



Prenosové médiá 01

doc. Ing. Ľuboš Ovseník, PhD.

(lubos.ovsenik@tuke.sk; tel. +421 55 602 4336)

https://data.kemt.fei.tuke.sk/PM_PS_Prenosove_media/

ÚVOD DO TEÓRIE PRENOSOVÝCH MÉDIÍ

- Zameranie predmetu, požiadavky na absolvovanie,...
- Základné pojmy informatiky
 - Údaje
 - Informácia
 - Digitalizácia
 - Komunikácia
 - Spektrum elektromagnetického žiarenia
 - Charakteristické vlastnosti médií

Zameranie predmetu

Všeobecné ciele výučby predmetu

- Zoznámiť študentov s poznatkami rôznych typov prenosových médií (počítačových, telekomunikačných,...) z hľadiska konštrukčného, prenosových vlastností a nepriaznivých vplyvov pri prenose signálov.

Väzby na iné predmety

- Matematika I.
- Diskrétna matematika
- Fyzika I., II.
- Základy elektrotechnického inžinierstva
- Úvod do digitálnych komunikácií

Literatúra

- Lafata,P.; Vodrážka,J.: Optické přístupové sítě FTTx a NGA. ČVUT Praha, 2019.
- Lafata,P.; Vodrážka,J.: Optické přístupové sítě a přípojky FTTx. ČVUT Praha, 2014.
- Čuchran, J., Róka, R.: Telekomunikačné prenosové vedenia. Nakladateľstvo STU, Bratislava, 2011.
- Turán, J.: Optoelektronika. Harlequin, Košice, 2002.
- Bass,M., Van Styland,E.W.: Fiber Optic Handbook. Mc Gaw Hill, New York, 2015.
- Balanis, C. A.: Antenna Theory. John Wiley & Sons, Inc., New York, 2015.

Požiadavky na absolvovanie predmetu

Priebežné hodnotenie (PH) - Zápočet (0-40 bodov):

- Laboratórne práce, projektová práca (4 x 10b.)
- Termíny odovzdávania laboratórnych protokolov sú povinné
- **Minimálny počet bodov na udelenie zápočtu (PH) je 21b.**

Záverečné hodnotenie (ZH) - Skúška (0-60 bodov):

- Písomný test
- Ústny pohovor
- **Minimálny počet bodov na udelenie skúšky (ZH) je 31b.**

Celkové hodnotenie (CH) = ZH+PH (0-100 bodov):

- Možnosť získania 0 až 3 bodov za účasť na prednáškach (body navyše, t.j. možnosť ich pripočítania na skúške ku získaniu lepšieho hodnotenia)
- **Minimálny počet bodov na úspešné absolvovanie predmetu (CH) je 51b.**

Cvičenia – osnova

1. **Úvod:** informácie o podmienkach udelenia zápočtov (PH), bezpečnosť pri práci v laboratóriu, rozdelenie študentov do skupín
2. a 3. **Laboratórna práca č.1** - Práca so zväzčkou optických vlákien, Meranie pomocou OTDR, odovzdanie protokolu z L1 (0-10b.)
4. a 5. **Laboratórna práca č.2** - Charakteristiky vysielacej diódy, odovzdanie protokolu z L2 (0-10b.)
6. a 7. **Laboratórna práca č.3** - Útlm optického vlákna a spojky, odovzdanie protokolu z L3 (0-10b.)
8. až 12. **Projektová práca** – Riešenie projektov, odovzdanie protokolu z projektu (0-10b.)
13. **Zápočtový týždeň:** Udelenie zápočtov (PH)
 - Cvičenia sú povinné
 - Minimálny počet bodov na udelenie zápočtov (PH) **21b.**

Prednášky – osnova

- 1. Úvod do teórie prenosových médií - základné pojmy, rozdelenie do kategórií (typy prenosových ciest).
- 2. Pevné metalické prenosové médiá – model homogénneho vedenia, primárne a sekundárne parametre vedenia, zaťaženie vysokofrekvenčného vedenia.
- 3. Pevné metalické prenosové médiá – krútená dvojlinka, symetrické vedenie, koaxiálny kábel, štruktúrovaná kabeláž.
- 4. Pevné optické prenosové médiá – optické prenosové médium, typy optických médií používaných v prístupových a transportných sieťach.
- 5. Pevné optické prenosové médiá – analýza šírenia optického žiarenia, rozbor prenosových vlastností optických médií, nepriaznivé vplyvy na optické prenosové médiá z hľadiska prenosovej kapacity a dosahu prenosu – tlmenie, disperzia.
- 6. Pevné optické prenosové médiá – káble s optickými vláknami, konštrukčné a prenosové vlastnosti, technológia budovania optických trás v prenosových sieťach.

- **7. Bezdrôtové prenosové systémy** - základné pojmy, história bezdrôtovej komunikácie, vybrané typy bezdrôtových systémov (WiFi, UWB, ZigBee, Bluetooth, IrDA, VLC, FSO, LiFi).
- **8. Šírenie ELM vln** - zložky ELM vln, polarizácia ELM vln, frekvenčné pásma, spôsoby šírenia, šírenie ELM vln v rôznom prostredí, šírenie rádiových vln rôznych frekvencií.
- **9. Šírenie prízemných, ionosférických a troposférických ELM vln.**
- **10. Antény** - úvod, delenie antén, parametre antén.
- **11. Lineárne antény** - tenké symetrické antény, valcová anténa, sústavy lineárnych antén, príklady lineárnych antén, antény s postupujúcou vlnou.
- **12. Plošné antény** - štrbinové antény, lievikové antény, reflektorové antény, šošovkové antény, mikropásikové antény.
- **13. Zápočtový týždeň** - predtermín (v rámci poslednej prednášky)
- Prednášky sú povinné (za účasť možnosť získania **0 – 3 body navyše**)
- Minimálny počet bodov na úspešné absolvovanie predmetu (CH) je **51b**.

