

8 дәрістің тақырыбы. Ethernet технологиясы.

Дәрістің мақсаты: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet технологияларына теңестіру талдауын өткізу.

Дәрістің мазмұны:

1. Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10Gigabit Ethernet технологияларына қысқаша сипаттама келтірілген;

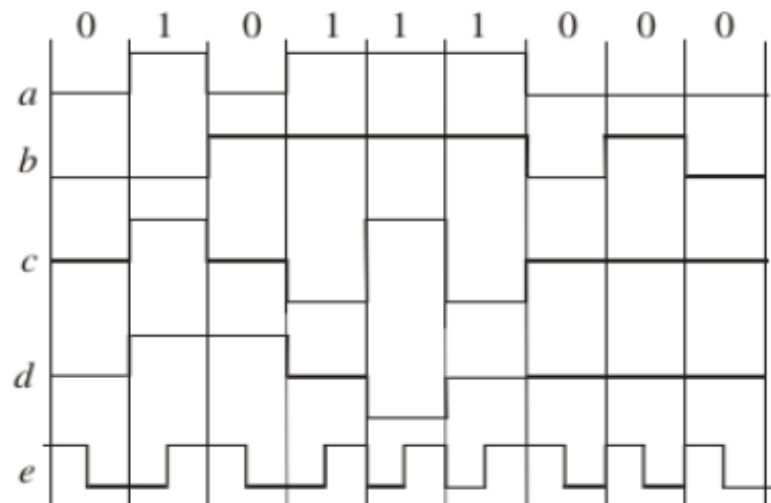
2. Негізгі технологиялық сипаттама және көрсетілген желілік технологияның жұмыс істеу ерекшеліктері берілген.

Fast Ethernet технологиясы

Fast Ethernet технологиясын құру деректерді жіберу жылдамдығын 100 Мбит/с дейін мерзімді ұзартуға қажет болды. Fast Ethernet технологиясы басқа жаңа жоғарғы жылдамдықты технологиялар бәсекелесін ұтып алды, қаншалықты ауыспалылықты және кең тараған Ethernet желісін келісімділігін қамтамасыз етті. Сонда бар Ethernet желісін Fast Ethernet технологиясына біртіндеп бөлек сегменттерге көшіруге мүмкін еді сонымен бірге бүкіл желі жұмысқа жарамды болып қалды, көне сегмент желілерінде Ethernet деректер жіберуінің жылдамдығы 10 Мбит/с болды, ал жаңаларында (Fast Ethernet)- жылдамдық 100 Мбит/с, көне және жаңа сегмент араларында – 10Мбит/с.

Спектр сигналы манчестерлық кодтауды қолданған кезде потенциалды артық код спектрі едәуір кең. Сондықтан, Ethernet манчестерлық код өте жақсы өзін синхронизациялау қасиеті бар, соған қарамастан Fast Ethernet технологиясының құрастырушылары және басқа жаңа технологиялар одан бас тартар еді. **Логикалық кодтау** деңгейінде Fast Ethernet артық кодтау қолданады **4В/5В** немесе **8В/6Т**, ал **физикалық кодтау деңгейінде NRZI** немесе **MLT-3**.

32 суретте ақпараттық сигналдың уақыттық диаграммасы әр түрлі кодтарды қолдануымен көрсетілген.



32 - сурет. Деректерді жіберу коды

Потенциалды код қайтарусыз нөлге дейін (NRZ-Non-Return to Zero) ең қарапайым болып келеді, нөлге кіші деңгей сигналы сәйкес келеді бірліктікі - жоғары (5.1a сурет), бірақ ұзақ тізбектелген нөлдер кезінде немесе бірлігі оның өзін синхронизация қасиеті өте жаман, сондықтан бір күйден екіншісіне өту сигналы жоқ, сондықтан берілген код таза түрінде телекоммуникация желісінде сирек қолданады.

Манчестрлық код өзін синхронизациялау ең жақсы қасиеті бар, бірақ ол кең жолақты жиілік потенциалды кодтармен салыстырғанда NRZ, NRZI және ерекше, биполярлы кодтармен AMI, MLT-3.

