

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «Промышленная электроника»

_____ А.А. Шевцов
(подпись) (И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 2016 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Сеттаров Рамазан Энверович _____

1 Тема проекта Охранная сигнализация объектов офисного помещения

2 Срок сдачи студентом законченного проекта « 30 _ » ____ мая ____ 2016 г.

3 Исходные данные к проекту _____

Число объектов охраны равно 1...8.

Характеристики объектов: ЭВМ, сейфы, двери с жёсткой привязкой.

Дополнительные требования: самодиагностика датчиков; контакты
сирены: 1 з + 1р.

4 Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке
вопросов) _____

Введение 1 Обзор существующих видов систем и датчиков охранной
сигнализации 2 Принцип действия СОС 3 Расчет устройства

3.1 Расчет передатчика 3.2 Расчет приемника 3.3 Расчет блока питания

4 Разработка конструкции и технология изготовления печатной платы.

Заключение. Литература. Приложение А.

5 Перечень графического и иллюстративного материала (с точным указанием
обязательных чертежей)

Схемы передатчика – 2 листа. Схемы приёмника – 2 листа. Печатная
плата - 1 лист. Структурная схема пульта – 1 лист

6 Консультанты по разделам _____

Дата выдачи задания «_20_» ____ декабря ____ 2015 г.

Руководитель бакалаврской работы _____ / А.М. Слукин /

Задание принял к исполнению _____ / Р.Э. Сеттаров /

Аннотация

Разработана система охранной сигнализации для установки в общественных помещениях.

Система обеспечивает полную охрану и своевременное оповещение о возможном проникновении и посягательствах на находящееся внутри помещения оборудование, сейфы и т.п..

Ключевые слова: охранная сигнализация, офисное оборудование, передатчик, приемник, датчики, элементная база, блок питания, печатная плата.

Произведены расчёт и подбор элементной базы передатчика, приемника и блока питания данной системы в соответствии с заданными параметрами. Охранная система выполняет самодиагностику датчиков.

Число охраняемых объектов: 1...8.

Объем пояснительной записки – 44 стр., табл. -1, библиограф. 17 наименований. Графическая часть содержит 6 листов формата А1.

Содержание

	Лист
Введение	5
1 Обзор видов систем и датчиков охранной сигнализации	6
2 Принцип действия системы охранной сигнализации	11
2.1 Структурная схема передатчика	11
2.2 Работа передатчика	12
2.3 Структурная схема пульта управления	12
2.4 Работа пульта	13
3 Расчет устройства	14
3.1 Расчет передатчика	14
3.2 Расчет приемника	23
3.3 Блок питания	33
4 Конструкторско-технологический раздел	
4.1 Конструкция комплекта	39
4.2 Разработка печатной платы	39
Заключение	41
Литература	43

Введение

В настоящее время посягательства против собственности составляют значительно больше половины всех преступлений. Характерной особенностью последнего времени стало чрезвычайное разнообразие предметов хищения.

Одним из способов защиты от подобных посягательств является надежная система охранной сигнализации.

В зависимости от того, какие функции будут возложены на систему охраны, можно выбрать и скомпоновать различные виды устройств и датчиков в единое целое. Эта система может использовать контактные и магнитные датчики, датчики движения и битого стекла, видеоглазки с видеомэгнитофонами, тревожные кнопки, электронные и кодовые замки.

Все системы охранной сигнализации должны устанавливаться с учетом следующих факторов:

- Обеспечения высокой надежности;

- Обеспечения минимальной стоимости.

Целью выпускной квалификационной работы является повышение берегаемости офисного оборудования и другой техники за счет обеспечения надежной охраны.

К задачам, решаемым в работе, следует отнести: анализ существующих способов защиты объектов от несанкционированного вторжения, выбор системы охранной сигнализации, расчет приемника, расчет передатчика и блока питания, разработку конструкции и технологии изготовления печатной платы.

1 Обзор существующих видов систем и датчиков охранной сигнализации

1.1 Датчики (извещатели)

1.1.1 Магнито-электроконтактные датчики

Контактные датчики клеятся на стекло, двери, стены и т.п. При разрушении основания разрывается электрическая цепь.

Магнитоконтактные датчики выполнены на основе герконов, В охранных системах магнит крепится к подвижной части двери или окна, а геркон - к неподвижной.

1.1.2 Ультразвуковые датчики

В качестве излучателя и приемника ультразвукового доплеровского датчика используют высокоэффективные резонаторы из пьезокерамики.

Излучатель ультразвуковой волны служит нагрузкой эталонного генератора. Рабочая частота - около 40 кГц.

1.1.3 Оптико-электронные датчики

Оптико-электронные датчики формируют извещение о попытке проникновения, или пожаре при нормированном изменении отраженного потока (однопозиционный извещатель) или прекращении изменения принимаемого; потока (двухпозиционный извещатель) энергии активного излучения извещателя.

Исторически, как альтернативу электроконтактным устройствам, стали использовать пучок света, направленный электронной лампой с системой линз и фотоприемником на противоположном конце пучка света. Фактически здесь

используется та же нормально замкнутая контактная система, только в качестве контакта используется не электрический выключатель, геркон или что-нибудь другое, а луч света.

Источник света расположен на одном конце охраняемой зоны и освещает фотоэлемент, находящийся на противоположном конце территории. Пока поток света, освещающий фотоэлемент, не прерван, датчик находится в своем нормальном режиме ожидания. Если, однако, какой-либо объект пройдет между источником света и фотоэлементом, последний подаст сигнал тревоги.

Нарушитель прерывает луч света, благодаря чему контакт размыкается, и по шлейфу сигнализации бежит сигнал тревоги.

Для охраны объема внутреннего помещения используют объемные извещатели. Лампа устанавливается в центре охраняемого помещения на потолке, а по разным концам комнаты на стенах фотодиоды, направленные на источник света.

В качестве элемента, способного обнаружить изменение освещения в затемненном помещении или замкнутой полости, можно использовать фотодиоды фототранзисторы.

1.1.4 Инфракрасные датчики

Для охраны внутренних помещений наибольшее распространение получили пассивные ИК датчики движения.

Иногда ИК детектор движения размещается в одном корпусе с детекторами других типов, например, с детектором битого стекла. Это возможно благодаря использованию в детекторах движения метода пассивного инфракрасного обнаружения, не создающего помех и не оказывающего влияния на работу других приборов.

1.1.5 Вибрационные датчики

В последние годы в связи с концентрацией значительных ценностей в помещениях с недостаточной технической укрепленностью строительных конструкций, увеличилось количество краж путем пролома стен, потолков и полов. Для охраны таких помещений впервые в нашей стране НИЦ "Охрана" разработан извещатель "Грань-1", обеспечивающий сигнализацию при попытках пролома капитальных кирпичных и бетонных стен. Практика показала перспективность применения извещателей такого типа, которые регистрируют" вибрацию строительных конструкций с помощью пьезоэлектрических чувствительных элементов.

Извещатель "Шорох-1" предназначен для обнаружения преднамеренного разрушения строительных конструкций: бетонных стен и перекрытий толщиной не менее 0,12 м; кирпичных стен толщиной не менее 0,15 м; деревянных конструкций толщиной от 20 до 40 мм; фанеры толщиной не менее 4 мм, а также сейфов и металлических шкафов и передачи тревожного извещения на прибор приемно-контрольный (ППК).

Извещатель выдает извещение о проникновении увеличением тока потребления в цепи шлейфа сигнализации.

1.1.6 Комбинированные датчики

На мировом рынке охранной техники большую долю составляют двухканальные извещатели, совмещающие два принципа обнаружения цели: пассивный инфракрасный (ИК) и доплеровский радиоволновый.

Основная задача, которую приходится решать при создании нового типа извещателей - это повышение вероятности обнаружения цели при снижении вероятности ложной тревоги и вероятности пропуска цели.

Рассмотрим с этой точки зрения три принципа обнаружения, широко используемые в охранных объемных извещателях: ИК, СВЧ и ультразвуковой

(УЗ). Анализ данных показывает, что оптимальное сочетание ИК+СВЧ, так как помехи, вызывающие ложные срабатывания одного из каналов, не приводят к срабатыванию другого канала и, соответственно, к выдаче извещения о тревоге всего извещателя.

Исследование некоторых зарубежных комбинированных извещателей показывает, что в простейшем случае каналы включены по схеме И (чаще с приоритетом канала ИК), в более сложных случаях - это различные комбинации последовательного срабатывания каналов. При таких алгоритмах работы требования к помехоустойчивости каждого канала могут быть снижены по сравнению с требованиями, предъявляемыми к извещателям, работающим на одном принципе. Благодаря этому в комбинированных извещателях при более высоком общем уровне помехоустойчивости обнаружительная способность может быть не ниже, чем в одноканальных.

