

# Föreläsning 1

*Mobila System DA268A – 7,5 hp*

- Kurs introduktion

- Kursinnehåll
- Lärandemål
- Arbetsformer
- Betyg
- Bedömning
- Planering
- Kurslitteratur

- Kort historia om kommunikation

- Mobiltelefoni
  - NMT till 4G
  - Celler
  - Modulering
  - Multipel access

# Kursintroduktion

## Grundläggande teori för mobil kommunikation, t.ex.

- Signaler, spektrum, Fourieranalys
- Trådlös transmission, antenner, signalutbredning
- Grundläggande terminologi: brus, SNR, dB
- Kanalkapacitet (Shannon)
- Källkodning, kanalkodning, multiplexing, feldetektering, felkorrigering
- Modulation, spread spectrum, multiple access, OFDM

## Kursinnehåll

### Mobila teknologier, t.ex.

- Trådlös Lan (WLAN), WiFi
- Bluetooth
- Internet of Things (IoT)
- Mobila digitala system: GSM, 3G
- Bredbandiga, avancerade mobila nätverk: 4G (LTE) 5G

# Kursintroduktion

## *Lärandemål*

### Kunskap och förståelse

- grundläggande begrepp inom mobil kommunikationsteknik
- viktiga kommunikationsstandarder
- arkitektur och funktion av mobila nätverk

### Färdighet och förmåga

- identifiera, formulera och arbeta med problem inom området mobil kommunikation
- bedöma lämpligheten av olika lösningsalternativ och rimligheten av uppmätta och beräknade resultat
- identifiera och inhämta nödvändig information för att lösa konkreta problem

### Värderingsförmåga och förhållningssätt

Efter avslutad kurs ska studenten:

- visa förmåga att kritiskt reflektera kring teknik- och samhällsutveckling inom ämnesområdet
- visa insikt om möjligheter och begränsningar med mobil kommunikation

## Kursintroduktion

### Arbetsformer

- Lektioner
- Obligatoriska laborationer ca 20 timmar
- Självstudietid ca 120 timmar.

### Betygsgrader

- Underkänt (U), Tre (3), Fyra (4) eller Fem (5)

### Formerna för att bedöma studenternas prestationer

För att bli godkänd på kursen krävs:

- Godkänd skriftlig tentamen 4 hp
- Godkända laborationsuppgifter 3,5 hp.

## Kursintroduktion

### *Laborationer*

- 2 st (Laboration och Projekt)
- Handledning vid schemalagda tillfällen i laborationslokalen (OR:A330, OR:A331)
- Redovisas med laborationsrapporter
- Grupp storlek 2 personer/grupp (undantag medges restriktivt)
- För varje inlämning finns deadline

## Kursintroduktion

## *Tentamen*

- Tid: 4 timmar

Informationen nedan är preliminär

- Tillåtna hjälpmmedel: Egen räknare (dock inte mobiltelefon eller dator).
- Totalt kan 60 poäng erhållas.
- Betyg ges enligt skalan: Underkänd, 3, 4, 5
- Betygsgränser: 30, 40, 50 poäng

## Kursintroduktion

### *Kurslitteratur och övriga läromedel*

1. Beard C., Stallings W., Wireless Communication Networks and Systems, Global Edition, Pearson, 2016.  
(finns att köpa som bok: ISBN 9781292108711 eller som E-bok: ISBN 9781292108728)
2. Stallings, W., Wireless communications and Networks. 2nd edition, Pearson Education, 2005 (finns tillgänglig som pdf-fil, [senaste upplaga finns på MAU-bibliotek](#))
3. Nationalencyklopedin. Diverse artiklar av Kruzela I., se Tidsplan

