

Telekomunikacijski protokoli

V

Drago Hercog

*Univerza v Ljubljani,
Fakulteta za elektrotehniko*

*Aplikacijska elektrotehnika, 3. letnik
2011/2012*

Telekomunikacijski protokoli

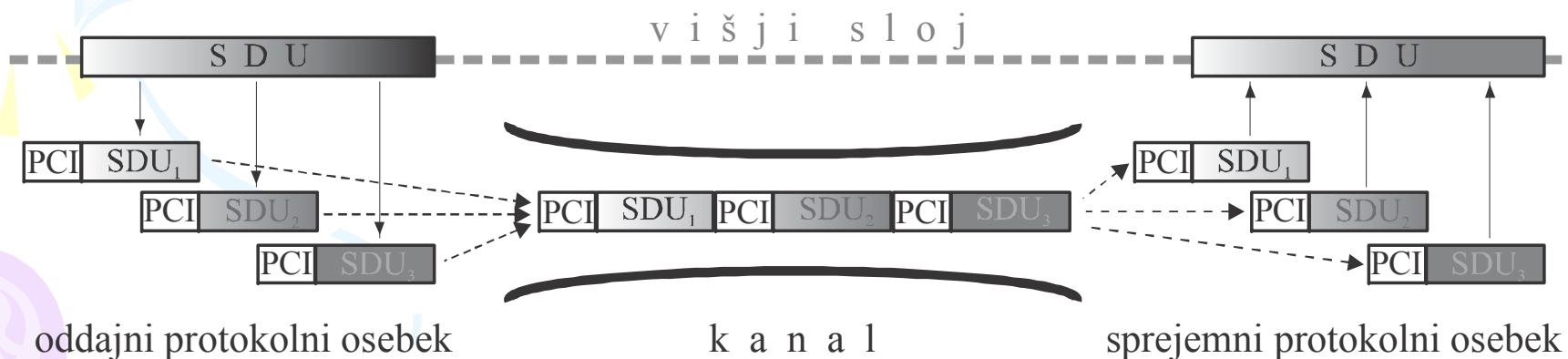
**Drobljenje in ponovno
sestavljanje sporočil**

Drobljenje in ponovno sestavljanje sporočil

- omejena dolžina protokolnih sporočil
- drobljenje
(ang. segmentation, fragmentation)
- ponovno sestavljanje
(ang. reassembly)
- ang.: segmentation & reassembly
(SAR)

Drobljenje in ponovno sestavljanje sporočil

- drobljenje in ponovno sestavljanje je transparentno za uporabnike

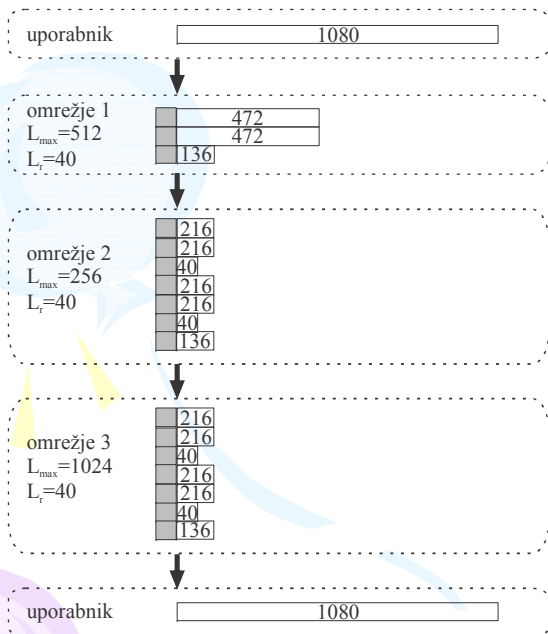


Drobljenje in ponovno sestavljanje sporočil

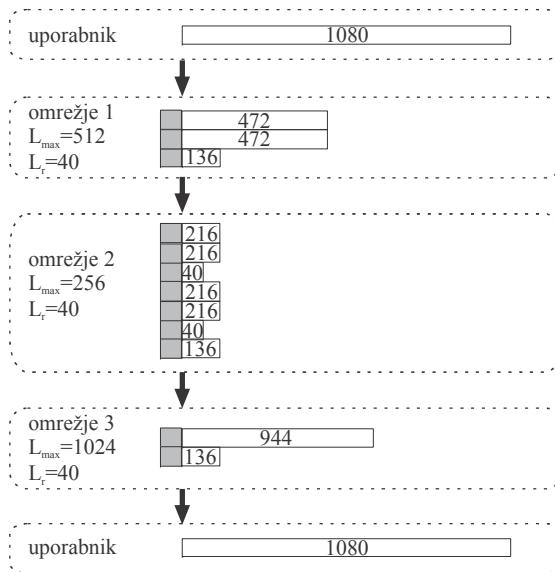
- pri povezavno orientiranem prenosu (zanesljiv prenos)
 - označitev zadnjega segmenta
 - zastavica (M)
 - krajša dolžina zadnjega segmenta
- pri nepovezavno orientiranem prenosu (nezanesljiv prenos)
 - označitev zadnjega segmenta
 - mesto segmenta v sporočilu
 - pripadnost segmenta sporočilu
 - sprejemnik mora uporabniku predati popolno sporočilo

