

Zpracoval:

Ing. Petr ORVOŠ

P Í S E M N Á P Ř Í P R A V A

na vyučování – IT 1

Předmět: POČÍTAČOVÉ SÍTĚ**Téma:** FYZICKÁ VRSTVA V SÍTI**Cíl:** Seznámit studenty s fyzickou vrstvou a médii fyzické vrstvy**Místo:** učebna**Materiální zabezpečení:** písemná příprava**Metoda:** výklad s ukázkou**Obsah**

Fyzická vrstva (viz model ISO/OSI)	2
Účel fyzické vrstvy.....	3
Propojení sítě.....	3
Síťové karty.....	4
Přenosové cesty.....	5
Fyzická vrstva OSI.....	5
Vlastnosti fyzické vrstvy	6
Standardy fyzické vrstvy.....	6
Fyzické komponenty (součásti)	7
Kódování.....	7
Signalizace	8
Šířka pásma (bandwith)	9
Latence	11
Propustnost (celková)	11
Propustnost (užitečná)	12
Druhy přenosů dat.....	12

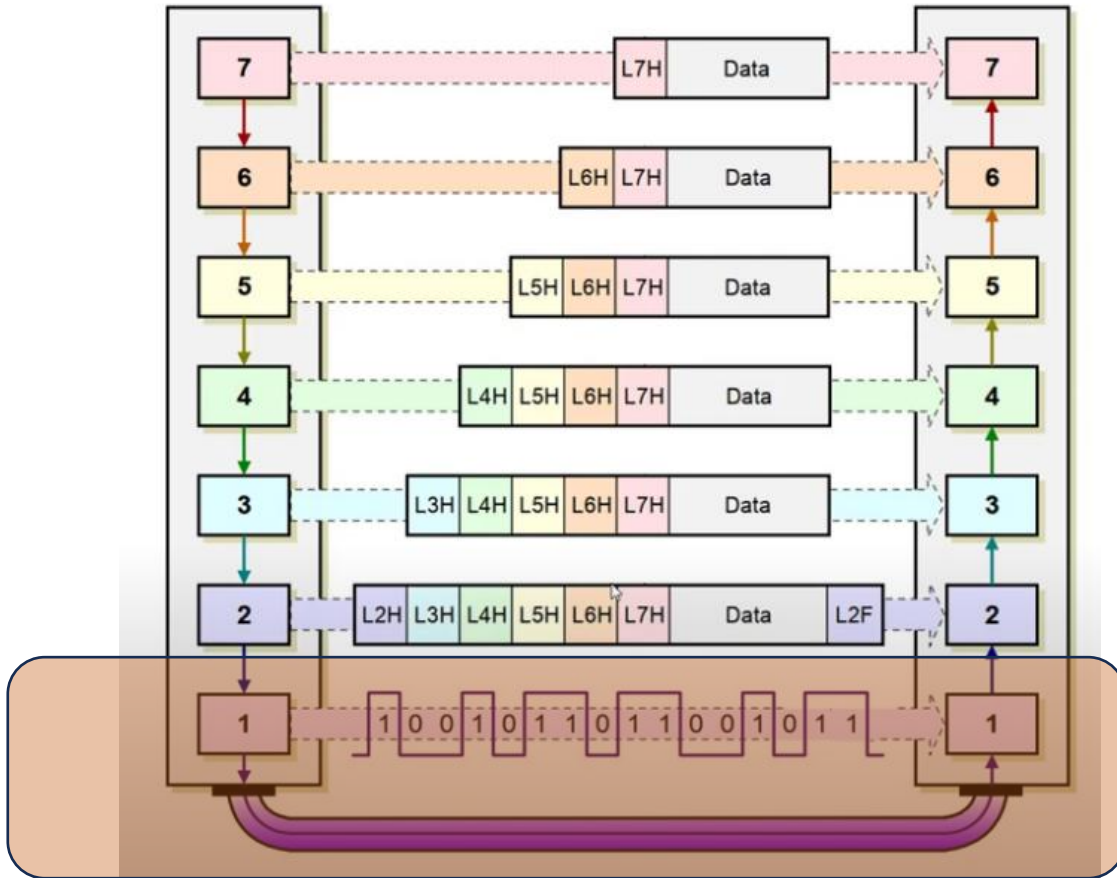
Přenos dat podle směrování přenosu	14
Unicast	14
Broadcast	14
Multicast	14
Anycast	14
Přenos dat podle způsobu přenosu bitů	15
Paralelní přenos dat	15
Sériový přenos dat	16
Přenos dat podle časování (synchronizace) přenosu	17
Asynchronní přenos (seriál asynchronous transmission)	18
Synchronní přenos	18
Arytmický přenos	20
Parita (parity)	21
Kontrolní součet – checksum	21
Cyklické kódy – CRC (cyclic redundancy check)	21
Přehled typů přenosových médií	21
Přenosové médium – fyzikální a elektrické charakteristiky	23
Charakteristiky přenosových médií	23
Modulace přenosového signálu	24
Nemodulovaný přenos	25
Modulovaný přenos	26
Analogový a digitální přenos	27

Fyzická vrstva (viz model ISO/OSI)

Fyzická vrstva modelu OSI se nachází úplně dole. V modelu TCP/IP je součástí vrstvy Network Access. **Bez fyzické vrstvy byste neměli síť.** Její hlavním úkolem je **zajistit přenos dat** mezi zařízeními na fyzické úrovni. Fyzická vrstva zahrnuje fyzická média, která slouží k přenosu signálů a datových paketů.

Fyzická vrstva hraje důležitou roli při zajištění spolehlivé a efektivní komunikace v sítích. Její správná implementace a **výběr vhodného přenosového média** jsou klíčové pro dosažení vysoké **kvality a rychlosti** přenosu dat.

Ve fyzické vrstvě se používají různé technologie a standardy, jako jsou **kabely**, **koaxiální kabely**, **optická vlákna** a **bezdrátové přenosové systémy**. Každá technologie má své výhody a nevýhody, které je důležité zvážit při návrhu a implementaci sítě.



Obrázek 1 Schéma vrstev modelu ISO/OSI

VIDEO: Počítačové sítě 02 Fyzická vrstva (youtube.com)

Účel fyzické vrstvy

Propojení sítě

Ať už se připojujete k místní tiskárně doma nebo k webové stránce v jiné zemi, **před zahájením jakékoli síťové komunikace musí být navázáno fyzické připojení k místní síti**. Fyzické připojení může být kabelové připojení pomocí kabelu nebo bezdrátové připojení pomocí rádiových vln.

Typ použitého fyzického připojení závisí na nastavení sítě. Například v mnoha firemních kancelářích mají zaměstnanci stolní nebo přenosné počítače, které jsou fyzicky připojeny kabelem ke sdílenému přepínači. Tento typ nastavení je kabelová (metalická nebo optická) síť. Data jsou přenášena fyzickým kabelem.

Kromě kabelového připojení nabízí mnoho podniků také bezdrátové připojení pro notebooky, tablety a chytré telefony. U bezdrátových zařízení jsou data přenášena pomocí rádiových vln.

Zařízení v bezdrátové síti musí být připojena k bezdrátovému přístupovému bodu (AP) nebo bezdrátovému směrovači, jako je ten, který je znázorněn na obrázku.



Obrázek 2 Kabelové připojení k bezdrátovému směrovači – AP (CISCO – NetACAD)

AP obsahuje:

1. bezdrátové antény (jsou zabudovány do verze routeru znázorněné na obrázku výše.)
2. několik ethernetových přepínacích portů
3. internetový port

Součásti fyzické vrstvy:

- **síťové karty (NIC)** Network Interface Card – síťová karta;
- **přenosové cesty** – nejsou v nejpřísnějším výkladu součástí fyzické vrstvy, ale nedílně s ní souvisejí;
- **opakovač (repeater).**

Síťové karty

Síťové karty (NIC) připojují zařízení k síti. Ethernetové síťové karty se používají pro kabelové připojení, jak je znázorněno na obrázku, zatímco bezdrátové síťové karty místní síť (WLAN) se používají pro bezdrátové připojení. Zařízení koncového uživatele může obsahovat jeden nebo oba typy síťových karet. Například síťová tiskárna může mít pouze síťovou kartu síť Ethernet, a proto se musí připojit k síti pomocí kabelu Ethernet. Jiná zařízení, jako jsou tablety a chytré telefony, mohou obsahovat pouze síťovou kartu WLAN a musí používat bezdrátové připojení.



Obrázek 3 Připojení síťového kabelu do NIC notebooku (CISCO – NetACAD)

Přenosové cesty

- **Metalické spoje** – data přenášena pomocí elektrického signálu (UTP, STP, koaxiál);
- **optické spoje** – data přenášena pomocí paprsku (optické kabely);
- **bezdrátové spoje** – data přenášena pomocí elektromagnetického vlnění Ai (Bluetooth, Wi-Fi, IRDA).

Fyzická vrstva OSI

- **poskytuje prostředky pro přenos bitů, které tvoří rámec vrstvy datového spoje, přes síťové médium.**
- **vrstva přijímá kompletní rámec z linkové vrstvy a kóduje jej jako sérii signálů, které jsou přenášeny do lokálního média.** Zakódované bity, které tvoří rámec, jsou přijímány buď koncovým zařízením nebo zprostředkujícím zařízením
- **vrstva kóduje rámce a vytváří elektrické, optické nebo rádiové vlnové signály, které reprezentují bity v každém snímku. Tyto signály jsou pak vysílány přes média, jeden po druhém.**

Fyzická vrstva cílového uzlu načte tyto jednotlivé signály z média, obnoví je do jejich bitových reprezentací a předá bity do vrstvy datového spoje jako kompletní rámec.



