

MAC Polygis

Paskaitos tikslai

- Adresavimas
- MAC poligio protokolai
 - Ethernet
 - Kabelių tipai
 - Topologijos
 - Virtualūs lokalūs tinklai
 - WiFi

MAC Adresavimas

- MAC adresas (angl. *media access control address*)
- Unikalus šešių baitų adresas daugeliui IEEE 802 tinklo įrenginių
- Identifikuoja tinklo sąsają fiziniame tinklo segmente
- Buvo skirtas globaliam tinklo sąsajų identifikavimui
- Adresas visam laikui priskiriamas tinklo adapterio gamybos metu;
 - Tai nebetaikoma šiuolaikiniuose tinklo adapteriuose

MAC Adreso struktūra

Baitai

3

3

Unikalus organizacijos identifikatorius	Unikalus adapterio identifikatorius
--	--

- IEEE 802 standartas nurodo MAC-48 adresą atvaizduoti šešioliktaine forma (atskiriant juos ':' arba '-' simboliais):
 - Pvz: 00:1e:37:8e:f2:86 arba 00-1e-37-8e-f2-86
 - Dar naudojamas grupavimas po du baitus, atskiriant juos taško simboliu: 001e.378e.f286
- Rezervuotas MAC adresas ff:ff:ff:ff:ff:ff skirtas perduoti broadcast kadrams.

MAC Lygio protokolai

- Ethernet
 - Klasikinis Ethernet tinklas
 - Paskirstytas Ethernet tinklas
 - Fast Ethernet
 - Gigabit Ethernet
 - Loginis susijungimo valdymas
- Wi-Fi

Ethernet

- Atradėjas Robertas Metkalfas (Robert Metcalfe)
- Ether – eteris.
- DEC, Intel, Xerox susikoooperavo ir parašė Ethernet standartą – DIX, kuris vėliau, pritaikius minimalius pakeitimus tapo IEEE 802.3 standartu;
- Duomenų siuntimui kabeliu naudojamas Mančesterio kodavimas
 - Siunčiant 10Mbps greičiu, signalas kanale turi pasikeisti 20 000 000 kartų per sekundę – 20MHz;

