ИжМС

Дәуренов ӘД

Дәріс 7. Код түрлендіргіштері және цифрлық коммутаторлар

Дәрістің мақсаты код түрлендіргіштері мен цифрлық коммутаторлардың

- қызметін,
- жұмыс принциптерін,
- интегралдық схемаларда жүзеге асырылуын және
- цифрлық микропроцессорлық жүйелерде қолданылуын түсіндіру.

Цифрлық код дегеніміз не?

Цифрлық код (Digital Code) — ақпаратты белгілі бір ережеге
сәйкес цифрлық символдар немесе биттер тізбегі арқылы көрсету тәсілі.

Цифрлық электрондық құрылғыларда ақпарат көбінесе екілік кодпен беріледі. Алайда ақпаратты өңдеу, тасымалдау және көрсету үшін басқа кодтар да қолданылады.

Код түрі	Сипаттамасы	Көрінісі (мысал)
Екілік код (Binary)	Ең қарапайым код. Ақпарат 0 және 1 биттері арқылы беріледі.	1001
Грей коды (Gray)	Көршілес код сөздерде тек бір бит өзгереді. Датчиктерде және позицияны өлшеуде қолданылады.	1101
BCD коды	Әр ондық цифр 4 битпен кодталады. Сандық индикаторларда және есептегіштерде қолданылады.	1001

Мысал: 12 санының кодталуы

1. Екілік код (Binary)

Ондық сан 12-ні екілік жүйеге түрлендіреміз.

12	2	0
6	2	0
3	2	1
1	2	1
0		

Төменнен жоғары қарай оқимыз:

1	1	0	0

$12_{10} = 1100_2$

2. BCD коды

BCD кодында әр ондық цифр 4 битпен жазылады.
12 саны екі цифрдан тұрады: 1 және 2.

0	0	0	1

«1» цифрының BCD коды

0	0	1	0

«2» цифрының BCD коды

0	0	0	1	0	0	1	0

12_{10} (BCD) = 0001 0010

Цифрлық кодтардың негізгі түрлері

Код	Ерекшелігі	Мысал (көрінісі)	Қолданылуы
Екілік код (Binary)	Сандарды 0 және 1 арқылы көрсетеді. Бұл ең қарапайым және негізгі код.	1 0 0 1 $1001_2 = 9_{10}$	• Процессорлар • Арифметикалық құрылғылар • Есептеу жүйелері
BCD (Binary Coded Decimal)	Әрбір ондық цифр төрт битпен көрсетіледі. Ондық санды тікелей кодтау үшін қолданылады.	1 0 0 1 9_{10} = 1001 (BCD)	• Есептегіштер • Сандық индикаторлар • Өлшеу құралдары
Грей коды (Gray)	Көршілес кодтық комбинациялар бір битпен ерекшеленеді. Датчиктерде және позицияны өлшеуде қолданылады.	0 1 2 3 00 01 11 10	• Абсолюттік энкодерлер • Датчиктер • Позицияны өлшеу жүйелері
7 сегментті код	Ондық цифрларды жеті сегментті индикатордың күйімен анықтайды. Әр цифр сегменттердің белгілі комбинациясымен кодталады.	a, b, c, d, e, f, g 9 саны үшін: a b c d e f g 1 1 1 1 0 1 1	• Сандық дисплейлер • Электрондық сағаттар • Өлшеу және индикация жүйелері
ASCII (American Standard Code for Information Interchange)	Таңбаларды (әріптер, сандар, символдар) сандық кодтармен көрсетеді. 7 немесе 8 бит қолданылады (жиі 8 бит).	“A” әрпі: 0 1 0 0 0 0 0 1 ASCII (A) = 65_{10} = 0100 0001_2	• Компьютерлер • Байланыс жүйелері • Деректерді беру • Пернетақталар, мәтіндік интерфейстер

