**Экзамен ЦУиМП**

Оглавление

[1. Предметодье (как предисловие) 4](#_Toc131316580)

[2 Комбинационная логика 5](#_Toc131316581)

[2.1 Цифровые элементы (О, ТИ, АВ) 6](#_Toc131316582)

[2.2 Арифметические операции с числами 7](#_Toc131316583)

[2.3 Вещественные числа. Хранение вещественного числа в компьютере 8](#_Toc131316584)

[2.4 Перевод чисел 9](#_Toc131316585)

[2.5 Таблицы истинности и алгебраические выражения 10](#_Toc131316586)

[2.6 Карты Карно 11](#_Toc131316587)

[2.7 Метод Квайна 12](#_Toc131316588)

[2.8 Базис 2И-НЕ 13](#_Toc131316589)

[2.9 Базис 2ИЛИ-НЕ 14](#_Toc131316590)

[2.10 Шифратор (О, ТИ, АВ) 15](#_Toc131316591)

[2.11 Дешифратор 16](#_Toc131316592)

[2.12 ССИ 17](#_Toc131316593)

[2.13 Приоритетный шифратор (О?, ТИ) 18](#_Toc131316594)

[2.14 Дешифратор матричного типа 19](#_Toc131316595)

[2.15 Каскадное включение дешифраторов 20](#_Toc131316596)

[2.16 Мультиплексор (О, ТИ, АВ) 21](#_Toc131316597)

[2.17 Демультиплексор (О, ТИ, АВ) 22](#_Toc131316598)

[2.18 Мажоритарный элемент (О?, ТИ, АВ) 23](#_Toc131316599)

[2.19 Сумматор и полусумматор 24](#_Toc131316600)

[2.20 Полувычитатель и вычитатель 25](#_Toc131316601)

[2.21 Умножители. Умножитель 2х2, 3х3, 4х4 26](#_Toc131316602)

[2.22 Компаратор (О, ТИ, АВ) 27](#_Toc131316603)

[2.23 Последовательный сдвиговый регистр (Barrel shifter) 28](#_Toc131316604)

[2.24 АЛУ 29](#_Toc131316605)

[2.25 Статический сбой (static hazart) 30](#_Toc131316606)

[2.26 Вопросы на подумать 31](#_Toc131316607)

[2.26.1 ИСКЛ ИЛИ на 4 элементах (базис 2И-НЕ). ИСКЛ ИЛИ в базисе 2ИЛИ-НЕ 32](#_Toc131316608)

[2.26.2 Вычитатель на сумматоре 33](#_Toc131316609)

[2.26.3 Сложите 4-5 одноразрядных чисел. Есть восьмиразрядное число, определить количество единиц в нём 34](#_Toc131316610)

[2.26.4 Компаратор на сумматорах. 35](#_Toc131316611)

[2.26.5 Вариант 1 РК1 36](#_Toc131316612)

[2.26.6 Вариант 3 РК1 37](#_Toc131316613)

[2.26.7 Вариант 4 РК1 38](#_Toc131316614)

[2.26.8 Вариант 7 РК1 39](#_Toc131316615)

[3 Последовательстная логика (логика с памятью) 40](#_Toc131316616)

[3.1 RS-триггер, статический, асинхронный, одноступенчатый 41](#_Toc131316617)

[3.2 RS-триггер, синхронный, статический, одноступенчатый 42](#_Toc131316618)

[3.3 D-триггер (D flip-flop), синхронный, статический, одноступенчатый 43](#_Toc131316619)

[3.4 Динамический D-триггер, синхронный, двухступенчатый 44](#_Toc131316620)

[3.5 T-триггер (счётный) 45](#_Toc131316621)

[3.6 Асинхронный счётчик на D-триггерах. 46](#_Toc131316622)

[3.7 Динамический RS-триггер 47](#_Toc131316623)

[3.8 Вычитающий счётчик (асинхронный) 48](#_Toc131316624)

[3.9 Реверсивный счётчик 49](#_Toc131316625)

[3.10 Счётчик с предустановленными значениями 50](#_Toc131316626)

[3.11 Кольцевой счётчик (синхронный) 51](#_Toc131316627)

[3.12 Кольцевой счётчик Джонсона 52](#_Toc131316628)

[3.13 Кольцевой счётчик (ходит только одна единица) 53](#_Toc131316629)

[3.14 Синхронный счётчик вариант 1 54](#_Toc131316630)

