

**Fakultet elektrotehnike i računarstva  
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija**

**Projekt iz predmeta  
Sustavi za praćenje i vođenje procesa**

**IEEE 802**

**Nikola Petanjak  
0036399189**

**Zagreb, svibanj 2007.**

# Sadržaj

<b>1.</b>	<b>Uvod.....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>IEEE 802 norme.....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Ethernet.....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Sabirnica sa dodavanjem znaka (token bus).....</b>	<b>11</b>
<b>5.</b>	<b>Prsten sa dodavanjem znaka(token ring).....</b>	<b>13</b>
<b>6.</b>	<b>IEEE 802.6 standard.....</b>	<b>14</b>
<b>7.</b>	<b>Bežični LAN.....</b>	<b>15</b>
<b>8.</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>17</b>

# 1.Uvod.

IEEE 802 je odbor unutar organizacije IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) koji se ponajprije bavi standardizacijom lokalnih i gradskih računalnih mreža (local area networks i metropolitan area networks).

UDALJENOST RAČUNALA	PODRUČJE	VRSTA MREŽE
1 m	M2	OSOBNNA MREŽA
10 m	PROSTORIJA	LOKALNA MREŽA (LAN)
100 m	ZGRADA	
1 km	KAMPUS	
10 km	GRAD	GRADSKA PODRUČNA MREŽA (MAN)
100 km	DRŽAVA	MREŽA ŠIROKOG PODRUČJA (WAN)
1000 km	KONTINENT	
10,000 km	ZEMLJA	INTERNET

Broj 802 je bio slijedeći slobodni broj koji je IEEE mogao dodijeliti, iako se "802" ponekad povezuje sa datumom kada je održana prva sjednica -veljača 1980. Posljednja radna skupina osnovana je 2004.godine zbog projektiranja 802.22 standarda.

## 2.IEEE 802 norme.

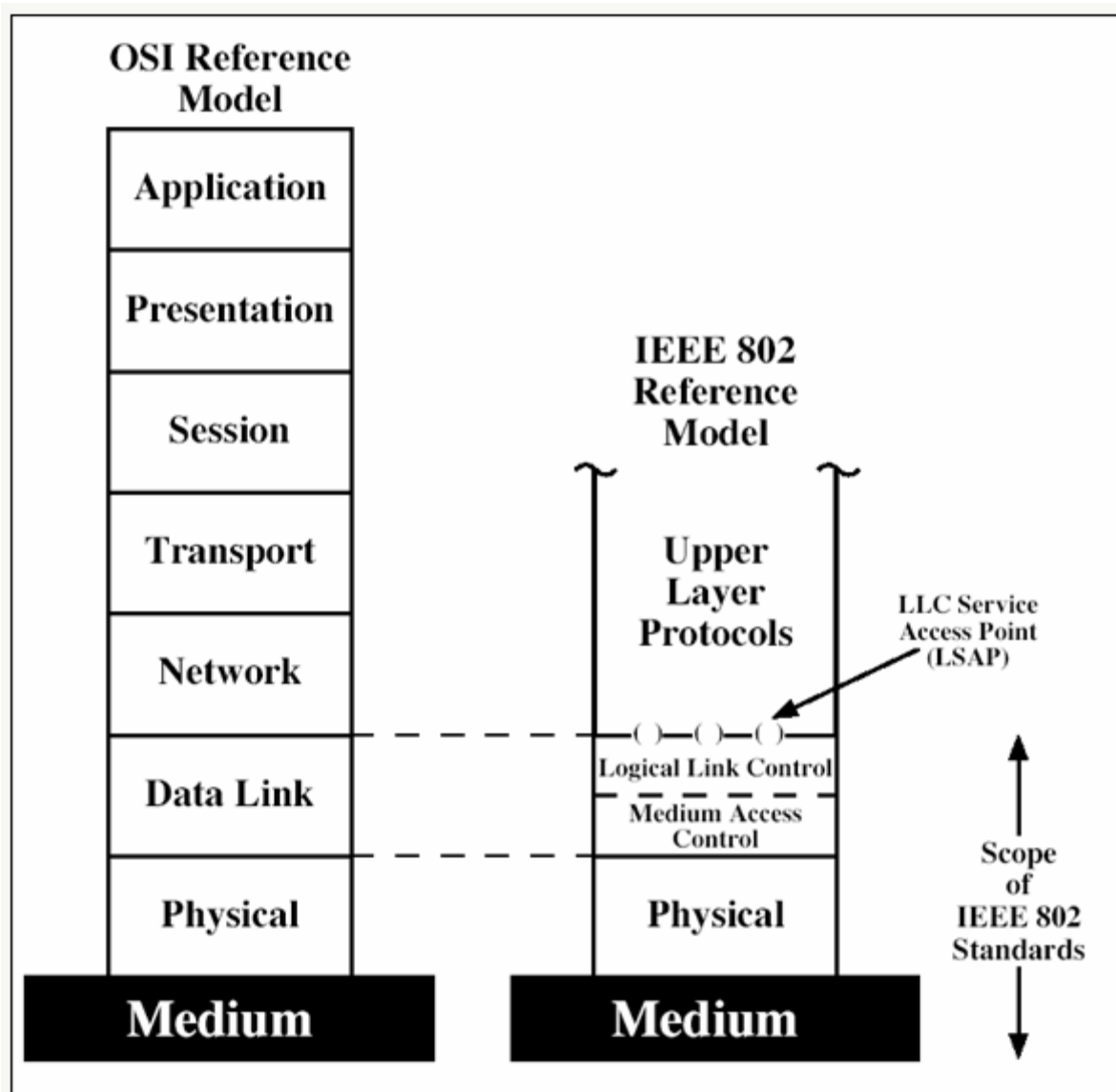
Number	Topic
802.1	Overview and architecture of LANs
802.2 ↓	Logical link control
802.3 *	Ethernet
802.4 ↓	Token bus (was briefly used in manufacturing plants)
802.5	Token ring (IBM's entry into the LAN world)
802.6 ↓	Dual queue dual bus (early metropolitan area network)
802.7 ↓	Technical advisory group on broadband technologies
802.8 †	Technical advisory group on fiber optic technologies
802.9 ↓	Isochronous LANs (for real-time applications)
802.10 ↓	Virtual LANs and security
802.11 *	Wireless LANs
802.12 ↓	Demand priority (Hewlett-Packard's AnyLAN)
802.13	Unlucky number. Nobody wanted it
802.14 ↓	Cable modems (defunct: an industry consortium got there first)
802.15 *	Personal area networks (Bluetooth)
802.16 *	Broadband wireless
802.17	Resilient packet ring

