ИжМС

Дәуренов ӘД

Дәріс 5. Шифраторлар және дешифраторлар

Логикалық элементтерден функционалдық құрылғыларға

Алдыңғы дәрістерде негізгі логикалық элементтерді қарастырдық: AND, OR, NOT, NAND, NOR
Бірнеше логикалық элементті біріктіру арқылы күрделірек цифрлық құрылғылар құруға болады.

Мысалы:



Осындай комбинациялық құрылғыларға:

- дешифраторлар;
- шифраторлар;
- мультиплексорлар;
- демультиплексорлар;
- код түрлендіргіштер;
- сумматорлар

жатады.

Бүгін: ДЕШИФРАТОР мен ШИФРАТОР

құрылғыларын қарастырамыз.

Дешифратор (Decoder) — кірістегі екілік кодты шығыстардың біріндегі сигналға түрлендіретін комбинациялық цифрлық құрылғы.

Дешифратор (Decoder) — комбинационное цифровое устройство, которое преобразует входной двоичный код в сигнал на одном из выходов.

Дешифратор (Decoder)

Дешифратор — кірістегі екілік кодты сәйкес шығыс желісінің белсенді күйіне түрлендіретін комбинациялық цифрлық құрылғы.

1 Функционалдық сұлба



2 Ақиқаттық кесте (2 → 4)

Кірістер		Шығыстар			
A	B	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

3 Шығыс функциялары

Y_0	$Y_0 = \overline{A} \cdot \overline{B}$
Y_1	$Y_1 = \overline{A} \cdot B$
Y_2	$Y_2 = A \cdot \overline{B}$
Y_3	$Y_3 = A \cdot B$

4 Жалпы ереже

- n кірісті дешифратордың шығыс саны: 2^n
- Әр кіріс комбинациясы бір ғана шығысты белсенді (логикалық 1) етеді.
- Екі кірісті толық дешифратордың төрт шығысы болады, себебі:

$$2^2 = 4$$

Дешифратордың жалпы құрылымы

Кіріс саны	Комбинациялар саны	Шығыс саны
2	22=4	4
3	23=8	8
4	24=16	16

Сондықтан:

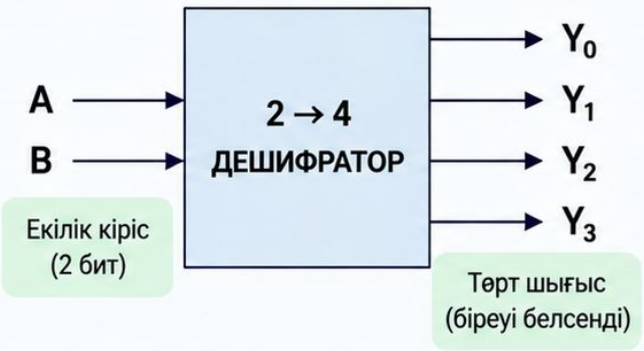
- **2→4 дешифратор;**
- **3→8 дешифратор;**
- **4→16 дешифратор**

сияқты құрылғылар кездеседі.

2→4 дешифратордың жұмыс принципі

Екілік кодталған кіріс (A, B) сәйкес шығыс желісін белсенді күйге түрлендіреді.

1 Функционалдық сұлба



2 Ақиқаттық кесте

Кірістер		Шығыстар			
A	B	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

3 Шығыс логикалық функциялары

Y_0	$Y_0 = \overline{A} \cdot \overline{B}$
Y_1	$Y_1 = \overline{A} \cdot B$
Y_2	$Y_2 = A \cdot \overline{B}$
Y_3	$Y_3 = A \cdot B$

4 Жұмыс істеу мысалдары

Кіріс: A = 0, B = 0 (00 → Y_0)



Кіріс: A = 0, B = 1 (01 → Y_1)



Кіріс: A = 1, B = 0 (10 → Y_2)



Кіріс: A = 1, B = 1 (11 → Y_3)



