

### Oppgave 1 Satellittsystem

- a) Hva er ekvivalent isotopt utstrålt effekt (EIRP) og hvordan svekkes radiosignalet som funksjon av avstanden fra senderen når det sendes ut fra en isotrop antenne? Svekkes signalet på en annen måte hvis det sendes ut fra en direktiv antenne med f. eks. 50 dB vinning? Forklar!

EIRP er den effekten senderen må sende signalet med hvis antennen hadde vært rundtrålende (sender like mye effekt i alle retninger).  $EIRP = \text{effekt generert i utgangsførsterker (i dB over f. eks 1 W)} + \text{antennevinning i dB}$ . Signalet svekkes som en funksjon av kvadratet på avstanden fra senderen og som kvadratet på frekvensen til signalet (omvendt proporsjonalt med kvadratet på bølgelengden).

Samme svekking fordi antennen samler signalet innenfor en kjegleformet stråle hvor også arealet til endeflaten øker proporsjonalt med kvadratet på avstanden. Antennevinningen er forholdet mellom kulens totale areal og endeflatens areal.

- b) Hvordan roterer en geostasjonær satellitt rundt jorda? Hvor mange geostasjonære satellittbaner finnes?

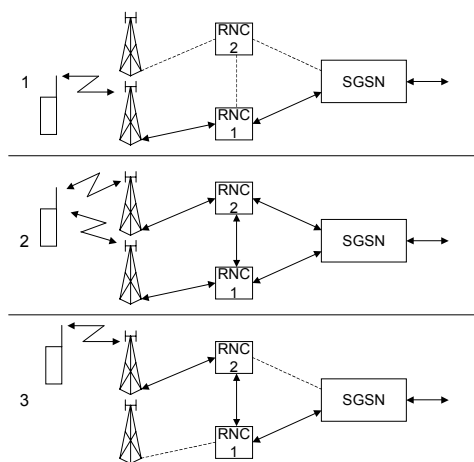
Satellitten roterer i en bane over ekvator fra vest til øst med en hastighet som tilsvarer en omløpstid i banen på 24 timer. Avstanden fra ekvator til banen er 36 000 km. Det finnes kun én slik bane.

- c) Hva er et linkbudsjett? Beskriv hvordan vi setter opp et linkbudsjett og hva det består av.

Linkbudsjettet viser sammenhengen mellom EIRP i senderen og bæreølge-til-støyforholdet  $C/N$  i mottakeren. I dB får vi  $C/N = EIRP - \text{frittromssvekking} + \text{mottakerens antennevinning} - \text{støynivå}$  uttrykt i dB. (Støyen er  $kTB$  hvor  $k$  er Boltzmanns konstant,  $T$  er støytemperaturen i mottakeren som er sammensatt av støy generert i mottakeren og støy mottatt fra omgivelsene og  $B$  er båndbredden.)

### Oppgave 2 Landmobile systemer

- a) Forklar ved hjelp av skisser hvordan myk (soft) handover er implementert i UMTS. Hvilke egenskaper ved radiosignalet (f eks modulasjon eller multippel adgang) er det som gjør myk handover mulig?



Skissen viser hvordan myk handover utføres. RNCene er sammenkoblet i et eget nettverk. Når RNC2 mottar signalet fra mobilen, setter den opp en forbindelse til RNC1 og overfører det mottatte signalet dit. RNC1 avgjør så hvilket av de to signalene som skal

