

KOMPIUTERIŲ TINKLAI

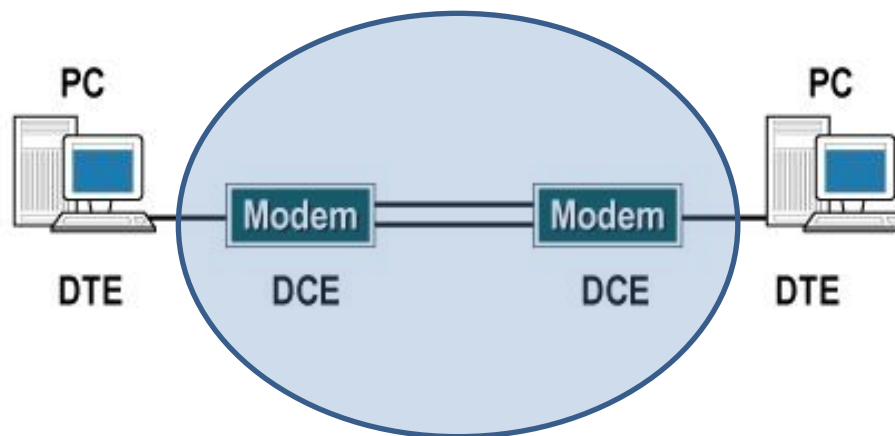
2 paskaita

Duomenų perdavimo linijos, tinklo topologijos, fiziniai tinklų komponentai

Duomenų perdavimo linijos

Duomenų perdavimo linijos (arba kanalai) užtikrina fizinį ryšį tarp tinklo įrenginių. Jos susideda iš:

- Fizinės elektrinių signalų perdavimo terpės (*media*)
- Duomenų (el.signalų) perdavimo įrenginių (DCE – *data circuit equipment*) (DTE – *data terminal equipment*)
- Tarpinių įrenginių.



Perdavimo terpė

Fizinė duomenų perdavimo terpė (angl. *media*) gali būti:

- Laidai (išoriniai be izoliacijos ir ekranavimo)
- Kableliai (variniai, optiniai)
- Radio signalai (antžeminiai, palydoviniai)
- Jungtys, antgaliai

Duomenų perdavimo terpė apibrėžia:

- Perdavimo greitį
- Perdavimo atstumą
- Slopinimą (varžą), atsparumą trukdžiams
- Instaliacijos sudėtingumą ir kainą

Standartai

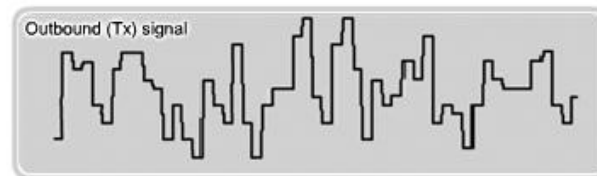
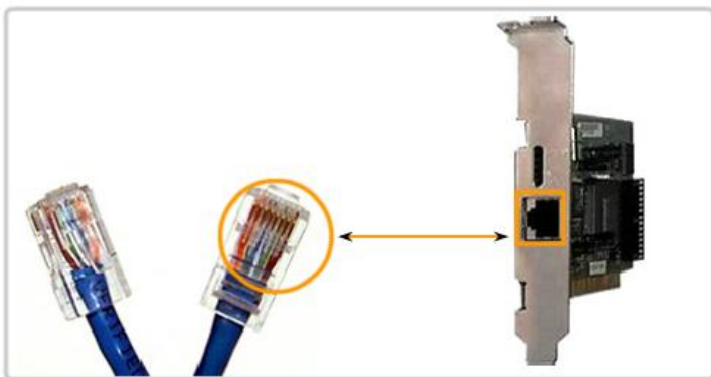
Fizinį duomenų perdavimą reglamentuoja įvairūs elektronikos inžinerijos standartai:

- **ISO** - International Organization for Standardization
- **ANSI** - American National Standards Institute
- **IEEE** - Institute of Electrical and Electronics Engineers
- **ITU** - International Telecommunication Union
- **EIA/TIA** - Electronic Industries Alliance /
Telecommunications Industry Association

Standartai

Minėti standartai nustato tokius tinklo parametrus:

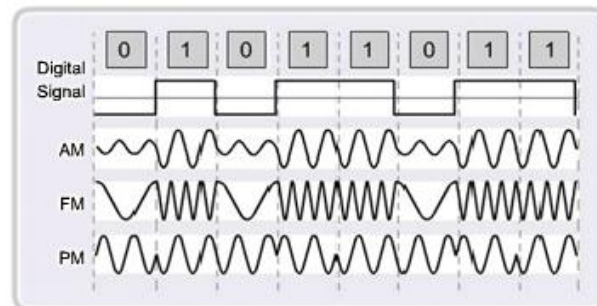
- Fizinės ir elektrinės terpės savybės
- Jungtis ir jų mechanines savybes
- Signalo kodavimą (bitų vertimas į atitinkamą signalą pvz. elektrinį signalą į šviesą arba radio bangas)
- Signalo kontrolės principus



UTP
signalas



Šviesos
impulsai

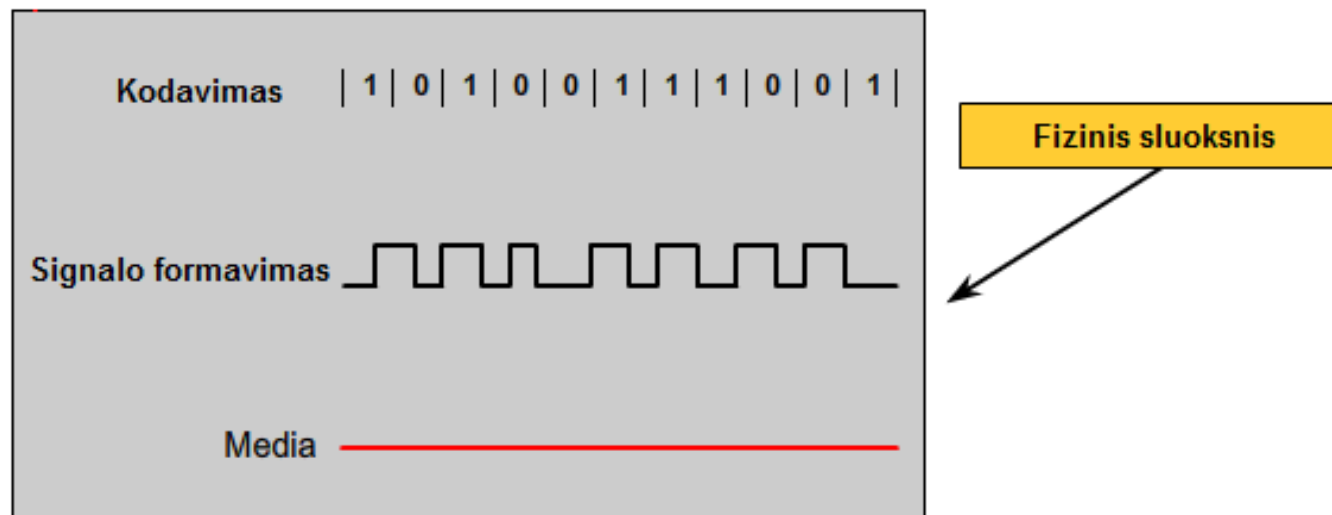


Radio
bangos

Fizinis lygmuo

Fiziniame duomenų perdavimo lygmenyje atliekamos trys pagrindinės funkcijos:

- Bitų grupavimas - kodavimas (*encoding*)
- Signalo (elektrinio, šviesos, radio) formavimas (*signaling*)
- Signalo perdavimas fizine terpe.



