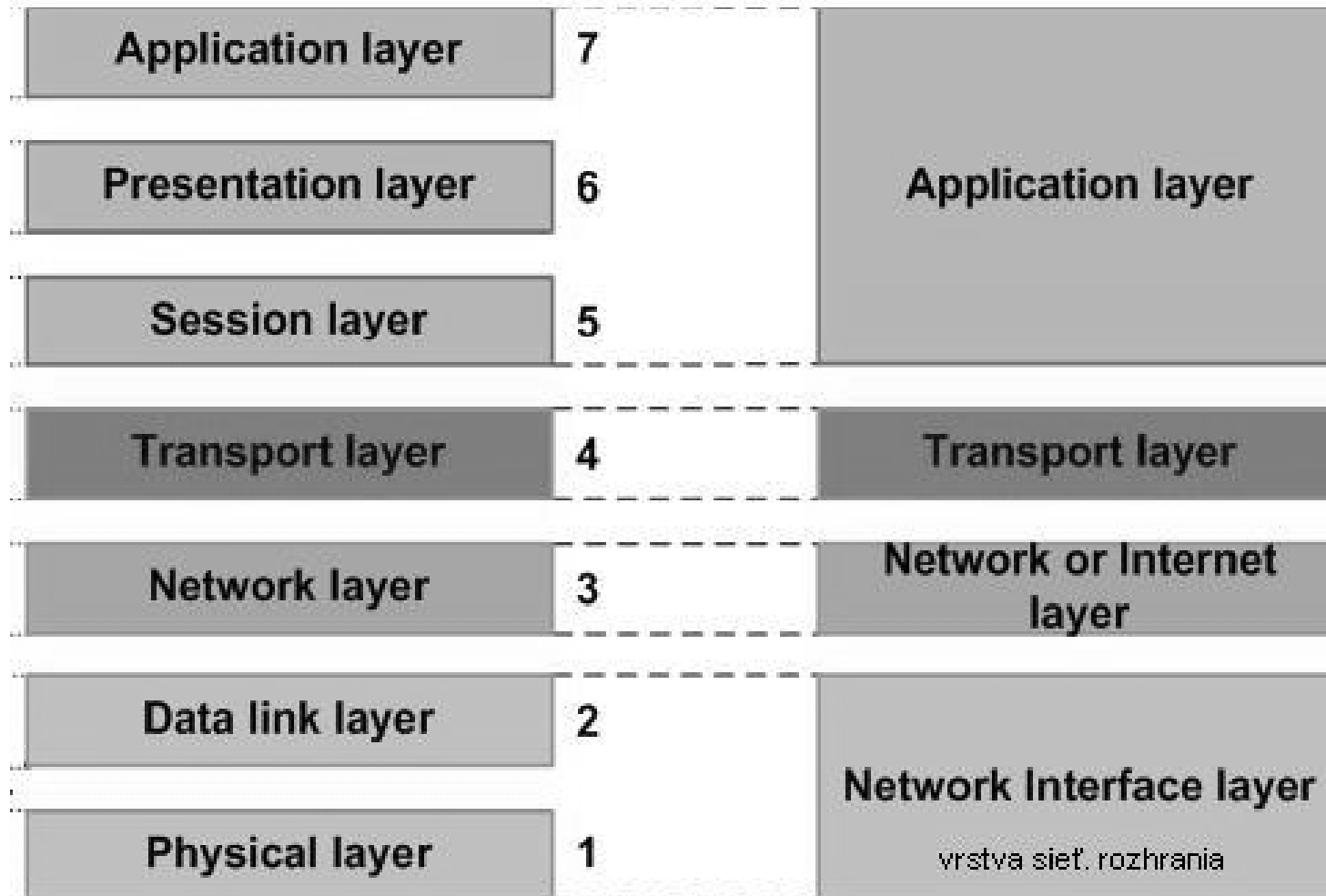


Fyzická vrstva

Vrstvové modely

RM OSI

TCP/IP



Fyzická vrstva

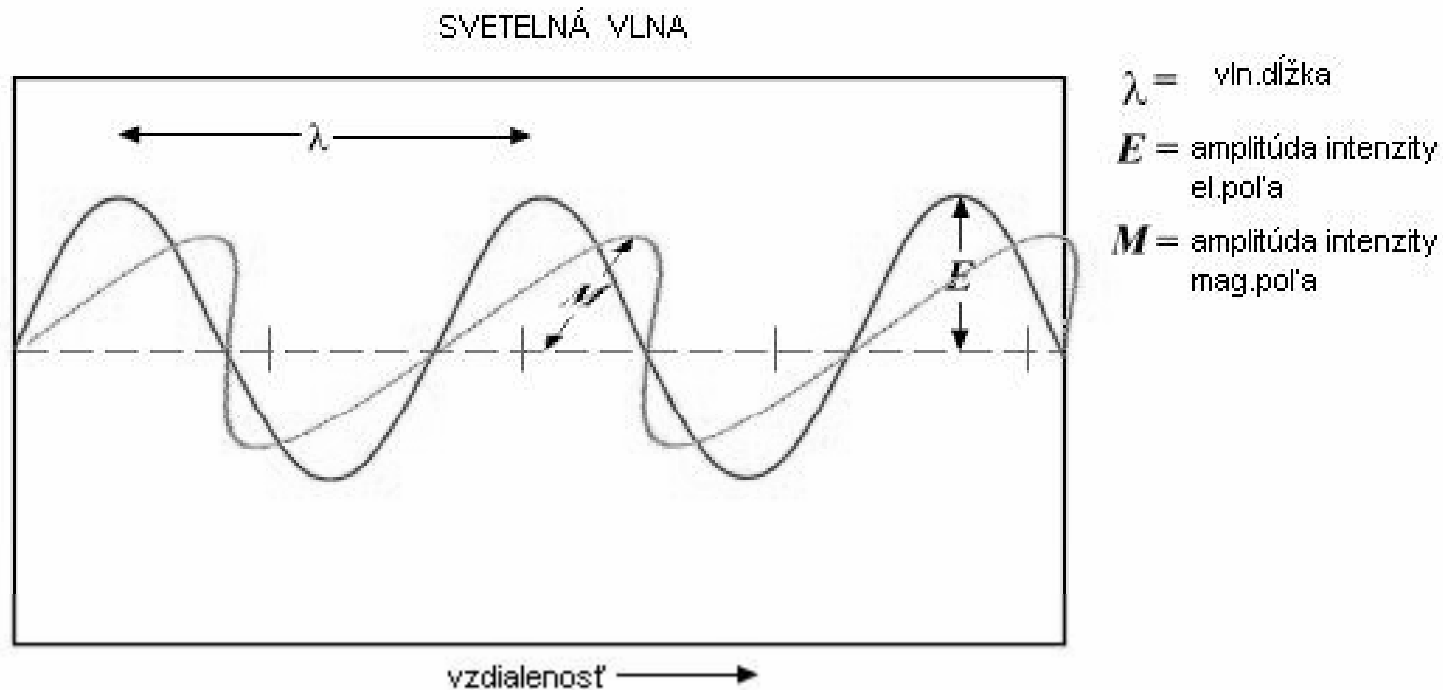
- je najnižšou, zabezpečuje fyzickú komunikáciu - prenos dát. Je zodpovedná za aktiváciu, udržiavanie v akt. stave a dezaktiváciu fyz. spojení slúžiacich na prenos bitov.
- do fyzickej vrstvy patria fyzikálne a elektrické špecifikácie zariadení. Patrí sem rozloženie pinov, špecifikácia napätí a typov kábla. Na fyzickej vrstve pracujú huby a opakovače (repeatere).

