



ические указания

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.2/05

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

Кафедра Информатики и информационные системы

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ

по дисциплине «Схемотехника»

специальности 050703 – Информационные системы

Павлодар



утверждения к методическим
указаниям

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.1/05

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФМИИТ
_____ С.К.Тлеуенов
«__» _____ 2007 г.

Составитель: старший преподаватель Бельгибаева С.А.

Кафедра Информатика и информационные системы

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Схемотехника»
специальности 050703 – Информационные системы

Рекомендована на заседании кафедры от «__» _____ 2007 г. Протокол
№_____.

Заведующий кафедрой _____ Нурбекова Ж.К.
(подпись)

Одобрена методическим советом факультета ФМиИТ
«__» _____ 2007г. Протокол №_____

Председатель МС _____ А.З.Даутова
(подпись)

Лабораторная работа №1

Тема - Базовые полупроводниковые приборы и логические элементы

Цель – привить навыки решения задач в других системах счисления: сложение, вычитание, умножение. А так же составлять таблицы истинности для логических выражений.

Краткие теоретические сведения

В ЭВМ информация подвергается не только арифметической, но и логической обработке. Основу работы логически схем и устройств ЭВМ составляет специальный математический аппарат, называемый **алгеброй логики** или **исчислением высказываний**. При этом под высказыванием понимается любое утверждение, о котором можно сказать, что оно истинно или ложно. В логике высказываний интересуются не содержанием высказываний, а только их истинностью или ложностью; никакие другие признаки высказываний в алгебре логики не рассматриваются. Одно и то же высказывание не может быть одновременно истинным и ложным или не истинным и не ложным.

Если высказывание истинно, то считают, что его значение равно единице; если высказывание ложно, то считают, что его значение равно нулю. Таким образом, значения высказываний можно рассматривать как переменную величину, принимающую только два дискретных значения: 0 или 1. Это приводит к полному соответствию между логическими высказываниями математической логикой и двоичными цифрами в двоичной системе счисления, что позволяет описывать работу логических схем ЭВМ, проводить их анализ и синтез с помощью математического аппарата алгебры логики.

Всякое устройство ЭВМ, выполняющее арифметические или логические операции, можно рассматривать как функциональный преобразователь, входными переменными (аргументами) которого являются исходные двоичные числа, а выходной функцией от них — новое двоичное число, образованное в результате выполнения данной операции. При этом как входные переменные, так и выходные функции могут принимать лишь одно из двух возможных значений: 0 или 1.

В каждом конкретном случае количество входных переменных бывает различным. В простейшем случае это одна переменная x , принимающая значение 0 или 1. В общем случае таких переменных может быть n , т. е. x_1, x_2, \dots, x_n . Так как каждая переменная x_i при этом равна 0 или 1, то для n переменных образуется множество разнообразных сочетаний или наборов входных переменных.

В алгебре логики строго доказывается, что для n переменных количество различных наборов равно 2^n . Так, для одной переменной x существует только два набора: (0) или (1), так как $2^1 = 2$; для двух переменных x_1, x_2 — четыре различных набора: (0,0), (0,1), (1,0), (1,1), так как $2^2 = 4$; для трех переменных x_1, x_2, x_3 — восемь различных наборов, так как $2^3 = 8$, и т. д.

Функция $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, определяемая на наборах входных двоичных переменных x_1, x_2, \dots, x_n и принимающая в качестве возможных значений 0 или 1 называется **логической функцией** или **функцией алгебры логики**

Значения функций для каждого набора входных переменных можно указать с помощью таблицы. Например, для четырех наборов переменных x_1, x_2 в табл. 1.1 приведены значения 16 различных логических функций f_1, f_2, \dots, f_{16} . Такими таблицами удобно описывать функционирование различных логических элементов и узлов ЭВМ. Эти таблицы также называют **таблицами истинности**.

