МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра автоматики, телемеханики и связи

Ф. Е. САТЫРЕВ

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ АППАРАТУРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОСТА И ЛИНЕЙНОГО КОМПЛЕКТА ДЦ «НЕМАН»

Рекомендовано учебно-методическим объединением в сфере высшего образования Республики Беларусь по образованию в области транспорта и транспортной деятельности для студентов специальности 6-05-0715-09 «Системы обеспечения движения поездов» в качестве пособия по учебной дисциплине «Диспетчерская централизация»

Гомель 2026

УДК 656.256(075.8)
ББК 39.275
С21

Р е ц е н з е н т ы: кафедра нефтегазоразработки и гидропневмоавтоматики (зав. кафедрой – д-р техн. наук, профессор *А. Б. Невзорова*) (ГГТУ им. П. О. Сухого);
главный инженер РУП Гомельское отделение Белорусской железной дороги *В. П. Окулович*.

Сатырев, Ф. Е.
С21 Изучение работы аппаратуры центрального поста и линейного комплекта ДЦ «Неман» : пособие / Ф. Е. Сатырев ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2026. – 96 с.
ISBN 978-985-891-271-0

Рассмотрены принципы функционирования программно-аппаратного комплекса и анализ работы микроэлектронных схем с использованием компьютерного моделирования на базе программного пакета Adobe Flash.

Предназначено для студентов специальности «Системы обеспечения движения поездов» профилизации «Автоматика и телемеханика».

УДК 656.256(075.8)
ББК 39.275

ISBN 978-985-891-271-0

© Сатырев Ф. Е., 2026
© Оформление. БелГУТ, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Работы по дисциплине «Диспетчерская централизация» выполняются студентами IV курса электротехнического факультета и V курса заочного факультета специальности «Системы обеспечения движения поездов» профилизации «Автоматика и телемеханика».

Цель – изучение работы аппаратуры центрального поста и линейного комплекта ДЦ «Неман», на основе реального оборудования лабораторного макета промежуточной станции диспетчерского участка. Исследование принципов функционирования программно-аппаратного комплекса и анализ работы микроэлектронных схем блоков ТУ16, ТС32, Ц32 и ТИ аппаратуры линейного комплекта выполнено с использованием компьютерного моделирования на базе программного пакета Adobe Flash.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЛОЖЕНИЯ ADOBE FLASH

Adobe Flash – это мультимедийная технология для создания веб-приложений, появившаяся около 30 лет назад (начальная версия была разработана в 1995 году и называлась FutureSplash Animator, позже – Macromedia Flash, с 2006 года – Adobe Flash). Она позволяет работать с растровой, векторной, трехмерной графикой, аудио- и видеоконтентом, создавать анимированные сцены или интерактивные среды.

В настоящее время при помощи Adobe Flash создается огромное количество интернет-рекламы, игр, роликов, приложений и сайтов.

Средствами разработки являются приложения компании Adobe: Flash Professional и Flash Builder. В основе Flash лежит векторный морфинг, то есть плавное «перетекание» одного ключевого кадра в другой. Это позволяет делать сложные мультипликационные сцены, задавая лишь несколько ключевых кадров для каждого персонажа. Flash использует язык программирования ActionScript, основанный на ECMAScript. ActionScript – объектно-ориентированный язык программирования, один из диалектов ECMAScript, который добавляет интерактивность, обработку данных и многое другое в содержимое flash-приложений. ActionScript исполняется виртуальной машиной (ActionScript Virtual Machine), которая является состав-

ной частью Flash Player. ActionScript компилируется в байткод, который включается в SWF-файл. С помощью ActionScript можно создавать интерактивные мультимедиаприложения, игры, веб-сайты и многое другое.

Стандартным расширением для скомпилированных Flash-файлов (анимации, игр и интерактивных приложений) является SWF (Shockwave Flash, или Small Web Format). Видеоролики в формате Flash представляют собой файлы с расширением FLV (при этом Flash в данном случае используется только как контейнер для видеозаписи). Расширение FLA соответствует формату рабочих файлов в среде разработки.

Благодаря чрезвычайно широким возможностям в обработке компьютерной графики (от растровых картинок до потокового видео типа flash) Adobe Flash Professional CS5 стал стандартом отрасли разработки приложений графического типа. Вызывает интерес именно к этому программному пакету также его возможность трансляции изображения на приборы с самыми разными разрешениями дисплея (от мобильных телефонов и КПК до дисплеев персональных компьютеров с высокой четкостью).

Благодаря мультипликации, высокому качеству графики и эффектам анимация и сайты (заставки или что-либо другое) на flash выглядят очень привлекательно, при этом размер файла останется относительно небольшим.

Разработчику очень трудно добиться желаемых результатов в анимации без использования flash-технологии, так как для этого понадобится писать код (например, JavaScript), отдельно делать графику в Photoshop, потом всё это интегрировать в веб-страницу (HTML).

Основной недостаток flash-приложений – чрезмерная требовательность к ресурсам процессора, которая чаще всего вызвана низким качеством самого flash-приложения и не связана с характеристиками виртуальной машины flash Player, также иногда это связано с недостатками программного обеспечения, отвечающего за обработку flash-компонентов.

Второй недостаток – для просмотра flash-контента необходимы специальные плагины. Существуют целые классы устройств, которые не поддерживают технологию.

Третий важный недостаток заключается в том, что не всегда есть возможность запустить flash-приложение, либо она связана с некоторыми трудностями (например, необходимо установить плагин или обновить его до последней версии).

Главной альтернативой Adobe Flash в браузерах является использование JavaScript, SVG и HTML 5, а для интерактивных веб-приложений – AJAX. При наличии плагинов также используют Silverlight от Microsoft.

1.1 Принципы создания компьютерной модели

Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных схем. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать и анализировать принцип их функционирования.

Логичность и формализованность компьютерных моделей позволяет выявить основные факторы, определяющие свойства изучаемого объекта.

К основным этапам компьютерного моделирования относятся:

– постановка задачи, определение объекта моделирования;

– разработка концептуальной модели, выявление основных элементов системы и элементарных актов взаимодействия;

– анализ и интерпретация результатов.

Для анализа работы принципиальных схем разработаны компьютерные модели, позволяющие студентам наглядно представить работу микроэлектронных схем аппаратуры линейного комплекта ДЦ «Неман». Реализовать поставленную задачу наиболее полно позволила универсальность приложения Adobe Flash, с помощью которого можно создавать интерактивные приложения для работы электронных схем.

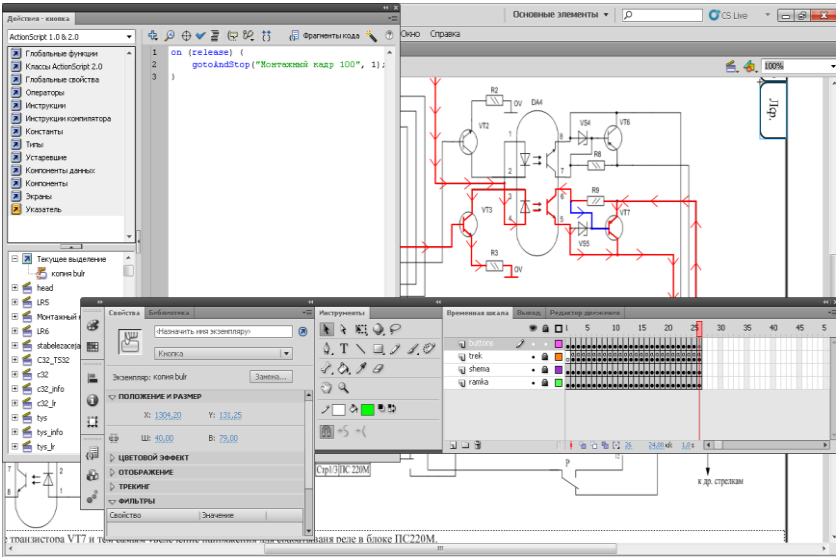


Рисунок 1.1 – Среда разработки в Adobe Flash

Разработанная компьютерная модель дает возможность для пошагового изучения принципа действия электрических схем блоков телеуправления (ТУ), телесигнализации (ТС), устройства сопряжения (Ц32), телеизмерения

(ТИ), а также блоков телесигнализации и телеуправления со схемой сопряжения блока Ц32.

