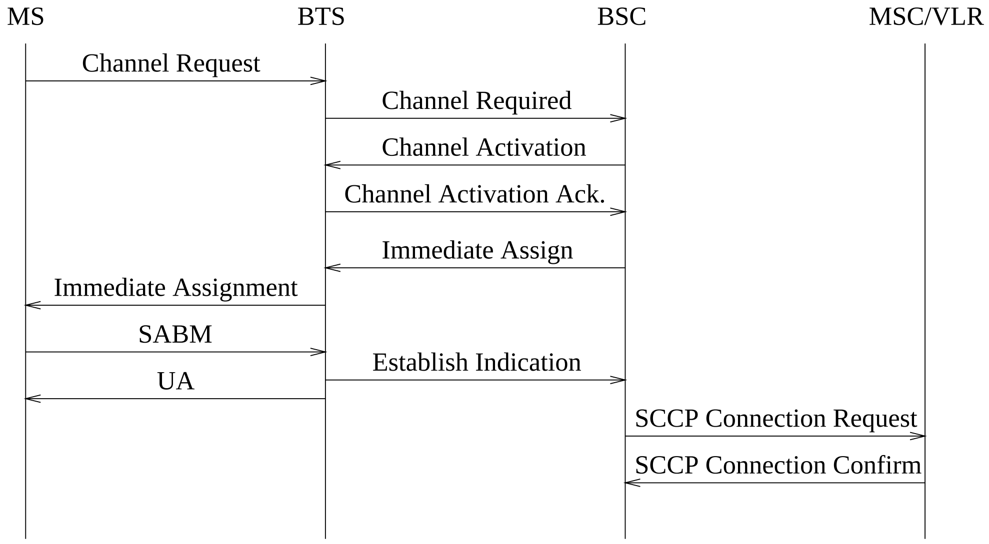
Tik-109.350 Televerkon signalointiprotokollat
Assignment 1

Henna Pietiläinen
45356D

T1. MO call

Draw a complete signaling diagram of mobile originated call establishment (from mobile to PSTN)

BSS (Base Tranceiver Station) sijaitsee kahden rajapinnan, Air ja A, välissä. Kun puhelu muodostetaan, MS:llä (Mobile Station) täytyy olla yhteys näiden kahden rajapinnan läpi ennen kuin puhelu voidaan muodostaa. MS aloittaa yhteyden luomisen lähettämällä 'Channel Request' -viestin. Tämä viesti sisältää syyn miksi signalointiyhteys tarvitaan BSS:n läpi. Tämän jälkeen BSC (Base Station Controller) myöntää signalointikanavan niin kutsutun A-bis -rajapinnan läpi. A-bis -rajapinta sijaitsee BTS:n ja BSC:n välissä. Kun signalointikanava on avattu A-bis -rajapinnan läpi, MS:ää pyydetään siirtymään signalointikanavalle Air -rajapinnassa. MS tiedottaa että se on signalointikanavalla, jonka jälkeen BSC alustaa A -rajapinnan, eli BSC pyytää SCCP-yhteyttä. Kun signalointiyhteys MS:n ja NSS:n välille on avattu, MS aloittaa muut signalointisarjat suorittaakseen alunperin ilmoittamansa tehtävän. (Kuva 1).



Kuva 1:

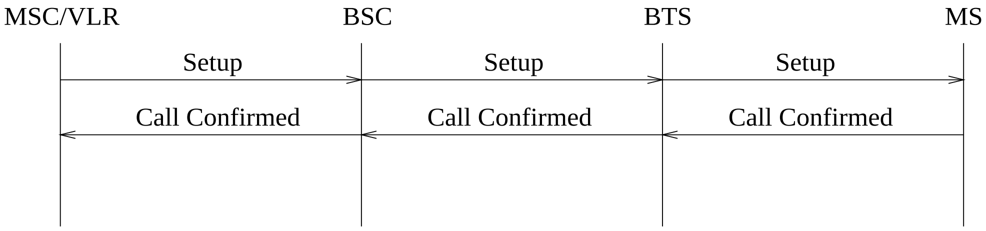
Lähde:

Tik-109.350 opetusmoniste vuodelta 1996, s.24

T2. MT call

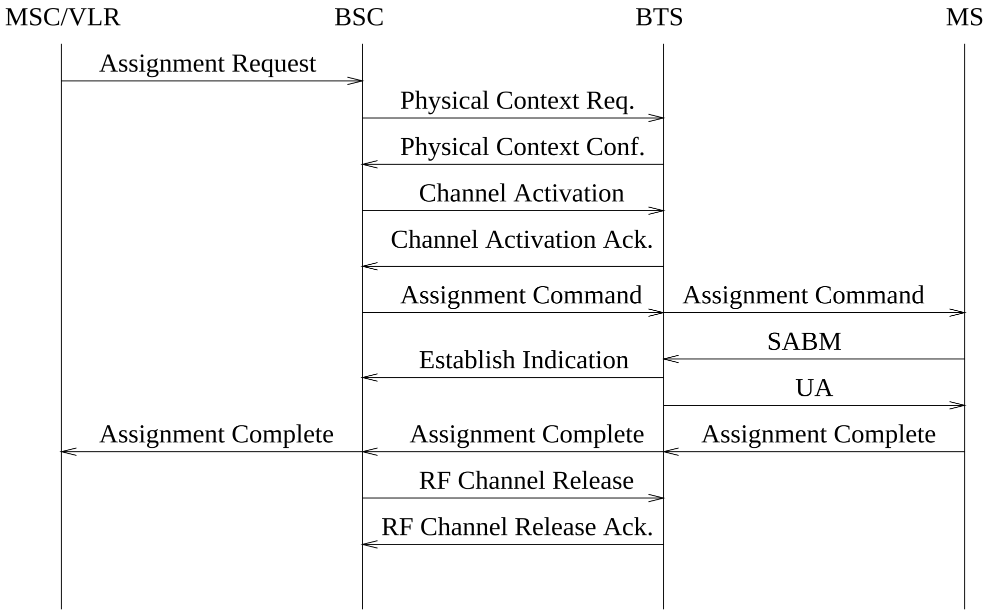
Draw a complete signaling diagram of mobile terminated call establishment (from PSTN to mobile)

Mobile Terminated Call:ssa MSC (Mobile Switching Centre) lähettää 'Setup' -viestin MS:lle kertoakseen MS:ää tulevasta puhelusta ja puhelun luonteesta. MS hyväksyy puhelun lähettämällä 'Call Confirmed' -viestin. (Kuva 2).



Kuva 2:

MSC myöntää liikennekanavan (traffic channel) BSS:n läpi tilaajalle B. (Kuva 3).



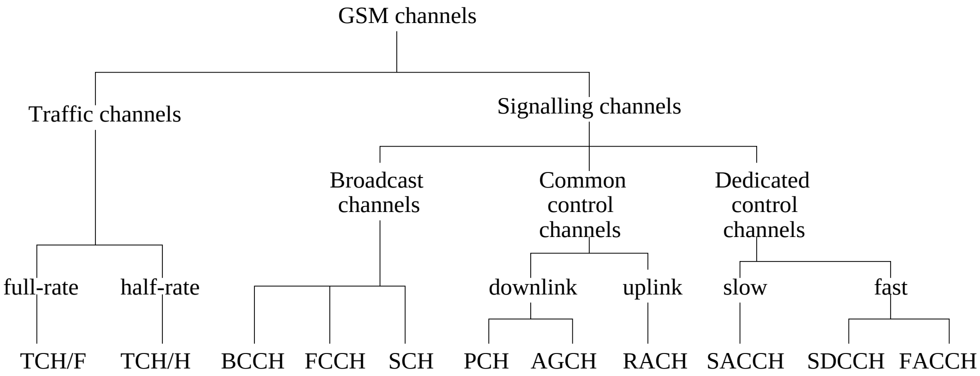
Kuva 3:

Lähde:

Tik-109.350 opetusmoniste vuodelta 1996, s.69-70

T3. Radio structure

Describe the GSM logical radio channel structure and functions of different traffic and signaling channels.