[3.15 Синхронный счётчик вариант 2 55](#_Toc131316631)

[3.16 Регистры. Последовательно-параллельные 56](#_Toc131316632)

[3.17 Регистры. Параллельно-последовательные 57](#_Toc131316633)

[3.18 Регистры параллельно-параллельные 58](#_Toc131316634)

[3.19 Регистры. Циклический регистр. Выбор направления. Предустановка значений. 59](#_Toc131316635)

[3.20 Динамический одноступенчатый D-триггер 60](#_Toc131316636)

[3.21 Динамический D-триггер с асинхронным сбросом, установкой 61](#_Toc131316637)

[3.22 JK-триггер, синхронный, статический 62](#_Toc131316638)

[3.23 Динамический JK-триггер 63](#_Toc131316639)

[3.24 Динамический JK-триггер на D-треггерах 64](#_Toc131316640)

[3.25 T-триггер на JK-триггере 65](#_Toc131316641)

[3.26 Синхронный счётчик на JK-триггере 66](#_Toc131316642)

[3.27 Сброс триггера. Асинхронные, синхронные входы. 67](#_Toc131316643)

[3.28 Задачи на подумать. 68](#_Toc131316644)

[3.28.1 Счётчик в базисе 2И-НЕ 69](#_Toc131316645)

[3.28.2 Имеется кольцевой счётчик. Как загнать «1» или несколько «1» и двигать их по кругу? 70](#_Toc131316646)

# Предметодье (как предисловие)

*Я никогда не учу своих учеников. Я только даю условия, при которых они могут сами учиться*

(Эйнштейн)

*Без примеров невозможно ни правильно учить, ни успешно учиться*

(Пацанский паблик ВК)

Целью данной методы не является создать методу ради методы, хочется искренне всё понять, а это возможно только в том случае, если сделать всё самому. Поэтому при создании вашей части методы старайтесь «научить» читателя чему-то, заставить его попробовать реализовать что-то самостоятельно, ведь только в этом случае можно проникнуться всей красотой цифровой электроники и микропроцессоров, и сделать шаг к торжеству автоматизации рутинных задач и процессов.

Обозначения и сокращения:

* О – обозначение
* ТИ – таблица истинности
* АВ – алгебраические выражения
* ВД – временная диаграмма.

# Комбинационная логика

Шо це такое и зачем вообще нужно?

## Цифровые элементы (О, ТИ, АВ)

Инвертор, 2или, 2и, XOR (разные виды представления XOR)

## Арифметические операции с числами

### Позиционный vs Непозиционный

В непозиционной системе счисления изменение положения символа в числе не влияет на значение самого числа.

Отличие позиционных и непозиционных систем хорошо видно при сравнении арабских и римских чисел. Числа, записанные арабскими цифрами, составляются в позиционной системе. И здесь важно учитывать понятие разрядности. Одна и та же цифра, в зависимости от того, в каком разряде числа она записывается, обозначает разную числовую величину. Например, в числе 234 цифра 2 обозначает величину двести, а в числе 324 – соответствует двадцати.

В римской системе счисления, цифра, в какое положение ее не помещай, всегда означает одно и то же. Например, с помощью римских цифр V и I, эквивалентных арабским 5 и 1, можно составить числа VI и IV, что соответствует 6 и 4.

### Коды двоичных чисел

[Ссылка на источник](https://microkontroller.ru/programmirovanie-mikrokontrollerov-avr/pryamoy-obratnyiy-dopolnitelnyiy-kod-dvoichnogo-chisla/) – примеры вычитания и сложения

**Прямой код** – способ представления двоичных чисел с фиксированной запятой. Главным образом используется для записи неотрицательных чисел.

Используется для записи:

|  |  |
| --- | --- |
| неотрицательных чисел | как положительных, так и отрицательных чисел |
| Неотрицательные числа в прямом коде  В этом варианте (для восьмибитного двоичного числа) мы можем записать максимальное число 255 (всего чисел 256 - от 0 до 255) | Двоичные числа в прямом коде  В этом случае диапазон десятичных чисел, которые можно записать в прямом коде, составляет от - 127 до +127: |

**Обратный код** – метод вычислительной математики, позволяющий вычесть одно число из другого, используя только операцию сложения.

Обратный двоичный код положительного числа состоит из одноразрядного кода знака (битового знака) – двоичной цифры 0, за которым следует значение числа.