Өзін синхронизациялау жаман кодтарын NRZ, AMI, MLT - 3 жою үшін артық блокты кодын 4B/5B қолданады, немесе арнайы құрылғыны скремблер артық блокты кодты қолданған кезде 4B/5B бит тізбектері блоктарға бөлінеді 4 биттен және әр блокқа бір артық бит қосылады. Сонымен бірге 32 код комбинациясынан деректерді кодтау үшін тек қана 16 комбинация қолданылады, алмасу белгісі нөлден және бірліктен тұрады (5.1 кесте). Тізбектеліп жіберілетін бит санының нөлдері үштен көп бола алмайды. Қалған кодты комбинациялар тыйым салынған болып есептелін.

5 - кесте. 4B/5B коды

4B	5B	4B	5B	4B	5B	4B	5B
0000	11110	0100	01010	1000	10010	1100	11010
0001	01001	0101	01011	1001	10011	1101	11011
0010	10100	0110	01110	1010	10110	1110	11100
0011	10101	0111	01111	1011	10111	1111	11101

Потенциалды спектрінің артық коды 4B/5B манчестерлық спектр коды болады, сондықтан артық код жаңа жоғарғы жылдамдықты технологияларда қолданады, мысалы Fast Ethernet.

Басқа ерекшелік әдісте деректерді жіберу ұзындығы нөлдің тізбектері скремблер болып келеді. Қортындылайтын код анықталған алгоритмнің бастапқы код негізінде есептелінеді. Мысалы, сондай алгоритм ретінде келесі байланысты қолдануға болады

$$B_i = A_i \oplus B_{i-3} \oplus B_{i-5},$$

Мұндағы, \oplus - қосу символы 2 модулі бойынша,

B_i – екілі кодтың белгісі скремблер шығысындағы i тактісінде,

A_i – екілі кодтың белгісі скремблер кірісіндегі i тактісінде,

B_{i-3} – екілі кодтың белгісі скремблер шығысындағы скремблері 3 тактының алдындағы ағымды i тактісінде,

B_{i-5} – екілі кодтың белгісі скремблер шығысындағы скремблері 5 тактының алдындағы ағымды i тактісі.

Fast Ethernet уақыттық параметірлері биттік интервалда көрсетілген қалғандары тұрақты Ethernet технологиясымен салыстырғанда битті интервал ретке азайды және 0,01 мкс тең болды. Fast Ethernet технологиясы физикалық орта ретінде қолдануға бағытталған:

— бұрмалы жұптың 5 дәрежесі (100base-tx спецификациясы);

— бұрмалы жұптың 3 дәрежесі (100base-t4);

— көп модты талшықты-оптикалық кәбіл (100base-fx).

— сондықтан fast ethernet технологиясына тиісті: біріншіден-ethernet желілерімен келімділікті қамтамасыз ету керек, екіншіден әр түрлі физикалық ортамен жұмыс істеу, физикалық деңгей жеті деңгейлік моделі қиынырақ ethernet салыстырғанда және үш деңгейшелерді қосады:

— келісу деңгейшесі (reconciliation sublayer);

— интефейс ортасынан тәуелсіз деңгейше (media independent interface, mii);

— физикалық деңгей құрылғысы (physical layer device. phy).

Келісу деңгейшесі қажет MAC деңгейі Ethernet физикалық деңгей интерфейсімен АUI байланысқан, жаңа интерфейспен МII жұмыс істеуі болатын еді. Одан басқа физикалық деңгей құрылғысы сондай үш деңгейшеге бөлінген:

— деректердің логикалық кодтау деңгейшесі артық кодтар қолданатында 4в/5в немесе 8в/6т;

— физикалық қосылудың деңгейшесі физикалық ортадағы байланысты сигналдарды кодтарға байланысты қалыптастырады pгzi немесе mlt-3;

— автоматты сөйлесу деңгейшесі жұмыс істеу режимін анықтауға мүмкіндік береді (толық дуплексті немесе жартылай дуплексті), деректерді жіберу жылдамдығы (10 мбит/с немесе 100 мбит/с) және орта типі жіберу спецификацияға байланысты.

100Base-TX спецификациясында желілік адаптерді және коммутаторды (немесе коммутаторлары өзі ішінде) қосу үшін екі бұрмалы жұп UTP 5 дәрежедегі немесе SPT Type 1 қолданылады. Сегменттің максималды ұзындығы – 100м. Логикалық кодтау 4В/5В, физикалық кодтау - MLT-3. Берілген спецификацияда автоматты сөйлесу функциясы қолданылады Ethernet желісімен немесе 100Base-T4 спецификация құрылғыларымен мүмкін қосылыстары үшін.