- \* najvažnije norme
- ↓ norme u slaboj primjeni
- † napuštene norme

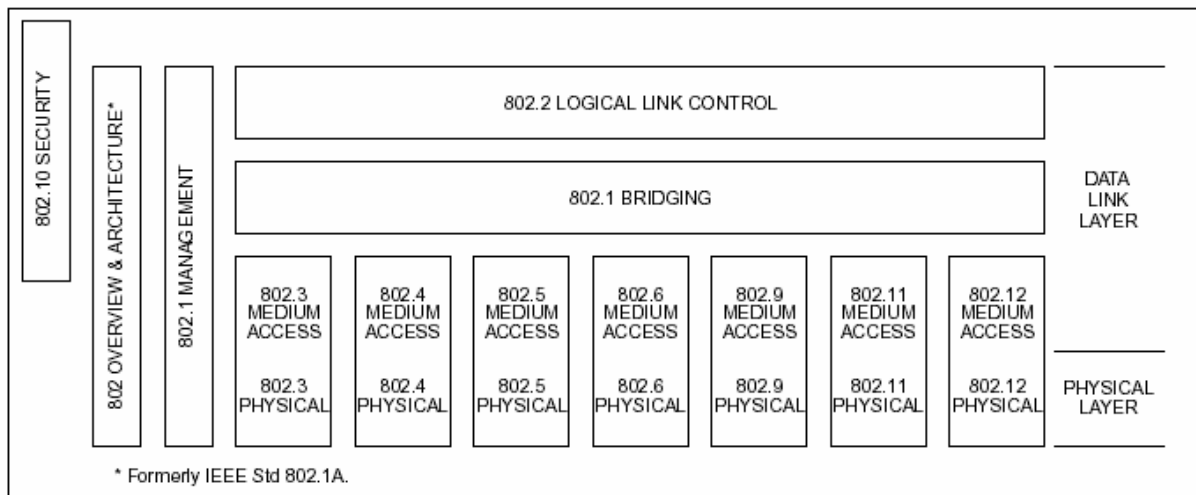
Kao što je označeno u tablici, najviše se koriste standardi vezani uz Ethernet (802.3), Token Ring (802.5), i bežični LAN (802.11). Ostali se standardi sve rjeđe koriste ili su u potpunosti izbačeni iz upotrebe.

Odbor IEEE 802 je na temelju modela **OSI RM** (Open Systems Interconnection Reference Model) definirao univerzalnu protokolnu arhitekturu lokalnih mreža koja sadrži dva najniža sloja **OSI RM**-a: fizički sloj (Physical Layer – **PL**) i sloj podatkovnog linka (Data Link Layer – **DLL**).

Standardi su međusobno kompatibilni u sloju podatkovne veze (*data link*) gdje se koriste protokoli **LLC** (*Logical Link Control* – logičko nadgledanje mreže). Razlikuju se u podsloju **MAC** (*Medium Access Sublayer* – nadgledanje pristupa mediju) i u fizičkom sloju.

