

## ВЕЖБА 6

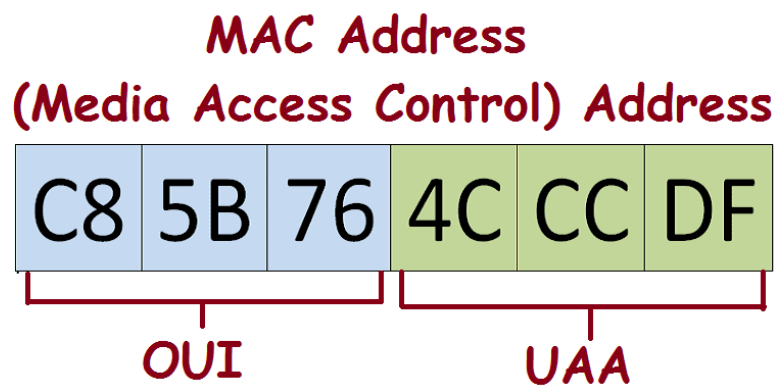
### КОМУТАЦИЈА У ЛОКАЛНИМ РАЧУНАРСКИМ МРЕЖАМА – VLAN

**Опис вежбе:**

Циљ вежбе је да се студенти упознају са принципима комутације саобраћаја (енг. *Switching*) у модерним локалним рачунарским мрежама, при чему ће посебан осврт бити направљен на виртуалне локалне рачунарске мреже (VLAN)

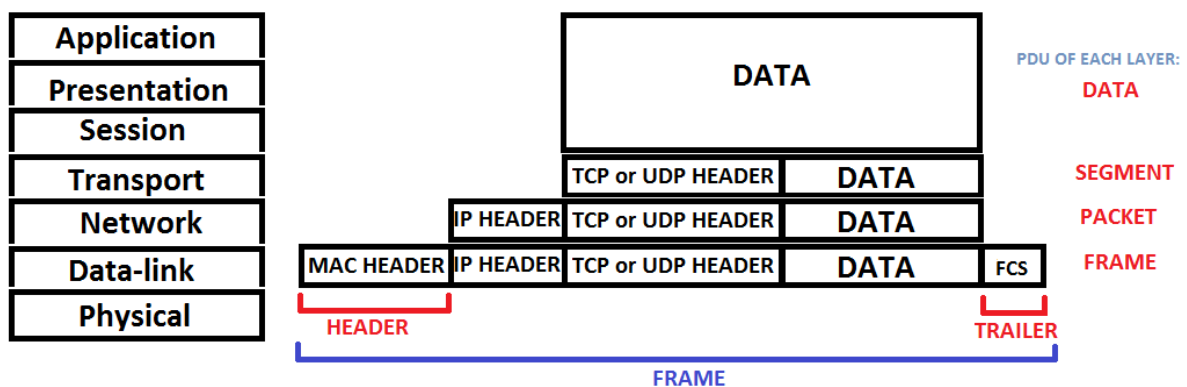
## КОМУТАЦИЈА У ЛОКАЛНИМ РАЧУНАРСКИМ МРЕЖАМА КОЈЕ СУ ЗАСНОВАНЕ НА ЕТЕРНЕТ СТАНДАРДУ

Етернет (енг. *Ethernet*) представља најзаступљенији стандард данашњице на којем се базира већина локалних рачунарских мрежа. Сам стандард дефинише, између осталог, формат рама који се преноси кроз мрежу, тако и тип адресирања који ће бити коришћен за идентификацију уређаја на мрежи. Стандард дефинише да сваки уређај који приступа мрежи (мрежни адаптер) мора да има јединствену адресу која се још назива и MAC адреса. Ова адреса је дужине 48 бита, при чему се прва 24 бита односе на произвођача самог мрежног адаптера (OUI), док се преосталих 24 бита односе на сам адаптер за одређеног произвођача (UAA), што је приказано на слици 1.

