

## 1. Предназначение, история и основни понятия за локалните компютърни мрежи.

### 1.1 Предназначение на LAN. Първи реализации

Съвременния бизнес е немислим в настоящия си вид без компютърните мрежи. Многобройните рафтове с папки и тоновете документация отстъпиха мястото си на компютрите. Бизнеспартньори, разделени на хиляди километри могат да обменят данни, документи, да правят видеоконференции, телефония и пр. И всичко това се осигурява благодарение на компютърните мрежи.

Мрежата позволява обмен на данни между компютри. В днешно време това стана без дори да се подозира от средния потребител. Безспорно Internet е типичен пример за огромна компютърна мрежа, свързваща милиони компютри, но не бива да се забравят и малките мрежи, които съществуват в почти всяка фирма. Много библиотеки дават възможност за компютърно търсене в каталога им, спестявайки ви време и усилия. Летищата изписват на екрани данни за полетите, продават билети on-line. Във всеки от тези случаи нещата са възможни заради наличието на компютърни мрежи.

Мрежовите технологии можем да квалифицираме към една от двете групи: Локалната мрежа (LAN – LOCAL AREA NETWORK) свързва компютри и устройства, които са относително близко едно до друго (обикновено в същата сграда). Глобалната мрежа (WAN) свързва малък брой устройства, които се намират на голямо разстояние едно от друго.

### *История на Ethernet*

През 1973, Palo Alto Research Center (PARC) на компанията Xerox, с инженер Боб Меткалф (Bob Metcalfe) е направил и тествал първата Ethernet мрежа. Докато се опитвал да свърже компютъра на Xerox's "Alto" с принтер, Меткалф разработил начин за връзка между устройствата, който е познат като Ethernet. От тогава това е най – разпространената мрежова технология в света.

Стандартите в Ethernet са се развили, както са се развили и останалите компютърни технологии, но основата произлиза от системата на Меткалф. Първоначално идеята била всички устройства да се свързват с общ кабел. Щом веднъж едно устройство се свърже с кабела, то може да комуникира с всички останали. Тази идея е революционна, защото позволява включване на нови устройства без да се променя конфигурацията на вече съществуващите.

## 1.2 Основни понятия в Ethernet

Ethernet е технология за локални мрежи, която свързва устройства, които са сравнително близо едно до друго. Повечето съвременни локални мрежи не позволяват линии по – дълги от няколко стотин метра, въпреки че с подходяща оптика може да се постигнат значителни дистанции.

При мрежите, терминът *протокол* означава поредица от правила, които дефинират комуникацията. Протоколите за компютрите това което са езиците за хората.

*Ethernet терминология.* Ethernet се съобразява с няколко прости правила. За да ги разберете ще трябва да се запознаете с термините.

- Среда – Ethernet устройствата се свързват към обща преносна среда, която позволява на устройствата да обменят електрически сигнали помежду си. В началото тази среда била меден коаксиален кабел, а в днешно време е усукана двойка медни проводници или оптика.
- Хост – мрежово устройство със зададен IP-адрес;
- Възел – точка на свързване към мрежата; компютър; мрежово устройство; точка на преразпределяне;
- Сегмент – това е отделена логически част от Ethernet.
- Станции – устройствата, участващи в сегмента се наричат станции.
- Кадри – Станциите комуникират чрез кратки съобщения наречени кадри.

Кадрите за компютрите са това, което са изреченията за хората. Ethernet протоколът съдържа няколко правила за съставяне на кадри. Има минимална и максимална

дължина на кадрите, както и задължителни части, които трябва да участват в кадъра. Например всеки кадър трябва да има адрес, на който се изпраща и адрес, от който се изпраща. Адресите по идентичен начин определят станциите.

*Ethernet среда* .След като сигналите в началото на Ethernet са достигали до всички станции, очевидна е нуждата от уникалност на адреса.

За по – голяма нагледност нека разгледаме схемата по – горе. Когато компютър В предава на принтер С, компютрите А и D също ще получат сигнала. Когато някоя от станциите провери пакета и види, че не е за нея тя просто го игнорира.

Едно от любопитните неща в Ethernet е *broadcast* адреса. Кадър с подател broadcast адрес се приема от всички мрежови устройства.

CSMA/CD .Съкращението CSMA/CD идва от carrier-sense multiple access with collision detection и показва как се прави комуникацията между станциите. За по – голяма нагледност нека направим аналогия с разговор по време на вечеря.

Нека да си представим нашия Ethernet сегмент като маса за вечеря, а хората около нея са станции. Терминът multiple access означава, че когато някой говори всички са в състояние да го чуват.

Да си представим, че сте на масата и искате да кажете нещо. В момента обаче говори друг. Тъй като сме културни няма да започнете веднага да говорите, а ще изчакате другия да свърши. Това е именно carrier sense. Преди някоя станция да започне да предава, тя прослушва средата, за да види дали някоя друга вече не го прави. Ако средата е “тиха”, значи може да започва да “говори”.

*Засичане на колизиите*. Carrier-sense multiple access е добро начало за регулиране на разговора, но има още нещо, на което ще трябва да наблегнем. Да си представим, че двама души на масата са видели, че е тихо и са започнали да говорят (почти) едновременно. Получава се колизия.

