

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka

Tutkintotyö

Anssi Hakola

MOBILE CALL GENERATORIN KÄYTTÖÖNOTTO

Insinööri työ, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi insinööritutkintoa varten Tampereella helmikuussa 2007

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2007

Lehtori Ari Rantala
Nokia Networks, valvojana DI Jari Uusinoka

Tekijä:	Anssi Hakola
Työn nimi:	Mobile Call Generatorin käyttöönotto
Päivämäärä:	25.2.2007
Sivumäärä:	22 sivua ja 19 liitesivua
Hakusanat:	GSM, DX200, Mobile Call Generator
Koulutusohjelma:	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Tietoliikennetekniikka

Työn valvoja:	Lehtori Ari Rantala
Työn teettäjä:	Nokia Networks, valvojana DI Jari Uusinoka

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli rakentaa Nokia Networksin verkonhallintayksikön verkkoelementtien testaajien käyttöön Tampereelle kolme Mobile Call Generator- kokoonpanoa joilla voidaan automatisoida matkapuhelinverkon testausta. Mobile call Generator käyttää oikeita matkapuhelimia oikeassa puhelinverkossa ja sillä voidaan soittaa äänipuheluita, datapuheluita sekä lähettää tekstiviestejä.

Laboratoriossa verkkoelementtejä on useita ja niille tehdään jatkuvasti ohjelmistopäivityksiä, joiden toimivuutta testataan, joten pienikin apu testitapausten käynnistämisen automatisoinnissa ja aloittamisessa säästää aikaa itse testaukseen.

Lisäksi opinnäytetyön tuotoksena syntyi testaajien käyttöön ohje Mobile Call Generator- ohjelman käytöstä ja ohje GPRS:n toiminnallisuuden tarkastamisesta verkkoelementeiltä MML-käskyillä.

Mobile Call Generator mahdollistaa testauksen myös etänä. Testaaja voi tehdä testit omalta työpisteeltään, kotoa tai vaikka työmatkalta ulkomailta mikäli tarpeen. Ilman Mobile Call Generatoria testaus on suoritettava käsin laboratoriotiloissa.

Author:	Anssi Hakola
Name of the thesis:	Mobile Call Generator
Date:	25.2.2007
Number of pages:	22 pages and 19 appendices
Keywords:	GSM, DX200, Mobile Call Generator
Degree programme:	Computer systems engineering
Specialization:	Telecommunication engineering

Supervisor:	Lecturer Ari Rantala
Commissioning Company:	Nokia Networks, supervisor DI Jari Uusinoka

ABSTRACT

Subject of this thesis was to build up three Mobile Call Generator systems, which can be used to automatize testing of mobile networks. Thesis was made for Nokia Networks unit in Tampere. Mobile Call Generator uses real mobile phones in real mobile network. It is possible to make voice calls, data calls and send SMS's with Mobile Call Generator.

There are tens of network elements in the laboratory and their software is updated regularly for testing purposes and testing timetables are quite busy at times, so even small steps in test case start-up automatization saves time for testing itself.

Part of this thesis was to write a guide about Mobile Call Generator to testers who use it. Also another guide for was made about GPRS troubleshooting in mobile network elements with MML commands.

Mobile Call Generator makes remote testing possible. Testers can execute the test cases from his/hers post in work, from home or for example from business trip abroad, if needed. Without Mobile Call Generator test cases must be manually executed in laboratory.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö koostuu kolmesta eri osasta, joista tämä on opinnäytetyön julkinen osuus. Kaksi muuta osaa ovat Nokian käyttöön tehdyt ohjeet, jotka ovat salaisia 25.2.2012 saakka.

Tahdon kiittää Nokia Networksilta Jari Uusinokaa ja Kimmo Syrjälää mahdollisuudesta tehdä tämä työ.

Tampereella 25. helmikuuta 2007.

Anssi Hakola

LYHENNELUETTELO

2G	Toisen sukupolven matkapuhelinverkosta käytetty lyhenne. (<i>2nd generation</i>)
3G	Kolmannen sukupolven matkapuhelinverkosta käytetty lyhenne (<i>3rd generation</i>)
AT	Modeemin komentokieli
AuC	Tunnistekeskus. Verkkoelementti, joka sisältää tilaajittaisia tietoja käyttäjän tunnistamista varten. (<i>Authentication center</i>)
BSC	Tukiasemaohjain. Verkkoelementti, joka hallitsee tukiasemia. (<i>Base Station Controller</i>)
BSS	Tukiasemajärjestelmä. Verkkoelementtien kokonaisuus, johon kuuluvat BSC ja BTS. (<i>Base Station Sub-system</i>)
BTS	Tukiasema. Verkkoelementti, joka on yhteydessä MS:ään. (<i>Base Transceiver Station</i>)
CCITT	ITU:n alainen kansainvälinen telealan komitea. (<i>International Telegraph and telephone consultative committee</i>)
CI	GSM-verkon solun tunniste (<i>Cell Identification</i>)
DX200	Nokian digitaalinen matkapuhelinkeskus.
EIR	Laitetunnusrekisteri. Matkapuhelinverkon tietokanta, joka on tarkoitettu IMEI:n hallintaan. Sinne voidaan tallentaa tieto esim. varastetuksi ilmoitetuista matkapuhelimista. (<i>Equipment Identity Register</i>)
FDMA	Taajuusjakoinen monipääsytekniikka, jolla käyttäjille osoitetaan yhteiseltä taajuusalueelta oma kanava. (<i>Frequency Divided Multiple Access</i>)
GCR	Ryhmäpuhelurekisteri. Tietokanta, jossa on tietoja konferenssipuhelua varten. (<i>Group Call Register</i>)
GGSN	GPRS:n yhdyskäytäväsolmu, joka hoitaa liikennettä GPRS-verkon ja muiden verkkojen välillä. (<i>Gateway GPRS Support Node</i>)
GPRS	GSM-verkon pakettikytkentäinen datapalvelu, joka mahdollistaa pääsyn TCP/IP- ja x.25-verkkoihin. (<i>General Packet Radio Service</i>)
GSM	Toisen sukupolven digitaalinen matkapuhelinjärjestelmä (<i>Global System for Mobile Communications</i>)
HLR	Kotirekisteri. Matkapuhelinverkon verkkoelementti, joka sisältää pysyvät perustiedot verkon tilaajista. Esim. IMSI ja MSISDN on tallennettu HLR:ään. (<i>Home Location Register</i>)

IMEI	Matkapuhelimen laitetunnus, jonka perusteella matkapuhelin voidaan tunnistaa. (<i>International Mobile Equipment Identity</i>)
IMSI	Tilaajan kansainvälinen tunnus, joka koostuu maakoodista, kansallisen GSM-verkon tunnuksesta ja tilaajan tunnuksesta GSM-verkon sisällä. (<i>International Mobile Subscriber Identity</i>)
IP	Verkkokerroksen reitittävä protokolla. (<i>Internet Protocol</i>)
ISDN	Digitaalinen monipalveluverkko, joka tarjoaa digitaalisia yhteyksiä. (<i>Integrated Services Digital Network</i>)
ITU	YK:n alainen teleasioita hoitava järjestö. (<i>International Telecommunication Union</i>)
IWF	Matkapuhelinverkon osa, joka hoitaa eri laitteiden yhteensovittamista. (<i>Interworking Function</i>)
LAC	GSM-verkon aluekoodi. HLR:ään tallennetaan tieto missä LAC:ssa puhelin on (<i>Location Area Code</i>)
MAC	Protokolla, joka toimii linkkikerroksella. (<i>Media Access Control</i>)
MCC	IMSI-numeron maakoodi (<i>Mobile Country Code</i>)
MCG	Matkapuhelinverkon testauksen automatisointiin tarkoitettu ohjelmisto (<i>Mobile Call Generator</i>)
MMI	DX200-verkkoelementtien käyttöliittymä (<i>Man-Machine Interface</i>)
MML	DX200-verkkoelementtien hallintaan käytetty komentopohjainen kieli (<i>Man-Machine Language</i>)
MNC	IMSI-numeron GSM-verkon tunnus (<i>Mobile Network Code</i>)
MS	Matkapuhelin (<i>Mobile Station</i>)
MSC	Matkapuhelinkeskus. Verkkoelementti, joka välittää yhteydet muihin MSC:hin ja muihin televerkkoihin. (<i>Mobile Services Switching Centre</i>)
MSISDN	Verkon tilaajan kansainvälinen ISDN-numero, jonka avulla voidaan selvittää tilaajan kotirekisteri. (<i>Mobile Subscriber International ISDN Number</i>)
MSRN	Matkapuhelimelle VLR:ään annettu tilapäinen vaellusnumero, jota matkapuhelinverkko käyttää puhelimeen tulevien puheluiden reitittämiseen. (<i>Mobile Station Roaming Number</i>)
NSS	Matkapuhelinverkon keskusjärjestelmä, jonka tärkeimmät verkkoelementit ovat MSC, HLR ja VLR. NSS:n tärkein tehtävä on huolehtia puheluiden hallinnasta ja yhteyksistä muihin verkkoihin. (<i>Network Sub-system</i>)
OMU	DX200-verkkoelementin keskeinen yksikkö. (<i>Operations Maintenance Unit</i>)

