

Dator- och telekommunikation

Höstterminen 2014

Lärare:
Christian Nyberg

Dator- och telekommunikation

- Radionät
- Protokoll
- Kapacitet
- Tjänster

Radionät

- Historia
- Radiovågor, modulering och kodning
- Trådlösa LAN
- AdHoc-nät (Bluetooth, ZigBee)
- Mobiltelefoni
- Satelliter, GPS



Fasta nät

- IPv6
- Virtual circuit-nät
- Routing
- xDSL
- PPP



Kapacitet

- Hur vet man om nät är snabba nog?
- Köteori
- Simulering



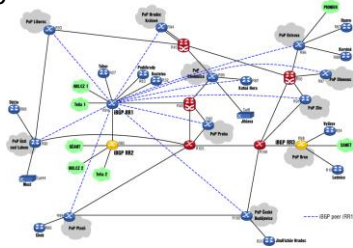
Tjänster

- Historik
- Operativsystem för mobiler
- Utveckling av appar



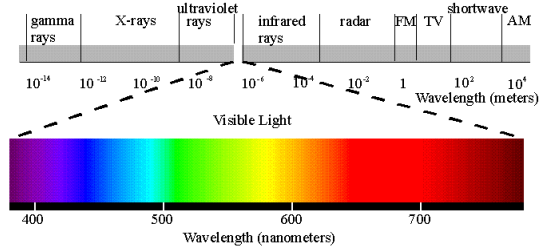
Routing

- Hur hittar IP-paket rätt?
- Algoritmer för att skapa och uppdatera routingtabeller



Radionät

- Elektromagnetiska spektret



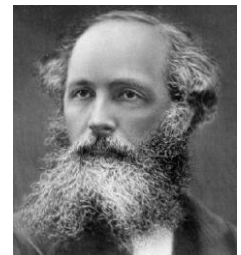
Radionät

- Magnetism (känt sedan mycket länge)
- Statisk elektricitet (känt sedan antiken)
- Ljus
 - Partiklar (Newton)
 - En vågrörelse (Young)
- Elektrisk ström (Galvani och Volta, 1700-talet)
- Ström och magnetism hänger ihop (Örsted)
- Elektriska och magnetiska fält (Faraday)
- Elektromagnetisk fältteori (Maxwell)

Radionät

- Maxwells ekvationer:

$$\begin{aligned}\nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{1}{c} \frac{d\mathbf{B}}{dt} \\ \nabla \times \mathbf{B} &= \frac{\mu}{c} \left(4\pi \mathbf{i} + \frac{d\mathbf{D}}{dt} \right) \\ \nabla \cdot \mathbf{D} &= 4\pi \rho \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0\end{aligned}$$

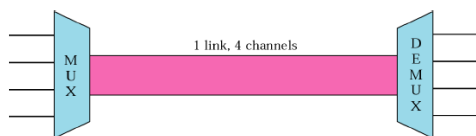


Multiplexering

- SDM (Space Division Multiplexing)
 - Är kanske egentligen inte multiplexering för man har inte en gemensam kanal)
- FDM (Frequency Division Multiplexing)
- TDM (Time Division Multiplexing)
- CDM (Code Division Multiplexing)

Multiplexering allmän princip

- Flera signaler sänds samtidigt över samma medium



Space Division Multiplexing

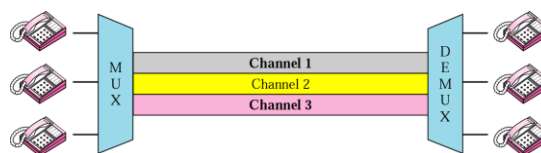
- Man ser till att avstånd mellan sändare är så stora att man bara hör en sändare i taget
- Celler inom mobiltelefoni
- Radiostationer som sänder på samma frekvens måste vara långt ifrån varandra
- I traditionell telefoni: skilda trådar för abonnenter

Multiplexering allmän princip

- En gemensam kanal delas på något av följande sätt
 - FDM (Frequency Division Multiplexing)
 - TDM (Time Division Multiplexing)
 - CDM (Code Division Multiple Access)

