ИжМС

Дәуренов ӘД

№9 дәріс. Триггерлер. RS-триггер

Дәрістің мақсаты

- Логикалық схемалар, негізгі түрлері, олардың арасындағы айырмашылықтарды
- және триггерлердің цифрлық құрылғылардағы қызметін түсіндіру.
- RS-триггердің құрылымын,
- жұмыс принципін және
- ақпаратты сақтау ерекшеліктерін қарастыру.

Дәріс жоспары

1. Логикалық схема туралы жалпы түсінік.
2. Логикалық схемалардың негізгі түрлері.
3. Комбинациялық және тізбекті логикалық схемалардың айырмашылығы.
4. Триггер туралы жалпы түсінік.
5. Триггерлердің негізгі түрлері.
6. RS-триггердің құрылымы және жұмыс принципі.
7. RS-триггердің NOR логикалық элементтері арқылы құрылуы.
8. RS-триггердің ақиқат кестесі және жұмыс режимдері.
9. NAND элементтеріне негізделген RS-триггер.
10. RS-триггердің шектеулері және қолданылуы.

Еске түсір!

Логикалық схема (Logic Circuit) — логикалық элементтерден құрастырылған, кіріс сигналдарын белгілі бір логикалық ереже бойынша өңдеп, шығыс сигналын қалыптастыратын электрондық схема.

Логикалық схемалар цифрлық электрониканың негізгі бөліктерінің бірі болып табылады.
Логикалық схемалардың негізін AND, OR, NOT, XOR, NAND және NOR сияқты логикалық элементтер құрайды.

Логикалық элементтерді өзара байланыстыру арқылы күрделірек схемалар құрастыруға болады.
Мысалы, алдыңғы дәрістерде қарастырылған шифраторлар, дешифраторлар, мультиплексорлар және қосқыштар да логикалық схемалар болып табылады.

Цифрлық логикалық схемалар

Цифрлық логикалық схемалар жұмыс принципіне қарай екі негізгі топқа бөлінеді:

1. Комбинациялық логикалық схемалар (Combinational Logic Circuits).
2. Тізбекті логикалық схемалар (Sequential Logic Circuits).

Логикалық схемалар

Комбинациялық

Ақпаратты өңдеу



Қосқыш, MUX, дешифратор

Тізбекті

Ақпаратты сақтау және өңдеу



Триггер, регистр, санауыш

Комбинациялық логикалық схемалар

Комбинациялық логикалық схемалардың шығыс сигналдары тек кіріс сигналдарының ағымдағы мәндеріне байланысты.

Мысалы, AND элементінде кірістер өзгерсе, шығыс та сәйкес өзгереді.
Схема өзінің бұрынғы нәтижесін есте сақтамайды.

Комбинациялық схемаларға мыналар жатады:

- Логикалық элементтер.
- Шифраторлар және дешифраторлар.
- Мультиплексорлар және демультиплексорлар.
- Код түрлендіргіштері.
- Жартылай және толық қосқыштар.

Тізбекті логикалық схемалар

Тізбекті логикалық схемалардың шығыс сигналдары кірістердің ағымдағы мәндеріне және құрылғының алдыңғы күйіне байланысты.
Яғни мұндай схемалар ақпаратты есте сақтай алады.
Мысалы, батырманы басқанда шам жанады. Батырманы жібергеннен кейін де шам жанып тұрады. Оны сөндіру үшін басқа басқару сигналы беріледі.
Бұл жағдайда схема өзінің қосылған күйін сақтайды.
Тізбекті схемаларға мыналар жатады:

- Триггерлер.
- Регистрлер.
- Санауыштар.
- Жады элементтері.

Алдыңғы дәрістерде біз негізінен комбинациялық логикалық схемаларды зерттедік. Олар кіріс сигналдарын өңдеп, белгілі бір нәтиже қалыптастырады.

Алайда көптеген цифрлық құрылғыларда ақпаратты өңдеу ғана жеткіліксіз. Кейде алынған нәтижені белгілі бір уақытқа дейін сақтау қажет болады.