OSS	Matkapuhelinverkon hallintajärjestelmä, jolla hallitaan verkon elementtejä. (<i>Operations Support System</i>)
PC	Henkilökohtainen tietokone (<i>Personal Computer</i>)
PCU	Paketinohjausyksikkö. GPRS:n vaatima yksikkö, joka lisätään BSS:n yhteyteen. (<i>Packet Control Unit</i>)
PIN	Matkapuhelimen SIM-kortin tunnusluku, jonka tarkoitus on ehkäistä väärinkäytöksiä. (<i>Personal Identification Number</i>)
PSTN	Yleinen kiinteä puhelinverkko (<i>Public Switched Telephone Network</i>)
RRM	Radioresurssien hallinta. Matkapuhelinverkon toiminto, jonka avulla hallitaan puheluiden tarvitsemia radioyhteyksiä. (<i>Radio Resource Management</i>)
SGSN	Operointisolmu. GPRS-verkon verkkoelementti (<i>Serving GPRS Support Node</i>)
SIM	Tilaajan tunnistusyksikkö. Matkapuhelimeen sijoitettava kortti, joka sisältää tilaajan tunnistamiseen tarvittavia tietoja. (<i>Subscriber Identity Module</i>)
SMS	Lyhytsanomapalvelu. Tekstiviesti, joka lähetetään sanomakeskuksen kautta. (<i>Short Message Service</i>)
TDMA	Aikajakoinen monipääsytekniikka, jossa eri käyttäjille tarkoitetut signaalit lähetetään samalla radiokanavalla eri aikaväleissä. (<i>Time Divided Multiple Access</i>)
TMSI	Matkapuhelintilaajan tilapäinen tunnus. VLR:n MS:lle osoittama tilapäinen tunnus. (<i>Temporary Mobile Station Identity</i>)
TRAU	Transkooderi-siirtonopeudensovitin. Yksikkö, joka vastaa puheen koodauksesta ja dekodauksesta ja datapuhelujen siirtonopeuksien sovittamisesta. (<i>Transcoding and Rate Adapter Unit</i>)
TRX	Lähetin-vastaanotin-yksikkö, joka sijaitsee BTS:ssä. (<i>Transmitter-receiver</i>)
TSSAPI	Nokian kehittämä ohjelmistopohja. (<i>Test and Service Solutions Application Programming Interface</i>)
USB1.1	PC:n liitäntä, jolla pystytään liittämään oheislaitteita tietokoneeseen, ja ne voivat toimia maksimissaan 12 MB/s:n nopeudella. (<i>Universal Serial Bus</i>)
USB2.0	USB1.1:stä kehittyneempi versio, jossa liikennöintinopeus on maksimissaan 480 MB/s. (<i>Universal Serial Bus</i>)
VLR	Vierailijarekisteri. Matkapuhelinverkon tietokanta, joka sisältää puhelujen välitykseen tarvittavat tiedot verkon alueella sijaitsevista tilaajista. (<i>Visitor Location Register</i>)
x.25	CCITT:n määrittelemä pakettivälitteinen protokolla.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	i
ABSTRACT	ii
ALKUSANAT.....	iii
LYHENNELUETTELO	iv
SISÄLLYSLUETTELO	v
1 JOHDANTO.....	1
2 GSM-järjestelmä.....	2
2.1 Yleistä.....	2
2.2 GSM-verkon rakenne	3
2.2.1 BSS	4
2.2.2 NSS	5
2.3 GPRS	6
2.3.1 GPRS-elementit.....	6
2.3.2 GPRS-päätelaite	8
2.3.3 Yhteyden muodostus	9
3 DX200-Järjestelmä	11
3.1 Hallinta	11
4 Mobile Call Generator	13
4.1 Ohjelman versiot	13
4.1 Yhteensopivat päätelaitteet.....	14
4.2 Laitteistovaatimukset.....	15
4.3 Laitteiston asennus	16
4.4 Mobile Call Generatorin käyttö.....	17
4.5 Käytetyt verkkoelementit	19
4.5 MCG:n ongelmat	20
5 Työn Arviointi	21
LÄHDELUETTELO	22
LIITTEET	
1. Mobile Call Generator in OSS	
2. GPRS Troubleshooting for OSS Tampere	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä matkapuhelinverkon testaukseen etäkäyttömahdollisuus Mobile Call Generator -nimisen ohjelman avulla (myöhemmin MCG). Työn tilaajana oli Nokia Networks Oy:n Tampereen osasto. Jaos, jolle työ tehtiin, tukee Nokian verkkoelementtien hallintatyökalun testaajia tekemällä elementeille ohjelmistopäivityksiä ja sopivia kokoonpanoja eri testitapauksiin.

MCG:t on tarkoitettu matkapuhelinverkon ja verkonhallinnan testaajien käyttöön. Eri elementeille tehdään ohjelmistopäivityksiä viikoittain ja elementtejä on useita kymmeniä. Sen vuoksi päätettiin tehdä kokoonpanot, joilla elementtien toiminnallisuus voitaisiin tarvittaessa testata suoraan työpisteeltä käymättä laboratoriotiloissa. Lisäksi MCG:t soveltuvat hyvin testauksen automatisointiin tapauksissa, joissa mittaustietoja täytyy kerätä pitkältä ajalta tai määrällisesti paljon.

Opinnäytetyössä kerrotaan, mistä MCG koostuu, mitä vaatimuksia sillä on ja kuinka se kootaan. Opinnäytetyön tuotoksena syntyy testaajien käyttöön kaksi eri ohjetta. Toinen MCG:n käytöstä ja toinen verkkoelementtien asetuksien tarkastamisesta, jotta MCG:ssä olevat puhelimet pääsevät haluttuun verkkoon ja niissä saadaan GPRS toimimaan. Ohjeet on tehty englanniksi, koska se on Nokian virallinen kieli.

Teoreettisella tasolla opinnäytetyössä tarkastellaan GSM-verkon ja GPRS:n periaatteita ja niiden käytännön toteutusta Nokian verkkolaboratoriossa. Lisäksi paneudutaan hieman DX200-verkkoelementtien periaatteisiin ja niiden hallinnassa käytettäviin komentoihin.

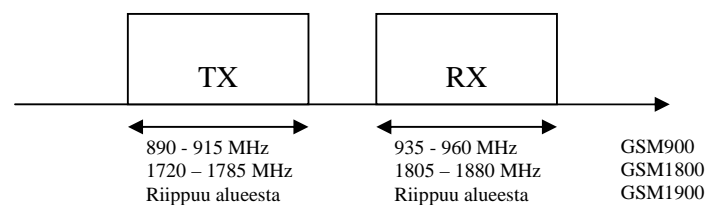
2 GSM-järjestelmä

GSM (*Global System for Mobile Communications*) on digitaalinen toisen sukupolven matkapuhelinjärjestelmä, jonka kehitystyö aloitettiin 1980-luvun alussa, kun haluttiin kehittää yhteinen matkapuhelinjärjestelmä korvaamaan eri maiden yhteen sopimattomat ja erilaiset järjestelmät. GSM tulee sanoista Global System for Mobile communications, ja se kuvaakin GSM:n nykyistä tilannetta varsin hyvin, sillä se on käytössä maailmanlaajuisesti.

