

# Telenätet

Emma Fitzgerald

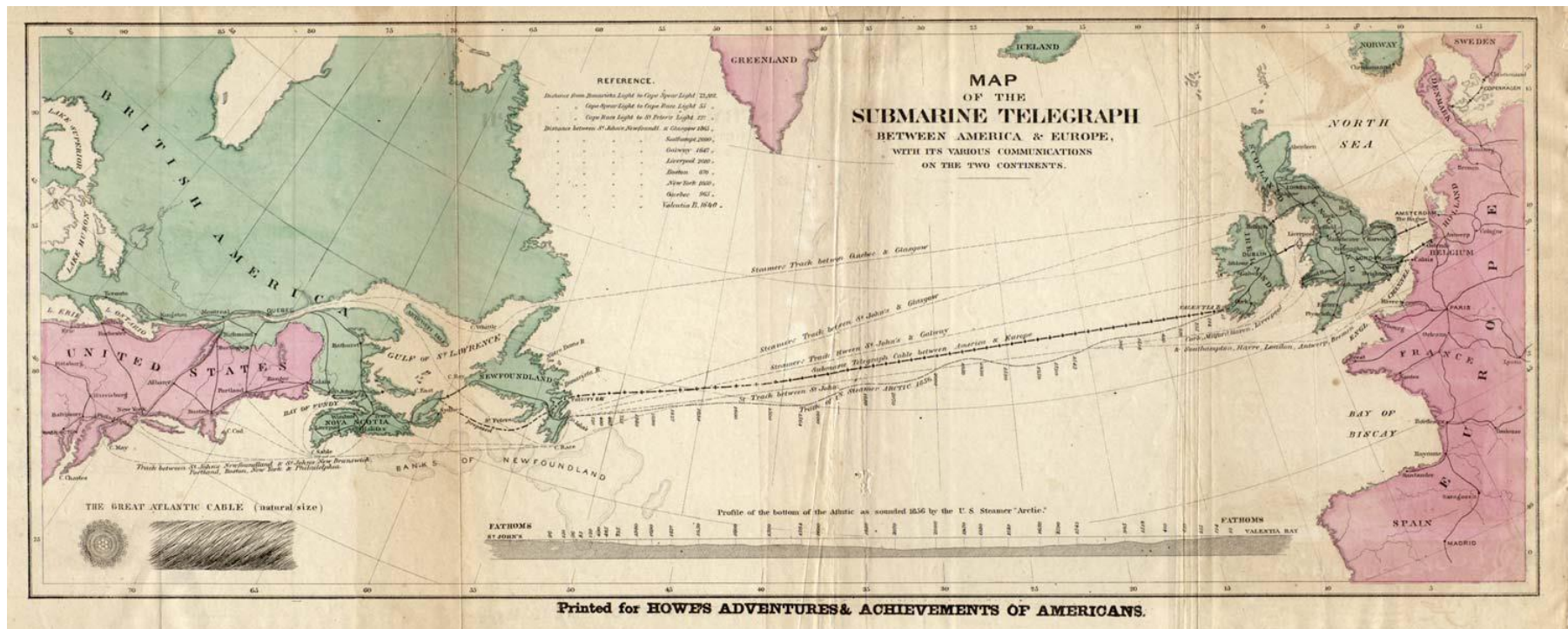
# Data communication

After torches and smoke signals, the optical telegraph was invented in the 18th century.



# Data communication

Optical telegraphs evolved into electrical telegraphs, which quickly increased the available data communication speed and distance.



# Historik

- Patentet på den första telefonen lämnades in 1876.
- Lars Magnus Ericsson ”snodde” konceptet och började tillverka en svensk telefon.
- 1878 kom den första manuella växeln.
- 1890 kom den första automatiska växeln.

# Telephone networks

The need for telephone networks became obvious in the late 19th century...