Bitų grupavimas - kodavimas

Duomenų grupavimo-kodavimo paskirtis – iš bitų (diskretinių duomenų) srauto, kurį suformuoja programinė įranga (pvz. failo siuntimas), suformuoti bitų rinkinius – kadrus (frame) pagal tam tikrą šabloną, kurį atpažįsta siuntėjas ir gavėjas.

Kodavimo metu taip pat pridedami papildomi bitai, žymintys grupės pradžią, pabaigą, kontrolinę sumą, reikalingą grupės bitų teisingumui patikrinti.

Nuo kodavimo priklauso perdavimo greitis – pralaidumas.

Pvz. 100Base-T ir 1000Base-T tuo pačiu kabeliu pasiekia skirtingą pralaidumą.

Signalu formavimas

Duomenų bitai prieš patekdami į perdavimo terpę privalo būti transformuoti į tinkamą elektrinį, šviesos ar radio signalą.

Perduodant skaitmeninį signalą, jis formuojamas iš atskirų harmoninių skirtingo dažnio signalų, kurių suma sudaro stačiakampio pavidalo signalą (Furje transformacija).

Skirtingo dažnio harmoniniai virpesių aibė sudaro harmonikų spektrą.

Signalu formavimas

Bitų (0 ir 1) atvaizdavimui perduodame signale naudojamos laike kintančios tokios signalo charakteristikos:

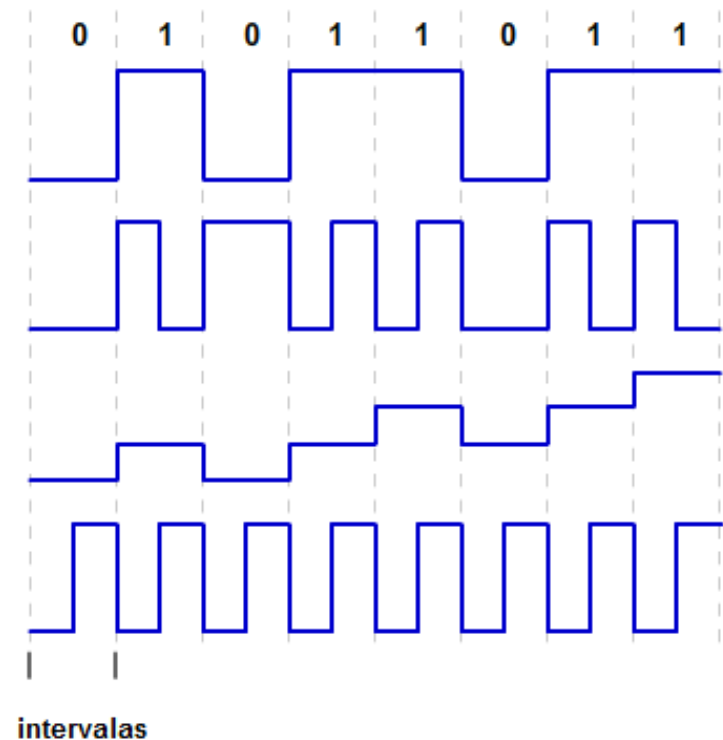
- Amplitudė
- Dažnis
- Fazė

Kintanti amplitudė

Kintantis dažnis

Kintanti fazė

Taktas



Perdavimo greičiai

Duomenų perdavimo linijų pagrindinės greičio charakteristikos:

- **Kanalo plotis** (*bandwidth*), matuojamas bps, Hz
- **Pralaidumas** (*throughput*), matuojamas bps

Kanalo plotis

Apibrėžimas iš signalų teorijos

Kanalo plotis – tai dažnių intervalas, kuriame išėjimo ir įėjimo ir signalo amplitudžių santykis nėra mažesnis nei 0,5.

Matavimo vienetai - hercai.

Apibrėžimas iš informatikos krypties

Kanalo plotis – informacijos kiekis, kuris GALĖTŲ būti perduodamas iš taško A į B per tam tikrą laiko vienetą.

Matavimo vienetai – bitai per sekundę.

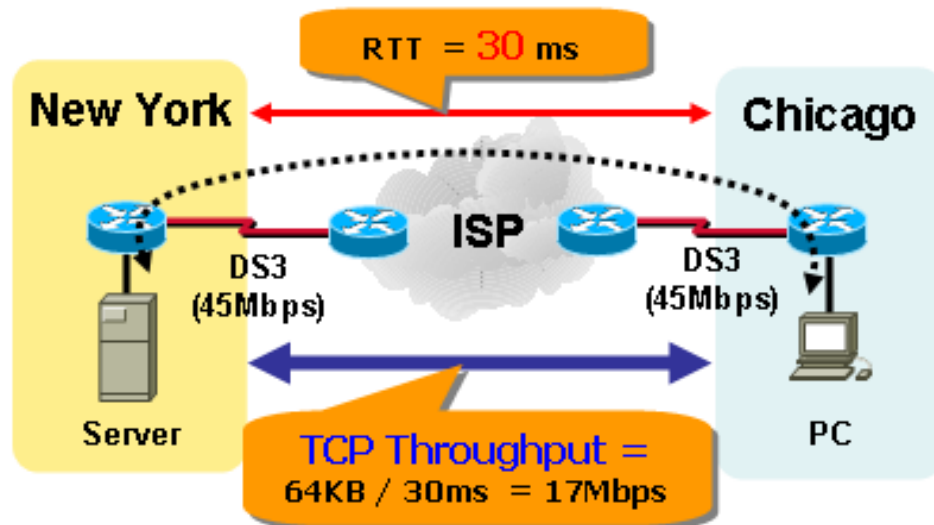
Kanalo plotis priklauso nuo **terpės charakteristikų (slopinimo) ir kodavimo tipo.**

Pralaidumas

Pralaidumas – tai bitų skaičius REALIAI perduotas duomenų perdavimo linija iš taško A į B per tam tikrą laiko tarpą.

Matavimo vienetai – bitai per sekundę.

Pralaidumas priklauso nuo mazgų skaičiaus tinkle, jų aktyvumo, kitų tinklo grandžių pralaidumo.



Kabeliai

Elektrinių ir optinių signalų perdavimui naudojami kabeliai.

Kabelis – tai perdavimo terpė, susidedanti iš:

- Laidininko (varis)
- Ekranavimo sluoksnio
- Izoliacinio sluoksnio

Kabelių tipai:

- Variniai
- Optiniai

Kabeliai yra apibrėžti tokiuose standartuose:

- EIA/TIA-568 (Amerika) ISO/IEC 11801 (tarptautinis)
- EN50173 (Europa)

Variniai kabeliai

Varis kaip laidininkas kabeliuose naudojamas dėl mažos specifinės varžos ρ .

$$R = \frac{l \cdot \rho}{S}, \quad \rho = \rho_0(1 + \alpha t)$$

Specifinė varža ρ ($\Omega \cdot m$):

Varis = $1,7 \cdot 10^{-8}$

geležis = $12,0 \cdot 10^{-8}$

aliuminis = $2,8 \cdot 10^{-8}$

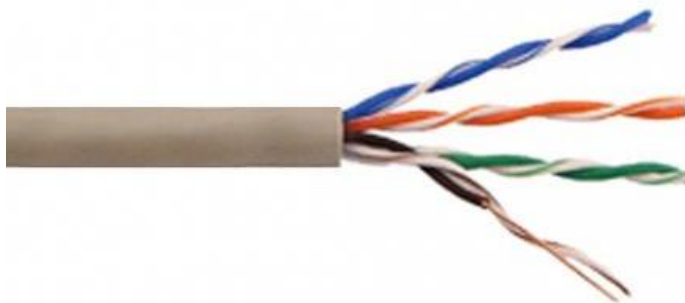
Variniais kabeliais perduodami elektriniai signalai. Kuo mažesnė varža, tuo mažesni energijos nuostoliai \rightarrow didesnį atstumą galime perduoti nepastiprintą signalą.

$$P = I^2 R$$

Variniai kabeliai

Variniai kabeliai, naudojami kompiuterių tinkluose:

- Vytos poros kabelis (twisted pair)
 - Neekranuotus (UTP)
 - Ekranuotus (STP)
- Koaksialinis kabelis (coaxial)



Vytos poros kabeliai

Vyta pora – tai tarpusavyje susukti du variniai laidai.