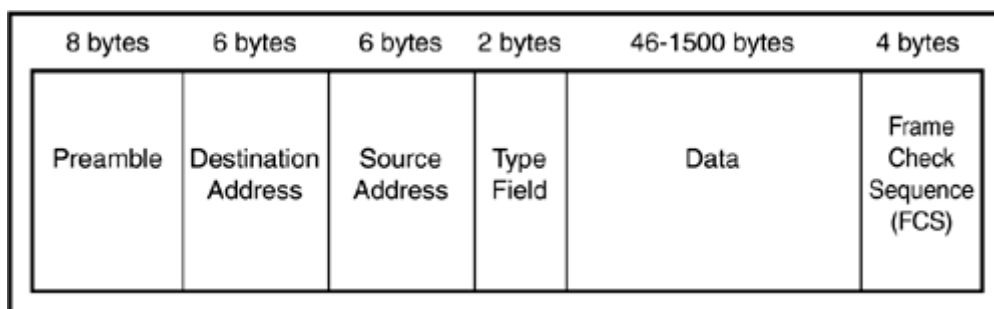


Слика 1 – Формат MAC адресе

Када један уређај у локалној рачунарској мрежи заснованој на етернет стандарду, треба да пошаље податке другом уређају, припремљени IP пакет мора да енкапсулира у етернет рам (енг. *Frame*). Изглед рама приказан је на слици 2. Етернет рам садржи етернет заглавље у коме се налазе, између осталог, и поља за изворишну и одредишну MAC адресу (слика 3).



Слика 2 – Етернет рам – енкапсулација



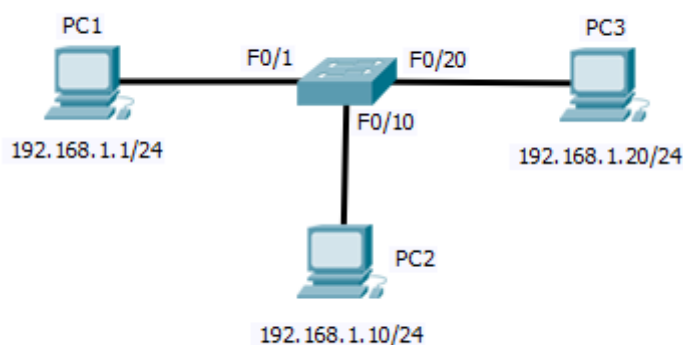
Слика 3 – Изглед Етернет II заглавља

Комутација у локалним рачунарским мрежама (енг. *LAN Switching*) представља процес у коме се прослеђивање рамова (IP пакети којима је додато етернет заглавље) базира на анализи MAC адреса, како би се утврдило на коју страну треба проследити рам. Уређаји који служе за повезивање већег броја рачунара у једну локалну рачунарску мрежу називају се комутатори (енг. *Switch*). Типични комутатори имају 8, 16, 24 или 48 портова, што значи исто толико и рачунара који се могу повезати на њих (слика 4). Када комутатор прими етернет рам на једном порту, он анализира одредишну MAC адресу која је уписана у етернет заглавље примљеног рама. Ову адресу је уписао изворишни рачунар као адресу одредишта.

Најчешће, изворишни рачунар познаје IP адресу одредишта (командом `ping` задајемо IP адресу одредишта), али му је непозната физичка односно MAC адреса мрежног интерфејса одредишта. Како би сазнао ту адресу, изворишни рачунар активира ARP протокол (енг. *Address Resolution Protocol*) који формира ARP захтев да се јави рачунар који има специфицирану IP одредишну адресу и шаље га комутатору. Одредишна MAC адреса у овом захтеву је бродкаст адреса, што значи да комутатор мора да проследи тај захтев на све портове и да сви рачунари који приме тај рам морају да провере да ли се проналазе у том захтеву. Поред тога комутатор бележи и изворишну MAC адресу са које је стигао захтев, специфицирајући и порт. Рачунар који има задату IP адресу одговара на захтев, чиме комутатор учи да је одговор, тачније одређена MAC адреса присутна на порту са кога је примљен одговор. На овај начин, комутатор гради табелу за комутацију (енг. *Switching Table*) коју интензивно даље користи за доношење одлука на који порт проследити примљени рам. Такође, сваки рачунар памти разрешене MAC адресе (IP адреса -> MAC адреса).

Слика 4 – 48-портни комутатор (*Switch*)

Подразумевано (фабрички), сви портови на комутатору се налазе у једном бродкаст домену (енг. *Broadcast*). То значи да ће поруке типа један ка свима бити прослеђене на све портове на једном комутатору. На слици 5 се види проста топологија где су три рачунара, конфигурисана IP адресама из исте мреже, повезана на исти комутатор, код кога су сви портови у истом бродкаст домену. На слици 6 је приказано тестирање комуникације између радне станице PC1 са адресом 192.168.1.1 и радне станице PC3 која има адресу 192.168.1.20. Како је пинг команда успешно извршена, то значи да сви портови комутатора се налазе у истом домену.



