

RAČUNARSKE MREŽE/ INTERNET KOMUNIKACIJE

Lekcija 7: Međusobno povezivanje lokalnih računarskih mreža

leto 2018/2019

Prof. dr Branimir M. Trenkić

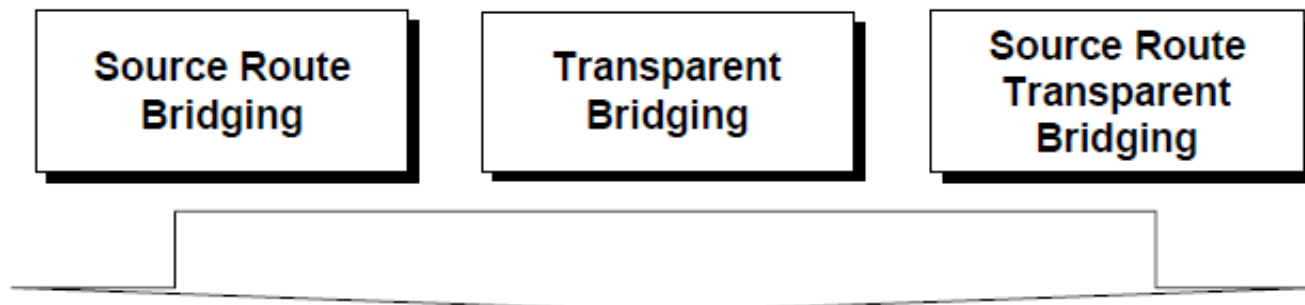
Visoka škola elektrotehnike i računarstva
strukovnih studija

PRINCIPI PREMOŠĆAVANJA

Na kraju ove lekcije bićemo u mogućnosti da....

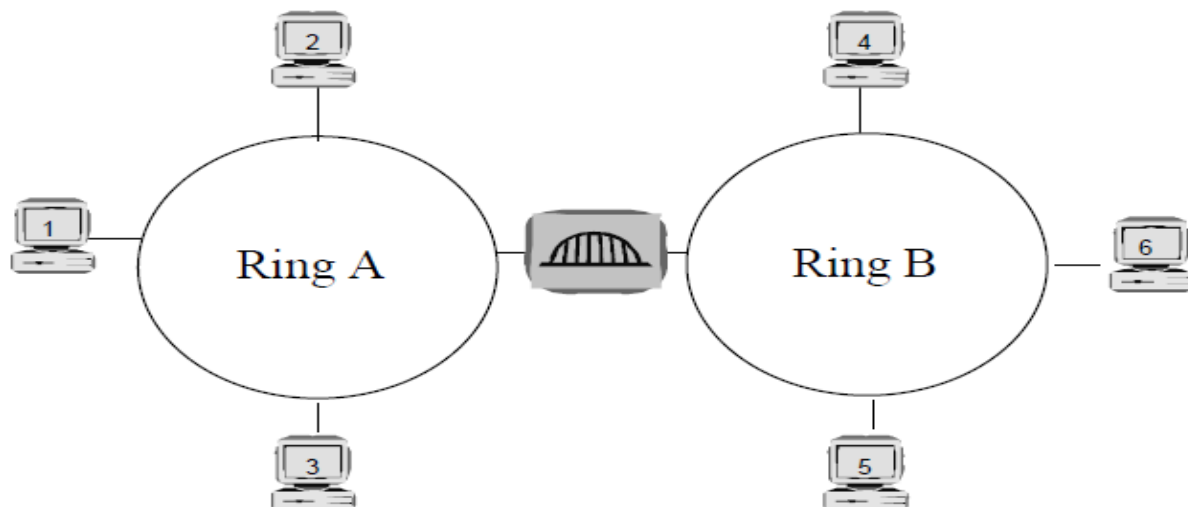
- Definišemo ***modele premošćavanja***
 1. Premošćavanje sa rutiranjem na izvoristu
 2. Transparentno premošćavanje
 3. Transparentno sa izvorišnim rutama (SRT, *Source Route Transparent*)
- Opišemo kako funkcioniše ***koncept Razapinjućeg stabla*** (Spanning Tree) u mreži

Fleksibilno prosleđivanje okvira – izbor tehnike



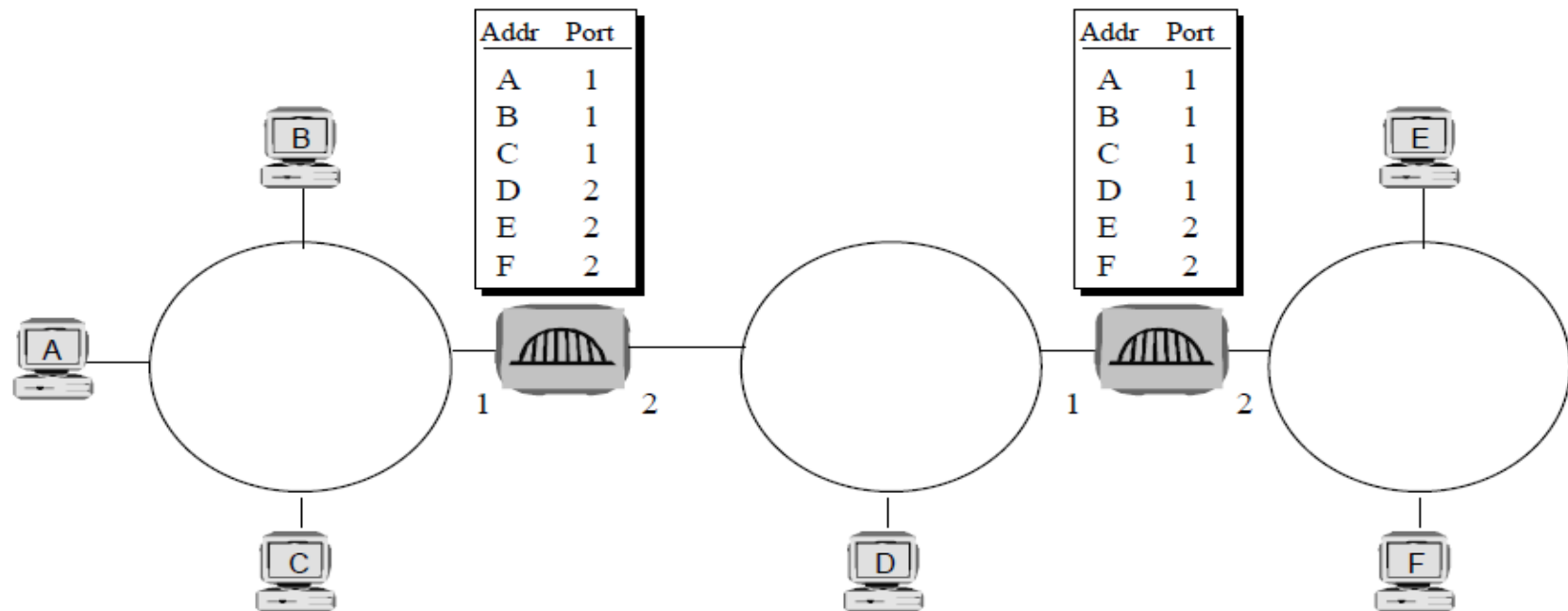
- Transparentno premošćavanje
 - *Ethernet i Token Ring*
 - *Jednostavna implementacija*
 - *Lociranje problema* u kompleksnim mrežama teško
- Premošćavanje sa rutiranjem na izvoru
 - *Token Ring*
 - *Nije* tako *jednostavna implementacija*
 - *Lociranje i rešavanje* nastalih *problema je jednostavnije*

Šta je cilj premošćavanja?



