«Интегралдық және микропроцессорлық схемотехника»

Дәуренов ӘД

Силлабус

1. Санау жүйелері және сандық құрылғыларда деректерді ұсыну
2. Буль алгебрасының негіздері және логикалық функциялар
3. Логикалық функцияларды минимизациялау және комбинациялық схемаларды синтездеу
4. Цифрлық интегралдық микросхемалардың элементтік базасы: ТТЛ және КМОП
5. Шифраторлар және дешифраторлар
6. Мультиплексорлар және демультиплексорлар
7. Код түрлендіргіштері және цифрлық деректерді беру
8. Қосқыштар және цифрлық арифметикалық құрылғылардың негіздері
9. Тізбектік схемалар. RS-триггерлер
10. D-, JK- және T-триггерлер
11. Импульс санауыштары және таймерлік құрылғылар
12. Регистрлер және деректерді сақтау мен түрлендіру құрылғылары
13. Цифрлық жүйелердің жад құрылғылары
14. Аналогтық-цифрлық және цифрлық-аналогтық түрлендіргіштер
15. Микропроцессорлар мен микроконтроллерлердің архитектурасы

Лекция 1. Санау жүйелері және сандық құрылғыларда деректерді ұсыну

Лекцияда қарастырылатын ақпарат:

- Сандық техникада неліктен 0 және 1 сандарын қолданады;
- 2, 10 және 16 санау жүйелерінің айырмашылықтары;
- сандарды бір санау жүйесінен екіншісіне түрлендіру тәсілдері;
- қарапайым екілік арифметикалық амалдардың қалай орындалатыны;
- бит, байт және машиналық сөз ұғымдары;
- оң және теріс сандардың сандық құрылғыларда қалай ұсынылатыны;
- қосымша кодтың не үшін қажет екенін;
- толып кету (overflow) ұғымын;
- осы ұғымдардың микроконтроллерлермен байланысын түсіндіріледі.

Сандық техникада неліктен 0 және 1 сандарын қолданады?

1 Компьютерлер транзисторлардан құралады

Транзистор — микроскопиялық электрондық қосқыш. Оның екі тұрақты физикалық күйі бар:



Транзистор

Ток бар
(кернеу жоғары)



→ 1

Ток жоқ
(кернеу төмен)



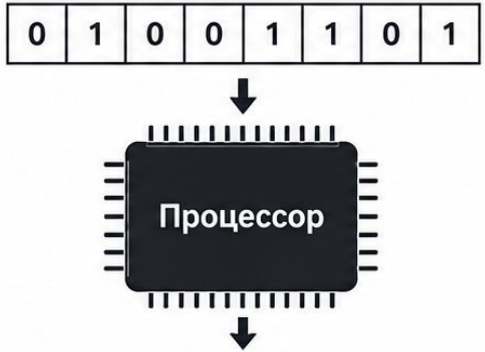
→ 0

Екі күйді пайдалану тиімді:

- оңай ажыратуға болады;
- жұмыс істеуі сенімді;
- кедергілерге төзімді.

2 Санау жүйелері не үшін қажет?

Екілік санау жүйесі осы екі физикалық күйді ақпаратқа айналдыру үшін қажет. Екілік код — процессор түсінетін тіл.



0 және 1-ден тұратын комбинациялар
әртүрлі акпаратты кодтау үшін қолданылады:



Сандар



Мәтін



Кескіндер



Дыбыс



Бағдарламалар



Датчиктер
деректері

Сандық техникада неліктен 0 және 1 сандарын қолданады?

Компьютерлер транзисторлардан құралады. Транзисторлар — микроскопиялық электрондық қосқыштар. Олардың екі тұрақты физикалық күйі бар:

- Ток бар (кернеу жоғары) → 1 деп қабылдаймыз.
- Ток жоқ (кернеу төмен) → 0 деп қабылдаймыз.

Екі күйді пайдалану инженерлік тұрғыдан өте тиімді: оларды бір-бірінен оңай ажыратуға болады, жұмыс істеуі сенімді және кедергілерге төзімді.

Цифрлық техникаға санау жүйелері не үшін қажет?
Екілік санау жүйесі осы екі физикалық күйді ақпаратқа айналдыру үшін қажет.
Екілік код — процессор түсінетін тіл. 0 және 1-ден тұратын комбинациялар (биттер) әртүрлі ақпаратты кодтау үшін қолданылады: сандар; мәтін; кескіндер; дыбыс; бағдарламаның командалары; датчиктердің көрсеткіштері.
Қысқаша қорытынды – 0 және 1 — электрондық схемадағы екі физикалық күйді бейнелейді, ал екілік санау жүйесі — осы күйлерді логикалық түрде жазып, олардың нені білдіретінін (санды, әріпті, команданы және т. б.) анықтау тәсілі.

