

Оглавление

Задание.....	3
Введение	4
Проектирование схемы стабилизации переменного напряжения	6
Анализ существующих схем и выбор схемы стабилизации	6
Виды стабилизаторов переменного нагпряжения	6
Электромеханический (сервоприводный) стабилизатор.....	7
Релейный стабилизатор.....	9
Электронный стабилизатор.....	10
Актуальность применения схемы.....	11
Функциональная схема и принцип работы стабилизатора переменного напряжения	11
Принципиальная схема стабилизатора переменного напряжения	14
Проектирование узла микропроцессорного модуля	15
Назначение и описание узла	15
Разработка схемы дешифратора	16
Расчёт параметров устройства.....	20
Заключение	21
Литература.....	23

Задание

Тема 7.

Система стабилизации электрического напряжения переменного напряжения 12 В.

Микроконтроллер – разработка схемы электрической принципиальной Семисегментный индикатор.

Введение

В настоящее время во всех сферах деятельности используются различные автоматические устройства, потребляющие электрическую энергию. Для их питания часто требуются номинальные напряжения, отличающиеся от сетевых. Поэтому в практической технике широко применяются электропреобразовательные устройства и вторичные источники питания. В случае, когда параметры питающей сети нестабильны, а используемое оборудование требует стабильного напряжения питания возникает необходимость в автоматической стабилизации показателей электроэнергии – тока и напряжения.

Современные средства автоматизации позволяют решить эту задачу.

Повсеместное использование автоматизации технологических процессов позволяет значительно повысить экономичность оборудования и производительность труда, сократить затраты ресурсов, энергии и рабочего времени. Используется автоматизация и в разработке и эксплуатации электропреобразовательных устройств и вторичных источников питания.

Объектом исследования в данной работе является система стабилизации переменного напряжения на выходе вторичного источника питания.

Предметом исследования является усовершенствование процесса стабилизации переменного напряжения на выходе вторичного источника питания и поиск возможности оптимизации данного процесса за счёт упрощения конструкции устройства и сокращения потерь энергии при преобразовании напряжения питания.

Цель исследования – разработка схемы и усовершенствование системы стабилизации электрического напряжения асинхронного генератора.

Научной базой для реализации поставленных задач являются: Системы автоматического управления, системы автоматизированного проектирования, системы автоматического управления технологическими процессами, теория автоматического регулирования, цифровая схемотехника, метрология,

электротехнические измерения, техническая механика. Кроме того, был использован комплекс технических описаний оборудования, актов поверки, исследований и испытаний для системы стабилизации напряжения асинхронного генератора.

Проектирование схемы стабилизации переменного напряжения

Анализ существующих схем и выбор схемы стабилизации

Виды стабилизаторов переменного напряжения

В настоящее время существует большое количество средств и методов стабилизации переменного напряжения, используемого для питания потребителей электроэнергии с разными родами тока и номиналами напряжения.

В настоящее время применяются следующие виды стабилизаторов:

- феррорезонансные;
- сервоприводные;
- релейные;
- электронные;
- двойного преобразования;
- импульсные.

Для каждого из перечисленных видов преобразователей характерны специфические преимущества и недостатки в сравнении с другими видами.

Феррорезонансные стабилизаторы конструктивно являются самыми простыми устройствами. Они состоят из двух дросселей и конденсатора и работают на принципе магнитного резонанса. Стабилизаторы такого типа отличаются высокой скоростью срабатывания, очень большим сроком эксплуатации и могут работать в широком диапазоне напряжения на входе. В настоящее время их можно встретить в медицинских учреждениях. В быту практически не применяются.

Принцип действия сервоприводного или электромеханического стабилизатора основан на изменении величины напряжения с помощью автотрансформатора.

Устройство отличается исключительно высокой точностью установки напряжения. Вместе с тем скорость стабилизации самая низкая.

Электромеханический стабилизатор может работать с очень большими нагрузками.

Релейный стабилизатор так же имеет в своей конструкции трансформатор с секционированной обмоткой. Выравнивание напряжения осуществляется с помощью группы реле, которые срабатывают по командам с платы контроля напряжения. Прибор имеет относительно высокую скорость стабилизации, но точность установки заметно ниже за счёт дискретного переключения обмоток. Для этого вида преобразователя характерна более низкая надёжность за счёт наличия электромеханических компонентов – реле.

Электронный стабилизатор работает по такому же принципу, только секции обмотки регулирующего трансформатора переключаются не с помощью реле, а силовыми ключами на полупроводниковых приборах. Точность электронного и релейного стабилизатора приблизительно одинаковая, но скорость электронного устройства заметно выше. Также электронный стабилизатор более надёжен, чем релейный.

