

KOMPIUTERIŲ TINKLAI

1 paskaita

Įvadas į kompiuterių tinklus

Dėstytojas

Teorija ir pratybos

Prof. dr. Dalius Mažeika

Informacinių sistemų katedros vedėjas

e-paštas Dalius.Mazeika@vgtu.lt

Tel. 2744830, L413 kab.

<http://dma.vgtu.lt/tinklai>

Dalyko apimtis - 3 kreditai

Teorijos paskaitos: 24 val. (12 paskaitų)

Laboratoriniai darbai: 24 val. (12 paskaitų)

Atsiskaitymai ir vertinimas:

- Tarpinis teorijos atsiskaitymas po 7 paskaitų (testas) - 2 balai
 - Savarankiškas darbas - 2 balai
 - Laboratoriniai darbų gynimas - 2 balai
 - Teorijos egzaminas (24 klausimų testas) - 4 balai
-
- 10 balų

Galutinis pažymys = 0,2 x tarpinis + 0,2 (sav. + lab.darbai) + 0,4 x teorija

Dalyko tikslas

Dalyko tikslas – suteikti žinias apie duomenų perdavimo principus, lokalių ir globalių kompiuterių tinklų technologijas, OSI modelį, IEEE 802.x ir RFC standartus, TCP/IP tinklo protokolus, tinklų maršrutizavimą, tinklų valdymą ir administravimą.

Suteikiami gebėjimai:

- Projektuoti nesudėtingus lokalius kompiuterių tinklus
- Analizuoti duomenų perdavimo srautus
- Atlikti bazinį CISCO komutatorių ir maršrutizatorių konfigūravimą
- Sukurti virtualų privatų tinklą
- Spręsti nesudėtingas kompiuterių tinklo problemas

Teorija

Semestro metu nagrinėjamos temos:

1. Kompiuterių tinklų samprata, komunikavimo principai, tinklų tipai
2. Tinklo topologijos, fiziniai tinklų komponentai, jų pagrindinės savybės
3. OSI ir TCP/IP modeliai
4. Lokalių tinklų (LAN) technologijos, IEEE 802.x standartas
5. Tinklo lygmuo, IP adresacija (IP v4, IPv6)
6. Transporto lygmuo, TCP, UDP protokolai

Teorija

Semestro metu nagrinėjamos temos (tęsinys):

7. Globalių tinklų (WAN) technologijos
8. Bevieliai tinklai (802.11x)
9. Maršrutizavimo protokolai (BGP, RIP, OSPF)
10. Virtualieji tinklai (VLAN)
11. Taikomasis lygmuo (DNS, DHCP, FTP, ICMP, SMTP...)
12. Tinklų monitoringas ir valdymas

Laboratoriniai darbai

Laboratorinių darbų temos:

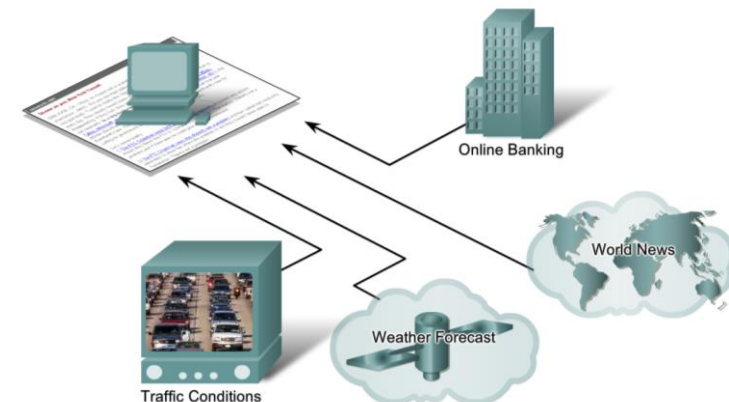
1. UTP komutacinio tinklo kabelio gaminimas ir tinklo plokštės parametrų nustatymas
2. Vieno rango lokalaus tinklo modeliavimas
3. Tinklo srauto ir ARP protokolo nagrinėjimas
4. Potinklių sudarymas, maršrutizuojamo tinklo kūrimas
5. IP adresai
6. Maršrutų tyrimas ir tinklo pralaidumo analizė
7. Bevielio lokalaus tinklo (WLAN) sukūrimas
8. Transporto protokolo įtaka ryšio linijos kokybei ir greitaveikai

Literatūra

- A. S. Tanenbaum, D. J. Wetherall. **Computer Networks**. Prentice Hall. 2010.
- J. F. Kurose, K. W. Ross. **Computer Networking. A Top Down Approach**. Addison Wesley. 2010.
- C. M. Kozierek. **The TCP/IP Guide**. 2005.
- A. Rodriguez, J. Gatrell, J. Karas, R. Peschke. **TCP/IP Tutorial and Technical Overview**. IBM Redbook, 2001.
- V. Olifer, N. Olifer. **Kompiuterių tinklai. Principai, technologijos, protokolai**. Piter, Sankt Peterburgas, 2006. (*rusų kalba*).
- <https://www.coursera.org/#course/comnetworks>

Bendravimas

- Gyvenant visuomenėje, žmonėms įprasta (*įgimta*) kalbėtis tarpusavyje, keistis informacija, žiniomis, paslaptimis ir t.t.
- Žmonės mėgsta bendrai dirbti, mokytis, praleisti laisvalaikį ar žaisti.
- Virtualioje skaitmeninėje visuomenėje – vartotojas nori turėti jam įprastas komunikavimo priemones ir sąlygas, kaip ir realiame pasaulyje.
- **Telekomunikaciniai tinklai** būtini, siekiant patenkinti žmogaus prigimtinius poreikius bendrauti.



Duomenų perdavimo tinklai

Duomenų perdavimo tinklai – tai viena iš telekomunikacinių tinklų dalių, kuriame tarpusavyje sujungti autonominiai:

- kompiuteriai,
- mobilieji įrenginiai,
- balso ir vaizdo įrenginiai
- kiti skaitmeniniai duomenų perdavimo įrenginiai.

Duomenų perdavimo tinklais perduodami **duomenys t.y. tekstas, vaizdas, video, kalba.**

Šiame kurse laikysime, kad:

Kompiuterių tinklai = Duomenų perdavimo tinklai

Kompiuterių tinklai

Kompiuterių tinklo paskirtis - duomenų perdavimas.

Kiekvienas įrenginys kompiuterių tinkle vadinamas **mazgu**.

Mazgai gali būti kelių metrų ar kelių tūkstančių kilometrų atstumu.

Tinklu perduodamų duomenų visuma dažnai vadinama **duomenų srautu**.

Kokia tinklų nauda?

- **Bendras resursų naudojimas.** Nutolęs vartotojo gali dalintis resursais su kitais vartotojais.
- **Galimybė prieiti prie nutolusios informacijos:** finansinės institucijos, e-parduotuvės, e-laikraščiai, žurnalai, bibliotekos.
- **Socialinis bendravimas:** e-paštas, forumai, konferencijos, pokalbiai ir t.t.
- **Nuotolinis mokymas**
- **Medicininė ir ekspertinė pagalba**
- **Pramogos ir žaidimai tinkle.**

Kompiuterių tinklų istorija (1)

- **1960 m.** Mainfraime' tipo kompiuteriai ir terminalai.
- Globalūs tinklai (1960 m. antra pusė):
 - Telefoninio tinklo pagrindu (~10 kbps)
 - Paketų komutacija
 - Tinklinės operacinės sistemos
 - Failų persiuntimas, e-paštas (off-line paslaugos)
- **1969 m.** sukurtas ARPANET tinklas (JAV) – pirmas žingsnis link Interneto.