Kabelį gali sudaryti kelios, ar net kelios dešimtys porų.

Iš išorės poros apsaugomos izoliacijos sluoksniu.

Laidų susukimas sumažina gretimų porų ir išorinius elektrinius trikdžius bei perduodamo signalo iškraipymus.

Ethernet tinkluose naudojami 4 porų (8 laidų) kabeliai, o jų galuose dedami RJ-45 tipo jungčių antgaliai.

Laidų spalvos: oranžinė, žalia, mėlyna, ruda.

Vytos poros kabeliai skirstomi į ekranuotus ir neekranuotus.

Maksimalus kabelio ilgis iki 100 m.

Kategorijos

Vytos poros kabeliai gaminami 7 kategorijų, kurios atitinka standartą EIA/TIA.

- Kategorija 1 – tik telefono tinklams, greitis iki 20 Kbps (iki 1983);
- Kategorija 2 – tik IBM reikmės, dažnis iki 1MHz (nebegaminama);
- Kategorija 3 – dažnis iki 16 MHz, telefoniniams tinklams ir Ethernet (10 Mbps), Token Ring (4 Mbps) ir kt.;
- Kategorija 4 – pagerinta 3 kat., dažnis iki 20 MHz
- Kategorija 5 – dažnis iki 100 MHz, Fast Ethernet (100 Mbps), naudojamas šiuolaikiniame tinkle;
- Kategorija 5e – Gigabit Ethernet (1000 Mbps) tinklams.
- Kategorija 6 – dažnis iki 250MHz, Gigabit Ethernet (1000 Mbps)
- Kategorija 7 – dažnis iki 600MHz (tik STP)

Vytos poros kabelio antgaliai

Vytos poros kabeliui montuojami ISO 8877 (RJ-45) tipo antgaliai.

Antgaliai skirstomi į:

- Kištukus
- Rozetes



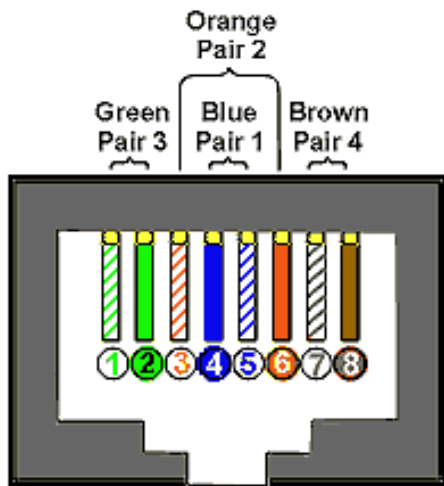
Antgalis turi 8 takelius į kuriuos statomi 8 laidai. Laidų eiliškumą antgalio takeliuose reglamentuoja EIA/TIA standartas.

Priklausomai nuo laidų išdėstymo abėjuose antgaliuose, kabelis gali būti **tiesioginis** arba **kryžminis**.

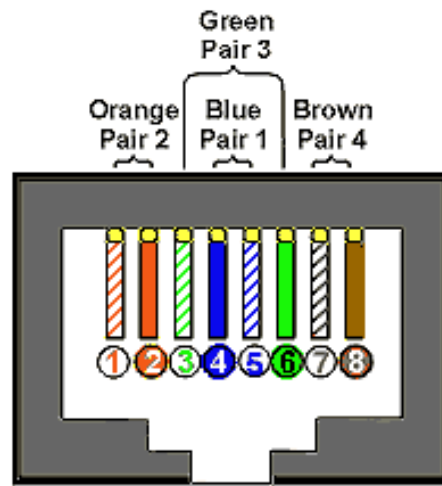
TIA/EIA 568

Kabelio gyslų spalvos ir numeracija			
TIA/EIA-568A		TIA/ EIA-568B	
1.	Baltas/Žalias	1.	Baltas/Oranžinis
2.	Žalias	2.	Oranžinis
3.	Baltas/Oranžinis	3.	Baltas/Žalias
4.	Mėlynas	4.	Mėlynas
5.	Baltas/Mėlynas	5.	Baltas/Mėlynas
6.	Oranžinis	6.	Žalias
7.	Baltas/Rudas	7.	Baltas/Rudas
8.	Rudas	8.	Rudas

TIA/EIA 568

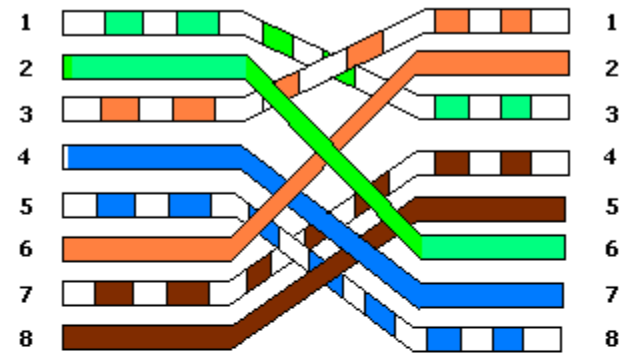


RJ-45 JACK
TIA/EIA 568A STANDARD

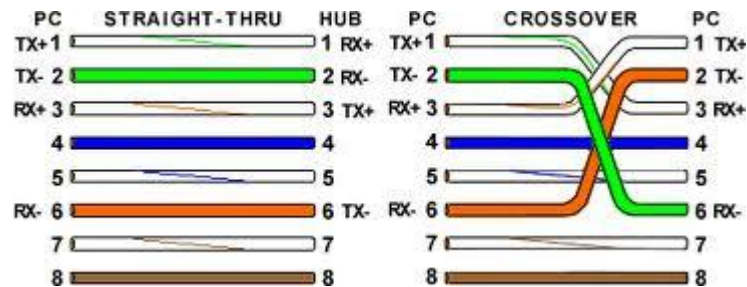
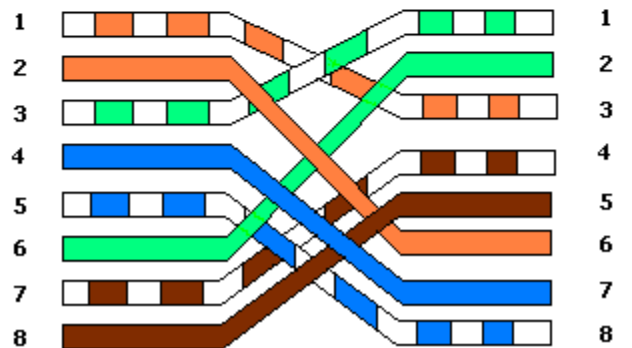