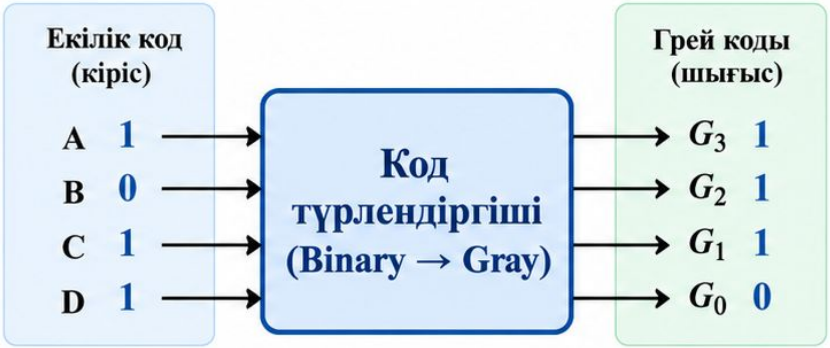
Код түрлендіргіші (Code Converter)

Код түрлендіргіші — бір кодта берілген цифрлық ақпаратты басқа кодқа түрлендіретін комбинациялық (жады элементтерсіз) цифрлық құрылғы.

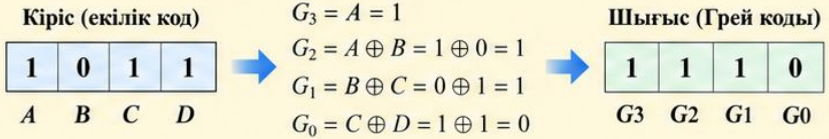
Негізгі ерекшеліктері:

- комбинациялық логикалық схемалар негізінде құрылады;
- шығыс сигналдары тек ағымдағы кіріс сигналдарына тәуелді;
- жады элементтерін қолданбайды;
- сандық жүйелерде кодтарды өңдеу, тасымалдау және көрсету үшін қолданылады.

Жұмыс принципі (жалпы схема)



Мысал: $1011_2 \rightarrow 1110$ (Грей коды)



Логикалық теңдеулер (Binary → Gray)

$$G_3 = A$$
$$G_2 = A \oplus B$$
$$G_1 = B \oplus C$$
$$G_0 = C \oplus D$$

Мұндағы:

- A, B, C, D — екілік кодтың биттері (A — старший бит).
- G3, G2, G1, G0 — Грей кодының биттері.
- $\oplus$ — XOR (исключающее ИЛИ) операциясы.

Екілік код → Грей кодының кестесі (4 бит)

Екілік код (кіріс)				Грей коды (шығыс)			
A	B	C	D	G3	G2	G1	G0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

Код түрлендіргіштерінің жіктелуі

Код түрлендіргіштері орындайтын функциясына байланысты бірнеше түрге бөлінеді.

Түрлендіргіш	**Қызметі**
Binary → Gray	Екілік кодты Грей кодына түрлендіреді
Gray → Binary	Грей кодын екілік кодқа түрлендіреді
Binary → BCD	Екілік санды BCD форматына түрлендіреді
BCD → 7-segment	BCD кодын индикаторды басқару сигналдарына түрлендіреді
BCD → Excess-3	BCD цифрына сәйкес ығыстырылған код қалыптастырады

Грей кодын екілік кодқа түрлендіру (Gray → Binary)

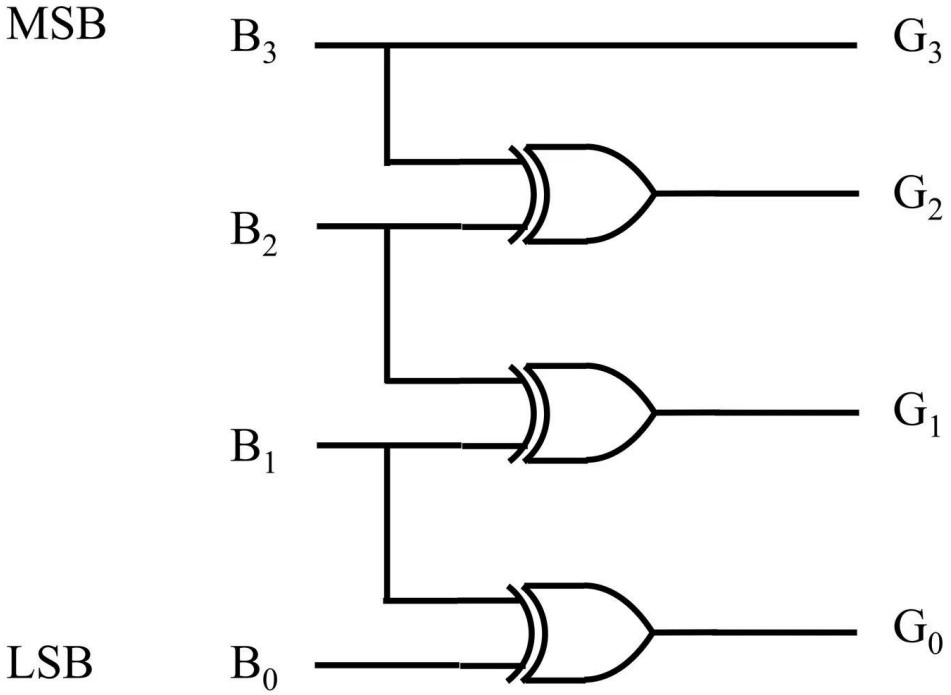
Түрлендіру ережесі: ең үлкен разряд өзгеріссіз қалады. Әрбір келесі екілік бит алдыңғы есептелген екілік бит пен ағымдағы Грей битіне XOR операциясын қолдану арқылы анықталады.