# Kursintroduktion

## Planering

Datum	Tid	Sign	Lokal	Moment	Litteratur	Innehåll
v.45						
07-nov.	08:15	ak4314	NI:A0502	Föreläsning 1 - Introduktion	NE-Mobiltelefoni	Moores lag, mobila generationer, cellsystem, modulering, (ASK, FSK, PSK), multipel acces (TDMA, FDMA, CDMA) och lite historia
09-nov.	15:15	ak4314,tsivkr	OR:F415	Föreläsning 2 - Utveckling av trådlöskommunikation	Kommer på Canvas	Vad har den trådlösa kommunikationen inneburit för vårt moderna samhälle.Och hur har den utvecklats.
11-nov.	08:15	ak4314	NI:A0502	Föreläsning 3 - Analog och Digital modulering	WCNS - Ch 7 NE - Modulering NE - Analog modulering NE - Digital modulering	Bärvåg, basband. AM, DSBAC, SSB, QAM, FM, PM, konstellationsdiagram, QPSK, 8PSK, Graykod, 16QAM performance, BER, Eb/NO, SNR
v.46						
14-nov.	08:15	ak4314	NI:B0308	Föreläsning 4 - Transmisson fundamentals	WCNS - Ch 2 WCNS - CH 3	Digitala data --> Digitala signaler (NRZ-L, Manchester), Nyquist teorem Analoga data --> Digitala signaler (pulsmodulering, kvantisering, delmodulering)
15-nov.	10:15	ak4314,tsivkr	OR:E340	Föreläsning 5 - GSM och Transmission fundamentals	WCNS - Ch 2 NE - GSM NE - SIM-kort Logaritmer	GSM systemarkitektur, signalbehandling, logiska och fysiska kanaler. Time and frequency domain, Fourier transform, FFT, IFFT, Nyquist bandwidth, Shannon Capacity Formula, transmission media, multiplexing. Decibel, Gain/Loss.
16-nov.	08:15	ak4314	OR:A330	Laboration 1 - AM och FM		
v.47						
21-nov.	10:15	ak4314,tsivkr	OR:E340	Föreläsning 6 - Orthogonal Frequency Division Multiplexing	WCNS - Ch 8	4G+5G, orthogonality, OFDM, implementation, problems
22-nov.	08:15	ak4314	NI:A0502	Föreläsning 7 - Trådlösa kanaler	WCNS - Ch 12	Antennas, radiation patterns, antenna gain, propagation modes - ground-wave sky-wave line-of-sight, transmission impairments, thermal noise, multipath, fading
23-nov.	13:15	ak4314,tsivkr	NI:A0513	Föreläsning 8 - GPRS, 3G och 4G	WCNS - Ch 13 WCNS - Ch 14	OFDMA, SC-FDMA
v.48						
28-nov.	08:15	ak4314, aj6373	NI:A0602	Föreläsning 9 - Bluetooth + Wi-Fi	WCNS - Ch 12	
29-nov.	08:15	ak4314, aj6373	NI:A0502	Föreläsning 10 - Bluetooth + Wi-Fi	WCNS - Ch 12	
30-nov.	10:15	ak4314, aj6373	NI:A0513	Föreläsning 11 - Bluetooth + Wi-Fi	WCNS - Ch 12	
30-nov.	13:15	ak4314, CTGIKO	OR:A330	Laboration 2:1 - Bluetooth		
v.49						
05-dec.	10:15	ak4314, aj6373	OR:F312	Föreläsning 12 - Spread spectrum communication	WCNS - Ch 9 NE - 5G Ny Teknik - 5G Ny Teknik - 6G	FHSS, DSSS, CDMA, PN Sequences
06-dec.	10:15	ak4314,tsivkr	OR:F314	Föreläsning 13 - 5G, 6G och vidare	Mera kommer på Canvas	Nästa steg inom mobil kommunikation är 5G, men redan nu thar man börjat utveckla 6G. Vad kommer detta att innebära för hur vi använder tekniken?
07-dec.	10:15	ak4314	NI:A0513	Föreläsning 14 - Gästföreläsningar		
07-dec.	13:15	ak4314, CTGIKO		Laboration 2:2 - Bluetooth		
v.50						
12-dec.	08:15	ak4314	NI:A0502	Reserv		
14-dec.	08:15	ak4314, aj6373	Kranen	Tenta		