RJ-45 JACK
TIA/EIA 568B STANDARD

TIA/EIA 568A kryzminis



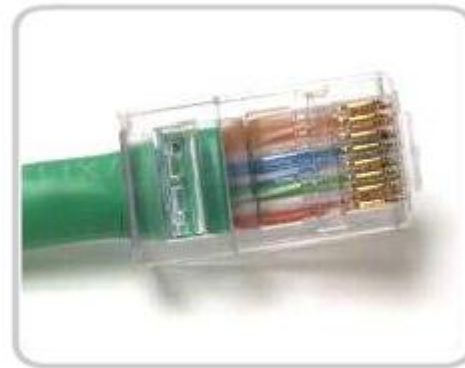
TIA/EIA 568B kryzminis



RJ-45 antgalio pavyzdys



Blogai uždėtas antgalis



Gerai uždėtas antgalis

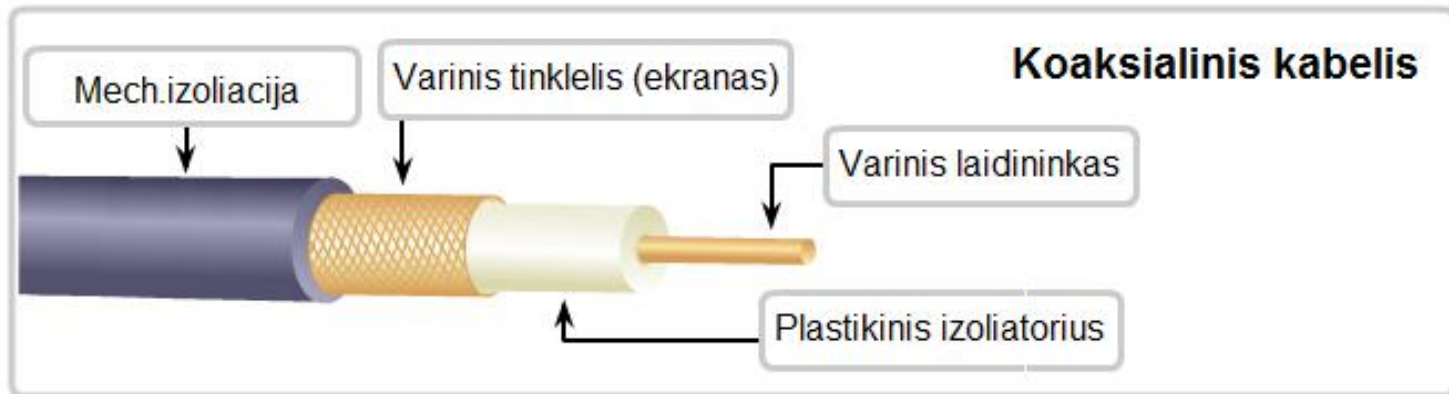
Koaksialinis kabelis

Koaksialiniai kabeliai turi puikią apsaugą nuo trikdžių ir tinka duomenims perduoti didesniais atstumais bei didesniais greičiais. 1 km ilgio kabelyje pasiekiamas 1 – 2 Gbps perdavimo greitis.

Koaksialinio kabelio tipai:

- **RG58** – plonas (*Thin coaxial*) (Signalas tokiu kabeliu be didesnių iškreipymų perduodamas iki 185 m atstumu, 50 Omų banginė varža), naudojamas 10Base-2 tinkluose;
- **RG8** – storas (*Thick coaxial*) (Signalas tokiu kabeliu gali būti perduodamas didesniu nuotoliu – iki 500 m, 50 Omų banginė varža 50 Omų banginė varža), naudojamas 10Base-5.

Koaksialinis kabelis



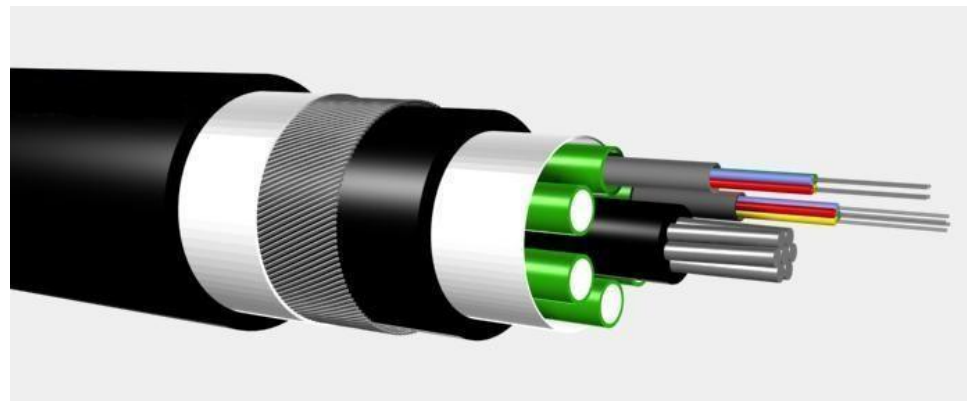
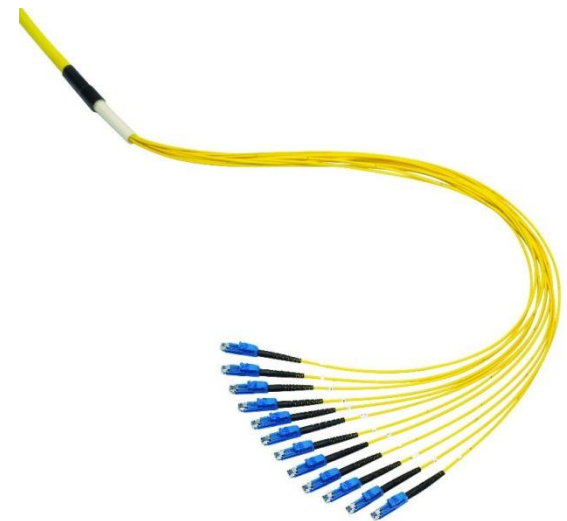
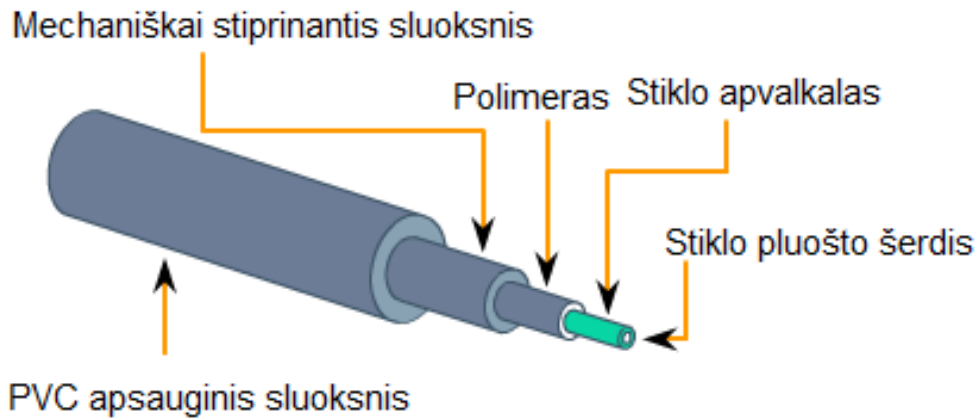
Optinis kabelis

Optinio pluošto kabeliai naudojami saugiai perduoti didelius duomenų kiekius dideliu greičiu ir dideliais atstumais.

Duomenys perduodami moduluotais šviesos bangų impulsais, kurie sklinda praktiškai nesusilpnėdami specialaus stiklo pluošto vamzdeliu.

Pluoštinių optinių kabelių neveikia elektromagnetiniai trikdžiai, todėl jie daug patikimesni už vytos poros ar koaksialinius kabelius.