Стабилизаторы двойного преобразования, в отличие от других моделей, не имеют в своей конструкции силового трансформатора. Коррекция напряжения осуществляется на электронном уровне. Устройства этого типа отличаются высокой скоростью и точностью, но их стоимость намного выше, чем у других моделей. Стабилизатор напряжения 220 вольт своими руками, несмотря на кажущуюся сложность, может быть реализован именно на инверторном принципе.

Электромеханический (сервоприводный) стабилизатор

Сервоприводный стабилизатор состоит из следующих узлов:

1. Входной фильтр.
2. Плата измерения напряжения.
3. Автотрансформатор.
4. Серводвигатель.
5. Графитовый скользящий контакт.

6. Плата индикации.

В основе работы электромеханического стабилизатора лежит принцип регулировки напряжения путём изменения коэффициента трансформации. Это изменение осуществляется перемещением графитового контакта по свободной от изоляции обмотке трансформатора. Перемещение контакта осуществляется серводвигателем.

Напряжение сети поступает на фильтр, состоящий из конденсаторов и ферритовых дросселей. Его задача максимально очистить входящее напряжение от высокочастотных и импульсных помех. В плате измерения напряжения заложен определённый допуск. Если напряжение сети в него укладывается, то оно сразу поступает на нагрузку.

При отклонении напряжения сверх допустимого, плата измерения напряжения подаёт команду на узел управления серводвигателем, который перемещает контакт в сторону увеличения или уменьшения напряжения. Как только величина напряжения придёт в норму, серводвигатель останавливается. Если напряжение сети нестабильно и часто изменяется, сервопривод может отрабатывать процесс регулирования практически постоянно.

Схема подключения стабилизатора напряжения малой мощности не представляет ничего сложного, поскольку на корпусе установлены розетки, а включение в сеть осуществляется шнуром с вилкой. На более мощных устройствах сеть и нагрузка подключаются с помощью винтовой колодки.

Схема современного сервоприводного стабилизатора показана на рисунке 1.

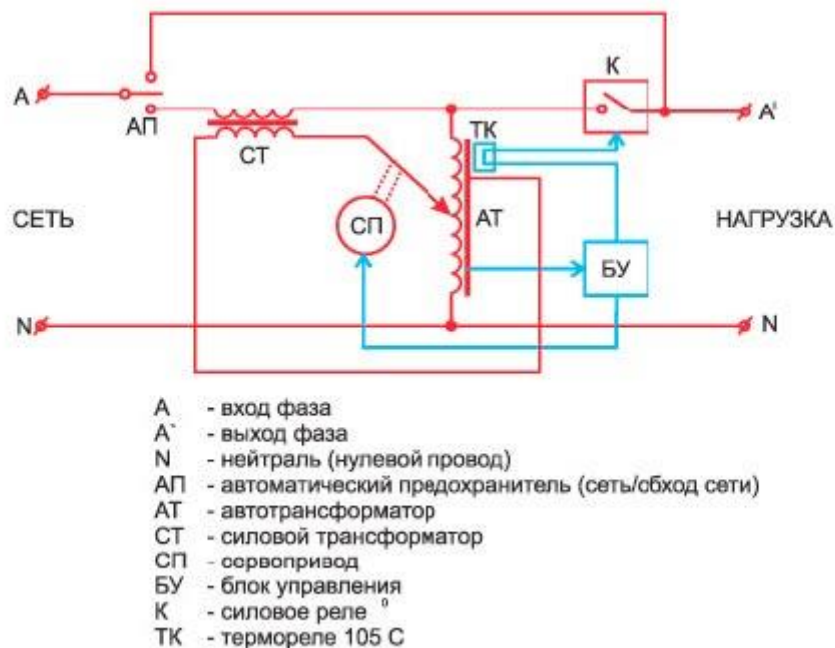


Рисунок 1 – Сервоприводный стабилизатор напряжения

Релейный стабилизатор

В релейном стабилизаторе имеется почти такой же набор основных узлов:

1. Сетевой фильтр.
2. Плата контроля и управления.
3. Трансформатор.
4. Блок электромеханических реле.
5. Устройство индикации.

В этой конструкции коррекция напряжения осуществляется ступенчато, с помощью реле. Обмотка трансформатора разделена на несколько отдельных секций, каждая из которых имеет отвод. Релейный стабилизатор напряжения имеет несколько ступеней регулирования, число которых определяется количеством установленных реле.

Подключение секций обмотки, а, следовательно, и изменение напряжения может осуществляться либо аналоговым, либо цифровым способом. Плата управления, в зависимости от изменения напряжения на входе, подключает необходимое количество реле для обеспечения напряжения

на выходе, соответствующего допуску. Стабилизаторы релейного типа имеют самую низкую цену среди этих приборов.

Схема релейного стабилизатора показана на рисунке 2.

