

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждения
высшего профессионального образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»**

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ

КАФЕДРА РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Направление: 011800.62 - радиофизика

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Бакалаврская работа)

«Разработка схемы для управления загрузкой лифта»

Работа завершена:

" __ " _____ 2015 г. _____ (Н.А. Потапов)

Работа допущена к защите:

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

" __ " _____ 2015 г. _____ (И.А. Насыров)

Заведующий кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

" __ " _____ 2015 г. _____ (М.Н. Овчинников)

Казань-2015

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Основные положения. Описание используемых компонентов	
1.1 Элемент «И».....	5
1.2 Элемент «ИЛИ».....	6
1.3 Элемент «НЕ».....	6
1.4 RS – триггер.....	7
1.5 JK-триггер	8
Глава 2. Проектирование цифрового автомата	
2.1 Общие положения.....	10
2.2 Принцип работы цифрового автомата.....	12
2.3 Синтез логической схемы цифрового автомата.....	14
Глава 3. Реализация схемы устройства	
3.1 Применяемые логические элементы.....	20
3.2 Сборка схемы. Проверка работоспособности.....	21
Заключение.....	25
Литература.....	26

Введение

Цифровая электроника в настоящее время все более и более вытесняет традиционную аналоговую. Ведущие фирмы, производящие самую разную электронную аппаратуру, все чаще заявляют о полном переходе на цифровую технологию. Причем это относится как к бытовой технике (аудио-видеоаппаратура, средства связи), так и к профессиональной технике (измерительная, управляющая аппаратура). Ставшие уже привычными персональные компьютеры также полностью реализованы на цифровой электронике. Видимо, в ближайшем будущем аналоговым устройствам будет отведена вспомогательная роль: они будут применяться в основном для связи цифровых систем с аналоговыми датчиками и аналоговыми исполнительными элементами.

Для обслуживания цифровой техники, тем более, для ее ремонта и разработки, требуются специалисты, досконально знающие принципы работы цифровых устройств и систем, базовые элементы цифровой электроники, типовые схемы их включения, правила взаимодействия цифровых узлов, способы построения наиболее типичных цифровых устройств. При этом в процессе подготовки таких специалистов необходимо учитывать следующие специфические особенности. Во-первых, цифровая техника не слишком сильно связана с аналоговой техникой и с физическими эффектами, используемыми в электронике. Отсюда следует, что специалист по цифровой схемотехнике совсем не обязательно должен быть классным специалистом по аналоговой технике и по физическим основам электроники. Строго говоря, такому

специалисту не очень важно, на каких электронных компонентах и на каких физических принципах построена проектируемая система и ее элементы. Гораздо важнее логика ее работы и протоколы взаимодействия цифровых элементов, узлов и устройств, входящих в систему. Во-вторых, стать настоящим специалистом по разработке цифровых устройств и систем невозможно без овладения азбукой цифровой электроники. То есть разработчик обязан понимать логику работы таких базовых компонентов цифровой схемотехники, как логические элементы, буферы, триггеры, регистры, дешифраторы, мультиплексоры, счетчики, сумматоры, оперативная и постоянная память и т.д. Кроме того, он должен знать типовые схемы включения этих компонентов и правила их корректной работы. Даже если разрабатывается устройство на базе микросхем с программируемой логикой или на базе микроконтроллеров, такие знания совершенно необходимы.

Одним из привычных для нас повседневных вспомогательных устройств является лифт. Цель данной работы – разработка последовательностной схемы для управления загрузкой кабины лифта. Для достижения этой цели необходимо решить задачи:

- ознакомиться с принципами работы логических элементов и способами проектирования цифровых автоматов;
- провести работу по построению таблицы переходов проектируемого устройства;
- составить и минимизировать функции алгебры логики, на основе которых будет строиться схема устройства;
- изучить процесс проектирования на основе образовательной платформы National Instruments ELVIS II + с использованием графического программирования LabVIEW;
- построить функциональную и принципиальную схему устройства.

Глава 1. Основные положения. Описание используемых компонентов

Цифровая электроника - относительно молодая наука. Но за последние годы она сделала сильный рывок вперед. Ежегодно появляется множество новых элементов микросхем, программ, моделирующих поведение готовых схем, изменяется процесс изготовления печатных плат, внедряются новые технологии в производство.

В данной работе разрабатывается схема для управления загрузкой лифта. Иначе говоря, строится цифровой автомат. Необходимо рассмотреть элементы, на которых он строится. Это первый шаг к успешному построению функциональных блоков. В данной работе будут использоваться логические элементы «И», «ИЛИ», «НЕ», «ЗИ», «Исключающее ИЛИ», RS-триггеры, JK-триггеры, а также различные элементы управления.

