



Проектирање и менаџмент на компјутерски мрежи

Вонр. проф. д-р Томе Димовски

Фонд на часови: **2+2** (зимски семестар)

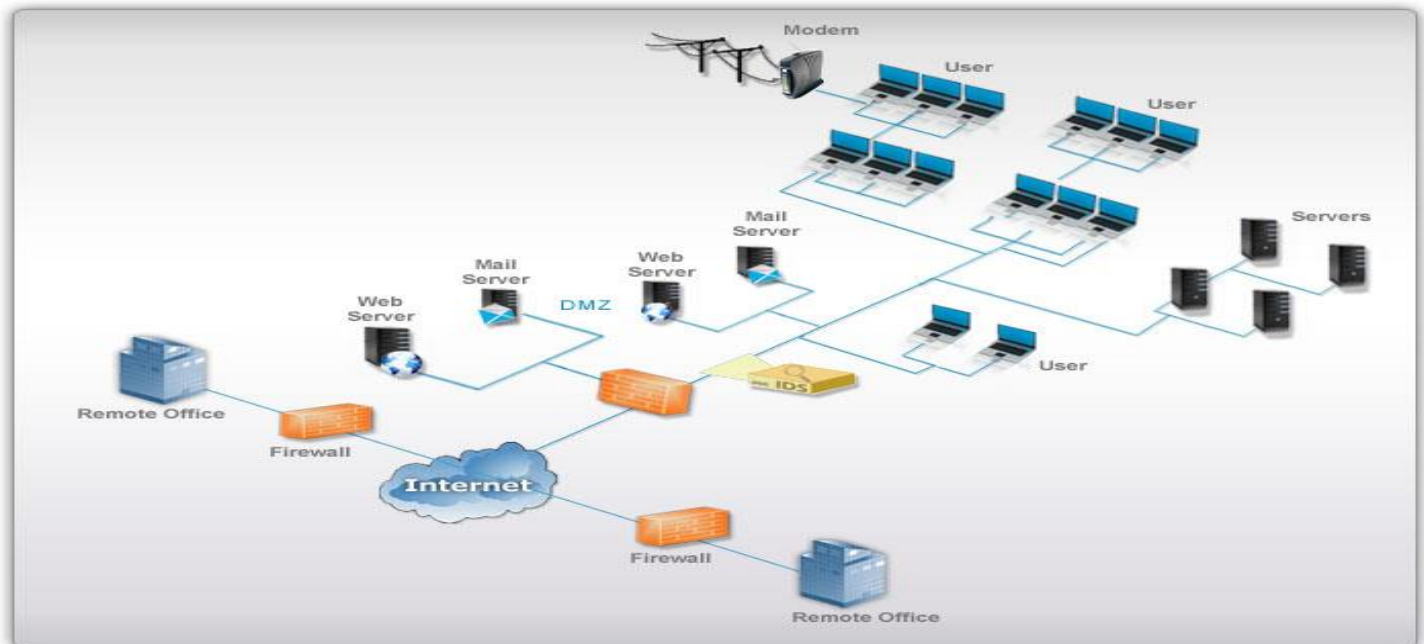
Препорачана литература:

- Mark Norris and Steve Pretty: "**Designing the Total Area Network**: Intranets, VPNs and Enterprise Networks Explained", John Wiley & Sons
- Priscilla Oppenheimer: "**Top-Down Network Design**", Third edition, CiscoPress
- Алберто Леон-Гарскија, Индра Виџија: "**Комуникациски мрежи**: основни концепти и клучни архитектури", Alamina