Fyzická vrstva sítě.mp4

Vlastnosti fyzické vrstvy

Standardy fyzické vrstvy

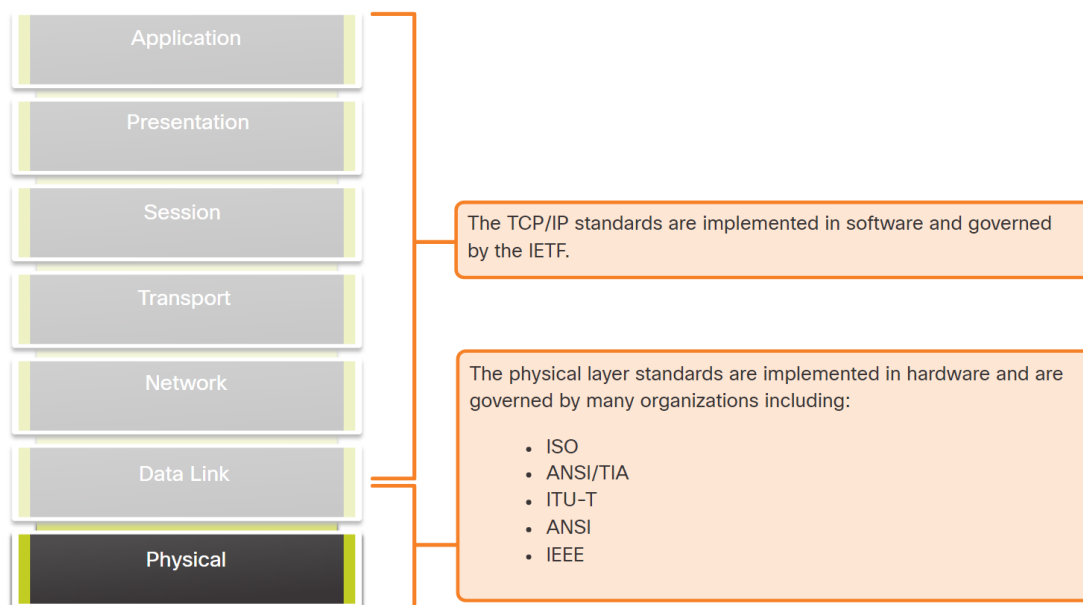
Protokoly a operace horních vrstev modelu ISO/OSI jsou prováděny pomocí softwaru navrženého softwarovými inženýry a počítačovými vědci. Služby a protokoly v sadě TCP/IP jsou definovány sdružením IETF (Internet Engineering Task Force).

Fyzická vrstva se skládá z elektronických obvodů, médií a konektorů vyvinutých inženýry. Proto je vhodné, aby normy, kterými se tento hardware řídí, byly definovány příslušnými organizacemi pro elektrotechnické a komunikační inženýrství.

Existuje mnoho různých mezinárodních a národních organizací, regulačních vládních organizací a soukromých společností, které se podílejí na vytváření a udržování standardů fyzické vrstvy. Například hardwarové, mediální, kódovací a signalizační standardy fyzické vrstvy jsou definovány a řízeny těmito standardizačními organizacemi:

- Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO)
- Asociace telekomunikačního průmyslu / Asociace elektronického průmyslu (TIA/EIA)
- Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
- Americký národní institut pro standardy (ANSI)
- Institut elektrotechniky a elektroniky (IEEE)
- Národní telekomunikační regulační orgány včetně Federal Communication Commission (FCC) v USA a European Telecommunications Standards Institute (ETSI)

Kromě nich často existují regionální skupiny pro standardy kabeláže, jako jsou CSA (Canadian Standards Association), CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) a JSA/JIS (Japanese Standards Association), které vyvíjejí místní specifikace.



Obrázek 4 Standardy fyzické vrstvy (CISCO – NetACAD)

Standardy fyzické vrstvy řeší tři funkční oblasti:

- fyzické komponenty (součásti)
- kódování (Encoding)
- signalizaci (Signaling)

Fyzické komponenty (součásti)

Fyzickými součástmi jsou elektronická hardwarová zařízení, média a další konektory, které přenášejí signály, které reprezentují bity.

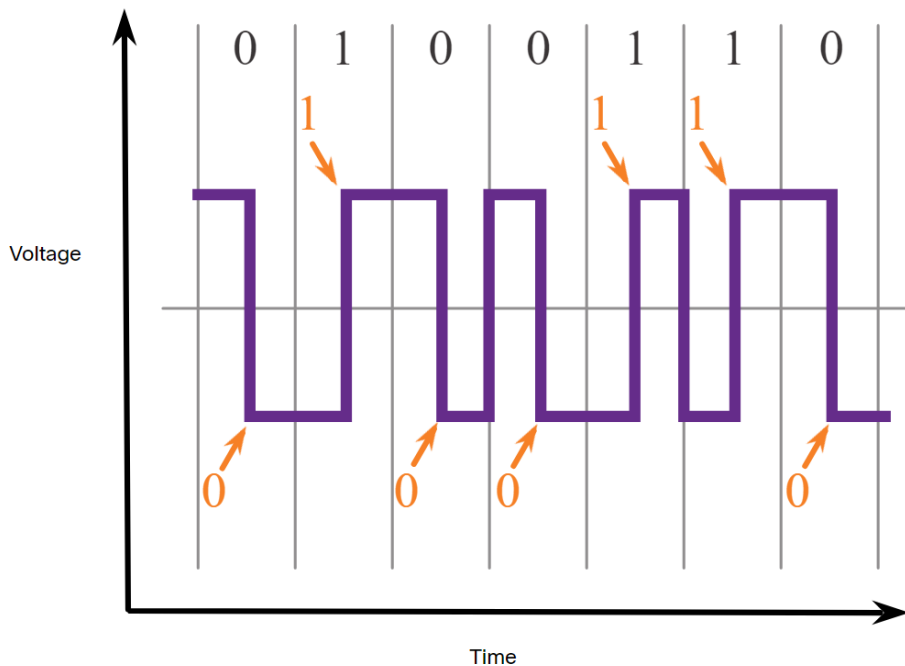
Hardwarové komponenty, jako jsou síťové karty, rozhraní a konektory, materiály kabelů a konstrukce kabelů, jsou specifikovány ve standardech spojených s fyzickou vrstvou.

Kódování

Kódování nebo řádkové kódování je metoda převodu proudu datových bitů do předem definovaného "kódu".

Kódy jsou seskupení bitů používaná k poskytnutí předvídatelného vzoru, který může být rozpoznán jak odesílatelem, tak příjemcem. Jinými slovy, kódování je metoda nebo vzor používaný k reprezentaci digitálních informací. Je to podobné tomu, jak Morseova abeceda kóduje zprávu pomocí řady teček a čárek.

Například kódování Manchester představuje 0 bit přechodem z vysokého na nízké napětí a 1 bit je reprezentován jako přechod z nízkého na vysoké napětí. Příklad Manchesterova kódování je znázorněn na obrázku. Přechod nastává uprostřed každé bitové periody. Tento typ kódování se používá v 10 Mbps Ethernetu. Vyšší přenosové rychlosti vyžadují složitější kódování. Manchesterské kódování se používá ve starších standardech Ethernetu, jako je 10BASE-T. Ethernet 100BASE-TX používá kódování 4B/5B a 1000BASE-T používá kódování 8B/10B. Přechod nastává uprostřed každé bitové periody.



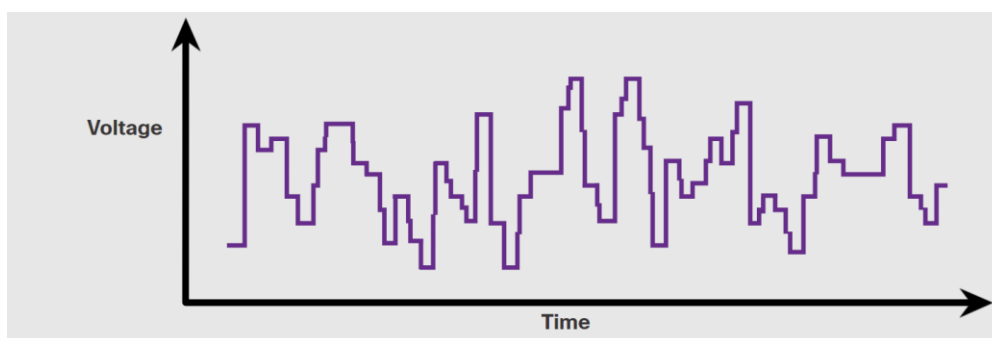
Obrázek 5 Ukázka kódování Manchester (CISCO – NetACAD)

Signalizace

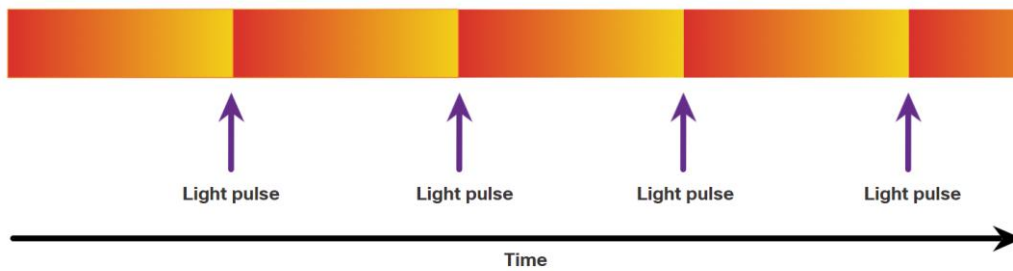
Fyzická vrstva musí generovat elektrické, optické nebo bezdrátové signály, které představují "1" a "0" na médiu.

Způsob, jakým jsou bity reprezentovány, se nazývá signalizační metoda. **Standardy fyzické vrstvy musí definovat, jaký typ signálu představuje "1" a jaký typ signálu představuje "0".** To může být tak jednoduché, jako je změna úrovně elektrického signálu nebo optického impulsu. Například dlouhý puls může představovat 1, zatímco krátký puls může představovat 0.