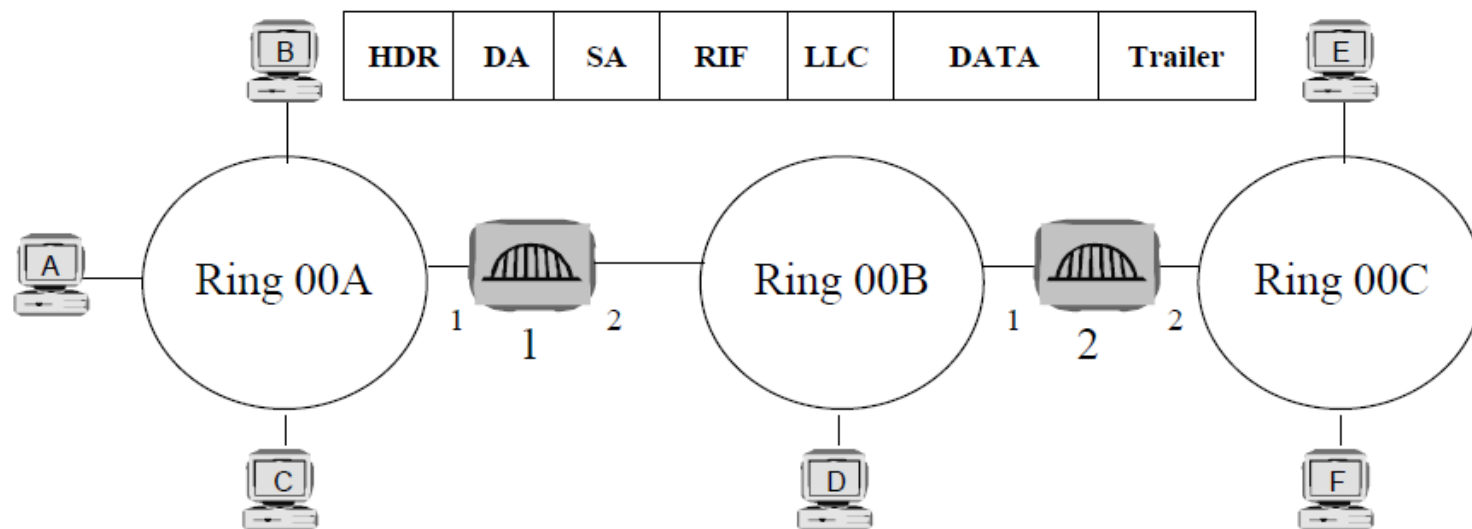
- **Most (bridge)** se koriste za:
 - Povezuje dva(!) mrežna segmenta (fizička prstena) - nevidljivi za stanice (**transparentni**)
 - Na taj način omogućuju formiranje jedne logičke mreže
 - **Prosleđivanje**, **filtriranje** i **plavljenje** okvira
 - Održavanje lokalnog saobraćaja u lokalnim granicama

Transparentno premoščavanje



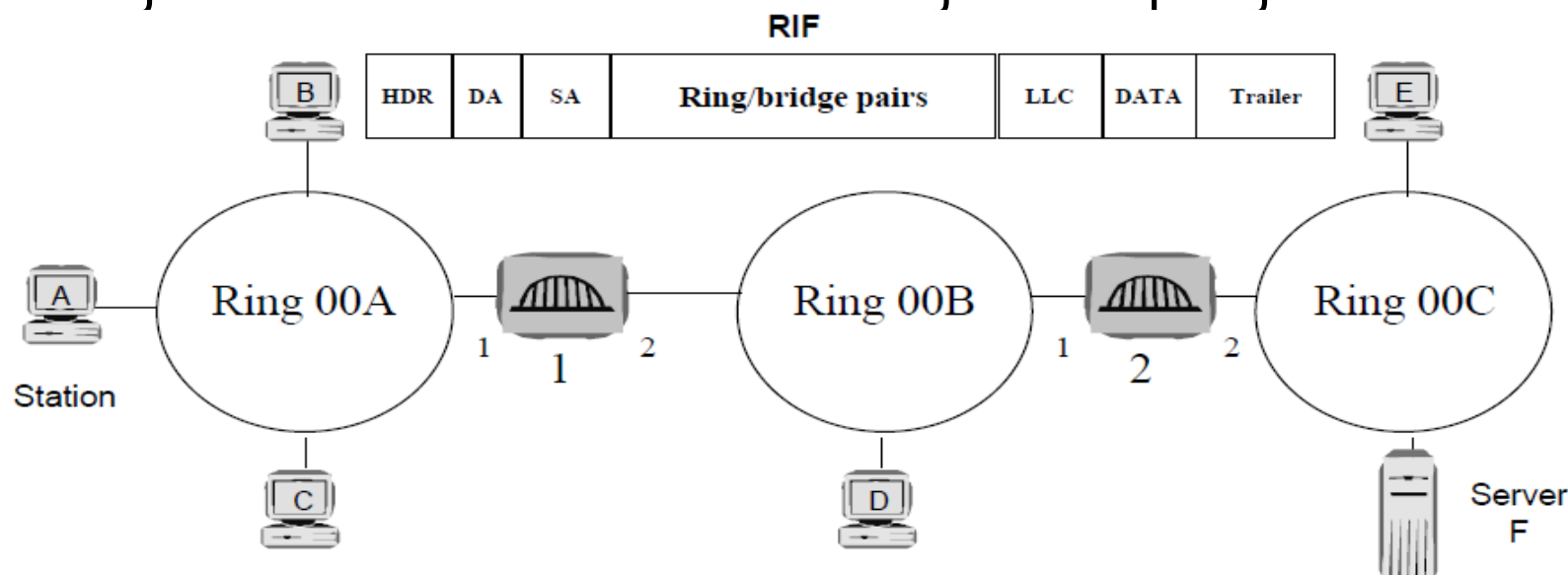
- Svaki transparentni most **formira tabelu** koja sadrži:
 - Odredišne adrese sa kojima je upoznat
 - Broj porta na kome se stanica sa tom adresom nalazi
 - Koristi: (I) “**Backward learning**” - mehanizam i (II) **prosleđivanje plavljenjem**

Premoščavanje sa rutiranjem na izvoru



- ***Ruting informacije*** - adrese prstenova i mostova
- ***RIF*** - posebno polje u zaglavlju okvira koje sadrži ove informacije
 - RIF – *Routing Information Field*
- Ove informacije se čuvaju samo u okvirima
 - ***Ne postoje posebne tabele*** u mostovima sa ovim informacijama

Rutiranje na izvoru – Formiranje RIF polja



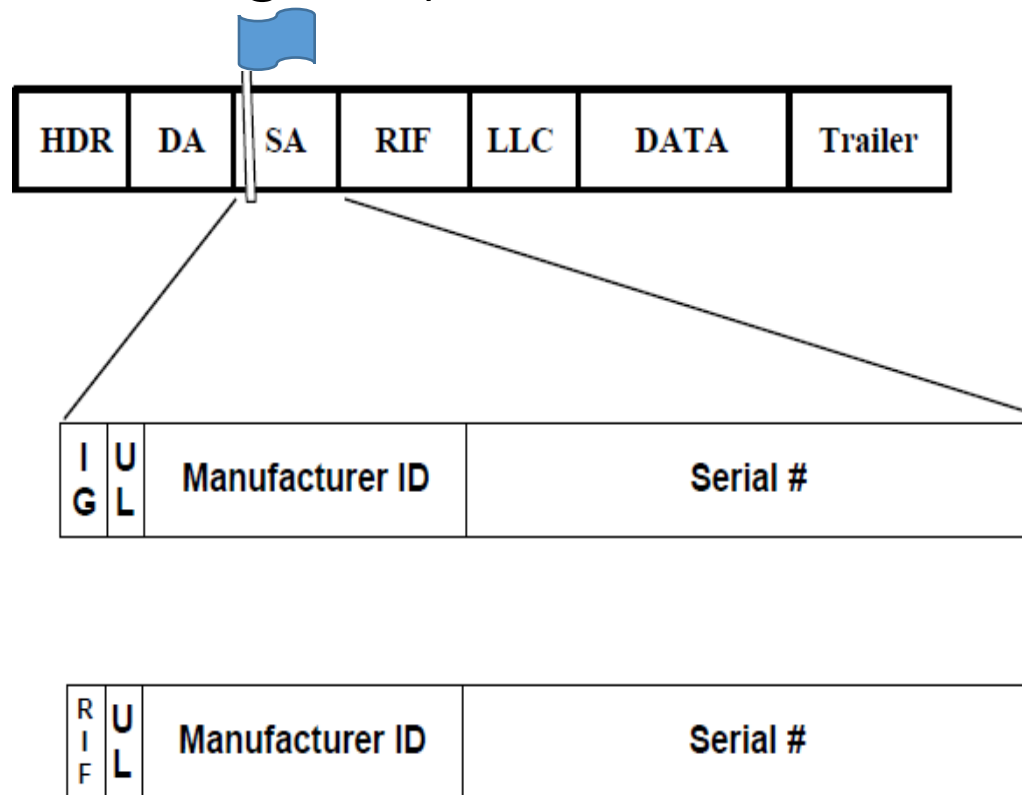
- Sadržaj RIF polja se formira kroz **explorer (discovery)- okvir** a koji se difuzno prosleđuje kroz prstenove
- Okvir primljen na serveru – sadrži kompletno polje RIF
- Server koristi ove informacije kao putanju odgovora ka stanici