Strategija ponovnega sestavljanja sporočil pri nepovezavno orientiranem prenosu

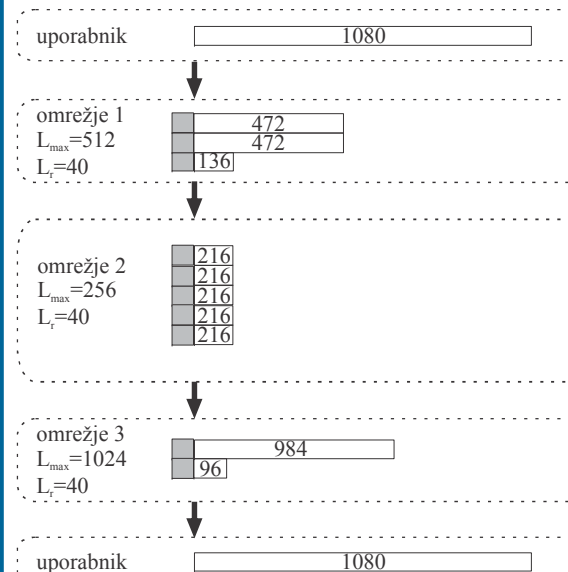
sestavljanje na cilju



delno sestavljanje v prehodih



popolno sestavljanje v prehodih



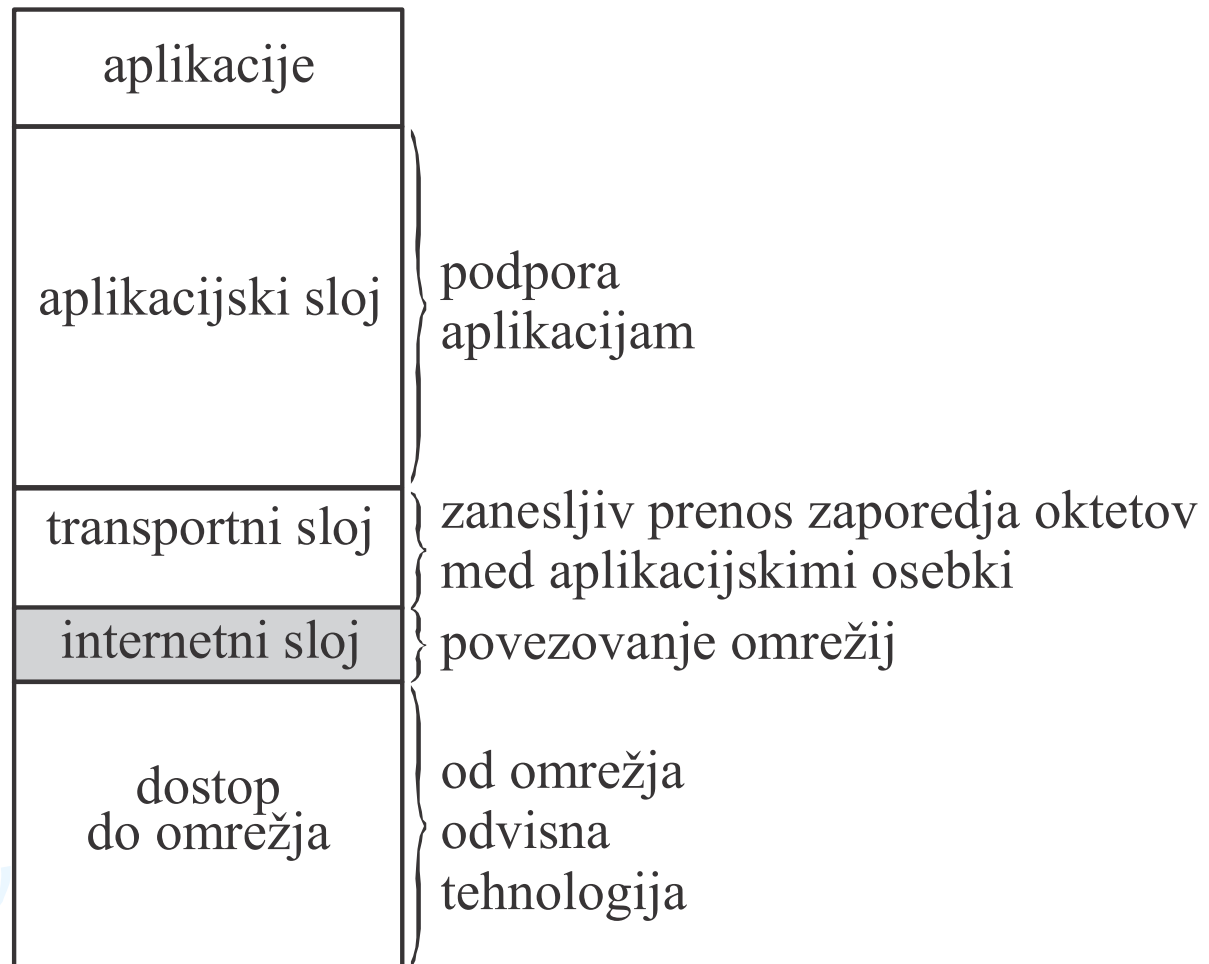
Telekomunikacijski protokoli

Protokol IP

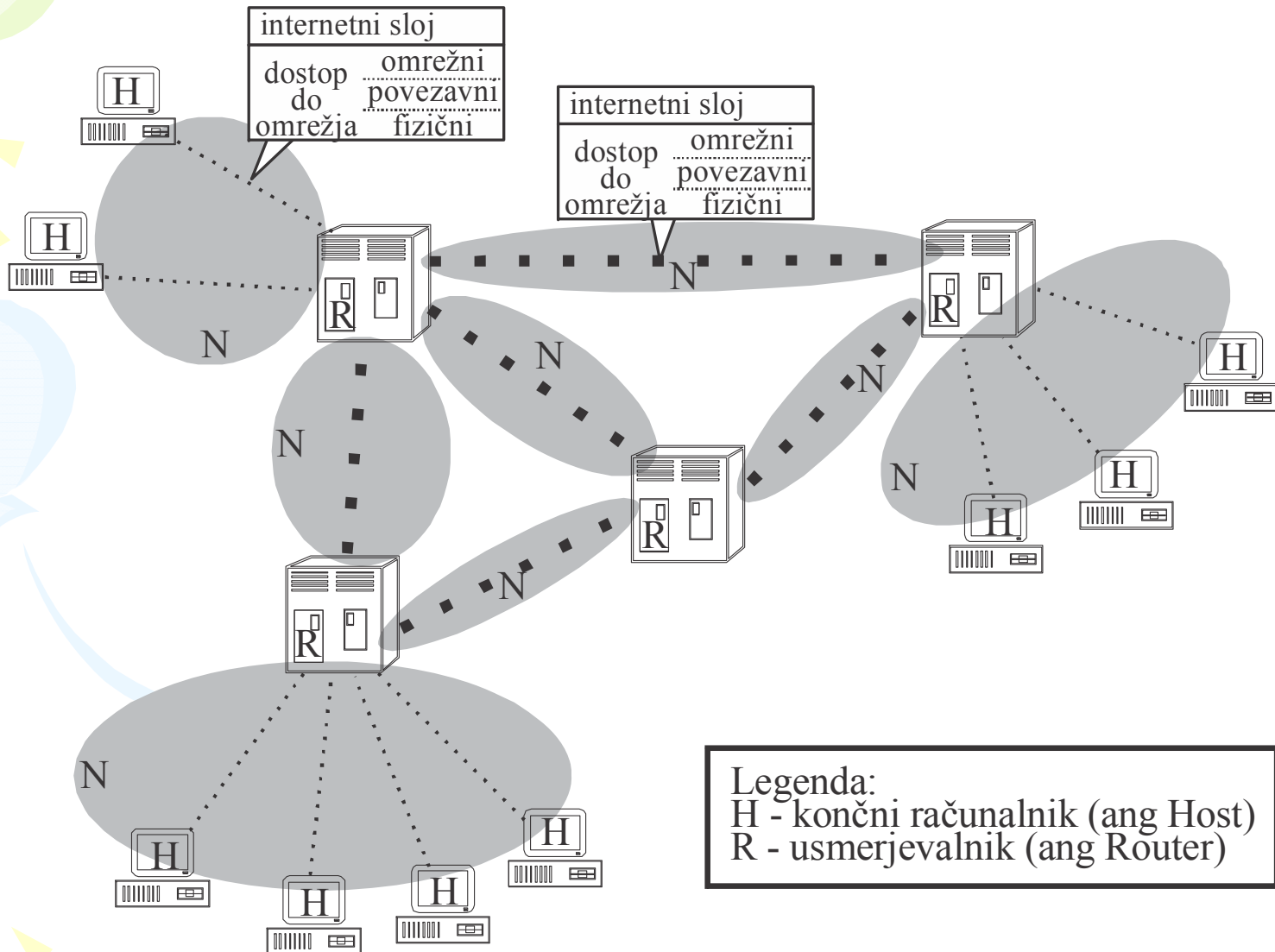
Protokol IP

- IP: Internet Protocol
- najpomembnejši protokol v Internetu
- globalno naslavljanje
- povezuje med seboj različna omrežja
- dostava paketov skozi omrežje
- datagramski protokol
- ne zagotavlja zanesljivega prenosa
- zanesljivo delovanje, robustnost
- verziji
 - IPv4
 - IPv6

Protokolni sklad TCP/IP



Omrežje IP kot omrežje omrežij



Protokol IPv4: funkcionalnosti

- naslavljanje
- segmentiranje
- preprečevanje mrtvih duš
- multipleksiranje
- detekcija napak v glavi
- (skrb za kvaliteto storitve)

Naslavljanje

- naslov IPv4: 32 b
- naslov podomrežja / naslov elementa
- maska podomrežja
- decimalni zapis s piko
- standardni razredi naslovov
 - razred A: naslov se začne z 0, maska 255.0.0.0