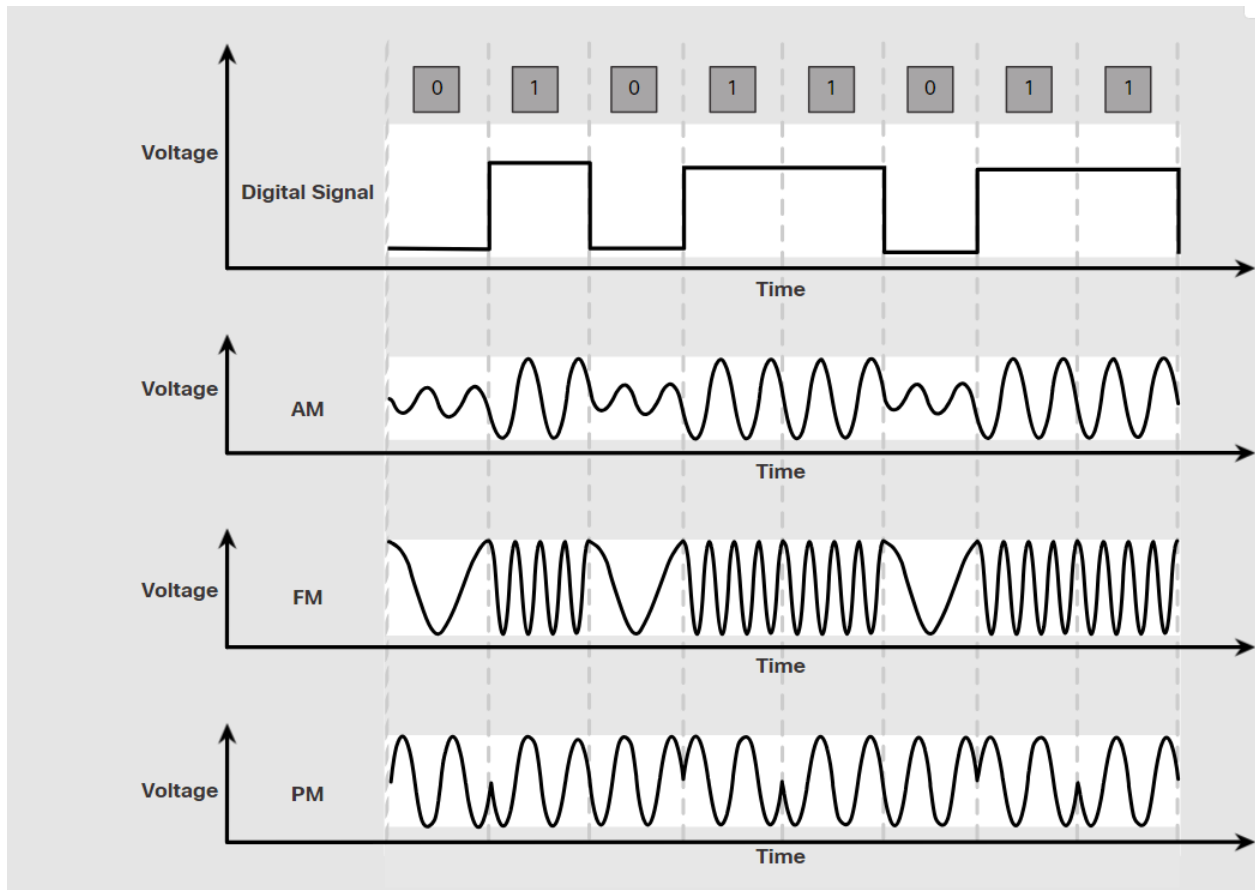
To je podobné signalizační metodě používané v Morseově abecedě, která může používat sérii tónů zapnutí a vypnutí, světla nebo kliknutí k odeslání textu po telefonních drátech nebo mezi loděmi na moři.



Obrázek 6 Elektrická signalizace na měděném kabelu (CISCO – NetACAD)



Obrázek 7 Světelné pulzy na optickém kabelu (CISCO – NetACAD)



Obrázek 8 Signalizace na bezdrátových médiích – modulace (CISCO – NetACAD)

Šířka pásma (bandwidth)

Různá fyzická média podporují přenos bitů různými rychlostmi.

Přenos dat je obvykle diskutován z hlediska šířky pásma. **Šířka pásma je kapacita, při které může médium přenášet data.**

Digitální šířka pásma měří množství dat, které může proudit z jednoho místa na druhé za daný čas. Šířka pásma se obvykle měří v kilobitech za sekundu (kbps), megabitech za sekundu (Mbps) nebo gigabitech za sekundu (Gbps).

Šířka pásma je někdy považována za rychlost, kterou se bity pohybují, ale to není přesné. Například v ethernetu s rychlostí 10 Mb/s i 100 Mb/s jsou bity odesílány rychlostí elektřiny. Rozdíl je v počtu bitů, které jsou přeneseny za sekundu.

Praktickou šířku pásma sítě určuje kombinace několika faktorů:

- vlastnosti fyzických médií
- technologie zvolené pro signalizaci a detekci síťových signálů

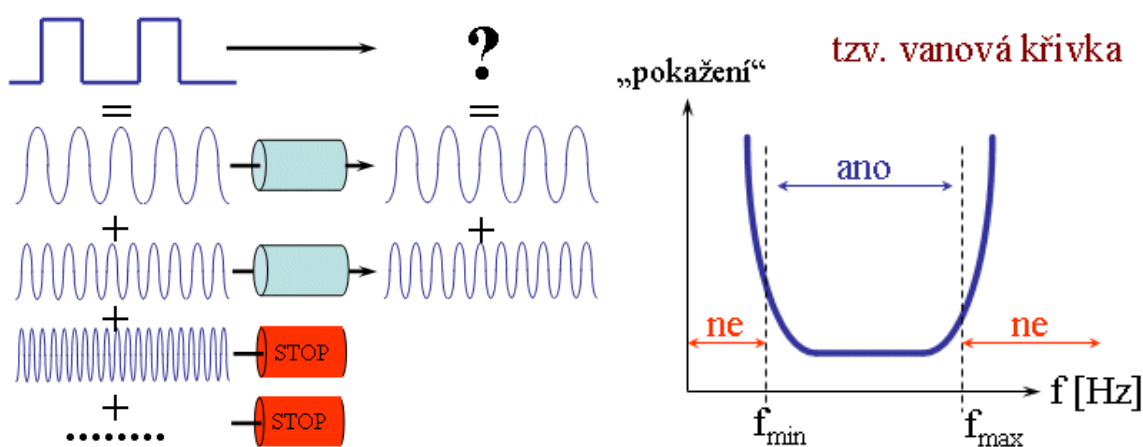
Fyzikální vlastnosti média, současné technologie a fyzikální zákony, to vše hraje roli při určování dostupné šířky pásma.

V tabulce jsou uvedeny běžně používané měrné jednotky pro šířku pásma.

Jednotka šířky pásma	Zkratka	Rovnocennost
Bitů za sekundu	Bps	1 bps = základní jednotka šířky pásma
Kilobitů za sekundu	Kbps	1 kbps = 1 000 bps = 10^3 Bps
Megabity za sekundu	Mbps	1 Mbps = 1 000 000 bps = 10^6 Bps
Gigabitů za sekundu	Gbps	1 Gbps = 1 000 000 000 bps = 10^9 Bps
Terabitů za sekundu	Tbps	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = 10^{12} Bps

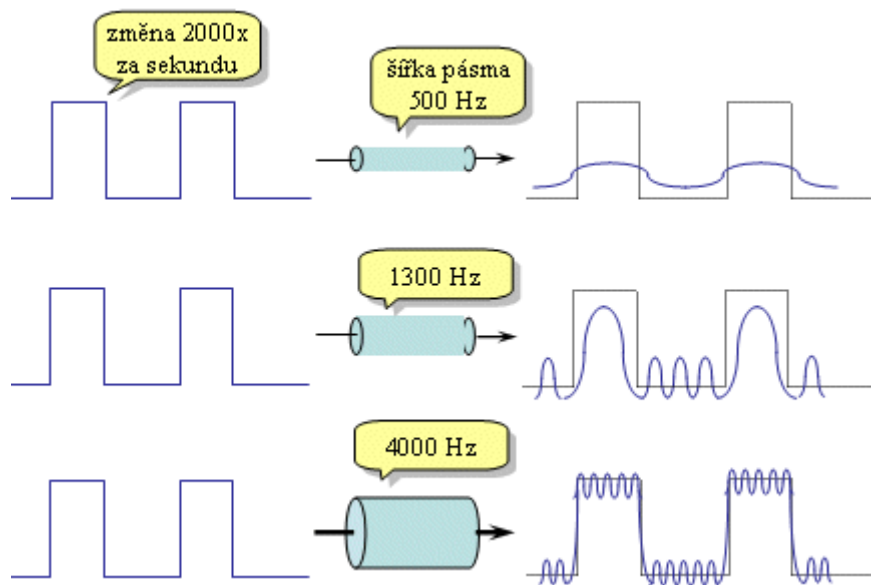
Obrázek 9 Tabulka měrných jednotek šířky pásma (CISCO – NetACAD)

Na následujících obrázcích lze vidět fyzickou prezentaci přenosového pásma.



Obrázek 10 Představa přenosu harmonických složek a vanová křivka u přenosového pásma (Peterka: e-archiv.cz)

Uvedený rozsah frekvencí, f_{\min} až f_{\max} , se v praxi označuje jako šířka pásma.



Obecně můžeme konstatovat, že čím větší je šířka přenosového pásma, tím více harmonických složek se přenesou, a tím více se jich dostane do součtu, který na straně příjemce rekonstruuje původní signál – a tím bude tento přijatý signál věrnější. Platí to samozřejmě i naopak: čím menší (užší) bude šířka pásma, tím méně věrný bude přijatý signál.

Mezi pojmy používané k měření kvality šířky pásma patří:

- latence (latency)
- celková propustnost (throughput)
- užitečná propustnost (goodput)

Latence

Latence označuje dobu, včetně zpoždění, po kterou data cestují z jednoho daného bodu do druhého.

