АЭжҚ

Дәуренов ӘД

9-дәріс. Триггерлер мен санауыштар

Дәрістің мақсаты

Зерттеу

- мақсатын,
- құрылымын және
- триггерлер мен санауыштардың жұмыс істеу принципін,
- олардың негізгі түрлерін,
- ерекшеліктерін және өнеркәсіптік автоматтандыру жүйелерінде қолданылуын қарастыру.

Дәріс жоспары

1. Триггер туралы түсінік және оның мақсаты.
2. Триггердің жұмыс істеу принципі.
3. Триггерлердің негізгі түрлері: RS, D, JK, T.
4. Автоматика жүйелерінде триггерлерді қолдану.
5. Санауыш туралы түсінік және оның жұмыс істеу принципі.
6. Санауыштардың негізгі түрлері.
7. Санауыштардың негізгі сипаттамалары.
8. Өнеркәсіптік автоматикада санауыштарды қолдану.
9. PLC-де триггерлер мен санауыштарды іске асыру.
10. Автоматтандырудағы триггерлер мен санауыштардың маңызы.

Логикалық құрылғылар — логикалық сигналдарды өңдеуге және берілген ережелерге сәйкес логикалық операцияларды орындауға арналған электрондық немесе электромеханикалық құрылғылар.

Цифрлық жүйелерде логикалық сигналдар әдетте екі мән қабылдайды:
0 (логикалық нөл) және 1 (логикалық бірлік).

Логикалық құрылғылар сигналдарды өңдеу, логикалық шешімдер қабылдау, ақпаратты сақтау және автоматтандырылған жүйелердің жұмысын басқару үшін қолданылады.

Цифрлық электроника мен автоматикада логикалық құрылғылар (жұмыс істеу принципі бойынша) екі негізгі түрге бөлінеді:

- комбинациялық және тізбекті.

1. Комбинациялық логикалық құрылғылар

Комбинациялық логикалық құрылғылар — шығыс сигналдары тек кіріс сигналдарының ағымдағы мәндерімен анықталатын цифрлық құрылғылар.

Басқаша айтқанда, жұмыс нәтижесі дәл осы сәтте кірістерге қандай логикалық мәндер (0 немесе 1) түсетініне байланысты.

Мұндай құрылғылар алдыңғы күйлер туралы ақпаратты сақтамайды.

Комбинациялық логикалық құрылғыларға мыналар жатады:

- AND (ЖӘНЕ), OR (НЕМЕСЕ), NOT (ЕМЕС) логикалық элементтері.
- Дешифраторлар мен шифраторлар.
- Мультиплексорлар мен демультиплексорлар.
- Қосқыштар.
- Код түрлендіргіштері.

Мысал: AND логикалық элементі.

Егер екі кіріске де логикалық бірлік берілсе (A = 1, B = 1), шығыс Q = 1. Кез келген кіріс 0-ге өзгергенде, шығыс та 0-ге тең болады (сигналдың таралуының аздаған кідірісін ескере отырып).

2. Тізбекті логикалық құрылғылар

Тізбекті логикалық құрылғылар — шығыс сигналдары ағымдағы кіріс сигналдарына ғана емес, құрылғының алдыңғы күйіне де байланысты болатын цифрлық құрылғылар.

Комбинациялық құрылғылардан айырмашылығы, олар ақпаратты сақтау қабілетіне ие.

Тізбекті логикалық құрылғыларға мыналар жатады:

- Триггерлер — бір бит ақпаратты сақтауға арналған құрылғылар.
- Регистрлер — көпбитті деректерді сақтауға және кейбір жағдайларда ығыстыруға арналған құрылғылар.
- Санауыштар — импульстер мен оқиғаларды санауға арналған құрылғылар.
- Ақырлы автоматтар — кіріс сигналдары мен ағымдағы күйге байланысты операциялар тізбегін орындайтын құрылғылар.

Мысал: D-триггер.

CLK сигналының белсенді фронты келгенде триггер D кірісінің мәнін есте сақтайды. D мәні өзгерсе де, Q шығысы келесі белсенді CLK фронтына дейін бұрын жазылған күйді сақтайды.

Алдыңғы «Автоматиканың логикалық элементтері» дәрісінде біз AND, OR және NOT элементтерін қарастырдық.

Олар комбинациялық логикаға жатады.

Осы «Триггерлер мен санауыштар» дәрісінде біз тізбекті логиканы зерттейміз, өйткені бұл құрылғылар күйді сақтауға қабілетті.

1. Триггер туралы түсінік және оның мақсаты

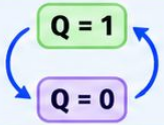
Триггер (Flip-Flop) — екі тұрақты күйдің бірінде бола алатын және тиісті басқарушы сигнал келгенге дейін өз күйін сақтайтын логикалық құрылғы.

Кәдімгі AND, OR және NOT логикалық элементтерінен айырмашылығы, триггер ақпаратты есте сақтау қабілетіне ие.

Мысалы, AND логикалық элементі ағымдағы кіріс сигналдарына байланысты шығысты қалыптастырады. Ал триггер басқарушы импульс жойылғаннан кейін де бұрын орнатылған күйді сақтай алады.

Триггерлер: негізгі сигналдар және жұмыс істеу принципі

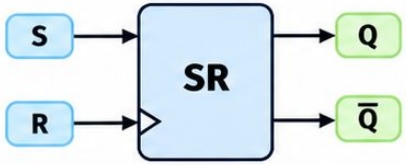
Триггер — екі тұрақты күйдің бірінде бола алатын цифрлық жад элементі: Q = 1 (қосулы) немесе Q = 0 (сөнулі).



Триггердің негізгі сигналдары

Белгіленуі	Атауы	Мақсаты
S	Орнату (Set)	Q = 1 орнатады («1» жазады)
R	Қалпына келтіру (Reset)	Q = 0 орнатады («0» жазады)
Q	Тура шығыс	Триггердің ағымдағы күйі (0 немесе 1)
$\overline{Q}$	Инверстік шығыс	Q-дың қарама-қарсы күйі ($\overline{Q}$ = Q емес)
CLK	Тактілік сигнал (Clock)	Тактіленетін триггерлердің ауысу сәтін анықтайды

Мысал: SR-триггер (асинхронды)



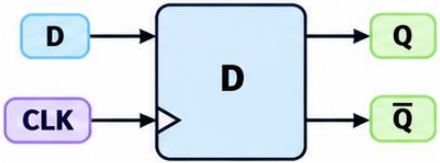
SR-триггердің жұмыс принципі:
- **S = 1 → орнату: Q = 1.**
- **R = 1 → қалпына келтіру: Q = 0.**
- **S = 0 және R = 0 → күй сақталады.**
- **S = 1 және R = 1 → рұқсат етілмейтін күй (тәжірибеде қолданылмайды).**

S	R	Q (келесі күй)
0	0	Q (өзгеріссіз)
0	1	0 (қалпына келтіру)
1	0	1 (орнату)
1	1	— (рұқсат етілмейді)

Уақыттық диаграмма (мысал)



Мысал: D-триггер (тактілік сигналмен)



D-триггердің жұмыс принципі:
- **Тактілік сигналдың белсенді фронтында триггер D кірісінің мәнін есте сақтайды.**
- **Осыдан кейін мән келесі тактілік импульске дейін сақталады.**

Маңызды

- Барлық триггерлердің кірістері бірдей емес.
- Мысалы, D-триггер D кірісі мен CLK тактілік сигналын пайдаланады.
- Триггерлер күйді сақтау, импульстерді, санауыштарды, регистрлерді және басқа басқару функцияларын қалыптастыру үшін қолданылады.

Мысал: триггер арқылы қосу командасын есте сақтау

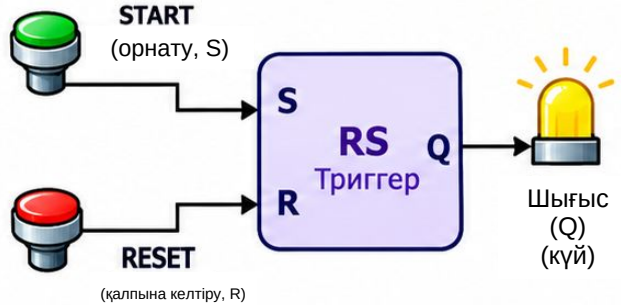
Есеп

START батырмасынан қосу командасын есте сақтау және RESET командасы келгенге дейін сақтау.

