

Дәріс 1. Электр байланыс жүйелері туралы жалпы мәліметтер. Электр байланыс теориясының негізгі мақсаттары, түсініктері, түрлері мен анықтамалары.

Дәріс мақсаты - Электрлік байланыс жүйелерінің негізгі құрылымын, мақсатын, жұмыс істеу принциптерін және оларда қолданылатын негізгі ұғымдар мен әдістерді түсіндіру. Ақпаратты жеткізу процесінде қолданылатын хабар, сигнал, арна, шу сияқты негізгі түсініктерді енгізу арқылы студенттерге электр байланыс теориясының негізін қалыптастыру.

Кіріспе.

Ақпарат оқиға немесе құбылыс туралы мәліметтер жиынтығы. Оны хабарламалар түрінде беруге және сақтауға болады. Электрлік байланыс жүйелері хабарламаларды немесе ақпаратты бір немесе бірнеше бағыттарға жеткізетін көзден жіберуге арналған. Дереккөзден алынған ақпарат дауыс (сөйлеу көзі), сурет (сурет көзі) немесе кейбір тілдегі қарапайым мәтін түрінде болуы мүмкін, мысалы, ағылшын, жапон, неміс, француз т.б.

Хабар ақпаратты білдіретін белгілер мен белгілердің жиынтығы болып табылады. Хабарламалар үздіксіз (үздіксіз функциялар түрінде) және дискретті (символдардың дискретті тізбегі түрінде (әріптер мен белгілер)) болуы мүмкін. Сигнал - бұл хабарларды жіберу үшін қолданылатын физикалық процесс. Математикалық түрде сигнал уақыт функциясы ретінде бейнеленеді. Ол үшін T_c ұзақтығын, ені F_c жиілік диапазонын және $D_c =$ динамикалық диапазонын орнатуға болады P_{max}/P_{min} , қайда P_{max} және P_{min} сигналдың максималды және минималды қуаты. Осы үш параметрдің туындысы сигналдың көлемін анықтайды $V. V = T_c * F_c * D_c$.

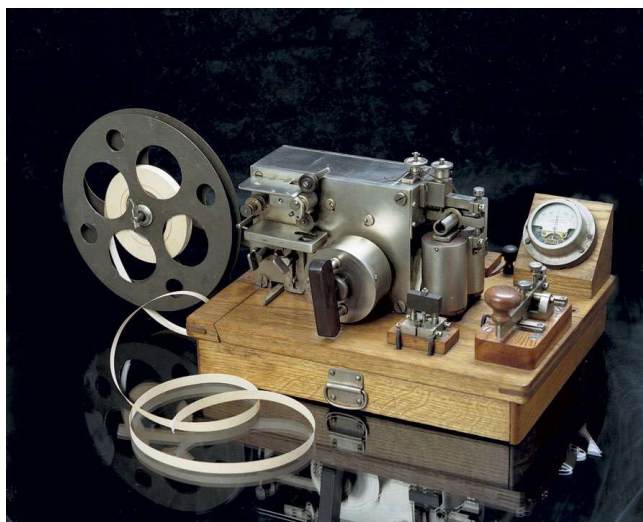
Қысқаша тарихы.

Электрлік байланыс тарихы 19 ғасырда телеграфтың пайда болуымен басталды. 1837 жылы Сэмюэл Морзе электрлік сигналдарды сым арқылы жіберіп, белгілі бір код жүйесімен ақпарат беруді іске асырды – бұл электрлік байланыс дәуірінің бастамасы болды. Жасалған құрылғысы 1-суретте келтірілген. Кейінірек телефон (Александр Белл, 1876), радиобайланыс (Г. Маркони, 1895), теледидар, спутниктік байланыс, ал XX ғасырдың екінші жартысынан бастап – сандық байланыс жүйелері (интернет (2-сурет), ұялы байланыс, сандық теледидар) дами бастады.

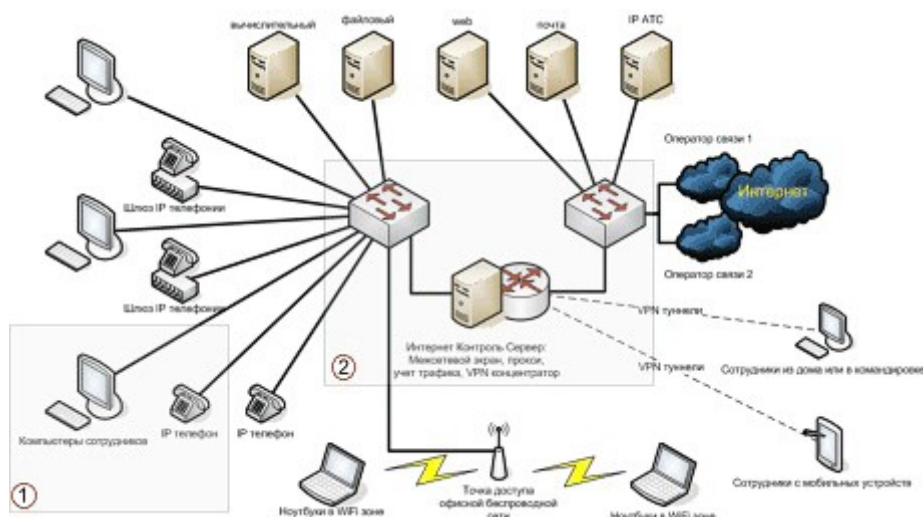
Қазіргі таңда электр байланыс жүйелері адам өмірінің барлық салаларында – ғылымда, өндірісте, қорғаныста, тұрмыста кеңінен қолданылып, ақпаратты сенімді және тиімді жеткізудің басты құралдарының бірі болып табылады.