Fyzická vrstva

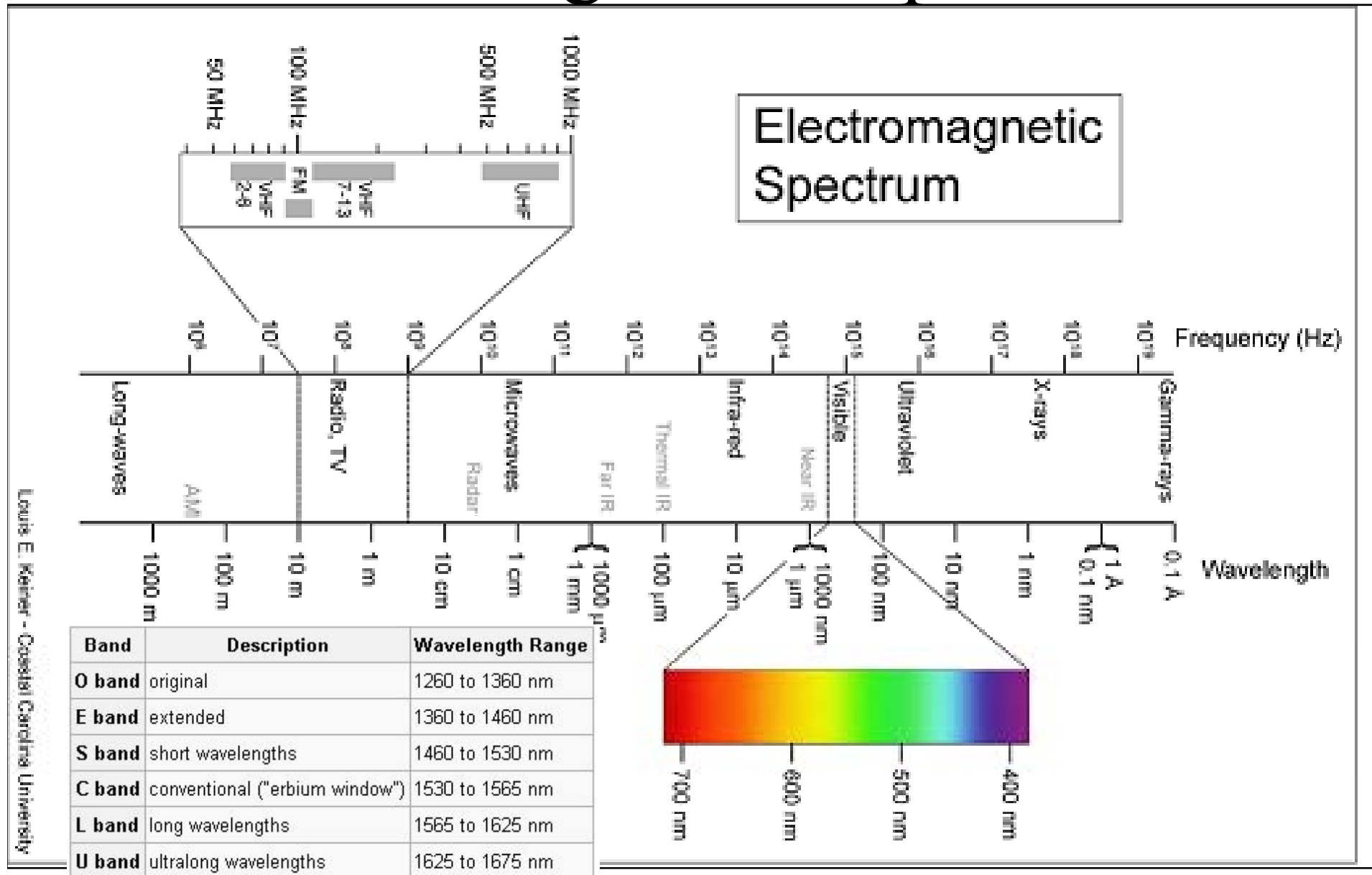
- Hlavné funkcie a služby poskytované touto vrstvou sú:
 - nadviazanie a ukončenie spojenia komunikačným médiom
 - účasť na procese efektívneho zdieľania komunikačných zdrojov medzi viacerých používateľov. Napríklad riešenie konfliktov a kontrola toku dát.
 - modulácia, alebo konverzia medzi reprezentáciou digitálnych údajov v používateľskom koncovom zariadení a zodpovedajúcimi signálmi prenášanými komunikačným kanálom. Toto sú signály prenášané fyzickou kabelážou - napr. optickým vláknom alebo medeným drôtom.

Fyzická vrstva

- prenosovými médiami sú:
 - vzduch/vesmír - elektromag. vlny
 - metalické káble - el. signál
 - optické káble – svetlo (el.mag.žiarenie)



Elektromagnetické spektrum



Optická trasa

- prevodník elektrického na optický signál
- vysílač
- optický kábel
- přijímač
- prevodník optického na elektrický signál