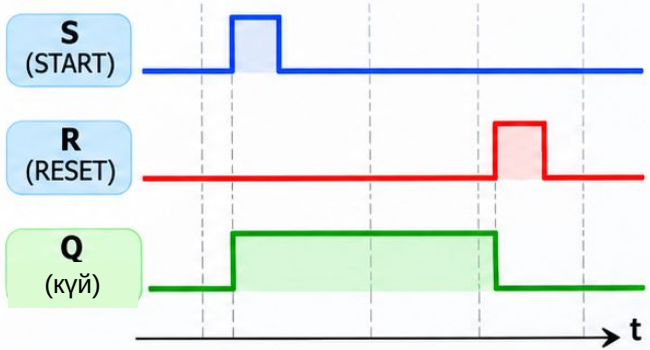
Жұмыс логикасы

- START басу (орнату) → Q = 1.
- RESET басу (қалпына келтіру) → Q = 0.
- Батырмалар жіберілгеннен кейін күй сақталады.

Схема (RS-триггер)



Уақыттық диаграмма (жұмыс мысалы)



Қадамдық жұмыс

1. START басу → триггер орнатылады: Q = 1.
2. START жіберу → Q мәні 1 болып қалады (күй сақталады).
3. RESET басу → триггер қалпына келтіріледі: Q = 0.

Нәтиже

Қосу командасы есте сақталып, қалпына келтіру командасы келгенге дейін ұсталады.

Маңызды

Кәдімгі триггер күйді қорек бар кезде ғана сақтайды. Қорек ажыратылғаннан кейін ақпаратты сақтау үшін арнайы шешімдер, мысалы, энергияға тәуелсіз жад қажет.

3. Триггерлердің негізгі түрлері

Цифрлық құрылғылар мен автоматикада триггерлердің төрт негізгі түрі қолданылады:

- RS-триггер.
- D-триггер.
- JK-триггер.
- T-триггер.

Олар кіріс сигналдарымен және күйді өзгерту ережелерімен ерекшеленеді.

RS-триггер: жұмыс істеу принципі және қолданылуы

RS-триггер — бір логикалық күйді орнатуға және қалпына келтіруге арналған құрылғы (0 немесе 1 сақтайды).



Кірістер және олардың мақсаты

- **S** — Q = 1 күйін орнату (Set)
- **R** — Q = 0 күйіне қалпына келтіру (Reset)

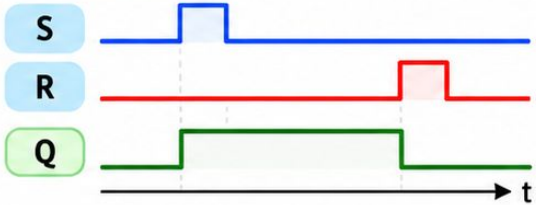
RS-триггердің жұмыс кестесі (белсенді жоғары деңгей)

S	R	Q-дың келесі күйі
0	0	Алдыңғы күйді сақтайды (Q өзгеріссіз)
0	1	0 — қалпына келтіру
1	0	1 — орнату
1	1	Рұқсат етілмейтін комбинация (NOR негізіндегі классикалық RS үшін)

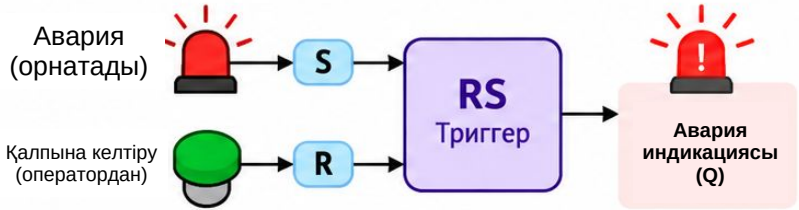
RS-триггер схемасы (логикалық блок)



Уақыттық диаграмма (мысал)



Қолдану мысалы: авариялық сигналды тіркеу



Жұмыс логикасы

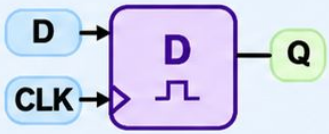
- Авария пайда болғанда триггер Q = 1 күйіне орнатылады.
- Авариялық сигнал жойылса да, күй сақталады.
- Q = 0 күйіне қалпына келтіру жеке командамен (R) орындалады.

PLC-дегі ерекшелік

Өнеркәсіптік PLC-де қалпына келтіру басымдығы бар RS немесе орнату басымдығы бар SR блоктары да кездеседі. Мұндай блоктарда бір мезгілде белсенді сигналдар берілген басымдыққа сәйкес өңделеді.

D-триггер: жұмыс істеу принципі және қолданылуы

D-триггер — белгілі бір уақыт сәтінде D кіріс сигналының мәнін есте сақтауға арналған құрылғы.



Негізгі кірістер

D — ақпараттық кіріс (есте сақталатын мән).

CLK — тактілік кіріс (синхрондаушы сигнал).

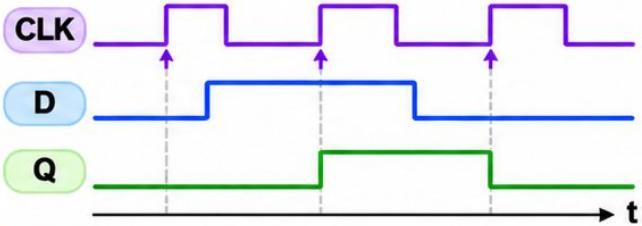
Жұмыс принципі

- CLK-дің оң фронтында (0 → 1 ауысуы) триггер D-нің ағымдағы мәнін есте сақтайды.
- CLK фронттарының арасында Q күйі өзгермейді (сақталады).

D-триггер схемасы



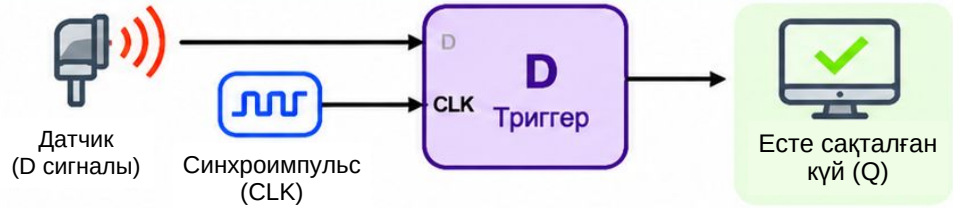
Уақыттық диаграмма (түзетілген мысал)



Жұмыс кестесі (оң фронтта)

D	CLK оқиғасы	Келесі Q
0	Оң фронт (0 → 1)	0
1	Оң фронт (0 → 1)	1
0 немесе 1	Белсенді фронт жоқ (CLK = 0 немесе 1, ауысусыз)	Сақталады (өзгеріссіз)

Қолдану мысалы: датчиктің күйін есте сақтау



Қайда қолданылады

- Регистрлерде (деректерді сақтау).
- Цифрлық сигналдарды өңдеу құрылғыларында.
- Синхронды басқару жүйелерінде (күйді тактілік сигнал бойынша тіркеумен).

CLK (Clock) қарапайым тілмен

CLK (Clock) — триггерге кіріс сигналын дәл қай сәтте тексеріп, қажет болғанда өз күйін өзгерту керектігін білдіретін тактілік сигнал.