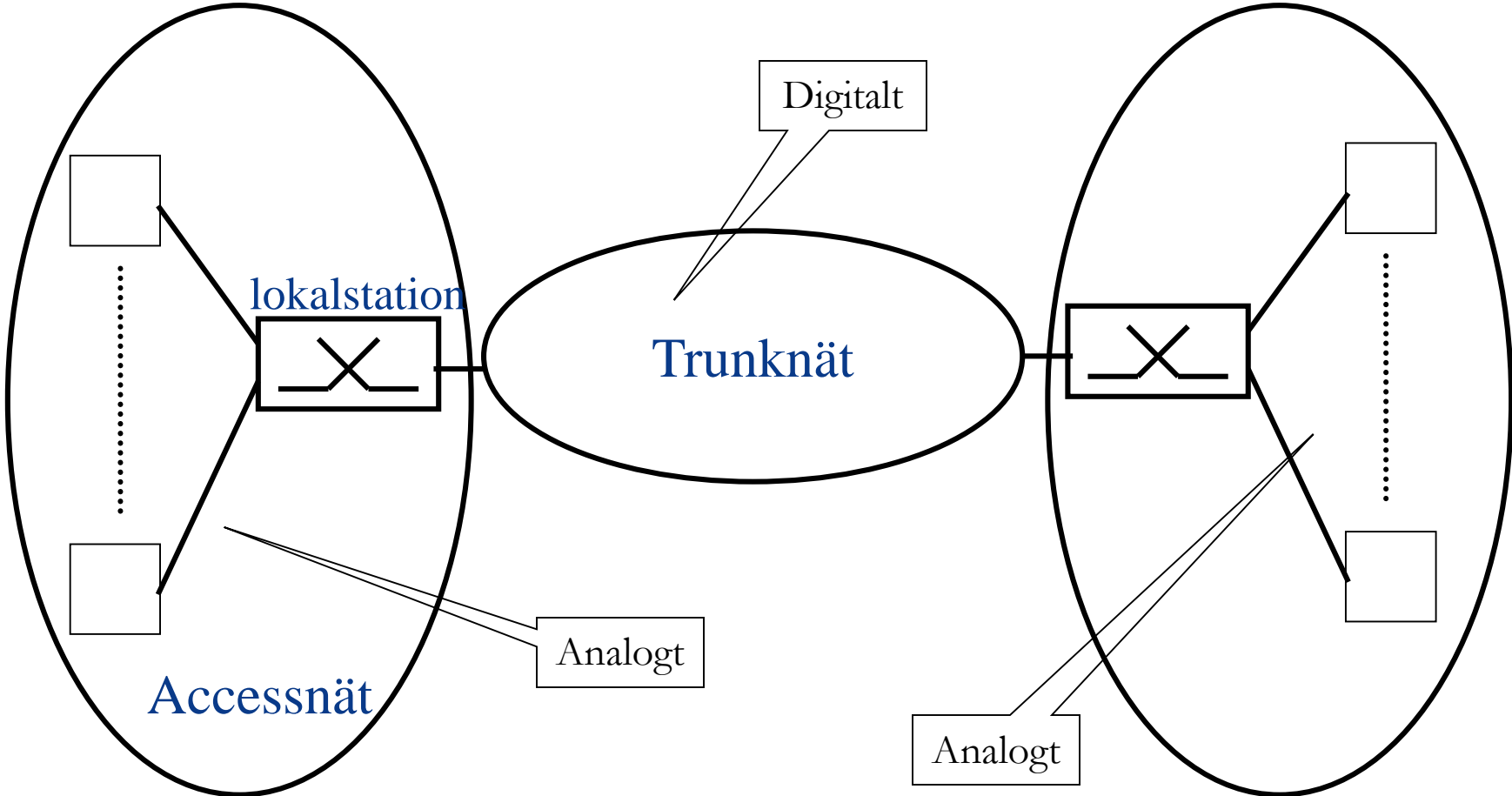


# Telephone networks

The telephone networks were built on the idea of *circuit switching*.



# Publika telenätet

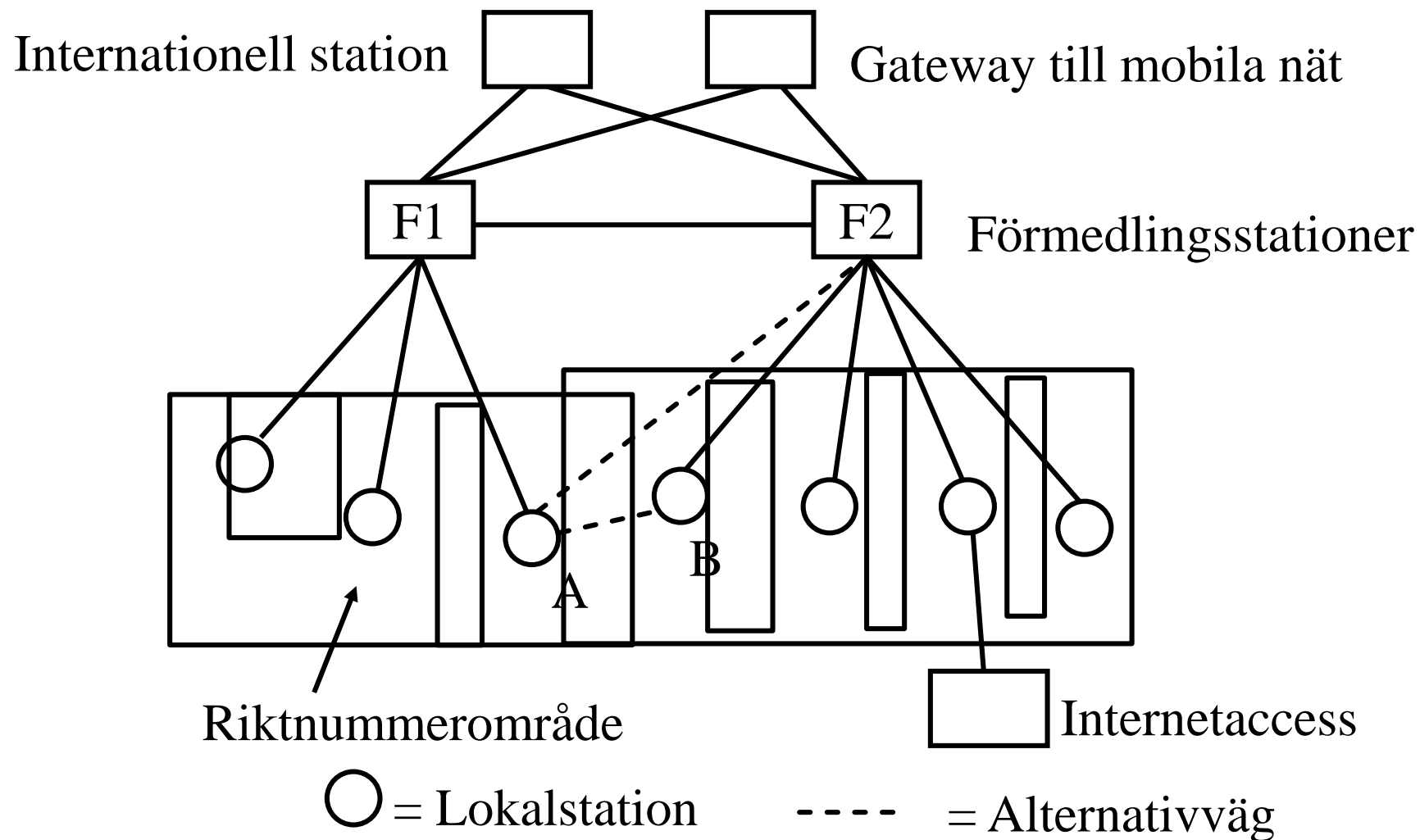


# Accessnätet

- Analogt!
- Bandbredd 300-3400 Hz
- Tillräckligt för att uppfatta tal och känna igen röster
- Pupinspolar (historia)
  - ◆ Minskar dämpning  $< 4000\text{Hz}$
  - ◆ Kraftig dämpning  $> 4000\text{Hz}$
  - ◆ Borttagna pga xDSL