Сигналдар.

Сигнал — бұл ақпаратты жеткізу үшін қолданылатын физикалық процесс. Сигнал жүйенің уақытына тәуелді түрде өзгереді және ол уақыттың қандай да бір функциясымен сипатталады, яғни математикалық түрде $s(t)$ түрінде беріледі.



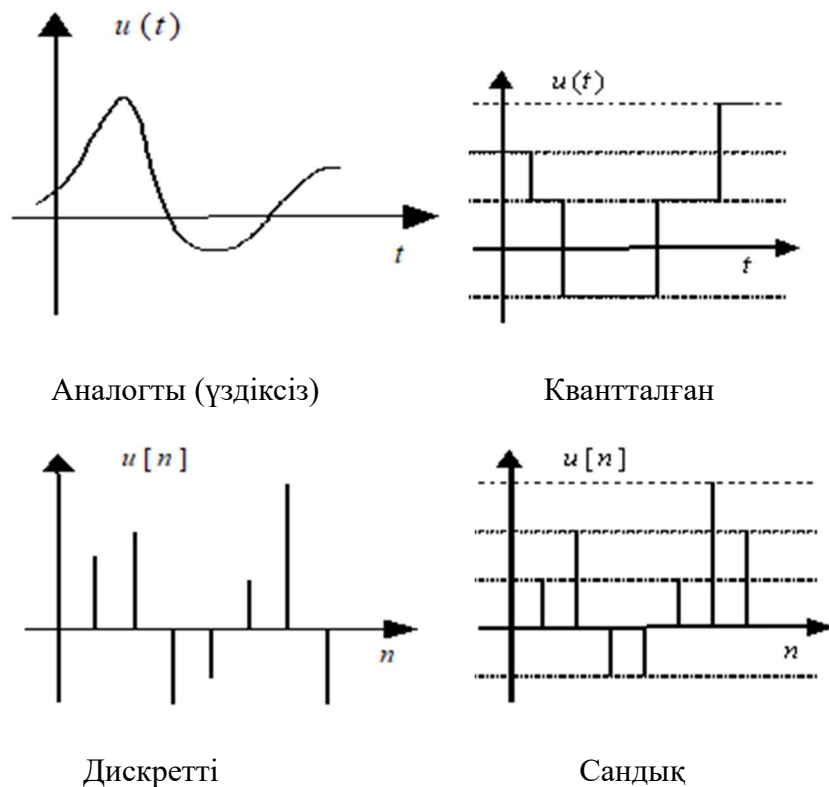
Сурет 1 - Морзе телеграфты құрылғысы. XX ғасыр басы



Сурет 2 – Интернет желісінің құрылымы

Сигналдарды бірнеше түрге бөлуге болады (3-сурет):

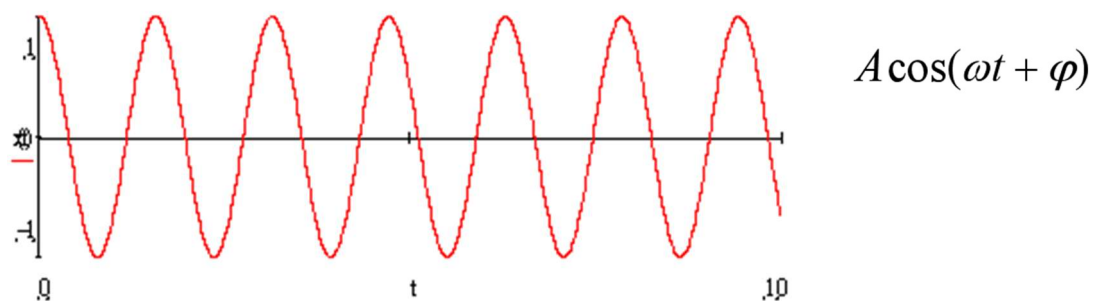
1. Аналогты (үздіксіз). Уақыт бойынша және амплитуда бойынша үздіксіз өзгереді. Мысалы: адам даусы, аналогтық радио, т.б.
2. Квантталған Үздіксіз уақыттағы, бірақ амплитудасы белгілі бір деңгейлерге дейін ғана алынған сигнал. Бұл цифрландырудың аралық кезеңі болып табылады.
3. Дискретті Уақыт бойынша дискретті (уақытша нүктелерде өлшенген), бірақ амплитудасы үздіксіз.
4. Сандық (цифрлық) Уақыт бойынша да, амплитуда бойынша да дискретті. Бұл – қазіргі байланыс жүйелерінде кең қолданылатын сигнал түрі. Мысалы: интернет деректері, сандық теледидар.