Триггерге CLK не үшін қажет?
Триггерді 0 немесе 1 мәнін есте сақтайтын құрылғы деп елестетейік.
Онда мыналар бар:

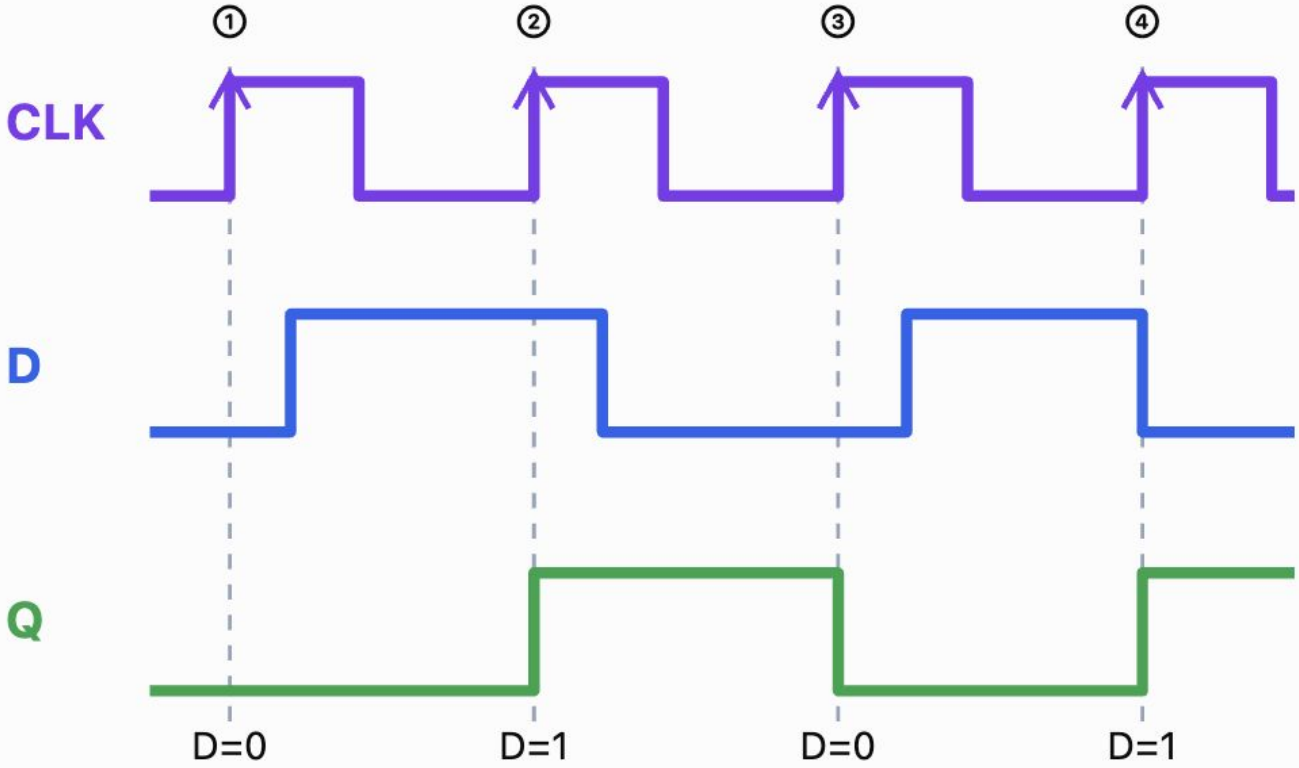
- D (Data) — ақпарат (0 немесе 1) берілетін кіріс.
- CLK (Clock) — «Ақпаратты дәл қазір есте сақта!» дейтін сигнал.
- Q (Output) — есте сақталған мәнді көрсететін шығыс.

Мысалы, D кірісінде 1 тұр. Бірақ триггер бұл бірлікті бірден жазуға міндетті емес.

Ол CLK сигналының белгілі бір өзгерісін күтеді.

Қажетті сәт келгенде триггер D мәнін есте сақтап, оны Q шығысына береді.

D-триггердің дұрыс уақыттық диаграммасы



Идеалдандырылған диаграмма: Q CLK-дің оң фронтынан кейін өзгереді. Нақты құрылғыда сигналдың таралуының аздаған кідірісі болады.

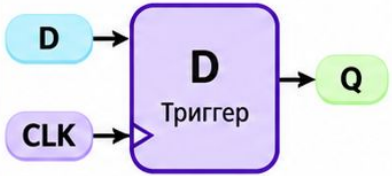
D-триггер: уақыттық диаграмма бойынша жұмыс мысалы

D-триггер CLK сигналының оң фронты сәтінде (0 → 1 ауысуы) D кірісінің мәнін есте сақтайды.

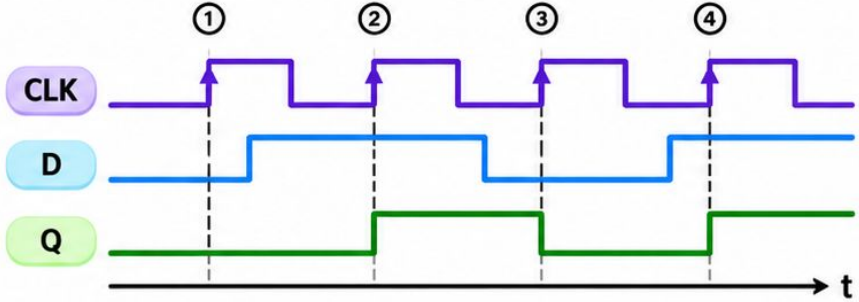
Сигналдар және олардың мәні

- **CLK** — тактілік сигнал: ақпаратты қашан есте сақтау керектігін анықтайды.
- **D** — кіріс деректері: 0 немесе 1.
- **Q** — шығыс: есте сақталған мән.

D-триггер схемасы



Уақыттық диаграмма (4 сәтті талдау)



Төрт сәтті талдау

1 Бірінші CLK импульсі — D = 0

- D кірісі = 0.
- Триггер 0-ді оқып, шығыста сақтайды.
- Нәтиже: Q = 0

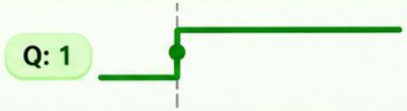
(жасыл сызық төменде қалады).



2 Екінші CLK импульсі — D = 1

- Фронтқа дейін D мәні 0-ден 1-ге өзгерді.
- Екінші фронтта триггер D = 1 мәнін оқиды.
- Нәтиже: Q = 1

(жасыл сызық жоғары көтеріледі).



3 Үшінші CLK импульсі — D = 0

- Осы сәтте D кірісі қайтадан 0-ге тең болды.
- Триггер 0-ді оқиды.
- Нәтиже: Q = 0

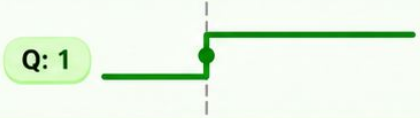
(жасыл сызық төмен түседі).



4 Төртінші CLK импульсі — D = 1

- Төртінші фронт сәтінде D = 1.
- Триггер бірлікті есте сақтайды.
- Нәтиже: Q = 1

(жасыл сызық жоғары көтеріліп, кейін D = 0 болса да, сол жерде қалады).



Негізгісі: D-триггер D мәнін үнемі көшірмейді, оны тек белсенді CLK фронты (0 → 1) сәтінде есте сақтайды.

Диаграммада Q дәл CLK-дің оң фронтының тік сызығында өзгереді. Оқу мақсатындағы түсіндіру үшін бұл дұрыс.

Нақты электрондық D-триггерде CLK фронты мен Q өзгерісінің арасында clock-to-Q delay деп аталатын аздаған кідіріс болады.

Сонымен қатар, D кірісі белсенді CLK фронтына дейін және одан кейін қысқа уақыт аралығында тұрақты болуы тиіс.

Студенттер есте сақтауы тиіс негізгі нәрсе:

D-триггер мына ереже бойынша жұмыс істейді:

$Q_{next} = D$ белсенді CLK фронты сәтінде

Яғни CLK ҚАШАН есте сақтау керектігін анықтайды, D НЕНІ есте сақтау керектігін анықтайды, ал Q НЕНІҢ есте сақталғанын көрсетеді.

Дәл осы себепті сіздің суретіңіздегі уақыттық диаграмма CLK-дің оң фронты бар идеалдандырылған D-триггер үшін дұрыс.

JK-триггер: жұмыс істеу принципі және қолданылуы

JK-триггер — J және K деген екі басқарушы кірісі бар тактіленетін триггердің бір түрі. Күйді орнатуға, қалпына келтіруге, сақтауға немесе ауыстыруға мүмкіндік береді.



Жұмыс логикасы

- J = 0, K = 0 — ағымдағы күйді сақтайды.
- J = 0, K = 1 — қалпына келтіру: Q = 0.
- J = 1, K = 0 — орнату: Q = 1.