V propojených sítích nebo v síti s více segmenty nemůže být propustnost rychlejší než nejpomalejší linka na cestě ze zdroje do cíle. I když všechny nebo většina segmentů mají velkou šířku pásma, bude trvat pouze jeden segment na trase s nízkou propustností, aby se vytvořilo úzké hrdlo v propustnosti celé sítě.

Propustnost (celková)

Propustnost představuje skutečné množství dat, která byla úspěšně přenesena přes komunikační kanál během určitého časového období.

Obvykle se měří v bitech za sekundu (bps) a odráží praktickou rychlost přenosu dat, která může být nižší než teoretické maximální pásmo (bandwidth) kvůli faktorům, jako je přetížení sítě, latence a ztráta paketů.

Propustnost je obvykle nižší než šířka pásma.

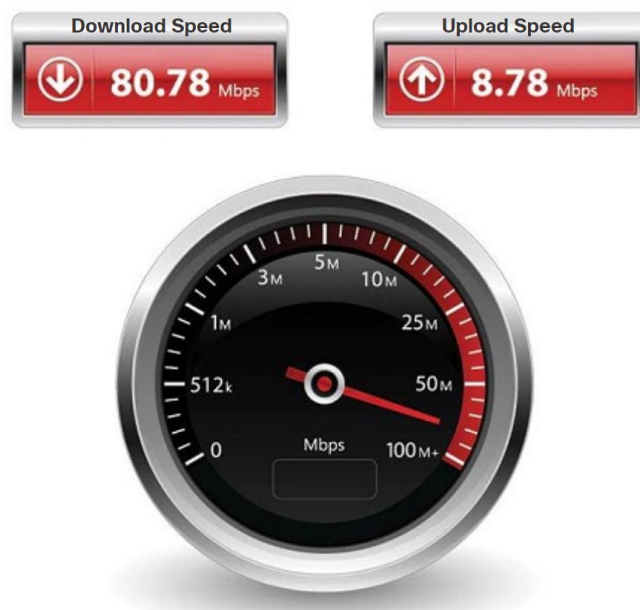
Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují propustnost:

- objem provozu
- typ provozu
- latence vytvořená počtem síťových zařízení mezi zdrojem a cílem

Existuje mnoho online testů rychlosti, které mohou odhalit propustnost internetového připojení. Na obrázku 11 jsou uvedeny ukázkové výsledky testu rychlosti.

Propustnost (užitečná)

Užitečná propustnost je celková propustnost minus režie provozu pro vytváření relací, potvrzení, zapouzdření a znovu přenášených bitů. Je vždy nižší než celková propustnost, která je obecně nižší než šířka pásma.



Obrázek 11 Představa propustnosti pásma (CISCO – NetACAD)

Druhy přenosů dat

Přenosy dat v sítích lze rozdělit podle několika charakteristik, které odrážejí různé aspekty, jako jsou směrování dat, časování, fyzický způsob přenosu nebo techniky řízení. Níže jsou uvedeny hlavní skupiny přenosů dat podle těchto různých hledisek:

1. Podle směrování přenosu:

- **Unicast** – přenos od jednoho odesílatele k jednomu příjemci. Používán například při běžném internetovém prohlížení.
- **Broadcast** – přenos od jednoho odesílatele ke všem zařízením v síti (například ARP nebo DHCP požadavky).
- **Multicast** – přenos od jednoho odesílatele ke skupině vybraných příjemců, efektivní pro skupinovou komunikaci (např. IP televize).

- **Anycast** – přenos od jednoho odesílatele k nejbližšímu či nejvhodnějšímu příjemci, například při dotazech na DNS servery.

2. Podle synchronizace (časování) přenosu:

- **Synchronní přenos** – data jsou přenášena v pravidelných časových intervalech, často s přidruženým synchronizačním signálem (clock). Využívá se například v synchronních sériových protokolech (např. SONET).
- **Asynchronní přenos** – data jsou přenášena bez pevného časového rámce, každá jednotka dat má startovací a stop bit. Používá se například v UART komunikaci (např. RS-232).

3. Podle způsobu přenosu:

- **Paralelní přenos** – více bitů je přenášeno současně přes více vodičů (např. mezi procesorem a pamětí).
- **Sériový přenos** – bity se přenášejí po jednom, vhodný pro delší vzdálenosti (např. USB, Ethernet).

4. Podle rychlosti přenosu:

- **Nízkorychlostní přenos** – obvykle do několika Mb/s, používá se tam, kde není třeba vysoké rychlosti (např. sériové porty).
- **Vysokorychlostní přenos** – dosahuje stovek Mb/s až Gb/s, běžný u moderních sítí a datových center (např. optické sítě, Ethernet).

5. Podle typu přenášeného signálu:

- **Digitální přenos** – přenáší digitální data v binární formě, většina moderních síťových technologií.
- **Analogový přenos** – přenáší data ve formě analogových vln, používá se například u starších telefonních linek nebo rádiových přenosů.

6. Podle typu řízení přenosu:

- **Řízený přenos** – přenos probíhá pod kontrolou protokolu, který řídí tok a integritu dat, typický v TCP/IP protokolu (spolehlivý).
- **Neřízený přenos** – data jsou posílána bez zajištění integrity nebo kontroly toku, rychlejší, ale s vyšším rizikem ztráty (např. UDP).

7. Podle směru přenosu:

- **Simplexní přenos** – data tečou pouze jedním směrem (například starší televizní vysílání).
- **Poloduplexní přenos** – data tečou oběma směry, ale pouze jedním směrem najednou (např. vysílačka).
- **Plně duplexní přenos** – data tečou současně oběma směry, běžný v moderních sítích (např. telefonní hovory, Ethernet).

8. Podle přístupových metod:

- **CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)** – metoda detekce kolizí, používá se v Ethernetu.
- **CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)** – metoda prevence kolizí, využívána v bezdrátových sítích.
- **Token Ring** – přístupová metoda, kde zařízení čekají na speciální "token" k získání přístupu k síti, dříve se používala v LAN sítích.

Tyto charakteristiky nám pomáhají zvolit vhodnou metodu přenosu pro konkrétní situace a podmínky, což přispívá k efektivitě, spolehlivosti a výkonu celé sítě.

Přenos dat podle směrování přenosu

Hlavní typy přenosu jsou:

Unicast

- přenos dat od jednoho odesílatele k jednomu konkrétnímu příjemci.
- nejčastěji používaný typ v sítích, kdy se data přenášejí pouze mezi dvěma zařízeními.

Příklad: e-mailová zpráva, HTTP požadavky, komunikace mezi klientem a serverem.

Broadcast

- přenos dat od jednoho odesílatele ke všem zařízením v síti (v rámci jedné podsítě);
- data jsou zaslána všem uzlům, kteří jsou na dané síti dostupní, což je výhodné pro oznámení nebo distribuci zpráv všem.

Příklad: ARP dotazy, DHCP požadavky v rámci lokální sítě.

Multicast

- přenos dat od jednoho odesílatele ke skupině specifických příjemců, kteří mají zájem o daný obsah;
- umožňuje efektivní přenos dat pro specifické skupiny v rámci sítě bez nutnosti zasílat data každému jednotlivě.

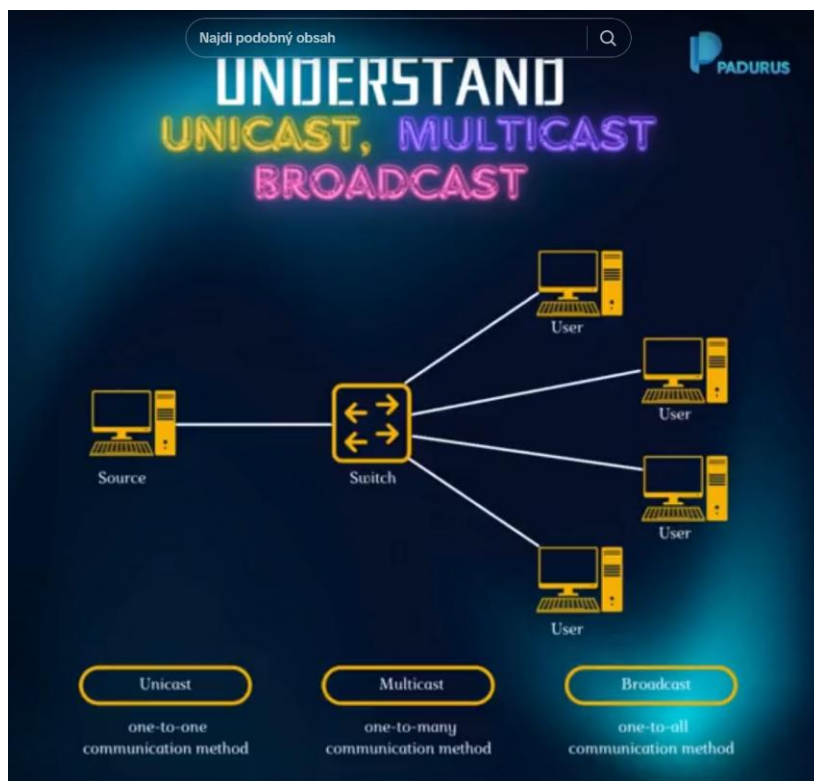
Příklad: IP televize, streamování videí, kde jen určitá skupina uživatelů přijímá datový tok.

Anycast

- přenos dat od jednoho odesílatele k nejbližšímu nebo nejvhodnějšímu příjemci z několika potenciálních příjemců;
- používá se hlavně u síťových služeb, kde je třeba snížit latenci nebo zajistit rychlé připojení, např. u serverů DNS.

Příklad: dotazy na DNS server, kde požadavek putuje na nejbližší dostupný server schopný odpovědět.