Kuva 4:

a) Eri liikennekanavien (traffic channel) rakenne ja tehtävät:

Full-rate -kanava (TCH/F): Kuljettaa käyttäjien dataa (puhetta ja dataa)

Half-rate -kanava (TCH/H): Kuljettaa käyttäjien dataa (puhetta ja dataa). Half-rate TCH:t kaksinkertaistavat järjestelmän kapasiteetin, jolloin kaksi puhelua voidaan välittää yhdessä kanavassa.

b) Eri signalointikanavien (signalling channels) rakenne ja tehtävät:

Broadcast-kanavat:
Broadcast-kanavat (BCH) kuljettavat tietoa vain tukiasemalta MS:lle eli ovat downlink-kanavia. Ne ovat vastuussa pääasiassa synkronoinnista ja taajuuskorjauksista. Tämä on ainoa kanavatyyppi jolla voidaan tehdä point-to-multipoint -kommunikaatiota, jossa lyhytsanomat voidaan samanaikaisesti välittää useaan matkapuhelimeen. BCH:t sisältävät seuraavat kanavat:

BCCH: Broadcast control -kanava (BCCH): BCCH-kanavia käytetään välittämään solukohtaista (cell specific) yleistä informaatiota, kuten Local Area Code (LAC), verkko-operaattori, listaa naapurisoluista jne. MS vastaanottaa signaaleja BCCH:n kautta monilta BTS:ltä, jotka sijaitsevat joko samassa verkossa tai eri verkoissa.

FCCH: Frequency correction -kanava (FCCH): FCCH-kanavat kulkevat vain tukiasemalta MS:lle (eli ovat downlink-kanavia). Niitä käytetään korjaamaan MS:n taajuuksia, sekä välittämään taajuusstandardeja MS:lle. FCCH-kanavia käytetään myös TDMA-aikaslottien synkronointiin.

SCH: Synchronization -kanava (SCH): SCH-kanavat kulkevat vain tukiasemalta MS:lle (eli ovat downlink-kanavia). Niiden kautta tehdään kehysten synkronointi (TDMA -kehysnumero) ja tukiaseman identifikointi. Onnistunut SCH -purskeen (burst) vastaanotto välittää MS:lle kaiken tarpeellisen informaation jotta se voi synkronoida BTS:n kanssa.

Common control -kanavat:
Common control -kanavat (CCCH): Ryhmä uplink ja downlink -kanavia MS:n ja BTS:n välillä. Näitä kanavia käytetään kuljettamaan informaatiota verkolta MS:lle ja mahdollistamaan yhteys verkkoon. CCCH:t sisältävät seuraavat kanavat:

PCH: Paging -kanava (PCH): PCH-kanavat kulkevat vain tukiasemalta MS:lle (eli ovat downlink-kanavia). BTS kertoo MS:lle tulevista puheluista PCH:n kautta.

AGCH: Access grant -kanava (AGCH): AGCH-kanavat kulkevat vain tukiasemalta MS:lle (eli ovat downlink-kanavia). BTS myöntää TCH:n tai SDCCH:n MS:lle, joiden avulla MS saa yhteyden verkkoon.

RACH: Random access -kanava (RACH): RACH-kanavat kulkevat vain MS:ltä tukiasemalle (eli ovat uplink-kanavia). Ne mahdollistavat sen että MS voi pyytää SDCCH:ta vastauksena pagetukseen tai puhelun takia. MS valitsee satunnaisen ajan lähettää tälle kanavalle. Tämä luo mahdollisuuden siihen että lähetys saattaa törmätä muiden MS:ien lähetysten kanssa.

Dedicated control -kanavat:
Dedicated control -kanavat (DCCH): Vastuussa mm. roamauksesta, handovereista, salauksesta jne. DCCH:t sisältävät seuraavat kanavat:

SDCCH: Stand-alone dedicated control -kanava (SDCCH): Kommunikaatiokanava MS:n ja BTS:n välillä. Käytetään signalointiin puhelun muodostusvaiheessa ennen kuin liikennekanava (TCH) on myönnetty.