Задание

Упражнение №1

Выполнить сложение чисел

Таблица 5 - Задание

№ варианта	Двоичные числа	Шестнадцатеричные числа
1	1111+101+1000= 11111+1011+10101=	ED45C+4F56= 32C+AF12=
2	100011+1101= 1011011+1011+10001=	1C4D+24F= 23DF+EF15=
3	110011001+1100001= 1010+110001+1011=	24CA+5B3A= 7B3F+1CFD=
4	10110100+ 1110011= 11101000+ 1100+111=	7B3F+5B3A= 1C4D+EF15=
5	101011+101101 11011011+11001101+11011=	ED45C+AF12= 24CA+24CA=
6	1001001+101= 111111+111111+111111=	1B0FD+C1E8= BCD8+5DE4=
7	1011011+111= 1000001+1000001+1000001=	ACD6+F5C7= EF15+24CA=
8	11010001+101010= 100010001+111+10101=	F5C7+1C4D= 9CFD+6F3F=
9	11101101+1110110= 1011+1001001+111101=	EF15+6DA7= 3EF9+ECFA=

Упражнение №2

Составить таблицы истинности для следующих выражений:

№ варианта	Выражения
1.	$(\bar{x}_1 \vee x_2) \rightarrow (x_1 \sim \bar{x}_2) \wedge \bar{x}_1$ $(\bar{x}_2 \rightarrow x_1) \sim (x_1 \vee \bar{x}_2) \rightarrow x_1$
2.	$(x_1 \sim \bar{x}_2) \rightarrow (\bar{x}_2 \rightarrow x_1) \vee x_2$ $(x_2 \rightarrow \bar{x}_1) \sim (x_1 \wedge \bar{x}_2) \rightarrow x_2$
3.	$(x_1 \vee \bar{x}_2) \rightarrow (\bar{x}_1 \sim x_2) \rightarrow \bar{x}_2$ $(\bar{x}_2 \wedge x_1) \sim (x_1 \rightarrow \bar{x}_2) \vee \bar{x}_1$
4.	$(\bar{x}_1 \sim x_2) \rightarrow (\bar{x}_2 \sim \bar{x}_1) \vee x_1$ $(x_2 \vee \bar{x}_1) \rightarrow (\bar{x}_2 \rightarrow x_1) \sim$

№ варианта	Выражения
5.	$(x_1 \wedge \bar{x}_2) \sim (x_2 \rightarrow \bar{x}_1) \vee \bar{x}_2$ $(x_2 \wedge \bar{x}_1) \rightarrow (\bar{x}_2 \rightarrow x_1) \sim \bar{x}_1$
6.	$x_1 \rightarrow x_2 \vee x_1 \rightarrow \bar{x}_2 \sim x_1$ $x_2 \rightarrow [(x_1 \sim \bar{x}_2) \wedge \bar{x}_1]$
7.	$\bar{x}_1 \rightarrow \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \rightarrow \bar{x}_2 \sim \bar{x}_1$ $x_2 \rightarrow \bar{x}_1 \vee x_1 \sim \bar{x}_2 \rightarrow x_1$
8.	$x_1 \rightarrow x_2 \vee x_1 \rightarrow \bar{x}_2 \sim x_1$ $x_1 \rightarrow (x_1 \vee \bar{x}_1 \rightarrow \bar{x}_2 \sim x_1)$
9.	$(x_1 \rightarrow x_2 \vee x_1) \rightarrow \bar{x}_1 \sim x_2$ $x_2 \rightarrow \bar{x}_2 \vee x_1 \sim \bar{x}_2 \rightarrow x_2$
10.	$x_2 \rightarrow [(x_1 \vee \bar{x}_2) \wedge \bar{x}_1]$ $\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \sim \bar{x}_2 \rightarrow \bar{x}_2$

Упражнение №3

С помощью таблиц истинности проверьте, равносильны ли следующие выражения:

№ варианта	Выражение
1.	$(x_1 \rightarrow x_2 \vee x_1) \rightarrow \bar{x}_1 \sim x_2 \quad x_2 \rightarrow [(x_1 \vee \bar{x}_2) \wedge \bar{x}_1]$
2.	$\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \sim \bar{x}_2 \rightarrow \bar{x}_2$ $x_2 \rightarrow \bar{x}_2 \vee x_1 \sim \bar{x}_2 \rightarrow x_2$
3.	$\bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 \sim \bar{x}_2 \rightarrow \bar{x}_2$ $x_2 \rightarrow \bar{x}_2 \vee x_1 \sim \bar{x}_2 \rightarrow x_2$
4.	$x_2 \rightarrow \bar{x}_2 \vee x_1 \sim \bar{x}_2 \rightarrow x_2$ $x_2 \rightarrow [(x_1 \sim \bar{x}_2) \wedge \bar{x}_1]$
5.	$x_1 \rightarrow x_2 \vee x_1 \rightarrow \bar{x}_2 \sim x_1$ $(x_1 \wedge \bar{x}_2) \sim (x_2 \rightarrow \bar{x}_1) \vee \bar{x}_2$
6.	$(\bar{x}_1 \sim \bar{x}_2) \rightarrow (\bar{x}_2 \sim \bar{x}_1) \vee x_2 \quad (\bar{x}_2 \wedge x_1) \sim (x_1 \rightarrow \bar{x}_2) \vee \bar{x}_1$