2.1 Yleistä

GSM toimii usealla eri taajuusalueella. Alun perin järjestelmälle varattiin 900 MHz:n taajuusalueelta taajuudet 890–915 MHz uplink-suuntaan eli matkapuhelimelta tukiasemalle päin ja 935–960 MHz downlink-suuntaan eli tukiasemalta matkapuhelimelle päin. Myöhemmin taajuuksia lisättiin 1800 MHz:n taajuusalueelle ja 1900:n MHz taajuusalueelle Yhdysvalloissa. Kanavaväli on kaikissa järjestelmissä 200 kHz.

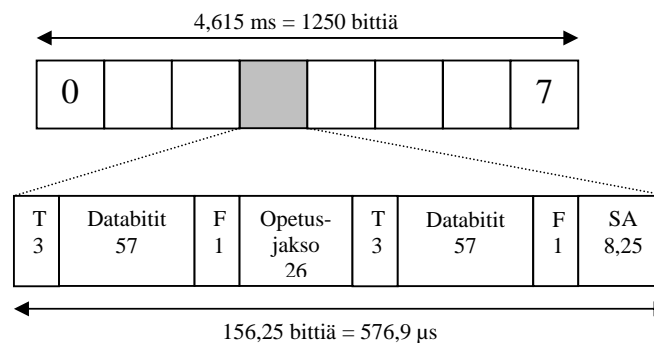
Taajuusalueiden ylimmät ja alimmat kanavat on varattu suojakanaviksi, joten GSM900:n taajuusalueet jakautuvat 124 FDMA-kanavaan (*Frequency Divided Multiple Access*) ensimmäisen kanavan ollessa uplink suunnassa taajuudella 890,2 MHz. GSM1800-järjestelmässä kanavien numerointi alkaa 512:sta, kanavia on 374 ja ensimmäinen kanava uplink-suunnassa on taajuudella 1710,2 MHz. /2, s.16; 8, s.136/



Kuva 1 GSM:lle varatut taajuusalueet

Jokainen FDMA kanava jaetaan kahdeksaan aikaväliin, joita kutsutaan TDMA-kehukseksi (*Time Divided Multiple Access*). Yhden aikavälin pituus on 576,9 µs, joka vastaa GSM:n modulointinopeudella (270,833 kbit/s) 156,25 bitin kesto. Näin ollen yksi TDMA-kehys kestää 4,615ms ja sisältää 1250 bittiä. Peruskehysten lisäksi on olemassa sen kerrannaisia. /6, s.137/

Matkapuhelin lähettää kolme aikaväliä vastaanottoa myöhemmin, jotta lähetys ja vastaanotto eivät häiritsisi toisiaan. Aikavälin sisältöä kutsutaan pusrkkeeksi. GSM:ssä on olemassa viittä erilaista pusrketyyppiä: normaali-, taajuuskorjaus-, synkronointi-, hajasaanti- ja täytepusrke. Kuvassa 2 on esitetty TDMA-kehys ja normaalipusrkeen sisältö, jossa T = häntäbitti, F = lippubitti ja SA = suoja-aika. /2, s.33/

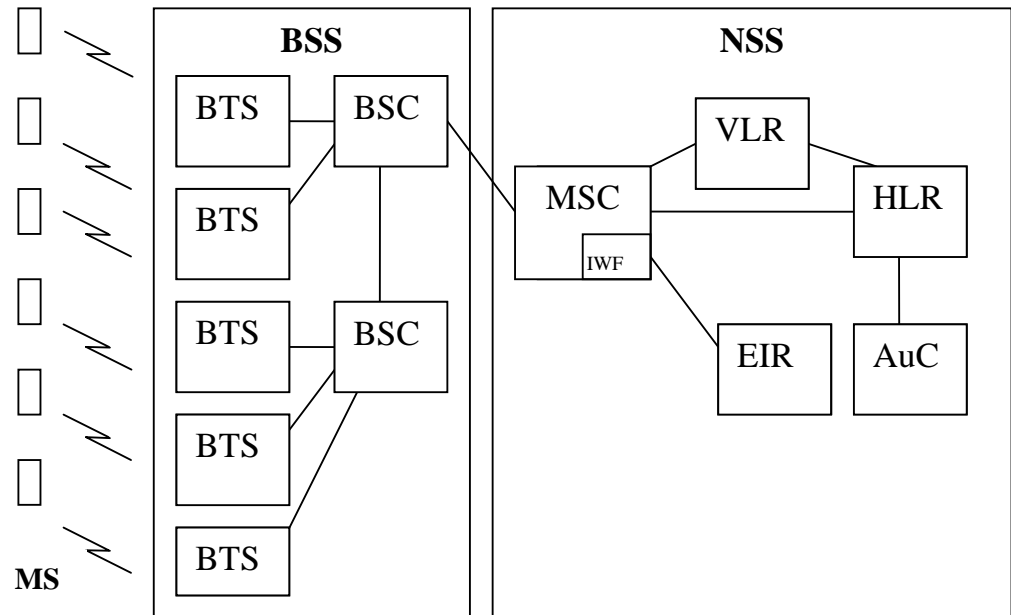


Kuva 2 GSM-järjestelmässä käytettävä TDMA-kehys ja normaalipusrkeen sisältö

2.2 GSM-verkon rakenne

GSM-verkon voi katsoa muodostuvan tukiasemajärjestelmästä, eli BSS:stä (*Base Station Sub-system*) ja keskusjärjestelmästä eli NSS:stä (*Network Sub-system*). Lisäksi on olemassa verkonhallintajärjestelmä eli OSS (*Operations Sub-system*), jolla BSS:ssä ja NSS:ssä olevia verkkoelementtejä voidaan hallita ja niiltä kerätä tietoa.

Kuvassa 3 on esitetty verkon arkkitehtoninen rakenne ja BSS- ja NSS-osioihin kuuluvat verkkoelementit.



Kuva 3 GSM-verkon rakenne /4, s.158/

2.2.1 BSS

Tukiasema eli BTS (*Base Transceiver Station*) ja tukiasemaohjain eli BSC (*Base Station Controller*) muodostavat kuvan 3 mukaisesti tukiasemajärjestelmän eli BSS:n. Lisäksi BSS:ään kuuluu TRAU (*Transcoding and Rate Adapter Unit*) eli transkooderi- ja nopeudensovitinyksikkö, joka tosin voi fyysisesti sijaita matkapuhelinkeskukessa. /6, s.122, s.128/

Tukiasemassa on lähetin-vastaanotin-yksikköjä eli TRX:iä (*Transmitter-receiver*), jotka ovat ilmarajapinnan kautta yhteydessä matkapuhelimiin eli MS:iin (*Mobile Station*). Yhdessä tukiasemassa voi olla useita TRX:iä. Vastaavasti yksi BSC voi hallita useaa BTS:ää. BTS:n tärkein tehtävä on välittää liikennettä MS:n ja BSC:n välillä. BSC:n tehtäviin kuuluu oman alueensa RRM:n (*Radio Resource Management*) eli radioresurssien hallinta. Se tarkoittaa esimerkiksi radiokanavien ohjausta, valvontaa ja kanavanvaihtoa eli handoveria MS:ltä saatujen signaalitasomittausten mukaan. /6, s.127-128/

2.2.2 NSS

NSS eli keskusjärjestelmä huolehtii puheluiden hallinnasta ja yhteyksistä muihin verkkoihin, kuten esimerkiksi yleiseen puhelinverkkoon, PSTN:ään (*Public Switched Telephone Network*). NSS:n verkkoelementeistä tärkein on matkapuhelinkeskus eli MSC (*Mobile-Services Swicthing Center*). MSC huolehtii paitsi puheluiden kytkemisestä oikeaan verkkoon, myös laskutus- ja muiden mittaustietojen keräämisestä. NSS-osaan kuuluvat myös HLR (*Home Location Register*) ja VLR (*Visitor Location Register*), jotka pitävät yllä tilaajarekistereitä; GCR (*Group Call Register*) eli ryhmäpuhelurekisteri ja IWF (*Interworking Function*). Jälkimmäinen hoitaa eri laitteiden, kuten datamodeemien, ISDN-nopeussovittimien (*Integrated Services Digital Network*) ja muiden piirikytkentäisten datansiirtolaitteistojen yhteensovittamista. IWF voi sisältää myös kaiunpoistolaitteistot.

