
Medii de transmisie

Protocolul poate fi elegant și topologia perfect proiectată, dar în cele din urmă un fir, o fibră sau o bucată de aer duce biții. Cursul acesta pune față în față cele trei familii de medii, explică de la zero de ce se răsucesc firele într-un cablu de rețea, ce se strică pe drum și cum reușim să punem zeci de conversații pe același mediu fizic.

Din capitolul precedent.

- Un **bit** devine un **semnal** - tensiune, lumină sau undă radio - prin **codare de linie** (semnal digital) sau prin **modulație** (semnal analogic).
- Comunicația e organizată pe **niveluri**. Cursul acesta rămâne la **nivelul 1, fizic**.
- Problema grea a nivelului fizic nu e distincția dintre 1 și 0, ci **sincronizarea**: receptorul trebuie să știe unde se termină un bit.
- **Rata de simbol** (baud) este limitată fizic de mediu. Cursul acesta arată de ce este limitată.

OBIECTIVELE CAPITOLULUI

- Să alegeți mediul potrivit pentru o distanță și o viteză date
- Să explicați de ce se răsucesc firele într-un cablu UTP și ce înseamnă categoria lui
- Să realizați corect mufarea straight-through, crossover și rollover
- Să explicați diferența dintre fibra monomod și cea multimod
- Să comparați FDM, WDM și TDM
- Să calculați latența unei legături, cu toate componentele ei
- Să recunoașteți atenuarea, diafonia și zgomotul și să știți ce le oprește

2.1 Trei familii de medii

Ce înseamnă „mediu de transmisie”. Mediul este pur și simplu lucrul fizic prin care călătorește semnalul. Un fir de cupru, un miez de sticlă, aerul dintr-o încăpere. Nimic mai mult.

Împărțirea fundamentală este între medii **ghidate** și **neghidate**. Într-un mediu ghidat, semnalul e constrâns să urmeze un traseu fizic - merge unde îl duce firul. Într-un mediu neghidat, se propagă liber prin spațiu, iar **oricine se află în raza lui îl poate recepționa**.

Această singură diferență explică aproape toate deosebirile care urmează, inclusiv cele de securitate: ca să asculți un cablu trebuie să intri în clădire; ca să asculți Wi-Fi îți ajunge să fii în parcare.

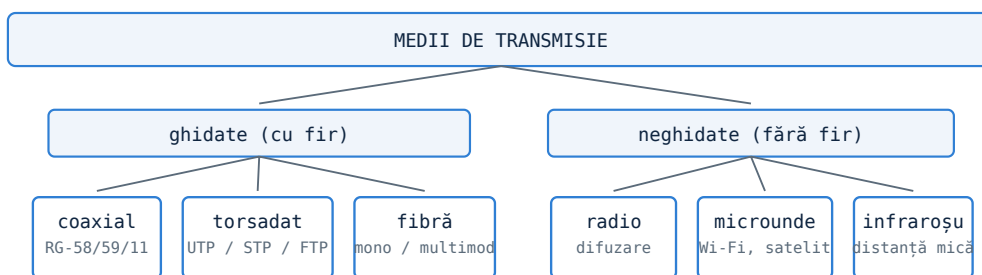


Figura 2.1 Taxonomia mediilor. Rețelele locale moderne folosesc practic doar trei dintre frunzele acestui arbore: cablul torsadat pentru acces, fibra pentru magistrală și microundele pentru mobilitate.

2.2 Cablul coaxial

Un conductor central, un strat izolator (dielectric), o tresă metalică de ecranare și o manta exterioară - toate concentrice, de unde și numele.