Ethernet kabelių standartai

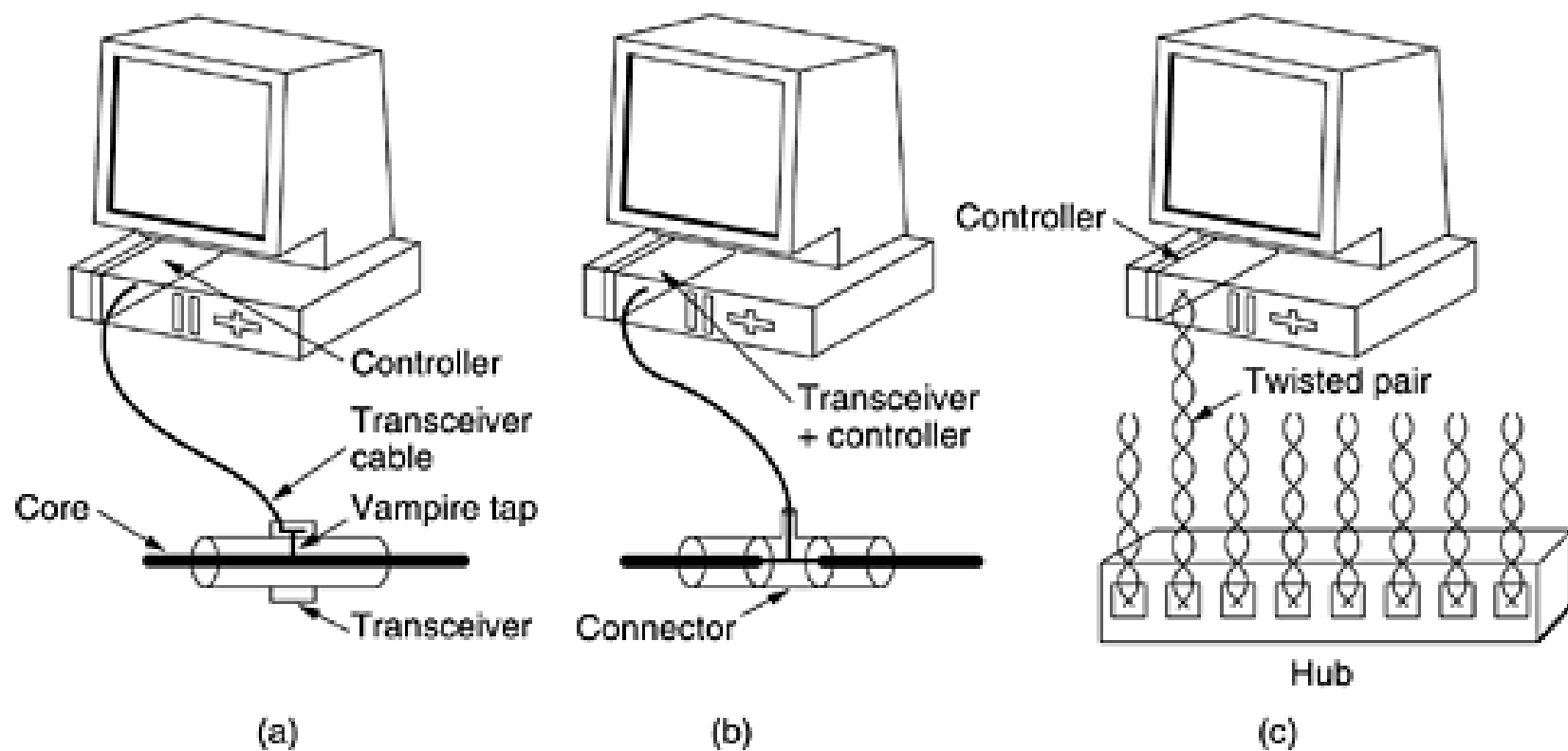
10Base-T

- 10 – pralaidumas (Mbps):
 - 10; 100; 1000; 10G
- Base – juostos tipas:
 - Base – baseband
 - Broad – broadband
- T – Kabelio tipas:
 - 2, 5 – Koksialinis;
 - T, TX – Vyta pora
 - F, FX - Optinis

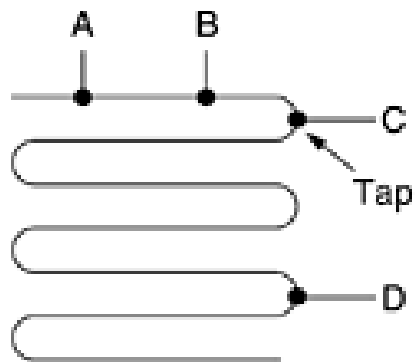
Ethernet

- Thick coax – storas koksialinis kabelis. Kompiuteriams prijungti naudojamos įsriegiamos jungtys (angl. *vampire taps*)

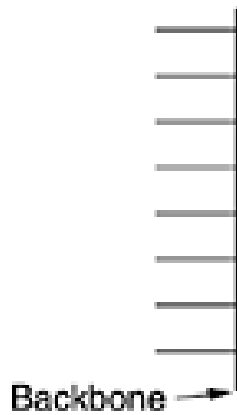
Ethernet kabelių tipai



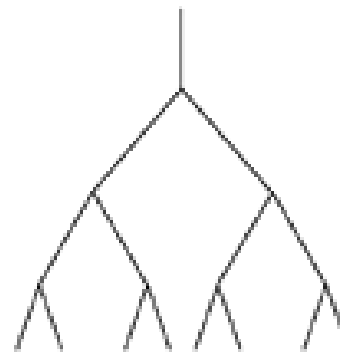
Ethernet topologijos



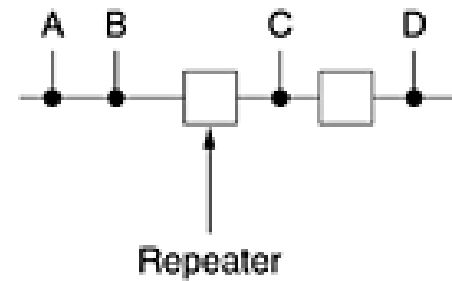
(a)



(b)



(c)



(d)

Naudojami kabeliai

Pavadinimas	Kabelis	Maksimalus segmento ilgis m	Mazgų skaičius segmente	Privalumai
10Base5	Thick coax	500	100	Naudojamas vienas kabelis
10Base2	Thin coax	185	30	Nereikalingi šakotuvai
10Base-T	Vyta pora	100	1024	Nedidelė kaina
10Base-F	Optinis	2000	1024	Didelis atstumas

Kadro struktūra

- Klasikinis ethernet tinklas leisdavo perduoti iki 1500 baitų ilgio duomenų blokus.
- Kiekvienas kadras Ethernet tinkluose pabaigiamas dvylikos baitų tarpkadriniu tarpu (angl. *inter frame gap*)

Kadro struktūra

- DIX Ethernet kadras

Baitai	8	6	6	2	0-1500	0-46	4
	Pream- bulė	Tikslo adresas	Šaltinio adresas	Tipas	Duomenys	Papil- dymas	CRC

- IEEE 802.3 Ethernet kadras

Baitai	8	6	6	2	0-1500	0-46	4	
	Pream- bulė	S o f	Tikslo adresas	Šaltinio adresas	Ilgis	Duomenys	Papil- dymas	CRC