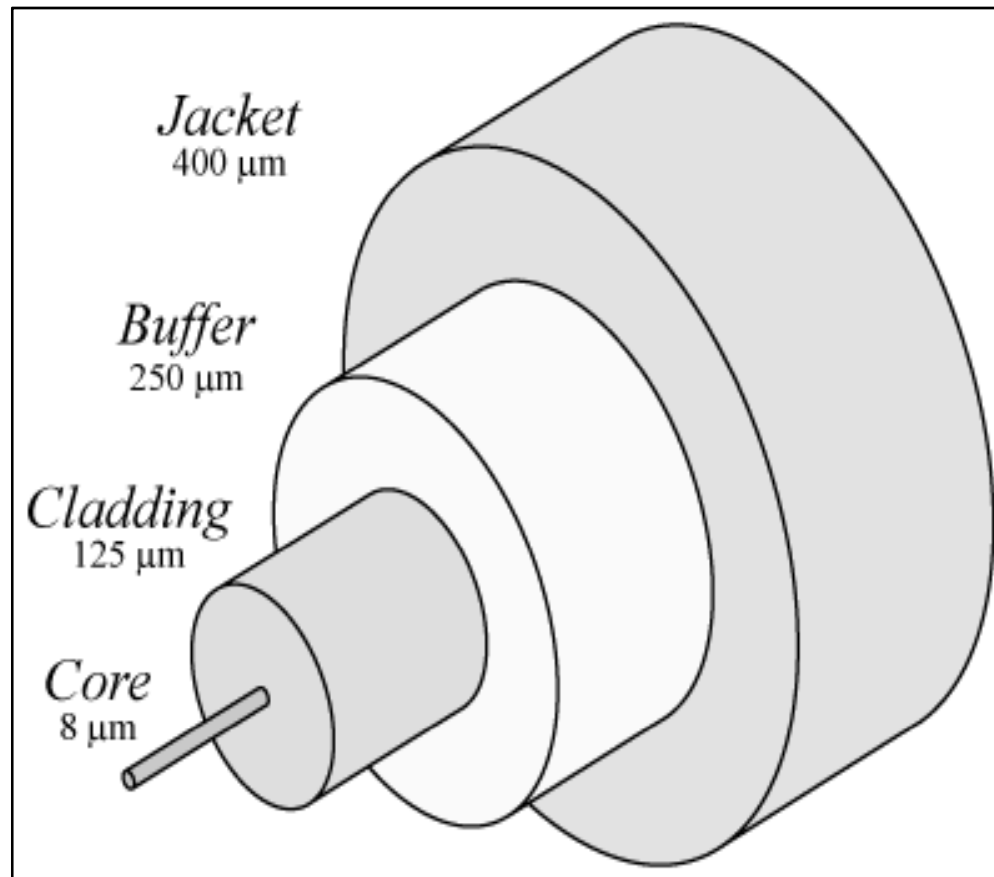


Optické vysielачe a prijímače

- Vysielač - LED diódy alebo laserové diódy.
- Prijímač - PN fotodiódy, PIN fotodiódy
- Opticko-elektrické prevodníky sa kombinujú s transimpedančnými zosilňovačmi a limitermi na vytvorenie digitálneho signálu z opt. signálu , ktorý môže byť utlmený a skreslený.

Optické vlákno

- Optické vlákno je skonštruované ako valcové jadro priemeru niekoľkých jednotiek až desiatok μm z materiálu s určitým indexom lomu, pokryté obalom z materiálu s menším indexom lomu.
- Jadro – sklené vlákno , plášť , primárna a sekundárna ochrana



KONŠTRUKCIA OPTICKÝCH VLNOVODOV (OPTICKÝCH KÁBLOV)

TYPY POUŽÍVANÝCH VLÁKIEN - ROZMERY



Multimode
50/125 μm

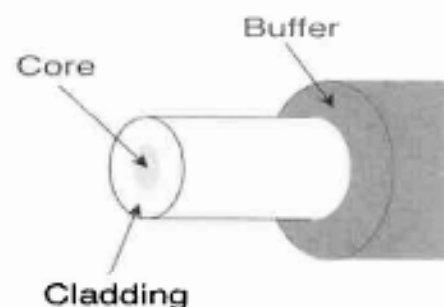


Multimode
62.5/125 μm



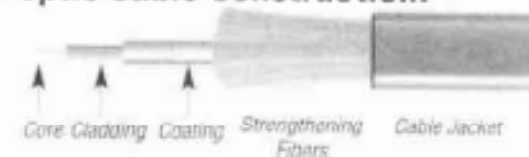
Single-mode
9/125 μm

KONŠTRUKCIA POUŽÍVANÝCH VLÁKIEN



Black Box Explains...

Fiber optic cable construction.



JADRO – (CORE) – index lomu 1,47 svetlovodné priemer pre

- multimódové MM 50, 62,5 μm

- jednomódové SM 9 μm

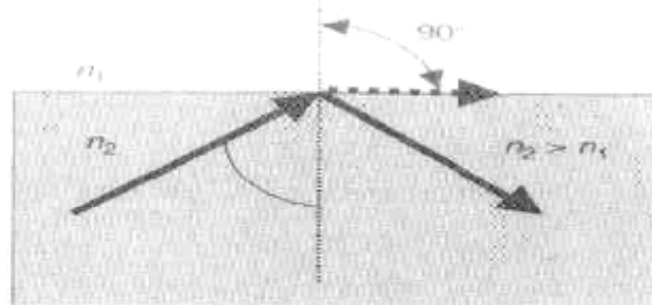
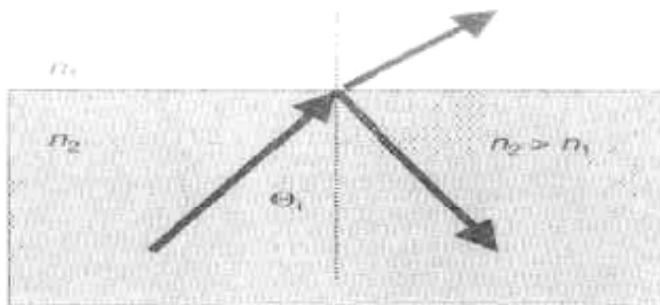
PLÁŠŤ / OBAL - (CLADDING) index lomu 1,46 koncentricky nanosená dielektrická vrstva s indexom lomu n_2 , pričom $n_1 > n_2$ (ich pomer sa blíži k jednotke) priemer 125 μm predtým aj 250 μm .