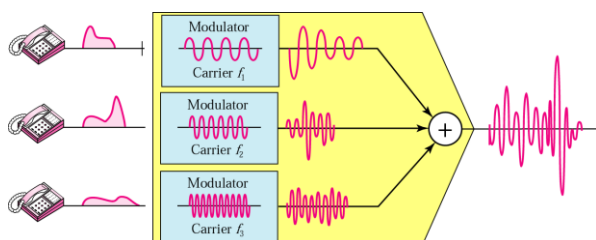
Multiplexering FDM

- Kombination av signaler med olika frekvens



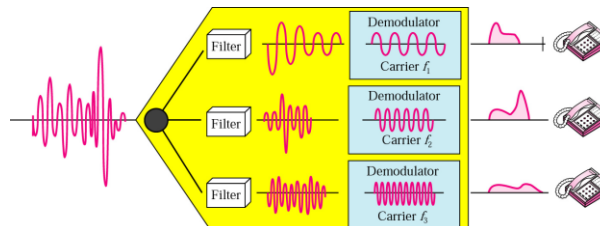
Multiplexering, FDM

- Modulering och summation



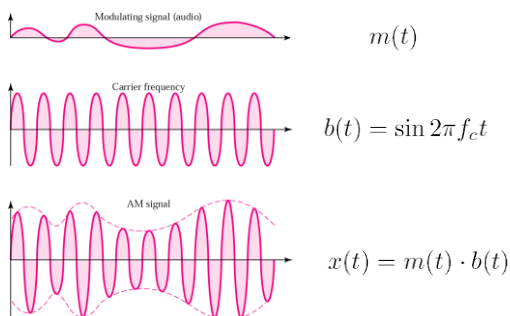
Multiplexering, FDM

- Filtrering och demodulering



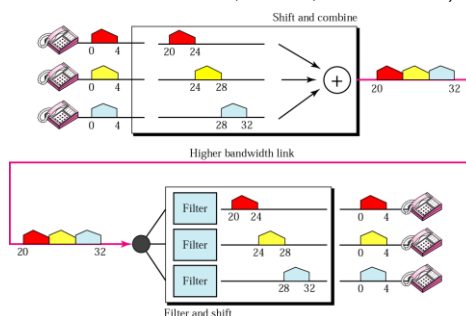
Multiplexering, FDM

- Amplitudmodulering av en signal



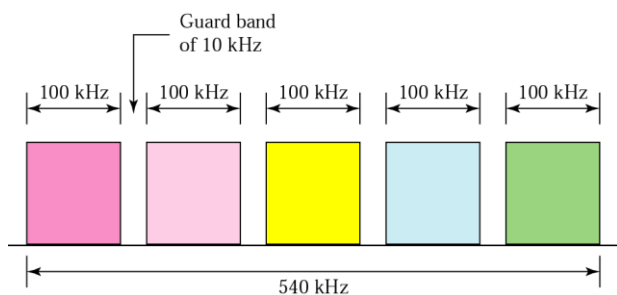
Multiplexering FDM

- Exempel: Ex.: Multiplexering av 3 talsignaler (4 kHz bandbredd) (3 olika modulationsfrekvenser, $f_c = 20, 24$ och 28 kHz)



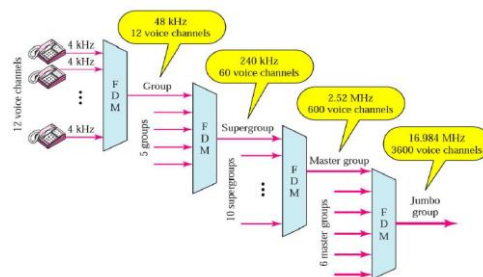
Multiplexering, FDM

- Ex.: Multiplexering av 5 signaler (bandbredd 100 kHz) med "lucka" (guard band) på 10 kHz



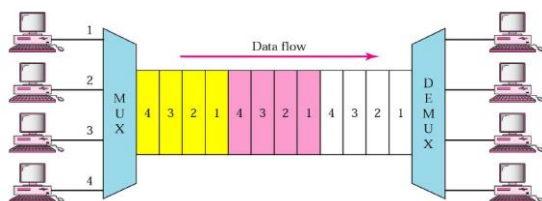
Multiplexing, FDM

- Analog hierarki



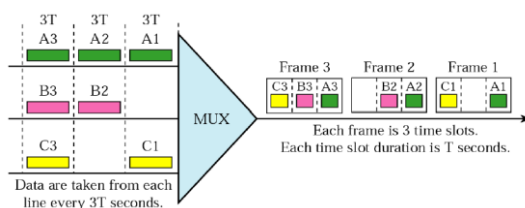
Multiplexing, TDM

- Time-Division Multiplexing (TDM) Kombinerar flera digitala signaler så att de skickas tillsammans i snabb takt



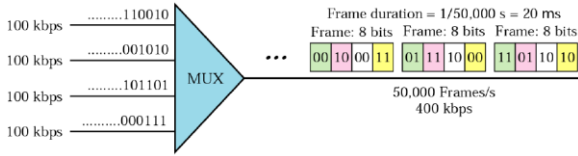
Multiplexing, TDM

- Varje "tvärsnitt" skickas som en ram över länken fast N ggr så snabbt



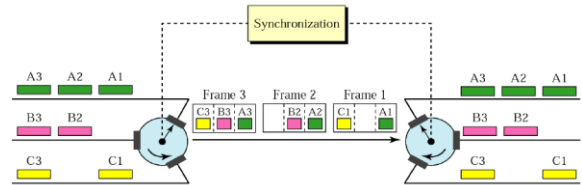
Multiplexering, TDM

- Ex.: 4 st 100 kbps multiplexeras med 2 bitar per tidslucka. Bithastigheten på länken blir 400 kbps.