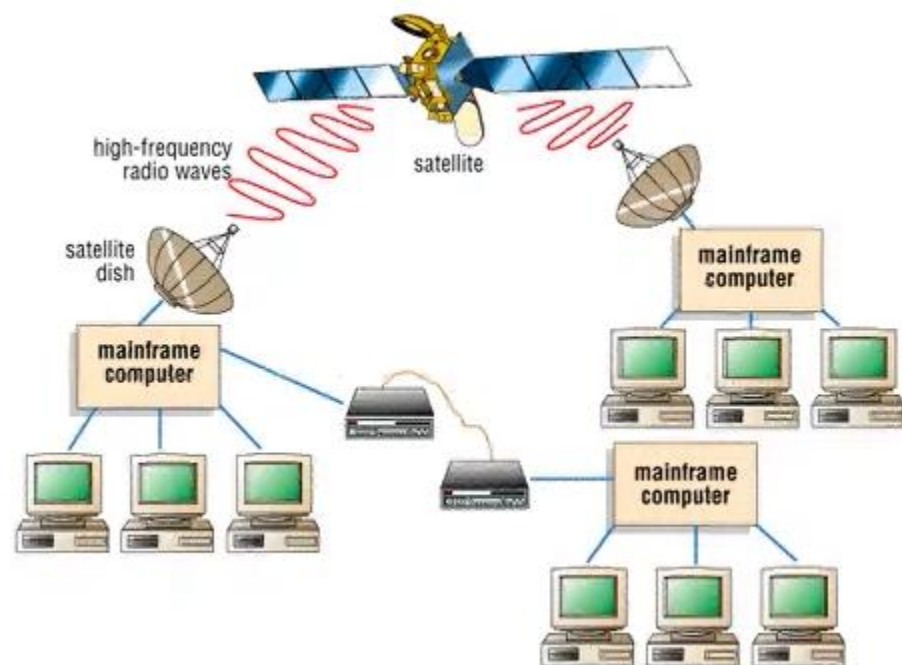
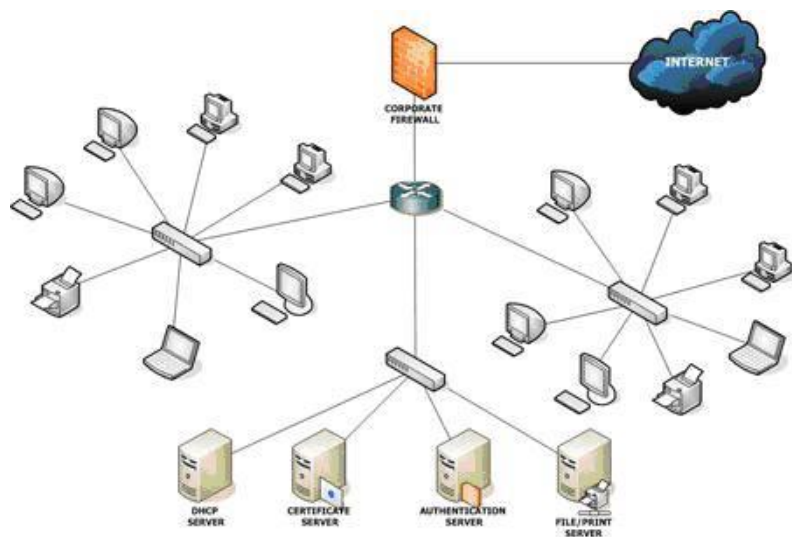
Kompiuterių tinklų istorija (2)

- **1970 m.** mini kompiuterių pradžia ir lokalių tinklų atsiradimas. *Lokalūs tinklai veikia organizacijos ribose (1-10 km).*
 - Nestandarizuotos lokalaus tinklo technologijos.
 - Gamintojai kuria savo HW/SW.
- **1980 m.** sukuriamos standartizuotos LAN technologijos:
 - Ethernet (1980 m.)
 - Token Ring (1985 m.)
 - Token Bus
 - FDDI (1985 m.)
- **1980 m.** Interneto sukūrimas TCP/IP pagrindu.
- **1991 m.** žiniatinklio (web) sukūrimas.

Tinklų tipai

Kompiuterių tinklų dydis matuojamas pagal jų apimamą geografinį plotą. Priklausomai nuo ploto, tinklai skirstomi į:

- **Lokalius/vietinius tinklus (LAN)**
- **Miesto tinklus (MAN)**
- **Globalius tinklus (WAN)**



Lokalus tinklas

Lokalūs (angl. *Local Area Network*, LAN) jungia netoliese, vienoje patalpoje, pastate, organizacijoje ir pan. esančius kompiuterius.

LAN naudoja **tik jiems vieniems** sukurtą ryšio linijų sistemą.

Savybės

- Didelis duomenų perdavimo greitis
- Nedidelis mazgų kiekis (VGTU LAN ~3000 kompiuterių)
- Magistralinės, žvaigždės arba išplėstinės žvaigždės topologiją
- Pilnai valdomas įmonės tinklų administratoriaus.

Globalūs tinklai

Globalūs tinklai (angl. *wide area network*, WAN) - tai tarpusavyje sujungti lokalūs tinklai. Globalūs tinklai apima skirtingus miestus ar valstybes.

Globalieji tinklai naudoja **bendro naudojimo** ryšio linijas.

Globalūs tinklai paprastai yra organizuoti *mazgas – mazgas* principu, o maršrutizavimas ir adresavimas juose yra kryptingas.

Konstruojant globaliuosius tinklus ir norint sujungti juos į vieną visumą, naudojama visa eilė specialių tinklo įrenginių.

Globaliųjų tinklų, kaip tarptinklinės struktūros, tai yra kompiuterių ir kompiuterinių tinklų sujungtų tarpusavyje visumos, negalima suformuoti naudojant vieną technologiją ir topologiją, čia naudojama mišri topologija.

Komunikacijų principas

Kompiuterių tinkluose **duomenų perdavimui** naudojamos **analogiškos procedūros**, kaip ir komunikuojant žmonėms t.y. siuntėjas ir gavėjas naudoja tą pačią:

- Kalbą (LT, LV, EN)
- Turinio kontekstą (literatūra, filosofija, mokslas)
- Formą (eiliuota, proza, apibrėžta sakinio struktūra)
- Komunikacijos metodą (gyvai, telefonu, laiškais)
- Komunikacijų greitį
- Perdavimo terpę (oras, vanduo)

Komunikacijoms vykdyti naudojamos taisyklės dar vadinamos **protokolais**.