Kadro struktūra

- Preamble – laukas nurodantis kadro pradžią. Gavėjai aptikę preamble pradeda srauto apdorojimą. Kiekvieno preamble baido reikšmė 10101010.
 - IEEE 802.3 atveju, dviejų bitų laukas Sof (angl. *Start of frame*) lygus 11
- Tikslas ir šaltinio adresai – nurodomi MAC adresai
- Tipas – DIX naudojamas laukas, nurodydavo kadro tipą, IEEE 802.3 standarte aprašomas kadro ilgis.
 - Dėl suderinamumo reikšmės mažesnės nei 0x600 laikomos kadro ilgiu.
- Papildymas – naudojamas, kai duomenų kiekis mažesnis nei 46 baitai.

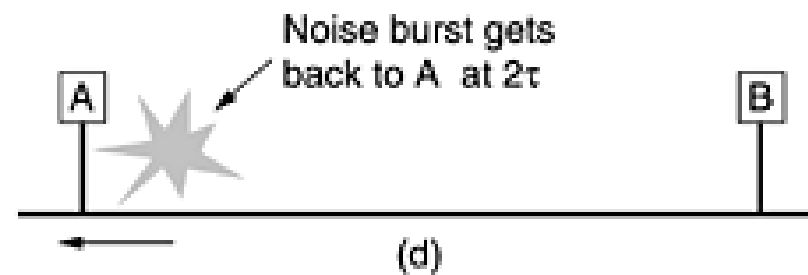
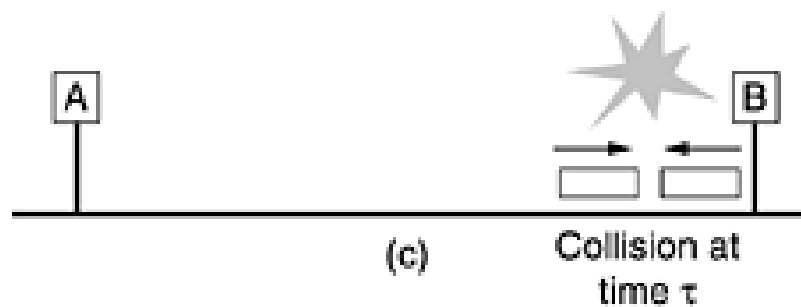
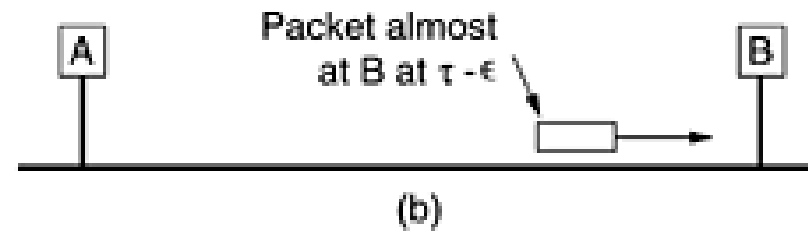
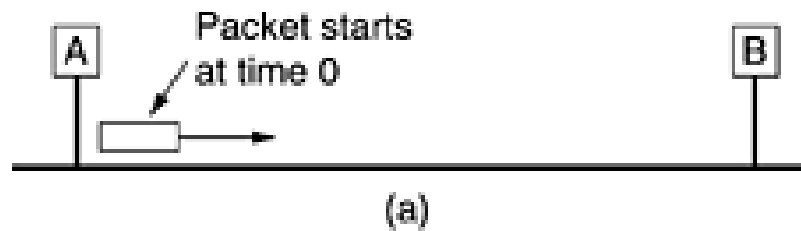
Kadro struktūra

- Minimalus klasikinio Ethernet kadro ilgis 64baitai
- ... kadangi maksimalus atstumas tarp toliausiai nutolusių sistemų – 2500 metrai. Įskaitant visus kartotuvus ir šakotuvus.
- Tokio tinklo bendras užlaikymas blogiausiu atveju – 50 μ s (10Mbps tinklu 1 bitas nukeliauja per 100ns)
- Tokiu atveju minimalus kadro ilgis turi būti bent 500 bitų

Kolizijų aptikimas

- Klasikinis Ethernet tinklas naudoja 1-persistent CSMA/CD algoritmą kolizijoms aptikti
- τ – yra kanalo užlaikymas. Laikas per kurį bitas nukeliauja iš siuntėjo gavėjui
- Ethernet tinkluose naudojami ne trumpesni nei 48 baitų kadrai
- Jei siuntėjas pastebi, kad jis gauna daugiau energijos nei pats siunčia – generuoja 48 bitų ilgio triukšmo kadrą kad informuotų kitas stotis