100Base-T4 спецификациясы Fast Ethernet жаңа технологияларды қолдану үшін құрылады көп ғимараттарда бұрмалы жұбы UTP 3 дәрежелі бар. Жіберу жолақтығының бұрмалы жұбы UTP 3 дәрежелі 16 МГц тұрады. 100 Мбит/с жылдамдық трафигін өткізу үшін берілген спецификацияда үш бұрмалау жұбы қолданылады. Төртінші бұрмалау жұбы тасымалдайтын тыңдау кезінде қолданылады ортаның бос еместігін анықтайды.

Бұндай түрімен әр бұрмалау жұбына деректерді 33,3 Мбит/с жылдамдығымен жіберу керек, сондай ақ UTP 3 дәреже мүмкіндіктерін жоғарлатады. Сондықтан бұл спецификацияда кодтау әдісі қолданылады 8В/6Т, 4В/5В салыстырғанда тар спектр сигналымен ие болады. Әр 8 бит ақпараты алты үштік сандармен кодтайды (үштіктермен).

Көрсетілген шаралар дерктерді 100 Мбит/с үш бұрмалау жұбымен UTP 3 дәреже жылдамдығымен жіберуге рұқсат береді.



33 - сурет. 100Base-T4 спецификациясындағы төрт бұрмалау жұбы

Бұрмалау жұбы жергілікті желіде жіберу дерегінің ең тараған ортасы, сондықтан оларға деректерді алмастыруының 5 режимі анықталған, Ethernet және Fast Ethernet технологиясымен біріккен құрылғыларымен жүзеге асырылуы мүмкін:

- 10Base-T – 2 жұп UTP 3 дәреже;
- 10Base-T full duplex – 2 жұп UTP 3 дәреже;
- 100Base-TX – 2 жұп UTP 5 дәреже;
- 100Base-T4 – 4 жұп UTP 3 дәреже;
- 100Base-TXfull duplex – 2 жұп UTP 5 дәреже.

Fast Ethernet **100Base-FX спецификациясы** екі талшықты оптикалық көп модты кәбіл 62,5/125 мкм жұмысын қарастырады толық дуплексті немесе жартылай дуплексті режимінде. Сегменттің максималды ұзындығы жартылай дуплексті режимі кезінде 412 м, ал толық дуплексті режим кезінде- 2000 м. Логикалық кодтау әдісі-4В/5В, физикалық кодтау-NRZI.

Ethernet – бірлескен технология жіберу жылдамдығы 10 Мбит/с –тан 100 Мбит/с дейін өсті Fast Ethernet , содан кейін 1000 Мбит/с Gigabit Ethernet және соңында 10000 Мбит/с дейін 10Gigabit Ethernet. Сонымен бірге ауыстыру және біріктіру сұранысы сайыста ұтуға негізгі болып келді. Біріктіру сұранысы автоматты сөйлесу үрдісін (Auto-Negotiation) іске асыруы деректерді ауыстыру жылдамдығы туралы қанағаттандырылған. Бұл үрдіс екі байланыс торабын режим туралы автоматты түрде сенуін және деректерді ауыстыру жылдамдығын анықтайды.

10Base-T спецификация тораптары жоғарғы басымды спецификацияла рын 10Base-TX және басқаларының сұраныс тораптарін қабылдамайды. Сондықтан, егерде Fast Ethernet торап технологиясы өз сұранысына жауабын алмаса, ол онда өзіне төменгі басымды 10Base-T режимін құрайды.

Автоматты сөйлесу ең басында UTP үшін Ethernet өткізуіне анықталған, бірақ талшықты - оптикалық сызығының жұмысы үшін кеңейтілген. Біріктіруді және ауыстыруды қамтамасыз ету үшін Fast Ethernet кадыры 100Base-FX, 100Base-TX спецификациялары негізінде Ethernet форматымен ұқсас (34 сурет).

Қосымша Idle	JK	қосымша	DA	SA	L	Data	CRC	T	Қосымша Idle
Бос орта		Fast Ethernet кадырі							Бос орта

34 - сурет. Fast Ethernet кадырының форматы

Ethernet технологиясының негізгі ерекшеліктері бос күй ортасында негізгі ағындының болмауынан қызмет етуі, ал Fast Ethernet технологиясында бос күйінде қызмет етуі арнайы Idle символының физикалық ортасына жіберу. Fast Ethernet хаттамасының кадыр бастауы Idle символынан қос J және K символына (11000 және 10001) код 4B/5B, ал символ соңы T.