[What is LAN? #cyber #cybersecurity #ipaddress #lan #localareanetwork #... | TikTok](#)



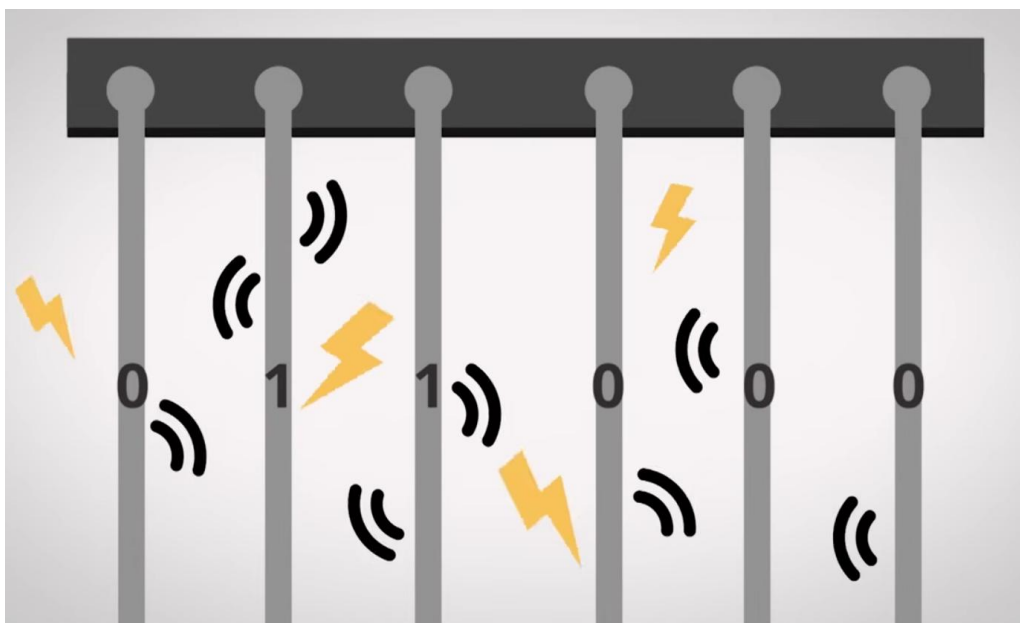
Přenos dat podle způsobu přenosu bitů

Paralelní přenos dat

Při paralelním přenosu jsou **data přenášena po více bitech najednou**, typicky po celých bytech. K tomu je ovšem zapotřebí příslušný počet souběžných (paralelních) vodičů, což je únosné jen na krátké vzdálenosti (typicky 20 metrů). S paralelním přenosem se můžeme setkat nejčastěji při komunikaci mezi počítačem a tiskárnou vybavenou tzv. paralelním rozhraním (standardní případ); v oblasti počítačových sítí pak jen zcela výjimečně u některých experimentálních lokálních sítí.

Hlavní charakteristiky paralelního přenosu:

- umožňuje přenášet více bitů najednou, protože používá více vodičů (typicky 8, 16 nebo více);
- každý bit je přenášen současně v rámci jednoho taktu, což zvyšuje rychlost přenosu;
- používá se spíše na krátké vzdálenosti, protože s rostoucí vzdáleností dochází k problémům se synchronizací jednotlivých bitů (problém tzv. "skew");
- problém byli i tzv. „crosstalks“ – přeslechy, kvůli více linkám vedle sebe.



Obrázek 12 Crosstalks v síti (<https://www.youtube.com/watch?v=myU2x27Fllc&t=29s>)

Předpokládá více žilovou drahou kabeláž, v sítích se prakticky nepoužívá.

Příklad použití: připojení procesor a RAM v počítačích, LPT port v PC – připojení staršího typu tiskárny



VIDEO: [What's the Difference Between Parallel and Serial?](https://www.youtube.com/watch?v=myU2x27Fllc&t=29s) (youtube.com)

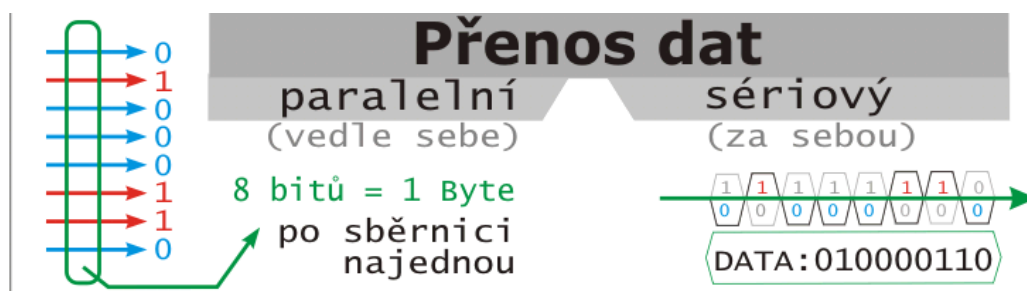
Sériový přenos dat

Při sériovém přenosu jsou data přenášena postupně bit po bitu, nejnižším (přesněji nejméně významným) počínaje. **V drtivé většině sítí je přenos dat sériový. Nejmenší položka dat přenášená sériově je označována jako znak (character) a má obvykle rozsah 7 nebo 8 bitů.** Znak vyjádřený přímo ve formě posloupnosti dvojkových bitů, které se skutečně přenášejí, se pak označuje jako značka.

Hlavní charakteristiky sériového přenosu:

- přenáší data bit po bitu přes jediný vodič (nebo kanál), takže všechny bity dorazí postupně;
- i když je pomalejší na úrovni jednoho bitu, sériový přenos může být efektivnější a stabilnější na delší vzdálenosti, protože eliminuje problémy s časovou synchronizací bitů.

Příklady: USB, SATA, Ethernet, které využívají sériový přenos k přenosu dat mezi zařízeními.



Obrázek 13 Srovnání paralelního a sériového přenosu dat (Peterka)

Hlavní rozdíly mezi paralelním a sériovým přenosem:

Kritérium	Paralelní přenos	Sériový přenos
Počet přenášených bitů	Více bitů najednou (např. 8, 16, 32)	Jeden bit po jednom
Počet vodičů	Více vodičů (pro každý bit zvlášť)	Jeden vodič nebo kanál
Rychlost přenosu	Vyšší na krátké vzdálenosti	Vyšší efektivita na dlouhé vzdálenosti
Použití	Krátké vzdálenosti, uvnitř zařízení	Dlouhé vzdálenosti, propojení externích zařízení
Synchronizace	Může docházet k nesouladu (skew) mezi bity	Bez problému synchronizace jednotlivých bitů
Příklady	Připojení RAM, starší tiskárny (LPT port)	USB, Ethernet, SATA

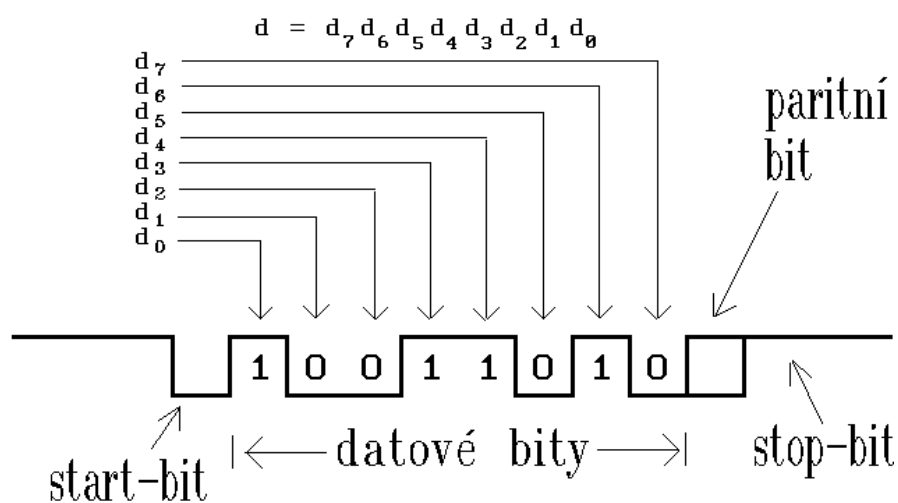
Obrázek 14 Tabulka rozdílů mezi paralelním a sériovým přenosem

Přenos dat podle časování (synchronizace) přenosu

Sériový přenos dat můžeme dále podle časování přenosu dělit:

Asynchronní přenos (seriál asynchronous transmission)

Při asynchronním sériovém přenosu **mohou být jednotlivé znaky** (přesněji značky) přenášeny s libovolnými časovými odstupy mezi sebou. Příjemce pak ovšem nemůže předem vědět, kdy začíná další znak, a proto musí být schopen jeho příchod podle vhodného příznaku rozpoznat. Tímto příznakem je tzv. start-bit (též rozběhový prvek, viz obrázek 2.1), kterým začíná každý asynchronně přenášený znak. Příchod start-bitu je pro příjemce současně i možností správně si nastavit své měřítko času (přesněji svou časovou základnu). To je nutné proto, aby příjemce správně určil časové okamžiky, kdy má vyhodnocovat stav jednotlivých datových bitů, které po start-bitu následují.



Obr. 2.1.: Asynchronní přenos znaku

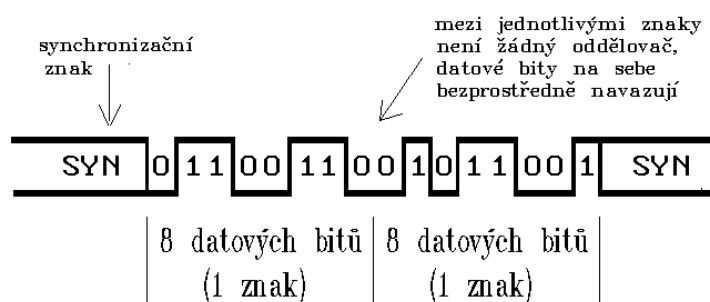
Za vlastními datovými bity může následovat jeden tzv. paritní bit (viz dále) a konečně tzv. stop-bit (též závěrný prvek), jehož délka obvykle odpovídá délce jednoho nebo dvou datových bitů. Stop-bit v sobě nenese žádnou informaci; jeho smyslem je pouze zajistit určitý minimální odstup mezi jednotlivými znaky - vyslání následujícího znaku může začít nejdříve po odvysílání celého předchozího znaku, tedy včetně jeho stop-bitu.