Проблемът може да бъде разрешен, ако някой даде доброволно думата на другия. Когато засекаат колизия, станциите спират предаването за произволно време и после пак опитват.

Произволното време за изчакване е важна част от протокола. Ако е имало колизия, то има поне две станции, които изчакват и имат данни за предаване. Възможна е повторна колизия, след това още една и така до безкрай. Ето защо произволното време предполага ограничен брой поредни колизии.

*Локална компютърна мрежа LAN (Local Area Network) се нарича високоскоростна система за предаване на информация, която дава възможност на независими цифрови устройства (терминали, персонални компютри, миникомпютри, големи компютри, входно-изходни устройства и др.) да комуникират помежду си на малки разстояния (до няколко километра) и да използват общи мрежови ресурси.*

Ресурсите в една компютърна мрежа са локални и мрежови. Локалните ресурси се използват само от съответния компютър, на който принадлежат. Мрежовите ресурси са за общо ползване; като се поделят между отделните потребители, притежаващи право на достъп до тях. Ресурсите са основно четири вида:

процесорно време;

памет;

файлове с данни и програми;

входно-изходни устройства (принтери, плотери, модеми, скенери и др.).

*Локалните компютърни мрежи (ЛКМ) са системи с разпределена обработка на информацията, осъществяващи мрежово обслужване на относително малка територия по един или няколко високоскоростни канала. Каналът се предоставя на включените към ЛКМ устройства за кратковременно монополно ползване. Това изключва използването на режимите с комутация на канали. ЛКМ са предназначени за високоскоростно предаване на данни между абонатите, предаване на съобщения, телеобработка на задачи и други видове информационно обслужване.*

ЛКМ се различават от глобалните мрежи по: ограниченото разстояние между абонатите и високата скорост на предаване на информацията, която варира в диапазона от няколко Mbit/s до стотици Mbit/s., малката вероятност за грешки при предаването ( $BER=10^{-12}$ ), възможност за групово предаване (multicast) и общодостъпно предаване „до всички“ (broadcast), лесно преконфигуриране и управление, собствената съобщителна среда, опростени структури на протоколите, стабилност при високо натоварване, ниска цена.

ЛКМ осигуряват реализацията на такива режими, които са невъзможни в глобалните и регионалните мрежи. Високата пропускателна способност и малкото закъснение в ЛКМ позволяват създаването на разпределени компютърни системи с колективен достъп до данните. Степента на взаимна връзка между отделните станции в мрежата е значително по-висока, което позволява да се използват централизирани файлови системи.

Аналогично на останалите информационни системи и локалните компютърни мрежи са програмно – технически системи, т.е. имат апаратна и програмна част. Апаратната част включва: компютър, мрежов адаптер, кабелна система и средства за свързване. Програмната част се разделя на: системно мрежово програмно осигуряване и приложно програмно осигуряване.

Според функциите, които изпълняват, *крайните възли* на една локална мрежа са: *работни станции (клиенти) и сървъри*

. Освен тях в локалните мрежи може да има и *междинни мрежови възли*

(*повторители, концентратори, комутатори, мостове, маршрутизатори, шлюзове*).

Мрежовият софтуер играе управляваща роля..

n           Задава режима на работа на компютъра в ЛМ

n           Мрежова операционна система (*network operating system (NOS)*) е програмното осигуряване, което управлява и организира всички дейности в мрежата. Вида на програмното осигуряване, от което се нуждаете, се определя от това дали разполагате с мрежа “потребител-потребител” или мрежа от типа “клиент/сървър”. Напр.

*Windows*

*NT*

*Server*

*2000,*

*Server*

*2003,*

*Novell*

*NetWare*

n           Определя ролята на компютъра в мрежата - два напълно еднакви компютъра могат да работят по различен начин в мрежата.

В зависимост от ролите (предназначението и функциите), които изпълняват, компютрите в мрежата се делят на:

n           *Сървър (server)* – мрежово устройство или програма, предоставящо услуга

n           *Клиент (client)* – РС или програма, което подава заявка за дадена услуга

n           *Работна станция (Workstation)* е потребителски компютър или терминал, чрез който потребителя ползва освен собствените ресурси, също така и получава достъп до мрежовите ресурси. Работна станция – РС, свързан към локалната мрежа

*Сървъри.* Компютрите, обслужващи мрежата с мрежови ресурси(периферни устройства), както и компютрите, обслужващи мрежата, се наричат *сървъри*. Възможно е един компютър да изпълнява едновременно функциите както на работна станция, така и на сървър за някакъв ресурс (особено при локалните мрежи с равноправен достъп „peer-to-peer“). При мрежи с усилено използване на даден ресурс се препоръчва компютърът, предоставящ този ресурс, да се използва единствено и само като сървър (отделен сървър).

Грешно твърдение е, че сървърът е мощен компютър, който изпълнява определени функции в мрежата. Може да използвате специален сървър, за да запазвате файлове, да поддържате веб страници, да поддържате услугата електронна поща и да правите резервни копия на файловете ви.

В тесен смисъл под сървър се разбира приложният процес (програмата), реализиращ дадена мрежова услуга. При това е възможно на един и същ компютър да бъдат стартирани няколко сървъра (сървърни процеса) едновременно.