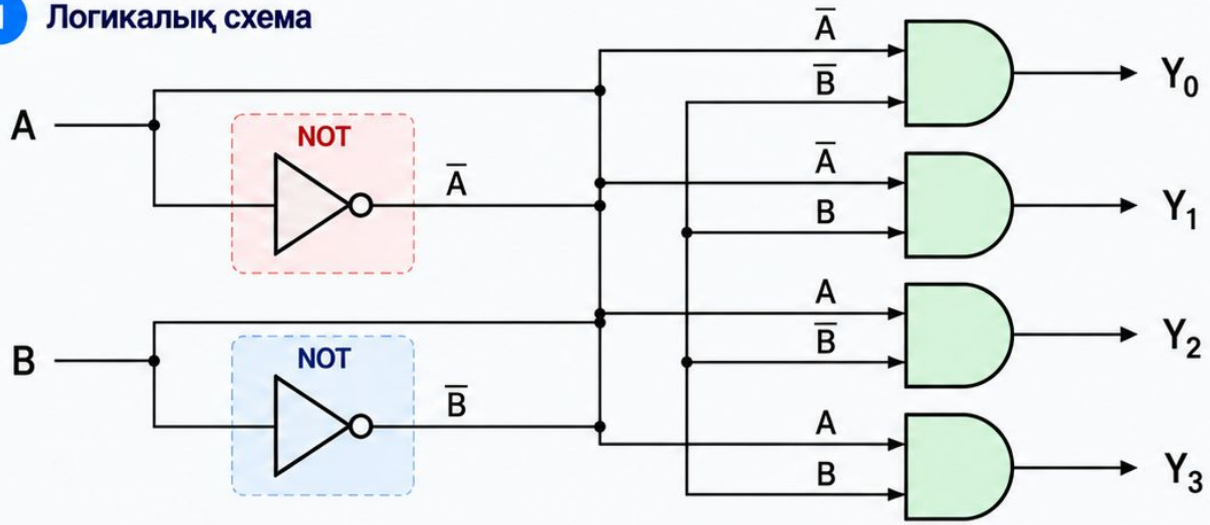
Дешифратор кірістегі екілік санды анықтап, сол санға сәйкес шығысты таңдайды.

DECODER блогының ішінде кәдімгі логикалық элементтер орналасқан.

2→4 дешифратордың логикалық схемасы

Дешифраторды құру үшін NOT элементтері және AND элементтері қолданылады.

1 Логикалық схема



2 Шығыс логикалық функциялары

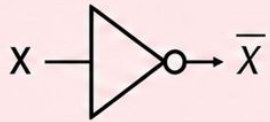
Y_0	$Y_0 = \overline{A} \cdot \overline{B}$
Y_1	$Y_1 = \overline{A} \cdot B$
Y_2	$Y_2 = A \cdot \overline{B}$
Y_3	$Y_3 = A \cdot B$

3 Ақиқаттық кесте

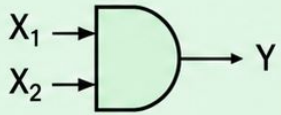
Кірістер		Шығыстар			
A	B	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

4 Қолданылатын логикалық элементтер

NOT (инвертор)



AND (және)



5 Қорытынды

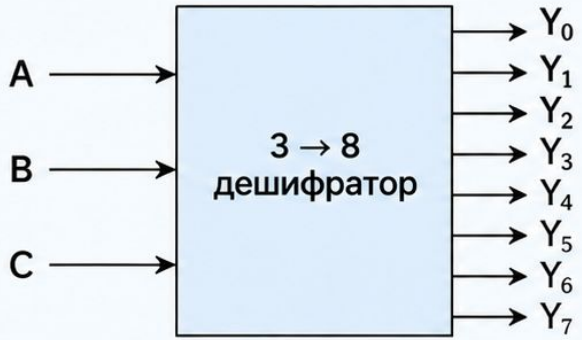
NOT + AND → 2 → 4 дешифратор

Дешифратор — жеке логикалық элементтерден құралған комбинациялық схема.

3 → 8 дешифратордың логикалық схемасы

3 кіріс сигналға сәйкес 8 шығыс желісінің біреуі белсенді (логикалық 1) болады.