1.1 Элемент «И»

Конъюнкция (логическое умножение) - логическая операция, по своему применению максимально приближенная к союзу «и». Правило гласит:

- «1» тогда и только тогда, когда на всех входах действуют «1»,
- «0» тогда и только тогда, когда хотя бы на одном входе действует «0»

Таблица 1

A	B	A*B
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

1.2 Элемент «ИЛИ»

Дизъюнкция (логическое сложение) – логическая операция, по своему применению максимально приближенная к союзу «или» в смысле «или то, или это, или оба сразу»

Таблица 2

A	B	A+B
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

- «1» тогда и только тогда, когда хотя бы на одном входе действует «1»,
- «0» тогда и только тогда, когда на всех входах действуют «0»

1.3 Элемент «НЕ»

Отрицание (инверсия) - логическая операция над суждениями, результатом которой является суждение, «противоположное» исходному

Таблица 3

A	B
0	1
1	0

1.4 RS – триггер

Это устройство с отдельной установкой состояний логического нуля и единицы. Оно имеет два информационных входа: S (от англ. Set - установить) и R (от англ. Reset - сбросить), а также выходы Q (от англ. Quit - выход) и Q'. Вход S позволяет устанавливать выход триггера Q в единичное состояние (записывать единицу). В свою очередь вход R позволяет сбрасывать выход триггера Q в нулевое состояние (записывать ноль). Следует отметить, что существует два вида RS-триггеров – асинхронные и синхронные.

Асинхронный имеет только два информационных входа: R и S. Этот триггер является простейшим элементом памяти, реализованным на элементах «И-НЕ» (снабжен инверсными информационными входами) или «ИЛИ-НЕ» (снабжен прямыми информационными входами).

Синхронный RS-триггер может быть получен на базе асинхронного RS-триггера, введением дополнительной логической схемы, которая формирует на его входах активные логические уровни только при наличии дополнительного сигнала синхронизации.

Особенность RS-триггера заключается в том, что при подаче одновременно на входы R и S сигнала, соответствующего логической единице, состояние триггера становится неопределенным: на обоих выходах Q и Q' установится уровень «1», а после снятия с входов управляющих сигналов, в силу случайных причин, триггер может установиться в состояние «0» либо «1». Очевидно, что для нормальной работы триггера необходимо исключить указанное сочетание входных сигналов, приводящее к неопределенному состоянию, что можно осуществить, предусмотрев выполнения запрещающего условия $R \times S = 0$.

1.5 JK-триггер

Триггер работает так же как RS-триггер, с одним лишь исключением: при подаче логической единицы на оба входа J и K состояние выхода триггера изменяется на противоположное. Вход J (от англ. Jump - прыжок) аналогичен входу S у RS-триггера. Вход K (от англ. Kill - убить) аналогичен входу R у RS-триггера. При подаче единицы на вход J и нуля на вход K выходное состояние триггера становится равным логической единице. А при подаче единицы на вход K и нуля на вход J выходное состояние триггера становится равным логическому нулю. JK-триггер в отличие от RS-триггера не имеет запрещённых состояний на основных входах, однако это никак не помогает при нарушении правил разработки логических схем. На практике применяются только синхронные JK-триггеры, то есть состояния основных входов J и K учитываются только в момент тактирования, например по положительному фронту импульса на входе синхронизации.

На базе JK-триггера возможно построить D-триггер или T-триггер. Как можно видеть в таблице истинности JK-триггера, он переходит в инверсное состояние каждый раз при одновременной подаче на входы J и K логической единицы. Это свойство позволяет создать на базе JK-триггера T-триггер, объединив входы J и K.

Алгоритм функционирования JK-триггера можно представить формулой

$$Q(t+1) = \bar{Q}(t) \cdot J + Q(t) \cdot \bar{K}.$$

Таблица 4

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

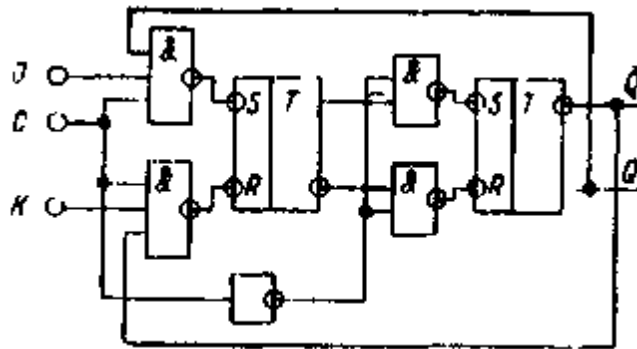


Рисунок 1 – Структурная схема JK-триггера

Глава 2. Проектирование цифрового автомата

2.1 Общие положения

Термин «автомат», как правило, используется в двух аспектах. С одной стороны, автомат - устройство, выполняющее некоторые функции без непосредственного участия человека. В этом смысле мы говорим, что ЭВМ - автомат, так как после загрузки программы и исходных данных ЭВМ решает заданную задачу без участия человека. С другой стороны, термин «автомат» как математическое понятие обозначает математическую модель реальных технических автоматов. В этом аспекте автомат представляется как «черный ящик», имеющий конечное число входов и выходов и некоторое множество внутренних состояний, в которые он под воздействием входных сигналов переходит скачкообразно, т.е. практически мгновенно, минуя промежуточные состояния. В действительности это условие не выполняется, так как любой переходный процесс длится конечное время.

Автомат называется конечным, если множество его внутренних состояний и множество значений входных сигналов - конечные множества.

В практике часто используется понятие цифрового автомата, под которым понимают устройство, предназначенное для преобразования цифровой информации. Входные сигналы в цифровых автоматах представляются в виде конечного множества мгновенных сигналов. Теоретически это означает, что входные сигналы не имеют длительности, хотя практически это не так. Все события должны относиться к фиксированному времени t , поэтому такое допущение упрощает рассмотрение процессов, происходящих в автоматах. Условно также принимается, что число выходных сигналов $y(t)$ конечно. И они

возникают вследствие действия входных сигналов. Одновременно с появлением выходного сигнала меняется (скачкообразно) внутреннее состояние автомата.