Съществуват следните *видове сървъри*:

1. Файлов сървър - програма, стартирана на компютър, позволяваща (на потребителите на другите компютри в мрежата) достъп до файловата система на дадения компютър за съхранение и извличане на файлове, и програми;
2. Сървър за печат (принт-сървър) - програма, стартирана на компютър, която позволява свързаният към него принтер да се използва като мрежов, т.е. от всички потребители в мрежата. Принт-сървърът управлява достъпа до мрежовия принтер, като има възможност да го защити с парола, да го предоставя за използване само в определени часове и на определени потребители, да се разглежда и коригира опашката за печат и др.;
3. Сървър за асинхронни комуникации - програма, стартирана на компютър с няколко модема, свързани към неговите портове, позволяваща използването им от всички потребители в мрежата. Може да поддържа едновременно няколко порта за асинхронни комуникации (чрез тези модеми) по комутируеми линии;
4. Сървър за отдалечен достъп (RAS сървър) - програма, стартирана на компютър, осигуряваща достъп до локалната мрежа от отдалечени компютри (или терминали) чрез модем и телефонна линия;
5. Сървър за електронна поща (e-mail сървър) - програма, стартирана на компютър, управляваща електронните пощенски кутии на потребителите на мрежата;

6. Факс-сървър - програма, стартирана на даден компютър, която управлява изпращането и получаването на факсимилни съобщения извън, към и в самата мрежа;

7. Сървър за бази данни - програма, стартирана на компютър, реализираща функциите на ядрото на система за управление на база данни (СУБД), като: избиране, сортиране, актуализиране на базата данни [19];

8. Сървър за приложни програми - необходимо е съответните програми да бъдат закупени с лиценз за едновременна работа на определен брой клиенти. За да използва една от тях дадена работна станция трябва да изпрати заявка за изпълнение на съответната програма до този сървър. Сървърът извлича програмата от диска си и изпраща работно копие по мрежата към работната станция. Този процес е напълно прозрачен за потребителя, т.е. програмата се стартира все едно, че е негова локална програма.

## **2. Класификация и услуги в ЛКМ.**

### *2.1 Класификация на ЛКМ*

Структурира се според признаците:

#### *1. Топология.*

Определя се от геометричното (физическото) разположение на компютрите и другите ресурси на ЛКМ. Съществуват два типа свързване в мрежите – “точка-точка” и “многоточково”, като в зависимост от топологията съществуват:

звездообразна (радиална) топология;

кръгова топология;



шинна топология;

смесени (хибридни) топологии.

## *2. Вид на съобщителната среда.*

Съобщителната среда определя физическия носител на сигналите. Използват се следните среди:

усукана двойка проводници;

коаксиален кабел;

vlakнестооптични кабели;

радиолиния и инфрачервени сигнали.

## *3. Методите за достъп до средата.*

Методите за достъп до средата определят начините и правилата за заемане и разпределение на съобщителната среда между конкуриращите се възли в мрежата. Двата най-разпространени методи са:

множествен достъп с откриване на носещата и разпознаване на конфликтите (МДОН/РК) – използван в ЛКМ Ethernet;

множествен достъп с управляващ маркер – използван в ЛКМ Token Ring.

*4. Методи за управление на предаваните сигнали по канала.*

ЛКМ с директно предаване на цифровия сигнал в основната честотна лента.  
Най-използвания метод за предаване;

ЛКМ с модулиране на предаваните сигнали. Основно преимущество на метода са високите скорости за предаване.

*5. Скорост на предаване на данните.*

нискоскоростни ЛКМ – със скорост на обмен  $V$

средноскоростни ЛКМ – със скорост на обмен  $V = 10 \div 100 \text{ Mbit/s}$ ;

високоскоростни ЛКМ – със скорост на обмен  $V > 100 \text{ Mbit/s}$ .

**6. Тип мрежа**

Съществуват два основни типа локални мрежи, различаващи се по това, какви права имат свързаните в мрежата компютри и по кой начин ги получават. В мрежа с равноправен достъп всеки компютър има равни с другите права, докато в една мрежа тип клиент-сървър тъкмо сървъра определя правата за достъп до другите участници в мрежата при подадена заявка от всеки един компютър-клиент. Между другото, една локална мрежа може да бъде комбинация от двата типа.

### *Мрежа с равноправен достъп*

Както следва от наименованието на този тип мрежи, всички участници в нея са равнопоставени, и в един момент един компютър може да действа като сървър, а в друг-като клиент. Достъпът до общите мрежови ресурси не се администрира от отделен сървър, както е при мрежите тип клиент-сървър. Този тип мрежи се използва, когато броят компютри е сравнително малък и няма нужда от централизирано съхраняване на файлове и мрежови приложения. Поддръжката на този тип мрежа е вградена във всички версии на операционните системи на Microsoft: 95,98,Me, 2000 и XP, включително и в Home edition.

Към другите предимства на този тип мрежи можем да отнесем ниската цена на изграждане, лесното администриране на всеки отделен компютър (възел), липсващата необходимост от мрежов системен администратор, който би трябвало да се грижи за конфигурирането и администрирането.

### *Мрежа тип клиент-сървър*

В този тип мрежи предназначението на отделните машини е фиксирано от самото начало-може да има един (или няколко) сървър(а), управляващ(и) достъпа до ресурси и услуги на свързаните към него работни станции.