PRIMÁRNA OCHRANA buffer coating z polyakrylátu , výsledný priemer cca. 250 μm

SEKUNDÁRNA OCHRANA (1,2mm, 2mm – podľa výrobcu káblov)

Ako optika funguje

- Pri dopade svetelného lúča na rozhranie jadra a obalu pod dostatočne veľkým uhlom dopadu nastáva **úplný odraz**. Sériou takýchto odrazov sa lúč šíri z jedného konca vlákna na druhé.
- technologické obmedzenia - ohyb: v ohnutom vlákne dopadá lúč na rozhranie pod iným uhlom ako v rovnom > nastane len čiastočný odraz a časť svetla unikne (zvýšený útlm).
- preto je dôležité dodržať minimálny predpísaný polomer ohybu pre dané vlákno (závisí od pomeru indexov lomu jadra a obalu)
- **numerická apertúra** je uhol, v ktorom je potrebné umiestniť zdroj svetla, aby sa svetlo ďalej šírilo vláknom : tiež závisí od rozdielov indexov lomu jadra a obalu a tiež od priemeru jadra a býva pomerne malý, z čoho vyplýva náročnosť polohovania zdroja svetla a detektora voči koncom vlákna



Index lomu (n) - o pomer rýchlosti svetla vo vákuu (c) a v danom materiáli (v):

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

potom platí nasledovný vzťah pre prechod svetla rozhraním dvoch materiálov:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

ŠÍRENIE MÓDOV (LÚČOV) VO VLÁKNACH

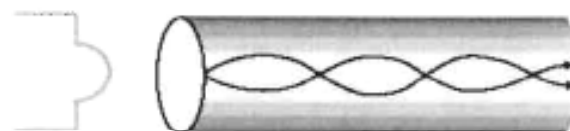
MULTIMÓDOVÉ VLÁKNA MM

SKOKOVÝ PROFIL indexu lomu SI (step index)



Módy (vidy) sa šíria rôznymi cestami a za rovnaký čas prejdú vo vlákne rôznu vzdialenosť. Prenášaný pulz sa teda dostane od vysielача k prijímaču rôznymi módmi za rôzny čas - módová disperzia

GRADIENTNÝ PROFIL indexu lomu GI (graded index)



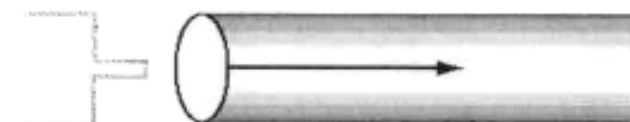
Gradientný profil indexu lomu odstráni módovú disperziu tým, že rýchlosť šírenia je pri nižšom indexe lomu vyššia ako v strede vlákna, kde je rýchlosť šírenia pomalšia

VNORENÝM PROFIL indexu lomu (DC)

sú menej citlivé na mikro a makro ohyby ako s prisôsobeným profilom indexu lomu

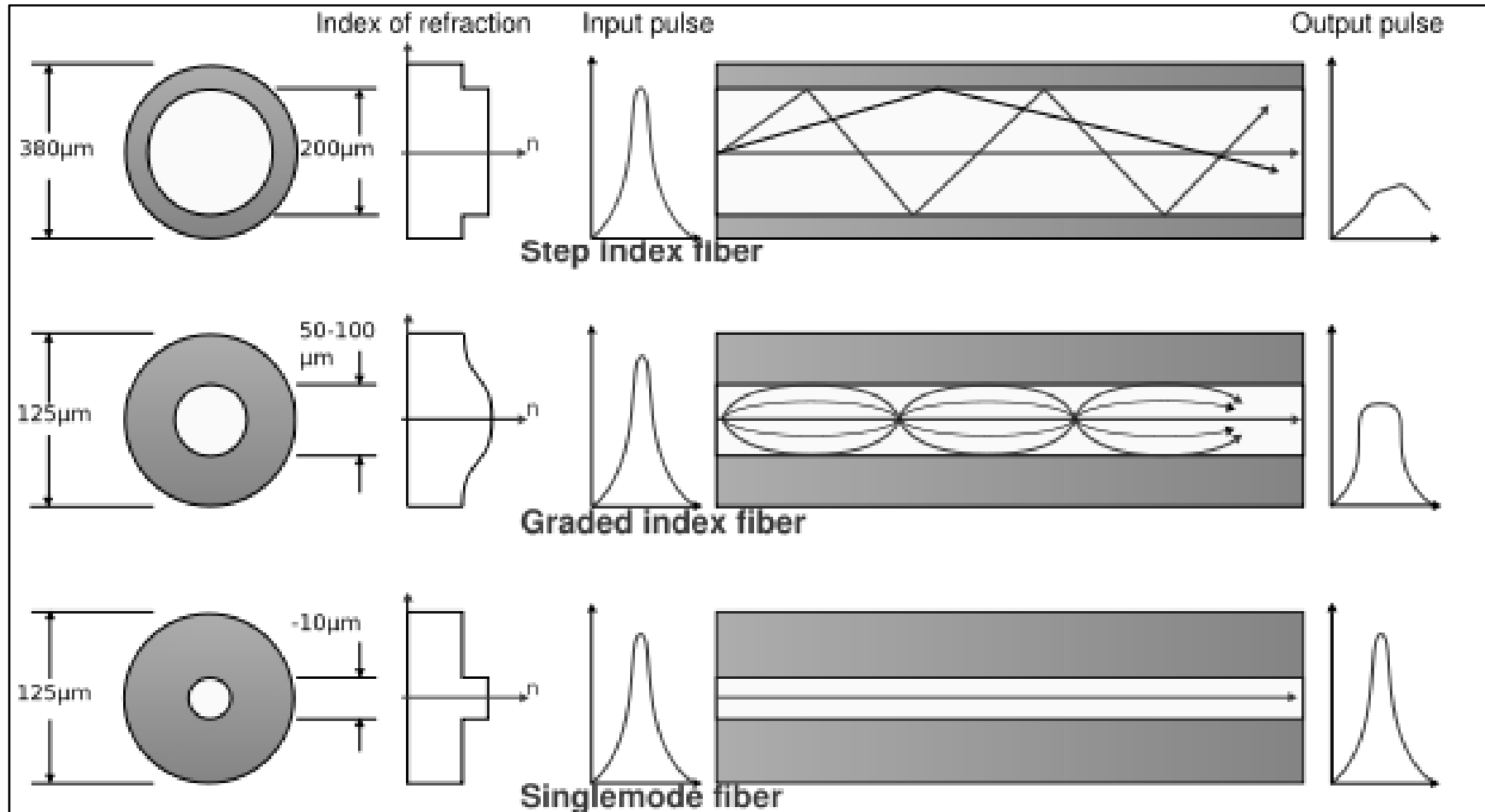


SINGLE MÓDOVÉ VLÁKNO SM



Vo vlákne sa šíri len jeden mód (lúč), teda neexistuje problém módovej disperzie

Módová disperzia v MM opt. vlákne



ČO JE ŠPECIÁLNE NA VLÁKNOVEJ OPTIKE ?