Мұндай түрде Fast Ethernet технологиясы керекті жоғарғы 100 Мбит/с жылдамдыққа ие, ол кең тараған Ethernet технологиясымен біріккен болып келеді. Шектеу диаметр желісі 200 м дейін коммутатор қолданатын кезінде шешіледі. Қолданылған технология әр түрлі физикалық ортасымен сипатталады (оптоталшықты, UTP 5 дәрежелі, UTP 3 дәрежелі). Аталған қасиеттер алдын ала кең тараған Fast Ethernet технологиясы қарізгі уақытта Ethernet технологиясына алмастырылды.

Gigabit Ethernet технологиясы.

Дауысты жіберу, деректерді және видео ақпаратты бір мультисервестік желі (*Triple Play*) арқылы қызметтерін енгізу байланыс сызығының өткізу қасиетінің жоғарылатуына алып келді. Сондықтан **Gigabit Ethernet** технологиясы құрастырылған болып, деректерді жіберу жылдамдығын 1Гбит/с деп ескереді. Берілген технологияда Fast Ethernet сияқты Ethernet технологиясынан ауыстыруы, формат кадырлары толығымен өзгермеген, жартылай дуплексті режимдегі CSMA/CD рұқсат әдісі сақталған. **Логикалық деңгейде 8B/10B** кодтауы қолданылады.

Fast Ethernet салыстырғанда жіберу жылдамдығы 10 рет көрсетіледі онда желі диаметрін 20-25 м дейін кішірейту қажет немесе минималды кадыр ұзындығын жоғарылату керек. Gigabit Ethernet технологиялары екінші жолмен барғанда, минималды кадыр ұзындығын 512 байттан 64 байтқа жоғарылатып орнына Ethernet және Fast Ethernet технологияларын қолданады. Желі диаметрі Fast Ethernet сияқты 200 м тең болып қалды. Тәжірибеде көбінесе қысқа кадырлар жіберіледі өнімсіз желі жүктеуінің түсуі бірнеше қысқа кадырларді қатарынан жіберуге жалпы ұзындығы 8192 байтқа дейін рұқсат береді.

Gigabit Ethernet осы уақыттағы желі ережесі бойынша, коммутатор негізінде құрылады және толық дуплексті режимінде жұмыс істейді. Бұндай жағдайда желі диаметрі туралы емес, сегмент ұзындығы туралы айтады, ол деректерді жіберу физикалық ортамен анықталады. Gigabit Ethernet мынадай қолдануларды қамтиды:

- бір модты оптоталшықты кәбілді; **802.3z**
- көп модты оптоталшықты кәбілді; **802.3z**
- симметриялық кәбіл UTP 5 дәрежесінде; **802.3ab**
- коаксиальды кәбіл.

Оптикалық талшықты кәбіл бойынша деректерді жібергенде сәуле таратқыштың орнына жарық диодтар қолданылады, толқын ұзындығында 830 нм жұмыс істейді немесе лазерлер толқын ұзындығы 1300 нм. Соған байланысты **802.3z** стандарты екі спецификацияны **1000Base-SX** және **1000Base-LX** анықтады. Сегменттің максималды ұзындығы көп модты кәбілінде жүзеге асырылған 62,5/125 спецификациясы 1000Base-SX, 220м тұрады, ал 50/125 кәбілінде 500 м көп емес. Сегменттің максималды ұзындығы бір модты талшықта спецификациясы 1000Base-LX, 5000 м тұрады. Коаксиальды кәбілдегі сегмент ұзындығы 25 м аспайды.

NRZ сигналдары талшық бойынша жіберіледі, қысқа талшықтыны (short-wavelength) қолданып немесе ұзын талшықты (long-wavelength) жарық көздерін, қысқа талшықты ағын орнына жарық диод 850 нм толқын ұзындығымен қолданылады, көп модты оптикалық талшық бойынша жіберу үшін (1000BASE-SX). Бұл аса құнсыз бағалы нұсқа қысқа арақашықтарда 200-300м жіберу үшін қолданылады. Ұзын толқынды лазерлер ағыны (1310

нм) бір модты немесе көп модты оптикалық талшықта қолданылады (1000BASE-LX спецификациясы). Лазерлік ағындар бір модты талшық жинағында ақпаратты 5000 м дейін қашықтыққа жібере алады.

Нүкте-нүкте қосылыстарында (point-to-point) жіберуі (Tx) және қабылдауы (Rx) үшін бөлек талшықтар қолданылады, сондықтан толық дуплексті байланысы іске асады. Gigabit Ethernet технологиясы екі станция арасында тек қана бір ретранслятор құрады. Төменде 1000BASE технологиясының параметрлері келтірілген (6 кесте).