Слика 5 – Топологија једноставне локалне рачуанрске мреже

```
PC>ipconfig

FastEthernet0 Connection: (default port)

    Link-local IPv6 Address.....: FE80::201:64FF:FE23:7E17
    IP Address.....: 192.168.1.1
    Subnet Mask.....: 255.255.255.0
    Default Gateway.....: 0.0.0.0

PC>ping 192.168.1.20

Pinging 192.168.1.20 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.20: bytes=32 time=1ms TTL=128
Reply from 192.168.1.20: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.20: bytes=32 time=0ms TTL=128
Reply from 192.168.1.20: bytes=32 time=0ms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.20:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

Слика 6 – Тестирање комуникације између радних страница PC1 и PC3

Ако на рачунару PC1, са слике 1, после успешно извршене ping команде ка 192.168.1.20 погледамо његову ARP табелу, видећемо да је адреса 192.168.1.20 успешно разрешена у MAC адресу интерфејса рачунара PC3, што је приказано на слици 7, док су на слици 8 приказане информације о интерфејсу рачунара PC3. Из приказаног се може уочити да је PC1 успешно разрешио MAC адреса интерфејса рачунара PC3.

```
PC>arp -a
Internet Address      Physical Address      Type
192.168.1.20          0090.2bcc.182e       dynamic
```

Слика 7 – Приказ ARP табеле на рачунару PC1

```
PC>ipconfig /all

FastEthernet0 Connection:(default port)

Connection-specific DNS Suffix...:
Physical Address.....: 0090.2BCC.182E
Link-local IPv6 Address.....: FE80::290:2BFF:FECC:182E
IP Address.....: 192.168.1.20
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
```

Слика 8 – Приказ информација о мрежном интерфејсу рачунара PC3

Како би видели табелу за комутирање на комутатору, извршићемо команду **show mac-address-table** у командној линији комутатора (слика 9). У одговору се може уочити да комутатор зна за постојање три рачунара са наведеним MAC адресама и то на портovima F0/1, F0/10 и F0/20, при чему стоји да су ове адресе научене динамички, тј. анализом пристиглих рамова. Такође, могуће је статички дефинисати која MAC адреса се налази на ком порту. НАПОМЕНА: MAC адресе приказане у овим примерима се могу разликовати од адреса приликом израде вежбе.

```
Switch#show mac-address-table
Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type    Ports
----    -
1       0001.6423.7e17   DYNAMIC Fa0/1
1       000c.cf7b.c8de   DYNAMIC Fa0/10
1       0090.2bcc.182e   DYNAMIC Fa0/20
```

Слика 9 – Приказ табеле за комутацију комутатора са слике 5

## ВИРТУАЛНЕ ЛОКАЛНЕ РАЧУНАРСКЕ МРЕЖЕ (VLAN)

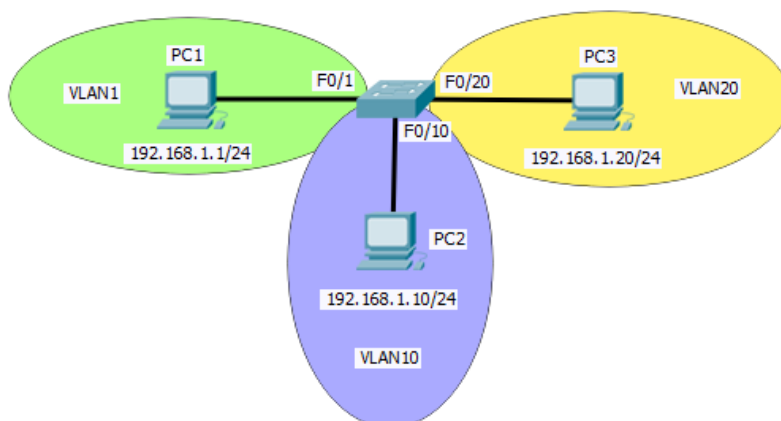
Као што је већ поменуто, сви портови комутатора фабрички се налазе у истом бродкаст домену, што практично значи да ће комутатор бродкаст рам који је намењен свима проследити на све портове. Ово се може ограничити дефинисањем виртуелних локалних рачунарских мрежа (енг. *Virtual Local Area Network – VLAN*) које имају за циљ да сегментирају комутатор и тиме ограниче бродкаст домен, при чему се на овај начин може и ограничити комуникација између новонаправљених сегмената. На слици 10 је приказано подразумевано (фабричко) подешавање Cisco комутатора када су VLAN-ови у питању, где се види да постоји VLAN са идентификацијом 1, при чему су сви портови комутатора придружени овом VLAN-у (команда **show vlan**). Управо из овог разлога, довољно је само прикључити рачунаре на тек упален комутатор без икакве конфигурације истог, како би рачунари могли да комуницирају.

