

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Құттыбай Н.Б.

Аналогты электронды схемалар

«Өндірістік электроника және басқару жүйелері», «Радиотехника,
электроника және телекоммуникациялар» мамандықтары бойынша білім
алушы студенттерге арналған

Алматы

1 Дәріс. Аналогты электроникаға кіріспе

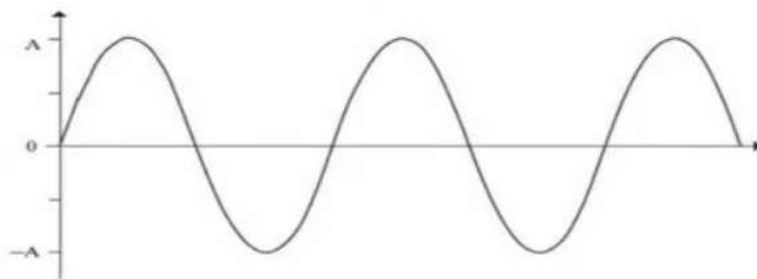
Дәрістің мақсаты: Аналогты электроника саласының негіздерімен таныстыру, оның маңызды принциптері мен элементтерін түсіндіру. Лекцияда аналогты және цифрлық сигналдардың айырмашылықтары, аналогты схемалардың құрылымы мен жұмыс істеу принциптері, олардың қолдану салалары қарастырылады. Осы арқылы аналогты электрониканың маңыздылығын және оның қазіргі технологияларда қалай қолданылатынын көрсету.

1. Аналогты сигналдар мен цифрлық сигналдардың айырмашылығы

Электроникада сигналдар екі негізгі түрге бөлінеді: аналогты және цифрлық сигналдар.

1.1. Аналогты сигнал

Аналогты сигнал — бұл уақытқа байланысты үздіксіз өзгеретін физикалық шама. Оның мәні уақыттың кез келген мезетінде әртүрлі мән қабылдай алады. Бұл сигнал нақты әлемдегі табиғи құбылыстарды сипаттауға ыңғайлы.



Аналогты сигналдың негізгі қасиеттері:

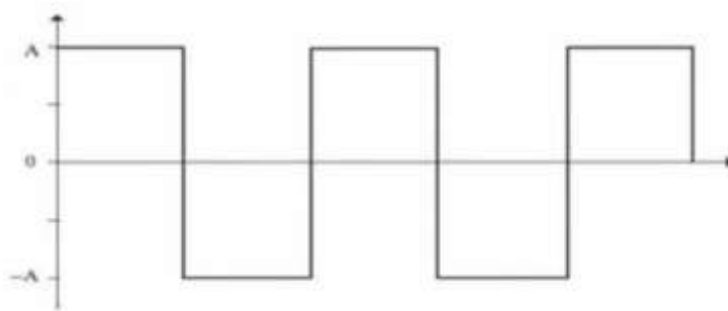
- ❖ Үздіксіздік: сигнал мәні уақыт бойынша үзілмейді, тұрақты түрде өзгереді.
- ❖ Шексіз дәлдік: сигналдың кез келген уақытта кез келген нақты мәнге ие болуы мүмкін (теориялық тұрғыда).
- ❖ Табиғи құбылыстарға сәйкес: дыбыс, жарық, температура, қысым сияқты физикалық параметрлер аналогты сипатта болады.

Мысалдар:

- ❖ Микрофон арқылы жазылған адамның дауысы (дыбыс қысымының үздіксіз өзгерісі).
- ❖ Дыбыс сигналы динамикте.
- ❖ Күннің температурасының күн бойғы өзгерісі.

1.2. Цифрлық сигнал

Цифрлық сигнал — уақыт бойынша белгілі бір нақты аралықтарда өзгеретін және тек дискретті мәндер қабылдайтын сигнал түрі. Әдетте цифрлық сигналдар екі негізгі деңгейге ие болады: 0 және 1 (екілік код).



Цифрлық сигналдың негізгі қасиеттері:

- ❖ Дискреттілік: сигнал тек алдын ала анықталған уақыт сәттерінде өзгереді.
- ❖ Шектеулі мәндер: сигнал мәндері алдын ала белгіленген шектеулі санды мәндерді ғана қабылдайды.
- ❖ Шудың әсеріне төзімді: аздаған сыртқы әсерлер сигналды бұзбайды, себебі оны қайта қалпына келтіруге болады.