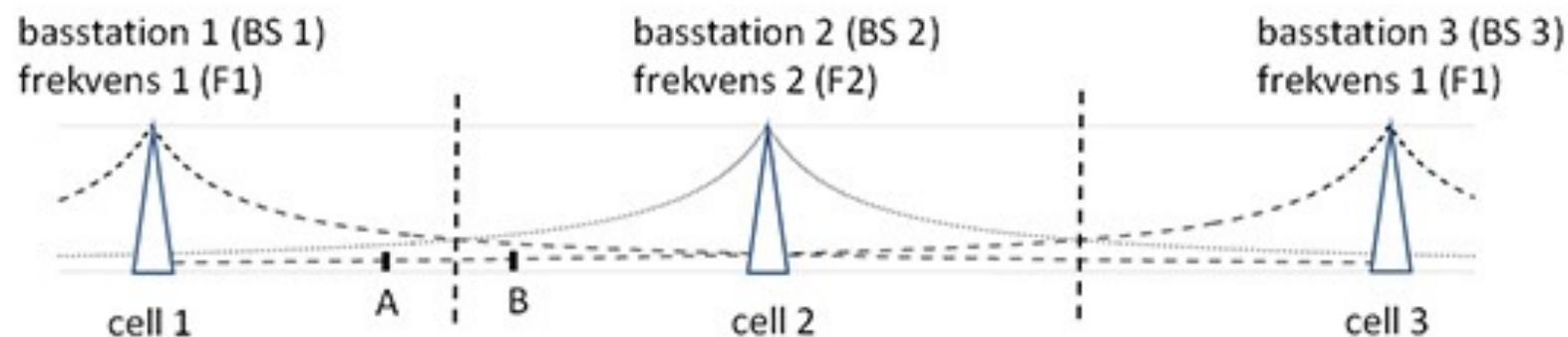


$\alpha$        $\beta$

# Mobiltelefoni

## *Hand-off*

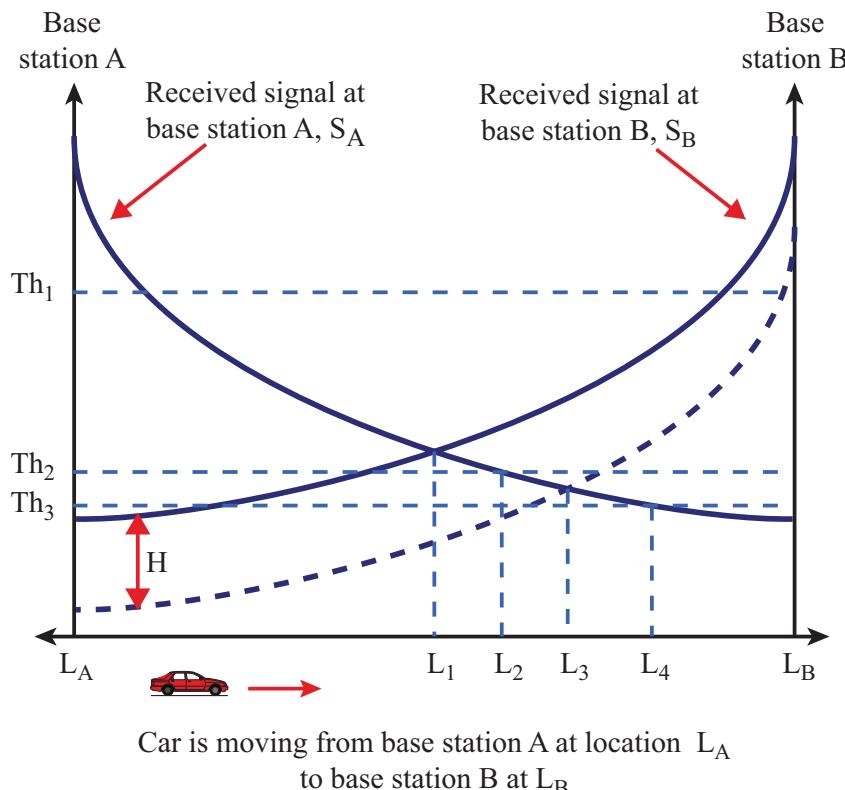
### signalstyrkor i basstationsnät



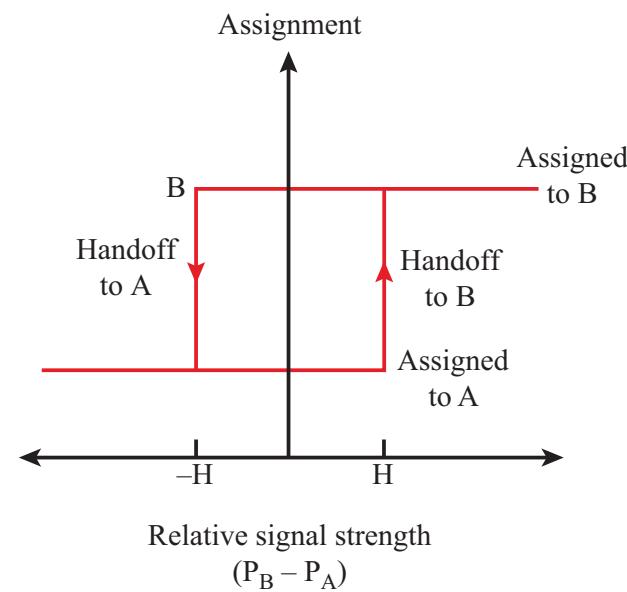
**Signalstyrkan från en basstation avtar med avståndet och gör det möjligt att återanvända frekvensband i ett cellsystem. För en mobil enhet som rör sig från A till B sker ett automatiskt byte av basstation och frekvens för att uppnå största möjliga signalstyrka.**