№ варианта	Выражение
7.	$(\bar{x}_1 \vee x_2) \rightarrow (x_1 \sim \bar{x}_2) \wedge \bar{x}_1$ $(x_1 \wedge \bar{x}_2) \sim (x_2 \rightarrow \bar{x}_1) \vee \bar{x}_2$
8.	$(\bar{x}_2 \rightarrow x_1) \sim (x_1 \vee \bar{x}_2) \rightarrow x_1 (x_1 \sim \bar{x}_2) \rightarrow (\bar{x}_2 \rightarrow x_1) \vee x_2$
9.	$(x_2 \rightarrow \bar{x}_1) \sim (x_1 \wedge \bar{x}_2) \rightarrow x_2 (x_1 \vee \bar{x}_2) \rightarrow (\bar{x}_1 \sim x_2) \rightarrow \bar{x}_2$
10.	$(x_1 \vee \bar{x}_2) \rightarrow (\bar{x}_1 \sim x_2) \rightarrow \bar{x}_2 (\bar{x}_2 \rightarrow x_1) \sim (x_1 \vee \bar{x}_2) \rightarrow x_1$

Лабораторная работа №2

Тема - Функциональные узлы

Цель – Привить навыки работы в среде Electronic Work Bench. Создание схем шифратора, дешифратора, мультиплексора, демультиплексора и сумматора.

Краткие теоретические сведения

Дешифратор - это комбинационное устройство, предназначенное для преобразования параллельного двоичного кода в унитарный, т.е. позиционный код. Обычно, указанный в схеме номер вывода дешифратора соответствует десятичному эквиваленту двоичного кода, подаваемого на вход дешифратора в качестве входных переменных, вернее сказать, что при подаче на вход устройства параллельного двоичного кода на выходе дешифратора появится сигнал на том выходе, номер которого соответствует десятичному эквиваленту двоичного кода. Отсюда следует то, что в любой момент времени выходной сигнал будет иметь место только на одном выходе дешифратора. В зависимости от типа дешифратора, этот сигнал может иметь как уровень логической единицы (при этом на всех остальных выходах уровень логического 0), так и уровень логического 0 (при этом на всех остальных выходах уровень логической 1). В дешифраторах каждой выходной функции соответствует только один минтерм, а количество функций определяется количеством разрядов двоичного числа. Если дешифратор реализует все минтермы входных переменных, то он называется полным дешифратором (в качестве примера неполного дешифратора можно привести дешифратор двоично-десятичных чисел).

Рассмотрим пример синтеза дешифратора (полного) 3 @ 8, следовательно, количество разрядов двоичного числа - 3, количество выходов - 8.