Мысалы, Грей коды: 111

$$B_3 = G_3 = 1$$
$$B_2 = B_3 \oplus G_2 = 1 \oplus 1 = 0$$
$$B_1 = B_2 \oplus G_1 = 0 \oplus 1 = 1$$
$$B_0 = B_1 \oplus G_0 = 1 \oplus 0 = 1$$

Нәтиже: 1110 → 1011.

A Parallel Binary to Gray Converter



Грей кодының қолданылу салалары

Грей коды көбінесе келесі құрылғыларда қолданылады, өйткені көрші мәндер арасында тек бір бит өзгереді, бұл қателерді азайтып, дұрыс және сенімді өлшеуді қамтамасыз етеді.

1. Абсолюттік айналмалы энкодерлер



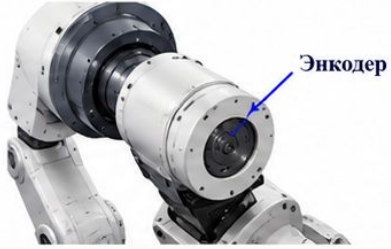
Біліктің бұрыштық орны Грей кодымен кодталады. Әр позицияға уникалды код сәйкес келеді.

2. Сызықтық позицияны өлшеу



Оптикалық сызықтық сызғыштарда позиция Грей кодымен беріледі. Бұл өтпелі аймақтардағы қателерді болдырмайды.

3. Робототехникалық жүйелер



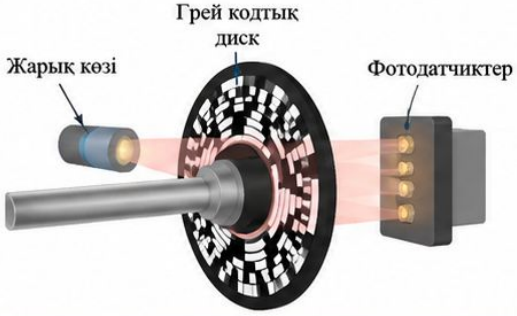
Роботтардың буындарының позиция датчиктерінде қолданылады. Қозғалыс дәлдігі мен сенімділігін арттырады.

4. Цифрлық байланыс және кодтау



Кейбір цифрлық байланыс жүйелерінде және сигналдарды кодтау құрылғыларында қолданылады, өйткені бір биттің өзгеруі қателіктің ықпалын азайтады.

Қолдану мысалы: абсолюттік энкодер



Бұрыштық позицияның Грей коды (3 бит)

Позиция (мысал)	Бұрыш (°)	Грей коды (G_2 G_1 G_0)
0	0°	000
1	45°	001
2	90°	011
3	135°	010
4	180°	110
5	225°	111
6	270°	101
7	315°	100

Негізгі артықшылықтары

1. Көрші позициялар арасында тек бір бит өзгереді.
2. Өтпелі аймақтардағы қателер азаяды.
3. Дұрыс және сенімді позицияны анықтауды қамтамасыз етеді.
4. Жоғары жылдамдықты және шудың әсеріне төзімді жүйелерде қолданылады.

BCD коды және оның ерекшеліктері

BCD (Binary-Coded Decimal) — әрбір ондық цифрды жеке төрт биттік екілік кодпен көрсету тәсілі.