В качестве программного обеспечения было выбрано приложение Adobe Flash CS3 Professional, что позволило создать программу, способную работать автономно под управлением операционной системы Windows XP или Vista, seven. Приложение Adobe Flash CS5Professional – это отраслевой стандарт в области создания динамичных интерактивных приложений. Позволяет работать с векторной, растровой и ограниченно с трехмерной графикой, а также поддерживает двунаправленную потоковую трансляцию аудио и видео. Компьютерная модель работы проста в установке и применении, эффективна и универсальна.

1.2 Элементы навигации в компьютерной модели функциональных схем

При запуске компьютерной модели функциональных схем устройства перед пользователем находится рабочее окно с названием работы, целью и вопросами, предложенными к изучению. На боковой панели присутствуют навигационные кнопки. Кнопки позволяют переходить на соответствующие окна. При нажатии на кнопку «Схема» пользователь переходит в окно, в котором находится функциональная схема. При нажатии на кнопку «Л.р.№5» боковой панели происходит обратный переход в окно с названием работы, целью и вопросами, предложенными к изучению.

После перехода в окно с функциональной схемой при нажатии манипулятором «мышь» на кнопку «Далее» происходит запуск следующей анимации с одновременным описанием работы схемы в пошаговом режиме. При нажатии на кнопку «Назад» происходит возврат предыдущей анимации с одновременным описанием работы схемы. Такой подход к описанию схем дает возможность пользователю при необходимости вернуться на шаг назад или проработать эпизод еще раз, что необходимо для более четкого восприятия и детальной проработки материала.

Использование данной программы позволит получить наглядную информацию о работе функциональных узлов принципиальных схем блоков ТУ16, ТС32, ТИ, Ц32, Ц32-ТУ16, Ц32-ТС32.

2 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ АППАРАТУРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОСТА ДЦ «НЕМАН»

2.1 Сведения из теории

Диспетчерская централизация – система телемеханики и вычислительной техники для централизованного диспетчерского управления стрелками, сигналами и другими объектами станций диспетчерского участка.

Система ДЦ «Неман» – программно-аппаратный комплекс на базе типовых и специализированных устройств, а также специализированного программного обеспечения. К типовым устройствам относятся модемы, маршрутизаторы, концентраторы, коммутаторы; к специализированным – блоки телеуправления, телесигнализации, телеизмерения, устройства сопряжения и т. д.

Центральный пост ДЦ «Неман» (рисунок 2.1) представляет собой разветвленную структуру, состоящую из нескольких автоматизированных рабочих мест: поездного диспетчера (АРМ ДНЦ), энергодиспетчера (АРМ ЭЧЦ), локомотивного диспетчера (АРМ ТНЦ), дежурного инженера поста ДЦ (АРМ ШНД), дежурного инженера дистанции сигнализации и связи (АРМ ШЧД). Каждое рабочее место оборудуется компьютером, содержащим дисплей, клавиатуру и манипулятор «мышь».

Аппаратура ЦП ДЦ «Неман» предназначена для управления объектами станций диспетчерского участка и приема информации от контролируемых устройств СЦБ, связи, энергоснабжения и других объектов. Аппаратура размещается в телекоммуникационном шкафу (ТШ), который устанавливается в специальном помещении (серверная), где поддерживается оптимальный температурный режим. Контроль микроклимата внутри ТШ поддерживается с помощью вентилятора с терморегулятором. Функциональная схема аппаратуры ЦП приведена на рисунке 2.1.

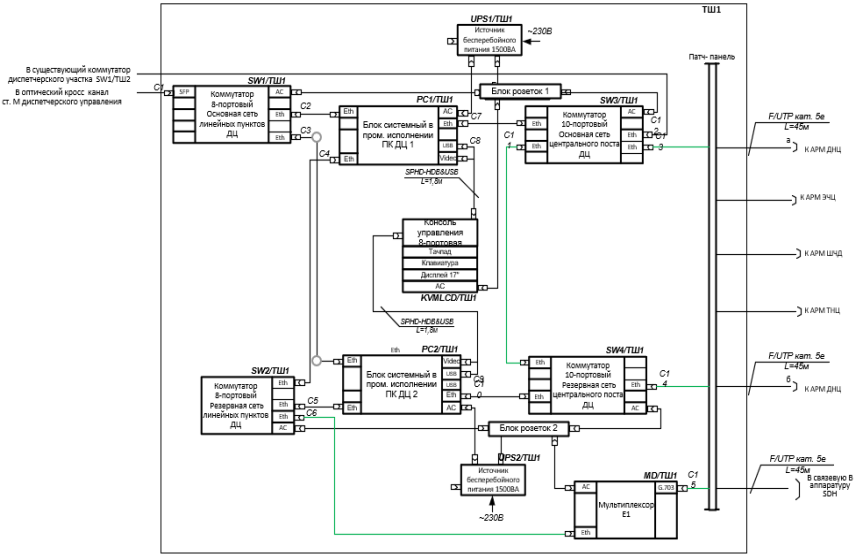


Рисунок 2.1 – Функциональная схема ЦП

В ТШ устанавливаются два компьютера (сервера): PS1 и PS2 – основной и резервный, которые работают в горячем режиме.

Сервер выполняет функцию по приему, распределению и передаче управляющих и известительных сигналов и представляет собой системный блок, содержащий процессор, память, сетевую карту и другие компоненты.

Каждый из серверов подключен в общую локальную сеть, эта сеть разделена на виртуальные локальные сети VLAN. И каждый из серверов оказывается в своей виртуальной локальной сети со своим выходным шлюзом.

Компьютерная сеть ЦП является закрытой локальной сетью, пользователями которой является ограниченный круг лиц. Допуск посторонних лиц в данную сеть запрещен. Допуск посторонней информации из других локальных сетей на компьютеры данной сети аппаратно исключен. Локальная сеть серверов строится на базе коммутатора SW1-Ethernet на 8 портов основной сети линейных пунктов ДЦ, который обеспечивает обмен данными линейных пунктов с серверами ЦП ДЦ.

Управление серверами обеспечивает KVM-коммутатор, который дает возможность управлять серверами с одной консоли (монитор, клавиатура, мышь).

Информация с ЛП диспетчерского участка по потоку Е1 посредством магистрального оптического кабеля связи передается на конвертор Е1 ТШ ДЦ, где преобразовывается и по сети Ethernet через коммутатор приходит на сетевой порт компьютера ДЦ. Далее после обработки информация о состоянии объектов на станции передается через коммутатор в основную сеть центрального поста ДЦ к АРМам ДНЦ, ШЧД, ЭЧЦ, ШНД. Так как АРМ ДНЦ располагается в ЦУПе на значительном расстоянии от поста ДЦ, для организации управления и получения информации о контролируемых устройствах СЦБ используются мультплексоры ММ–221RC-UNI (кабельное подключение); мультисервисный мультиплексор уровня STM 16 SMA–16/4 (волоконно-оптическое подключение).

Инверсный мультиплексор ММ–221RC-UNI предназначен для передачи данных различных интерфейсов по нескольким каналам G.703, Е1 и V.35 на скорости до 16 Мбит/с. Инверсный мультиплексор обеспечивает прозрачную передачу данных Ethernet, Е1, V.35 по нескольким каналам G.703, Е1 и V.35. При использовании четырех каналов G.703/Е1 максимальная пропускная способность составляет 8 Мбит/с, при использовании восьми каналов G.703/Е1 – 16 Мбит/с.