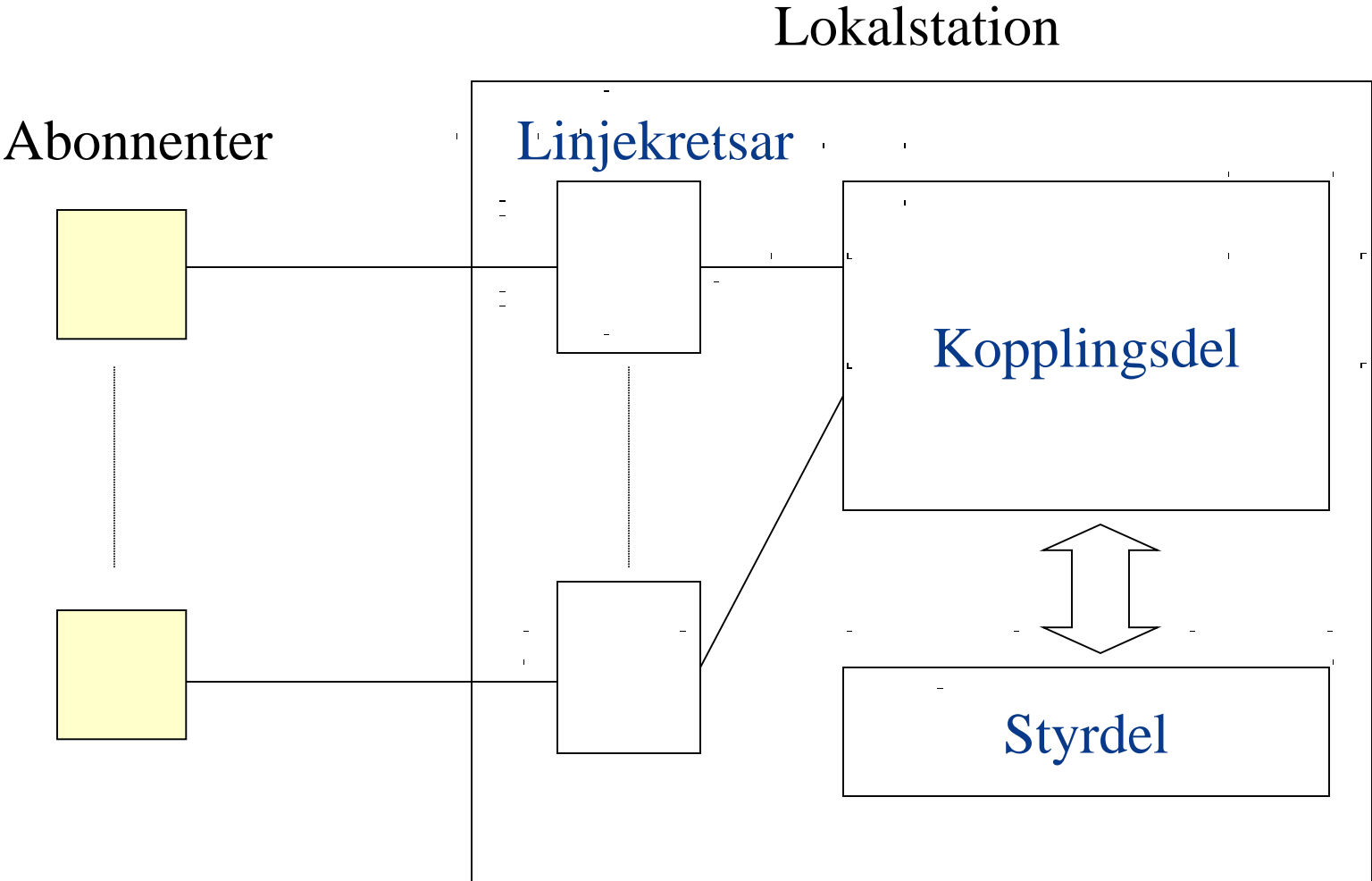
# Trunknätet



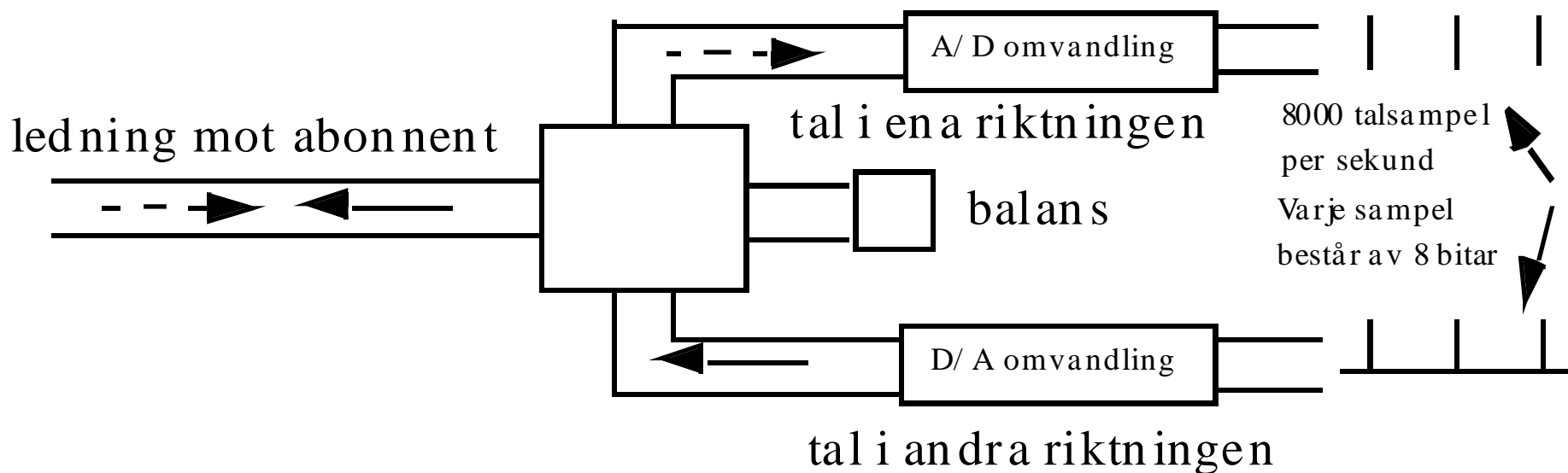
# Informationsöverföring i telenäten

- Telenäten är digitala.
  - ◆ PCM i lokalstationerna
  - ◆ Överföring som 8-bitars sampel.
- Telenäten använder kretskopplad dataöverföring
  - ◆ en permanent förbindelse sätts upp för varje samtal.
- Trunknätet använder synkron tidsmultiplexering.
  - ◆ SDH
  - ◆ TDM