BCD–7 segment decoder — төрт биттік BCD кодын жеті сегментті индикаторды басқаруға арналған сигналдарға түрлендіретін құрылғы.

3. Екілік кодты BCD кодына түрлендіру (Binary → BCD)

Мақсаты: екілік санды әрбір ондық цифры жеке төрт битпен көрсетілетін BCD кодына түрлендіру.

Мысал: 11001_2

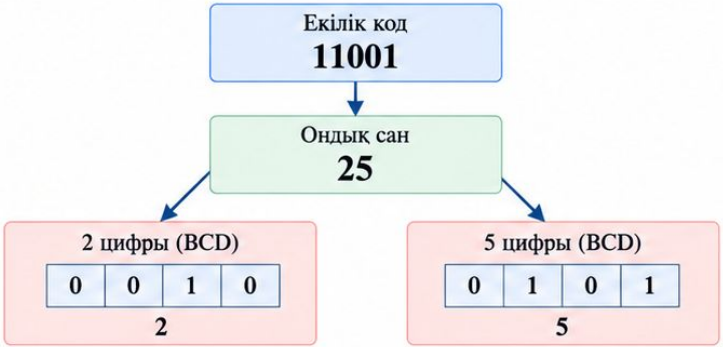
1 Екілік санды **ондық жүйеге** түрлендіреміз:

$$11001_2 = 16 + 8 + 1 = 25_{10}$$

2 Ондық санды **жеке цифрларға бөлеміз:**

$$25 \rightarrow 2,\ 5$$

3 **Әр цифрды төрт биттік BCD кодымен көрсетеміз:**



Нәтиже: $11001_2 \rightarrow$ **0010** **0101** (BCD)

4. BCD кодын екілік кодқа түрлендіру (BCD → Binary)

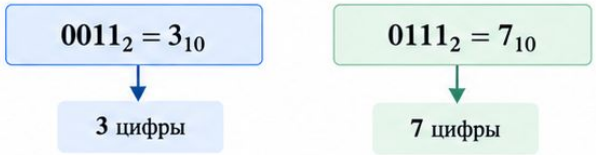
Мақсаты: BCD кодында берілген ондық санды екілік кодқа түрлендіру.

Мысал: BCD коды: 0011 0111.

1 Кодты төрт биттік **топтарға бөлеміз:**



2 Әр топтың ондық мәнін анықтаймыз:



3 Ондық санды құрамыз:

$$37_{10}$$

4 Ондық санды **екілік жүйеге** түрлендіреміз:

$$37_{10} = 32 + 4 + 1 = 100101_2$$

Нәтиже: **0011** **0111** (BCD) → 100101_2

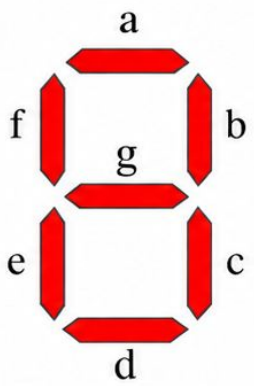
5. BCD кодын 7 сегментті кодқа түрлендіру (BCD → 7-Segment)

Мақсаты: төрт биттік BCD кодын жеті сегментті индикаторды басқаруға арналған сигналдарға түрлендіру.

Негізгі информация:

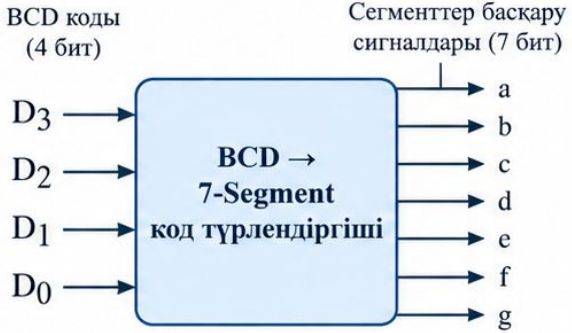
- BCD коды — ондық санның әр цифрының 4 биттік коды (0000–1001).
- 7 сегментті индикатор 7 жарықдиодтан тұрады (a–g).
- Код түрлендіргіші BCD кірісіне сәйкес қажетті сегменттерді қосады.