Сурет 3 - Электр байланыс жүйесіндегі негізгі сигнал түрлері

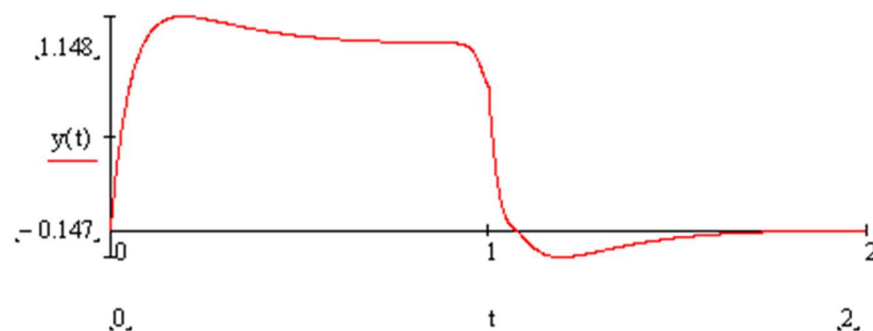
Аналогты сигналдардың мысалдары:

1. Гармоникалық тербеліс



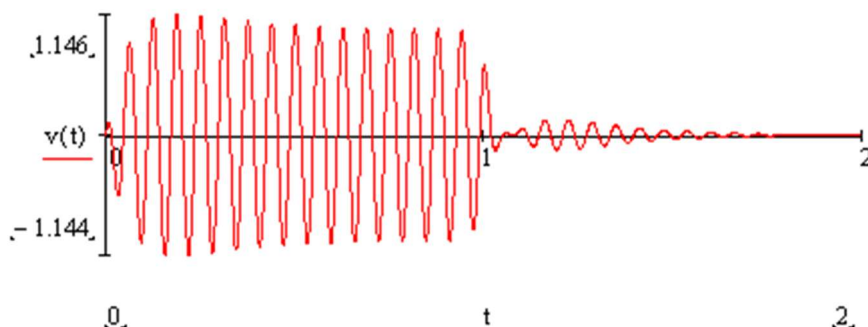
мұнда ω – циклдік жиілік, φ – бастапқы фазасы. Бұл классикалық синусоидалық сигнал, жиі тасымалдаушы сигнал ретінде қолданылады.

2. Видеоимпульс (таңбасын өзгертпейді)



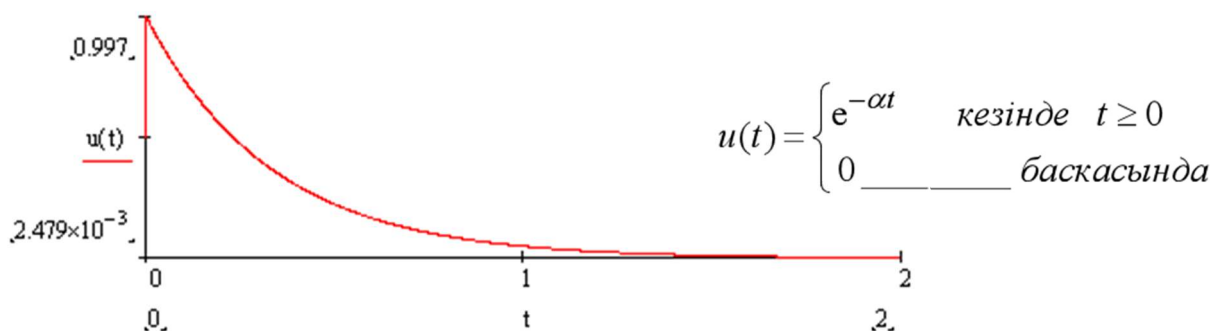
Амплитудасы уақыт бойы өзгермейтін, тұрақты бағытталған импульс. Көбіне бейнесигналдарды беру үшін қолданылады.

3. Радиоимпульс (таңбасын көп рет өзгертеді)



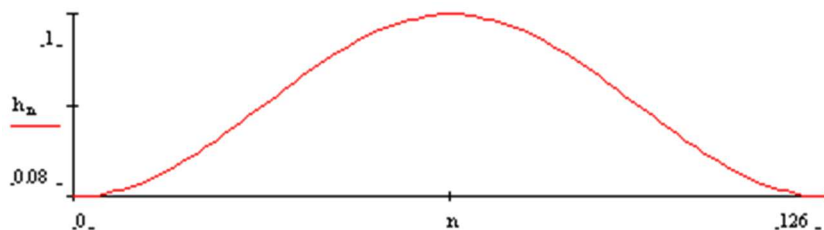
Жоғары жиілікті тербелістерден тұратын қысқа импульс. Ол жиі модуляцияланған сигналдың тасымалдаушысы ретінде пайдаланылады.

4. Экспоненциалды видеоимпульс



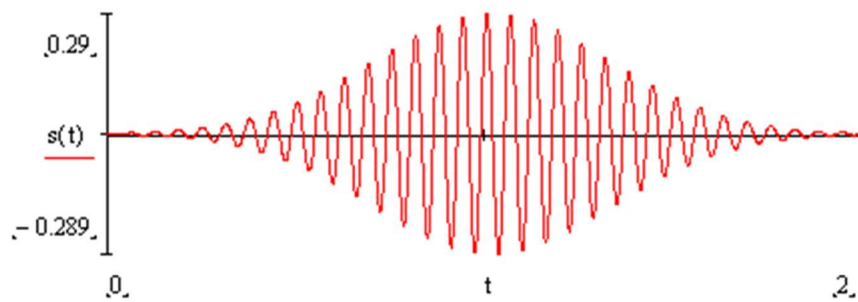
Формасы экспоненциалды функциямен берілетін импульс.

