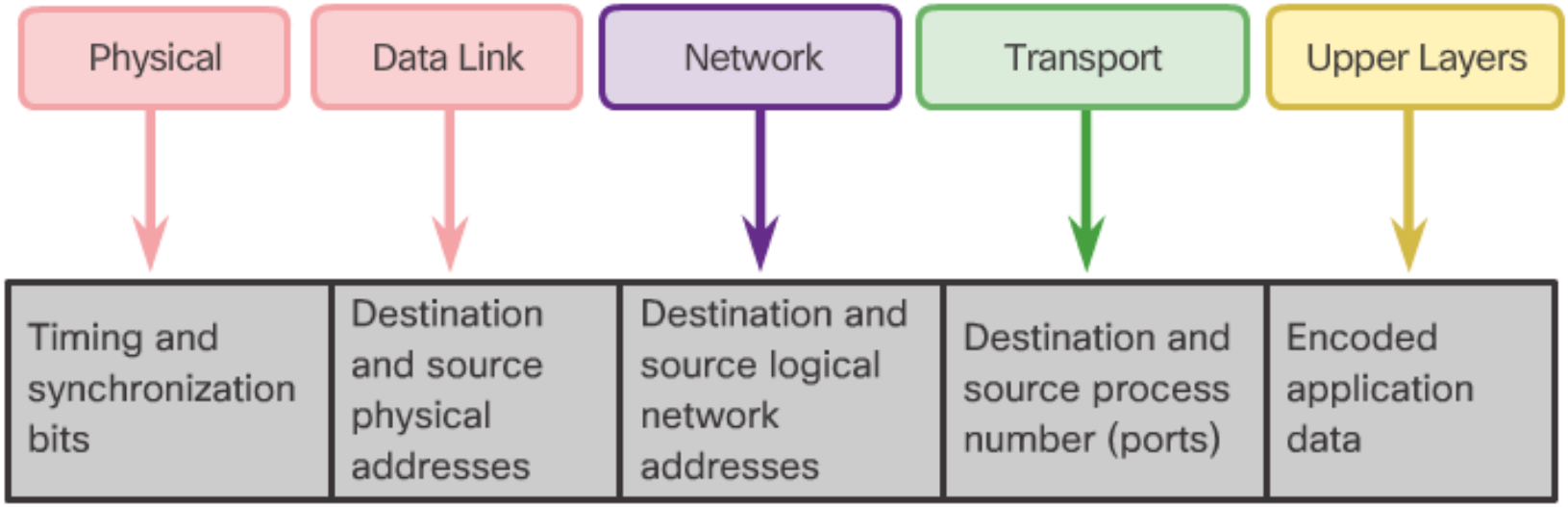
OSI Data Link слой. Подслоеве LLC и MAC

проф. д-р инж. Венета Алексиева

Основни моменти

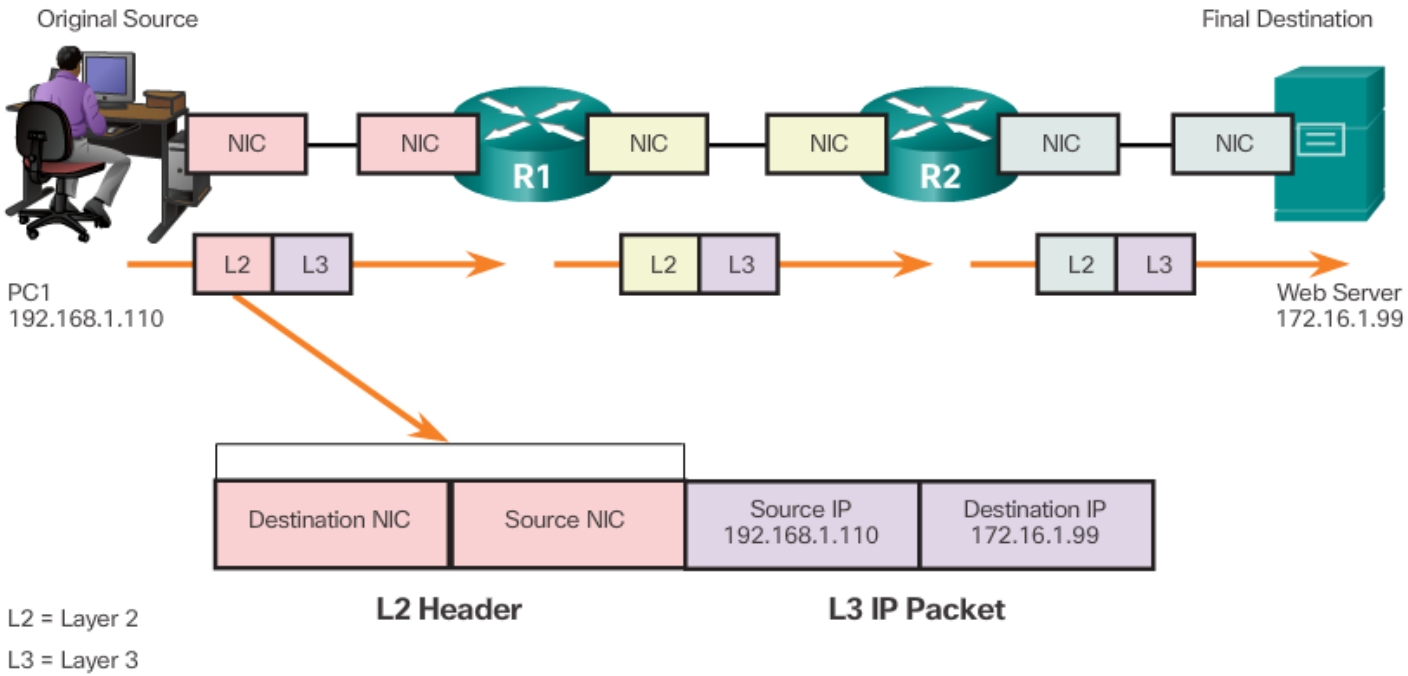
- OSI Data Link слой.
- Формат на кадрите.
- LLC и MAC.
- Колизия.
- Достъп до мрежовата среда (MAC).
- Устройства, които работят на Data Link слой.

Data Link (Канален) слой- адреси



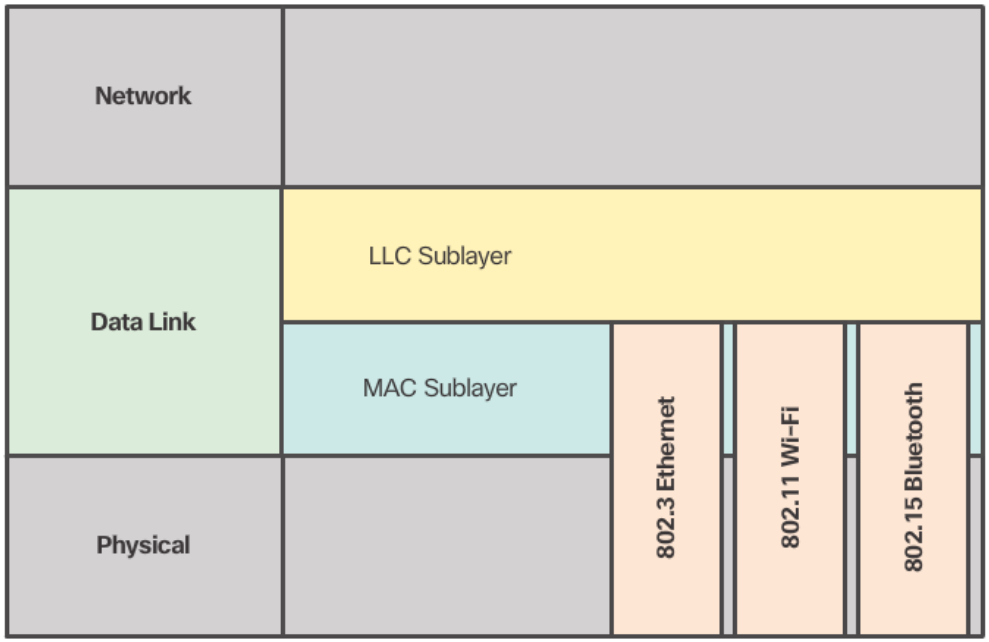
- Слоят за пренос на данни (каналният слой) използва физически адреси, за да идентифицира устройствата.

Data Link слой-предназначение



- Слоят за пренос на данни (каналният слой) отговаря за доставката на кадъра (фрейма) от мрежовата карта на източника (NIC) до мрежова карта (NIC) на получател в същия сегмент.

Data Link слой



- Слоят за пренос на данни (каналният слой) определя механизмите за достъп до преносната среда на MAC подслой.
- Той се свързва с горните слоеве с LLC подслой.

Media Access Control (MAC) подслой

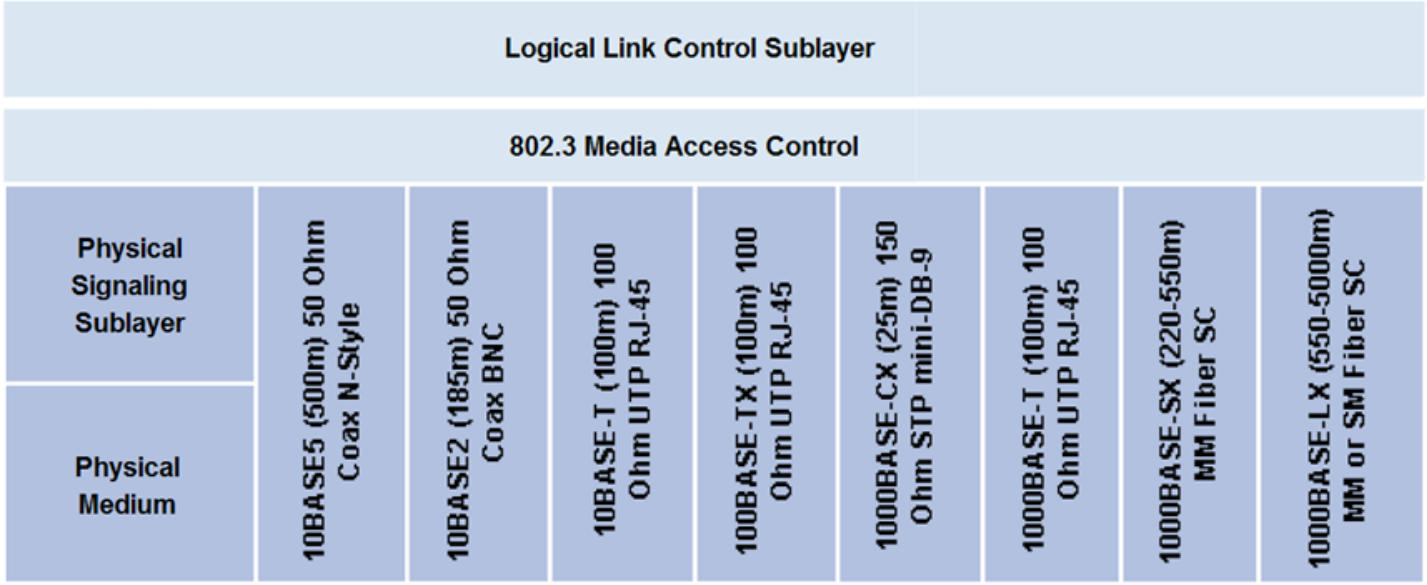
Отговаря за:

