4.Физическо ниво в мрежите. Теоретически основи и среди за предаване.

Целта на физическото ниво е да транспортира поредица от битове между две машини. За предаване на информацията се използват физически канали, които се определят като среда за предаване.

Използват се различни среди за предаване.

Физическото ниво трябва да предоставя обслужване на по-горното канално ниво. Пример е серийният интерфейс RS 232, по който един персонален компютър може да се свърже с модем.

Цифровата информация се предава като цифрови сигнали, т.е. логическа последователност от нули и единици, но тя често трябва да се преобразува в аналогов сигнал.

Всяка частично гладка периодична функция може да се развие в безкраен ред на Фурие - безкрайна сума от синуси и косинуси. По този начин всеки цифров сигнал може да се апроксимира със сума от аналогови хармонични сигнали.

В зависимост от качествата на предавателната среда, честотите над определена стойност затихват много бързо, което изкривява съответните Фуриерови компоненти. Обхватът на предаваните честоти, които преминават без да затихват се нарича **широчина на честотната лента**. Колкото е по-широка честотната лента, толкова по-точно може да се възпроизведе цифровият сигнал.

При тясна честотна лента (например при телефонните линии) цифровите сигнали не могат да се предават точно, поради което се използва **модулация**. Въвежда се носещ синусоидален сигнал и информацията се предава чрез смяна на неговата честота (честотна модулация), амплитуда (амплитудна модулация) или фаза (фазова модулация). На практика при предаване се комбинират няколко техники за модулация.

Времето за предаване на един бит зависи както от широчината на честотната лента, така и от метода на кодиране. Броят на превключванията на стойностите на един цифров сигнал се измерва в **бодове**. Една линия със скорост от *b* бода може да предава *b* символа за секунда, т.е. цифровият сигнал може да се превключва *b* пъти за една секунда. Ако един символ е 0 волта за логическа 0 и 5 волта за логическа 1, то линията ще има

скорост *b* bps. Обикновено, обаче, в един символ се кодират повече битове - например, ако цифровият сигнал има 8 нива на напрежение, то с един символ се предават 3 бита информация и тогава скоростта на линията ще бъде 3*b* bps.

Найкуст е доказал, че при широчина на честотната лента *Η* Hz един сигнал може да се превключва най-много 2*H* пъти за една секунда, т.е. скоростта на предаване не може да е по-голяма от

2*H* бода. По този начин, ако един цифров сигнал има *V* различни нива, то максималната скорост за предаване е 2*H* log2*V* bps. Формулата на Найкуст е в сила за идеални канали без шум. Например, идеален 3-ΚΗz канал не може да предава двоични цифрови сигнали със скорост по-голяма от 6000 bps.

По-късно Шенон предлага друга формула, в която се въвежда отношението сигнал/шум. Ако означим силата на сигнала със *S*, а силата на шума с *N*, то отношението сигнал/шум е *S*/*N*. Обикновено това отношение се изразява в децибели по формулата 10log10*S*/*N*. Така 10 Db определят отношение *S*/*N* от 10, при 20 Db отношението *S*/*N* e 100 и т.н. Формулата на Шенон гласи, че максималната скорост за предаване по канал с шум, който има широчина на честотната лента *H* и отношение сигнал шум *S*/*N* е

*Η*log2(1+*S*/*N*). Например, по 3-KHz канал с отношение сигнал/шум от 30 Db може да се предава със скорост не повече от 30000 bps.

Най-старата и все още най-разпространена среда за предаване е **усуканата двойка**. Тя се състои от два изолирани медни проводника с дебелина около 1 милиметър, които се усукват един около друг.

Най-разпространеното приложение на усуканата двойка е за свързване на телефоните към телефонните централи. Усуканите двойки могат да предават на разстояние няколко километра без усилване, но за по-големи разстояния трябва да се използват повторители (**repeater**).

Обикновено усуканите двойки, които свързват два обекта се оформят в един кабел, който се затваря със защитна обвивка. Двойките проводници се усукват именно за да се намали взаимното им влияние в общия кабел.

По усуканите двойки могат да се предават, както аналогови така и цифрови сигнали. Широчината на честотната лента зависи от дебелината на проводниците и от тяхната дължина. При неголеми разстояния (няколко километра) може да се постигне скорост на предаване няколко Mb/s.

Няколко разновидности на усуканите двойки са важни за компютърните мрежи. Основно са два типа - неекранирани усукани двойки (**UTP**) и екранирани усукани двойки (**STP**). Екранираните усукани двойки са обвити със специален защитен екран от алуминиево фолио, който предпазва проводниците от външни влияния. Усуканите двойки от категория **3 UTP** обикновено се групират по четири в един кабел, а тези от категория **5 UTP** са по-нагъсто усукани, което повишава качеството на сигнала и ги прави по-подходящи за високоскоростно предаване - до 100 Mb/s. 3 UTP позволява предаване със скорост до 10 Mb/s.

Друга разпространена среда за предаване е **коаксиалният кабел** (coaxial cable, coax). Той има по-надеждна защита от усуканите двойки и позволява предаване на по-големи разстояния с по-високи скорости. Състои се от меден проводник, обвит с диелектричен материал. От своя страна диелектрикът е обвит с медна оплетка, която изпълнява ролята на екран, предпазващ кабела от външни електромагнитни смущения. Върху медната оплетка се нанася изолиращ слой.

С коаксиален кабел може да се организира местна високоскоростна връзка, при която данните се предават директно в първичния си вид като правоъгълни импулси (**baseband**). Коаксиалните кабели позволяват да се осъществи и така нареченото широколентово предаване (**broadband**), при което наличната честотна лента се разделя на определен брой подканали - техниката се нарича **мултиплексиране** с разделяне на честотата. Коаксиалните кабели намират приложение в кабелните телевизии и при градските мрежи MAN.

Развитието на оптиката позволи създаването на друга среда на предаване - **оптическите влакна** (fiber optic). Една оптическа система включва три компонента: източник на светлина, предавателна среда и детектор. Обикновено с един импулс светлина се представя логическата 1, а отсъствието на такъв импулс означава логическа 0. Използват се два източника на светлина - светодиод или полупроводников лазер. Предавателната среда представлява много тънко влакно, изработено от изключително чисто стъкло. Детекторът (фотодиод) генерира електрически импулси когато светлината попадне върху него. Поставяйки в единия край на влакното източник на светлина, а в другия край детектор получаваме система за еднопосочно предаване на данни, която приема електрически сигнали, преобразува ги в светлинни импулси, предава ги и след това преобразува светлинните импулси обратно в електрически сигнали. Светлинните импулси преминават през влакното чрез пълно вътрешно отражение. Оптическите кабели се състоят от сърцевина, оптична обвивка и защитно покритие. Сърцевината е оптическото влакно, през което преминава светлината. Чрез оптичната обвивка се осъществява пълното вътрешно отражение. Защитното покритие предпазва кабела от механични повреди.

Теоретично оптичните кабели могат да предават със скорост десетки терабита в секунда.

Съвременната горна граница е 10 Gb/s поради невъзможността за по-бързо преобразуването на електрическите сигнали в светлинни.

**Безжичната комуникация** е възможна, благодарение на разпространението на електромагнитни вълни в пространството. Посредством антени с подходящ размер, електромагнитните вълни могат да се предават и приемат. Радиовълните, микровълните, инфрачервените лъчи и видимата светлина могат да се използват за предаване на информация като се модулира тяхната амплитуда, честота или фаза.