5. Қоңырау тәрізді видеоимпульс(тасымалданатын сигнал)



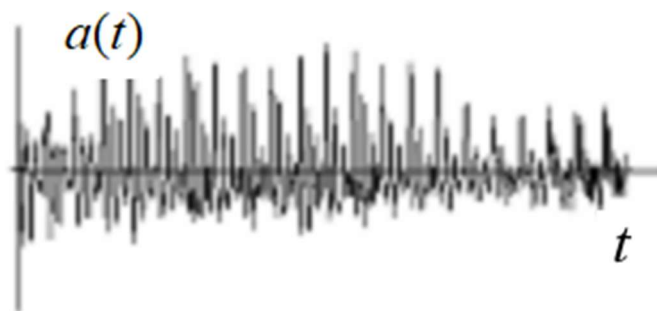
Формасы қоңырауға ұқсас, біртіндеп күшейіп, содан кейін бәсеңдейтін сигнал. Ол уақыт пен жиілікте локализацияланған сигнал ретінде қолданылады.

6. Қоңырау тәрізді радиоимпульс (амплитудалық модуляция)



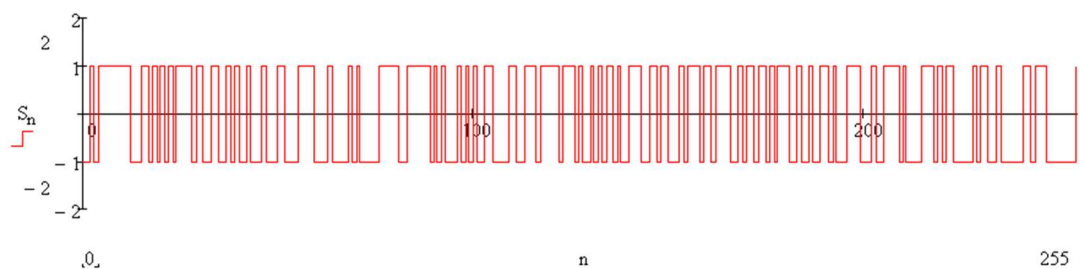
Формасы: $s(t) = Ae^{-\alpha t} \cos(\omega t)$. Бұл – амплитудасы экспоненциалды бәсеңдейтін синусоидальдық сигнал, жиі радиолокацияда қолданылады.

7. Дыбыстық сигнал



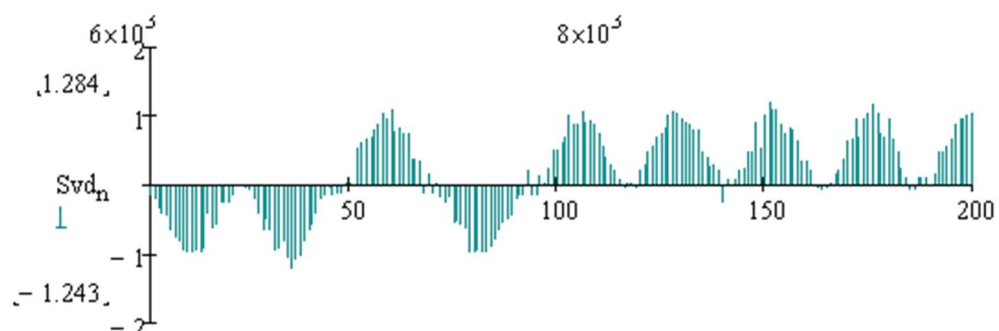
Адам сөйлеуі немесе музыкалық дыбыс сияқты табиғи, үздіксіз сигналдар. Жиілік диапазоны шамамен 20 Гц – 20 кГц.

8. Сандық М-тізбегі



Бұл – жалған кездейсоқ дискретті сигнал, жиі цифрлық байланыс және кодтауда қолданылады (мысалы, CDMA жүйесінде).

9. Дискретті сигнал



Уақыт бойынша да, мәні бойынша да белгілі бір нүктелерде анықталған сигнал. Мысалы, сандық сенсордан алынған деректер, цифрлық аудио немесе бейне файлдар.

