

## Høst - 2010

### **Oppgave 1 - Synkronisering**

a) *Forklar hvordan et elastisk lager virker.*

- Et elastisk lager lagrer et visst antall bit,  $n$ , og justerer faseforskjeller og små variasjoner i overføringstid mellom sender og mottaker ved å tillate små deviasjoner i inn- og utlesningstiden til lageret.
- En mulig realisering av et elastisk lager er et  $n$ -bits skiftregister hvor alle bits i registeret blir flyttet en plass til høyre når en ny bit ankommer.
- Den standard utlesningsposisjonen er i midten av registeret og inkrementeres/dekrementeres når en ny bit ankommer/en bit leses ut av registeret.

b) *Hvilken mekanisme brukes i ATM til å synkronisere cellene? Forklar hvordan denne mekanismen virker.*

- ATM bruker HEC (header error correction) til å synkronisere cellene.
- HEC er byte nummer 5 i headeren og kalkuleres utifra de første 4 bytes. Den brukes som synkroniseringsordet for å indikere starten på payload i hver celle samtidig som den kan rette enkeltstående feil.

c) *Skisser hvordan datapakker som sendes over radiosystemet i et mobilt lokalnett (WiFi) er bygget opp. Hvilket datafelt i pakken brukes til å finne ut hvor i datapakken informasjonen (payload) begynner?*

- Den generelle oppbyggingen av datapakker som sendes over radiosystemer:

- Oppbyggingen av datapakker som sendes over WiFi:
- Synkroniseringsfeltet er 80B med bitmønsteret 010101010101... Denne sekvensen gjør at mottakeren kan hente inn carrierfrekvens, samt synkronisere klokken til senders bitrate (carrier- og klokkesynkronisering).
- Starten på den fysiske framen, og dermed også starten på payload blir bestemt utifra start frame delimiters. PLCP indikerer lengden av payload og datarat.

## **Oppgave 2 - Propogasjon av radiosignaler og optiske signaler.**

*a) I et duplex satellittsystem brukes ett frekvensbånd på linken fra jordstasjonen til satellitten og et annet frekvensbånd brukes på linken fra satellitten til jordstasjonen. På hvilken av disse linkene benyttes frekvensbåndet med de laveste frekvensene og hvorfor?*

- De laveste frekvensene blir brukt på linken fra satellitten til jordstasjonen. Dette er fordi jo høyere frekvenser, jo mindre kan antennen være for at den skal motta signalet.

*b) Hva er dispersjon i optisk fiber og hvordan påvirker dispersjon signalet?*

- Delay-spread er differansen i propogasjonstid mellom en bølge som følger den lengste mulige stien og aksebølgen i fiberkjernen. Dette gir opphav til dispersjon (spredning) av lyspulsene langs fiberen, noe som igjen kan forårsake interferens av nabopulser.
- Dispersjon begrenser lengden på optiske fibre før signalregenerasjon må forekomme.

*c) Forklar hvordan man kan lage radioceller av forskjellig størrelse i et landmobilt system basert på radiopropogasjonseffekter.*

- For å svare på dette må vi først vite litt om bølgepropogasjon. Dersom det ikke er noe hinder i veien vil vi få et effekttap på  $P_{\text{lost}} = (\lambda/4\pi)/(4\pi d^2)$  hvor  $\lambda$  er bølgelengden og  $d$  er avstanden fra bakkestasjonen. Vi har dette fra formlene for overflatearealet til en kule (med antagelsen at basestasjonen sender ut signaler uniformt)  $A=4\pi r^2$  og antennegain  $=\lambda^2/4\pi$ .
- Denne tapseffekten øker dersom basestasjonen er nærmere bakken fordi en høyere andel av bølgene vil bli reflektert mot bakken (altså er det hinder i veien). For å maksimere cellestørrelsen må altså basestasjonen

være så høyt som mulig geografisk, og det må være minst mulig hinder i veien.

- Kort sagt, jo høyere en basestasjon er, jo større radiocelle har den.

### Oppgave 3 - Multipl aksess

a) Hva er forskjellen mellom ren Aloha og slotted Aloha? Hva betyr denne forskjellen for trafikkavviklingen i systemet.

- Både pure Aloha og slotted Aloha er random access teknikker.
- I pure Aloha sender kilden pakker når den er klar.
- Med pakkelengde  $T$  og trafikkintensitet  $\mu$  vil sannsynligheten for at pakken ikke kolliderer være  $p = e^{-2\mu T}$ , altså er throughput  $S = \mu T e^{-2\mu T}$ .
- I slotted Aloha deles kanalen inn i slots av lengde  $T$ .
- En pakke som blir klar til å sendes i en slot, blir sendt ved starten av neste slot. Kollisjoner skjer altså kun når to eller flere pakker blir klare i samme slot.
- Her blir sannsynligheten for at en pakke ikke skal kollidere  $p = e^{-2\mu T}$  og throughput,  $S = \mu T e^{-2\mu T}$

b) Hvorfor er det så viktig å regulere effekten som mobilterminalene sender med i CDMA-systemer. Beskriv én metode som kan brukes til dette formålet.

