Міністерство освіти і науки України

Кіровоградський національний технічний університет

Механіко-технологічний факультет

Кафедра програмного забезпечення

Дисципліна: „Комп’ютерна електроніка”

**Реферат**

на тему:

**„J-K тригер”**

Виконав: ст. групи КІ-07-1

Аношкін О. М.

Перевірив: викладач

Минайленко Р.М.

м. Кіровоград 2008

**ПРОЕКТУВАННЯ ТРИГЕРІВ НА ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТАХ**

Тригером називають пристрій, побудований на логічних елементах, який має два стійкі стани.

Тригерний пристрій (тригер) складається з бістабільної схеми, яку часто називають запам′ятовувальним елементом (ЗЕ) , та схеми управління (рис. 2.1). На рис. 2.1 використовуються такі позначення:

СУ − схема управління тригера ;

Х1,…,Хn − інформаційні входи ;

С1,…,Сm − тактові входи (входи синхронізації) ;

Q − прямий вихід тригера ;

Q − інверсний вихід тригера;

F1 , F2 − функції збудження бістабільної схеми (ЗЕ).

Зворотні зв′язки показані пунктиром, можуть бути відсутні.

F1 A

Х1 Q



СУ

ЗЕ

Хn

С1 F2 A Q Cm 

Рис. 2.1 Узагальнена структура тригера.

Для забезпечення надійного перемикання у схемах деяких тригерів у точках А необхідно розміщувати елементи затримки. Для затримки сигналів використовують ЗЕ (бістабільну схему) того ж типу, що вже є у тригері.

Можливі простіші варіанти тригерних схем, коли у структурі тригера відсутня, наприклад, СУ і тригер не має тактових входів.

Далі розглядатимуться тригери, що мають один тактовий вхід (синхровхід). Такі тригери називають однотактними.

Проектування тригерів полягає у виборі ЗЕ та синтезі СУ, яка реалізує функції збудження F1, F2 для ЗЕ у заданому елементному базисі.

Тригери найчастіше класифікують за функціональною ознакою і за способом запису інформації.

Тригери

синхронні асинхронні

керовані рівнем керовані перепадом

тактового сигналу тактового сигналу

побудовані за схемою побудовані за

трьох тригерів MS- схемою

з інвертором у колі із заборонними

синхросигналу зв′язками

Рис. 2.2 Класифікація тригерів за способом запису інформації.

Функціональне призначення тригера характеризують таблицею переходів тригера, яка реалізує функцію Q(t+1)=λ(Q(t), X(t)), де λ − функція переходів тригера, Q(t) − значення вихідного сигналу в момент часу t, Q(t+1) − значення вихідного сигналу в наступний момент часу ; Х(t) − значення вхідних сигналів тригера в момент часу t.

З функціональної точки зору розрізняють RS−, R−, S−, E−, D−, T−, JK−, DV− тригери (таблиці переходів 2.1−2.8) та інші.

Аналізуючи таблицю переходів, наприклад, RS−тригера, слід зробити висновок, що тригер не змінює свого стану у момент часу t+1 (Q(t+1)=Q(t)), якщо у момент часу t на входи S та R подати сигнали S(t)=0, R(t)=0. При дії сигналів S(t)=0, R(t)=1 тригер у момент часу t+1 переходить у нульовий стан (Q(t+1)=0), а при S(t)=1, R(t)=0 − у стан ′1′ (Q(t+1)=1). При S(t)=1, R(t)=1 стан тригера не визначено (Q(t+1)= −). Така комбінація сигналів для

Таблиця 2.1 Таблиця 2.2 Таблиця 2.3

Таблиця переходів Таблиця переходів Таблиця переходів

RS− тригера R− тригера S− тригера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S(t) | R(t) | Q(t+1) |
| 0 | 0 | Q(t) |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S(t) | R(t) | Q(t+1) |
| 0 | 0 | Q(t) |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S(t) | R(t) | Q(t+1) |
| 0 | 0 | Q(t) |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | − |

Таблиця 2.4 Таблиця 2.5 Таблиця 2.6

Таблиця переходів Таблиця переходів Таблиця переходів

E−тригера JK−тригера DV− тригера

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| D(t) | V(t) | Q(t+1) |
| 0 | 0 | Q(t) |
| 1 | 0 | Q(t) |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| J(t) | K(t) | Q(t+1) |
| 0 | 0 | Q(t) |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | Q(t) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| S(t) | R(t) | Q(t+1) |
| 0 | 0 | Q(t) |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | Q(t) |

Таблиця 2.7 Таблиця 2.8

Таблиця переходів Таблиця переходів

T− тригера D− тригера

|  |  |
| --- | --- |
| D(t) | Q(t+1) |
| 0 | 0 |
| 1 | 1 |

|  |  |
| --- | --- |
| T(t) | Q(t+1) |
| 0 | Q(t) |
| 1 | Q(t) |

RS− тригера є забороненою.

S−, R−, E− тригери відрізняються від RS− тригера тим, що при S(t)=R(t)=1 S− тригер у наступний (t+1) момент часу переходить у стан ′1′ (табл. 2.3) , R− тригер − у нульовий стан (табл. 2.2), а E− тригер не змінює свого стану (табл. 2.4).

D− тригер (табл. 2.8) називають тригером затримки, для нього справедлива рівність Q(t+1)=D(t).

DV− тригер при V=1 працює як D− тригер (табл. 2.6) , а при V=0 не змінює свого стану.

T− тригер (табл. 2.7) при T=0 не змінює свого стану, а при T=1 у наступний момент часу переходить у протилежний стан (Q(t+1)=Q(t)). Такий тригер виконує додавання вхідних сигналів за модулем 2 і його часто називають лічильним тригером.

JK− тригер (табл. 2.5) при комбінаціях вхідних сигналів J=K=0 ; J=0, K=1; J=1, K=0 працює як RS− тригер (вхід J тотожний входові S, а K − входові R ), а при J=K=1 у наступний (t+1) момент часу змінює свій стан на протилежний і, отже, працює як лічильний тригер.

Кількість різноманітних тригерів надзвичайно велика. Наприклад, якщо тригер має один інформаційний вхід (можливі стани на вході Х=0 та Х=1, на виході − 0, 1, Q, Q та один невизначений стан) , то можна одержати 52=25 типів тригерів. У загальному випадку при n інформаційних входах

2n

можна одержати 5 типів тригерних схем.

Класифікація тригерів за способом запису інформації характеризує хід процесу перемикання тригера (рис. 2.2). Перш за все тригери поділяють на синхронні та асинхронні.

Асинхронні тригери не мають тактового входу, тому запис інформації в такі тригери здійснюється безпосередньо надходженням інформаційних сигналів.

Синхронні тригери мають тактові входи.

Розрізняють синхронні тригери, керовані рівнем тактового сигналу, та перепадом сигналу.

Тригери, керовані перепадом тактового сигналу, називають тригерами з внутрішньою затримкою.

Синхронні тригери, керовані рівнем тактового сигналу, перемикаються відповідно до таблиці переходів тригера, якщо на синхровході має місце активний рівень тактового сигналу. Недоліком таких тригерів є те, що протягом дії активного рівня тактового сигналу тригер може перемикатися стільки разів, скільки разів змінюються інформаційні сигнали.

Тригери з внутрішньою затримкою позбавлені такого недоліку , оскільки переходять у новий стан тільки у момент перепаду (переходу з 0 в 1 або з 1 в 0) тактового сигналу. Якщо тригер змінює свій стан при переході тактового сигналу з 0 в 1, то вважають що тригер спрацьовує за переднім фронтом тактового сигналу, а при переході тактового сигналу з 1 в 0 − за заднім фронтом. У схемах тригерів з внутрішньою затримкою зміна інформаційних сигналів при встановленому рівні тактового сигналу (наприклад, стала ′1′ або сталий ′0′ тактового сигналу) не може викликати перехід тригера у новий стан. При цьому, звичайно, можуть викликатися перемикання деяких логічних елементів схеми, однак на стан тригера це не впливає.