Rutiranje na izvoru

- ***Izvorišna stanica*** formira i šalje explorer- okvir
 - Sa RIF poljem
 - Bez aktuelnih podataka
- Kada okvir primi ***prvi most*** (da je prvi zna na osnovu praznog RIF polja) dodaje:
 - adresu izvorišnog prstena
 - svoju adresu (*bridge number*)
 - adresu prstena u koji će proslediti explorer- okvir
- ***Svaki sledeći*** most dodaje:
 - svoju adresu (*bridge number*)
 - adresu prstena u koji će proslediti explorer- okvir

Označavanje (*Source Routing*, SR) okvira

Token Ring- okvir:



Bit ***Individualna/Grupna adresa*** u SA (Adresa izvorišta) je ***uvek*** setovan na 0 (individualna).....

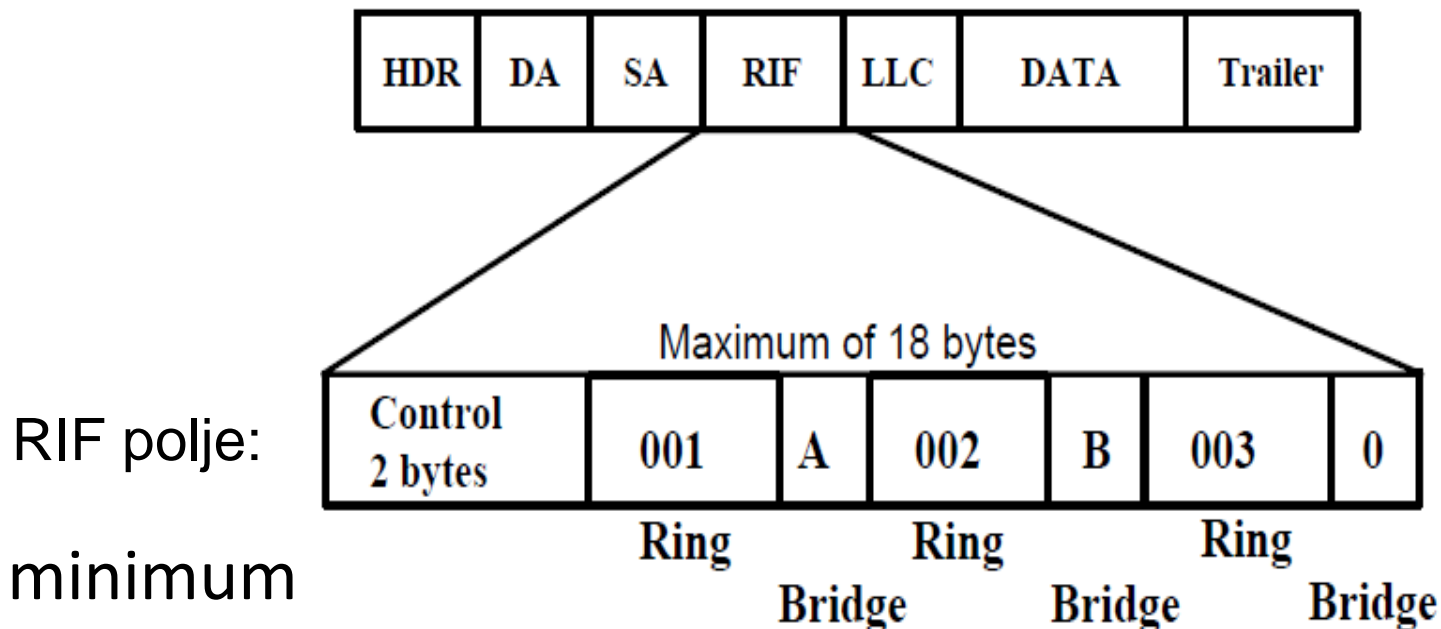
Tako da se može upotrebiti kao indikacija postojanja RIF polja (RIF = 1)

Primer:

0000F6123456 bez RIF

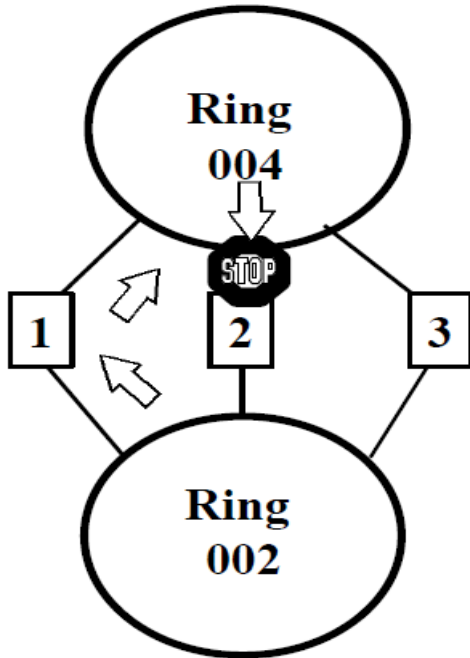
8000F6123456 sa RIF

RIF polje



- **2 bajta** minimum
 - Samo kontrolna informacija
- **18 bajtova** maksimalno
 - Kontrolna informacija + **Prsten/Most parovi**
 - Omogućuje maksimalan broj skokova (7 mostova)
- **Adresa poslednjeg mosta je uvek 0**
 - Odredišna stanica je na tom prstenu!

Stalno kruženje okvira – zatvorena petlja



Control	002	1	004	2	002	0
---------	-----	---	-----	---	----------------	---

Ako **postoji više mostova između dva prstena**, svaki most mora biti jedinstveno adresiran, Tako da **par adr. prstena/adr. mosta** bude **jedinstvena kombinacija**

- **Nije dozvoljeno** da se adresa prstena **pojavi više od jedanput** u RIF polju
- Na slici: Most (2 ili 3) ne dozvoljava okviru povratak u prsten 002 zato što se ta adresa već nalazi u RIF polju – na taj način se sprečava **stvaranje zatvorene petlje**