Ярким примером таких извещателей является прибор "Сокол-2", в котором совмещены два принципа обнаружения цели: инфракрасный (ИК) и СВЧ. Другие извещатели серии "DT4XX1T" предназначены для охраны закрытых помещений. Извещатели "DT4XX1T" имеют два канала обнаружения: инфракрасный (ИК) пассивный и радиоволновый (РВ) активный, и выдают в шлейф сигнализации тревожное извещение при последовательном срабатывании обоих каналов. Такие извещатели фиксируют перемещение человека на расстояние не более 3 м. Питание "DT4XX1T" осуществляется от источника постоянного тока напряжением от 9 до 14 В с амплитудой пульсации не более 50 мВ.

1.2 Системы передачи извещений (СПИ)

Радиосистема передачи извещений "Струна-3"

Радиосистема "Струна-3" предназначена для приема извещений с объектов, оборудованных охранной и пожарной сигнализацией и выдачи

информации о состоянии охраняемых объектов оператору пульта централизованного наблюдения (ПЦН). Радиосистема работает по радиоканалу, обеспечивая охрану объекта при его максимальном удалении от пункта охраны до 3 км, а при направленных антеннах до 6 км. Электропитание радиосистемы "Струна-3" осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Особенностью этого устройства является автоматическое документирование всей проходящей информации при временном отключении принтера, возможность подключения к ПЭВМ.

2 Принцип действия системы охранной сигнализации

Эта система предназначена для защиты объектов типа сейфов, ЭВМ, окон, дверей, то есть тех объектов, которые имеют жесткую привязку в помещениях.

Система охранной сигнализации обеспечивает:

- 1) самодиагностику каждого из подключенных датчиков;
- 2) охрану от одного до восьми объектов;
- 3) оперативное изменение конфигурации системы с помощью тумблеров на панели пульта;
- 4) анализ состояния линий связи и сигнализацию в случае нарушения или неисправности;
- 5) возможность подключения резервного питания.

Комплект имеет нормально разомкнутый и нормально замкнутый контакты для подключения сирены или включения в систему охраны верхнего уровня.

2.1 Структурная схема передатчика

Структурная схема передатчика изображена на рис. 2.1.

Передатчик работает в асинхронном режиме, управляемый тактовой частотой, получаемой через линию связи из пульта и импульсом сброса, также получаемым из последнего один раз за цикл опроса по шине питания.

В состав передатчика входит коммутатор информации (КИ), измеритель разбаланса (ИР) с фиксатором нарушений, уравновешенный мост, состоящий из четырех контактов датчиков, дешифратор адреса (ДША), задаваемого числом прошедших после синхросигнала (СС) тактовых импульсов.

2.2 Работа передатчика

Дешифратор адреса сбрасывается в нуль по приходу синхроимпульса, выделяемого формирователем синхросигналов (ФСС), и с этого момента начинается счет тактовых импульсов.

Совпадение числа импульсов с заданным приводит к появлению сигнала разрешения на входе коммутатора информации. Первым передается бит исправности передатчика, имеющий значение "1". Вторым битом передается состояние фиксатора (Ф).

В фиксаторе записывается "0," если происходит нарушение любого из контактных датчиков.

2.3 Структурная схема пульта управления

Структурная схема пульта управления представлена на рис.2.2

Основные блоки пульта управления:

тактовый генератор (ТГ) с частотой 1600 Гц;

коммутатор сигналов (КС) - коммутирует информацию из линии на вход цифрового компаратора (ЦК);

распределитель импульса (РИ), делящий тактовую частоту на четыре;

счетчик числа включенных датчиков (СЧД) - осуществляет счет посылок из линии и сопоставляет с числом включенных с пульта задатчика конфигурации (ЗУ), при несоответствии включает блок тревожной сигнализации (БТС).

2.4 Работа пульта

ФСС, подсчитывая число импульсов ТГ, один раз в секунду вырабатывает синхросигнал. Синхросигнал устанавливает все передатчики, а также все блоки пульта через схему согласования с линией (ССЛ) в исходное состояние.

По первому положительному фронту РИ открывает первый КС и через ССЛ поступает на вход ЦК. При соответствии сигнала заданному и отсутствию запрета ЗК (датчик включен), ЦК срабатывает, при этом запрещая передачу сигнала в индикатор-табло (ИТ) и БТС.

Процедура повторяется с открыванием каждого последующего КС. Схема самозапирается, если к концу процедуры не будет выявлено нарушение опроса.

Если датчик выключен из конфигурации в ЗК, ЦК принудительно ставится в состояние "Норма".

В схему для дополнительного контроля системы введен СДЧ, который сверяет число реально пришедших посылок с заданным числом из ЗК.

При выявлении нарушения любым из описанных устройств включается БТС, состоящий из оповещения, выключаемого тумблером или общим перезапуском всей системы (отключение питания).

При срабатывании БТС реле замыкает контакт внешнего оповещения.

3 Расчет устройства

Исходя из данного задания к ВКР, устройство должно обладать малым энергопотреблением $P_{\text{пд}} \leq 1 \text{ Вт}$. Поэтому базой проектирования выбираем микросхемы с КМОП структурой: КР1561, К561

3.1 Расчет передатчика

Расчет схемы передатчика производится поблочно, в соответствии с рис. 2.1.

3.1.1 Схема согласования с линией

Схема согласования с линией представлена на рис. 3.1.а. В этой схеме на вход триггера Шмитта DD1 К561 ТЛ1 поступают импульсы тактовой частоты. Триггер Шмитта выбран для восстановления фронтов f_t -ой, которая поступает на ДША.

Для ограничения входного тока выбираем R_1 – МТЛ-0,25-120кОм $\pm 10\%$ [12],

Для случая обрыва в линии выбираем R_2 – МТЛ-0,25-120кОм $\pm 10\%$ [12],

3.1.2 Схема согласования с линией 1

Схема согласования с линией 1 представлена на рис. 3.1.б.

Для того чтобы ток протекал по линии, а затем по R_1 . в блоке КИ у выходного транзистора VT1 нет нагрузки. Это позволяет уменьшить количество резисторов и повысить помехозащищенность. Величина R_1 выбрана для задания тока через транзистор в пределах 2 мА.

$$R_{\text{зад}} = \frac{U_n}{I_{k \max}} = \frac{6}{2 \cdot 10^{-3}} = 3 \cdot 10^3 \text{ Ом},$$

где $I_{k \max}$ - максимальный ток коллектор VT1

Так как $R_{\text{зад}} = R_{\text{нвн}} + R_{\text{бк}},$ где $R_{\text{бк}}$ - ограничивает ток через VT1 в пределах 12 мА на случай, если будет замыкание в линии, то

$$R = \frac{U_n}{I_{\text{зад}}} = \frac{6}{12 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ Ом},$$

где $I_{i\bar{A}D} = 12$ мА - ток, ограниченный R_{6ku} в VT1.

Выбираем R_{6ku} - МЛТ-0,25-560Ом±10% [12], тогда

$$R1 = R_{i\bar{A}D} - R_{6ku} = 3000 - 560 = 2440 \text{ Ом}$$

Выбираем R1 -МЛТ-0,25-2,7кОм±10%[12].

В следующие блоки приемника информация передается через триггер Шмитта DDI К561ТЛ1.

3.1.3 Фильтр питания.

Для защиты схемы от переполюсовки использован VD1 КД 522 А, который не пропускает отрицательные фронты импульса сброса, для сглаживания которого использован конденсатор емкостью 150 нФ, выбираем К10-17Б 150нУ5V [12].

3.1.4 Формирователь синхросигнала.

Схема формирователя синхросигнала изображена на рис. 3.2.

В качестве DDI выступает К 561 ТЛ1. Для ограничения входного тока применен резистор $R1=47$ кОм, выбран МЛТ-0,25-47кОм±10%[12].

3.1.5 Дешифратор адреса

Схема дешифратора адреса представлена на рис. 3.3.

Тактовая частота 1600 Гц подается на DD1. В качестве DD1 используется К 561 ТМ2 - D-триггер, который включен по схеме Т-триггера, то есть делится на 2 [16].

Триггер переключается по положительному перепаду на тактовом входе С, при этом логический уровень, присутствующий на входе D, передается на вход \bar{Q} . Так как вход \bar{Q} соединен с D, то по приходу на С импульса по положительному фронту на выходе Q происходит чередования 1 и 0.

С выхода DD1 частота следования импульсов подается на DD2 -аналогичный D-триггер, включенный по схеме T-триггера. В качестве DD2 используется К 561 ТМ2. Частота следования импульсов с выхода Q подается на ФСС и на десятичный счетчик DD3 К 561 ИЕ8.

