

## Høst 2009

### **Oppgave 1 - Multipl aksess**

a) *Beskriv kort prinsippene for langsom frekvenshopping (SFH-CDMA).*

- 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 av en bit, mao er intervallet mellom hopp lenger enn en bit (ofte mye lenger).
- Formålet med SFH-CDMA er å gjøre propogasjonsbetingelsene så like som mulig for alle brukere.
- SFH-CDMA er en spread-spectrum technology, dvs at en kanal bruker hele frekvensspekteret. Utjevner SNR på alle samtaler og fordeler forstyrrelsene på alle samtaler.

b) *Hva menes med FDD og TDD?*

- I FDD og TDD simuleres full-duplex egenskaper på overføringsmedier som er half-duplex.
- I FDD sender en terminal på ett frekvensbånd og mottar på et annet. Det er også et guard-bånd mellom de to.
- I TDD brukes forskjellige time-slots til opp og ned-lastning.

c) *Forklar virkemåten til CSMA/CD. I hvilket system brukes denne teknologien? Og hvorfor brukes den ikke i radiosystemer?*

- Transmisjonene avbryter med en gang en kollisjon oppdages. Dette gjøres ved at kilden som oppdager en kollisjon sender ut et jamming-signal og starter en back-off algoritme. CSMA/CD blir brukt i Ethernet. Blir ikke brukt i radiosystemer fordi de er half duplex, altså kan ikke en kilde lytte samtidig som den sender.

### **Oppgave 2 - Synkronisering**

a) *Beskriv minst to eksempler på bruk av PLL'er.*

- Fartsmåling (Doppler-radar).
- Synkronisering av digitale signaler.
- Demodulering
- Filtrering

b) *Beskriv hvordan synkronisering oppnås for datasignaler med enveloper med konstant lengde.*

- Denne synkroniseringen foregår i tre faser:
- Acquisition phase: Mottaker jakter på synkroniseringsordet i datastrømmen.
- Presync: Når synkroniseringsordet er funnet sjekker mottaker om det også finnes på neste forventede plass (posisjon + én frame) N ganger, hvor N er et gitt heltall (f.eks. 6 ganger. Dette gjøres for å unngå imitasjoner av synkroniseringsordet. Dersom synkroniseringsordet ikke er på neste forventede plass går man tilbake til acquisition-fasen.
- Uthenting av payload: Payload kan nå hentes ut. Synkroniseringsordet sjekkes for hver frame. Dersom det er en frame som mangler dette, går man tilbake til acquisition-fasen.

c) *Forklar hvordan timing advance i GSM virker.*

- Timing advance brukes i GSM for å utjevne forskjellene ved propogasjonsforsinkelse for terminaler langt unna.
- Timing advance får brukernes individuelle time-slots til å ankomme basestasjonen til rett tid. På grunn av propogasjonsforsinkelser vil en MS som er lenger fra BTS bruke lenger tid på å propagere sin informasjon til BTS.
- MS må da starte sendingen av sin TDMA-burst  $d/c$  sekunder før begynnelsen på sin time-slot i BTS, hvor  $d$  er avstanden fra BTS og  $c$  er lyshastigheten  $3 \cdot 10^8$ .
- Hver bit i GSM er  $3,69 \mu\text{s}$  [s/bit]. Timing advance-verdien én vei blir derfor  $(d/c)/3,69 \mu\text{s}$ . Det er dog propogasjonsforsinkelser begge veier, så timing advance-verdien BTS sender til MS (antall bitposisjoner MS blir bedt om å flytte sin datastrøm) blir  $2 \cdot (d/c)/3,69 \mu\text{s}$ .

### **Oppgave 3 - Svitsjing**

b) *Forklar hvordan en romsvitsj virker.*

- Tilkoblinger representerer ulike punkter i rommet. Svitsjen har gjerne en  $n \cdot m$ -matrisestruktur hvor  $n$  er antall inputs og  $m$  er antall outputs.
- En kontrollbit trengs for hvert kryss i matrisen. For en switch med  $n$  inputs og  $m$  outputs trengs vi  $n \cdot m$  kontrollsignaler representert med  $m \log_2 n$  bit.
- Hvert krysspunkt inneholder en AND-gate slik at inputsignalet slipper gjennom til en utgang dersom kontrollsignalet er 1. Et inputsignal kan altså kopieres til flere utganger (broadcast, multicast etc)
- Dersom man skal svitsje individuelle kanaler over et TDMA-multiplekset signal trenger man  $r \cdot m \cdot \log_2 n$  kontrollbit hvor  $r$  er antall timeslots.

c) *Forklar hvordan en tidssvitsj virker.*

- En tidssvitsj forflytter kanaler mellom timeslots i det samme, multipleksede signalet.
- Hver frame i inputsignalet blir lagret, deretter leser ut-porten signalet i den rekkefølgen svitsjeinstruksjonen sier.
- Likheten mellom rom- og tidssvitsjer fører til muligheten til å designe kompliserte strukturer av svitsjematriser av begge typer.

#### **Oppgave 4 - Multipleksing**

a) *Hva er plesiochrone signaler? Forklar hvordan plesiochrone signaler kan multiplekseres i en andreordens multipleks i det europeiske digitale hierarkiet.*

- Plesiochrone signaler er asynchrone signaler som "nesten" er synchrone. Altså er det signaler med like eller nesten like gjennomsnittsintervaller mellom signifikante hendelser, men de er ikke synkronisert til samme klokke.
- I førsteordens multipleks i det europeiske digitale hierarkiet blir 30 talekanaler og 2 kontrollkanaler på 64Kbps multiplekset til en  $64 \cdot 32 = 2\text{Mbps}$ -kanal. Word-interleaving brukes slik at en frame består av alle 32 kanaler. 16 slike frames er organisert i en superframe hvor den første kanalen i frames 0,2,...,14 inneholder 7 synkroniseringsbit og den første kanalen i frames 1,3,...,15 er reservert til nasjonalt bruk. For å synkronisere superframes inneholder kanal 16 i frame 0 fire synkroniseringsbit.
- 4 første-ordens-kanaler kan igjen multiplekseres til en andreordens multipleks i det europeiske digitale hierarkiet. Denne kanalen vil da være på 8Mbps.

b) *Forklar hvordan peker og flytende payload brukes til å multiplekse plesiochrone signaler i SDH.*

- asdg
- Alle VC'er inneholder path overhead, som inneholder informasjon om operasjon, administrasjon og vedlikehold.
- Payload i en VC kan enten være en enkel container C eller et antall TUGs. TUGs inneholder igjen TUs som inneholder pekere til starten og slutten av sine VC-frames.
- Pekeren i AU-rammen viser start og slutt av VC'en i envelopen.
- SDH tillater VC-frames å "flyte" mellom envelopes. Pekeren i AU-rammen gjør at det er mulig for en VC-frame å starte i midten av en envelope og slutte i midten av den neste.

c) *Forklar hvordan flagg brukes ved statistisk multipleksing.*

- Statistisk multipleksing bruker forskjellige synkroniseringsteknikker avhengig av om framestrukturen og enhetslengdene er fastsatt eller ikke.
- Flagg brukes i statistisk multipleksing når vi ikke har fast framestruktur og har variable enhetslengder.
- I HDLC brukes flagget 0111 1110 til å indikere starten på payload. For å unngå imitasjoner av slike flagg i payload brukes transparency stuffing, som innebærer at man setter på en ekstra 0 etter fem etterfølgende 1'ere i payload.