 - razred B: naslov se začne z 10, maska 255.255.0.0
 - razred C: naslov se začne z 110, maska 255.255.255.0
 - razred D: naslov se začne z 1110 – univerzalni naslov
- domenska imena
- sistem domenskih strežnikov DNS
- javni naslovi, zasebni naslovi

Format datagrama IPv4

verzija (4)	dolžina glave (4)	tip storitve (8)	dolžina datagrama (16)	
identifikacija datagrama (16)		zast(3)		odmik delca (13)
		D	M	
življenjska doba (16)		uporabnik (8)	zaščita glave (16)	
IP naslov pošiljatelja datagrama (32)				
IP naslov prejemnika datagrama (32)				
opcije (var)				
uporabniško sporočilo (var)				

Segmentiranje v IP

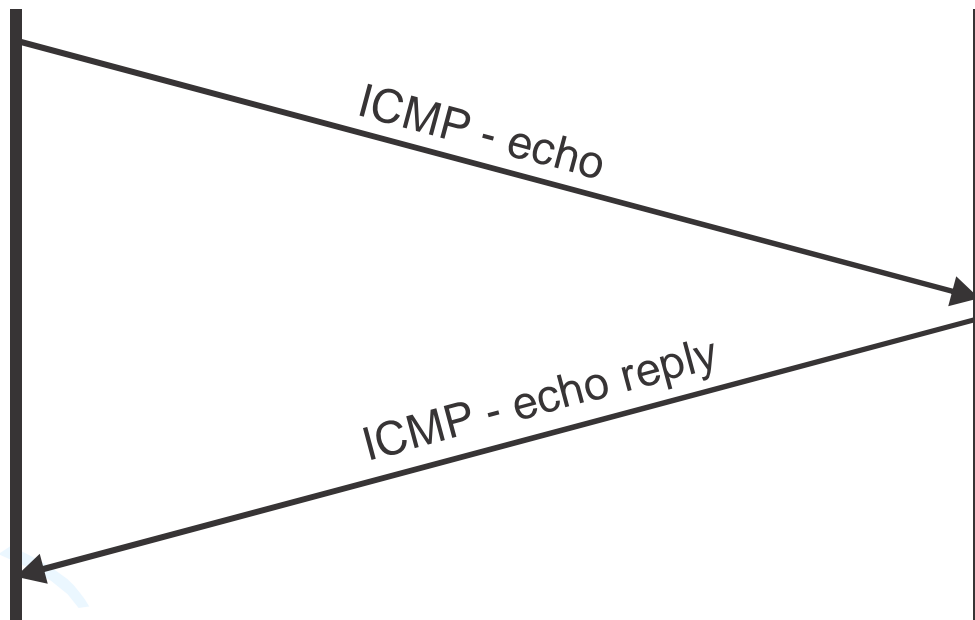
- možno večkratno segmentiranje
- sestavljanje na cilju

verzija (4)	dolžina glave (4)	tip storitve (8)	dolžina datagrama (16)		
identifikacija datagrama (16)			zast(3)		odmik delca (13)
			D	M	
življenjska doba (16)		uporabnik (8)	zaščita glave (16)		
IP naslov pošiljatelja datagrama (32)					
IP naslov prejemnika datagrama (32)					
opcije (var)					
uporabniško sporočilo (var)					