1 Вовед

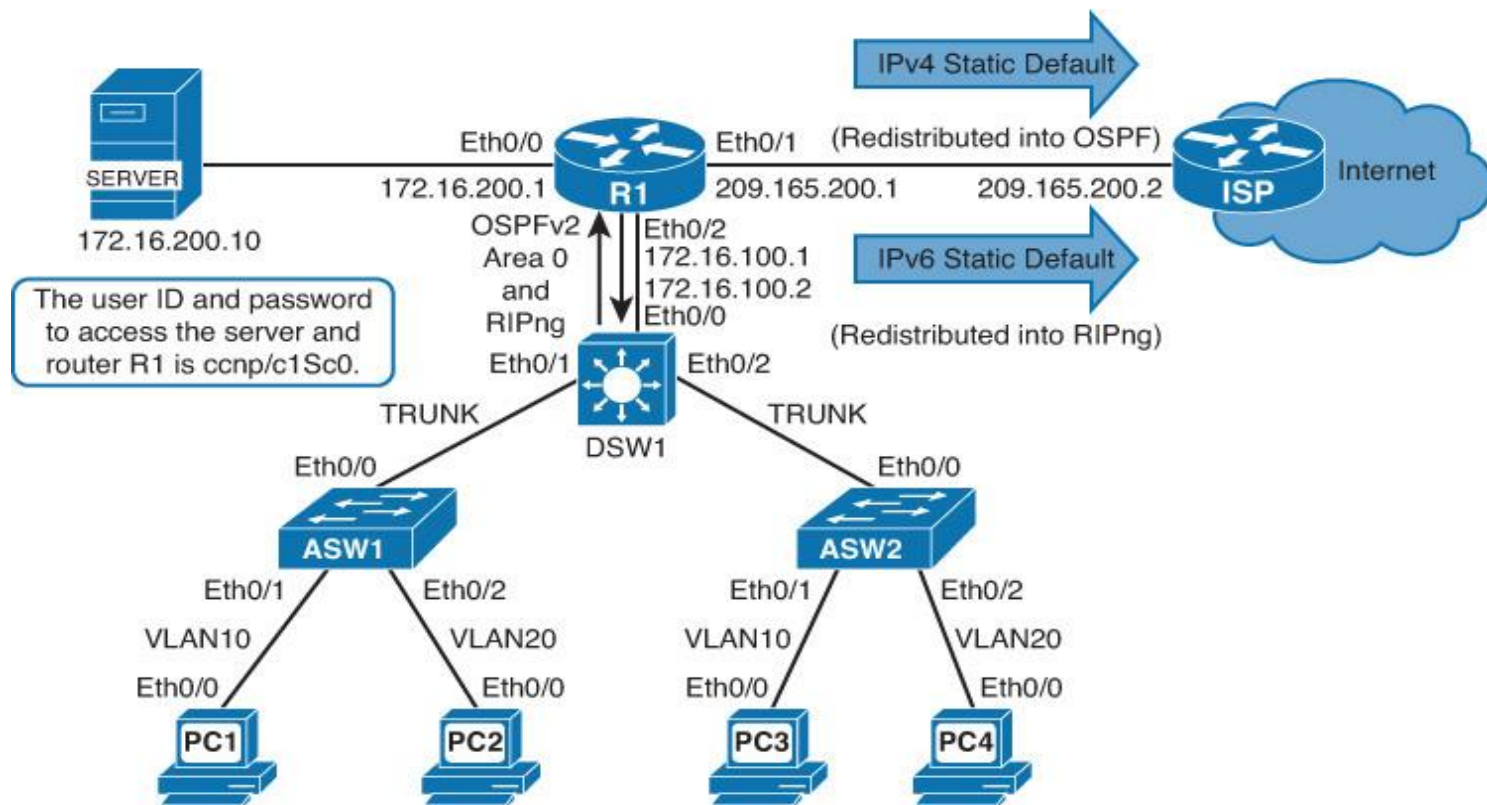
- **Што е мрежа?**

- Множество **поврзани** ентитети кои **комуницираат** – пренесуваат глас, податоци и видео, така што крајните корисници можат да им пристапуваат, да ги обработуваат, да ги испраќаат и да ги чуваат информациите со кои работат



1 Вовед

■ Што е мрежа?





1 Вовед

■ Задача на дизајнерот

- Критериуми за проценка на **ефективноста** на дизајнот (ефективност = квалитет = степен до кој решението соодветствува на потребите)
 - **Кориснички потреби** (user needs) – степен до кој мрежата ги поддржува апликациите кои се извршуваат
 - **Трошоци** (cost) – не само трошокот за набавка и инсталирање на новата мрежа, туку и трошоците за нејзино одржување
 - **Перформанси** (performance) – дизајнот на мрежата треба да овозможува доволно брзо извршување на трансакциите и лесно да се справува во услови на зголемен интензитет на мрежен сообраќај (peak traffic volume)
 - **Надежност** (reliability) – перцепираната надежност (доверливост) на мрежата зависи од сите елементи кои работат во исто време додека трае сесијата на корисникот
 - Добро-дизајнирана мрежа – еден или повеќе мрежни елементи можат да откажат, без последици по корисникот



1 Вовед

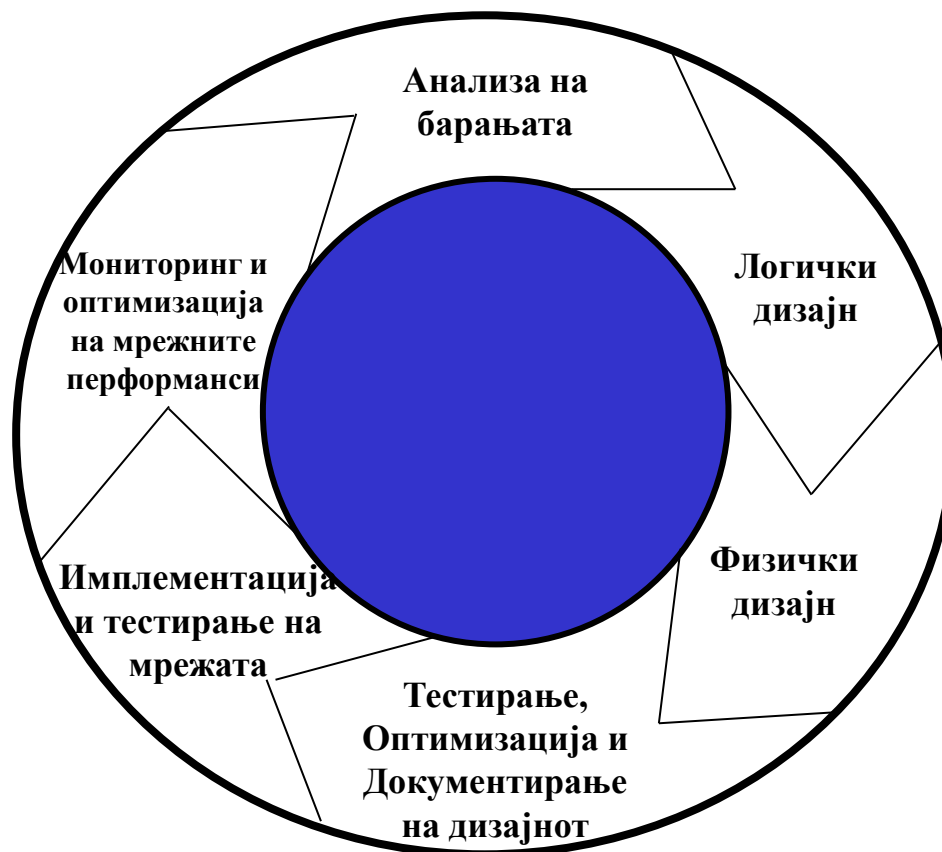
- **Расположливост** (availability) – степен до кој одржувањето и администрирањето (не) го засегаат корисникот (одредено ниво на одржување и администрирање се незибежни кај секоја мрежа)
- **Проширливост** (expandability) – дизајнот на мрежата треба да овозможува вклучување на нови сервиси, динамичко управување со капацитетот, како и механизми за интегрирање на податоци од низа различни извори
- **Управливост** (manageability) – секој елемент од мрежата мора да биде отворен за некоја стандардна форма на проверка од страна на соодветен систем за мрежно управување (network management system)
- За дизајнерот е важно да има **систематски пристап** како основа за оправдување/одбрана на изборот што го направил



