

## Kont - 2011

### **Oppgave 1 - Mobilkommunikasjon**

a) *Vis hvordan en samtale fra en fasttelefon til en mobiltelefon i GSM settes opp.*

1. Fasttelefonterminalen sender nummeret til mobiltelefonen gjennom PSTN-nettverket og til GTW.
2. GTW sender routinginformasjon til HLR.
3. HLR sender IMSI til VLR og ber om å få routingnummeret.
4. VLR sender en acknowledgement til HLR med routingnummeret.
5. HLR sender en ack til GTW med routingnummeret.
6. GTW kan nå sette opp en samtale til MSC med routingnummeret.
7. MSC ber om TMSI (temporary mobile subscriber identity) fra VLR.
8. VLR sender en ack til MSC med TMSI.
9. MSC kan nå "page" MS med TMSI, og en linje mellom MS og telefonen i fastnettet er opprettet.

b) *Beskriv arkitekturen i GSM.*

- MS: Mobile station
- BTS: Base transceiver station støtter radiogrensesnittet i en enkelt celle.
- BSC: Base station controller kontrollerer flere BTS. Støtter signaladministrasjon, signalreformatting og aksessadministrasjon.
- MSC: Mobile-services controller kontrollerer flere BTS. Støtter handover mellom forskjellige BTS og er linken til PSTN.
- VLR: Visitor location register lagrer abonnentinformasjon ++
- HLR: Home location register lagrer telefonnummer gitt til bruker, SIM-identitet (IMSI), nettverksidentitet og location-area identitet.

c) *Hva er SIM (Subscriber Identity Module)? Hva er hovedhensikten med SIM? Gi eksempler på hvilken type informasjon modulen ellers kan inneholde.*

- SIM inneholder brukerens internasjonale identitet og er nødvendig for å fastsette hvilken HLR/HSS den hører til. Det ble bestemt at IMSI skulle kobles mot brukeren (vha SIM-kortet) og ikke terminalen.
- SIM inneholder krypteringsnøkkelen, autentiseringsalgoritmen og nøkkelen brukt i kryptering langs radiostien. Disse parameterne kan ikke bli lest eller modifisert vha eksterne kommandoer, og bidrar derfor mye til sikkerheten i mobile nett.
- Autentiseringsnøkkelen deles kun mellom SIM og AUC (sikker database som kun kan aksesseres fra HLR)

## **Oppgave 2 - Synkronisering**

a) *Hva er en fastlåst sløyfe? Hva brukes den til?*

- En fastlåst sløyfe (PLL) er en elektronisk innretning som brukes til bl.a. synkronisering, fartsmåling (Doppler radar), demodulering og filtrering.
- Den utjevner faseforskjeller og jitter i digitale signaler.
- Bruker tilbakekobling, dvs den tar utgangssignalet tilbake til inngangen, sammenlikner de to og endrer utgangssignalet som følge av dette.
- Består av en fasedetektor, et loop filter (kan være et følgefilter med integraleffekt eller et rent lavpassfilter) og en VCO (voltage controlled oscillator) som fungerer som den lokale klokken.

b) *Hvordan synkroniseres cellene i ATM?*

- HEC (header error control) byte nummer 5 i headeren og blir kalkulert av de 4 første headerbytes.
- HEC brukes som synkroniseringsord i ATM. Det at den blir kalkulert på bakgrunn av resten av headeren gjør at synkroniseringsordene er unike for hver celle.

c) *Hva menes med at et signal er isokront? Hva betyr det at to signaler er plesiokrone?*

- Et signal er kun isokront med seg selv.
- Tidsintervaller mellom signifikante hendelser er konstant.
- Et signal kan være isokront på bitnivå, ordnivå, frame-nivå etc.
- Alle digitale signaler er isokront på bitnivå. En signal som er isokront på f.eks. ordnivå betyr at ordene i signalet er like lange (f.eks. 8 bit.)