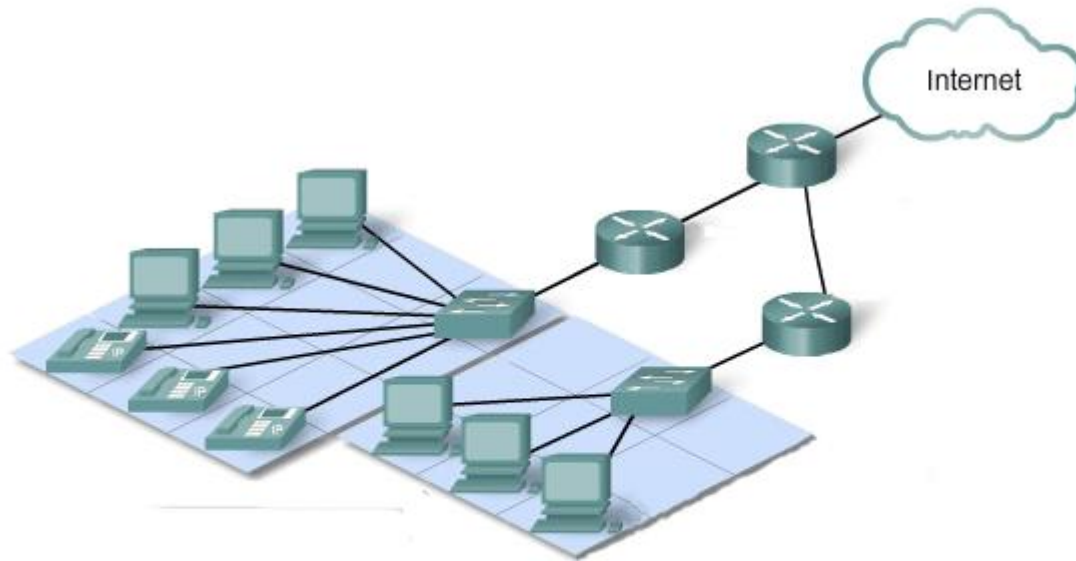
Tinklų sudedamosios dalys

Kompiuterių tinklus sudaro:

- **Kompiuteriai ar kiti įrenginiai**, besikeičiantys informacija ir atliekantys *siuntėjo* ir *gavėjo* vaidmenį
- **Komunikaciniai įrenginiai** (maršrutizatoriai, komutatoriai, AP)
- Fizinės duomenų perdavimo **terpės** (*media*)
- Duomenų **paketai**, keliaujantys tinkle
- **Taisyklės**, valdančios duomenų perdavimą ir nustatančios kaip pranešimai siunčiami, gaunami ir interpretuojami.
- Tinklo **paslaugos**.

Plečiamumas

Kompiuterių tinklas turi pasižymėti **plečiamumo** (*scalability*) savybe t.y. tinklas gali būti plečiamas prijungiant naujus įrenginius ar tinklo vartotojus, neįtakojant tinklo našumo ar paslaugų. Tai užtikrinama naudojant hierarchinę fizinę tinklo struktūrą ir loginę architektūrą.



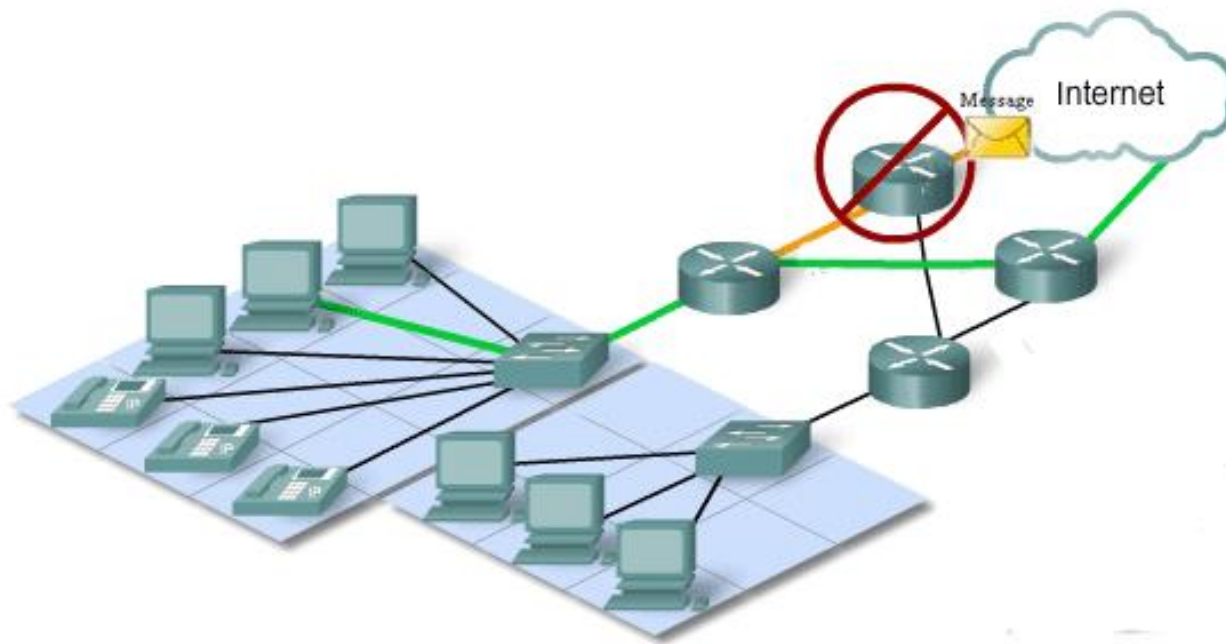
Patikimumas

Kompiuterių tinklas turi milijonus vartotojų, juos sudaro milijonai tinklo įrenginių, todėl tinklo architektūra turi būti patikima.

Patikimumas – tai tai įrenginio, dirbančio nustatytu režimu ir nustatytomis darbo bei aptarnavimo sąlygomis, savybė nustatytą laiką atlikti savo funkcijas, išlaikant apibrėžtą funkcionalumą ir eksploatacines charakteristikas.

Norint apsisaugoti nuo gedimo padarinių taikomas **pertekliškumo principas**, kuris sako, kad sugedus sistemai ar jos komponentui, jo darbą turi perimti kitas (perteklinis) to pačio funkcionalumo komponentas. Tokiu būdu duomenų perdavimas nenutrūksta.

Patikimumas



Sugedus vienam tinklo įrenginiui, jo darbą ir funkcijas perima dubliuojantis įrenginys.

Prioritetas

Duomenų perdavimo tinkluose norėdami suteikti pirmenybę svarbesniems duomenims, naudojamas **prioritizavimo principas**.

Suteikdami prioritetus duomenų srautams, galime realizuoti sutartą duomenų perdavimo paslaugos kokybę (QoS).

Srautų prioretizavimas ypač aktualus kalbant apie garso ir vaizdo perdavimą.

KODĖL?

Tinklo sauga

Tinklo saugai apibrėžti naudojamos sąvokos (CIA triad):

- **Konfidencialumas** (šifravimas) – taisyklės ribojančios prieigą prie informacijos
- **Integralumas** (pilnumas) – tai garantija, kad duomenys yra tikri ir patikimi
- **Pasiekiamumas** (autentifikacija) – informacija prieinama autorizuotiems vartotojams, o tinklo infrastruktūroje yra pertekliniai įrenginiai patikimumui užtikrinti.

