

Лекция №9

Тема: Триггерлер. RS және JK триггерлердің схемотехникасы мен жұмыс істеу принципі

План

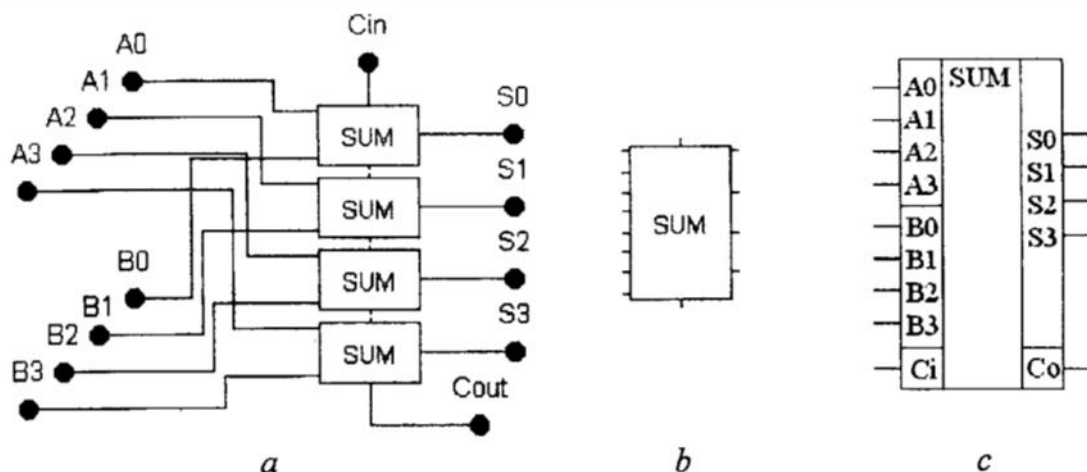
1. Триггер ұғымы және жалпы сипаттамасы
2. RS-триггердің жұмыс принципі және ақиқаттық кестесі
3. JK-триггердің ерекшелігі және қолданылу салалары

Лекция мазмұны

Кіріспе

Триггер (flip-flop) – сандық схемалардың негізгі жады элементі. Ол бір бит ақпаратты сақтай алады. Триггердің басты қасиеті – **екі тұрақты күйге** ие болуы.

Триггерлер – регистрлердің, санағыштардың және жад құрылғыларының негізгі бөлігі.



1.19 Сурет

1.3 Тізбектеме құрылғылар

Шығыс сигналы (немесе сигналдары) кіріс сигналдарының кезекті мәндеріне және өзінің алдыңғы (кейде, одан бұрынғы да) жағдайына байланысты анықталатын құрылғылар тізбектеме құрылғылар деп аталады. Демек, бұндай құрылғылардың бұрынғы жағдайын есте сақтайтын мүмкіндігі, яғни оның құрамында жады элементтері болу керек. Сондықтан, алдымен жады элементтерінің (триггерлердің) түрлерімен және олардың құрылымы мен жұмыс принциптерімен танысайық.

1.3.1 Триггерлер

Триггерлер – екі тиянақты жағдайы бар, бірразрядты екілік сан сақтауға арналған құрылғылар. Оның тиянақты жағдайларының біреуі лог.1-ге, екіншісі лог.0-ге сәйкес келеді. Әдетте, триггерлік құрылымның қарама-қарсы деңгейлі (тура және теріс деп аталатын) екі шығысы болады, триггердің жағдайы оның тура шығысындағы сигнал деңгейімен анықталады.

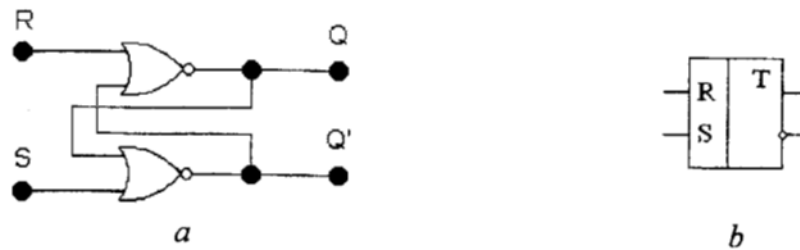
Информацияның енгізілу (жазылу) тәртібіне байланысты триггерлер асинхронды және синхронды болып бөлінеді.