- Výhoda FO nie je v rýchlosti prenosu.
- Výhoda FO je vo frekvencii a tým aj v kapacite prenosu dát tzv.šírky pásma.
- Výhodou FO je extrémne nízky útlm optických signálov a ich schopnosť prenosu medzi veľ

Výhody prenosu

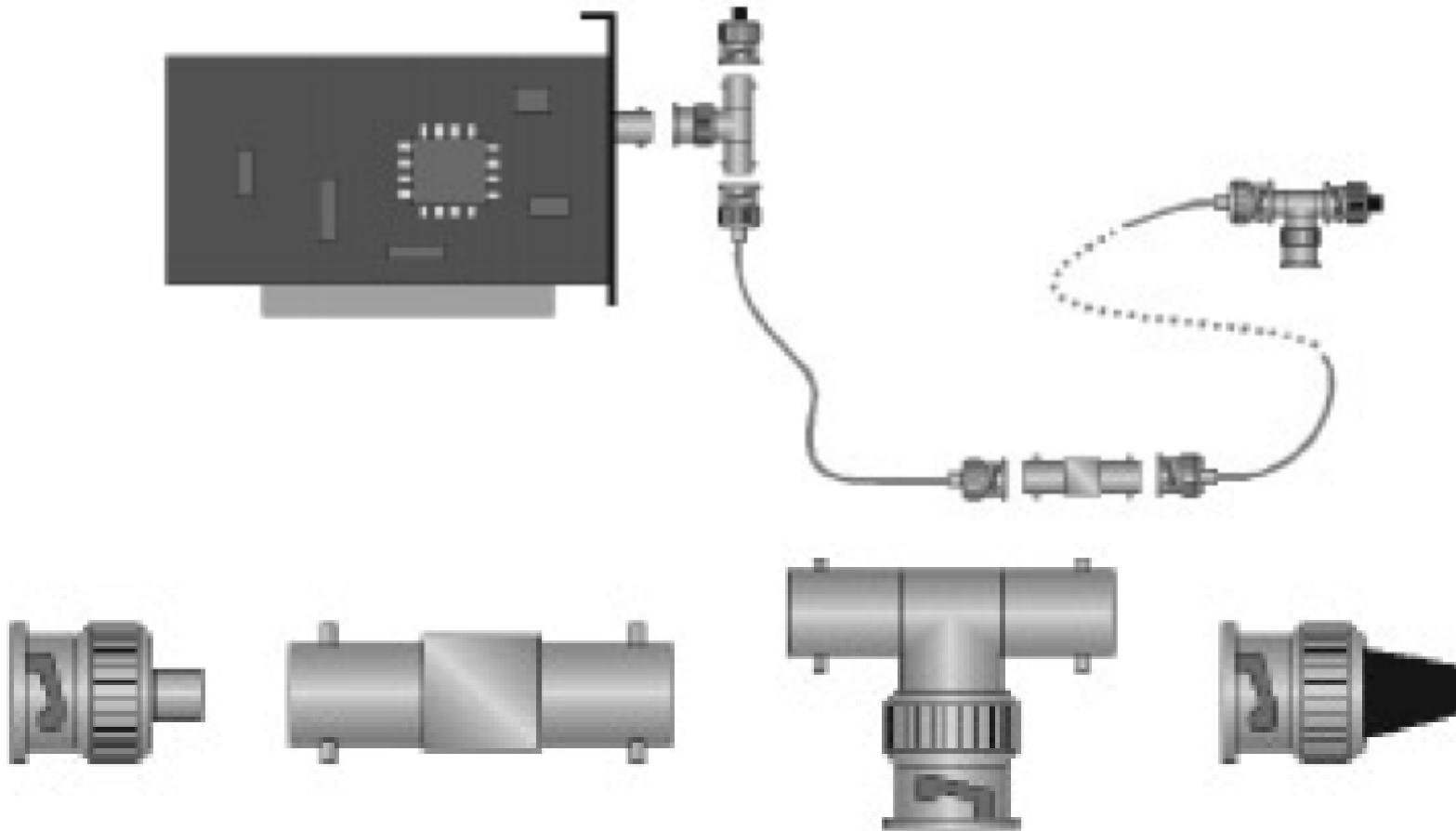
- širšie frekvenčné pásmo
- nižšie straty
- nižšie materiálové náklady
- vysoká prenosová kapacita
- galvanické oddelenie vstup - výstup
- odolnosť voči cudzím poliam
- odolnosť voči presluchom
- väčšia vzdialenosť medzi zosilňovačmi

Relatívne nevýhody

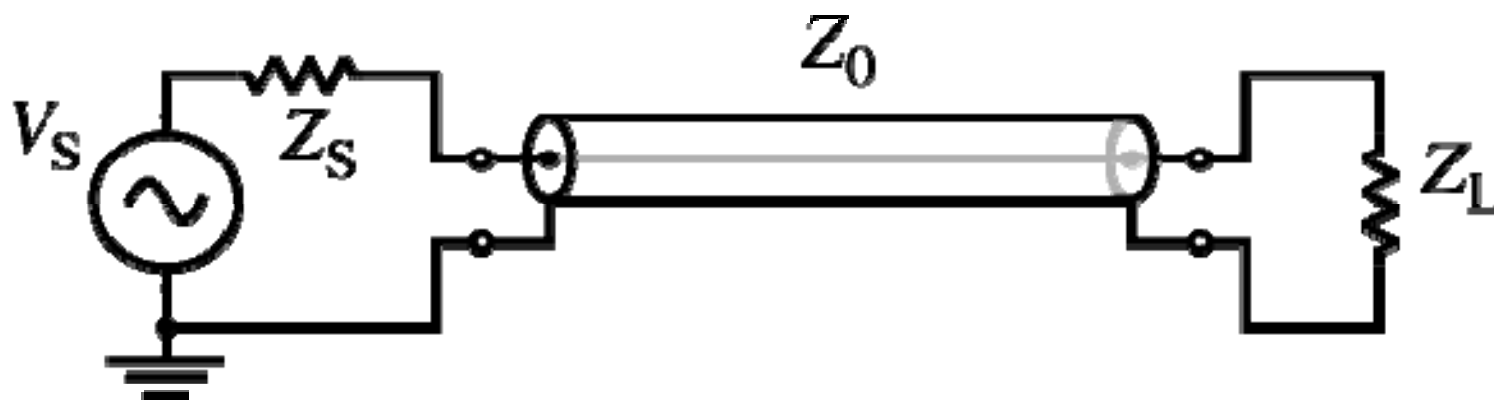
- spojovanie
- nutnosť ochrany proti poškodeniu
- vplyv vody a vlhkosti
- chemické vplyvy - zmena vlastností (ale použiteľné ako senzory)
- vysoké nároky na technológiu výroby