# Mobiltelefoni

## Handoff



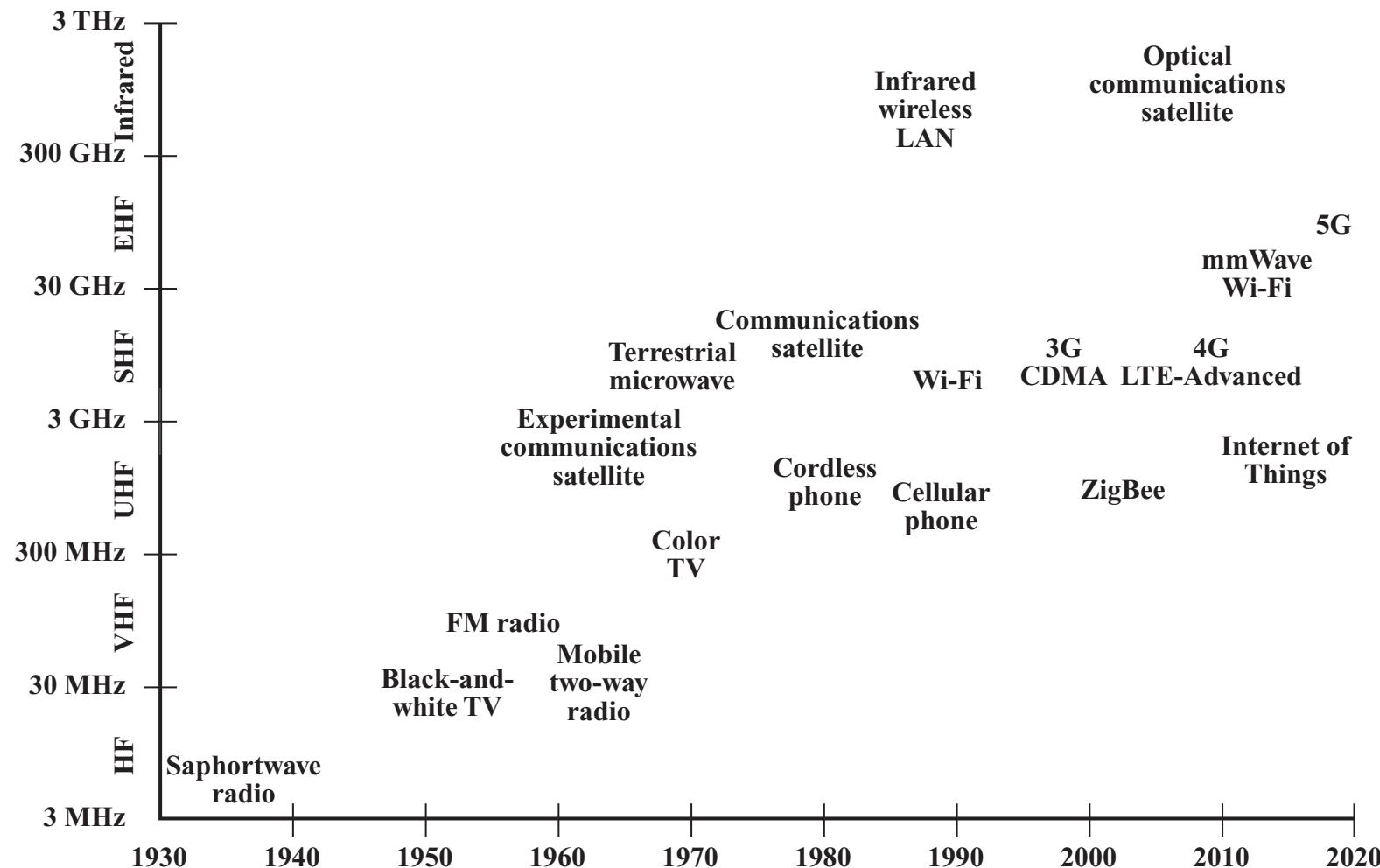
(a) Handoff decision as a function of handoff scheme



(b) Hysteresis mechanism

[https://media.pearsoncmg.com/ph/esm/ecs\\_stallingsbeard\\_wcns\\_1/animations/](https://media.pearsoncmg.com/ph/esm/ecs_stallingsbeard_wcns_1/animations/)