- Енкапсулация на данните
  - Ограничение на фрейма
  - Адресиране
  - Корекция на грешки
- Media Access Control
  - Контрол на разполагане на фрейма в преносната среда
  - Възстановяване на преносната среда след предаване на фрейм

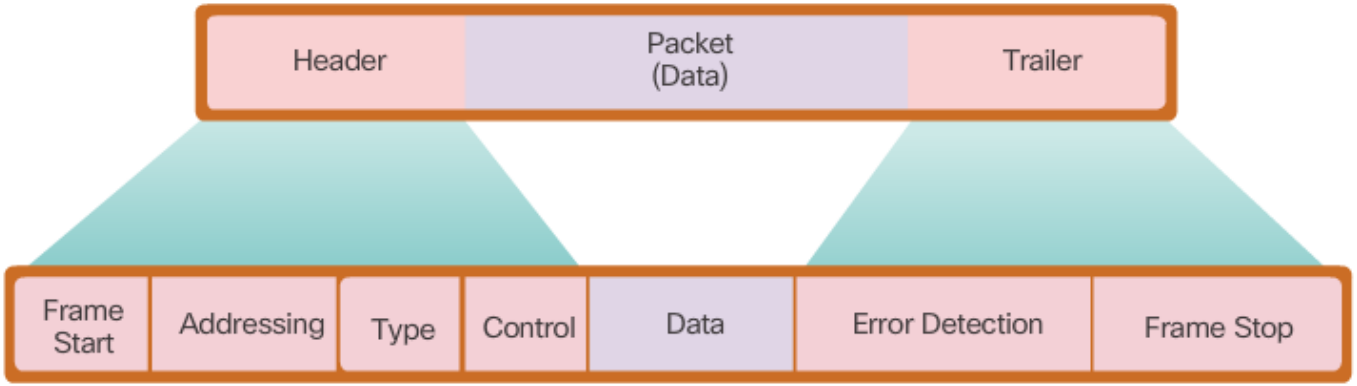
Logic Link Control (LLC) подслой

Отговаря за:

- Осъществява връзка с горните слоеве
- Идентифицира кой е мрежовия протокол
- Осигурява независимост от физическото оборудване



Data Link слой

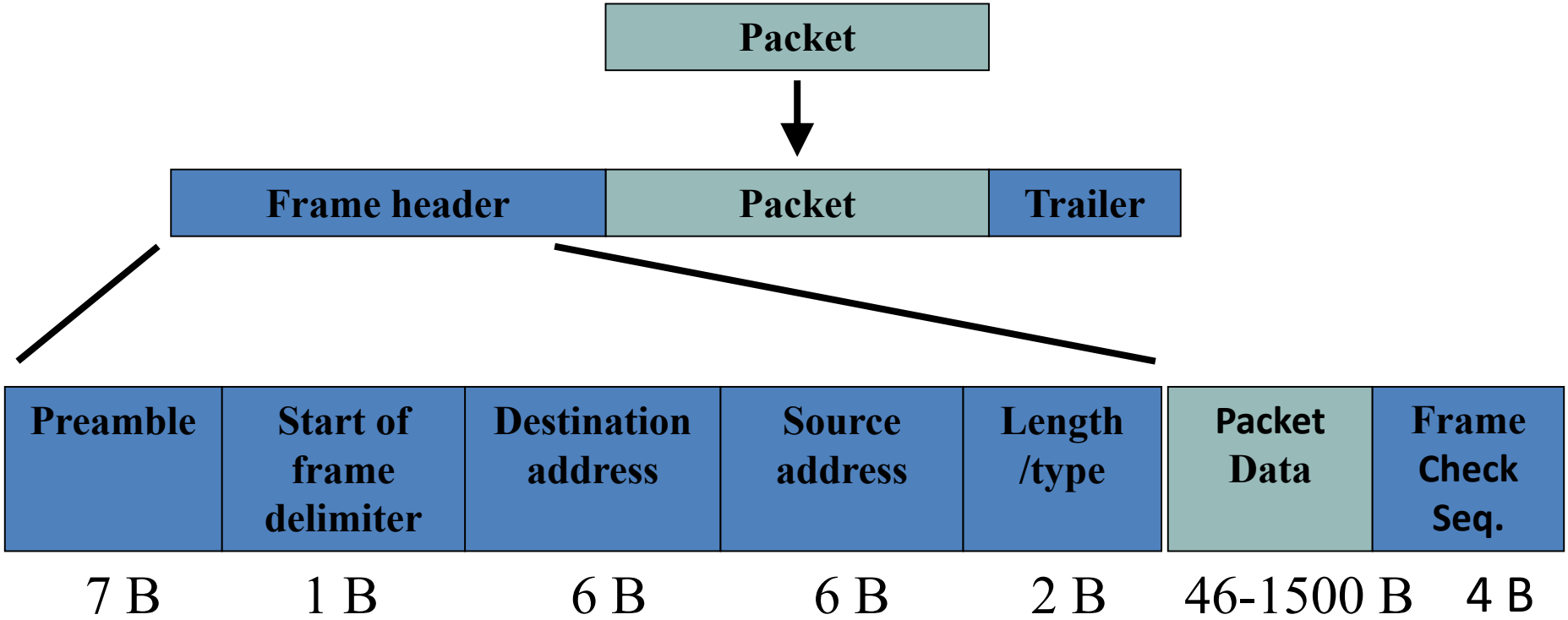


- **Каналният слой** определя как данните от горния слой се енкапсулират във фреймове за предаване.
- **Каналният слой** получава от физическия слой битове, които организира в групи - фреймове (кадри).
- Фреймът съдържа както данни, така и управляваща информация.
- **Каналният слой** проверява:
  - дали данните са с верни флагове;
  - дали има грешки във фрейма.

Стандарти за Data Link слой

- Ethernet
- Token Ring
- High level Data Link Control (HDLC)
- Point-to-point protocol (PPP)
- IEEE 802.11
- PAP
- CHAP
- …

Ethernet фрейм



Ethernet фреймове

Comparison of 802.3 and Ethernet Frame Structures and Field Size

Field size in bytes

IEEE 802.3

7	1	6	6	2	46 to 1500	4
Preamble	Start of Frame delimiter	Destination Address	Source Address	Length/ Type	802.2 Header and Data	Frame Check Sequence

Ethernet

8	6	6	2	46 to 1500	4
Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Frame Check Sequence

HDLC фрейм

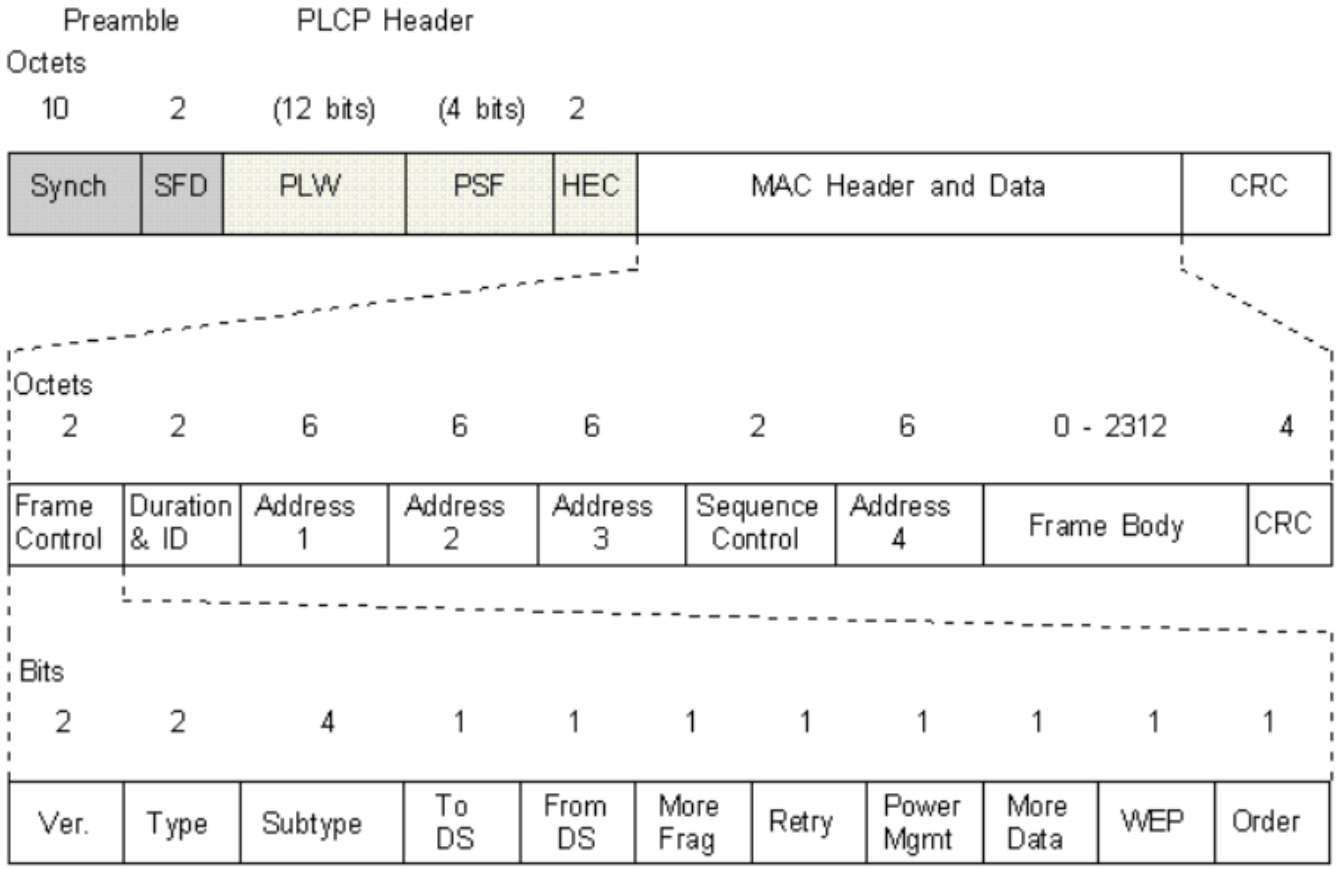
- HDLC (High-level Data Link Control) е синхронен битово ориентиран протокол от канален слой, създаден на база на SDLC(Synchronous Data Link Control).
- Осигурява и connection-oriented, и connectionless услуги.
- Дефинира структурата на фрейма на каналния слой.
- Осигурява flow control, error control и използва acknowledgments.
- Използва flag, за да маркира началото и края на фрейма.