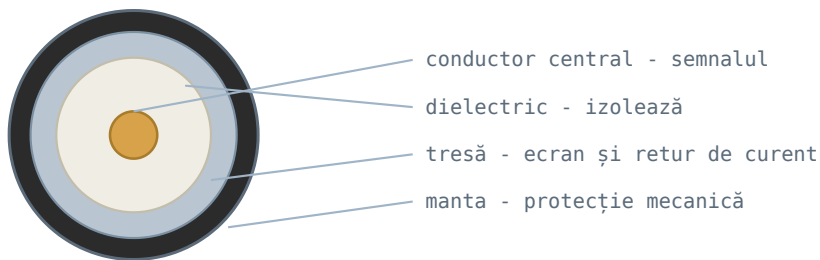


Figura 2.2 Structura unui cablu coaxial. Ecranul are dublu rol: face parte din circuit și, în același timp, izolează semnalul de mediul exterior.

Tabelul 2.1 Cablul coaxial.

Tip	Impedanță	Utilizare istorică
RG-59	75 Ω	televiziune prin cablu, supraveghere video
RG-58	50 Ω	Thin Ethernet (10BASE2)
RG-11	50 Ω	Thick Ethernet (10BASE5), magistrale lungi

Ethernet a început pe coaxial, dar l-a abandonat - și merită înțeles de ce, pentru că motivul explică forma tuturor rețelelor moderne.

De ce a murit coaxialul în LAN-uri. Topologia era de tip **magistrală**: un singur cablu, toate calculatoarele agățate de el. Consecințele erau două, ambele grave. Primo, toată lumea împărțea același mediu, deci exista un singur **domeniu de coliziune** pentru toată rețeaua. Secundo, o singură întrerupere a cablului - un conector desfăcut, un scaun tras peste el - pica **tot** segmentul, iar găsirea locului era un coșmar.

Cablul torsadat a adus topologia **stea**: fiecare stație are cablul ei până la un echipament central. O defecțiune afectează o singură stație și se localizează imediat.

2.3 Cablul torsadat: de ce se răsucesc firele

Cablul de rețea pe care îl vedeți în orice birou are opt fire, grupate în patru perechi, iar fiecare pereche este răsucită cu un pas ușor diferit de celelalte. Nu e ornament și nu e o consecință a procesului de fabricație. Este soluția la o problemă concretă.

Transmisia diferențială, explicată fără formule. Un semnal se poate transmite în două feluri. **Nediferențial**: un fir duce semnalul, iar receptorul îl compară cu masa. **Diferențial**: două fire duc același semnal, dar în oglindă unul față de celălalt, iar receptorul citește **diferența** dintre ele.

Diferența pare o complicație inutilă - până apare o perturbație. Un motor pornit alături, un cablu de forță din apropiere, un telefon mobil: toate induc tensiune în fire. Dacă cele două fire ale unei perechi sunt **aproape identic expuse**, perturbația induce în ele aproape aceeași tensiune. Iar când receptorul face diferența, tensiunea comună se **scade singură** și dispare.

Ca să fie identic expuse, firele trebuie să schimbe permanent poziția relativă unul față de altul. Adică să fie **răsucite**. Asta e tot.

Analogie Doi martori povestesc același eveniment, dar amândoi au fost mituiți cu aceeași sumă și în același fel. Dacă îi ascultați separat, minciuna trece. Dacă vă interesează doar **diferența** dintre relatările lor, mita comună dispare din calcul și rămâne doar ce diferă cu adevărat.

Pașii diferiți de răsucire între perechi rezolvă o a doua problemă: **diafonia** - semnalul dintr-o pereche care se strecoară în perechea vecină. Dacă toate perechile ar avea același pas, ar sta „în fază” pe toată lungimea cablului și s-ar cupla puternic. Cu pași diferiți, cuplajul se anulează în medie.

Cu ecran sau fără

Tabelul 2.2 Cu ecran sau fără.

Prescurtare	Ce înseamnă	Când se folosește
UTP	Unshielded Twisted Pair - fără niciun ecran	majoritatea covârșitoare a instalațiilor de birou
FTP / ScTP	o folie de ecranare peste toate perechile	medii cu perturbații moderate
STP	ecran individual pentru fiecare pereche	hale industriale, spitale, lângă echipamente de forță

Ecranarea greșit executată e mai rea decât lipsa ei. Un ecran ajută **doar** dacă este legat corect la masă, la ambele capete, printr-un conector și un panou care îi asigură continuitatea. Un ecran nelegat, sau legat la un singur capăt, se transformă într-o antenă care culege perturbații și le injectează exact acolo unde nu trebuie.

