

## B01 Fyzická přenosové media

- Vedené - horové - koncentrické dvojlinky, koaxialní kabely
- optické - optické kabely
- nevedené - bezdrátové - radio, infracírové
- přenos elektromagnetického vlnění
  - není dalekohled
  - účinný, rychlý, zábleskový

Teorie: přenést stejný signál

real-world paths are never optimal

- 2 paralelní kabely se chovají jako anténa

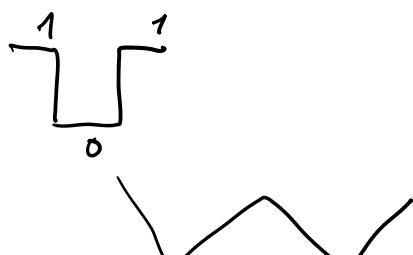
## B02 Analogové a digitální přenosy

Fyzická vrstva vždy přenáší analogový signál, jen se liší interpretace

- Analog - přímo hodnota hodnotu odpovídá
  - vždy zábleskový
- Digital - může být optimální
  - více efektivní (menší síla proudu)
  - základní chaining - signál obnoven v každém uzlu

## B03 Trance a jeho vlastnosti

- čtvercová

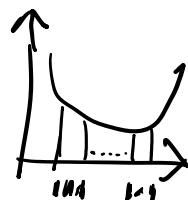


- trojúhelníková



- sinusoida

amplitude  
fase  
frequence



- pouze FFT - interpretace libovolné tranzitky (součet mnoha sinusoid)
- přenos česté - limitovaný bandwidth - jen některé frekvence
- ostatní závody jsou problematické, vysoké frekvence jsou oříznuty
- využití tranzit.

#### B04 Přenos v základním pásmu (baseband) - ne modulované

- číselný tvar, frekvence blízko 0
- zábran relay band width
- 1 datový signál zabírá celou šířku pásmo
- pouze na krátké vzdálenosti
- typické pro dálkové media
- principy:
  - polarita - kolik činnost je značitelné
    - unipolární - low / high - 2 intervaly
    - bipolární - negative / positive / zero - 3 intervaly

RR2/RZ - jestliže se po odesílání vrátíme na nulu

bifazový - alespoň jeden přechod za bit

kádrování - a) měření stabilitu hladiny

b) měření směra změny signálu

#### B05 Principy a příklady linkových kódů - vstup náročné pod kontaktem

- informace reprezentována různými výstupy signálu nebo branami

- cílem zajistit dostatečně pravidelné změny v přenášených datech

- Unipolar (1v/0v) - 2 hodnoty repeteční
- Bipolar RZ - 3 stavů ( $0 = -V$ ,  $1 = V$ ,  $\frac{1}{2} = 0$ )
- Bipolar NRZ
- Manchester - v polovině intervalu klesající brana = 0

#### B06

- Problém synchronizace  $\rightarrow$  přijímače musí být synchronizován s odesílatelom
  - 2 sídové karty, každá má vlastní hodiny
  - bitový interval (bit period) - časový interval na poslání jednoho bitu
  - může nastat bit slip - ztracení nebo zisk jednoho nebo více bitů
  - pomalý by přesné hodiny  $\rightarrow$  přísl. odrážec pro běžné komponenty

## • Problem DC komponenty a disparity

- pro některou polohujícímu průměru amplitudy hodnotu 0 → vybalancovaný
- fyzické měření nezvládá dletoho přenášet jen uniformní signál
- na delší vzdálenosti potrebujeme vybalancovanou DC amplitudu
  - konstantní výrazný báz - každý symbol - je vybalancován sám o sobě
  - párové disparity kód - balancování mezi jednotlivými symboly
    - průběžné počítání 1 a 0 a snadno se zajistit jejich podobný počet
- průběžná disparity = rozdíl počtu 0 a 1 - ideál = 0