Synchronní přenos

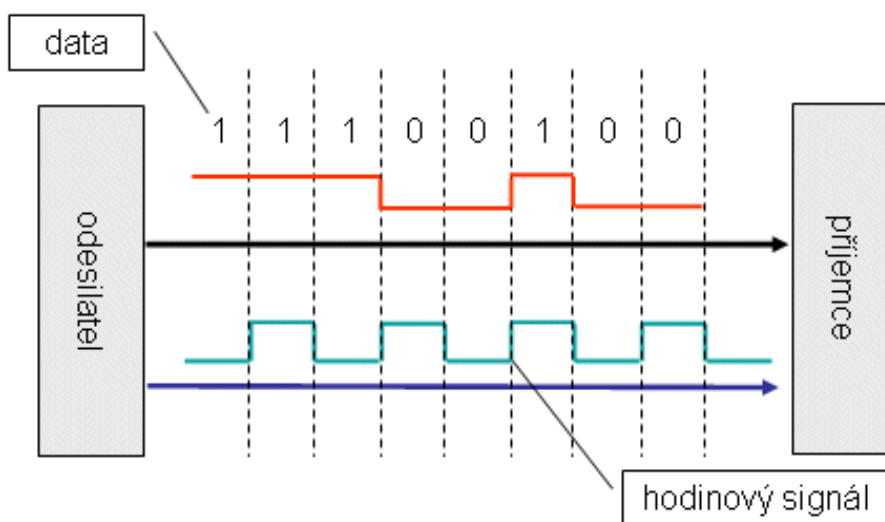
- Při synchronním přenosu jsou **obvykle přenášeny celé bloky znaků (rámce)**. Datové bity jednotlivých znaků přitom následují těsně po sobě, bez jakýchkoli časových odstupů, a nejsou prokládány žádnými start- či stop-bity (mohou však být doplněny jedním paritním bitem). Začátek bloku je indikován jedním nebo několika speciálními synchronizačními znaky (tzv. znaky SYN), jejichž hlavním smyslem je zajistit potřebnou časovou synchronizaci odesílatele i příjemce - tzn. pomoci příjemci přesně stanovit časové okamžiky, ve kterých má vyhodnocovat jednotlivé datové bity. Blok znaků je pak opět zakončen synchronizačními znaky, které mohou (ale nemusí) být nepřetržitě

vysílány až do začátku následujícího datového bloku. **Synchronizace vysílače a přijímače udržována neustále.**

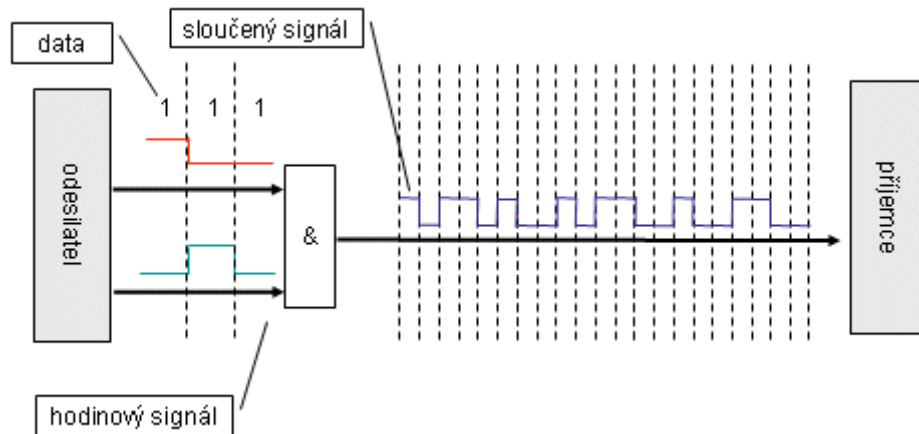
Synchronní přenos je obecně rychlejší než asynchronní, neboť není zatížen režii připadající na start- a stop-bity. Jeho technická a programová realizace však bývá poněkud složitější než u přenosu asynchronního.



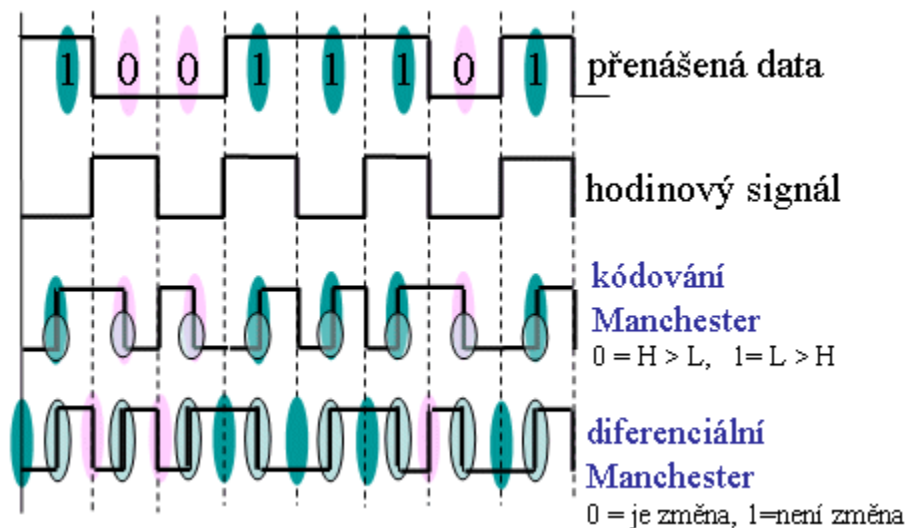
Obr. 2.2.: Synchronní přenos znaků



Principiálně nejjednodušší by bylo přenášet tikot hodinek odesílatele až k příjemci, pomocí vhodného "hodinového" signálu (pravidelně se měnícího signálu, který odměřuje tikot hodinek odesílatele). Pak by na straně příjemce bylo vše jednoduché - stav dat by se vyhodnocoval v okamžicích, určených tímto hodinovým signálem.

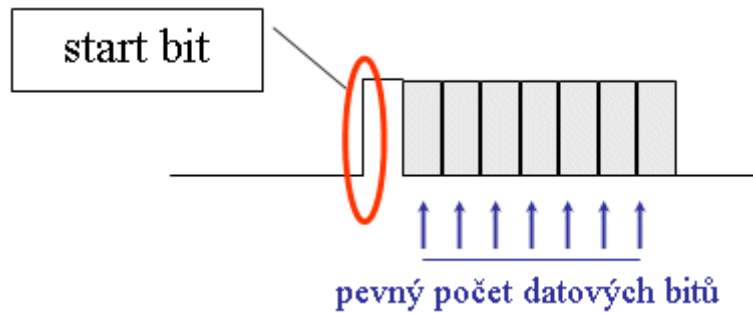


Konkrétních způsobů, jak sloučit hodinový a datový signál do jednoho výsledného signálu, existuje více. Poněkud nesprávně se tomu říká "kódování". Dvě taková často používaná kódování ukazuje následující obrázek. Jde o kódování Manchester, a tzv. diferenciální Manchester.



Arytmický přenos

- přijímač a vysílač si udržují vlastní hodiny
- přenos po znacích (znaky 8, nebo také 7,6 či 5 bitů)
- hodiny se vzájemně synchronizují jen fázově před začátkem vysílání znaku (start bit) z důvodu rozdílů v jinak nezávisle běžících hodinách vysílače a přijímače lze bez nebezpečí rozsynchronizování přenést jen několik bitů
- na konci znaku paritní bit (zabezpečení)
- mezi znaky pauza (stop bit s hodnotou 1, tedy opačnou, než má start bit (0))
- vlivem potřeby neustálé synchronizace mezi znaky a meziznakové mezery nižší efektivita než u synchronního přenosu



a něco navíc:

Parita (parity)

Při sériovém i paralelním přenosu dat může docházet k chybám, jejichž důsledkem je přijetí opačné hodnoty jednoho či několika bitů, než jaké byly původně vyslány. Nejjednodušším, ale současně také nejméně účinným způsobem zabezpečení znaku (kterým je umožněno následně rozpoznat výskyt chyby) je doplnění datových bitů jedním dalším bitem tak, aby celkový počet jedniček ve znaku byl (při odesílání) lichý (pak jde o tzv. lichou paritu - odd parity), nebo naopak sudý (pak jde o tzv. sudou paritu - even parity). Příjemce musí vědět, zda mu odesílatel posílá znaky se sudou, nebo lichou paritou. Nezaručuje se však bezchybnost v plném rozsahu.