Счетчик выполняет свои операции синхронно с положительным перепадом на тактовом входе С, при этом на входе разрешения СЕ всегда присутствует низкий потенциал. С выхода Q9 используется импульс для установки триггера блока Ф в нулевое состояние. С выходов Q1-Q8 с помощью переключки задается номер передатчика. Снимаемый таким образом сигнал подается на КИ.

3.1.6 Контакт-датчик

Схема контакт-датчиков представляет собой сбалансированный мост. При замыкании датчика, обрыва, замыканий проводов, происходит разбалансировка моста, который фиксируется ИР.

В качестве R1-R8 применены резисторы сопротивлением 470 кОм, выбираем МЛТ-0,25-470кОм±10%[12].

При разбалансировке моста напряжение на ИР либо уменьшается, либо увеличивается по отношению к $U_n/2$. При сбалансированности моста на ИР поступает сигнал, равный $U_n/2$.

3.1.7 Измеритель разбаланса

Схема измерителя разбаланса представлена на рис. 3.4.

Сигнал от КД поступает через R1 на инверсный вход операционного усилителя ДАКР1407УД2 - микромощный управляемый операционный усилитель, ток управления которого лежит в пределах $10^{-8} \dots 10^{-3}$ А. Находим R_{oid} , задавшись током управления $I_{\text{oid}} = 4$ мкА.

$$R_{\text{oid}} = R6 = \frac{U_{\text{пит}} - 0,7}{I_{\text{oid}}} = \frac{6 - 0,7}{4 \cdot 10^{-6}} = 1,33 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}, \quad (3.3)$$

где $U_{\text{пит}}$ - напряжение питания усилителя;

I_{oid} -токуправлен

Выбираем R6 - МЛТ-0,25-1,5МОм±10%[12].

В целях малого энергопотребления, коэффициент усиления DA1 выбираем в пределах 20-25. Задав R5, также как и R6, равным 1,5 МОм, находим R1 из

$$K_{\hat{o}} = \frac{R_{oc}}{R_{\hat{a}\hat{o}}} = \frac{R6}{R1}, \quad (3.4)$$

где R_{oc} - сопротивления обратной связи усилителя;

$R_{\hat{a}\hat{o}}$ - входное сопротивление усилителя.

$$R1 = \frac{R6}{K_{\hat{o}}} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{21} = 71 \text{ кОм}$$

Выбираем R1 - МЛТ-0,25-82кОм±10%[12].

Так как DA1 включен по схеме вычитающего устройства и

$$U_{\hat{a}\hat{a}\hat{o}} = -\frac{R5}{R1}(U_{\hat{a}\hat{o}1} - U_{\hat{a}\hat{o}2}),$$

то для задания $U_{\hat{A}\hat{O}\hat{O}}$ используется делитель на R3, R4 и C1.

Ток делителя выбираем в пределах 0,4 мА, а $U_{\hat{a}\hat{o}2} = U_n / 2$ и так как R3=R4,

то

$$R3 = R4 = \frac{U_n}{2 \cdot I_{\hat{a}}} = \frac{6}{2 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3}} = 7,5 \text{ кОм}, \quad (3.5)$$

где $I_{\hat{a}}$ - ток делителя.

Выбираем R3=R4: МЛТ-0,25-8,2кОм±10%

Конденсатор C1 необходим для фильтрации и выбирается в пределах 10-20 нФ, выбираем К10-17Б 15н Y5V [12].

В то же время, при закрытом VT1 $U''_{\text{ВЫХОД}} = 5,6 \text{ В}$, а током $I''_{\text{д}}$ задаемся равным $0,32 \cdot 10^{-6} \text{ А}$

$$R7 + R9 = \frac{U_n - U''_{\text{ââîó}}}{I''_{\text{ä}}} = \frac{6 - 5,6}{0,32 \cdot 10^{-6}} = 1,25 \cdot 10^6 \text{ Ом.}$$

Для точной установки $U_n/2$ на выходе DA1 используется резистор R2, который необходим для внесения $\Delta U_{\text{ВХ}}$, так как от КД сигнал при балансе равен 3 В , то есть $U_n/2$. Тогда $\Delta U_{\text{âô}} \cdot \hat{E}_{\text{ô}} = U_{\text{âô}}$, то есть $U_{\text{âô1}} - U_{\text{âô2}} = \Delta U_{\text{âô}}$

$$\Delta U_{\text{âô}} = \frac{U_{\text{âô}}}{\hat{E}_{\text{ô}}} = \frac{3}{21} = 0,142 \text{ В,} \quad (3.6)$$

где $K_{\text{ô}}$ - коэффициент усиления.

Следовательно

$$U_{\text{âô1}} = U_{\text{âô2}} - \Delta U_{\text{âô}} = 3 - 0,142 = 2,858 \text{ В,}$$

то есть на R1 должно падать $2,858 \text{ В}$, а ток

$$I_{R1} = \frac{U_{\text{âô}}}{R1} = \frac{0,142}{82 \cdot 10^3} = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ А,}$$

Для того, чтобы при изменении напряжения от КД изменялось также $U_{\text{âô1}}$, необходимо, чтобы ток через R2 был намного больше I_{R1} , то есть, задавшись $R2 = 560 \text{ кОм}$, будем иметь

$$I_{R2} = \frac{U_n}{R2} = \frac{6}{560 \cdot 10^3} = 10,7 \cdot 10^{-6} \text{ А,}$$

Выбираем R2 - МЛТ-0,25-560кОм±10% [12]

Для обеспечения интегрирующих свойств ОУ использован С2, обеспечивающий задержку около 3 мс , тогда

$$C2 = \frac{T}{R1} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{82 \cdot 10^3} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ Ф,} \quad (3.7)$$

где T - время задержки

Выбираем С2-К73-17 $4,7 \text{ нФ} \pm 10\%$ [12].

Далее сигнал подается на VT1, VT2. Транзисторы VT1 и VT2 открыты при $U_{\text{ВЫХ}}=3$ В. При $U_{\text{ВЫХ}}<3$ В закрывается VT2, при $U_{\text{ВЫХ}}>3$ В закрывается VT1. При закрытом VT2 через VD4 устанавливается высокий потенциал на выходе ИР, свидетельствующий об аварии. При закрытом VT1 закроется и VT3, и через VD3 на выходе ИР установится высокий потенциал.

Для VT3 КТ 3102Б $I_{K_{\text{max}}}=300$ мА [5]

Выбираем $I_{KV3}=0,3$ мА, тогда

$$R14 = \frac{U_n}{I_{KV3}} = \frac{6}{0,3 \cdot 10^{-3}} = 20 \text{ кОм} \quad (3.8)$$

где I_{KV3} - ток коллектора через VT3

Выбираем R14 - МЛТ-0,25-22кОм±10% [12]

$$I_{\delta V1} \geq \frac{I_{KV3}}{\beta} = \frac{3 \cdot 10^{-4}}{100} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ А} \quad (3.9)$$

где $\beta=100$ - коэффициент усиления

$$R_{\delta V3} = R12 = \frac{U_n}{I_{\delta}} = \frac{6}{3 \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^6 \text{ Ом} \quad (3.10)$$

где I_{δ} - ток базы VT3.

Выбираем $R_{\delta V3}$ - МЛТ-0,25-2200кОм±10% [5]

Для VT1 КТ 3107: $I_{K_{\text{max}}}=100$ мА [5]

$$I_{KV1} = 10 \cdot I_{\delta} = 10 \cdot \frac{U_n}{R12} = 10 \cdot \frac{6}{2 \cdot 10^6} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ А} \text{ Тогда}$$

$$R11 = \frac{U_n}{I_{KV1}} = \frac{6}{3 \cdot 10^{-5}} = 200 \text{ кОм}$$

R11 выбираем с учетом I_{KV3} : МЛТ-0,25-200кОм±5%

Для насыщения VT1 необходимо обеспечить $U_{\text{эб}} \geq 0,7$ В.

Максимальный ток делителя R7, R9 выбираем в пределах $0,15 \cdot 10^{-5}$ А, что в 20 раз меньше тока коллектора VT1.