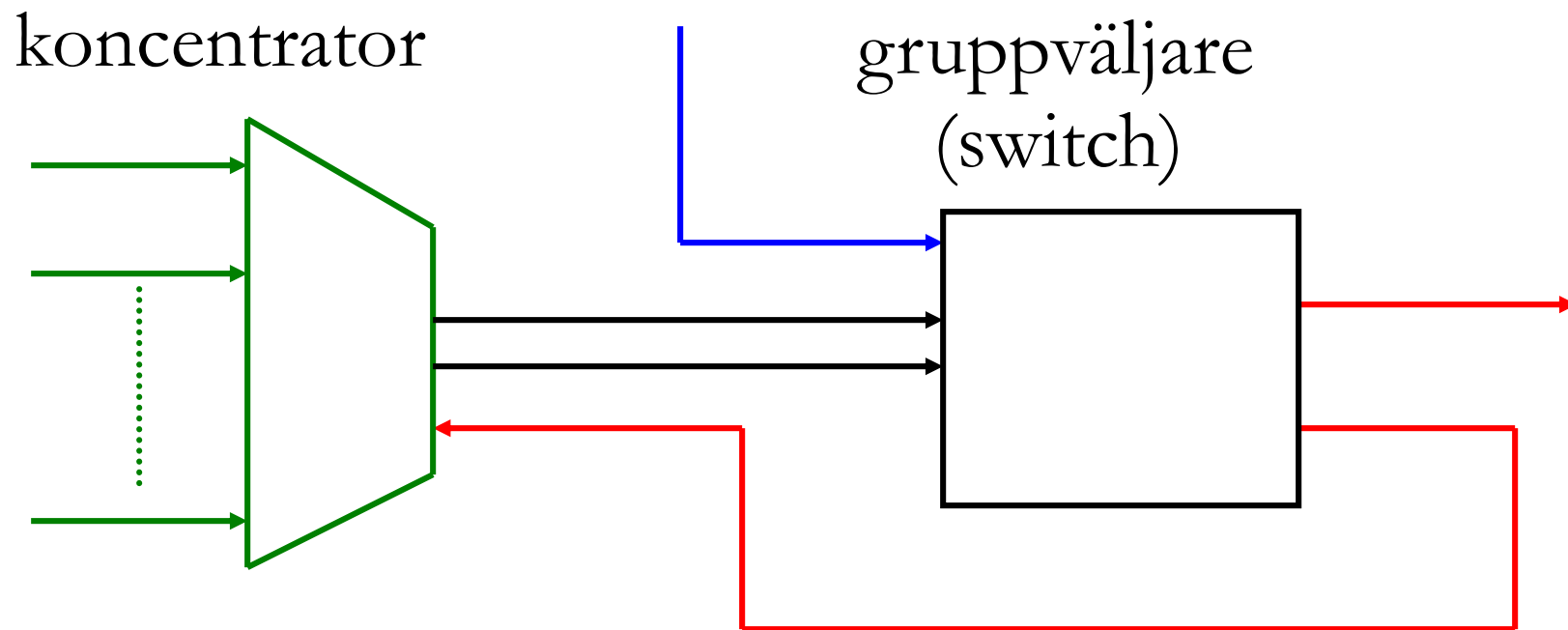
# Lokalstationen



# Linjekretsen



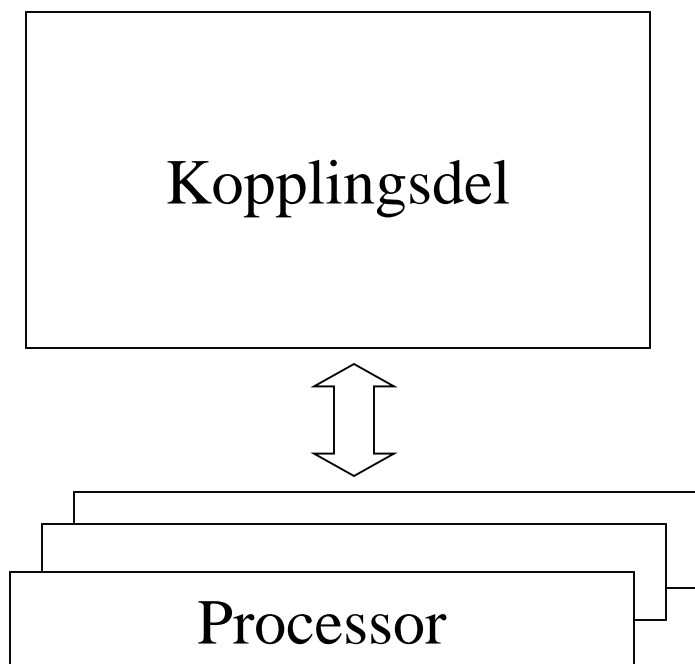
# Kopplingsdelen



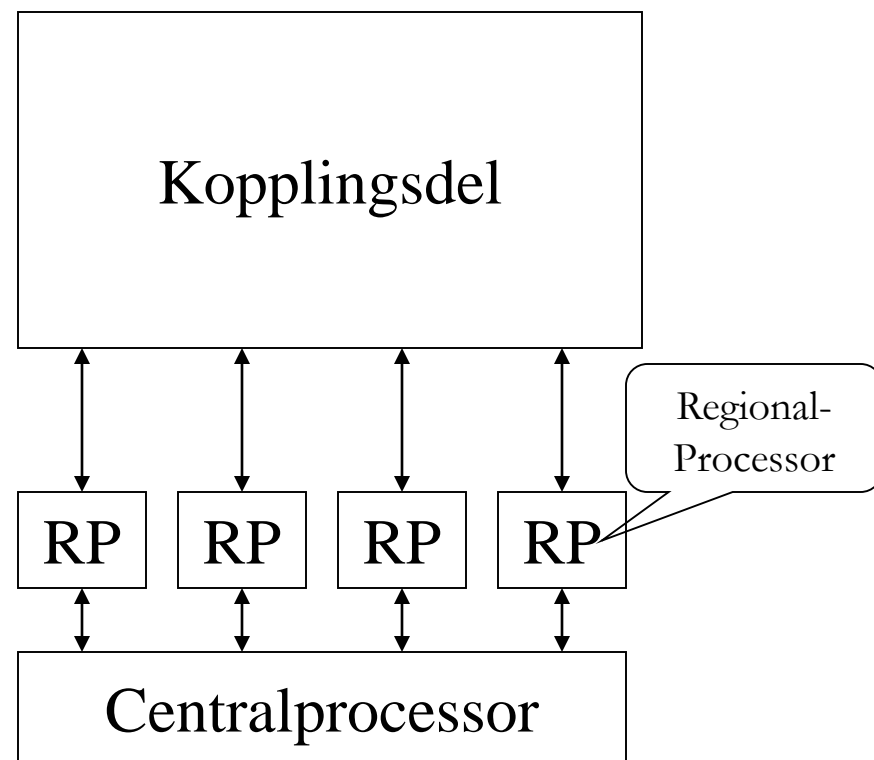
# Styrdelen

- Dator med en eller flera processorer som innehåller ”intelligensen”.
- Ser till att kopplingsdelen utför rätt arbete.
- Stora krav på tillförlitlighet och hög processorkraft.

# Systemarkitektur



Multiprocessorsystem



Hierarkiskt system

# Tillförlitlighetsaspekter

- En telefonstation får endast vara ur drift 6 minuter under 10 år.

Detta medför:

- Allt byte av programvara måste kunna ske under drift.
- Alla systemdelar, tex. processorer, är dubblerade.
- Mycket automatiska felsökningsfunktioner.