Таблица состояний дешифратора

X ₃	X ₂	X ₁	Z ₀	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

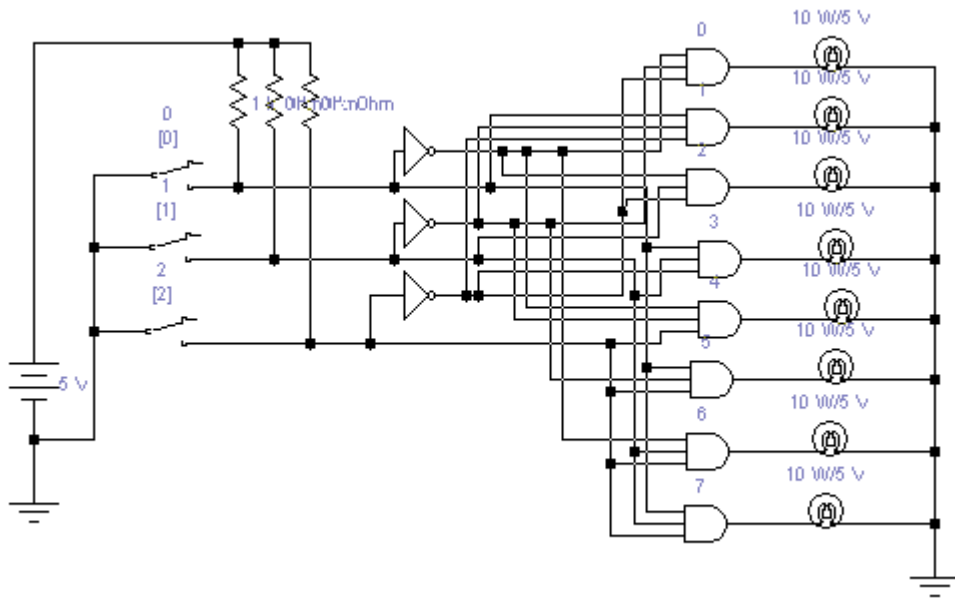
Как следует из таблицы состояния, каждой функции соответствует только один минтерм, следовательно, не требуется минимизировать эти функции (рис. 1).

Из полученных уравнений и схемы дешифратора следует, что для реализации полного дешифратора на m входов (переменных) потребуются $n = 2^m$ элементов конъюнкции (количество входов каждого элемента "И" равно m) и m элементов отрицания.

Задание

Упражнение №1:

Используя схему 1, реализовать дешифратор с помощью программы Electronic Work Bench



Упражнение №2:

1. Используя программу Electronic Work Bench, составить функциональную схему двухступенчатого дешифратора на три входа.
2. Нарисовать временную диаграмму двухступенчатого дешифратора на три входа.

Упражнение №3,4:

Используя схемы 1 и 2, реализовать схемы асинхронного и синхронного RS-триггера с помощью программы Electronic Work Bench