1.3.1.1 Асинхронды RS-триггерлер

Асинхронды триггерлердің жаңа жағдайға ауысуы тікелей олардың кірісіне берілетін информациялық сигналдардың өзгерісімен ғана анықталады. Оларды НЕМЕСЕ-ЕМЕС немесе ЖӘНЕ-ЕМЕС элементтерінің негізінде құруға болады.

1.3.1.1.1 Тура кірісті RS-триггер

Асинхронды триггердің НЕМЕСЕ-ЕМЕС элементтерінің негізінде құрылған сұлбасы 1.20, а-суретте келтірілген. Бұл құрылымның жұмысын 1.12-кестедегі жазылым ретімен талқылау арқылы қарастырайық.



1.20 Сурет

1.12 Кесте

	R	S	Q	Q'
1	0	0	?	?
2	1		0	1
3	0		0	1
4	0	1	1	0
5		0	1	0
6	1	1	0	0
7	0	0	??	??

Кестенің бірінші жолында – $R = 0, S = 0$; екі элементтің де бір кірісінде 0 тұр, ал олардың кері байланыстық кірістерінде қарастырылым басында қандай сигнал тұрғаны белгісіз, демек, құрылымның Q және Q' шығыстарындағы сигнал деңгейлері де белгісіз.

Кестенің екінші жолында – $R = 1, S = 0$; жоғарғы элементтің бір кірісінде лог.1 тұрғандықтан, бұл элементтің жұмыс логикасына сәйкесті, оның шығысында (Q) лог.0 деңгейлі сигнал туады да, ол кері байланыс жолы арқылы төменгі элементтің екінші кірісіне түседі, нәтижесінде оның шығысында (Q') лог.1 деңгейлі сигнал туады; сонымен, бұл жағдайда триггер лог.0 жағдайына келтіріледі (яғни, оған 0 жазылады).

Кестенің үшінші жолында – $R = 0, S = 0$; жоғарғы элементтің R кірісіндегі сигнал деңгейі өзгергенмен, оның екінші кірісінде (құрылымның Q' шығысына жалғанған) лог.1 деңгейі тұрғандықтан, бұл элементтің шығысындағы сигнал деңгейі алдыңғы лог.0 деңгейінде қалады, демек триггердің жағдайы өзгермейді.

Кестенің төртінші жолында – $R = 0, S = 1$; төменгі элементтің бір кірісінде лог.1 тұрғандықтан, оның шығысында (Q') лог.0 деңгейлі сигнал туады да, ол кері байланыс жолы арқылы жоғарғы элементтің екінші кірісіне түседі, нәтижесінде оның шығысында (Q) лог.1 деңгейлі сигнал туады; сонымен, бұл жағдайда триггер лог.1 жағдайына келтіріледі (яғни, оған 1 жазылады).

Кестенің бесінші жолында – $R = 0, S = 0$; төменгі элементтің S кірісіндегі сигнал деңгейі өзгергенмен, оның құрылымның Q шығысына жалғанған кірісінде лог.1 деңгейі тұрғандықтан, бұл элементтің шығысындағы сигнал деңгейі алдыңғы лог.1 деңгейінде қалады, демек, триггердің алдыңғы жағдайы сақталады.

Құрылымның қарастырылған жағдайларынан келесі қорытынды шығаруға болады: $R = 1, S = 0$ берілу жағдайы триггердің 0 жазу режиміне, $R = 0, S = 1$ жағдайы триггердің 1 жазу режиміне, ал $R = 0, S = 0$ жағдайы триггердің жазылған санды сақтау режиміне сәйкес келеді.

Триггердің кірістеріне $R = 1, S = 1$ берілген кезде (алтыншы жол) екі элементтің де шығыстарында лог.0 деңгейлі сигнал туады да, триггер сақтау режиміне ауыстырылғанда (жетінші жол), триггердің қай жағдайға тиынақталатындығы – кездейсоқ оқиға. Демек, бұндай жағдайды тудырмас үшін, қарастырылған триггердің кірістеріне $R = 1, S = 1$ берілмеуі керек; сондықтан, бұл жағдай триггердің тиым салынған режимі деп аталады.

Сонымен, қарастырылған триггердің жұмыс режимдерін 1.13-кесте түрінде суреттеуге болады.