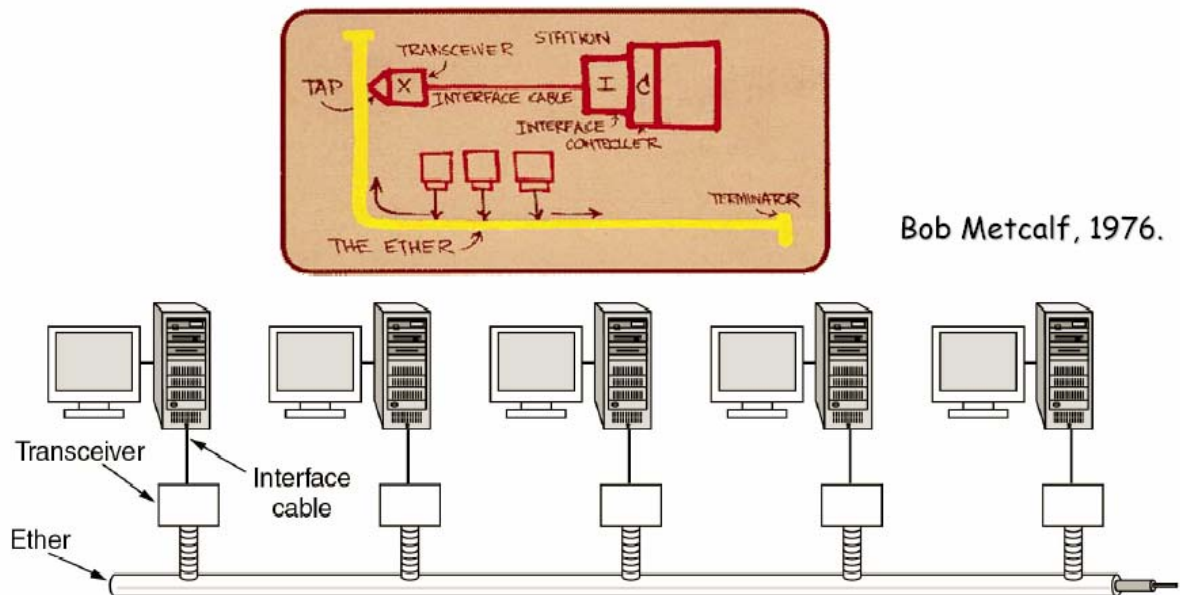


- **fizički sloj:**
  - kodiranje/dekodiranje signala, generiranje/uklanjanje preambule (*preamble*) za sinhronizaciju, slanje/primanje bitova
  - fizički sloj uključuje i specifikaciju prijenosnih medija i topologija
- **sloj podatkovne veze**
  - razdvojen je na MAC i LLC -> razlozi: standardno sloj podatkovne veze ne treba upravljati djeljivim medijem za prijenos; za isti LLC može biti više MAC
- **MAC** - pristup prijenosnom mediju
  - tvorba i upravljanje okvirima (adresiranje, polja za provjeru) - utvrđuje i uklanja okvire s pogreškom
  - dodjeljivanje kanala za prijenos
- **LLC** - logičko nadgledavanje veze
  - osigurava sučelje za viši sloj te izvodi kontrolu pogreški i toka - vodi računa o tome koji su okviri uspješno stigli te o ponovnom slanju "neuspješnih" okvira



- **IEEE 802.1** – Odbor IEEE 802.1 zadužen je za pitanja koja su zajednička svim vrstama lokalnih mreža: adresiranje, upravljanje mrežom (*network management*), povezivanje lokalnih mreža pomoću mostova (*bridge*) i dr.
- **IEEE 802.2** – Odbor IEEE 802.2 bavi se problemima vezanim uz podslaj LLC, tj. Protokole podatkovne razine.
- **IEEE 802.3** – bavi se standardizacijom lokalnih mreža koje koriste metodu višestrukog pristupa mediju nazvanu CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), poznatijih pod nazivom Ethernet
- **IEEE 802.4** – zadužen za standardizaciju lokalne mreže čiji je naziv sabirnica s pristupnim okvirom (*token bus*);
- **IEEE 802.5** – bavi se standardizacijom lokalne mreže čiji je naziv prstenasta mreža s pristupnim okvirom (*token ring*);
- **IEEE 802.9** – bavi se standardizacijom mreže nazvane sinkroni Ethernet (Isochronous Ethernet – IsoEnet), koja kombinira slučajni pristup (CSMA/CD) namijenjen prijenosu podataka (*data*) i ISDN (Integrated Services Digital Network) kanale namijenjene prijenosu govora i videa
- **IEEE 802.11** – bavi se standardizacijom bežičnih lokalnih mreža;
- **IEEE 802.12** – bavi se standardizacijom lokalne mreže koja koristi metodu višestrukog pristupa mediju na temelju prioriteta zahtjeva (Demand Priority Access Method – DPAM); komercijalni naziv takve mreže je 100VG-AnyLAN (izvorni standard definirala je tvrtka Hewlett-Packard).