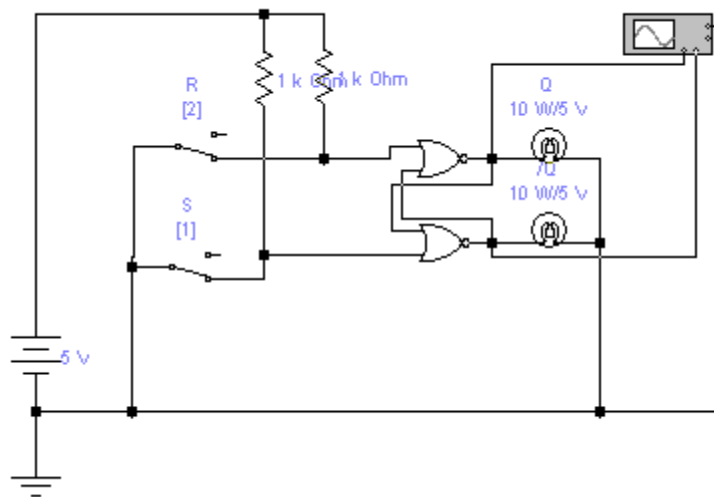


Схема 1

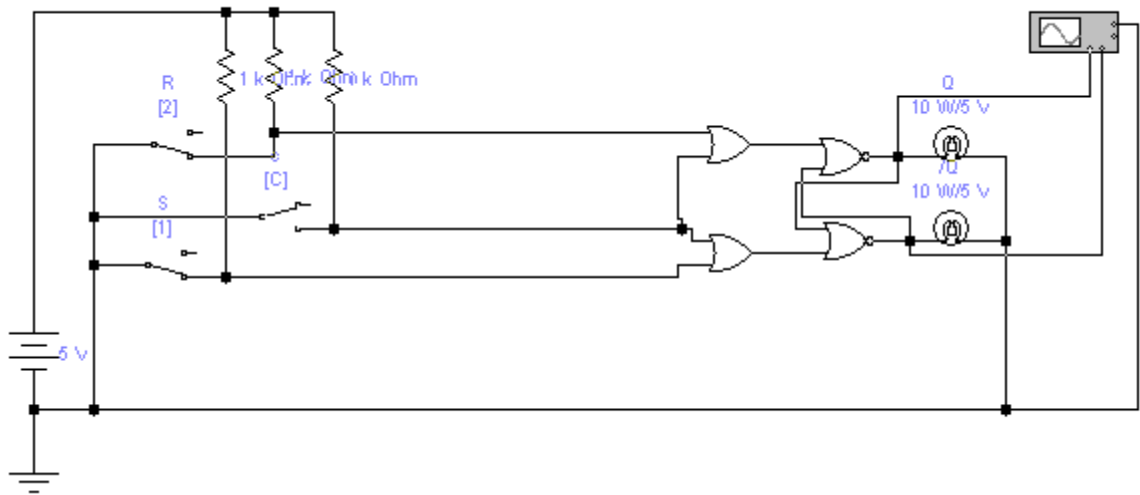


Схема 2

Упражнение №5:

1. Составить схему двухступенчатого RS-триггера на элементах базиса И-НЕ и ИЛИ-НЕ.
2. Нарисовать временную диаграмму двухступенчатого RS-триггера.

Лабораторная работа №3

Тема - Схемотехника аналоговых электронных устройств

Цель – Создание схем аналоговых электронных устройств.

Краткие теоретические сведения

Выпускаемые промышленностью операционные усилители постоянно совершенствуются, параметры ОУ приближаются к идеальным. Однако улучшить все параметры одновременно технически невозможно или нецелесообразно из-за дороговизны полученного чипа. Для того, чтобы расширить область применения ОУ, выпускаются различные их типы, в каждом из которых один или несколько параметров являются выдающимися, а остальные на обычном уровне (или даже чуть хуже). Это оправдано, так как в зависимости от сферы применения от ОУ требуется высокое значение того или иного параметра, но не всех сразу. Отсюда вытекает классификация ОУ по областям применения.

□ **Индустриальный стандарт.** Так называют широко применяемые, очень дешевые ОУ общего применения со средними характеристиками. Пример "классических" ОУ: с биполярным входом - LM324, с полевым входом - TL084.

□ **Прецизионные ОУ** имеют очень малые напряжения смещения, применяются в точных измерительных схемах. Обычно ОУ на биполярных транзисторах по этому показателю несколько лучше, чем на полевых. Также от прецизионных ОУ требуется долговременная стабильность параметров. Исключительно малыми смещениями обладают стабилизированные прерыванием ОУ. Пример: AD707 с напряжением смещения 15 мкВ.

□ **С малым входным током (электрометрические) ОУ.** Все ОУ, имеющие полевые транзисторы на входе, обладают малым входным током. Но среди них существуют специальные ОУ с исключительно малым входным током. Чтобы полностью реализовать их преимущества, при проектировании устройств с их использованием необходимо даже учитывать утечку тока по печатной плате. Пример: AD549 с входным током $6 \cdot 10^{-14}$ А.

□ **Микроомощные и программируемые ОУ** потребляют малый ток на собственное питание. Такие ОУ не могут быть быстродействующими, так как малый

потребляемый ток и высокое быстродействие — взаимоисключающие требования. Программируемыми называются ОУ, для которых все внутренние токи покоя можно задать с помощью внешнего тока, подаваемого на специальный вывод ОУ.

- **Мощные (сильноточные) ОУ** могут отдавать большой ток в нагрузку, то есть допустимое сопротивление нагрузки меньше стандартных 2 кОм, и может составлять до 50 Ом.

- **Низковольтные ОУ** работоспособны при напряжении питания 3 В и даже ниже. Как правило, они имеют *rail-to-rail* выход.

- **Высоковольтные ОУ.** Все напряжения для них (питания, синфазное входное, максимальное выходное) значительно больше, чем для ОУ широкого применения.

- **Быстродействующие ОУ** имеют высокую скорость нарастания и частоту единичного усиления. Такие ОУ не могут быть микромощными, и как правило выполнены на биполярных транзисторах.

