

Данная методичка написана накануне экзамена и у неё особый статус. Вы можете её использовать для подготовки экзамену по теме «триггеры» или для того, чтобы не тупить на цифровом праке, когда у вас будут триггеры. Собственно, это ровно два момента в семестре, когда она вам понадобится.

Триггеры – это устройства, обладающие эффектом памяти. Чтобы лучше их запомнить, надо понять, где они нужны.

Как это часто бывает, наилучше всего запоминается самый тупой пример. Давайте себе представим Васю, смотрящего лекцию по ММФ Боголюбова (причём в прямом эфире). Он пытается её законспектировать, но вот беда – он не умеет писать, пока на экране картинка (давайте представим, что у него на экране два окна – Ворд/Пейнт/Латех с его записями и Зум). Поэтому он действует по такой схеме: видит формулу, ставит Зум на паузу (вообще Зум такого не позволяет, поэтому давайте представим, что Боголюбов стримит на Ютубе). Так вот, ставит на паузу и записывает формулу, после чего продолжает просмотр лекции с того момента, где сейчас Боголюбов. Пока Вася писал старую формулу, Боголюбов успел написать новую. Опять стрим ставится на паузу, Вася пишет ту формулу, после чего возвращается к Боголюбову за новой формулой.

Ситуация, думаю, понятна.

Представим себе канал $D(t)$, по которому на Васин компудахтер каждую секунду передаётся двоичная информация с лекции Боголюбова (для простоты – 0 или 1). Понятно, что если взять достаточно малое время разрешения, то последовательностью битов можно закодировать хоть фул эйчди картинку. Если бы Вася не конспектировал лекцию Боголюбова, то он бы просто наблюдал этот канал $D(t)$. Но Васе нужен не совсем он, ему не нужно 24 кадра в секунду, а нужно оставлять изображение на некоторое время, чтобы он мог переписать.

Представим себе, что у Васи есть ещё канал $C(t)$, который может принимать также 0 или 1 в любой момент времени, и которым управляет уже Вася. Можно даже его представить в виде джойстика.

Когда $C(t)$ в положении 1, Вася наблюдает лекцию Боголюбова в прямом эфире.

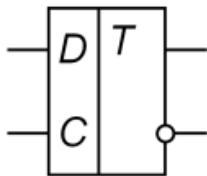
Когда Вася переключает C из положения 1 в положение 0, у него на экране лекция прекращается и Боголюбов застывает в том положении, в котором был в момент переключения.

Вася записывает формулу и вновь переключает С в положение 1. Боголюбов скачком оживает и демонстрирует новую формулу. Самое время перевести С снова в положение 0.

Тем самым Васе нужно устройство, которое из двух каналов – С(t) («джойстик», которым как бы управляет Вася) и D(t) (стрим Боголюбова) делает один канал Q(t), который и должен видеть Вася.

Это устройство и есть триггер ☺ А точнее, синхронный D-триггер. D – от английского delay, задержка. Ну и немудрено – мы как раз говорим о вещи, которая может ставить что-то на паузу ☺

8.3. Синхронный D-триггер



| C | D | Q(t+1) | $\bar{Q}(t+1)$ | Состояние |
|---|---|--------|----------------|-----------|
| 0 | x | Q(t) | $\bar{Q}(t)$ | хранение |
| 1 | 0 | 0 | 1 | сброс |
| 1 | 1 | 1 | 0 | установка |

Обычно у триггеров два выхода, но один из них бесполезный – то же, что и другой, только в любой момент времени противоположный, так что можно даже его не рассматривать.

Справа мы видим таблицу истинности. Всё, как Вася заказывал: когда $C=0$, $Q(t+1)=Q(t)$, тогда и $Q(t+2)=Q(t+1)=Q(t)$, и вообще, сигнал на выходе не меняется, картинка статична.

А вот когда $C=1$, то $Q(t)$ такое же, как и $D(t)$, что соответствует выводу на экран Боголюбова в прямом эфире.