Мысалы, компьютерде деректерді сақтау, санауышта импульстер санын есте сақтау немесе басқару жүйесінің ағымдағы күйін сақтау қажет.

Осындай міндеттерді орындау үшін тізбекті логикалық схемалар қолданылады. Тізбекті логикалық схемалардың негізгі элементтерінің бірі — триггер.

1. Триггер дегеніміз не?

Триггер (Flip-Flop) — екі тұрақты күйі бар және бір бит ақпаратты сақтауға арналған цифрлық құрылғы.
Триггердің екі негізгі күйі бар:

- 0 — логикалық нөл.
- 1 — логикалық бір.

Триггердің басты ерекшелігі — ол кіріс сигналы өзгергеннен кейін де өзінің алдыңғы күйін сақтай алады.

Мысалы, батырманы басқан кезде жарықдиод жанады. Батырманы жібергеннен кейін де жарықдиод жанып тұра береді. Оны сөндіру үшін басқа басқару сигналы беріледі.

Триггердің цифрлық электроникадағы маңызы

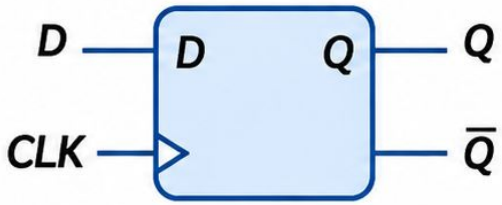
Бір триггер бір бит акпаратты сақтайды.

- ✓ Ал бірнеше триггерді біріктіру арқылы көпбиттік акпаратты сақтайтын құрылғылар құруға болады.
- ✓ Осы принцип регистрлер мен басқа да жады құрылғыларының негізінде қолданылады.

Мысалы:

- 1 триггер — **1 бит**.
- 8 триггер — **8 бит** (1 байт).
- 16 триггер — **16 бит** (2 байт).

Триггер (D-типі)



CLK	D	Q_{next}
↑	0	0
↑	1	1

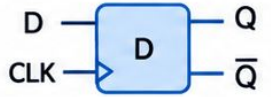
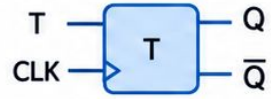
Негізгі идея

✓ Триггерлер — ақпаратты уақытша сақтайтын негізгі элементтер, олар регистрлердің, санағыштардың және жады құрылғыларының құрылысында қолданылады.

Цифрлық электроникадағы триггер түрлері

FF

Цифрлық электроникада бірнеше триггер түрі қолданылады.

Триггер түрі	Ағылшынша атауы	Символы	Негізгі қызметі
RS	Set–Reset		Күйді орнату, өшіру және сақтау.
D	Data		Бір бит деректі сақтау.
JK	JK Flip-Flop		Күйді орнату, өшіру, сақтау және ауыстыру.
T	Toggle		Күйді қарама-қарсы мәнге ауыстыру.

Негізгі түсінік

- **Триггер** — ақпаратты сақтайтын (жады элементі) цифрлық құрылғы.
- Ол **1 бит** (0 немесе 1) ақпаратты сақтайды.
- Триггерлер регистрлердің, санағыштардың және басқа да жады құрылғыларының негізін құрайды.

Қорытынды

Триггерлердің жұмыс принциптері әртүрлі болғанымен, барлығының негізгі мақсаты — **цифрлық ақпаратты сақтау және басқару.**

Қолданылатын түрлері

Бұл дәрісте **RS-триггер** қарастырылады. Ал D, JK және T триггерлері келесі дәрісте зерттеледі.

RS-триггер (Set–Reset Trigger)

RS

RS-триггер — екі басқару кірісі арқылы бір бит ақпаратты сақтайтын цифрлық құрылғы.

Басқару кірістері

- **S (Set)** — 1 күйін орнату (Q = 1).
- **R (Reset)** — 0 күйін орнату (Q = 0).