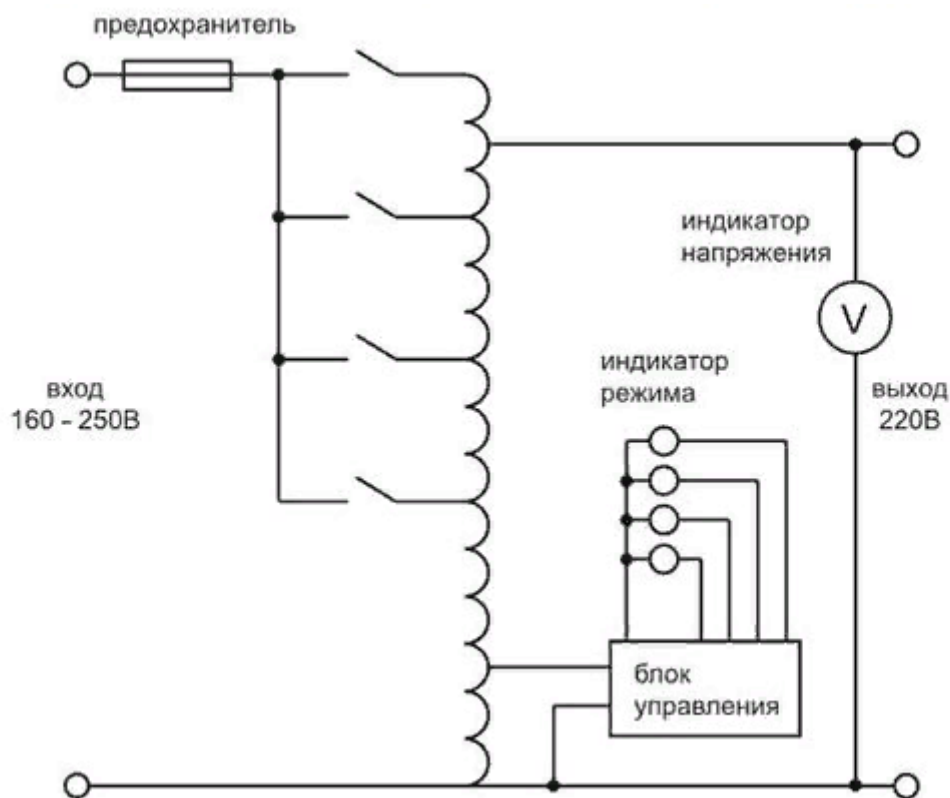


Рисунок 2 – Релейный стабилизатор напряжения

Электронный стабилизатор

Принципиальная схема стабилизатора напряжения этого типа имеет лишь небольшие отличия от конструкции с электромагнитными реле:

1. Фильтр сети.
2. Плата измерения напряжения и управления.
3. Трансформатор.
4. Блок силовых электронных ключей.
5. Плата индикации.

Принцип работы электронного стабилизатора не отличается от принципа работы релейного устройства. Единственное отличие заключается в применении электронных ключей вместо реле. Ключи представляют собой

управляемые полупроводниковые вентили – тиристоры и симисторы. Каждый из них имеет управляющий электрод, подачей напряжения на который вентиль можно открыть. В этот момент и происходит коммутация обмоток и изменение напряжения на выходе стабилизатора. Стабилизатор отличается хорошими параметрами и высокой надёжностью. Широкому распространению мешает высокая стоимость прибора.

Актуальность применения схемы

В данном проекте рассматривается импульсная схема стабилизации выходного переменного напряжения. Актуальность данной схемы обоснована рядом преимуществ перед рассмотренными ранее. Они заключаются в следующем:

1. Феррррезонансные стабилизаторы имеют большие массогабаритные характеристики.
2. Релейные и электронные стабилизаторы характеризуются дискретностью установки выходного напряжения. Большая дискретность не всегда приемлема, а маленькая дискретность усложняет схему, повышает массогабаритные характеристики и снижает надёжность.
3. Сервоприводная схема при всех своих достоинствах также имеет сравнительно большие размеры и массу.
4. Схема с двойным преобразованием характеризуется высокой стоимостью.
5. Импульсная схема проста в реализации, компактна, надёжна и имеет сравнительно невысокую стоимость.

Функциональная схема и принцип работы стабилизатора переменного напряжения

Функциональная схема импульсного стабилизатора переменного напряжения показана на рисунке 3.