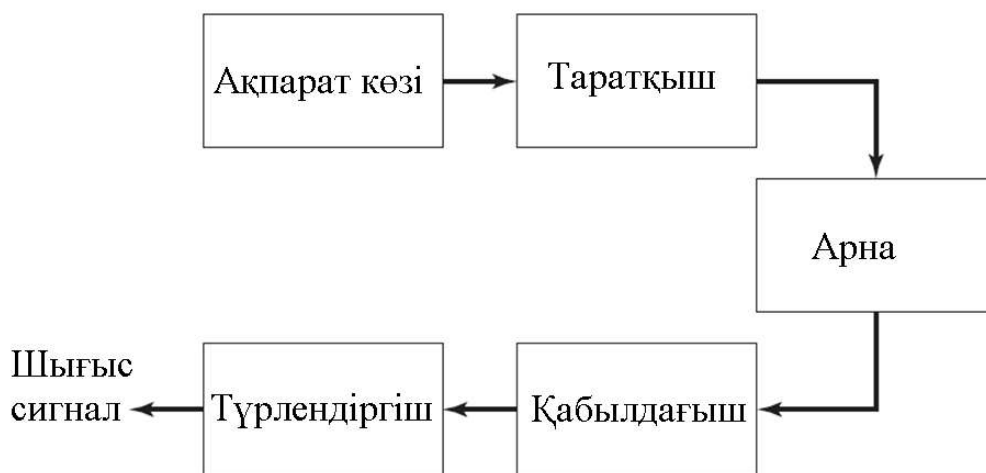
Байланыс жүйесі хабардың көзден алушыға (тұтынушыға) берілуін қамтамасыз ететін техникалық құралдар жиынтығы. Байланыс жүйесінің жүрегі үш негізгі бөліктен тұрады, атап айтқанда, таратушы, арна және қабылдағыш.

Арна бұл байланыс жүйесінің екі нүктесі арасындағы сигналдарды беру үшін қолданылатын техникалық заттар мен физикалық орта жиынтығы. Кедергі немесе шуыл оны бұрмалайтын және қабылдағыштағы хабарлардың шынайы ойнатылуын нашарлататын сигналға кез келген әсер етеді.

Аналогты байланыс жүйесі.

Біз электрлік байланыс жүйесін сипаттауды хабарлама сигналы кең ұғымда үздіксіз уақыт өзгеретін толқын пішіні деген болжамға негізделген. Біз осындай үздіксіз уақыт сигналының толқындық формаларына аналогтық сигналдар және аналогты көздер сияқты сигналдарды шығаратын сәйкес ақпарат көздеріне жатқызамыз. Аналогтық сигналдарды тікелей тасымалдаушы модуляциясы арқылы беруге болады байланыс қабылдағышта сәйкесінше демодуляцияланады. Біз осылай байланыс жүйесін **аналогтық байланыс жүйесі** деп атаймыз.

Жалпы алғанда, байланыс жүйесі 4 -суретте көрсетілген функционалды блок -схемамен ұсынылуы мүмкін.

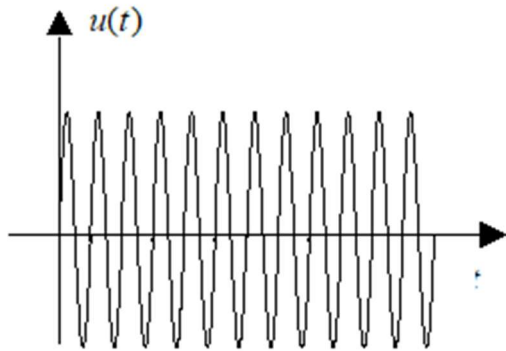


Сурет 4 – Байланыс жүйесінің жалпылама блок-схемасы

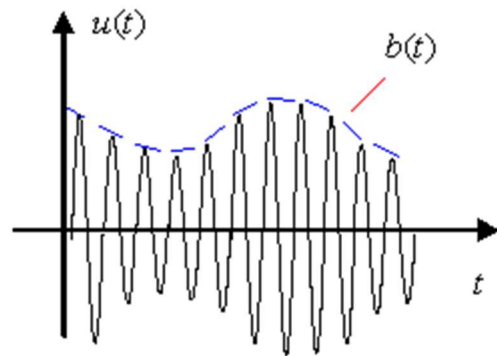
Таратқыш. Таратқыш электр сигналын физикалық арна немесе тасымалдау ортасы арқылы беруге жарамды формаға түрлендіреді. Мысалға, радио және телехабар таратуда Федералды байланыс комиссиясы (ФБК) әрбір таратушы станция үшін жиілік диапазонын анықтайды. Демек, таратушы берілетін ақпараттық сигнал сәйкес жиілік диапазонына аудару таратқышқа тағайындалған жиіліктің бөлінуіне сәйкес болу керек. Осылайша, бірнеше радиостанциялар бір -біріне кедергі жасамай сигналдар арқылы беріледі. Жалпы, таратушы хабар сигналының арнаға сәйкестігін орындайтын процесс модуляция деп аталады. Әдетте модуляция ақпарат сигнал синусоидалды тасымалдаушы амплитудасын, жиілігін немесе фазасын жүйелі түрде өзгертеді. Мысалға, In FM

радиохабарлары, ақпараттық сигнал берілетін синусоидальды тасымалдаушы жиіліктің өзгеруінде болады. Бұл мысал жиілік модуляциясы. Фазалық модуляция (PM) әлі үшінші синусоидальды тасымалдаушыда ақпараттық сигналды әсер ету әдісі. Жалпы алғанда 5-суретте көрсетілгендей, АМ, FM және РМ сияқты тасымалдаушы модуляциясы таратушы, сияқты ақпараттық сигналды сәйкес арна сипаттамаларының келетін формаға түрлендіру үшін қажет.