1. 7 сегментті индикатордың сегменттері



Сегмент	Орналасуы
a	Жоғарғы көлденең
b	Оң жақ жоғарғы
c	Оң жақ төменгі
d	Төменгі көлденең
e	Сол жақ төменгі
f	Сол жақ жоғарғы
g	Ортаңғы көлденең

2. Жұмыс принципі (жалпы схема)



3. Мысал: BCD 0101 (ондық 5 саны)

BCD коды: **0101** → 5 саны

5 цифрын көрсету үшін қосылатын сегменттер:
a, f, g, c, d (b және e өшірулі)



Сегмент	Күйі	Сигнал
a	Қосулы	1
b	Өшірулі	0
c	Қосулы	1
d	Қосулы	1
e	Өшірулі	0
f	Қосулы	1
g	Қосулы	1

Нәтиже: 0101 (BCD) → **1011011** (*a b c d e f g*)

4. BCD кодынан 7 сегментті кодқа түрлендіру кестесі (активті жоғары деңгей, 1 — қосулы)

Ондық сан	BCD (D3 D2 D1 D0)	Сегменттер (a b c d e f g)							Көрінісі
		a	b	c	d	e	f	g	
0	0000	1	1	1	1	1	1	0	0
1	0001	0	1	1	0	0	0	0	1
2	0010	1	1	0	1	1	0	1	2
3	0011	1	1	1	1	0	0	1	3
4	0100	0	1	1	0	0	1	1	4

Ондық сан	BCD (D3 D2 D1 D0)	Сегменттер (a b c d e f g)							Көрінісі
		a	b	c	d	e	f	g	
5	0101	1	0	1	1	0	1	1	5
6	0110	1	0	1	1	1	1	1	6
7	0111	1	1	1	0	0	0	0	7
8	1000	1	1	1	1	1	1	1	8
9	1001	1	1	1	1	0	1	1	9

6. BCD кодын Excess-3 кодына түрлендіру (BCD → Excess-3)

Excess-3 (XS-3) – әрбір ондық цифрдың мәніне 3 қосу арқылы алынатын төрт биттік код.

Код түрлендіргіші BCD кірісіне сәйкес, әр цифрға 3 қосып, нәтижені төрт битпен шығарады.

Негізгі қасиеттері:

- Excess-3 = BCD + 3 (әр ондық цифр үшін).
- Нәтиже төрт битпен кодталады.
- 0–9 цифрлары үшін қолданылады.
- Құрылымы көбінесе комбинациялық логикалық схемалармен жүзеге асырылады.

1. Түрлендіру мысалы (5 цифры)

1 **Ондық цифр: 5**

2 **3 қосамыз:**

$$5 + 3 = 8$$

3 **Нәтижені төрт битпен жазамыз:**

$$8_{10} = 1000_2$$

BCD коды (5)

0	1	0	1
8	4	2	1

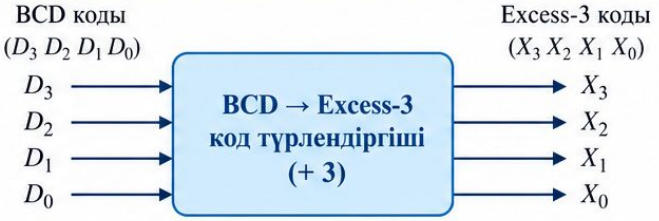
+3

Excess-3 коды (8)

1	0	0	0
8	4	2	1

Нәтиже: 0101 (BCD) → **1000** (Excess-3)

2. Жұмыс принципі (жалпы схема)



3. Ондық цифрлардың кодтары (BCD және Excess-3)

Ондық цифр (n)	BCD ($D_3\ D_2\ D_1\ D_0$)	Excess-3 ($X_3\ X_2\ X_1\ X_0$)
0	0000	0011
1	0001	0100
2	0010	0101
3	0011	0110
4	0100	0111
5	**0101**	**1000**
6	0110	1001
7	0111	1010
8	1000	1011
9	1001	1100

Код түрлендіргіштерін әртүрлі электрондық құрылымдар негізінде жүзеге асыруға болады. Барлығы бірдей логикалық түрлендіру функциясын орындайды, бірақ іске асыру тәсілі, жылдамдығы, икемділігі және қолдану аймағы әртүрлі.