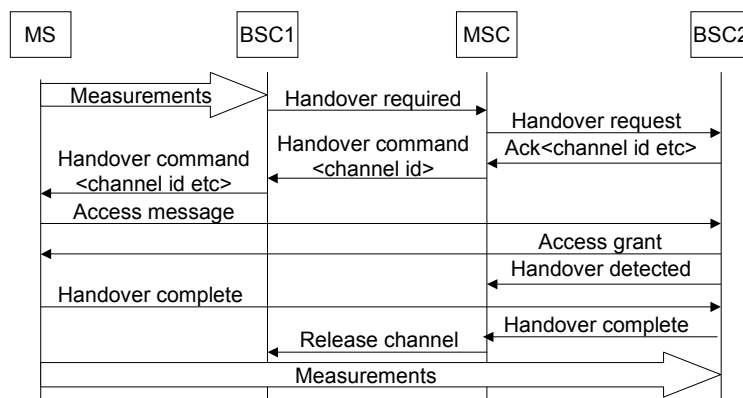
brukes. Dette gjøres så lenge mobilen er i en celle kontrollert av RNC2. Mobilen må ikke foreta seg noe.

Dette er mulig pga CDMA (spredt spektrum)-teknikken brukt til å skille signaler fra flere kilder fra hverandre.

b) *Handover-proseduren i GSM:*

- *Hvilken prosedyre er implementert for at mobilstasjonene kan estimere kvaliteten på eget signal og på signalet fra naboceller under samtale slik at handover kan foretas om nødvendig?*
- *Skisser hvordan handover-proseduren utføres når en mobilstasjon beveger seg fra én radiocelle til en annen.*

Mobilen estimerer kvaliteten på mottatt signal hver gang den demodulerer en radioburst på den trafikkanalen den er koblet opp på. Kodingen av trafikkanalene er slik at siste burst i hver 26-multiramme er tom. I denne tidsluken kan mobilen måle kvaliteten på kringkastingskanalen i en nabocelle. Den kan også måle kvaliteten mellom sending og mottaking av egen burst, men dette er en tilleggsmulighet fabrikanten kan implementere. Resultatet sendes basestasjonen som avgjør om handover skal finne sted. Prosedyren er vist i figuren.