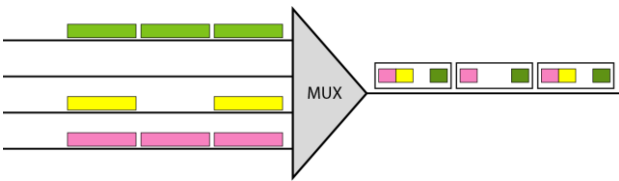
Multiplexering, TDM

- Interleaving med synkronisering



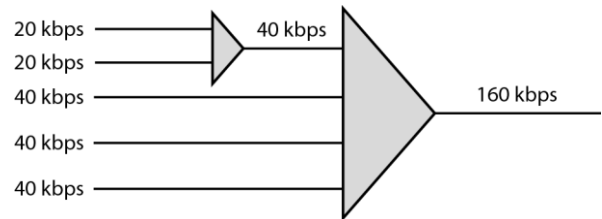
Multiplexering, TDM

- Vissa positioner måste ibland lämnas tomma i en utgående ram beroende på indata



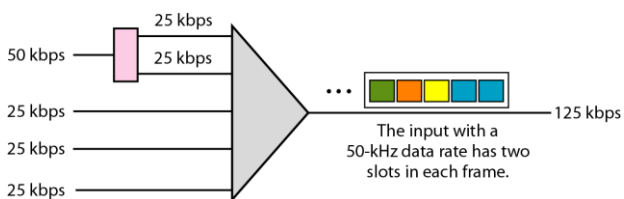
Multiplexering, TDM

- Exempel på flernivå-multiplexering



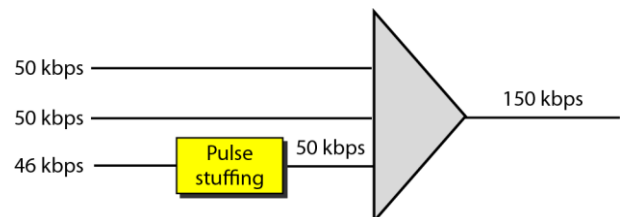
Multiplexering, TDM

- Exempel på flerfacks-multiplexering (multiple-slot multiplexing)



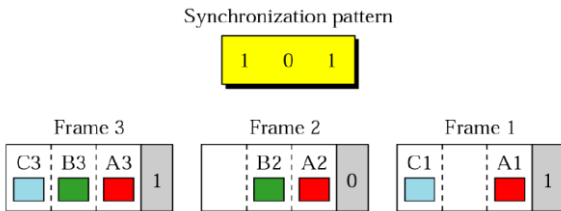
Multiplexering, TDM

- Exempel på utfyllnad vid multiplexering (pulse stuffing bit stuffing, bit padding)



Multiplexering, TDM

- Synkronisering med rambitar (frame bits)
Oftast bara enkelt alternerande mellan 0 och 1



Multiplexering, TDM

Ex.: 4 st strömmar med vardera 250 bytes/s multiplexeras på byte-nivå till en ström med en synkroniseringsbit i varje ram.

1. Vad blir den total bithastigheten i varje inström?
 $250 \times 8 = 2 \text{ kbps}$
2. Vad är tiden för varje byte i en inström?
 $1/250 = 0,004 \text{ s} = 4 \text{ ms}$
3. Vad blir ramtakten?
 $250 \text{ ramar per sekund}$
4. Vad är tiden för varje ram?
 4 ms
5. Hur många bitar ingår i varje ram?
 $4 \times 8 + 1 = 33 \text{ bitar per ram}$
6. Vilken bithastighet har den utgående strömmen?
 $250 \times 33 = 8250 \text{ bps}$