B07

## Techniky zajistění synchronizace

- Oddělený hodinový signál - separátní přenosová cesta → zbytečné, nesmysel, nepoužívá se
- Self clocking - hodinový signál je začleněn do dat - ! posílba přenáší dostatek dat
  - 1) isochronní - hodinový signál je poslán ve stejný čas jako data
    - direct recovery - přenášené signály mají v každém bitovém intervalu nejáhou změnu  
→ redundant coding
    - indirect recovery - není zajistěn neustálý titok, synchronizace ohvíť vydřit, musíme se vyhnout okamžitým schwenčením
      - bit stuffing, block coding
  - 2) neisochronní - hod. signál je poslán v jiný čas než data, nepoužívá se

B08

## • Redundantní kódování

- každý bitový interval obsahuje akceponovanou změnu ( $0 \rightarrow 1 / 1 \rightarrow 0$ )
- zajistěna synchronizace, ale 100% overhead
- př. Manchester → směr změny určuje hodnotu bitu
  - hodinový signál uprostřed bitového intervalu
  - 100% overhead -  $2b \xrightarrow{1b}$  kde již ta změna
  - self-clocking, DC vyvážený, nevhodné pro velké objemy dat a vzdálenosti
  - Ethernet (balayst), NFC

- Bit stuffing

- uněké vložení speciálního bitu v případě dlouhé stejné sekvence
- synchronizace, overhead  $\approx 0\%$
- jen počet N stejných symbolů po sobě (bch) - nedi je se tak často

- Scrambling

- bity promicháne s pseudonáhodnou sekvencí (příjemce musí být schopen to rastrov)
- zlepšuje disperziu a synchronizaci, ale nemá garantováno samo osobně
- mohou se nepoznávat

### B89 Blokové kódování

- dnes nejdůležitější

- shaping a bity jsou přesouvány na delší bity (př.:  $0001 \rightarrow 01001$ )

- výslednou posouvání posouvají dané datové bity, aby byly správně (slavnitou mapování)

- výsledná sekvence má hodně znám (0/1)  $\rightarrow$  nejsou dlouhé bch

- pro 1 vstupní kod - máme na výběr více výsledních  $\rightarrow$  vybereme tu, která lepe vybavuje disperziu

- některé kody zbijují  $\rightarrow$  některé kody / detektce chyb: 00000, 11111

př.: • 4B5B -  $4b \rightarrow 5b$

- self clocking, DC balanced jen se scramble, disperzia nově rozložena

- 25% overhead

- Fast Ethernet

• Pb/10b -  $5+3b \rightarrow 6+4b$  (mapování protikaže obrácené)

- synchronizace, selfclocking garantováno, DC výrovnání, omezí disperziu

- bch - nejvíce 5 sblížených bitů za sebou, Gigabit Ethernet, HDMI, SATA

## B10 Přenosy v průzřízeném pásmu (passband) - modulované přenosy

- přehášíme nosnou harmonickou vlnu (sinusovku)
  - samotná vlna nese žádoucí informaci → ty jsou reprezentovány značkami:  
(3 parametry - amplitude (AM), frequency (FM), phase (PM))  $A = \text{výška} / D = \text{výška}$
  - lze kombinovat, ale ne vše, nejvíce je značka fáze → snadno detekovatelná
  - 2 typy modulace - digitální / analogová
  - keying (klikování) = digitální modulace | modulace (analog)
    - Amplitude-Shift Keying (ASK) - jiné amplitudy
    - Frequency-Shift Keying (FSK) - jiné frekvence
    - Phase-Shift Keying (PSK) - jiné fáze
- limitované množství stavů je rozpoznáváno na rozdíl od analogové modulace
- ⚠️ menší zábleskový → přenos na větší vzdálenosti → výšší využití (bezdrát. + optika)  
výšší frekvence  
typicky pro bezdrátové připojení a optické kabely

## B11 Kvadraturní amplitudová modulace (QAM)

- skupina analogových a digitálních modulačních technik
- používá např. u WiFi:
  - 16 QAM - 16 stavů, 1 symbol = 4b
  - 64 QAM - 64 stavů, 1 symbol = 6b
  - 256 QAM - 256 stavů, 1 symbol = 8b
- 16 QAM - 2 nosné vlny, posunuté o  $\frac{\pi}{2}$ 
  - 1. amplitudová modulace (3 stavů) → 36 stavů
  - 2. fázová modulace (12 stavů) →
- používá jen 16 z nich, které se snadno oddělují
- napomáhá k lepším kódům - dva sousední bity se liší v právě 1 bitu

