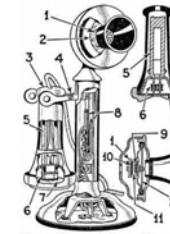


## Gradniki TK sistemov

Anton Umek  
anton.umek@fe.uni-lj.si

## Telefon

- 1876, A.G. Bell, Elisha Gray



View, partly sectional, of a typical modern telephone receiver with associated wiring. Bottom containing 9, 10, and 11; 2, 3 Transmitter Diaphragm; 4, 5 Receiver; 6, 7 Permanent Magnet; 8 Receiver Coil; 9, 10 Receiver Diaphragm; 11 Contact Surface which runs the circuit when the receiver is lifted from the hook; 9 Ferric Carbon Granules; 10 Near Carbon Electrode; 11 Carbon Granules.



3

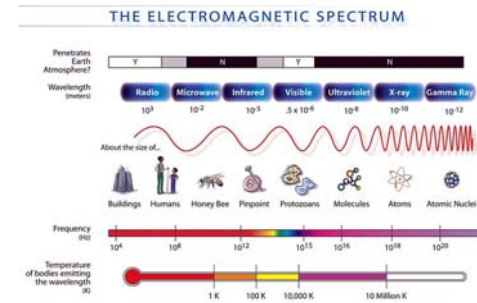
## Prenos informacije na daljavo

- Analognе komunikacije: signali, ki nosijo informacijo so zvezni v času in po vrednosti.
  - Prenos analognih signalov v osnovnem pasu (angl. analog baseband)
  - Prenos analognih signalov v višji frekvenčni legi (angl. analog passband)
- Digitalne komunikacije: informacijski signal je zaporedje izbranih znakov. Po fizičnem kanalu lahko prenašamo le zvezne signale!
  - Prenos digitalnih signalov v osnovnem pasu (angl. digital baseband)
  - Prenos digitalnih signalov v višji frekvenčni legi (angl. digital passband)

2

## Delitev elektromagnetnega spektra

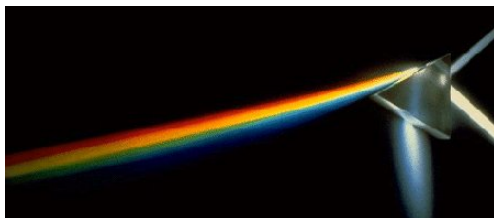
- Elektromagnetno valovanje se prosto razširja v zraku ali v praznem prostoru. Komunikacija v frekvenčnem prostoru do 300Ghz imenujemo tudi radijska komunikacija.



4

## Svetlobni spekter

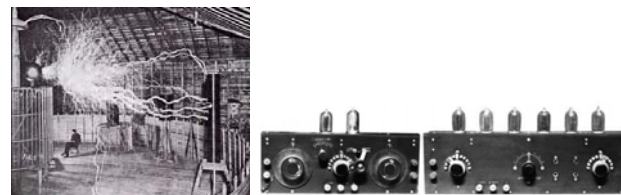
- Pri frekvencah nad 300GHz običajno navajamo podatek o valovni dolžini.
- Za človeško oko vidni del svetlobnega **spektra** je v območju od 400 do 700nm.
- Svelobna komunikacija po optičnih vlaknih poteka v nevidnem delu spektra v območjih med 1200nm in 1700nm.
- Območje X žarkov je od 10nm do 10pm, območje gama žarkov pa določajo valovne dolžine od 10pm do 1pm.



5

## Začetek radijskih komunikacij

- 1888, Heinrich Hertz eksperimentalno potrdi obstoj elektromagnetnih valov,
- 1897, Nikola Tesla: US patent za radijski prenos informacije,
- 1901, Guglielmo Marconi: radijski prenos informacije čez Atlantik, Nobelova nagrada.
- 1906, Fessenden: prvo oddajanje govora in glasbe
- 1920: prvo oddajanje radijskih novic



7

## Radijski frekvenčni prostor

- Območje radijskih frekvenc je razdeljeno na območja nizkih, srednjih in visokih frekvenc s predponami (Very, Ultra, Super, Extremely):
  - ELF (3Hz-30Hz), SLF(30Hz-300Hz), ULF(300Hz-3kHz), VLF(3-30kHz)
  - LF (30kHz-300kHz), MF (300kHz-3MHz), HF(3MHz-30MHz), VHF(30MHz-300MHz),
  - UHF (300MHz-3GHz), SHF(3-30GHz), EHF(30-300GHz)
- Zadnjo skupino (300MHz-300GHz) imenujemo tudi mikrovalovi.
- Dimenzije oddajnih anten so primerljive z valovno dolžino !!



VLF



UHF



6

## Televizija

- 1926, John Baird, prenos gibljive slike, mehanski TV!
- 1929: prva oddajanja TV signala v ZDA in v Evropi
- 1951, CBS: prvi komercialni TV program v barvah
- TV aparati :



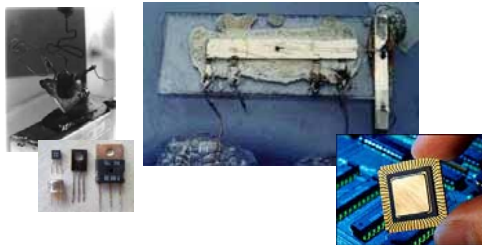
1938 DuMont Model 180  
America's First Commercial Electronic TV Set



