

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Электротехника және микроэлектроника

12-дәріс

Микроэлектроника негіздері және электрондық сұлбаларды талдауда жасанды интеллект құралдарын қолдану

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, PhD докторы, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

1

Микроэлектроника ұғымы және міндеттері

2

Жартылай өткізгіш материалдар

3

p–n ауысуы және диод

4

Транзисторлар және олардың қызметі

5

Интегралдық сұлбалар

6

Электрондық сұлбаларды модельдеу

7

ЖИ құралдарының талдаудағы мүмкіндіктері

8

ЖИ қолданудың шектеулері және тексеру

Микроэлектроника дегеніміз не?



Микроэлектроника — электрондық компоненттер мен интегралдық сұлбаларды шағын өлшемде құру, зерттеу және қолданумен айналысатын электроника саласы.

НЕГІЗГІ ЭЛЕМЕНТТЕР

Диодтар, транзисторлар,
резисторлар, конденсаторлар.

ИНТЕГРАЦИЯ

Көптеген элемент бір жартылай
өткізгіш кристалда біріктіріледі.

МАҚСАТ

Өлшемді, энергия тұтынуды және
құнын азайтып,
функционалдылықты арттыру.

Микроэлектроника заманауи есептеу, байланыс, автоматика және басқару жүйелерінің аппараттық негізін құрайды.

Жартылай өткізгіштердің электр өткізгіштігі өткізгіштер мен диэлектриктердің арасында орналасады және қоспалау, температура, жарық сияқты факторларға тәуелді.

МЕНШІКТІ

Таза жартылай өткізгіш.
Электрондар мен кемтіктер саны
шамалас.

n-ТИПТІ

Негізгі заряд тасымалдаушылар —
электрондар.

p-ТИПТІ

Негізгі заряд тасымалдаушылар —
кемтіктер.

Кремний (Si) — микроэлектроникада кең қолданылатын негізгі жартылай өткізгіш материалдардың бірі.

р–п ауысуы және жартылай өткізгіш диод



р және п аймақтарының шекарасында р–п ауысуы түзіледі. Оның біржақты өткізгіштік қасиеті диод жұмысының негізі болып табылады.

ТУРА ЫҒЫСУ

р-аймақ «+», п-аймақ «-».
Диод ток өткізеді.

КЕРІ ЫҒЫСУ

р-аймақ «-», п-аймақ «+».
Ток өте аз.

ҚОЛДАНЫЛУЫ

Түзету, қорғау, коммутация және
сигналдарды өңдеу.

Диод — токты негізінен бір бағытта өткізетін екі электродты элемент.

Транзистор — электр сигналын күшейтуге немесе электрондық кілт ретінде басқаруға арналған жартылай өткізгіш аспап.

BJT

Биполярлық транзистор.
NPN немесе PNP.
База тогы коллектор тогын
басқарады.

MOSFET

Өрістік транзистор.
Қақпа кернеуі арна тогын
басқарады.

ҚОЛДАНУ

Күшейткіштер, логикалық сұлбалар,
қуат түрлендіргіштері.

Цифрлық интегралдық сұлбалардың негізгі элементтерінің бірі — MOS транзисторы.

Интегралдық сұлба (ИС) — көптеген электрондық компоненттер бір кристалда технологиялық түрде біріктірілген микроэлектрондық құрылғы.

АНАЛОГТЫҚ ИС

Күшейткіштер,
тұрақтандырғыштар, сүзгілер.

ЦИФРЛЫҚ ИС

Логикалық элементтер,
регистрлер, процессорлар, жад.

АРАЛАС ИС

Аналогтық және цифрлық
блоктарды бір кристалда
біріктіреді.

Интеграция деңгейінің өсуі құрылғылардың өнімділігін арттырып, өлшемін азайтады.

Модельдеу нақты құрылғыны жинамай тұрып оның электрлік режимдерін тексеруге, параметрлерін таңдауға және ықтимал қателерді анықтауға мүмкіндік береді.

СҰЛБАНЫ ҚҰРУ

Компоненттер, қорек көздері және байланыстар енгізіледі.

ЕСЕПТЕУ

DC, AC және уақыттық талдау жүргізіледі.

НӘТИЖЕ

Кернеу, ток, қуат, жиілік сипаттамалары бағаланады.