### 3. Ethernet.



Ethernet je popularni naziv IEEE 802.3 standarda za brzine prijenosa (*data rate*): 10 Mb/s, 100 Mb/s (Fast Ethernet), 1 Gb/s i 10 Gb/s (gigabitni Ethernet). Za 1 Gb/s i 10 Gb/s koriste se *switched* tehnike. Standard definira tip korištenog kabela, najveću dozvoljenu udaljenost među računalima u mreži i format podataka (okvira).

Osnovni razlozi zbog kojih je IEEE 802.3 gotovo jedini opstao u području LAN-ova su jednostavnost protokola i izvedbe mreže, velika prijenosna brzina i niska cijena, prihvatljiva krajnjim korisnicima.

Posljednja proširenja su za 100 Mb/s i Gb/s Ethernet sustave (1, 10, 40 GbE)

- IEEE 802.3z - 1998., 1Gb/s Ethernet
- IEEE 802.3ab - 1999., 1000BaseT
- IEEE 802.3ae - 2002., 10Gb/s Ethernet
- IEEE 802.3an - 2006., 10GbaseT

Predviđanje za budućnost:

- 2009. 802.3 HSSG - (High speed study group) - 100 Gb/s do 100m ili 10 km korištenjem optičkih kabela; eksperimentalni Ethernet
- 1972. godine imao je brzinu 2.94 Mb/s

## 3.1. Ethernet mediji za prijenos.

### 10Base5 (debeli - *thick* - Ethernet)

- koristi debeli koaksijalni kabel za realizaciju sabirnice
- brzina od 10 Mb/s na najvećoj dozvoljenoj udaljenosti od 500 m
- dužina se može povećati repetitorima - max. 4 repetitora (proširenje do 2.5 km)
- povezivanje se vrši s "vampirskim priključcima" (*vampire taps*) - pinovi su utaknuti do pola u jezgru koaksijalnog kabela

### 10Base2 (tanki - *thin* - Ethernet)

- jeftiniji i lakši za instaliranje
- koristi tanki koaksijalni kabel
- brzina od 10 Mb/s na najveću dozvoljenu udaljenost od 200 m
- povezivanje se vrši T-spojem - kabel se reže i koriste se standardni BNC konektori

### 10Base-T (Ethernet parica - *twisted pair*)

- svaka stanica ima svoj kabel (obični parični) koji se povezuje na **hub** (koncentrator)
- kombinacija topologije zvijezde i sabirnice
- dužina kabela do huba je 100-150 m

### 10Base-F (optički Ethernet)

- koristi optičke kabele
- za vezu između zgrada ili udaljenih hubova (segment duži od 1km)

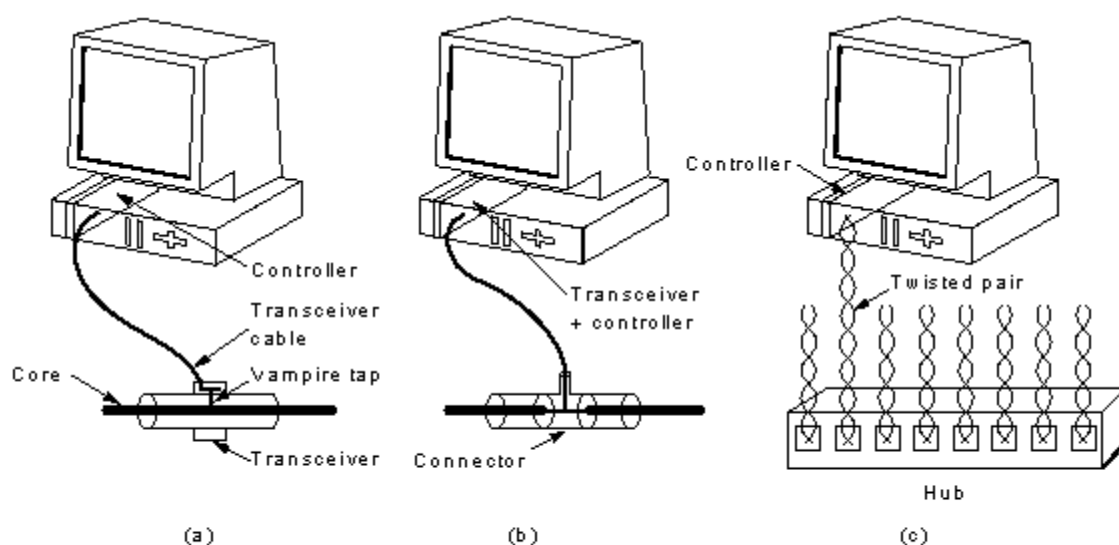


Fig. 4-18. Three kinds of 802.3 cabling. (a) 10Base5. (b) 10Base2. (c) 10Base-T.