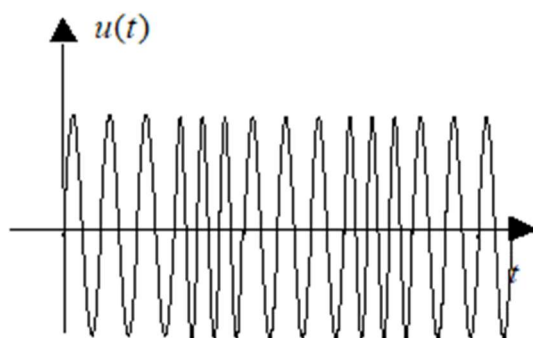
Модуляция түрлері



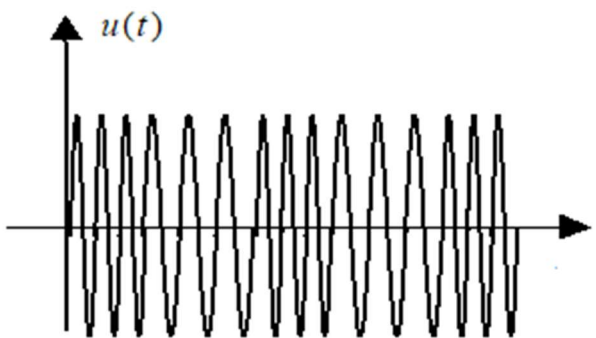
Тасушы сигнал



Амплитудалық модуляция



Жиіліктік модуляция



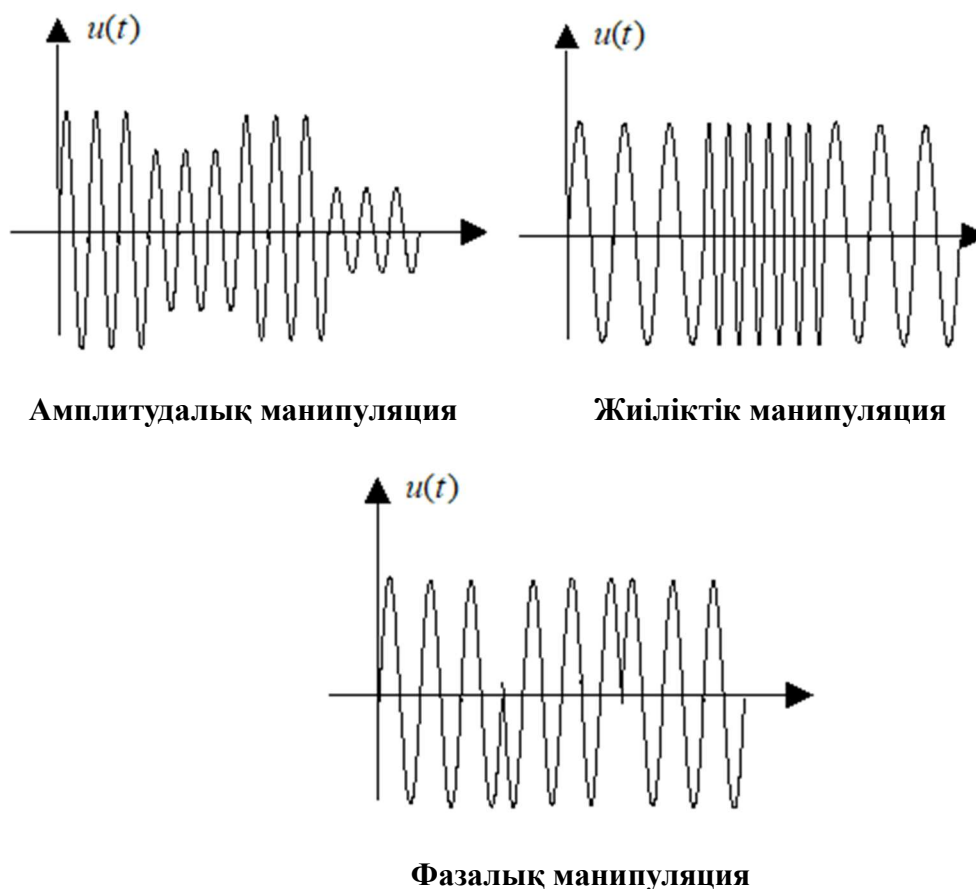
Фазалық модуляция

Сурет 5 - Аналогты модуляция түрлері

Қабылдағыш. Қабылдағыштың қызметі - сигнал құрамы бар алынған сигналда хабарламаны қалпына келтіру. Егер хабар сигналы тасымалдаушы модуляция арқылы берілсе, қабылдағыш синусоидальды тасымалдаушыдан хабарламаны шығару үшін тасымалдаушының демодуляциясын орындайды. Сигнал демодуляциясы қоспа шуыл және, мүмкін, басқа сигнал бұрмалануықатысуымен орындалатындықтан, демодуляцияланған хабар сигналы жалпы осы бұрмалаулардың болуымен белгілі дәрежеде нашарлады қабылданған сигнал болып табылады. Сигнал демодуляциясының негізгі функциясын орындаудан басқа қабылдағыш та бірқатар перифериялық функцияларды орындайды, оның ішінде сигналдарды сүзу және шуды басу жатады.