Optinis kabelis



Daugiapluoštis optinis kabelis

Optinis kabelis

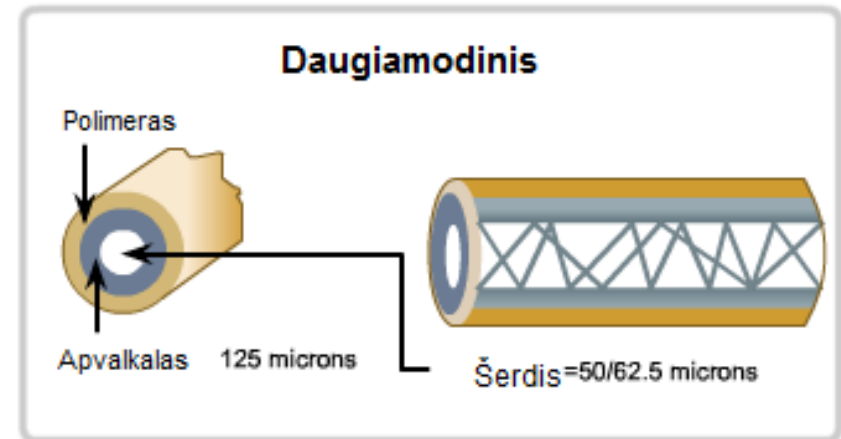
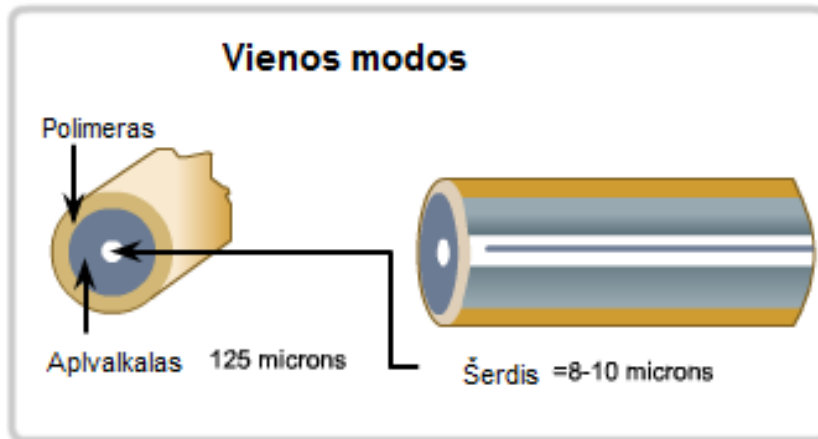
Optinis kabelio pluoštas gali būti:

- Daugiamodalinis - *MMF (Multiple Mode Fiber)*
- Vienos modos - *SMF (Single Mode Fiber)*.

MMF atveju duomenys perduodami 100 Mbps greičiu iki 10 km atstumu (naudojamas vietiniuose tinkluose),

SMF atveju greitis siekia 10 Gbps, o atstumas iki 100 km. Tokie kabeliai naudojami ilgų distancijų tinkluose.

Optinis kabelis



Vienos modos kabelio savybės

- Vienos spalvos šviesos spindulys
- Mažo diametro šerdis
- Maža dispersija
- Šaltinis - lazeris
- Atstumas iki 100 km

Daugiamodinio kabelio savybės

- Keletas šviesos spindulių
- Didesnio diametro šerdis
- Didesnė dispersija
- Šaltinis - LED
- Atstumas iki 2 km

Optinio kabelio antgaliai

Naudojami tokie optinio kabelio antgaliai:

- Vienos modos kabeliui (SC, LC single mode)
- Daugiamodiniam kabeliui (ST, LC multimode)

ST antgalis



Straight Tip (ST) connector (MMF)

sc antgalis



Subscriber Connector (SC) (SMF)

Single-Mode (LC)



Single-Mode Lucent Connector (LC)

Multimode (LC)



Multimode LC Connector

Duplex Multimode (LC)



Duplex Multimode LC Connector

Elektromagnetinės bangos

Labiausiai paplitęs duomenimis perduoti atmosfera būdas – elektromagnetinės bangos. Nuo bangų ilgio priklauso jų sklidimo pobūdis.

Naudojami trys bangų sklidimo tipai:

- sklidimas palei žemę (*Ground Wave*);
- jonosferinis (*Ionospheric*);
- Tiesia linija matomumo zonoje (*Line of Sight*).

Bevieliai tinklai

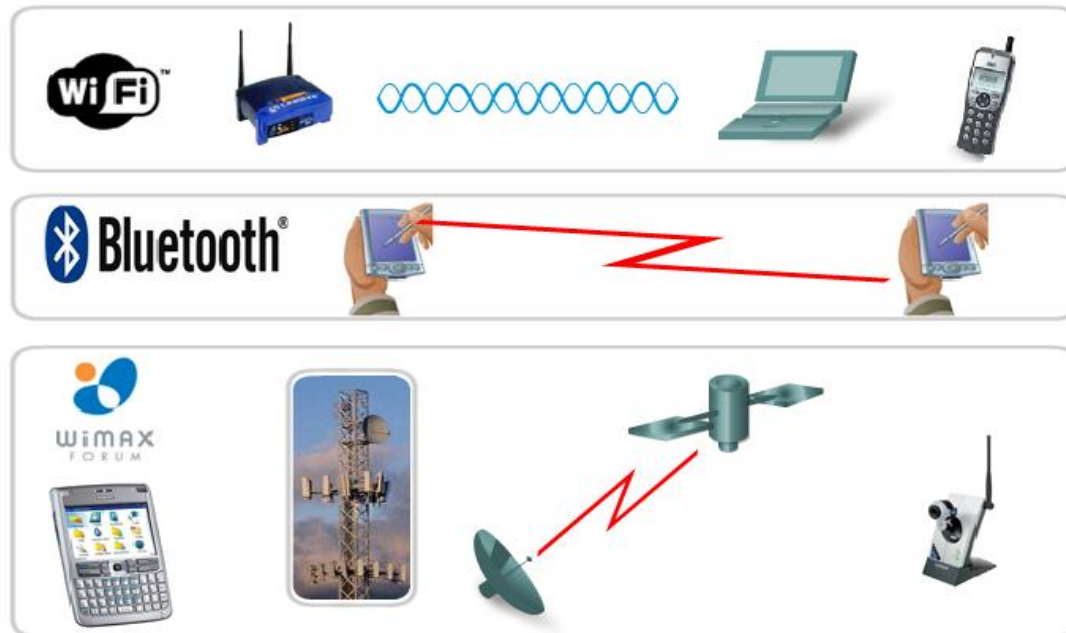
IEEE organizacija yra apibrėžusi tokius bevelius duomenų perdavimo būdus:

- **IEEE 802.11** – žinomas kaip **WiFi**, bangos dažnis 2,4 GHz (12 kanalų) arba 5 GHz (40 kanalų), CSMA/CA perdavimo būdas
- **IEEE 802.15** – Wireless Personal Area Network (WPAN), žinomas kaip **Bluetooth**. Atstumas iki 100 m. Dažnis 2,4-2,48 GHz. Siekiant išvengti sąveikos su kitais tą patį dažnį naudojančiais protokolais, naudojami 1 MHz pločio 79 kanalai, keičiami 1600 kartų per sekundę.

PS. 802.11 standarte kanalai turi skirtingą dažnį, kuris skiriasi 5-10 MHz.

Bevieliai tinklai

- **IEEE 802.16** – Worldwide Interoperability for Microwave Access, žinomas kaip **WiMax**. Ši technologija gali būti naudojama fiksuotai ir judriai plačiajuoste ryšio prieigai, taip pat taškas-taškas arba taškas - daug taškų sujungimams sudaryti.



Tinklo įrenginiai

Duomenų perdavimo tinkluose naudojami tokie įrenginiai:

- Koncentratorius-šakotuvus (hub)
- Tiltas (bridge)
- Komutatorius (switch)
- Maršrutizatorius (router)
- Modemas (modem)
- Bevielis prieigos taškas (access point)

Koncentratorius

Koncentratorius – tai tinklo įrenginys, kuris sujungia keletą mazgų į vieną tinklą. Duomenų perdavimo principas paremtas tuo, kad įeinantis signalas į vieną prievadą yra ištransliuojamas į visus koncentratoriaus prievadus. Tai savotiškas signalų kartotuvas.

Koncentratorius yra 1 OSI lygmens (layer 1) įrenginys.

Koncentratorius gali turėti RJ-45, BNC ir AUI (Attachment Unit Interface) prievadus.