- B12 Zajištění transparentnosti - linkové vrátna musí přenášet jen sazobné data, tak kontrolní signály a nové data
- transparency = oddělení portičních dat od řídících signálů, jiné zacházení, rozpoznání
- užitečná data (data pro vyšší vrstvy) - neměli bychom je modifikovat, pakže dat aby slovlit
  - řídící signály - portiéra správné interpretace a exekuce

Strategie

- 1) pro proudu prázdniny
  - oddělení přenosové cesty - zvlášť pro data a signály
  - escaping (propínání interpretaci) - propínání mezi módy data/signály
- 2) pro blokové prázdniny
  - framing (zavazdlení)

### B13 Techniky framingu a zavazdlení

- Zavazdlení (Encapsulation) - konstrukce rámce nebo PDU obecně
    - portiéra definovat formát správný: header, body, footer
  - Framing - vymezuje již vytvořeného rámce v datech  $\rightarrow$  L1 přenáší jen proud bitů
    - $\rightarrow$  příjemce musí identifikovat začátek/konec rámce v nesifikovaném proudu od L1
- 1) Obecné techniky (závislé na L1)
- Starting and ending flags
    - bit nebo byte na začátku a konci rámce
    - podioba nesí aby se nevybídl ve prostoru dat
  - Starting flag and length
    - označí je začátek + délka dat
    - moc se nepoužívá, je obtížné zpětně obohněti a desynchronizace
- 2) Specifické techniky (závislé na L1)
- Starting flag + implicit ending (Ethernet s Manchesterem)
    - začátek = flag ; konec rámce = konec přenosu
  - Coding violation - speciální nedatové symboly pro start/konec bloku (4B5B)
  - Počítání bloků - počítání bloků po dobu určitého časového intervalu
    - podle velikosti prvního přijatého bloku pak zjistím velikost a počet ostatních
    - funguje pouze pro bloky s fixní délkou

## B14 Techniky stuffingu

- zámerné přidávání bitu / bytu) značí k označení konkrétního místa v datech
- záleží na konkrétním protokolu
- potřeba transparentnost

use cases na L2 • transparency (framing, escaping)

- řešení výskytu flagů v užitkových datech

- kooperace mezi fyzickou a linkovou vrstvou (synchronizace)

## B15 Znakově orientované protokoly

- kontrolní znaky jsou označeny speciálními ASCII znaky
- dnes se už nepoužívají
- pr. linkový rámec: SOH (Start Of Header) - začátek volitelného rámečku
- STX (Start Of Text) - začátek náhladu
- ETX (End Of Text) - konec celého rámečku

potřeba Escapovat → DLE (Data Link Escape)

→ co budeť jít v datech DLE? 2dvojíme jej = zadníj speciální znak

př.:  , ...

- přidáván 2x SYN (Synchronous Idle) na začátek pro lepší synchronizaci
- SLIP (Serial Line Protocol)

- jednoduchý protokol pro encapsulation of IP packet
- only for P2P and fully duplex paths → není potřeba adresování
- static framing, začátek a konec označeny END flagem

## B16 Bitově orientované protokoly

- rámec je označen počtem N jednotek (+ 0 počtu jich) → 01111111 ( $N=8$ )
- potřeba aby se N jednotek neryšly v datech → pro  $N-1$  jednotek umíme vkládat meo
- HDLC (High-Level Data Link Control)

- spojovaný i rozpojovaný protokol pro P2P a P2MP cesty
- Flaggy  $N=6$

- pausití bit stuffing pro transparentnost bloku

## B17 Bytové orientované protokoly

- podobně jako bity, ale zaváděné na celé byty (pr.:  $N=6$ )
- využití escapovacích bytů jaro ve znakově orientovaných prot.
- pro označení vnitřních flagů a transparentnost
- Ethernet - dnes 2 varianty (Ethernet II, 802.3)
  - princip rámování: synchronizační preambule - 7B 0x55 - jen synchronizace.
  - začátek rámce SFD 0x0D (Start Frame Delimiter)