- **Маломощные ОУ.**

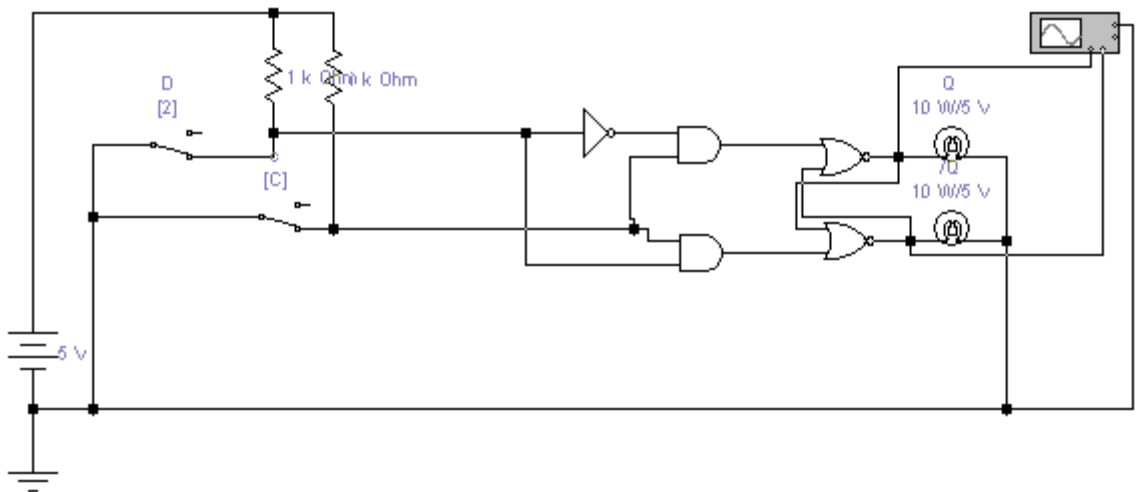
- **Звуковые ОУ.** Имеют минимально возможный коэффициент гармоник (*THD*).

- **Специализированные ОУ.** Обычно разработаны для конкретных задач (подключение фотодатчика, магнитной головки, и др.). Могут содержать в себе готовые цепи ООС или отдельные необходимые для этого прецизионные резисторы.

Задание

Упражнение №1

Используя схему 1, реализовать D-триггер с помощью программы Electronic Work Bench

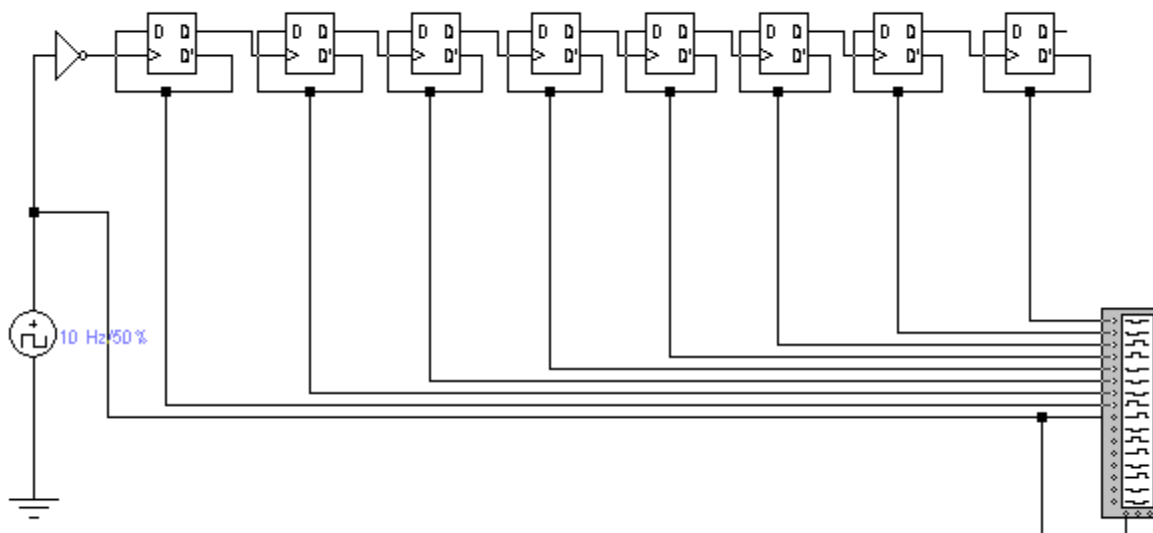


Упражнение №2

1. Реализовать D-триггер, управляемый уровнем синхроимпульса, на базе асинхронного RS-триггера на элементах И-НЕ.
2. Нарисовать временную диаграмму D-триггера.