6 - кесте. Gigabit Ethernet спецификациясының салыстырмалы сипаттамасы

	Спецификация	Орта	Арақашықтығы
1	1000Base-LX	Талшық 10 мкм	5000 м
2		Талшық 50 мкм	500 м
3		Талшық 62,5мкм	500м
4	1000Base-SX	Талшық 50 мкм	500 м
5		Талшық 62,5 мкм	300 м
6	1000Base-T	Бұрмалы жұп UTP, 5е	100 м
7	1000Base-CX	Коаксиалды кәбіл	25 м

Gigabit Ethernet технология желілері ереже бойынша коммутатор негізінде құрылады, толық дуплексті қосылыстың ара қашықтығы тек қана ортамен шектелген, екілік айналу уақыты емес, сонымен бірге «жұлдыз» немесе «кеңейтілген жұлдыз» топологиясы қолданылады.

1000BASE-T стандарты UTP 5, 6 немесе 7 дәрежелі кәбіл қолдануын қарайды. 1000BASE-T аппарат кәбілінің шек ұзындығы 100 м аспайды.

10 - Gigabit Ethernet технологиясы.

10 – Gigabit Ethernet (10GbE) технологиясы IEEE 802.3ae стандартымен сипатталады, толық дуплексті деректерді талшықты оптикалық кәбілі бойынша жіберу жылдамдығын 10 Гбит/с анықтайды. Максималды жіберу ара қашықтығы қолданылатын талшық типіне байланысты. Бір модты талшықты жіберу ортасы ретінде қолданып, максималды жіберу ара қашықтығы – 40 км. Қазіргі уақытта стандарттар өңделеді және Ethernet технологиясы үшін 40 Гбит/с, 80Гбит/с, 160Гбит/с жылдамдықтарымен аппараттар құрады.

10 GbE стандартының физикалық деңгейі бір модты талшық бойынша байланыс ара қашықтығын 40 км-ге дейін жоғарылатуға мүмкіндік береді және сандық синхронды иерархия желісімен біріктіруді қамтамасыз етеді (SDH) және фотондық желілермен, **толқын ұзындығы бойынша тығыз спектрлікті тығыздауы** қолданылады (Dens Wave - length Division Multiplexing - DWDM).

40-километрлік ара қашықтықта жұмыс жасау, жіберу жылдамдығы 10 Gbps дейін және SDH жүйелерімен бірігуі 10 GbE технологиясын тек қана логикалық емес, сонымен бірге ғаламдық желі технологиясын жасайды. Ғаламдық желі спецификациясының сұранысы Carrier Ethernet топ оператор технологиясын қамтамасыз етеді. Бұндай түрімен, Ethernet технологиясымен біріккен стандарттары тек қана LAN емес, сонымен бірге MAN және WAN жетіледі. 10GbE технологиясында тек қана толық дуплексті байланыс қолданады, CSMA/CD режимінің қажеттілігі жоқ. Сондықтан желілерде hub концентраторларын қолдану шығарылып тасталған.

802.3ae стандарт 10GbE технологиясын басқаруына мыналар кіреді:

— 10GBASE-SR - көп модты талшықты құрылған ара қашықтығы үшін, 26 м-ден 82 м-ге дейін қашықтықтағы байланысты қолдайды.

— 10GBASE-LX4 - технология тығыздығын толқын ұзындығы бойынша қолданады (WDM), 240 м-ден 300 м-дейін көп модты құрылған талшық бойынша және 10 км дейін бір модты талшық қашықтықтағы байланысты қолдайды.

— 10GBASE-LR және 10GBASE-ER – бір модты талшықтағы 10 км-ден 40 км-дейін байланысты қолдайды.

— 10GBASE-SW, 10GBASE-LW және 10GBASE-EW – жалпы 10GBASE-W аты мен технологиясы, SONET/SDH модулімен ғаламдық желі жабдықтарының жұмысын қамтамасыз ету үшін керек. 10-Gigabit Ethernet үшін қайталағыштар қарастырылмаған, сондықтан жартылай дуплексті режимді қолдамайды.

Төменде кейбір 10GbE технологиясының параметр спецификациясы келтірілген.