На сървъра могат централизирано да се съхраняват файлове и приложения, достъпни за използване от всеки компютър, което предполага, че ако сървъра е включен, всеки от компютрите-клиенти може да получи достъп до файловете във всеки един момент. В мрежите с равноправен достъп, при положение, че файловете са споделени (sharing) на някой от компютрите, има изискване той да не се спира, за да осигурява достъпа до определената информация.

Нивото на сигурност в една машина от този тип може да бъде относително лесно повишено благодарение на централизираното управление, обикновено извършвано от мрежовия администратор, който, освен това, може да се грижи и за централизирано архивиране на данните, инсталирането на приложения, администрирането на потребителите и т.н. Мрежите от този тип освен, че са по-бързи от мрежите с

равноправен достъп, позволяват включването на повече устройства (не само компютри, но и мрежови принтери и др.), достъпът до които е по-бърз, отколкото при мрежите с равноправен достъп. От друга страна, оборудването за изграждане на този тип мрежи е в пъти по-скъпо, за изграждането и администрирането им е необходим мрежов администратор, който, освен всичко друго, трябва да се занимава и с въпросите на сигурността, особено ако мрежата е свързана към Интернет или към друга мрежа.

### *Комбиниран тип мрежи*

Както сигурно се досещате, този тип мрежи е комбинация от горните два типа-мрежа с равноправен достъп и мрежа клиент-сървър. Много често поради спецификата на задачите, които се изпълняват в рамките на една организация, този тип мрежи е за предпочитане.

Както се вижда от схемата, една обособена част от мрежовите устройства, образувачи работна група, образуват мрежа с равноправен достъп, в която ресурсите се споделят между тях, без да се ангажира сървър. Същевременно, същите компютри са свързани и към сървър, който е част от мрежа тип клиент-сървър. Така, от една страна сървърът контролира първостепенните ресурси, необходими на цялата мрежа, а от друга, не отделя ресурси за управлението на устройства, необходими за работата само на компютрите от работната група, свързани в мрежа с равнопоставен достъп.

### **2.2 Услуги, осигурявани от LAN:**

Осигуряване на достъп до общи ресурси и като следствие - намаляване на разходите за скъп хардуер;

Чрез използването на мрежови ресурси може да се повиши ефективността на сравнително непроизводителни компютри (например да им се предостави повече дискова памет от сървъра);

За многопотребителски системи не е необходимо отделните работни станции да са

скъпи компютри, а обикновени евтини терминали;

По-ефективно използване на дисковото пространство. При работа в мрежа не е необходимо на всяка работна станция да има копие на използваните от няколко потребителя програмни продукти и данни. Достатъчно е да има едно копие, инсталирано на сървъра;

Възможност за използване на обща база данни, като при това корекциите в нея се правят еднократно (на сървъра), а не многократно на всеки компютър;

По-удобна колективна работа при разработване на проекти в група;

Възможност за електронни комуникации между потребителите на мрежата. Например, те могат да водят диалог в реално време или да си изпращат съобщения чрез електронна поща. Това е особено полезно за служителите в една организация, тъй като могат да комуникират помежду си, без да напускат работното си място. Освен това по този начин могат да се провеждат съвещания и конференции и между хора, отдалечени на разстояние един от друг. Чрез електронната поща потребителите на мрежата могат да си изпращат не само съобщения, но и всякакви по вид файлове (с използване на специални прекопиращи програми). Освен това друго предимство на електронната поща е, че тя може да се получава и когато получателят отсъства или в момента не е включен към мрежата;

Възможности за свързване към други локални/глобални компютърни мрежи (в частност, към Internet). По този начин потребителите могат бързо да намират интересувашата ги информация и да установяват контакти с хора от целия свят, работещи по интересувания ги проблем;

Защита на данните от неправилен достъп (чрез процедурата за включване в мрежата, чрез сменяеми пароли, чрез задаване на различни по вид права на потребителите, чрез атрибутите на файловете и директориите).

## 3.Кодиране на информацията в локални мрежи

Модулация на високочестотни сигнали се прилага в безкабелните мрежи. В кабелните предаването е без модулация или, както се казва в основната честотна лента.

Някои използвани в локалните мрежи кодове са представени на фиг.6.

### 3.1 Код NRZ

Код NRZ (Non Return to Zero – без възвръщане към нулата – е най-простия код – обикновен цифров сигнал. Логическата нула отговаря на високо ниво на напрежението в кабела и обратно. Нивата могат да бъдат с различна полярност(положителна и отрицателна) или една и съща полярност (положителна или отрицателна). В рамката на битовия интервал (bit time, BT), нивото на сигнала в кабела не се променя. При 10 Mbit/s(100ns за 1bit) честота изменения сигнала и соответственно требуемая пропускная способность линии составит  $1 / 200ns = 5 \text{ MHz}$  (фиг. 7).

Основен недостатък на кода NRZ –е възможната загуба на синхронизация с приемник при дълги блокове (пакети) информация. Втора линия за синхросигнал (фиг.8) е неизгодно решение – увеличава се двойно кабелното и приемопредавателното оборудване. Затова код NRZ се използва за предаване на кратки пакети – до 1 kbit . Друг недостатък е, че не може да се определи края на съобщението – необходима е предварителна уговорка за дължината му.