Потреба в тригерах з внутрішньою затримкою викликана тим , що під час проектування тригерних схем таблиці переходів проектованих тригерів можуть у стовпці Q(t+1) містити значення Q(t) ( табл. 2.5, 2.7 ). У цьому випадку сигнали на виходах Q, Q тригера (бістабільної схеми) є аргументами функцій збудження F1 ,F2  бістабільної схеми і для забезпечення пра-

вильного перемикання тригерів у точках А (рис. 2.1) необхідно розмістити елементи затримки. Потреба в тригерах з внутрішньою затримкою викликана також тим, що під час проектування, наприклад, лічильників або регістрів зсуву, які звичайно складаються з тригерів, аргументами функцій F1, F2 даного тригера є сигнали на виходах Q та Q інших тригерів, що мають перемикатися у процесі роботи одночасно з даним тригером.

Розрізняють два основні способи побудови тригерів з внутрішньою затримкою − за MS− схемою та за схемою трьох тригерів.

Х1 F1

 Q

Хn

C Q

F2

СУ

ЗЕ

М

(master)

ЗЕ

S

(slave)

B

B

1

Рис. 2.3 Структура однотактного синхронного тригера з внутрішньою затримкою за MS− схемою з інвертором у колі синхросигналу.

Перший спосіб полягає у використанні двох ЗЕ ( бістабільних схем ) для побудови тригера: М−ЗЕ ( M − master ) та S−ЗЕ (S− slave). M−ЗЕ називають основним, а S−ЗЕ − допоміжним. Виходами тригерної MS− схеми у цілому є виходи S−ЗЕ.

Х1 F1

 Q

Хn

ЗЕ

М

(master)

ЗЕ

S

(slave)

B

B

СУ

C Q

F2

Рис. 2.4 Структура однотактного синхронного тригера з внутрішньою затримкою за MS− схемою із забороненими зв′язками.

Можливі два варіанти побудови тригерів за MS− схемою: з інвертором у колі синхросигналу (рис. 2.3) та із заборонними зв′язками (рис. 2.4). В обох випадках запис інформації в M−SE тактуєтьтя сигналом С , а передача інформації з M−ЗЕ в S−ЗЕ здійснюється через вентилі В. У схемі з інвертором у колі синхросигналу передача відбувається у момент переходу С з 1 в 0. Вентилі В при цьому відкриваються і стан М−ЗЕ переписується в S−ЗЕ. При С=0 зміна інформаційних сигналів на входах Х1,…,Хn не може вплинути на стан М−ЗЕ. При С = 1стан М−ЗЕ під впливом інформаційних сигналів може змінитися , але це не позначиться на S−ЗЕ , оскільки В будуть закриті. І тільки при переході С з 1 в 0 новий стан М−ЗЕ буде переписано в S−ЗЕ і на виходах Q , Q встановляться нові значення.

У схемі із заборонними зв′язками вентилі В відкриваються лише коли F1=F2. Якщо F1≠F2, то обидва вентилі будуть закритими.

Схема управління тригером проектується таким чином, щоб ця рівність виконувалась тільки у момент переходу С з 0 в 1, або з 1 в 0.

При сталому значенні сигналу на вході С (сталий 0 або стала 1 ) М−ЗЕ та S−ЗЕ ізольовані один від одного, що забезпечує стабільність тригера.

За MS− схемою із заборонними зв′язками можуть проектуватися також асинхронні тригери , але при цьому сигнал С має бути відсутнім.

Розглянемо структуру ЗЕ (бістабільної схеми).