Дискретті (сандық) модуляция (манипуляция) түрлері

Дискретті модуляция (манипуляция) — бұл сандық ақпаратты (0 және 1 биттерін) тасымалдаушы сигналдың белгілі бір сипаттамаларын өзгерту арқылы беру әдісі. Мұнда сигналдың амплитудасы, жиілігі немесе фазасы дискретті түрде өзгереді (Сурет 6).



Сурет 5 - Манипуляция түрлері

1. Амплитудалық манипуляция (Amplitude Shift Keying, ASK) - биттік ақпарат амплитуданың өзгерісімен беріледі. Мысалы: «1» — жоғары амплитуда, «0» — төмен немесе нөлдік амплитуда. Қарапайым, бірақ шудың әсеріне әлсіз. Қолданылуы: оптикалық байланыс жүйелері.

2. Жиіліктік манипуляция (Frequency Shift Keying, FSK) - ақпарат тасымалдаушы сигналдың жиілігімен беріледі. Мысалы: «1» — жиілік f_1 , «0» — жиілік f_0 . Шуға төзімділігі жоғары., Қолданылуы: радиобайланыс, модемдер.

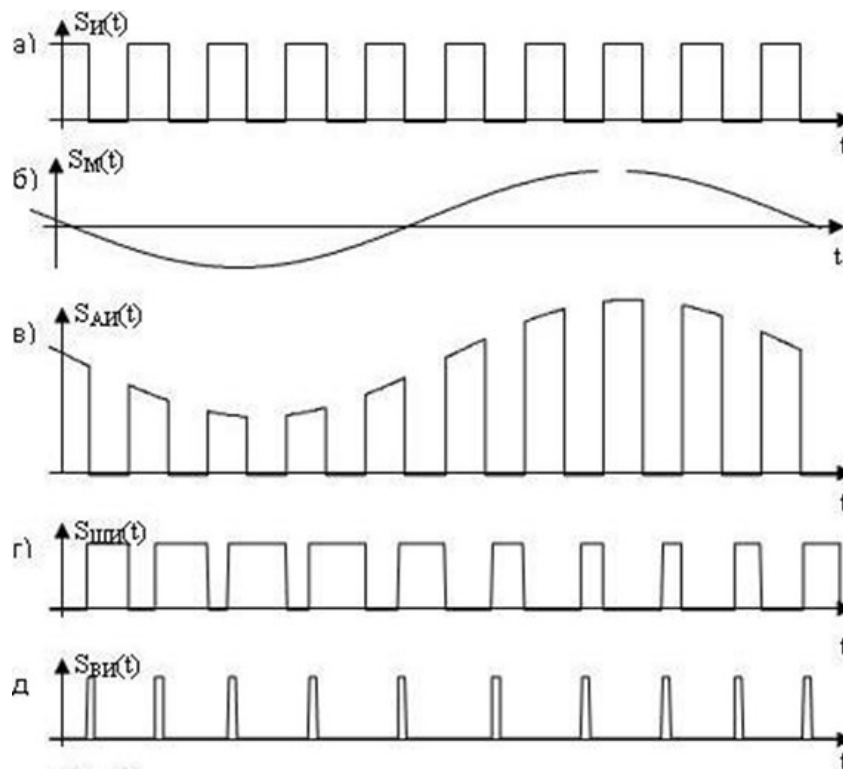
3. Фазалық манипуляция (Phase Shift Keying, PSK) - ақпарат сигнал фазасының өзгерісімен беріледі. Мысалы: «0» — фаза 0° , «1» — фаза 180° (BPSK). Түрлері: BPSK (Binary PSK) – екі фазалы, QPSK (Quadrature PSK) – төрт фазалы, 8-PSK, 16-PSK – көпфазалы. Жоғары дерек беру жылдамдығына мүмкіндік береді.

Импульсті тасымалдаушысы бар модуляция түрлері.

6- суретте дискреттеу және кванттау процестерімен байланысты әртүрлі сигнал түрлері бейнеленген.

а) $S_H(t)$ — Импульстік сигнал (импульстік тізбек). Бұл дискреттеу процесінің нәтижесі. Уақыт бойынша тең интервалмен қайталанатын тікбұрышты импульстер. Сигналды үлгілеу (sampling) үшін қолданылады.

б) $S_M(t)$ — Аналогты (үздіксіз) модуляцияланған сигнал. Бұл бастапқы аналогтық сигнал. Уақыт бойынша үздіксіз өзгереді, мысалы, синусоидалық толқын.



Сурет 6 - Дискреттеу және кванттау процестерімен байланысты әртүрлі сигнал түрлері

в) $S_{AM}(t)$ — Амплитудалық-квантталған сигнал (амплитудалық импульстік модуляция, АИМ). Импульстердің биіктігі аналогты сигналдың мәніне сәйкес өзгереді. Бұл — амплитудалық импульстік модуляция (РАМ) мысалы.