PPP фрейм

Field length, in bytes	1	1	1	2	Variable	2 or 4
	Flag	Address	Control	Protocol	Data	FCS

- **Flag** – показва началото или края на фрейма и се състои от 01111110. Ако след това данните съдържат същия модел, за да се запази интегритета им, се вмъква 0 след всеки 5 ‘1’ бита, а получателят ги маха.
- **Address** – състои се от стандартен broadcast адрес,който е 11111111. (Не се присвоява индивидуален адрес.)
- **Control** – 1 byte се състои от 00000011, което казва на потребителя, че се предават неподредени фреймове.
- **Protocol** – 2 bytes, които идентифицират кой протокол е енкапсулиран в data полето.
- **Data** – >=0 bytes, които съдържат пакета за указания протокол. Края е затварящ флаг и съдържа 2 bytes за FCS. Максималната дължина на data е 1,500 bytes.
- **FCS** – 2 bytes контролна сума.

802.11 фрейм



- **Synch** - 80 bits, но за спектър DSSS е 128 bits поредица от 101010…10
- **SFD -Start Frame Delimiter** - 16 bits- **0000 1100 1011 1101**

Метод за достъп до средата

- Методът за достъп до преносната среда определя начина, по който няколко устройства ползват обща преносна среда, за да предават/приемат през нея.
- Делят се на:
  - **Channel based** – базиран на канали- достъпът се реализира с мултиплексиране, което позволява няколко потоци данни / сигнали да споделят една и съща физическа среда за пренос. То се осигурява от физическия слой.
  - **Packet based** – базиран на пакети- достъпът също се основава на протокол за множествен достъп и контролен механизъм- контрол на достъпа до средата (MAC). Той се осигурява от MAC подслоя на DataLink слоя на модела OSI.

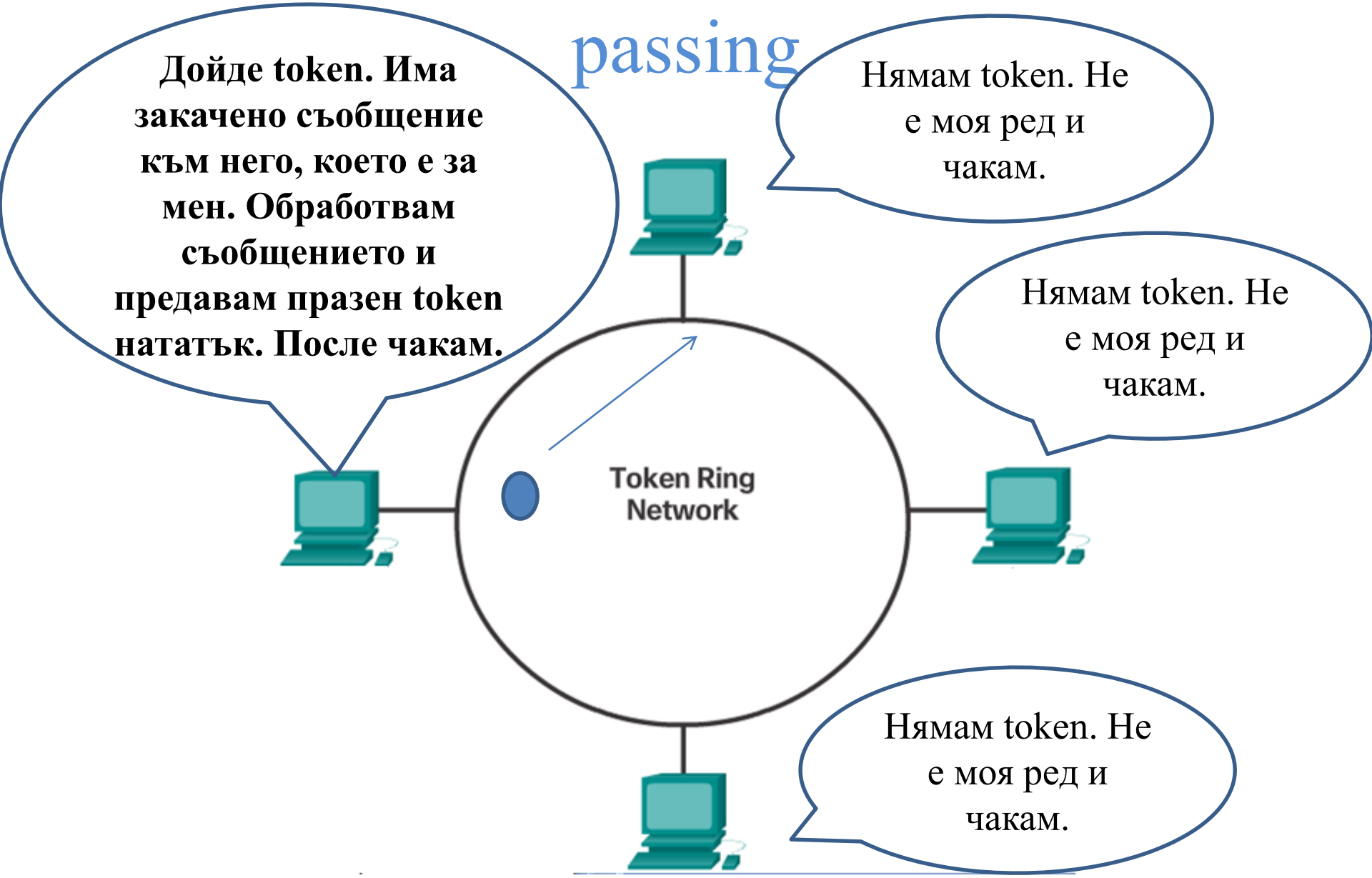
Методи за достъп

Метод за достъп до средата	Честота(F), време(T), код (C), поляризация(P), Пулс (P)	Конкретни реализации
Channel based	FDMA	OFDMA, WDMA, SC-FDMA
	TDMA	MF-TDMA, STDMA
	CDMA	W-CDMA, TD-CDMA, TD-SCDMA, DS-CDMA, FH-CDMA, MC-CDMA
	SDMA	HC-SDMA
	PDMA	
	PAMA	
Packet based	Collision recovery	ALOHA, Slotted ALOHA, R-ALOHA,AX.25
	Collision avoidance	MACA, MACAW, CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA, DCF, PCF, HCF, CSMA/CARP
	Collision free	Token ring, Token bus, MS-ALOHA
	Delay & disruption tolerant	MANET, VANET, DTN, Dynamic Source Routing
Duplex methods	TDD, FDD	

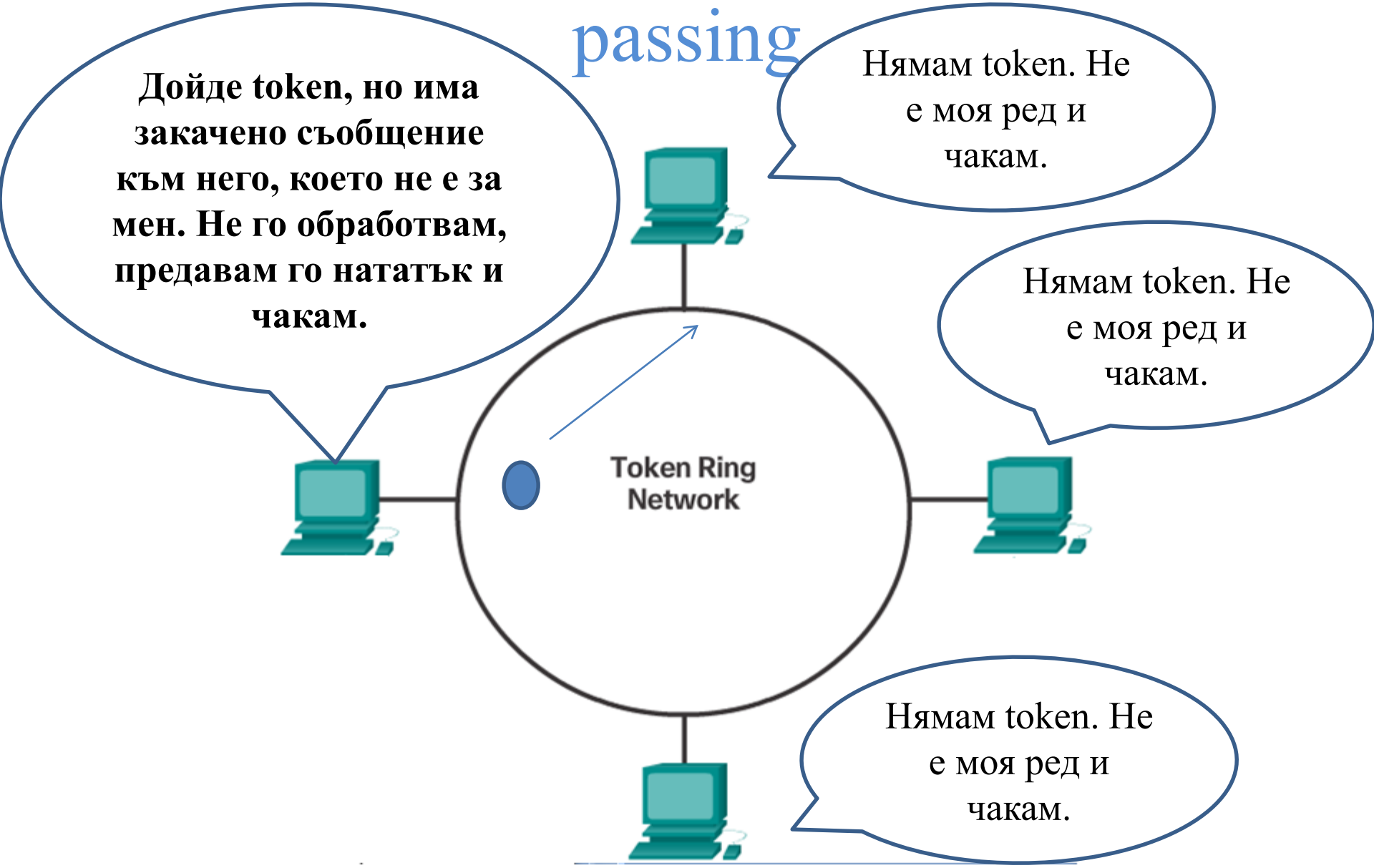
Достъп до преносната среда

- Детерминиран достъп
  - Разделяне на канала за пренос на подканали (по честота и по време) за всяко устройство - не се ползва в локални мрежи, т.к. се получава много нисък коефициент на използване на пропускателната способност на средата
  - Token passing – данните се “закачат” за предаване само за свободен token (>=1)
- Недетерминиран достъп
  - CSMA/CD – за кабелни решения
  - CSMA/CA – за безжични мрежи