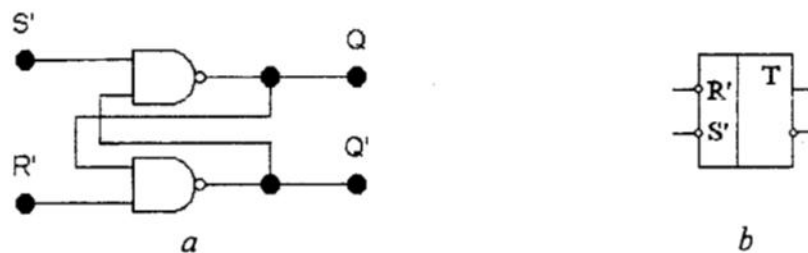
1.13 Кесте

R	S	Q	Q'	Режим
0	0	Q_0	Q_0'	Сақтау режимі
0	1	1	0	'1' жазу режимі
1	0	0	1	'0' жазу режимі
1	1	–	–	Тиым салынған режим

Қарастырылған триггердің жазу режимдері сәйкесті информациялық сигналдардың (S – Set, R – Reset) бірлік деңгейімен жүзеге асырылатындығына байланысты, бұндай триггер тура кірісті триггер деп аталады. Оның шартты сызба белгілемесі 1.20, *b*-суретте келтірілген.

1.3.1.1.2 Теріс кірісті RS-триггер

ЖӘНЕ-ЕМЕС элементтерінің негізінде құрылған асинхронды триггердің сұлбасы 1.21, *a*-суретте келтірілген. Бұл құрылымның жұмысын 1.14-кестедегі жазылым ретімен қарастыралық.



1.21 Сурет

Кестенің бірінші жолында – $R' = 1, S' = 1$; екі элементтің де бір кірісінде 1 тұр, ал олардың кері байланыстық кірістерінде қарастырылым басында қандай сигнал тұрғаны белгісіз, демек, құрылымның Q және Q' шығыстарындағы сигнал деңгейлері де белгісіз.

Кестенің екінші жолында – $R' = 0, S' = 1$; төменгі элементтің бір кірісінде лог.0 тұрғандықтан, бұл элементтің жұмыс логикасына сәйкесті, оның шығысында (Q') лог.1 деңгейлі сигнал туады да, ол кері байланыс жолы

арқылы жоғарғы элементтің екінші кірісіне түседі, нәтижесінде оның шығысында (Q) лог.0 деңгейлі сигнал туады; сонымен, бұл жағдайда триггер лог.0 жағдайына келтіріледі (яғни, оған 0 жазылады).

1.14 Кесте

	R'	S'	Q	Q'
1	1	1	?	?
2	0		0	1
3			0	1
4	1	0	1	0
5		1	1	0
6	0	0	1	1
7	1	1	???	???

Кестенің үшінші жолында – $R' = 1$, $S' = 1$; төменгі элементтің R кірісіндегі сигнал деңгейі өзгергенмен, оның құрылымның Q шығысына жалғанған кірісінде лог.0 деңгейі тұрғандықтан, бұл элементтің шығысындағы сигнал деңгейі алдыңғы лог.1 деңгейінде қалады, демек триггердің жағдайы өзгермейді.

Кестенің төртінші жолында – $R' = 1$, $S' = 0$; жоғарғы элементтің бір кірісінде лог.0 тұрғандықтан, оның шығысында (Q) лог.1 деңгейлі сигнал туады да, ол кері байланыс жолы арқылы төменгі элементтің екінші кірісіне түседі, нәтижесінде оның шығысында (Q') лог.0 деңгейлі сигнал туады; сонымен, бұл жағдайда триггер лог.1 жағдайына келтіріледі (яғни, оған 1 жазылады).

Кестенің бесінші жолында – $R' = 1$, $S' = 1$; жоғарғы элементтің S кірісіндегі сигнал деңгейі өзгергенмен, оның құрылымның Q' шығысына жалғанған кірісінде лог.0 деңгейі тұрғандықтан, бұл элементтің шығысындағы сигнал деңгейі алдыңғы лог.1 деңгейінде қалады, демек, триггердің алдыңғы жағдайы сақталады.

Құрылымның қарастырылған жағдайларынан келесі қорытынды шығаруға болады: $R' = 0$, $S' = 1$ берілу жағдайы триггердің 0 жазу режиміне, $R' = 1$, $S' = 0$ жағдайы триггердің 1 жазу режиміне, ал $R' = 1$, $S' = 1$ жағдайы триггердің жазылған санды сақтау режиміне сәйкес келеді.