**Table 16.2 IEEE 802.3 10-Mbps Physical Layer Medium Alternatives**

	<b>10BASE5</b>	<b>10BASE2</b>	<b>10BASE-T</b>	<b>10BASE-FP</b>
Transmission medium	Coaxial Cable (50 ohm)	Coaxial Cable (50 ohm)	Unshielded twisted pair	850-nm optical fiber pair
Signaling technique	Baseband (Manchester)	Baseband (Manchester)	Baseband (Manchester)	Manchester/On-off
Topology	Bus	Bus	Star	Star
Maximum segment length (m)	500	185	100	500
Nodes per segment	100	30	—	33
Cable diameter (mm)	10	5	0.4 to 0.6	62.5/125 $\mu$ m

### 3.2. 802.3 MAC format okvira.



- **preambula** (*preamble*) za sinhronizaciju prijensa - 7 bytova s uzorkom 10101010; sat primaoca se sinhronizira sa satom pošiljaoca
- **početak okvira** (SFD - *start of frame*) - oblika 10101011
- **odredišna adresa** (DA - *destination address*) - adresa jedne radne stanice, grupe stanica ili nekoliko grupa
- **izvorišna adresa** (SA - *source address*) stanice koja šalje
- **dužina** (*length*) - koliko je bytova u polju s podacima
  - za LAN s 10Mb/s ukupna dužina okvira (bez preambule i SFD) mora biti minimalno 64 byta (veća je za brže LAN)
- **podaci** (*data*) - od 46 do 1500 bytova, ako je podataka manje od 46 bytova, okvir sadrži **nadopunu** (*pad*)
- **polje za provjeru** (FCS - *checksum*) - CRC algoritam nad svim poljima osim preambule, SFD i FCS

### 3.3 802.3 i CSMA/CD.

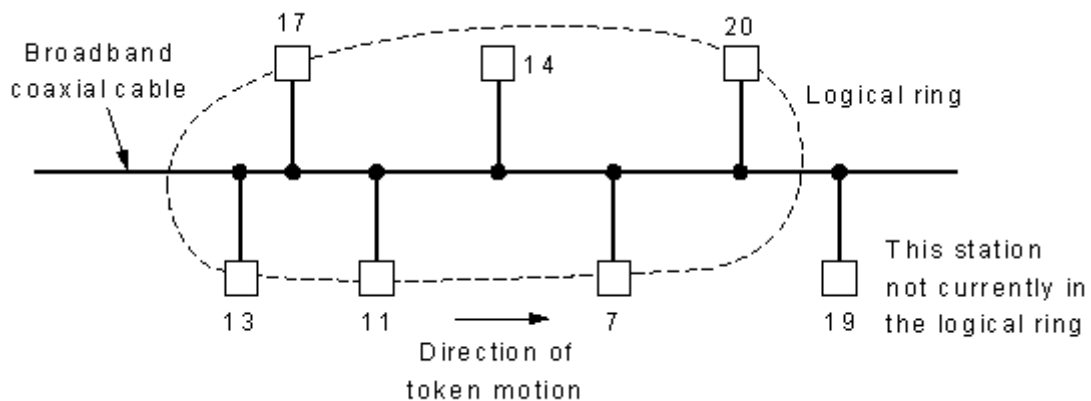
- promatramo 10Mb/s Ethernet: najduža staza je 2.5 km sa 4 pojačala -> interval (slot)  $2t$  je 512 bita ili 51.2 msek
- koristi se **1-perzistentni CSMA/CD s algoritmom binarnog eksponencijalnog odustajanja** (*binary exponential backoff*) za određivanje slučajnog vremena čekanja nakon kolizije
- ideja: dinamički se prilagođava vremenski interval ovisno o broju kolizija
  - što je više kolizija, interval je duži kako bi se smanjila vjerojatnost nove kolizije
  - što je manje kolizija, interval je kraći - manje je zastoja jer je brže dohvaćanje medija
- nakon 1. kolizije svaka stanica čeka 0 ili 1 vremenski interval  $2t$  prije nego pokuša ponovo
- ako ponovo dođe do kolizije, stanice mogu izabrati između 0, 1, 2 ili 3 puta  $2t$
- kod sljedeće (treće) kolizije biraju iz intervala od 0 do  $2^3-1$
- općenito: nakon  $i$ -te kolizije biraju slučajan broj između 0 i  $2^i-1$  te čekaju toliko vremenskih intervala
- nakon  $i=10$  se kao maksimum uzima 1023
- nakon 16-te kolizije ( $i=16$ ) - stanica odustaje