# Mobila telenät, Historik

## ■ NMT

- ◆ Test 1978, drift 1981
- ◆ Analogt system
- ◆ 450 MHz, senare även 900MHz

## ■ GSM

- ◆ Utveckling från 1982, drift från 1992

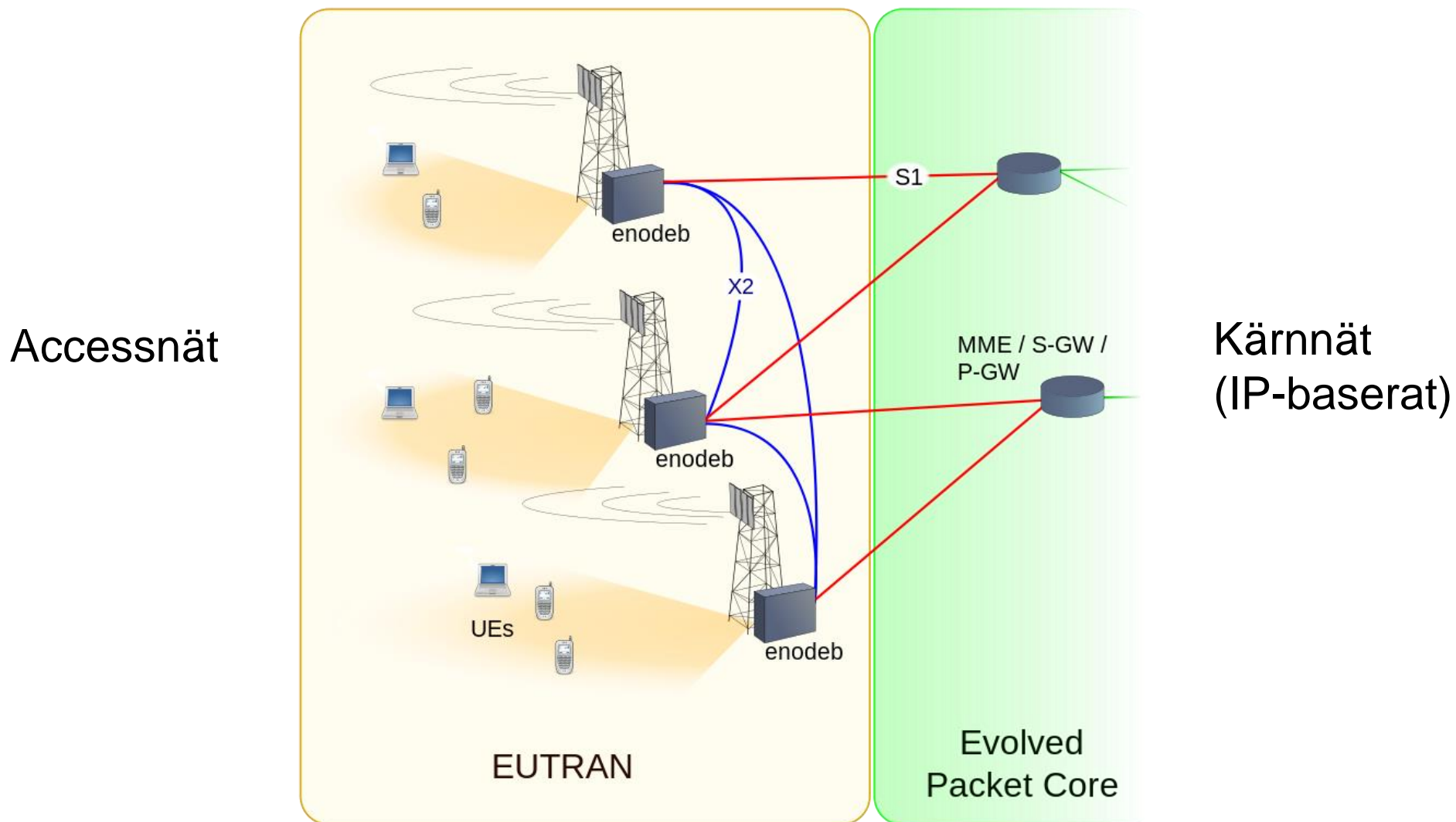
## ■ UMTS

- ◆ Utveckling under 1990-talet, drift från cirka 2000