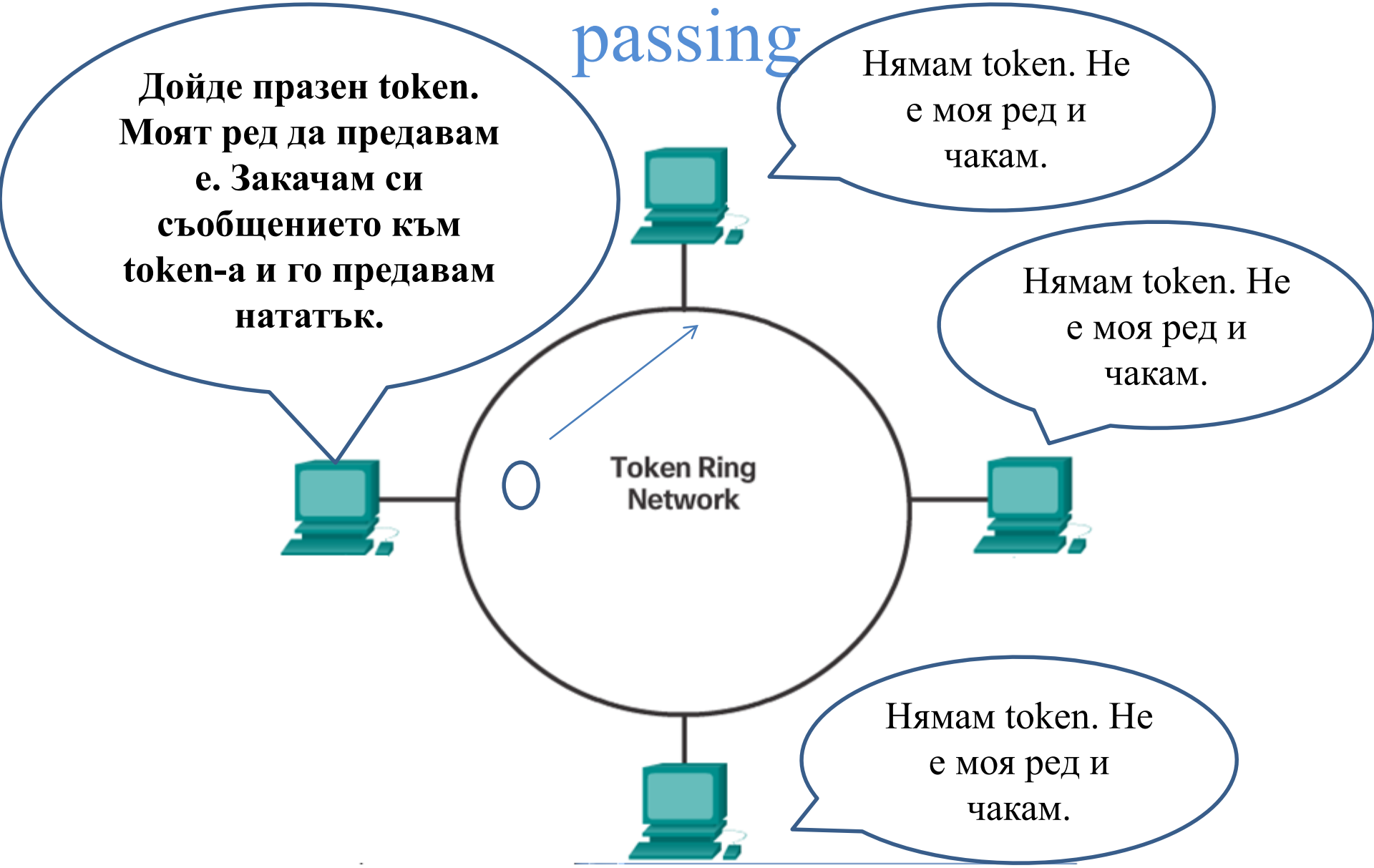
Детерминиран достъп - Token passing



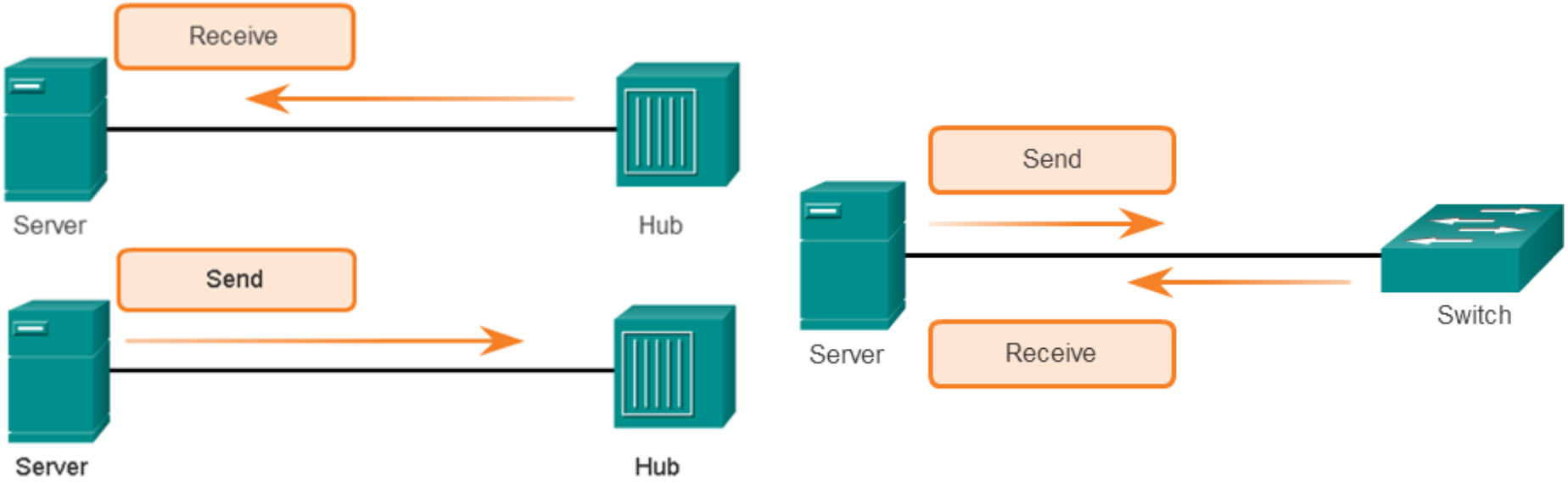
Детерминиран достъп - Token passing



Детерминиран достъп - Token passing



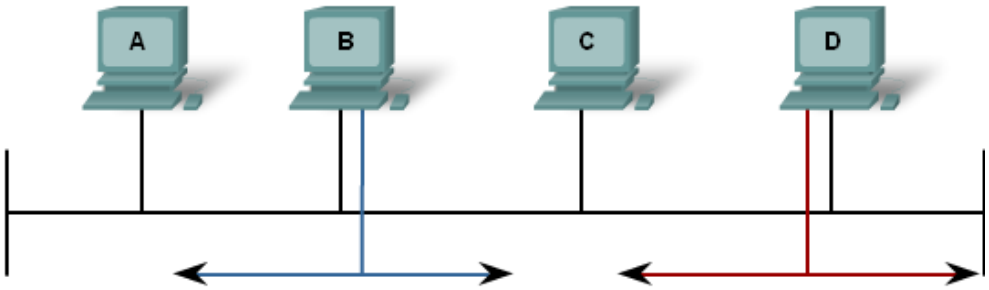
Half-Duplex /Full-Duplex

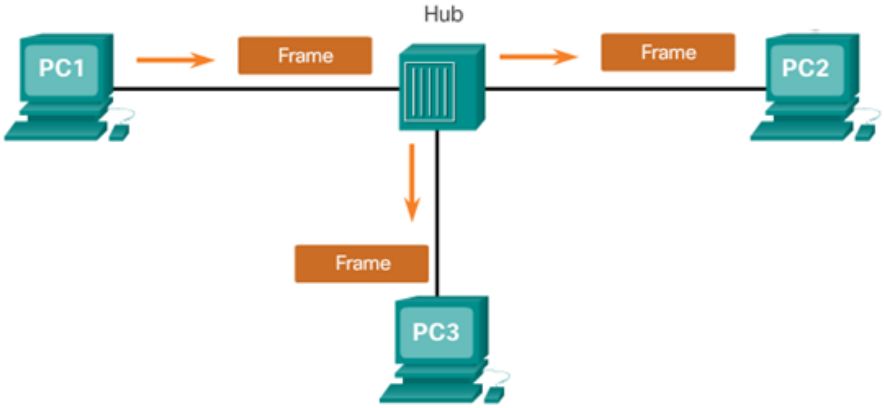


- Half-Duplex - само едно устройство може да предава в споделената преносна среда
- Full-Duplex – едновременно се приема и предава, т.к. има физически отделни кабели/ канали