Sauga

Duomenų perdavimo tinklai turi būti saugūs. Tinklų sauga apima:

1. Vartotojų autentifikaciją ir autorizaciją
2. Apsaugą nuo įsilaužimų ir neteisėtos prieigos prie paslaugų ar duomenų
3. Apsaugą nuo virusų ir kito kenksmingo programinio kodo
4. Tinklo saugos politiką (nuostatus, taisykles, reikalavimus)
5. Tinklo stebėjimą
6. Fizinę tinklo saugą (apsauga nuo gedimų *fault tolerance*)

Tinklų architektūros modeliai

Tinklo architektūra nusako tinklo įrenginių roles, atsakomybes ir funkcijas tinkle.

Tinklo architektūra pasirenkama pagal vartotojų skaičių, programų reikalavimus, techninės priežiūros kaštus, tinklo geografiją ir t.t.

Tinklo architektūros modeliai:

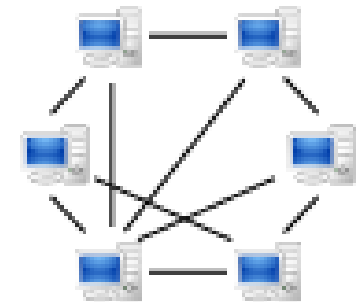
1. Vieno rango (lygiarangiai, Peer-to-Peer)
2. Klientas – serveris
3. Hibridiniai

Vieno rango tinklas

Vieno rango tinklas – tai tinklas, kuriame visi įrenginiai yra funkciškai lygūs, o bendri tinklo resursai decentralizuoti.

Vieno rango tinklo savybės:

- Bendri failai saugomi decentralizuotai, o jų pateikimas – kiekvieno mazgo reikalas.
- Nedidelis tinklo naudotojų skaičius < 10
- Komunikacijos: mazgas – mazgas
- Naudojama nespecializuota OS
- Vartotojai dirba vienoje grupėje
- Nėra centralizuoto administravimo (įrenginio, valdančio visą tinklą)
- Kiekvienas vartotojas atsakingas už savo resursų valdymą



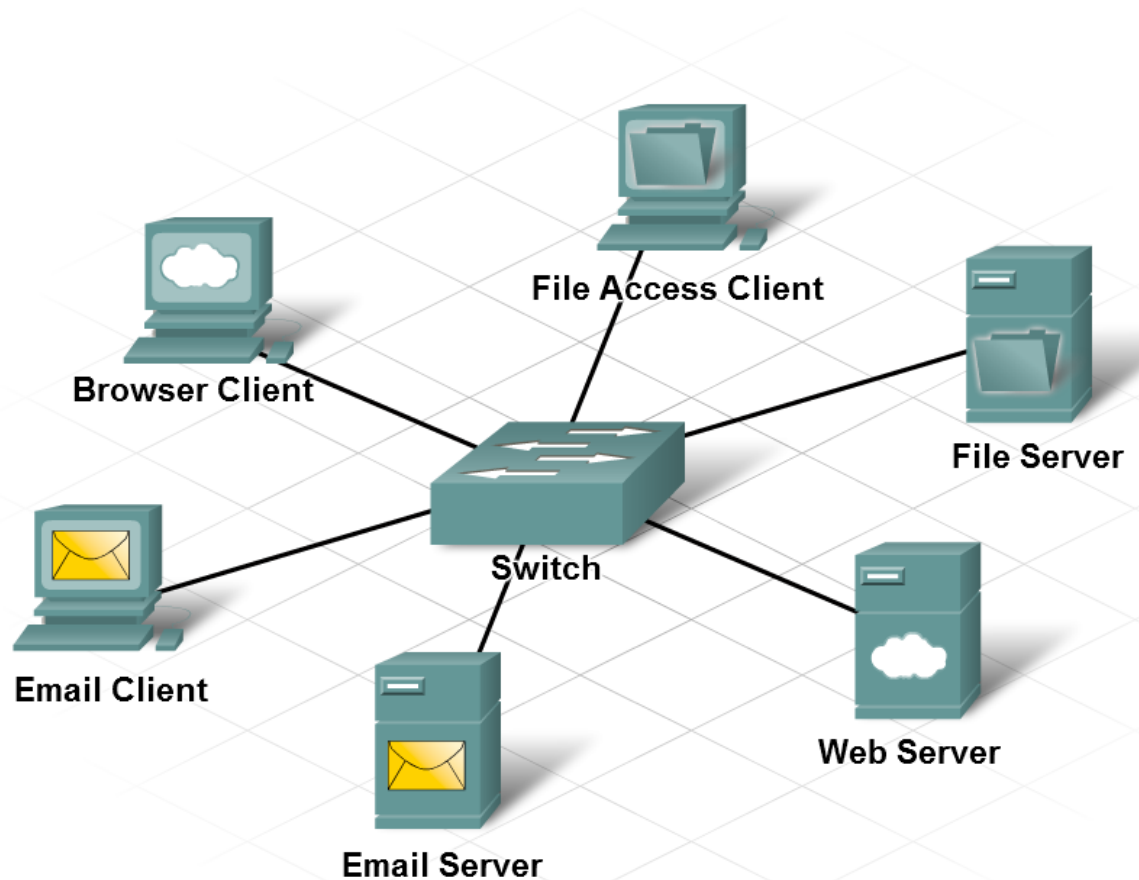
Klientas - serveris

Kompiuterių tinkle **paslaugos** (failų, e-pašto, IS ir t.t.) yra pateikiamos kliento-serverio režime t.y. klientas siunčia užklausimą dėl reikalingos informacijos, o serveris atsiunčia klientui tai, ko prašo klientas.