1 Вовед

- **Процесот на дизајнирање на компјутерска мрежа** се состои од неколку основни чекори:
 - **Прибирање и анализа на барањата** (requirements gathering and analysis) – спецификацијата на барањата треба да биде доволно детална, со цел подоцна да овозможи тестирање на прифатливоста на предложените решенија
 - **Архитектонски дизајн** (architectural design) – разгледување на различните начини на кои може да се одговори на поставените барања и предлагање на решение (со примена на најсоодветните технологии)
 - **Дизајн на највисокото ниво** (top-level design) – пополнување на деталите од претходниот чекор – покажува **како** ќе биде имплементирана мрежата од аспект на физички линкови и **каде** ќе се остварува мрежниот сообраќај (потребен број и капацитет на линкови, терминали, и сл.)
 - **Имплементациски дизајн** (implementation design) – се фокусира на логичките аспекти: именување (naming), адресирање (addressing), рутирање (routing)
 - **Бизнис анализа** (business case) – проценка на очекуваните трошоци за мрежата (ги покрива како тековните трошоци, така и секундарните трошоци: софтверски и хардверски надградби, одржување, лиценци и договорни услуги)

Процес на дизајнирање на компјутерска мрежа според: Top-down Network Design Methodology





Top-down Network Design Methodology

- Фаза 1 – Анализа на барањата
 - Бизнис анализа и ограничувања
 - Анализа на техничките барања
 - Опишување на постоечка мрежа
 - Опишување на мрежниот сообраќај (network traffic)



Top-down Network Design Methodology

- Фаза 2 – Логички мрежен дизајн
 - Дизајнирање на топологијата на мрежата
 - Адресирање (addressing) и именување (naming)
 - Избор на рутирачки протоколи
 - Планирање на безбедноста на мрежата (network security)
 - Менаџирање на компјутерската мрежа



Top-down Network Design Methodology

- Фаза 3 – Физички дизајн
 - Избор на технологии и мрежни уреди за LAN (Local Area Network) или Кампус
 - Избор на технологии и мрежни уреди за корпоративни мрежи (enterprise networks)

- Фаза 4 – Тестирање, Оптимизација, и Документирање на мрежниот дизајн
 - Тестирање на мрежниот дизајн
 - Оптимизација на мрежниот дизајн
 - Документирање на мрежниот дизајн



Top-down Network Design Methodology

- Фаза 5 – Имплементација и тестирање на мрежата
- Фаза 6 – Мониторинг и оптимизација на мрежните перформанси



2 Архитектонски дизајн

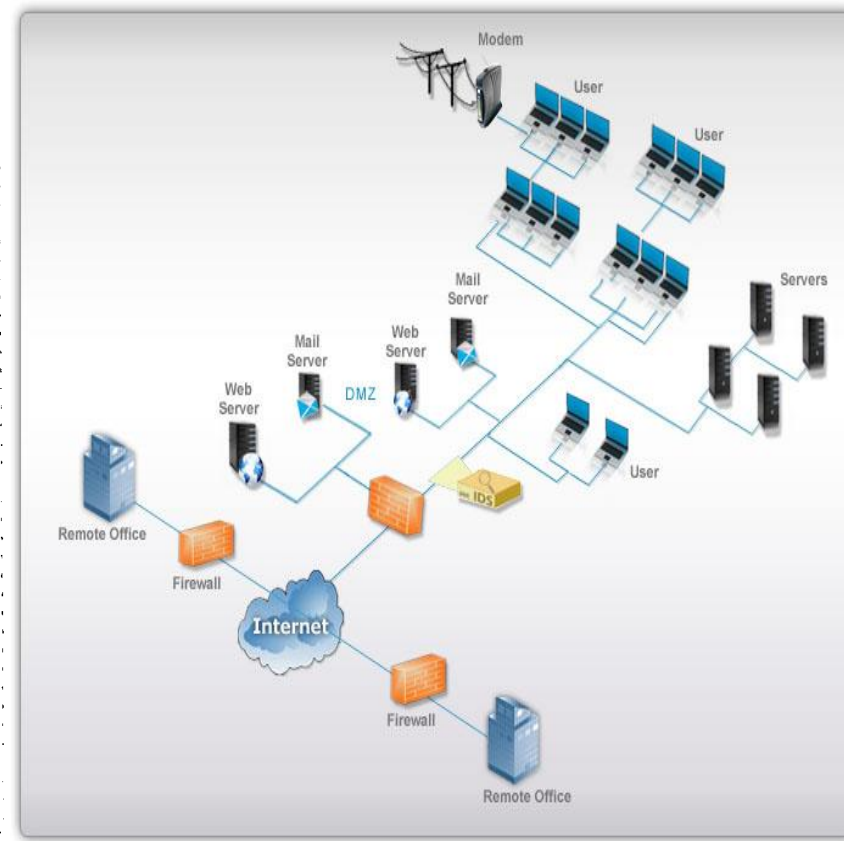
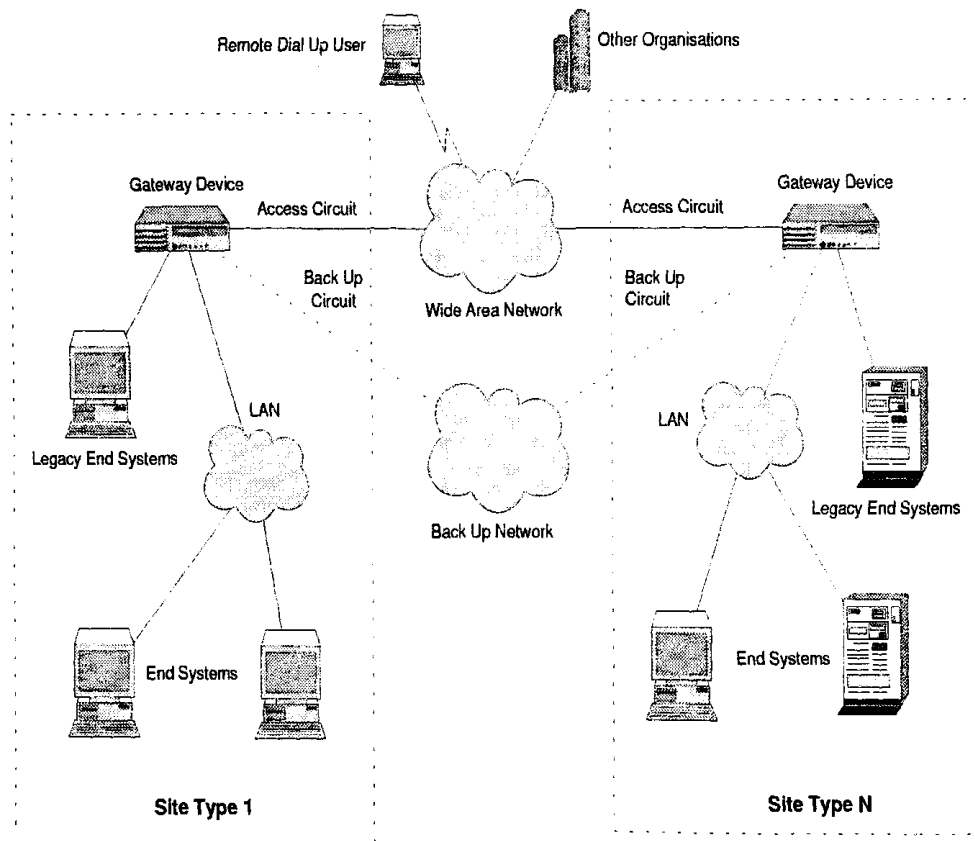
- Целта на дизајнот во архитектонската фаза е воспоставување и документирање на **поглед на највисоко ниво** (top-level view) на предложената мрежа, со доволно детали за:
 - Воспоставување и документирање на архитектонскиот пристап што ќе се применува во решението
 - Демонстрирање дека дизајнот соодветствува на поставените барања од корисниците
 - Проценка на трошоците со прифатлива прецизност
 - Идентификување на главните проблеми за кои е потребно дополнително истражување и нивно разрешување пред имплементацијата