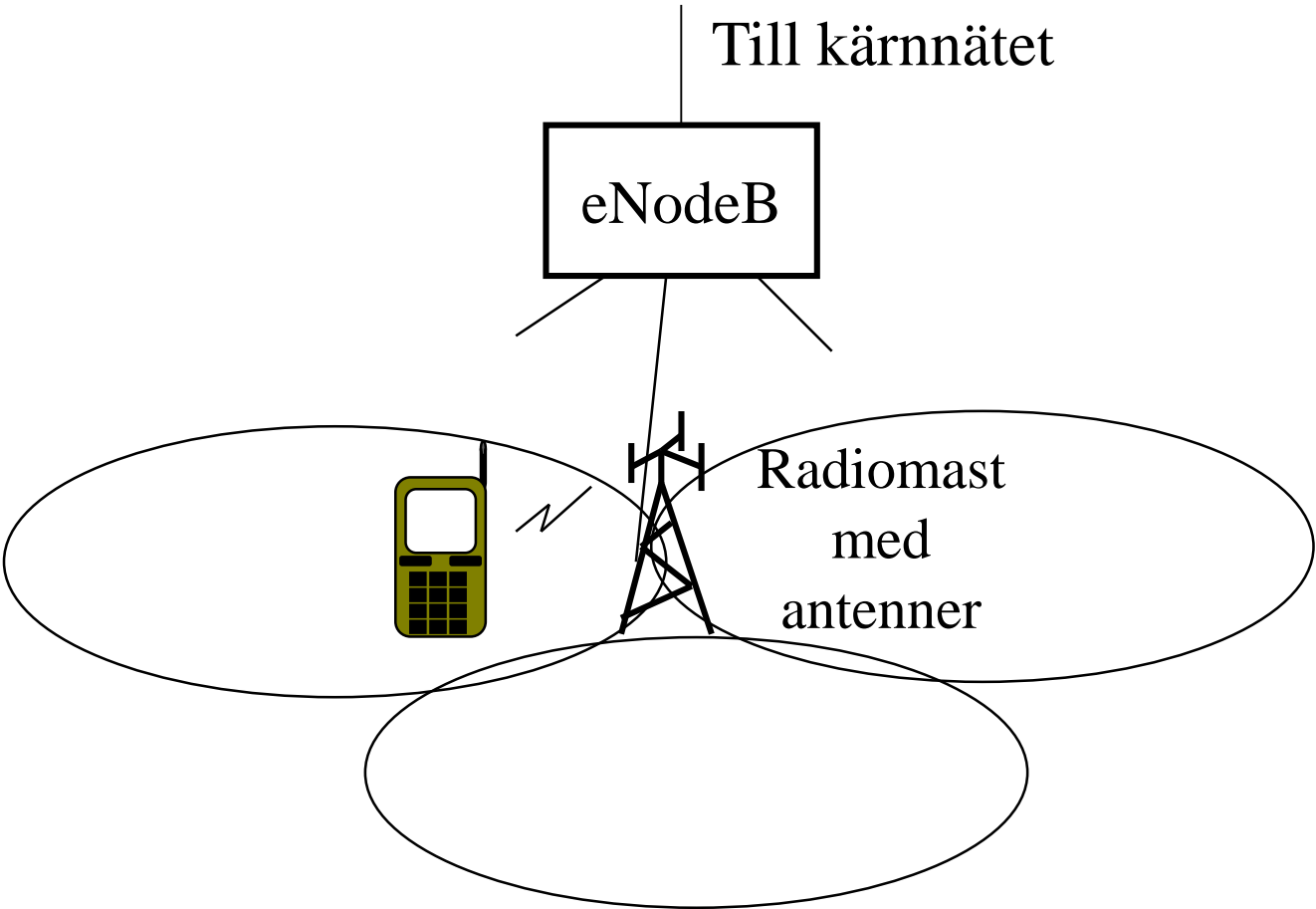
## ■ LTE

- ◆ Standard sedan 2008, i drift i Sverige sedan 2009

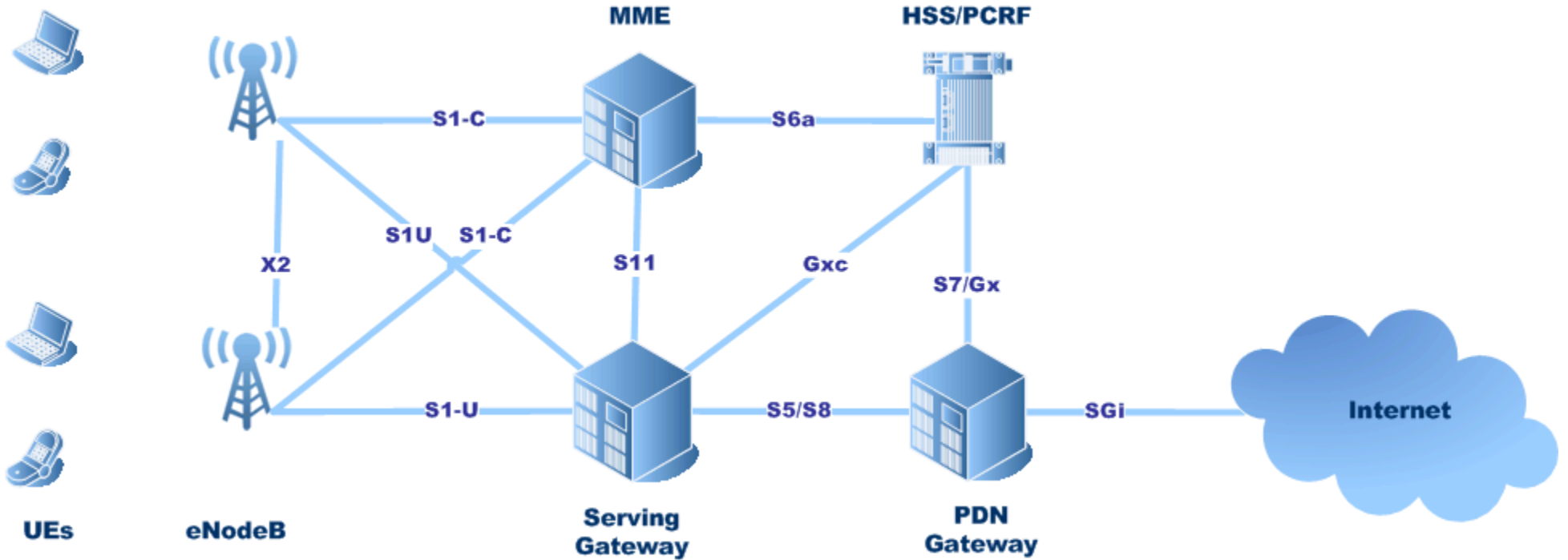
# Mobila telenät, generell uppbyggnad



# Mobilt accessnät



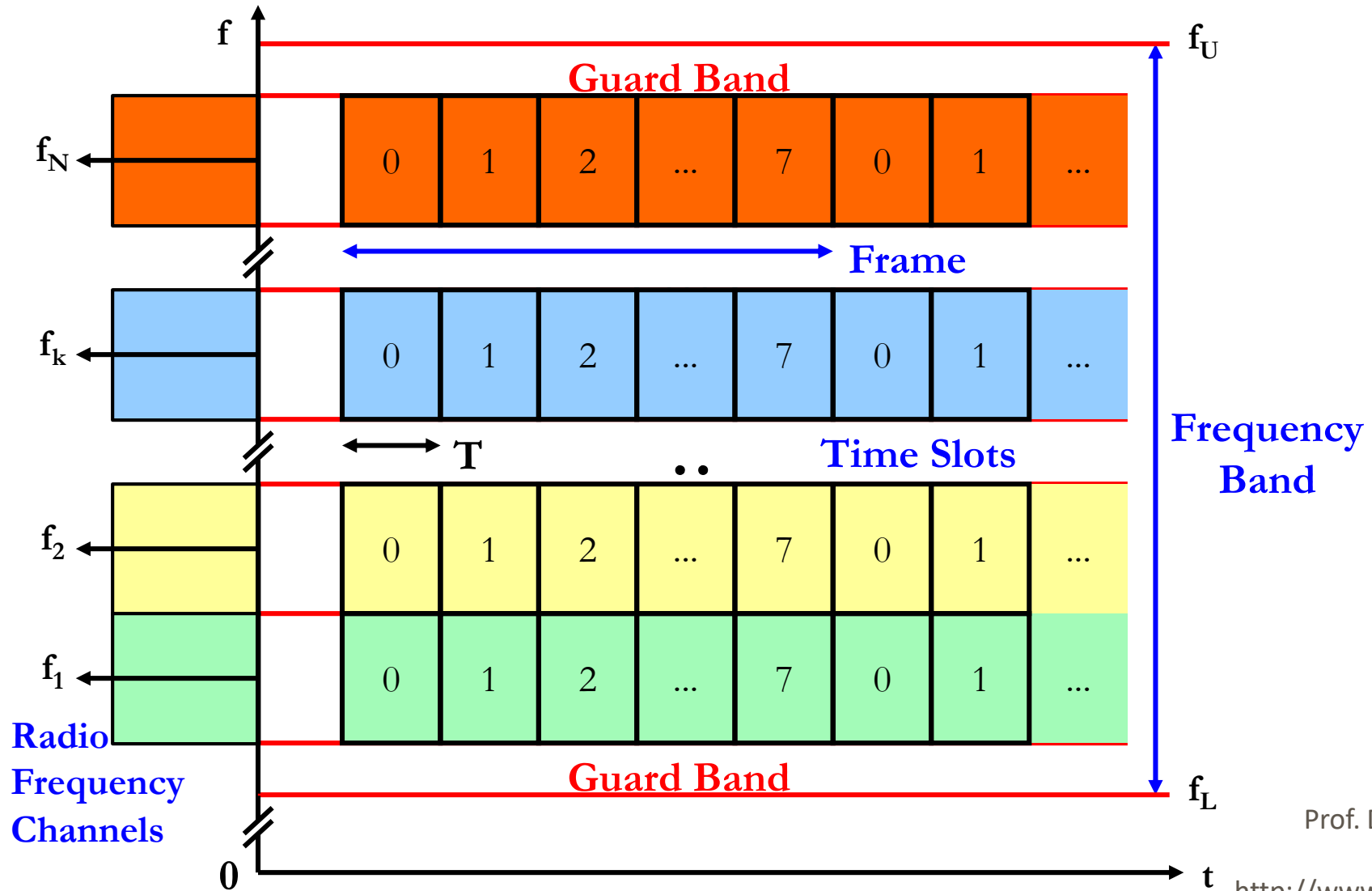