F1 Q Таблиця 2.9

Таблиця функцій збуд-

ження бістабільної схе-

&

&

ми на елементах І−НЕ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Q(t) | Q(t+1) | F1 | F2 |
| 0 | 0 | 1 | \* |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | \* | 1 |

Q

F2

Рис. 2.5. Бістабільна схема (ЗЕ)

на елементах І−НЕ.

Розрізняють бістабільну схему на елементах І−НЕ (рис. 2.5) та на елементах АБО−НЕ (рис. 2.6).

Якщо бістабільна схема на елементах І−НЕ у момент часу t перебуває у стані ′0′ (на виході Q − 0, на виході Q − 1), а у наступний (t+1) момент вона повинна зберегти свій стан (Q(t+1)=Q(t)=0), то на вхід F1 необхідно подати 1 (табл. 2.9), а на F2 − будь−яке значення (\*). Для переходу схеми з ′0′ в ′1′ (Q(t+1)=1) на вхід F1 необхідно подати 0, а на F2 − 1. Якщо схема перебуває в ′1′ ( Q(t)=1 ) , то для переходу її у стан ′0′ (Q(t+1)=0) на

Таблиця 2.10

F1 Q Таблиця функцій збуд-

ження бістабільної

схеми на елементах

АБО−НЕ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Q(t) | Q(t+1) | F1 | F2 |
| 0 | 0 | \* | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | \* |

Q

F2

Рис. 2.6. Бістабільна схема (ЗЕ)

1

1

на елементах АБО−НЕ.

вхід F1 має бути подано сигнал 1, на вхід F2−сигнал 0, а для переходу її у стан ′1′ необхідно, щоб F1=\*, F2=1.

Аналогічним чином можна дослідити роботу бістабільної схеми (ЗЕ) на елементах АБО−НЕ (табл. 2.10).

Обидві бістабільні схеми використовуються в реальних тригерах. Структури тригерів за MS− схемою з інвертором у колі С та із заборонними зв′язками на елементах І−НЕ показані на рис.2.7, 2.8. У цих схемах елементи І−НЕ можна замінити на елементи АБО−НЕ. На схемах показані асинхронні входи попереднього встановлення тригера в ′0′ ( вхід R ) та в ′1′ (вхід S). Сигнали , що надходять на S, R мають вищий пріоритет порівняно з іншими сигналами. Так , якщо на S подати 0 ( при цьому на R має

S

M B S

X1 F1

 Q

Xn

F2

C Q

СУ

&

&

&

&

&

&

&

R

Рис. 2.7. Будова синхронного тригера за MS− схемою з інвертором у колі синхросигналу на елементах І−НЕ.

бути 1), то незалежно від значень сигналів на інших входах тригер встановиться в ′1′ (на вході Q буде 1 , на Q − 0). При подачі 0 на вхід R тригер перейде у стан ′0′.

Іншим способом побудови синхронних тригерів, керованих перепадом тактового сигналу, є схема трьох тригерів.

S

M B S

X1 F1

 Q

Xn

&

&

&

&

СУ

&

&

F2

C Q

R

Рис. 2.8. Будова синхронного тригера за MS− схемою із заборонними зв′язками на елементах І−НЕ.

S

X1 F1  Q



&

3

&

4

&

6

&

5

СУ

&

2

&

1

Xn

C

С Q

F2

R

Рис. 2.9. Будова тригера за схемою трьох тригерів на елементах І−НЕ.

Тригерний пристрій, побудований на елементах І−НЕ за схемою трьох тригерів, зображений на рис. 2.9. Такий тригер встановлюється у новий стан при переході тактового сигналу з 0 в 1.

Нехай, наприклад, F1=0, F2=1. При С=0 на виходах елементів 4, 5 має місце рівень логічної одиниці, і основний ЗЕ на елементах 1, 2 свого значення не змінює, а елементи 3, 6 виконують функцію інвертора. При С=1 ( після переходу з 0 в 1 ) на виході елемента 4 з′являється рівень логічного нуля, який встановлює основний ЗЕ ( на елементах 1 , 2 ) в ′1′ і підтверджує логічний рівень одиниці на виходах елементів 3 та 5. Після цього сигнали F1, F2 можуть змінювати своє значення , але це не впливає на стан основного ЗЕ. Наступна зміна стану ЗЕ на елементах 1, 2 відбувається лише в момент чергового переходу сигналу С з 0 в 1. Структура на рис. 2.9 може бути побудована і на елементах АБО−НЕ.