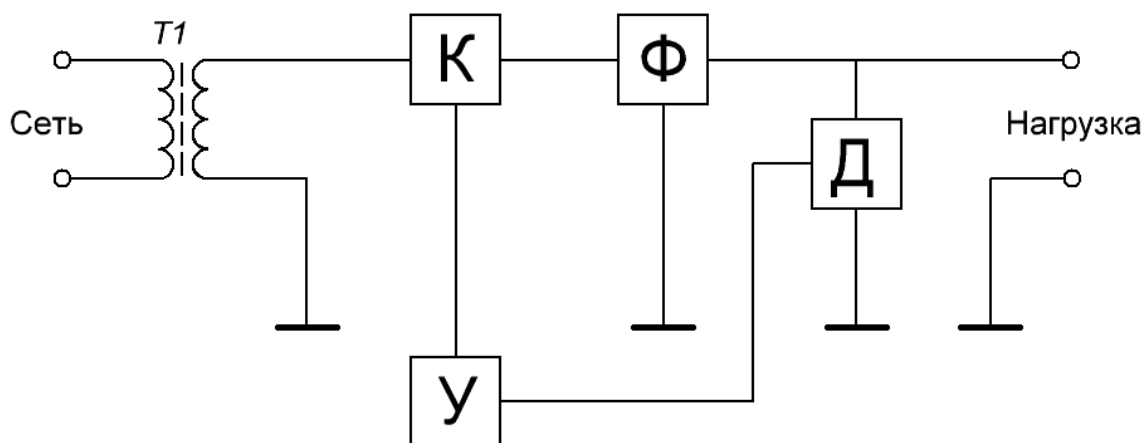


Рисунок 3 – Схема импульсного стабилизатора напряжения

На схеме обозначены:

- Т – трансформатор;
- К – электронный ключ;
- Ф – фильтр;
- Д – датчик напряжения;
- У – схема управления.

Сетевое напряжение преобразуется трансформатором до значения, несколько превышающего требуемое выходное напряжение. Величина превышения определяется нестабильностью входного напряжения и его минимальным значением. Далее через ключ и фильтр напряжение поступает в нагрузку. Датчик напряжения передаёт уровень выходного напряжения в схему управления. Схема управления управляет работой ключа. Если выходное напряжение на нагрузке отличается от заданного значение схема управления изменяет режим работы ключа таким образом, чтобы выходное напряжение пришло в соответствии с требуемым.

В общем случае, на выходе электронного ключа присутствует прерывистая синусоида. Фильтр исключает высокочастотную составляющую и на выходе стабилизатора имеется сглаженная синусоида требуемой амплитуды.

Временные диаграммы работы стабилизатора показаны на рисунке 4.

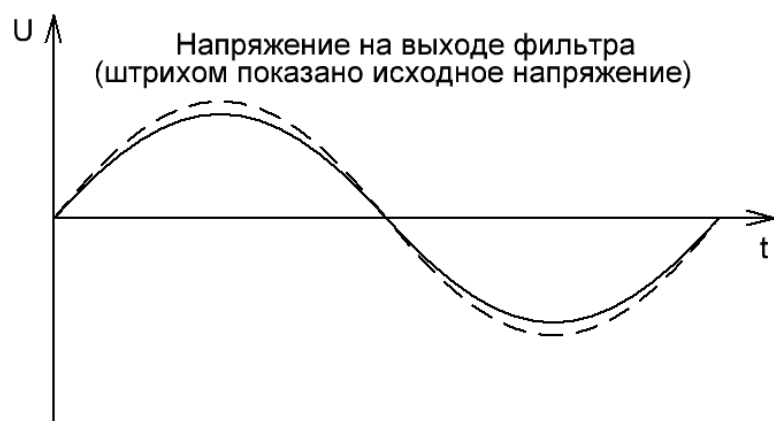
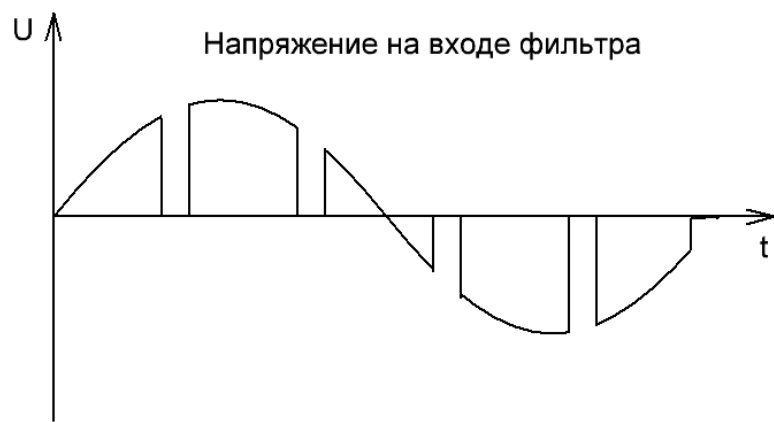
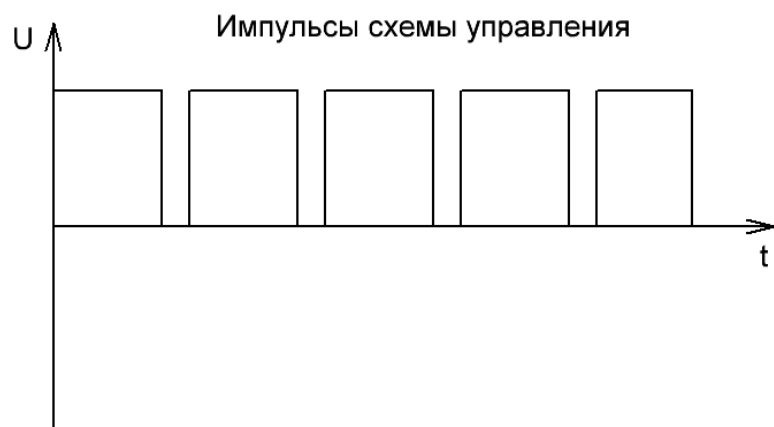


