

Datová potrubí

Komunikační infrastruktura počítačové sítě je její základní a nejpodstatnější částí. Jejím úkolem je efektivně a v souladu s požadavky sítě přepravovat data mezi jednotlivými uzly sítě a na její funkčnosti a spolehlivosti do značné míry závisí i funkčnost a spolehlivost sítě jako celku. Nesprávně navržená nebo instalovaná síťová infrastruktura může v budoucnu způsobit nemalé problémy v provozu sítě a rekonstrukce kabelážního systému je navíc většinou velmi nákladnou a zdlouhavou operací, která si nezdědka vyžádá i celou řadu dalších, zejména stavebních úprav. Ačkoli se dnes mnohé firmy ohánějí tím, že jsou schopny instalovat tzv. strukturovanou kabeláž, výsledky jejich práce občas bývají velmi žalostné. Podívejme se proto poněkud podrobněji na jednotlivé typy kabelů používané v počítačových sítích a na jejich vlastnosti a řekněme si, co se vlastně skrývá pod tajuplným názvem strukturovaná kabeláž.

Prvky komunikační infrastruktury počítačové sítě, nazýváme ji zjednodušeně kabeláží, lze rozdělit do dvou skupin: na pasivní a aktivní. Pasivními prvky nazýváme všechny ty komponenty kabeláže, které pouze přenášejí elektrické signály, ale nijak tyto signály nepřetvářejí. Patří k nim především kabely a konektory.

Aktivními prvky pak jsou ty komponenty kabeláže, které s procházejícími elektrickými signály nějakým způsobem nakládají nebo je zpracovávají. Mohou je například zesilovat, měnit jejich tvar nebo formát. Na rozdíl od pasivních obsahují aktivní prvky další elektrické součásti, které slouží právě ke zpracování přenášených signálů.

Kabely a jejich vlastnosti

V soudobých počítačových a datových sítích se můžeme setkat se třemi základními typy kabelů: souosými neboli koaxiálními kabely, kabely z kroucených párů a kabely optickými. První dva typy kabelů bývají označovány jako kabely kovové či metalické, neboť k přenosu dat používají měděný vodič. Optické kabely používají pro přenos dat světelného paprsku. Jednotlivé typy kabelů se liší jak konstrukcí, tak i vlastnostmi, oblastí a způsobem použití.

Koaxiální kabely

Koaxiální kabel tvoří střední vodič obklopený izolační hmotou ve tvaru válce, která centrální vodič odděluje od vnějšího opletení, jehož základním úkolem je odstínit centrální vodič od vnějších elektromagnetických vlivů. Bližší popis a obrázek, ze kterého je velmi zřetelně patrná struktura kabelu a typická koncovka, nejčastěji používaná u počítačové kabeláže, viz str. 109.

Kroucené páry

Na rozdíl od koaxiálních kabelů tvoří kroucený pár (někdy také označovaný jako kroucená dvojlinka) dva vzájemně zkroucené izolované vodiče, bližší popis a obrázek viz str. 110.

Optické kabely

Na rozdíl od metalických nepoužívají optické kabely pro přenos dat elektrické signály, nýbrž modulovaný světelný paprsek. Optický kabel, obr. 3, je tvořen tenkým skleněným vláknem obklopeným ochranným pláštěm. Vláknem se skládá ze dvou částí: z jádra a odrazné vrstvy, které se liší svými optickými vlastnostmi. Světelné impulzy jsou emitovány do jádra a odrazná vrstva, která působí jako zrcadlo, odráží světlo zpět do jádra. Používají se dva typy optických kabelů: vícevidové (Multimode) a jednovidové (Singlemode). Ve vícevidovém vlákně se může světelný paprsek pohybovat po několika různých trasách, zatímco v jednovidovém vlákně je k dispozici pouze jediná trasa paprsku, obr. 4. Počet vidů je určen tloušťkou vlákna a vlnovou délkou přenášeného světla. Vícevidové vlákno má větší průměr, obvykle se používá vlákno o tloušťce 62,5 nebo 50 μm , jednovidová vlákna mají průměr 8,3 nebo 10 μm . Pouze pro srovnání, tloušťka průměrného lidského vlasu je asi 80 μm . Jednovidová a vícevidová vlákna také používají různé světelné zdroje. Pro emitování světelného paprsku, tzv. buzení, do jednovidového vlákna se používají výkonné světlo emitující lasery pracující na vlnových délkách 1310 nm a 1550 nm. Vzhledem k tomu, že tloušťka vícevidových vláken je mnohonásobně větší než tloušťka jednovidových vláken, používají