• J = 1, K = 1 — ауыстыру: Q қарама-қарсы күйге өзгереді (Q → Q̄).

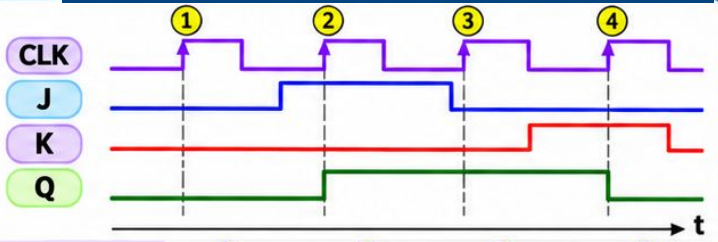
Ауысулар кестесі (белсенді тактілік оқиғада)

J	K	Q-дың келесі күйі
0	0	Сақтау (Q өзгермейді)
0	1	Қалпына келтіру: Q = 0
1	0	Орнату: Q = 1
1	1	Ауыстыру: Q → Q̄

JK-триггер схемасы

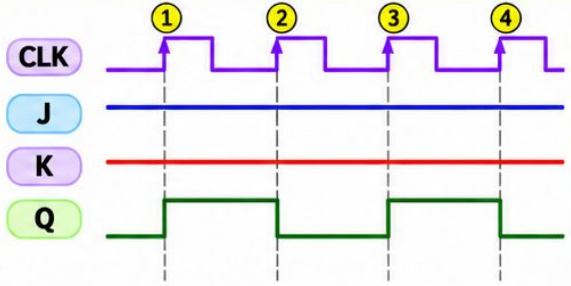


Уақыттық диаграмма (әртүрлі жұмыс режимдері)



CLK фронты	1	2	3	4
J, K	0, 0	1, 0	0, 0	0, 1
Режим	Сақтау	Орнату	Сақтау	Қалпына келтіру
Q (фронттан кейін)	0	1	1	0

Ауыстыру режимі: J = 1, K = 1



Q (фронттан кейін)	1	0	1	0

Қолдану мысалы: санауыш

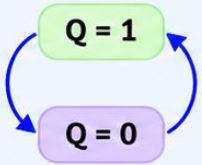


Ерекшеліктері

- Ауысулар кестесі белсенді CLK фронты сәтіне қатысты (әдетте 0 → 1 ауысуы).
- J = 1 және K = 1 болғанда триггер өз күйін қарама-қарсы күйге өзгертеді (ауыстыру режимі, T-триггерге ұқсас).
- Цифрлық санауыштарды, жиілік бөлгіштерді және тізбекті схемаларды құру үшін қолданылады.

Т-триггер: жұмыс істеу принципі және қолданылуы

Т-триггер — екі күйдің (Q = 0 және Q = 1) арасында ауысуға арналған құрылғы.



Кірістер

T — басқарушы кіріс (ауысуға рұқсат).

CLK — тактілік кіріс (синхроимпульс).

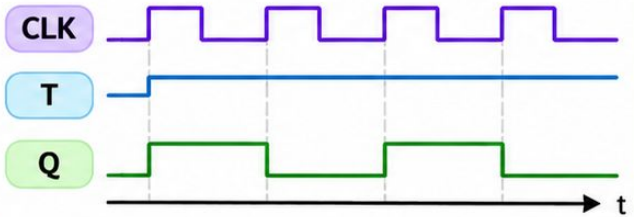
Жұмыс логикасы

- T = 1 — әрбір белсенді тактілік импульсте Q қарама-қарсы күйге өзгереді.
- T = 0 — Q күйі сақталады.

Т-триггер схемасы



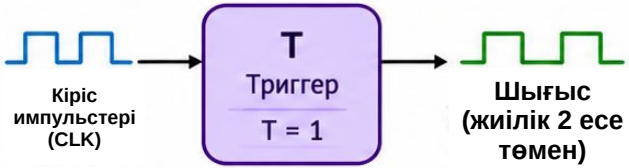
Уақыттық диаграмма (мысал, T = 1)



Ауысулар кестесі

T	Q (импульске дейін)	Q (импульстен кейін)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Қолдану мысалы: жиілікті 2-ге бөлу



Ауысулар тізбегі (мысал, T = 1)

Бастапқы 0 → Имп. 1: 1 → Имп. 2: 0 → Имп. 3: 1 → Имп. 4: 0

Қайда қолданылады

- Импульстерді санау.
- Жиілікті бөлу (2, 4, 8 және т.б.).
- Санауыштар мен тізбекті схемаларды құру.

JK-триггер мен T-триггер өте ұқсас.

Сонымен қатар, T-триггерді JK-триггер негізінде іске асыруға болады. Екі триггер де әрбір белсенді CLK фронтында өз күйін қарама-қарсы күйге ауыстыра алады.

K-триггердің екі басқарушы кірісі бар — J және K. Ол төрт операцияны орындай алады.

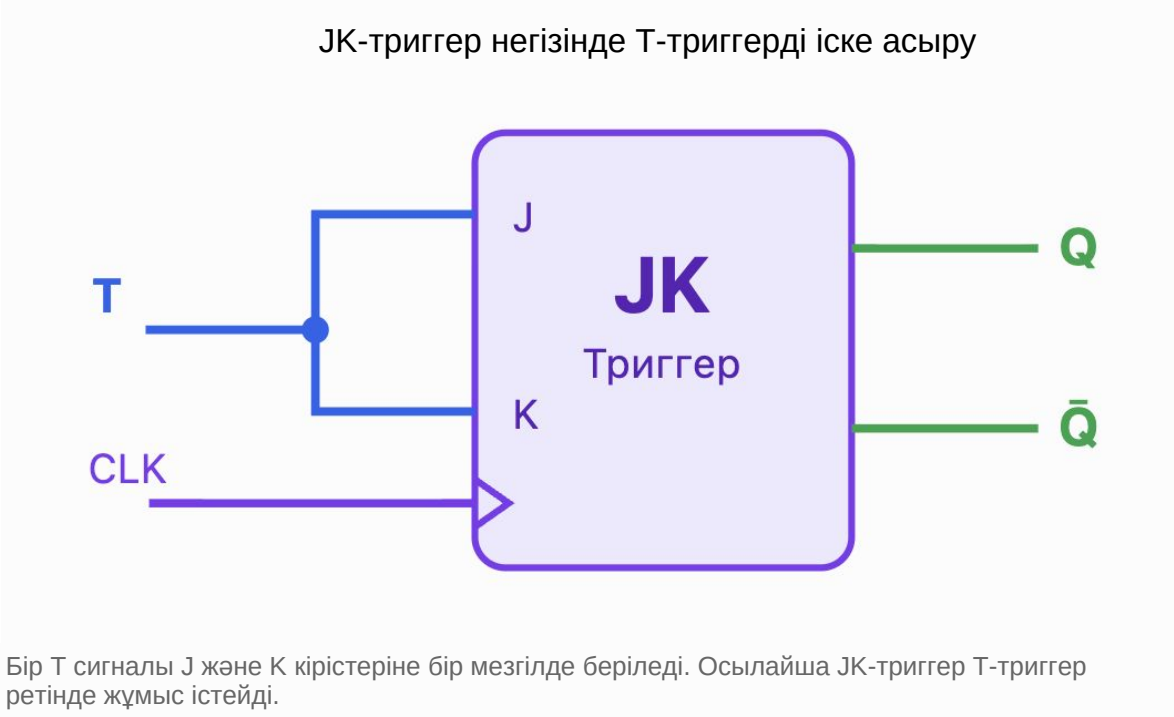
T-триггердің бір басқарушы кірісі бар — T. Ол тек екі операцияны орындайды.

Операция	JK-триггер	T-триггер
Күйді сақтау	J=0, K=0	T=0
Q = 1 орнату	J=1, K=0	Жеке режимі жоқ
Q = 0 күйіне қалпына келтіру	J=0, K=1	Жеке режимі жоқ
Q күйін ауыстыру	J=1, K=1	T=1

Демек, JK-триггер әмбебаптау, ал T-триггер ең алдымен күйді ауыстыруға арналған.

JK-триггерден T-триггерді қалай жасауға болады?

Өте оңай: J және K кірістерін біріктіріп, оларға бір T сигналын беру қажет.