Колизии

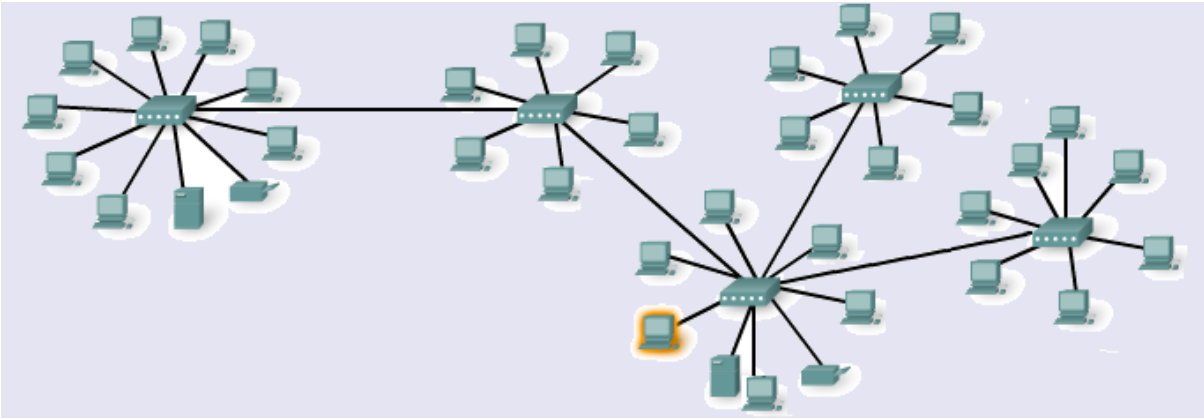
- В споделена среда ако хостове предават по едно и също време, се получават колизии.
- Поделена среда:
  - Въздух
  - Коаксиален кабел
  - Концентратор и кабели от тип “усукана двойка”





Колизионни домейни

- Колизионен домейн- област, където се случват колизии.
- Добавянето на повече концентратори и хостове води до разрастване на колизионния домейн, повече трафик и повече колизии.



CSMA/CD

- **Carrier Sense**: “Слуша” дали има сигнал по кабела
- **Multiple Access**: Хостовете поделят една и съща преносна среда (един кабел, въздух) и всички имат достъп до нея
- **Collision Detection**: Открива и управлява колизията, когато се случи
- Обслужването е: FIFO -„първи пристигнал, първи обслужен“

“Слуша”

Чака ако има сигнал

“Слуша”

Праща данни

“Слуша” за колизии: няма

“Слуша” за колизии: има

Пак “слуша”

Чакам случаен период от време. Проверявам- няма сигнал в момента. Изпращам съобщението отново.
A

CSMA/CD

- Колизия се случва когато хоста изпрати сигнал по кабела в момент, в който някой друг изпраща, но изпращащият още не знае за това.
- Забавяне (Latency) е времето, за което сигналът пътува през средата. Колкото по-дълъг е кабелът и повече мрежови устройства има, толкова по-голяма е Latency.

CSMA/CD

- Ако хостът открие колизия докато изпраща първите 64 bits от фрейма, спира и го препраща по-късно.
- Ако хостът изпрати 64 bits и чак след това открие колизията, вече е твърде късно и няма да препрати фрейма.
- Закъснението трябва да бъде достатъчно малко, за да се откриват колизиите навреме.
- Това ограничава дължината на кабела и броя на мрежовите устройства.

Дефиниции

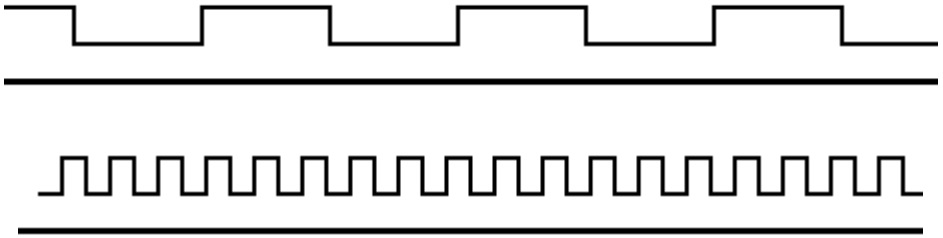
- **Latency (propagation delay):** времето, за което сигналът преминава от изпращача до дестинацията.
- **Bit time:** времето, за което устройството праща 1 bit по кабела. (Или за което получаващото устройство го прочита от кабела.)
- **Slot time:** времето, за което сигнала отива до най-далечния край на мрежата и се връща обратно.

Interframe spacing

- Това е времето между края на един фрейм и началото на следващия го.
- Дава шанс на преносната среда да се стабилизира.
- Дава време на устройството да обработи фрейма.
- Устройствата чакат **минимум 96 bit times** след като фрейма пристигне преди да пратят пак фрейм.
- 9.6 microseconds при 10 Mbps Ethernet
- 0.96 microseconds при 100 Mbps Ethernet

Различни bandwidths

- Промяна от 10 Mbps на 100 Mbps
- Изпращача разполага битовете в кабела 10 пъти по-бързо, но те още пътуват със същата скорост по дължината на кабела.
- Колизията се открива по същия начин като преди.



CSMA/CA

- **Carrier Sense**: “Слуша” дали има сигнал в преносната среда (по въздуха)
- **Multiple Access**: Хостовете поделят една и съща преносна среда (въздух) и всички имат достъп до нея
- **Collision Avoidance**: Ако се чува сигнал, чака случайно време, преди отново да слуша за свободен канал за комуникация.
- Обслужването е: FIFO -„първи пристигнал, първи обслужен“

CSMA/CA

Никой не предава, но нямам позволение от точката за достъп. Не мога да предавам.
Никой не предава, но нямам позволение от точката за достъп. Не мога да предавам.
Никой не предава. Пращам позволение да се предава.
Никой не предава. Получих от точката за достъп позволение да предавам.

CSMA/CA

Някой предава съобщение. То е за мен. Получавам го и го обработвам.
Някой предава съобщение. То не е за мен. Не мога да предавам.
Средата беше свободна. Получих от АП сигнал, че мога да предавам. Аз започвам да предавам.

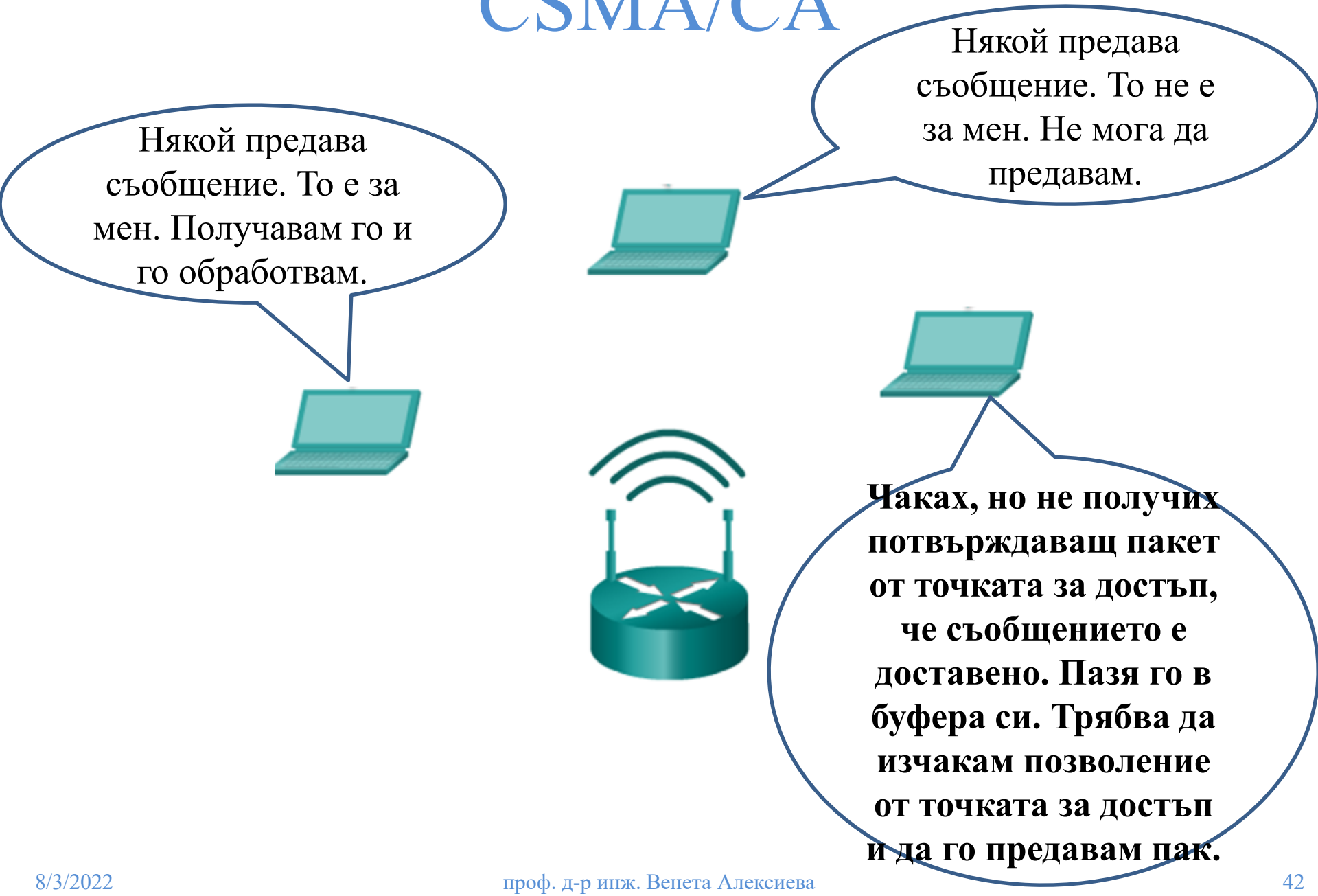
CSMA/CA

Някой предава съобщение. То не е за мен. Не мога да предавам.
Някой предава съобщение. То не е за мен. Не мога да предавам.
Проверих, че пакетът е приет. Контролната последователност е правилна. Изпращам сигнал на изпращача, че пакетът е доставен.

CSMA/CA

Никой не предава, но нямам позволение от точката за достъп. Не мога да предавам.
Никой не предава, но нямам позволение от точката за достъп. Не мога да предавам.
Аз предавах. Получих потвърждаващ пакет от точката за достъп, че съобщението е доставено. Мога да изчистя буфера си.