2 Архитектонски дизајн

- Дизајнерот размислува за карактеристиките на мрежата на апстрактно ниво:
 - **Типови на site-ови** – посебно решение може да биде дизајнирано за секој site-тип (Site Type 1, ..., Site Type N)
 - **End-системи** – во крајна линија, мрежата треба да ги поврзе апликациите кои се извршуваат на end-системите (работни станици, PC сервери, или т.н. legacy end-системи)
 - **Оддалечени корисници** (remote users) – често пати, вработените можат да бидат лоцирани во своите домови, или да поминуваат подолго време надвор од своите канцеларии, а потребен им е пристап до истите апликации
 - **Други компании** – компаниите можат да разменуваат податоци помеѓу соодветните мрежи (extranet или Community of Interest Network – COIN)

2 Архитектонски дизајн



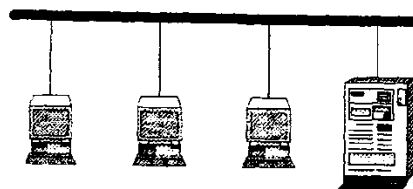


2 Архитектонски дизајн

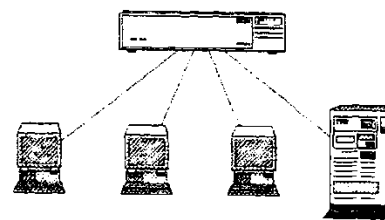
- Систематски пристап при дизајнирањето на архитектонските и физичките аспекти на мрежата:
 - LAN дизајн за мали site-ови
 - LAN дизајн за големи site-ови и кампуси
 - WAN архитектонски дизајн
 - WAN физички дизајн
 - Дизајн на отпорен (resilient) LAN и WAN
 - Поддршка за legacy end-системи
 - Избор на мрежни уреди
 - Оддалечени корисници и интер-организациски комуникации

2.1 LAN дизајн за мали site-ови

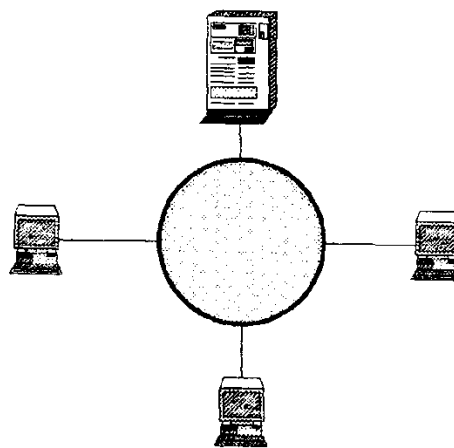
- Мрежни топологии (магистрала, звезда, прстен)