Бір T сигналы J және K кірістеріне бір мезгілде беріледі. Осылайша JK-триггер T-триггер ретінде жұмыс істейді.

JK және T триггерлері бойынша қорытынды

JK-триггер әмбебаптау құрылғы болып табылады, өйткені күйді басқарудың төрт режимін қамтамасыз етеді. T-триггердің функционалдық құрылымы қарапайымдау және негізінен екілік күйді ауыстыруға арналған.

J = K = T шарты орындалғанда, екі триггердің тактілік басқару тәсілі бірдей болса, олар бірдей функцияларды орындайды.

Осылайша, T-триггерді негізінен импульстерді санау және жиілікті бөлу құрылғыларында қолданылатын JK-триггердің функционалдық тұрғыдан жеңілдетілген нұсқасы ретінде қарастыруға болады.

JK-триггер арқылы жиілікті екіге бөлу

Есеп: JK-триггер арқылы импульстер жиілігін екіге бөлу.

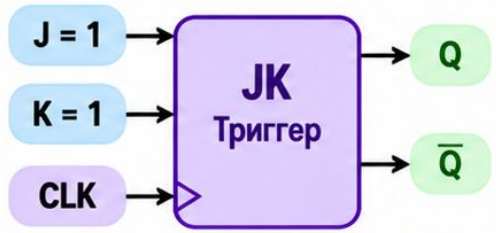
Шарттар

- CLK кірісіне секундына 100 импульс түседі (fCLK = 100 Гц).
- Орнатамыз **J = K = 1.**

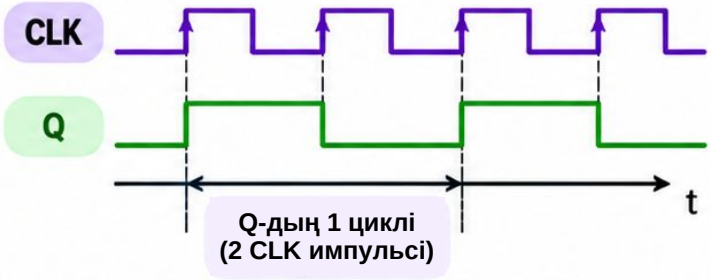
Не болады

- J = K = 1 кезінде Q шығысы әрбір оң CLK фронтында өзгереді (0 ↔ 1 ауысады).
- Q-дың бір толық циклі (0 → 1 → 0) үшін екі CLK импульсі қажет.

JK-триггер схемасы (J = K = 1)



Уақыттық диаграмма



Шығыс жиілігін есептеу

$$f_Q = \frac{f_{CLK}}{2} = \frac{100}{2} = 50\ \text{Гц}$$

Q шығысының жиілігі: 50 Гц.

D-триггерден негізгі айырмашылығы

D-триггер CLK фронтында D кірісінің мәнін есте сақтайды, ал JK-триггер J = K = 1 кезінде әрбір белсенді фронтта өз күйін қарама-қарсы күйге өзгертеді.

Салыстыру

Триггер	Белсенді CLK фронтындағы әрекет
D-триггер	D кірісінің мәнін есте сақтайды (Q = D).
JK-триггер (J = K = 1)	Күйді қарама-қарсы күйге өзгертеді ($Q = \overline{Q}$).

Триггерлердің негізгі түрлерін салыстыру

Түрі	**Негізгі функциясы**	**Қолданылуы**
RS	Күйді орнату және қалпына келтіру	Командалар мен авариялардыесте сақтау
D	Кіріс мәнін есте сақтау	Регистрлер, сигналдарды синхрондау
JK	Басқарылатын ауыстыру	Санауыштар, цифрлық құрылғылар
T	Импульс бойынша ауыстыру	Импульстерді санау, жиілікті бөлу

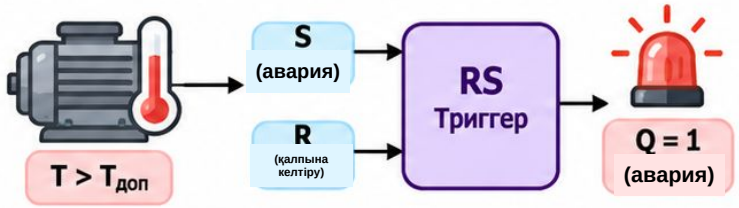
Триггерлерді қолдану: практикалық мысалдар

Триггерлер оқиға немесе жүйенің ағымдағы күйі туралы ақпаратты сақтау қажет жерде қолданылады.

Негізгі ой: оқиғаны есте сақтау (күйді орнату) және оны қалпына келтіру немесе өзгерту командасына дейін сақтау.

1-мысал. Авариялық сигналды есте сақтау

- Қондырғыда қозғалтқыш температурасы рұқсат етілген мәннен асты.
- Датчик RS-триггерді 1 күйіне орнататын авария сигналын қалыптастырады.
- Оператор растап, қалпына келтіргенге дейін авариялық сигнал белсенді болып қалады.

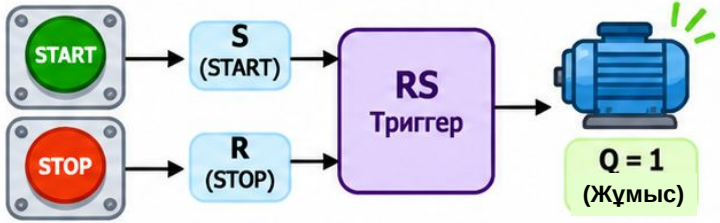


Нәтиже

- Авария тіркелді (Q = 1).
- Сигнал температура төмендегеннен кейін де сақталады.

2-мысал. Іске қосу командасын есте сақтау

- START батырмасын басқанда жүйе «Жұмыс» күйіне өтеді.
- Батырма жіберілгеннен кейін күй сақталады.
- STOP командасы жүйені «Тоқтатылған» күйіне ауыстырады.

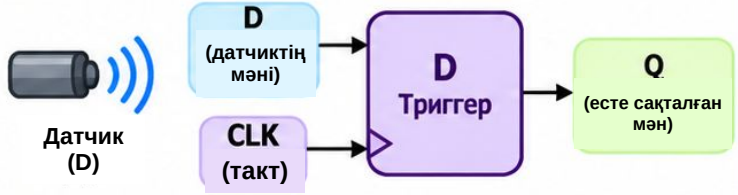


Нәтиже

- START қысқа уақыт басылғаннан кейін жүйе «Жұмыс» күйінде қалады (Q = 1).
- STOP күйді қалпына келтіреді (Q = 0).

3-мысал. Датчиктің күйін тіркеу

- D-триггер цифрлық сигналдың мәнін тактілік оқиға сәтінде есте сақтай алады.
- Бірнеше блоктың жұмысын үйлестіру қажет цифрлық құрылғыларда қолданылады.



Нәтиже

- Датчик мәні тактілік сигнал бойынша тіркеледі.
- Жүйенің бірнеше блогының жұмысын үйлестіруге мүмкіндік береді.

Санауыштар. Санауыш туралы түсінік және оның мақсаты

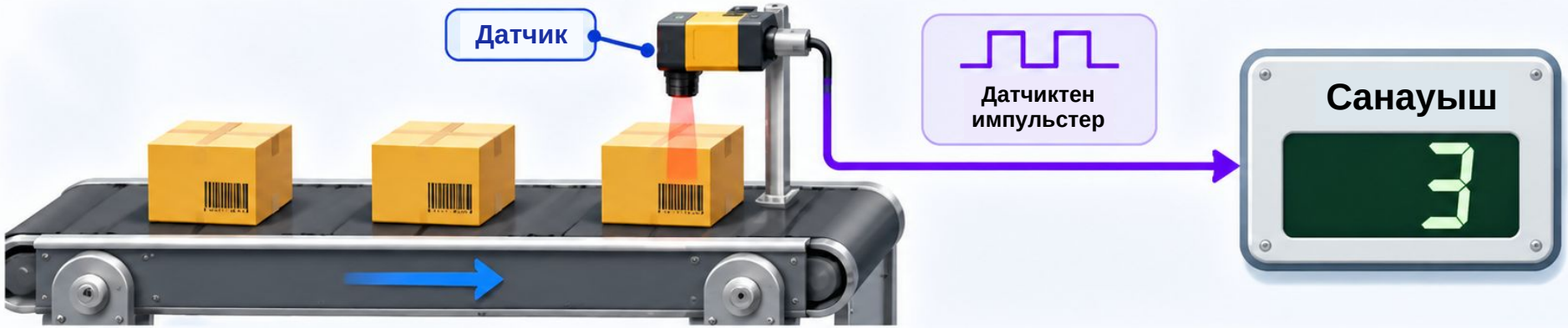
Санауыш (Counter) — келіп түсетін импульстердің немесе оқиғалардың санын санауға арналған құрылғы немесе бағдарламалық блок.