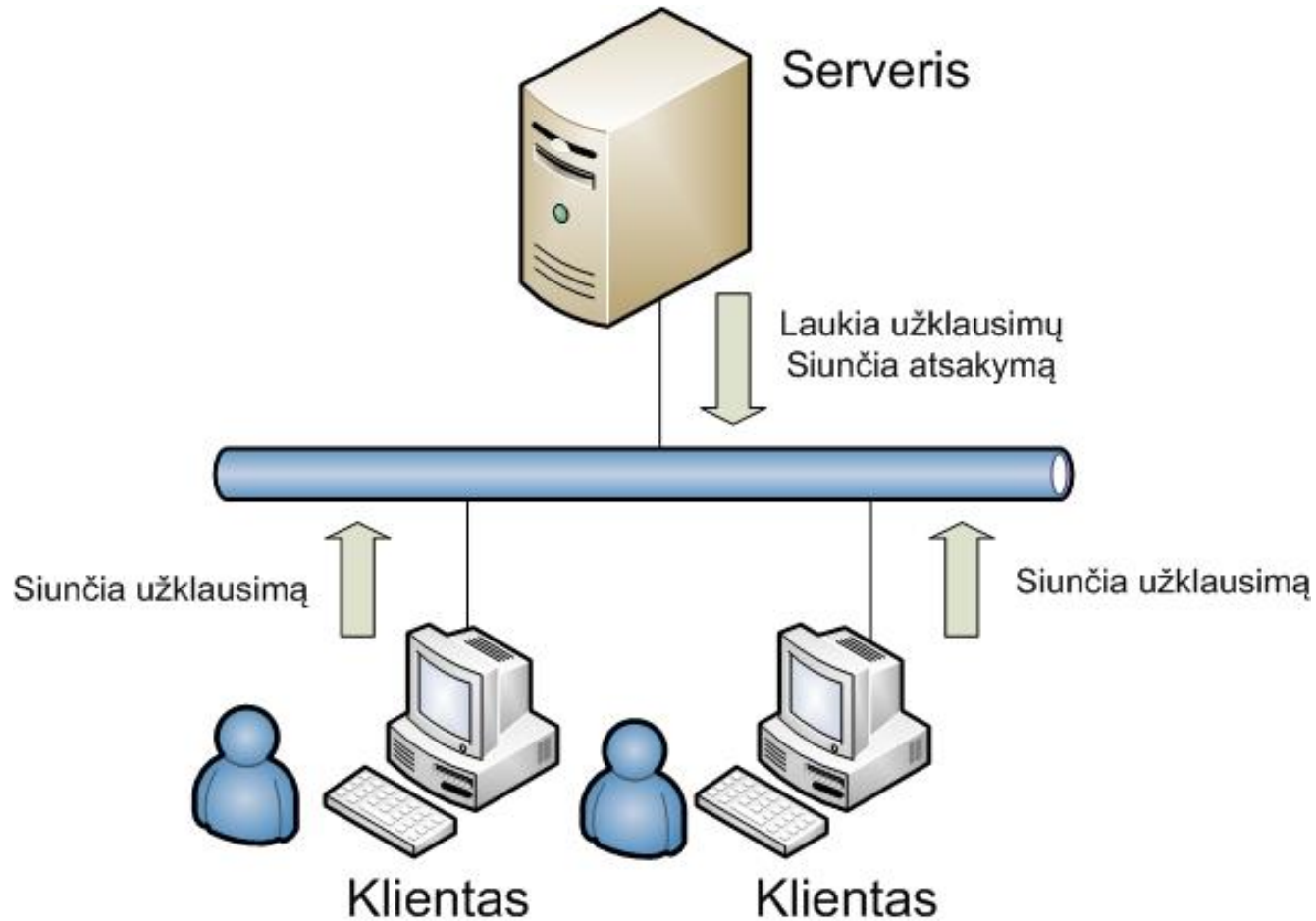
Klientas – tai tinklo įrenginys, kuris suformuoja užklausą nuotolinei sistemai, o gavęs duomenis juos perduoda užklausą suformavusiai programai.

Serveris – tai tinklo įrenginys, kuris laukia kliento užklausų ir jas vykdo. Serveris gali aptarnauti keletą klientų vienu metu. **Žodis “serveris” kilęs iš angl. „serve“.**

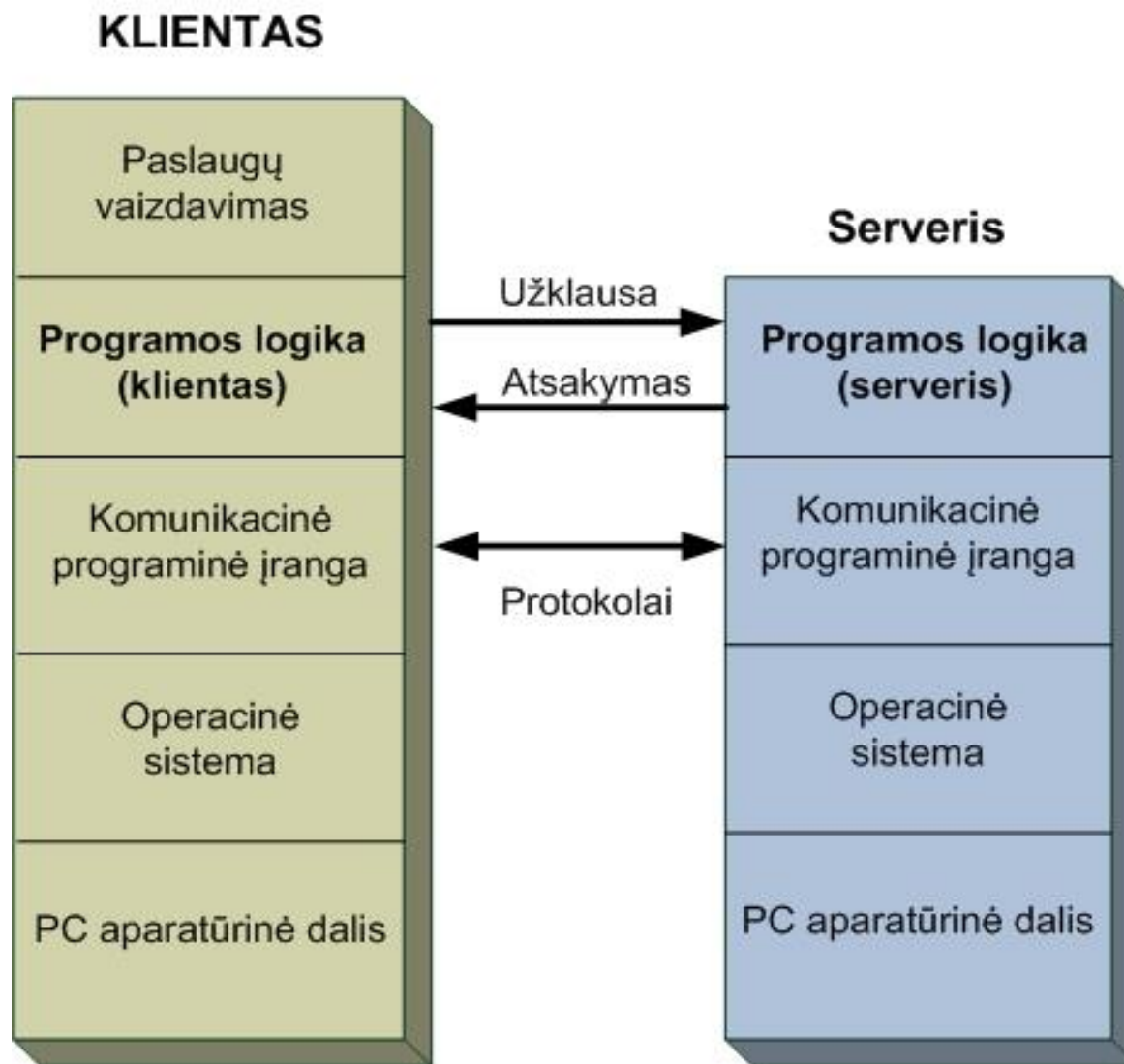
Klientas - serveris



Klientas - serveris



Klientas - serveris



Kliento - serverio tinklas

Kliento serverio tinklo savybės:

- Centralizuotas tinklo paslaugų teikimas:
 - failų saugojimas,
 - programos,
 - duomenų bazės,
 - tinklo valdymas
- Lengvai plečiamas tinklas
- Centralizuota tinklo vartotojų autorizacija ir valdymas
- Centralizuotas saugumo valdymas