Най-известно приложение на код NRZ – е стандарт RS232-C, за последователния порт на персоналния компютър. Предаването на информация в него става чрез байтове (8 битови), съпроводжани от стартови и стопови битове.

Трите останали кода (RZ, манчестърски код, бифазен код) принципиално се отличават от NRZ тъй като имат допълнителни преходи (фронтове) в пределите на битовия интервал. Така приемникът може да настройва своя часовник по приемания сигнал за всеки битов интервал и надеждно да приема последователност с произволна дължина. Такива кодове се наричат самосинхронизиращи се - все едно те носят синхросигнал.

### **3.2 Код RZ**

Код RZ (Return to Zero – с възвръщане към нулата) има три нива. След значещото ниво на сигнала в първата половина на битовия интервал, точно в средата му следва връщане към някакво "нулево", средно ниво (например, към нулев потенциал). Логическата нула, е положителен импулс, логическата единица – отрицателен (или обратно). От задължителния преход в центъра на битовия интервал лесно се отделя синхроимпулс (строб) и загубата на синхронизация се изключва. Приемникът идентифицира началото или края на пакета чрез първото наличие (за начало) или първата липса (за край) на преход в рамките на един битов интервал. Могат да се предават пакети с произволна дължина.

Недостатък на кода RZ е двойно по-голямата необходима пропускателна способност на канала в сравнение с NRZ (за един битов интервал се налагат 2 изменения на нивото на сигнала). Например, при скорост 10 Mbit/s пропускателната способност на свързочния канал е 10 MHz, а не 5 MHz, както при код NRZ (фиг.11). Освен това трите нива усложняват приемопредавателната апаратура.

Код RZ се използва както в електрически кабели, но и във влакнестооптични мрежи. За последните трите нива са: отсъствие на светлина, "средна" и "силна" светлина. Средното ниво (отсъствие на предаване) се ползва като индикатор за цялостност на влакнестооптичната свързочна линия (фиг. 12).

### **3.3 Манчестърски код**

Манчестърският код (или код Манчестър-II) също е самосинхронизиращ, но в отличие от RZ има не три, а две нива, което подобрява шумозащитеността и опростява приемните и предаващи възли. Логическата нула съответства на положителен преход (от ниско към високо ниво) в центъра на битовия интервал, а логическата единица се кодира с отрицателен преход в центъра на битовия интервал (от високо към ниско ниво). Тези преходи позволяват на приемника на манчестърски код лесно да отдели синхросигнал и да организира предаване на произволни по дължина последователности без загуба на информация. И тук пропускателната способност на линията е двойно по-голяма спрямо кода NRZ. Например, скорост на предаване 10 Mbit/s изисква лента на пропускане 10 MHz (фиг. 13). Идентификацията на началото и края на предаването е аналогична на кода RZ.

Манчестърски код се използва както в електрически, така и във влакнестооптични кабели (едното ниво е отсъствие на светлина, а другото – нейното наличие). Наличието на средна стойност на сигнала в течение на предаването позволява да се открият колизии в Ethernet по отклонението на средната стойност от установения предел.

Честотният спектър на сигнала при манчестърския код съдържа две честоти: при скорост на предаване 10 Mbit/s- 10 MHz (верига от нули или от единици) и 5 MHz (последователност от редуващи се нули и единици: 10101010...). Така с прости лентови филтри могат да се отстранят всички други честоти (смущения и шумове).

### 3.4 Бифазен код

Бифазният код е разновидност на манчестърския. Той не зависи от смяната на местата на двата проводника в кабелната усукана двойка. Използва се в мрежата Token-Ring на компанията IBM.

Принципът на кода е прост: в началото на всеки битов интервал сигналът изменя нивото си към противоположното на предишното, а в средата само на единичните битови интервали нивото се изменя още един път. Преходът в началото на битовия интервал служи за самосинхронизация. Както и в случая на класическия манчестърски код, в честотния спектър присъстват две честоти. При скорост 10 Mbit/s- ето честоти 10 MHz (последователност само на единици: 11111111...) и 5 MHz (последователност само на нули: 00000000...).

Друг вариант на бифазния код е известен като диференциален манчестърски код. На единица отговаря преход в началото на битовия интервал, а на нула – отсъствие на преход в началото на битовия интервал. При това в средата на битовия интервал преход има винаги, и той служи за побитова самосинхронизация на приемника. Характеристиките на този вариант на кода съвпадат с тези на класическия манчестърски код.

Мярната единица bod отговаря точно на bit/s само в случая на кода NRZ. Скоростта в бодове характеризира не броя предавани b/s, а броя изменения в нивото на сигнала за секунда. При RZ или манчестърския код необходимата скорост в бодовее двойно



по-висока спрямо кода NRZ. В бодове се измерва скоростта на предаване на сигнал, а в b/s – скоростта на предаване на информация. За да се избегнат грешки, скоростта на предаване в мрежите трябва да се указва в b/s, kb/s, Mb/s, Gb/s.