Keskusjärjestelmään kuuluu lisäksi laitetunnusrekisteri EIR (*Equipment Identity Register*), jossa on puhelinten laitetietoja IMEI-numeron (*International Mobile Equipment Identity*) perusteella. EIR:n avulla voidaan esimerkiksi estää varastetulla puhelimella soittaminen. EIR ei ole välttämätön GSM-verkon toiminnan kannalta. Toinen elementti, joka ei ole välttämätön verkon toiminnan kannalta on tunnistekeskus eli AuC (*Authentication Centre*). Se sisältää tilaajan tunnistamiseen ja liikenteen salaamiseen liittyvää tietoa. EIR ja AuC ovat kuitenkin laajasti käytössä, vaikka ne eivät olekaan välttämättömiä.

Kotirekisteriin eli HLR:ään on tallennettu tilaajan tietoja. Esimerkiksi kansainvälinen ISDN-numero eli MSISDN (*Mobile Subscriber International ISDN Number*) ja IMSI-numero (*International Mobile Subscriber Identity*), GPRS-tilaajien (*General Packet Radio Service*) IP-osoitteet (*Internet Protocol*) ja käyttäjäprofiilit, tilaajan salausparametrit ja liittymän tyyppi löytyvät HLR:stä pysyvästi. Lisäksi HLR:stä löytyy muuttuvia tietoja, kuten se, minkä vierailijarekisterin eli VLR:n alueella matkapuhelin on. VLR:stä taas löytyy tarkka tieto siitä, missä matkapuhelin sijaitsee. Lisäksi VLR:stä löytyvät puhelimen MSISDN- ja IMSI-numerot ja puhelimen tilapäinen tunnus, TMSI (*Temporary Mobile Subscriber Identity*) sekä vaellusnumero, MSRN (*Mobile Station Roaming Number*). /6, s.129-132/

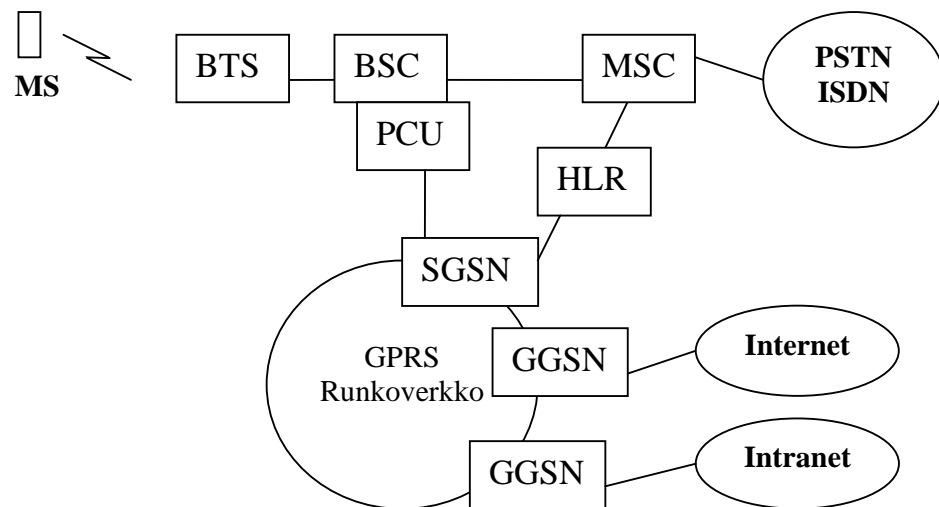
2.3 GPRS

GPRS on GSM-verkossa oleva pakettikytkentäistä tiedonsiirtomenetelmää käyttävä laajennus. Se toimii piirikytkentäistä tiedonsiirtoa paremmin palveluissa, joissa pienet viiveet ovat sallittuja. Tällaisia ovat esimerkiksi Internet-selailu ja sähköposti. /2, s.25/

2.3.1 GPRS-elementit

Arkkitehtorisesti GPRS-verkko toteutetaan liittämällä olemassaolevaan GSM-verkkoon muutamia uusia verkkoelementtejä kuvan 4 mukaisesti ja päivittämällä aiemmin käytössä olleita verkkoelementtejä. Tärkeimmät uudet elementit ovat SGSN (*Serving GPRS Support Node*) ja GGSN (*Gateway GPRS Support Node*).

Lisäksi verkkoon lisätään paketinohjausyksikkö, PCU (*Packet Control Unit*). Yleensä se sijaitsee BSC:n yhteydessä, mutta se voi olla myös runkoverkon laitetilassa. Muita uusia verkkoelementtejä ovat BG (*Border Gateway*) ja PTM-SC (*Point to Multipoint Service Center*). /6, s.160-161/



Kuva 4 GPRS-verkon arkkitehtuuri /6, s.161/

SGSN hoitaa tehtäviä samalla hierarkkisella tasolla kuin MSC. Piirikytkentäiset puhelut hoidetaan MSC:n kautta kuten ennenkin, mutta pakettikytkentäiset puhelut menevät SGSN:n kautta. SGSN:n tärkeimpiä tehtäviä ovat liikkuvuuden- ja yhteydenhallinta. SGSN hoitaa myös käyttäjän tunnistamisen ja yhteyden salaamisen. GPRS-yhteys on salattu välillä MS-SGSN. Muita SGSN:n tehtäviä voivat olla esimerkiksi laskutukseen liittyvien tietojen kerääminen.

SGSN tietää missä päätelaite sijaitsee solun tai reititysalueen tarkkuudella riippuen päätelaitteen tilasta. Lisäksi SGSN hoitaa päätelaitteen tunnistuksen ja yhteyden suojauksen, laskutus- ja tilastointitietojen keräämisen, lyhytsanomien välityksen sekä datan pakkauksen. /7, s.53-54/

GGSN hoitaa GPRS-runkoverkon yhteydet ulkopuolisiin dataverkkoihin. GGSN:n ja SGSN:n välillä on IP-pohjainen GPRS-runkoverkko. Ulkopuolisille verkoille GGSN näyttää IP-verkon reitittimeltä tai x.25-verkon solmulta. GGSN tietää MS:n sijainnin SGSN:n tarkkuudella, kun MS ja GGSN ovat standby-tilassa. Yhteen GGSN:ään voi olla kytkettyä useita SGSN:iä, ja GGSN kykenee reitittämään yhteyden usean SGSN:n kautta tarvittaessa. GGSN:n muihin tehtäviin voi kuulua esimerkiksi SGSN:n tapaan laskutustietojen kerääminen. GGSN pystyy esimerkiksi keräämään tietystä verkosta tulevan liikenteen määrän helposti laskutusta varten. /7, s.54-55/

Paketinohjausyksikkö eli PCU huolehtii BSS:n ja GPRS-runkoverkon välisistä yhteyksistä. Muita PCU:lle kuuluvia tehtäviä ovat esimerkiksi resurssien jako GPRS-käyttäjille ja verkkoon pääsyn valvonta.

BG reitittää paketteja operaattorin SGSN/GGSN:stä toisen operaattorin SGSN/GGSN:ään. BG:ssä on suojauksia ulkoisista verkoista tulevia tunkeutujia vastaan.