Metalické káble - koaxiál

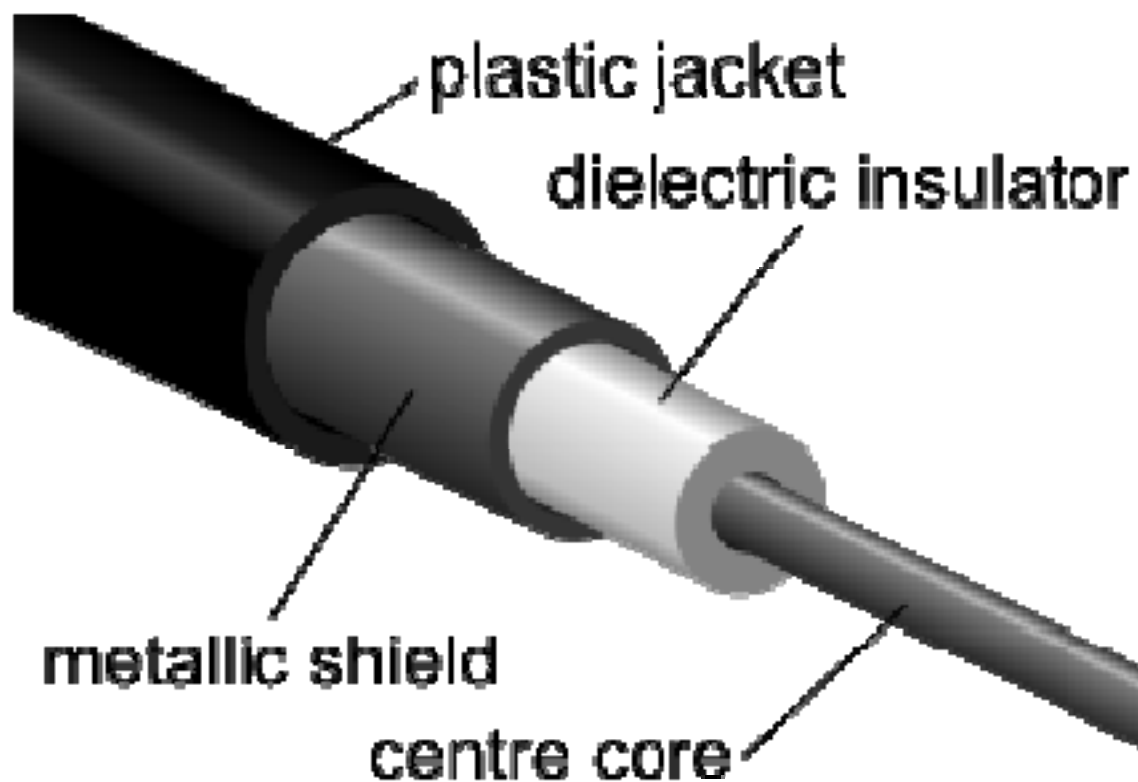
- Prvé Ethernet siete boli 10BASE5 , používali hrubý žltý koax.kábel ako zdieľané médium (Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection - CSMA/CD). Neskoršie bol 10BASE2 Ethernet , ten používal tenší koax.kábel s BNC konektormi.



Koax.kábel



- jadro
- diel.izolácia
- kov.plášť
- plast.obal



História

- Ďalej StarLAN 1BASE5 – prvá verzia Ethernetu na symetrickej dvojlinke + link beat (detekcia zapojenia kábla) + Full duplex = 10BASE-T používali krútenú dvojlinku s 8P8C konektormi.
- Dnes má Ethernet mnoho podôb ktoré sa líšia v rýchlosti a fyzickom médiu. Najčastejšie používanými sú :
 - 10BASE-T,
 - 100BASE-TX,
 - 1000BASE-T.
- Všetky používajú medené káble s krútenou dvojlinkou a 8P8C konektory (nazývané RJ45).

100 / 1000BASE

- 100BASE-TX: 2 páry vysokokvalitných krútených liniek (twisted pair)
- 100BASE-T4: 4 páry normálnych krútených liniek
- 100BASE-FX: fiber optic - optický kábel
- 1000BASE-T: 4 páry vysokokvalitných krútených liniek
- 1000BASE-F : optický kábel



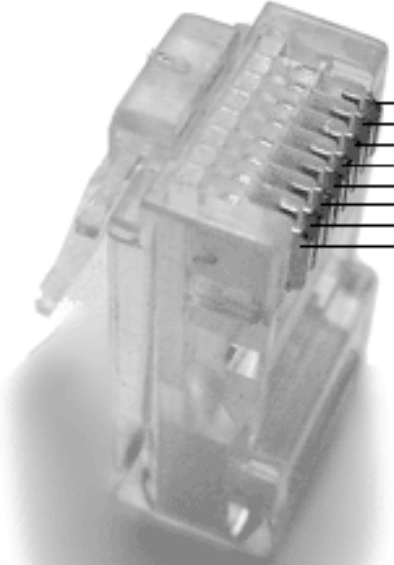

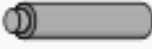






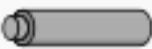
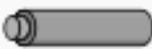




Optika

- výhody:
 - výkon,
 - elektrická odolnosť
 - použiteľnosť na väčšie vzdialenosti (km).
- 10 gigabit Ethernet
 - závodné a rozvodné siete,
- vo vývoji :
 - 40 Gbit/s Ethernet
 - 100 Gbit/s Ethernet - do r. 2013 ; Terabit do r. 2015 ??

Zapojenie RJ45

- štandardné zapojenie
- prekrížené zapojenie - tzv. Crossover
- 10BASE-T a 100BASE-TX - iba 2 páry na fungovanie , pin 1 a 2 (transmit or TX), a pin 3 a 6 (receive or RX).
- 1000BASE-T potrebuje na funkčnosť všetky 4 páry.

Zapojenie RJ45

T568A and T568B Wiring						
Pin	T568A Pair	T568B Pair	Wire	T568A Color	T568B Color	Pins on plug face (socket is reversed)
1	3	2	tip	 white/green stripe	 white/orange stripe	 <p>Pin Position</p> <p>8 7 6 5 4 3 2 1</p>
2	3	2	ring	 green solid	 orange solid	
3	2	3	tip	 white/orange stripe	 white/green stripe	
4	1	1	ring	 blue solid	 blue solid	
5	1	1	tip	 white/blue stripe	 white/blue stripe	
6	2	3	ring	 orange solid	 green solid	
7	4	4	tip	 white/brown stripe	 white/brown stripe	
8	4	4	ring	 brown solid	 brown solid	

Zapojenie RJ45

- Konvenciou pre zapojenia 10 a 100 Mbit/s Ethernetu sú T568A a T568B štandardy. Líšia sa prehodením párou TX/RX . Kábel s TIA-568A zapojením na jednom konci a s TIA-568B na druhom je tzv. crossover alebo prekrížený. tip and ring - kladné a záporné časti spojenia.
- Na prepojenie 2 PC bez switchu sa používa práve Ethernet crossover cable. Veľa moderných Ethernet adaptérov vie automaticky detekovať iný počítač na priamom kábli a emulovať prekríženie; ale ak nie tak je potrebný crossover.