SACCH: Slow associated control -kanava (SACCH): Kuljettaa jatkuvia mittausraportteja (esim. kenttien voimakkuuksista) rinnakkain TCH:n tai SDCCH:n operaatioiden kanssa. SACCH:ta tarvitaan mm. handover -päätösten teossa ja se myönnetään aina TCH:lle tai SDCCH:lle. SACCH:ta käytetään ei-kiireellisille proseduureille, mm. radiomittaus data, power control, timing advance jne, ja sitä käytetään aina rinnan TCH:n tai SDCCH:n kanssa.

FACCH: Fast associated control -kanava (FACCH): FACCH on samanlainen kuin SDCCH, paitsi että sitä käytetään rinnan TCH:n operaatioiden kanssa. Jos SACCH:n data-aste on riittämätön käytetään nk. "lainausmoodia". Tällöin lainataan lisää kaistanleveyttä TCH:lta. Näin tapahtuu viesteille jotka liittyvät puhelun muodostukseen, tilaajan autentikointiin, handover-päätöksien tekoon jne.

Lähde:

gsm.pdf s.16-20

T4. RLP

Explain the main functions of Radio Link Protocol (RLP). Between which elements it works. How it works with transparent and non-transparent data.

Kehykset sisältävät redundantteja bittejä, jotka mahdollistavat vastaanottajan havaitsemaan virheet. Tämä on repetation-when-needed virheenkorjausmenetelmän perusta, joista esimerkkinä on RLP-protokolla (Radio Link Protocol). RLP-protokolla toimii TAF:n (Terminal Adaptation Functions, sijaitsee Terminal Adaptorissa, joka taas on kiinni päätelaitteessa) ja IWF:n (Interworking Functions) välissä. IWF sijaitsee jossain MSC:n ja ulkoisen verkon välissä. Karkeasti sanoen käyttäjän datavirta jaetaan 200 bitin blokkeihin, joihin sekoitetaan redundanssia ja lähetetään vastaanottajalle 240 bitin kehyksissä. Kukin kehys numeroidaan. Kun vastaanottaja saa kehyksen, kehys tarkistetaan redundanttien bittien avulla. Jos kehys on oikeanlainen, vastaanottaja kuittaa vastaanoton käyttäen kehyksen numeroa. Jos kehys taas oli viallinen saa kehyksen lähettäjä negatiivisen viestin, jonka jälkeen lähettäjä lähettää kehyksen uudelleen. RLP on pohjimmiltaan linkkiprotokolla (link protocol), kuten ne protokollat joita käytetään signalointiviestien kuljettamiseen.

Transparent mode vain kuljettaa raakoja bittejä, eikä tee mitään olettamuksia siitä minkätyyppistä dataa kuljetetaan. Transparenttia moodia tarvitaan, koska joskus käyttäjät haluavat lähettää erikoista dataa, kuten 5-bittistä dataa, jne. Erikoisen datan lähettämistä halutaan kuitenkin tukea, koska on toivottavaa että GSM-verkossa voidaan välittää ihan minkä tyyppistä dataa tahansa. Transparent mode ei siis käytä virheenkorjausta, eikä siis myöskään RLP:tä.

Non-transparent mode käyttää GSM-spesifistä Radio Link Protocol (RLP) -protokollaa virheenkorjaukseen. Sillä saadaan korjattua rajallinen määrä virheitä lähettämällä numeroituja kehyksiä uudellen. Suuret häiriöt saadaan korjattua ilman että käyttäjä havaitsee ongelmaa. Vakavammat häiriöt aiheuttavat yhteyden katkeamisen. Non-transparent mode on tarkoitettu 8-bittiselle datalle. Muun tyyppisen datan kuljetus pienentää läpimenoa (throughput).