Триггердің кірістеріне $R' = 0$, $S' = 0$ берілген кезде (кестенің алтыншы жолы) екі элементтің де шығыстарында лог.1 деңгейлі сигнал туады да, триггер сақтау режиміне ауыстырылғанда (кестенің жетінші жолы), триггердің қай жағдайға тиянақталатындығы кездейсоқ оқиға. Демек, бұндай жағдайды тудырмас үшін, қарастырылған триггердің кірістеріне $R' = 0$, $S' = 0$ берілмеуі керек, сондықтан, бұл жағдай триггердің тиым салынған режимі болады.

Сонымен, қарастырылған триггердің жұмыс режимдерін 1.15-кесте түрінде суреттеуге болады. Қарастырылған триггердің жазу режимдері сәйкесті информациялық сигналдардың (S – Set, R – Reset) нөлдік деңгейімен

жүзеге асырылатын-дығына байланысты, бұндай триггер теріс кірісті триггер деп аталады. Оның шартты сызба белгілемесі 1.21, *b*-суретте келтірілген.

1.15 Кесте

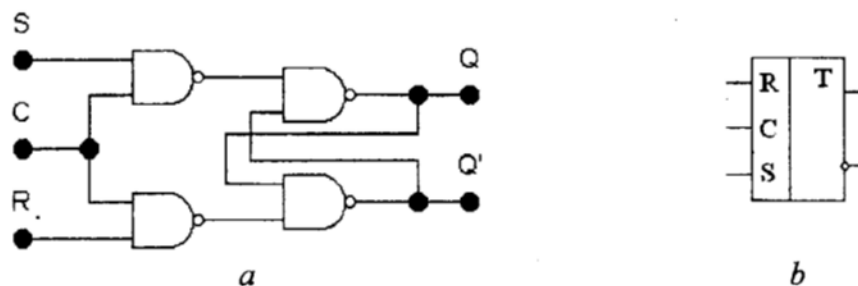
R'	S'	Q	Q'	Режим
0	0	–	–	Тиым салынған режим
0	1	1	0	'0' жазу режимі
1	0	0	1	'1' жазу режимі
1	1	Q ₀	Q ₀ '	Сақтау режимі

1.3.1.2 Синхронды триггерлер

Синхронды триггерлердің жаңа жағдайға ауысуы арнайы басқару сигналымен жүзеге асырылады, әрине, оның қай жағдайға ауысатындығы информациялық сигналдарға байланысты анықталады. Басқару сигналын қабылдау тәсіліне байланысты синхронды триггерлер статикалы басқарылымды және динамикалы басқарылымды түрлеріне ажыратылады.

1.3.1.2.1 Синхронды RS-триггер

Статикалы басқарылымды (яғни, деңгей арқылы басқарылатын) RS-триггердің сұлбасын теріс кірісті асинхронды RS-триггерге екі ЖӘНЕ-ЕМЕС элементінен тұратын басқару сұлбасын қосу арқылы жүзеге асыруға болады (1.22, *a*-суретті қара).



1.22 Сурет

Бұл триггердің жұмыс режимдері 1.16-кестеде суреттелген.

1.16 Кесте

C	R	S	Q	Q'	Режим
0	x	x	Q ₀	Q ₀ '	Сақтау режимі
1	0	0	–	–	Сақтау режимі
	0	1	1	0	'1' жазу режимі
	1	0	0	1	'0' жазу режимі
	1	1	Q ₀	Q ₀ '	Тиым салынған режим

C = 0 кезінде триггер сақтау режимінде болады. Триггердің R мен S кірістеріндегі сигнал деңгейлеріне сәйкесті жағдайға ауысуы C = 1 кезінде

Бақылау сұрақтары:

1. Триггер дегеніміз не?
2. RS-триггердің жұмыс принципін түсіндіріңіз.
3. RS-триггердің тыйым салынған жағдайы қандай?
4. JK-триггердің RS-триггерден айырмашылығы неде?
5. Қайда JK-триггер қолданылады?

Литература

- Лекционные материалы, Лекция №9
- [1] Зарубин М. Ю. *Сандық схемотехника*. – Алматы: Бастау, 2018.
- [2] Джурунтаев Д.З., Маргулан К., Заурбек А. *Цифровая схемотехника*. – Алматы: КазННТУ, 2018.
- [3] Харрис Д. М. *Цифровая схемотехника и архитектура компьютера*. – М.: ДМК Пресс, 2018.

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
К.И.САТПАЕВА»