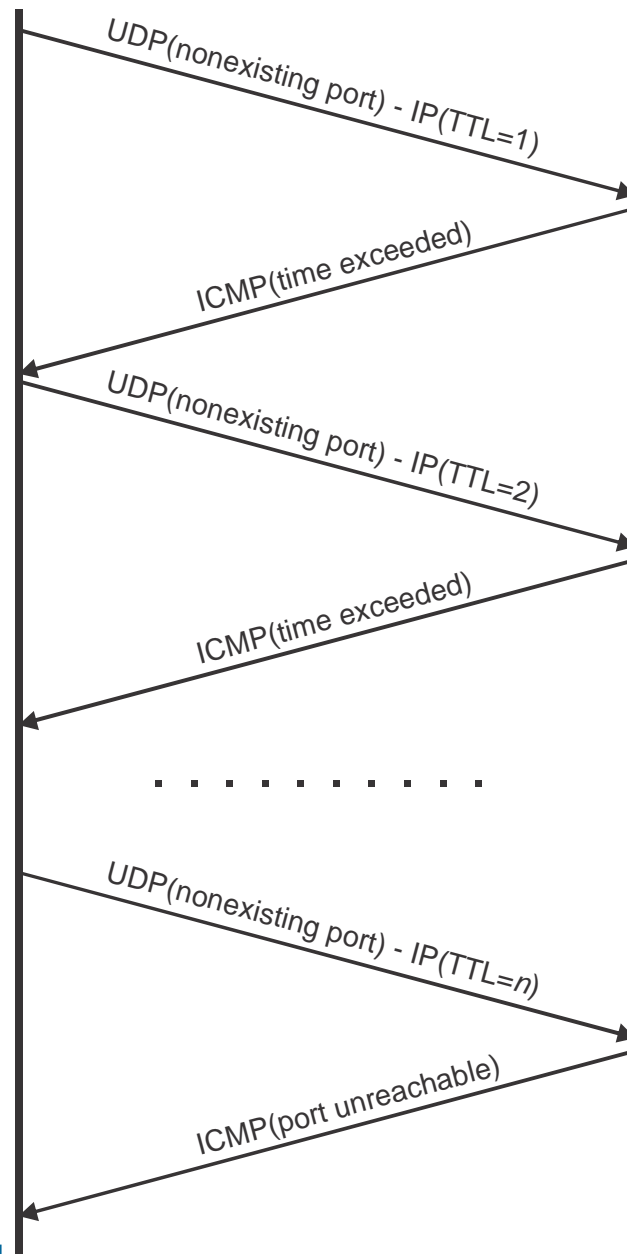
Protokol ICMP

- ICMP: Internet Control Message Protocol
- obvezna uporaba ob protokolu IP
- obveščanje o problemih
- v internetnem sloju, vendar uporabnik IP
- tipi sporočil ICMP
 - destination unreachable
 - port unreachable
 - time exceeded
 - parameter problem
 - source quench
 - redirect
 - echo, echo reply
 - timestamp, timestamp reply
 - address mask request, address mask reply

Aplikacija Ping



Aplikacija Traceroute



Protokol IPv6

- najpomembnejša pomanjkljivost IPv4:
 - pomanjkanje naslovov IPv4
 - dvonivojska hierarhija
 - neučinkovito dodeljevanje naslovov
 - hitra rast omrežij
 - vseprisotno računalništvo (ubiquitous computing)
- najpomembnejše novosti v IPv6:
 - 128-bitni naslovi
 - večnivojska hierarhija
 - individualni, skupinski in izbirni naslovi
 - poenostavljena (hitrejša) obdelava glave
 - manj polj v glavi
 - več polj je opsijskih
 - specifikacija informacijskih pretokov
 - segmentiranje le v izvornem elementu
 - avtokonfiguracija (brez pomoči strežnika)
 - vgrajena možnost varnega komuniciranja

IPv6: heksadecimalni zapis z dvopičjem

- X:X:X:X:X:X:X:X
(X = hhhh)
- izpuščanje vodilnih ničel
(hhh=0hhh, hh=00hh, h=000h, 0=0000)
- izpuščanje ničel:
:: = :0: ali :0:0: ...
- primeri:
 - ffff:0:0:123:1a01:0:23:1234 =
 - ffff::123:1a01:0:23:1234 =
 - 1111111111111111 0000000000000000
0000000000000000 0000000100100011
0001101000000001 0000000000000000
0000000000100011 0001001000110100

Prehod IPv4 → IPv6

- dvojni protokolni sklad
- tuneliranje
- prevajanje

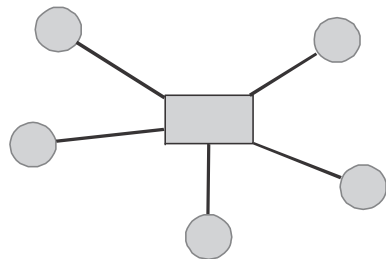
Telekomunikacijski protokoli

Protokoli lokalnih omrežij

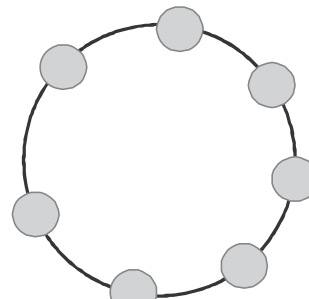
Značilnosti lokalnih omrežij

- LAN – Local Area Network
- MAN – Metropolitan Area Network
- omejeno število osebkov
- omejene razdalje / zakasnitve
- skupni prenosni medij – skupni prenosni viri
- MAC = Medium Access Control
- sodostop do medija = multipleksiranje + porazdeljena komutacija

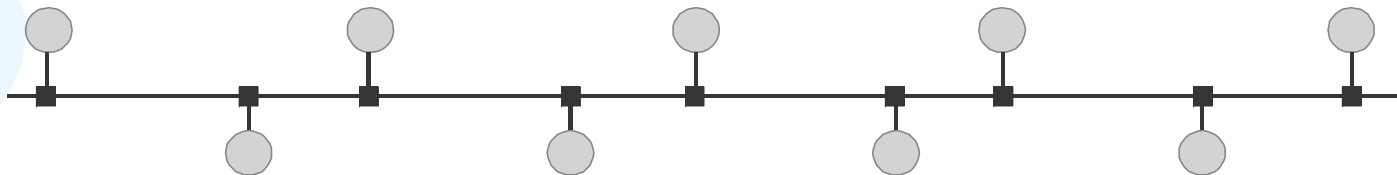
Topologije lokalnih omrežij



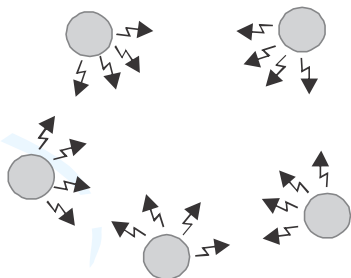
(a) zvezda



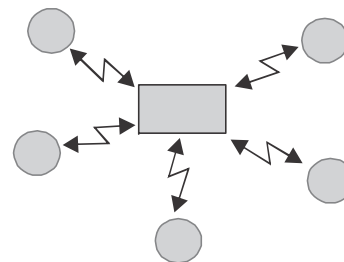
(b) obroč



(c) vodilo



(d) priložnostno radijsko omrežje



(e) radijsko omrežje z infrastrukturo

Protokolni sklad v LAN/MAN

aplikacijski sloj	
prikazni sloj	
sejni sloj	
transportni sloj	
omrežni sloj	
povezavni sloj	----- podsloj LLC podsloj MAC
fizični sloj	

Standardizacija: IEEE 802

standard	tehnologija
802.1	LAN/MAN, mostiči
802.2	LLC
802.3	Ethernet
802.5	obroč z žetonom
802.11	WLAN
802.15	WPAN, Bluetooth
802.16	WIMAX