Regula practică: dacă instalația nu are împământare de calitate, UTP-ul bun bate STP-ul prost.

Categoriile

„Categoria” unui cablu nu se referă la viteză, ci la **banda de frecvențe** pe care o poate transporta cu parametri garantați. Viteza rezultă din bandă plus schema de codare - de aceea Cat 5e duce 1 Gbps deși are aceeași bandă ca Cat 5.

Tabelul 2.3 Categoriile.

Categorie	Bandă garantată	Viteză susținută	Standard tipic	Observație
Cat 3	16 MHz	10 Mbps	10BASE-T	cablarea telefonică veche
Cat 5	100 MHz	100 Mbps	100BASE-TX	practic scoasă din uz
Cat 5e	100 MHz	1 Gbps	1000BASE-T	diafonie mult mai bună; minimul acceptabil azi
Cat 6	250 MHz	1 Gbps (10 Gbps până la 55 m)	1000BASE-T / 10GBASE-T	alegerea uzuală pentru instalații noi
Cat 6a	500 MHz	10 Gbps la 100 m	10GBASE-T	mai gros și mai greu de tras
Cat 7 / Cat 8	600 MHz / 2 GHz	10 – 40 Gbps	legături scurte în centre de date	conectori speciali, distanțe mici

Limita de 100 de metri nu depinde de categorie. Indiferent dacă folosiți Cat 5e sau Cat 8, un segment de cablu torsadat nu are voie să depășească **100 de metri**: 90 m de cablu fix plus 2×5 m de patch-corduri la capete. Limita vine din bugetul de atenuare și din timpul de propagare, nu din calitatea cablului.

Dacă vă trebuie mai mult, aveți exact trei opțiuni: un switch intermediar, un media convertor spre fibră, sau fibră de la bun început.



Figura 2.3 Alegeți mediul potrivit fiecărei situații.

PoE - alimentare prin cablul de rețea. **Power over Ethernet** transportă și curent, nu doar date, pe același cablu torsadat. Un punct de acces Wi-Fi, o cameră IP sau un telefon IP montat în tavan primesc astfel și rețea, și alimentare, dintr-un singur cablu - fără priză de curent lângă el.

Standardele oferă, în ordine, aproximativ 15 W (802.3af), 30 W (802.3at) și până la 90 W (802.3bt). Este unul dintre motivele pentru care cuprul nu a dispărut, deși fibra e superioară în orice altă privință: **fibra nu poate duce curent**.

2.4 Cele trei mufări clasice

Ordinea firelor în mufa RJ-45 este stabilită de standardele TIA/EIA-568A și 568B. Diferența dintre ele este doar interschimbarea perechii verzi cu cea portocalie - dar combinația celor două capete decide ce fel de cablu obțineți.

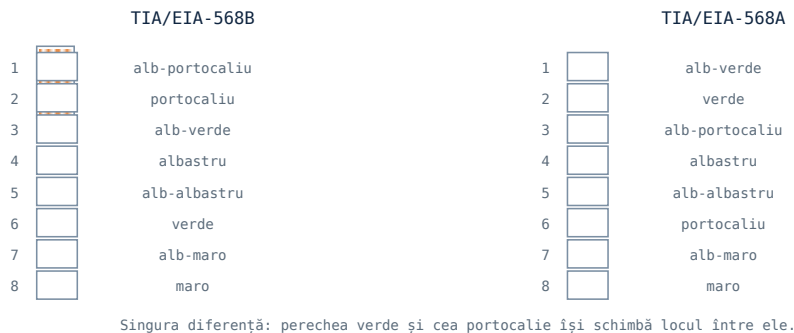


Figura 2.4 Ordinea firelor în cele două standarde. Pinii 4, 5, 7 și 8 sunt identici; se schimbă doar 1, 2, 3 și 6 - exact perechile folosite de Ethernet la 10 și 100 Mbps.