Программно-аппаратными средствами ДЦ «Неман» на центральном посту обеспечивается:

– постоянная диагностика рабочих каналов ТУ и ТС (кодовых линий) и данных, поступающих на ЦП;

– передача информации на рабочее место поездного диспетчера (АРМ ДНЦ) ЦУПа;

– ведение протокола действий поездного диспетчера с возможностью просмотра и распечатки информации за заданный интервал времени на рабочих местах ДНЦ;

– ведение протокола данных телеуправления и телесигнализации с возможностью просмотра и распечатки информации за заданный интервал времени;

– полное резервирование оборудования центральных постов и АРМов;

– организация как минимум двух каналов связи с линейными пунктами;

– диагностика исправности каналов связи, автоматический выбор канала для отправки команд ТУ;

– диагностика задержек поступления данных в каналах;

– настройка на автоматический выбор самого быстрого канала доставки данных ТС и оправки команд ТУ;

– протоколирование работы программного обеспечения: ведение протоколов ТС, ТУ, протоколирование нарушения работы каналов передачи данных за любой промежуток времени;

– увязка и передача данных о поездной обстановке в различные информационные системы;

– размещение любого количества мониторов в произвольной комбинации на АРМах;

На автоматизированном рабочем месте поездного диспетчера (АРМ ДНЦ) ЦУПа осуществляется контроль поездной ситуации по станциям и перегонам диспетчерского участка, управление станционными объектами.

В АРМ ДНЦ предусмотрены следующие функциональные возможности [5]: отображение поездной обстановки и состояния станционных и перегонных объектов; управление станционными объектами, включенными на диспетчерское управление; ведение в автоматизированном режиме исполненного графика движения поездов с возможностью корректировки; получение документов из автоматизированных информационных систем ГВЦ; выдача справочной информации.

На рабочем месте поездного диспетчера устанавливается следующее оборудование:

– 3 компьютера в офисном исполнении для оперативной работы;

– 4 монитора ЖКИ – 24"-го исполнения;

– источник бесперебойного питания (1500 В·А);

– черно-белый принтер (формат А4) для распечатки информации из автоматизированных информационных систем ГВЦ;

– 2 блока розеток на 5 входов;

– 3 клавиатуры;

– 3 манипулятора типа «мышь».

Два компьютера и три монитора ЖКИ 24" служат для оперативного управления движением поездов в режиме микроучастка, который размещается на этих мониторах.

Третий компьютер с монитором 24" служит для ведения в автоматическом режиме графика исполненного движения поездов с возможностью его просмотра, корректировки и вывода на печать, а также для работы с информационными системами ГВЦ.

Таким образом, можно выделить следующие основные преимущества центрального поста ДЦ «Неман» по сравнению с релейными системами ДЦ:

– малые габариты оборудования и простота его обслуживания;

– повышение культуры труда диспетчеров;

– небольшая стоимость оборудования помещений ЦП;

– быстрый поиск неполадок и контроль за электроснабжением поста;

– повышение производительности труда.

2.2 Функции и программное обеспечение аппаратуры макета ЦП ДЦ «Неман»

Аппаратура макета центрального поста ДЦ «Неман» включает в себя автоматизированное рабочее место поездного диспетчера АРМ ДНЦ – это компьютер с установленным специализированным программным обеспечением (ПО), выполняющим следующие функции:

– управление с рабочего места поездного диспетчера стрелками и светофорами станций и перегонами данного участка, устройствами автоматики регулируемых переездов без дежурных, расположенных на станциях и первых блок-участках удаления (приближения);

– контроль на мониторах компьютеров поездного диспетчера положения стрелок и занятости путей, стрелочных секций на станции, блок-участков на перегонах, а также повторение показаний входных, выходных, маршрутных и маневровых светофоров;

– возможность передачи станций на резервное управление (РУ) или сезонное управление (СУ) стрелками и светофорами по приему, отправлению поездов и производству маневров;

– выполнение требований, предъявляемых к электрической централизации и автоблокировке;

– управление стрелками и светофорами станций диспетчерского управления (ДУ), а также передача других приказов управления, осуществляемое посредством сигналов телеуправления продолжительностью 1,2 с.

Управляющие приказы формируются на стандартной клавиатуре или манипуляторе типа «мышь» компьютера в результате действий поездного диспетчера. Сигналы ТС (извести тельные сигналы) о состоянии устройств станций и перегонов передаются циклическим способом. Продолжительность проверки всех раздельных пунктов – 5,2 с.

Для выполнения функций по управлению и контролю объектами станций и перегонов поездным диспетчером разработано специализированное программное обеспечение, которое включает в себя ряд программ и протоколов.

Все программы предназначены для работы на компьютере под управлением операционной системы Microsoft Windows XP, либо Microsoft Windows Server 2003 RC2.

1 Программа «Графическое отображение объектов контроля и управления» является неотъемлемой частью программного обеспечения системы ДЦ «Неман». Программа отображает графическое представление объектов станций контролируемого участка и предоставляет пользователю интерфейс ввода команд телеуправления.

В качестве объектов контроля и управления могут рассматриваться объекты путевого развития, энергообеспечения, вентиляции, аппаратные составляющие диспетчерской централизации «Неман» и др.

Входными данными программы являются проектные данные станций и конфигурационные данные контролируемого участка. Выходными данными является протокол отправленных команд телеуправления и протокол загрузки программы.

Проектные данные включают в себя графические описания станций и базы команд телеуправления. Конфигурационные данные содержат список контролируемых станций и пути к проектным данным станций участка.

2 Программа «Модель зоны контроля» является неотъемлемой частью программного обеспечения системы диспетчерской централизации «Неман». Она реализует логику контроля состояния и управления объектами стаций, а также логику по формированию данных, необходимых для построения графика исполненного движения. В программе предусмотрена возможность ведения протокола импульсов телесигнализации и телеуправления.

Входными данными программы являются проектные данные станций и конфигурационные данные контролируемого участка.

Выходными данными являются состояния контролируемых объектов станций, сообщения для формирования графика исполненного движения и протокол импульсов телесигнализации и телеуправления.

Состояния контролируемых объектов формируются на основе правил, указанных в проектных данных. Состояния объектов станций передаются получателю в двоичном виде по специальному протоколу. Для получения данных получатель должен подключиться к программе по протоколу TCP/IP.

Данные для построения графика исполненного движения формируются на основе изменения состояний объектов станций и записываются в базу данных. Если программа запускается с параметром exchangesendgid, то данные также направляются в подсистему обмена данными Exchange (Transport.dll).

В протокол импульсов записываются изменения состояний импульсов телесигнализации и отправленные импульсы телеуправления. Файлы протокола содержат текстовые записи в кодировке 1251.

3 Программа «Сервер импульсов» является частью программного обеспечения центрального поста системы диспетчерской централизации «Неман». Программа служит для передачи таблиц импульсов между физическими каналами связи и программным обеспечением, использующим таблицы импульсов в качестве источника информации (далее – Клиентское программное обеспечение (ПО)). Необходимость такого транзитного программного обеспечения вытекает из невозможности физического подключения линий связи ко всем компьютерам с Клиентским ПО. Кроме того, достигается независимость Клиентского ПО от типа и месторасположения линий связи – обмен информацией происходит только с «Сервером импульсов» по протоколу TCP/IP.

Программа предназначена для работы в фоновом режиме. Запуск и остановка производятся операционной системой без участия пользователя.

Временные параметры загрузки программы зависят от количества загружаемых таблиц импульсов и их объема.

Входные данные программы:

– файл конфигурации;

– файлы с описаниями таблиц импульсов;

– поток данных с таблицами импульсов, поступающий по каналам связи.

Выходные данные:

– протокол импульсов телесигнализации и телеуправления;

– протокол полученных команд;

– протокол ошибок;

– потоки данных с обработанными таблицами телесигнализации и телеуправления для клиентских программ.