Обратный двоичный код отрицательного числа состоит из одноразрядного кода знака (битового знака) – двоичной цифры 1, за которым следует инвертированное значение положительного числа.

Для неотрицательных чисел обратный код двоичного числа имеет тот же вид, что и запись неотрицательного числа в прямом коде.

Для отрицательных чисел обратный код получается из неотрицательного числа в прямом коде, путем инвертирования всех битов (1 меняем на 0, а 0 меняем на 1). Для преобразования отрицательного числа записанное в обратном коде в положительное достаточного его проинвертировать.



**Дополнительный код** – наиболее распространенный способ представления отрицательных чисел. Он позволяет заменить операцию вычитания на операцию сложения и сделать операции сложения и вычитания одинаковыми для знаковых и беззнаковых чисел.

В дополнительном коде (как и в прямом и обратном) старший разряд отводится для представления знака числа (знаковый бит).

Диапазон десятичных чисел которые можно записать в дополнительном коде от -128 до +127. Запись положительных двоичных чисел в дополнительном коде та же, что и в прямом и обратном кодах.



### Умножение двоичных чисел

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, число

Автоматически созданное описание

## Вещественные числа. Хранение вещественного числа в компьютере

Перевод вещественных чисел в бинарную систему счисления, хранение числа в компьютере (Задано число, нужно с точностью до Х знаков перевести в двоичную систему счисления. Как узнать число двоичных чисел после запятой, которых будет достаточно для заданной точности?)

## Перевод чисел

Hex, bin, dec. Почему hex код удобен?

## Таблицы истинности и алгебраические выражения

Что такое комбинационная схема? Что такое СКНФ и СДНФ? Принципы составления СКНФ И СДНФ по таблице истинности. Как составить таблицу истинности по алгебраическому выражению? Основные законы алгебры логики (минимизации).

## Карты Карно

Причём тут код Грэя? Перевод бинарных чисел в код Грэя и в обратную сторону. Принцип составления карт Карно для СКНФ и СДНФ. Как можно объединять 1 (0) в ячейках? Что даст диагональное расположение 1 (0)?

## Метод Квайна

Смысл метода, инструкция

## Базис 2И-НЕ

Базисы нужны для упрощения жизни – когда все одинаковое становится приятно внутреннему перфекционисту и проще разрабатывать новые схемотехнические решения.

|  |  |
| --- | --- |
| Обозначение элемента 2И-НЕ (Штрих Шеффера) | |
|  |  |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **X** | **Y** | **X | Y** |
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |

Теорема де Моргана используется для перевода в базис 2И-НЕ



Перевод АВ в базис 2И-НЕ:

ИЛИ в базисе 2И-НЕ

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица истинности | Алгебраическое выражение |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | A | B | C | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 1 | | 1 | 0 | 1 | | 1 | 1 | 1 | |  |
| Схема | |
|  | |

И в базисе 2И-НЕ

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица истинности | Алгебраическое выражение |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | A | B | C | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 0 | | 1 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | |  |
| Схема | |
|  | |

XOR в базисе 2И-НЕ

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица истинности | Алгебраическое выражение |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | A | B | C | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 1 | | 1 | 0 | 1 | | 1 | 1 | 0 | |  |
| Схема | |
|  | |

## Базис 2ИЛИ-НЕ

Зачем нужны базисы? Основные цифровые элементы в базисе 2ИЛИ-НЕ. Перевод АВ в базис 2ИЛИ-НЕ.

## Шифратор (О, ТИ, АВ)

Что это и зачем нужно? Можно ли использоваться комбинацию входных сигналов с несколькими 1? Обобщённая схема. Схема в базисе 2ИЛИ-НЕ, 2И-НЕ

## Дешифратор

Что это и зачем нужно. Обобщённая схема. Схема в базисе 2ИЛИ-НЕ, 2И-НЕ

## ССИ

Устройство, ТИ, Схемы с ОК и ОА. Пример составления выражения для одного индикатора, его минимизации и перевод в базис (любой), схема для индикатора.

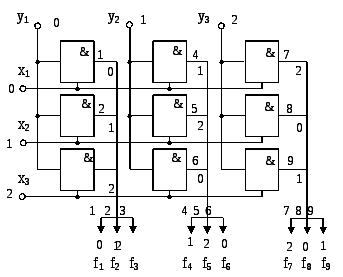
## Приоритетный шифратор (О?, ТИ)

Схема

## Дешифратор матричного типа

Прикольный шифратор, зачем нужен не ясно, зато красивый.