1 Функционалдық сызба



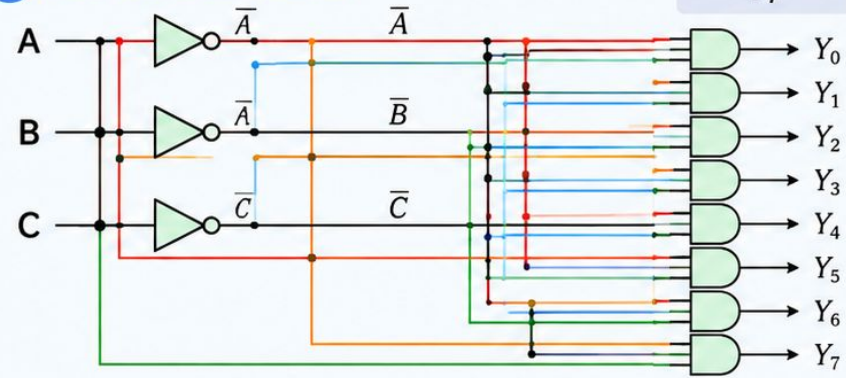
2 Шығыстардың логикалық функциялары

Y_0	$Y_0 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
Y_1	$Y_1 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C$
Y_2	$Y_2 = \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}$
Y_3	$Y_3 = \overline{A} \cdot B \cdot C$
Y_4	$Y_4 = A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
Y_5	$Y_5 = A \cdot \overline{B} \cdot C$
Y_6	$Y_6 = A \cdot B \cdot \overline{C}$
Y_7	$Y_7 = A \cdot B \cdot C$

3 Ақиқаттық кесте

Кірістер			Шығыстар							
A	B	C	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7
0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	**1**	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	**1**	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	1	**1**	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	**1**	?

4 Ішкі логикалық схема



5 Жұмыс мысалы

Мысалы: **A B C = 1 0 1**

Ондық жүйеде: $101_2 = 5_{10}$

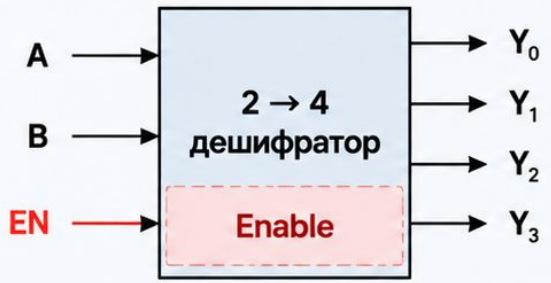
Сондықтан: **$Y_5 = 1$**

Дешифратор кірістегі екілік кодқа сәйкес тек бір шығыс желісін белсендіреді (логикалық 1), қалғандары 0 болады.

V. Enable кірісі

Enable (EN) – дешифратордың жұмысын қосуға немесе өшіруге мүмкіндік беретін қосымша кіріс.

1 Функционалдық схема



2 Жұмыс принципі

EN = 1

- Дешифратор жұмыс істейді.
- Кіріс кодына сәйкес тек бір шығыс белсенді болады (логикалық 1).

EN = 0

- Дешифратор өшіріледі.
- Барлық шығыстар белсенді емес (логикалық 0).

3 Ақиқаттық кесте (2 → 4)

Кірістер			Шығыстар			
EN	A	B	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	X	X	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1

4 Мысалдар

EN = 1 (жұмыс істейді)

Мысалы: A = 1, B = 0



EN = 0 (өшірілген)

Мысалы: A = 1, B = 0



5 Формулалар (EN – белсенді жоғары)

$$Y_0 = \overline{EN \cdot \overline{A} \cdot \overline{B}} \qquad Y_1 = EN \cdot \overline{A} \cdot B$$

$$Y_2 = EN \cdot A \cdot \overline{B} \qquad Y_3 = EN \cdot A \cdot B$$

6 Қорытынды

- **Enable** кірісі дешифратордың жұмысын басқаруға мүмкіндік береді.
- **EN = 1** → дешифратор жұмыс істейді (бір шығыс = 1).
- **EN = 0** → барлық шығыстар = 0.
- Нақты ИМС-та Enable кірісі төмен деңгеймен де белсенуі мүмкін (active-low). Бұл ақпаратты datasheet-тен тексеру қажет.

https://www.youtube.com/watch?v=bJpycBZVgTo

VI. Дешифратор қайда қолданылады?

Дешифратордың негізгі қолданылуының бірі — бірнеше құрылғының ішінен біреуін таңдау (адресті дешифрлау).