Kolizijų aptikimas



Kolizijų aptikimas

- Ethernet tinkluose naudojamas dvejetainis eksponentinis atsitraukimo algoritmas (angl. *Binary Exponential Backoff Algorithm*)
- Laikas skaidomas į diskrečius vienetus – slotus;
- Sloto dydis – bendras signalo užlaikymas (2τ)
 - Ethernet atveju – $51.2\mu\text{s}$
- Įvykus pirmai kolizijai, pakartotinis siuntimas atliekamas 0 arba 1 laiko intervalo (pasirenkant atsitiktinai);
- Įvykus i-ajai kolizijai, yra laukiama, atsitiktinai pasirenkant, nuo 0 iki $2^i - 1$ laiko intervalų;
- Po šešiolikos nesėkmingų bandymų siuntimas nutraukiamas, apie tai informuojant aukštesnius lygius

Paskirstytas Ethernet tinklas

- Didelis kompiuterių skaičius mažina tinklo pralaidumą dėl didelio kolizijų skaičiaus;
- Vieno kabelio sprendimai tampa neefektyvūs;
- Fizinio lygmens įranga (šakotuvai) nepadedą išvengti kolizijų;
- Naudojant komutatorius (angl. *switch*) lengviau aptikti stoties atsijungimus ir prisijungimus;
- Komutatoriai pildo prievadų lentelę ir susieja juos su MAC adresais;
- Bandant nustatyti nežinomą kadrą - į kiekvieną komutatoriaus prievadą siunčiami broadcast kadrai;
- Komutatoriai kiekvienam prievadui turi išskyrę buferį;

Fast Ethernet

- Vystantis technologijoms, buvo atsiremta į 10Mbps ribą
- 1992 metais 802.3 komiteto tikslas buvo – paliekant LAN tokį kokį jis yra, jį pagreitinti:
 - Palikti originalų kadro formatą, sąsajas ir taisykles;
 - Sumažinti bito laiką nuo 100 ns iki 10 ns, sutrumpinant kabelio ilgį dešimt kartų;
 - Pašalinti nuoseklų tinklo jungimą koskialiniais kabeliais, paliekant galimybę tinklus jungti šakotuvais ir komutatoriais;

Fast Ethernet

Pavadinimas	Kabelis	Maksimalus segmento ilgis m	Privalumai
100Base-T4	Vyta pora	100	Gali naudoti 3 kategorijos laidą
100Base-TX	Vyta pora	100	Full duplex esant 100Mbps (kat. 5)
100Base-FX	Optinis	2000	Full duplex esant 100Mbps

Fast Ethernet

- 100Base-T4 – panaudojamas 3 kategorijos kabelis, 25MHz dažniu (klasikinis Ethernet naudojo 20MHz)
 - Keturios poros: 1 – siuntimui, 1 – gavimui; likusios dvi keičiamos krypties
- 100Base-TX – penktos kategorijos kabelis, 125MHz dažniu:
 - Viena pora siuntimui, viena gavimui.
 - Tiesioginis dvejetainis kodavimas nebenaudojamas, vietoje jo naudojamas 4B5B:
 - Srautas skirstomas į 5 laikmačio intervalus, po penkis bitus.
 - Naudojamas NRZI kodavimas
 - 32 galimos reikšmės: 16 – duomenims, 16 – kontrolei

Gigabit Ethernet

- IEEE 802.3 komiteto tikslai tokie patys, kaip ir ieškant sprendimo Fast Ethernet tinklams – sukurti dešimt kartų spartesnę tinklą, kuris dirbtų ir su ankstesniais tinklais;
- Idėja mažinti atstumą sumažinant laiką dešimt kartų irgi netiko – 25 metrai per mažai;
- Priimta naudoti du plėtiniai:
 - Perduodamų duomenų praplėtimas (angl. *carrier extension*) – kiekvienas kadras praplečiamas iki 512 baitų
 - Kadro suardymas (angl. *frame bursting*) – leidžia vienu siuntimu perduoti keletą kadrų, kurių bendras ilgis trumpesnis nei 512 baitai

Gigabit Ethernet

Pavadinimas	Kabelis	Maksimalus segmento ilgis m	Privalumai
1000Base-SX	Optinis	550	Daugiamodis kabelis
1000Base-LX	Optinis	5000	Vienmodis ar daugiamodis kabelis
1000Base-CX	Vyta pora	25	Dvi poros STP
100Base-FX	Vyta pora	100	Keturios poros 5 kategorijos UTP

Gigabit Ethernet

- Optiniais kabeliais perduodamas srautas reikalauja naujų kodavimo taisyklų.
 - Mančesterio kodavimas – srauto švaistymas;
 - Nauja kodavimo schema – 8B10B, sugeneruojamas kodinis žodis pagal šias taisykles:
 - Kodinis žodis negali turėti daugiau nei keturių iš eilės einančių identiškų bitų;
 - Kodinis žodis negali turėti daugiauneį šešis nulius arba šešis vienetus