Pisteestä monipisteeseen keskus PTM-SC vastaa PTM-palveluista. Se on vastuussa esimerkiksi viestin maantieteellisestä reityksestä. /7, s.55/

2.3.2 GPRS-päätelaite

GPRS-päätelaite voi olla matkapuhelin tai tietokoneeseen asennettava datakortti, jossa on SIM-kortille (*Subscriber Identity Module*) paikka. Molempia ohjataan antamalla AT-komentoja. Esimerkiksi GPRS-yhteyden muodostus tietokoneen kautta tapahtuu ATD *99# -komennolla. Se syötetään soitto-ohjelman numerokenttään. Yhteyden katkaisu tapahtuu AT-komennolla AT+CGACT=0 ja GPRS-verkosta poistuminen komennolla AT+CGATT=0. Käyttäjän ei kuitenkaan näitä komentoja tarvitse itse antaa vaan päätelaite osaa itse kommunikoida verkolle käskyt. /6, s.116-117, s.170-171/

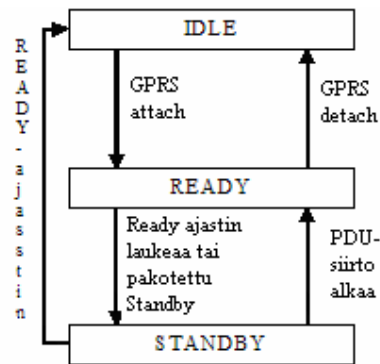
GSM/GPRS-päätelaitteet jaetaan kolmeen eri luokkaan seuraavasti:

- Luokka A: Päätelaite voi samanaikaisesti muodostaa piiri- ja pakettikytkentäisen yhteyden, jotka ovat molemmat aktiivisia. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että Internetin selaaminen onnistuu samanaikaisesti, kun puheyhteys on aktiivinen.
- Luokka B: Päätelaite voi muodostaa samanaikaisesti yhteyden piiri- ja pakettikytkentäisesti, mutta niistä vain toinen voi olla aktiivisena. Kun toista käytetään, toinen on odotustilassa.
- Luokka C: Päätelaite voi muodostaa vain piiri- tai pakettikytkentäisen yhteyden. Yhtä aikaa ne eivät voi olla kytkettynä. Tässä luokassa erikoistapauksena voi olla mahdollisuus ainoastaan pakettikytkentäiseen yhteyteen ilman GSM-yhteyksmahdollisuutta. Tällainen voi olla esimerkiksi PC:n GPRS-kortti.

GPRS päätelaite voi olla kolmessa eri tilassa. Ne ovat idle-, standby- ja ready-tilat. Idle-tilassa päätelaitteen ja SGSN:n välillä ei ole liikennettä ja SGSN ei tiedä missä MS sijaitsee. Päätelaite ei ole tällöin yhdistettynä liikkuvuudenhallintaan. MS kuitenkin tarkkailee verkkoa ja pitää solulistaa GPRS-soluvalintakriteerien perusteella. Ready- ja Standby-tilassa päätelaite on yhdistettynä liikkuvuudenhallintaan. Ready-tilassa SGSN tietää solun tarkkuudella päätelaitteen sijainnin ja standby-tilassa reititysalueen tarkkuudella. Mikäli se vaihtuu, päätelaite päivittää tiedon verkon suuntaan. /7. s.118-121/

2.3.3 Yhteyden muodostus

Kun GPRS-päätelaite muodostaa yhteyden verkkoon, se tekee ensimmäiseksi GPRS attachin, eli kertoo verkolle sijaintinsa ja olemassa olonsa. Tällöin päätelaite menee ready-tilaan. Seuraavaksi yhteys alustetaan, eli tapahtuu PDP (*Packet Data Protocol*) kontekstin aktivointi. Vastaavasti yhteyden lopuksi PDP konteksti puretaan ja tapahtuu GPRS detach. Päätelaite menee standby-tilaan, kun MS tai SGSN niin päättää ready-laskureidensa perusteella. Standby-tilaan mennään kun dataa ei siirry tiettyyn aikaan. Standby-tilassa päätelaite on kuitenkin vielä kytkettynä verkon liikkuvuudenhallintaan eli MS:n ja SGSN:n välillä on yhteys ja tästä päästään takaisin ready-tilaan. /7, s.127/



Kuva 5 MS:n liikkuvuudenhallinnan eri tilat. /7, s.119/

GPRS attachissa tapahtuu merkinantosanomien välitystä MS:n ja SGSN:n välillä. BTS ja PCU toimivat sanomien välittäjinä. GPRS attach tapahtuu joko CCCH-kanavalla (*Common Control Channel*) tai GPRS:n PCCCH-kanavalla (*Packet CCCH*).

GPRS attach voidaan yhdistää IMSI attach toimintoon, eli päätelaitteen käynnistymisen yhteydessä tapahtuvaan verkkoon rekisteröitymisessä, missä tilaajan tiedot tarkastetaan HLR:stä. GPRS-yhteyttä varten päätelaitteelle annetaan P-TMSI (*Packet TMSI*) numero, jota SGSN käyttää. Tilaajalle luodaan myös TLLI-tunniste (*Temporary Logical Link Identity*) GPRS-palveluiden kohdentamiseksi. TLLI muodostetaan käyttäen P-TMSI numeroa, tai ellei sitä ole, käytetään satunnaisnumeroa (*Random TLLI*).

GPRS attachin jälkeen tapahtuu PDP konteksin aktivointi. Sillä valitaan käytettävä protokolla GGSN:n ja ulkopuolisen verkon välillä. PDP konteksti sisältää mm. käyttäjän IP-osoitteen, IMSI-numeron, ja QoS-profiilin (*Quality of Service*) arvot. Kontekstin aktivoiminen voi tapahtua joko MS:n aloittamana (*Mobile Originated*) tai verkon aloittamana (*Mobile Terminating*). MS:n aloittamana aktivointi aloitetaan PRACH (*Packet Random Access Channel*) kanavalla pyytäen verkolta resursseja. Tämän jälkeen tarkistetaan käyttäjän oikeudet ja laiterekisterin tiedot sekä salataan lähetys SGSN:lle saakka. Tämän jälkeen varsinaisten datapakettien lähetys ja vastaanotto voi alkaa. SGSN voi lähettää dataa päätelaitteeseen kutsumatta, ja päätelaite voi lähettää SGSN:lle dataa milloin tahansa.

Yhteyden alustus voi tapahtua myös verkon aloittamana, mutta tämä on jätetty GPRS spesifikaatioissa vapaavalintaiseksi toiminnoksi, joten on laitevalmistajasta ja operaattorista riippuvaa, onko tämä ominaisuus käytössä. Tilanne, jossa tällainen yhteys olisi mahdollinen, on esimerkiksi yhteys Internetistä GPRS-päätelaitteeseen. Yhteyden purku tapahtuu joko MS:n, SGSN:n tai GGSN:n toimesta. Siinä looginen yhteys GPRS-verkon ja MS:n väliltä lopetetaan ja MS palaa valmiustilaan. /7, s.118-121, s.128-132/

3 DX200-Järjestelmä

DX200 on digitaalinen, reaaliaikainen ja sulautettu tietoliikennejärjestelmä. DX200- tuoteperheeseen kuuluu laaja valikoima tuotteita tietoliikennesolmuista välityssovelluksiin ja verkonhallintajärjestelmiin. DX200:n suunnittelu aloitettiin 1970-luvulla Televassa, josta tuli myöhemmin osa Nokiaa, tällöin DX200-arkkitehtuurista tuli Nokian tietoliikennejärjestelmien tuoteperheen runko. /6, s. 2/

DX200 on periaatteessa yleiskäyttöinen tietokonejärjestelmä, joka voisi toimia missä tahansa tehtävässä. Laitteisto ei millään tavalla rajoita sen käyttöä ainoastaan puhelinkeskuskäyttöön. /6, s. 48./

3.1 Hallinta

DX200-elementtejä hallitaan MML-komentokielellä (*Man-Machine Language*). Jotta komentojen syöttäminen olisi suhteellisen helppoa, operaattorin ja keskuksen välillä tarvitaan käyttöliittymää, MMI:tä (*Man-Machine Interface*). MML-komentokielessä käytetään valikkotekniikkaa ja keskustelumuotoista parametrien syöttöä, jotta käyttötoimintoja voidaan suorittaa tehokkaasti ja virheettömästi. MML-ohjelmat sijaitsevat OMU-tietokoneyksikössä (*Operations Maintenance Unit*).

MML-kieli on CCITT:n (*International Telegraph and telephone consultative committee*) määrittelemä kansainvälinen standardi, joka perustuu merkkipohjaiseen käyttöliittymään, jossa komennot ovat lyhyitä kirjainyhdistelmiä. DX200-järjestelmässä komennot on järjestetty hierarkkisesti kolmeen tasoon: komentoluokkaan, komentoryhmään ja komentoon. Komentoja annettaessa on käyttäjällä käytettävissään komentovalikko, opasteteksti ja avustava parametrien syöttöohjelma. Halutessaan käyttäjä voi antaa komennot myös suoraan, mikä on nopeampaa.

