CONNECTION RELEASE COMPLETE	00:01:44.120
456		→				W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:44.440
457		→					MAC_DATA_IND	U DCCCH 0		00:01:44.440
458			→				RLC_UM_DATA_IND	U DCCCH 0	ERC CONNECTION RELEASE COMPLETE	00:01:44.440
459		→				W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:44.770
460		→					MAC_DATA_IND	U DCCCH 0		00:01:44.770

Jun2006_Rel6

W1 ↓ Aux1 ↑ Aux1

Liite 4. Tuloste pakettidatan siirron aloittamisesta

No.	PHY	MAC	RLC	TE	L3	BTS	Primitive	Channel	Message	Time
441							MAC_DATA_REQ	D DCH 1		00:01:48.780
442							MAC_DATA_REQ	D DCH 1		00:01:48.780
443						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:48.790
444						W1	CPHY_RL_SETUP_REQ	D DPCH 0		00:01:48.800
445						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:48.800
446						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:48.810
447						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:48.820
448						W1	CPHY_TRCH_CONFIG_REQ	D DPCH 0		00:01:48.830
449						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:48.830
450						W1	CPHY_RL_SETUP_CNF	D DPCH 0		00:01:48.830
451						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:48.840
452						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 0		00:01:48.850
453						W1	CMAC_CONFIG_REQ	D DPCH 0		00:01:48.860
454						W1	CPHY_TRCH_CONFIG_CNF	D DPCH 0		00:01:48.860
455						W1	CMAC_CONFIG_CNF	D DPCH 0		00:01:48.870
456						W1	CPHY_RL_SETUP_REQ	U DPCH 0		00:01:48.900
457						W1	CPHY_RL_SETUP_CNF	U DPCH 0		00:01:48.930
458						W1	CPHY_TRCH_CONFIG_REQ	U DPCH 0		00:01:48.950
459						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 0		00:01:48.950
460							MAC_DATA_IND	U DCH 1		00:01:48.950
461						W1	CMAC_CONFIG_REQ	U DPCH 0		00:01:48.980
462						W1	CMAC_CONFIG_CNF	U DPCH 0		00:01:48.990
463						W1	CPHY_TRCH_CONFIG_CNF	U DPCH 0		00:01:48.990
464						W1	CRLC_CONFIG_REQ	D DTCH 3		00:01:49.010
465						W1	CRLC_CONFIG_CNF	D DTCH 3		00:01:49.010
466						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 1		00:01:49.840
467							MAC_DATA_IND	U DCH 1		00:01:49.840
468							RLC_AM_DATA_IND	U DCH 1	RADIO BEARER SETUP COMPLETE	00:01:49.840
469							MAC_DATA_REQ	D DCH 1		00:01:49.840
470						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 1		00:01:49.860
471							RLC_AM_DATA_REQ	D DCH 2	SM: ACTIVATE PDP CONTEXT ACPT	00:01:50.020

Liite 5. Tuloste pakettidatan siirron lopettamisesta

Anritsu - MXB47010A - 1

File Setup Simulation Monitor Trace View System Help

C:\Program Files\Anritsu\soft\wNSiEXE\obj\W01_WNS.dll

No.	PHY	MAC	RLC	TE	L3	BTS	Primitive	Channel	Message	Time
1127							RLC_AM_DATA_IND	U DCH 2	SM: DEACTIVATE PDP CONTEXT REQ	00:01:59.840
1128							MAC_DATA_REQ	D DCH 2		00:01:59.840
1129						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 1		00:01:59.860
1130							CTE_DISC_REQ	D DTCH 3		00:02:00.010
1131							CTE_DISC_CNF	D DTCH 3		00:02:00.010
1132							CTE_RELEASE_REQ	D DTCH 3		00:02:00.030
1133							CTE_RELEASE_CNF	D DTCH 3		00:02:00.030
1134							RLC_AM_DATA_REQ	D DCH 2	SM: DEACTIVATE PDP CONTEXT ACPT	00:02:00.050
1135							MAC_DATA_REQ	D DCH 2		00:02:00.050
1136						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 1		00:02:00.060
1137						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 1		00:02:00.240
1138							MAC_DATA_IND	U DCH 2		00:02:00.240
1139							RLC_UM_DATA_REQ	D DCH 0	RRC CONNECTION RELEASE	00:02:04.060
1140							MAC_DATA_REQ	D DCH 0		00:02:04.060
1141						W1	PHY_DATA_REQ	D DCH 1		00:02:04.100
1142						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 1		00:02:04.280
1143							MAC_DATA_IND	U DCH 0		00:02:04.280
1144							RLC_UM_DATA_IND	U DCH 0	RRC CONNECTION RELEASE COMPLETE	00:02:04.280
1145						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 1		00:02:04.600
1146							MAC_DATA_IND	U DCH 0		00:02:04.600
1147							RLC_UM_DATA_IND	U DCH 0	RRC CONNECTION RELEASE COMPLETE	00:02:04.600
1148						W1	PHY_DATA_IND	U DCH 1		00:02:04.920
1149							MAC_DATA_IND	U DCH 0		00:02:04.920
1150							RLC_UM_DATA_IND	U DCH 0	RRC CONNECTION RELEASE COMPLETE	00:02:04.920
1151						W1	CPHY_TRCH_RELEASE_REQ	D DPCH 0		00:02:04.940
1152						W1	CPHY_TRCH_RELEASE_CNF	D DPCH 0		00:02:04.970
1153						W1	CPHY_RL_RELEASE_REQ	D DPCH 0		00:02:05.000
1154						W1	CPHY_RL_RELEASE_CNF	D DPCH 0		00:02:05.030
1155						W1	CMAC_CONFIG_REQ	D DPCH 0		00:02:05.070
1156						W1	CMAC_CONFIG_CNF	D DPCH 0		00:02:05.080
1157						W1	CPHY_TRCH_RELEASE_REQ	U DPCH 0		00:02:05.100

Jun2006_Rel6

W1 ↓Main ↑Main