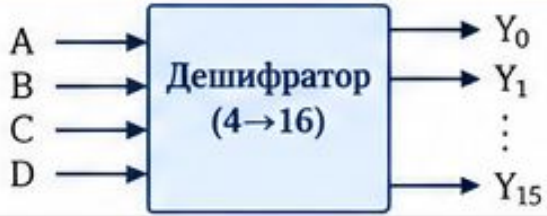
Тәсіл	Сипаттамасы	Ерекшеліктері және қолданылуы
Логикалық элементтер	AND, OR, NOT, XOR элементтері арқылы құрылады.	• Шағын және қарапайым түрлендіргіштер үшін қолайлы. • Жылдам жұмыс істейді.
Дешифраторлар	Кіріс комбинацияларын анықтау және біріктіру арқылы.	• Толық код түрлендіру кестесін жүзеге асыруға ыңғайлы. • Мұндай шешімдер тұрақты және сенімді.
Мультиплексорлар	Басқару кірістеріне сәйкес логикалық функцияларды қалыптастыру арқылы.	• Күрделі түрлендіргіштер үшін тиімді. • Схеманың өлшемін азайтады.
ROM / LUT	Алдын ала сақталған сәйкестік кестесі арқылы.	• Кез келген түрлендіруді оңай жүзеге асыруға болады. • Жылдам және сенімді.
FPGA	Бағдарламаланатын логикалық ресурстар арқылы.	• Икемді және қайта конфигурацияланатын. • Күрделі код түрлендіргіштері мен басқару жүйелерінде қолданылады.

Жүзеге асыру тәсілдерінің мысалдары

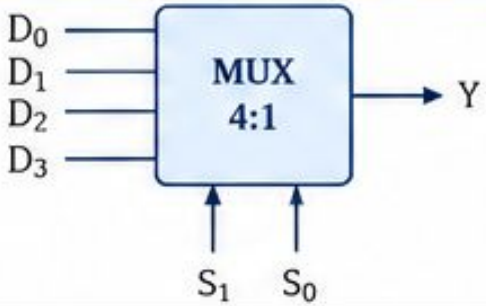
1. Логикалық элементтер арқылы



2. Дешифратор арқылы



3. Мультиплексор арқылы



4. ROM / LUT немесе FPGA арқылы



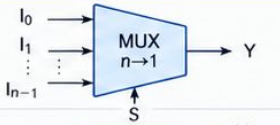
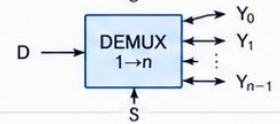
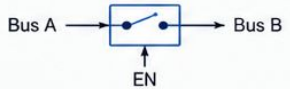
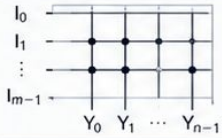
Цифрлық коммутатор дегеніміз не?

Цифрлық коммутатор (Digital Switch) — басқару сигналдарына сәйкес цифрлық сигналдарды белгілі бір арна арқылы өткізетін немесе бағыттайтын электрондық құрылғы.

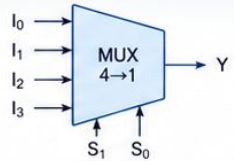
Цифрлық коммутаторлардың негізгі міндеті — ақпараттың берілу арнасын таңдау.

Олар цифрлық құрылғыларда деректерді таңдау, бағыттау және әртүрлі функционалдық блоктардың арасындағы байланысты ұйымдастыру үшін қолданылады.

Цифрлық коммутаторлар — бір немесе бірнеше кіріс сигналын таңдап, оларды тиісті шығысқа қосатын комбинациялық логикалық құрылғылар. Олар цифрлық сигналдардың бағытталуын және электрлік қосылуын басқарады.