Шығыстары

- **Q** — негізгі шығыс (сақталатын күй).
- $\overline{Q}$ — инверсиялық шығыс ($\overline{Q} = \neg Q$).

Негізгі қасиеті

RS-триггер 1 бит ақпаратты сақтай алады, яғни екі тұрақты күйі бар: **Q = 0** немесе **Q = 1.**

Символы (блоктық түрде)



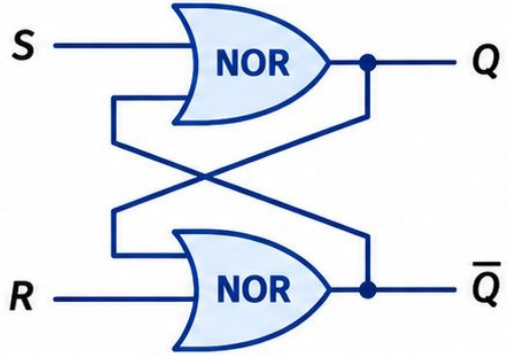
Сақталу теңдеуі

$$\overline{Q} = \neg Q$$

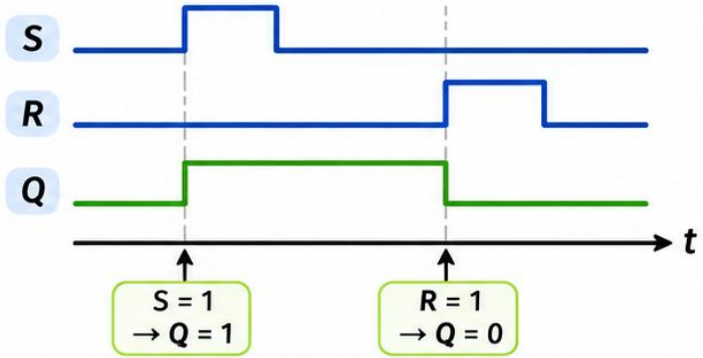
Жұмыс режимінің кестесі (NOR-негізді RS-триггер)

S	R	Қасиеті	$Q_{келесі}$
0	0	Күйді сақтау	Q (өзгеріс жоқ)
1	0	Орнату (Set)	1
0	1	Өшіру (Reset)	0
1	1	Тыйым салынған (жарамсыз күй)	–

RS-триггердің құрылымдық схемасы (NOR элементтері негізінде)



Жұмыс мысалы (уақыт диаграммасы)



Кері байланыс (Feedback) — схеманың шығыс сигналының оның кірісіне қайта берілуі.

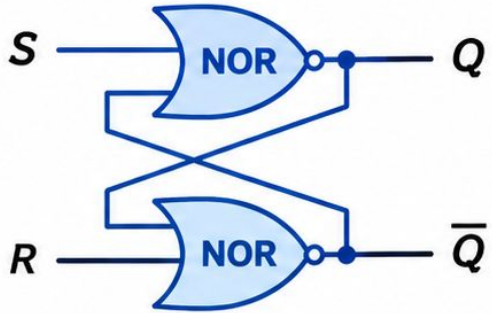
RS-триггерде бір NOR элементінің шығысы екінші NOR элементінің кірісіне беріледі, ал екінші элементтің шығысы бірінші элементтің кірісіне қайтарылады. Осының арқасында триггер белгілі бір күйді сақтай алады.

Мысалы, Q=1 болған жағдайда S және R кірістері 0-ге қайтарылса да, кері байланыс Q=1 күйін ұстап тұрады.

Демек, RS-триггердің ақпаратты сақтау қабілеті кері байланыс арқылы жүзеге асырылады.