BUS



STAR



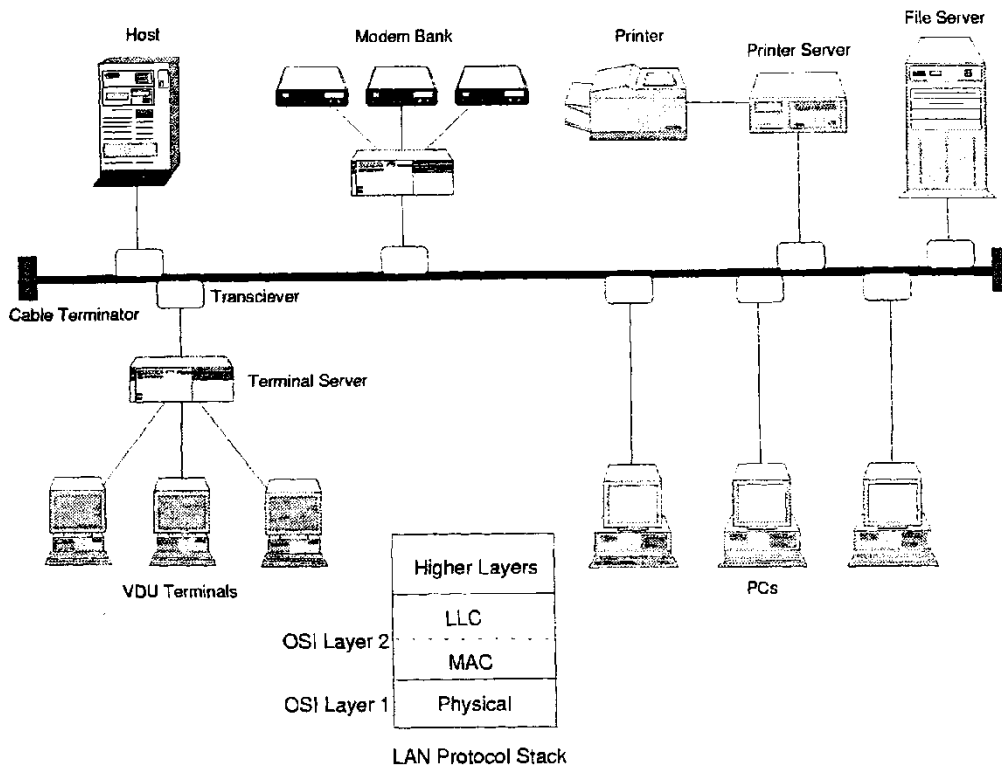
RING



2.1 LAN дизајн за мали site-ови

- Избор на технологија
 - **Ethernet** (IEEE 802.3) – 10/100 Mbps, 1 Gigabit, 10Gbps, 100Gbps
 - **Token Ring** (IEEE 802.5) – 4/16 Mbps (надвор од употреба)
 - **FDDI** (Fiber Distributed Data Interface) – двојно-прстенеста структура со оптика
 - **ATM** (Asynchronous Transfer Mode) – WAN технологија која може да биде адаптирана и за локални мрежи (обично, со примена на 25 Mbps ATM интерфејси)

2.1.1 Мали Ethernet локални мрежи



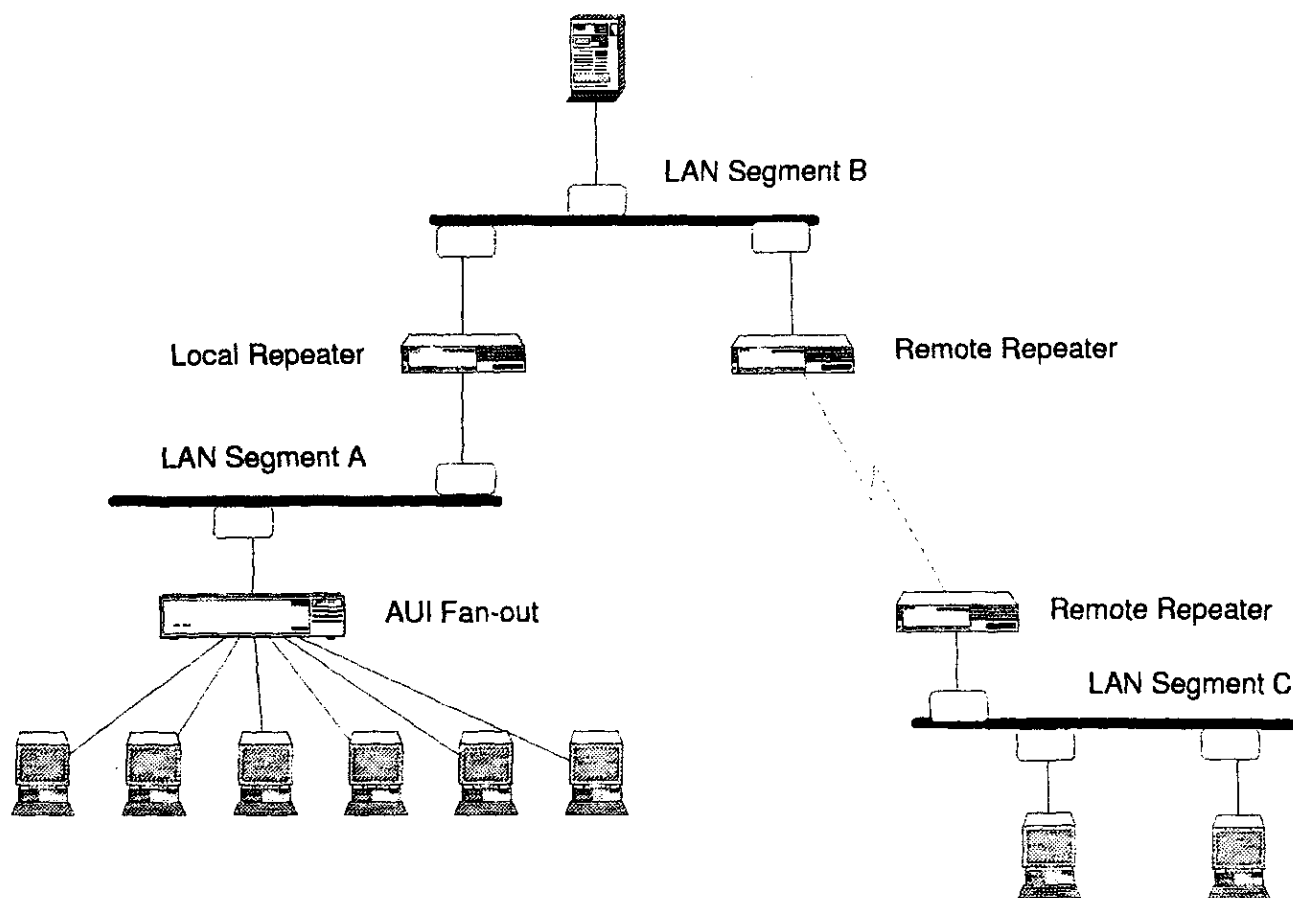
■ 10Base5 Ethernet

- Дебел коаксијален кабел со отпорници на двата краја (LAN сегмент, со максимална должина од 500m)
- Ethernet NICs (Network Interface Cards) – картички со 15-пински AUI (Attachment Unit Interface) мрежен интерфејс
- Трансивери (transceivers) кои го прободуваат коаксијалниот кабел ("vampire tap"), на минимално растојание од 2.5m

