

Övning 1: Dator och telekommunikation

FDM

FDM är en förkortning av Frequency Division Multiplexing. Man kan amplitudmodulera en signal med en bestämd frekvens (bärvågen), sedan sänder man den.

1. Antag att man vill FDM-multiplexera fyra signaler på vardera 6 kHz med vaktband på 400 Hz. Hur stor bandbredd behövs?
2. Ställ upp en formel för hur stor bandbredd som krävs för att FDM-multiplexera n kanaler, var och en med frekvensen f_b om man använder vaktband av storleken f_v ?
3. Fem signalkällor ska multiplexeras med FDM där vaktband på 300 Hz används. Hur stor bandbredd kan varje signal högst få om kanalens totala bandbredd är 16200 Hz?

TDM

Ett annat sätt att kombinera flera signaler och överföra dem på samma länk är via TDM (Time-Division Multiplexing). Multiplexering av n signaler görs då genom att "varva" signalerna (på t.ex. bitnivå) och sen skicka den kombinerade signalen över en snabb länk (minst n gånger så fort).

1. Fem kanaler med vardera 10 Mbps sammanförs och skickas över en länk med synkron TDM.
 - a. Vilken överföringshastighet måste länken klara?
 - b. Antag att multiplexeringen görs på bitnivå och att de fem kanalerna matas med följande bitströmmar:
Kanal 1: 10110101
Kanal 2: 01101110
Kanal 3: 01010100
Kanal 4: 11100001
Kanal 5: 00010101
Ange bitströmmen för den multiplexerade signalen och markera ramarna.
 - c. Ange hur många ramar per sekund som skickas över länken.
2. Tre signaler vardera med överföringshastigheten 5 kBytes/s ska skickas över en länk med användning av TDM.
 - a. Hur lång tid tar det att överföra en bit över länken?
 - b. Låt oss anta att de tre kanalerna innehåller följande tre byteströmmar:
Kanal 1: QW
Kanal 2: ER
Kanal 3: TY
Antag vidare att multiplexeringen görs på bytenivå. Vad blir då länkens byteström?
3. Tio signalkällor, 6 med bithastigheten 200 kbps och 4 med bithastigheten 400 kbps ska multiplexeras med flernivå-TDM utan synkroniseringsbitar. Multiplexeringen görs på bitnivå.
 - a. Hur många bitar kommer att ingå i en ram i slutet av synkroniseringen?
 - b. Hur många ramar överförs per sekund?
 - c. Hur hög blir bithastigheten på den utgående kanalen?

CDMA

Delning av en kanal med hjälp av kodning kallas CDMA (Code-Division Multiple Access).

Varje signal kodas och de kodade signalerna adderas och skickas ut på den gemensamma kanalen. Kodningen ges av att en 0-bit kodas som -1, en 1-bit som +1 och ingen bit alls som 0.

Tekniken bygger på att de olika signalerna kodas så att de blir ortogonala med varandra och därför lätt kan extraheras ut ur summasignalen genom motsvarande skalärprodukt.

De ortogonala vektorer som behövs genereras av s.k. Walsh-matriser.

1. Bestäm Walsh-matrisen av ordning 8 genom att använda den rekursiva definitionen från föreläsningen.
2. Verifiera att varje par av skilda rader i matrisen W_8 ovan är ortogonala mot varandra, det vill säga att skalärprodukten är 0. Ange också vad skalärprodukten av en rad med sig själv blir.
3. Antag att det finns 4 stationer (A, B, C och D) vars chipsekvenser utgörs av (raderna från W_4): A:(1, 1, 1, 1), B:(1,-1, 1,-1), C:(1, 1,-1,-1) och D:(1,-1,-1, 1).
Antag att följande kommer in till de 4 stationerna: A: 1-bit, B: 0-bit, C: 1-bit och D: Ingen bit alls.
Ange den sekvens som blir resultatet av kodningen.
4. Visa hur sekvensen i förra uppgiften avkodas när den anländer till mottagaren.

GSM

I Europa används GSM (Global System for Mobile communication) för (2G-)mobiltelefoni. Det finns 3 olika frekvensområden tilldelade för GSM, vardera med ett uplinkband (mobiltelefon till basstation) på 25 MHz och ett downlinkband (bas till mobil) på 25 MHz.

GSM 900: Uplink: 890-915 MHz, Downlink: 935-960 MHz

GSM 1800: Uplink: 1710-1785 MHz Downlink: 1805-1880 MHz

GSM 1900 Uplink: 1850-1910 MHz Downlink: 1930-1990 MHz

Signalerna från 8 användare digitaliseras och multiplexeras med TDMA till multiramar med 26 st 8-bitars ramar. Därefter moduleras varje multiram till en 200 kHz signal. Till sist multiplexeras 124 sådana 200kHz-kanaler med FDMA till ett 25MHz-band.

1. Vid den sista multiplexeringen (med FDMA) används vaktband (guard bands) för att ha lite marginal mellan 200kHz-banden. Hur brett vaktband har använts?