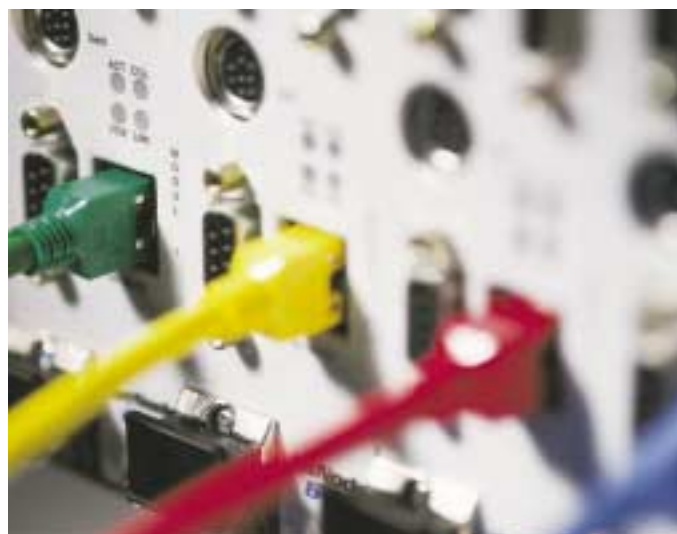


Báječný svět počítačových sítí

Část V. – Základy datových komunikací

JIŘÍ PETERKA

Počítačové sítě a komunikace nejsou jen o tom, co dělají jednotlivé vrstvy a jak fungují jednotlivé protokoly. Klíčem k jejich správnému používání je pochopení základních principů přenosu dat. Například toho, čím je dána a na čem je závislá schopnost přenášet data, v čem se měří atd., co je šířka pásma, co modulace, jaký je vztah mezi modulační a přenosovou rychlostí a co znamená nominální a efektivní přenosová rychlost.



Lidé, kteří budují a provozují počítačové sítě, a stejně tak lidé, kteří je používají, by měli mít alespoň základní povědomí o vztazích a souvislostech, jež se týkají datových přenosů a v rozhodující míře je určují.

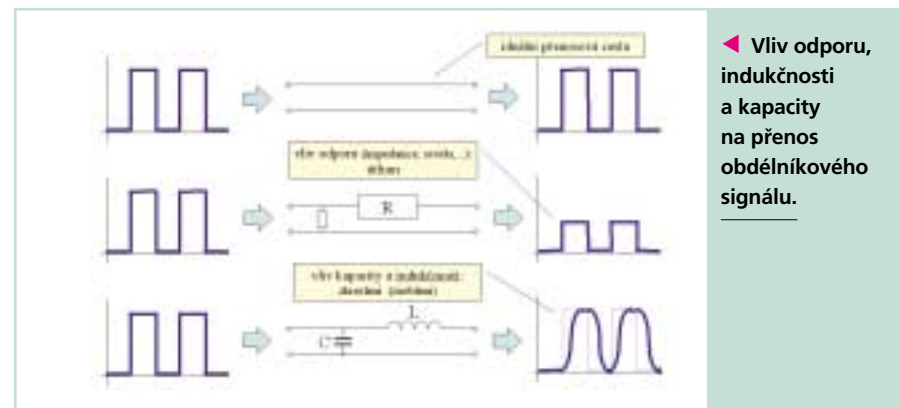
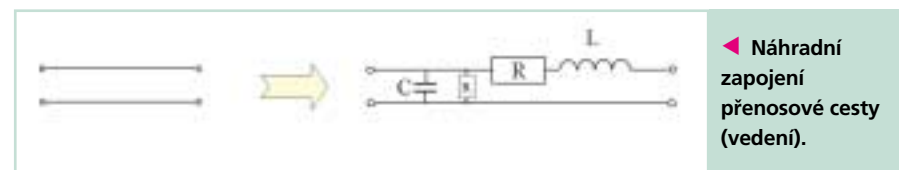
Je to vhodné přinejmenším kvůli tomu, aby si lidé neidealizovali schopnosti dnešních datových sítí a neočekávali od nich nekonečně velikou (vysokou) schopnost přenášet data. Naopak, měli by tušit, na čem je schopnost přenášet data závislá a kde jsou její limity – i kam až se lze dostat zdokonalováním technologií a kde leží hranice, přes které se v principu nelze dostat, ani se sebelepšími technologiemi. Nuže tedy: vzhůru k poznání základních principů datových komunikací.