Komutacija

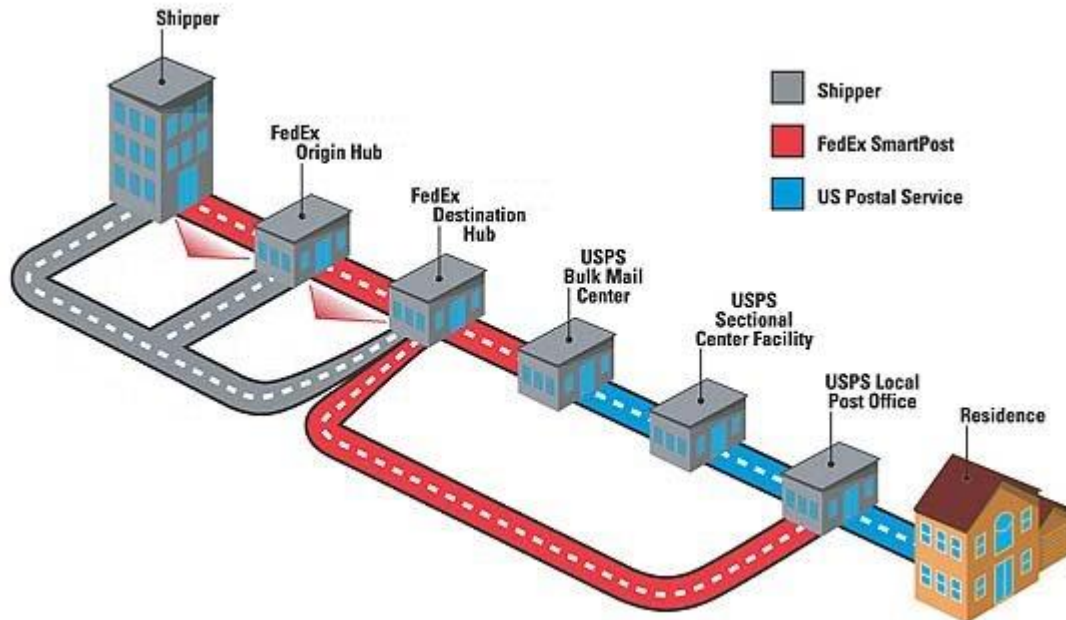
Pagrindinė kompiuterių tinklų užduotis – nusiųsti siuntėjo pranešimą gavėjui. Pranešimas siunčiamas duomenų perdavimo terpe: **kabeliais arba belaidžiu būdu.**

Tinkluose egzistuoja daug vartotojų. Jiems turi būti suteikta galimybė susijungti su bet kuriuo kitu vartotoju duomenų perdavimui.

Kiekvienas su kiekvienu tinklo topologija neįmanoma realizuoti dideliuose tinkluose, dėl didelio kabelių skaičiaus, todėl naudojami **komutatoriai.**

Komutacijos pavyzdys

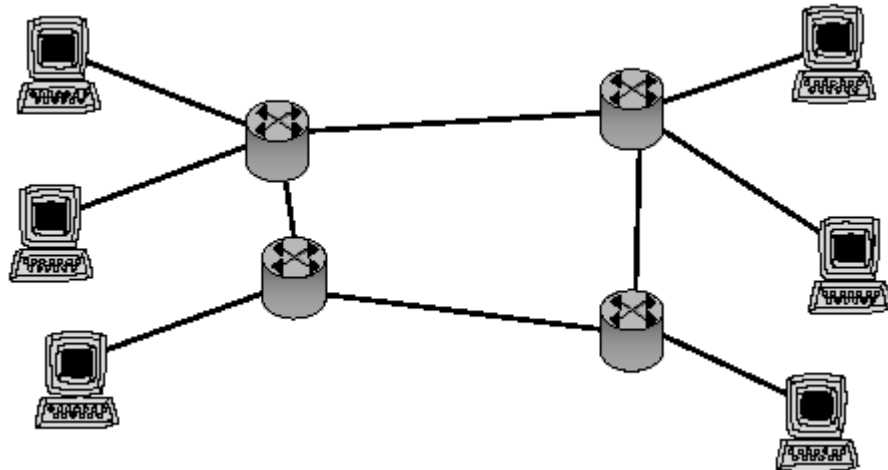
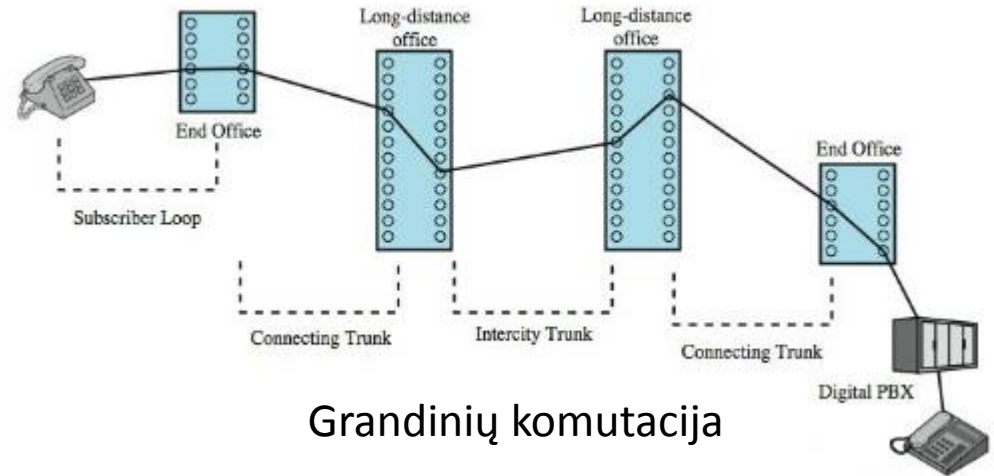
- Pašto tarnyba – laiško siuntimas
- Krovinių gabenimas konteineriuose
- Kelionė traukiniu, maršrutiniu autobusu ir t.t.



Komutacijos tipai

Komutacijos tipai:

- **Grandinių komutacija**
(*circuit switching*)
- **Paketų komutacija**
(*packet switching*)
- **Pranešimų komutacija**
(*message switching*)



Apibrėžimai

Paketas (packet) – tai suformuota duomenų aibė, perduodama duomenų tinklais.

Grandis (link) – tai tinklo segmentas tarp dviejų gretimų tinklo mazgų, kuriuo perduodami duomenys.

Kanalas (channel) – tai grandies pralaidumo dalis. Keletas kanalų sudaro grandį.

Grandinė (circuit) – tai kelias tarp dviejų tinklo mazgų. Grandinė suformuojama kanalų ir komutatorių pagalba.

Kanalų komutacija

Kanalų komutacija - tai toks dviejų mazgų sujungimo tipas, kai sukomutuojamas fizinis kanalas iš atskirų segmentų komutatorių pagalba.

Komutatorių pagalba galime sudaryti kanalus tarp bet kurių tinklo mazgų.