1 Бір құрылғыны таңдау

Дешифратор екілік адреске сәйкес бірнеше құрылғының ішінен біреуін таңдайды.



2 Жұмыс принципі

Процессор немесе контроллер екілік адрес береді.

Дешифратор осы адреске сәйкес құрылғыны белсендіреді (шығыс = 1).

Мысал:

$AB = 10_2$

↓

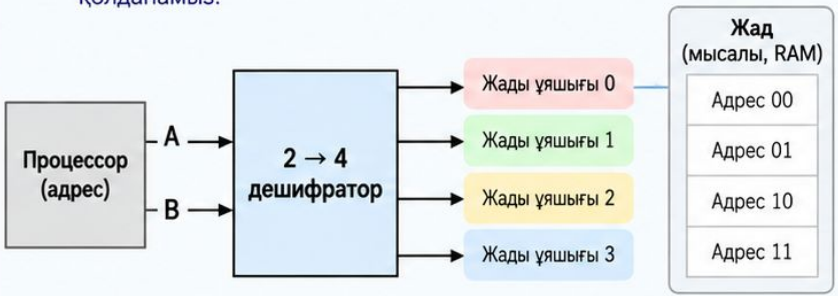
Құрылғы 2 таңдалады ($Y_2 = 1$)

3 Ақиқаттық кесте (2 → 4)

Кірістер (адрес)		Шығыстар			
A	B	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

4 Конкретті мысал: жады ұяшығын таңдау

Мысалы, 2 → 4 дешифраторды 4 жады ұяшығын таңдау үшін қолданамыз.



5 Дешифратордың қолданылу салалары

- **Жад ұяшын таңдау** (RAM, ROM)
- **Перифериялық құрылғыны таңдау** (I/O құрылғылары)
- **Адрестеу** (адрестік дешифрлау)
- **Басқару сигналдарын қалыптастыру** (chip select, enable)
- **Командаларды дешифрлау** (микропроцессорлық жүйелер)
- **Индикаторларды басқару** (7-сегментті индикатор және т.б.)

Негізгі принцип

Екілік код → Дешифратор → бір объектіні таңдау

Дешифратор кіріс кодынан сәйкес бір ғана шығыс желісін белсендіреді (логикалық 1), қалған барлық шығыстар 0 болады.

Шифратор дегеніміз не?

Шифратор (Encoder) — белсенді кірісті сәйкес екілік кодқа түрлендіретін комбинациялық цифрлық құрылғы.

VIII. Шифратор

Шифратор — бірнеше кірістің біреуінің белсенділігіне сәйкес екілік код түрінде шығыс кодын қалыптастыратын комбинациялық құрылғы.

1 Шифратордың негізгі идеясы



Кірістердің біреуі ғана белсенді (логикалық 1), шығыста сол кірістің нөміріне сәйкес екілік код пайда болады.

2 Шифратордың жұмыс принципі

Кіріс желілерінің біреуі белсенеді (мысалы, $D_2 = 1$)

↓

Шифратор осы кірістің нөмірін екілік кодқа түрлендіреді

↓

Шығыста екілік код (мысалы, $D_2 \rightarrow 10_2$)

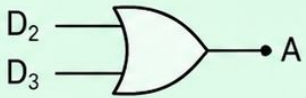
3 Акиқаттық кесте (4 → 2)

Кірістер				Шығыстар	
D_0	D_1	D_2	D_3	A	B
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1

4 Логикалық функциялар (4 → 2)

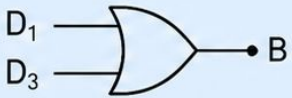
A (жоғары разряд)

$$A = D_2 \vee D_3$$



B (төменгі разряд)

$$B = D_1 \vee D_3$$



5 Жұмыс мысалдары

Мысал 1: $D_2 = 1$ (қағландары 0)