NOR негізіндегі RS-триггердің жұмыс режимдері

RS-триггер (NOR негізінде)



Ақиқат кестесі

S	R	Q (келесі күй)	Жұмыс режимі
0	0	Алдыңғы күй	Сақтау (Hold)
0	1	0	Өшіру (Reset)
1	0	1	**Күйін орнату (Set)**
1	1	Анықталмаған	Тыйым салынған комбинация

Басқару кірістері мен шығыстары

- **S** — **(Set)** — 1 күйін орнату ($Q = 1$).
- **R** — **(Reset)** — 0 күйіне келтіру ($Q = 0$).
- **Q** — Q— негізгі шығыс (сақталатын күй).
- **$\overline{Q}$** — $\overline{Q}$— инверсиялық шығыс ($\overline{Q} = \neg Q$).

Жұмыс режимдері

Сақтау режимі (Hold)

$S = 0, \quad R = 0$

Триггер алдыңғы күйін сақтайды.

$Q = Q_{(алдыңғы)}$

Күйін орнату режимі (Set)

$S = 1, \quad R = 0$

Триггер 1 күйіне өтеді.

$Q = 1, \quad \overline{Q} = 0$

Өшіру режимі (Reset)

$S = 0, \quad R = 1$

Триггер 0 күйіне өтеді.

$Q = 0, \quad \overline{Q} = 1$

Тыйым салынған комбинация

$S = 1, \quad R = 1$

Екі NOR элементінің шығысы да 0 болады. Бұл комбинация қалыпты жұмыс үшін жарамсыз.

$Q = 0, \quad \overline{Q} = 0$

NAND негізіндегі RS-триггер

Негізгі идея

- RS-триггер тек NOR элементтерімен ғаңа емес, NAND элементтері арқылы да құрыла алады.
- NAND элементі — AND операциясының терістелген түрі.

NAND элементі



$$Y = \overline{A \cdot B}$$

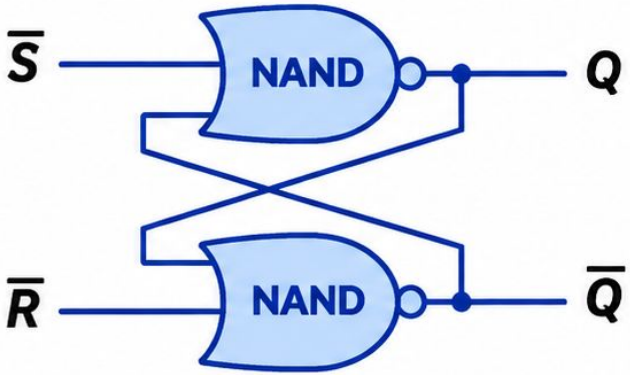
NAND негізіндегі RS-триггердің кірістері

$\overline{S}$ — орнату кірісі (белсенді төмен)

$\overline{R}$ — өшіру кірісі (белсенді төмен)

Басқару сигналы 0 болғанда белсенді болады.

NAND RS-триггердің құрылымдық схемасы

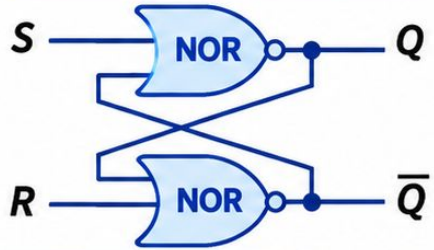


NAND RS-триггердің ақиқат кестесі

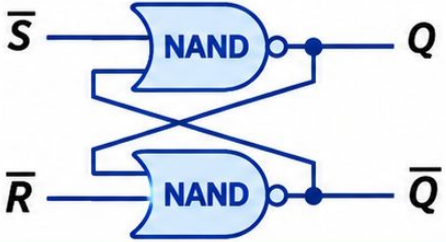
$\overline{S}$	$\overline{R}$	Q (келесі күй)	Жұмыс режимі
1	1	Алдыңғы күй	Сақтау (Hold)
0	1	1	Орнату (Set)
1	0	0	Өшіру (Reset)
0	0	Анықталмаған	Тыйым салынған комбинация