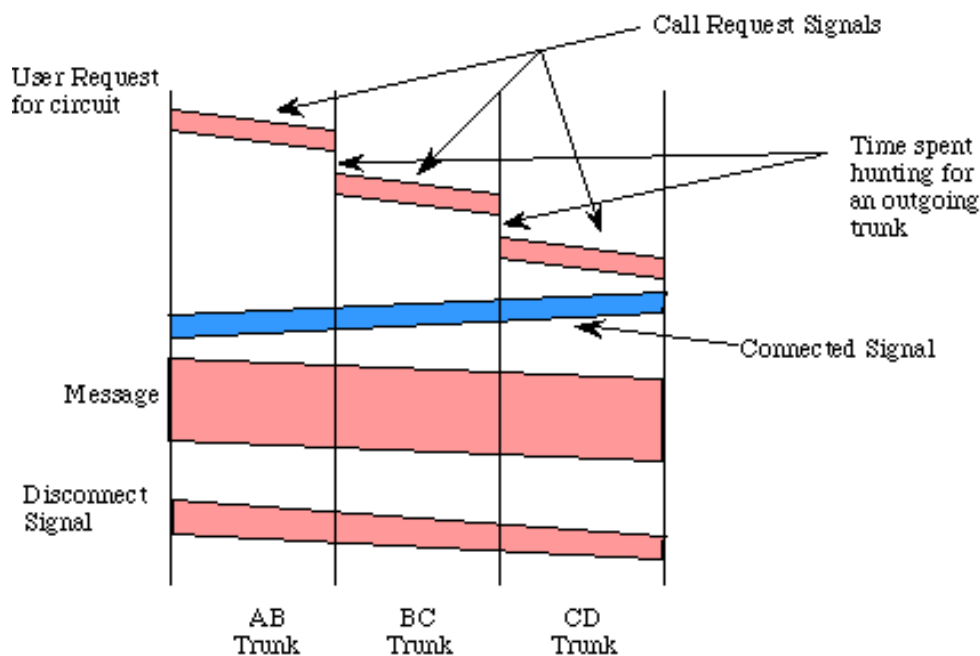
Duomenų perdavimui naudojant kanalų komutacijos metodą, duomenys perduodami tik tuomet, kai sudaromas kanalas.

Kanalų komutacija pasiteisina, kai tinklais perduodamas **pastovaus greičio duomenų srautas** (balsas, vaizdas).

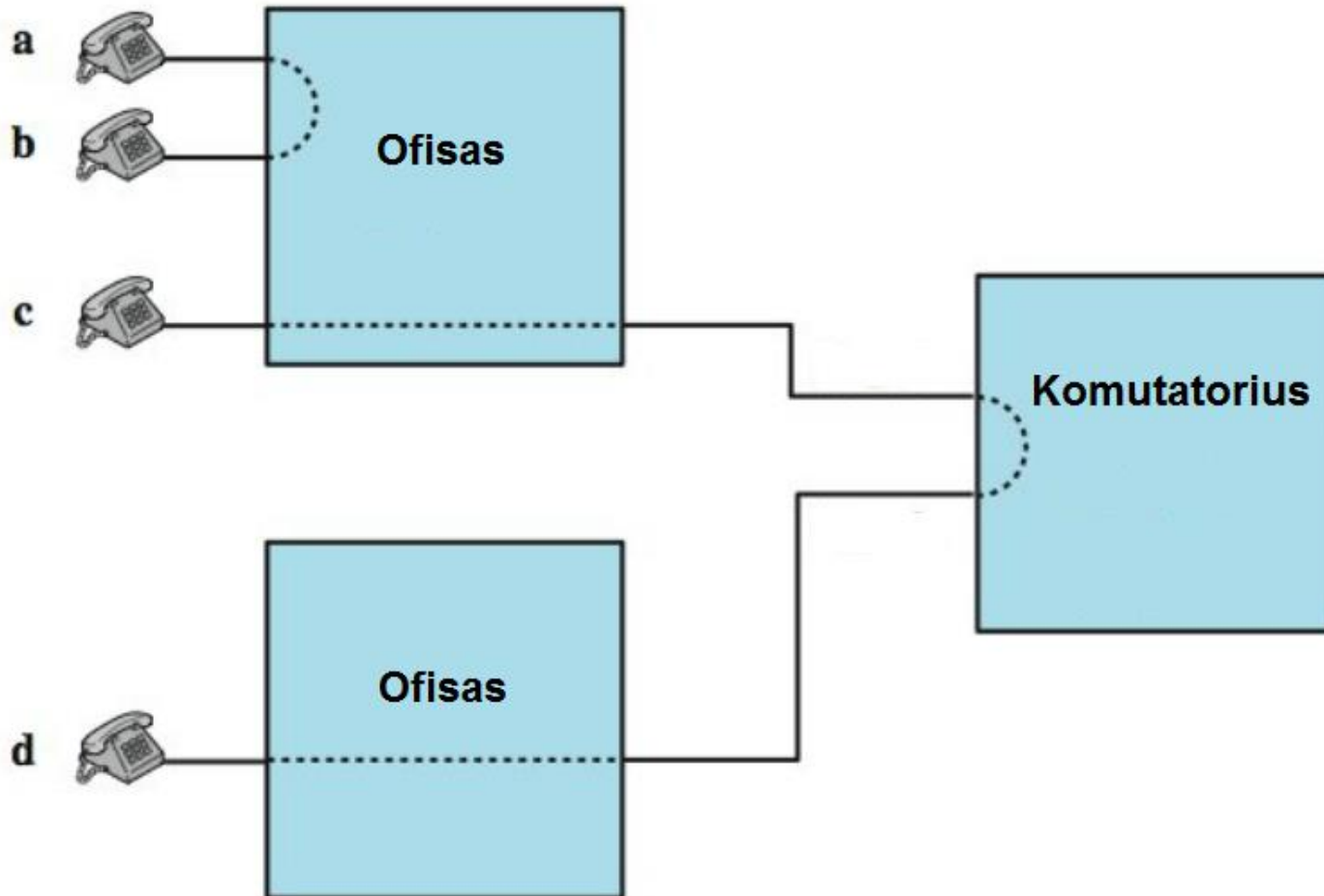
Kanalų komutacija

Kanalų komutacijos fazės:

- Pastovaus maršruto kanalų sukūrimas
- Duomenų perdavimas
- Atsijungimas, kanalo naikinimas



Kanalų komutacija



Kanalų komutacija

Privalumai

- Tinkami pastovaus greičio duomenų perdavimui
- Nedidelis perteklinės informacijos kiekis
- Greitas sujungimas

Trūkumai

- Esant netolygiam duomenų perdavimui, neišnaudojamas visas kanalo pralaidumas. Perduodant duomenis netolygumo koeficientas $\sim 1 : 50$.