# Mobiltelefoni



# Mobiltelefoni

## *Modulering*

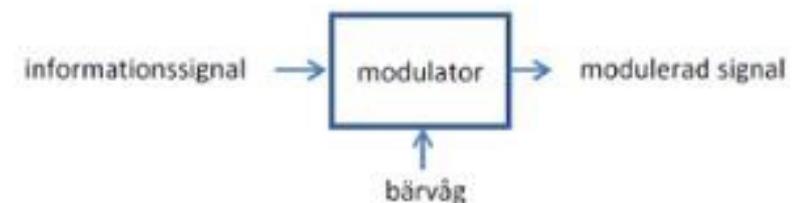
- Modulering – Man ändrar bärvägens karakteristik

- Amplitud (ASK)

- Frekvens (FSK)

- Fas (PSK)

**digital modulering**

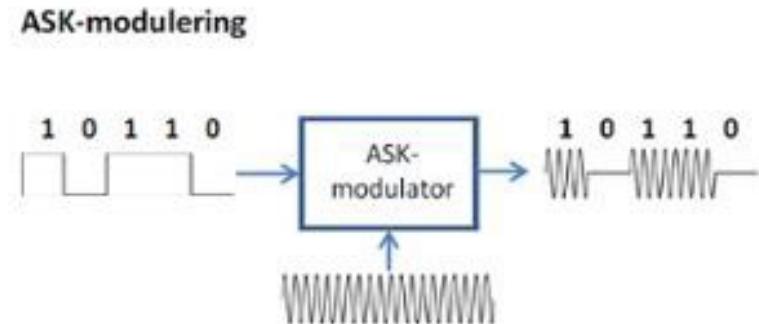


# Mobiltelefoni

Modulering

ASK (amplitude shift keying)

