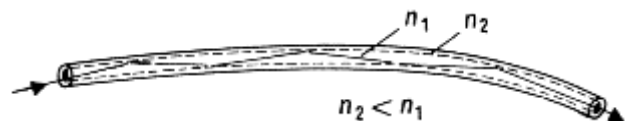


Optická vlákna (FO) – princip přenosu, kabely, druhy a vlastnosti; optické a rádiové sítě

Optická vlákna – princip přenosu

Princip spočívá v zakódování (namodulování) přenášené informace na světelný paprsek, který je přiveden do optického vlákna. Uvnitř vlákna se odráží od vnitřních stěn vlákna (od rozhraní jádra a pláště). Aby nedocházelo ke ztrátě energie, musí ve vlákně nastat tzv. **totální odraz**.

Každé vlákno se skládá z *jádra* a *pláště*. Aby mohl nastat totální odraz, jádro musí být obaleno prostředím, které má nižší index lomu n než jádro. Plášť je součástí samotného principu šíření paprsku v optickém vlákně.



Jádro je tedy vyrobeno z opticky hustšího materiálu než plášť.

Optický kabel paprsky sám o sobě pouze přenáší, na koncích kabelů je tedy zapotřebí konvertor (převádějící světelné signály na – obvykle – elektrické impulzy). Optické kabely jsou svazky optických vláken, které přenáší signály podle své podélné osy (ve směru šíření)

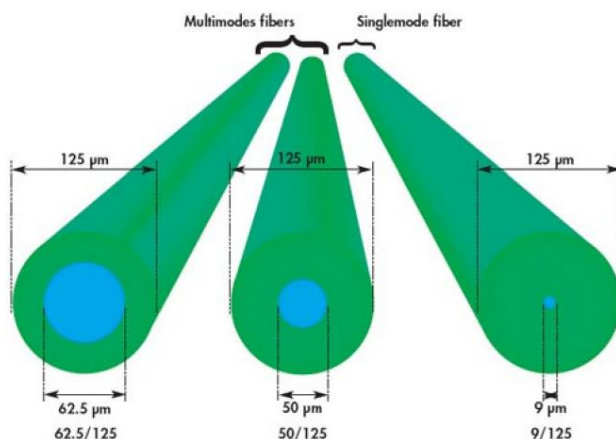
Zdrojem světla mohou být lasery, laserové diody nebo i LED diody.

Vlnovody

Vlnovody jsou obecně přípravky pro přenos elektromagnetických vln (např. právě světla). Optické vlákno je druhem vlnovodu. Vlnovody se rozlišují páskové (používají se v integrované optice) a vláknové (mají kruhový průřez – např. optická vlákna).

Druhy optických vláken

- skleněná** – tvořená oxidem křemičitým (SiO_2); vlákno i plášť jsou skleněné; jednovidová i mnohovidová
- plastová** – jádro i plášť jsou z plastu; pouze mnohovidová (jednovidová nelze vyrobit)
- hybridní** – kombinace předchozích – skleněné jádro, plastový plášť



Index lomu n

$$n = \frac{c}{v}$$

c = rychlost světla ve vakuu

v = rychlost světla v daném prostředí

Vid

Vid je energetické maximum, které se šíří při přenosu paprsku vláknem.

- jednovidová vlákna** – SMF (single mode fibre) – vlákno má jedno energetické maximum – může přenášet pouze jeden světelný paprsek, dosahuje tak však nejlepších přenosových vlastností (veliká rychlost přenosu, malý útlum); paprsek se šíří přibližně ve směru osy vlákna; útlumy jsou malé; dosah stovky až tisíce kilometrů; vnější plášť 125 μm ; používá se pro pátevní spoje; útlum cca 0,2 dB/km; vlnová délka 1 310–1 550 nm
- mnohovidová vlákna** – MMF (multi mode fibre) – vláknem se šíří stovky až tisíce vidů (světelných paprsků), vlákna tak nedosahují přenosové rychlosti jednovidových vláken a útlum je typicky větší; dosah stovky kilometrů; paprsky mají různě dlouhou dráhu, doba přenosu jednotlivých paprsků se tedy liší – tím dochází ke zkreslení signálu (paprsky do vlákna vstupují pod různým úhlem/jinými vlnovými délkami); útlum je závislý na použité vlnové délce (0,4–2,2 dB/km) – čím menší vlnová délka, tím větší je útlum; vlnová délka 1 550, 1 310 a 850 nm

Počet vidů závisí na průměru jádra vlákna – čím menší průměr, tím méně vidů. Dále pak závisí na vlnové délce (větší vlnová délka = méně vidů).