Bakalárske práce na šk.r. 2020/2021

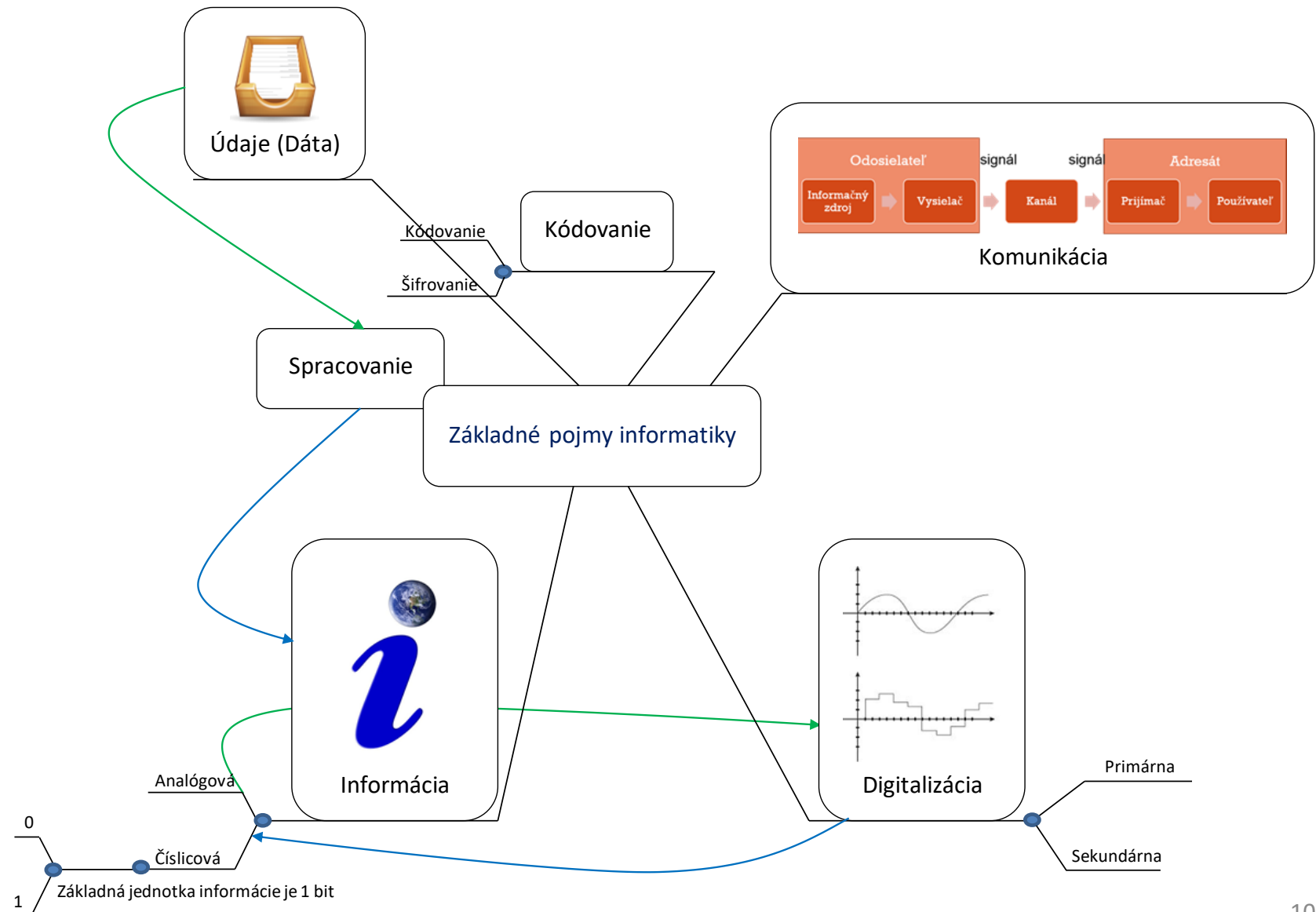
Oblasti nášho vedeckého bádania:

- Optický korelátor (jeho použitie vo video-dohľadových a vo video-kontrolných systémoch)
- Transformačné metódy spracovania obrazu a videa
- Optické komunikácie voľným prostredím (FSO, VLC, LiFi)
- Optické vláknové komunikácie (PON, FTTx, NGA,...)
- Nelineárne a lineárne javy v plne optických vláknových sieťach
- Opticky napájané senzorové systémy
- Bezpečnosť v optických prenosových systémoch

Vedúci výskumných tímov:

- Dr.h.c. prof. RNDr. Ing. Ján Turán, DrSc.
- doc. Ing. Ľuboš Ovseník, PhD.
- Ing. Jakub Oravec, PhD.

Základné pojmy



Základné pojmy informatiky

1. Údaje
2. Informácia
 - 2.1. Analógová
 - 2.2. Digitálna
 - 2.2.1. Základná jednotka informácie je 1 bit (b)
 - 2.2.1.1. 0
 - 2.2.1.2. 1
3. Digitalizácia
 - 3.1. Primárna
 - 3.2. Sekundárna
4. Spracovanie
5. Kódovanie
 - 5.1. Kódovanie
 - 5.2. Šifrovanie
6. Komunikácia

Údaj (dáta, správa) – všetko, čo vidíme, počujeme alebo dokážeme zachytiť zmyslami (čuch, chuť, hmat) nezávisle od toho, či má pre nás nejaký informačný obsah

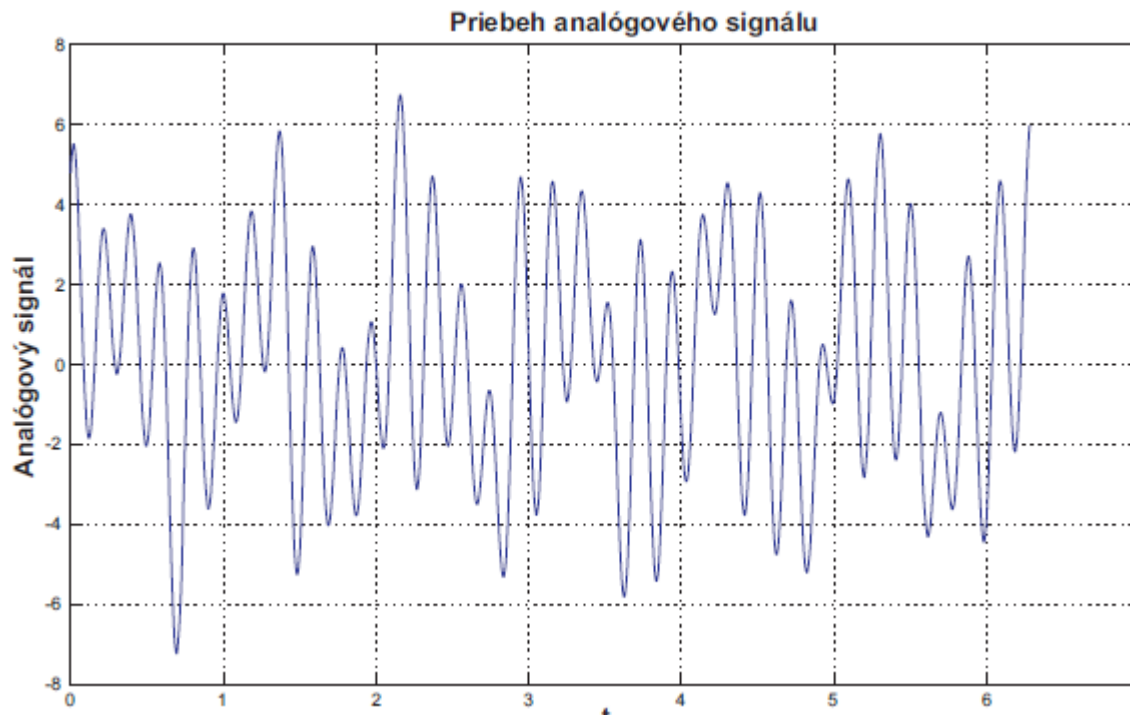
- **základný prvok (stavebná jednotka) informácie**
- údaje sa stávajú informáciami, ak sa použijú na riešenie nejakého problému
- ak nám daný údaj nepovie nič nového, hovoríme, že jeho **informačný obsah je nulový**