Zapojenie RJ45

- Káble sa ukončujú podľa T568A alebo T568B schémy. Nezáleží ktorá z nich sa použije lebo obe sú priame (pin 1 na 1, pin 2 na 2, atď). Kombinovanie T568A s T568B káblami je možné. T568B zapojenie je najpoužívanejšie ukončenie patch káblov.
- Crossover zapojenie sa používa pre hub-hub alebo PC-PC spojenie. Všetky Gigabit ethernet zariadenia a tiež väčšina nových 10/100Mb zariadení podporuje automat. crossover, čo znamená, že sa môžu použiť oba typy káblov na akékoľvek spojenie. Avšak staršie zariadenia stále fungujú tak, že na spojenie switch s clientom treba priamy kábel a prepojenie client – client crossover kábel. Crossover kábel dostaneme tak, že jeden koniec kábla sa ukončí podľa T568A a druhý podľa T568B schémy.

Voltáže na kábloch

- 10BASE-T vysiela 2 rôzne voltáže, +2.5 V , -2.5 V.
- 100BASE-TX používa rovnaké zapojenie ale je viac citlivý na kvalitu a dĺžku kábla kvôli vyšším rýchlostiam.
- 100BASE-TX vysiela 3 rôzne voltáže, +1 V, 0 V, -1 V.
- 1000BASE-T používa všetky 4 páry obojsmerne. Štandard na medenej krútenej dvojlinke je podľa IEEE 802.3ab pre kábel Cat 5e UTP : 4D-PAM5; 4 dimensions using PAM (pulse amplitude modulation) s 5 voltážami, nominálne +1 V, +0.5 V, 0 V, -0.5 V a -1 V.
- <http://www.dcs.napier.ac.uk/~bill/pdf/giga.pdf>
- <http://ftp1.jp.dell.com/app/4q01-Pat.pdf>

Charakteristiky

- nariadenie od 10BASE5 (thicknet) a 10BASE2 (thinnet), 10BASE-T nešpecifikuje presný typ kábla na použitie ale špecifikuje určité charakteristiky , ktoré musí kábel spĺňať. Takými sú napríklad:
 - “attenuation”,
 - ”characteristic impedance” ,
 - “timing jitter”,
 - “propagation delay” – oneskorenie vplyvom šírenia,
 - a viaceré typy šumu.

Charakteristiky

- Testery káblov dokážu tieto parametre skontrolovať. Tieto charakteristiky by mali byť splnené na 100 metroch unshielded twisted-pair (UTP) kábli, a 100 metrov je aj maximálna použiteľná dĺžka kábla.
- 100BASE-TX and 1000BASE-T vyžadujú minimálne káble Cat 5 (5e alebo 6 pre 1000 Mbit/s) a tiež majú špecifikovanú max. dĺžku kábla na 100 m. Zatiaľčo 10BASE-T je relatívne tolerantný k chabej kabeláži (rozdvojené páry, nedokonalé ukončenie a pod.), 100BASE-T oveľa menej a 1000BASE-T ešte menej.

Kategórie káblov – Cat 3

- **Cat 3** kábel :
 - netienená krútená dvojlinka (Unshielded Twisted Pair UTP)
 - prenos. rýchlosť dát do 10 Mbit/s
 - šírka pásma do 16 MHz.
 - stále sa používa v telefónnych systémoch
- Je časťou rodiny medených káblových štandardov definovaných jednotne asociáciou Electronic Industries Alliance and the Telecommunications Industry Association (EIA/TIA).

Kategórie káblov – Cat 5

- **Cat 5 kábel:**
 - špecifikácia pre Cat 5 káble definovaná v ANSI/TIA/EIA-568-A. Tieto dokumenty špecifikujú charakteristiky a testovacie požiadavky pre frekvencie do 100 MHz.
 - 4 skrútené páry v jednom plášti
 - skrútenie zabezpečuje vysoký pomer signál/šum napriek interferenciám od vedľajších párov (presluchy-crosstalk) a externých zdrojov.
 - najčastejšie 100 Mbit/s siete, napr. 100BASE-TX Ethernet,
 - má typicky 3 skrútenia na palec každého páru v kábli.

Kategórie káblov – Cat 5e

- **Cat 5e** kábel:
 - vylepšená verzia Cat 5
 - pridáva špecifikáciu pre far end crosstalk - presluch na konci kábla.
 - hoci 1000BASE-T bol pripravovaný pre použitie s Cat5 , bližšie špecifikácie skôr uprednostňujú Cat5e pre 1000BASE-T.
 - napriek striktnejším špecifikáciám Cat 5e káble neumožňujú dlhšie vzdialenosti pre Ethernetové siete káble sú stále limitované na max. dĺžku 100 m.
 - charakteristiky Cat 5e káblov a ich test. metódy sú definované v TIA/EIA-568-B.2-2001.
 - okrem Ethernetu sa používa v TokenRing a ATM sieťach.

Kategórie káblov – Cat 6

Cat 6 kábel:

- štandardnom pre Gigabitový Ethernet
- spätne kompatibilný s Cat5/5e a Cat3.
- splňa ešte prísnejšie špecifikácie na presluchy a šumy
- frekvencia môže ísť do 250 MHz
- káble sa dajú použiť pre 10/ 100/1000BASE-T Ethernet.
- vyhovuje aj 10GBASE-T (10Gigabit Ethernet) štandardu, ale s obmedzeniami na dĺžku, ak sa použije netienený kábel.

Cat5e vs Cat6

- hlavné rozdiely:
 - prenosové vlastnosti a väčšia šírka prenosového pásma (100 MHz pre Cat 5E a 200 MHz pre Cat 6).
 - Cat 6 má nižšie straty, slabší presluch na blízkom konci aj presluch na vzdialenom konci.
 - Cat 6 má zlepšené prenosové vlastnosti a vyššiu imunitu na vonkajšie šumy,
 - systémy bežiacie na Cat 6 kabeľáži majú menej chýb v porovnaní s Cat 5e.
 - systémy s Cat 6 majú vyššiu spoľahlivosť než Cat 5e kvôli menšiemu počtu retransmisií poškodených alebo stratených paketov.