All Routes Explorer (ARE) okviri

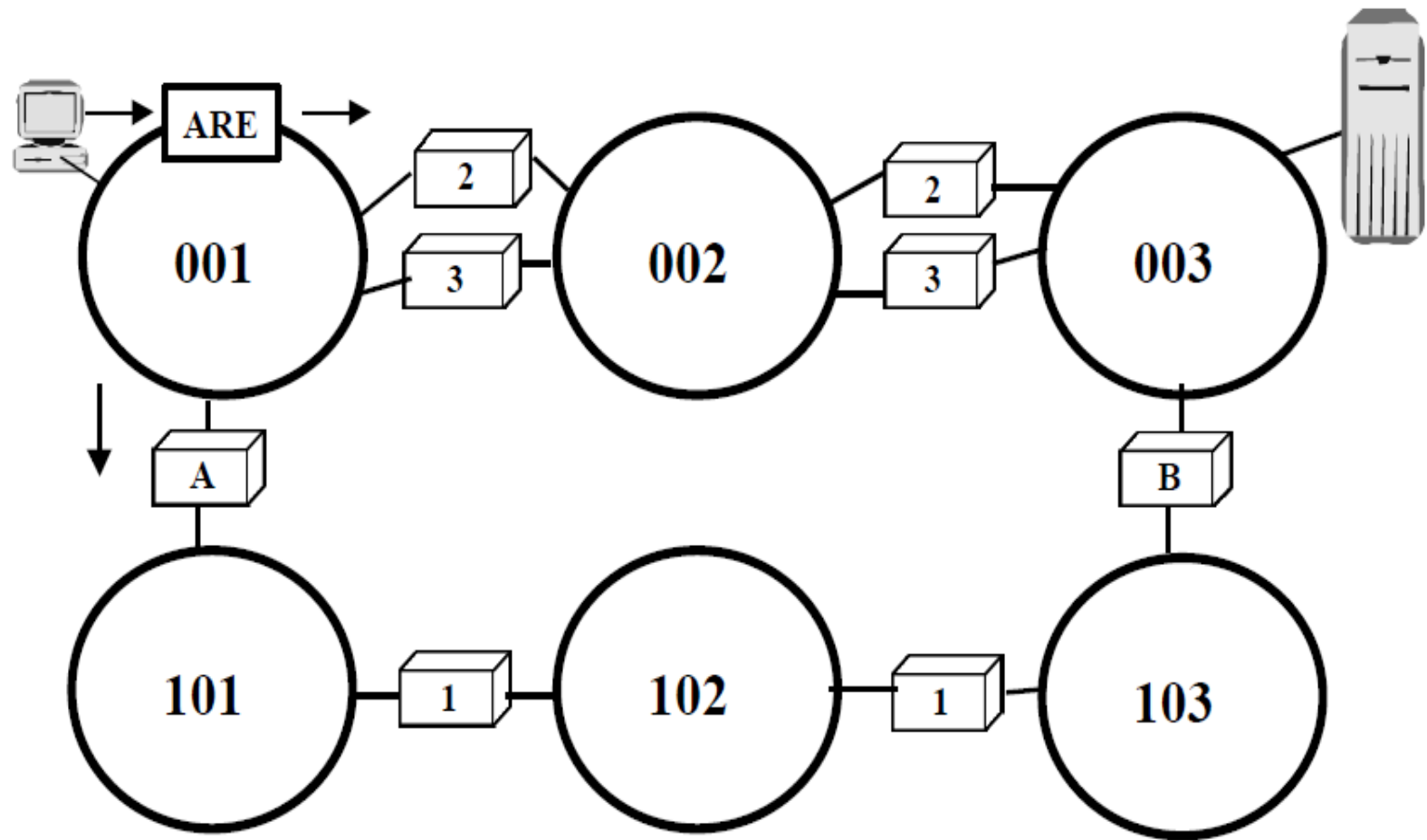
- Postoje ***dva tipa explorer- okvira*** koje stanice mogu koristiti kako bi našle putanju do krajnjeg odredišta

1. All Routes Explorer (ARE)

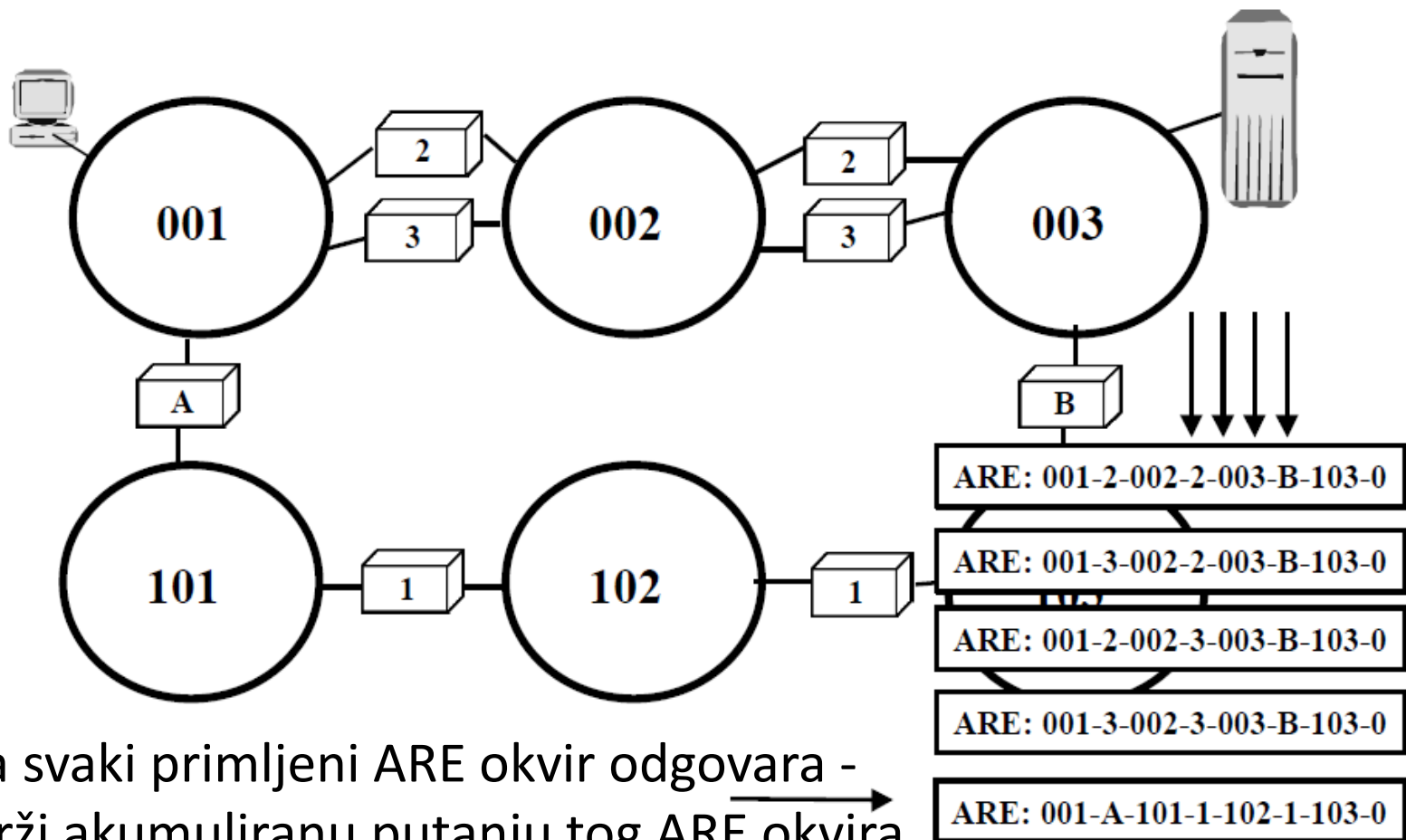
- Pronalazi sve moguće putanje do odredišta
- U svakom mostu ovaj okvir se kopira na sve odlazne portove (plavljenje)
- Sve kopije pristižu na odredište noseći jednu od mogućih putanja

2. Spanning Tree Explorer (STE) ili ***Single Route Explorer*** (SRE)

All Routes Explorer (ARE) okviri



All Routes Explorer (ARE) okviri



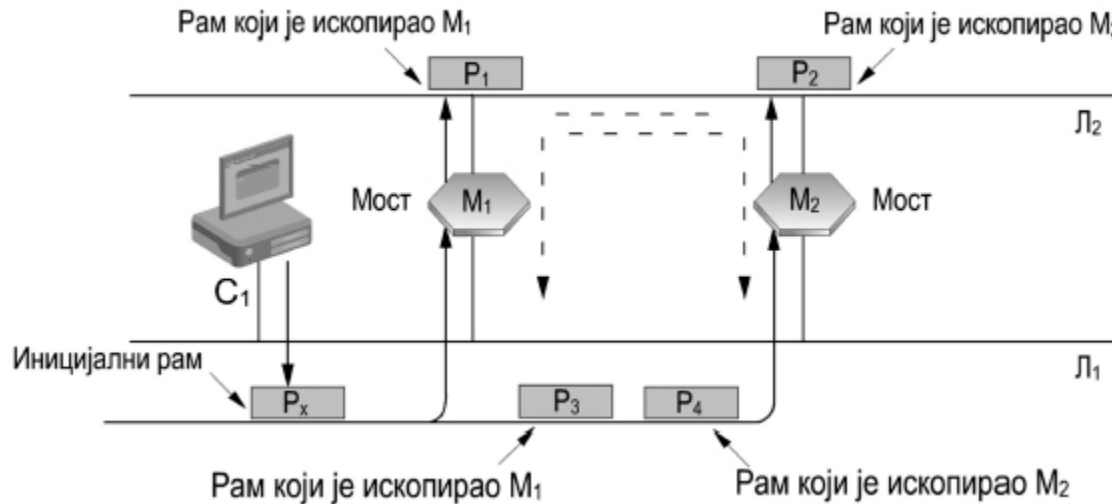
Odredište na svaki primljeni ARE okvir odgovara -
odgovor sadrži akumuliranu putanju tog ARE okvira.