se pro buzení vícevidových vláken méně výkonné světlo emitující diody (LED), které pracují s vlnovými délkami 850 a 1300 nm.

Vlastnosti kabelů

K tomu, aby bylo možné použít kabel pro vytvoření počítačové sítě, je třeba, aby si jak kabely, tak propojovaná zařízení svými vlastnostmi odpovídaly. V opačném případě může docházet k neefektivnímu přenosu signálů po síti, a tím ke snížení přenosové rychlosti, ztrátám dat a k případným výpadkům nebo úplnému zastavení provozu sítě.

Vlastnosti metalických kabelů

K základním charakteristikám kabelů patří jejich impedance a útlum.

Impedance je zdánlivý odpor, který kabel představuje pro zařízení, k němuž je připojen. Měří se v ohmech (?). Pro dosažení co nejlepšího přenosu signálu mezi kabelem a zařízením je třeba, aby impedance kabelu i zařízení byly shodné. Impedanci lze velmi zjednodušeně přirovnat ke světlosti (průměru) např. vodovodní roury. Je zřejmé, že nejlepšího průtoku se dosáhne, bude-li světlost vyústění stejná jako světlost roury, která je k němu připojena. Impedance kabelu je dána především jeho konstrukcí. Koaxiální kabel používaný pro televizní rozvody má impedanci 75 Ω, koaxiální kabely určené pro síť Ethernet mají impedanci 50 Ω. Typická impedance kroucených párů je 100 Ω.

Útlum charakterizuje míru zeslabení signálu při jeho průchodu kabelem. Měří se v decibelech (dB) a je definován jako poměr, přesněji jako logaritmus tohoto poměru, síly signálu na vstupním a výstupním konci kabelu, při určité definované délce kabelu, např. 100 m, a určitém kmitočtu přenášeného signálu, přičemž se zvyšováním kmitočtu útlum obvykle roste. Čím větší je útlum, tím více se signál při průchodu kabelem zeslabuje. Útlum je proto jedním z důležitých faktorů, které mimo jiné limitují rozsah počítačové sítě. Velikost útlumu je dána především konstrukcí kabelu, kvalitou použitých materiálů, avšak v neposlední řadě má na jeho hodnotu vliv také kvalita připojení konektorů ke kabelu. Nekvalitně provedené připojení konektoru způsobuje, že část signálu se v místě připojení odrazí a putuje kabelem zpět, takže se nepřenese do zařízení, které je ke kabelu připojeno.