2 Санау жүйесі дегеніміз не?

Санау жүйесі — белгілі бір таңбалар жиынтығы мен ережелерді пайдаланып, сандарды жазу тәсілі.

Негізгі ұғым — санау жүйесінің негізі. Оны **q** әрпімен белгілейміз.

Санау жүйесі	Негізі (q)	Цифрлары
Екілік	2	0, 1
Сегіздік	8	0–7
Ондық	10	0–9
Он алтылық	16	0–9, A–F

Біздің курста негізгі үш санау жүйесіне назар аударамыз:

- **DEC** — Ондық санау жүйесі
- **BIN** — Екілік санау жүйесі
- **HEX** — Он алтылық санау жүйесі

3. Санның позициялық жазылу принципі

Студенттер бұл принципті күнделікті қолданады, бірақ көбіне оған мән бермейді.

Мысал:

$$527$$

Шын мәнінде, бұл:

$$5 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 7 \times 10^0$$

Яғни:

$$500 + 20 + 7 = 527$$

Неліктен бірінші цифрдың салмағы 100, екінші — 10, үшінші — 1?
Себебі санау жүйесінің негізі 10 (ондық жүйе).

Жалпы түрде:

$$N = a_n q^n + \ldots + a_2 q^2 + a_1 q^1 + a_0 q^0$$

мұндағы q — санау жүйесінің негізі.

Дәл осындай принцип екілік ($q = 2$) жүйеде де қолданылады.

4. Екілік санау жүйесі

Негізі: $q = 2$

Сондықтан, қолданылатын цифрлар тек: 0 және 1

Разрядтардың салмақтары: $\ldots, 2^5, 2^4, 2^3, 2^2, 2^1, 2^0$
$(\ldots, 32, 16, 8, 4, 2, 1)$

Мысал: 101101_2

Жазайық (жіктейміз): $1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$

Есептейміз: $32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 = 45$

Қорытынды: $\boxed{101101_2 = 45_{10}}$

Бірге орындап көрейік

Тапсырмалар

Келесі екілік сандарды ондық жүйеге аударыңыз:

1. 10101_2 санын ондық жүйеге аударыңыз.
2. 11011_2 санын ондық жүйеге аударыңыз.
3. 101101_2 санын ондық жүйеге аударыңыз.

Бірге орындап көрейік

Шешімдері

Жалпы формула: $N = \sum_{i=0}^{n} a_i \, 2^i$

1 $10101_2 = 21_{10}$

Разряд (i)	4	3	2	1	0
2^n	16	8	4	2	1
Бит a_i	1	0	1	0	1
Үлесі ($a_i \cdot 2^i$)	16	0	4	0	1

$$1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$
$$= 16 + 0 + 4 + 0 + 1$$
$$= \mathbf{21}$$

$$10101_2 = 21_{10}$$

2 $11011_2 = 27_{10}$

Разряд (i)	4	3	2	1	0
2^n	16	8	4	2	1
Бит a_i	1	1	0	1	1
Үлесі ($a_i \cdot 2^i$)	16	8	0	2	1

$$1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$
$$= 16 + 8 + 0 + 2 + 1$$
$$= \mathbf{27}$$

$$11011_2 = 27_{10}$$

3 $101101_2 = 45_{10}$

Разряд (i)	5	4	3	2	1	0
2^n	32	16	8	4	2	1
Бит a_i	1	0	1	1	0	1
Үлесі ($a_i \cdot 2^i$)	32	0	8	4	0	1

$$1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0$$
$$= 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1$$
$$= \mathbf{45}$$

$$101101_2 = 45_{10}$$

5. Ондық санды екілік жүйеге ауыстыру

Енді керісінше қарастырайық.

Мысалы: $45_{10} \rightarrow ?_2$

2-ге тізбектей бөлу әдісін қолданамыз:

Бөлу	Қалдық
$45 \div 2 = 22$	1
$22 \div 2 = 11$	0
$11 \div 2 = 5$	1
$5 \div 2 = 2$	1
$2 \div 2 = 1$	0
$1 \div 2 = 0$	1

↑

Қалдықтарды **төменнен жоғары** қарай оқимыз:

101101

Сондықтан:

$$45_{10} = 101101_2$$

16-лық санау жүйесі (HEX)

Он алтылық санау жүйесі — негізі **16** болатын санау жүйесі. Онда **16** таңба қолданылады: 0–9 және A–F.