Kada **izvorište** primi sve odgovore (putanje) – na osnovu predefinisanih parametara **selektuje jednu** po kojoj će poslati okvir podataka.

All Routes Explorer (ARE) okviri

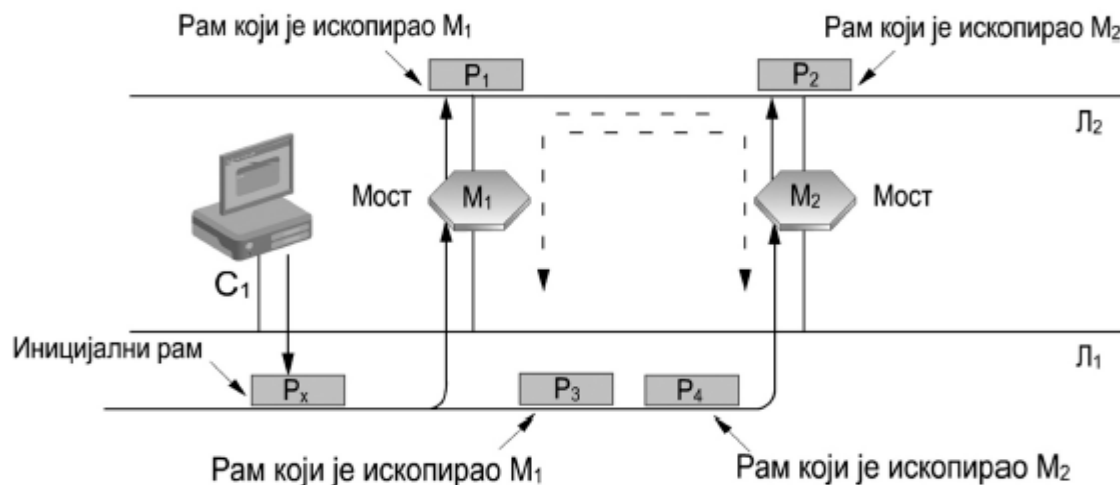
- IEEE 802.5 specifikacija ne određuje striktno kriterijume na osnovu kojih se vrši **izbor putanje**
- ***Nekoliko sugestija:***
 - Putanju **iz prvo primljenog** odgovora
 - Odgovor (**putanja**) **sa minimalnim brojem prstenova**
 - Odgovor (putanja) sa **maksimalno dozvoljenom dužinom okvira**
 - **Različite kombinacije** gornjih kriterijuma

Petlje + Broadcast (plavljenje)



- U cilju povećanja pouzdanosti rada na nekim mestima u meži se vrši dupliranje veza između dva segmenta (prstena)
- Korišćenjem dva ili više mostova

Petlje + Broadcast (plavljenje) = Broadcast oluja

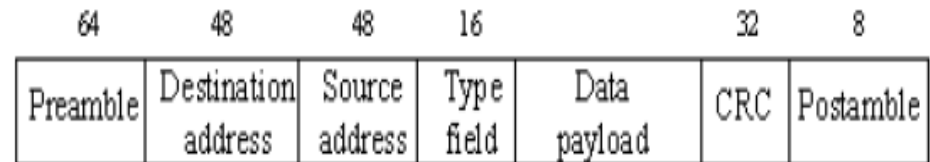


- Svaki od mostova M_1 i M_2 , za određivanje nepoznatih odredišta – koristi **algoritam plavljenja**
 - Kopiranje okvira P_x u okvire P_1 i P_2 ka lokalnoj mreži L_2
 - Most M_1 primi P_2 , sa nepoznatim odredištem, korira ga u okvir P_3 i prosleđuje ga ka lokalnoj mreži L_1
- Pošto mostovi nisu u mogućnosti da detektuju ovaj problem – on se može odvijatu u nedogled

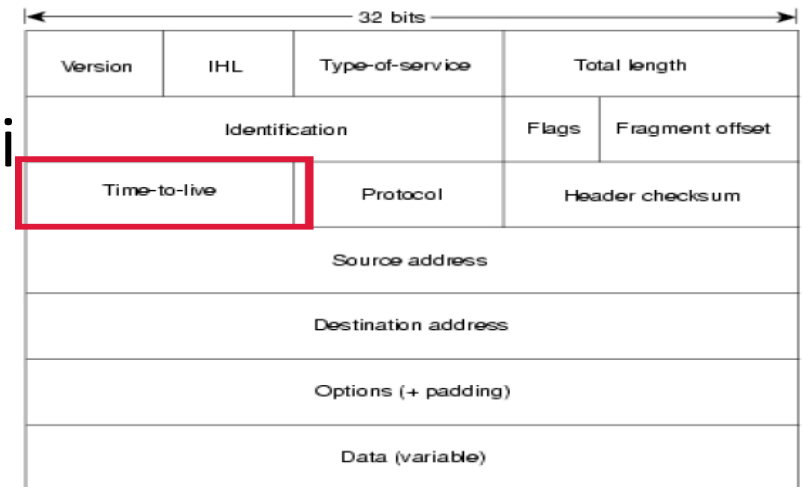
Petlje + Broadcast (plavljenje) = Broadcast oluja

- Broadcast + petlje –
opasna kombinacija
na sloju veze (2. sloju)

Format Ethernet okvira:



Format Internet paketa:

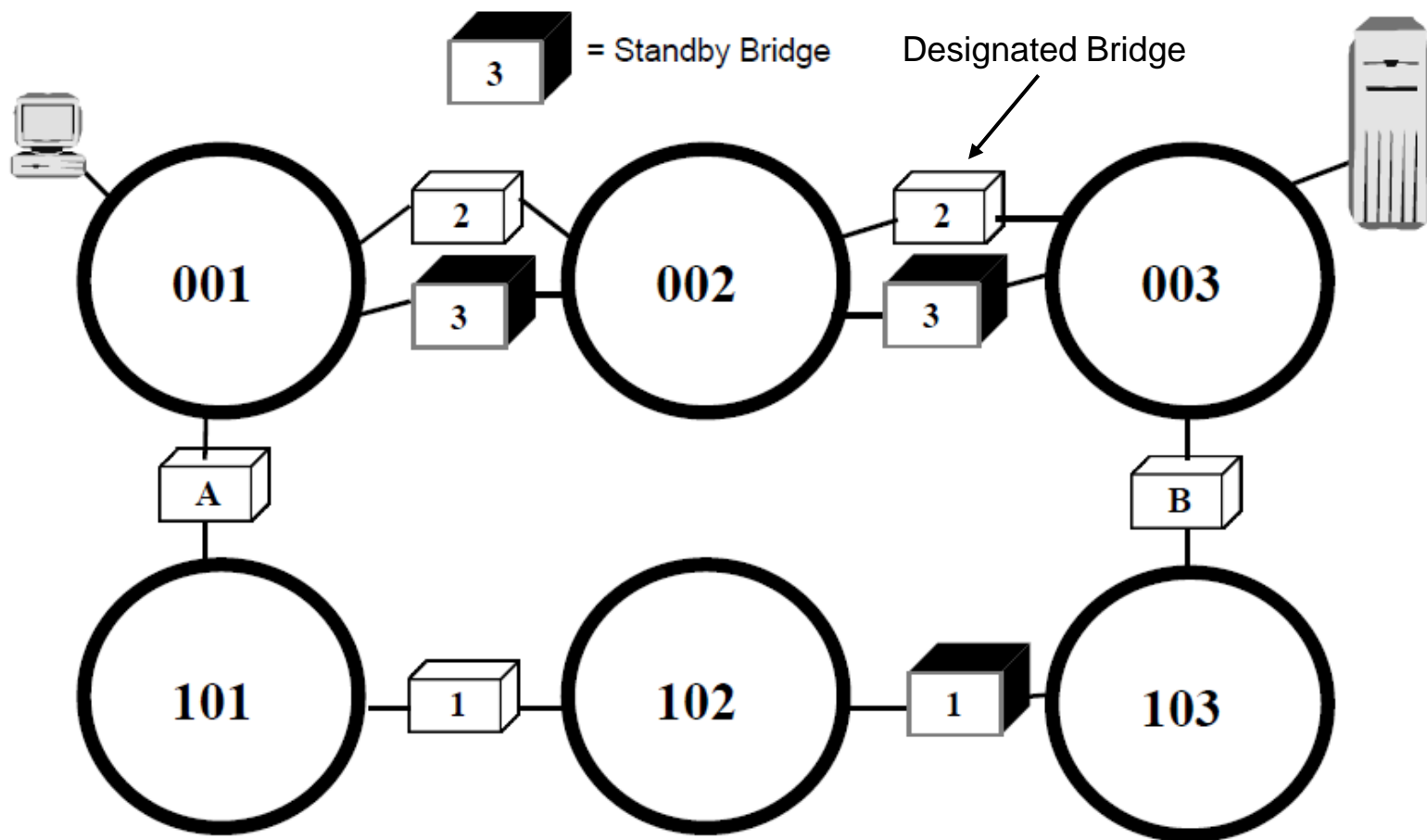


- 802.x (npr. Ethernet) okviri
nemaju TTL polje
- Okviri bi mogli beskonačno da kruže Ethernet
mrežom

Rešenje – Algoritam Razgranatog stabla

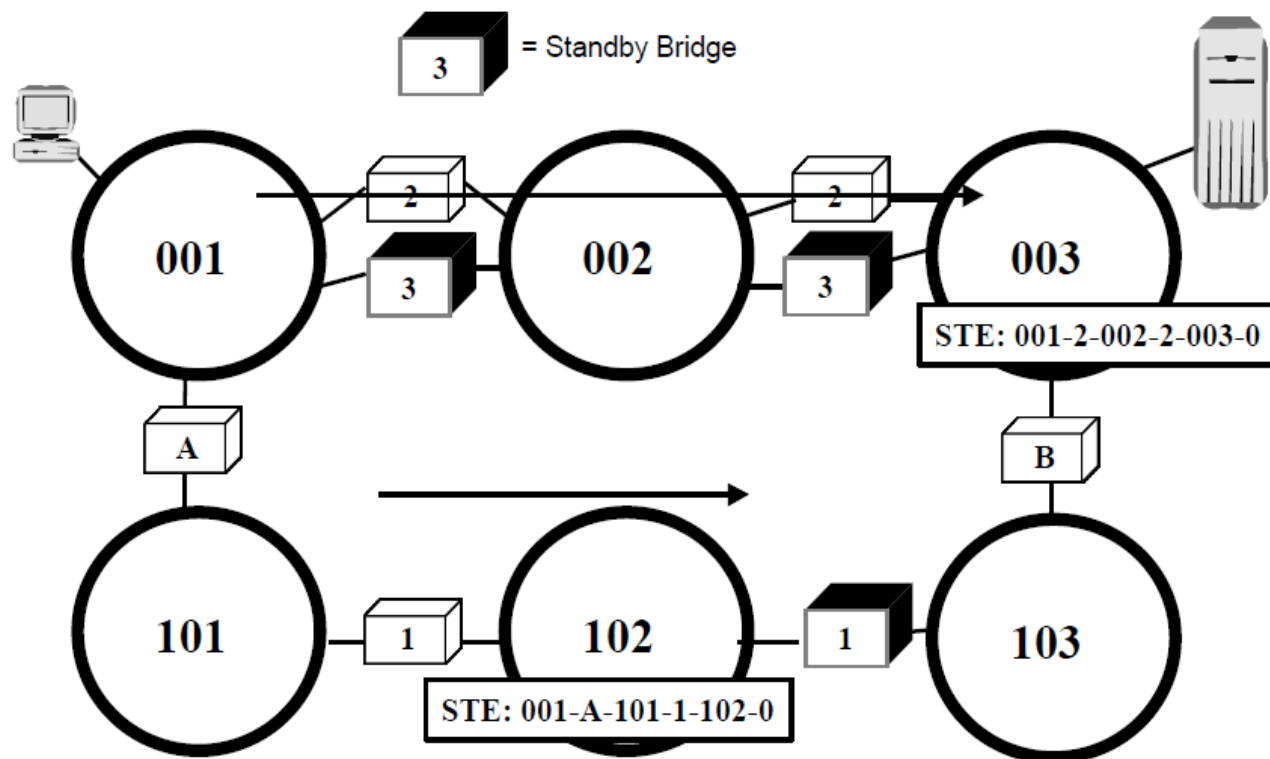
- Obezbeđivanje topologije razgranatog stabla (*Spanning Tree*)
 - Postiže se tako što se neke od veza između segmenata izostavljaju (blokiraju)
 - Na taj način se eliminišu zatvorene petlje
 - ***Samo jedna putanja*** od bilo tačke do bilo koje druge tačke u mreži!
- ***Spanning Tree algoritam***
- Može se primeniti i u mrežama sa:
 - transparentnim premošćavanjem
 - premošćavanjem sa rutiranjem na izvoristu

Primer Razapinjućeg stabla (Spanning Tree)



- ***Samo jedna putanja*** od bilo kog prstena do bilo kog drugog prstena!

Spanning Tree Explorer (STE) okviri

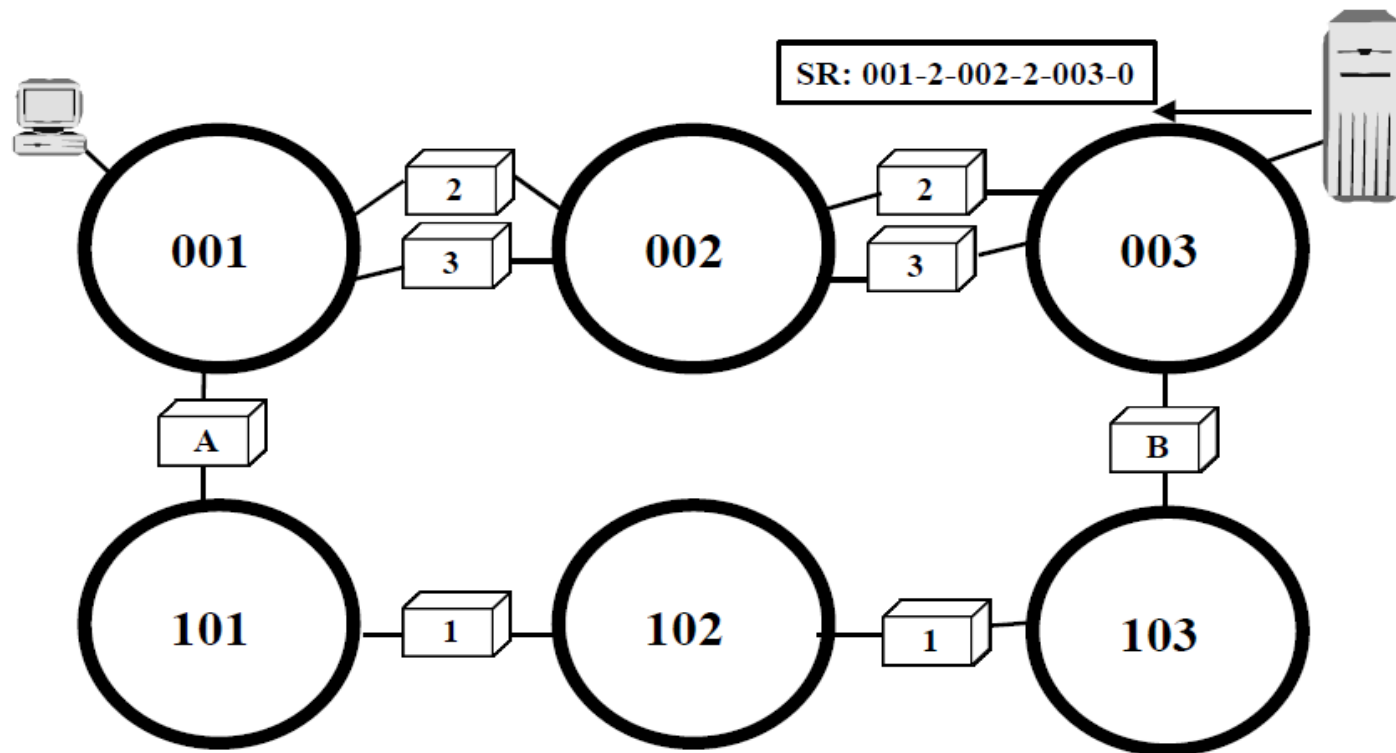


Napomena:

Drugi tip explorer- okvira je **Spanning Tree Explorer** (STE), poznat i kao **Single Route Explorer** (SRE) **okvir**

Pre nego što on može biti korišćen – neophodno je da u mreži bude **aktiviran Spanning Tree protokol**

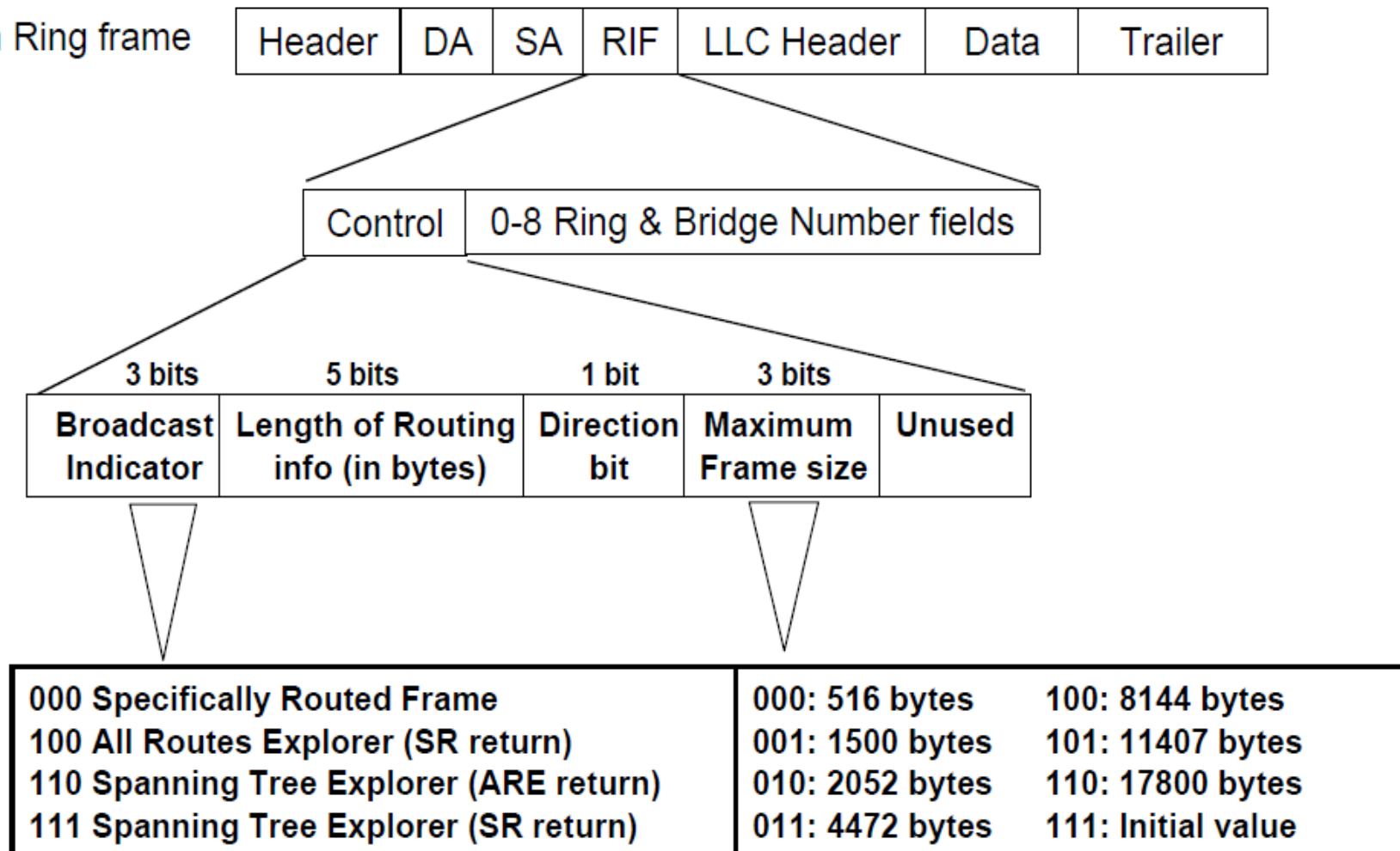
Okviri sa konkretnom (konačnom) putanjom



SR okvir – okvir sa konkretnom putanjom (**Specifically Routed Frame**)

RIF kontrolno polje

Token Ring frame



RIF kontrolno polje *Broadcast* Indikator

- Specificira tip okvira:

000

- **Okvir sa konkretnom** (kompletnom) **putanjom** (SR okvir)
- **Odgovor na ARE okvir** u okviru procedure pronalaženja putanja
- **Okviri podataka** se uvek prenose u formatu SR okvira

100

- **ARE okvir** pri komunikaciji tipa – **šalje se ARE** a kao odgovor se **očekuje SR okvir** (sa konačnom putanjom)
- Ako se prenosi u smeru od stanice ka serveru to znači prijem i obradu velikog broja okvira na strani servera što će ga dodatno opteretiti

RIF kontrolno polje *Broadcast* Indikator

- Specificira tip okvira:

110

- **STE okvir** pri komunikaciji tipa – **šalje se STE** a kao odgovor se **očekuje ARE**
- **Server prima jedan okvir** koji će biti prenet po najboljoj putanji
- Server kao odgovor **šalje ARE** kako bi se pronašle sve rute između stanice (izvorišta STE) i servera
- Kada je najbolja ruta preopterećena a ovim načinom se pruža izvorišnoj stanici da selektuje neku drugu putanju na osnovu primljenih ARE-ova
- **Rasterećenje servera** a dodatno opterećenje krajnje stanice

RIF kontrolno polje *Broadcast* Indikator

- Specificira tip okvira:

111

- **STE okvir** pri komunikaciji tipa – **šalje se STE** a kao odgovor se **očekuje SR**
- Server prima jedan okvir koji će biti prenet **po najboljoj putanji** (*Spanning Tree* algoritam) – koja se vraća u formi SR okvira
- **Manje efikasan način** korišćenja premošćavanja sa rutiranjem na izvišću jer se ne koriste mogućnosti alternativnih putanja u datoj situaciji

Formiranje Razapinjućeg Stabla – Izbor korenog (root)- mosta

- Svaki most poseduje:
 - **Prioritet** (*Bridge Priority*)
 - 4 heksadecimalne cifre (8000h ili C000h)
 - **MAC adresu**
 - 12 heksadecimalnih cifara (0000F123456)
 - Zapis u **ne-kanoničnoj formi** (prvo MSB)
- **BID** (**Bridge ID**) je Bridge Priority + MAC adresa
 - (8000)(00006F482C6A)
 - MAC adresa u **kanoničnoj (Ethernet) formi** (prvo LSB)
- Most sa najmanjim BID-om postaje Koreni most!