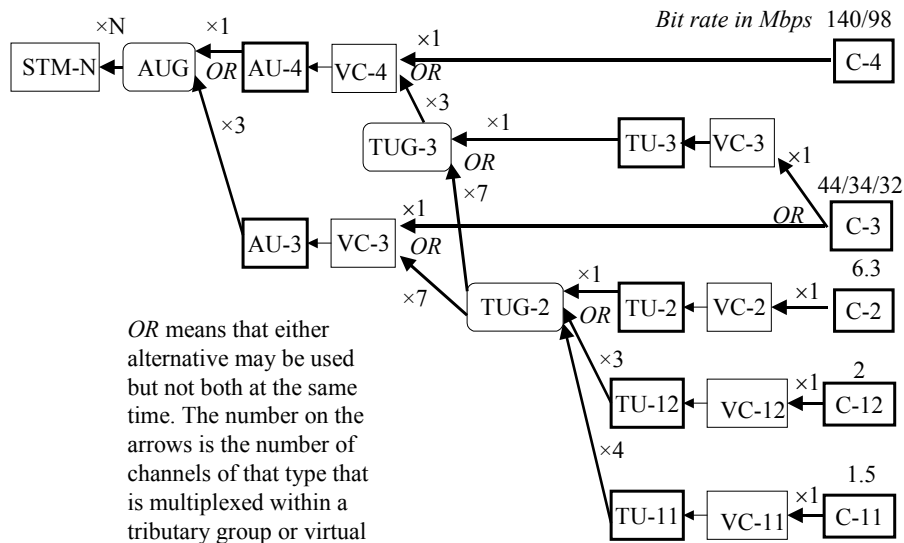


**Oppgave 3 Multipleksing og multippel aksess**

a) *Skisser multiplekstrukturen i SDH.*

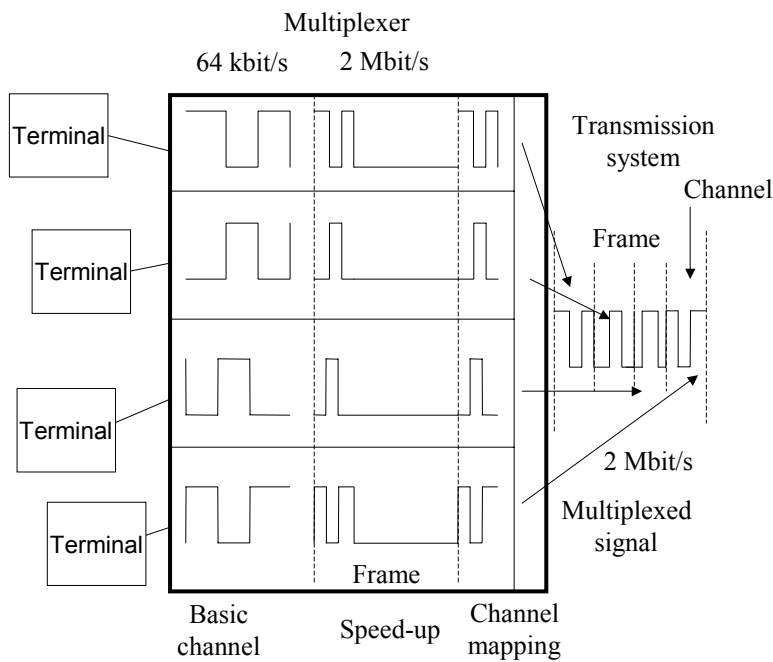
Multipleksstrukturen er vist i figuren. Det som kreves i denne oppgaven er ikke at studenten kan gjengi strukturen så presist som i figuren, men at hun eller han har forstått hvordan forskjellige hastigheter settes sammen slik at de utgjør en bitstrøm på 155 Mbps.

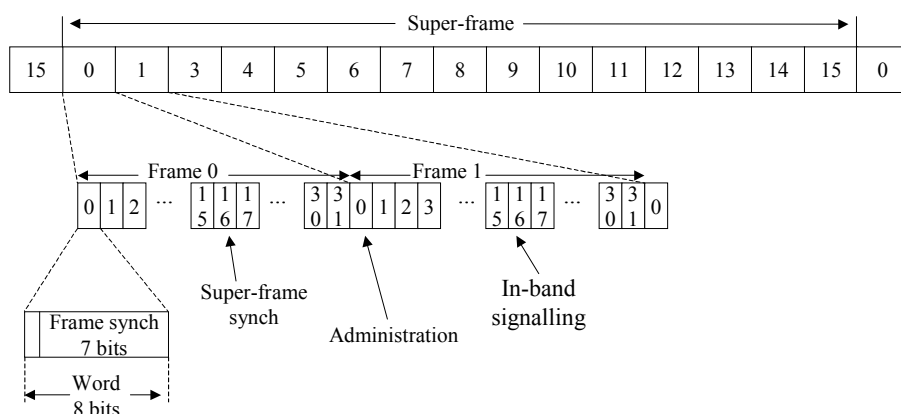
Siden det er mulig å misforstå oppgaven, godtas også et svar som viser hvordan en virtual container er bygget opp (floating payload).



b) Vis med et eksempel hvordan tidsmultipleksing gjøres (bruk gjerne førsteordens europeisk multipleks som eksempel).

Her er to eksempler, det først generelt og det andre første ordens europeisk. I tillegg er det bra med en smule tekstlig forklaring til figurene. Andre eksempler som forklarer den repetitive sekvensen av kanaler/ord/bit godtas også.





c) *Forklar hvilke typer multippel aksess som brukes i GSM systemet.*

Random aksess (slotted) for første aksess fra mobil til basestasjon. FDMA for å organisere spekteret slik at basestasjonene kan operere individuelt på hver sin frekvens. TDMA for å organisere trafikk- og kontrollkanalene i hver FDMA-kanal. I tillegg kan man bruke langsom frekvenshopping for å jevne ut intereferensen mellom kanalene i forskjellige celler.