При открытом VT1 $U'_{\text{âûôîó}} = 3$ В

$$\frac{(U_n - U'_{\text{âûôîó}})}{K7 = K9} = I'_{\text{â}}$$

$$R7 + R9 = \frac{U_n - U_{\text{дв}}}{I_{\text{дв}}} = \frac{6 - 3}{0,15 \cdot 10^{-5}} = 2 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

В то же время для закрытия VT1 необходимо $U_{\text{бэ}} < 0,7 \text{ В}$

$$R7 + R9 = 1,25 \cdot 10^6$$

$$I_{\text{дв}}'' \cdot R9 \leq 0,4$$

Пусть $U_{\text{бэ}} = 0,36 \text{ В}$

$$R7 + \frac{0,36}{I_{\text{дв}}''} = 1,25 \cdot 10^6$$

$$R7 = 1,25 \cdot 10^6 - \frac{0,36}{0,32 \cdot 10^{-6}} = 12,5 \cdot 10^4 \text{ Ом}$$

$$R9 = 1,25 \cdot 10^6 - 12,5 \cdot 10^4 = 1,12 \cdot 10^6 \text{ Ом}$$

Выбираем R7 - МЛТ-0,25-100кОм±10%, а R9 - МЛТ-0,25-200кОм±10% [12].

В качестве VD1=VD4 используем КД522А

Для открытого VT2 КТ3102 $U_{\text{вых}} = 3 \text{ В}$, для закрытого $U_{\text{вых}} = 0,4 \text{ В}$.

Поэтому из расчетов обвязки имеем симметрию

$$R6 = 100 \text{ кОм}, R10 = 1,2 \text{ МОм}$$

Ток коллектора VT2 задаем аналогично току коллектора VT3,

$$I_{KVT2} = I_{KVT3} = 0,3 \text{ мА}$$

$$R13 = R14 = 20 \text{ кОм}$$

3.1.8 Фиксатор

Схема фиксатора изображена на рис.3.5.

Для начальной установки микросхемы DDI K521 TM2 используется сигнал Н.С., вырабатываемый DD2 K561 ТЛ1. Длительность импульса Н.С. равна

$$t_U = 0,7 \cdot R1 \cdot C1 = 0,7 \cdot 1,5 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} = 1,26 \text{ с}$$

На вход RTDD1 поступает импульс начальной установки и устанавливает на выход $\bar{Q}/DD1$ состояние 1. На положительную шину питания подключен вход D-триггера D/DD1, так как при поступлении информации об аварии с ИП это подается на вход S/DD1 как состояние 1, на выходе $\bar{Q}/DD1$ устанавливается состояние 0, которое передается в КИ. Возврат триггера в прежнее положение будет происходить через VD1 КД521, КД522 импульсом с выхода Q9 ДША, частота следования которого равна 20 Гц. При высоких потенциалах на R и S одновременно на выходе Q и \bar{Q} , будет состояние 1 также одновременно. Диаграммы работы триггера DD1 представлены на рис. 3.6.

3.1.9 Коммутатор импульсов.

Схема коммутатора импульсов изображена на рис. 3.7.

На элементе DD1.1 КР 1561 КТЗ собран инвертор, на вход которого подается импульсы частотой 1600 Гц с блока ССЛ. При высоком потенциале на управляющем входе DD1 резистор R1 получается замкнут на землю, и на вход DD3 К 561 ИЕ9 подается низкий потенциал. В момент подачи на управляющий вход DD1.1 низкого потенциала через R1 на вход C/DD3 поступает положительный перепад, который фиксируется счетчиком. Ток через ключ ограничивается резистором R1 в пределах 30 мкА, тогда

$$R1 \geq \frac{U_n}{I_{\text{к}}^{\text{к}}} = \frac{6}{30 \cdot 10^{-6}} = 200 \text{ кОм} \quad (3.11)$$

где $I_{\text{к}}^{\text{к}}$ - ток, протекающий через ключ.

Выбираем R1 - МЛТ-0,25-220кОм±10% [12]

От ДША на вход CE/DD3 через DD2 К 561 ТЛ1, выполняющую роль элемента 2 И-НЕ, поступают импульсы частотой 40 Гц. Начало этого импульса задает окно передатчику, к которому будут считаться импульсы частотой 1600 Гц.

При появлении импульса на входе Q1/DD3 ключ к DDI .2 подключит R3 к +Un, при появлении импульса на Q2/DD3 на R3 подается состояние 1 при нормальной работе и состоянии 0 при аварии. При появлении же импульса на Q3/DD3 резистор R4 оказывается подключен на землю и низкий потенциал подается на DD2, запрещая счет импульсов на Q3/DD3 вход управления DDI .4 будет подключен к земле через R2, обеспечивая при этом размыкание ключа.

Выход же DDI.4 будет соединен через R4 с +Un, что будет разрешать проникновение импульсов в счетчик DD3.

Диаграмма работы КИ изображена на рис.3.8.

На транзисторе выполнен выходной ключ, в качестве которого использован КТ 3102. Для него в п. 3.1.7. был рассчитан R6, ограничивавшийся $I_{k_{max}}$ в пределах 15 мА

$$R6 = \frac{U_k}{I_{k_{max}}} = \frac{6}{15 \cdot 10^{-3}} = 400 \text{ Ом} \quad (3.12)$$

где U_k - напряжение на ключе.

Выбираем R6 - МЛТ-0,125-620Ом±10% [12].

Тогда ток коллектора

$$I_k = \frac{U_n}{R_{i\ddot{a}\ddot{a}}} = \frac{U_n}{R_{1\ddot{N}\ddot{N}\ddot{E}1} + R6} = \frac{6}{2700 + 560} = 0,0018 \text{ А} \quad (3.13)$$

$$I_\delta = \frac{I_k}{\beta} = \frac{1,8 \cdot 10^{-3}}{100} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ А,}$$

где $\beta = 100$ — коэффициент усиления.

Ток делителя R3-R5 выбираем в 3-4 раза больше I_δ .

$$I_{\ddot{A}} = 3 \cdot 18 \cdot 10^{-6} = 54 \cdot 10^{-6} \text{ А}$$

Выбрав $U_{\ddot{a}\ddot{y}\ddot{i}\ddot{a}\ddot{n}} = U_n / 2 = 6 / 2 = 3\text{В}$, то есть R3=R5, то

$$R3 = R5 = \frac{U_n}{2 \cdot I_{\ddot{a}}} = \frac{6}{2 \cdot 54 \cdot 10^{-6}} = 55,5 \text{ кОм}$$

Выбираем R3=R5: МЛТ-0,25-56кОм±10% [12].

Диаграммы работы ключа представлены на рис.3.9.

3.2 Расчет приемника

Расчет приемника (пульта управления) будет произведен поблочно в соответствии со структурной схемой, изображенной на рис.2.2.

3.2.1 Тактовый генератор и схема согласования с линией

Схема тактового генератора и схемы согласования с линией предоставлены на рис.3.10. В качестве микросхемы DDI выбрана К 561 ЛН 2, на двух ее элементах собран ТГ [1, стр.62], частота следования импульсов (1600 Гц) которого задана соотношением:

$$f = \frac{1}{1,4 \cdot R2 \cdot C1} \quad (3.14)$$

Задавшемся $C1 = 6,8 \text{ нФ}$

$$R2 = \frac{1}{f \cdot 1,4 \cdot C1} = \frac{1}{1600 \cdot 1,4 \cdot 6,8 \cdot 10^{-9}} = 65651,3 \text{ Ом}$$

Выбираем $R2$ - МЛТ-0,25-68кОм \pm 10% [12], а длительность импульса:

$$t_u = 0,7 \cdot R2 \cdot C1 = 0,7 \cdot 68 \cdot 10^3 \cdot 6,8 \cdot 10^{-9} = 3,2 \cdot 10^{-4} \quad (3.15)$$

Выбираем $C1$ - КМ-5-М75-6Н8, а $R1$ - МЛТ-0,25-22кОм \pm 10% [12], он не влияет на частоту генерации, если намного меньше $R2$. $R1$ необходим для ограничения тока через элемент DDI. 1.

Для подключения ТГ к блокам РИ и БТС используется третий элемент микросхемы, так как необходимо инвертирование, не инвертирующий же выход подключен к блоку КС. Для согласования с линией и для инвертирования сигнала используется четвертый элемент микросхемы.

3.2.2 Распределитель импульсов

Схема распределителя импульсов изображена на рис.3.11.

Тактовая частота 1600 Гц подается на DDI - К 561 ТМ2 – D триггер, который включен по схеме Т-триггер, то есть делится на 2 [16].

Триггер переключается по положительному перепаду на тактовом входе С, при этом логический уровень, присутствующий на входе D, передается на вход Q. Так как вход Q соединен с D, то по приходу на С импульса по положительному фронту на выходе Q происходит чередования 1 и 0.

На выходе DD1 имеем частоту следования импульсов 800 Гц, которая подается на DD2 - аналогичный D-триггер, включенный по схеме T-триггера. В качестве DD2 используется К 561 ТМ2. Частота следования импульсов с DD2 400 Гц подается с выхода Q на ФСС и на десятичный счетчик DD3 К561 ИЕ8, который распределяет импульсы для подачи на КС.