■ 10Base2 Ethernet

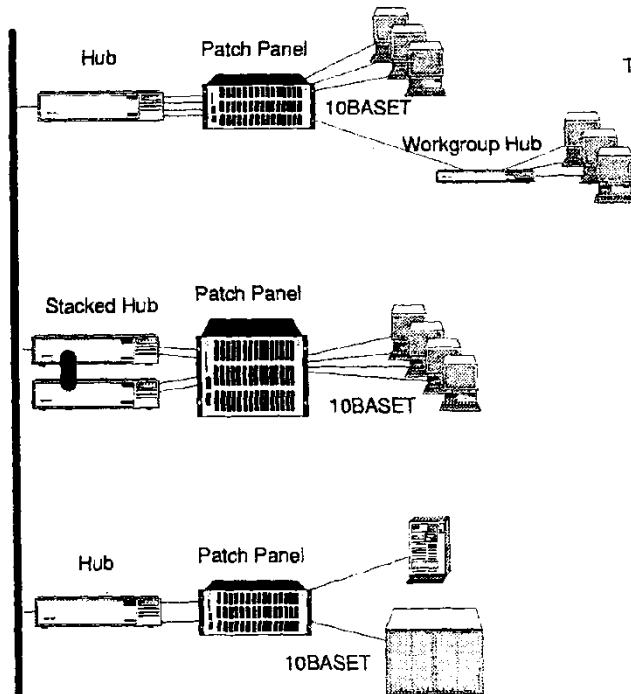
- Тенок коаксијален кабел (со максимална должина од 185m)
- BNC конектори (наместо "vampire tap")
 - При додавање на нова станица, кабелот се пресекува, на двата краја се ставаат BNC конектори, а новата станица се поврзува во мрежата со BNC 'T' конектор, на минимално растојание од 0.5m
- Трансиверите се интегрирани во NIC

2.1.1 Мали Ethernet локални мрежи

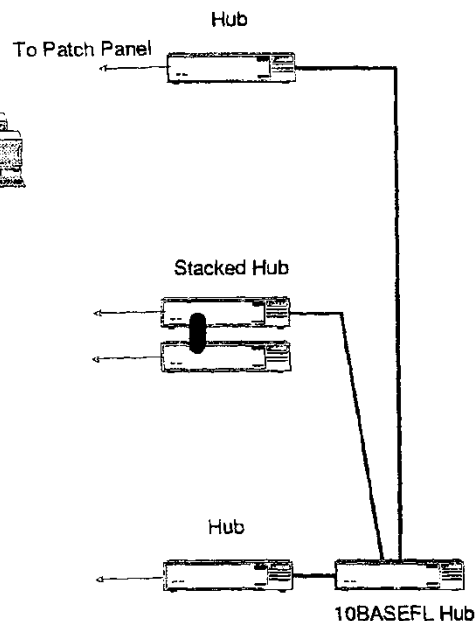


2.1.1 Мали Ethernet локални мрежи

10BASE2 Bus Backbone Design



Alternative 10BASEFL Backbone

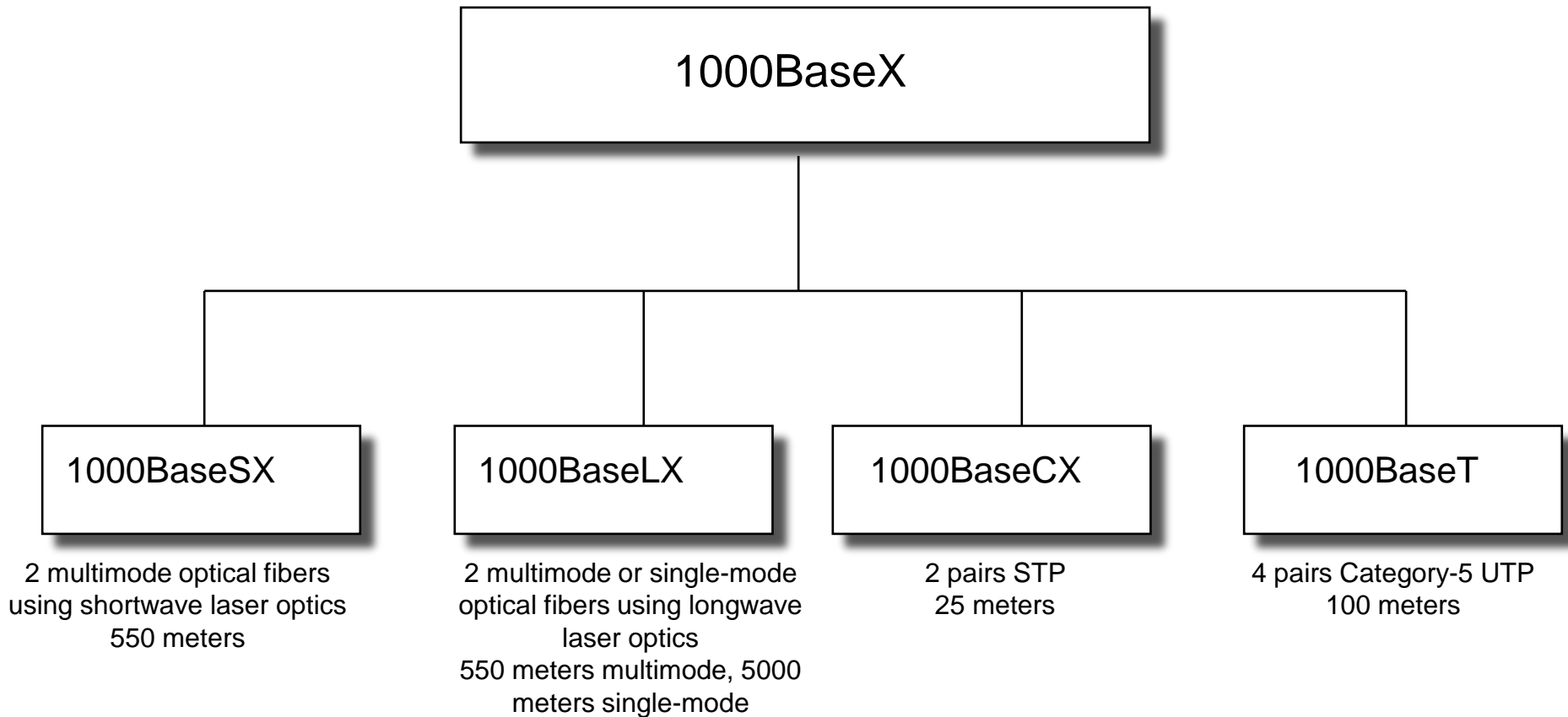


■ 10Base-T / 100Base-TX Ethernet

- Свездесто поврзување со висококвалитетен UTP (Unshielded Twisted Pair) кабел
- Картички со интегриран трансивер и RJ-45 интерфејс
- Станиците се поврзуваат на портите на LAN **Switch**, со максимална должина на кабелот од 100m
 - Бројот на порти може да варира од 4 до 24, а може да се зголеми со поставување на Hub-овите еден-врз-друг (stackable Hub) и употреба на посебни кабли кои ги поврзуваат интерните магистрали на единиците
- Switch-овите имаат 'uplink' порта, заради поврзување со 'рбетна локална мрежа (backbone LAN)
 - А) 10Base-2 backbone
 - Б) 10Base-F backbone (collapsed backbone design)