Informácia – tá časť údajov, ktorá je pre prijímateľa zrozumiteľná a pochopiteľná

- **analógové** - človek svojimi zmyslami vníma informácie prostredníctvom zmyslov ako spojitý sled javov (zvukové, svetelné,...)
- **digitálne** - postupnosť (reťazec) jednotiek a núl, ktoré môžu niesť informáciu aj o zvuku, obraze a pod.

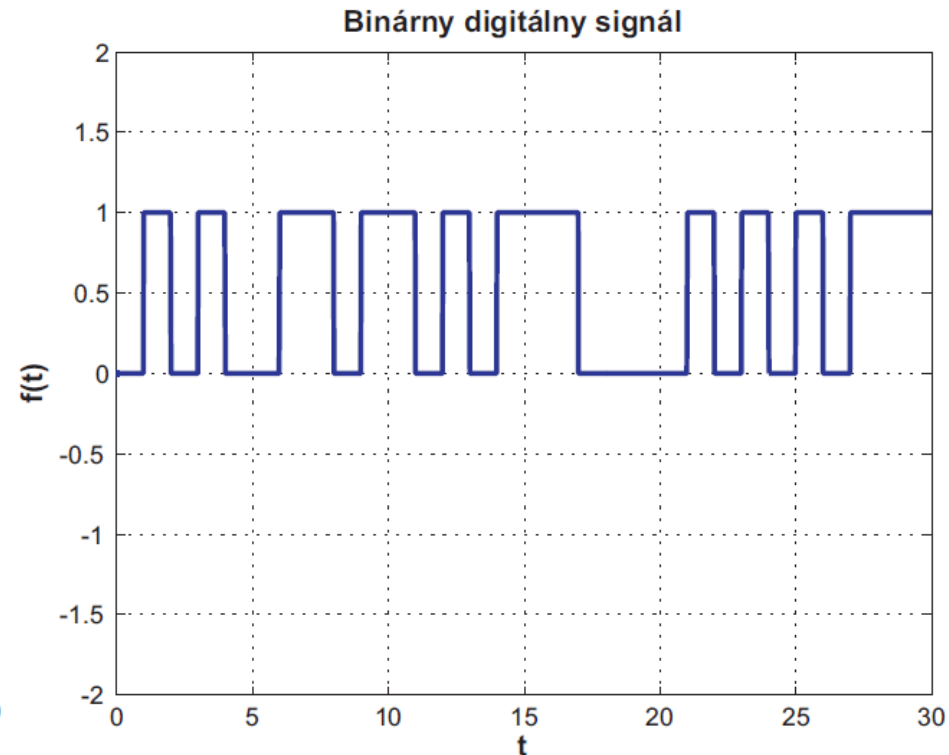
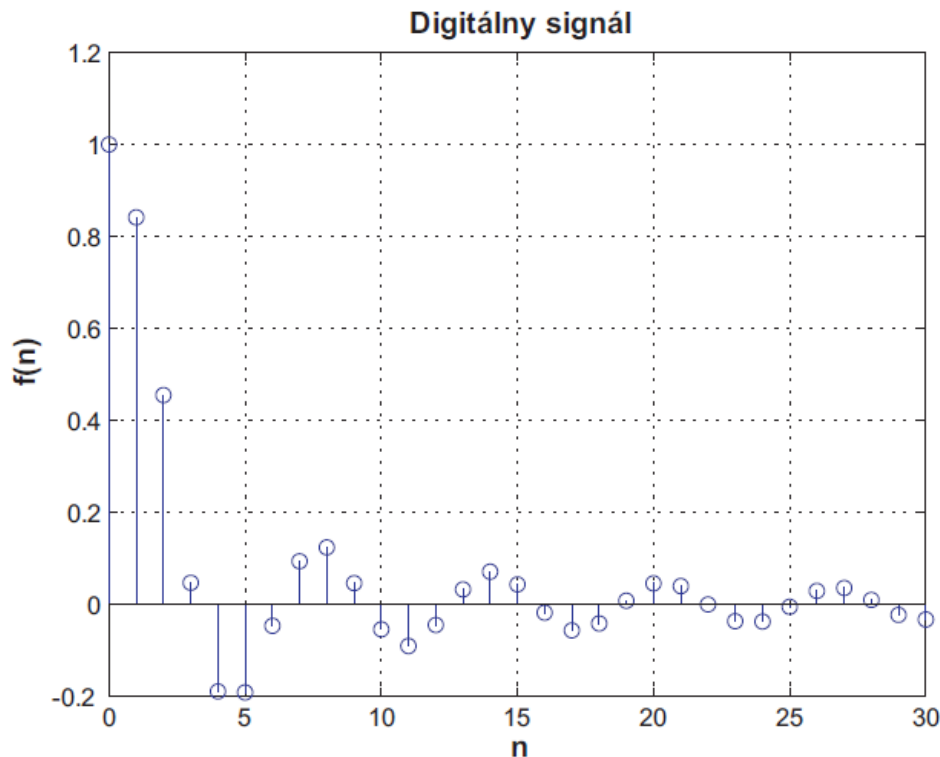
Analógová informácia (analógový signál) – môže nadobúdať ľubovoľné hodnoty v čase a amplitúde (reprezentuje správanie sa charakteristickej vlastnosti alebo javu v čase)