Цифровой автомат называется правильным, если выходной сигнал определяется его внутренним состоянием (на данный или предыдущий момент времени) и не зависит от входных сигналов.

Понятие «состояние автомата» используется для описания систем, выходы которых зависят не только от входных сигналов в данный момент времени, но и от некоторой предыстории, т.е. сигналов, поступивших на входы системы ранее. Состояние автомата соответствует некоторой памяти о прошлом, позволяя устранить время как явную переменную и выразить выходные сигналы как функцию состояний и входных сигналов.

В цифровых автоматах помимо логических элементов имеются элементы памяти. Элементы памяти используются для того, чтобы фиксировать предыдущее состояние автомата. В качестве элементов памяти могут использоваться триггеры. Каждое внутреннее состояние цифрового автомата определяется исходным состоянием триггеров и последовательностью входных сигналов, действующих на входе в данный момент времени. Поэтому такие устройства называются последовательностными схемами. К последовательностным схемам можно отнести: триггеры, счетчики, регистры. В общем случае структурная схема цифрового автомата может быть представлена в виде набора трех узлов: комбинационной схемы формирования выходных сигналов, комбинационной схемы формирования сигналов управления триггерами и собственно памяти.

Последовательность действий автомата по формированию выходных сигналов и сигналов управления триггерами с учетом входных сигналов может быть задана с помощью алгоритма. Алгоритм фактически является формализованным представлением задачи по построению цифрового устройства, где определены группы выходных сигналов для инициализации

устройств схемы в зависимости от поступления тех или иных входных сигналов (х). Задавать цифровой автомат удобно с помощью графа.

Графом называется непустое конечное множество узлов (вершин) вместе с множеством дуг (ветвей), соединяющих пары различных узлов. Граф обычно представляется в наглядной форме, при этом вершины изображаются точками или кругами, которые помечаются с целью идентификации, а ветви изображаются линиями, соединяющими соответствующие узлы. Если каждой дуге также приписано направление, то такой граф называется ориентированным. Если направления не указаны, то граф называется неориентированным. Данные представления полезны ввиду их наглядности. Вершины обычно соответствуют объектам некоторого вида (в цифровом автомате - внутренним состояниям), а дуги - физическим или логическим связям между ними. Таким образом, графы можно использовать для математического моделирования самых разнообразных систем и структур: электрических схем, вычислительных сетей и т.д.

2.2 Принцип работы цифрового автомата

Требуется разработать последовательностное устройство, у которого на выходах периодически появляются двоичные коды. Другими словами, нам нужно собрать цифровой автомат, принцип действия которого основан на изменении состояния триггеров.

Выходной сигнал триггера может принимать только два значения: 0 или 1. Поэтому он может находиться только в двух состояниях: «установки» (при $Q=1$) и «сброса» (при $Q=0$). В общем случае цифровой автомат содержит N триггеров. Состояние цифрового автомата характеризуется N -разрядным двоичным словом, каждый разряд которого ассоциируется с выходным сигналом соответствующего триггера.

Любой цифровой автомат может быть представлен совокупностью двух подсистем. Первая должна хранить информацию о предыстории работы устройства (триггерная подсистема). Вторая образована комбинационной схемой, которая служит для преобразования входных сигналов и информации о состоянии устройства в выходные сигналы и сигналы, необходимые для изменения состояния автомата (комбинационная подсистема).

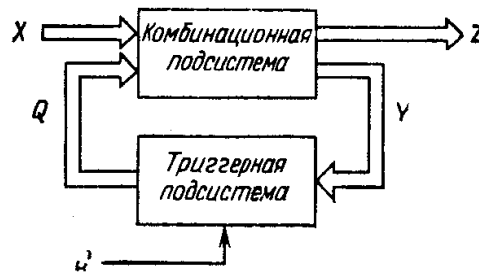


Рисунок 2 – Обобщенная структурная схема

Данная структура описывается четырьмя группами различных сигналов: X — кодовое слово входного воздействия; Z — кодовое слово выходного сигнала; Y — кодовое слово, обеспечивающее требуемый порядок смены состояний автомата; Q — кодовое слово, характеризующее состояние автомата.

Для работоспособности устройства нам необходим ещё один синхронизирующий сигнал S, выполняющий функцию переключения триггеров. Формирование этого сигнала напрямую связано с работой устройства, поэтому в разных случаях обсуждается отдельно.

2.3 Синтез логической схемы цифрового автомата

При проектировании цифрового автомата удобно пользоваться следующей методикой:

- Исходя из условия функционирования цифрового автомата определяют число необходимых состояний и требуемый объем памяти его триггерной подсистемы.
- Выполняют формальное описание алгоритма функционирования цифрового автомата. Для этого составляют таблицу состояний или его граф переходов.
- Выбирают тип триггера для реализации триггерной подсистемы автомата.
- Используя формализованный алгоритм работы автомата и таблицу переходов для выбранного типа триггера, составляют расширенную таблицу истинности. Число строк данной таблицы равно максимальному числу значений входного сигнала комбинационной подсистемы. В столбцах таблицы записывается следующая информация: X - входной сигнал; S_n - текущее состояние; S_{n+1} - следующее состояние; Y - входные сигналы на информационных входах триггеров; Z - выходные сигналы.
- Используя расширенную таблицу истинности, минимизируют ФАЛ, описывающие комбинационную подсистему цифрового автомата.
- На основе полученных ФАЛ строят логическую схему цифрового автомата.