Рисунок 4 – Временные диаграммы напряжений стабилизатора

В качестве электронного ключа может использоваться тиристор или полевой транзистор. Схема может работать в режиме широтно-импульсной модуляции или частотно-импульсной модуляции. При этом более высокая частота или длительность импульсов схемы управления соответствуют повышению напряжения, а более низкая частота или длительность – понижению напряжения.

Для обеспечения эффективной фильтрации необходимо, чтобы частота импульсов было намного больше частоты сети: $f_H \gg f_C$.

Принципиальная схема стабилизатора переменного напряжения

Принципиальная схема стабилизатора напряжения показана на рисунке 5. Схема управления показана условно.

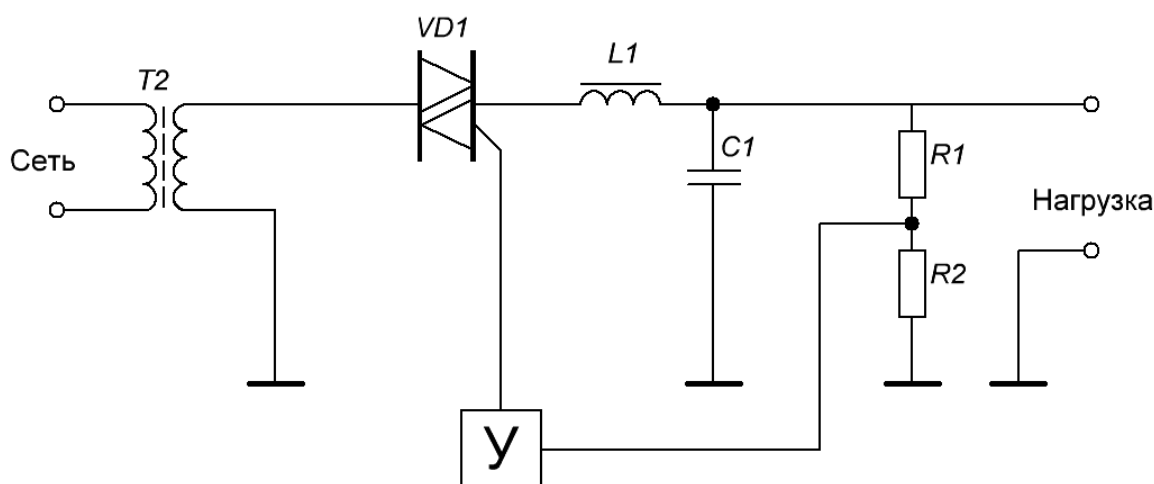


Рисунок 5 – Принципиальная схема стабилизатора напряжения

В качестве датчика напряжения используется делитель напряжения на двух прецизионных (для повышения точности регулирования) резисторов. Номиналы резисторов выбираются из ряда E192.

Схема управления может быть реализована в аналоговом или цифровом виде.

Основным элементом схемы управления является ШИМ- или ЧИМ-контроллер. Задающий сигнал он может получать от цифроаналогового

преобразователя или от аналогового компаратора на базе операционного усилителя.

Проектирование узла микропроцессорного модуля

Назначение и описание узла

В соответствии с заданием проектируемым узлом микропроцессорного модуля является семисегментный светодиодный индикатор. Устройство предназначено для отображения цифровых данных в приемлемом для восприятия человеком виде. Эскиз и внешний вид устройства показаны на рисунках 1 и 2 соответственно.

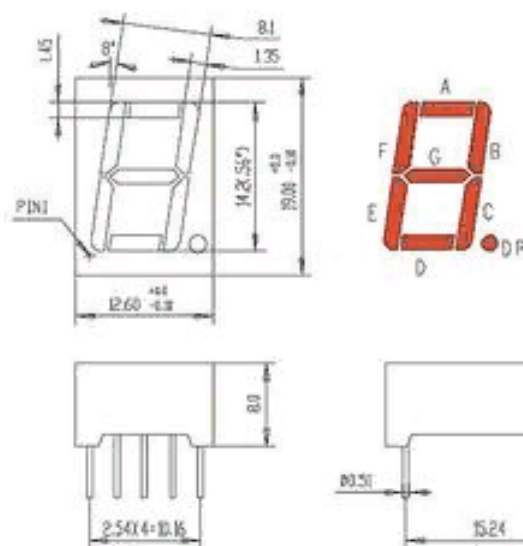


Рисунок 6 – Эскиз семисегментного индикатора

Семисегментные индикаторы выпускаются в виде приборов для отображения одного или нескольких знаков, с десятичным знаком или без него. В данной работе рассматривается однозначный семисегментный индикатор без десятичного знака.