Kategórie káblov – Cat 7

- **Cat 7**, (ISO/IEC 11801:2002 category 7/class F),
 - je ďalším štandardom Ethernetu
 - zahŕňa ešte striktnejšie požiadavky na presluchy a šumy než Cat 6
 - tienené jednotlivé páry žíl a aj celkovo celý kábel je v ďalšom tienení.
 - bol vytvorený pre 10 gigabit. Ethernet na 100m medenom kábli.
 - môže byť ukončený buď s RJ-45 kompatibilným GG45 konektorom alebo TERA konektorom.
 - môže dosahovať frekvencie až do 600 MHz.
 - výskum potvrdil, že je možné prenášať 100 gigabitov/s cez 70 metrov Cat7 kábla a pracuje sa na tom aby to fungovalo aj na 100m.

Kategórie káblov – Cat 8

- Cat 8 kábel
 - pracuje na **1200 MHz (1.2 GHz)**
 - je schopný ísť až do **1400MHz**.
 - max.dĺžka 20m.
 - prenos TV, video, satellite, audio, CCTV, RF, DAB, voice, infrared, computer data, fax, S-video, USB and FireWire
- <http://www.singlepointnetworks.co.uk/cat8cable.asp>



Porovnanie

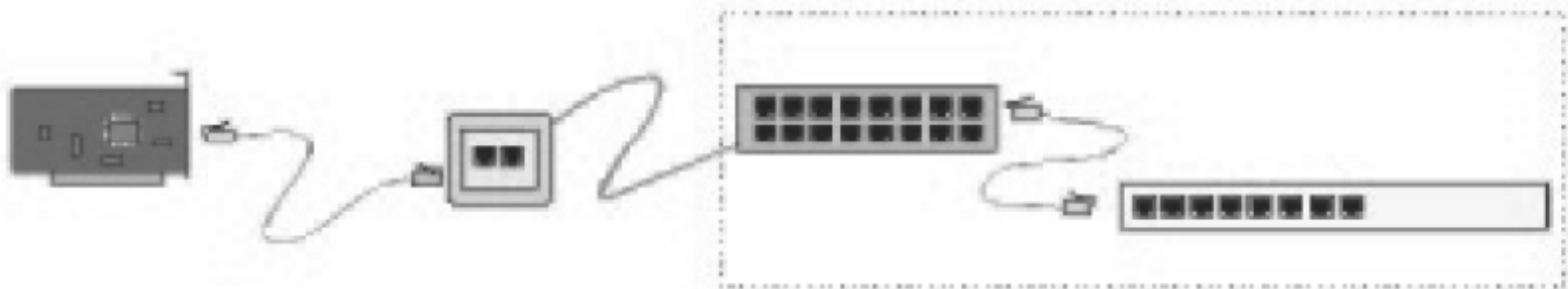
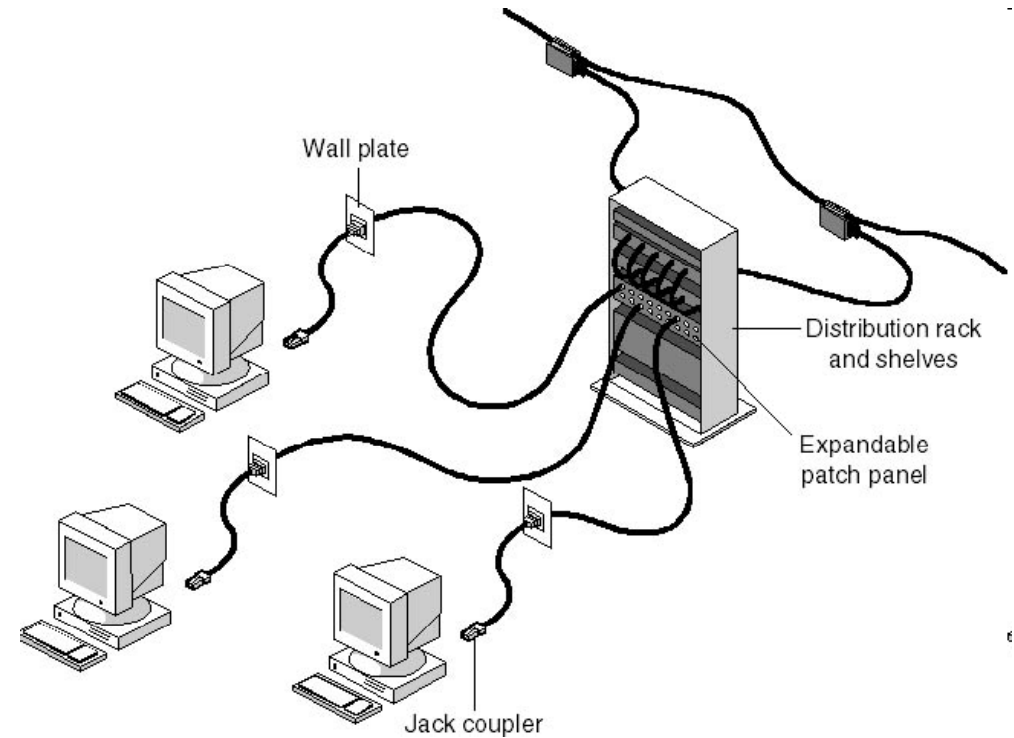
- Cat 1: nedef. -V minulosti POTS telef. komunikácie, ISDN.
- Cat 2: nedef. -V minulosti používané na 4 Mbit/s token ring sieťach.
- Cat 3: definovaný v TIA/EIA-568-B, používa sa v dátových sieťach s frekvenciami do 16 MHz. Historicky populárny v 10 Mbit/s Ethernet sieťach.
- Cat 4: nedef. – frekvencia do 20 MHz, a často sa používal na 16 Mbit/s token ring sieťach.
- Cat 5: nedef.- frekvencia do 100 MHz, často sa používal na 100 Mbit/s Ethernet sieťach.

Porovnanie

- Cat 5e: definovaný v TIA/EIA-568-B. používa sa v dátových sieťach s frekvenciami do 100 MHz, 100Mbit/s a Gigabit Ethernet siete.
- Cat 6: definovaný v TIA/EIA-568-B. používa sa v dátových sieťach s frekvenciami do 250 MHz.
- Cat 6a: definovaný v ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10. používa sa v dátových sieťach s frekvenciami do 500 MHz. Vhodný pre 10GBase-T.
- Cat 7: neformálne meno pre ISO/IEC 11801 Class F . Tento štandard špecifikuje 4 individuálne tinené páry v celkovom tinení. Až do frekvencií 600 MHz.
- Cat 8: ??nedef.?? $f = 1200\text{Mhz}$

Ako to je zapojené

- NIC- network interface card – sieťový adaptér
- zásuvka - niekde na stene miestnosti
- patch panel – niekde v serverovni v racku
- switch – prepojenie s patch panelom



Príklad topológie siete - napr. fakulta