Další charakteristiky metalických kabelů a kabelová trasa

Z výše uvedeného je zřejmé, že vlastnosti síťové infrastruktury jsou dány nejenom vlastními kabely, ale také konektory a dalšími spojovacími prvky a kvalitou jejich vzájemného napojení. Proto se častěji než charakteristiky samotných kabelů udávají charakteristiky tzv. kabelové trasy. Zjednodušeně řečeno, kabelovou trasu můžeme chápat jako úsek tvořený kabelem opatřeným konektory, popř. úsek tvořený několika vzájemně propojenými kabely. Při popisu vlastností kabelových tras se používá několik dalších parametrů. Uvedme si dva nejdůležitější. Prvním z nich je odraz signálu. Odrazy signálu způsobují tzv. nehomogenity (nestejnorodosti) kabelu. Nestejnorodostí nazýváme takové místo v kabelu, jehož fyzikální vlastnosti se liší od fyzikálních vlastností zbývajících částí kabelu. Nejčastější příčinou nestejnorodostí je připojení kabelu ke konektoru, avšak nestejnorodosti mohou vznikat i nesprávnou manipulací či montáží kabelu. Pomineme-li mechanické poškození kabelu, např. proražení, zlomení nebo přetržení, nejobvyklejší příčinou nestejnorodostí bývá příliš malý poloměr ohýbání kabelu. U koaxiálního kabelu vede jeho přílišný ohyb k porušení vystředění centrálního vodiče a k jeho přiblížení k opletení. U kroucených párů vede zase přílišné ohýbání k narušení stoupání zkrutu. Nestejnorodost v kabelu působí na přenášený signál jako zrcadlo. Signál nebo jeho část se v místě nestejnorodosti odrazí a putuje kabelem zpět. Vzhledem k tomu, že kabel je lineární soustava, přímý a odražený signál se sčítají a vytvářejí tzv. stojaté vlnění. Stojatým se nazývá proto, že takovéto vlnění se nepohybuje, a tudíž nepřenáší žádný signál. Výsledek je stejný, jako kdyby prudce stoupl útlum kabelu.

K dalším důležitým parametrům, které charakterizují kvalitu kabelového systému, patří tzv. přeslechy. O přeslechu má smysl mluvit pouze v případě kabelů z kroucených párů, kdy se v jednom plášti nachází několik párů. Přeslech charakterizuje míru vzájemné indukce signálu mezi jednotlivými páry. Z fyziky je známo, že okolo vodiče, jímž prochází elektrický proud, vzniká magnetické pole. Vodič se tedy chová jako vysílací anténa. Magnetické pole vzniklé průchodem signálu vodiči kabelu může být zachyceno vodiči ostatních párů a může v nich indukovat rušivý elektrický signál. Rušivý, parazitní signál může pak způsobovat chyby v přenosu signálu skutečně přenášeného daným párem, tzv. užitečného signálu. Stejně jako v případě odrazu dochází k vyzařování signálu zejména v místech, kde je homogenita páru narušena. Při správně instalovaném kabelu je tímto místem jeho napojení na konektor. Zde je totiž, byť jen na několik milimetrů, nutné kabel rozplést, aby jej bylo možné připojit k kontaktům konektoru. Rozpletení páru vede k výraznému zvýšení úrovně vyzařovaného signálu, a tudíž i ke zvýšení přeslechů mezi páry.

K charakterizování úrovně přeslechů se používá několik různých parametrů, z nichž nejdůležitější je tzv. přeslech na blízkém konci, označovaný jako NEXT (zkratka z anglického Near End Cross Talk). Měří se stejně jako útlum v decibelech a vyjadřuje poměr úrovní signálů indukovaných v ostatních párech k signálu vysílanému do jednoho z párů. Úroveň indukovaných signálů se měří na tzv. blízkém konci, tedy na kontaktech konektoru, který je připojen ke zdroji signálu. V praxi se používají další doplňkové parametry. Patří k nim zejména přeslech na vzdáleném konci (Far End Cross Talk, FEXT), který charakterizuje množství signálu indukovaného na blízkém konci, tj. v místě připojení ke zdroji signálu, z jednoho páru do druhého, které se objeví na vzdáleném, opačném konci kabelu. Dále se používají sumární parametry NEXT a FEXT, které charakterizují množství signálu indukovaného do páru současně ze všech zbývajících párů. Lze se setkat i s tzv. normalizovanými hodnotami parametrů přeslechu, např. ELFEXT, ty však lze většinou vypočítat z nenormalizovaných hodnot a dalších parametrů kabelu, např. z útlumu.

Jako integrální charakteristika, kterou lze hodnotit celkovou použitelnost kabelu, se používá tzv. rozdíl hodnot přeslechu a útlumu (Attenuation to Crosstalk Ratio, ACR). Čím vyšší je hodnota ACR, tím lepší je přenos užitečného signálu po kabelu.