Есепке алынатын әрбір импульс санауыш мәнін берілген ережеге сәйкес өзгертеді.

Мысалы, конвейерде бұйымдарды анықтайтын датчик орнатылса, әрбір өтетін нысан бір санау импульсін қалыптастыруы мүмкін.

Санауыш өткен бұйымдардың санын анықтайды.

Мысал: конвейердегі бұйымдарды санау



Бұл қалай жұмыс істейді

1. Бұйым датчиктің алдынан өтеді.
2. Датчик бір импульс қалыптастырады.
3. Санауыш мәнді 1-ге арттырады (Q = Q + 1).

Сигналдардың уақыттық диаграммасы



Қорытынды: әр бұйым → бір импульс → санауышқа +1. Мысалда 3 бұйым өтті, сондықтан санауыш = 3.

Автоматикада санауыштар мыналар үшін қолданылады:

- Бұйымдарды санау.
- Жабдықтың жұмыс циклдерінің санын бақылау.
- Датчик импульстерін есепке алу.
- Технологиялық операциялардың реттілігін басқару.
- Оқиғалардың берілген санына жеткеннен кейін командалар қалыптастыру.

Қосушы санауыш: жұмыс істеу принципі және мысал

Қосушы санауыш — есепке алынатын әрбір импульс келгенде өз мәнін бір бірлікке арттыратын құрылғы.

Негізгісі: әрбір кіріс импульсі санауыш мәнін 1-ге арттырады.

$$(Q_{n+1} = Q_n + 1).$$

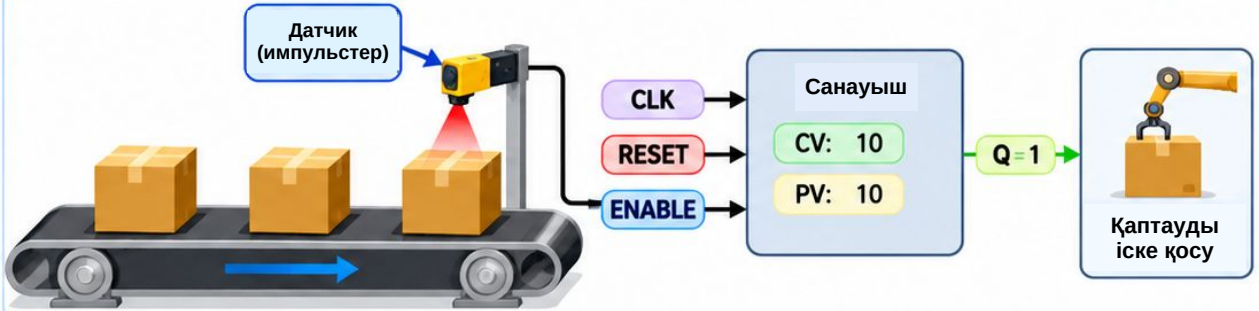
Санауыш жұмысының мысалы

Импульстер саны	Санауыш мәні
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5

Санауыштың негізгі сигналдары

Сигнал	Мақсаты
CLK / CU	Санау кірісі (санауға арналған импульстер).
RESET	Санауышты қалпына келтіру (мәнін 0-ге орнату).
ENABLE	Санауға рұқсат (1 — санау, 0 — импульстерді елемеу).
CV (Current Value)	Санауыштың ағымдағы мәні (шығыс: қанша саналды).
PV (Preset Value)	Берілген мән (шығыс қалыптасатын шек).
Q	Шартқа жету шығысы (мысалы, CV = PV кезінде Q = 1).

Мысал: бұйымдарды 10 данадан топтап қаптау



Жұмыс реттілігі

1. Санауыш датчиктен импульстер алады (әр бұйым → +1).
2. 10 мәніне жеткенде (CV = PV) Q = 1 шығысы қалыптасады.
3. Q сигналы бойынша технологиялық процестің келесі кезеңі іске қосылады (топтаманы қаптау).
4. Қаптау аяқталғаннан кейін санауыш қалпына келтіріледі (RESET) және жаңа цикл басталады.

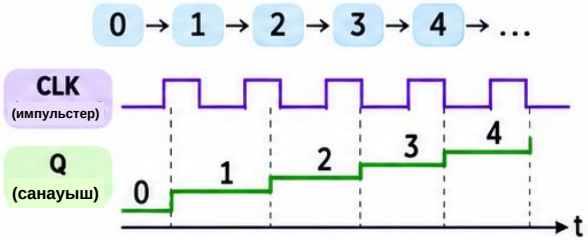
Санауыштардың жіктелуі: түрлері және мысалдар

Санауыштар санау бағыты, ауысу тәсілі және басқа белгілері бойынша жіктеледі.

Негізгі түрлері: қосушы, азайтушы, реверсивті, асинхронды және синхронды.

7.1. Қосушы санауыштар (Up Counters)

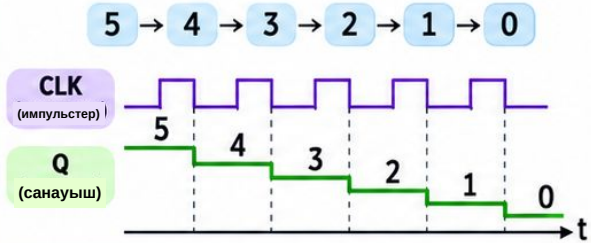
Әрбір импульс келгенде өз мәнін арттырады.



Қолданылуы: өндірілген бұйымдарды, өтулерді немесе жұмыс циклдерін санау.

7.2. Азайтушы санауыштар (Down Counters)

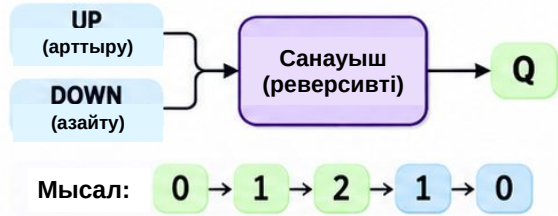
Әрбір импульс келгенде өз мәнін азайтады.



Қолданылуы: тапсырма аяқталғанға дейін қалған операциялар немесе бұйымдар санын бақылау.

7.3. Реверсивті санауыштар (Up/Down Counters)

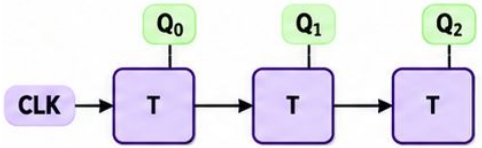
Басқарушы сигналға байланысты мәнді арттыруы немесе азайтуы мүмкін.



Қолданылуы: бақыланатын келіп түсу мен шығару кезінде жинақтағыштағы нысандар санын санау.

7.4. Асинхронды санауыштар

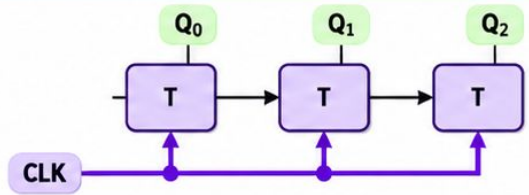
- Бір триггер күйінің өзгеруі келесі триггердің ауысуын туғызады.
- Көбіне тізбекті санауыштар немесе ripple counters деп аталады.
- Ерекшелігі — разрядтар арасында сигнал таралған сайын ауысу кідірістері жинақталады.



Мысал: үш разрядты асинхронды санауыш (ripple counter)

7.5. Синхронды санауыштар

- Барлық триггерлер ортақ тактілік сигнал алады.
- Олардың күйлері ортақ тактілік синхрондауға сәйкес өзгереді.
- Әдетте жоғары жылдамдықты цифрлық құрылғыларға жақсырақ сәйкес келеді.