Счетчик выполняет свои операции синхронно с положительным перепадом на тактовом входе С, если на входе разрешения СЕ присутствует низкий уровень. При приходе девятого импульса на вход С по положительному фронту на входе Q8 устанавливается 1, запрещающая работу счетчика, так как Q8 соединен с СЕ, до прихода импульса сброса на вход R высокого уровня, с выхода Q/DD2 снимается сигнал-а, а с Q8/DD3 - в, используемый в других блоках.

3.2.3 Формирователь синхросигнала

Схема блока формирователя синхросигнала изображена на рис.3.12.

От РИ сигнал частотой 400 Гц подается на тактовый вход С/DD1 - К 561 ИЕ8, так как на входе разрешения СЕ всегда присутствует низкий уровень, то счетчик выполняет свои операции синхронно с положительным перепадом до прихода импульса сброса высокого уровня на вход сброса R, после чего он очищается до нулевого отсчета. С выхода Р-перенос снимается сигнал частотой следования 40 Гц, так как положительный фронт выходного сигнала переноса появляется через 10 тактовых периодов и используется поэтому как тактовый сигнал для счетчика DD2 - К 561 ИЕ8, который работает аналогично DD1 и делит частоту на десять.

С выхода P/DD2 имеем частоту следования импульсов 4 Гц, которая подается на вход DD3 - К 561 ТМ2, включенного по схеме Т-триггера, описание работы которого было приведено в п.3.2.2. С выхода \bar{Q} /DD3 имеем частоту следования импульсов 2 Гц, которая подается на аналогичный Т-триггер DD5 - К 561 ТМ2, с выхода которого имеем частоту 1 Гц. Далее частоты 400 Гц, 2 Гц, 1 Гц подаются на элемент И-НЕ DD4 - К 561 ЛА9.

Диаграмма работы И-НЕ с учетом подачи импульсов сброса на Т-триггерах изображена на рис.3.13.

С выхода DD4 снимаем отрицательный импульс длительностью:

$$t_u = \frac{T}{2} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{2} = 2,5 \text{ мс}, \quad (3.16)$$

где T - период следования импульсов частотой 400 Гц.

Этот импульс подается на одновибратор, собранный на DD6 - К 561 ТМ2 [14, стр.242], диаграммы работы которого изображены на рис.3.14. При подаче на вход сигнала запуска триггер устанавливается в состояние 1, в котором начинается заряд емкости C1. При достижении на емкости напряжения $U_{\text{ПЕР}}$ триггер переходит в состояние 0 и начинает ускоренный разряд емкости C1 через открытый диод VD1 низкоомное выходное сопротивление триггера. Длительность сформированного импульса выбираем $t_u=15$ мкс, так как $t_u=0,69 \cdot R1 \cdot C1$, и, выбрав C1 - КМ-3а-М75-120пФ [12], тогда

$$R1 = \frac{t_u}{0,69 \cdot C1} = \frac{15 \cdot 10^{-6}}{0,69 \cdot 120 \cdot 10^{-12}} = 181 \cdot 10^3 \text{ Ом}$$

Выбираем R1 - МЛТ-0,25-220кОм±10% [12]. Для использования в других блоках выводим сигналы с выхода P/DD2 к БТС, с выходом DD4 к БТС2, с \bar{Q} /DD6 к СС ($T_{\text{сброс}}=1$ с).

В качестве VD1 используем КД 522 А.

3.2.4 Задатчик конфигурации

Схема задатчика конфигурации представлена на рис.3.15 и 3.16, она основана на применении 8-разрядного двунаправленного шинного регистра DD3 - К 561 ИР6 с входами и выходами как параллельными, так и последовательными [16, стр.246].

Данные о включении или выключении переключателей S1.1-S8.1 поступают на шину В, которая принимает данные параллельно, а с шины А данные выдаются последовательно.

Регистр имеет: последовательный вход данных SI(D), тактовый вход С, вход А/Е разрешения линиям А, входы переключения асинхронного и синхронного режимов А/S, а также параллельного и последовательного - P/S. Так как вход SI не используется, то на него необходимо подать низкий потенциал. Параллельная работа регистра разрешается, если на вход P/S подано напряжение высокого уровня. Подав на вход А/В напряжение низкого уровня, поток данных принимается линиями И, а линии А станут выходами. Линии А будут подключены (разрешены), если на вход А/Е подано напряжения высокого уровня. Данные в регистре зафиксируются, если сигнал на входе А/В будет высокого, а на входе А/Е - низкого уровня. Регистр работает в последовательном режиме, если на вход P/S подано напряжение низкого уровня. В данной схеме используются следующие режимы.

Таблица 3.1- Режимы работы регистра К561 ИР6

Входы				Режимы
A/B	P/S	A/S	A/E	
В	В	В	Н	Параллельные входы данных А отключены; параллельные данные на выходах В.
Н	Н	В	Х	Синхронный последовательный выход данных; есть данные на параллельных выходах А, они продвигаются по регистру синхронно с каждым положительным перепадом на тактовом входе С.

Х - не влияет на режим.

Схема, реализующая режимы, состоит из DDI - К 561 ТМ2, включенную по схеме RS-триггера и четырех элементов И-НЕ DD2 - К 561 ЛА7. Для разделения информации с последовательного выхода регистра DD3 используется схема на DD4 - К 561 ТМ2, DD5 - К 561 ТМ2, DD6 - К 561 ЛА7. DD4 представляет собой одновибратор, работа которого была описана в п.3.2.3, он запускается положительным фронтом сигнала частотой 200 Гц. Длительность импульса равна

$$tu = \frac{T/200}{2} = \frac{1/f}{2} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ с,}$$

чтобы обеспечивать попадание в зону импульса с регистра DD3. Задавшемся $R1=120 \text{ кОм}$, выбираем R1 - МЛТ-0,25-120кОм±10% [12], тогда

$$C1 \leq \frac{tu}{0,69 \cdot R1} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{0,69 \cdot 120 \cdot 10^3} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$$

Выбираем КМ-3а-М75-33нФ [12].

Далее импульсы подаются на второй одновибратор, который вырабатывает импульсы короткой длительности

$$t_u=0,69-R2-C2=0,69-100-10^3-150-10^{-12}=10,4 \text{ мкс}$$

Выбираем:

R2 - МЛТ-0,25-100кОм±10% [12];

C2 - КМ-3а-М75-150пФ [12].

Далее эти импульсы подаются на элемент 2 И-НЕ и на второй вход его же - информация с регистра DD3, а с выхода DD6 на счетчик импульсов DD7 – R 561 ИЕ8, который подключается к СЧД, а сбрасывается синхроимпульсом сброса. Диаграммы работы см. рис.3.17. В качестве VD1, VD2 использованы КД 521, КД 522.

3.2.5 Коммутатор сигналов

Схема коммутатора сигналов реализована на элементах 3 И-НЕ DD1-DD3 - К 561 ЛА9. Диаграммы работы изображены на рис.3.18 и рис.3.19 (в зависимости от информации с линии).

От распределителя импульсов РИ выделяются окна, в которых размещается информация и тактовые импульсы. В зависимости от информации на ЦК поступают импульсы с двумя положительными фронтами или только с одним.

3.2.6 Цифровой компаратор

В схеме ЦК в качестве DD1-DD8 выбраны К 561 ТМ2, они представляют собой Т-триггеры, срабатывающие положительным фронтом и описанные в п.3.2.1.

В соответствии с рис.3.20 и рис.3.21. на выходе КС могут присутствовать либо два, либо один импульс. Поэтому триггеры при приходе двух импульсов не изменяют свое состояние, так как переключаются сначала в противоположное состояние, а затем возвращаются в исходное. При одном же импульсе, свидетельствующем об аварии, триггер изменяет свое состояние и остается в нем. Диаграммы изображены на рис.3.20 и рис.3.21

Для сброса в нулевое состояние предусмотрены входы R, на которые подаются импульсы СС. Так как используются выходы \bar{Q} , то наличие состояния 0 свидетельствует об аварии.

3.2.7 Индикатор-табло

Схема индикатора-табло представлена на рис.3.22 и рис.3.23.

Информация с ЦК поступает на выключатели, при включенном положении которых они пропускают данные на регистр DD2 - К 561 ИР6. При включенном положении на входы DD2 поступают высокие потенциалы.