4 Программа «Графические описания станций» представляют собой набор файлов, в которых содержится описание графического представления объектов каждой станции. Каждая станция может иметь несколько внешних видов. Количество видов и маска файлов описаний задается в конфигурационных данных. Один файл описания содержит один вид станции. Файлы описания видов одной станции находятся в одном каталоге, название которого – код станции. Файлы графического описания создаются на этапе проектирования станции с помощью специального редактора.

5 Протокол отправленных команд включает в себя название команды, время отправления и результат отправления. Протокол представляет собой набор текстовых файлов в кодировке windows-1251. Протокол ведется на одну неделю – один файл протокола на один день недели. Названия файлов формируются по шаблону visLog. <аббревиатура дня недели> , где аббревиатура дня недели имеет следующие значения: sun – воскресенье; mon – понедельник; tue – вторник; wed – среда; thu – четверг; fri – пятница; sat – суббота.

Файлы хранятся в каталоге указанном в параметре Command Log Files Path конфигурационного файла. Если параметр отсутствует, то он в корне диска C.

6 Протокол импульсов телесигнализации и телеуправления содержит записи об изменениях в таблицах импульсов телесигнализации и об отправленных импульсах телеуправления. Протокол представляет собой набор файлов – один файл на один час суток. Протокол может быть в недельном либо в годовом формате. Тип протокола определяется параметром конфигурации Report Type. Файлы находятся в папке, указанной в параметре конфигурации Log Path. Информация в файлах представлена в виде текстовых записей.

Для протокола в недельном формате название файлов определяется параметром конфигурации Report File Mask, тип файла состоит из трех чисел: первое – номер дня недели, второе и третье – час. Дни недели нумеруются с 0 – воскресенье, и до 6 – суббота. Часы начинаются с 00 и заканчиваются 23. Таким образом, файлы недельного протокола перезаписываются каждую неделю.

Для протокола в годовом формате название файлов соответствует следующему формату: <гггг><мм><дд>.0<чч>, где гггг – четырехзначный номер года, мм – двухзначный номер месяца, дд – двухзначный номер дня в месяце, чч – двузначный номер часа. Таким образом, файлы годового формата никогда не перезаписываются. Устаревшие файлы должны удаляться вручную.

7 Протокол полученных команд содержит информацию о запросах на отправление импульсов ТУ. Протокол представляет собой набор файлов –

по одному файлу на каждый день недели. Файлы с называнием impsrvsend находятся в папке, указанной в параметре конфигурации Log Path. Тип файла указывает день недели, в который был записан файл.

Файлы содержат текстовые записи в кодировке UTF-8. Запись в файле содержит время получения запроса на отправление импульса ТУ, от кого он получен, название импульса, код станции, результат отправления импульса.

8 Протокол ошибок содержит записи о выявленных ошибках при загрузке исходных данных, а также об ошибках, возникающих при выполнении программы. Файлы протокола ошибок находятся в папке, указанной в параметре Log Path файла конфигурации, и имеют название impsrverror. Тип файла указывает день недели, в который был записан файл.

Файлы содержат текстовые записи в кодировке UTF-8. Каждая запись содержит описание возникшей ошибки.

При обнаружении ошибок в конфигурационном файле или его отсутствии, программа делает запись об ошибке в файл c:\Impulses Server.log и завершает выполнение.

Оборудование и приборы

Аппаратура ЦП и ЛК с имитацией работы ЭЦ станции диспетчерского участка.

Требуется: изучить основные принципы построения и работу аппаратной части ЦП ДЦ «Неман».

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Запустить компьютер АРМ ДНЦ.

3 Из трея последовательно запустить программы сервера импульсов, модели контроля, АРМ ДНЦ.

4 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

5 Выполнить исследование работы аппаратуры ЦП ДЦ «Неман».

6 Сделать вывод о работе ПАК ДЦ «Неман».

3 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ АППАРАТУРЫ ЛИНЕЙНОГО КОМПЛЕКТА ДЦ «НЕМАН»

3.1 Аппаратура центрального поста и линейного комплекта лабораторного макета ДЦ «Неман»

Аппаратура ЦП и ЛК ДЦ «Неман» лабораторного макета (рисунок 3.1) увязана с электрической централизацией (ЭЦ) станции Ловча (рисунок 3.2)

диспетчерского участка Брест – Лунинец. Включает в себя АРМ ДСП, логическое ядро ДЦ, устройство сопряжения Ц32М, матрицу блоков ТУ/ТС, макет стрелок, светофоров, рельсовых цепей, переезда, контроля перегона, смены направления движения, который собран на реле первого класса надежности Д3-2700 и РЭЛ1-1700 и имитирует работу ЭЦ станции Ловча.

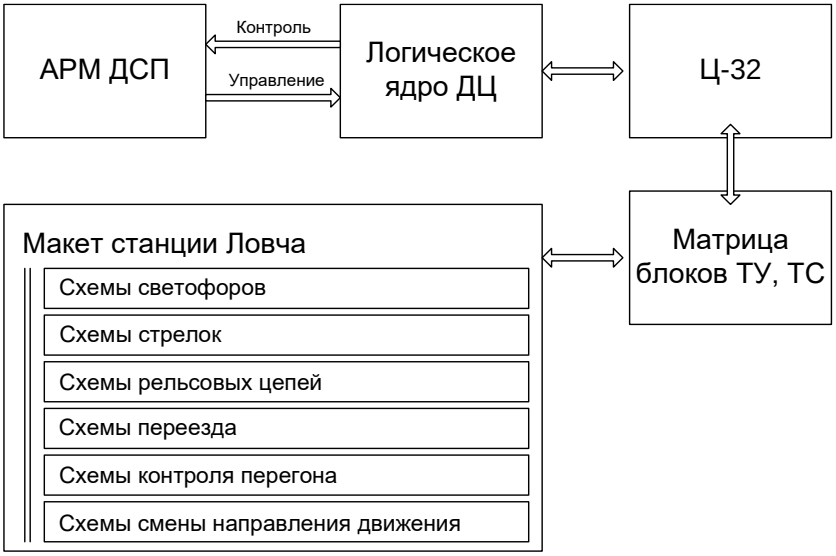


Рисунок 3.1 – Структурная схема макета ДЦ «Неман»

Использование лабораторного макета в учебном процессе позволит студентам на практике познакомиться с реальным оборудованием аппаратуры ЛК ДЦ «Неман». АРМ ДСП и макет станции позволяют выполнить передачу управляющих команд на открытие/закрытие сигнала светофора, установку маршрутов приема и отправления поездов, перевод стрелок, искусственное размыкание маршрута и т. п.; контроль свободности/занятости рельсовой цепи, контроль положения стрелок и т. д.

Для станции Ловча составлены таблицы распределения импульсов телеуправления и телесигнализации (таблицы 3.1 и 3.2) и разработана матрица подключения блоков ТУ/ТС к устройству сопряжения Ц32 (рисунок 3.3).