Formiranje Razapinjućeg Stabla – Izbor korenog (root)- mosta

Neka je data **MAC adresa** 00-00-F6-12-34-56

Konvertujemo je u binarni zapis:

0000 0000 0000 0000 1111 0110 0001 0010 0011 0100
0101 0110

Svaki bajt čitamo **u obrnutom redosledu**:

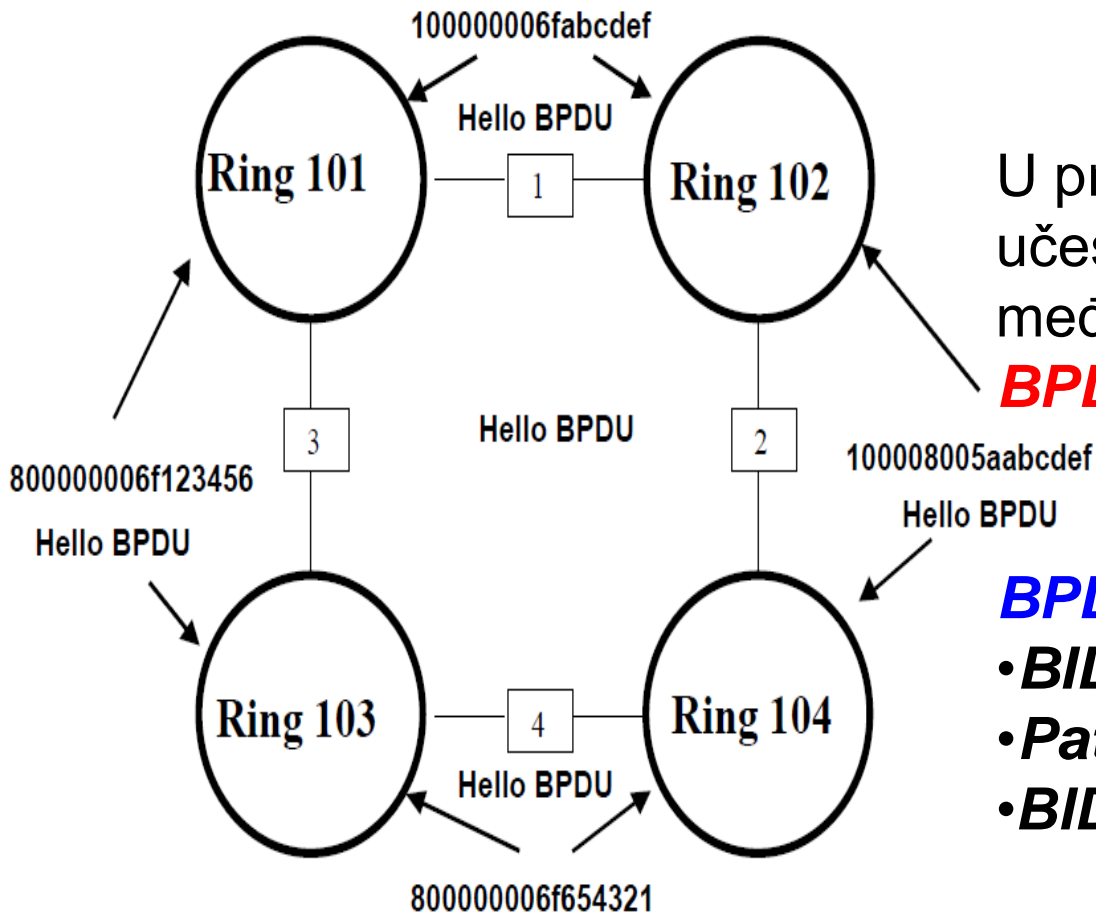
0000 0000 0000 0000 0110 1111 0100 1000 0010 1100
0110 1010

Ovaj zapis konvertujemo u heksadecimalni zapis:

00-00-6F-48-2C-6A

Dakle, **BID** je 800000006F482C6A

Formiranje Razapinjućeg Stabla – Izbor korenog (root)- mosta



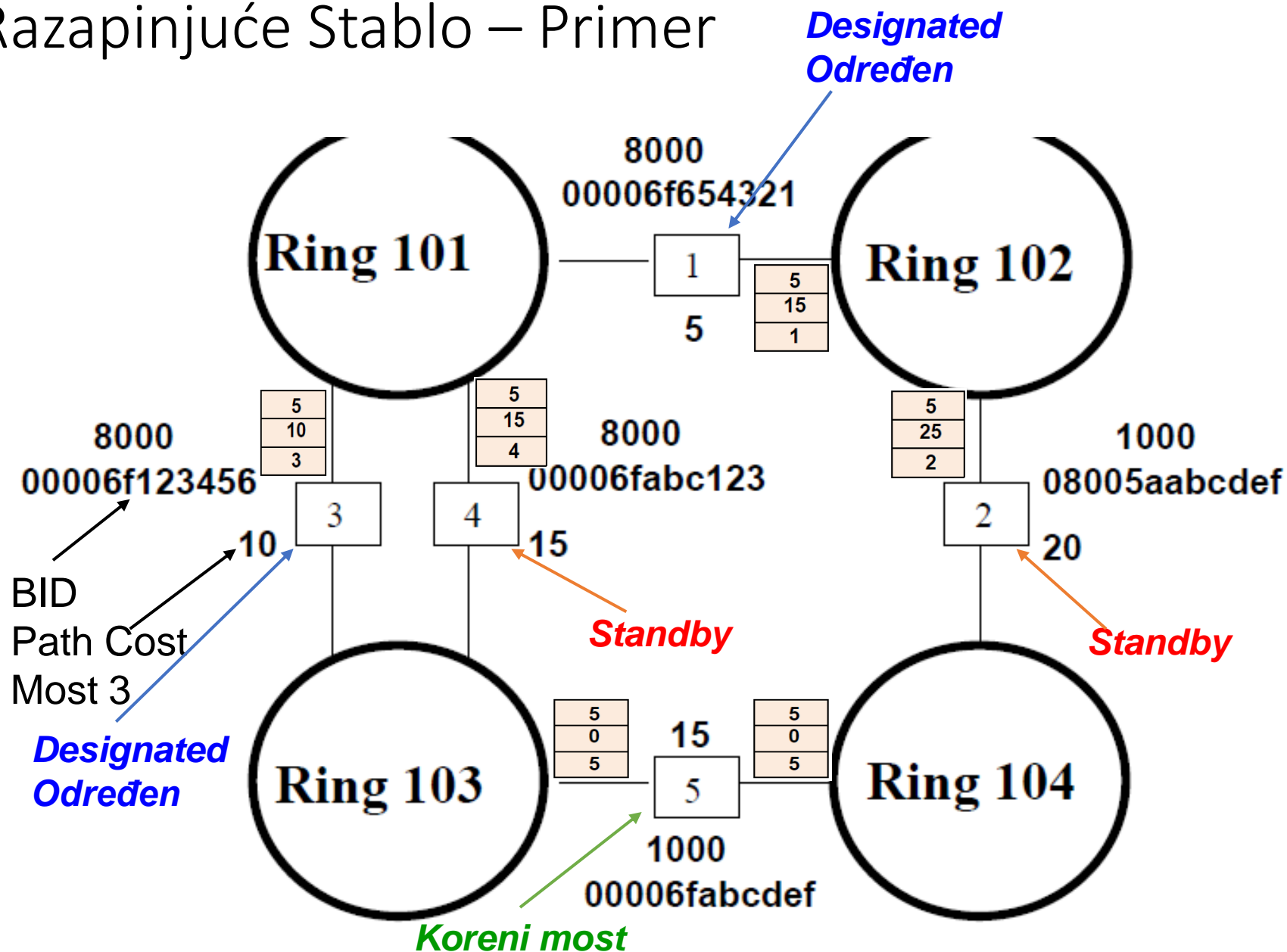
U procesu izbora korenog mosta učestvuju ***svi mostovi*** u mreži međusobno razmenjujući tzv.

BPDUs okvire

BPDUs sadrži podatke:

- ***BID korenog mosta***
- ***Path cost to the root bridge***
- ***BID mosta koji šalje BPDUs***

Razapinjuće Stablo – Primer



Razapinjuće Stabl0 – Primer

- Svaki most poseduje prioritet (Bridge Priority)
 - 4 heksadecimalne cifre (8000h ili C000h)
- Svaki most poseduje MAC adresu
 - 12 heksadecimalnih cifara (0000F123456)
 - Zapis u ***ne-kanoničnoj formi*** (prvo MSB)
- BID (Bridge ID) je Bridge Priority + MAC adresa
 - (8000)(00006F482C6A)
 - MAC adresa u ***kanoničnoj (Ethernet) formi*** (prvo LSB)
- Most sa najmanjim BID-om postaje Koreni most!