NOR және NAND негізіндегі RS-триггерлерді салыстыру

NOR негізіндегі RS-триггер



NAND негізіндегі RS-триггер



Сипаттама	NOR RS-триггер	NAND RS-триггер
Логикалық элементтер	2 NOR	2 NAND
Белсенді кіріс деңгейі	1 (‘1’ деңгейі)	0 (‘0’ деңгейі)
Сақтау режимі (Hold)	$S = 0,\ R = 0$	$\overline{S} = 1,\ \overline{R} = 1$
Күйін орнату режимі (Set)	$S = 1,\ R = 0$	$\overline{S} = 0,\ \overline{R} = 1$
Өшіру режимі (Reset)	$S = 0,\ R = 1$	$\overline{S} = 1,\ \overline{R} = 0$
Тыйым салынған комбинация	$S = 1,\ R = 1$	$\overline{S} = 0,\ \overline{R} = 0$

Екі құрылғының қызметі бірдей — бір бит ақпаратты сақтау. Алайда олардың кіріс сигналдарынын белсенді деңгейлері әртүрлі.

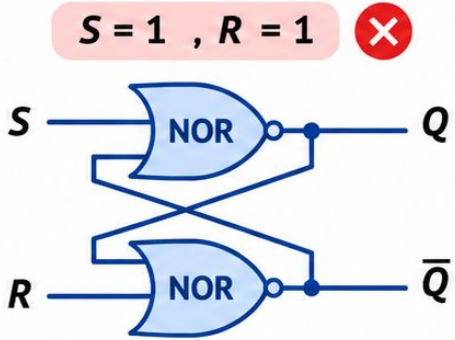
RS-триггердің құрылымдық ерекшеліктері

RS

RS-триггердің құрылымын қарапайым болғанмен, бірнеше маңызды ерекшелігі бар:

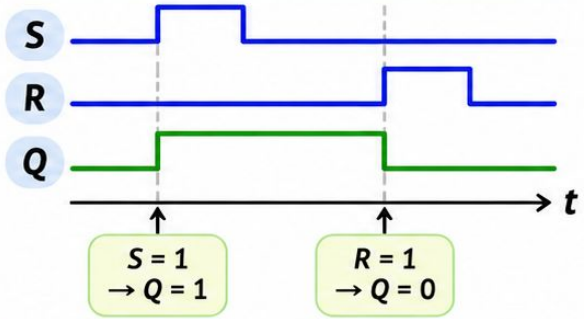
1 Тыйым салынған комбинация

NOR RS-триггерінде S = 1 және R = 1 комбинациясы қалыпты жұмыс үшін жарамсыз.



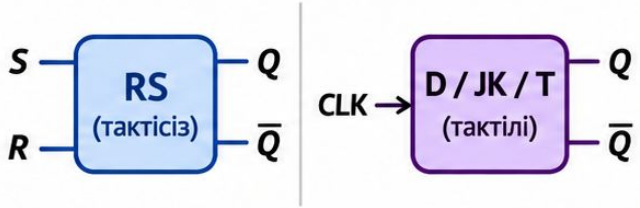
2 Кіріс сигналдарының тікелей тәуелділігі

Қарапайым RS-триггер баскару сигналдарына бірден жауап береді. Кірістердегі кез келген өзгеріс триггердің шығыс күйіне әсер етуі мүмкін.



3 Тактлік сигналдың болмауы

Қарапайым RS-триггерде Clock (тактлік) кірісі жоқ, яғни күйдің өзгеруі кіріс сигналдар деңгейінің өзгеруіне бірден байланысты.



Сондықтан цифрлық электроникада тактілік сигналмен басқарылатын **D, JK** және **T** триггерлері де кеңінен қолданылады.

RS-триггерлердің қолданылуы

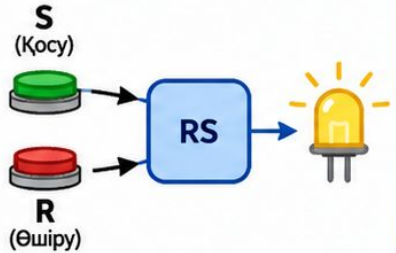
RS | RS-триггерлер цифрлық және автоматтандыру жүйелерінде қолданылады.