8

## Razvoj elektronike

- Leta 1947 je bil v Bell Labs izdelan prvi transistor,
- leta 1961 je patentirano prvo integrirano vezje (IC)
- število transistorjev v pomnilnikih narašča eksponentno:
  - 1970>100
  - 1989>1.000.000
  - 2005>1.000.000.000
  - 2007>10.000.000.000



9

## Mobilna celična omrežja

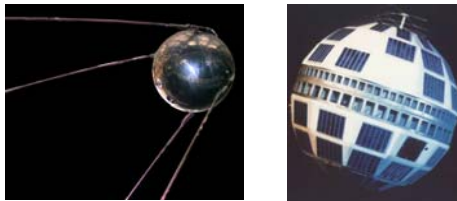
- Leta 1981 začne delovati prva generacija mobilne telefonije v Skandinaviji NMT (Nordic Mobile Telecommunication).
- Deset let kasneje začne delovati prvo GSM omrežje.
- Leta 2001 začne delovati prvo UMTS omrežje, in leta 2003 tudi v Sloveniji.



11

## Satelitske komunikacije

- Doba vesoljskih komunikacij se začne leta 1957 z izstrelitvijo Sputnika.
- Leta 1961 AT&T lansira prvi telekomunikacijski satelit Telstar za telefonijo in TV.



10

## Prenos govornega signala v osnovnem pasu

- Lastnosti govornega signala so določene z lastnostmi govornih organov
- Spekter govornega signala je odvisen od govorca, širina spektra pa je približno v frekvenčnem območju 150-7500 Hz
- Zadovoljivo kvaliteto dosežemo tudi po omejitvi spektra na frekvenčno območje 300-3400
- Kvaliteto zveze določamo po dveh vrstah kriterijev:
  - Subjektivni kriterij ocenjevanja kvalitete: določa ga srednja ocena kvalitete večjega števila poslušalcev MOS (Mean Opinion Score)
  - Objektivna kriterija kvalitete sta razmerje med močjo signala in šumno močjo  $S/N$  in popačenja.
    - Linearno popačenje (amplitudno in fazno popačenje)
    - Nelinearno popačenje (višjeharmonske komponente signala)

12

## Enosmerni prenos govora v osnovnem pasu

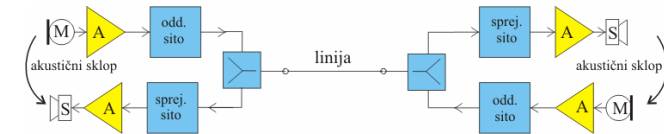


- mikrofون
- ojačevalnik
- oddajno sito
- ločilni transformator
- telefonska linija: simetrični prepleteni dvovod
- sprejemno sito
- zvočnik

13

## Dvožični polni duplex

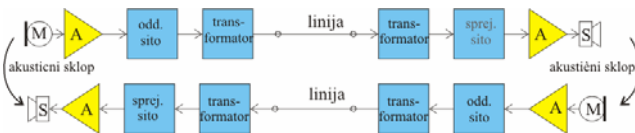
- Ločevanje smeri prenosa:



15

## Dvosmerni prenos govora v osnovnem pasu

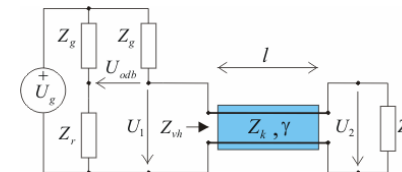
- Štirižični duplexni prenos:



14

## Ločevanje smeri prenosa

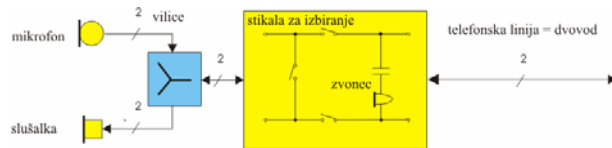
- Vilice (angl. hybrid) so ravnotežno vezje, ki loči oddani signal od sprejetega signala:



16

## Analogni telefon

- izbiranje številke klicanega naročnika
- sprejem poziva: zvonjenje
- prevzem klica : dvig slušalke
- **analogni prenos govora v osnovnem pasu 300-3400 Hz**
- prekinitev zveze: polaganje slušalke



17

## Hierarhična razdelitev omrežij



19

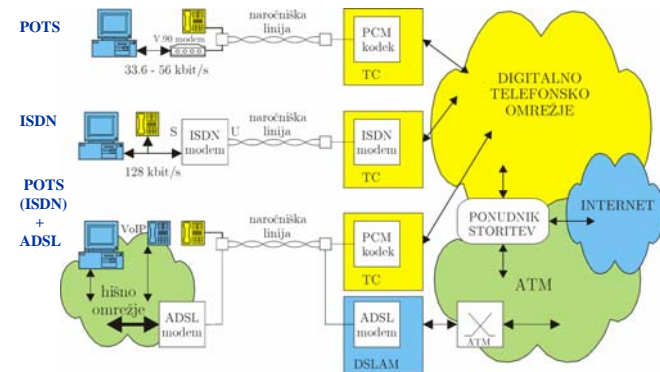
## Telefonsko omrežje

- najstarejše omrežje (\* A.G.Bell, T.Watson 14.2.1876)
- največje omrežje: več kot 750 milijonov naročnikov
- naročniško omrežje predstavlja največji del: [km], [€, SIT]
- kvaliteta osnovne storitve se je zelo izboljšala
- naročniško omrežje je načrtovano za delovanje analognega telefonskega aparata - POTS
- analogni telefonski aparat se v sto letih ni bistveno spremenil



18

## Posodobitev naročniškega omrežja



20