Nic není ideální

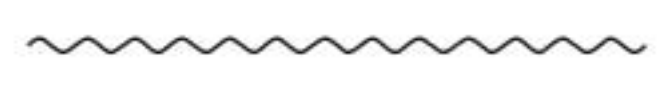
Nejen v životě, ale i v elektrotechnice a elektronice platí, že nic není ideální. Takže ani žádné vedení, které přenáší nějaký signál, se k němu nechová ideálně, aby jej během přenosu vůbec neovlivňovalo. Naopak: každý přenášený signál je vždy nějak zeslaben (utlumen), a také nějak zkreslen (je tedy změněn jeho průběh). Otázkou je pouze síla těchto dvou jevů a to, jak významně se na přenášeném signálu projevují. V praxi se pak uplatňují ještě další vlivy jako například rušení, přeslechy atd.

K lepšímu pochopení příčin útlumu a zkreslení nám může pomoci první obrázek. Ukazuje tzv. náhradní zapojení obyčejného „kusu drátu“, na kterém lze snáze předvést, jak se ve skutečnosti každé vedení chová. Dva obyčejné dráty, vedené v určité délce vedle sebe, se chovají mimo jiné jako kondenzátor. Ten svým vybíjením a nabíjením mění průběh signálu, ale sám nezpůsobuje

jeho zeslabení (útlum). K zeslabení (útlumu), které zase nemění průběh signálu (nezkresluje ho), však přesto dochází, a tak do náhradního zapojení patří také rezistor (odpor R), a to jak v sérii, tak i mezi oběma vodiči (svod). Stejně tak musíme do náhradního zapojení přidat ještě indukčnost (cívku L), která také mění průběh signálu, ale nezpůsobuje jeho útlum (zeslabení). Výsledný



► Představa harmonického signálu.



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

Vliv kapacity C a indukčnosti L pak lze odvodit z toho, že tyto dva prvky svou podstatou působí proti změnám. Například kondenzátor se po určitou dobu nabíjí nebo zase vybíjí. Na signálu obdélníkového průběhu se to projevuje zaoblováním ostrých hran. To má tendenci měnit signál obdélníkového průběhu (obecně: s „ostrými“ zlomy) na signál, který se mění jen pozvolna.

► Přenos v základním a přeloženém pásmu

Přenášet signál obdélníkového průběhu a měnit jeho ostré hrany 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 nebude fungovat 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.

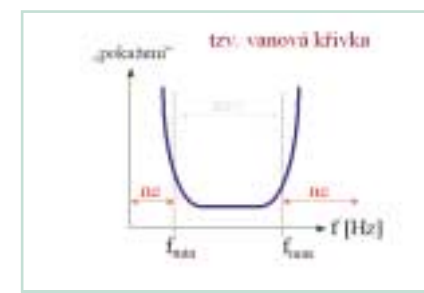
Pokud potřebujeme dosáhnout na větší vzdálenost, snažíme se přenášet spíše takový druh signálu, který přenosovým vedením projde co nejlépe, přesněji s nejmenším zkreslením. Nejmenší zkreslení bude mít takový signál, který se mění nikoli skokem, ale naopak co nejpozvolněji. V praxi jde o signál sinusového či kosinusového průběhu, kterému se obvykle říká harmonický. Jeho průběh naznačuje třetí obrázek.

Harmonický signál však sám o sobě nenesou žádnou užitečnou informaci. Ta na něj musí být nejprve „naložena“, a to způsobem, který se označuje jako **modulace**. Při té dochází ke změně některého z parametrů přenášeného signálu

– ať již jeho frekvence, amplitudy či fáze (podrobněji dále). 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 koliduje s něčím jiným – s označením vysokorychlostního přenosu.

► Šířka pásma

Než se pustíme do podrobnějšího popisu modulace, vraťme se ještě k jedné věci, která souvisí s reálnými vlastnostmi přenosových cest a se zkreslováním a útlumem signálu. Oba tyto negativní vlivy totiž nejsou nikdy absolutní, v tom smyslu, že by působily stejně na signály jakéhokoliv průběhu.