Vlastnosti optických kabelů

K nejdůležitějším charakteristikám optických kabelů patří útlum, který podobně jako v případě kabelů metalických charakterizuje zeslabení intenzity světelného paprsku při průchodu optickým vláknem. K zeslabení dochází jednak v samotném optickém vlákně, jednak i v dalších prvcích kabelové trasy, zejména v optických konektorech, jejichž prostřednictvím se kabel připojuje ke zdroji či k přijímači.

K zeslabení intenzity světla ve vlákně dochází z několika důvodů. K nejdůležitějším patří čírost použitého skla, stejnorodost vlákna či kvalita odrazu paprsku od odrazné plochy. Je třeba si uvědomit, že v případě vícevidového vlákna v důsledku odrazů urazí světelný paprsek mnohem delší dráhu, než je tomu u vlákna jednovidového, kde se paprsek šíří podél osy kabelu. Proto se vícevidová vlákna používají k překrytí kratších vzdáleností (do několika km), zatímco jednovidová vlákna umožňují překlenout vzdálenosti až několika desítek km.

Optické konektory a místa, kde jsou optické kabely svařeny, představují z hlediska šíření světelného paprsku nestejnorodosti, na nichž dochází k odrazům a ztrátám.

Standards pro kabelové systémy a strukturovaná kabeláž

Počátkem osmdesátých let, kdy propojování počítačů s cílem sdílet data a periferní zařízení začalo nabírat na rozmachu, používali výrobci počítačových sítí několik různých a vesměs vzájemně neslučitelných kabelových systémů, založených na různých typech kabelů. Jednotlivé proprietární síťové systémy se pak lišily nejenom vlastními typy použitých kabelů, ale také přípustnými délkami úseků kabeláže, vlastnostmi elektrických signálů používaných k přenosu dat po sítích a dalšími parametry. To samozřejmě značně komplikovalo nejenom propojování jednotlivých sítí, ale také jejich měření, testování, odstraňování závad kabeláže a její případné rozšiřování. Dokumentace kabeláže, její údržba a správa se s přibývajícím počtem připojovaných počítačů a zařízení stávaly stále méně přehlednými a jednoduchými. Časopis LAN Times v roce 1991 uvedl, že v té době bylo přes 70 % závad sítě způsobováno závadami kabelových systémů.

Z uvedených důvodů počátkem devadesátých let značně vzrostly snahy o standardizaci a normalizaci v oblasti kabelových systémů pro počítačové a datové sítě, které vyústily ve vypracování několika standardů. Ústředním z nich je standard ANSI/EIA/TIA 568A, který definuje základní standardy pro kabelové systémy v komerčních budovách. Byl vyvinut ve spolupráci s Americkým národním standardizačním institutem (American National Standards Institute, ANSI), Sdružením výrobců elektronických zařízení (Electronics Industry Association, EIA) a Sdružením výrobců telekomunikačních zařízení (Telecommunications Industry Association, TIA). Na standard 568A pak navazuje standard ANSI/EIA/TIA 569, který definuje pravidla pro prostory, v nichž jsou instalována telekomunikační zařízení a kabeláže, a standard ANSI/EIA/TIA 606, který specifikuje pravidla pro označování a dokumentaci kabelových systémů.

Standard 568A definuje minimální požadavky na kabelové systémy uvnitř komerčních budov a mezi nimi na území organizace, včetně požadavků na kabely a jejich vlastnosti, konektory a zásuvky. Podle standardu tvoří systém strukturované kabeláže šest funkčních celků, obr. 5:

- Vstupní bod (Entrance Facility), který tvoří místo styku mezi vnějšími kabelovými systémy, např. veřejnou telefonní či datovou sítí, a kabelovým systémem uživatele. Lze jej přirovnat k demarkační linii, na níž se stýkají veřejný a privátní systém.
- Místnost pro zařízení (Equipment Room), jíž je prostor, kde jsou soustředěna všechna

komunikační zařízení. K nim může patřit např. telefonní ústředna, výpočetní zařízení apod.