Розглянемо методику проектування тригерів.

Спочатку беруть таблицю переходів заданого типу тригера і таблицю функцій збудження заданої бістабільної схеми. Користуючись таблицею переходів, будують повну таблицю переходів тригера. Далі, користуючись таблицею функцій збудження, заповнюють у повній таблиці переходів значення для F1, F2. Мінімізувавши функції F1, F2 з повної таблиці переходів будують схему управління тригера.

Припустимо, що необхідно спроектувати на елементах АБО−НЕ синхронний RS− тригер, керований рівнем тактового сигналу.

Беремо таблицю переходів RS− тригера (табл. 2.1) і таблицю функцій збудження бістабільної схеми на елементах АБО−НЕ (табл. 2.10) :

таблиця переходів таблиця функцій

RS− тригера збудження бістабіль-

ної схеми на елементах

S(t) R(t) Q(t+1) АБО−НЕ

0 0 Q(t) Q(t) Q(t+1) F1 F2

0 1 0 0 0 \* 0

1 0 1 0 1 0 1

1 1 − 1 0 1 0

1 1 0 \* .

Побудуємо повну таблицю переходів синхронного RS− тригера (табл. 2.11). При С=0 тригер не змінює свого стану, тому Q(t+1)=Q(t). При С=1 тригер має функціонувати за таблицею переходів RS− тригера. Тому, аналізуючи значення S(t) та R(t) у кожному рядку табл. 2.11 заповнюємо стов-

Таблиця 2.11

Повна таблиця переходів синхрон-

ного RS− тригера

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С(t) | S(t) | R(t) | Q(t) | Q(t+1) | F1 | F2 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | \* | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | \* |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | \* | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | \* |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | \* | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | \* |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | \* | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | \* |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | \* | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | \* |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | \* | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | \* |
| 1 | 1 | 1 | 0 | − | − | − |
| 1 | 1 | 1 | 1 | − | − | − |

пецьQ(t+1), керуючись таблицею переходів RS− тригера.

У повній таблиці переходів проектованого тригера, аналізуючи порядково переходи Q(t) → Q(t+1) і беручи до уваги таблицю функцій збудження бістабільної схеми на елементах АБО−НЕ, заповнюємо стовпці F1 та F2.

Далі за допомогою діаграм Вейча мінімізуємо функції F1 та F2 :

F1 = R ∨ C , F1 = R ∨ C . F2 = S ∨ C , F2 = S ∨ C .

S(t) F1 S(t) F2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | \* | \* | 0 |
| − | − | 0 | 0 |
| 0 | \* | \* | 0 |
| 0 | \* | \* | 0 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | \* |
| − | − | 1 | \* |
| \* | 0 | 0 | \* |
| \* | 0 | 0 | \* |

C(t) C(t)

R(t) R(t)

Q(t) Q(t)

Схему тригера показано на рис. 2.10.

R F1

Q Q

C

Q Q

S T

C

R

S F2

1

1

1

1

а) функціональна схема б) умовне графічне позначення

Рис. 2.10. Синхронний RS− тригер на елементах АБО−НЕ, керований рівнем тактового сигналу.

Розв′яжемо іншу задачу. Припустимо, що необхідно спроектувати синхронний T− тригер на елементах І−НЕ за схемою трьох тригерів.