Мысалдар:

- ❖ Компьютер жадысында сақталатын деректер.
- ❖ Сандық фотосуреттердің пикселдік мәндері.
- ❖ Компьютерлік дыбыс файлдары (мысалы, MP3 форматындағы музыка).

1.3. Аналогты және цифрлық сигналдардың салыстырмасы

Ерекшелігі	Аналогты сигнал	Цифрлық сигнал
Мәндер саны	Шексіз (кез келген мәнді қабылдай алады)	Шектеулі (әдетте 0 және 1 деңгейлері)
Уақыт бойынша сипаты	Үздіксіз	Дискретті, уақыт аралықтарында өзгереді
Шудың әсері	Жоғары (шағын өзгерістер сигналды бұза алады)	Төмен (шағын қателер түзетілуі мүмкін)
Өңдеу әдісі	Күшейту, сүзу, аналогты түрлендіру	Логикалық операциялар, кодтау, декодтау
Сақтау және тасымалдау	Дәлдігі төмен, шулар әсер етуі мүмкін	Деректер дәл сақталады және оңай қалпына келеді
Қолдану салалары	Аудиотехника, өлшеу құрылғылары, байланыс	Компьютерлер, сандық байланыс, мультимедиа

1.4. Аналогты сигналды цифрлық сигналға түрлендіру

Көптеген қазіргі жүйелерде аналогты сигнал алдымен аналогты-цифрлық түрлендіргіштер (АЦТ) арқылы цифрлық түрге айналдырылады. Бұл процесс 2 негізгі кезеңнен тұрады:

- ❖ Үлгілеу (семплирование): аналогты сигналдан белгілі бір уақыт аралықтарында өлшемдер алу.
- ❖ Кванттау: алынған өлшемдерді ең жақын сандық мәнге дөңгелектеу.

Мысал:

Микрофон арқылы жазылған дыбыс аналогты түрінде болса, оны компьютерге сақтау үшін сигнал үздіксіз емес, үлгілер түрінде цифрланады.

2. Аналогты схемалардың негізгі элементтері

Аналогты электронды схемалар әртүрлі электронды компоненттерден құралады. Әрбір элементтің өзіндік міндеті мен физикалық қасиеттері бар. Бұл элементтерді дұрыс түсіну – кез келген аналогты схеманы жобалаудың негізі болып табылады.

2.1. Резисторлар

Резистор — токтың өтуіне кедергі жасайтын пассивті электрондық элемент.



Негізгі қызметтері:

- ❖ Ток пен кернеуді шектеу.
- ❖ Электр энергиясын жылу түрінде тарату.
- ❖ Тізбекте кернеу бөлгіштер жасау.
- ❖ Белгілі бір ток мәнін орнату үшін қолданылады.

2.2. Конденсаторлар

Конденсатор — екі өткізгіш пластинадан және олардың арасындағы диэлектрик материалынан тұратын пассивті элемент. Ол электр зарядын жинайды және сақтайды.



Негізгі қызметтері:

- ❖ Қуат көзіндегі тұрақсыздықты түзету (кернеуді тұрақтандыру).
- ❖ Төмен немесе жоғары жиілікті сигналдарды сүзу.
- ❖ Импульстік сигналдарды тегістеу.
- ❖ Уақыт тұрақтысы бар тізбектерді құру (RC-таймерлер).

2.3. Индуктивті катушкалар

Индуктивтік — ток өзгергенде өз ішінде магнит өрісін тудыратын пассивті элемент. Ол электр энергиясын магнит өрісінде сақтайды.



Негізгі қызметтері:

- ❖ Жоғары жиілікті сигналдарды сүзу.
- ❖ Кернеу мен токты түрлендіру (трансформаторларда).

- ❖ Импульстік токтарды тегістеу.
- ❖ Электромагниттік өріс арқылы энергия сақтау.

2.4. Диодтар

Диод — токты тек бір бағытта өткізетін жартылай өткізгіш құрылғы.



Негізгі қызметтері:

- ❖ Түзеткіштерде айнымалы токты тұрақты токқа түрлендіру.
- ❖ Қорғау схемаларында кері токтан элементтерді сақтау.
- ❖ Сигналдарды модификациялау (клиппинг, кламппинг схемаларында).