#### Oppgave 4 Synkronisering

a) *Forklar hvordan ATM-celler synkroniseres.*

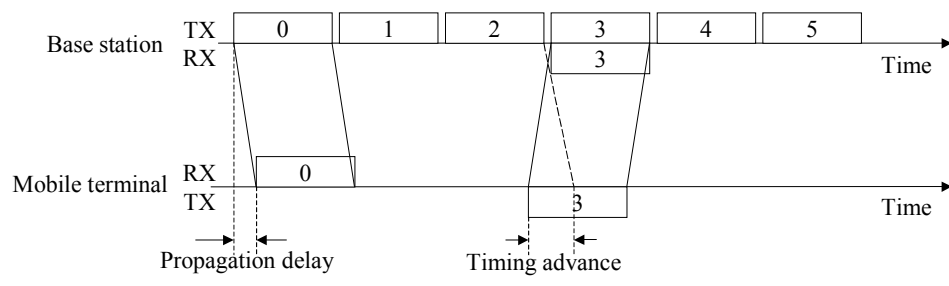
ATM-kanalen består av en kontinuerlig strøm av celler som alle består av 53 oktetter hvorav de fem første utgjør headeren. I tomme celler settes alle bit lik 0 unntatt siste bit i oktett nr 4 i headeren (cell loss priority) som settes lik 1. Den femte oktetten i headeren kalles HEC (header error correction) brukes til å *detektere* bitfeil i headeren eller *korrigere* dem.

Feildeteksjonsmekanismen brukes på følgende måte ved synkronisering. Start ved en vilkårlig bitposisjon i bitstrømmen. Beregn HEC ut fra dette bitet og de neste 31 bitene og sammenlign resultatet med de neste åtte bitene. Hvis det er overensstemmelse, kan det være en header vi har detekter, eller det kan være en tilfeldighet. For å finne ut av dette, gjøres samme beregning i neste celle. Hvis det fortsatt er overensstemmelse, er det enda større sannsynlighet for at vi har funnet begynnelsen på en celle. Er det ikke, starter vi prosedyren på nytt. Denne prosedyren gjentas et antall ganger (f eks seks) for å være sikker på at vi har oppnådd synkronisme. Deretter begynner normal håndtering av cellene.

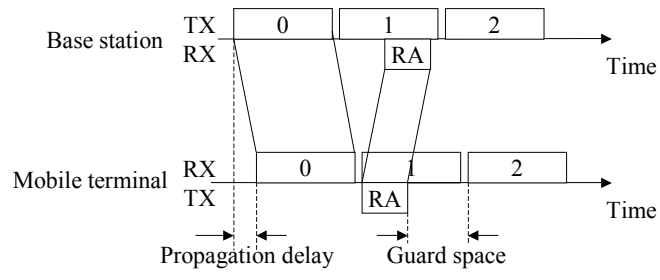
Hvis det ikke er overensstemmelse ved første måling, utføres samme måleprosedyre med neste bit som startposisjon inntill en mulig header er funnet. Beregningene utføres i parallell for alle bit i sekvensen.

b) *Hva er timing advance i GSM og hvordan virker det?*

Timing advanced er metoden basestasjonene bruker til å korrigere sendetidspunktet fra mobilstasjonene slik at nabo-bursts ikke overlapper. Dette er vist i figuren. Når mobilstasjonen aksesserer basestasjonen, beregnes størrelsen på korreksjonen ut fra posisjonen til random aksess-bursten relativt de burstene basestasjonen sender ut som vist nederst i figuren. Korreksjonen når forbindelsen er opprettet består i at basestasjonen overvåker når trafikk-burstene ankommer. Basestasjonen gir beskjed til mobilstasjonen om å flytte sendetidspunktet et antall bit fremover eller bakover (inntil 63 bit) for å opprettholde synkronismen.



A) Timing advance



B) Random access timing