Таблиця переходів Т− тригера (табл. 2.7) і таблиця функцій збудження бістабільної схеми на елементах І−НЕ (табл. 2.9) мають вигляд :

таблиця переходів Таблиця 2.12

Т− тригера Повна таблиця переходів

синхронного T− тригера

Т(t) Q(t+1)

0 Q(t)

1 Q(t) ,

таблиця функцій збуджен-

ня бістабільної схеми

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| С(t) | T(t) | Q(t) | Q(t+1) | F1 | F2 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | \* |
| 0 | 0 | 1 | 1 | \* | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | \* |
| 0 | 1 | 1 | 1 | \* | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | \* |
| 1 | 0 | 1 | 1 | \* | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

на елементах І−НЕ

Q(t) Q(t+1) F1 F2

0 0 1 \*

0 1 0 1

1 0 1 0

1 1 \* 1 .

Користуючись цими таблицями , будуємо повну таблицю переходів Т−тригера (табл. 2.12), у якій заповнюємо стовпці F1 та F2.

Мінімізація функцій F1, F2 за допомогою діаграм Вейча має вигляд :

T(t) F1 T(t) F2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 1 | \* |
| \* | 1 | 1 | \* |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | \* | 1 |
| 1 | \* | \* | 1 |

C(t) C(t)

Q(t) Q(t)

F1 = T ∨ C ∨ Q , F1 = C ⋅ T⋅ Q . F2 = Q ∨ C ∨ T , F2 = C ⋅ T ⋅ Q .

Для побудови схеми необхідно взяти схему з рис. 2.9, замінивши в ній СУ на комбінаційну схему, яка описується щойно одержаними рівняннями. У підсумку одержимо схему на рис. 2.11, де коса лінія на вході С умовного графічного позначення показує, що перемикання тригера здійснюється за переднім фронтом тактового сигналу.

При графічному зображенні тригерів на функціональних та принципових схемах інформаційні входи показують в одному полі з тактовим входом С, а асинхронні входи встановлення тригера в ′0′ та ′1′− в окремих полях (рис 2.12). Причому, якщо активним рівнем сигналу є рівень логічного нуля, то відповідний вхід позначається кружком.На рис. 2.12 встановлення тригерів у нуль (вхід R) та в одиницю (вхід S) здійснюється сигналом логічного нуля , аналогічно для T− тригера активним рівнем сигналу на

S

F1

Q

T Q

S

T

T

C

R

C

Q Q

&

&

&

&

&

&

&

&

F2 б) умовне графічне

позначення

R

а) функціональна схема

Рис. 2.11 Синхронний Т− тригер на елементах І−НЕ, виконаний за схемою трьох тригерів.

інформаційному вході є також рівень логічного нуля. Якщо інформаційні входи тригерів зображені без кружка ( прямий вхід ), то активним рівнем сигналу на таких входах є рівень логічної одиниці (RS− та JK− тригер на рис. 2.12). Тактовий вхід тригерів, побудованих за схемою трьох тригерів, додатково позначається косою лінією з нахилом вліво, якщо пе-

Q Q

Q

S

T

T

C

R

Q

Q Q

S

T

S

C

R

R

S

TT

J

C

K

R

а) RS− тригер, керований б) JK− тригер, побудо- в) T− тригер, побудо-

рівнем тактового сигналу ваний за MS− схемою ваний за схемою

трьох тригерів

Рис. 2.12 Приклади умовного графічного позначення тригерів.

ремикання тригера здійснюється за заднім фронтом тактового сигналу (перехід С з 1 в 0), або з нахилом вправо, якщо перемикання тригера відбувається за переднім фронтом сигналу С (перехід С з 0 в 1). Таке позначення не використовують для тактового входу тригерів, побудованих за MS− схемою або керованих рівнем тактового сигналу. Крім того, тригери, побудовані за MS− схемою, позначають літерами ТТ.

**Використана література:**

1. Тиртишніков О.І., Корж Ю.М. Обчислювальна техніка та мікропроцесори. Частина 2. Навчальний посібник. – Полтава: ПВІЗ, 2006, с. 34 – 46.
2. Калабеков Б.А., Мамзелєв І.А. Цифрові пристрої і мікропроцесорні системи. М.: Радіо і зв’язок, 1987.