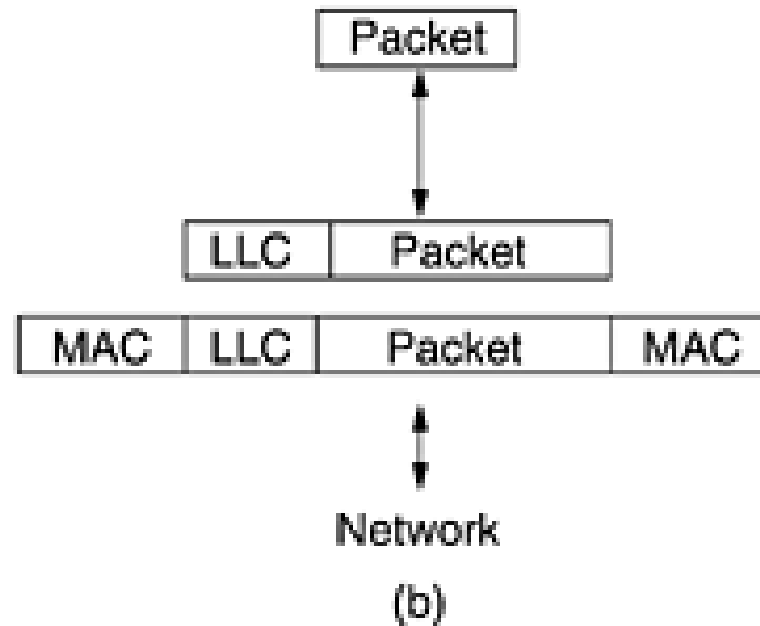
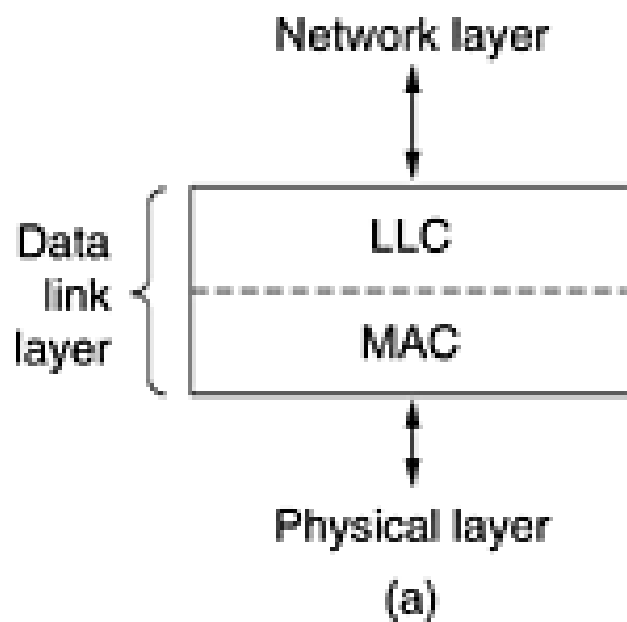
Gigabit Ethernet

- 1000Base-T atveju yra naudojamas kitoks duomenų kodavimas, nes varine terpe perdavinėti bitus per 1ns yra labai sudėtinga;
 - Duomenys keturiomis poromis yra perduodami lygiagrečiai;
 - Simboliai perduodami fizine terpe naudojant penkis skirtingus įtampos lygius.
 - Keturi simboliai duomenims;
 - Vienas simbolis kontrolei;

Loginė susijungimo kontrolė

- Tokie kanalinio lygio protokolai kaip ATM, PPP;
- MAC polygis už duomenų praradimą neatsako, todėl reikalingas papildomas mechanizmas;
- Loginė susijungimo kontrolė (angl. *logical link control*) – tai papildomas polygis, suteikiantis galimybę numeruoti kadrus;