### 3.4. Prednosti i nedostaci Etherneta.

- **prednosti:**
  - najviše korištena LAN s najjeftinijom opremom i najviše iskustva s instalacijom
  - jednostavan protokol
  - mogućnost dodavanja novih stanica za vrijeme rada mreže
  - mala opterećenja - primjena i u sustavima za rad u realnom vremenu
  - dobra otpornost na smetnje
  - koristi se kabel i nisu potrebni modemi
  - mogu se koristiti postojeći telefonski kabeli
  - može se koristiti optika
  - različite topologije
  - različite brzine (od 10 Mb/s dalje)
- **nedostaci:**
  - protokol ipak nedeterministički
  - kod velikog opterećenja smanjuje se propusnost zbog mehanizma za koliziju
  - analogna detekcija kolizije
  - minimalna duljina okvira 64 byta
  - i kod većih brzina interval je uvijek  $2t$  iako je brzina okvira veća, pa efikasnost opada

## 4. Sabirnica s pristupnim okvirom (*token bus*).

- za mreže sa topologijom sabirnice koje ne koriste CSMA/CD
- ovaj tip mreže koristi se ako je neophodno da nema kolizije
- **znak** (*token*) - poseban kontrolni okvir koji kruži mrežom
- fizički je sabirnica s dodavanjem znaka linearni kabel na koji su priključene stanice logički organizirane u prsten
- svaka stanica zna adrese stanica koje su joj "lijevo" i "desno" (sam fizički redosljed povezivanja stanica na kabel nije važan)
- kad se uspostavi logički prsten, stanica s najvišim brojem može slati prvi okvir, nakon čega predaje dopuštenje za slanje svom susjedu šaljući znak
- samo stanica koja ima znak može slati okvire - **nema kolizije**
- 802.4 MAC protokol dodaje i uklanja stanice iz prstena
- na fizičkom nivou token bus koristi širokopojasni koaksijalni kabel, a moguće brzine su 1, 5 i 10 Mb/s



## 4.1. 802.4 format okvira.

- razlikuje se od 802.3 formata

PRE AMBULA	SD	FC	ADRESA ODREDIŠTA	ADRESA IZVORA	PODACI	FCS	ED
byta $\geq 1$	1	1	2 ili 6	2 ili 6	0 do 8182	4	1