```
Switch#show vlan
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/1, Gig0/2
1002	fddi-default	act/unsup	
1003	token-ring-default	act/unsup	
1004	fddinet-default	act/unsup	
1005	trnet-default	act/unsup	

Слика 10 – Приказ подразумеваних VLAN-ова на Cisco комутатору са списком портова који су чланови VLAN-а

**Сценаријо:** Креирати додатна два VLAN-а са идентификацијама 10 и 20 и придружити им портове F0/10 и F0/20, респективно.



1. Креирање VLAN-а 10:

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#vlan 10
```

2. Придруживање порта F0/10 VLAN-у 10:

```
Switch(config)#interface fastethernet 0/10
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
```

3. Креирање VLAN-а 20:

```
Switch(config)#vlan 20
```

4. Придруживање порта F0/20 VLAN-у 20:

```
Switch(config)#interface fastethernet 0/20
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 20
```

По завршеној конфигурацији почетна LAN мрежа је сегментирана на три мање при чему, су креирани VLAN10 и VLAN20, док је остао подразумевани VLAN1 остао. На слици 11 приказан је излаз команде **show vlan**, где се може видети да порт F0/10 припада VLAN10, порт F0/20 припада VLAN20, док сви остали портови припадају VLAN1.

```
Switch#show vlan
```

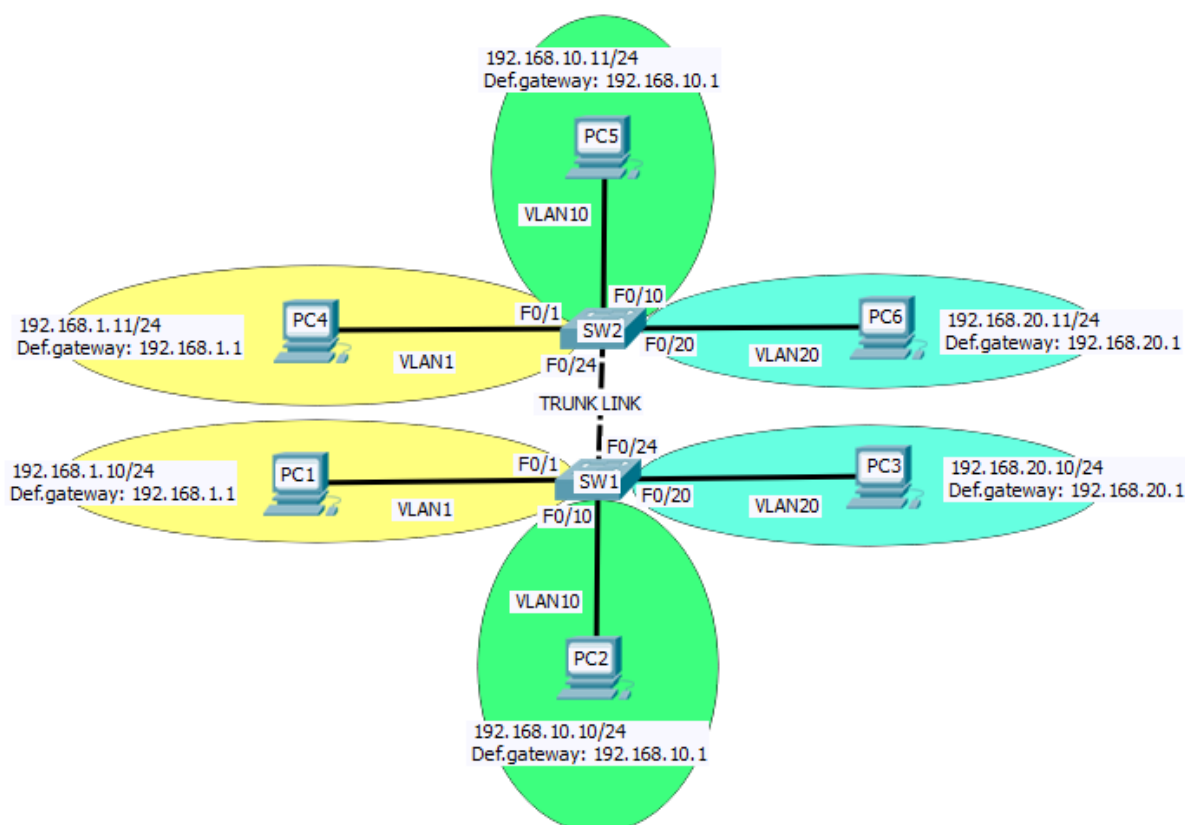
VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17 Fa0/18, Fa0/19, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/23, Fa0/24, Gig0/1, Gig0/2
10 VLAN0010	active	Fa0/10
20 VLAN0020	active	Fa0/20

Слика 11 – Приказ дефинисаних VLAN-ова са припадајућим портовима

У случају да сада покушамо да пингујемо радну станицу PC3 са радне станице PC1, то неће бити могуће јер ови рачунари сада припадају различитим VLAN-овима.

## TRUNK линкови

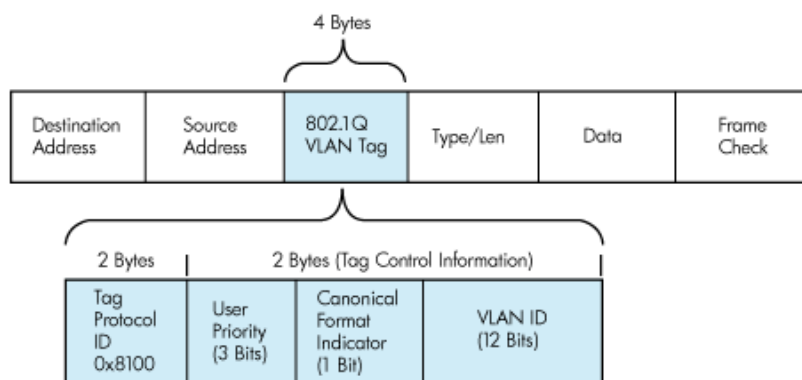
У случају да је потребно повезати више комутатора са више дефинисаних VLAN-ова у једну локалну рачунарску, како би омогућили комуникацију између рачунара у истим VLAN-овима, неопходно је конфигурирати носећи линк, односно *trunk link*. У примеру на слици 12 виде се два комутатора који су повезани линком који ће бити конфигурисан као trunk и моћи ће да прослеђује саобраћај који потиче из различитих VLAN-ова. Поред тога, неопходно је реконфигурирати IP адресе радних станица као на наведеној слици. Радне станице у истим VLAN-овима треба да имају IP адресе из исте IP мреже. Подразумевани пролаз за сваку станицу ће бити прва IP адреса из те подмреже, која ће касније бити додељена рутеру (следећа вежба).



Слика 12 – Пример топологије са употребом trunk линка

На пример, ако са рачунара PC1 пингујемо рачунар PC4, комутатор ће таговати радове који су генерисани пинг командом са рачунара PC1 као да припадају VLAN-у 1 коме припада и тај рачунар. Тако тагован рам, комутатор SW1 шаље SW2 комутатору преко trunk линка. Када SW2 комутатор прими такав рам на trunk линку (на интерфејсу који је конфигурисан као trunk), читаће таг из ког VLAN-а је рам послат, како би знао у који VLAN сем да га проследи. Затим ће скинути таг, и проследити га на порт који је одредио као дестинациони за тај VLAN. Ознаку VLAN-а (таг), комутатор умеће у само етернет заглавље као што је приказано на слици 13.





Слика 13 – Таговање рамова који се преносе преко trunk линка

Trunk линк се конфигурише на нивоу интерфејса. Како би trunk линк био успостављен у примеру са слике између два комутатора, неопходно је интерфејсе F0/24 и на једном и на другом комутатору конфигурирати да буду у trunk режиму (слика 14).