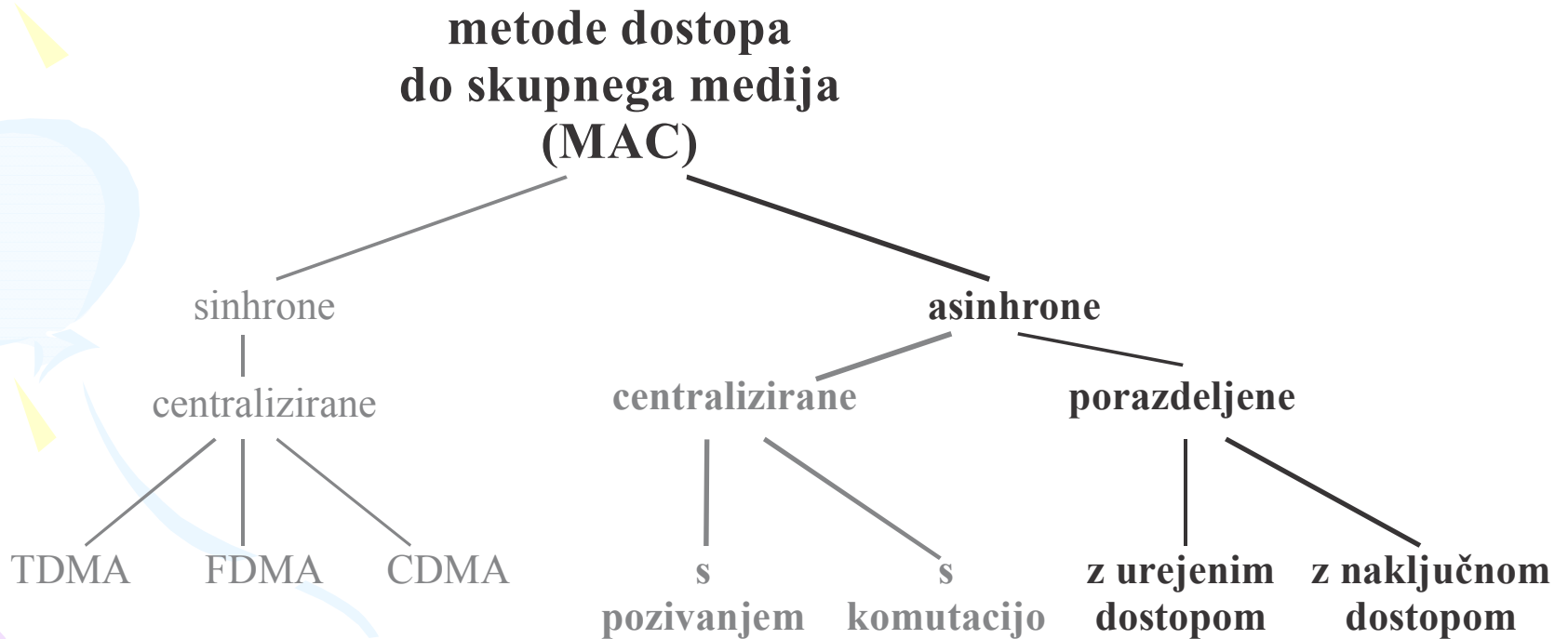
Protokol LLC

- LLC – Logical Link Control
- omrežnemu sloju nudi običajne storitve povezavnega sloja
- osnovan na HDLC
- načini delovanja
 - nepovezavni način brez potrditev
 - povezavni način
 - nepovezavni način s potrditvami

Protokoli MAC

- MAC- Medium Access Control
- sodostop do skupnega medija
- nepovezavno orientirani
- različni za različne vrste LAN/MAN
- vezani na protokol fizičnega sloja in topologijo omrežja

Klasifikacija metod MAC



Klasifikacija metod MAC

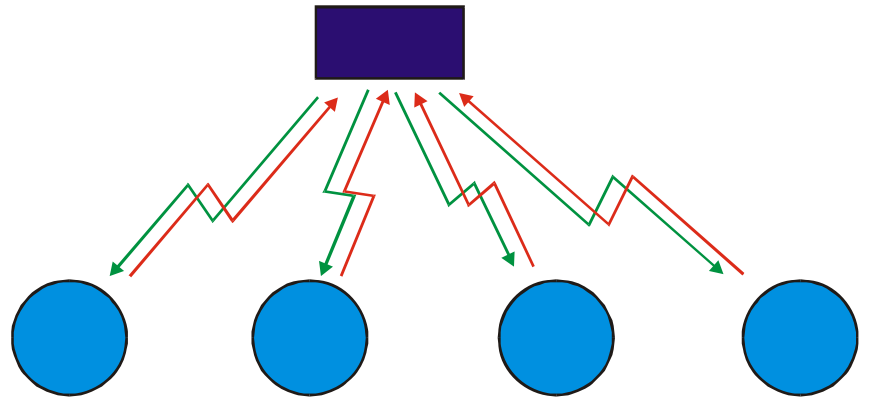
- sinhronne metode
 - vodovni način prenosa
 - centralizirane
- asinhronne metode
 - paketni način prenosa
 - centralizirane in porazdeljene
 - s pozivanjem (centralizirane)
 - metode z urejenim dostopom (porazdeljene)
 - upravljanje urnika
 - ni trkov
 - metode z naključnim dostopom (porazdeljene)
 - naključni dostop, bolj ali manj obziren
 - trki (kolizije)
 - metode s koncentrirano komutacijo (centralizirane)
 - ni skupnega medija

Obroč z žetonom

- nekoč popularna tehnologija
- danes zastarela tehnologija
- temelji na topologiji obroča
- metoda urejenega dostopa
- žeton (ang. token) kroži po obroču
- žeton daje pravico oddajanja
- sprostitvev žetona
 - RAR: token ring
 - RAT: FDDI
- upravljanje z žetonom