1. Ондық және он алтылық цифрлардың сәйкестігі

Ондық (DEC)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Он алтылық (HEX)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

2. Мысал

Он алтылық сан: $2A_{16}$

Разрядтардың салмағы — $16^0, 16^1, 16^2 \ldots$

Сондықтан:

$$\begin{aligned} 2A_{16} &= 2 \times 16^1 + 10 \times 16^0 \\ &= 2 \times 16 + 10 \times 1 \\ &= 32 + 10 = 42_{10} \end{aligned}$$

3. Тағы бір мысал

$1F_{16}$ санын ондық жүйеге аударайық.

$$\begin{aligned} 1F_{16} &= 1 \times 16^1 + 15 \times 16^0 \\ &= 16 + 15 = 31_{10} \end{aligned}$$

4. Неге компьютерде HEX қолданылады?

- Екілік сандарды қысқа әрі ыңғайлы жазуға мүмкіндік береді.
- $16 = 2^4$, яғни бір HEX цифры = 4 бит.
- Программалауда, жад мекенжайларында, машиналық кодта кеңінен қолданылады.

Мысалдар (екілік ↔ он алтылық):

$$1111_2 = F_{16}$$
$$1010_2 = A_{16}$$
$$10101111_2 = AF_{16}$$

Есте сақтаңыз:

Бір HEX цифры = **4 бит.**

$0000_2 = 0_{16} \quad \ldots \quad 1111_2 = F_{16}$

7. Бит (bit)

Бит — компьютердегі ақпараттың ең кіші өлшем бірлігі.

Бір бит тек екі мәннің біреуін қабылдай алады:

0 немесе 1

Мысалдар:

`0` — 1 бит

`1` — 1 бит

`1011` — 4 бит

Цифрлық құрылғыларда ақпараттың барлығы — сандар, мәтін, сурет, дыбыс — осы **0 және 1 комбинациялары** арқылы сақталады және өңделеді.

Байт (byte)

Байт — 8 биттен тұратын ақпарат бірлігі.

1 байт = 8 бит

Мысалы:

10110110

Мұнда 8 бит бар, демек бұл — **1 байт.**

8 бит арқылы барлығы:

$$2^8 = 256$$

әртүрлі комбинацияны көрсетуге болады.

Сондықтан бір байт арқылы таңбасыз бүтін сандарды:

0-ден 255-ке дейін

сақтауға болады.

Мысалдар:

$00000000_2 = 0_{10}$

$00000101_2 = 5_{10}$

$11111111_2 = 255_{10}$

Машиналық сөз (machine word)

Машиналық сөз — процессор бір операция кезінде өңдей алатын биттер тобы.

Процессор архитектурасына байланысты машиналық сөз ұзындығы:
8 бит, 16 бит, 32 бит немесе 64 бит болуы мүмкін.

Мысалдар:

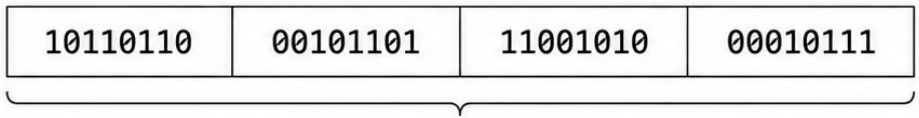
32-биттік процессор
→ машиналық сөз = 32 бит = 4 байт



64-биттік процессор
→ машиналық сөз = 64 бит = 8 байт



Мысал, 32-биттік жүйеде:



Қарапайым түрде есте сақтайық:

- Бит → бір 0 немесе 1
- 8 бит → 1 байт
- Бірнеше байт → машиналық сөз

Санау жүйелерінің нақты микроконтроллерға қандай қатысы бар, біз оны не үшін оқимыз? қалай байланысты?

Мысал: Температураға байланысты вентиляторды басқару



Егер температура **30 °C-тан жоғары** болса, микроконтроллер вентиляторды қосады.

Мысал

Температура = 35 °C
→ вентиляторды қосу.

Микроконтроллер ішінде ақпарат 0 және 1 биттерімен ұсынылады.

35 санының екілік, он алтылық және ондық түрдегі жазылуы:

Ұсынылу түрі	Мәні
Ондық (DEC)	35
Екілік (BIN)	00100011
Он алтилық (HEX)	0x23

$$35_{10} = 00100011_2 = 23_{16}$$

Бұл – үш түрлі сан емес.
Бұл бір және сол комбинация биттерінің әртүрлі түрде жазылуы.

Қорытынды: DEC, BIN және HEX — бұл бір мәнді көрсету және оқу үшін қолданылатын әртүрлі жазу тәсілдері.

Мысал: температураны өлшеу және желдеткішті басқару

Нақты физикалық процестен цифрлық баскаруға дейін

Нақты физикалық процесс



Температура
35 °C

Қоршаған ортаның нақты параметрі (мысалы, ауа температурасы)

Датчик



Температура датчигі
(LM35, DS18B20 және т.б.)