IEEE 802.3 Gigabit Ethernet





IEEE 802.3 10-Gbps Ethernet

10GBase with Fiber Cabling



```
graph TD; A[10GBase with Fiber Cabling] --> B[10GBaseLX4]; A --> C[10GBaseSR]; A --> D[10GBaseLR]; A --> E[10GBaseER]; B --- B_desc[Multimode or single-mode optical fibers<br/>300 meters multimode,<br/>10 km single-mode]; C --- C_desc[Multimode optical fibers<br/>300 meters]; D --- D_desc[Single-mode optical fibers<br/>10 km]; E --- E_desc[Single-mode optical fibers<br/>40 km];
```

10GBaseLX4

Multimode or single-mode
optical fibers
300 meters multimode,
10 km single-mode

10GBaseSR

Multimode optical
fibers
300 meters

10GBaseLR

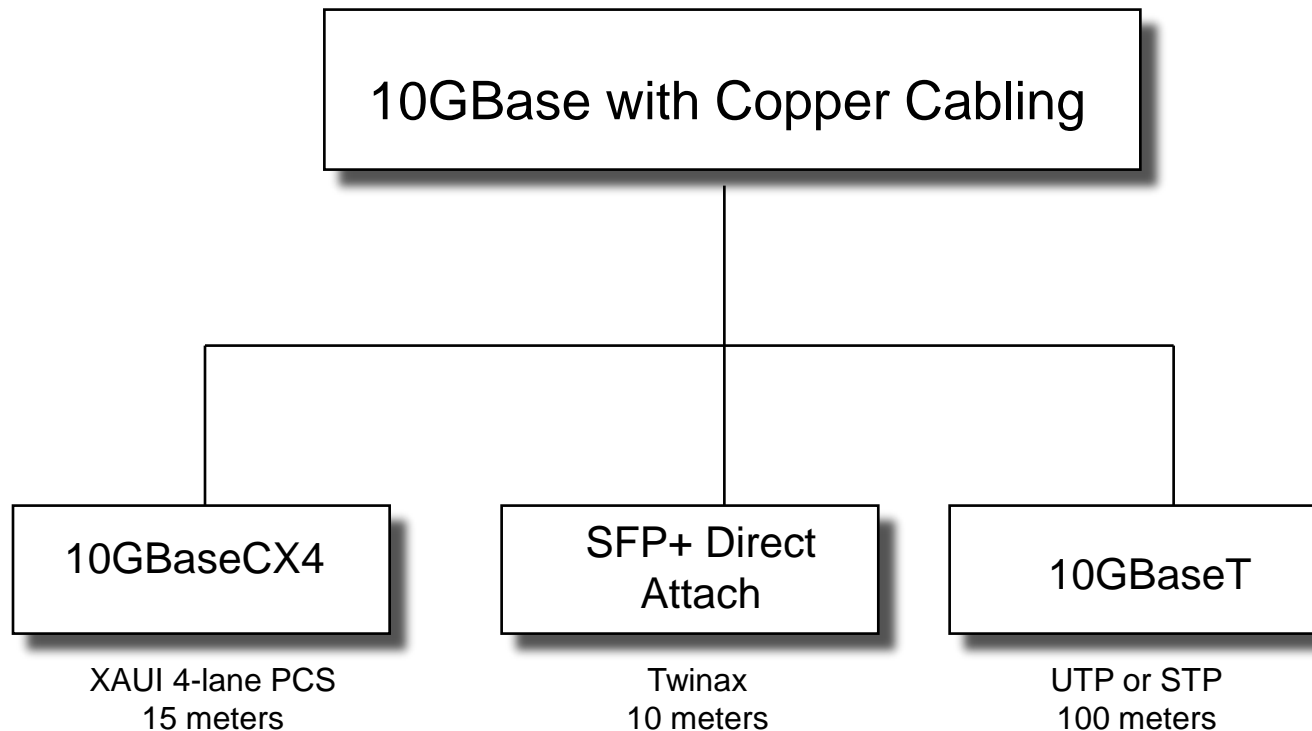
Single-mode
optical fibers
10 km

10GBaseER

Single-mode
optical fibers
40 km

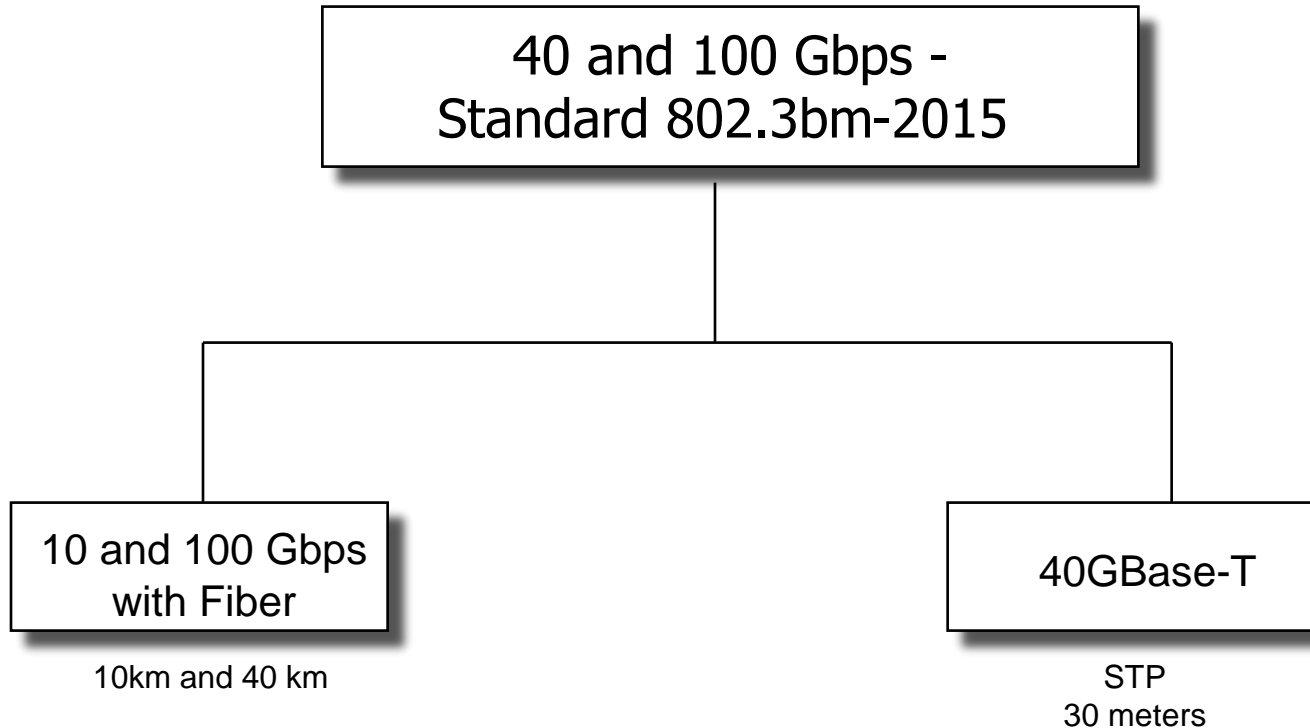


IEEE 802.3 10-Gbps Ethernet





IEEE 802.3 100-Gbps Ethernet



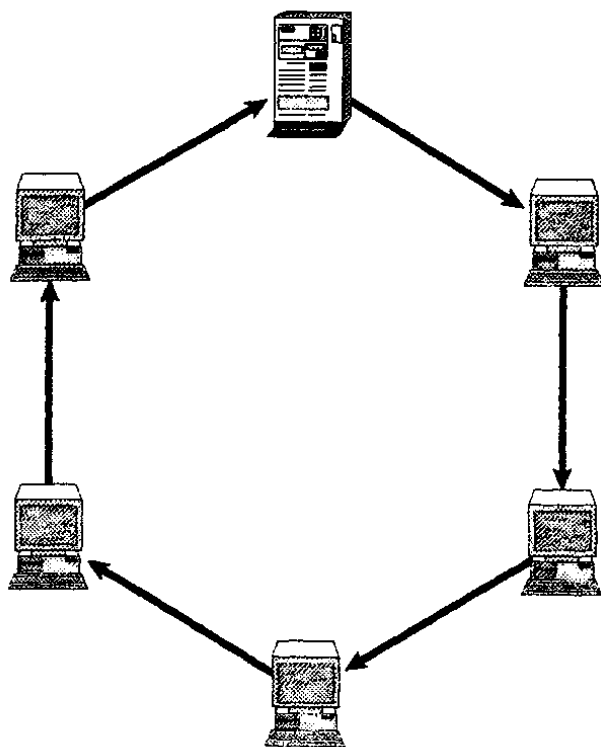


2.1.2 Token Ring локални мрежи

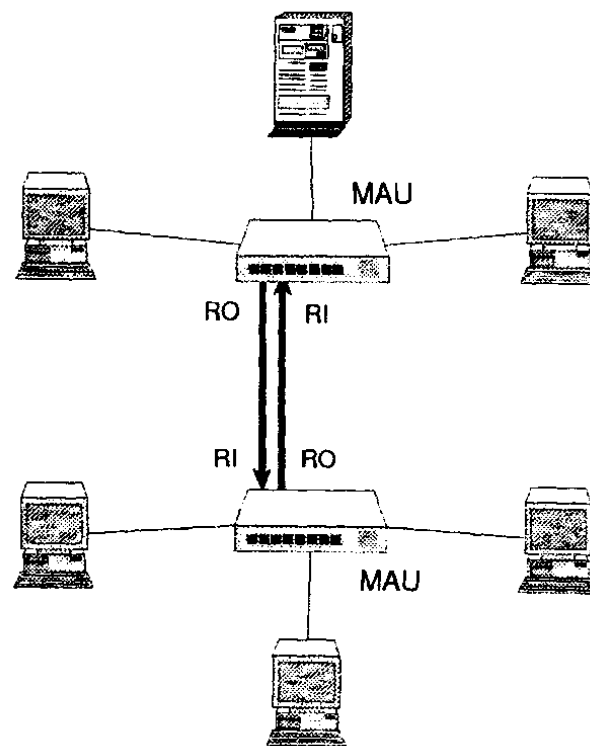
- За разлика од Ethernet, за пристап до медиумот не се користи CSMA/CD, туку механизам на **проследување на жетон** (token passing)
 - Еден од членовите на прстенот се назначува за master-станица – тој е одговорен за внесување на жетон во локалната мрежа