Модельдеу нәтижесі теориялық есеппен және компоненттердің техникалық сипаттамаларымен салыстырылуы тиіс.

Жасанды интеллект құралдары инженерге есепті түсіндіру, формулаларды түрлендіру, сұлбаның жұмыс логикасын сипаттау және модельдеу нәтижелерін талдау кезінде көмекші құрал бола алады.

ТҮСІНДІРУ

Сұлбаның жұмыс принципін кезең-кезеңімен сипаттау.

ЕСЕПТЕУГЕ КӨМЕК

Теңдеулерді құру, параметрлерді есептеу алгоритмін ұсыну.

ТАЛДАУ

Нәтижелерді салыстыру, ауытқулар мен ықтимал себептерді іздеу.

ЖИ инженерлік шешімді автоматты түрде «дұрыс» етпейді — нәтижелер міндетті түрде тексеріледі.

1

Сұлбаның мақсатын және кіріс деректерін нақты беру

2

Компоненттер мен олардың параметрлерін көрсету

3

ЖИ-ден талдау әдісін және теңдеулерді түсіндіруді сұрау

4

Нәтижені қолмен немесе симуляторда қайта есептеу

5

Қателерді, шекті режимдерді және допустарды тексеру

6

Тек тексерілген нәтижені инженерлік шешімде қолдану

Мысал: резистор–диод тізбегін талдау

БЕРІЛГЕНІ

$U = 5 \text{ V}$
 $R = 1 \text{ k}\Omega$
Кремний диоды

Қарапайым бағалау үшін $U_D \approx 0.7 \text{ V}$
деп аламыз.

1) Резистордағы кернеу:

$$U_R = 5 - 0.7 = 4.3 \text{ V}$$

2) Тізбек тогы:

$$I \approx 4.3/1000 = 4.3 \text{ mA}$$

3) ЖИ көмегімен тексерілетін сұрақтар:

- Диодтың қуаты рұқсат етілген бе?
- R өзгерсе ток қалай өзгереді?
- Нақты I – V моделінде нәтиже қаншалықты өзгереді?

ЖИ ұсынған есеп симуляция немесе қолмен есептеу арқылы тексерілуі керек.

ҚАТЕ ЖАУАП

ЖИ формуланы, компонент параметрін немесе жұмыс режимін қате түсіндіруі мүмкін.

КОНТЕКСТ ЖЕТІСПЕУІ

Нақты сұлба, температура, допуск және жүктеме жағдайлары толық берілмеуі мүмкін.

ИНЖЕНЕР ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

Соңғы шешім есеп, симуляция, datasheet және тәжірибелік тексеруге сүйенуі тиіс.

Қағида: ЖИ — талдауды жылдамдататын көмекші құрал, инженерлік верификацияны алмастырмайды.



1

Микроэлектроника қандай міндеттерді шешеді?

2

n-типті және p-типті жартылай өткізгіштердің айырмашылығы қандай?

3

p–n ауысуы диодтың жұмысында қандай рөл атқарады?

4

Транзистордың негізгі екі қызметін атаңыз.

5

Интегралдық сұлба дегеніміз не?

6

ЖИ электрондық сұлбаны талдауда қандай көмек көрсете алады?

7

Неліктен ЖИ нәтижесін симуляциямен немесе есеппен тексеру қажет?

Қорытынды

- ✓ Микроэлектроника жартылай өткізгіш элементтер мен интегралдық сұлбаларды зерттейді және заманауи электрондық жүйелердің аппараттық негізін құрайды.
- ✓ p–n ауысуы диодтардың, ал басқарылатын жартылай өткізгіш құрылымдар транзисторлардың жұмыс негізін қалыптастырады.
- ✓ Интегралдық сұлбалар көптеген электрондық компоненттерді бір кристалда біріктіруге мүмкіндік береді.
- ✓ ЖИ құралдары сұлбаны түсіндіруді, есептеу алгоритмін құруды және модельдеу нәтижелерін талдауды жылдамдата алады.
- ✓ ЖИ берген кез келген инженерлік нәтиже теориялық есеппен, симуляциямен, техникалық құжаттамамен немесе экспериментпен тексерілуі тиіс.

Силлабус: 12-дәріс — «Микроэлектроника негіздері және электрондық сұлбаларды талдауда жасанды интеллект құралдарын қолдану».