Lähteet:

Michel Mouly, Marie-Bernadette Pautet: The GSM System for Mobile Communications, s.169, 281-282 ja 150

http://www.psiondacom.com/knowledge/knfaq.htm

T5. IN services

Explain the purpose of the intelligent network (IN) service. Describe how IN service can be used with a) emergency service (call 112) b) operator service (call 118)

IN-palvelut alkoivat 1980-luvun alussa kun kävi ilmi etteivät senhetkiset järjestelmät olleet sopivia nopeaan, uusien palvelujen käyttöönottoon. Tämä johtui siitä että kukin kytkin (switch) piti uudelleenohjelmoida kun uusi palvelu otettiin käyttöön. Tämä taas väistämättä johti siihen että palveluita oli vain vähän tarjolla ja että verkot olivat hyvin valmistajariippuvaisia. Seurauksena tästä kytkentä (switching) ja palveluiden älykkyys piti erottaa.

CCITT:n tavoitteet uudelle IN-arkkitehtuurille ovat:

- IN:n pitää soveltua kaikkiin telekommunikaatioverkkoihin, sekä kapeakaistaisiin (narrow band) että laajakaistaisiin (broadband), pakettireititettäviin julkisiin dataverkkoihin, että mobiiliverkkoihin.
- IN:n pitää mahdollistaa palveluntarjoajien määrittää heidän omat palvelunsa, riippumatta laitteistontarjoajien tarjoamista palveluista.
- IN:n pitää mahdollistaa verkko-operaattoreiden varata toiminnallisuutta ja resursseja verkkoihinsa ja tehokkaasti hallita verkkojaan, riippumatta laitteistontarjoajien verkkokohtaisista ratkaisuista.
- IN-palvelut pitää aloittaa olemassa olevista verkoista.
- IN:n pitää kehittyä vastaamaan toteutuskokemuksiin, uusiin teknologisiin mahdollisuuksiin ja markkinoiden kehitykseen.

IN erottaa palvelukontrollin (service control) ja palveludatan (service data) tavallisesta puhelukontrollista (call control). Palvelukontrolli aktivoidaan 'trigger points' -kohdissa tavallisessa puhelussa.

Tämä tarkoittaa että palvelut voidaan kehittää tietokoneilla, jotka ovat riippumattomia verkon kytkimistä. Verkon kytkimet ovat vastuussa tavallisista puheluista ja yhteyskontrollista (connection control). Tämä antaa joustavuutta verkko-operaattoreille ja palveluntarjoajille, sekä mahdollisuuden tukea palveluita missä tahansa verkossa, joka tukee 'trigger points':eja.

IN voidaan laajentaa kontrolloimaan itse verkkoa, kuten hoitamaan kaikki UMTS-mobiilifunktiot (mobile functions). Mikä tahansa verkko, mikä tukee IN-palvelusettiä voi tukea helposti uusia palveluita, jotka käyttävät sitä samaa IN-palvelusettiä, jolloin verkkojen integrointi on helpompaa ja läpinäkyvää palveluiden käyttäjille.

IN-teknologia edistää uusien ja innovatiivisten palveluiden nopeaa käyttöönottoa. Tämä on suuri etu käyttäjille koska se tarjoaa heille palveluita, jotka muuten olisivat saatavilla vasta pitkän ajan kuluttua.

a) Emergency service (call 112)

Hätäpuhelut soitetaan valitsemalla 112, numero joka on valittu olemaan standardi hätänumero kaikissa Euroopan maissa. Kun Euroopassa soittaa numeroon 112 yhdistyy se lähimpään hätäkeskukseen.

b) Operator service (call 118)

Soitto numerotiedusteluun on esimerkki joustavaan laskutukseen perustuvasta palveluista, jotka ovat joko ilmaispuhelupalveluita tai lisämaksullisia palveluita (118 on lisämaksullinen palvelu). Puhelun reititys voi riippua esimerkiksi viikonpäivästä tai vuorokaudenajasta. Älykkään reitityksen lisäksi laskutus on ohjattava oikean suuruisena palvelun määrittelemään paikkaan joko A- tai B-tilaajalle tai jollekin kolmannelle osapuolelle. Maksu voidaan hoitaa myös etukäteen tai erilliseltä tunnuskohtaiselta tililtä, jolloin asiakas voi soittaa tunnusluvulla ilmaiseksi.