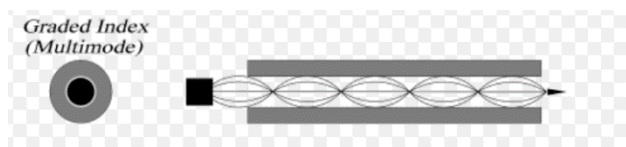
Disperze

- chromatická** – časový rozptyl; vlivem rozdílného indexu lomu pro různé vlnové délky vzniká zpoždění
- vidová** – dráhy jednotlivých vidů se liší (způsobeno tím, že do vlákna jednotlivé paprsky vstupují po různém úhlem), velikost dráhy závisí právě na vstupním úhlu paprsku

Gradientní vlákna

Index lomu se plynule zmenšuje se vzdáleností od středu vlákna – paprsek opisuje sinusovou křivku, což snižuje vidovou disperzi. Vlákno je tvořeno z tisíce tenkých vrstev, které se liší indexem lomu. Čím je paprsek dál od osy jádra, tím je index lomu menší. Nakonec paprsek přejde do kolmice a vrátí se zpět k ose jádra. Maximální hodnota indexu lomu je v ose vlákna = nejnižší rychlost paprsku.

Výhodou je eliminace vidové disperze (menší zkreslení, jednotlivé vidy dojdou na konec vlákna zhruba ve stejném časovém okamžiku).



Útlum

Útlum (zkreslení/zeslabení signálu) vzniká **ohyby** (v ohybech část světla uniká z jádra vlákna ven, protože nenastane totální odraz), **ve vazbách** (vlákna mohou být nesprávně spojena), **nečistotou** při spojování, která se dovnitř dostala, **úhlovými odchyilkami** (nerovně seříznuté vlákno) či např. na **defektech** (je-li z výroby špatná struktura vlákna).

Výhody a nevýhody optických kabelů

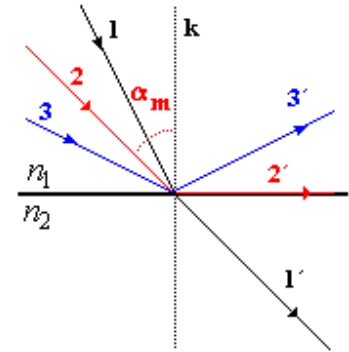
Výhodou jsou vysoká rychlost (v řádech Gbps, Tbps), odolnost vůči elektromagnetickému rušení a odposlechu, nehrozí riziko zkratu – možnost používání ve vysoce rizikových nebo výbušných prostředích.

Nevýhodou je citlivost na ohyby (ty zvyšují útlum), mohou nastat deformace a případně prasknutí, spojování optických kabelů je složité (je zapotřebí využití speciální svářečky).

Snellův zákon (popisující úplný odraz světla)

Při průchodu světla z opticky hustšího prostředí (jádro) do opticky řidšího prostředí (plášť) se s rostoucím úhlem dopadu zvětšuje i úhel lomu (jedná se o lom od kolmice). V určitém (tzv. *mezním úhlu* α_m) bude dosaženo momentu, kdy se $\beta=90^\circ$. To je maximální úhel, při němž ještě nastává lom světla. Při větších úhlech dopadu ($\alpha > \alpha_m$) lom světla již nenastává a světlo se pouze odráží – nastává úplný odraz.

Mezní úhel pro daná prostředí lze vypočítat jako $\sin \alpha_m = \frac{n_2}{n_1}$.



Bezdrátové sítě obecně

Bezdrátové sítě neobsahují klasickou kabeláž, většinou jde o domácí sítě nebo části LAN. Obecně se využije například doma, v hotelech, ve zdravotnictví či na letištích. Jde o alternativu k pevným linkám.

Pracují na různých pásmech:

- 2,4 GHz (bezlicenční pásmo)
- 3,5 GHz (pevné sítě)
- 5,8 GHz (bezlicenční pásmo)
- různé další vyšší GHz frekvence (např. 10, 26, 28, 40 GHz)

Rádiové mobilní sítě používají koncepci tzv. *celulárního systému* (buňková rádiová síť) – každá oblast je rozdělena do buněk, které mají pravidelný tvar. Každá buňka má přidělené frekvence a vysílač + přijímač. Tímto způsobem komunikují mobilní sítě (GSM). Na stejné frekvenci mohou vysílat pouze buňky, které spolu přímo nesousedí, aby si do komunikace navzájem nezasahovaly.