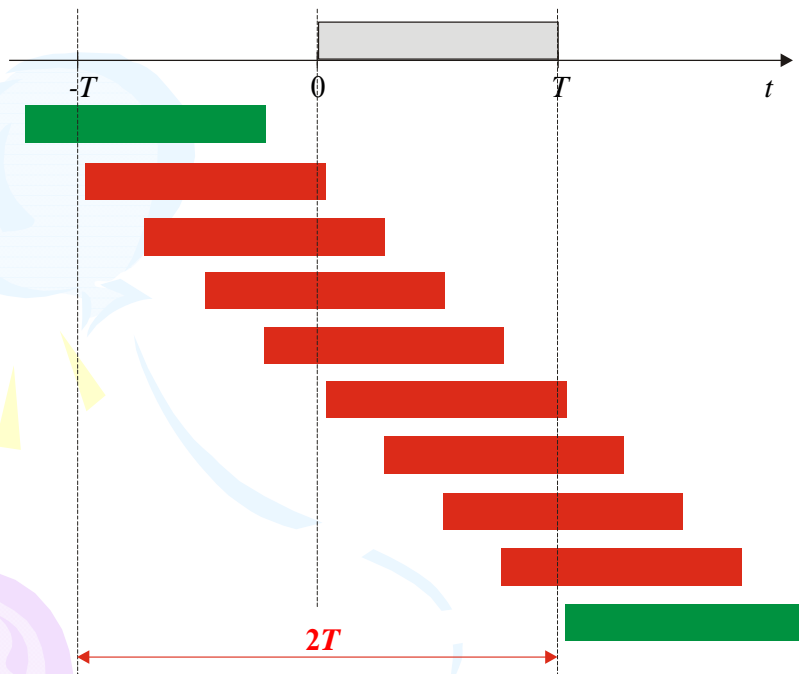
Aloha

- University of Hawaii
- radijsko omrežje z infrastrukturo
- metoda z naključnim dostopom
- postopek oddajanja
- naključno določen čas ponovne oddaje
- interval naključnih časov
- Aloha s časovnimi rezinami
- aktualnost protokola Aloha

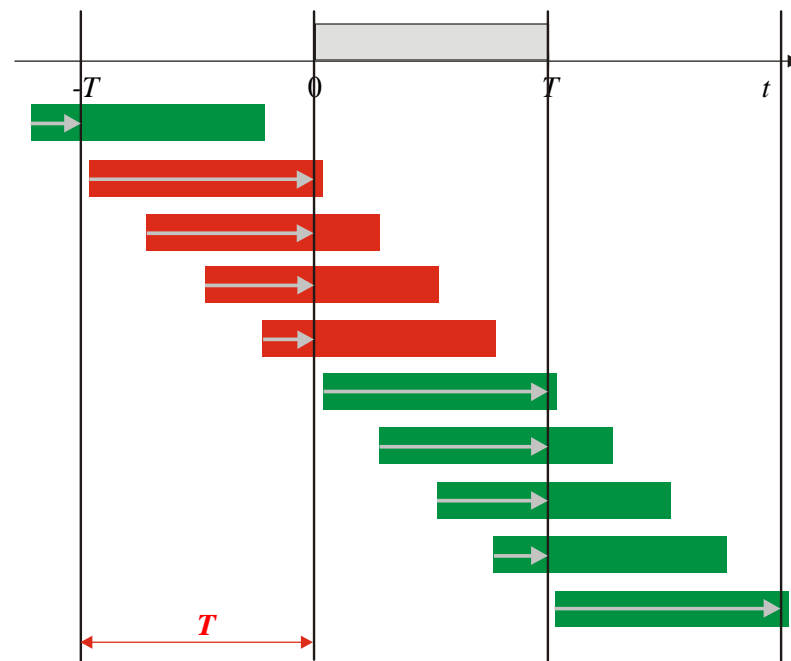


Aloha in Aloha s časovnimi rezinami

Aloha



Aloha s časovnimi rezinami



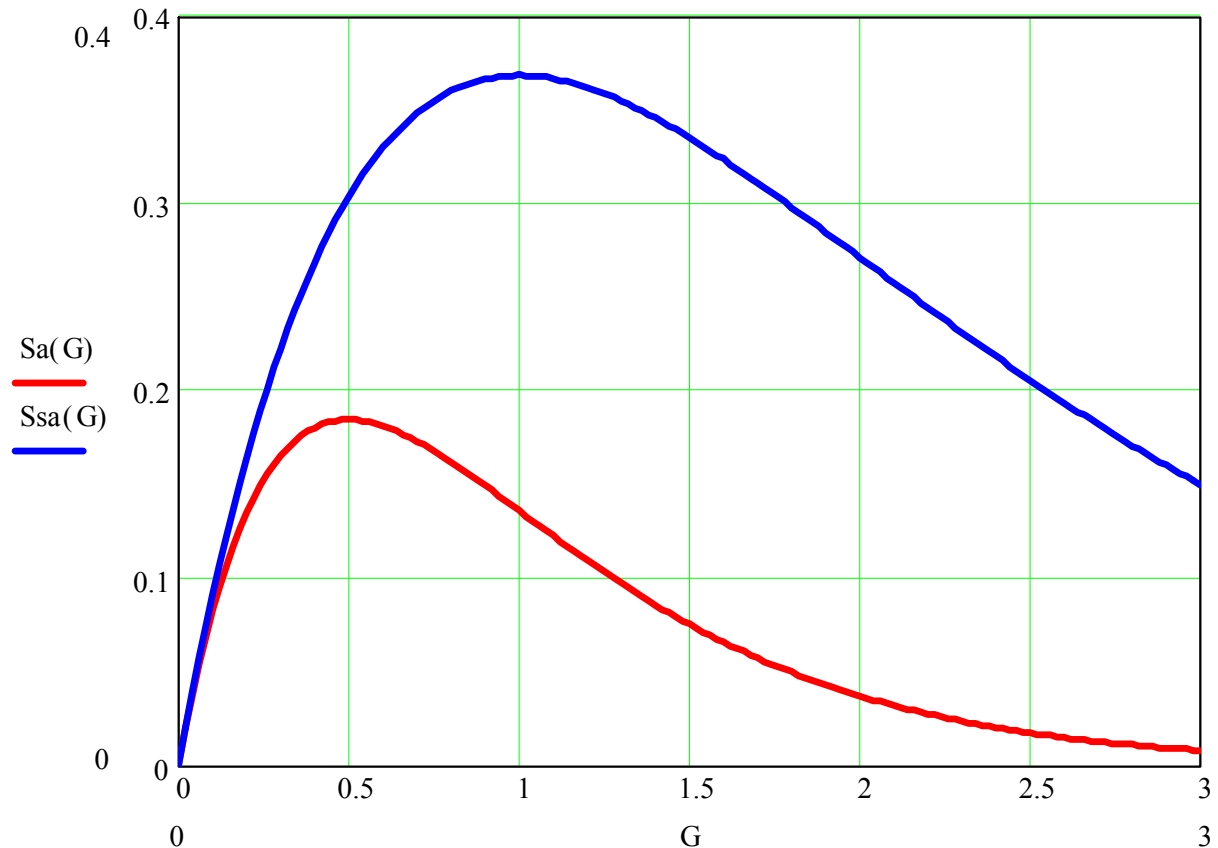
Aloha in Aloha s časovnimi rezinami

Aloha:

$$S(G) = G \cdot e^{-2G}$$

Slotted Aloha:

$$S(G) = G \cdot e^{-G}$$



Ethernet

- IEEE 802.3
- topologija
 - vodilo
 - zvezda z vozlišči ali stikali
- medij
 - koaksialni kabel
 - UTP
 - optično vlakno
- hitrosti
 - 10 Mb/s
 - 100 Mb/s ("Fast Ethernet")
 - 1 Gb/s ("Gigabit Ethernet")
 - 10 Gb/s
 - 100 Gb/s
- MAC
 - CSMA/CD
 - komutacija
- 48-bitni naslovi