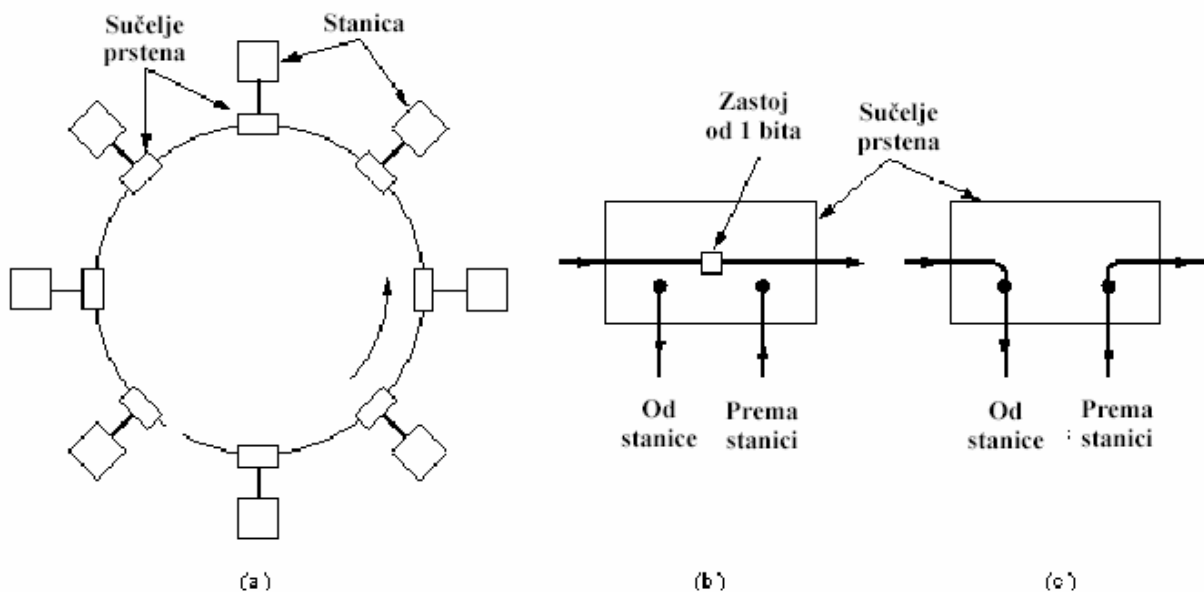
IEEE 802.4 format MAC okvira

- **kontrolno polje** (*frame control*) - za razlikovanje okvira s podacima od kontrolnih okvira (služe npr. za predavanje tokena, dodavanje i oslobađanje stanica iz prstena)
- u mreži postoji **tablica adresa stanica** koju održava svaka stanica; ako neka stanica mora koristiti mrežu češće od ostalih, njena adresa u tablici može biti nekoliko puta navedena
- ako radna stanica ne primi odgovor od stanice kojoj je poslala znak, šalje joj drugi, ako i tada ne dobije odgovor šalje posebni **okvir "tko slijedi"** (*who follows frame*) kroz cijelu mrežu
- ako i u tom slučaju ne dobije odgovor, stanica šalje glavni zahtjev kroz mrežu tj. **okvir za nagovaranje nasljednika** (*solicit successor frame*), nakon što dobije odgovor, mijenja adresu tokena u adresu radne stanice koja je poslala odgovor i zatim joj šalje i token
- ako token nestane, logički prsten se mora ponovo uspostaviti
- ako dođe do dupliciranja tokena, stanica koja uoči prijenos od druge stanice, a sama ima token, uništava ga
- kod ovog standarda moguće je definirati klase prioriteta, što je pogodno za real-time sustave

## 5. Prsten sa dodavanjem znaka (token ring)

IEEE 802.5 tj. **"token ring"** definira prstenastu mrežu u kojoj stanice predaju "token" koji kruži fizičkim i logičkim prstenom. Fizički prsten se sastoji od niza veza točkatočka, a sama izvedba može biti parica, koaksijalni kabel ili optičko vlakno. Kod ovog standarda "token" kruži prstenom i kada stanica želi prenositi podatke mora maknuti "token" sa prstena. Micanje "tokena" sa prstena vrši se tako da stanica koja želi prijenos promijeni jedan bit u "tokenu" veličine 3 byta. Nakon toga ta 3 byta postaju prva 3 byta u okviru koji prenosi podatke.

- sučelje ima 2 oblika rada:
  1. osluškivanje (*listen*) - ulazni bitovi se jednostavno kopiraju na izlaz
  2. slanje (*transmit*) - nakon što se uzme token, sučelje prekida vezu između ulaza i izlaza postavljajući vlastite podatke na prsten



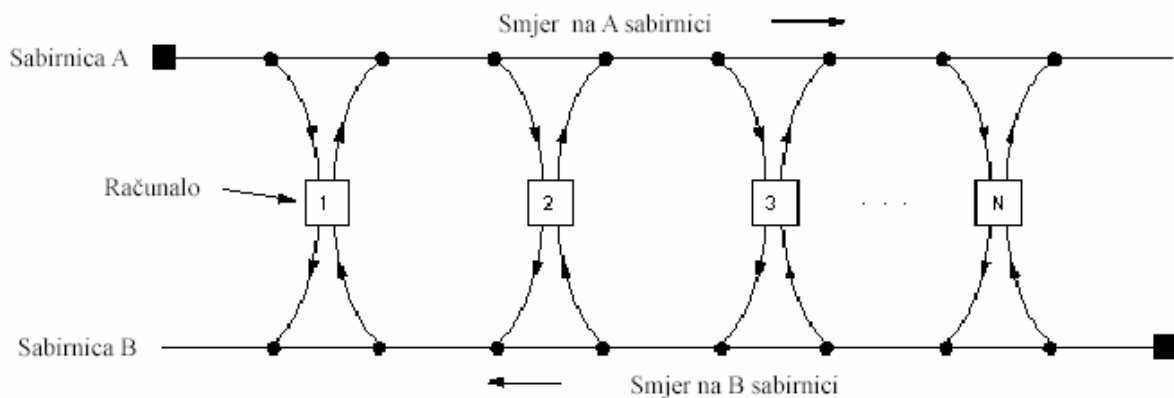
a) mreža tipa prsten b) osluškivanje c) prijenos

- **problem kod prstena:** ako se prekine neki od kabela, cijela mreža pada; da se to spriječi, koristi se posebni uređaj za ožičenje (*wire center*)
- stanice su u logičkom prstenu, a fizički su povezane na uređaj kabelom koji ima 2 parice: jednu za ulazne i jednu za izlazne podatke
- unutar centra za ožičenje je zaobilaznica (*bypass*) koja oslobađa stanicu ako dođe do prekida kabela (ne prekida se cijeli prsten)

- glavna **prednost** prstena u odnosu na sabirnicu sa znakom je prijenos na veće udaljenosti bez gubitka snage signala (stanica koja primi signal prvo ga pojača, a zatim šalje dalje na mrežu)