Tabelul 2.4 Cele trei mufări clasice.

Tip de cablu	Capăt		Când se folosește
	1	Capăt 2	
Straight-through (direct)	568B	568B	între echipamente de niveluri diferite : PC ↔ switch, switch ↔ ruter
Crossover (inversor)	568A	568B	între echipamente de același nivel : PC ↔ PC, switch ↔ switch, ruter ↔ ruter
Rollover (de consolă)	568B	ordine complet inversată (8→1)	de la calculator la portul de consolă al unui echipament

De ce există regula asta. Un calculator **transmite** pe pinii 1–2 și **receptează** pe 3–6. Un switch face exact invers: receptează pe 1–2 și transmite pe 3–6 - pentru că a fost proiectat să se lege la calculatoare. Prin urmare, între ele, firele merg drept și fiecare emisie nimerește o recepție.

Dar între două calculatoare, ambele ar transmite pe 1–2 și ar asculta pe 3–6: două guri față în față și două urechi față în față. Cablul crossover inversează perechile și repară situația. Aceași problemă apare între două switch-uri, din același motiv.

Dacă în practică nu mai contează. Aproape toate echipamentele fabricate în ultimii douăzeci de ani implementează **Auto-MDI/MDI-X**: detectează singure dacă e nevoie de inversare și o fac electronic. Puteți lega două switch-uri cu cablu direct și va merge.

Regula rămâne totuși de știut, din trei motive: Packet Tracer o respectă strict, la echipamente vechi chiar contează, iar la o legătură care „nu se aprinde” tipul cablului rămâne una dintre primele suspiciuni.

2.5 Fibra optică

Cum stă lumina într-un fir de sticlă. Fibra are un **miez** de sticlă foarte pură, înconjurat de o **manta** tot din sticlă, dar cu indice de refracție puțin mai mic. Când lumina din miez ajunge la graniță sub un unghi suficient de mic față de perete, nu iese - se reflectă complet înapoi în miez. Fenomenul se numește **reflexie totală internă** și e același care face ca suprafața unei piscine, privită de dedesubt, să pară o oglindă.

Raza de lumină avansează astfel în zig-zag prin miez, kilometru după kilometru, fără să scape afară.

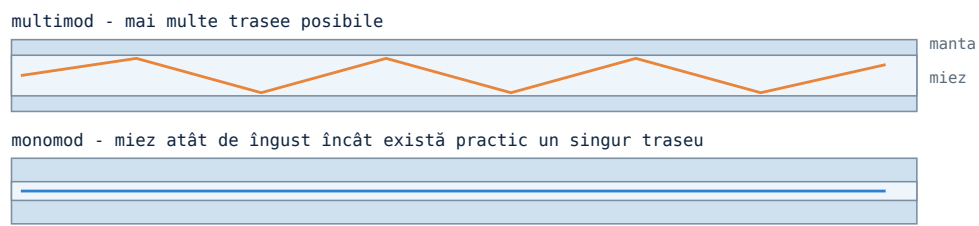


Figura 2.5 Într-o fibră multimod, razele care merg în zig-zag parcurg mai mult decât cele axiale, deci ajung mai târziu: un impuls scurt se lățește pe drum. Fenomenul se numește dispersie modală și limitează distanța. Fibra monomod nu are problema, pentru că nu are decât un singur traseu.

Tabelul 2.5 Fibra optică.

Tip	Miez / manta (μm)	Sursă de lumină	Distanță tipică	Cost
Multimod, indice gradat	50/125 sau 62,5/125	LED sau VCSEL	sute de metri	echipament ieftin
Monomod	~9/125	laser	zeci - sute de kilometri	echipament scump

Ferestrele de lungime de undă

Atenuarea sticlei nu este constantă cu lungimea de undă. Există trei „ferestre” în care este minimă și în care, prin urmare, lucrează toate echipamentele optice.

Tabelul 2.6 Ferestrele de lungime de undă.