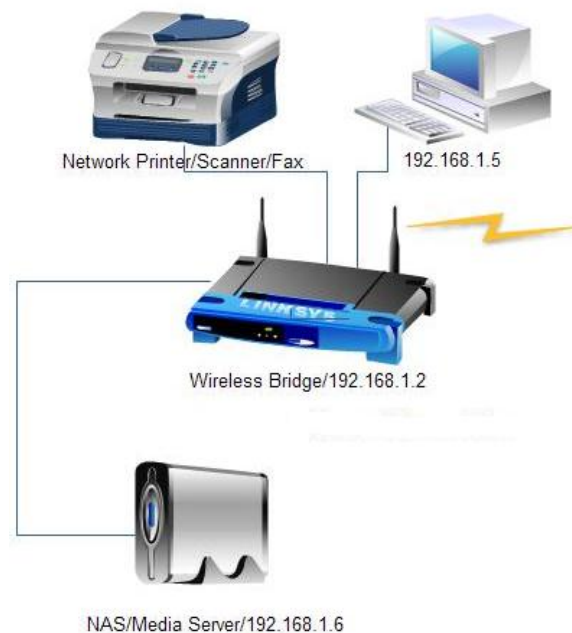
Tiltas

Tiltas – tai įrenginys, kuris atskiria (sujungia) tinklus į segmentus, perduodamas duomenis iš vieno segmento kitam tuo atveju, jei to reikia.

Tiltas segmentuoja srautus, taip didindamas tinklo našumą.

Srauto segmentavimui naudojama mazgų aparatiniai adresai, kurie kaupiami atitinkamose adresų lentelėse su nurodytais tilto prievadų numeriais.

Tiltas yra 2 lygmens įrenginys.



Komutatorius

Komutatorius – tai toks tinklo įrenginys, kuris sujungia tinklo mazgus arba segmentus. Iš esmės tai daugiakanalis tiltas, kurio kiekvienas prievadas veikia kaip tiltas.

Komutatorius gautą duomenų paketą persiunčia tiksliai gavėjui t.y. į tą prievadą, į kurį yra įjungtas gavėjo mazgas. Tai padidina tinklo saugumą ir našumą, nes kitiems tinklo segmentams nelieka būtinybės ir galimybės apdoroti ne jiems skirtus duomenis

Gavėjui skirtas prievadas parenkamas pagal aparatinį adresą (MAC), kurie kaupiami atitinkamose adresų lentelėse.

Komutatorius

Komutatoriai būna: nevaldomieji arba valdomi protokolų (tinklo monitoringo [RMON](#), paprasto stebėjimo [SNMP](#) ir pan.).

Valdomieji komutatoriai gali vykdyti daug papildomų funkcijų (dubliavimas, virtualusis [LAN](#), [QoS](#), kelių kanalų sutelkimas).

Komutatorius yra 2 arba 3 lygmens įrenginys (priklauso nuo funkcionalumo).



Maršrutizatorius

Maršrutizatorius – tai tinklo įrenginys, kuris ne tik segmentuoja srautus, lokalizuoja tinklo segmentus, bet ir sujungia atskirus tinklus, tapdamas tarptinkliniu įrenginiu.

Maršrutizatorius skaito paketo gavėjo IP adresą ir parinkęs tinkamą maršrutą persiunčia duomenis į atitinkamą potinklį.

Maršruto parinkimui naudojama maršrutizavimo lentelė.

Dideliame tinkle paketai perduodami nuo vieno maršrutizatoriaus kitam.

Maršrutizatorius yra 3 OSI lygmens tinklo įrenginys.

Bevielis pieigos taškas

Bevielis prieigos taškas – tai tinklo įrenginys, dirbantis kaip belaidis komutatorius, kuris skirtas sujungti į tinklą belaidžius tinklo įrenginius.

Prieigos taškas prijungtas prie koncentratoriaus, komutatoriaus ar maršrutizatoriaus siunčia belaidžio tinklo signalus. Tokiu būdu kompiuteriai ir įrenginiai gali jungtis prie laidinio tinklo bevieliu būdu.



Modemas

Modemas (angl. modem: modulator-demodulator) – tai įrenginys, kuris moduliuoja analoginį signalą iš skaitmeninio, tam, kad perduotų diskretinius duomenis analoginėmis ryšio linijomis (telefono).

Jis taip pat atlieka ir atvirkščią funkciją: demoduliuoja analoginį signalą į skaitmeninį, kad iškoduotų perduotą informaciją.

Paprastai kalbant, tai įrenginys, keičiantis analoginius signalus į skaitmeninius ir atvirkščiai.



Tinklų topologijos

Tinklų topologija - tai tinklo mazgų sujungimo būdas (loginė schema).

Tinklų topologijos būna tokios:

- **magistralė (bus)**,
- **žiedas (ring)**,
- **žvaigždė (star)**
- **Mišri - išplėsta žvaigždės** (extended star)
- **Hierarchinė** (hierarchical)
- **Tinklelio** (mesh).

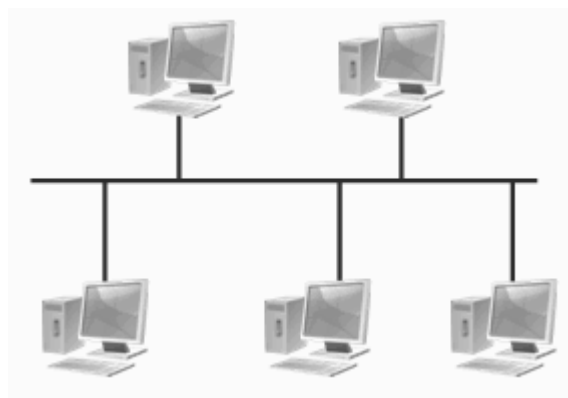
Dideli vietiniai tinklai organizuojami taikant **mišrią topologiją**.

Magistralės topologija

Magistralės topologija - tai toks mazgų sujungimo būdas, kai naudojamas **vienas bendras** visam tinklui perdavimo kanalas (paprastai koaksialinis arba optinis kabelis).

Visi kompiuteriai sujungiami tiesiogiai prie šio kanalo, o duomenys perduodami kanalu į abi puses.

Pagrindinis šio jungimo būdo trūkumas yra tai, kad pažeidimas tinklo vienoje padaro neveiksnią visą tinklą.



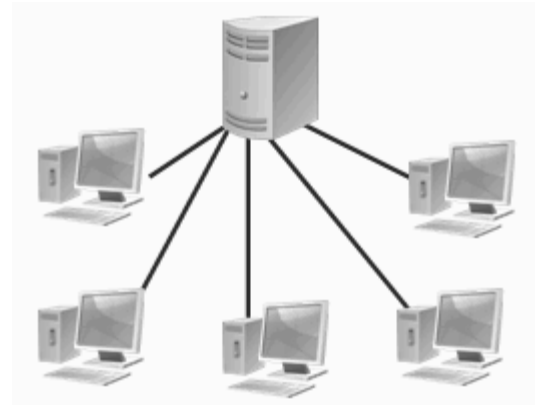
Žvaigždės topologija

Žvaigždės topologija – tai toks mazgų sujungimo būdas, kai visi mazgai sujungiami su centriniu mazgu.

Žvaigždės topologijos jungimui naudojama daugiau kabelio, nei magistralės, o centrinis mazgas – papildomas tinklo įrenginys koncentratorius (komutatorius).

Žvaigždės topologijos **privalumas** – **patikimumas** tai yra pažeidus vieną jungtį tarp kompiuterio ir komutatoriaus, likusi tinklo dalis veiks.

Sugedus tinklo komutatoriui – tinklas nebeveikia.