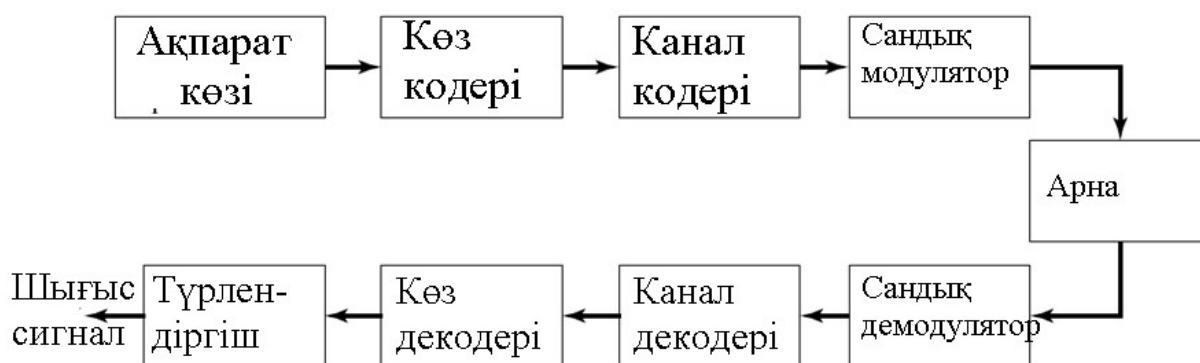
г) $S_{ШИМ}(t)$ — Ендік-импульстік модуляция (ШИМ- широтно -импульсная модуляция). Импульстердің ені (width) аналогты сигналдың мәніне байланысты. Бұл — PWM (Pulse Width Modulation).

д) $S_{ВИМ}(t)$ — Уақыттық импульсті модуляция (Временная импульсная модуляция (ВИМ)). Импульстердің уақыттағы орны (позициясы) өзгеріп отырады. Бұл — PPM (Pulse Position Modulation).

Сандық байланыс жүйесінің негізгі элементтері.

Сандық байланыс жүйесінде таратқышта және қабылдағышта орындалатын функционалды операциялар таратқышта хабарламалық сигналды дискретизациялауды және

қабылдағышта хабарлық сигналды синтездеуді немесе интерполяцияны қамту үшін кеңейтілуі керек. Қосымша функцияларға артықшылықты жою, арнаны кодтау мен декодтау кіреді. Бастапқы шығыс аудио немесе бейне сигналы сияқты аналогтық сигнал болуы мүмкін, немесе уақытша дискретті және шығыс таңбаларының шектеулі саны бар компьютердің шығысы сияқты сандық сигнал болуы мүмкін. Сурет 7-де көрсетілген сандық байланыс жүйесінде дереккөз шығаратын хабарлар әдетте екілік сандар тізбегіне айналады.



Сурет 7 – Сандық байланыс жүйесінің блок-схемасы

Аналогты немесе сандық көздің шығуын екілік цифрлар тізбегіне тиімді түрлендіру процесі деректерді кодтау немесе деректерді қысу деп аталады. Ақпараттық тізбек деп атайтын бастапқы кодерден екілік цифрлар тізбегі арналық кодерге беріледі. Арналық кодердің мақсаты - екілік ақпараттың кейбір артықшылығын бақыланатын түрде енгізу сигналды арна арқылы беру кезінде кездесетін шу мен кедергілердің әсерін жою үшін қабылдағышта қолдануға болатын реттілік. Сандық байланыс жүйелерінде модулятор мен демодулятор бір құрылғыға – **модемге**, ал кодер мен декодер – **кодекке** біріктірілген.

Арналық кодердің шығысындағы екілік реттілік байланыс арнасының интерфейсі ретінде қызмет ететін цифрлық модуляторға беріледі. Іс жүзінде кездесетін байланыс арналарының барлығы дерлік электр сигналдарын (толқындық формаларды) жіберуге қабілетті болғандықтан, цифрлық модулятордың негізгі мақсаты сигналдың толқындық формаларына екілік ақпарат тізбегін салыстыру болып табылады.

Дәрісті бекітуге арналған сұрақтар:

- Ақпарат анықтамасы және оның көздеріне мысал келтіріңіз.
- Сигнал анықтамасы және оның параметрлерін келтіріңіз.
- Байланыс жүйесі және оның негізгі бөліктері. Олардың қызметі.
- Модуляция түрлерін келтіріңіз.
- Аналогты байланыс жүйесі және оның құрылымы.
- Сандық байланыс жүйесі және оның құрылымы, ерекшеліктерін түсіндіріңіз.

Әдебиеттер тізімі

1. Электрлік байланыс теориясы : оқу құралы 5В071900 "Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар" мамандығының студенттеріне арналған / А. Д. Мехтиев [и др.] ; Қазақстан Республикасы білім және ғылым министрлігі, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті. - Қарағанды : ҚарМТУ, 2023. - 78 бет.
2. Хизирова, М. А. «Электрлік байланыс теориясы» пәнінен есептер жинағы Оқулық / М. А. Хизирова, Д. Д. Кловский, В. А. Шилкин ; ҚР Ғылым және білім м-гі, Ғ. Дәукеев ат. Алматы энергетика және байланыс ун-ті. – Алматы : ADAL KИТАР, 2023. – 208 б.
3. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи. Уч. пособие. – СПб.: Лань, 2010. – 240 с.
4. Биккенин Р.Р., Чесноков М.Н. Теория электрической связи. Уч. пособие. – М.: Академия, 2010 - 336 с.