Lungime de undă	Atenuare tipică	Utilizare
850 nm	~3,5 dB/km	multimod, legături scurte, componente ieftine
1310 nm	~1,25 dB/km	monomod, distanțe medii
1550 nm	~0,5 dB/km	monomod, distanțe mari; compatibil cu amplificatoarele optice

Ce e un decibel, pe scurt. dB nu este o unitate absolută, ci un **raport**, exprimat logaritmice. -3 dB înseamnă jumătate din putere. -10 dB înseamnă a zecea parte. -20 dB înseamnă a suta parte.

Avantajul scării logaritmice: pierderile se **adună** în loc să se înmulțească. Un traseu cu 2 dB de fibră, 1 dB de conectori și 0,5 dB de îmbinări are pierdere totală 3,5 dB - o simplă adunare.



Figura 2.6 Bugetul optic al unei legături.

Ce face fibra mai bine.

- Distanțe imposibile pentru cupru: zeci de kilometri
- Nu conduce curent: nicio problemă de împământare, nicio diferență de potențial între clădiri
- Nu emite și nu culege perturbații electromagnetice
- Nu poate fi ascultată fără a fi atinsă fizic
- Bandă enormă, practic nesaturată

Ce o face incomodă

- Nu poate transporta alimentare - deci nici PoE
- Conectorizarea cere scule și pregătire; nu se face „din mers”
- Raza de curbură limitată: îndoită prea strâns, lumina scapă
- Un conector murdar poate costa mai mult decât un kilometru de fibră

Regula de aur a fibrei. Capacele de protecție nu se scot decât în momentul conectării, iar suprafața se curăță de fiecare dată. Un fir de praf pe un miez de 9 μm blochează o parte semnificativă din lumină - și produce o defecțiune intermitentă, adică exact genul pe care îl căutați trei zile.

2.6 Mediul fără fir

Undele electromagnetice acoperă un spectru enorm, dar rețelele de calculatoare folosesc din el o felie îngustă: microundele, aproximativ între 1 și 10 GHz. Alegerea nu e întâmplătoare și rezultă dintr-un compromis pe care merită să îl aveți în minte ori de câte ori cineva propune „o bandă mai bună”.

Tabelul 2.7 Mediul fără fir.

Proprietate	Frecvențe mici	Frecvențe mari
Distanța de propagare	mare	mică
Penetrarea obstacolelor	bună	slabă
Interferențe	multe - banda e aglomerată	puține
Lățime de bandă disponibilă	mică	mare
Costul echipamentelor	mic	mare
Absorbția în atmosferă	mică	crește cu frecvența

Traducerea practică. Frecvențele joase merg departe și trec prin ziduri, dar banda disponibilă acolo e mică și deja ocupată de alții. Frecvențele înalte oferă bandă generoasă, dar sunt oprite de primul perete.

De aceea Wi-Fi la 2,4 GHz acoperă mai mult decât la 5 GHz, iar 5 GHz mai mult decât 6 GHz - exact în ordinea în care **crește** debitul disponibil. Nu există bandă „mai bună”; există bandă potrivită scopului.

Tabelul 2.8 Mediul fără fir.

Tehnologie	Bandă	Aplicație tipică
Radio AM	540 – 1600 kHz	difuzare pe unde medii, sute de kilometri
Radio FM	88 – 108 MHz	difuzare comercială
LoRaWAN	868 MHz (UE)	senzori IoT: kilometri, consum minuscul, debit mic
Zigbee, Bluetooth	2,4 GHz	automatizări, periferice, distanțe scurte
Wi-Fi	2,4 / 5 / 6 GHz	rețele locale fără fir

DEFINIȚIA 2.1 (BENZILE ISM). Industrial, Scientific and Medical - porțiuni de spectru care pot fi folosite **fără licență și fără taxă**, cu respectarea unor limite de putere. În România, alocările sunt reglementate de ANCOM prin Tabelul Național de Atribuire a Benzilor de Frecvențe.