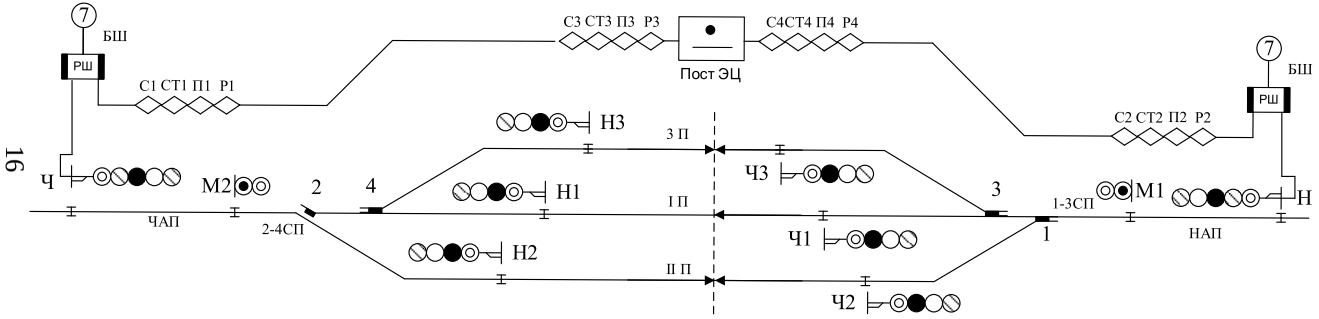


Рисунок 3.2 – Однониточный план станции Ловча

Таблица 3.1 – **Распределение импульсов ТУ**

Номер ключа	Номера ТУ			
	11ТУ	15ТУ	22ТУ	26ТУ
1	ЧПС	НПС	СНН	2П
	1	1	1	1
2	ЧС	НС	СННП	2М
	3	3	3	3
3	ЧзС	НзС	СНЧО	4П
	5	5	5	5
4	ЧЖС	НЖС		4М
	7	7	7	7
5	Н1С	Ч1С	СНЧ	1П
	13	13	13	13
6	Н1ЛС	Ч1ЛС	СНЧП	1М
	15	15	15	15
7	Н1МС	Ч1МС	СННО	3П
	17	17	17	17
8	Н2С	Ч2С		3М
	19	19	19	19
9	Н2ЛС	Ч2ЛС		
	21	21	21	21
10	Н2МС	Ч2МС		зП
	23	23	23	23
11	Н3С	Ч3С		ОзП
	25	25	25	25
12	Н3ЛС	Ч3ЛС		ИПз
	27	27	27	27
13	Н3МС	Ч3МС		
	33	33	33	33
14	М2С	М1С		
	35	35	35	35
15				
	37	37	37	37
16				
	39	39	39	39

Таблица 3.2 – **Распределение импульсов ТС**

Номер группы	Номера ТС					
	16ТС		17ТС		23ТС	
1 Обр. 10	ЧПС	ЧС	НПС	НС	М2С	М2О
	1	2	1	2	1	2
	Ч31ЖО	ЧзС	Нз1ЖО	НзС	2ПК	2МК
	3	4	3	4	3	4
2 Обр. 9	ЧЖС	Ч2ЖО	НЖС	Н2ЖО	4ПК	4МК
	5	6	5	6	5	6
	ЧКО	ЧЛО	НПКО	НПЛО	ЧАП	2-4СП
	7	8	7	8	7	8
3 Обр. 30						
	13	14	13	14	13	14
	НКЖ	НПО	ЧКЖ	ЧПО		
		НПОМ		ЧПОМ		
	15	16	15	16	15	16
	ЧПП	ЧКПБ	НПП	НКПБ	РУ	1П
		ЧКПБМ				
	17	18	17	18	17	18
	ЧКПК		НКПК		2П	3П
	19	20	19	20	19	20
	Н1С	Н1О	Ч1С	Ч1О	М1С	М1О
	21	22	21	22	21	22
	Н1ЛС	Н1МС	Ч1ЛС	Ч1МС	1ПК	1МК
	23	24	23	24	23	24
	Н2С	Н2О	Ч2С	Ч2О	3ПК	3МК
	25	26	25	26	25	26
	Н2ЛС	Н2МС	Ч2ЛС	Ч2МС	НАП	1-3СП
	27	28	27	28	27	28
4 Обр. 32	НЗС	НЗО	ЧЗС	ЧЗО		
	33	34	33	34	33	34
	НЗЛС	НЗМС	ЧЗЛС	ЧЗМС		
	35	36	35	36	35	36
					зП	зГ
	37	38	37	38	37	38
	Ч1ПУ	Ч2ПУ	Н1ПУБ	Н2ПУБ	ИСП	ИП
					КНП	КАП
	39	40	39	40	39	40

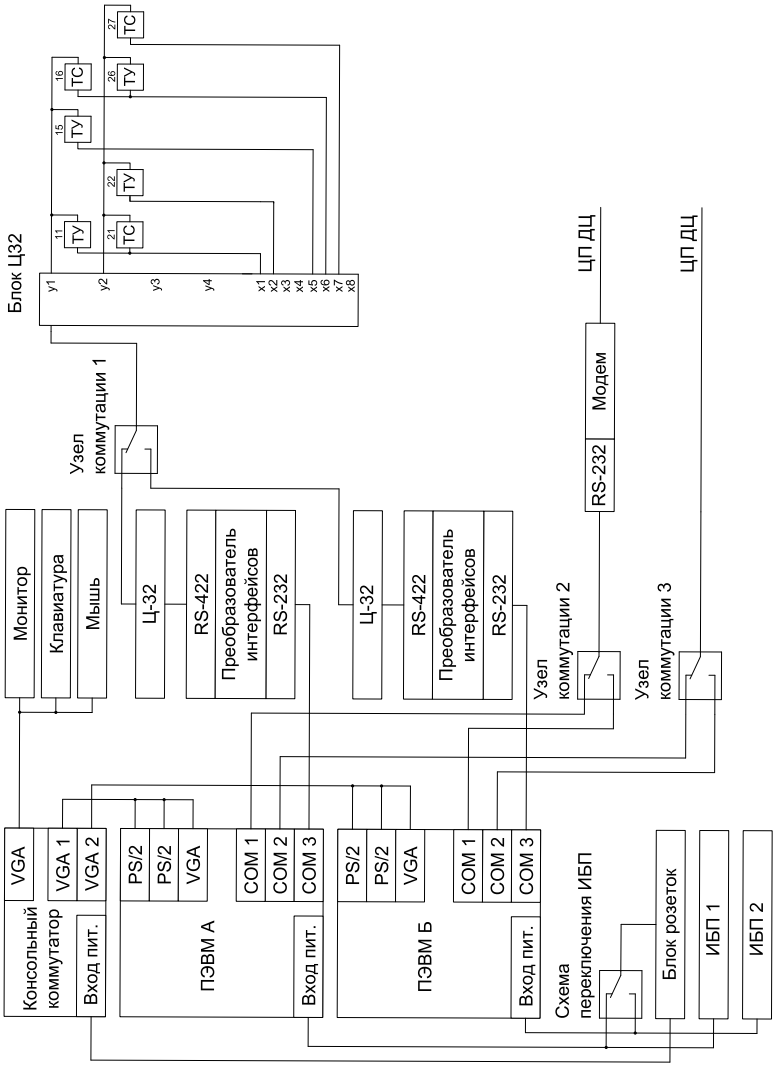


Рисунок 3.3 – Схема подключения матрицы блоков ТУ и ТС к узлу коммутации 1

Макет аппаратуры ДЦ «Неман» позволяет имитировать работу одной станции диспетчерского участка. Имитация работы станции возможна как программно (с АРМ ДСП), так и с помощью кнопок, установленных непосредственно на лабораторном макете. В состав аппаратуры макета центрального поста входит сервер импульсов (рисунок 3.4), который представляет собой компьютер с установленным специализированным программным обеспечением. Являясь автоматизированным рабочим местом поездного диспетчера (АРМ ДНЦ), этот компьютер фактически выполняет функции автоматизированного рабочего места дежурного по станции (АРМ ДСП), с операционной системой (ОС) и соответствующим программным обеспечением (ПО). АРМ ДСП по локальной сети через интерфейс RS-422 связан с логическим ядром ДЦ, на котором также установлены ОС DOS и необходимое ПО. Ядро ДЦ в свою очередь связано с устройством сопряжения Ц32, которое служит для сопряжения компьютера с блоками ТУ/ТС. В лабораторном макете установлены модернизированные блоки ТУ16М и ТС32М. Изменениям подвергнуто конструктивное исполнение блоков, они выполнены в виде съемных элементов, что облегчает замену блоков при выходе их из строя. Кроме того, ранее для подключения монтажных проводов в блоках с задней стороны применялись клеммные колодки «под винт», а в модернизированных блоках применены пружинные самозажимающиеся контакты, не допускающие ослабления вследствие вибраций.