Loginė susijungimo kontrolė



Loginė susijungimo kontrolė

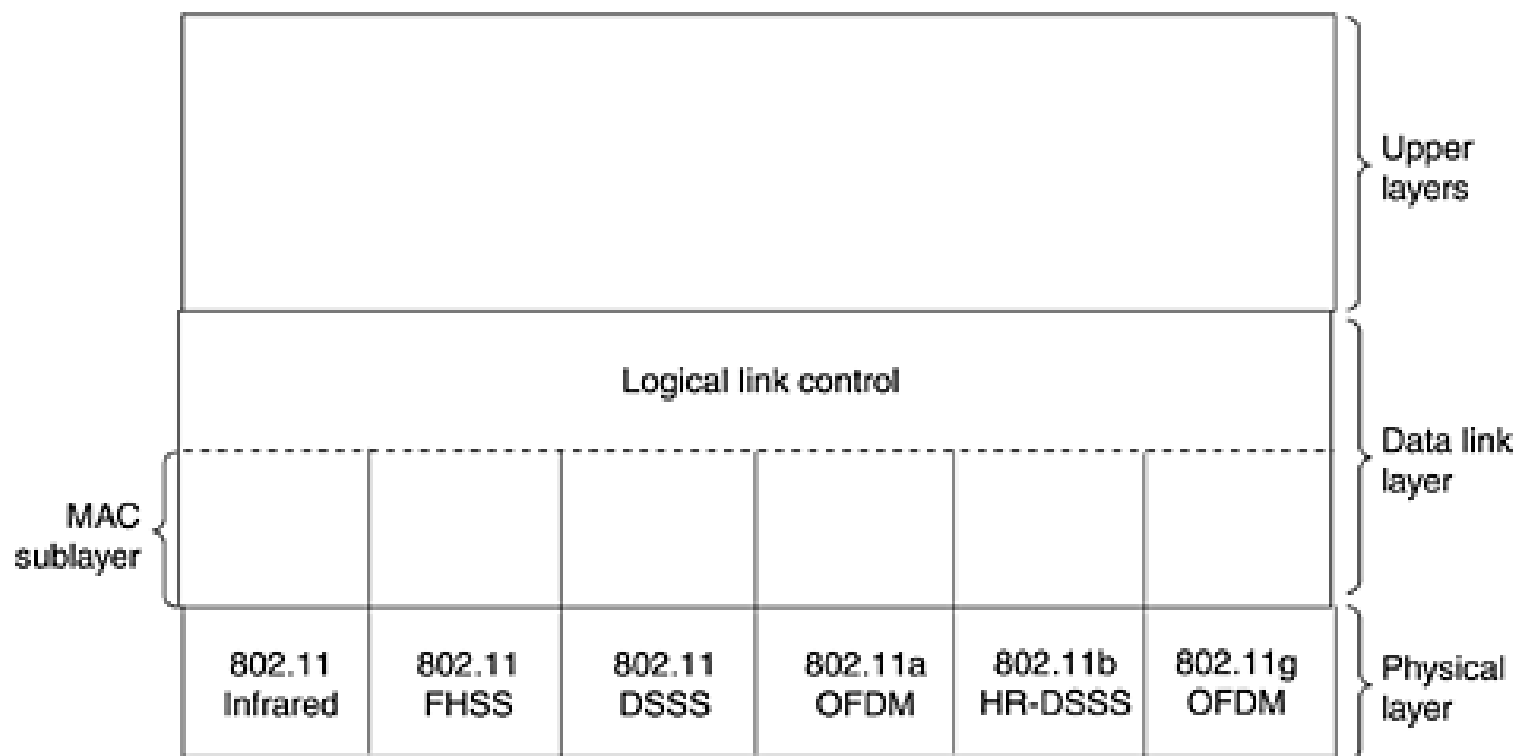
- LLC teikia trijų tipų paslaugas:
 - Nepatikimas duomenų perdavimas be sujungimo;
 - Duomenų perdavimas su patvirtinimasi be sujungimo;
 - Patikimas duomenų perdavimas su sujungimu;
- LLC Savo antraštėje saugo:
 - Šaltinio ir tikslo prieigos taškų adresus (eliminuoiant Ethernet kadro tipo lauką)
 - Kontrolinę informaciją:
 - Priklausomai nuo paslaugos, kadro eilės ir patvirtinimo numerį