### **Oppgave 3 - Radiosystemer**

a) *Hva menes med at en satellitt er geostasjonær? Gi eksempler på systemer hvor geostasjonære satellitter benyttes. Hvor befinner den geostasjonære banen seg i forhold til jorden?*

- En geostasjonær satellitt beveger seg i en bane rundt jorden med en omløpstid på 24 timer. Den beveger seg i samme retning som jorden dreier, altså er den på samme geografiske punkt over jordoverflaten.
- Geostasjonære satellitter benyttes i de fleste kommersielle broadcast- og kommunikasjonsnettverk som f.eks. satellitt-TV.
- Den geostasjonære banen er 36000km over jordoverflaten. Den idéelle geostasjonære banen er sirkulær, men på grunn av gravitasjon fra diverse himmellegemer er den elliptisk.

b) *Hva er en radiolinje (radio relay) og hvordan brukes radiolinjer i telenettet?*

- En radio relay er et line-of-sight system. Signalet blir sendt fra en antenne til en annen vha smale radiosignaler.
- Radio relays er ikke et alternativ til fiber, men kan supplementere telenettet i terreng hvor det å legge ned fiber (eller andre fastlinjemedier) er for vanskelig eller for dyrt (fjell o.l.)
- Den enkelste radio relay antennen består av en parabol-tallerken, en mater og et horn, hvor hornet stråler signalet som en sfærisk bølge og tallerkenen paralleliserer bølgen slik at det blir en tynn signalstråle.
- Samme antenne kan motta å sende signaler.

c) Hva er prinsippet bak WiMAX?

- WiMAX bruker en basestasjon som sprer signalet over et stort område. Basestasjonen sender ut et signal i en sektor. Alle terminaler i line-of-sight innenfor denne sektoren vil motta signalet.
- Antennen på terminalsiden er en rettet antenne (for opplasting mot basestasjonen og mottak av signal)
- Kan være et alternativ til optisk fiber og ADSL.
- Nye aktører kan vha WiMAX bygge relativt billige aksessnettverk for bredbånd istedenfor å leie linjer fra åpne nett.
- Brukersiden har nokså like aksessmetoder som i WLAN (CSMA)

#### Oppgave 4 - Blandede emner

a) Svitsjing: forklar hvordan en tidssvitsj virker.

- En tidssvitsj forflytter kanaler mellom timeslots i det samme, multipleksede signalet.
- Hver fram i inputsignalet blir lagret, deretter leses ut-porten signalet i den rekkefølgen svitsjeinstruksjonen sier.

b) Multippel aksess: Forklar prinsippene bak de tre aksessmetodene "pure Aloha", "slotted Aloha" og CSMA og forklar hva som er forskjellen mellom dem.

- Disse tre aksessmetodene er random access teknikker.
- I pure Aloha sender kildene pakker når de er klare.
- Med pakkelengde T og trafikkintensitet  $\mu$  vil sannsynligheten for at paken ikke kolliderer være  $p = e^{-2T\mu}$
- Throughput blir altså  $S = \mu T e^{-2T\mu}$
- Pure Aloha brukes i INMARSAT
- I slotted Aloha deles kanalen inn i slots av lengde T.
- En pakke som blir klar til å sendes i en slot sendes i begynnelsen av neste slot.
- Sannsynligheten for at pakken ikke kolliderer vil nå være  $p = e^{-T\mu}$
- Throughput:  $S = \mu T e^{-T\mu}$

- Slotted Aloha brukes i GSM.
  - Aloha er et godt akksessalternativ i systemer med lang propogasjonstid.
- 
- I CSMA lytter kildene til kanalen før de sender (carrier sense), noe som kan forbedre ytelsen.
  - Det finnes flere forskjellige CSMA-teknikker. I 1-persistent CSMA sender kilden pakken hvis mediet er ledig. Hvis mediet er opptatt venter kilden til det blir ledig. For å forbedre dette bruker vi p-persistent CSMA. Her blir pakken sendt i første ledige slot med sannsynlighet p. Med sannsynlighet p-1 går kilden videre til neste slot og sender med sannsynlighet p hvis sloten er ledig (osv.) I non-persistent CSMA sender kilden med en gang hvis kanalen er ledig. Hvis den er opptatt venter den en random tid før den prøver igjen. Dette kan være "urettferdig" for noen kilder som må vente lenge. I IEEE 802.11 (WLAN) blir derfor nedtellingen av random tid stoppet når kanalen blir opptatt (collision avoidanec - CSMA/CA).
  - I CSMA/CD (collision detection) sender kilden som oppdager en kollisjon ut et jammingsignal og starter en back-off algoritme. Når en kollisjon skjer stopper transmisjonene.