Аппаратура линейного комплекта ДЦ «Неман» включает в себя два компьютера, три узла коммутации, консоль управления, консольный коммутатор, два устройства сопряжения Ц32М1 и Ц32М2, два модема, матрицу блоков ТУ/ТС, два источника бесперебойного питания, преобразователи интерфейсов и разъемы WAGO. Вся аппаратура размещается в специализированной 19' стойке (см. рисунок 3.4).

Разработанное техническое решение предназначено для обеспечения отказоустойчивости линейного комплекта оборудования системы ДЦ «Неман» при выходе из строя одного из компонентов системы, а также для автоматического переключения с активного комплекта оборудования на пассивный в случаях:

– выхода из строя любого порта или кабеля, подключенного к порту для связи с модемом;

– отказа устройства сопряжения Ц32М;

– неработоспособности одного из источника бесперебойного питания;

– неработоспособности одного из компьютеров комплекта или отсутствия служебного соединения между комплектами.

Автоматическое резервирование устройств оборудования линейного комплекта ДЦ «Неман» основано на дублировании компьютеров, источников бесперебойного питания, устройства сопряжения Ц32М.

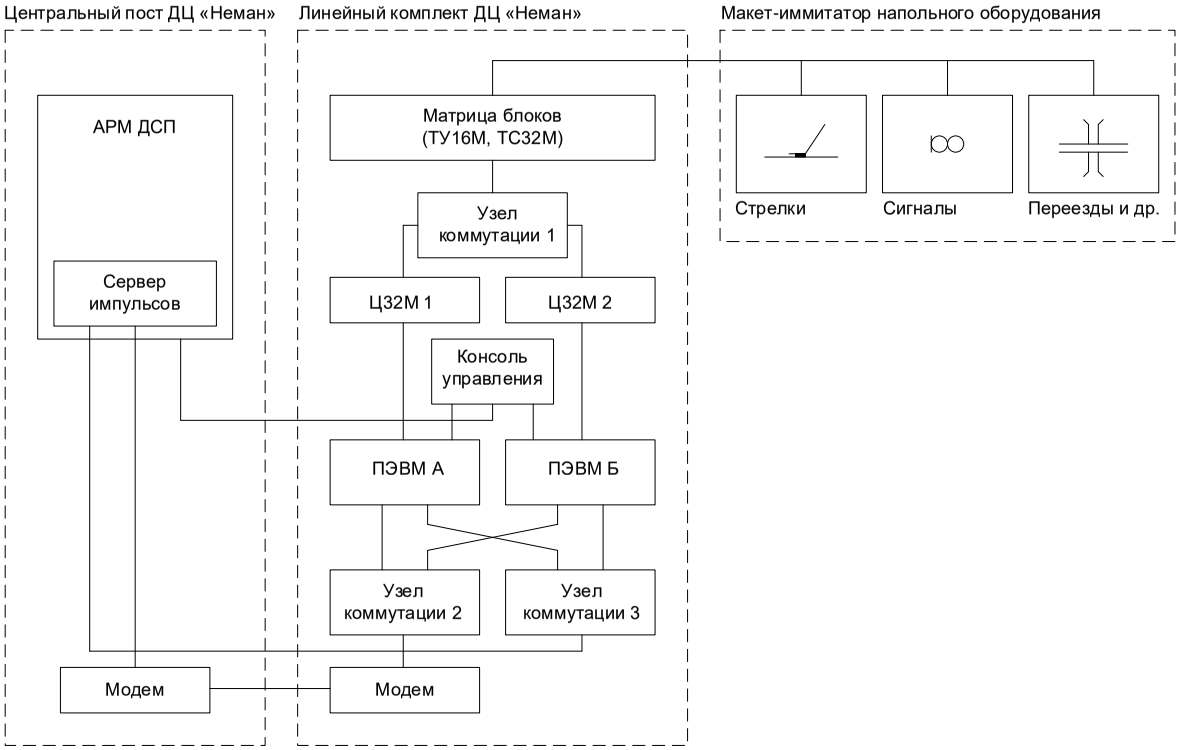


Рисунок 3.4 – Структурная схема аппаратуры ЦП и ЛК ДЦ «Неман»

Также в системе предусмотрено переключение комплектов по команде с центрального поста и непосредственное переключение на линейном комплекте при нажатии кнопки.

Для соединения АРМ ДСП с сервером импульсов используется неэкранированная витая пара (UTP – Unshielded twisted pair). Подключение выполнено с использованием cross-over соединения, т. е. на одном конце кабеля использован стандарт T568A, а на другом T568B. Эти стандарты описывают соединение проводников кабеля типа «витая пара» с контактами разъемов 8P8C при организации сети Ethernet. Для организации канала связи между ЦП и ЛК используется модем. Подключение компьютера АРМ ДСП к модему выполнено при помощи интерфейсного кабеля DB9(M)/DB25(F). Для передачи информации используется интерфейс RS-232.

Соединение модемов ЛК и ЦП выполнено с использованием неэкранированной витой пары пятой категории (Cat.5). Категория кабеля, витая пара определяют эффективный пропускаемый частотный диапазон. Кабель пятой категории предназначен для работы в диапазоне частот до 100 МГц.

Коммутация каждого модема (рисунок 3.5) между комплектом А и Б осуществляется переключением четырех проводов коммутационным реле, остальные провода запараллелены.

Для подключения модемов и компьютеров предусмотрены разъемы под стандартные провода 9 контактных COM-портов.

Для коммутации «матрицы» (сигнальных проводов X1–X8, Y1–Y4) устройством сопряжения Ц32М используются 3 коммутационных реле: К6, К7, К8. Для простоты подключения используется 25 контактный разъем, позволяющий подключить существующий кабель. При выходе из строя схемы резервирования и возможности быстрого подключения матрицы блоков ТУ/ТС линейного комплекта к рабочему устройству сопряжения Ц32М предусмотрено два 25-контактных разъема, непосредственно подключенных к устройствам сопряжения Ц32М комплектов А и Б.

Для коммутации других сигнальных проводов (например, порта RS-422) предусмотрено коммутационное реле со свободными контактами.

Все катушки коммутационных реле К3-К8 соединены параллельно.

Состояние коммутационных реле (наличие/отсутствие напряжения на управляющей катушке) происходит через выводы 13, 14 устройства сопряжения Ц32М.

Для согласования работы блоков ТУ/ТС с компьютером применяется устройство сопряжения Ц32М, обеспечивающее подключение до 32 блоков ТУ/ТС на скорости обмена данными не менее 2000 Бод параллельно с 8 блоками. Если количество подключаемых блоков меньше 32, их равномерно распределяют по линиям связи X и Y (см. рисунок 3.3). Конструктивно устройство Ц32М представляет собой цифровое устройство, выполненное на жесткой логике.