Faptul că banda e liberă explică simultan succesul enorm al Wi-Fi și aglomerația din ea: în aceeași bandă de 2,4 GHz stau Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, telecomenzi, stații meteo și cuptorul cu microunde.

2.7 Multiplexarea: mai multe conversații pe un mediu

Un mediu costă bani. Fibra trebuie trasă prin canalizație, spectrul trebuie licențiat, canalul trebuie întreținut. Prin urmare, aproape întotdeauna vrem ca pe el să circule mai multe comunicații **simultan**.

DEFINIȚIA 2.2 (MULTIPLEXARE ȘI DEMULTIPLEXARE). **Multiplexarea** este gruparea mai multor fluxuri de date într-un singur semnal transmis peste un mediu partajat. **Demultiplexarea** este operația inversă, la celălalt capăt. Întrebarea centrală e ce anume se împarte: **frecvența, timpul sau lungimea de undă**.

**Figura 2.7** Trei feluri de a împărți un mediu.

Tabelul 2.9 Multiplexarea: mai multe conversații pe un mediu.

Metodă	Resursa împărțită	Tip	Exemplu
FDM - Frequency Division Multiplexing	banda de frecvențe	analogică	canalele de radio și TV, DSL
WDM - Wavelength Division Multiplexing	lungimile de undă din fibră	analogică (optică)	magistrale optice; DWDM duce zeci de canale pe o fibră
TDM - Time Division Multiplexing	timpul, în intervale fixe	digitală	E1/T1, magistrala unui switch

2.8 Performanța unei legături

Trei mărimi descriu o legătură și sunt permanent confundate între ele - inclusiv în reclamele furnizorilor de Internet.

DEFINIȚIA 2.3 (LĂȚIME DE BANDĂ, DEBIT UTIL, LATENȚĂ). **Lățimea de bandă** este capacitatea teoretică maximă a mediului. Cifra de pe cutie.

Debitul util (throughput) este cantitatea de date efectiv transferată în unitatea de timp - mereu mai mică, din cauza anteturilor, coliziunilor și retransmisiilor.

Latența este timpul necesar unui bit ca să ajungă dintr-un punct în altul.

Analogie O autostradă cu opt benzi are **bandă** mare: încap multe mașini simultan. Dar dacă limita de viteză e 30 km/h, **latența** rămâne mare - o mașină individuală tot ajunge târziu. Iar dacă jumătate din benzi sunt blocate de lucrări, **debitul util** e mult sub capacitatea teoretică.

Bandă mare și latență mare coexistă perfect: exact așa arată o legătură prin satelit.

Cele patru componente ale latenței

1. **Timpul de transmisie** - cât durează să „împingi” cadrul pe fir: dimensiune împărțită la debit. Depinde de *cât de mare* e cadrul.
2. **Timpul de propagare** - cât îi trebuie semnalului să parcurgă mediul: aproximativ 5 μs pe kilometru, atât în cupru cât și în fibră ($\approx 2/3$ din viteza luminii în vid). Depinde doar de *distanță*.
3. **Latența echipamentelor** - timpul de procesare din fiecare switch și ruter de pe traseu. Crește cu nivelul la care lucrează echipamentul.
4. **Timpul de așteptare în cozi** - apare când legătura de ieșire e ocupată. Singura componentă care variază puternic în timp, deci singura care produce **jitter** - și

cea care strică videoconferințele.



Figura 2.8 Calculator de latență.

Exercițiu rezolvat 2.1. Un cadru Ethernet de 1518 octeți este transmis pe o legătură de 100 Mbps, lungă de 100 m de UTP Cat 5e. Cât durează până când ultimul bit ajunge la destinație, ignorând echipamentele?

Rezolvare. Transmisie: $1518 \times 8 \text{ biți} / 10^8 \text{ bps} = 12\,144 / 10^8 \approx 121,4 \mu\text{s}$

Propagare: $100 \text{ m} \times 5,56 \text{ ns/m} \approx 0,56 \mu\text{s}$

Total $\approx 122 \mu\text{s}$.