Optické sítě

Optické bezdrátové sítě jsou realizovány laserovými spoji. Jde o jednosměrnou komunikaci. Aby komunikace v pořádku probíhala, laser musí být zaměřen přímo na přijímač. Aby nebylo vysílání vidět, používá se infračervený polovodičový laser. Používají se na vzdálenost 50 m až 4 km.

Výhodou je úzký paprsek – hacker jej zaměření špatně nebo vůbec nezaměří. Nevýhodou je pak potřeba příhodných povětrnostních podmínek – při mlze či drobných kapkách nastává vysoký útlum a spoje nejsou funkční.

Musí se používat omezený vysílací výkon („I'm safe“) – aby nebylo omezeno lidské zdraví. Při vysokém výkonu by mohl být ohrožen zrak. Používá se výkon 10 mW.

Rádiové sítě

Řadí se do nich AM/FM rádio, GSM, Wi-Fi či např. Bluetooth. Mají velký dosah, frekvence jsou přidělovány a kontrolovány. Déšť může způsobovat útlum.

Wi-Fi

Řídí se protokoly v normě IEEE 802.11 (zvané právě Wi-Fi). Je zahrnuto několik druhů modulace, ty jsou označovány písmeny: b/g/n/a. Důležitá je přímá viditelnost. Dosah je závislý na použité anténě. Každé pásmo je děleno do kanálů. Při přenosu dochází snadno k rušení – příčiny rušení jsou obvykle zejména: vysílání různými vysílači ve stejném kmitočtovém pásmu či odrazy (vícecestné šíření).

Pracuje ve dvou základních režimech – **infrastrukturním** (sít' je zabezpečena přes accesspoint, na který se může připojit ~20 stanic) a **ad-hoc** (peer-to-peer – vhodné pro propojení dvou až pěti počítačů, nejčastěji jde však o dvě zařízení).

Bluetooth

Levný a energeticky nenáročný rádiový spoj krátkého dosahu, pracuje na bezlicenční frekvenci 2,4 GHz. Provoz je plně duplexní. Využívá se pro spojení mobilních telefonů, fotoaparátů, tiskáren či např. projektorů. Funguje až po aplikační vrstvu modelu ISO-OSI.

Rychlost přenosu závisí na verzi (u nejstarší verze 1 byla rychlost ~1 Mbps, u verze 4 je rychlost 24 Mbps – byť je k samotnému přenosu již použita technologie Wi-Fi, Bluetooth pouze naváže mezi zařízeními spojení).

Topologie je založena na vytváření skupin (ty jsou nazývané *pikonet*) skládajících se ze dvou až osmi zařízení. Jedno ze zařízení musí mít funkci master (je řídicí) a ostatní jsou slave (podřazené). Všichni účastníci jsou vzájemně synchronizováni.

Bluetooth podporuje jak propojení point-to-point, tak point-to-multipoint.

Pro každý typ připojeného zařízení musí mít Bluetooth definován speciální protokol, podle kterého bude komunikace probíhat.

Nízký výkon, ostatní zařízení nejsou rušena – používá se např. v letadle nebo v nemocnicích bez jakéhokoliv rizika.

Proč je v některých místech zakázáno používat mobilní telefony

V okamžiku, kdy nastane případ, kdy mobilní telefon začne aktivně vysílat, vznikne uvnitř kovové konstrukce letadla elektromagnetické pole. To způsobí, že na každém nestíněném elektrickém vodiči se, byť v nepatrné míře, začne indukovat elektrické napětí.

Ne každý vodič klíčových palubních systémů je však dokonale odstíněný, a ne každá ochrana proti elektromagnetickému rušení v letadle musí být stoprocentně funkční. Existuje pak tedy jistá pravděpodobnost, že i nepatrně veliké naindukované napětí by mohlo ovlivnit některý z palubních systémů letadla.¹

¹ https://mobil.idnes.cz/proc-se-nesmi-pouzivat-mobil-na-palube-letadel-my-vam-to-povime-p7m-/mob_tech.aspx?c=A061123_014436_mob_tech_jm