1. Рассмотрим ситуацию, когда одновременно в кабине лифта, вмещающей шесть человек, может подниматься не более трех человек. Если число пассажиров превышает три, то должен выдаваться сигнал на блокировку работы (сигнал перегрузки). Входным сигналом является двоичный код, единица в нулевом разряде которого обозначает увеличение числа пассажиров на единицу, что фиксируется соответствующим датчиком, а единица в первом разряде — уменьшение пассажиров на единицу. Таким образом, на входе

автомата возможно действие трех различных сигналов:

- 00 - число пассажиров в лифте остается неизменным;
- 01 - число пассажиров увеличивается на одного;
- 10 - число пассажиров уменьшается на одного.

Код 11 является запрещенным, так как по условию задачи никогда не может появиться на входе устройства.

Следовательно, таблица переходов должна содержать четыре столбца. Число необходимых состояний определим из анализа работы устройства. Очевидно, что это число должно равняться семи:

1. лифт пуст;
2. в лифте один человек;
3. в лифте два человека;
4. в лифте три человека;
5. в лифте четыре человека;
6. в лифте пять человек;
7. в лифте шесть человек.

При этом в первых четырех состояниях сигнал блокировки работы лифта (назовем его Z_1) не должен вырабатываться. Далее на выходе должен вырабатываться сигнал блокировки работы лифта (допустим 1). При этом сигнал блокировки должен сохраняться в случае увеличения числа пассажиров до шести. Для реализации такого числа состояний необходимо как минимум три триггера, и состояние автомата будет характеризоваться 3-разрядным двоичным кодом. Так как для 3-разрядного слова возможно восемь различных значений, то таблица состояний будет содержать восемь строк.

2. Проведенный анализ задания позволяет составить таблицу состояний (таблица 5) и граф переходов (рисунок 3), соответствующие описанному алгоритму. Если лифт пуст (допустим это соответствует $S = 000$) и в него

входит один человек (входной сигнал 01), то следующим будет новое состояние (допустим $S = 001$). При этом сигнал перегрузки Z не формируется ($Z = 0$) и т.д.

Таблица 5

S	x'		
	00	01	10
000	000/0	001/0	-
001	001/0	010/0	000/0
010	010/0	011/0	001/0
011	011/0	100/1	010/0
100	100/1	101/1	011/0
101	101/1	110/1	100/1
110	110/1	-	101/1
111	-	-	-

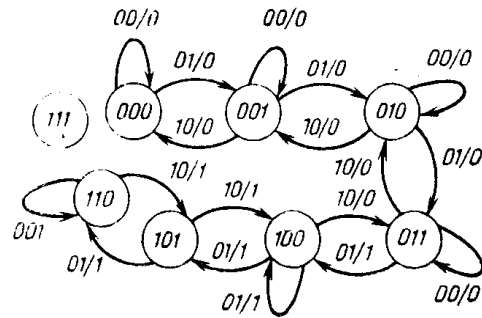


Рисунок 3 - Граф переходов цифрового автомата

В таблице переходов прочерками обозначены невозможные, с точки зрения описанного алгоритма, ситуации. Действительно, если в кабине лифта никого нет (состояние 000), то входной сигнал 10 невозможен (кабина пуста и из нее никто не может выйти). Аналогично, если в кабину уже никто не может войти, чему соответствует состояние 110, то сигнал 01 появиться не может. Состояние 111 является лишним, так как с точки зрения работы устройства оно не используется. На графе переходов это состояние образует так называемую изолированную вершину. Вопрос о неиспользуемых состояниях и невозможных комбинациях входных сигналов является очень важным с точки зрения обеспечения надежной работы автомата. Поэтому он будет рассмотрен позже.

3. Для реализации цифрового автомата выбираем JK-триггер. При

использовании триггеров, информационные сигналы которых согласно таблицам переходов содержат большое число неопределенных значений входного сигнала, структура автомата получается более простой. Поэтому при выборе триггеров предпочтение следует отдавать JK- и RS-триггерам.

4. Анализ таблицы 5 показывает, что на входе комбинационной подсистемы проектируемого устройства действует пять различных переменных (x_1x_0 - код входного управляющего сигнала, $Q_2Q_1Q_0$ - выходной код (состояние) триггерной подсистемы). Это предполагает, что, так как расширенная таблица истинности формально рассматривает все возможные комбинации входных сигналов, она должна содержать $2^5 = 32$ строки, что усложняет процедуру проектирования.

Для упрощения проектирования необходимо уменьшить число входных переменных комбинационной подсистемы устройства. Ещё раз проанализируем алгоритм работы устройства.

Двухразрядный код входного воздействия фактически отражает только два события: человек вошел в лифт (01) и человек вышел из лифта (10). Код 11 невозможен из условия работы устройства, так как противоречит здравому смыслу. Код 00 означает, что какие-либо изменения сигналов в схеме отсутствуют. При этом по каждому импульсу синхронизации (вход С на рисунке 1) происходит подтверждение текущего состояния и выходных сигналов устройства.