```
SW1(config)#interface fastethernet 0/24
SW1(config-if)#switchport mode trunk

SW2(config)#interface fastethernet 0/24
SW2(config-if)#switchport mode trunk
```

Слика 14 – Конфигурација trunk интерфејса F0/24 на SW1 и SW2

Командом **show interfaces trunk** може се проверити који порт је конфигурисан као trunk (слика 15).

```
SW1#show interfaces trunk
Port      Mode      Encapsulation  Status      Native vlan
Fa0/24    on        802.1q         trunking    1

Port      Vlans allowed on trunk
Fa0/24    1-1005

Port      Vlans allowed and active in management domain
Fa0/24    1,10,20

Port      Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa0/24    1,10,20
```

Слика 15 – Приказ trunk портова на комутатору

После успешно конфигурисаног trunk линка између комутатора SW1 и SW2, комуникација је могућа само између рачунара који припадају истим VLAN-овима. У наведеном примеру дефинисано је да сваки VLAN представља једну IP подмрежу, тако да комуникација између рачунара у различитим подмрежама није могућа без посредства рутера. Али без обзира на IP подмреже, рачунари и да су у истој подмрежи, а у различитим VLAN-овима, не могу да

комуницирају директно. Како би ово било решено, неопходно је имплементирати рутирање између VLAN-ова (енг. *InterVLAN Routing*).