2.5. Транзисторлар

Транзистор — токты немесе кернеуді басқару арқылы күшейту немесе коммутация жасауға арналған жартылай өткізгіш құрылғы.

Негізгі қызметтері:

- ❖ Күшейткіш ретінде (кіші сигналдарды үлкен сигналдарға айналдыру).
- ❖ Қосу/өшіру құрылғысы ретінде (коммутация).
- ❖ Логикалық схемаларда негізгі элемент ретінде.

2.6. Операциялық күшейткіштер (ОК)

Операциялық күшейткіш (ОК) — жоғары кіріс кедергісі мен төмен шығыс кедергісі бар интегралды микросхема, ол аналогты сигналдарды өңдеуге арналған.



Негізгі қызметтері:

- ❖ Кернеуді күшейту (дифференциалды кірістер арқылы).
- ❖ Интеграция және дифференция жасау.
- ❖ Сүзгілер жасау (төмен, жоғары және орта жиілікті сүзгілер).
- ❖ Компараторлар (сигналдарды салыстыру).

3. Аналогты құрылғылардың қолдану салалары

Аналогты электронды схемалар әртүрлі өмірлік және өндірістік салаларда маңызды рөл атқарады. Себебі, табиғи ортадағы көптеген сигналдар (дыбыс, температура, қысым, жарық) — үздіксіз, яғни аналогты сипатта болады. Мұндай сигналдарды өңдеу үшін аналогты құрылғылар қажет.

Аналогты құрылғылардың негізгі қолдану бағыттары төмендегідей:

3.1. Аудиотехника

Аудиотехника — аналогты схемалардың ең кең таралған қолдану салаларының бірі.

Мысалдар:

❖ Музыкалық күшейткіштер: Электр гитара, микрофон немесе ойнатқыштардан алынған әлсіз дыбыс сигналдарын күшейтіп, оларды динамикке жеткізеді.

❖ Эквалайзерлер: Дыбыс сигналдарының жиілігін өзгертіп, әуеннің сапасын жақсартады.

❖ Аналогты дыбыс процессорлары: Музыка мен дыбыс сигналдарын арнайы өңдеулер үшін (реверберация, эффекттер) пайдаланылады.

Негізгі құрылғылар: Транзисторлар, операционды күшейткіштер, сүзгілеу схемалары.

Неліктен аналогты: Дыбыс толқындары табиғатта үздіксіз болғандықтан, олардың өңделуі аналогты түрде дәлірек беріледі.

3.2. Байланыс жүйелері

Байланыс жүйелерінде аналогты схемалар сигналдарды беру және қабылдау процестерінде қолданылады.

Мысалдар:

❖ Радиоқабылдағыштар: Әуеде таратылған радиосигналдарды қабылдап, оларды дыбыс сигналдарына түрлендіреді.

❖ Таратқыштар: Дыбысты немесе бейнені белгілі бір жиіліктегі электромагниттік толқындарға модуляциялап таратады.

❖ Телевизиялық жүйелердің аналогты модулдері: Бейне және дыбыс сигналдарын беру үшін қолданылған.

Негізгі құрылғылар: Осцилляторлар, сүзгілер, модуляторлар, детекторлар.

Неліктен аналогты: Радио мен телехабарларда сигналдарды модуляциялау және демодуляциялау табиғи түрде аналогты процестерге сүйенеді.

3.3. Өлшеу құрылғылары

Аналогты схемалар физикалық шамаларды дәл өлшеуге мүмкіндік береді.

Мысалдар:

❖ Температура датчиктері: Термисторлар немесе термопарлар арқылы температураны аналогты кернеуге түрлендіреді.

❖ Қысым өлшегіштер: Микромеханикалық сенсорлар қысымды аналогты сигналға айналдырады.

❖ Кернеу мен ток өлшегіштер: Амперметрлер мен вольтметрлер аналогты сигналдарды көрсетеді.

Негізгі құрылғылар: Сенсорлар, күшейткіштер, аналогты дисплей құрылғылары.

Неліктен аналогты: Табиғи физикалық өзгерістерді (температура, қысым, т.б.) үздіксіз түрде өлшеу керек, сондықтан аналогты өңдеу қажет.