Одним из способов упрощения расширенной таблицы истинности является присвоение входным сигналам различного приоритета. В этом случае устройство из нескольких одновременно поступивших входных сигналов выбирает наиболее важный. Так, в рассматриваемом случае с точки зрения работы устройства наиболее важно сформировать сигнал перегрузки. Поэтому сигналу увеличения числа пассажиров лифта ($x_0=1$) должен быть присвоен

наивысший приоритет, и при появлении входного кода 11 устройство должно реагировать аналогично появлению входного кода 01. Хотя по условию работы входной код 11 невозможен, расширенная таблица истинности формально должна рассмотреть все возможные ситуации, что необходимо для корректной работы устройства в любых аварийных режимах. Такое решение позволяет в рассматриваемом случае сократить число строк исходной расширенной таблицы истинности на восемь.

Но уменьшение числа входных переменных не решило вопрос об изолированных вершинах графа переходов. Если в каком-либо аварийном режиме работы на выходе триггерной подсистемы установится запрещенное состояние (в нашем случае 111), может возникнуть ситуация, при которой под действием управляющих сигналов устройство либо не сможет выйти из этого режима, либо его выход будет сопровождаться нарушением логики работы устройства. Чтобы этого не произошло, в алгоритме необходимо предусмотреть соответствующие пути выхода. Допустим, что в нашем случае при возникновении такого режима сформируется сигнал аварии Z_0 и триггерная подсистема возвращается в исходное состояние (000). Предположим, что такие же действия должны сопровождать и нереальные входные воздействия (лифт пуст и формируется сигнал выхода).

Важно отметить, что алгоритм работы автомата должен быть определен для всех, даже невероятных с точки зрения его работы, комбинаций входных сигналов комбинационной подсистемы. Только при таком алгоритме проектирования можно гарантировать высокую надежность его работы.

5. Скорректированный таким образом алгоритм работы устройства приведен в таблице 6. Его особенностью является формирование одноразрядного кода управления x ($x=0$ - выход из лифта и $x=1$ - вход в лифт) и 2-разрядного выходного сигнала z_1z_0 ($z_1=1$ - сигнал перегрузки, $z_0=1$ - сигнал

аварии). На основании таблицы переходов (таблица 5) с учетом типа выбранного триггера составим расширенную таблицу истинности проектируемого устройства (таблица 6).

Таблица 6

x	Q_{2n}	Q_{1n}	Q_{0n}	Q_{2n+1}	Q_{1n+1}	Q_{0n+1}	J_2	K_2	J_1	K_1	J_0	K_0	z_1	z_0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	-	0	-	-	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	-	-	1	1	-	0	0
0	0	1	1	0	1	0	0	-	-	0	-	1	0	0
0	1	0	0	0	1	1	-	1	1	-	1	-	0	0
0	1	0	1	1	0	0	-	0	0	-	-	1	1	0
0	1	1	0	1	0	1	-	0	-	1	1	-	1	0
0	1	1	1	0	0	0	-	1	-	1	-	1	0	1
1	0	0	0	0	0	1	0	-	0	-	1	-	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	-	1	-	-	1	0	0
1	0	1	0	0	1	1	0	-	-	0	1	-	0	0
1	0	1	1	1	0	0	1	-	-	1	-	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	-	0	1	-	1	-	1	0
1	1	0	1	1	1	0	-	0	0	-	-	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0	-	1	-	1	0	-	0	1
1	1	1	1	0	0	0	-	1	-	1	-	1	0	1

Используя таблицу 6, найдем ФАЛ, связывающие выходные сигналы устройства z и сигналы на информационных входах триггеров J и K с входным сигналом x и состоянием триггерной подсистемы $Q_2Q_1Q_0$. Для дальнейшей работы минимизируем их:

$$z_1 = Q_2\bar{Q}_1(x + Q_0) + Q_1(x\bar{Q}_2Q_0 + \bar{x}Q_2\bar{Q}_0),$$

$$z_0 = Q_2Q_1(x + Q_0) + \bar{x}\bar{Q}_2\bar{Q}_1\bar{Q}_0,$$

$$J_2 = xQ_1Q_0, \quad K_2 = Q_1(x + Q_0) + \bar{x}\bar{Q}_1\bar{Q}_0,$$

$$J_1 = xQ_0 + \bar{x}Q_2\bar{Q}_0, \quad K_1 = Q_2 + x \oplus Q_0,$$

$$J_0 = x \oplus Q_1 + Q_2 \oplus Q_1, \quad K_0 = 1.$$

Полученные ФАЛ позволяют синтезировать схему комбинационной части проектируемого автомата.