Мысал: үш разрядты синхронды санауыш

Санауыштардың негізгі түрлерін салыстыру

Түрі	**Жұмыс істеу принципі**	**Қолдану мысалы**
Қосушы	Мәнді арттырады	Өнімді санау
Азайтушы	Мәнді азайтады	Қалған операциялар
Реверсивті	Жоғары және төмен санайды	Келіп түсу мен шығаруды есепке алу
Асинхронды	Триггерлердің тізбекті ауысуы	Қарапайым цифрлық схемалар
Синхронды	Ортақ тактілік сигнал	Жылдам әрекет ететін цифрлық жүйелер

Бұл жіктеулердің тәуелсіз екенін ескеру қажет: мысалы, қосушы санауыш синхронды да, асинхронды да болуы мүмкін.

Санауыштардың негізгі параметрлері

Разрядтылық

Разрядтылық санауыш мәнін сақтау үшін пайдаланылатын екілік разрядтар санын анықтайды.

Күйлер саны:

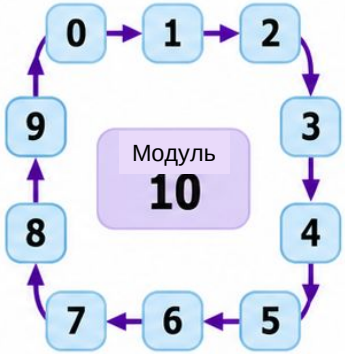
$$N = 2^n$$

мұнда n — разрядтылық (биттер саны).

Разрядтылық	Күйлер саны	Диапазон
2 бит	4	0 – 3
3 бит	8	0 – 7
4 бит	16	0 – 15
8 бит	256	0 – 255
16 бит	65 536	0 – 65 535

Санау модулі

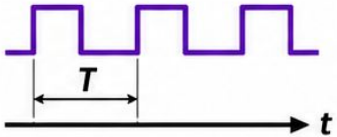
Санау модулі — тізбек қайталанғанға дейін санауыш өтетін әртүрлі күйлердің саны.



Мысал: модулі 10 санауыш 0-ден 9-ға дейінгі мәндерді ретімен қабылдайды, содан кейін 0-ге оралады.

Ең үлкен санау жиілігі

Ең үлкен жиілік санауыштың кіріс импульстерін қандай жылдамдықпен сенімді өңдей алатынын анықтайды.



Мыналарға байланысты:

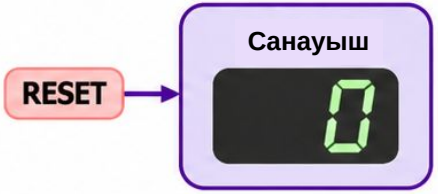
- құрылғының құрылымына;
- импульстердің ұзақтығына;
- кіріс схемасының сипаттамаларына.

$$f_{max} = \frac{1}{T}$$

мұнда T — импульстердің ең қысқа периоды.

Санауышты қалпына келтіру

Қалпына келтіру санауышты бастапқы күйге, әдетте нөлге тең күйге орнатуға мүмкіндік береді.



Қосымша:

Кейбір құрылғыларда кез келген бастапқы мәнді жүктеу қарастырылған.

Триггерлер — электрондық санауыштардың негізі

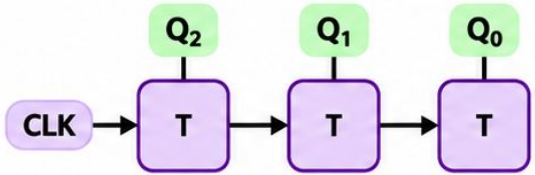
Триггерлер — электрондық санауыштар құрылатын негізгі элементтердің бірі.

Әрбір триггер бір бит ақпаратты (0 немесе 1) сақтай алады.

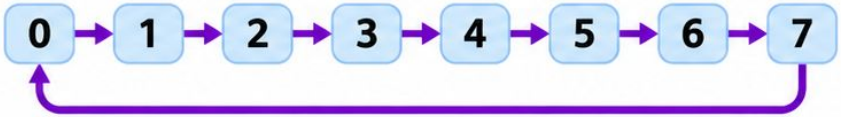
Бірнеше триггерді біріктіру көпбитті екілік санды сақтауға мүмкіндік береді.

Мысал: үш разрядты екілік санауыш

Үш разрядты санауыш үш күй битінен тұрады және 0-ден 7-ге дейінгі мәндерді көрсете алады.



Санау тізбегі (модуль 8)



Үш разрядты екілік санауыштың жұмысы

Импульстер	Екілік күй Q_2 Q_1 Q_0	Сан
0	0 0 0	0
1	0 0 1	1
2	0 1 0	2
3	0 1 1	3
4	1 0 0	4
5	1 0 1	5
6	1 1 0	6
7	1 1 1	7

Қорытынды: жеке триггерлер сандарды көрсету және оқиғаларды санау үшін жад элементтері ретінде қолданылады.

Жұмыс циклі: 111 (7) күйінен кейінгі келесі импульс модулі 8 санауышты 000 (0) күйіне қайтарады.

Санауыштың разрядтылығы мен триггерлер саны тікелей өзара байланысты.
Әр триггер бір бит ақпаратты — 0 немесе 1-ді сақтай алады.
Сондықтан бірнеше разрядтан тұратын екілік санауышты құру үшін сәйкес триггерлер санын біріктіру қажет.
Мысалы:

- 1 триггер → 1 бит → 2 күй (0–1).
- 2 триггер → 2 бит → 4 күй (0–3).
- 3 триггер → 3 бит → 8 күй (0–7).
- 4 триггер → 4 бит → 16 күй (0–15).

Екілік санауыштың разрядтылығы оның күйін сақтау үшін пайдаланылатын триггерлер санымен анықталады. Әрбір қосымша триггер разрядтылықты бір битке арттырып, санауыштың ықтимал күйлерінің санын екі еселейді.

Яғни триггерлер неғұрлым көп болса, екілік санауыш соғұрлым көп санды көрсете алады.

PLC-дегі триггерлер мен санауыштар: қолдану мысалдары

PLC-дегі RS-триггер (аварияны есте сақтау)

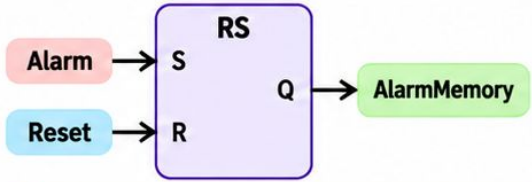
Мысал: авариялық сигналды есте сақтау.

Кірістер:

- Alarm — авария сигналы.
- Reset — қалпына келтіру командасы.

Шығыс:

- AlarmMemory — аварияның есте сақталған күйі.



Жұмыс принципі:

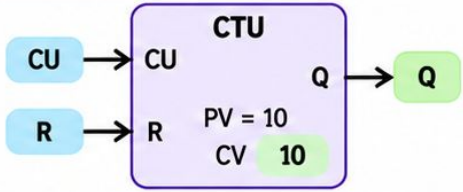
- Alarm сигналы пайда болғанда жад 1-ге орнатылады.
- Авариялық сигнал жойылғаннан кейін күй Reset командасына дейін сақталады.
- Қалпына келтіруге қажетті шарттар орындалғанда ғана рұқсат етіледі (ақауды жою).

PLC-дегі CTU санауышы (қосушы санауыш)

CTU (Count Up) — бағдарламалық қосушы санауыш.

Типтік параметрлер:

- CU — санау импульстерінің кірісі.
- R — қалпына келтіру.
- PV — берілген сан.
- CV — ағымдағы мән.
- Q — берілген санға жету сигналы.

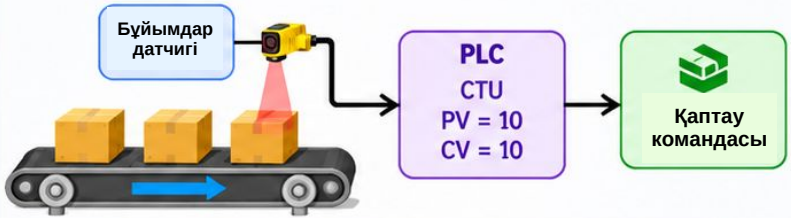


Мысал: PV = 10 кезінде санауыш бұйымдардың берілген санына жеткеннен кейін Q = 1 қалыптастырады.