Упражнение №3

С помощью программы Electronic Work Bench, реализовать схему счетчика.



Упражнение №4

С помощью программы Electronic Work Bench, реализовать схему синхронного последовательного суммирующего счетчик на JK – триггерах.

Лабораторная работа №4

Тема - Аналого – цифровые и цифро – аналоговые преобразователи

Цель – Создание схем Аналого – цифровые и цифро – аналоговые преобразователей.

Краткие теоретические сведения

ЦАП и АЦП применяются в измерительной технике (цифровые осциллографы, вольтметры, генераторы сигналов и т.д.), в бытовой аппаратуре (телевизоры, музыкальные центры, автомобильная электроника и т.д.), в компьютерной технике (ввод и вывод звука в компьютерах, видеомониторы, принтеры и т.д.), в медицинской технике, в радиолокационных устройствах, в телефонии и во многих других областях. Применение ЦАП и АЦП постоянно расширяется по мере перехода от аналоговых к цифровым устройствам.

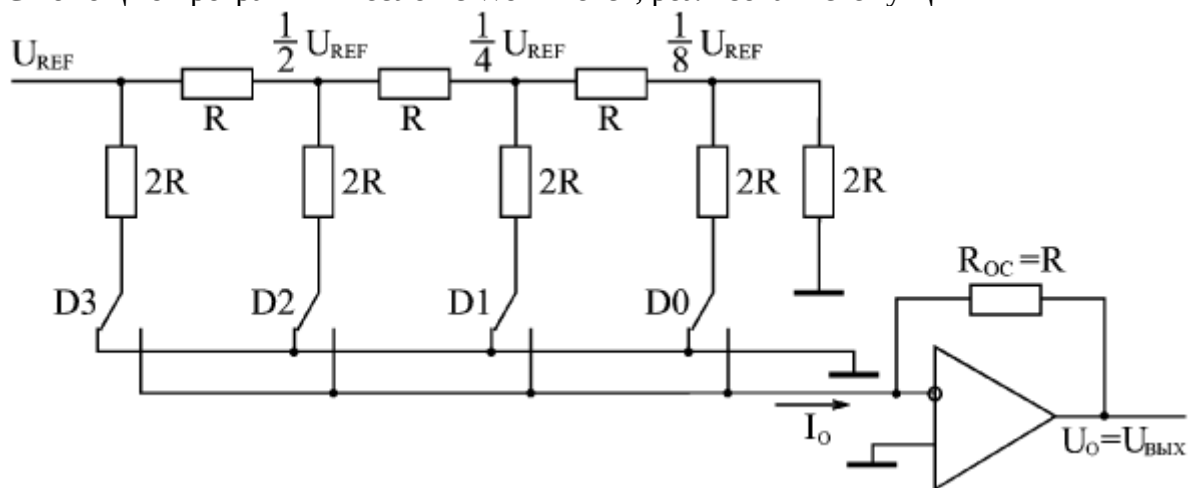
В качестве ЦАП и АЦП обычно применяются специализированные микросхемы, выпускаемые многими отечественными и зарубежными фирмами.

Сразу же надо отметить, что для грамотного и профессионального использования микросхем ЦАП и АЦП совершенно не достаточно знания цифровой схемотехники. Эти микросхемы относятся к аналого-цифровым, поэтому они требуют также знания аналоговой схемотехники, существенно отличающейся от цифровой. Практическое применение ЦАП и АЦП требует расчета аналоговых цепей, учета многочисленных погрешностей преобразования (как статических, так и динамических), знания характеристик и особенностей аналоговых микросхем (в первую очередь, операционных усилителей) и многого другого, что далеко выходит за рамки этой книги. Существует обширная литература, специально посвященная именно вопросам применения ЦАП и АЦП. Поэтому в данной лекции мы не будем говорить о специфике выбора и принципах включения конкретных микросхем ЦАП и АЦП мы будем рассматривать только основные особенности методов соединения ЦАП и АЦП с цифровыми узлами. Нас будет в первую очередь интересовать организация цифровых узлов, предназначенных для соединения с ЦАП и АЦП.

Задание

Упражнение 1

С помощью программы Electronic Work Bench, реализовать схему ЦАП



Упражнение 2

С помощью программы Electronic Work Bench, реализовать схему АЦП