Для задания режима работы регистра, когда входы А синхронно с положительным тактовым перепадом на входе С параллельно принимают данные, а на выходах В - параллельные данные необходимо на вход А/Е разрешения линиям А, на вход P/S переключения параллельного и последовательного режимов работы, а также на вход А/В, разрешающий прием данных от S-разрядных шин А или В подать высокие потенциалы. На вход А/S переключения асинхронного режимов подать низкий потенциал, то же сделать и с неиспользованным последовательным входом данных D(SI).

На вход С поступают импульсы от ФСС, которые подаются через 2 И-НЕ DDI - К 561 ЛА7. Эти импульсы могут блокироваться от БТС. С выходом DD2 данные поступают на D3, DD4 - К 561 ПУ4, служат для подключения к их выходам светодиодов VD1-VD8 АЛ 307Б.

3.2.8 Счетчик включенных датчиков

Схема счетчика включенных датчиков изображена на рис.3.24. На элементах DDI - К 561 ЛА8, DD2 - К 561 ЛН2, DD3 - К 561 ЛА7 собран элемент 8 И-НЕ в виду отсутствия К 561 ЛИ1, на вход которого поступают сигналы от ЦК. Этот элемент преобразует параллельный 8-разрядный поступающий последовательно код для подсчета импульсов с перепадами от состояния 0 до состояния 1 с помощью счетчика DD4 - К 561 ИЕ8. При наличии такого импульса, который свидетельствует о включении датчика, происходит запись в DD4, а при аварии (когда с пульта передатчик включен, а информация о включении не приходит) триггер ЦК после сигнала СС остается в состоянии 1 и не изменяет своего состояния вообще, что фиксируется счетчиком DD4. Диаграмма работы изображена на рис.3.25.

Информация о выключенных датчиках поступает на два цифровых компаратора DD5, DD6 - К 561 ИП2, которые включены по схеме [16, стр.251], но для 8-ми разрядов, также на эти компараторы поступает информация с ЗК. Разрешения на сравнения чисел на их равенство поступает на вход $A=B/DD2$ от РИ в момент окончания счета на счетчике ЗК. При равенстве их на выходе $Qa=v/DD6$ появляется высокий уровень, при отсутствии оно означает, что числа неравны. Для уменьшения помех использована интегрирующая цепочка на длительность 15 мкс, задавшись

$R1$ - МЛТ-0,25-120кОм \pm 10% [12], находим:

$$C1 = \frac{t}{R1} = \frac{15 \cdot 10^{-6}}{120 \cdot 10^3} = 1,25 \cdot 10^{-10} \quad \Phi$$

Выбираем $C1$ - К10-18-12пФ ПЗЗ [12].

После цепочки информация попадает на D-триггер DD7 - К 51 ТМ2, который при включении питания был установлен на выходе \bar{Q} в состояние 0. При равенстве чисел D-триггер не изменяет своего состояния, а при неравенстве - по положительному перепаду изменяет свое положение на выходе \bar{Q} на единое.

Диаграммы работы изображены на рис.3.26 и рис.3.27.

3.2.9 Блок тревожной сигнализации

Схема блока тревожной сигнализации представлена на рис.3.28.

Для предотвращения срабатывания триггера DD6 в БТС применен формирователь импульса начальной установки (начальный сброс) на триггере Шмитта DD3 - К 561 ТЛ1 [1, стр.63] с изменением полярности импульса. Длительность установки микросхем в начальное состояние

$$t_u = 0,7 \cdot R_2 \cdot C_1$$

Задаввшись $t_u = 1$ с и выбрав R_2 - МЛТ-0,25-1МОм \pm 10% [12]

$$C_1 = \frac{t_u}{0,7 \cdot R_2} = \frac{1}{0,7 \cdot 4 \cdot 10^6} = 1,43 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

Выбираем C_1 - К10-7-М75-1,5мкФ [12]. Для уменьшения нагрузки на DD3 устанавливаем R_1 и выбираем R_1 - МЛТ-0,25-100кОм \pm 10% [12].

На микросхемах DD1 - К 561 ЛА8, DD2 - К 561 ЛН2, DD4.2 - К 561 ЛА7 собран элемент 8 И-НЕ. На его выходы подается информация с ИТ, и он служит для выявления состояния 0, то есть состояния, когда сработал датчик.

В этом случае на выходе DD4.2 будет состояние 1. Через VD2 КД 521, КД 522 эта 1 попадает на вход DD7.1. - К 561 ЛА, разрешая прохождение импульсов б на вход счетчика DD9 - К 561 ИЕ8. При состоянии 0 на выходе DD4.2, что соответствует отсутствию аварии, этот сигнал блокирует прохождение импульсов б на вход DD9 через DD7.1. Аналогичным образом при аварии сигнал с триггера DD5 - К 561 ТМ2 - это состояние 0, разрешает через DD4.1 состояние 1 прохождение импульсов б через DD7.1.

При отсутствии аварии на выходе $\bar{Q}/DD5$ после прихода положительного тактового перепада импульса б от ФСС 2 и при наличии на входе D состояния 0, устанавливается состояние 1. В это время на выходе $\bar{Q}/DD6$ микросхемы К 561 ТМ2 стоит единица, которая была установлена

импульсам н.с. и через R4 VT1 держит реле K1 во включенном положении. Контакты K1.1 и K1.2 подают на вход DD4.1. логическую 1. При двух

единицах на вход DD4.1., на выходе будет состояние 0, которое через VD1 КД 522А запретит прохождение импульсов б через DD7.1. Резистор R3 необходим для подачи низкого потенциала, который не может попасть через VD1 и VD2. выбираем R3 -МЛТ-0,25-330кОм±10% [12].

При аварии импульсы б проходят через DD7.1 на DD9, работой же счетчика управляют элементы DD7.2, DD7.3, DD7.4 - К 561 ЛА7, которые разрешают накапливать импульсы счетчика при подаче подряд импульсов б без единого пропуска, в противном случае он будет очищен по входу R, как при начальной установке, для чего использованы VD3, VD4 и R5. VD3 и VD4 использованы КД 521, КД 522, а R5 - МЛТ-0,25-390кОм±10% [12].

Диаграммы работы DD7 изображены на рис.3.26 и рис.3.27. Поэтому, если информация об аварии, то счетчик DD9 будет очищен, но если $n \geq 3$, где n - число тактов, то с выхода счетчика Q2 по положительному перепаду в триггер DD6 - К 561 ТМ2 будет записана единичная информация, так как вход D/DD6 подключен к +Un. Это вызовет то, что реле K1 отключится и K1.2 замкнет вход DD4.1 на землю, а, следовательно, на выходе DD4.1 будет стоять единица, которая разрешит прохождение импульсов в счетчик DD9, из-за чего DD6 будет невозможно переключить без импульса н.с., а значит необходимо будет выключить питание. С выхода Q/DD6, к тому же, будет разрешена подача сигнала через DD8 - К 561 ЛА9 и пьезоизлучатель ВQ ЗП-7, управляемые импульсами от ТГ и ФСС1, а с выхода \bar{Q} в регистре ИТ будут зафиксированы данные.

3.2.10 Схема ключа

В качестве ключа использован транзистор n-p-n структуры КТ 3117 А, Iкmax которого равен 400 мА [12].

Задавшись током коллектора $I_k=30$ мА, для ограничения которого использован резистор R2:

$$R_2 = \frac{U_n}{I_k} = \frac{6}{0,03} = 200 \quad \text{Ом} \quad (3.17)$$

где I_k - ток коллектора.

Выбираем МЛТ-0,25-220Ом±10% [12]

$$I_\delta = \frac{I_k}{\beta} = \frac{0,03}{25} = 1,2 \cdot 10^{-3} \quad \text{А}$$

где β - коэффициент усиления, тогда

$$R_\delta = \frac{U_n}{I_\delta} = \frac{6}{1,2 \cdot 10^{-3}} = 5000 \quad \text{Ом} \quad (3.18)$$

где I_δ - ток базы.

Выбираем R6 - МЛТ-0,25-5,6кОм±10% [12].

VT передает по $+U_n$ сигналы синхросброса, которые передают по линии в передатчике.

3.3. Блок питания

В данном разделе будет рассмотрен вопрос проектирования блока питания (БП) устройства.

3.3.1. Структурная схема БП

Структурная схема БП представлена на рис. 3.29.

Он состоит из следующих блоков:

понижающий трансформатор - ТР;

выпрямитель - В;

стабилизатор напряжения - СТН;

ключ - К;

индикатор включения - ИВ.

Работа БП заключается в понижении переменного напряжения сети от 220 В до 10 В, выпрямлении этого напряжения, индикации работы и включении БТС при отключении устройства от сети.

3.3.2 Выбор входного блока

Схема входного блока изображена на рис. 3.30.