CSMA/CD

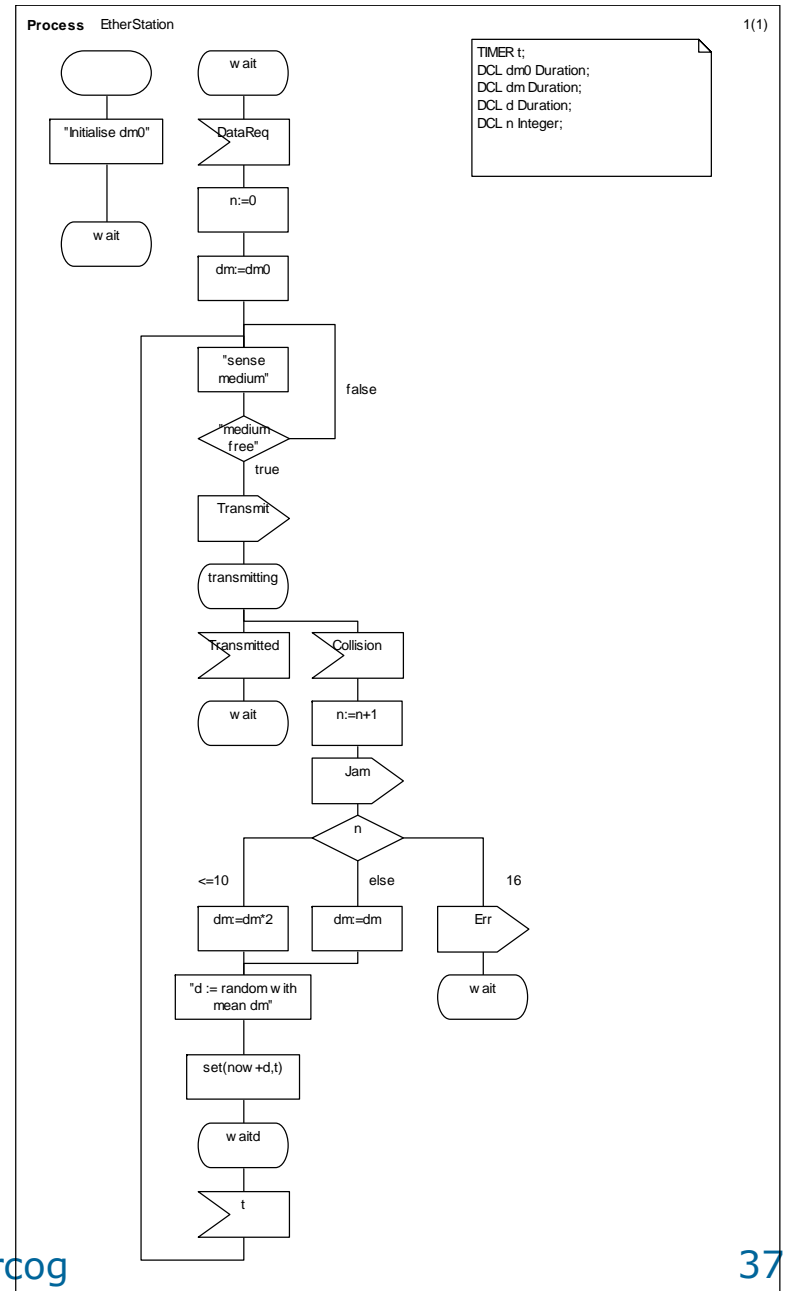
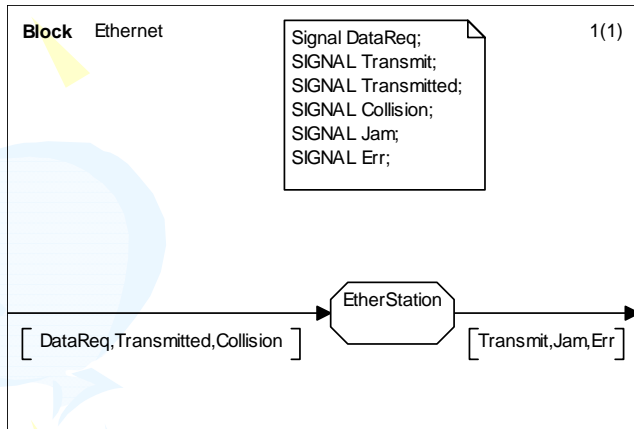
- Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
- protokol z naključnim dostopom
- izhaja iz protokola Aloha
- poslušanje medija
 - predpostavka: $T_p \ll T_i$
- detekcija kolizije
 - predpostavka: $T_i > 2 \times T_p$