Қолданылу саласы	Қызметі
Басқару жүйелері	Қосу және өшіру күйін сақтау
Цифрлық жады	Бір бит ақпаратты сақтау
Батырма сигналдарын өңдеу	Сәйкес схемада контакт дірілінің әсерін азайту
Автоматтандыру	Құрылғының ағымдағы күйін сақтау
Цифрлық құрылғылар	Күрделірек жады және басқару схемаларын құру

Практикалық мысал: жарықдиодты басқару

Міндет: екі батырма арқылы жарықдиодты басқару.

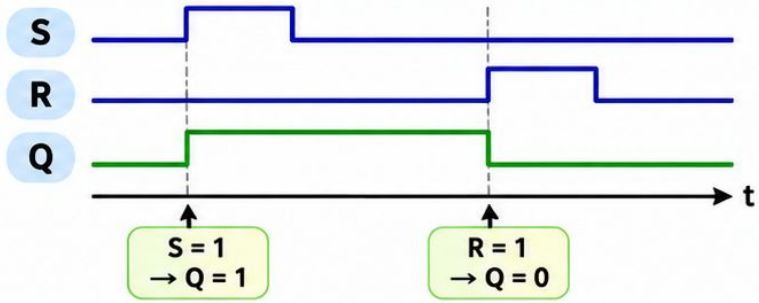
- S батырмасы — жарықдиодты қосу.
- R батырмасы — жарықдиодты өшіру.



Жұмыс алгоритмі

1. Бастапқыда Q = 0, жарықдиод сөндірулі.
2. S батырмасы басылады, Q = 1 болады.
3. S батырмасы жіберіледі, жарықдиод жанып тұрады.
4. R батырмасы басылады, Q = 0 болады.
5. R батырмасы жіберіледі, жарықдиод сөндірулі күйде қалады.

Жұмыс нәтижесі (уақыттық диаграмма)



Бұл мысал RS-триггердің ақпаратты сақтау қабілетін көрсетеді.

Қорытынды

Бұл дәрісте логикалық схемалардың негізгі түрлері, олардың арасындағы айырмашылықтар және триггерлердің цифрлық электроникадағы рөлі қарастырылды.
Негізгі тұжырымдар:

- Логикалық схема — цифрлық сигналдарды өңдейтін электрондық схема.
- Логикалық схемалар комбинациялық және тізбекті болып бөлінеді.
- Комбинациялық схемалар ақпаратты өңдейді, бірақ алдыңғы күйді сақтамайды.
- Тізбекті схемалар ақпаратты өңдеумен қатар сақтай алады.
- Триггер — тізбекті логикалық схеманың негізгі жады элементтерінің бірі.
- RS-триггер бір бит ақпаратты сақтайды.
- RS-триггердің жұмыс принципі кері байланысқа негізделген.
- RS-триггердің сақтау, орнату және өшіру режимдері бар.

Бақылау сұрақтары

Логикалық схема дегеніміз не?
Логикалық схемалар қандай негізгі түрлерге бөлінеді?
Комбинациялық логикалық схема дегеніміз не?
Тізбекті логикалық схема дегеніміз не?
Комбинациялық және тізбекті схемалардың негізгі айырмашылығы қандай?
Қандай құрылғылар комбинациялық схемаларға жатады?
Триггер дегеніміз не?
Триггер неше бит ақпаратты сақтайды?
Триггерлердің қандай түрлері бар?
RS-триггердің S және R кірістері қандай қызмет атқарады?
Q және $\overline{Q}$ шығыстары нені білдіреді?
RS-триггерді қандай логикалық элементтер арқылы құруға болады?
Кері байланыс дегеніміз не?
RS-триггердің сақтау режимі қашан орындалады?
NOR RS-триггерінде қандай кіріс комбинациясы тыйым салынған?
NOR және NAND негізіндегі RS-триггерлердің айырмашылығы қандай?
RS-триггерлер қандай құрылғыларда қолданылады?