Останавливаться на внутренней начинке D-триггера мы не будем. Это несколько элементов НЕ-И:

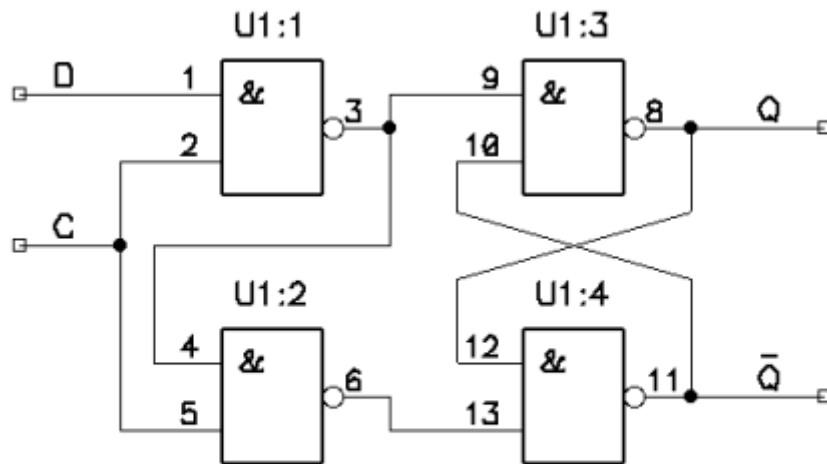


Рис. 8.6. Синхронный D-триггер со статическим управлением на элементах 2И-НЕ

Отметим, что сигнал С («джойстик» Васи, которым он управляет ситуацией на экране своего компудахтера) называется тактовым сигналом. Буква «С» от английского clock. Подобные триггеры называются тактируемыми, или синхронными.

Есть и другие триггеры.

T-trigger – наверное, самый простой в мире триггер.

| T | $Q(t+1)$ | $\overline{Q}(t+1)$ | Состояние |
|---|-------------------|---------------------|-----------|
| 0 | $Q(t)$ | $\overline{Q}(t)$ | хранение |
| 1 | $\overline{Q}(t)$ | $Q(t)$ | счет |

Его я посоветую диджею. У него всего один вход – T, которым управляет диджей.

Если он в положении 0, то лампочка в клубе $Q(t)$ находится в том же положении, что и была до этого. Горела – продолжит гореть, не горела – не загорится. Но стоит диджею перевести T в положение 1, как лампочка будет ровно иначе, чем несколько миллисекунд назад. В итоге в клубе будет стробоскопическое освещение, когда свет очень быстро вспыхивает и гаснет. Почему в таблице истинности написано «счёт», я не знаю. Считайте, что это стробоскопическое освещение!

JK-триггер является некоторым апгрейдом T-триггера. Представим, что после мощной драйвовой песни под стробоскопическое освещение диджею нужно создать непрерывающее освещение. Для этого ему нужно перевести свой канал T в положение 0 («хранения») ровно в тот момент, когда в клубе

темно. Если частота большая, то сделать это достаточно сложно. Поэтому в JK к старому каналу добавляется ещё один

| J | K | $Q(t+1)$ | $\overline{Q}(t+1)$ | Состояние |
|---|---|-------------------|---------------------|-----------|
| 0 | 0 | $Q(t)$ | $\overline{Q}(t)$ | хранение |
| 1 | 0 | 1 | 0 | установка |
| 0 | 1 | 0 | 1 | сброс |
| 1 | 1 | $\overline{Q}(t)$ | $Q(t)$ | счет |

Таким образом, если диджею нужен непрерывающийся свет – он ставит J=1, K=0, если темнота – ставит J=0, K=1. В принципе после этого он может перевести триггер в положение J=K=0, может не переводить, свет всё равно меняться не будет. А при J=K=1 в клубе заиграет вновь мощный трек под стробоскопическое освещение.