Әдетте санау CU кірісінің оң фронты бойынша орындалады.

Өнімді автоматты санау мысалы

PLC негізіндегі өнімді санау жүйесі



Датчик → PLC → атқарушы команда

Жұмыс алгоритмі:

1. Датчик өтіп жатқан бұйымды анықтайды.
2. PLC сигнал алады.
3. Санауыш мәнді бір бірлікке арттырады.
4. Саны 10-ға жеткенде қаптау командасы қалыптасады.
5. Циклдің аяқталғаны расталғаннан кейін санауыш қалпына келтіріледі.

Қорытынды:

Нақты жүйелерде датчиктің ықтимал жалған іске қосылуын, контактілердің дірілін және конвейер қозғалысының ерекшеліктерін ескеру қажет.



Автоматтандырудағы триггерлер мен санауыштардың маңызы

Триггерлер мен санауыштар қазіргі басқару жүйелерінің маңызды функционалдық элементтері болып табылады.

Триггерлер қамтамасыз етеді:

- Жабдықтың күйін есте сақтау.
- Авариялық оқиғаларды тіркеу.
- Басқарушы командаларды сақтау.
- Тізбекті алгоритмдерді құру.
- Цифрлық құрылғылардың күйлерін қалыптастыру.

Санауыштар қамтамасыз етеді:

- Өнімді автоматты санау.
- Технологиялық операциялар санын бақылау.
- Жабдықтың жұмыс циклдерін есепке алу.
- Оқиғалардың берілген санына жеткенде командалар қалыптастыру.
- Цифрлық датчиктердің импульстерін санау.

АБЖ-де триггерлер мен санауыштарды іске асыру

Өнеркәсіптік автоматтандыруда триггерлер мен санауыштар нақты электрондық құрылғылар, электромеханикалық механизмдер немесе PLC контроллерлерінің бағдарламалық функционалдық блоктары ретінде іске асырылады.

Триггер мен санауыштың электр шкафына орнатылатын жеке құрылғы болуы міндетті емес екенін түсіну маңызды. Көбіне олар басқа жабдықтың бір бөлігі болып табылады.

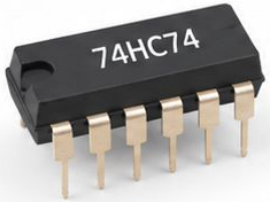
Мұның физикалық тұрғыдан қалай құрылғанын өнеркәсіп мысалдарымен қарастырайық.

Триггерлерді іске асыру: негізгі тәсілдер

Триггер — екі күйдің бірін: 0 немесе 1-ді сақтайтын құрылғы.

Автоматикада триггерлер әртүрлі тәсілдермен іске асырылады.

Микросхемадағы электрондық триггер



Мысал: 74HC74

Микросхемадағы нақты D-триггер.

Жұмыс принципі (D-триггер):

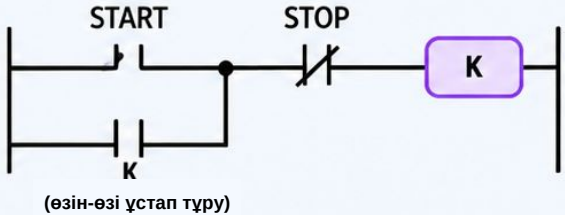
1. D кірісіне 0 немесе 1 беріледі.
2. CLK тактілік сигналының фронты бойынша D мәні жазылады.
3. Q шығысы бұл мәнді келесі фронтқа дейін сақтайды.

Күй жады бар релелік схема



Мысал: өзін-өзі ұстап тұратын реле

Қосу командасын «есте сақтайтын» релелік схема.



(өзін-өзі ұстап тұру)

Нәтиже: қорек бар және STOP басылмаған кезде «Қосулы» күйі сақталады.

PLC-дегі бағдарламалық триггер



Мысал: Siemens SIMATIC S7-1200

Триггер контроллерде (PLC) бағдарламалық түрде іске асырылады.

RS функционалдық блогы:

Кіріс	Мақсаты
S	Күйді орнату (Q = 1)
R	Күйді қалпына келтіру (Q = 0)
Q	Сақталған күй

Ерекшелігі: Q күйі контроллер жадында сақталады.

Санауыштарды іске асыру: негізгі тәсілдер

Санауыштар триггерлерден құрылуы, дайын өнеркәсіптік аспаптар ретінде іске асырылуы немесе PLC ішінде жұмыс істеуі мүмкін.

Мақсаты: кіріс импульстерін (оқиғаларды) санау.

Микросхемадағы электрондық санауыш



Мысал: 74HC393

Екі тәуелсіз төрт разрядты санауышы бар микросхема.

Принципі: триггерлер негізінде кіріс импульстерін санайды.

Санау тізбегі (4 бит):

0000 → 0001 → 0010 → 0011 → 0100

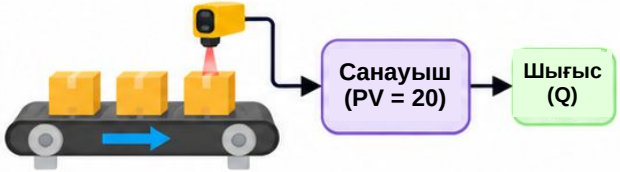
Жеке өнеркәсіптік импульс санауышы



Мысал: Omron H7CX

Басқару шкафына орнатылатын автономды санауыш.

Функциялары: датчиктерден импульстер қабылдайды, санын көрсетеді және берілген мәнге жеткенде шығыс сигналын қалыптастырады.



PLC-дегі бағдарламалық санауыш



Мысал: CTU функционалдық блогы

Контроллердегі (PLC) бағдарламалық санауыш.

Принципі: контроллер ағымдағы санды жадта сақтайды және санау оқиғасы анықталғанда оны арттырады.

Параметр	Мақсаты
CU	Санау импульсінің кірісі
PV	Берілген сан (мысалы, 10)
CV	Ағымдағы сан
Q	Берілген мәнге жету сигналы

Қорытынды: импульстерді санауды жүйе талаптарына байланысты микросхемадан PLC-ге дейін әртүрлі тәсілдермен іске асыруға болады.

Қорытынды

Триггерлер мен санауыштар жұмысы ағымдағы кіріс сигналдарына ғана емес, сақталған күйге де байланысты болатын тізбекті логикалық құрылғыларға жатады.

Триггерлер бір бит ақпаратты есте сақтауға мүмкіндік береді, ал санауыштар импульстер мен оқиғаларды санау үшін қолданылады.

Триггерлердің негізгі түрлері — RS, D, JK және T. Санауыштар қосушы, азайтушы, реверсивті, синхронды және асинхронды болуы мүмкін.

Өнеркәсіптік автоматтандыруда триггерлер командалар мен авариялар есте сақтау үшін, ал санауыштар бұйымдарды санау, циклдерді бақылау және технологиялық операцияларды орындау үшін қолданылады.

Бақылау сұрақтары

Триггер дегеніміз не?
Триггердің кәдімгі логикалық элементтен айырмашылығы қандай?
Триггердің неше тұрақты күйі бар?
Q және $\overline{Q}$ шығыстары нені білдіреді?
S және R кірістері не үшін қолданылады?
RS-триггер қалай жұмыс істейді?
D-триггер қандай функцияны орындайды?
JK-триггердің RS-триггерден айырмашылығы қандай?
T-триггер қалай жұмыс істейді?
Өнеркәсіптік автоматикада триггерлер қайда қолданылады?

Санауыш дегеніміз не?
Қосушы санауыш қалай жұмыс істейді?
Азайтушы санауыштың қосушы санауыштан айырмашылығы қандай?
Реверсивті санауыш не үшін қажет?
Синхронды және асинхронды санауыштардың айырмашылығы қандай?
Санауыштың разрядтылығы дегеніміз не?
Төрт разрядты екілік санауыштың неше күйі бар?
Санауыштарды құруда триггерлер қалай қолданылады?
PLC-де CTU блогы не үшін қолданылады?