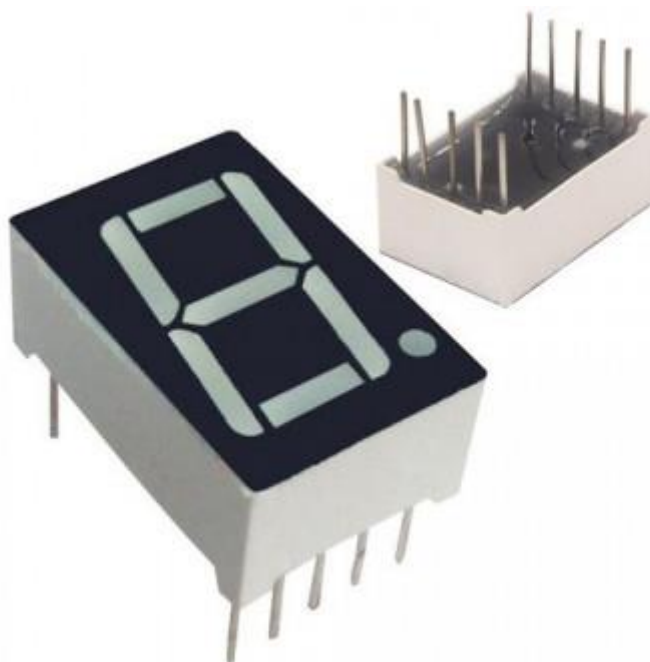


Рисунок 7 – Внешний вид семисегментного индикатора

Непосредственно отображение на семисегментном индикаторе двоичных чисел невозможно, поэтому необходимо спроектировать дешифратор двоичного (двоично-десятичного) кода в код семисегментного индикатора.

Разработка схемы дешифратора

Дешифратор двоичного (двоично-десятичного) кода в код семисегментного индикатора может быть составлен из дешифратора 4x10 двоичного кода в позиционный код и шифратора 10x7 позиционного кода в код семисегментного индикатора.

Структурная схема такого устройства показана на рисунке 3.

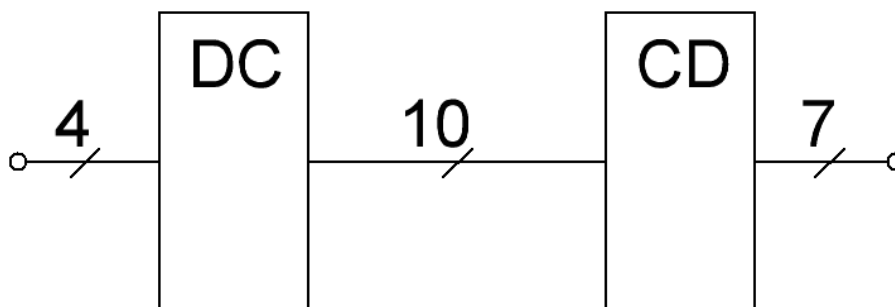


Рисунок 8 – Структурная схема двоичного кода в код семисегментного индикатора

Если строить такое устройство на выпускаемых промышленностью ИМС шифраторов и дешифраторов, это приведёт к нерациональному использованию площади печатной платы и выводов микросхем – они будут задействованы менее чем на треть, поэтому целесообразно построить устройство на ИМС стандартной логики. Каждому сегменту в этом случае будет соответствовать логическое выражение. Таблица истинности для каждого сегмента представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Таблица истинности

DEC	BIN				Сегменты индикатора						
	8	4	2	1	A	B	C	D	E	F	G
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
3	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
5	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
6	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1

СДНФ для сегментов индикатора:

$$\begin{aligned}
 A &= \bar{x}_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4x_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4x_2x_1 + \bar{x}_8x_4\bar{x}_2x_1 + \\
 &\quad + \bar{x}_8x_4x_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8x_4x_2x_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2x_1 \\
 B &= \bar{x}_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4\bar{x}_2x_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4x_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4x_2x_1 + \\
 &\quad + \bar{x}_8x_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8x_4x_2x_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2x_1 \\
 C &= \bar{x}_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4\bar{x}_2x_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4x_2x_1 + \bar{x}_8x_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \\
 &\quad + \bar{x}_8x_4\bar{x}_2x_1 + \bar{x}_8x_4x_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8x_4x_2x_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2x_1 \\
 D &= \bar{x}_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4x_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4x_2x_1 + \bar{x}_8x_4\bar{x}_2x_1 + \\
 &\quad + \bar{x}_8x_4x_2\bar{x}_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2x_1 \\
 E &= \bar{x}_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8\bar{x}_4x_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8x_4x_2\bar{x}_1 + x_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 \\
 F &= \bar{x}_8\bar{x}_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8x_4\bar{x}_2\bar{x}_1 + \bar{x}_8x_4\bar{x}_2x_1 + \bar{x}_8x_4x_2\bar{x}_1 +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + x_8 \bar{x}_4 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_8 \bar{x}_4 \bar{x}_2 x_1 \\
G = & \bar{x}_8 \bar{x}_4 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_8 \bar{x}_4 x_2 x_1 + \bar{x}_8 x_4 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_8 x_4 \bar{x}_2 x_1 + \\
& + \bar{x}_8 x_4 x_2 \bar{x}_1 + x_8 \bar{x}_4 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_8 \bar{x}_4 \bar{x}_2 x_1
\end{aligned}$$

Минимизированные логические выражения для сегментов индикатора:

$$A = x_2 + x_8 + x_4 x_1 + \bar{x}_4 \bar{x}_1$$

$$B = \bar{x}_4 + x_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1$$

$$C = x_1 + x_4 + \bar{x}_2$$

$$D = x_8 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_4 x_2 + \bar{x}_4 \bar{x}_1 + x_4 \bar{x}_2 x_1$$

$$E = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_4 \bar{x}_1$$

$$F = x_8 + x_4 \bar{x}_1 + x_4 \bar{x}_2 + \bar{x}_2 \bar{x}_1$$

$$G = x_8 + \bar{x}_4 x_2 + x_4 \bar{x}_1 + \bar{x}_4 x_2$$

Для уменьшения номенклатуры компонентов узел строится в базисе «И-НЕ». Логическая схема устройства показана на рисунке 4.

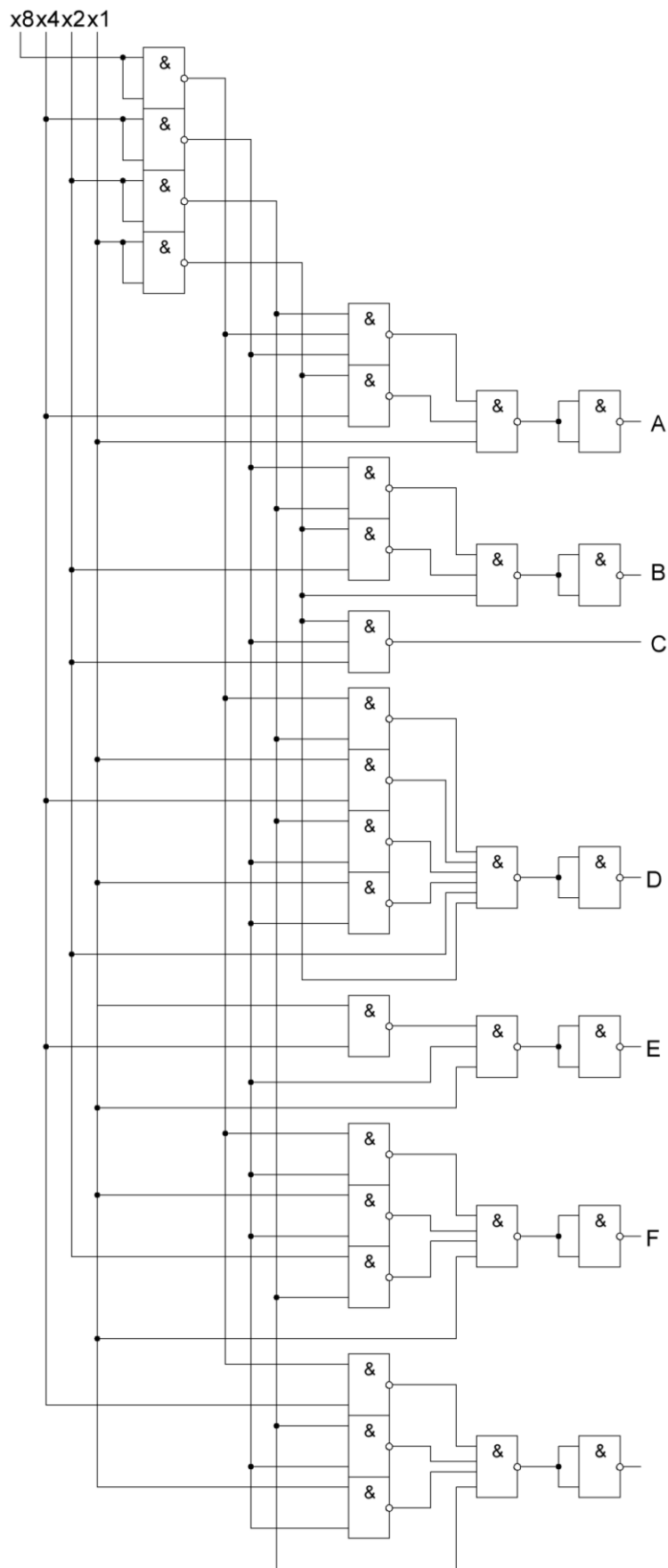


Рисунок 9 – Логическая схема двоичного кода в код семисегментного индикатора

Перечень микросхем, составляющих устройство, приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Используемые микросхемы