CSMA/CA

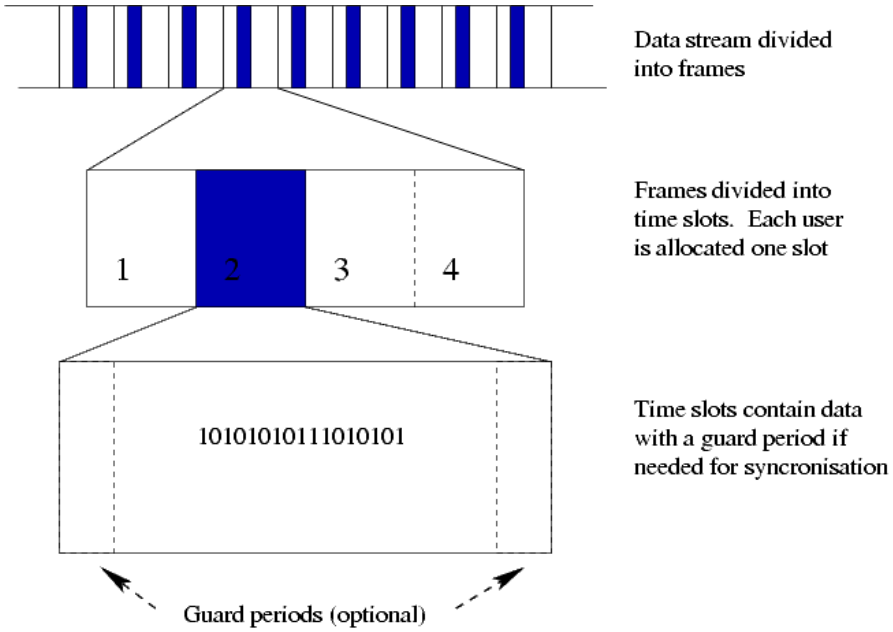

Някой предава съобщение. То е за мен. Получавам го и го обработвам.
Някой предава съобщение. То не е за мен. Не мога да предавам.
Чаках, но не получих потвърждаващ пакет от точката за достъп, че съобщението е доставено. Пазя го в буфера си. Трябва да изчакам позволение от точката за достъп и да го предавам пак.

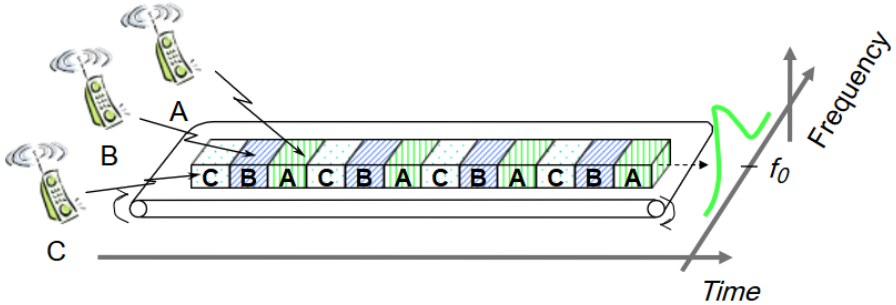
CSMA/CA

Никой не предава, но нямам позволение от точката за достъп. Не мога да предавам.
Никой не предава, но нямам позволение от точката за достъп. Не мога да предавам.
Никой не предава. Пращам позволение да се предава.
Никой не предава. Получих от точката за достъп позволение да предавам. Ще изпратя съобщението отново.

Метод за достъп -TDMA

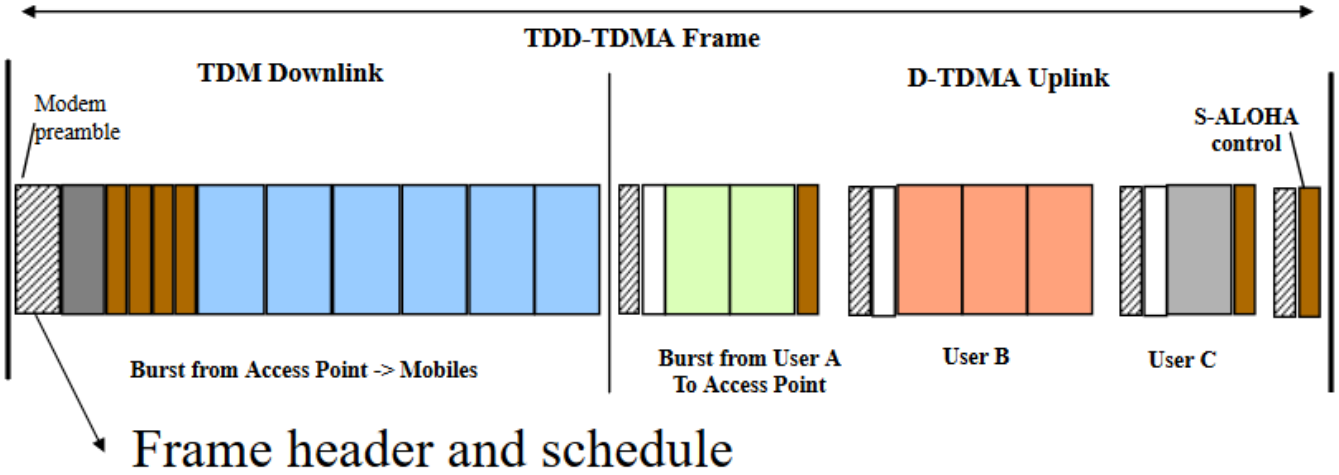
- Time division multiple access (TDMA) – метод за достъп на няколко потребители до споделена преносна среда чрез разделяне на сигнала в различни времеви интервали.
- Всеки потребител предава в собствен времеви слот, един след друг по канала за връзка.
- TDMA се използва в цифровите 2G клетъчни системи като GSM, DECT стандарт за преносими телефони, спътникови системи, PON мрежи.





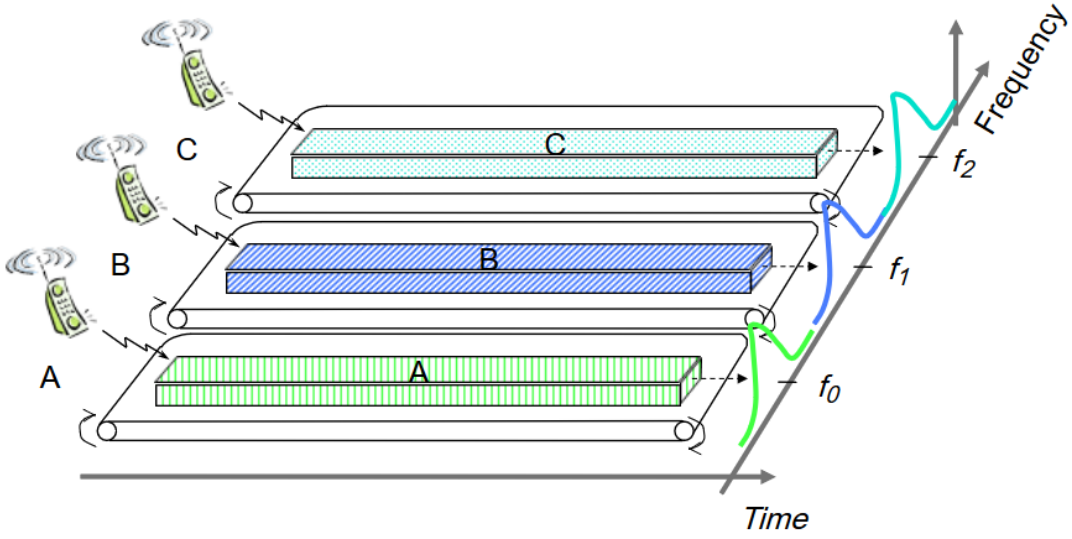
Метод за достъп – Dynamic TDMA

- Dynamic TDMA - алгоритъм за планиране, който динамично запазва променлив брой времеви интервали във всеки фрейм за променливи потоци от данни, въз основа на изискванията на всеки поток от данни.
- Dynamic TDMA се използва в HIPERLAN/2 IEEE 802.16a WiMax, Bluetooth.