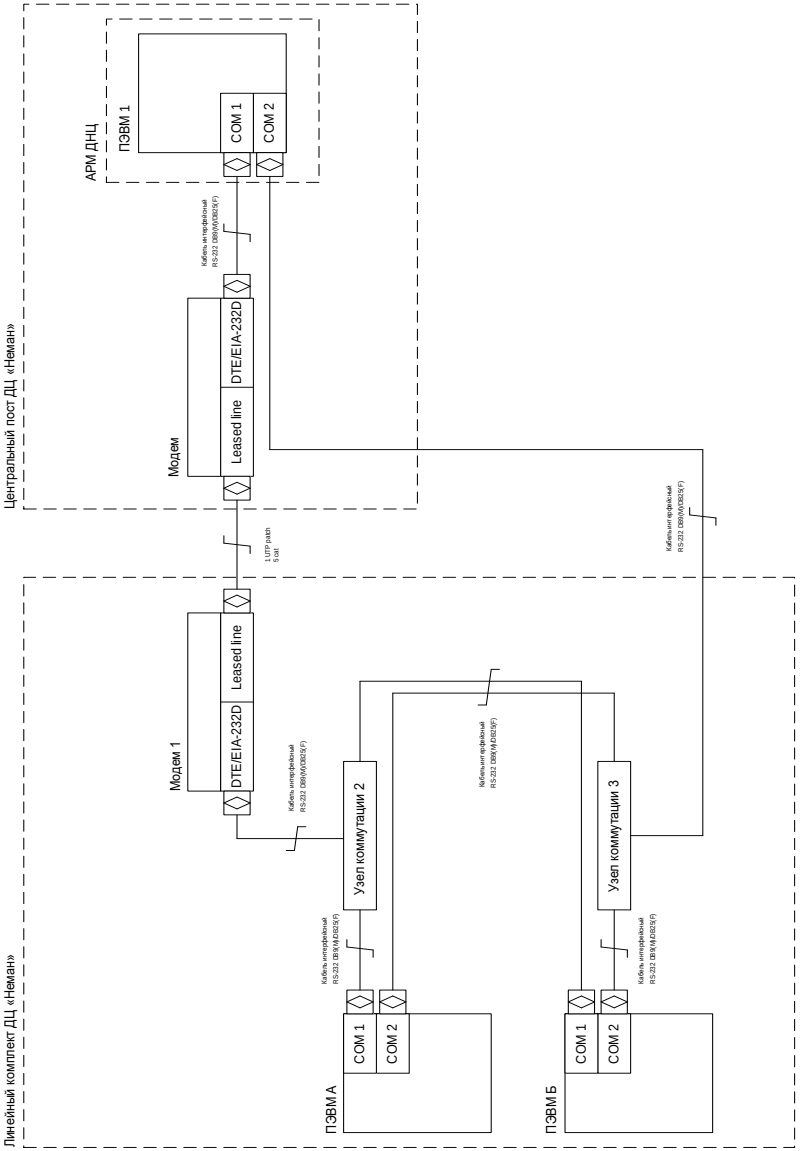


Рисунок 3.5 – Схема соединения модемов

Подключение устройства сопряжения Ц32М (рисунок 3.6) к компьютеру выполнено с использованием преобразователя интерфейсов RS-232/RS-422. Преобразователи (конверторы) интерфейсов предназначены для работы в системах, где требуется подключение и согласование между собой устройств (сети устройств), оснащенных разными типами интерфейсов, а также в качестве удлинителей линий связи. В линейном комплекте применен преобразователь интерфейсов типа ADAM-4520-конвертер RS-232 в RS-422/485 с гальванической развязкой 3000 В (RS-485) и скоростью передачи данных примерно 300–115200 кбит/с.

Для передачи информации по стандарту RS-232 использован интерфейсный кабель DB9(M)/DB25(F). Для передачи информации по стандарту RS-422 использованы 4 провода МГШВ 0,5. Провода МГШВ представляют собой низковольтные монтажные провода с изоляцией из ПВХ или волокнистых материалов. Материалы, применяемые для изоляции МГШВ, – полиэфирные нити и поливинилхлоридный пластификат.

Стандарт RS-422 позволяет осуществлять передачу данных в двух направлениях одновременно, обеспечивает возможность соединений типа «точка-точка» или используется для многоабонентской доставки сообщений.

Использование преобразователей интерфейсов дает возможность компьютеру и устройству сопряжения Ц32М обмениваться информацией на расстоянии до 1 км. Данная особенность позволяет осуществить технологию «опорной станции» (то есть с какой-либо станции в дневное время производится управление ближайшими станциями, а в ночное время эти станции передаются поездному диспетчеру), т. е. не устанавливать систему ДЦ на станциях с незначительным путевым развитием, а использовать ЛК ДЦ станции, расположенной на незначительном расстоянии – до 1 км.

Консоль управления (рисунок 3.7) включает в себя консольный коммутатор, монитор, клавиатуру, манипулятор «мышь». Консольный коммутатор обеспечивает подключение монитора, клавиатуры и «мыши» к любому из компьютеров. К консольному коммутатору может быть подключено до 8 компьютеров. Выбор компьютера осуществляется при помощи кнопки-переключателя, расположенной на корпусе консольного коммутатора.

Схема управления узлами коммутации (рисунок 3.8) позволяет оператору линейного комплекта программно или вручную управлять узлами коммутации, обеспечивает автоматическую реорганизацию канала обработки и передачи информации в случае неисправности одного из устройств сопряжения Ц32М1 или Ц32М2, осуществляет управление схемой переключения ИБП.

Переключение между комплектом А и Б происходит по программному анализу работы устройств ДЦ «Неман». Управление управляющими реле К1 и К2 в схеме управления узлами коммутации осуществляется разными устройствами сопряжения Ц32М1 и Ц32М2 через встроенный гальванический изолированный ключ, выводы 27, 28 Ц32М.