входов, входов.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

## Каскадное включение дешифраторов

## Мультиплексор (О, ТИ, АВ)

Что это, зачем? Обобщённая схема, схема в базисах 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ

## Демультиплексор (О, ТИ, АВ)

Что это, зачем? Обобщённая схема, схема в базисах 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ

## Мажоритарный элемент (О?, ТИ, АВ)

Что это, зачем? Обобщённая схема, схема в 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ.

## Сумматор и полусумматор

В чем разница (Н-р, с помощью сложения двух бинарных чисел столбиком)? О, ТИ, АВ, обобщённая схема, схема в базисах 2И-НЕ, 2ИЛИ-НЕ. Сумматор из полусумматоров? Каскадное включение сумматоров.

## Полувычитатель и вычитатель

[Ссылка на источник - Полувычитатель и вычитатель](https://www.youtube.com/watch?v=lqN8xLTtdaA)

[Ссылка на источник - Каскадное включение вычитателей](https://www.youtube.com/watch?v=J7gPUP0aRug)

### Полувычитатель

|  |  |
| --- | --- |
| Пример работы | Таблица истинности |
|  |  |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| УГО полувычитателя | Обобщенная схема |
|  |  |

xor в базисе 2И-НЕ:

Изображение выглядит как линия, диаграмма, текст, снимок экрана

Автоматически созданное описание

xor в базисе 2ИЛИ-НЕ:

Изображение выглядит как диаграмма, линия, текст, График

Автоматически созданное описание

|  |
| --- |
| Схема 2И-НЕ |
|  |
| Схема 2ИЛИ-НЕ |
|  |

### Вычитатель

Учитывает заем с предыдущей операции ()

|  |  |
| --- | --- |
| Пример работы | Таблица истинности |
| Для последней строки в таблице истинности |  |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| УГО вычитателя | Обобщенная схема |
|  |  |
| Вычитатель на полувычитателях | |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| Схема 2И-НЕ | Схема 2ИЛИ-НЕ |
| В зависимости от базиса вставить соответствующую схему полувычитателя | |

## Умножители. Умножитель 2х2, 3х3, 4х4

## Компаратор (О, ТИ, АВ)

Зачем нужен, принцип работы? Последовательный компаратор. А есть параллельный (на лекциях ничего не написали, нужно почитать)?

## Последовательный сдвиговый регистр (Barrel shifter)

## АЛУ

Написали про них мало, но возможно стоит поискать более подробную общую информацию, красиво все описать, а не как в лекции одной картинкой, в которую еле всё поместилось и ниче не понятно.

## Статический сбой (static hazart)

Пример на какой-то схеме, н-р, как в лекции, но если будут другая, то будет только +

## Вопросы на подумать

Просьба не сразу выдавать решение, а сначала написать некий алгоритм рассуждений, на основе которого можно самому попытаться построить цифровую схему.

При решении вариантов можно не делать задания, которые уже присутствовали в вопросах до этого, если только конечно вы не знаете какой-то изощрённый и отличающийся от представленного в методе ранее способа решения.

### ИСКЛ ИЛИ на 4 элементах (базис 2И-НЕ). ИСКЛ ИЛИ в базисе 2ИЛИ-НЕ

### Вычитатель на сумматоре

### Сложите 4-5 одноразрядных чисел. Есть восьмиразрядное число, определить количество единиц в нём

### Компаратор на сумматорах.

Нам надо сравнить два числа, как это сделать? Давайте вычтем B из A.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Итак, с первыми двумя случаями все предельно ясно, схема сравнения на выход вычитателя возникает в голове моментально, однако как обнаружить на выходе «отрицательное» число?

Зная как устроен [вычитатель на сумматоре](https://www.youtube.com/watch?v=J7gPUP0aRug&t=216s), давайте используем это для нахождения полезной закономерности.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

1. . При и положительны.
2. . При равен нулю, а положителен.
3. . При положителен, а равен нулю.
4. . Замечание – если и равны нулю то мы подали два четырехбитных числа которые равны .

Заметим, что при таком способе мы ОБЯЗАНЫ сравнивать именно четырехбитные числа – например 0101 и 0011 сравнить с помощью четырехбитного компаратора на сумматоре нельзя, т. к. мы никогда не получим бит переноса после сложения четвертых битов.

Скрафтим логическую схему на выход вычитателя на сумматоре.