- Vi definerer chipsekvensen, en pseudostøysekvens som blir generert av et skiftregister, til å være  $C$ .
- Vi har at autokorrelasjonen av  $C$  er  $K$ , antall chips.
- Effekten av hver chip =  $p$ , effekten av hver bit etter korrelasjon =  $Kp$ . Coding gain er denne effektforøkelsen,  $K$ .
- Ytelsen i CDMA avhenger sterkt av effekten til hver carrier. Vi kan best beskrive dette med et eksempel:
  - Anta  $M$  brukere som overfører carriers med effekt  $p$ . Mottatt signaleffekt i basestasjonen er da  $Mp$ . Dutsignalet har effekt  $Kp$  og det er  $M-1$  forstyrrende kanaler.  $SNR = Kp/(M-1)p \approx K/M$  dersom  $M$  er stor.
  - Max antall brukere,  $M_{max} = K/(SNR_{min})$
  - Hvis ønsket carrier har effekt på  $p=1$  og de andre  $p=2$  er derimot  $M_{max} = K/(2SNR_{min})$ , altså har vi her halvert antall brukere vi kan betjene.
  - Maksimalt antall carriers blir altså kun oppnådd dersom effekten til alle carriers er lik.
- I slike systemer blir derfor en strikt effektkontroll implementert:
  - Dette kan håndheves ved at basestasjonen måler effekten på det mottatte signalet og ber MS om å øke eller senke outputeffekten (lukket-loop kontrollmekanisme)

c) *Hvorfor benyttes langsom frekvenshopping i WiFi? Hvorfor benyttes langsom frekvenshopping i GSM?*

- SFH-CDMA er et spesialtilfelle av FDMA. Brukerne endrer overføringsfrekvensen dynamisk i følge et predefinert timing og frekvensmønster.
- "Dwell-time" - den tiden systemet blir på en gitt frekvens er større enn lengden på en bit.
- SFH-CDMA er en spread spectrum teknikk, dvs at en kanal bruker hele frekvensspekteret. Det utjevner SNR på alle samtaler (frequency diversity) og fordeler forstyrrelsene på alle samtaler (interferer diversity).
- Dette benyttes i GSM for å øke antall mulige, simultane tilkoblinger. Mobiler som bruker samme frekvens kan forstyrre hverandre, samt at signalene fra forskjellige basestasjoner til forskjellige mobiler kan forstyrre hverandre. Dette fører til en øvre grense for simultantrafikk. SFH fordeler forstyrrelsene på alle samtaler og trafikken kan økes. Altså, der det er mye trafikk vil noen samtaler få dårligere kvalitet og andre bedre.

#### **Oppgave 4 - Nett**

a) *Hvorfor kaller vi telefonnettet et "intelligent nett" og hvorfor kaller vi internett et "dumt nett"?*

- Telefonnettet har en intelligent kjerne og dumme terminaler. Nettet er forbindelsesorientert og linjesvitsjet, og de intelligente tjenestene (konferansesamtaler, samtaleviderekobling etc) blir utført av selve nettverket, ikke endeterminalene.
- Internett har en "dum" kjerne og intelligente terminaler. Internett tilbyr ingen garantier for overføringstid, pålitelig overføring e.l., men terminalene kan tilby intelligente tjenester (pålitelig ende-til-ende kommunikasjon - TCP etc.)

b) *Vis hvordan en operatør som selv ikke eier et mobilnett kan tilby mobiltjenester over det fysiske nettet til en annen operatør (overlay network).*

- Vi antar her at operatøren hverken har eget aksessnettverk eller transportnettverk. En MS tilhørende denne operatøren må roame i celler fra andre mobiloperatører og betale disse for å originere en samtale, datatrafikk e.l. i sine basestasjoner.

*c) Forklar hva vi mener med pakkesvitsjet nett og hva vi mener med linjesvitsjet nett. Hva menes med at en protokoll er forbindelsesfri (connectionless) og hva menes med at en protokoll er forbindelsesorientert (connection oriented)? Kan et pakkesvitsjet nett være forbindelsesorientert?*

- Kommunikasjon i linjesvitsjede nettverk foregår ved at det først settes opp en linje, hvor båndbredden blir reservert, deretter kan kommunikasjon foregå over linjen og til slutt kobles linjen ned. I linjesvitsjing oppnår man kontinuerlig overføring over den reserverte linjen uten overheaden man trenger i pakkesvitsjede nett. Linjesvitsjing er dog ineffektivt fordi ubrukt kapasitet i en forbindelse ikke kan bli brukt av andre forbindelser i nettet.
- Pakkesvitsjede nett kan være både forbindelsesløse (Internett) og forbindelsesorienterte (ATM), men linjesvitsjede nett kan ikke være forbindelsesløse.
- Pakkesvitsjede, forbindelsesorienterte nett er basert på de samme mekanikkene som linjesvitsjing, men forbindelsen er delt mellom flere samtaler som overlapper i tid.
- Pakkesvitsjede, forbindelsesløse nett oppfører hver pakke seg som de var egne samtaler. Ingen forbindelse blir opprettet, og ulike pakker som hører til samme kilde kan routes på ulike veier.