Глава 3. Реализация схемы устройства

3.1 Применяемые логические элементы

- Условное графическое обозначение логического элемента И (AND):

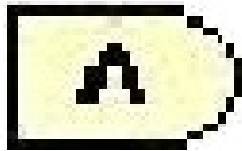


Рисунок 4

- Условное графическое обозначение логического элемента ИЛИ (OR):



Рисунок 5

- Условное графическое обозначение логического элемента НЕ (NOT):

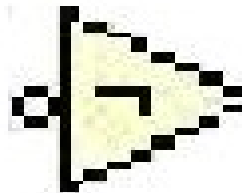


Рисунок 6

- Логическая операция Исключающее ИЛИ (eXclusive OR, XOR)

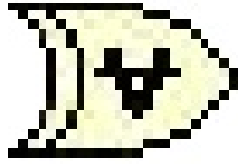


Рисунок 7

- Логическая операция Исключающее ИЛИ-НЕ (NOT eXclusive OR)



Рисунок 8

3.2 Сборка схемы. Проверка работоспособности

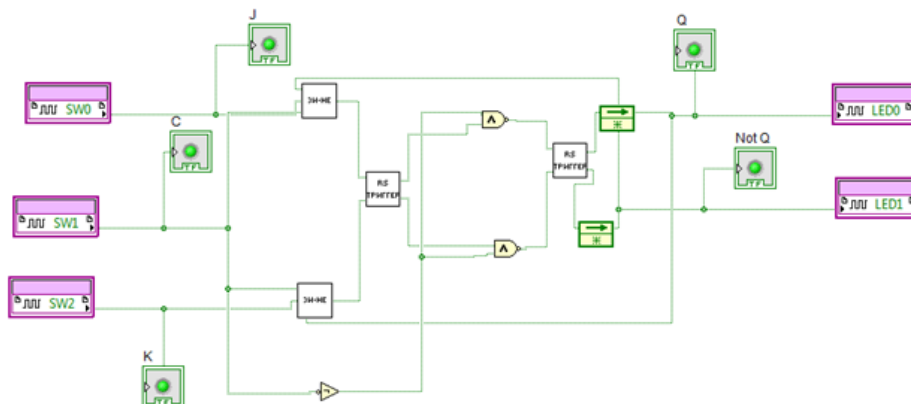


Рисунок 9 - Функциональная схема JK-триггера

На схеме движковый переключатель $SW0$ отвечает за входной сигнал x ; $SW1$ отвечает за вход K_0 первого JK-триггера (этот вход является постоянной логической единицей); кнопка $BTN0$ отвечает за синхронизирующие входы C всех трёх триггеров; $LED0$ – выходной сигнал перегрузки, $LED1$ – выходной сигнал аварии.

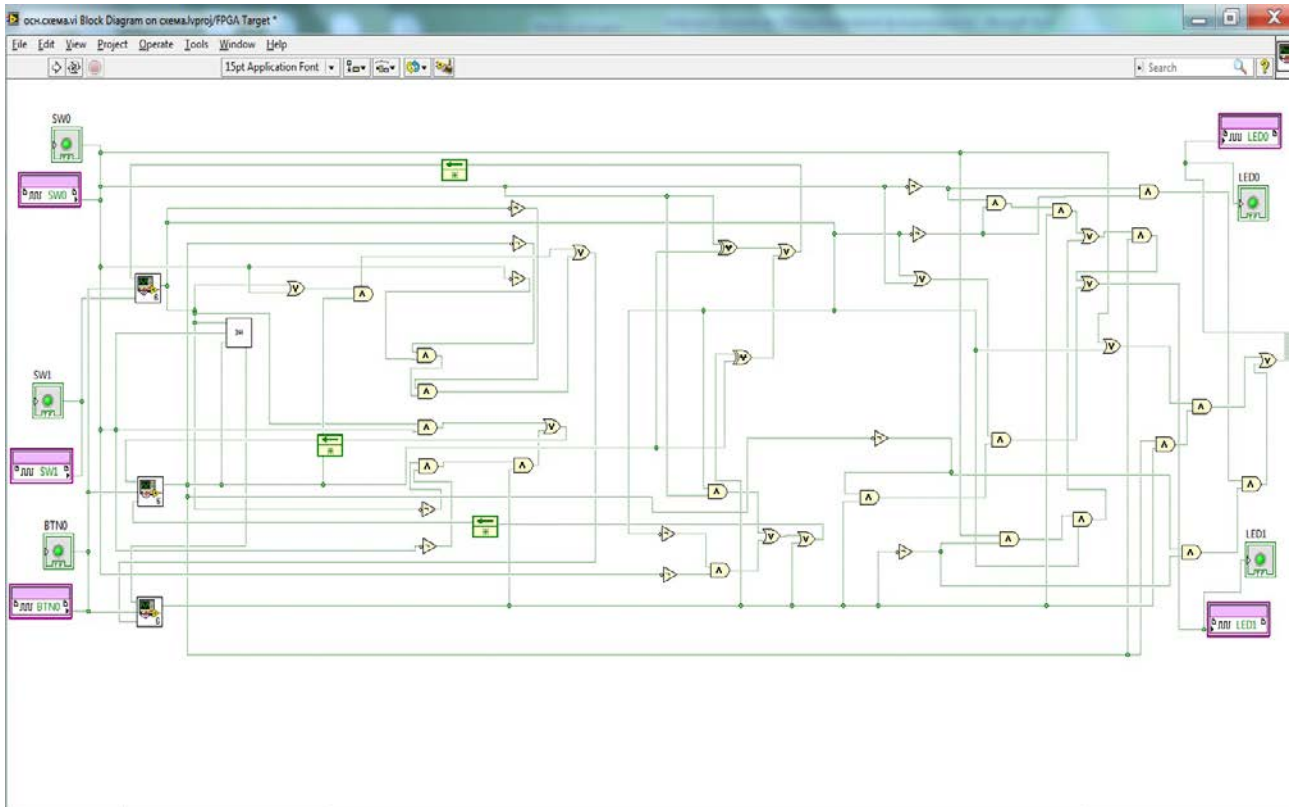


Рисунок 10 - Общая схема устройства

Чтобы проверить работоспособность схемы, необходимо протестировать устройство, подавая на входные сигналы различные значения. При этом мы наблюдаем три возможных конечных комбинации входных и выходных сигналов.