- **všetky procesy v prírode sú analógové** (predstavte si napríklad graf zobrazujúci teplotu meniacu sa v čase alebo rýchlosť auta v čase)
- **hlavná výhoda** spracovania analógového signálu je, že sa pri tom **ne stráca žiadna informácia**



Digitálna informácia (digitálny signál) – je reprezentovaná sekvenciou diskretných (zvyčajne preddefinovaných) hodnôt (môže mať iba konečné množstvo vzoriek v danom časovom úseku)

- príklad ako dostať diskretný signál je vzorkovanie spojitého (analogového) signálu
- príkladom digitálneho signálu je napríklad teplota vzduchu meraná každých 5 minút



Jednotka informácie – najmenšou jednotkou informácie je 1 bit (číta sa **bit**, značka **b**)

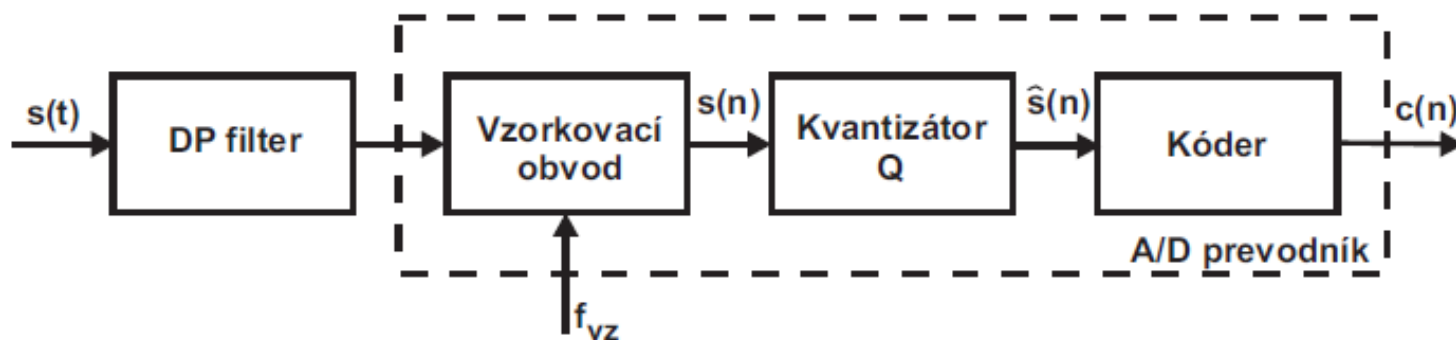
- v počítačoch je vyjadrený logickými hodnotami **1** alebo **0**
- v praxi vždy nadobúda jednu z dvoch navzájom vylučujúcich stavov, napr. je napätie – nie je napätie, pravda – nepravda, zapnutý – vypnutý

Ďalšie jednotky informácie (väčšie):

- **1 B = 2³ bitov = 8 bitov** (1 Byte (číta sa **bajt**, značka **B**))
- 1kB = 1 024 B = 2¹⁰ B (číta sa 1 kilobajt)
- 1 MB = 1 024 kB = 2¹⁰ kB = 2¹⁰ · 2¹⁰ B = 2²⁰ B (číta sa 1 megabajt)
- 1 GB = 1 024 MB = 2¹⁰ MB = 2²⁰ kB = 2³⁰ B (číta sa 1 gigabajt)
- existujú aj väčšie jednotky informácií (terabajt, petabajt, exabajt, zettabajt, yottabajt)

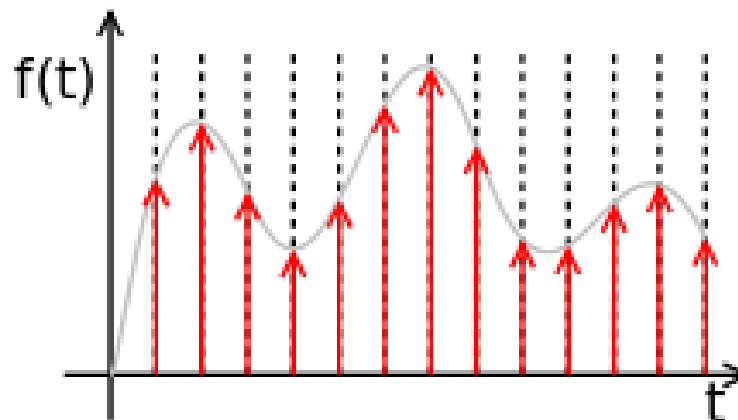
Digitalizácia informácií – znamená zapísať ju v binárnom kóde (počítače pracujú iba s digitálnymi informáciami, zapisujú ich v binárnom (dvojkovom) kóde pomocou postupnosti núl a jednotiek)

- pomocou n bitov vieme zapísať 2^n rôznych hodnôt
- ak môžeme použiť len jeden bit ($n=1$), tak máme dva znaky (2^1) – jeden charakterizovaný znakom 0, druhý 1
- ak môžeme použiť dva bity ($n=2$), tak máme štyri znaky (2^2), ktoré v digitálnej forme vyzerajú 00, 01, 10, 11
- atď.
- výhody digitálneho zápisu:
 - dajú sa uchovávať v obrovských objemoch
 - dajú sa spracúvať neuveriteľnou rýchlosťou, atď.



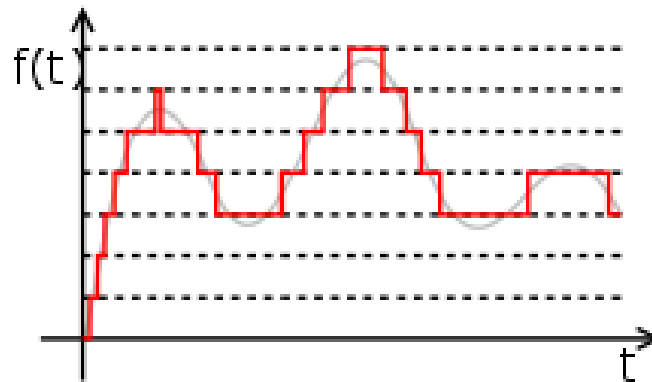
Digitalizácia analógového signálu – je proces, v ktorom je analógový signál (reprezentujúci napríklad zvuk, video, obraz,..) transformovaný do digitálnej formy..