Таблица истинности

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

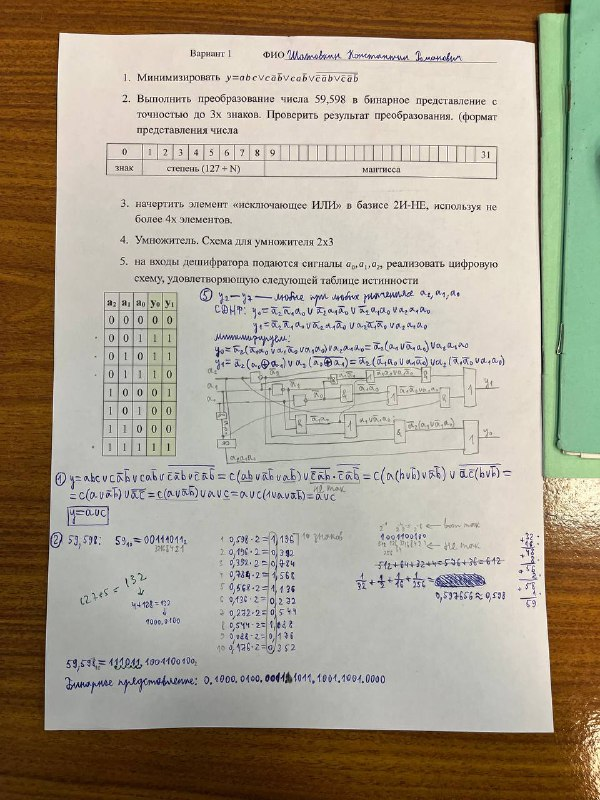
Алгебраические выражения:

Составим логическую схему:

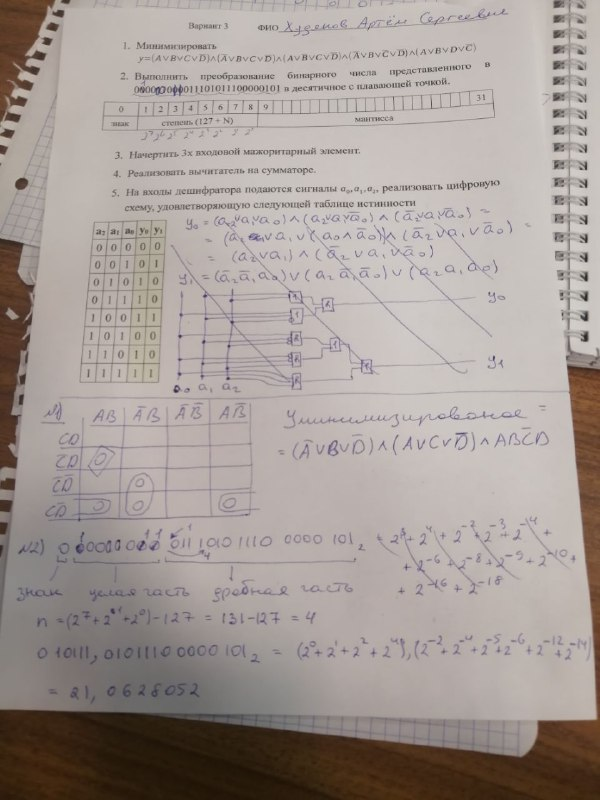
Изображение выглядит как текст, линия, диаграмма, снимок экрана