Yksinkertaisimmat, numeronmuunnokseen perustuvat palvelut voidaan toteuttaa älyverkkotekniikalla siten, että havaitessaan älyverkko-ohjausta tarvitsevan numeron SSP (Service Switching Point) pyytää SCP:ltä (Service Control Point) reititysohjeita.

Lähteet:

http://www.fen.bris.ac.uk/elec/UMPTIDUMPTI/data/deliverables/d07/body.html

http://keskus.hut.fi/opetus/s38116/1996/esitelmat/39435m/

T6. Paging

What is a paging group and for what it is used? How mobile knows to which paging group it belongs to?

Paging -kanava on jaettu alikanaviin. Matkapuhelimet on luokiteltu eri ryhmiin IMSI (International Mobile Subscriber Identity) -numeroiden mukaan ja kuuntelevat vain omalle ryhmälleen allokoitua paging -alikanavaa. Tätä kutsutaan Discontinuous Reception:ksi (DRX) ja sen tarkoituksena on vähentää virrankäyttöä matkapuhelimessa silloin kun mobiili on toimettomana.

Mobiililaitteiden jako ryhmiin perustuu kolmeen parametriin jotka broadcastataan BCCH:ssa. Ne ovat:

1. BS_CC_CHANS Määrittelee niiden fyysisten kanavien lukumäärän jotka tukevat CCCH:ta.
2. BS_AG_BLKS_RES Indikoi Immediate Assign -viesteille varattujen blokkejen lukumäärän jokaisessa CCCH:ssa.
3. BS_PA_MFRMS Osoittaa 51 TDMA-kehyksen multiframien määrän, joita käytetään paging-viestien kuljettamiseen mobiileille saman paging-groupin sisällä.

Mobiililaitteen tarvitsee siis vain kuunnella omaa paging-alikanavaansa oikeassa CCCH:ssa. Mobiilialite laskee tämän IMSI:nsä perusteella seuraavasti:

$$CCCH - GROUP(0...BS\_CC\_CHANS - 1) =$$
$$((IMSI \bmod 1000) \bmod (BS\_CC\_CHANS * n)) \operatorname{div} N$$
$$PAGING\_GROUP(0...N - 1) =$$
$$((IMSI \bmod 1000) \bmod (BS\_CC\_CHANS * n)) \bmod N,$$

missä mod tarkoittaa modulo-operaatiota ja div kokonaislukujen jakolaskua.

Lähteet:

http://www.item.ntnu.no/~palat/GSM/node37.html

http://peon.idt.unit.no/~palat/GSM/node37.html

T7. Supplementary services

Explain what are supplementary services? Give examples for each of the following supplementary services: a) call forwarding, b) barring of outgoing calls, c) advice of charge

Täydennyspalveluita tarjotaan telepalveluiden lisäksi ja ne sisältävät erilaisia palveluita kuten soittajan tunnistamisen, puheluiden siirron, puheluiden odottamisen, usean tilaajan keskustelupuhelut, puheluiden eston jne.

GSM täydennyspalvelut on suunniteltu lisäämään tuottavuutta. Ne ovat helposti aktivoitavissa ja helppokäyttöisiä. Lisäksi kaikki GSM-tilaajat voivat käyttää niitä.

a) Puheluiden siirto (Call forwarding)
Ohjaa puhelut mihin tahansa numeroon (GSM-puhelimeen tai tavalliseen puhelimeen). Erilaisia puhelunsiirtotyyppejä:

- Automaattinen kääntö kaikille tuleville puheluille
- Puheluiden kääntö jollei puhelimeen vastata
- Puheluiden kääntö kun puhelin on varattu
- Puheluiden kääntö kun verkko on rikki tai puhelin on pois päältä

b) Puheluiden esto (Barring of outgoing calls)
Puheluiden estolla voi estää joko tulevat tai lähtevät puhelut käyttämällä 4-numeroista estokoodia. Seuraavat puhelukategoriat voidaan estää:

- Kaikki lähtevät ulkomaanpuhelut
- Kaikki tulevat puhelut
- Kaikki tulevat puhelut roamattaessa

c) Veloitustiedote (Advice of charge)
Antaa käyttäjälle tietoa sen hetkisestä veloituksesta (soitettujen puheluiden määrä, puheluiden kesto, lähetettyjen lyhytsanomien määrä jne.)