Žvaigždės topologija

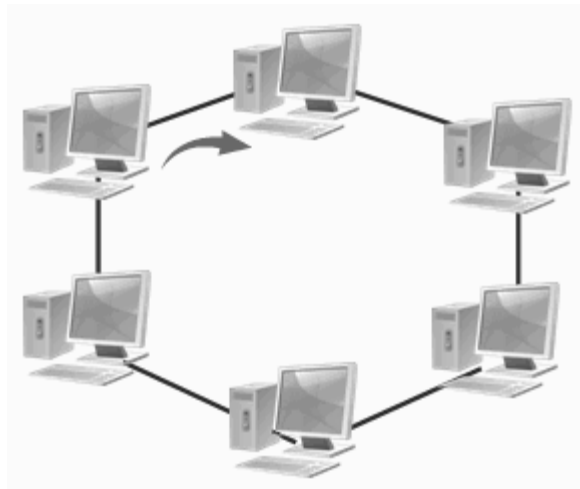
Žvaigždė - tai šiuo metu dažniausiai naudojama LAN topologija. Jai reikia daugiau kabelio, bet jis nėra brangus (UTP kabelio 1 m kaina ~ 1 Lt).

Suvedus kabelius į vieną vietą, galima lanksčiai naudoti įvairius tinklo įrenginius, formuoti atskirus potinklius, keisti jų konfigūraciją.

Žiedo topologija

Žiedo topologijai būdingas uždaras tinklas, sudarantis nenutrūkstamą žiedą.

Pradėję judėti viename žiedo taške, duomenys galų gale grįžta į pradžią: t. y. duomenys perduodami viena kryptimi.
(Bendruoju atveju, perdavimas gali vykti abejomis kryptimis).



Žiedo topologija

Skirtingai nuo žvaigždės, **žiedo topologijai būtinas nenutrūkstantis ryšys tarp visų kompiuterių**, nes pažeidus tinklą vienoje vietoje, jis, kaip ir magistralės atveju, nustoja veikęs.

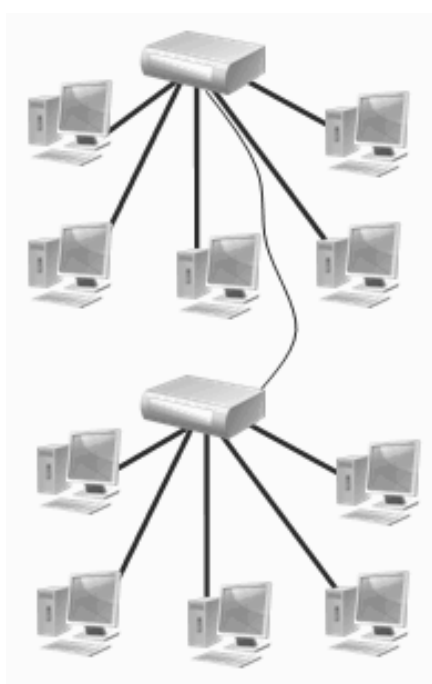
Kartais naudojama žiedinio tinklo schema, kai žiedą sudaro **centrinis valdymo įrenginys**, prie kurio tinklo įrenginiai jungiami kaip prie **koncentratoriaus** žvaigždės atveju.

Tačiau, skirtingai nei koncentratorius, kuris tik išskaido liniją į atskiras atšakas, žiedas įjungia kompiuterius į tinklą vieną po kito žiedo principu.

Žiedo topologija dažnai naudojama testavimo tikslais.

Mišrios topologijos

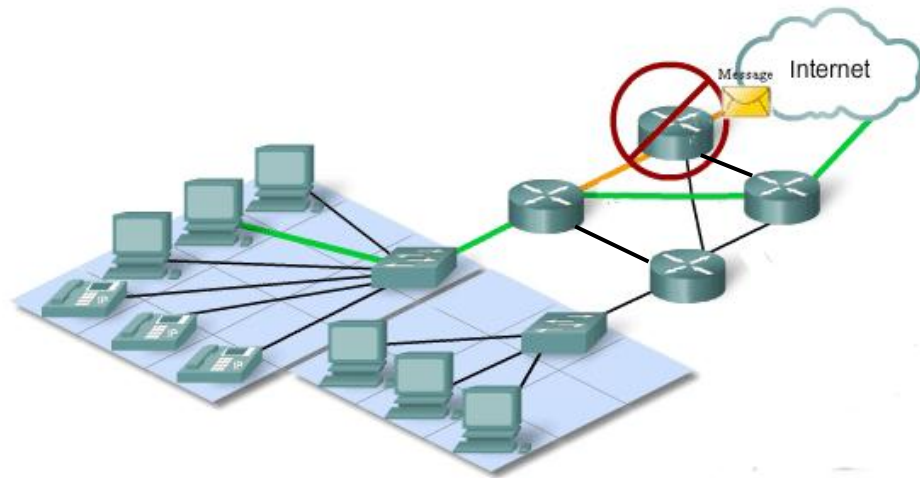
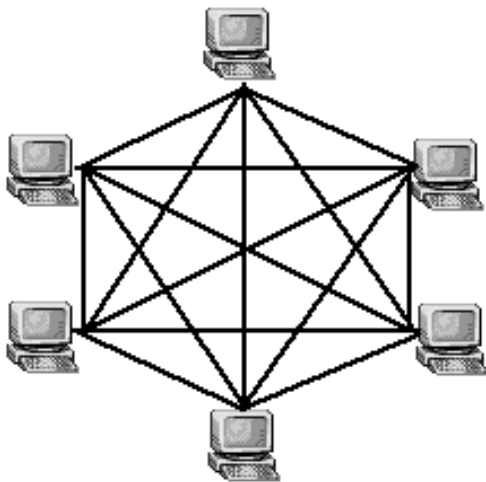
Išplėsta žvaigždės topologija (extended star topology), sujungia individualias žvaigždžių topologijas į vieną, tarp jų jungiant koncentratorių ir/arba komutatorių, ši topologija gali išplėsti tinklo ilgį ir veikimo zoną.



Tinklelio topologija

Tinklelio topologija (mesh) – tai toks mazgų sujungimo būdas, kai kiekvienas mazgas sujungiamas atskiru kanalu su kiekvienu tinklo mazgu.

Tokia topologija suteikia didžiausią tinklo fizinę saugumą. Ji naudojama aukšto patikimumo sistemose.



Fizinė ir loginė tinklo topologija

Fizine tinklo topologija (struktūra) vadiname tinklo mazgų fizinio sujungimo schema.

Paprastai kalbant – tai tinklo įrenginių ir kabelių schema.

Loginė tinklo topologija – tai informacijos ir duomenų srauto tarp tinklo mazgų schema.