Esimerkiksi komento USC:OMU:TE:FCD; ajaa OMU-yksikön pakotetusti testitilaan. Kolme ensimmäistä kirjainta ovat siis itse komento. Tämän jälkeen

komennolle voi antaa vaihtelevan määrän erilaisia parametrejä, jotka otetaan huomioon komentoa suoritettaessa

Käyttäjän annettua komennon, MML-ohjelma kommunikoi prosessien kanssa sanomien välityksellä suorittaakseen annetun tehtävän. Suoritettuaan käyttäjän antaman käskyn, MML-ohjelma antaa käyttäjälle käskyn suorituksesta tuloksen tai virheilmoituksen jos komento oli virheellinen. /6, s.126-128/

```
BSC3i      DX220-LAB      2006-09-26  14:00:00

MAIN LEVEL

? ..... DISPLAY MENU
A ..... ALARM SYSTEM ADMINISTRATION
C ..... ROUTING STATE ADMINISTRATION
D ..... SYSTEM SUPPORT AND COMMUNICATION
E ..... CELLULAR RADIO NETWORK ADMINISTRATION
F ..... FRAME RELAY ADMINISTRATION
I ..... I/O SYSTEM ADMINISTRATION
N ..... SS7 NETWORK ADMINISTRATION
O ..... SUPPLEMENTARY SS7 NETWORK ADMINISTRATION
Q ..... O&M NETWORK ADMINISTRATION
R ..... ROUTING ADMINISTRATION
T ..... TRAFFIC ADMINISTRATION
U ..... UNIT ADMINISTRATION
W ..... SYSTEM CONFIGURATION ADMINISTRATION
Y ..... SYSTEM SUPERVISION
Z; .... END DIALOGUE/DESTINATION SELECTION (:)
```

```
MAIN LEVEL COMMAND <___>
< _
```

Kuva 6 DX220 BSC-elementin MMI-päävalikko

MMI:tä yksinkertaisempi käyttöliittymä on huoltopäätte, jota voidaan käyttää jos lähinnä toiminnan tarkkailuun, testaukseen ja vian hakuun. Huoltopäätteessä tarvittava laitteisto on minimaalista. DX200-elementtikin lataa vain tarpeelliset prosessit huoltopäätteen pyörittämiseksi. Tarvittaessa huoltopäätteessä voidaan ladata laajennuksia, joilla päästään esimerkiksi elementin kovalevyille korjaamaan viottuneita tiedostoja.

4 Mobile Call Generator /3/

Mobile Call Generator on Nokia Networksin sisäinen ohjelmisto, jonka avulla matkapuhelimia ja matkapuhelinverkkoja voidaan testata automatisoidusti. Alun perin MCG kehitettiin korvaamaan MAD-testityökalu. Päällimmäinen syy aikanaan uuden työkalun kehittämiseen oli saada ohjelmisto, jolla pystyttäisiin testaamaan Nokian uusimpia puhelinmalleja 3G-verkossa. MAD ei tähän pystynyt ja MCG:kään ei pysty vielä testaamaan kaikkia 3G-verkon ominaisuuksia, mutta ohjelmiston kehitystyö on koko ajan käynnissä ja jossain vaiheessa esimerkiksi HSDPA-puhelu tulee mahdolliseksi.

4.1 Ohjelman versiot

MCG:stä on kaksi sukupolvea, joista ensimmäisen kehittäminen on saatu päätökseen ja ohjelma on Networksilla käytössä. Toisen sukupolven MCG:tä kehitetään parhaillaan. Myös sen käyttäminen on jo mahdollista, mutta sen ominaisuudet ovat vielä hieman rajallisia, joten se ei vielä ole laajassa käytössä. Tulevaisuudessa toisen sukupolven MCG tulee korvaamaan ensimmäisen sukupolven laitteet, koska se on monipuolisempi erityisesti 3G-verkkojen ominaisuuksien testaamisessa.

Molempien versioiden käyttöliittymä on graafinen, mutta toisessa sukupolvessa se on suunniteltu käyttäjälle ystävällisemmäksi. Käyttäjän ei tarvitse selata valikoissa niin paljoa kuin ensimmäisen sukupolven MCG:ssä, vaan ohjelma osaa itse tarjota käyttäjälle sopivia valikoita. Toinen ero on ohjelmistopohja jonka päälle ohjelmisto on tehty. Ensimmäisen sukupolven MCG on tehty Phoenix-nimisen ohjelman päälle. Phoenix on Nokia Mobile Phonesin kehittämä ohjelmisto. Toisen sukupolven MCG on tehty Nokian TSS Communication API:n pohjalle (*Test and Service Solutions Application Programming Interface*). Kolmas merkittävä ero on testitapausten luominen ja testilogien kerääminen. Toisen sukupolven MCG:ssä niiden kerääminen ja tarkastelu on monipuolisempaa kuin ensimmäisessä. Käyttäjä pystyy esimerkiksi tarkastelemaan reaaliaikaisesti missä tilassa päätelaitteet ovat ja millä nopeudella esimerkiksi GPRS-data liikkuu. Toisen sukupolven MCG pystyy

myöhemmin ohjelmiston kehittyessä hallitsemaan 3G-puhelimia ensimmäisen sukupolven versiota paremmin. Esimerkiksi videopuheluiden soittaminen tulee mahdolliseksi, mikä ei onnistu ensimmäisen sukupolven MCG:llä.

4.1 Yhteensopivat päätelaitteet

Yksi MCG pystyy hallitsemaan maksimissaan 32 päätelaitetta. Ne liitetään datakaapelilla tietokoneen USB-porttiin (*Universal Serial Bus*). Koska päätelaitteita on useita, täytyy käyttää USB-hubeja, joiden kautta kaapelit kytketään. On suositeltavaa käyttää USB1.1 -hubeja ja -portteja mikäli mahdollista, sillä USB2.0 saattaa aiheuttaa ongelmia MCG:n toimintaan. MCG on suunniteltu hallitsemaan seuraavia matkapuhelinmalleja:

GSM:

- 5140
- 6200
- 6220
- 6230

WCMDA:

- 6280
- 6630
- 6650
- 6651
- 7600

MCG saattaa toimia myös muiden puhelinmallien kanssa joiltain osin, mutta edellä mainittujen puhelinten käyttö on suositeltavaa. Esimerkiksi joitain listan ulkopuolella olevia puhelinmalleja MCG pystyy ohjaamaan, mutta puhelinten maksimimäärä on pienempi kuin 32. Tulevaisuudessa tuettujen puhelinten määrä tulee kasvamaan.

4.2 Laitteistovaatimukset

MCG on normaali Windows-pohjainen ohjelma, joten sen käyttöön riittää tavallinen PC (*Personal Computer*). Mikä tahansa nykyaikainen PC on teholtaan MCG:lle riittävä. Laitteistovaatimukset ensimmäisen sukupolven MCG:lle ovat seuraavat:

- Käyttöjärjestelmä: Windows XP/2000 Pro/ME
- Prosessori: Pentium III 1,2GHz tai parempi
- 256MB tai enemmän keskusmuistia
- VGA-näytönohjain tai parempi.

PC:ssä täytyy olla Admin-oikeudet ja siihen täytyy asentaa Phoenix for NET ja Microsoft Framework 1.1.

Lisäksi Phoenix vaatii PC:n rinnakkaisporttiin PKD-1N donglen salausta varten. USB-kaapeleita varten tarvitaan ajurit, jotka voi ladata esimerkiksi Nokian Internet-sivuilta.



Kuva 7 PKD-1N dongle.

Toisen sukupolven MCG:n laitteistovaatimukset ovat muutoin samat, mutta muistin vähimmäismäärä on 512MB. Lisäksi Phoenix-ohjelma ja dongle ovat tarpeettomia, koska toisen sukupolven MCG:n ohjelmistopohja on TSS Communication API eikä Phoenix.