WiFi tinklai

- IEEE 802.11 standartas
- Maksimalus kadro dydis 2358 baitai



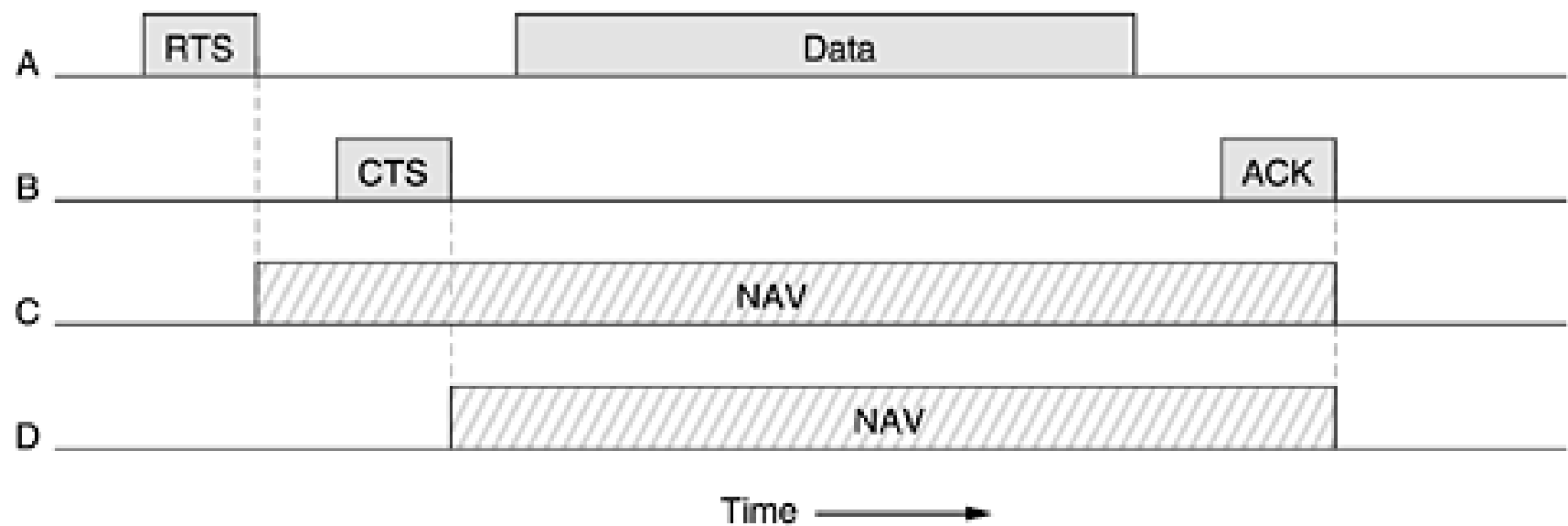
WiFi protokolų stekas



CSMA/CA

- Naudojami trijų tipų kadrai:
 - Duomenų;
 - RTS – prašymo siųsti (angl. *request to send*);
 - CTS – leidimo siųsti (angl. *clear to send*);
 - ACK – patvirtinimo;
- Tinklo išskyrimo vektorius NAV – būseną, kai stotys nieko nesiunčia, kol ACK nėra gautas