Құрылғы	Негізгі қызметі	Негізгі ерекшеліктері	Сұлбалық белгісі
Мультиплексор (MUX)	Бірнеше кірістің біреуін таңдайды	• n кірістен біреуін таңдап, бір шығысқа береді • Таңдау сигналдары (S) қолданылады	
Демультиплексор (DEMUX)	Бір кіріс сигналын таңдалған шығысқа бағыттайды	• Бір кірісті бірнеше шығысқа таратады • Таңдау сигналдары (S) қолданылады	
Bus Switch	Цифрлық шиналардың электрлік қосылуын басқарады	• Екі шинаны қосу/ажырату • Үш куйлі (қосулы, ажыратылған, жоғары кедергі)	
Crosspoint Switch	Бірнеше кіріс пен шығыс арасында таңдалатын байланыстарды ұйымдастырады	• Көп кіріс–көп шығыс матрицалық қосқыш • Кез келген кірісті кез келген шығысқа қосу мүмкіндігі • Коммутациялық матрица ретінде қолданылады	

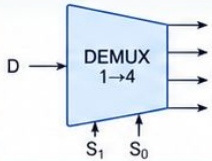
1. Мультиплексор (MUX) 4→1 мысалы



S_1	S_0	Y
0	0	I_0
0	1	I_1
1	0	I_2
1	1	I_3

Төрт кірістің біреуін таңдап, оны шығысқа береді.

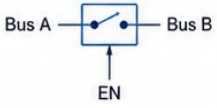
2. Демультиплексор (DEMUX) 1→4 мысалы



S_1	S_0	Активті шығыс
0	0	Y_0
0	1	Y_1
1	0	Y_2
1	1	Y_3

Бір кіріс сигналын таңдалған шығысқа бағыттайды.

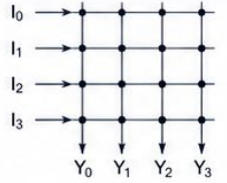
3. Bus Switch мысалы



EN	Байланыс
0	Ажыратылған (жоғары кедергі)
1	Қосылған

Екі цифрлық шинаның электрлік қосылуын басқарады.

4. Crosspoint Switch мысалы (4×4)



Кез келген кірісті кез келген шығысқа қосуға мүмкіндік береді.

Слайд 19. Цифрлық коммутаторлар мен аналогтық коммутаторлардың айырмашылығы

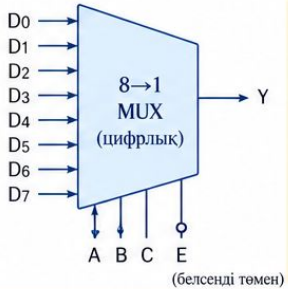
Коммутаторлар — бірнеше кіріс сигналдың бірін таңдап, оны шығысқа қосатын электрондық құрылғылар.
Цифрлық коммутаторлар логикалық сигналдармен (0 және 1) жұмыс істейді, ал аналогтық коммутаторлар аналогтық немесе цифрлық сигналдарды өткізе алады (руқсат етілген).

Сипаттама	Цифрлық логикалық коммутатор	Аналогтық коммутатор
Сигнал	Логикалық 0 және 1	Аналогтық немесе рұқсат етілген цифрлық сигнал
Негізгі қызметі	Логикалық деректерді таңдау	Электрлік сигнал жолын қосу (коммутациялау)
Құрылғы мысалы	74HC151, 74HC157	CD4066, 74HC4051
Қолданылуы	Цифрлық деректерді таңдау (мультиплекстеу)	Өлшеу арналары, аналогтық сигналдарды ауыстыру, аудио/бейне сигналдар

1. Цифрлық коммутатор (мысал: 74HC151)



74HC151 (DIP-16)



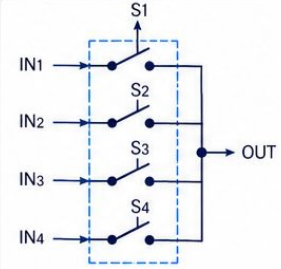
Жұмыс принципі:

- A, B, C – таңдау кірістері (3 бит).
- E = 0 – мультиплексор жұмыс істейді.
- Таңдалған $D_0 \ldots D_7$ кірісі Y шығысқа беріледі.
- Логикалық сигналдар (0 немесе 1).

2. Аналогтық коммутатор (мысал: CD4066)



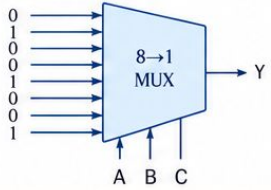
CD4066 (DIP-14)



Жұмыс принципі:

- S1…S4 – басқару сигналдары.
- Таңдалған арна шығысқа қосылады.
- Аналогтық немесе цифрлық сигналдарды өткізе алады.
- Төмен кедергілі (R_{on}) аналогтық ключ.
- Аудио, өлшеу және сигнал коммутациясы үшін қолданылады.