3.4. Басқару жүйелері

Аналогты құрылғылар өндірістік және автоматтандыру жүйелерінде жиі қолданылады.

Мысалдар:

- ❖ Өндірістік реттегіштер: Мысалы, температураны, жылдамдықты немесе қысымды белгілі бір шек ішінде ұстап тұратын құрылғылар.

- ❖ Аналогты PID-регуляторлар: Қате сигналын үзіліссіз бақылай отырып, жүйені тұрақты ұстайды.

- ❖ Сызықты сервожүйелер: Қозғалысты нақты бақылап отыру үшін аналогты күшейту мен кері байланысты қолданады.

Негізгі құрылғылар: Операциялық күшейткіштер, компараторлар, аналогты релелер.

Неліктен аналогты: Үздіксіз бақылау мен жылдам жауап қайтару қажет болатын процестерде аналогты схемалар тиімдірек жұмыс істейді.

3.5. Медицина

Медициналық құрылғыларда адамның физиологиялық параметрлерін дәл әрі үзіліссіз тіркеу қажет. Бұл үшін аналогты схемалар қолданылады.

Мысалдар:

- ❖ ЭКГ (электрокардиограмма): Жүрек бұлшықеттерінің электрлік белсенділігін өлшейді.

- ❖ ЭЭГ (электроэнцефалограмма): Ми белсенділігін аналогты сигнал ретінде тіркейді.

- ❖ Ультрадыбыстық құрылғылар: Жоғары жиілікті дыбыс сигналдарын генерациялап және қабылдайды.

Негізгі құрылғылар: Биомедициналық сенсорлар, күшейткіштер, аналогты сүзгілер.

Неліктен аналогты: Адам ағзасынан алынатын сигналдар үздіксіз және өте әлсіз болады. Сондықтан оларды дәл жазып алу үшін аналогты күшейту және өңдеу қажет.

4. Аналогты электрониканың маңыздылығы

- ❖ Көптеген нақты әлемдік сигналдар (дыбыс, жарық, температура) бастапқыда аналогты сипатта болады.

- ❖ Аналогты схемалар арқылы сигналды күшейтіп, түрлендіріп, өңдеп барып цифрлық жүйелерге береді.

- ❖ Цифрлық құрылғылардың өзі де аналогты элементтерге тәуелді (мысалы, цифрлық құрылғылардағы аналогты-цифрлық түрлендіргіштер – АЦТ).

Сондықтан, заманауи инженер мен техник үшін аналогты электрониканың негіздерін түсіну – өте маңызды.

Қорытынды:

Аналогты электроника – табиғи сигналдарды қабылдау, өңдеу және түрлендіру үшін қажет негізгі сала. Бүгінгі дәрісте біз аналогты және цифрлық сигналдардың айырмашылығын, негізгі аналогты элементтерді және олардың қолдану салаларын қарастырдық. Көптеген нақты әлемдік құбылыстар

аналогты сипатта болғандықтан, инженерлер үшін аналогты схемалардың жұмысын түсіну өте маңызды. Бұл білім шынайы сигналдармен жұмыс істеуге, құрылғылардың тиімділігін арттыруға және заманауи электронды жүйелердің негізін терең ұғынуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі:

1. Sedra, A. S., & Smith, K. C. — Microelectronic Circuits, Oxford University Press, 2020.
2. Horowitz, P., & Hill, W. — The Art of Electronics, Cambridge University Press, 2015.
3. Boylestad, R., & Nashelsky, L. — Electronic Devices and Circuit Theory, Pearson, 2019.
4. Razavi, B. — Fundamentals of Microelectronics, Wiley, 2014.
5. Агуров, А. С., Бессонов, Л. А. — Теория электрических цепей, М.: Высшая школа, 2008.
6. Кулаков, Н. И., Пастухов, А. И. — Основы аналоговой электроники, М.: Солон-Пресс, 2010.
7. Сәйденов, Б. Т., Сапарғалиұлы, Қ. — Электроника негіздері, Алматы: Рауан, 2004.
8. Бектұров, Ә. Б., Қойшыбаев, Ә. Е. — Электр және электроника негіздері, Алматы: Қазақ университеті, 2012.