Paketų komutacija

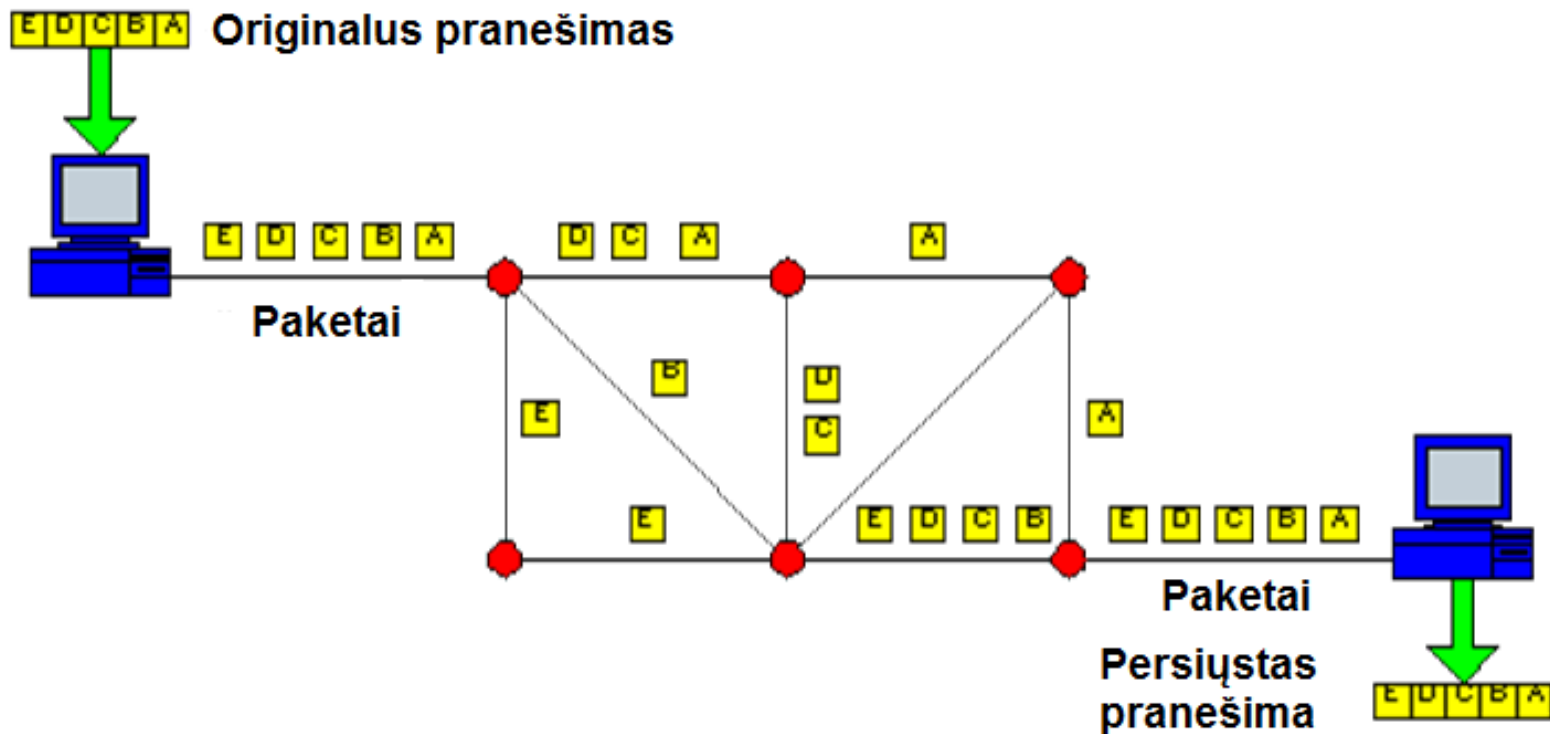
Paketų komutacija – tai toks duomenų perdavimo būdas, kai duomenys skaidomi į paketus (40 ... 1500 baitai) ir perduodami tinklu gavėjui.

Kiekvienas paketas turi **siuntėjo ir gavėjo adresą, paketo numerį** ir tinkle keliauja savarankiškai.

Paketų komutatoriai, skaito paketų adresus ir persiunčia juos tinkama linkme gavėjui.

Paketų komutatoriai turi buferinę atmintį, skirtą paketų saugojimui, jei komutatorius laikinai negali persiųsti paketo.

Paketų komutacija



Paketų maršrutai gali būti skirtingi, priklausomai nuo tinklo būsenos: apkrovimo, paketų eilės buferyje ir t.t.

Virtualūs kanalai

Virtualus kanalas – tai sukomutuotas fizinis kanalas, skirtas paketų perdavimui. Virtualus kanalas apibrėžia vienintelį kelią paketų perdavimui.

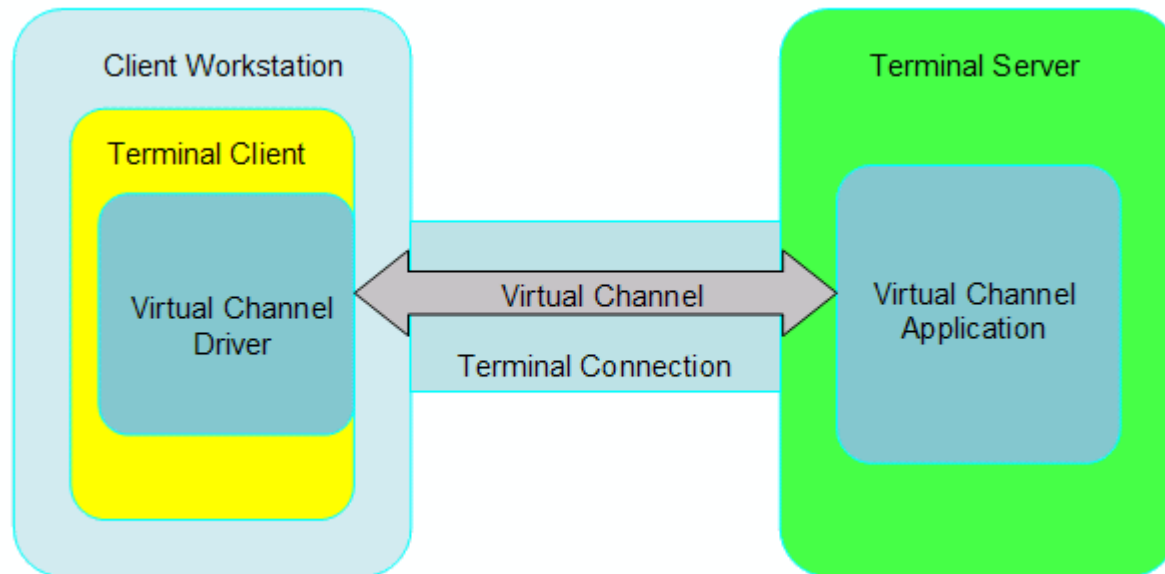
Kanalas formuojamas **specialiu paketu**, kuris siunčiamas tinklu (per komutatorius) gavėjui.

Maršrutizatoriai atsimena, kad nurodyto tipo paketai turi būti siunčiami fiksuotu maršrutu, priklausančiu virtualiam kanalui.

Virtualūs kanalai

Paketai turi **specialias žymes**, rodančias priklausomybę konkrečiam virtualiam kanalui.

Maršrutizatoriai, atpažinę paketą, **neanalizuoja paketo antraščią**, o persiunčia juos tiesiai virtualiu kanalu. Taip mažinamas laikas, skirtas paketo persiuntimui.



Virtualūs kanalai

Privalumas

- Virtualūs kanalai turi didelį privalumą perduodant **didelius duomenų kiekius**, nes mažas paketų užlaikymas maršrutizatoriuje, didina duomenų perdavimo greitį.

Trūkumas

- Sąlyginai ilgas virtualaus kanalo formavimo laikas lyginant su duomenų perdavimo laiku yra trūkumas perduodant **mažus duomenų kiekius**.

Klausimai ?