Kontrolní součet – checksum

Další možností zabezpečení celého bloku dat je součet jednotlivých znaků v bloku, které jsou pro tento účel chápány jako celá dvojková čísla bez znaménka. **Kontrolní součet se typicky provádí jako součet modulo 2^8 nebo 2^{16} , tj. výsledkem je kontrolní součet o délce jednoho nebo dvou bytů.**

Cyklické kódy – CRC (cyclic redundancy check)

- nejúčinnější forma zabezpečení bloku dat;
- průběžně na základě jednotlivých znaků bloku (přesněji jednotlivých bitů těchto znaků) průběžně vypočítává zabezpečovací údaj a ten se následně porovná s přijatým blokem;
- přesnost 99,99%

Přehled typů přenosových médií

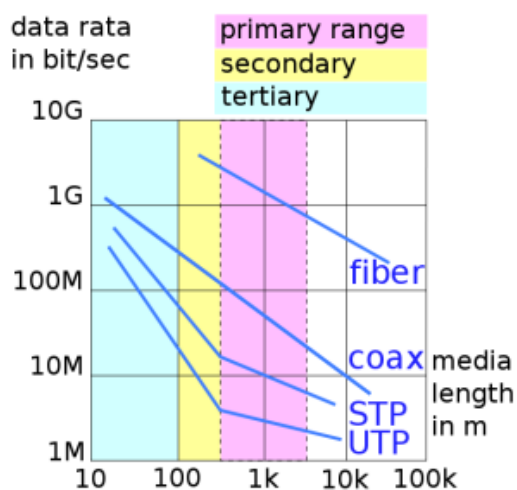
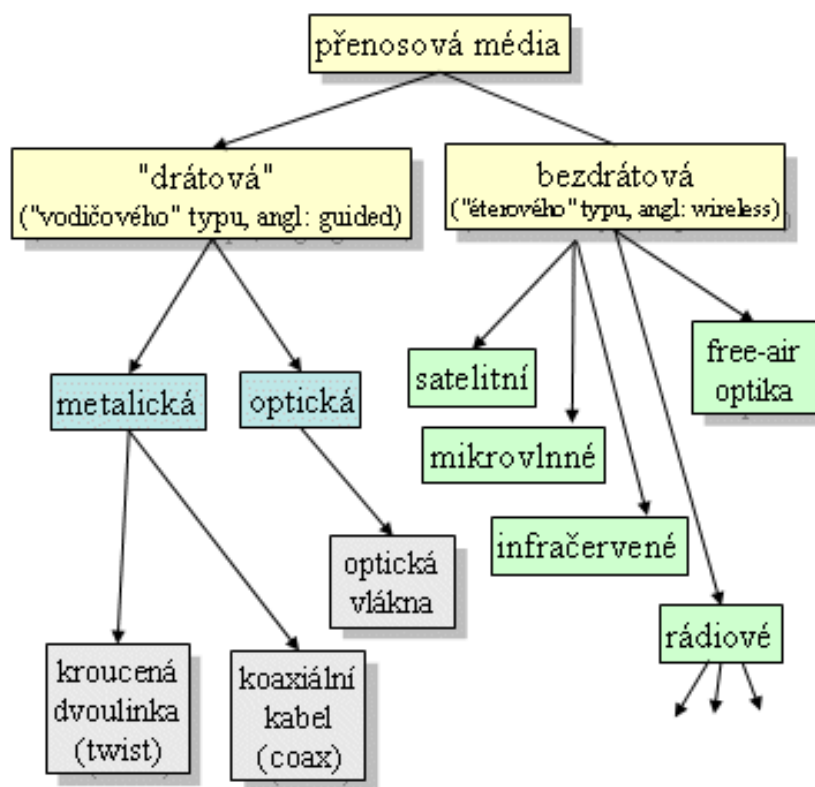
Média kabelového typu:

- **kroucený dvoudrát** (twist pair) – stíněný či nestíněný (UTP, STP) - metalika
- **koaxiální kabel** určený buď pro základní pásmo, nebo pro TV rozvody

- **optická vlákna** jednovídná nebo mnohovídná

Média pro přímý (nevedený) přenos:

- **elektromagnetické vlnění** (vzduch, voda, vakuum)



Obrázek 3. Typické dosažitelné přenosové rychlosti vzhledem k délce média na jednotlivých přenosových médiích.

Přenosové médium – fyzikální a elektrické charakteristiky

Charakteristiky přenosových médií

- **Útlum** je dán zmenšením výkonu signálu. Udává se v dB. Rozeznáváme útlum napětí, proudu a výkonu.
- **Zkreslení** – deformace jednotlivých harmonických složek signálu oproti vstupnímu signálu.
- **Šum** – je reprezentován vnitřně generovanými parazitními signály (podle druhu rušení existuje mnoho druhů – bílý šum, tepelný šum, impulsní šum).
- **Přeslechy** – interference vznikající mezi jednotlivými vodiči v kabelu.
- **Šířka pásma** – prostor mezi nejnižší a nejvyšší frekvencí, které je schopno médium přenášet (v Hz). Může být výrazně vyšší, než skutečně využívaná šířka pásma (přenosové pásmo) během přenosu. **Platí, že na 1 Hz se přenáší přibližně 1 bit.**

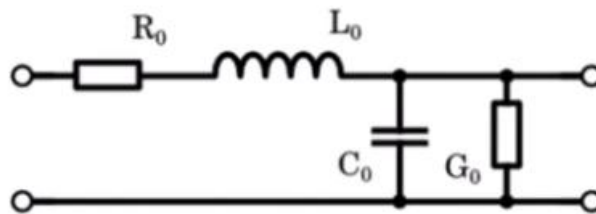
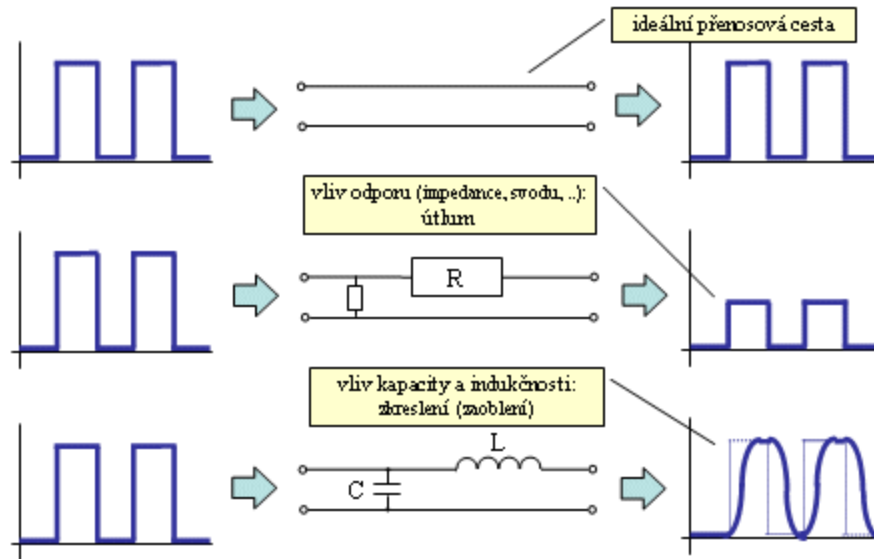


Schéma dvou vodičů u dvojlinky

Výsledný efekt "reálných obvodových vlastností" pak ukazuje další obrázek, na kterém je znázorněna snaha přenést skrze vedení obdélníkový impuls. Ideální přenosová cesta (které v praxi neexistuje) by signál obdélníkového průběhu přenesla bez jakékoli změny. Vliv útlumu u reálné přenosové cesty se projevuje "zmenšením" obdélníků (na výšku), beze změny jejich tvaru (vliv odporu R).



Přenášet signál obdélníkového průběhu, a jeho ostré hrany měnit podle toho, zda právě potřebujeme přenést jedničku nebo nulu, je samozřejmě možné. V praxi se to také tak dělá, a říká se tomu **přenos v základním pásmu** (anglicky: baseband). Není ale těžké nahlédnout, že to nelze dělat na příliš velkou vzdálenost. Zkreslení signálu s ostrými hranami je totiž tím větší, čím větší je délka vedení - a za určitou hranici by už příjemce nedokázal správně rozpoznat, co se vlastně původně vysílalo.

Pokud potřebujeme dosáhnout na větší vzdálenost, snažíme se přenášet spíše takový druh signálu, který přenosovým vedením projde co možná nejlépe, přesněji s nejmenším zkreslením. No a nejmenší zkreslení bude mít takový signál, který se mění nikoli skokem, ale naopak co možná nejpozději. V praxi jde o signál sinusového či kosinusového průběhu, kterému se obvykle říká harmonický. Jeho průběh naznačuje obrázek.



Harmonický signál

Modulace přenosového signálu

Existují dva základní způsoby přenosu:

1. v základním pásmu (nemodulovaný)
2. v přeloženém pásmu (modulovaný)
 - Amplitudová modulace (AM)
 - Kmitočtová modulace (FM)
 - Fázová modulace (PM)

Nemodulovaný přenos

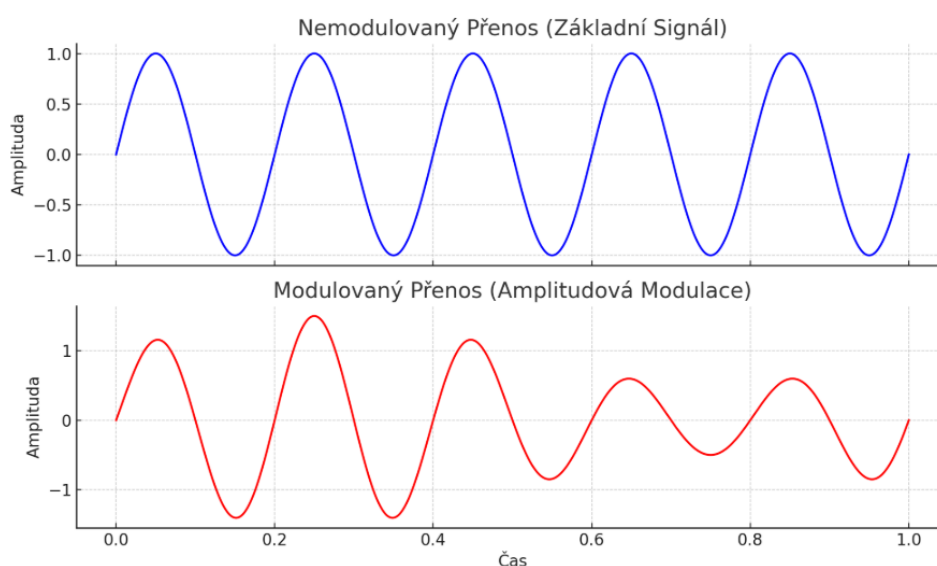
Přenos dat v základní podobě (nemodulovaný přenos) si můžeme představit jako jednoduchý, přímo přenášený signál, kde jeho původní frekvence a amplituda zůstávají beze změn, zatímco nese informaci. **Tento typ přenosu se často používá v situacích, kde signál nemusí překonávat dlouhé vzdálenosti nebo rušení, například při spojení mezi zařízeními na krátké vzdálenosti.**

Graficky lze tento přenos znázornit jako vlnu, kde:

- **přenosová data** se zobrazí přímo jako změny v amplitudě (výšce vlny) nebo v časovém průběhu (frekvence zůstává stejná);
- Na rozdíl od modulovaného přenosu zde nedochází k žádným dalším úpravám, jako je změna frekvence nebo fáze, aby se signál přizpůsobil podmínkám přenosu.