## 6. IEEE standard 802.6.

Nijedan od standarda za LAN nije pogodan za upotrebu kod MAN mreža. Za mreže koje pokrivaju grad, IEEE je definirao DQDB (Distributed Queue Dual Bus) kao standard 802.6. Mreža se sastoji od dvije jednosmjerne sabirnice na koju su sva računala povezana. Svaka stanica mora znati da li je odredište desno ili lijevo kako bi poslala podatke sabirnicom A ili B. Stanice podatke slažu u red tj. po FIFO principu. Udaljenost koje pokrivaju MAN mreže je do 160 km sa brzinama od 44,736 Mbps.



Arhitektura DQDB MAN mreže

## 7. Bežični LAN

WLAN (engl. *Wireless Local Area Network*) je lokalna mreža (engl. *LAN*) koja se zasniva na bežičnim tehnologijama. Bežična lokalna mreža je tehnologija zemljopisno malih bežičnih mreža dimenzioniranih za male udaljenosti koje u gradskim uvjetima iznose od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara. Jedno od trenutno najraširenijih WLAN inačica je Wi-Fi, registrirani znak Wi-Fi Alliancea. Wi-Fi Alliance je neprofitabilna internacionalna organizacija formirana 1999. godine sa zadatkom certificiranja WLAN povezivanja uređaja.

Trenutačno postoje tri standarda koji su odobreni od strane IEEE:

- 802.11a
- 802.11b
- 802.11g

Standardi 802.11b i g se uglavnom koriste u Hrvatskoj dok je standard 802.11a uglavnom u upotrebi u SAD. Osnovna razlika u standardima je u radijskoj frekvenciji na kojoj rade. 802.11a radi na frekvencijama oko 5 GHz dok 802.11b i g rade na frekvenciji od 2,4 GHz. Ukupna snaga zračenja antene ne smije prelaziti 1 W. Tehnologija je očito bila zamišljena za primjenu na malim udaljenostima. Slijedi kratak opis porodice 802.11 normi:

**802.11** prvobitna norma iz 1997. godine

- Prijenos podataka 1 ili 2 MBit/s
- Frekvencija 2,400 do 2,485 GHz
- Zastario, ne primjenjuje se više

**802.11a** Proširenje, 1999

- Prijenos podataka 54 MBit/s

- Frekvencija 5,15 do 5,72 GHz (u Njemačkoj 13. studenog 2002 prihvaćena kao 802.11h)

- Slabo rasprostranjen

#### **802.11b** Proširenje, 1999

- Prijenos podataka 11 MBit/s
- Frekvencija 2,400 do 2,485 GHz
- Još relativno dobro rasprostranjen

#### **802.11g** Proširenje 2003

- Prijenos podataka 54 MBit/s
- Frekvencija: 2,400 do 2,485 GHz
- Najrasprostranjeniji standard

#### **802.11n** Novi standard u razvojnoj fazi, standardiziranje krajem 2006.

- Prijenos podataka bruto 540 MBit/s
- Frekvencija: planirana 5 GHz
- Nije u uporabi

**802.11p** Proširenje 802.11a za povezivanje u vozilo-vozilo mrežama i prijenos podataka. Planirano standardiziranje do kraja 2008.

- Prijenos podataka 27 MBit/s
- Frekvencija: planirano 5,850-5,925 GHz (u Americi je za taj tip mreže ta frekvencija već rezervirana)
- Nije u uporabi



## 8.Literatura.

- [1] [http://www.fer.hr/\\_download/repository/OKM06\\_LAN\\_web.pdf](http://www.fer.hr/_download/repository/OKM06_LAN_web.pdf)
  - Optičke komunikacijske mreže
- [2] <http://www.zpr.fer.hr/predmeti/erg/2006/vuk/Files/wlan.html>
  - Ergonomija računalne i programske opreme
- [3] <http://www.tel.fer.hr/files/peta/LiP/LAN.pdf>
  - Lokalne i pristupne mreže
- [4] [http://www.fer.hr/\\_download/repository/Predavanje.pdf](http://www.fer.hr/_download/repository/Predavanje.pdf)
  - Komunikacijske mreže
  
- [5] <http://ahyco.ffri.hr/ritehmreze/teme/mac2.htm>
  - Računalne mreže, Tehnički fakultet u Rijeci
- [6] <http://www.pmfst.hr/~lada/rm/rm-pog5.pdf>
  - Računalne mreže, Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti I kineziologije
- [7] <http://adria.fesb.hr/~nibalic/5-semestar/RacunalneMreze3k.pdf>
  - Računalne mreže, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu
  
- [8] <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.2-1998.pdf>
- [9] [http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE\\_802](http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802)