- **signál je najskôr navzorkovaný, kvantovaný a kódovaný**
- výsledkom je sekvencia (postupnosť) binárnych čísel, ktoré sa môžu ďalej spracovávať
- **Vzorkovanie:**
 - prevod spojitého signálu na diskretný signál
 - vzorkuje sa v definovaných časových bodoch, takže vzorky zodpovedajú hodnotám v čase a/alebo priestore
 - vzorkovacia rýchlosť je určená zo vzorkovacej teóremy (známej ako Shannon-Kotelnikova teória), t.j. vzorkovacia frekvencia musí byť minimálne dva krát väčšia ako je hodnota najvyššej frekvencie signálu



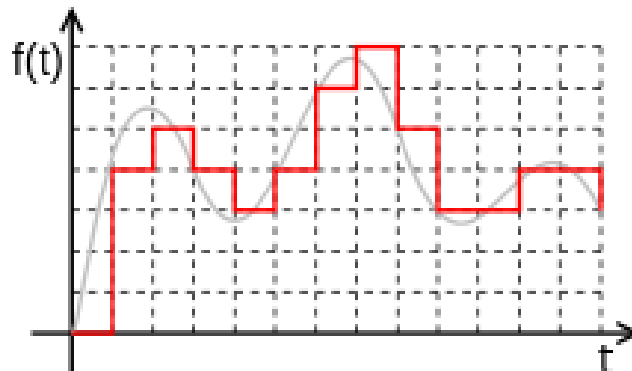
■ Kvantovanie:

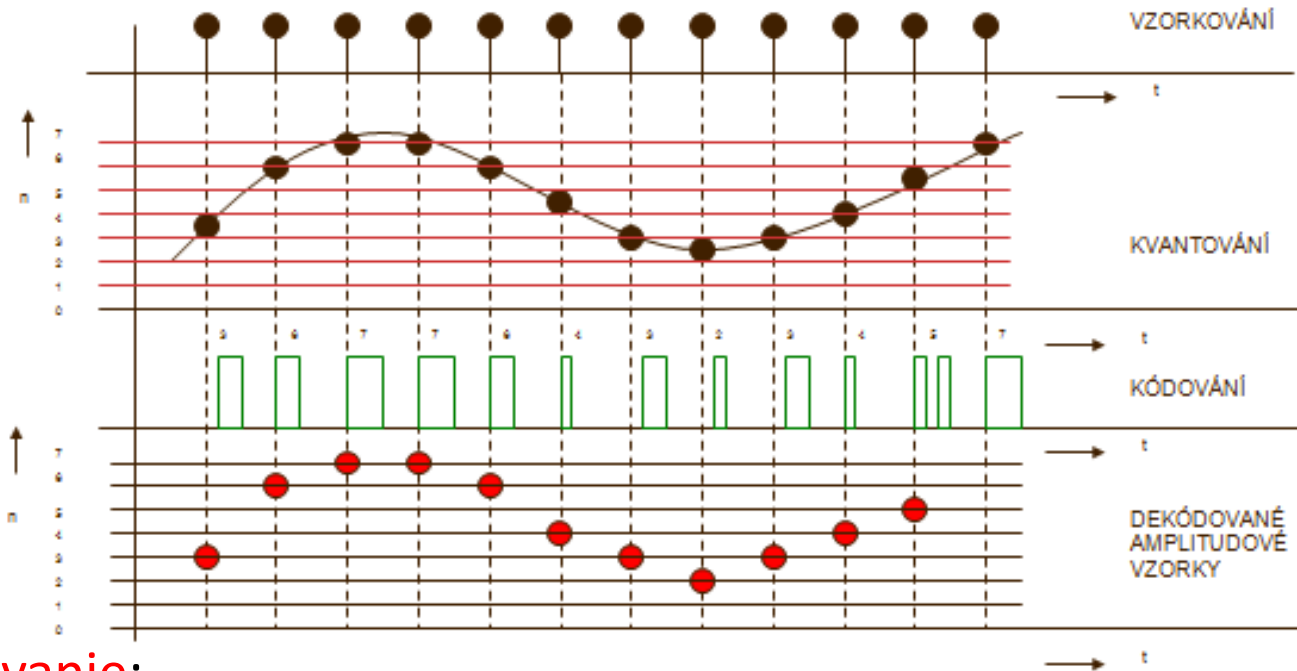
- vzorky signálu sú nahradené zodpovedajúcimi kvantizačnými úrovňami (pevne určenými hodnotami ako napríklad prirodzené čísla), čím sa získa postupnosť kvantovaných vzoriek signálu
- kvantizačné úrovne sa získajú delením amplitúdy na menšie intervaly
- dĺžka intervalu sa volá krok kvantovania



■ Kódovanie:

- priradí sa k danej kvantovanej vzorke binárny kód, čím vzniká postupnosť kódových slov



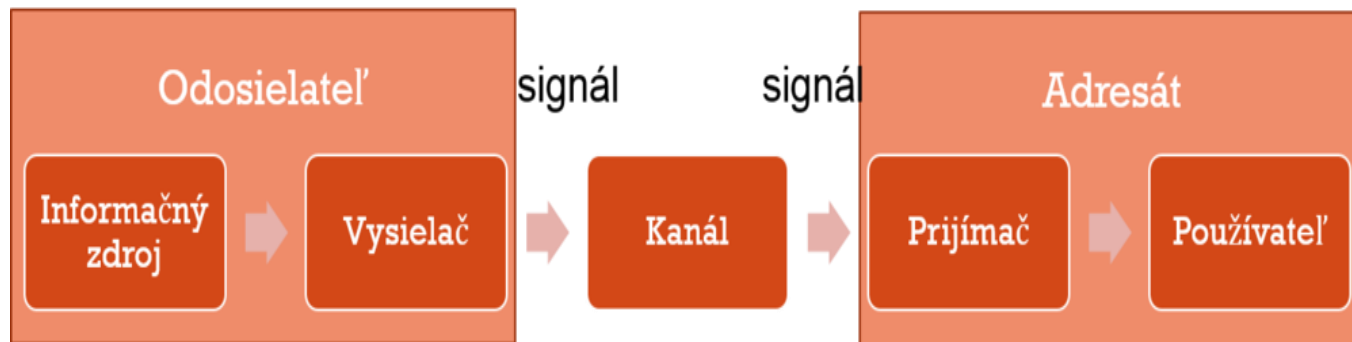


■ Šifrovanie:

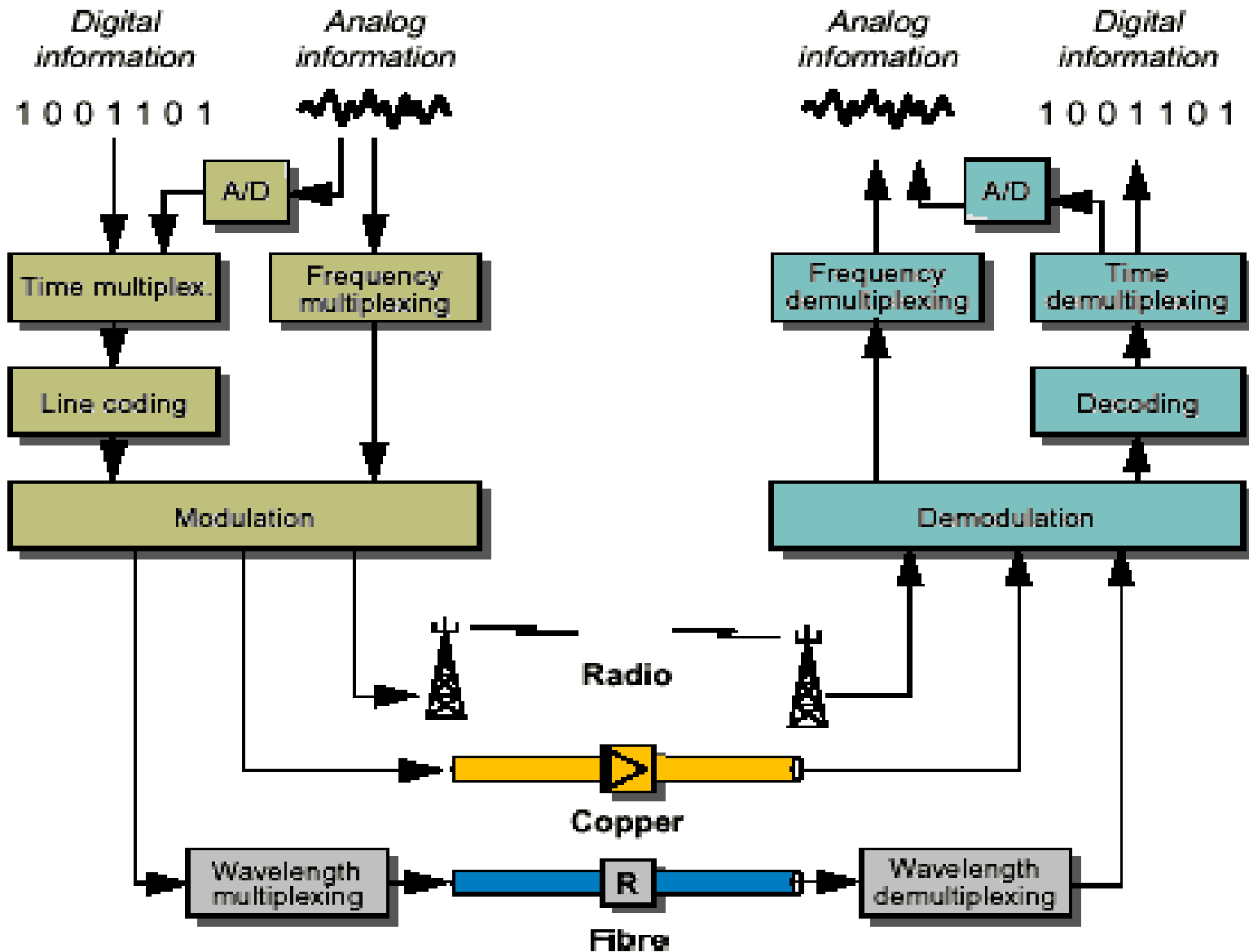
- ak chceme informácie šíriť utajene, musíme ich špeciálne zakódovať – **kryptovať** (protimetódou je dešifrovanie)
- pokiaľ chceme údaje zašifrovať, potrebujeme na to **šifrovací/dešifrovací algoritmus** – postup, na základe ktorého sa pôvodná správa zmení na zašifrovanú/dešifrovanú
- na šifrovanie a dešifrovanie sa vyžaduje **kľúč (šifrovací, dešifrovací)**, ktorý **by mal byť známy** len odosielateľovi, ktorý na základe neho správu zašifruje a prijímateľovi, ktorý na základe toho istého kľúča správu dešifruje

Komunikácia – je to vzájomná interaktívna výmena informácií medzi viacerými objektmi, subjektmi

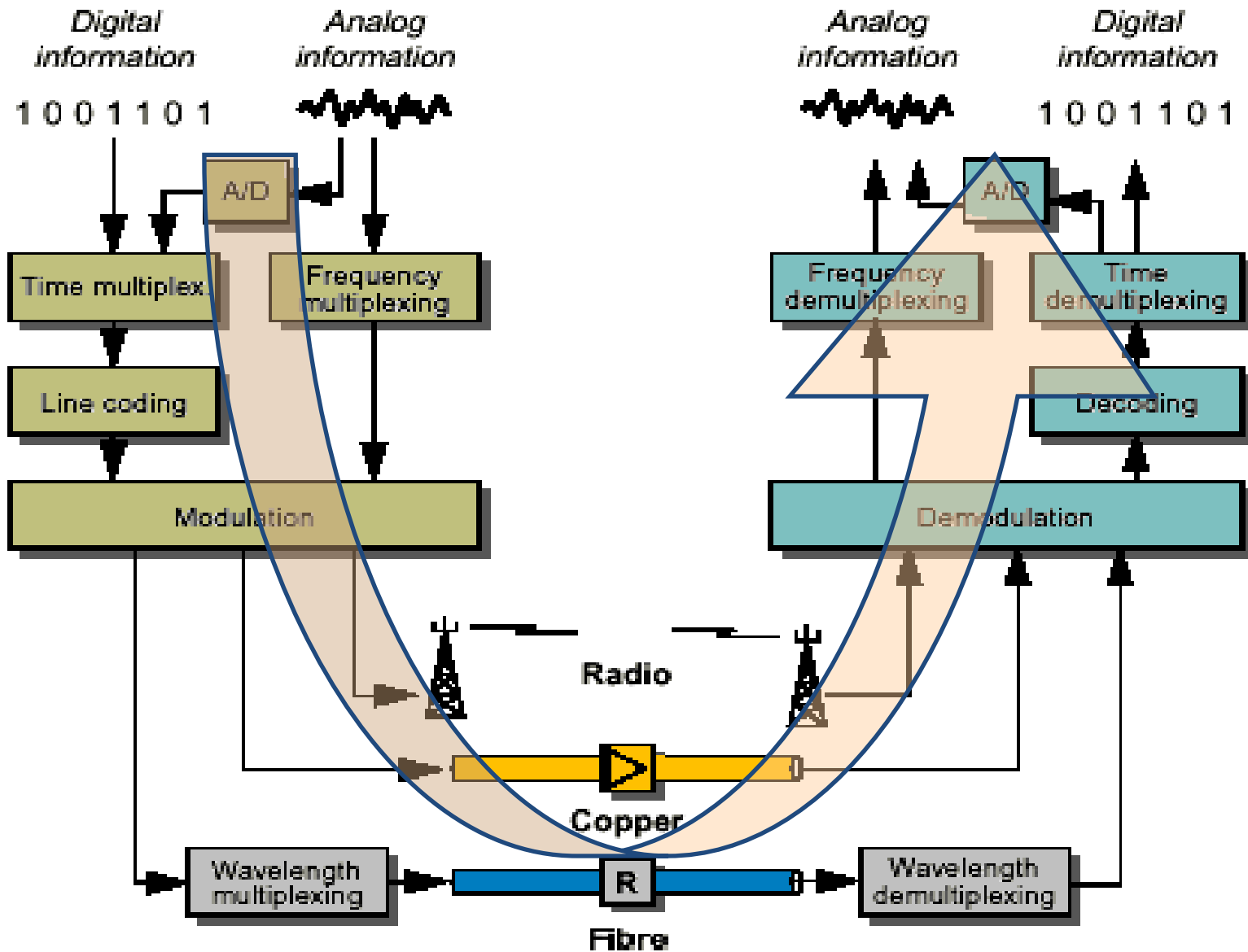
- signál je prenášaný **rôznymi prenosovými** cestami (kanálmi) - **médiami**
- **Prenosové médiá:**
 - metalické (elektrický signál)
 - optické (svetelný signál)
 - bezdrôtové siete (elektromagnetický signál/vlny)