4.3 Laitteiston asennus

MCG-kokoonpanoja tehtiin tässä vaiheessa kolme kappaletta. Niissä käytettiin tavallisia HP-Compaqin PC:itä, joissa käyttöjärjestelmänä oli Windows XP. PC:t asennettiin liikuteltaviin kärryihin, joita tarpeen mukaan pystyy siirtämään laboratoritiloissa paikasta toiseen. Liikkuvuus on tärkeää, koska tukiaseman kentän laajuus laboratorio-olosuhteissa on maksimissaan joitain kymmeniä metrejä ja lähistöllä on useita kymmeniä muita tukiasemia. Päätelaite saattaa hypätä muiden tukiasemien verkkoon, mikäli signaali on huono. Kuhunkin PC:hen liitettiin 2 USB-hubia, joissa on paikat yhteensä 14 kaapelille. Tässä vaiheessa käyttöön otettiin 6 puhelinta per MCG. Tällä puhelinväärällä voidaan puhelimesta 2 laitetta soittamaan normaalia äänipuheluita, 2 lähettämään toisilleen lyhytsanomiam eli SMS:iä ja 2 puhelinta siirtämään GPRS-dataa. Käytännössä eri MCG:ssä olevien puhelinten määrä vaihtelee tarpeen mukaan.



Kuhunkin PC:hen asennettiin tarvittavat ohjelmat eli Phoenix for NET ja tätä varten kiinnitettiin PKD-1N dongle PC:n rinnakkaisporttiin. USB-kaapeleita varten asennettiin Nokian USB-kaapeliajurit, jotka voi ladata esimerkiksi Nokian Internet-sivuilta. MCG:stä asennettiin ensimmäisen sukupolven versio, koska asennusvaiheessa toisen sukupolven kehitystyö ei ollut edennyt vielä riittävän pitkälle ja siinä ei toimineet kaikki verkon ominaisuudet, joita tarvittiin, esim. GPRS ja SMS.

Microsoft Framework 1.1 koneissa oli asennettuna valmiiksi, samoin admin-oikeudet, joten niitä ei erikseen tarvinnut hakea.

Kuva 8 Esimerkki MCG-laitteistosta

Koneet kytkettiin laboratorioverkkoon ja niille varattiin sieltä kiinteä IP-osoite verkkokortin MAC-osoitteen (*Media Access Control*) perusteella. Tämän perusteella onnistuttiin luomaan etäyhteys omalta työpisteeltä Windows XP:n remote desktop-ohjelmaa käyttämällä.

MCG:tä varten tilattiin Nokian 6630 Charlie-puhelimia ja niihin BL-5C-akut, ACP-12E-pikalaturit ja DKU-2 USB-datakaapelit ja CR-1-autotelineet. SIM-kortit puhelimiin oli jo valmiiksi. Charlie-puhelimiin päädyttiin, koska ne toimivat sekä 2G- että 3G-verkoissa. Tässä vaiheessa puhelimet tulisivat ainoastaan 2G-verkkoon, mutta tulevaisuudessa ne on mahdollista siirtää 3G-verkkoon.

Uusia SIM-kortteja otettiin käyttöön tässä vaiheessa 12 kappaletta 53-sarjasta. Niiden IMSI-numerot olivat välillä 262035311110100 - 262035311110111. Loput SIM-kortit otetaan myöhemmin muista sarjoista. Puhelimista kytkettiin PIN-koodin (*Personal Identity Code*) kysely pois käytön helpottamiseksi ja niihin asennettiin Nokian Field Test-ohjelma, jonka avulla puhelimia voidaan hallita.

Lisäksi puhelimiin määriteltiin Nokian testiverkon GPRS-asetukset. Field Test ohjelmalla puhelimet voidaan esimerkiksi asettaa GSM-verkossa tietylle kanavalle ja 3G-verkossa puhelimiin voi määrittää taajuuden ja hajotuskoodin. Lisäksi ohjelmalla näkee signaalitasomittauksia, naapurikanavat ja verkon parametrejä kuten MCC (*Mobile County Code*), MNC (*Mobile Network Code*), LAC (*Location Area Code*), CI (*Cell Identification*) ja GPRS-käytössä puhelimen IP-osoitteen.

4.4 Mobile Call Generatorin käyttö

MCG:n käyttöön paneudutaan tarkemmin liitteenä olevassa luottamuksellisessa *Mobile Call Generator in OSS* -liitteessä. Tässä jaksossa kerrotaan kuitenkin yleisellä tasolla millaisesta ohjelmasta on kyse.

MCG on käytöltään normaali Windows-pohjainen ohjelma. Siinä toimivat kaikki normaalit windowsin ominaisuudet, kuten copy ja paste. Ohjelman valikoista pystyy hallitsemaan MCG:hen liitettyjen päätelaitteiden määrää ja sitä kuinka monta USB-porttia on käytössä. Jos käytössä on useampi portti kuin päätelaitteita

on, MCG ilmoittaa, ettei se löydä kaikkia laitteita. Lisäksi valikoista voidaan määrittää MCG:lle HLR, jos halutaan, että se lukee päätelaitteille QoS-profiilin parametrit sieltä. Käytännössä on kuitenkin helpompaa syöttää arvot itse, koska käytössä on monia HLR:iä, eikä aina voi olla varma mikä HLR hoitaa käytössä olevan SIM-sarjan puheluita. QoS-profiilissa määritellään esimerkiksi minimi- ja maksiarvot GPRS-datan siirtonopeuksille, datapaketin koko ja eri virheensietoarvoja.

Testitapaukset luodaan erillisestä valikosta. Kun käyttäjä on valinnut minkä testin hän haluaa suorittaa, MCG antaa uuden valikon missä on testistä riippuen 2-10 parametriä mitkä käyttäjän tulee asettaa. Käyttäjä voi samanaikaisesti laittaa kaikki MCG:hen kytketyt puhelimet tekemään jotain. Mahdollisia testitapauksia ovat normaalin äänipuhelun soitto ja vastaanotto, tekstiviestin lähetys ja vastaanotto, GPRS-datan siirto uplink ja downlink suuntaan. MCG:llä hallittavia datansiirtoprotokollia ovat http ja ftp. Lisäksi PDP kontekstin aktivointi ja GPRS-attach/detach on mahdollista tehdä erikseen.

Ensimmäisen sukupolven MCG:llä pystyisi lähettämään 3G-verkossa MMS-viestejä. Tätä ei testattu, koska MCG-kokoonpanoilla tehdyssä testauksessa käytettiin tässä vaiheessa ainoastaan 2G-verkkoa.

Äänipuhelun testiasetuksissa määritetään soittava ja vastaanottava MS, puhelujen määrä, joka voidaan asettaa soittavalle ja vastaanottavalle MS:lle erikseen ja puhelun kiinteä kesto tai aikarajat, joiden puitteissa soittava tai vastaanottava MS katkaisee puhelun. Lisäksi voidaan määrittää puhelujen välissä oleva aika ja viive, jolla puheluun vastataan. Näillä asetuksilla verkkoelementeiltä voidaan saada mittaustietoja erilaisista puheluun liityvistä tilanteista. Esimerkiksi tilanne, jossa puheluun vastataan ja se kestää tietyn ajan, jonka jälkeen MS:t katkaisee puhelun yhtäaikaisesti. Säättämällä puhelun kesto satunnaiseksi tai vastaanottavalle MS:lle pienemmäksi, saadaan aikaan tilanne, jossa vastaanottava osapuoli katkaisee puhelun. Ja vastaavasti soittava MS saadaan katkaisemaan puhelu, jos sille on säädetty lyhyempi aika kuin vastaavalle MS:lle. Jos puhelujen määrä laitetaan vastaanottavalle MS:lle pienemmäksi, saadaan aikaan tilanne, jossa puheluun ei vastata.