- Pátevní kabeláž (Backbone Cabling), která zajišťuje komunikaci mezi jednotlivými komunikačními centry. Tvoří ji pátevní kabelové rozvody, které mohou propojovat jak komunikační centra uvnitř budovy, tak i mezi budovami.
- Komunikační centrum (Telecommunications Closet) je místem, kde se sbíhají kabely horizontálních rozvodů a kde jsou prostřednictvím příslušných zařízení vzájemně propojeny a připojeny k pátevnímu kabelovému systému.
- Horizontální kabeláž (Horizontal Cabling) tvoří kabely propojující jednotlivé zásuvky v budově s komunikačním centrem.
- Prvky pracovních míst (Workarea Components) slouží k připojení zařízení k zásuvce horizontální kabeláže.

Jak je zřejmé, používá standard 568A rozšířenou topologii typu hvězda, tj. horizontální kabeláž je rozvedena paprskovitě z komunikačního centra k uživatelským zásuvkám. Ke každé zásuvce vede samostatný kabel, přičemž jednotlivé kabely nemusí být stejného typu. Kabel připojící telefonní zásuvku nemusí například být stejně kvalitní jako kabel použitý pro počítačovou síť.

Horizontální kabeláž

Standard 568A umožňuje zvolit pro strukturovanou kabeláž jeden ze tří typů kabelů:

- Kabel na bázi nestíněné kroucené dvojlinky (UTP). Kabel obsahuje čtyři kroucené páry s impedancí 100 Ω.
- Kabel na bázi stíněné kroucené dvojlinky (STP). Kabel obsahuje dva páry s impedancí 150 Ω.
- Jednovidový a vícevidový optický kabel.

Použití koaxiálních kabelů se pro nové instalace nedoporučuje

Pro budování horizontálních rozvodů se nejčastěji používají kabely UTP. Jak již bylo řečeno, lze v závislosti na požadavcích na typ komunikace zvolit pro různé zásuvky kabely s rozdílnými přenosovými vlastnostmi. Standard 568A dělí podle přenosových vlastností UTP kabely do několika kategorií, přičemž standard nedoporučuje používat kabely kategorie 1 a 2. Kabely každé kategorie musí splňovat určité požadavky, z nichž hlavní jsou velmi stručně uvedeny v tab. 1. Kabely renomovaných výrobců obvykle splňují ještě přísnější měřítko, než jsou ta, která definuje standard.

V současné době se většina rozvodů buduje z kabelů kategorie 5. Někdy se takovéto kabely označují také jako kabely "třídy D". Označení "kategorie" nebo "třída" závisí na použitém standardu (americký ANSI/EIA/TIA nebo mezinárodní ISO), oba standardy však jsou co do požadavků na kvalitu kabelu a jeho vlastnosti shodné. V současné době jsou již běžně na trhu kabely kategorie 5+ (třídy D+) s ještě lepšími parametry. Kabely některých výrobců již mohou odpovídat i požadavkům kategorie 6 (třídy F). Standard pro tuto kategorii je však zatím pouze v návrhu.

Závěrem

Jak je vidět, vytváření a budování kabelové infrastruktury není vůbec jednoduchou záležitostí. Především je třeba si uvědomit, že její životnost musí být i v neustále rostoucích požadavcích na množství přenášených informací a rychlost jejich přenosu dostatečně velká. Ve většině případů přesáhne deset i více let. Projekt kabeláže musí tedy vycházet nejenom ze stávajících požadavků na datové komunikace, ale také z kvalifikovaného odhadu jejich dlouhodobého růstu. Infrastruktura musí odpovídat požadavkům kladeným standardy. Použité kabely musí být co nejkvalitnější a instalace musí být provedena co nejpečlivěji. Kabeláž musí být dokonale zdokumentována a její přenosové vlastnosti důkladně změřeny a začleněny do dokumentace.

Dag Jeger