# Mobilt kärnnät



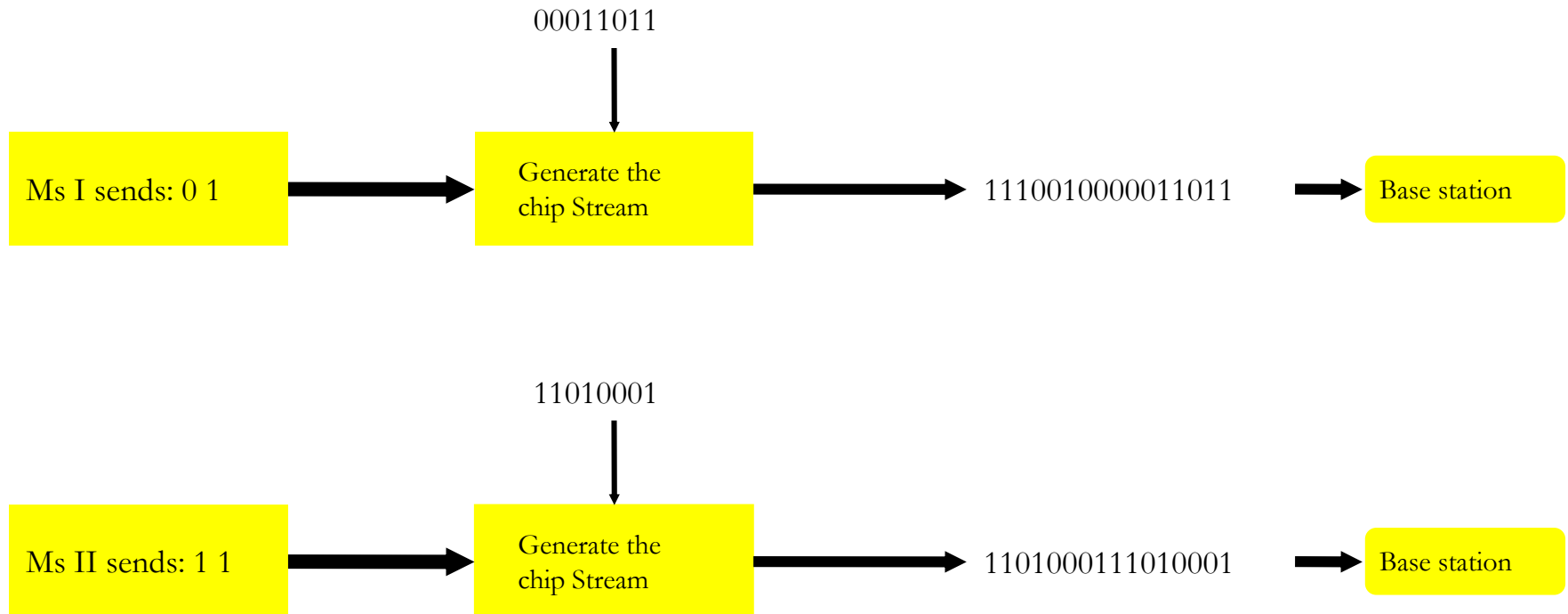
# Frekvenser och kanaler

- Frekvenser fördelas på cellerna
  - ◆ Operatörer tilldelas frekvenser av PTS
- Frekvensområdet delas upp
  - ◆ (O)FDMA
  - ◆ TDMA
  - ◆ CDMA
  - ◆ SDMA
- Broadcast-kanal (för info från nätet till alla UE)