CSMA/CD

- postopek postaje za oddajo

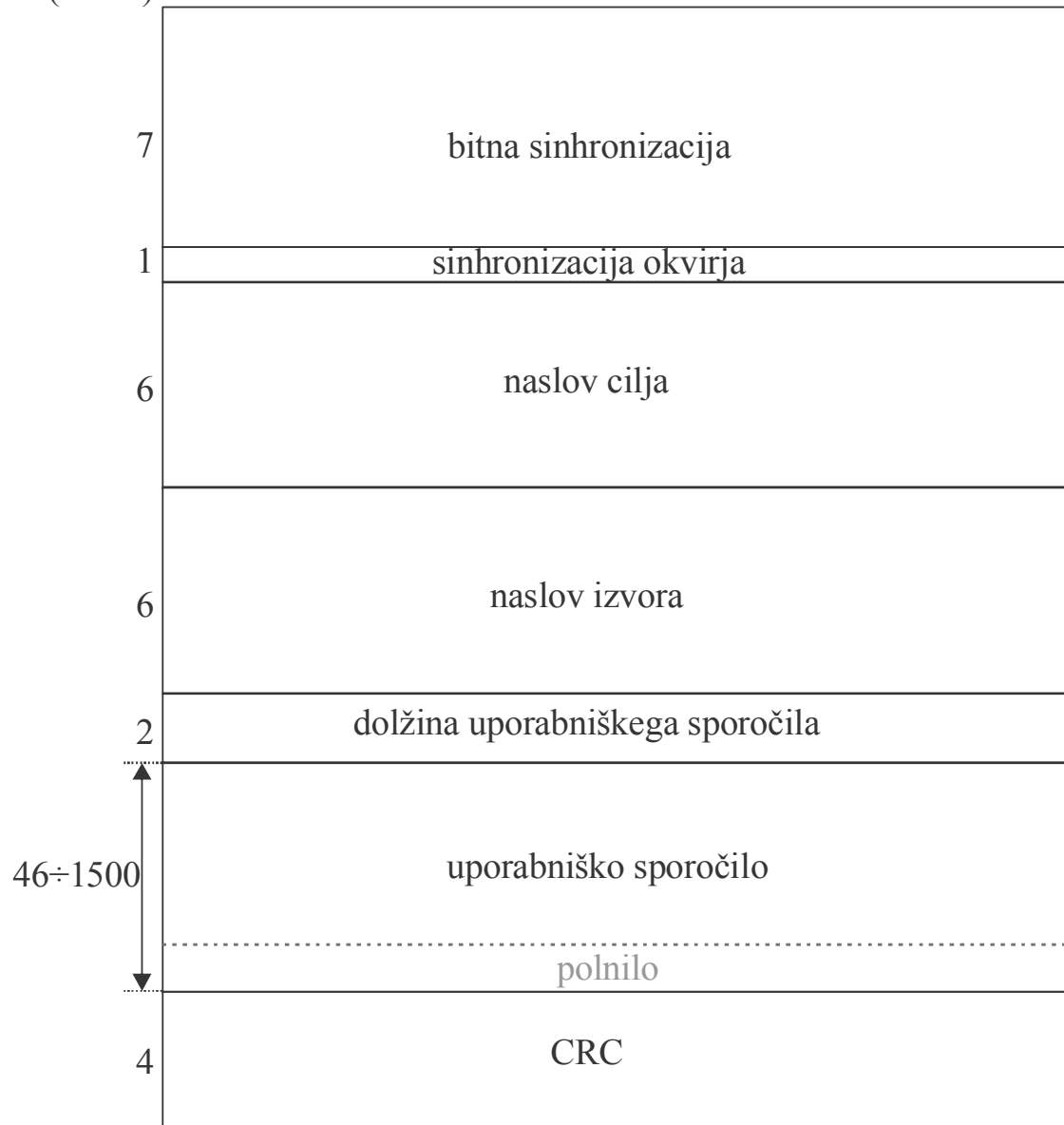
- poslušaj medij
- če je medij prost, začni z oddajo
- če je medij zaseden, čakaj; ko postane medij prost, začni z oddajo
- če med oddajo zaznaš trk, oddaj kratek motilni signal in končaj oddajo
- po oddaji motilnega signala počakaj naključno določen čas in začni od začetka
- binarna eksponentna odložitev:
 - pri prvih 10 ponovitvah podvoji povprečni čas čakanja
 - pri naslednjih 6 ponovitvah uporabi isti povprečni čas čakanja
 - po 16 neuspehih odnehaj in obvesti uporabnika o napaki

postopek oddaje



Okvir Ethernet

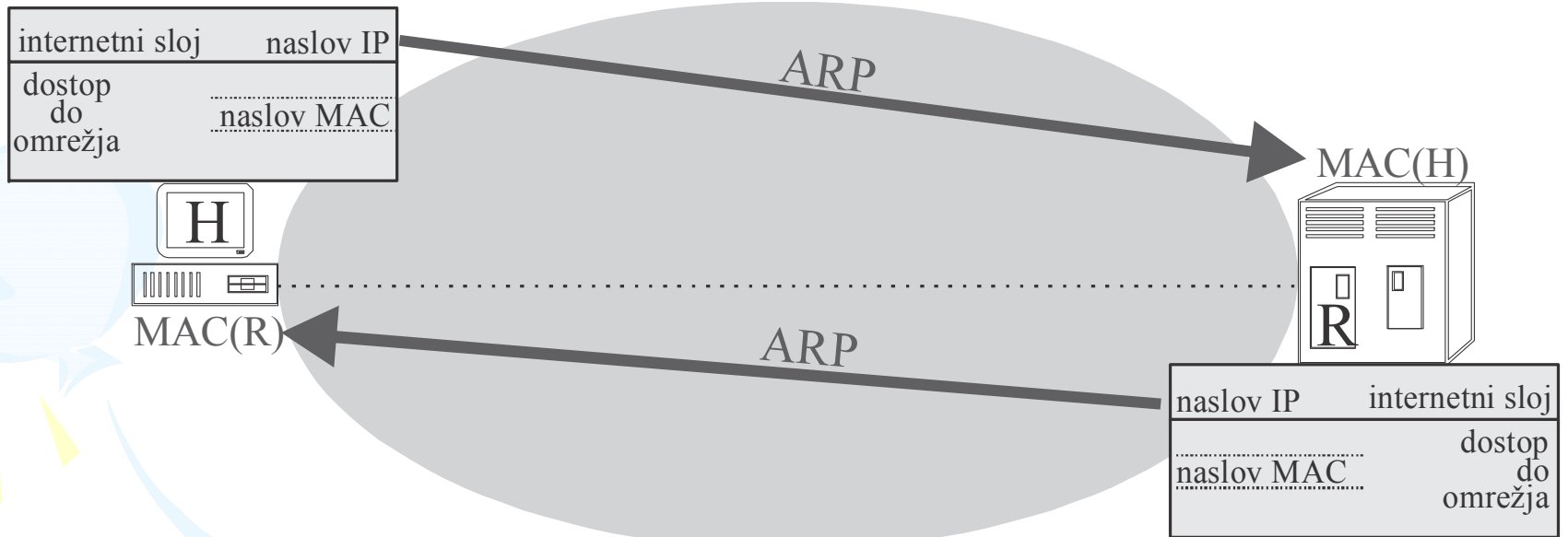
(okteti)



Protokola ARP in RARP

- ARP: Address Resolution Protocol
- RARP: Reverse Address Resolution Protocol
- dvojno naslavljanje v LAN: IP in MAC
- potreba po prevajanju naslovov
- ARP : IP \rightarrow MAC
- RARP : MAC \rightarrow IP

ARP



Delovanje ARP

- temelji na principu difuzijskega prenosa v LAN
- deluje neposredno nad protokolom MAC
- vsak komunikacijski osebek vzdržuje svojo tabelo prevodov IP - MAC
- komunikacijski osebek lahko
 - objavi svoj par IP – MAC
 - zahteva naslov MAC za dani naslov IP