#### 4. Особености на архитектурата и международни стандарти за LAN

Еталонният модел на ISO е приет като концепция за изграждане на компютърни мрежи. Приложен за локалните компютърни мрежи, моделът запазва принципите на йерархия, но логиката на долните три нива в общия случай се различава от еталонния модел, поради факта, че в ЛКМ с обща съобщителна среда липсват междинни възли, реализиращи комутация, фиг. 15. Всяка станция, свързана към ЛКМ, извлича и получава предназначения за нея информационни пакети. Това се извършва на базата на адреса на получателя, който се намира в самия пакет. Протоколът от каналното ниво в ЛКМ обслужва връзката между два абоната, докато в КМПД (WAN) този протокол осъществява управление на предаването на данни между съседни възли.

През февруари 1980 IEEE (Институт на инженерите по електротехника електроника) се опитва да стандартизира мрежовата технология. IEEE нарича стандарта 802 заради годината и месеца (80-та година 2-ри месец). Числото 3 след точката показва номера на работната подгрупа направила стандарта.

Приспособявайки 7-слойния модел OSI към ЛКМ, комитетът по ЛКМ на IEEE (американски институт на инженерите по електротехника и електроника) декомпозира каналният слой при ЛКМ на два подслоя:

горен подслой за управление на логическия канал LLC (Logical Link Control);

долен подслой за управление на достъпа до общата съобщителна среда MAC (Medium Access Control).

Стандартът IEEE 802.3 обхваща изцяло създадения преди него стандарт Ethernet на фирмите XEROX, DEC и Intel. В момента е най-използвания стандарт за LAN.

Международните стандарти за физическия и каналния слоеве на ЛКМ (LAN) имат номера 802.x.:

Стандартът IEEE 802.1 е въвеждащ и съдържа някои общи обяснения.

Стандартът IEEE 802.2 описва горния LLC-подслой на каналния слой.

Другите стандарти (IEEE 802.3, 802.4, 802.5, 802.12) описват различни типове LAN, а единствено стандартът IEEE 802.6 описва регионална (MAN) мрежа. Всички те покриват едновременно физическия и MAC-подслоя на каналния слой (фиг. 5.3).

## 4.1. Физически слой на стандарта IEEE 802.3

Физическия слой е зависеща среда. Той е отговорен за такива услуги като опознаване на електрическите сигнали в канала и кодиране и декодиране на данните. Подобно на Data Link слоя физическият слой е съставен от два главни обекта: обект за кодиране/декодиране на данните и обект за достъп до канала за приемане/предаване на данни (въпреки че стандарта IEEE 802.3 комбинира тези обекти в неговите документи). Главните функции на тези обекти са следните:

- Data Encoding/Decoding sublayer (подслой за кодиране/декодиране на данни) - създава сигнали за синхронизация на станциите в канала и кодира данните от двоичен код в код на Манчестър при предаване, и от код на Манчестър в двоичен код при приемане.
- Channel Access sublayer (подслой за достъп до канала) - опознава физическия сигнал в канала в предавателната част и получава сигнал в приемната страна на интерфейса; открива носещата честота в канала и за двете страни - предавателна и приемна (което показва че канала е зает) и открива конфликтите в канала в предавателната страна (индикацията става с два сигнала които пречат на всички останали сигнали).

Традиционно физическият слой на OSI-модела извършва функции като:

синхронизация по битове, кодиране в линията, осъществяване на физически достъп (интерфейс) до мрежата, предаване/приемане на битове и др. Тези функции в LAN се осъществяват от мрежовия адаптер (мрежовата интерфейсна платка) на съответния мрежов възел. Като допълнение към това физическият слой на LAN включва спецификациите на топологията и кабелната система, тъй като те са от съществено значение за LAN[9].

Физическият слой на стандарта IEEE 802.3 описва LAN с логическа топология тип „шина“. Скоростта на предаване е 10 Mb/s, а в последните версии на стандарта - 100 Mb/s и 1 Gb/s. Могат да се използват два метода на предаване: директно цифрово предаване (baseband) и модулирано аналогово предаване (broadband).

При *директното предаване* се използва цялата честотна лента на кабела, като по този начин се осигурява само един канал за предаване по него. Сигналът, който се предава е цифров, кодиран най-често с манчестърски код (или диференциален манчестърски код). Предаването на сигнала се извършва едновременно в двете посоки на шината, като предаваният сигнал в двата края на шината се абсорбира от терминиращи съпротивления (терминатори, тапи). Разстоянията, които се покриват са по-малки, отколкото при модулираното предаване, най-вече поради по-голямото затихване на сигнала и размиването на очертанията на импулсите му.

При *модулираното предаване* се осигуряват повече от един канал за предаване по кабела. Това става чрез разделяне на честотната лента на кабела на отделни канали, по които се извършва предаване на аналогови сигнали от различни възли. По каналите могат да се предават както данни, така и видео- и радиосигнали. Тъй като аналоговите сигнали имат по-малко затихване и по-голяма шумоустойчивост от цифровите сигнали, покриваните разстояния са по-големи. Предаването се извършва само в едната посока на шината. Всички мрежови възли предават само към единия край на шината, на който се намира специално устройство - честотен конвертор. Той конвертира честотата  $f_1$ , на предадения сигнал, достигнал до него, в друга честотна лента ( $f_2$ ), в която мрежовите възли извършват приемане на сигнали. Този вариант на модулираното предаване се нарича „разделно модулирано предаване“. (mid-split broadband, фиг.16).