- Vid ASKmodulering kan binära data (0 och 1) i det enklaste fallet representeras som två olika amplituder på en bärvgång.
  - Fler amplituder ger fler bitar
  - Ofta är en amplitud noll

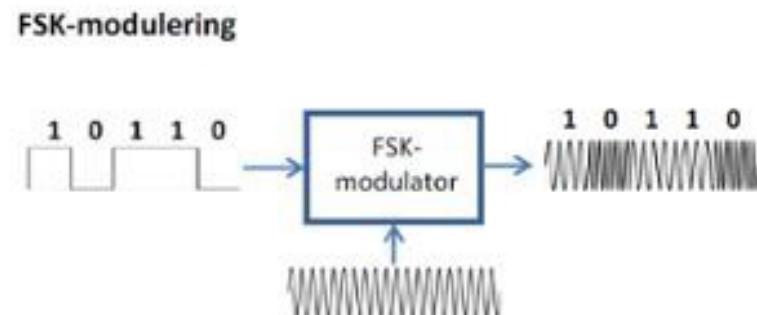


# Mobiltelefoni

Modulering

FSK (frequency shift keying) använder

- Vid FSKmodulering kan binära data (0 och 1) i det enklaste fallet representeras som två olika frekvenser i en bärväg.
  - Används i GSM



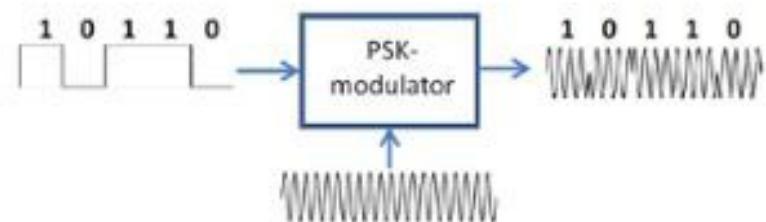
# Mobiltelefoni

## *Modulering*

### PSK (phase shift keying)

- Vid PSKmodulering kan binära data (0 och 1) representeras som en fasskiftning (mellan 0 och  $\pi$ ) av bärvägen, alternativt som en halv periods förskjutning av signalen.
- EDGE använder PSK8

PSK-modulering



## Mobiltelefoni

*Flera användare (Multipel access)*

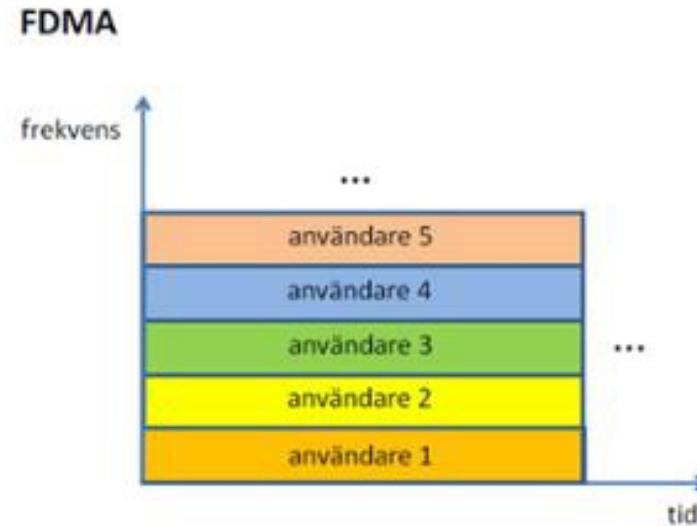
- FDMA - Frequency Division Multiple Access
- TDMA - Time Division Multiple Access
- CDMA - Code Division Multiple Access