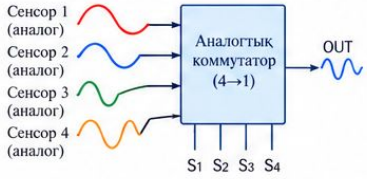
Цифрлық коммутатордың қолдану мысалы (деректерді таңдау)



Мысал: A = 1, B = 0, C = 1 → таңдалған кіріс D5

Егер D5 = 0 болса, онда Y = 0.

Аналогтық коммутатордың қолдану мысалы (өлшеу арналарын ауыстыру)



Басқару сигналына байланысты тек бір сенсордың сигналы шығысқа қосылады.

Қорытынды

- **Цифрлық коммутатор** — логикалық 0/1 сигналдарды таңдайды (мысал: 74HC151).
- **Аналогтық коммутатор** — аналогтық немесе цифрлық сигналдарды өткізе алады (мысал: CD4066).
- Екі құрылғы да сигнал көзін таңдау принципімен жұмыс істейді, бірақ сигнал түрі мен қолдану аймағы әртүрлі.

Код түрлендіргіштерінің микропроцессорлық жүйелерде қолданылуы

Код түрлендіргіштері микропроцессорлық жүйелерде әртүрлі форматтағы ақпаратты өңдеу және көрсету үшін қолданылады.

Мысалдар:

- Энкодерден алынған Грей кодын екілік кодқа түрлендіру.
- Екілік сандарды ондық индикаторда көрсету.
- Әртүрлі кодтау форматтары арасындағы сәйкестікті қамтамасыз ету.
- Цифрлық ақпаратты арнайы форматта қалыптастыру.

Цифрлық коммутаторлардың микропроцессорлық жүйелерде қолданылуы

Цифрлық коммутаторлар процессорлар мен басқа цифрлық құрылғылар арасындағы деректер ағындарын басқару үшін қолданылады.
Мысалдар:

- Процессордың арифметикалық-логикалық құрылғысына кіріс деректерін таңдау.
- Әртүрлі регистрлерден ақпаратты таңдау.
- Цифрлық сигналдарды бірнеше функционалдық блок арасында бағыттау.
- Бірнеше деректер көзін ортақ өңдеу арнасына қосу.

Код түрлендіргіші мен цифрлық коммутатордың айырмашылығы

Сипаттама	Код түрлендіргіші	Цифрлық коммутатор
Негізгі қызметі	Кодтың берілу форматын өзгерту	Сигналдың берілу арнасын таңдау
Кіріс ақпараты	Белгілі бір код	Бір немесе бірнеше цифрлық сигнал
Шығыс ақпараты	Басқа кодтағы ақпарат	Таңдалған цифрлық сигнал
Мысал	Binary → Gray	MUX 4:1
Қолданылуы	Кодтау, декодтау, көрсету	Деректерді таңдау және бағыттау

Қорытынды

Код түрлендіргіштері мен цифрлық коммутаторлар цифрлық электрониканың маңызды функционалдық құрылғылары болып табылады.

Код түрлендіргіштері ақпараттың бір кодтан екінші кодқа түрленуін қамтамасыз етеді.

Цифрлық коммутаторлар цифрлық сигналдардың берілу арналарын таңдау және бағыттау үшін қолданылады.

Бұл құрылғылар комбинациялық логикалық схемалар, интегралдық микросхемалар және бағдарламаланатын цифрлық құрылғылар негізінде жүзеге асырылады.

Бақылау сұрақтары

1. Цифрлық код дегеніміз не?
2. Код түрлендіргіші қандай қызмет атқарады?
3. Екілік код пен BCD кодының айырмашылығы қандай?
4. Грей кодының негізгі ерекшелігі қандай?
5. Код түрлендіргіштері қандай тәсілдермен жүзеге асырылады?
6. CD4511 микросхемасының қызметі қандай?
7. Цифрлық коммутатор дегеніміз не?
8. Цифрлық және аналогтық коммутаторлардың айырмашылығы қандай?
9. 74HC151 және 74HC157 микросхемаларының ерекшеліктері қандай?
10. Код түрлендіргіштері мен цифрлық коммутаторлар микропроцессорлық жүйелерде қалай қолданылады?