Възможен е и друг вариант на модулирано предаване при стандарта IEEE 802.3 -с

използване на два кабела (dual-cable broadband): единия - за предаване, а другия - за приемане, ограничени с терминатор в единия край и с пасивен конектор, свързващ ги в другия край. Предаването и приемането на сигнали се извършват на една и съща честота  $f$  (фиг.17).

Стандартът IEEE 802.3 има различни версии, които ползват общото означение  $v$ МетодL, където  $v$  е скоростта на предаване на сигнала изразена в Mb/s, Метод - означава метода на предаване и може да има две стойности: Broad - за директно предаване, и Broad - за модулирано предаване, L е дължината на сегмента (кабела между два съседни терминатора) изразена в стотици метри.

Освен това, ако  $L=\{T, TX, T4\}$  (Twisted pair), това означава, че в локалната мрежа се използва кабел с усукани двойки проводници, а ако  $L=\{F, FX\}$  (Fibre optics) - в мрежата се използва влакнесто-оптичен кабел.

Характеристиките на най-използваните версии на стандарта IEEE 802.3 (10 Mb/s) са представени в таблица 5.1.

## 4.2 Канален слой на стандарт IEEE 802.3

Приспособявайки 7-слойния модел OSI към LAN, комитетът по ЛКМ на IEEE (американски институт на инженерите по електротехника и електроника) декомпозира каналният слой при ЛКМ на два подслоя:

горен подслой за управление на логическия канал LLC (Logical Link Control);

долен подслой за управление на достъпа до общата съобщителна среда MAC (Medium Access Control).

Data Link слоя прави логически контрол на CSMA/CD мрежата. Той не зависи от средата

и от това следва, че може да бъде директно предаване на цифровия сигнал (Baseband) или модулиране на предаваните сигнали (Broadband). Функциите на каналния слой се осъществяват от мрежовия адаптер (мрежовата интерфейсна платка) на възлите [б]. Мрежовият адаптер обикновено се инсталира в един от разширителните слотове на мрежовия възел (компютъра) и служи за свързване на съответния възел към мрежата. Съществуват практически реализации, при които мрежовият адаптер е вграден в основната конфигурация на възела или е конструиран като самостоятелно външно устройство с отделно свързване.

#### *4.2.1. Подслой за управление на достъпа до комуникационната среда (MAC-подслой)*

MAC подслоя съдържа други подслоеве. Тези подслоеве са организирани в предаване или приемане на данни и са илюстрирани на фигура 2. По-нататък се прави кратко описание на функциите на тези подслоеве:

- TRANSMIT DATA ENCAPSULATION подслой - приема данните от LLC и пресмята CRC стойности и местата им в FCS полето.
- TRANSMIT MEDIA ACCESS MANAGEMENT подслой - представя серийния поток от битове на физическия слой; отлага предаването когато средата е заета; спира предаването когато конфликта е открит; преразпределя предадения след това конфликт; включва PAD полето за фреймове с LLC дължина по-малка отколкото минималната стойност и принуждава конфликта да се изпрати в съобщение.
- RECEIVE DATA DECAPSULATION подслой - прави CRC проверка разпознава и приема всички фреймове на които DA(Destination Address) полето е адрес на станция и представя данните на LLC.
- RECEIVE MEDIA ACCESS MANAGEMENT подслой - получава серийния поток от битове от физическия слой и отхвърля фреймовете които са с дължина по-малка от минималната.

MAC-подслоят управлява заемането и разпределението между мрежовите възли на комуникационната среда, по която се извършва предаването на физическите сигнали, осъществява адресацията, формира кадри със съответни полета.

При предаване MAC-подслоят (на възела-подател) получава от LLC-подслоя съответен LLC-блок данни (който вгражда в полето на конструирания кадър), добавя към него адресна информация (MAC-адресите на възела-подател и възела-получател), допълва полето с байтове за запълване (PAD) до минимално допустимия размер (ако това се

налага), след което кодира тези полета с шумоустойчив код и записва получената контролна стойност в контролното поле. След това се завършва формирането на кадъра с полетата, и евентуално.

По-нататък кадърът се предава към физическия слой, който го доставя във вид на неструктуриран поток от битове (чрез общодостъпно предаване) до възела-получател. Неговият MAC-подслой, осигурява разпознаване на MAC-адреса, открива грешки в кадъра, възникнали при предаването му, отделя данните от кадъра и ги предава към горния LLC-подслой на каналния слой за по-нататъшна обработка.

В MAC-подслоя на каналния слой стандартът IEEE 802.3 използва протокол, известен с името CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), т.е. множествен достъп с откриване на носещата честота и разпознаване на конфликтите (МДОН/ПК). Този протокол допуска, че всички възли в мрежата са равноправни, като им позволява да предават по общата комуникационна среда (шината), състезавайки се помежду си. Методът се основава на възможността всеки възел да разпознава кога шината (каналът) е заета или свободна (фиг.20).

След получаване на заявка за предаване от протоколите на горните слоеве, протоколът CSMA/CD, например на възел С, формира кадър, който се предава едновременно в двете посоки на шината. Поради ненулевото време за разпространение на сигнала е възможно в същия момент друг възел (например, G) да установи, че каналът е свободен и също да изпрати кадър в шината. Възниква конфликт между двата кадъра, който води до деформиране на информацията в тях.