Závislost obou faktorů na průběhu obecného signálu je poněkud složitější, ale vcelku snadno si ji lze představit pro harmonické signály o určité frekvenci. Ty totiž buď přenesou (nezkreslí, neutulí), nebo je nepřenesou vůbec. Graficky si to můžeme znázornit na grafu, jehož charakteristický průběh bývá označován jako tzv. vanová křivka. To proto, že jeho „strany“ jsou poněkud zaobleny – v důsledku toho, že „míra pokažení“ přenášeného signálu se nemění úplně skokem. V každém případě ale lze i na této křivce identifikovat určité „hraniční“ frekvence (f_{min} a f_{max}), v nichž se schopnost přenášet harmonický signál výrazně mění:

• Pokud je frekvence harmonického signálu mezi oběma hodnotami (f_{min} a f_{max}), je harmonický signál přenesen v dostatečné kvalitě na to, aby mohl být využit pro potřeby přenosu dat.

• Pokud je ale frekvence přenášeného signálu mimo uvedený interval (plus minus jeho „zaoblené hrany“), neboli menší než f_{min} či naopak větší než f_{max} , pak už je přenášený signál příliš „pokažený“ (zkreslen a utlumen) a nedá se využít.

Uvedený rozsah frekvencí, f_{min} až f_{max} , se v praxi označuje jako **šířka pásma**, anglicky **bandwidth**. Jak záhy uvidíme, právě tato šířka přenosového pásma je základním faktorem, určujícím míru schopnosti přenášet data.

► Vliv šířky pásma na přenos signálu

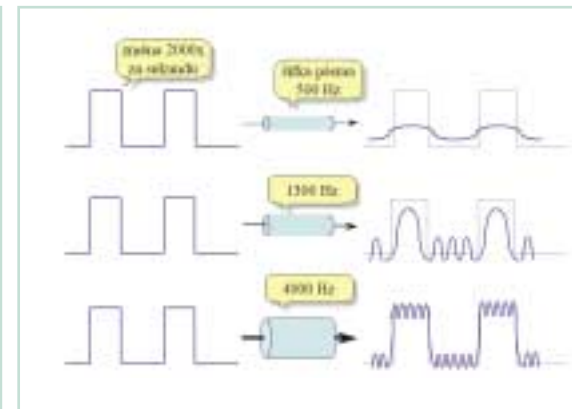
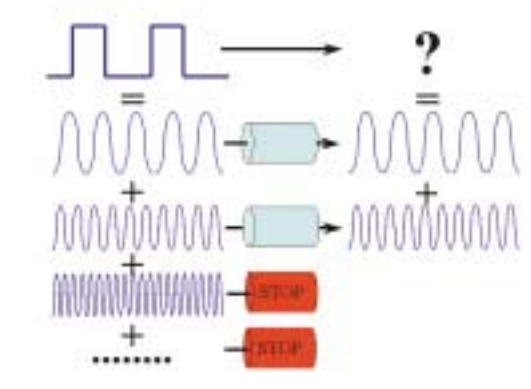
Vraťme se nyní od pozvolna se měnících signálů harmonického průběhu k signálům obdélníkového průběhu a zkusme si naznačit, jak šířka pásma ovlivňuje jejich přenos. Musíme si k tomu ale vypůjčit jeden z fundamentálních výsledků matematiky, který říká, že obecný signál můžeme rozložit na součet (nekonečné řady) harmonických signálů, jejichž frekvence budou vždy celistvým násobkem určité základní frekvence (jednonásobkem, dvojnásobkem, trojnásobkem atd.). V odborném žargonu se hovoří o rozkladu na jednotlivé harmonické složky či jen na jednotlivé „harmonické“. Nám to ale pomůže v tom, že u těchto harmonických složek (signálů harmonického průběhu) již víme, jak budou přeneseny skrz vedení s určitou konkrétní šířkou přenosového pásma:

• Některé „harmonické složky“ budou přeneseny víceméně bez úhony. Konkrétně ty, jejichž frekvence leží mezi f_{min} až f_{max} .

• Ostatní „harmonické složky“ naopak neprojdou vůbec. To se v praxi týká hlavně vyšších harmonických složek, s frekvencí vyšší než f_{max} .

Zpět ale k původnímu signálu: ten bude na straně příjemce zpětně složen z těch harmonických složek, které „prošly“. Jelikož to určitě nebudou všechny (to by platilo jen při nekonečně velké přenosové kapacitě), bude se přenesený signál od signálu původně vyslaného poněkud lišit. Jak, naznačuje následující obrázek. Snaží se ukázat, jak „věrnost“ přeneseného signálu závisí na šířce pásma.