$\rightarrow \quad A\,B = 10_2 = 2_{10}$

Мысал 2: $D_3 = 1$ (қағландары 0)

$\rightarrow \quad A\,B = 11_2 = 3_{10}$

6 Қорытынды

- **Шифратор** бірнеше кірістің біреуінің белсенділік күйін екілік кодқа түрлендіреді.
- Әдетте кірістердің тек біреуі белсенді болады (логикалық 1).
- Шифратор адрес кодтарын алу, басқару сигналдарын қалыптастыру және сандық жүйелерде қолданылады.
- Шығыс разрядтарының саны:

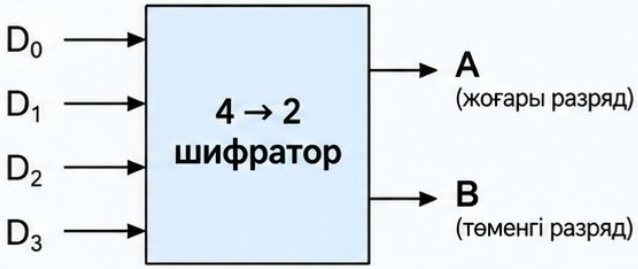
$$n \text{ кіріс} \rightarrow \log_2(n) \text{ шығыс.}$$

XI. Шифратордың логикалық схемасы

4 → 2 шифратордың логикалық функциялары

4 → 2 шифраторда төрт кірістің (D_0, D_1, D_2, D_3) тек біреуі белсенді болады (логикалық 1). Ол кірістің нөмірі екілік код түрінде шығысқа беріледі (A, B).

1 Функционалдық схема



D_0–D_3 кірістерінің тек біреуі белсенді (1) болады.
Шығыстар A және B осы кірістің нөмірін екілік кодта береді.

2 Ақиқаттық кесте (4 → 2)

Кірістер				Шығыстар	
D_0	D_1	D_2	D_3	A	B
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1

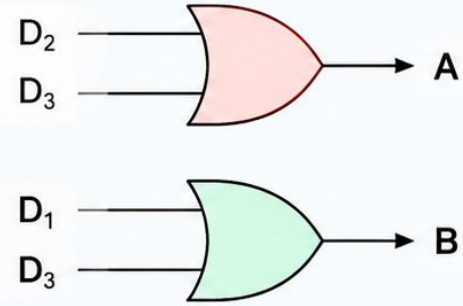
3 Логикалық функциялар

$$A = D_2 + D_3$$
(жоғары разряд)

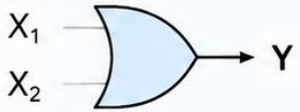
$$B = D_1 + D_3$$
(төменгі разряд)

Мұндағы «+» — OR (немесе) логикалық операциясын білдіреді.

4 Логикалық схема (OR элементтері арқылы)



OR логикалық элементі



$$Y = X_1 + X_2$$

5 Жұмыс мысалдары

D_2 = 1 (қалғандары 0)

D_0	0
D_1	0
D_2	1
D_3	0

→ **A = 1, B = 0** (10_2)

D_3 = 1 (қалғандары 0)

D_0	0
D_1	0
D_2	0
D_3	1

→ **A = 1, B = 1** (11_2)

Сондықтан қарапайым 4→2 шифраторды **OR логикалық элементтері арқылы** құруға болады.

ҚАРАПАЙЫМ ШИФРАТОРДЫҢ МӘСЕЛЕСІ

Егер екі кіріс бір уақытта белсенді болса не болады?
Қарапайым шифратор үшін біз: **бір уақытта тек бір кіріс белсенді** деп қабылдадық.
Бірақ: D2=1 және D3=1 бір уақытта болса ше?
Қай кодты шығару керек? 10? әлде 11?

Қарапайым шифраторда мұндай жағдайда **бірмәнді нәтиже болмайды**.
Бұл мәселені шешу үшін:

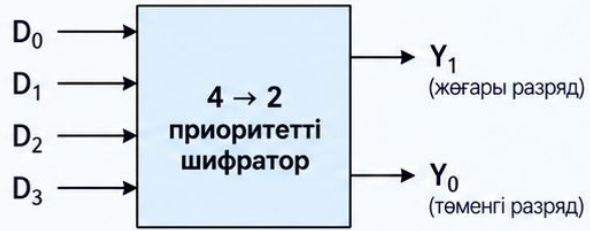
– Приоритетті шифратор – қолданылады.