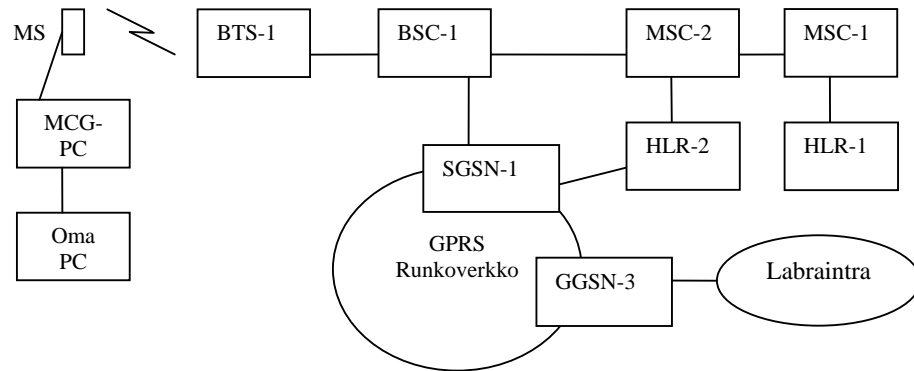
Tekstiviestiasetuksissa tarvitsee määritellä ainoastaan lähettävä ja vastaanottava MS, tekstiviestien määrä ja viestikeskuksen numero. Viestien lähetyksien välissä oleva aika on samoin määriteltävissä kuin äänipuhelussa.

GPRS-puhelua tehtäessä pitää aluksi määrittää access point, QoS-profiili ja PDP kontekstin ID, mikäli profiileita on useampi. Puhelujen määrä ja puhelujen välissä odotettava aika on samoin määriteltävissä kuin normaalissa äänipuhelussa. Kun nämä on määritelty, käyttäjä voi valita http- ja ftp-siirron välillä ja asettaa tarvittavat tiedot tiedostoille pääsemiseksi. Http-siirrossa voi esimerkiksi ladata MCG-tietokoneelle tiedoston http-palvelimelta. Ftp-siirrossa samoin, mutta siinä voi siirtää myös tiedoston MCG-tietokoneelta ftp-serverille päin. GPRS:lle on myös toinen valikko, jossa voidaan testata vain attach/detach prosessi eli tapahtuma, missä MS ilmoittaa verkolle olemassaolostaan ja sijainnistaan. Myös PDP kontekstin aktivointi eli GPRS-yhteyden alustus on mahdollista kokeilla yksittäisenä testinä.

MCG:llä onnistuu myös field test ohjelman parin tärkeän valikon käyttö, jolla puhelin saadaan oikealle taajuudelle sekä 2G- että 3G-verkossa. MCG:llä pystyy myös hallitsemaan puhelimen näppäimistöä ja näin tekemään ikään kuin manuaalisesti puheluita ilman, että on fyysisesti puhelimen läsnä. Myös puhelimen uudelleen käynnistäminen on mahdollista MCG:n avulla ilman, että puhelimeen tarvitsisi fyysisesti koskea.

4.5 Käytetyt verkkoelementit

Tässä vaiheessa MCG:n puhelimet päätettiin laittaa BSC-1 alaisuuteen BTS-1 radioverkkoon GSM900-taajuusalueelle. BSC-1:n SGSN:nä toimii SGSN-1. Tilaajatiedot luotiin HLR-1:een, jossa oli 53-sarjan asetukset jo valmiina. HLR-1:n MSC:nä toimii MSC-1. MSC-1:llä ja BSC-1:llä ei ole signointiyhteyksiä toisiinsa, vaan välissä on MSC-2 ja HLR-2. MSC:llä on keskenään signointiyhteydet. GPRS-verkon GGSN:nä toimii GGSN-3. Näillä elementeillä muodostui kuvan 9 kaltainen kokoonpano.



Kuva 9 Käytetyt verkkoelementit laboratoriossa.

4.5 MCG:n ongelmat

Työtä tehtäessä törmättiin muutamiin pieniin ongelmiin. Suurin ongelma on laboratorioympäristö, johon MCG:t rakennettiin. Siellä tehdään jatkuvasti verkkoelementteihin päivityksiä ja tämän takia verkko ei aina välttämättä toimi. Tilanne saattaa muuttua päivittäin, joten aina ei voi olla varma, että eilen toiminut kokoonpano olisi myös tänään käytettävissä.

Lisäksi täytyy tietää tarkasti mitkä elementit ovat kytkettynä toisiinsa, jos aikoo esimerkiksi vaihtaa puhelimeen SIM-kortin tai vaihtaa puhelimen toisen tukiaseman alaisuuteen. Osaan näistä ongelmista opinnäytetyön liitteensä olevasta GPRS troubleshooting guidesta löytyy apuja, mutta käyttäjällä täytyy silti olla perustieto verkossa olevista elementeistä.

Laboratorioympäristössä ongelmia aiheuttaa myös vierä vieressä olevat useat tukiasemat, jotka käyttävät suuren osan GSM900-taajuusalueesta, jonka takia puhelimet saattavat joskus hypätä väärälle kanavalle.

Toinen ongelma johon työtä tehtäessä törmättiin, oli tiettyjen Charlie-puhelimien yhteensopivuus MCG-ohjelmiston kanssa. Vaikka puhelimet olivat R&D mallia, ne eivät toimineet MCG kanssa kaikissa testitilanteissa. GPRS-datan siirrossa MCG:n ruudunpäivitys jäätyy, mutta testi itsessään toimii. Tuloksien tarkastelu ei vain ole mahdollista PC:n ruudulta. Tähän ongelmaan ei toimivaa ratkaisua löytynyt, joten näiden puhelimien käyttö, joissa ongelmia ilmeni, oli rajallista.

5 Työn Arviointi

Matkapuhelinverkon testaus on erittäin monipuolinen ja monia työvaiheita sisältävä prosessi. Mobile Call Generator soveltuu siinä joidenkin testitapausten automatisointiin erinomaisesti. Jos tarvitaan tietynlaista mittausdataa paljon, MCG on hyvä väline automatisoida testitapausten teko oikeassa verkossa oikeilla puhelimilla. Etäyhteys MCG:hen antaa mahdollisuuden tarkastaa testien eteneminen vaikka kotoa käsin, jos jättää MCG:n tekemään testejä yöksi tai viikonlopuksi.

MCG kokoonpanojen rakennus ja asennus sujui ongelmitta. Puhelinten verkkoon saamiseksi sen sijaan tarvittiin enemmän pohtimista. Mikä olisi sopiva BSC, jolla onnistuisi GPRS:n käyttö, ja olisi testaajien käytössä. Työssä päädyimme BSC-1:een, mutta tulevaisuudessa puhelimet ovat todennäköisesti myös muissa verkoissa muiden BSC:iden alaisuudessa. Tiettyjen Charlie-puhelinten kanssa esiintyneet ongelmat GPRS-puheluissa jäivät ratkaisematta, mutta ongelma voidaan kiertää käyttämällä muita malleja tai toimivia Charlie-puhelimia

Yhteistyö Nokian kanssa opinnäytetyön eri vaiheissa sujui ongelmitta ja sain hyvin apua tarvittaessa. GPRS-ohjetta tehdessä aluksi ongelmana oli rajallinen tieto verkkoelementeistä ja MML-kielestä, mutta ajan mittaan elementit tulivat tutummaksi ja erityisesti Kimmo Syrjälältä tulleet neuvot auttoivat ohjetta tehtäessä.

Opinnäytetyön tuotoksina syntyneet oppaat MCG:n käytöstä ja GPRS-asetusten tarkistamisesta ovat testaajien käytettävissä ja saatavissa ja niistä toivottavasti on ollut ja on hyötyä. Molemmat oppaat ovat luottamuksellisia ja niitä ei ole mukana opinnäytetyön julkisessa versiossa.

LÄHDELUETTELO

1. GSM System Training, Nokia 1998. 243 s.
2. Langaton Tiedonsiirto kurssimateriaali, Ari Rantala 2000
3. Mobile Call Generator - RAN-BTS Verification
<http://www2.connecting.nokia.com/net/imn/systemsca/ranver.nsf/document/ES336FHA6B?OpenDocument>
4. GSM System Training kurssimateriaali, Nokia 1998.
5. Silander, Simo, DX - Aapinen, johdatus DX 200 –ohjelmistotyöhön, Editia Oy. Helsinki 1999.
6. Penttinen, Jyrki, Perusverkot ja GSM, WSOY. Helsinki 2006. 234 s.
7. Penttinen, Jyrki, GPRS-tekniikka, WSOY. Vantaa 2001. 264 s.