Multiplexering, TDM

- Overhead på olika nivåer i DS-hierarkin:
 - DS-1: $1544 - 24 \times 64 = 8 \text{ kbps}$
 - DS-2: $6312 - 4 \times 1544 = 136 \text{ kbps}$
Total overhead: $136 + 4 \times 8 = 168 \text{ kbps}$
 - DS-3: $44376 - 7 \times 6312 = 192 \text{ kbps}$
Total overhead: $192 + 7 \times 168 = 1368 \text{ kbps}$
 - DS-4: $274176 - 6 \times 44376 = 7920 \text{ kbps}$
Total overhead: $7920 + 6 \times 1368 = 16128 \text{ kbps}$

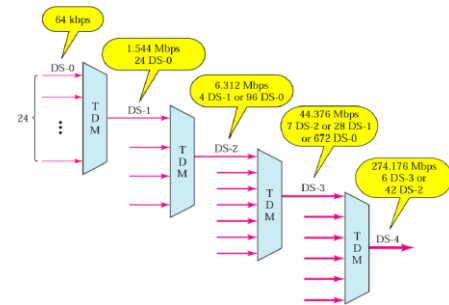
Multiplexering, TDM

Ex.: 4 st strömmar med vardera 250 bytes/s multiplexeras på byte-nivå till en ström med en synkroniseringsbit i varje ram.

1. Vad blir den total bithastigheten i varje inström?
2. Vad är tiden för varje byte i en inström?
3. Vad blir ramtakten?
4. Vad är tiden för varje ram?
5. Hur många bitar ingår i varje ram?
6. Vilken bithastighet har den utgående strömmen?

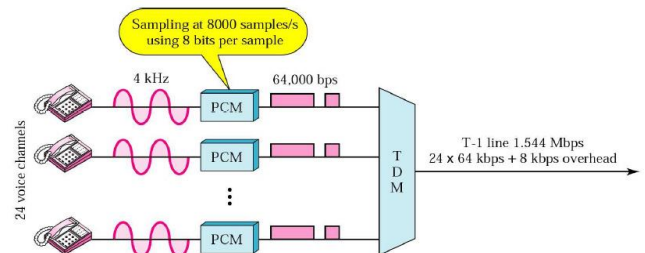
Multiplexering, TDM

- Exempel på multiplexering i flera nivåer



Multiplexering, TDM

- T1-linjens multiplexering



Multiplexering, TDM

- Europeiska varianten

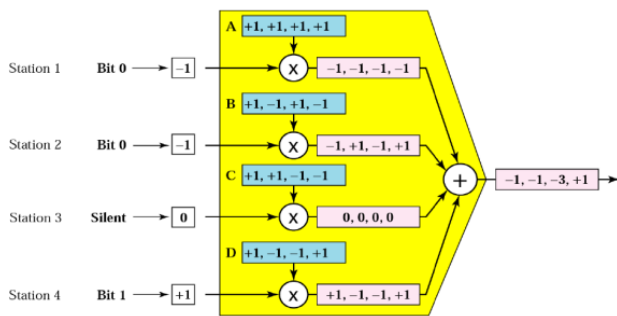
E Line	Rate (Mbps)	Voice Channels
E-1	2.048	30
E-2	8.448	120
E-3	34.368	480
E-4	139.264	1920

Multiplexering, CDM

- Varje sändare har en vektor c_i som är ortogonal mot alla andra sändares vektorer:
Om $i \neq j$ så är $c_i \cdot c_j = 0$
Dessutom gäller $c_i \cdot c_i = 1$
- Data som ska skickas av sändare i kallas d_i

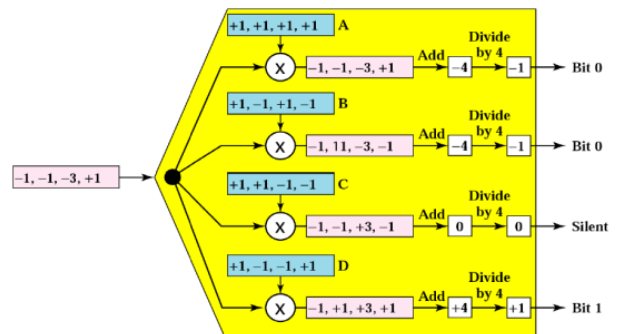


Multiplexering, CDM



Multiplexering, CDM

- Avkodning av signalen



Multiplexering, CDM

- Raderna i en Walsh-matris är ortogonala mot varandra

$$W_1 = \begin{bmatrix} +1 \end{bmatrix} \quad W_{2N} = \begin{bmatrix} W_N & W_N \\ W_N & \overline{W_N} \end{bmatrix}$$

a. Two basic rules

$$W_1 = \begin{bmatrix} +1 \end{bmatrix} \quad W_2 = \begin{bmatrix} +1 & +1 \\ +1 & -1 \end{bmatrix} \quad W_4 = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix}$$

b. Generation of W_1 , W_2 , and W_4