XIII. Приоритетті шифратор (Priority Encoder)

Приоритетті шифратор — бірнеше кіріс бір уақытта белсенді болған кезде, приоритеті жоғары кірісті таңдайтын шифратор.

1 Негізгі идеясы

Бірнеше кіріс бір уақытта 1 болған жағдайда, приоритеті жоғары (үлкен нөмірлі) кіріс таңдалады.



Приоритет реті (үлкеннен кішіге):

$$D_3 > D_2 > D_1 > D_0$$

2 Ақиқаттық кесте (4 → 2)

Кірістер				Шығыстар		Таңдалған кіріс
D_3	D_2	D_1	D_0	Y_1	Y_0	
1	X	X	X	1	1	D_3
0	1	X	X	1	0	D_2
0	0	1	X	0	1	D_1
0	0	0	1	0	0	D_0
0	0	0	0	–	–	(ешқайсысы)

X — мәні маңызды емес (don't care).
Бірнеше кіріс 1 болған жағдайда ең жоғары приоритетті кіріс таңдалады.

3 Жұмыс мысалы

Бір уақытта:

$$D_2 = 1 \quad \text{және} \quad D_3 = 1$$

Приоритетті рет: $D_3 > D_2 > D_1 > D_0$

↓

D_3 таңдалады
(себебі $D_3 > D_2$)

↓

Шығыс коды:

$$Y_1 Y_0 = 11_2$$

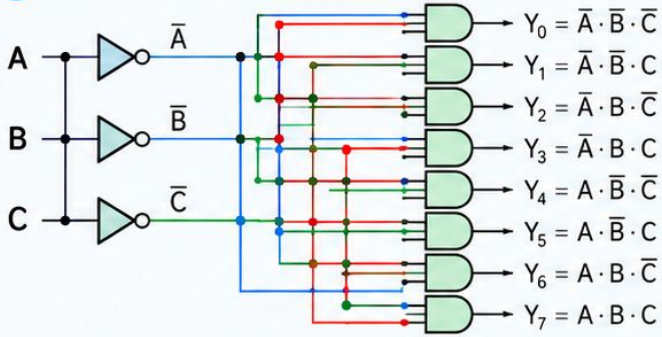
XIV. Нақты интегралдық микросхемалар

Шифратор мен дешифратор әдетте жеке AND және NOT элементтерінен құрылады және дайын ИМС түрінде қолданылады.

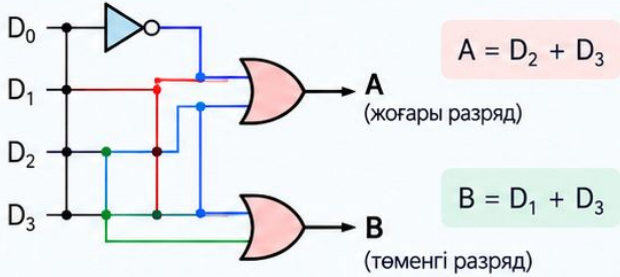
1 Негізгі идея

Практикада инженер шифраторды және дешифраторды жеке логикалық элементтерден (AND, NOT) жинамайды.
Ол дайын интегралдық микросхеманы (ИМС) қолданады.

2 Дешифратордың ішкі реализациясы (мысалы, 3 → 8)

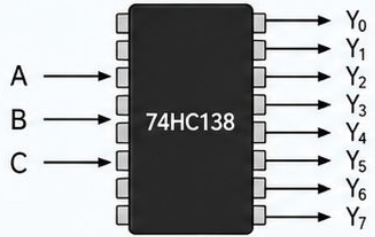


3 Шифратордың ішкі реализациясы (мысалы, 4 → 2)



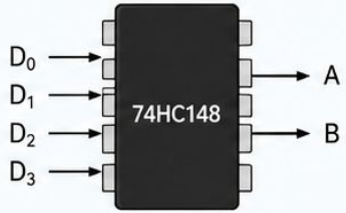
4 Дайын интегралдық микросхемалар (ИМС)