Напряжение сети 220 В подается через выключатель S1 и предохранитель FU1 на первичную обмотку TV1, со вторичной обмотки снимается напряжение величиной 10 В. Далее это напряжение подается на мостовой двухпериодный выпрямитель на диодах VD1-VD4. Выпрямленное напряжение фильтруется конденсатором C1.

В схеме в качестве выключателя S1 использован микротумблер МТЗ [13, стр.33], предохранитель FU1 выбран типа ВП1 [13, стр. 280] на ток/ном=0,25 А, Iсраб=0,625 А, tсраб=1 с, Uсраб=250 В.

Трансформатор TV1 задан ТПП 206-127/220-50 [13, стр. 179], у которого Pном=1,65 Вт - номинальная мощность, ток первичной обмотки I1=0,030/0,017 А, ток вторичной обмотки 11-12 и 13-14, напряжение на каждой из которых равно 5 В.

В качестве VD1-VD4 использован выпрямительный блок КУ 405А [13, стр.7], для которого Iср=1 А, Uобр=500 В.

Для фильтрации выпрямленного напряжения использован электрический конденсатор C1 емкостью 1000 мкФ [13, стр. 85] К50-16-16В-1000мкФ±20%.

3.3.3 Расчет понижающего стабилизатора напряжения на основе K1156 EУ1

Рассмотрим работу K1156 EУ1 в схеме понижающего источника питания (рис. 3.31).

C_m выбран с учетом заданного времени t_o , а $R_{D.m}$ взято таким, чтобы $U_{rD.m}=0,33$ В при заданном значении пикового тока I_n катушки индуктивности. В любой момент времени, когда $U_{ВЫХ}>U_{оп}$, с выхода компаратора поступает на вход вентиля "И" сигнал низкого уровня, вызывающий отключение VT1. После того, как C_m разрядится, пока не будет достигнуто пиковое значение тока I_n или $U_{ВЫХ}>U_{оп}$. Стабилизация происходит следующим образом: если $U_{ВЫХ}$ понижается, то средний ток через катушку индуктивности увеличивается. При этом возрастает время включенного транзистора t_c , так как больше времени уходит на нарастание тока в катушке индуктивности до значения I_n . Это вызывает подъем выходного напряжения к его исходной величине. Если $U_{ВЫХ}$ увеличивается, то магнитное поле катушки индуктивности за время t_o уменьшается медленнее, и, следовательно, при включении VT1 ток быстрее достигает значения I_n . Это снижает время t_c , а с ним выходное напряжение. Иначе говоря, когда $U_{ВЫХ}>U_{оп}$, компаратор выключает VT1, снижает тем самым t_c и, следовательно, $U_{ВЫХ}$. Если t_o и t_c меньше, чем 10 мкс, то коммутационные потери становятся слишком большими.

Для расчета параметров внешних элементов необходимо собрать данные для разработки стабилизатора:

$U_{ВХ}= 10$ В - из входной частоты БП;

$U_{ВЫХ} =6$ В, $P_n=1$ Вт из условия питания приемника и передатчиков;

$f_{ген}=30$ кГц - из условия 100 Гц $<f_{ген}<100$ кГц;

$U_{пульс}=25$ мВ - от пика до пика.

Используя типичное значение величин:

$U_{кЭнАс}=1,1 \text{ В}; U_{цд}=1,25 \text{ В}; U_{он}=1,245 \text{ В}, [15, \text{стр. } 531]$

Решение.

а) Максимальный выход тока $I_{выхмакс}=P_{нУвых}/U_{вых}=1/6=0,161 \text{ А}$

б) Пиковое значение тока в индуктивности $I_n=2 \cdot I_{выхмакс}=2 \cdot 0,167=0,334 \text{ А}$

в) Период коммутации $\tau=t_c+t_o=1/30 \cdot 10^3=33,33 \text{ мкс}$

г) Время включенного состояния

Выбираем К50-29-16В-220мкФ±20-50% [9].

з) Шунт токового датчика $R_{д.м}$

$$R_{д.м}=U_{д.м}/I_n=0,33/0,334=1 \text{ Ом}$$

$U_{д.м}$ из каталожного описания [16, стр. 513]

Мощность резистора $P_{чД.т}$

$$P_{R_{д.м}}=I_n^2 \cdot R_{д.м}=0,334^2 \cdot 1=0,112 \text{ Вт}$$

Выбираем $P_{R_{д.м}}$ МЛТ-0,125-1Ом±10% [9]

и) Конденсатор, задающий t_o :

$$C_T=45 \cdot 10^{-5} \cdot t_o=45 \cdot 10^{-5} \cdot 19 \cdot 10^{-6}=8,55 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$\frac{t_c}{t_o} = \frac{U_{\text{аио}} + U_{\text{д}}}{U_{\text{ао}} - U_{\text{эйтдн}} - U_{\text{аио}}} = \frac{6 + 1,25}{10 - 1,1 - 6} = 2,5,$$

где $t_c=2,5 \cdot t_o$

Подставляя это значение в уравнение $t_c+t_o=33 \text{ мкс}$ $2,5 \cdot t_o+t_o=33,33 \cdot 10^{-6}$

$$t_c+t_o=33 \text{ мкс}$$

$$2,5 \cdot t_o+t_o=33,33 \cdot 10^{-6}$$

$$t_o = \frac{33,33 \cdot 10^{-6}}{3,5} = 9,52 \cdot 10^{-6} \text{ с}$$

$$t_c=33,33 \cdot 10^{-6} - 9,52 \cdot 10^{-6}=23,81 \text{ мкс}$$

д) Пересчет периода коммутации, t_c и t_o , в виду того, что $t_o < 10 \text{ мкс}$, необходимо изменить частоту $f_{ген}$, задаемся 15 кГц

$$\tau=t_c+t_o=1/f_{ген}=1/30 \cdot 10^3 \cdot 2=66,66 \text{ мкс}$$

$$t_o = \frac{66,66 \cdot 10^{-6}}{3,5} = 19 \text{ мкс}$$

$$t_c = 33,33 \cdot 2 \cdot 19 = 47,66 \text{ мкс}$$

е) Индуктивность L:

$$L = \left(\frac{U_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}} + U_{\dot{A}}}{I_n} \right) \cdot t_o = \frac{6 + 1,25}{0,334} \cdot 19 \cdot 10^{-6} = 412 \text{ мкГн}$$

ж) Емкость Свх:

$$\tilde{N}_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}} = \frac{I_n \cdot C + t_o}{4 \cdot U_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}}} = \frac{0,334 \cdot 66,66 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 25 \cdot 10^{-3}} = 222 \text{ мкФ}$$

Выбираем два конденсатора Cm [12]:

K10-47-МПО-8,2нФ±5%

КМ-4-МПО-3 60пФ±5 %

к) Сопротивления делителя

$$R1 = \frac{U_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}} - U_{\dot{a}\dot{o}}}{I_{\dot{a}\dot{a}\dot{e}}}$$

зададимся $I_{\text{дел}} = 0,1 \text{ мА}$

$$R1 = \frac{(6 - 1,245)}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 47,55 \text{ кОм}$$

$$R2 = \frac{U_{on}}{U_{\dot{a}\dot{a}\dot{e}}} = \frac{1,245}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 12,45 \text{ кОм}$$

Выбираем R1 и R2 [12]:

R1 :МЛТ-0,125-47кОм±10%

R2:СПЗ-39-0,5-12кОм±10%

л) Рассеиваемая мощность

$$P_{\text{дв}} = \frac{I_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}} \cdot U_{\dot{e}\dot{y}\dot{a}\dot{n}}}{m} \cdot t_c + \frac{I_{\dot{a}\dot{a}\dot{o}} \cdot U_{\dot{A}} \cdot t_o}{m} + U_{\dot{a}\dot{o}} \cdot I_{xx},$$

где $I_{xx} = 2,5 \text{ мА}$ - ток холостого хода [15, стр. 513]

$$P_{\text{дан}} = \frac{0,167 \cdot 1,1 \cdot 47,66 \cdot 10^{-6}}{66,66 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,167 \cdot 1,25 \cdot 19 \cdot 10^{-6}}{66,66 \cdot 10^{-6}} + 10 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 0,131 + 0,06 + 0,025 = 0,216 \text{ Вт}$$

Микросхема может работать без радиатора, т.к. сама может рассеивать 2Вт.

м) К.П.Д. преобразователя

$$\hat{E} \cdot \dot{I} \cdot \ddot{A} = \frac{U_{\text{аио}}}{U_{\text{аио}} + U_{\text{эйтн}} + U_{\text{А}}} = \frac{6}{6 + 1,1 + 1,25} = 0,72$$

3.3.4. Индикатор включения и ключ

Схема изображена на рис. 3.32.