Komunikácia – prenos informácií



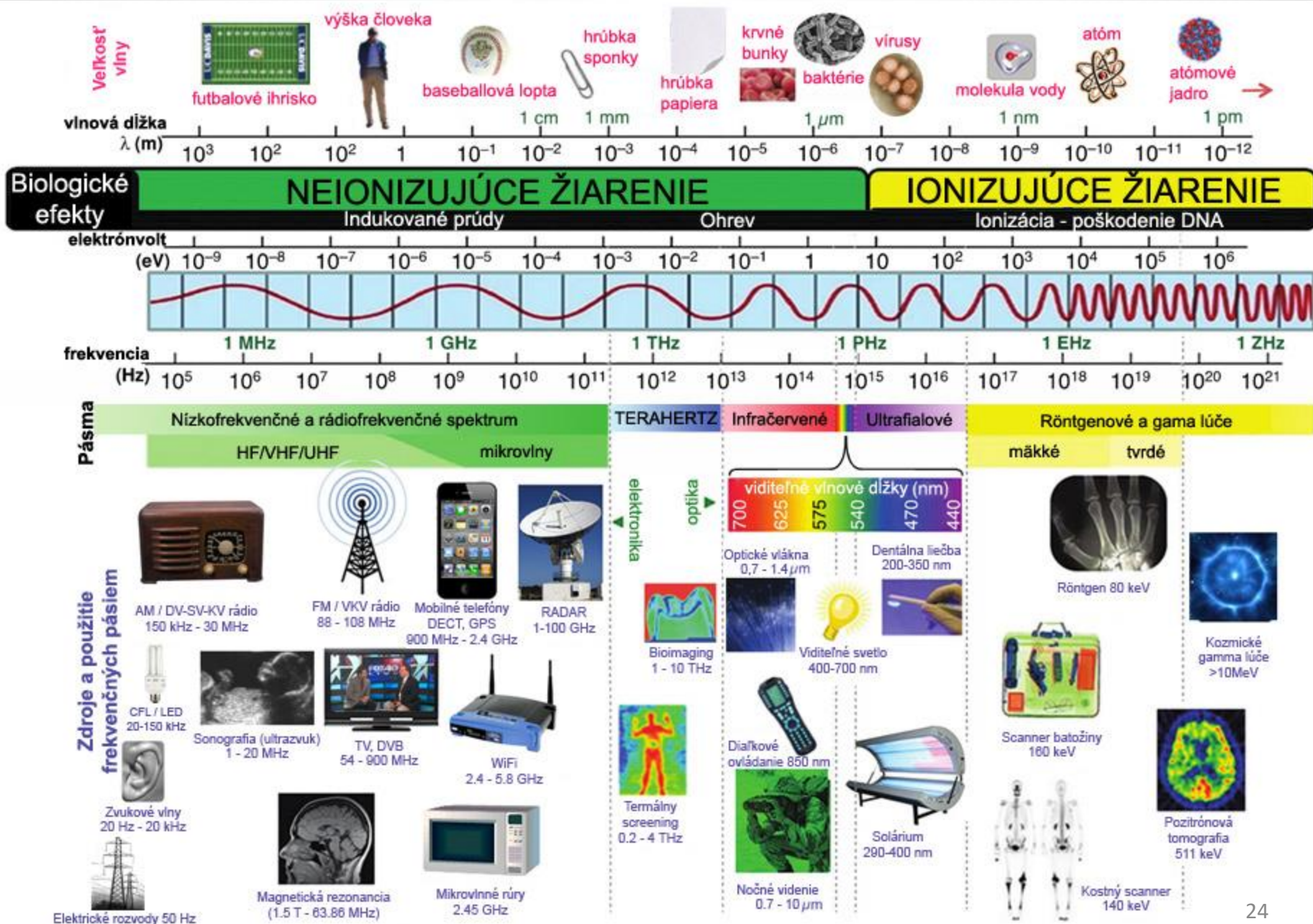
Komunikácia – prenos informácií

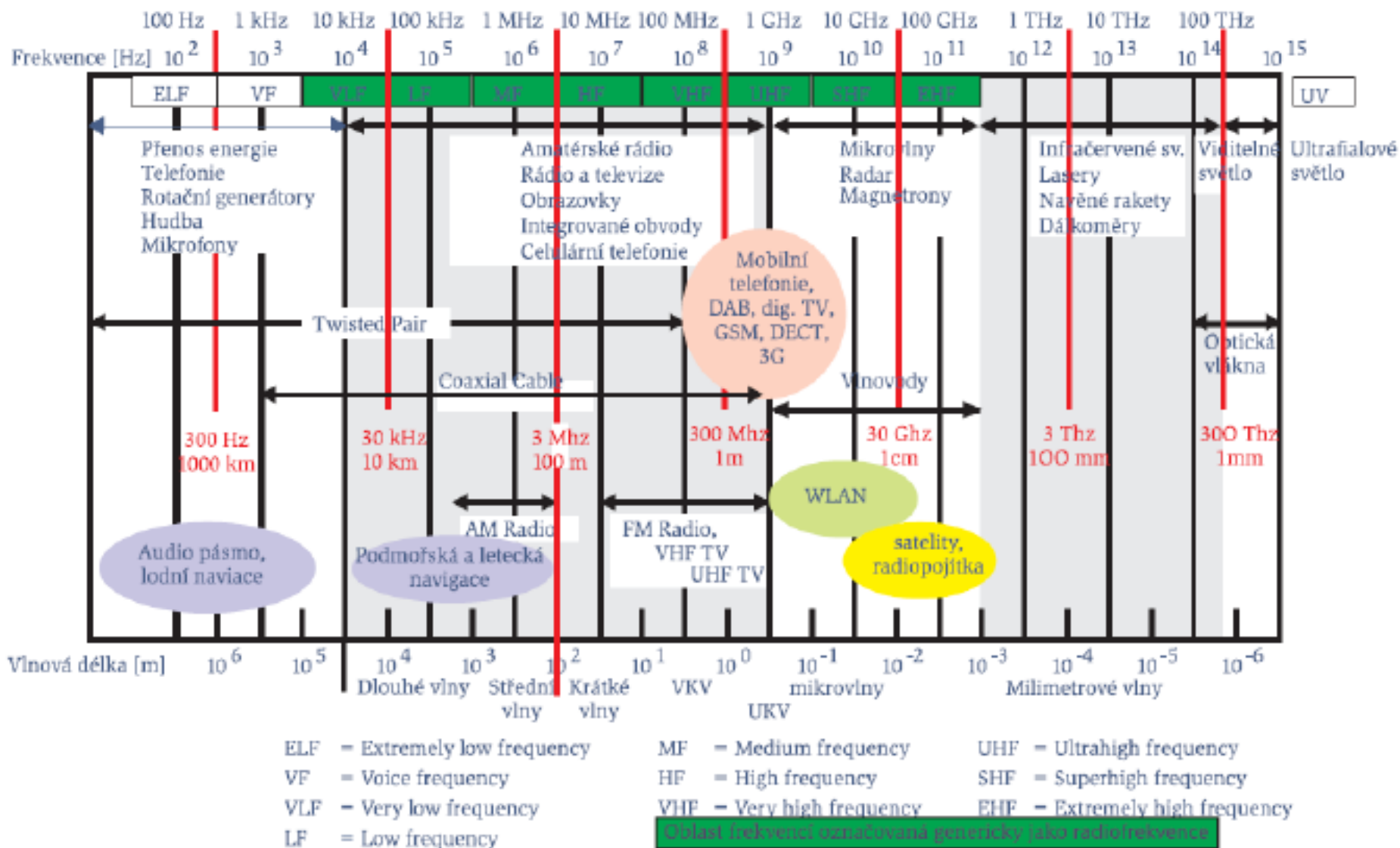


Frekvencia – pripomenutie faktov

- signál s jednou periódou/s má frekvenciu **1 Hz**
- priestor pokrytý periódou signálu – **vlnová dĺžka**, λ
 - vlnová dĺžka je priestorový parameter
 - vymedzuje rozmery antén, vlákien, ...
- signál sa šíri rýchlosťou **$c = f \lambda$**
 - vo voľnom priestore sa signál šíri rýchlosťou 3×10^8 m/s
 - pri $f = 300$ GHz je $\lambda = 10^{-3}$ m/s t.j. 1 mm

SPEKTRUM ELEKTROMAGNETICKÉHO ŽIARENIA





Charakteristické vlastnosti médií

- **odolnosť voči vonkajšiemu elektromagnetickému rušeniu**
 - náhodná energia z vonkajších zdrojov, ktorá môže interferovať signály prenášané káblami (motory, lekárske prístroje, fluorescenčné osvetlenie, mobilné telefóny, ...)
- **šírka pásma** – množstvo dát, ktoré sa môžu prenášať káblom
- **útlm** – strata sily signálu na médiu so vzdialenosťou
 - udáva sa v dB na dĺžku média
- **impedancia** – veľkosť odporu vodiča striedavému elektrickému prúdu

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \approx \sqrt{\frac{L}{C}}$$

- **presluch medzi vodičmi** – rušenie signálom zo susedného vedenia
- **cena**

Kontrolné otázky

- Vysvetlite pojmy údaj, informácia.
- Definujte rozdiel medzi pojmom údaj a informácia.
- Aké typy informácií poznáme?
- Uvedte niekoľko príkladov analógových a digitálnych informácií.