► Představa přenosu harmonických složek.



Průměrné rychlosti ADSL s agregací 1 : 50 (II. 2005)			
	256/64	512/128	1 024/256
Contactel	–	407	784
Czech On Line (Volný)	–	371	544
České Radiokomunikace	195	383	–
Český Bezdřát	–	–	774
Český Telecom (IOL)	163	354	694
GTS	200	367	739
Nextra	194	416	562
Tiscali	–	393	738
Procenta z objednané rychlosti	68 %	73 %	68 %

Pokud proběhlo méně než 50 měření u dané služby a ISP, nejsou výsledky vzhledem k malému vzorku dat uváděny.

Zdroj: www.dsl.cz

pojuje, chyběl jeden A/D převodník. I pak ale lze dosahovat vyšších rychlostí než 33,6 kbit/s jen v jednom směru (ke koncovému uživateli), zatímco v opačném směru je stále maximem buď 33,6 kbit/s (u modemů podle standardu V.90), nebo 48 kbit/s (u modemů V.92).

Nominální a efektivní přenosová rychlost

V souvislosti s přenosovou rychlostí bychom si měli objasnit ještě jeden aspekt, a to rozdíl mezi nominální a efektivní přenosovou rychlostí.

Až dosud jsme se bavili spíše o **nominální přenosové rychlosti**, kterou si lze nejlépe představit jako veličinu určující, jak dlouho trvá přenos jednoho bitu. Například jedná-li se o rych-

lost 1 000 bit/s, pak přenos jednoho bitu trvá tisícinu sekundy. V praxi se ale nemusí neustále přenášet jeden bit za druhým. Data se obvykle přenáší po blocích, mezi kterými mohou být různé odstupy, prodlevy atd. Stejně tak je třeba počítat s tím, že zdaleka ne všechny přenášené bity jsou „užitečné“. Mnohé z nich jsou různě režijní a jsou sice nutné pro fungování přenosů – jde například o celé hlavičky přenášených bloků (rámců, paketů, buněk atd.) – ale na druhé straně se nemohou započítávat mezi „užitečná“ data (ve smyslu: nikoli režijní).

Pokud bychom se zabývali tím, kolik „užitečných“ dat se přeneše, pak už se bavíme o **efektivní přenosové rychlosti** (někdy označované také jako **přenosový výkon**). Měří se ve stej-

ných jednotkách jako nominální přenosová rychlost, v bitech za sekundu a násobcích.

Na první pohled by efektivní přenosová rychlost měla být vždy nižší než rychlost nominální. To proto, že vzniká „odpočítáním“ různých prodlev a režijních dat. V praxi tomu také tak často je a efektivní přenosová rychlost se pohybuje výrazně pod rychlostí nominální, uváděné různými poskytovateli přenosových služeb. Mnohdy je tato efektivní přenosová rychlost významně závislá také na intenzitě provozu, resp. na souběhu aktivit více uživatelů. Jejím pokles pak svědčí o nedostatečném dimenzování poskytovaných přenosových služeb. Příkladem mohou být tuzemské služby ADSL, jejichž efektivní přenosovou rychlost zachycuje tabulka (s měřeními podle serveru dsl.cz).

Na druhou stranu existují i takové faktory, které efektivní rychlost naopak zvyšují (oproti rychlosti nominální). Jde zejména o kompresi přenášených dat, jejíž účinnost bývá závislá na povaze dat (na míře jejich „komprimovatelnosti“).

V praxi, pokud se vzájemně kombinují opačně působící efekty – tedy režie, snižující efektivní přenosovou rychlost, a komprese, tuto rychlost zvyšující – může vše dopadnout tak i tak. Výsledná efektivní přenosová rychlost může být nižší než rychlost nominální, ale také třeba vyšší.

5 0402/BAM □



www.ecipa.cz

Pátý ročník největší čtenářské foto/video ankety předních českých oborových médií.

Hlasujte prostřednictvím internetu www.ecipa.cz od 1. 9. do 31. 10. a vyhraďte zajímavé ceny. Podpořte svoji oblíbenou značku a produkt.

kategorie a

Klasická fotografie

kategorie b

Digitální fotografie

zvláštní kategorie

Značka roku

Zpracovatel fotografií

kategorie c

Video

kategorie d

Foto-video příslušenství