Температураны электрлік сигналға (кернеуге) айналдырады

Аналогтық сигнал

Мысалы:
2.1 В

АЦП
(микроконтроллерде)



Аналогтық сигналды цифрлық кодқа айналдырады

Аналогтық кернеуді цифрлық санға түрлендіреді.
Мысалы: 2.1 В → 2600
(10–12 бит)

Цифрлық сан

Мысалы:
2600

Микроконтроллер



Деректерді өңдейді және шешім қабылдайды

Санның түрлі түрде бейнеленуі:

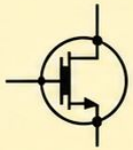
Екілік (BIN)	Он алтылық (HEX)	Ондық (DEC)
00100011	0x23	35

Бұл — бір және сол сан,
әр түрлі санау жүйесінде көрсетілген

Шығыс сигнал (бит)

1
(HIGH)
немесе
0
(LOW)

Транзистор / драйвер



Жүктемені басқарады (үлкен ток)

Микроконтроллердің шығыс сигналы транзисторды ашады, ол жүктемеге (желдеткішке) қорек береді

Атқарушы құрылғы



Желдеткіш
ҚОСУЛЫ
(ON)

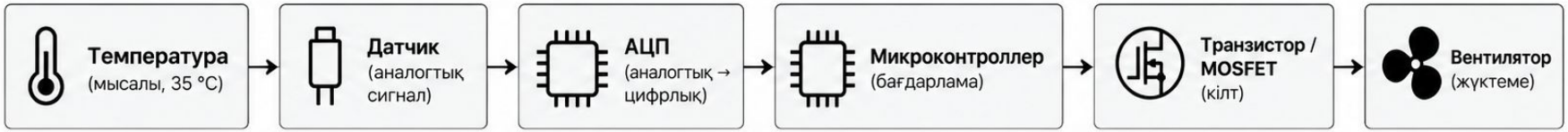
Егер температура > 30 °C болса, желдеткіш іске қосылады

Санау жүйелері — микроконтроллердің деректерді сақтауына, өңдеуіне және нақты объектілерді басқаруына негіз болып табылады.

«0 және 1 — нақты әлемдегі үлкен өзгерістерге әкелуі мүмкін.»

Автоматтандырудың нақты жүйесінде не болады?

Температурадан вентиляторға дейінгі толық тізбек:



1. Датчик аналогтық сигнал береді

Мысалы, датчик температураға байланысты кернеу шығарады:

```
Датчик → 2.1 В
```

2. АЦП цифрлық кодқа айналдырады

АЦП кернеуді санға түрлендіреді (мысалы):

```
2.1 В → 2600
```

2600 саны екілік түрде сақталады:

$$2600_{10} = 101000101000_2$$

3. Бағдарлама санды өңдейді

Микроконтроллер бұл мәнді температураға түрлендіреді, мысалы:

```
T = 35 °C
```

Содан кейін шартты орындайды:

4. Бағдарлама логикалық шешім қабылдайды

```
if (temperature > 30)
{
    FAN = 1;
}
else
{
    FAN = 0;
}
```

5. Шығыс биты транзисторды басқарады

`FAN = 1` → микроконтроллердің шығыс биты 1-ге орнатылады, транзистор ашылады, вентилятор қосылады.

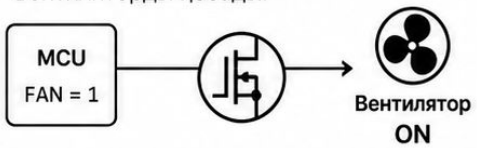
Мысалы (регистр мәні):

```
00000000 → 00000100
```

(бір бит өзгерді)

6. Нәтиже — физикалық әрекет

Шығыс сигналы транзистор арқылы вентиляторды қосады.



Бір бит → электрлік сигнал → физикалық әрекет.

Студенттер үшін ең маңызды ой:

DEC — ең алдымен **адамға түсінікті түрде сандарды көрсету үшін** қажет.
BIN — деректердің **биттік түрде ұсынылуын** көрсетеді.
HEX — осы екілік деректерді адамға **ықшам әрі ыңғайлы түрде оқуға** мүмкіндік береді.

Ал автоматтандыру жүйесінде микроконтроллердің **биттері** ақырында нақты физикалық объектілерді — **қозғалтқыштарды, клапандарды, релелерді, шамдарды және басқа да атқарушы механизмдерді басқарады.**

Бүгін біз **Сандық құрылғыда — сандардың қалай көрсетілетінін** қарастырдық.

Келесі дәрісте Сандық құрылғыда **0 мен 1 арқылы логикалық шешімдерді қалай қабылдайтынын** үйренеміз.

Ол үшін бізге **Буль алгебрасы** қажет болады.