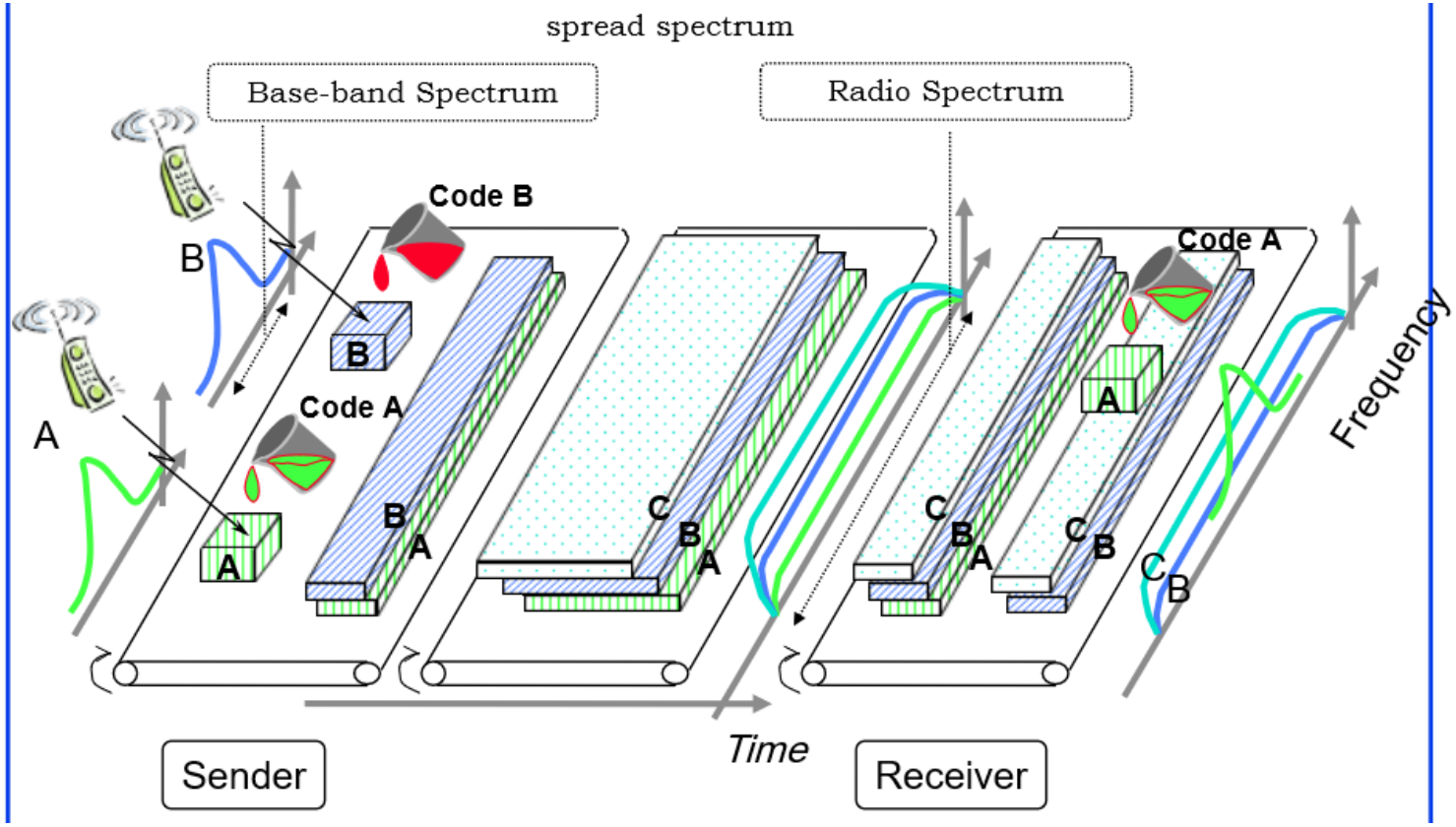
FDMA

- Достъп на няколко потребители, при които се разпределя индивидуално на една или няколко честотни ленти/канали.
- За сателитна комуникация.



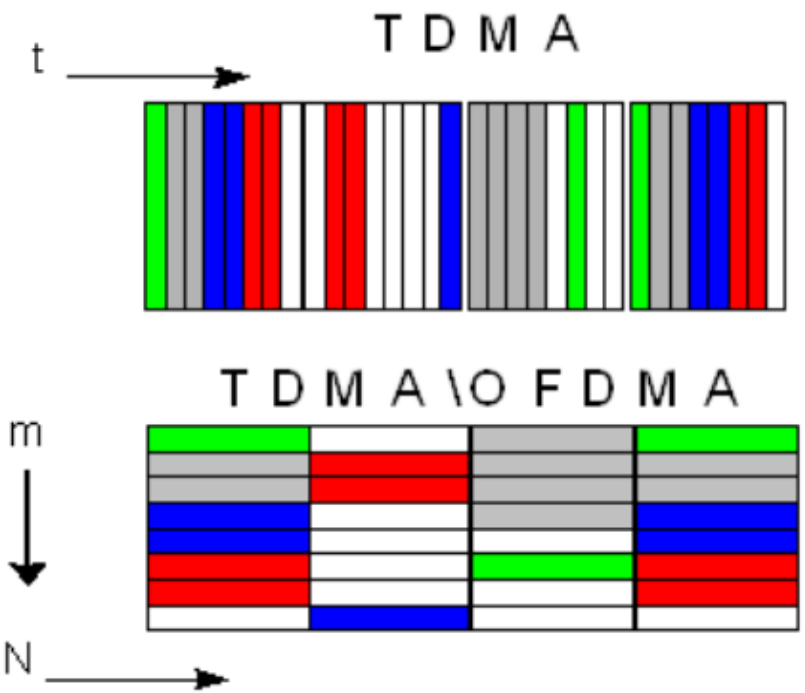
CDMA

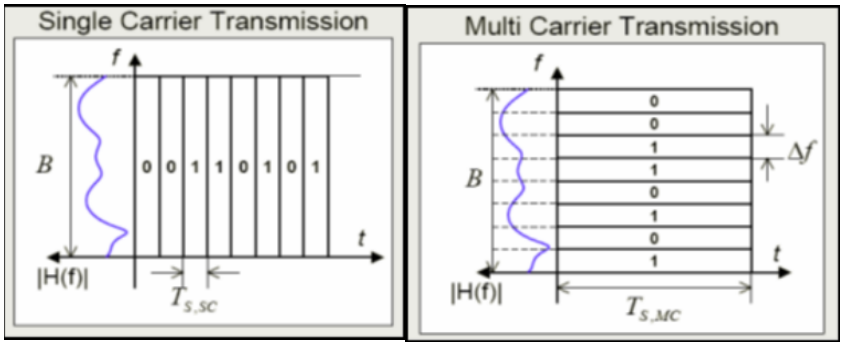
- Няколко потребители споделят една честотна лента като на всеки предавател е присвоен код.
- CDMA се използва в 3G на GSM.

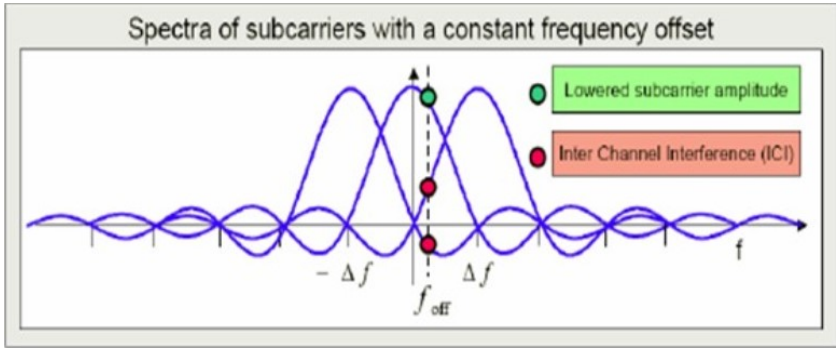


OFDMA

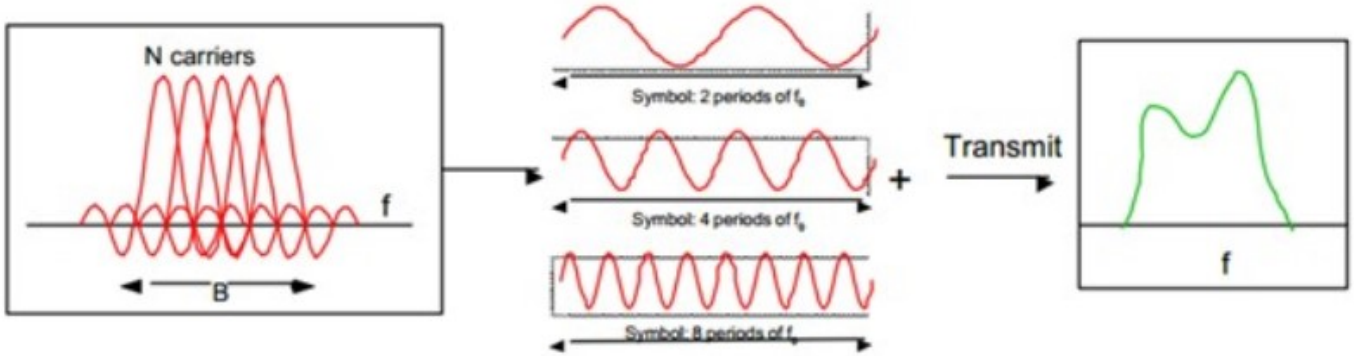
- Подканалите са в честотния домейн, а OFDMA символите са във времевия.
- Динамично се разпределят и позволява адаптивна модулация/кодиране/ контрол на енергията
- Използва се в 802.11a,g,n,ac, HiperLAN/2, Mobile WiMAX, LTE, цифрово радио и цифрова TV.