7 – кесте. 10GbE технологиясының параметр спецификациясы

Спецификация	Толқын ұзындығы	Талшық	Арақашықтығы
10GBase-LX4	1310 нм	62,5 мкм	2 – 300 м
		50 мкм	2 – 300 м
		10 мкм	2 – 10 м
		62,5 мкм	2 – 33 м
		50 мкм	2 – 300 м
10GBase-L	1310 нм	10 мкм	2 – 10 м
10GBase-E	1550 нм	10 мкм	2 – 40 м

Соңында мынаны белгілеген жөн, қазіргі уақытта Ethernet технологиясы әр түрлі қосылыстар үшін стандартты болып келеді: көлденең (аудитория ішінде, қабатта бірнеше бөлме), тегінен (қабаттар арасында), қосылыстар ғимараттар арасында. Сегментте қолданылатын 10GbE технологиясында деректерді 40 км арақашықтығына жібергенде, оны локалды желі деп атау қиын.

Арнайы өңделген Ethernet технологиясы ғаламдық желі үшін Carrier Ethernet топ операторының технологиясы болып келеді. Carrier Ethernet технология қызметтеріне тән ғаламдық желі үшін ұсынады, бөледі және желі қолданушыларының локалды кеңістің адресін қорғайды және провайдердің ғаламдық желі қауіпсіздігін қамтамасыз етеді, QoS сапасының сұранысына кепілдік береді, керекті өткізу жолақтығын белгілеп, кідіріс және джиттер белгісін қамтамасыз етеді, тапсырмаларды жоғарлатпайды.

Ethernet желілерінде ақпаратты жіберу үш желілік орта құраушысынан өндіріледі:

1. Мыс кәбілі арқылы мысалы жылдамдығы 1000 Мбит/с дейін және одан да көп болуы мүмкін.
2. Өткізгішсіз ортасы арқылы (радио арналар) – мысалы 100 Мбит/с және однада көп.
3. Оптикалық кәбіл арқылы мысалы жылдамдығы 10000 Мбит/с, жаңа өңдеу – 100 Гбит/с-дейін және жоғары.

Мысты және өткізгішсіз орта нақты физикалық және тәжірибелік шектеуі бар жоғарғы жиілікті сигналда. Талшықты оптикалық жүйелерде шектеу факторы электрлік технология және оптикалық талшықты параметрі болып келеді.

Ethernet технологиясының әр түрлі нұсқасында, концентраторда жартылай дуплексті режим қолданатын, коллизияның пайда болуымен (CSMA/CD), қызмет көрсету (QoS) сұрағы қарастырылған жоқ. Бірақ қазіргі этапта трафиктің нақты түрін жіберу кезінде, мысалы IP телефония және видео бұл сұрақ өте маңызды болды. Толық дуплексті жылдам істейтін технологиялар (Gigabit Ethernet, 10GbE) әр түрлі қосымшаларға керекті қолдауды

қамтамасыз етеді. Бұл потенциалды Ethernet біріккен технологияларында қосымшаны кеңейтеді.

Қорытынды сұрақтар:

1. Концентраторды қолданған кезде Fast Ethernet желісінің диаметрі неге тең?
2. Коммутаторды қолданған кезде Fast Ethernet желісінің торап арасындағы максималды ара қашықтығы немен анықталады?
3. Манчестерлік кодтың құндылығы және кемшілігі?
4. Скремблировтау не үшін қолданылады?
5. Fast Ethernet, Gigabit Ethernet желі технологияларында логикалық кодтау деңгейінде қандай кодтар қолданылады?
6. Блогтық артық кодтар 4В/5В немесе 8В/10В желілерде не үшін қолданылады?
7. Fast Ethernet желі технологиясында автоматты сөйлесу не үшін енгізілген?
8. Fast Ethernet желісінің 100Base-FX спецификациясында қандай кәбіл қолданады?
9. Толық дуплексті және жартылай дуплексті режим кезінде 100Base-FX спецификациясың максималды сегмент ұзындығы қандай?
10. Fast Ethernet технологиясынрың кадыр басын және соңын қалай белгілейді?
11. Gigabit Ethernet технологиясында минималды кадыр ұзындығын 512 байт дейін не үшін жоғарлатты?
12. 1000Base-LX спецификациясының бір модты талшығында жүзеге асқан сегменттің максималды ұзындығы неге тең?
13. 10GbE технологиясында CSMA-CD режимін қолдануға бола ма?
14. 10GbE технологиясында қандай спецификациялар максималды байланыстың қашықтығын қамтамасыз етеді?