Observați raportul: pe distanțe scurte, transmisia domină complet propagarea - de 200 de ori. Pe o legătură transatlantică situația se inversează: propagarea de $\sim 30 \text{ ms}$ face ca timpul de transmisie al unui cadru să devină neglijabil.

Aceasta este exact rațiunea pentru care protocoalele de transport folosesc **ferestre glisante**: pe o legătură lungă, a aștepta confirmarea fiecărui cadru înainte de a-l trimite pe următorul ar irosi 99 % din capacitate.

Atenție la unități - din nou. Mbps se măsoară în puteri ale lui 10 (10^6 biți pe secundă), iar MB în puteri ale lui 2 (2^{20} octeți). O legătură de 100 Mbps transferă, în cel mai bun caz, aproximativ **11,9 MB** pe secundă - nu 100, nu 12,5.

2.9 Ce strică semnalul pe drum

Patru fenomene degradează un semnal, indiferent de mediu. Fiecare are o soluție cunoscută, iar împreună explică practic toate limitele numerice din acest curs.

Tabelul 2.10 Ce strică semnalul pe drum.

Fenomen	Ce se întâmplă	Se manifestă ca	Soluție
Atenuare	amplitudinea scade cu distanța, până sub pragul de detecție	legătura nu se stabilește deloc peste o anumită lungime	repetor sau amplificator; respectarea lungimii maxime
Diafonie (crosstalk)	semnalul dintr-o pereche induce tensiune în perechea vecină	erori care cresc cu traficul	torsadare cu pași diferiți, ecranare individuală
Zgomot	perturbații externe se suprapun peste semnal	erori aleatoare, adesea corelate cu un utilaj din apropiere	ecranare, transmisie diferențială, trasee departe de cablurile de forță
Dispersie	impulsul se lățește și se suprapune peste următorul	limită de distanță pe fibra multimod	fibră monomod, regenerare optică

Diferența dintre repetor și amplificator. Un **amplificator** mărește totul: și semnalul, și zgomotul acumulat. După câteva amplificatoare în cascadă, zgomotul devine mai mare decât semnalul.

Un **repetor** face altceva: citește biții, îi decide (1 sau 0) și îi regenerează curat. Zgomotul nu se acumulează, pentru că la fiecare pas semnalul e reconstruit de la zero. De aceea lanțurile lungi folosesc repetoare, nu amplificatoare.

Două echipamente rezolvă situațiile de graniță:

- **Repetorul** reface semnalul degradat și prelungește segmentul. Există variante electrice, optice și wireless. Atenție: un repetor extinde și domeniul de coliziune, deci nu e gratuit.
- **Media convertorul** traduce între medii diferite - electric ↔ optic, electric ↔ wireless - și permite unei magistrale de fibră să se termine într-un switch cu porturi de cupru. Este soluția standard când trebuie legate două clădiri.

2.10 Greșeli frecvente

Greșeli frecvente.

„Cat 6 e mai rapid decât Cat 5e”

Ambele duc 1 Gbps la 100 m. Cat 6 are bandă mai mare și diafonie mai mică, deci mai multă rezervă și posibilitatea de 10 Gbps pe distanțe scurte - dar pe o legătură gigabit obișnuită nu veți vedea nicio diferență.

Categoria dă rezervoă și viitor, nu viteză imediată.

„Am pus cablu ecranat, deci sunt protejat”

Un ecran nelegat corect la masă la ambele capete se comportă ca o antenă și înrăutățește situația.

Ecranarea are sens doar împreună cu o instalație de împământare corectă.

„Legătura are 150 m, dar merge, deci e în regulă”

Poate merge azi, la trafic mic, și poate cădea peste șase luni când crește traficul sau se schimbă temperatura. Limita de 100 m nu e o sugestie.

Peste 100 m: switch intermediar sau fibră.

„Bandă mare înseamnă latență mică”

Sunt independente. O legătură prin satelit are bandă mare și latență de sute de milisecunde.

Pentru jocuri și telefonie contează latența; pentru descărcări contează banda.