# GSM Combined FDMA / TDMA Scheme



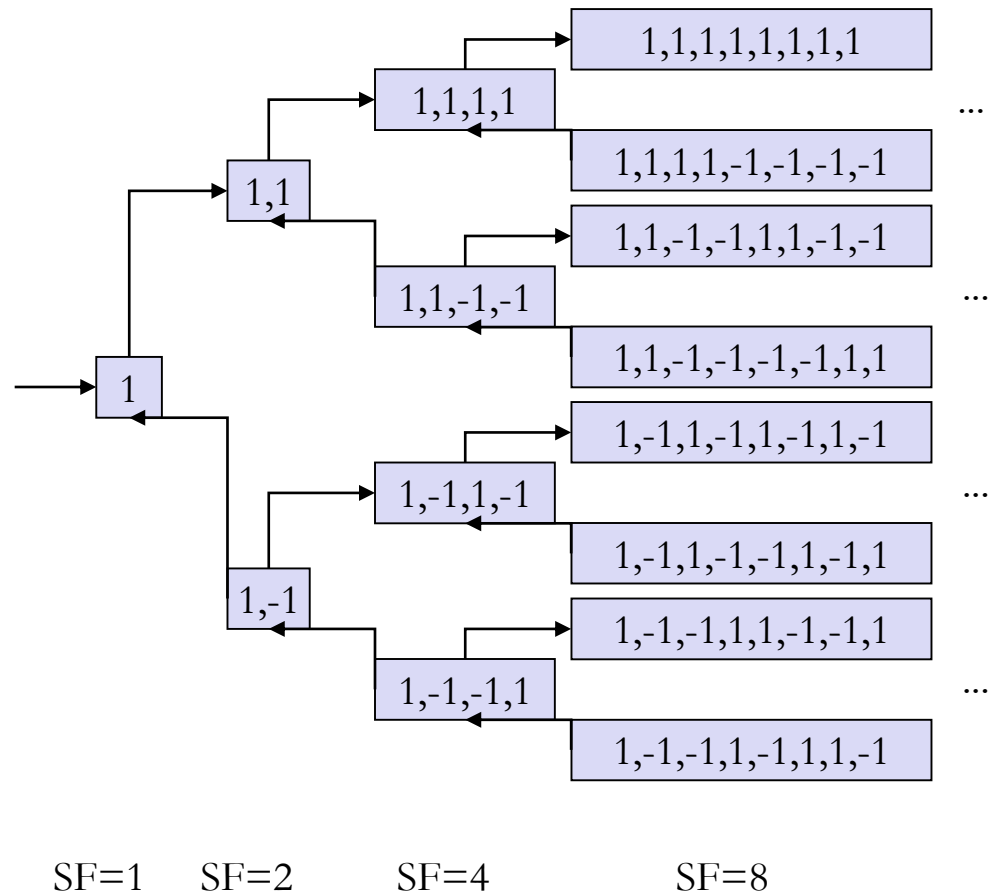
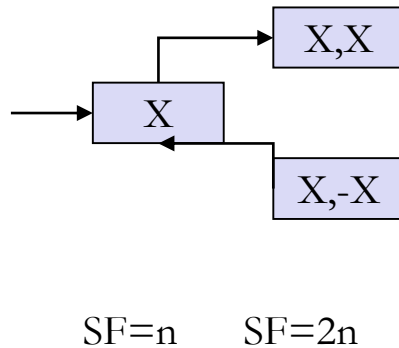
# CDMA, an example



# OVSF coding

## Orthogonal Variable Spreading Factor Codes

### Recursive rule





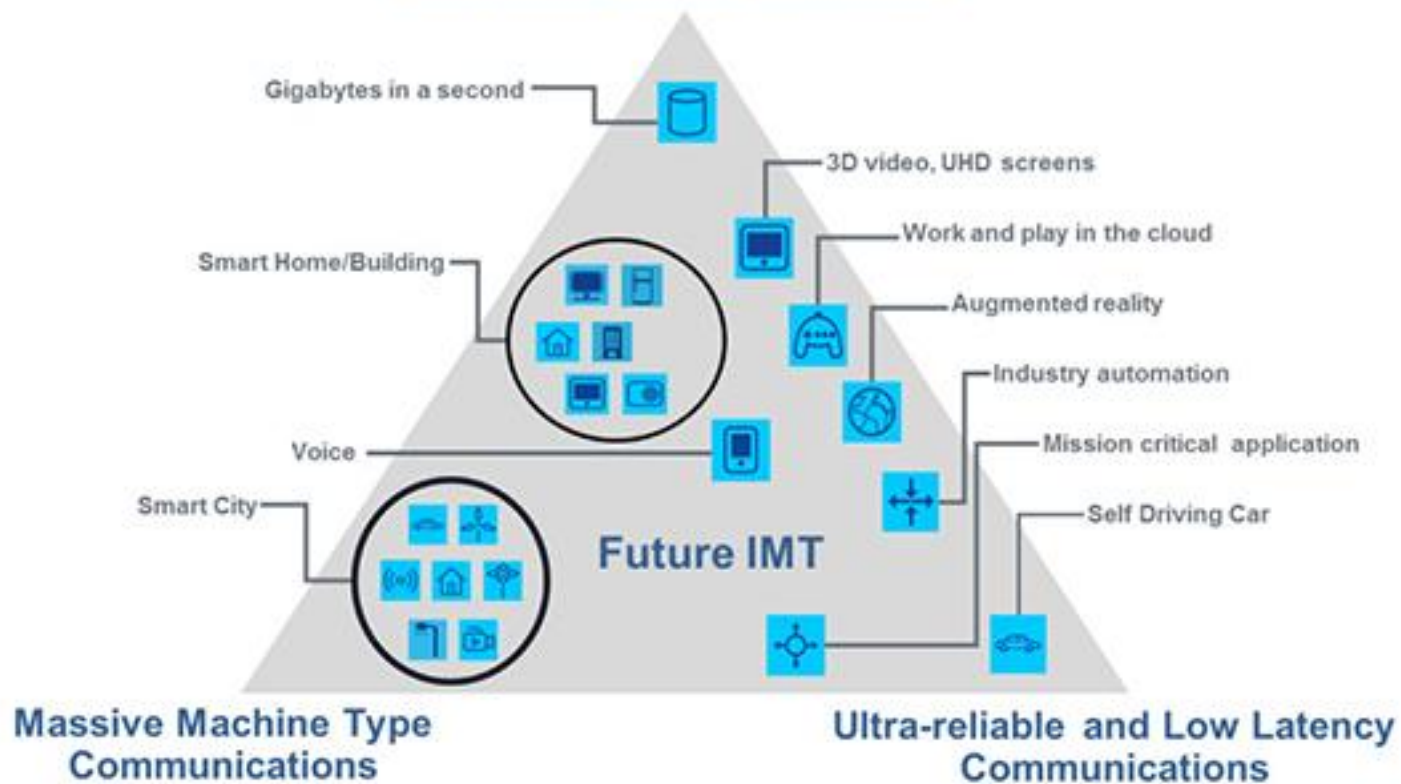
# LTE

- Long Term Evolution
- IP-baserat
- Ny radioteknik i accessnätet jämfört med 3G
  - OFDM
- I första hand för mobil datakomm
  - I andra hand för telefoni

# 5G New Radio

- Standarden är nu spikad, börjar användas från 2020
- Slicing (nätskivor)
- Virtualisering av nätverksfunktioner
- Tre användarfall
  - Enhanced mobile broadband (tex videoströmning)
  - Massive Machine Type Communication (tex sensorer, Sakernas Internet)
  - Ultra-Reliable Low Latency Communication (tex fabriker, självkörande bilar)

## Enhanced Mobile Broadband



# Vad händer när UE rör sig?

- Handover

- ◆ Förflyttning mellan celler
- ◆ Byte av basstation

- Roaming

- ◆ Förflyttning mellan operatörer/länder
- ◆ Byte av hela “strukturen”