CSMA/CA



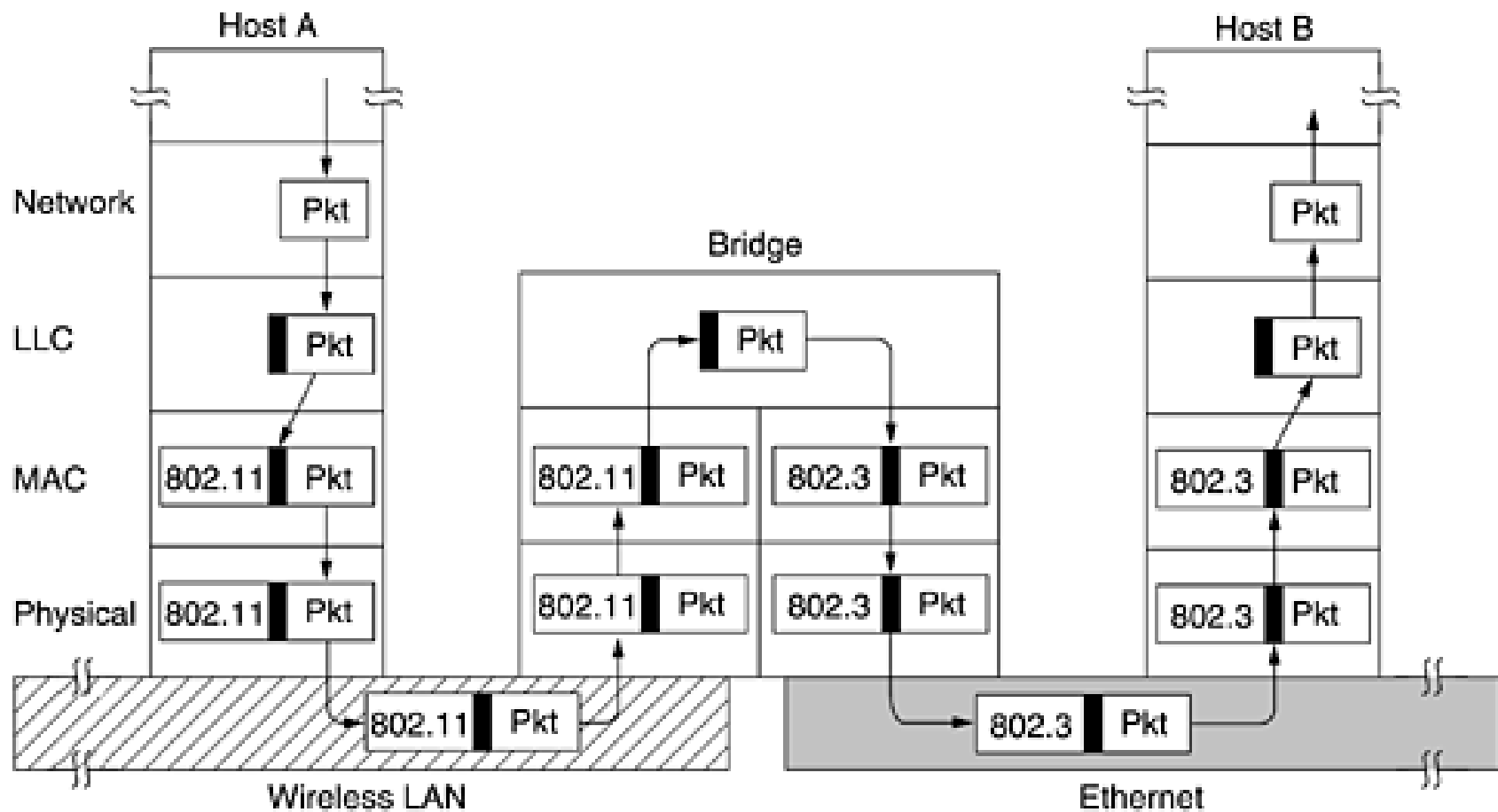
WiFi paslaugos

- Susijungimas (angl. *association*) – sujungia mobilų mazgą su bazine stotimi (prieigos tašku);
- Atsijungimas (angl. *disassociation*) – mobilus mazgas atsijungia nuo bazinės stoties;
- Persijungimas (angl. *reassociation*) – mobilus mazgas dislokuojasi;
- Distribucija (angl. *distribution*) – servisas nustato, kaip kadrai keliaus iki kitos bazinės stoties (laidu ar oru);
- Integracija (angl. *integration*) – servisas nustato, kaip reikės elgtis, kai bevieliniu tinklu bus siunčiami ne 802.11 standarto kadrai

WiFi paslaugos

- Autentifikacija – bazinė stotis patikrina, ar naujai prisijungęs mobilus mazgas turi teisę naudotis jos paslaugomis;
- Deautentifikacija – mobilus mazgas nori palikti tinklą;
- Privatumas – jei informacija turi būti šifruojama, privatumo servisas nustato šifravimo ir dešifravimo parametrus;
- Duomenų perdavimas – skirta duomenų apsikeitimui tarp mobilaus mazgo ir bazinės stoties;

Šliuzai tarp 802.x ir 802.y



Aprėpties medųiai

- Aprėpties medis – (angl. *spanning tree*)
- Plečiantis tinklams, atsiranda su jais susijusios problemos, viena iš tokių – ciklai
- Norint išvengti tokių problemų reikalingi šliuzai kurie komunikuoja tarpusavyje ir prisitaiko prie tinklo topologijos;

Nutolę šliuzai

- Kuriantis didelėms organizacijoms, atsiranda poreikis bendra tinklą tarp nutolusių taškų;
- Tinklai sujungiami nutolusių šliuzų pagalba per išskirtines linijas, pavyzdžiui PPP protokolu

Virtualūs lokalieji tinklai

- Virtualūs lokalieji tinklai (angl. *virtual lans arba vlans*) - leidžia per vieną fizinį kanalą išsiųsti skirtingiems tinklam skirtus kadrus, logiškai tų tinklų nesujungiant tarpusavyje;
- IEEE 802.1Q – virtualių tinklų standartas;
- Leidžia žymėti Ethernet kadrus;
- Pažymėti kadrai, vėliau yra paskirstomi į atitinkamus komutatoriaus prievadus;
- Praplečiamas Ethernet kadras, įterpianč keturių baitų 802.1Q antraštę;
- Jei VLAN tinkle gaunamas kadras be 802.1Q antraštės, jis laikomas kaip paprastas kadras;

IEEE 802.1Q

Baitai	8	6	6	4	2	0-1500	0-46	4
	Pream- bulė	Tikslo adresas	Šaltinio adresas	802.1Q Antraštė	Tipas	Duomenys	Papil- dymas	CRC

Bitai	12	3	1	12
	TPID	PCP	DEI	VID

IEEE 802.1Q

- TPID – Žymos protokolo identifikatorius (angl. *tag protocol identifier*) – 16 bitų laukas, kuris nurodo, kad kadras – 802.1Q pažymėtas kadras. Reikšmė – 0x8100
- PCP – Prioritetas (angl. *priority code point*) – nurodo kadro prioritetą;
- DEI – Atmetimo laukas (angl. *drop eligible indicator*) – nurodo, ar kadras gali būti atmestas esant dideliame tinklo užimtumui;
- VID – Virtualaus tinklo identifikatorius (angl. *vlan identifier*) – nurodo, virtualaus tinklo numerį, kuriam priklauso kadras

Klausimai?