Автоматически созданное описание

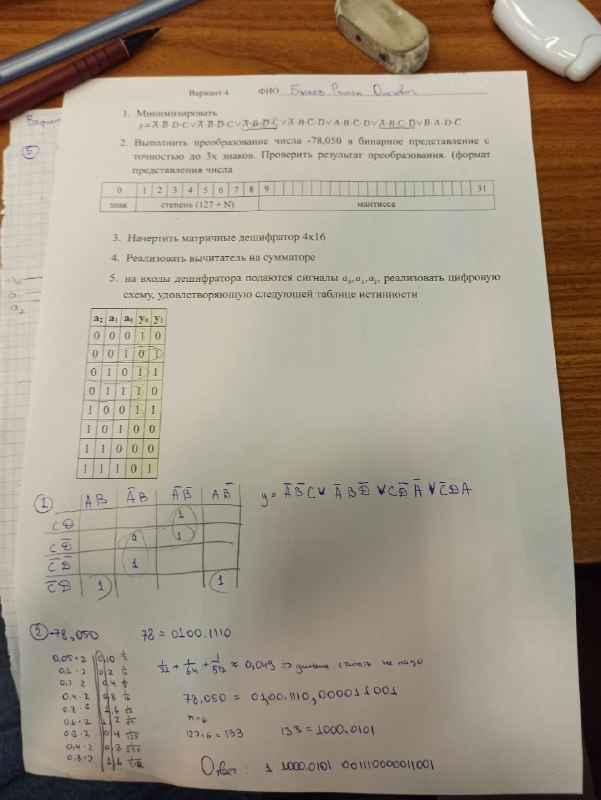
### Вариант 1 РК1



### Вариант 3 РК1



### Вариант 4 РК1



### Вариант 7 РК1

1. Минимизировать

2. Выполнить преобразование числа в бинарное представление с точностью до 3-х знаков. Проверить результат преобразования.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | … | 31 |
| знак | степень | | | | | | | | мантисса | | |

3. Начертить элемент «исключающее ИЛИ» в базисе 2И-НЕ, используя не более 4-х элементов.

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица истинности | Алгебраическое выражение |
| |  |  |  | | --- | --- | --- | | A | B | C | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 1 | | 1 | 0 | 1 | | 1 | 1 | 0 | |  |
| Схема | |
| Изображение выглядит как линия, снимок экрана, текст, диаграмма  Автоматически созданное описание | |

4. [Реализовать компаратор на сумматоре.](#_Компаратор_на_сумматорах.)

5. На входы дешифратора подаются сигналы , , , реализовать цифровую схему, удовлетворяющую следующей таблице истинности.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

# Последовательстная логика (логика с памятью)

В чём отличие от комбинационной логики? Шо це таке?

## RS-триггер, статический, асинхронный, одноступенчатый

Пояснить статический, асинхр. О, ТИ, ВД. Построить на 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ. В чём отличие? Как избежать запрещённого состояния?

## RS-триггер, синхронный, статический, одноступенчатый

Пояснить статический, синхр. О, ТИ, ВД. Построить на 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ. В чём отличие? Как избежать запрещённого состояния?

## D-триггер (D flip-flop), синхронный, статический, одноступенчатый

О, ТИ, ВД. Всегда синхронный! Статический? Реализция D-триггера методом «чёрного ящика». На 2И-НЕ и 2ИЛИ-НЕ.

## Динамический D-триггер, синхронный, двухступенчатый

Переключение по заднему фронту, по переднему? О, ВД.

## T-триггер (счётный)

О, ВД.

## Асинхронный счётчик на D-триггерах.

Что значит Асинхронный? О, ВД. Как реализовать сброс счётчика?

## Динамический RS-триггер

ВД, О, схема. По переднему фронту, по заднему?

## Вычитающий счётчик (асинхронный)

Асинхронный? О, ВД

## Реверсивный счётчик

Принцип, ВД.

## Счётчик с предустановленными значениями

Принцип, ВД.

## Кольцевой счётчик (синхронный)

Принцип, ВД

## Кольцевой счётчик Джонсона

Принцип, ВД, как можно использовать для создания дешифратора?

## Кольцевой счётчик (ходит только одна единица)

Принцип, ВД, самовосстановление счётчика

## Синхронный счётчик вариант 1

Зачем нужны? Принцип работы, ВД. Реальные ВД для синхронного и асинхронного счетчиков, чтобы показать преимущества синхронного.

## Синхронный счётчик вариант 2

## Регистры. Последовательно-параллельные

## Регистры. Параллельно-последовательные

## Регистры параллельно-параллельные

## Регистры. Циклический регистр. Выбор направления. Предустановка значений.

## Динамический одноступенчатый D-триггер

Страшная схема

## Динамический D-триггер с асинхронным сбросом, установкой

Страшная схема со сбросом и с установкой

## JK-триггер, синхронный, статический

ВД, О

## Динамический JK-триггер

## Динамический JK-триггер на D-треггерах

## T-триггер на JK-триггере

## Синхронный счётчик на JK-триггере

## Сброс триггера. Асинхронные, синхронные входы.

## Задачи на подумать.

Просьба не сразу выдавать решение, а сначала написать некий алгоритм рассуждений, на основе которого можно самому попытаться построить цифровую схему.

### Счётчик в базисе 2И-НЕ

### Имеется кольцевой счётчик. Как загнать «1» или несколько «1» и двигать их по кругу?