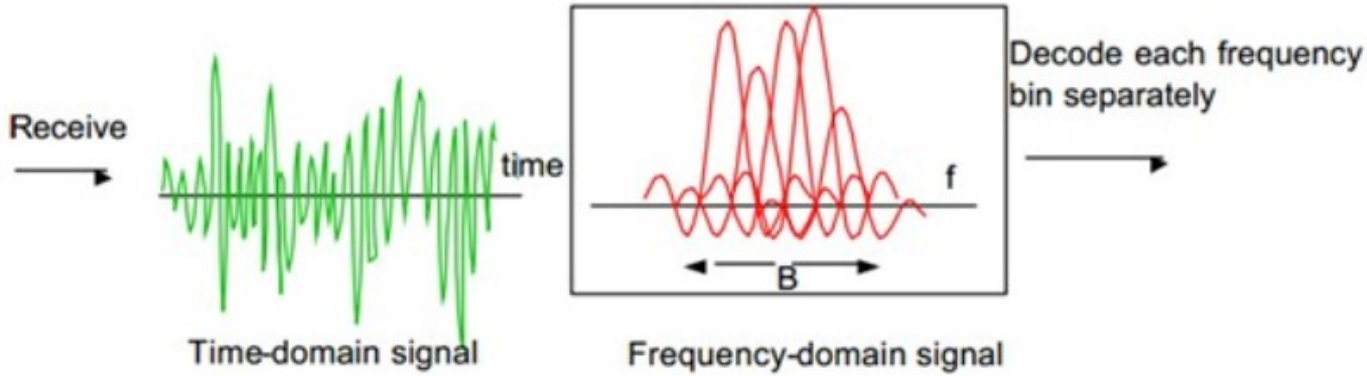
OFDMA- кодиране



Data coded in frequency domain

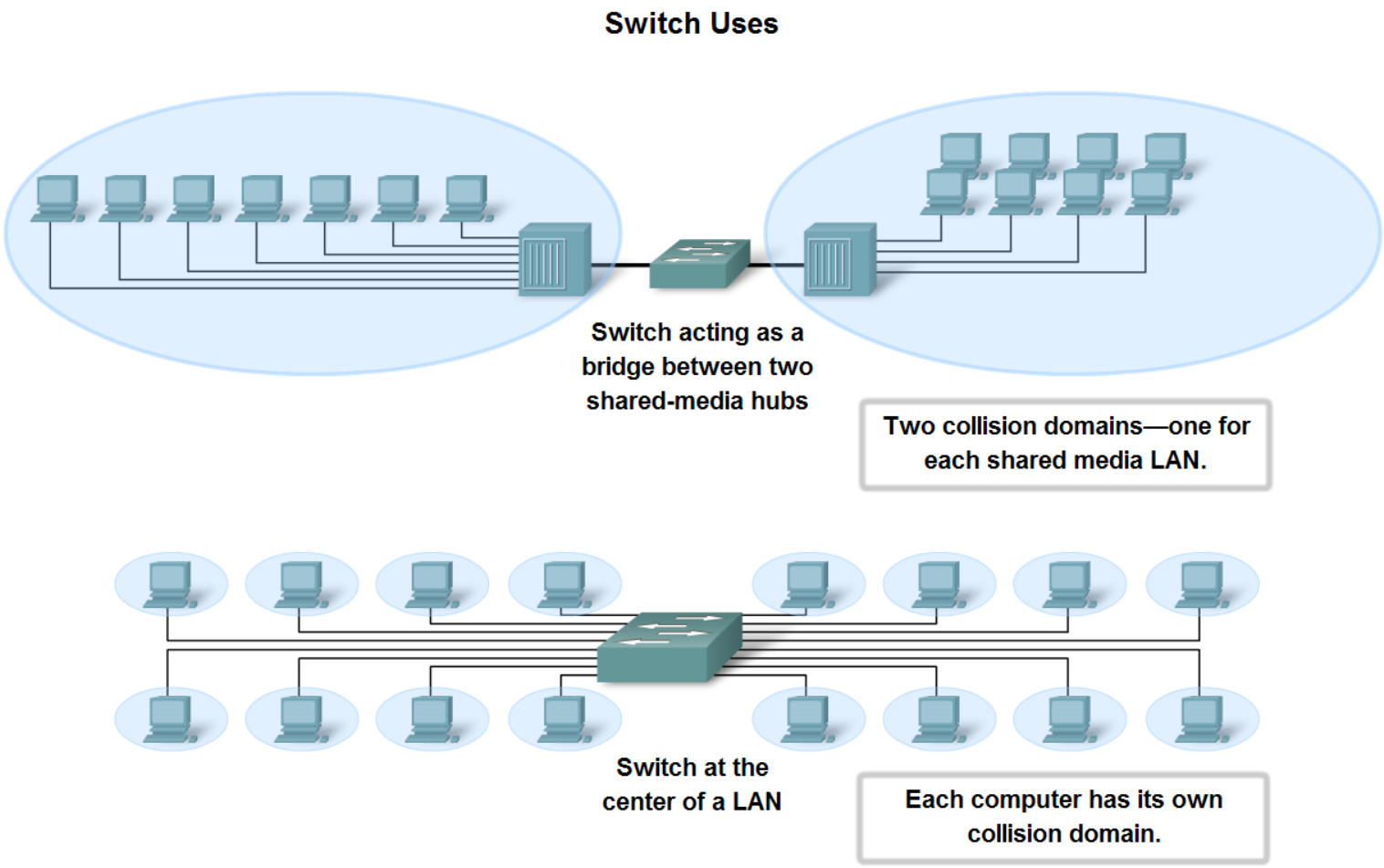
Transformation to time domain: each frequency is a sine wave in time, all added up

Channel frequency response



Намаляване на колизии

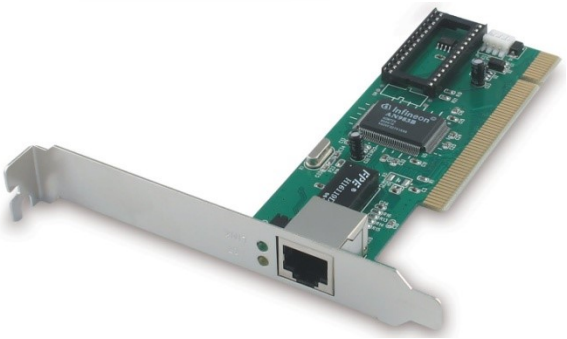
- Комутатор замества концентратор



Устройства на каналния слой

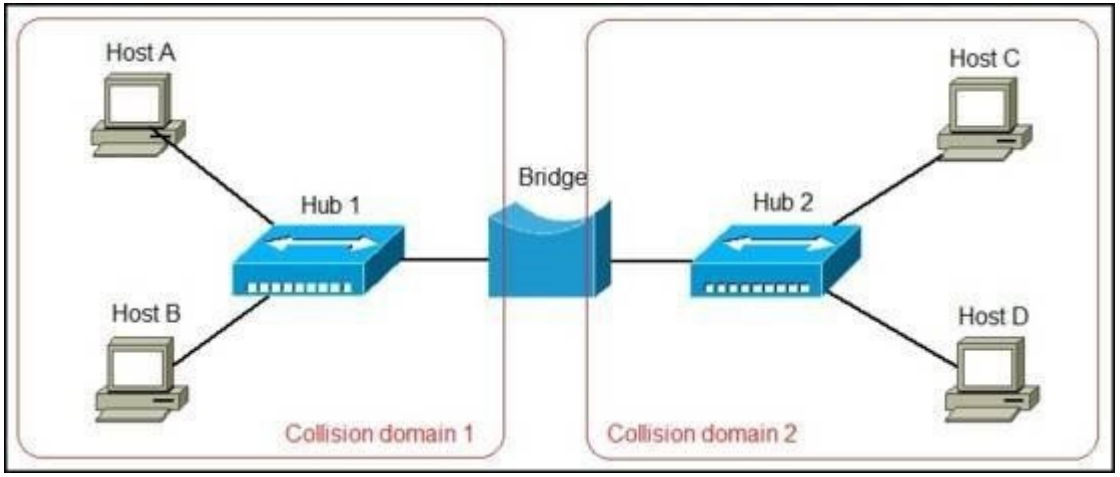
- Мост (bridge)

- Комутатор (switch)



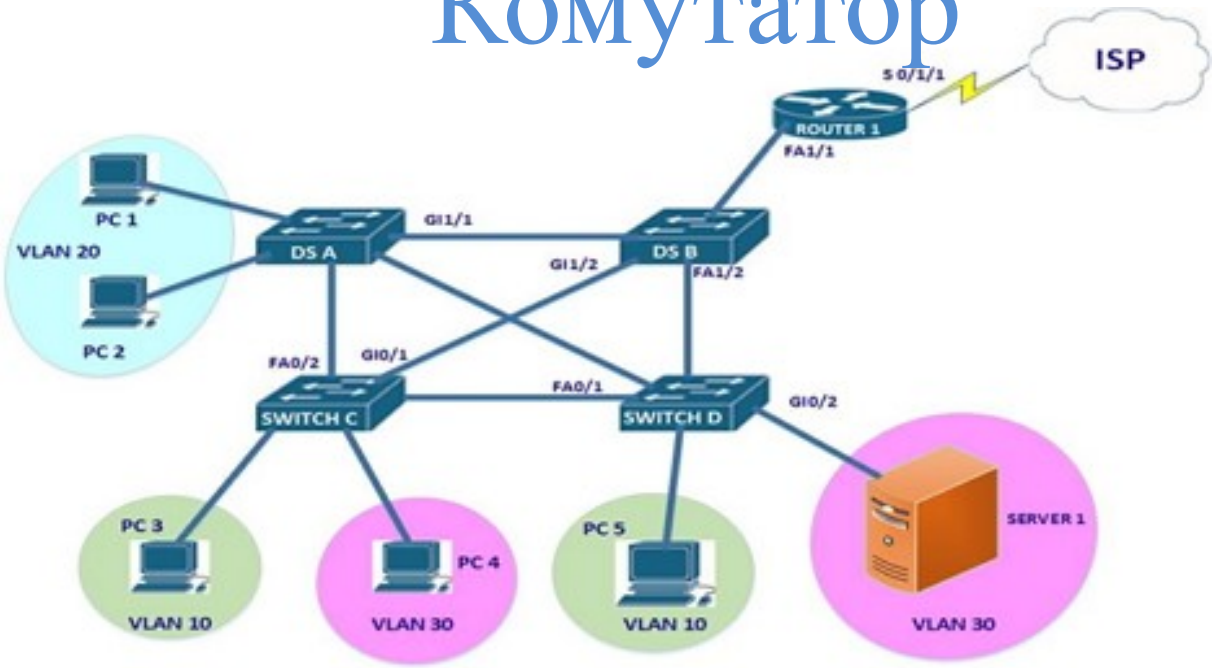
- Мрежова интерфейсна карта (NIC)

Мост



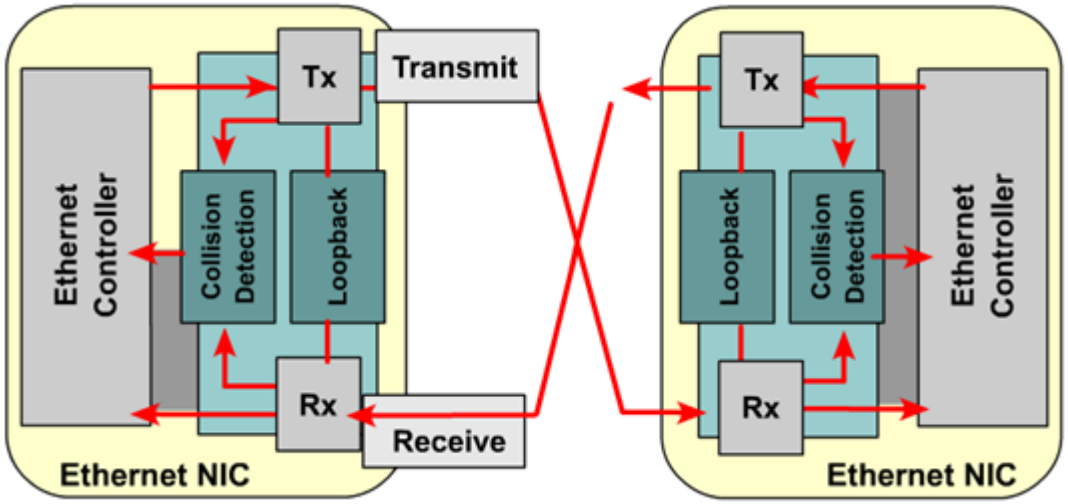
- С поне 2 мрежови карти, всяка свързана към отделен сегмент от мрежата.
- Мостът осигурява прозрачна връзка между хостове от различни мрежи, чрез транслация и филтрация на фреймове.
- Мостът ограничава колизионните домейни.

Комутатор



- Съчетава функциите на многопортов повторител (концентратор) и високоскоростен мост.
- Комутаторът преглежда постъпилите фреймове, определя източника и дестинацията им и ги препраща, като доставя фрейма само на устройството, за което е предназначен.

Мрежова карта



Въпроси ?

Благодаря за вниманието !