- Čo je najmenšou jednotkou informácie?
- Čo je to jeden bit a ako sa označuje?
- Akými logickými hodnotami je vyjadrený jeden bit?
- Koľko bitov je jeden bajt (B)?
- Charakterizujte bit a bajt. Aké jednotky množstva informácií poznáte?
- Koľko B je jeden kB?
- Koľko B je jeden MB a koľko jeden GB?
- Prečo je 1 kB presne 1 024 a nie 1 000 B?

- Koľko rôznych znakov môžeme zakódovať pomocou n bitov?
- Aké sú výhody analógového typu informácií?
- Aké sú výhody digitálneho typu informácií?
- Vysvetlite pojem digitalizácia.
- Čo je vzorkovanie?
- Čo je kvantovanie?
- Čo je kódovanie?
- Na čo slúži šifrovanie?
- Kedy sa používa kódovanie informácií?
- Aký je rozdiel medzi kódovaním a šifrovaním?
- Čo je kryptológia?
- Čo je komunikácia?
- Aké prenosové médiá používame na komunikáciu?
- Ktoré sú charakteristické vlastnosti médií?

Zonam použitých skratiek a symbolov

Skratky

- 1b 1 bit (jeden bit, jednotka informácie)
- 1B 1 Byte (jeden bajt, jednotka informácie, 8 bitov)
- CH celkové hodnotenie
- FSO optický prenos signálu voľným prostredím (Free Space Optics)
- 1Hz 1 Hertz (jednotka frekvencie)
- OTDR optická časová reflektometria (Optical Time-Domain Reflectometer)
- PH priebežné hodnotenie
- VLC komunikácia viditeľným svetlom (Visible Light Communication)
- ZH záverečné hodnotenie

Symboly

- c rýchlosť svetla
- C kapacita
- f frekvencia
- G vodivosť
- L Indukčnosť
- R odpor
- Z_0, Z_v vlnová, charakteristická impedancia
- λ vlnová dĺžka



Ďakujem za pozornosť