Příklad grafického znázornění:

1. **nemodulovaný přenos:** Jednoduchá sinusová vlna, kde amplituda (výška vlny) a frekvence zůstávají konstantní. Tento signál není nijak upravován a zůstává v základní podobě
2. **modulovaný přenos:** Vlna, kde se amplituda, frekvence nebo fáze mění podle přenášených dat, což umožňuje stabilní přenos na delší vzdálenost (v tomto případě amplitudová modulace).



Obrázek 15 Grafy zobrazující modulovaný a nemodulovaný přenos

Rozdíly mezi modulovaným a nemodulovaným signálem jsou uvedeny v tabulce:

Kritérium	Modulovaný přenos	Nemodulovaný přenos
Způsob přenosu	Používá nosnou frekvenci, která je modulována podle přenášených dat	Přenáší data v základní podobě bez změn
Odolnost vůči rušení	Vysoká odolnost vůči rušení	Nízká odolnost vůči rušení
Dosah	Vhodný pro dlouhé vzdálenosti, například rádiové a satelitní přenosy	Vhodný pro krátké vzdálenosti
Efektivita spektra	Efektivnější využití spektra díky optimalizačním technikám	Vyžaduje více šířky pásma
Příklady použití	Televizní vysílání, mobilní sítě, satelitní komunikace	Kabelové přenosy na krátké vzdálenosti

Obrázek 16 Tabulka rozdílů mezi modulovaným a nemodulovaným přenosem

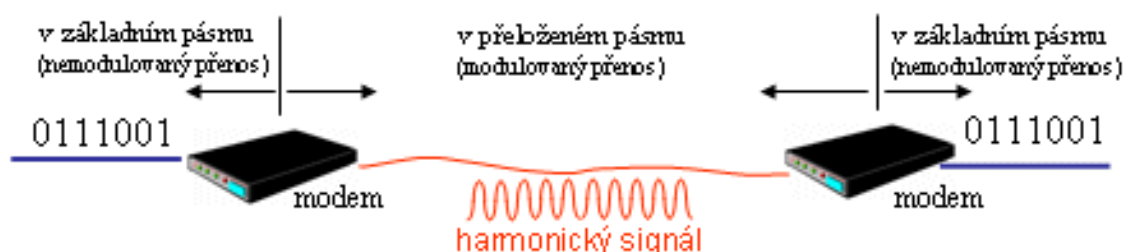
Modulovaný přenos

Harmonický signál (nemodulovaný = v základním pásmu) však sám o sobě nenese žádnou užitečnou informaci. Dříve než je bitová posloupnost rámce **sériově** vyslána na kabel síť, musí být převedena na vhodný fyzikální signál (elektrický). Ta na něj musí být nejprve "naložena", a to způsobem, který se označuje jako modulace. Při modulaci:

- dochází ke změně některého z parametrů přenášeného signálu - ať již jeho frekvence, amplitudy či fáze;
- příjemce pak detekuje přenášené informace právě z těchto změn

*Celkově se pak ale již hovoří o modulovaném přenosu, či o přenosu v přeloženém pásmu. V angličtině se někdy používá i termín "**broadband**", což ale poněkud koliduje s něčím jiným – s označením vysokorychlostního přenosu.*

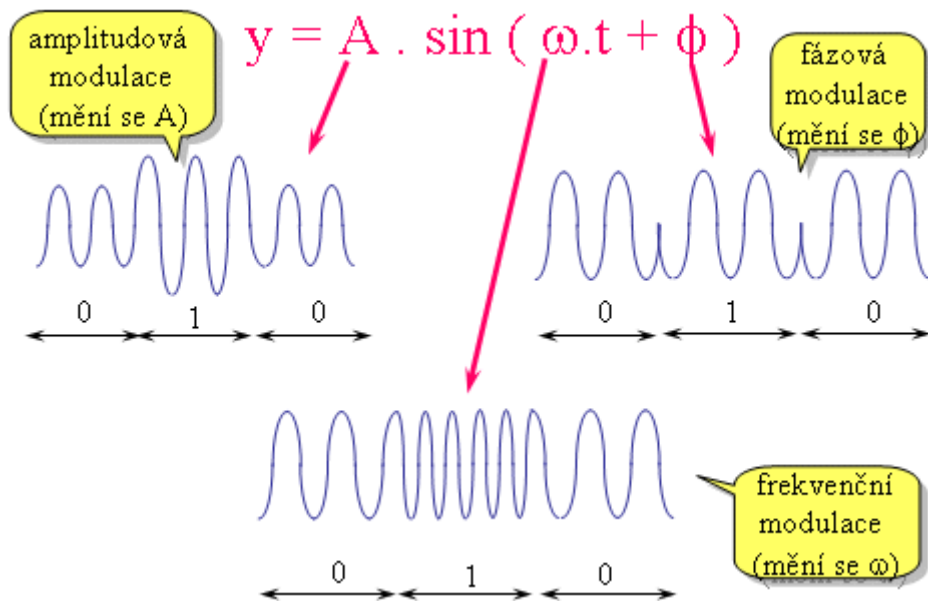
Zajištění takového modulovaného přenosu dat je úkolem zařízení označovaného jako **modem** (což vzniklo zkrácením z anglického "modulator – demodulator"). Modemy se dnes již skoro nevyužívají. Princip modulace ano.



Typy modulace:

Základní varianty modulace jsou tři a vychází z toho, že harmonický signál má tři parametry, které lze měnit a tím i využít k "naložení" dat:

- amplitudu neboli tzv. rozkmit – pak jde o amplitudovou modulaci;
- frekvenci (kmitočet, resp. úhlovou rychlost) - pak jde o tzv. frekvenční modulaci;
- fázi (fázový posun) - pak jde o tzv. fázovou modulaci

**Analogový a digitální přenos**

Prakticky každý přenos v reálném světě je ve své podstatě analogový - vždy se totiž přenáší nějaký analogový signál, například elektrický proud, světlo, magnetické vlnění apod., a rozhodující jsou kvantitativní charakteristiky takového signálu: například momentální velikost proudu či napětí, nebo jejich časový průběh (amplituda, fáze atd.), nebo úroveň světelnosti nějakého světelného impulsu apod.

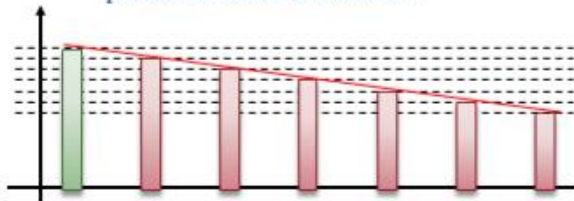
O tom, zda se jedná o analogový či digitální přenos, rozhoduje především způsob vyhodnocení přijímaného signálu:

- pokud se vyhodnocuje jeho konkrétní hodnota (tedy např. konkrétní hodnota napětí, proudu, nebo kmitočtu, fáze, amplitudy apod.), pak jde o přenos **analogový**.
- přenos **digitální** jde v případě, kdy je vyhodnocována pouze příslušnost momentální hodnoty do určitého intervalu hodnot, který reprezentuje nějakou předem danou konkrétní hodnotu (tzv. diskrétní hodnotu): například úroveň napětí mezi 0 a 5V může reprezentovat logickou jedničku, zatímco hodnoty napětí menší než 0 budou reprezentovat logickou nulu.

Velmi významným rozdílem mezi analogovým a digitálním přenosem je jejich "reprodukovatelnost" - u analogového přenosu, i při použití nejdokonalějších obvodů pro zpracování signálu, vždy dochází k nějakému zkreslení, zmenšení či jiné změně signálu, takže analogová "reprodukce" nikdy není naprosto dokonalá a ideální. Naproti tomu u digitálního přenosu, kde nejde o ideálně stejnou hodnotu ale o příslušnost do stejného intervalu, je dokonalá reprodukce velmi jednoduchá - například signál, který byl po cestě utlumen z původních 4 voltů na 2, pořád spadá do intervalu 0 až 5 voltů (například), a může být snadno "obnoven" pomocí nového signálu o napětí 4 voltů, který spadá do stejného intervalu a tudíž reprezentuje stejnou logickou hodnotu.

- **analogový přenos není ideální**

- v tom smyslu, že by zachoval přenášenou informaci bez jakékoli změny
 - vždy ji nějak změní
 - viz pokles napětí vlivem útlumu
- otázkou je pouze „míra pokažení“ přenášeného signálu
 - tuto míru lze snižovat, ale nikdy ne zcela odstranit
 - navíc je to hodně drahé
 - čím více se snažíme zlepšit, tím je to dražší
 - další problém: řetězení
 - v celém přenosovém řetězci se „míra pokažení“ sčítá až násobí!



- **digitální přenos může být ideální**

- dokáže zachovat přenášenou informaci bez jakékoli změny
 - přenášený signál ale nesmí „vybočit“ z příslušné úrovně
- řetězení není problém
 - signál se vždy zregeneruje (zesílí)



- **celkově:**

- digitální přenos je efektivnější než analogový
 - digitálně lze dosahovat vyšších přenosových kapacit než analogově
 - s nižší „spotřebou surovin“
- příklad: tzv. digitální dividenda
 - dříve pro analogové TV programy:
 - 1 frekvenční kanál = 1 TV program
 - digitální TV vysílání (DVB-T):
 - 1 frekvenční kanál = 4-6 TV programů

Zdroje:

<https://www.itnetwork.cz/site/zaklady/site-media-fyzicke-vrstvy>

Jiří Peterka – Archiv článků a přednášek [<http://www.earchiv.cz/>]

Wikipedia: [<http://cs.wikipedia.org>]

Ing. Vojtěch Novotný – Úvod do počítačových sítí

Youtube.com – Libor Dostálek dostupné na

<https://www.youtube.com/watch?v=ZScMXyQSFfo&t=1321s>