Дешифратор ИМС (мысалы, 74HC138)



3 → 8 дешифратор ИМС

Шифратор ИМС (мысалы, 74HC148)



4 → 2 шифратор ИМС (приоритетті)

5 ИМС-тың қолданылуы

- **Адрессті дешифралау** (жады, периферия)
- **Адрессті шифрлау** (энкодер)
- **Басқару сигналдарын** қалыптастыру
- **Жады ұяшықтарын таңдау** (чип select, enable)
- **Микропроцессорлық жүйелер** (адрестік және басқару логикасы)

6 Қорытынды

- Шифратор мен дешифратор жеке AND және NOT элементтерінен құрастырылады.
- Практикада олар дайын интегралдық микросхема (ИМС) түрінде қолданылады.
- Нақты ИМС қолданар алдында оның datasheet құжатын тексеру қажет (кірістердің деңгейі, enable, шығыс сигналдардың логикасы және т.б.).

XVI. Дешифратор мен шифраторды қорытынды салыстыру

Дешифратор мен шифратор бір-бірінің кері түрлендіруін орындайды: код → желі және желі → код.

1 Негізгі айырмашылықтар

Сипаттама	Дешифратор (Decoder)	Шифратор (Encoder)
Ағылшынша	Decoder	Encoder
Түрлендіру бағыты	код → желі	желі → код
Мысал	2 → 4	4 → 2
Кірісі	екілік код	белсенді кіріс
Шығысы	белсенді желі	екілік код
Негізгі міндеті	таңдау	кодтау

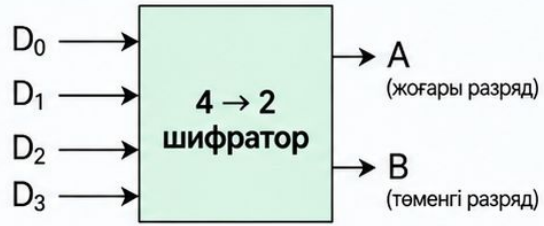
2 Дешифратор (мысалы, 2 → 4)



Екілік код кірісіне сәйкес бір ғана шығыс желісі белсенеді.

Мысалы: 10_2 DECODER → $Y_2 = 1$ (қалғандары 0)

3 Шифратор (мысалы, 4 → 2)



Кірістердің біреуі белсенді болғанда, шығыста сәйкес екілік код пайда болады.

Мысалы: $D_2 = 1$ ENCODER → 10_2 (қалғандары 0)

4 Дешифратордың жұмыс кестесі (2 → 4)

Кірістер		Шығыстар			
A	B	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

5 Шифратордың жұмыс кестесі (4 → 2)

Кірістер				Шығыстар	
D_0	D_1	D_2	D_3	A	B
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	1	1

6 Кері түрлендіру (қорытынды)

10_2 DECODER (2 → 4) → $Y_2 = 1$ (қалғандары 0)

$D_2 = 1$ ENCODER (4 → 2) → 10_2

Дешифратор мен шифратор бір-бірінің кері түрлендіруін орындайды.

Бақылау сұрақтары

1. Дешифратор дегеніміз не?
2. Неліктен екі кірісті толық дешифраторда төрт шығыс болады?
3. 2→4 белгіленуі нені білдіреді?
4. 2→4 дешифратор қалай жұмыс істейді?
5. AB=10 болғанда қандай шығыс белсенді болады?
6. Дешифраторды қандай логикалық элементтер арқылы құруға болады?
7. 3→8 дешифраторда неше кіріс және неше шығыс бар?
8. Enable кірісі не үшін қажет?
9. Дешифратор қайда қолданылады?
10. Шифратор дегеніміз не?
11. 4→2 шифраторы қалай жұмыс істейді?
12. Шифратор мен дешифратордың негізгі айырмашылығы қандай?
13. Қарапайым шифраторда екі кіріс бір уақытта белсенді болса қандай мәселе пайда болады?
14. Приоритетті шифратор дегеніміз не?