Lähteet:

http://www.etisalat.co.ae/gsmpage.htm

http://kbs.cs.tu-berlin.de/~jutta/gsm/js-intro.html

http://www.comms.eee.strath.ac.uk/~gozalvez/gsm/gsm.html#6.3

T8. GSM radio

What are the differences between GSM variants: GSM 900, DCS 1800, PCS 1900. In which radio spectrum (uplink and downlink) are these three systems operating? Give one example for each, in which country each of these networks are used.

GSM-verkot toimivat kolmella eri taajuusalueella. Matkapuhelin ja SIM-kortti sen sisällä toimivat ainoastaan alueella joka käyttää samaa GSM-taajuutta. Eri GSM-taajuudet ovat:

- GSM 900 (kutsutaan myös GSM:ksi) - toimii 900 MHz taajuusalueella ja on yleisin Euroopassa käytetyistä GSM-taajuuksista.
- GSM 1800 (kutsutaan myös PCN:ksi (Personal Communication Network) ja DCS 1800:ksi) - toimii 1800 MHz taajuusalueella ja käytetään mm. Ranskassa, Saksassa, Sveitsissä ja Venäjällä.
- GSM 1900 (kutsutaan myös PCS:ksi (Personal Communication Services), PCS 1900:ksi, ja DCS 1900:ksi) - Ainoa taajuus jota käytetään GSM:lle USA:ssa ja Kanadassa.

	Uplink	Downlink	Esimerkkimaa
GSM 900	890 - 915 MHz	935 - 960 MHz	Tanska
GSM 1800	1710 - 1785 MHz	1805 - 1880 MHz	Ranska
GSM 1900	1850 - 1910 MHz	1930 - 1990 MHz	Kanada

Taulukko 1: Radiotaajuudet ja esimerkkimaat

Lähteet:

gsm.pdf s.13-14

http://www.gsmdata.com/roaming.htm

http://cellular.co.za/gsm_networks-d-i.htm

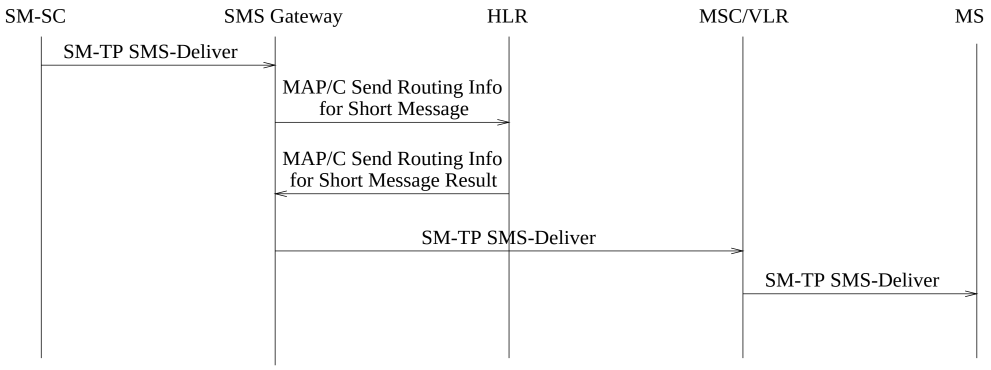
http://www.mobileoffice.co.za/gsm_networks-a-c.htm

T9. SMS

Draw a signaling chart, How mobile terminated short message is routed from the service center to the mobile?

Lyhytsanoma joka on osoitettu GSM-tilaajalle pitää ensin reitittää lähettäjältä lyhytsanomakeskukseen (Short Message Centre, SM-SC) ja sieltä varsinaiseen määränpäähän.