1. В том случае, когда в лифте никого нет, схема выдает сигнал аварии:

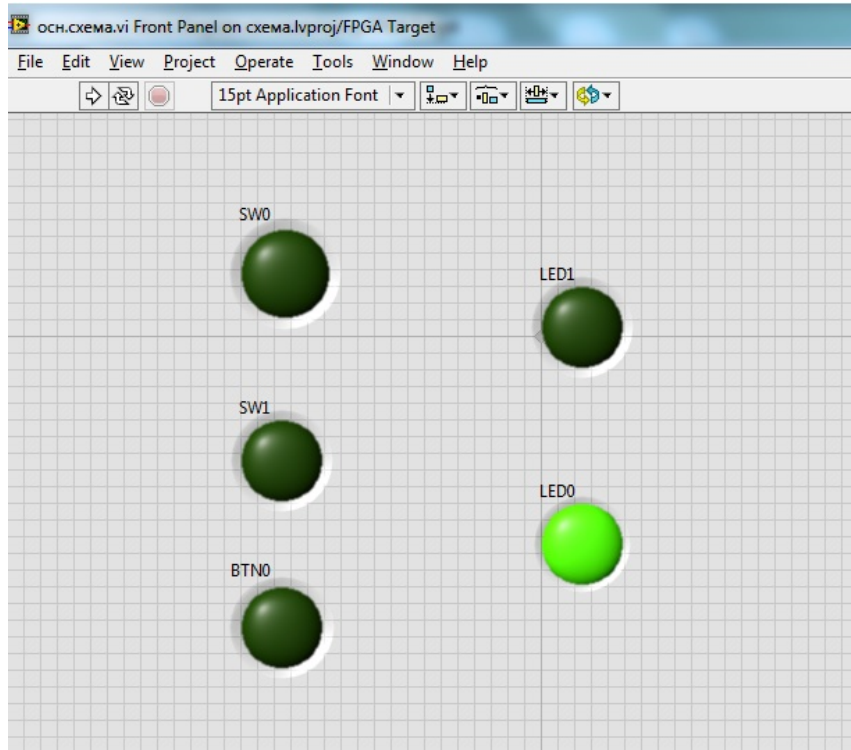


Рисунок 11

2. Случай, когда в лифте находятся от 1 до 3 человек:

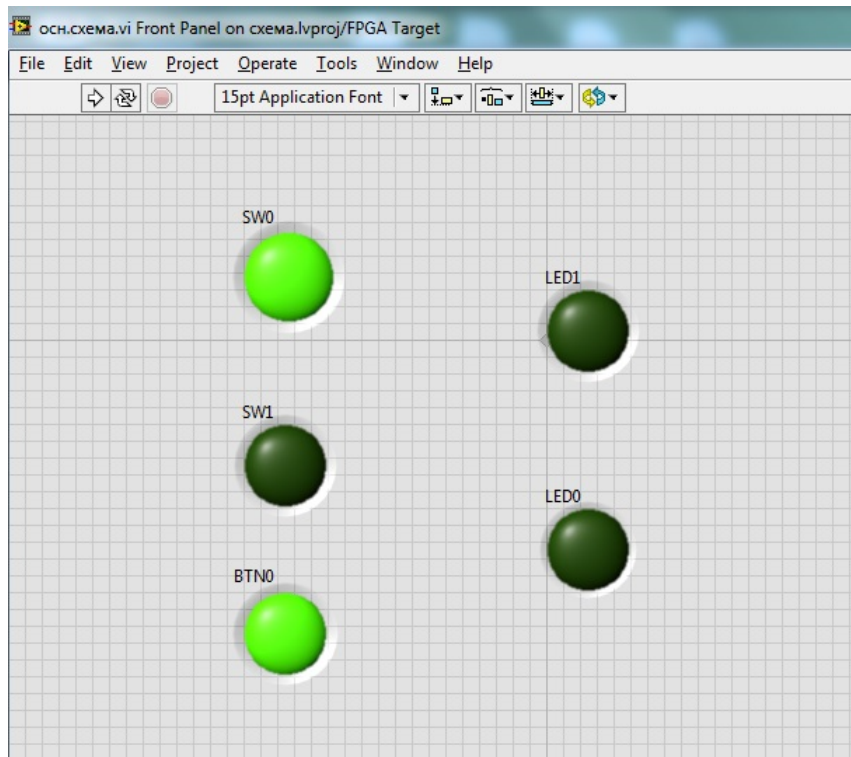


Рисунок 12

3. Случай, когда в лифте находятся от 4 до 6 человек:

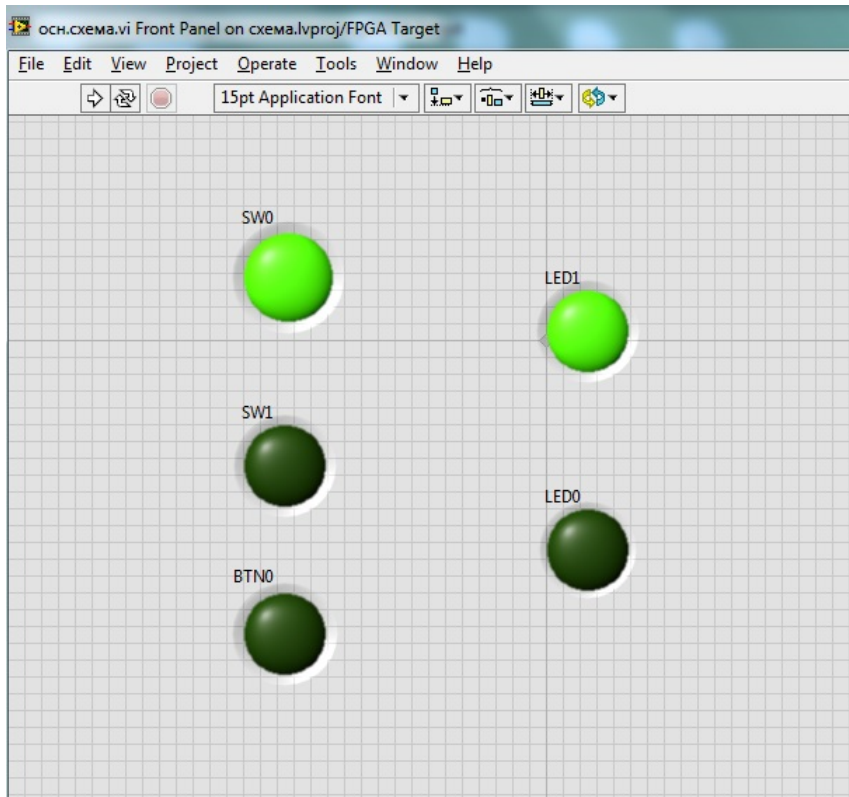


Рисунок 13

Заключение

Выпускной проект является заключительным этапом изучения предмета "Цифровая электроника". Проектирование автоматических устройств - сложный и трудоёмкий творческий процесс, который систематизирует, закрепляет и совершенствует теоретические знания, позволяя проявить свои способности в области синтеза узлов различных ЭВМ. В данной работе было спроектировано устройство управления цифровым автоматом.

В процессе выполнения проекта мною было сделано следующее:

- изучены принципы работы простейших логических элементов, а также логических устройств, строящихся на этих элементах;
- проведена работа по построению таблицы переходов состояний триггерной подсистемы устройства, а также определению и минимизации логических функций;
- был проведен анализ возможных неисправностей и способов их устранения;
- была построена функциональная и принципиальная схемы.

Использование подобных цифровых автоматов я представляю возможным в системах обработки информации и управления разнообразными технологическими процессами.

Список литературы

1. Аналоговая и цифровая электроника. (Полный курс): Учебник для вузов/Ю.Ф.Опадчий, О.П. Глудкин, А.И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 768 стр.
2. Манаев Е.И. М23 Основы радиоэлектроники: Учеб.пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1985. – 488 с., ил.
3. Гальперин М.В. Г17 Практическая схемотехника в промышленной автоматике. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 320 с.: ил.
4. Нефёдов В.И. Н58 Основы радиоэлектроники: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2000. – 399 с.: ил.
5. Насыров И.А. Конспекты лекций по цифровой электронике: Учебное пособие. – Казань: КГУ, 2006. – 98 стр.
6. Брэдшо П., Гош С., Олдридж Х., Рефиоглу И., Силверман Дж., Уильямс А., Фростхоум Р. П76 Применение интегральных схем: Практическое руководство. В 2-х кн. Кн. 1. Пер. с англ./Под ред. А.Уильямса. – М. Мир, 1987. – 432 с., ил.
7. Белокопытов Г.В., Ржевкин К.С., Белов А. А., Логгинов А.С., Кузнецов Ю.И., Иванов И. В. Основы радиофизики: – М.: УРСС, 1996. – 256с., ил.
8. Эрл Д.Гейтс Г29 Введение в электронику. Серия «Учебники и учебные пособия». Ростов-на-Дону: «Феникс», 1998. – 640 с.
9. Фрике К. Вводный курс цифровой электроники: Пер. с немецкого. (изд. 2-ое) – М.: Техносфера, 2004 г. – 432 стр.
10. Токхейм Р. Основы цифровой электроники: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 392стр.

11. Шило В. Л. Популярныe цифровыe микросхемы: Справочник. – М: Радио и связь, 1987. – 352 стр.
12. Цыбаков Б.В. «Системы автоматизации и управления. Методические указания к расчетно-графической работе», изд-во АГТУ, 2002г. - 67с.
13. Савельев А.Я. «Прикладная теория цифровых автоматов», Москва, изд-во «Высшая школа», 1987 г.
14. Самофалов К.Г., Романкевич А.М., Валуйский В.Н., Каневский Ю.С., Пиневич М.М. - «Прикладная теория цифровых автоматов», Киев, изд-во «Вища школа», 1987 г.
15. Преснухин Л.Н., Нестеров П.В. - «Цифровые вычислительные машины», Москва, изд-во «Высшая школа», 1981 г.