Ето защо мрежовите адаптерни платки трябва да „подслушват“ канала и докато предават съобщенията си. След възникване на конфликт по мрежата се предава специален заглушаващ сигнал. Всеки възел, участвал в конфликта, изчаква различен интервал от време (взет от генератор на случайни числа) преди да изпрати отново кадъра си. След 16 неуспешни опита контролерът на мрежовата платка предава към компютъра сигнал за грешка, чието възстановяване е функция на протоколите от горните слоеве.

Ако по време на разпространение на кадъра в шината не възникне конфликт, предаването му продължава успешно до края и каналът се освобождава. Може да се получи голямо закъснение на кадрите, тъй като теоретически съществува възможност

за много конфликти. На практика, ако скоростта на предаване е Mb/s, а времето за изчакване след всеки конфликт се удвоява, то това ще доведе до намаляване на реалната скорост на 1-3 Mb/s [27].

### Структура на Ethernet фрейм(кадър)

В терминологията на Ethernet пакетите, на които се разделят предаваните данни по мрежата, се наричат фреймове(frames) или кадри. Фреймът съдържа хедър(заглавна информация), предаваните данни и трейлър(завършваща информация).

В Ethernet комуникациите се ползват 4 типа различни фреймове(Ethernet 802.2, Ethernet 802.3, Ethernet\_II, и Ethernet\_SNAP). Последните два типа са за TCP/IP мрежа. Фреймът на Ethernet\_II съдържа 4 полета в хедъра(9 за Ethernet\_SNAP) и едно в трейлъра.

### Табл. 5. Структура на Ethernet - кадъра

встъпителна част (преамбюл)

начален ограничител (SFD)

MAC-адрес на възела-получател

MAC-адрес на възела-подател

дължина

данни (LLC блок)

PAD

контролно

поле (FCS)

7

1

2 или 6

2 или 6

2

0 - 1500

46 - 0

4 байта



Встъпителната част (преамбюлът) се състои от 7 байта, всеки от които има стойност 10101010. Преамбюлът заедно с полето (1байт със стойност 10101011) се използват във възела-получател за синхронизация, т.е. за определяне началото на кадъра.

Всеки кадър съдържа два MAC-адреса: MAC-адрес на възела-получател и MAC-адрес на възела-подател. В MAC-адреса на получателя могат да се адресират или един възел (първият bit на полето е 0), или група възли - multicast адресиране (първият bit е 1), или всички възли в локалната мрежа - broadcast адресиране (всички битове са 1). MAC-адресът на възела-подател (по-точно на неговата мрежова интерфейсна платка) се използва от възела-приемник за определяне на източника на съобщението.

В полето се посочва дължината на полето, която може да е от 0 до 1500 байта. Ако даните, които се предават са по-малко от 46 байта, тогава се използва полето PAD (пълнеж) за допълването им до 46 байта. Ограничението от 46 байта за дължината на полето е наложено от стандарта 802.3 за да се гарантира, че при възникване на конфликт заглушаващият сигнал ще достигне до възела-подател, преди той да е успял да завърши изпращането на целия кадър в шината. За тази цел кадърът, който подателят изпраща, трябва да е достатъчно голям (поне 46 байта за полето) за да се гарантира, че заглушаващият сигнал ще се върне навреме към подателя на кадъра.

Контролното поле се използва за кодиране на информацията в останалите полета (без преамбюла и началния ограничител) с шумоустойчив цикличен код (CRC-32), което позволява възелът-получател да установи дали кадърът е приет с грешки (и да изисква неговото повторно предаване от подателя) или не.

#### *4.2.2. Подслой за управление на логическия канал (LLC-подслой)*

LLC-подслоят получава пакети от мрежовия слой, формира и предава номерирани LLC-блокове, контролира грешките и допълнително може да определя последователността на кадрите (flow control) и да коригира грешки, получени при предаването. По заявка на мрежовия слой (или по команда на отдалечения LLC-подслой) извършва прекъсване на съединението. LLC-подслоят е независим от MAC-подслоя и от комуникационната среда.

Функционирането на LLC - подслюя е описано в стандарта IEEE 802.2. Този стандарт определя три типа услуги [25]:

1) *тип1 (LLC1)* - осигурява предаване на данни между два мрежови възела без установяване на логическо съединение и без потвърждение на предаването (*дейтаграмен режим без потвърждение*).  
Коригирането на грешките и номерирането на пакетите се извършва от протоколите на по-горните слоеве;

2) *тип2 (LLC2)* - осигурява предаване на данни между два мрежови възела с установяване на логическо съединение (*режим на виртуално съединение*). Използва се методът на „плъзгащия се прозорец“ с размер на прозореца 8 или 128 кадъра;

3) *тип3 (LLC3)* - осигурява предаване на данни между два мрежови възела с установяване на логическо съединение, но с потвърждение, т.е допълнително гарантира потвърждение за всеки кадър, предаден по Комуникационната среда (*дейтаграмен режим с потвърждение*)

Стандартът 802.2 групира тези типове услуги в 4 класа:

- клас 1 - услуга тип 1
- клас 2 - услуги тип 1 и 2
- клас 3 - услуги тип 1 и 3

- клас 4 - услуги тип 1, 2 и 3