„Fibra e întotdeauna mai bună, deci o folosim peste tot”

Fibra nu duce alimentare, cere conectorizare pregătită și echipamente scumpe la capete. Pentru 40 m până la un birou, UTP-ul e alegerea corectă.

Fibra pentru magistrale și distanțe; cuprul pentru acces.

2.11 Rezumat și glosar

1. Mediile se împart în **ghidate** și **neghidate**, iar din această singură deosebire decurg diferențele de distanță, cost și securitate.
2. Torsadarea și transmisia diferențială sunt aceeași idee privită din două unghiuri: fac ca perturbația **comună** să se anuleze singură.
3. Fibra câștigă la distanță și imunitate; cuprul câștigă la cost, la simplitate și pentru că poate duce alimentare.
4. Multiplexarea împarte **frecvența** (FDM), **timpul** (TDM) sau **culoarea** (WDM).
5. Latența are patru componente, iar care dintre ele domină depinde complet de scara rețelei.

Exerciții

1. De ce sunt firele unei perechi UTP rasucite între ele?
 - a. Ca să încapă mai multe fire în cablu
 - b. Pentru că perturbăția induce aceeași tensiune în ambele fire, iar receptorul citește diferența dintre ele
 - c. Ca să crească impedanța cablului
 - d. Pentru a permite alimentarea PoE

2. Ce cablu se folosește între două switch-uri, la echipamente fără Auto-MDI/MDI-X?
 - a. Straight-through
 - b. Crossover
 - c. Rollover
 - d. Coaxial

3. De ce fibra monomod duce mult mai departe decât cea multimod?
 - a. Pentru că are miezul mai gros
 - b. Pentru că miezul îngust permite practic un singur traseu al luminii, deci nu apare dispersie modală
 - c. Pentru că folosește LED-uri în loc de laser
 - d. Pentru că are atenuare mai mare

4. O legătură de 100 m între două switch-uri într-o clădire: care componentă a latenței domină?
 - a. Propagarea
 - b. Latenta echipamentelor
 - c. Timpul de transmisie și latenta echipamentelor
 - d. Jitterul

5. Ce împarte WDM între fluxuri?
 - a. Intervale de timp
 - b. Lungimi de undă diferite pe aceeași fibră
 - c. Perechi diferite din cablul torsadat
 - d. Adrese MAC diferite

6. Un cablu UTP de 130 m între două switch-uri. Ce faceți?
 - a. Nimic, dacă legătura se aprinde
 - b. Puneți un switch intermediar sau treceți pe fibră
 - c. Folosiți cablu Cat 8
 - d. Reduceți viteza la 10 Mbps

7. Ce înseamnă o atenuare de 3 dB?
 - a. Semnalul a scăzut cu 3%
 - b. Semnalul a scăzut la jumătate din putere
 - c. Semnalul a crescut de 3 ori
 - d. Nu înseamnă nimic fără o referință

8. De ce nu se poate alimenta un punct de acces prin fibră optică?
 - a. Pentru că fibră e prea subțire
 - b. Pentru că fibră transportă lumină, nu curent electric
 - c. Pentru că standardul nu permite
 - d. Pentru că ar arde miezul

Note bibliografice

Cu mediul lămurit, cursul următor urcă un nivel: cum se organizează biții în cadre, cum se identifică stațiile între ele, ce se întâmplă când doi vorbesc în același timp și de ce switch-ul a înlocuit hub-ul.

- TIA/EIA-568 - cablarea structurată a clădirilor comerciale
- ITU-T G.652 și G.657 - caracteristicile fibrei monomod
- IEEE 802.3af / at / bt - cele trei generații de PoE
- ANCOM - Tabelul Național de Atribuire a Benzilor de Frecvențe Radio
- Andrew S. Tanenbaum, *Computer Networks*, capitolul 2 - medii de transmisie și multiplexare

Extras din volumul „Rețele Locale - Note de curs și lucrări de laborator”. Varianta online a acestui capitol conține figurile în formă interactivă.