Тип микросхемы	Потребление, мА	Быстродействие, нс	Количество, шт
K155ЛА3	22	22	6
K155ЛА4	16,5	22	2
K155ЛА1	4	22	1
K155ЛА2	6	22	1

Расчёт параметров устройства

Максимальная задержка срабатывания определяется количеством последовательно включённых микросхем. По рисунку 3 видно, что $N_{\text{послmax}} = 4$. Тогда максимальное время задержки:

$$t_{\text{max}} = \tau N_{\text{послmax}} = 22 \times 4 = 88 \text{ нс}$$

Мощность устройства определяется суммой мощностей микросхем:

$$P_{\Sigma} = P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_{\Sigma 3} + P_{\Sigma 4} = U(I_{\Sigma 1} + I_{\Sigma 2} + I_{\Sigma 3} + I_{\Sigma 4})$$

Потребляемый ток:

$$I_{\Sigma i} = N_i I_i$$

Расчёт приведён в таблице 3.

Таблица 3 – Расчёт потребления

Тип микросхемы	Ток I_i , мА	Кол-во N_i , шт	Ток $I_{\Sigma i}$	Мощность $P_{\Sigma i}$, мВт
K155ЛА3	22	6	123	615
K155ЛА4	16,5	2	33	66
K155ЛА1	4	1	4	4
K155ЛА2	6	1	6	6
Мощность P_{Σ} , мВт				691

Заключение

При работе над курсовым проектом были рассмотрены вопросы связанные с проектированием системы стабилизации переменного напряжения и цифрового устройства для отображения числовых данных на семисегментном светодиодном индикаторе.

При разработке схемы стабилизации переменного напряжения был выполнен обзор существующий и наиболее широко применяемых способов решения поставленной задачи. Анализ достоинств и недостатков существующих схем стабилизации переменного напряжения показал, что наиболее эффективной и актуальной является схема с импульсной стабилизацией переменного напряжения с использованием в качестве электронного ключа тиристора и схемой управления, работающей в режиме широтно-импульсной модуляции.

Для данного варианта реализации стабилизатора переменного напряжения была составлена функциональная схема и определён порядок работы устройства. Также была составлена принципиальная схема проектируемого стабилизатора переменного напряжения.

При разработке устройств индикации были рассмотрены варианты реализации дешифратора двоичного кода в код семисегментного индикатора при помощи промышленно выпускаемых микросхем шифратора и дешифратора. Однако анализ данного решения показал его несостоятельность, т.к. он ведёт к нерациональному использованию возможностей электронных приборов и площади печатной платы, а также неоправданно повышает энергопотребление прибора. Предпочтительным был выбран метод реализации устройства с помощью микросхем стандартной логики, причём для уменьшения номенклатуры используемых микросхем логическая схема устройства была построена в базисе «И-НЕ». Такое решение позволяет выполнить всю электронную схему устройства с использованием ИМС одного типа.

При разработке схемы устройства были построены таблицы истинности и составлены логические выражения описывающие работу дешифратора двоичного кода в код семисегментного индикатора.

По результатам работы над курсовым проектом можно сделать следующие выводы:

1. Существующие схемы стабилизации переменного напряжения обладают как достоинствами, так и недостатками. Решение о применении той или иной схемы в каждом случае принимается в зависимости от предъявляемых требований по энергопотреблению, надёжности, стоимости и т.д.

2. Схема с импульсным регулированием эффективна при низких напряжениях и высоких требованиях к надёжности и точности регулирования.

3. При помощи таблиц истинности можно синтезировать любое логическое устройство.

Литература

1. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник / М.И. Богданович, И.Н. Грель, В.А. Прохоренко, В.В. Шалимо. – Мн.: Беларусь, 1991. – 493 с.
2. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник / С.В. Якубовский, Л.И. Ниссельсон, В.И. Кулешова и др.; Под ред. С.В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.
3. Грюмов Е.П. Цифровая схемотехника. СПб:БХВ-СПб, 2000.
4. Арсеньев Г. Н., Литовко И. В. Электропреобразовательные устройства: Форум, 2008. – 496 с.
5. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник / Г.С. Найвельт, К.Б.Мазель, Ч.И. Хусаинов и др.; Под ред. Г.С. Найвельта. – М.: Радио и связь, 1985. – 576 с.