Kun SM-SC:llä on viesti lähetettävänä jollekin GSM-tilaajalle se rakentaa SM-TP SMS-DELIVER viestin, joka sisältää kaikenlaista informaatiota,



Kuva 5:

joista vastaanottaja hyötyy. Nämä tiedot sisältävät lähetetyn viestin (user content), lähettäjän identifikoinnin, sekä aikaleiman, joka kertoo milloin MS-SC sai viestin. Samalla lailla kuin Mobile Originating tapauksessa, SM-TP SMS-DELIVER -viesti pitää kuljettaa useiden rajapintojen kautta, käyttäen alempien kerrosten protokollia. Erityisesti kuljettamaan kuittaus takaisin SM-SC:lle.

Ennen kuin SM-TP SMS-DELIVER -viesti pääsee määränpäähänsä (MS:lle), sen reititys täytyy määrittää käyttäen MAP/C:n kyselyfunktioita (interrogation functions). Tämä tehdään seuraavasti: SM-SC välittää lyhytsanoman SMS-gatewaylle, johon palvelukeskus on kytketty. SM-SC valitsee SMS-gatewayn sen mukaan mille tilaajalle viesti halutaan lähettää, koska useimmiten gateway pystyy käsittelemään vain osaa tilaajista (esimerkiksi tietyn maan tai tietyn operaattorin tilaajia). Tilaaja identifioidaan hakemistonumeron mukaan (yleensä sama MSISDN (Mobile Subscriber International ISDN Number) kuin puhelimella), jonka sanoman lähettäjä on antanut. Tämä mahdollistaa sen että SMS-gateway voi identifioida oikean HLR:n ja kysellä siltä. Kyseleminen tapahtuu lähettämällä erikoisviesti, MAP/C SEND ROUTING INFO FOR SHORT MESSAGE -viesti. Tähän viestiin vastataan joko vastaavalla MAP/C SEND ROUTING INFO FOR SHORT MESSAGE RESULT -viestillä, joka sisältää sen MSC/VLR:n SS7-osoitteen, jossa tilaaja sillä hetkellä on, tai hylkäysviestin jos tilaaja ei ole tavoitettavissa sillä hetkellä. (Kuva 5).

Lähde:

Michel Mouly, Marie-Bernadette Pautet: The GSM System for Mobile Communications, s.560

T10. Connection between GSM phone and laptop

Describe at least three alternative communication methods how a GSM phone can be connected with a laptop computer.

Yleisin liityntä jota käytetään GSM-puhelimen ja kannettavan tietokoneen välillä on PCMCIA-kortti. Se on luottokortin kokoinen kortti. Markkinoilla on myös puhelimia jotka voidaan yhdistää kannettavaan tietokoneeseen tavallisen sarjaportin kautta (serial interface card). Molemmat liitynnät ovat yhtä luotettavia eikä niiden niillä ole merkittävää eroa loppukäyttäjän kannalta. PCMCIA-kortin etuna on kuitenkin se, että sen kautta voidaan käyttää useita erilaisia laitteita, kuten LAN-kortteja, vaihdettavia kovalevyjä jne.

Toinen mahdollinen liityntätapa on yhdistää GSM-puhelin kannettavaan tietokoneeseen infrapunamodeemin kautta (esim. Ericsson DI27 Infrared modem). Infrapunamodeemi on pienikokoinen, tehokas ja luotettava modeemi, joka käyttää hyväkseen infrapunavaloa välittämään dataa matkapuhelimen ja kannettavan tietokoneen välillä. Lisäksi niiden etuna on se ettei tiedonkuljetukseen tarvita kaapelia puhelimen ja kannettavan välillä.

Kolmas mahdollisuus liittää GSM-puhelin kannettavaan tietokoneeseen on radiolinkin kautta (esim. Bluetooth). Radiolinkki käyttää hyväkseen lyhyen kantaman radiolinkkiä vaihtamaan informaatiota matkapuhelimen ja kannettavan tietokoneen välillä.

Lähteet:

http://www.teleadapt.com/aus/nme/products.htm

http://www.geocities.com/TheTropics/Lagoon/5483/gsm.htm

http://www.mobileoffice.co.za/bluetooth.htm