ИБ и К представляют собой светодиод и реле К1, последовательно каждому из которых включен токоограничивающий резистор.

Элемент VD1 является АЛ 307 Г - зеленого цвета свечения [5, стр. 54], для которого $I_{\text{пр}}=20\text{мА}$, следовательно

$$R1 = U_{\text{п}} / I_{\text{пр}} = 6 / 20 \cdot 10^{-3} = 300 \text{ Ом}$$

Выбираем R1: МЛТ-0,125-330Ом±10% [12]

Элементом К1 является герконовое реле РЭС - 55А РС 4.569.600-10 [13, стр. 40], у которого $U_{\text{сраб}}=5,0 \text{ В}$, $U_{\text{отпус}}=0,9 \text{ В}$, $R_{\text{обм}}=321 \dots 433 \text{ Ом}$. Следовательно, на R2 должно падать напряжение около 0,5 В.

$U_{\text{п}} = U_{R2} + R_{\text{общ}} \cdot I$, поэтому

$$I = \frac{U_{\text{п}} - U_{R2}}{R_{\text{аи}}} = \frac{6 - 0,5}{400} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ А}$$

Тогда

$$R2 = \frac{U_{R2}}{I} = \frac{0,5}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 35,7 \text{ Ом}$$

Выбираем R2: МЛТ-0,125-33Ом±10% [9].

3.3.5. Принципиальная схема БП

Принципиальная схема БП представлена на рис.3.32, состоящая из блоков ТР, В, СТН, ИБ и К, и соответствующая структурной схеме на рис. 3.29.

4 Конструкторско-технологический раздел

4.1 Конструкция комплекта

Органы управления расположены на передней панели пульта, присоединительные разъемы на задней панели

Внешний вид передатчика показан .

Обозначено:

Левая сторона передней панели пульта - тумблер "сеть" с индикатором включения; остальное поле занято переключателями объектов с индикаторами тревоги красного цвета.

На задней панели размещены клемма "корпус", и имеются разъемы для подключения в линии связи и разъем внешней сигнализации.

Передачик органов управления индикации не имеет, со стороны задней панели выходит 4-х проводной жгут для включения в линию с вилкой РТПЖ-4, спереди четыре двухпроводные линии с контакт-датчиками на концах.

4.2 Разработка печатной платы системы

Представлена печатная плата передатчика со стороны проводников. В данной работе использована односторонняя однослойная печатная плата. Токопроводящий слой печатной платы создан комбинированным методом, при котором проводники получают травлением фольги, а металлизированные отверстия - электрохимическим методом.

Разрабатываемая плата имеет простую прямоугольную форму. Печатная плата имеет размер: длина 102,5 см, ширина 77,5 см.

В данной работе используем фольгированный стеклотекстолит СФ-1-50. Фольгированный материал односторонний (фольга наносится на одну сторону изоляционного основания).

Толщина односторонних печатных плат принята равной $H_t=1,5$ мм.

Монтажное отверстие имеет металлизированные стенки. Диаметр его составляет не менее половины толщины платы.

Диаметр контактной площадки:

$$d_k = d + 2 \cdot B + c, \quad (4.1)$$

где d - диаметр отверстия;

$B = 0,3$ мм - необходимая минимальная радиальная толщина контактной площадки;

$c = 0,6$ мм коэффициент, учитывающий влияние разброса межцентрового расстояния, смещение фольги.

Значение минимально допустимой ширины проводника принимаем равной 1 мм, минимально допустимое расстояние между соседними элементами - 1 мм.

Координатную сетку наносим на чертеж с шагом 2,5 мм. Центры монтажных отверстий располагаем в узлах координатной сетки.

Заключение

В ВКР была рассмотрена система охранной сигнализации, предназначенная для охраны объектов типа персонального компьютера, состоящего от одного до четырех блоков, число охраняемых объектов от одного до восьми.

В состав системы входят от одного до восьми передатчиков, устанавливаемых в непосредственной близости от охраняемых объектов, пульт управления и сигнализации, и четырехпроводная линия связи (моноканал), к которой все передатчики подключаются параллельно с помощью телефонных розеток.

По особенностям применения: система эксплуатируется 24 часа в сутки, она предназначена для установки в учреждениях, имеющих вахтера (цеховые условия). Пульт устанавливается на посту вахтера, моноканал связи прокладывается по кратчайшему маршруту между передатчиками. На все блоки каждого объекта наклеиваются контакт-датчики в нажатом состоянии с помощью прилагаемого в комплект спецклея.

Все передатчики и пульт подключаются к моно каналу через телефонные четырехштырьковые розетки. Моноканал выполнен защищенным.

Физическое нарушение моноканала выявляется системой. Линии связи контакт-датчиков с передатчиками также защищены от всех видов вмешательства.

Передатчики имеют порядковые номера от 1 до 8, причем индивидуальный номер задается переключателями на плате. Опрос всех передатчиков производится периодически один раз в секунду. Каждый передатчик передает в линию два бита информации.

Первый бит – бит исправности, причем исправный передатчик передает "1". Второй – состояние уравновешенного моста, в плечи которого включены контакт-датчики, в исходном состоянии передается "1", в случае любого нарушения моста "0".

Моноканал содержит "0 вольт", "6 вольт", "Т4" (тактовая частота) и "ИНФ" (информация). По шине "+6В" передается также синхросигнал.

Технические характеристики:

Габариты, мм:

Пульт	210x210x80
Передатчик	120x85x85
Общий вес, г	1600
Тип корпуса	пластмасса
Напряжение питания	220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность, Вт	1
Количество передатчиков	8

Данное устройство полностью соответствует поставленной цели и рекомендуемо для установки в общественных и многолюдных помещениях.

Литература

1. Бирюков С.А. Цифровые устройства на МОП – интегральных микросхемах. /С.А. Бирюков.– М.: Радио и связь. 1990.-128с.; ил.
2. Исследование методов управления информационным потоком с первичных преобразователей технологических комплексов. Отчет по НИР 0186 0006513 / Т.В. Артюхина, А.И. Бочкарев, Т.С. Бочкарева, В.В. Говоров. – Тольятти.: ТФМТИ, 1989.-79с.
3. Злачин, В.И. Электроника: учебное пособие. – Изд. 7-е / В.И. Лачин, Н.С. Савелов. – Ростов н/д: Феникс, 2009 – 703с.
- 3 ВСН 25-09,68-85, правила производства и приемке на работу. Установка охранной, пожарной и пожарно-охранной сигнализации.
- 4 Викторов В.А., Радиоволновые измерения./В.А. Викторов и др. – М.: Энергоатомиздат, 2009, -208с,
- 5 Усатенко С.Т., Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник/. С.Т Усатенко, Т.К., Каченюк, М.В Терехова.–М.: Издательство стандартов. 1989, -325с.
- 6 ГОСТ 26342-84, Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Типы, основные параметры и размеры.
- 7 Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Учеб. Пособие для приборостроит. спец. Вузов. -2 – е издание., перераб. и доп./ В.Г Гусев, Ю.М. Гусев.–М.: Высш. шк. 2011. – 622с.:ил.
- 8 Выбор и применение современных технических средств охранно-пожарной сигнализации на объектах народного хозяйства. – М., ВНИИ ППО, 1991.
- 9 Рейкс Ч.Д., 55 электронных схем сигнализации Ч.Д Рейкс / – М.: Энергоатомиздат, 1991, - 112с.
- 10 Безопасность производственных процессов: Справочник /С.В. Белов, В.Н. Бринза, Б.С. Векшин и др.; Под общ. ред. С.В, Белова. - М.:Машиностроение, 1985, -448с., ил.
- 11 В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 109/Сост. И.И. Алексеева. – М.:Патриот, 1991. -80с.,ил.

- 12 Масленников Е.А., Справочник разработчика конструктора РЭА. Элементарная база. Е.А. Масленников и др. – М.: Энергоатомиздат, 2013.- 300с.,ил.
- 13 Ленцов А.Л., Цифровые устройства на комплементарных МДП интегральных схемах/. А.Л. Ленцов, Л.Н.Зворыкин, И.Ф. Осипов. – М.: Радио и связь, 1983. -272с.,ил.
- 14 Фолкенберри Л., Применения операционных усилителей линейных ИС: Пер. с англ./ Л. Фолкенберри. –М.: Мир, 1985.-572с.,ил.
- 15 Шило В.Л. Популярныe цифровые микросхемы: Справочник. 2-е издание., испр./ В.Л. Шило. – Челябинск:Металлургия, Челябинское отд., 1989. - 353с.,ил.
- 16 В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 11/Сост. И.Н. Алексеева. – М.:Патриот, 1991.-80с.,ил.