 - Жетонот се проследува од машина до машина, се' додека не пристигне до корисник кој сака да испрати податоци
 - Таквиот корисник го заменува жетонот со податочна рамка, адресирана до MAC адресата на примачот
 - Податочната рамка циркулира наоколу се' додека не биде примена од примачот за кој е адресирана
 - Примачот ја заменува податочната рамка со жетон, дозволувајќи друг корисник да пристапи на мрежата

2.1.2 Token Ring локални мрежи

Token Ring Logical Design



Token Ring Implementation





2.1.2 Token Ring локални мрежи

- Брзина на пренос – 4 Mbps / 16 Mbps
- Должина на рамките – 4 KB / 8 KB
- Во Token Ring терминологијата, hub-овите се нарекуваат **Media Access Units (MAU)** и се дизајнирани на тој начин да имплементираат прстен
- За проширување на прстенот, секој MAU поседува две порти со посебна намена – Ring In (RI) и Ring Out (RO), со чија помош сите MAU се поврзуваат во непрекинат прстен
- Типови на Token Ring опрема и кабли
 - Type 1 – STP (Shielded Twisted Pair)
 - Type 3 – UTP (Unshielded Twisted Pair)
- Максимален број станици во локална мрежа – 260 за Type 1, 72 за Type 3
- Типична должина на каблите – 100 m
- Repeater-ите овозможуваат зголемување на дозволените растојанија за каблирање помеѓу RI и RO портите (1 km за Type 1, 2.4 km за оптички кабел)