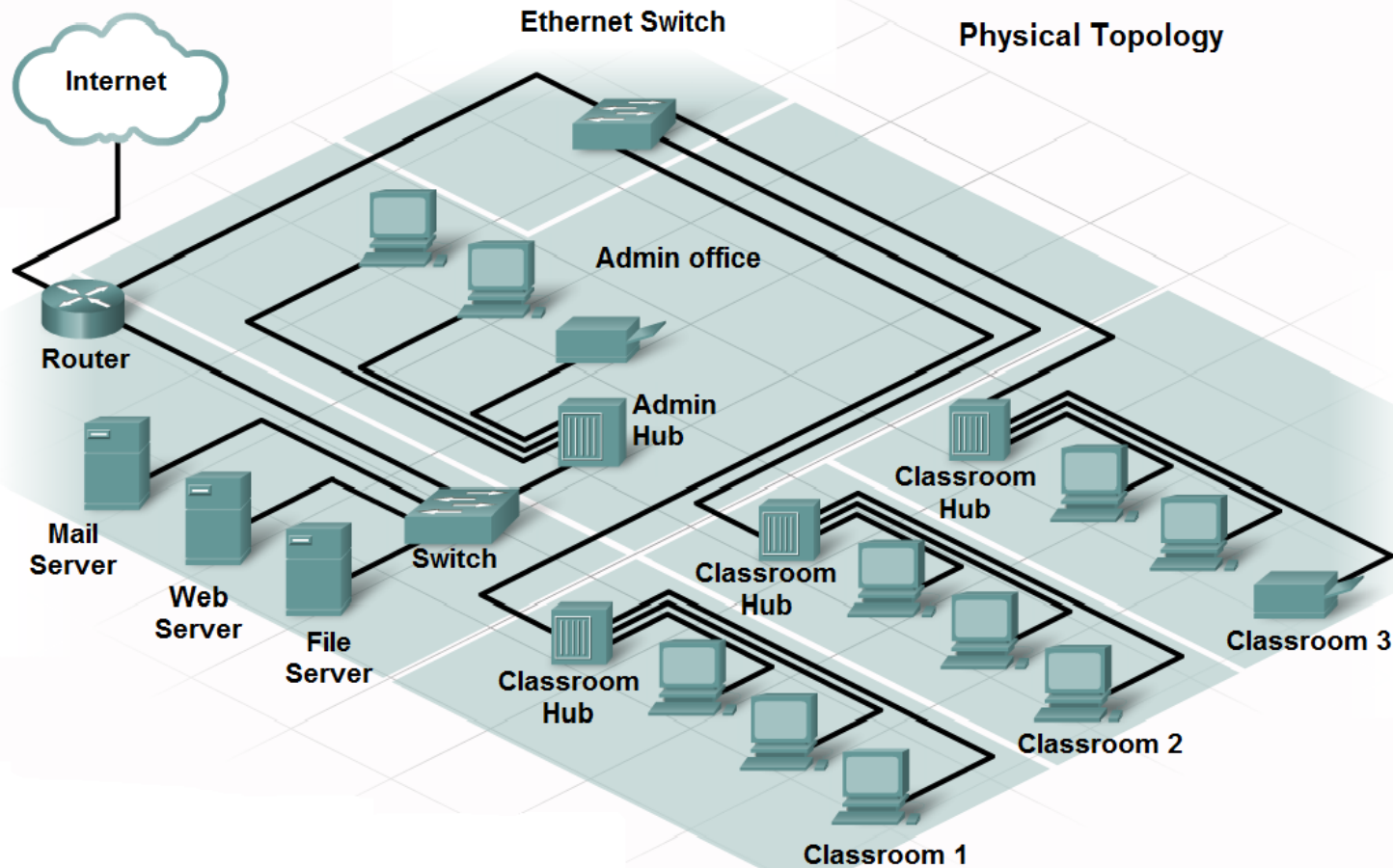
Mažuose tinkluose fizinė ir loginė struktūra dažniausiai sutampa, tuo tarpu dideliuose tinkluose – ne, nes tinklai skaidomi į virtualius tinklus, padalinių, grupių potinklius ir informacijos perdavimas tarp mazgų neatitinka fizinės tinklo struktūros.

Fizinė ir loginė tinklo topologija

Fizinė tinklo topologija tai:

- Fizinis tinklo įrenginių (maršrutizatoriai, komutatoriai, kompiuteriai) išdėstymas
- Tinklo įrenginių sujungimo schema
- Kabelių ilgiai ir išdėstymas
- Kompiuterių ir serverių konfigūracija

Fizinė tinklo topologija

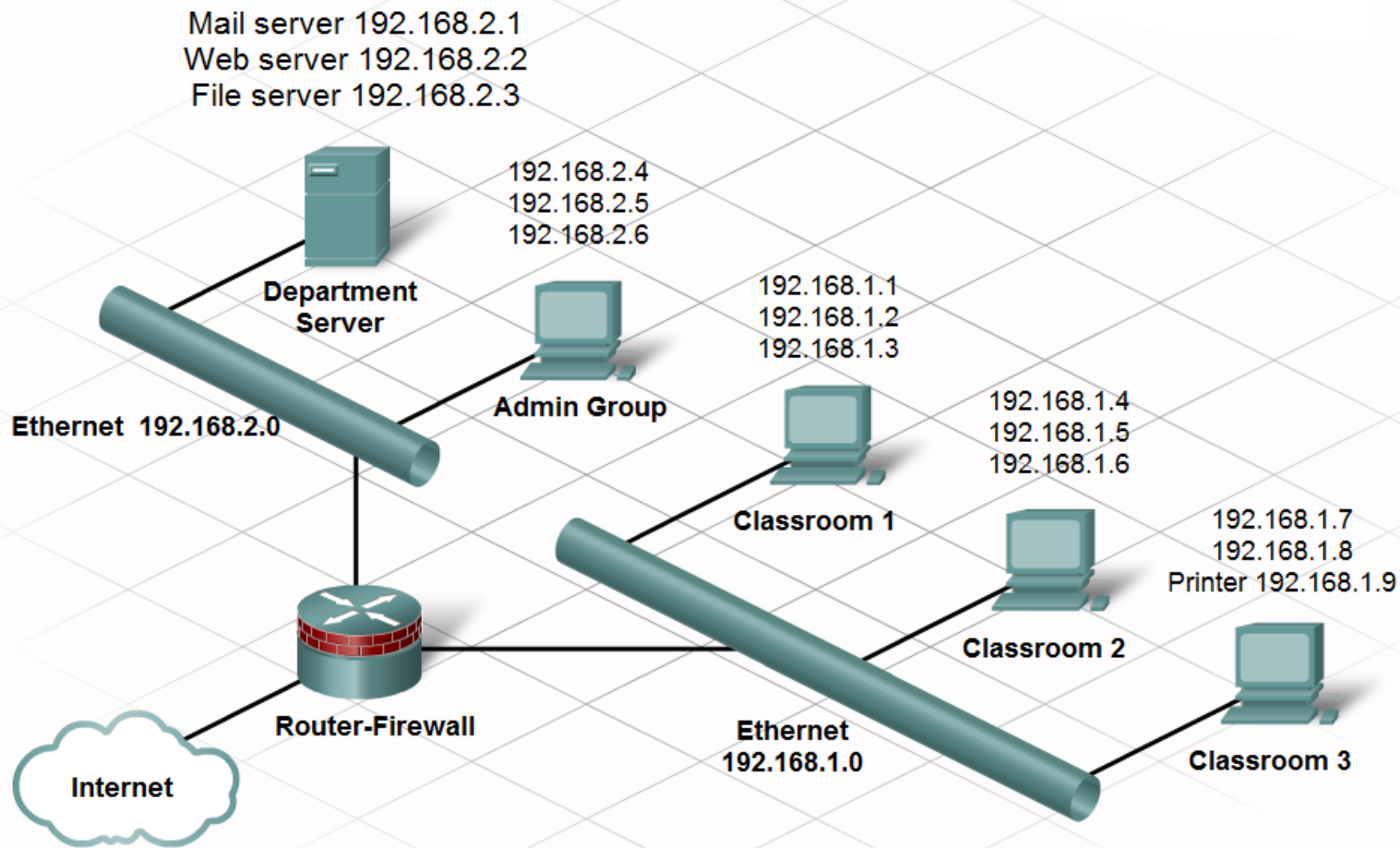


Loginė tinklo topologija

Loginė tinklo topologija tai:

- Pranešimų transliavimo (broadcast) dydis ir vieta, kolizijų domenai
- IP adresų schema
- Tinklo įrenginių vardų schema
- Bendrų resursų konfigūracija
- Vartotojų teisės ir įrenginių saugos nustatymai

Loginė tinklo topologija



Žymėjimai



Kompiuteris



NK



Serveris



IP telefonas



LAN kabelis



Beleidė
terpė



Komutatorius



Ugniasienė



Maršrutizatorius



Bevielis
maršrutizatorius



Debasis



WAN terpė