# Mobiltelefoni

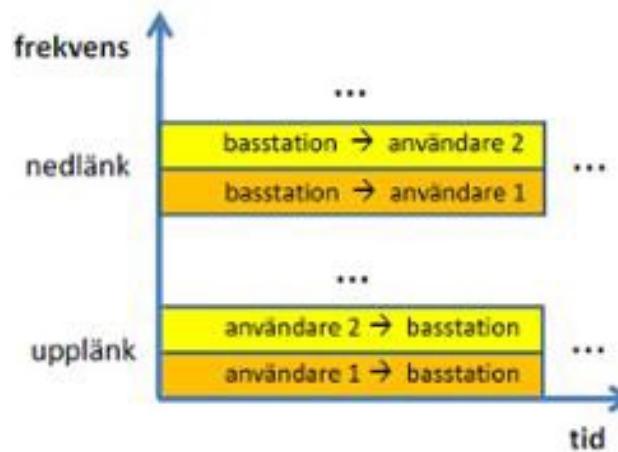
## Flera användare (Multipel access)

FDMA (frequency division multiple access)

- Är den enklaste lösningen för multipel access.
- Det tillgängliga frekvensbandet delas i ett antal radiokanaler som samtidigt disponeras av ett flertal mobila enheter.



### FDMA i NMT

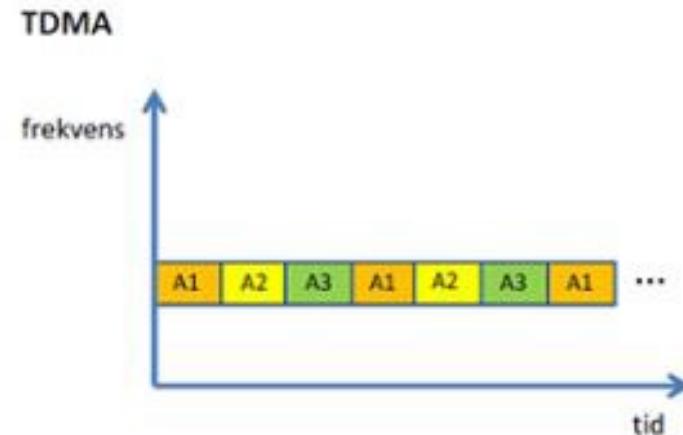


# Mobiltelefoni

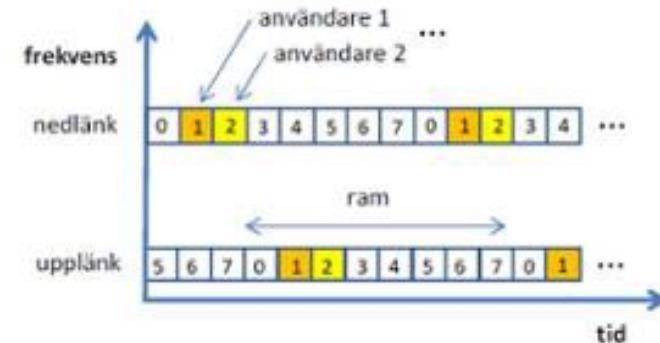
## Flera användare (*Multipel access*)

### TDMA (time division multiple access)

- löser problemet med multipel access genom att inom samma frekvenskanal dela användarnas kommunikation i ett stort antal periodiskt återkommande och mycket kortvariga tidsluckor.



### kombination av FDMA och TDMA



# Mobiltelefoni

## *Flera användare (Multipel access)*

### CDMA (code division multiple access)

- är en avancerad teknik för multipel access som används i 3G.
- Ett stort antal användares samtidiga kommunikation inom samma frekvensband separeras här med unika identifikationskoder.

### CDMA