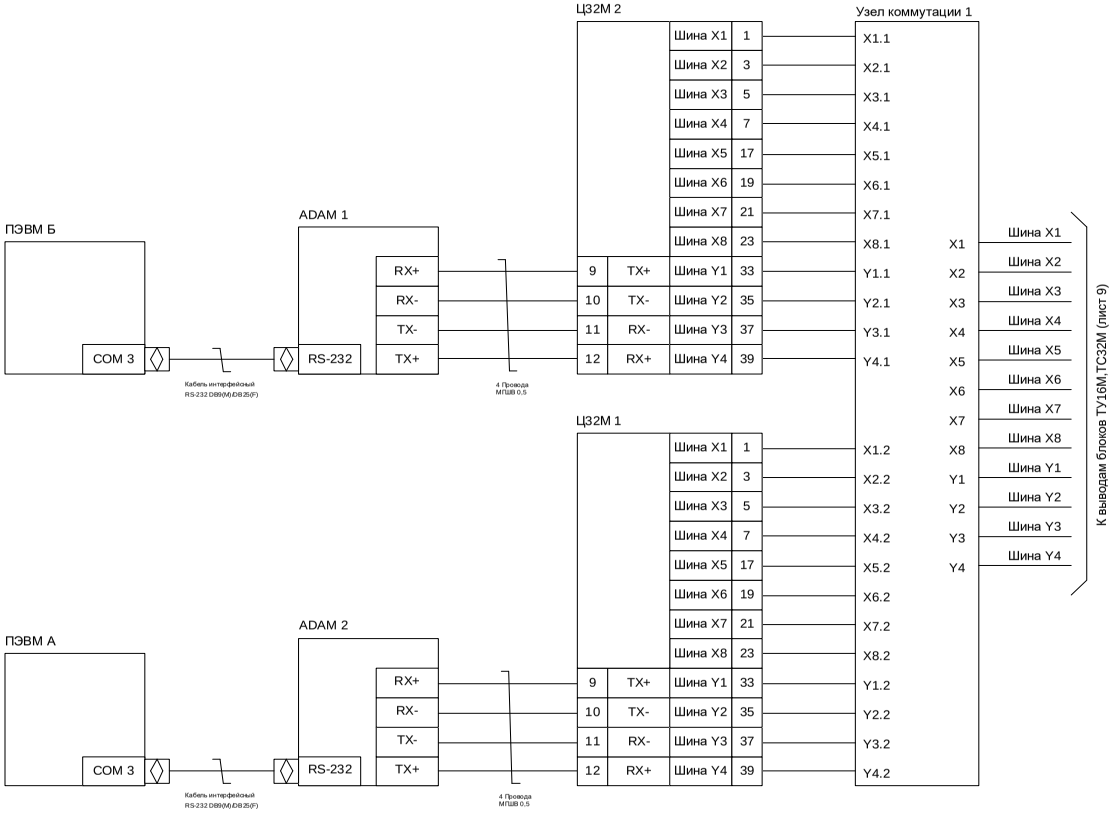


Рисунок 3.6 – Схема подключения блоков Ц32М с резервированием

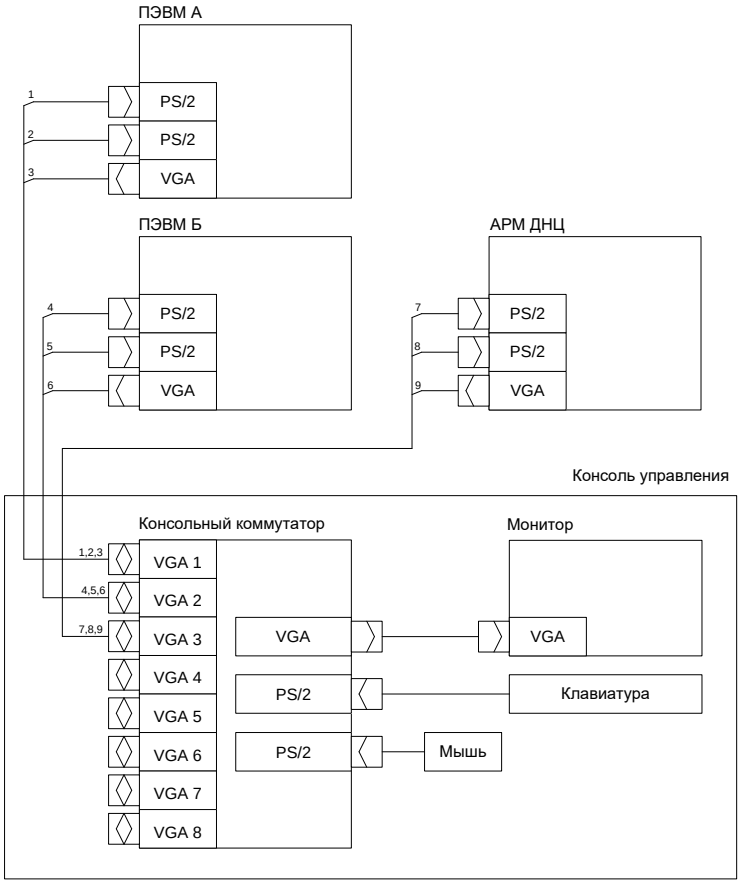


Рисунок 3.7 – Схема подключения консоли управления

Управляющие реле К1 и К2 подключены таким образом, что позволяют управлять коммутационными реле К3–К8 схемы управления узлами коммутации даже при выходе из строя одного из компонентов системы резервирования.

Контроль за состоянием коммутационных реле (катушка под/без напряжения) осуществляется выводами 13, 14 устройства сопряжения Ц32М.

При выходе из строя схемы управления узлами коммутации или необходимости принудительного переключения между комплектами предусмотрен переключатель в виде кнопки «К1/К2», однократное нажатие на которую приводит к переключению комплектов.

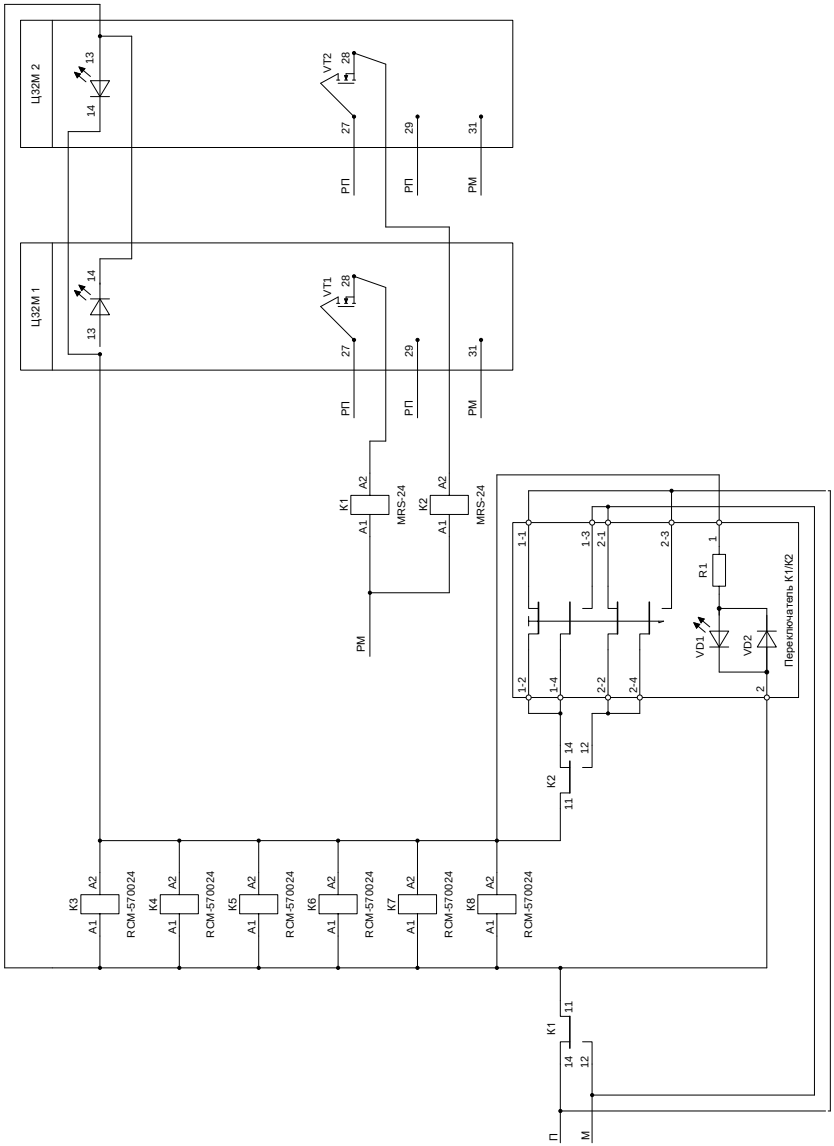


Рисунок 3.8 – Схема управления узлами коммутации

Кнопка оборудована светодиодной индикацией для индикации работы комплектов. Горящая индикация соответствует активности комплекта Б, а потушенная – активности комплекта А.

Реле К1 и К2 управляют реле К3–К8, в зависимости от состояния полевых транзисторов в блоках Ц32М. Полевые транзисторы VT1, VT2 контролируют исправность Ц32М1 и Ц32М2 соответственно и позволяют оператору ЛК программно управлять состоянием реле К1 и К2.

Реле К3 предназначено для переключения источников бесперебойного питания ИБП1 и ИБП2.

Реле К4–К8 предназначены для управления узлами коммутации.

Переключатель К1/К2 обеспечивает возможность переключения между блоками Ц32М вручную.

Светодиод VD1 – это индикация подключения комплекта Б, он загорается при неисправности устройства Ц32М1.

Если оба блока сопряжения Ц32М1 и Ц32М2 исправны, то полевые транзисторы открыты и реле К1 и К2 находятся под током по цепи: РП – VT1 – обмотка реле К1 – РМ, и РП – VT2 – обмотка реле К2 – РМ. Реле К4 – К8 обесточены и своими контактами, в схемах узлов коммутации 1 и 2, подключают блоки ТУ16М, ТС32М к блоку Ц32М1, а к модему 1 подключен компьютер А. Реле К3 обесточено и своими контактами, в схеме переключения ИБП, подключает блок розеток к ИБП1.

В случае нарушения работоспособности блока Ц32М1 полевой транзистор VT1 закрывается, обрывая цепь питания реле К1. Выключившись, реле К1 своим тыловым контактом включает реле К3–К8 по цепи: П – 1–1 переключатель К1/К2 1–2 – фронтовой контакт реле К2 – обмотки реле К3–К8 – тыловой контакт реле К1 – М. Одновременно в блоке переключателя К1/К2 загорается светодиод VD1, сигнализируя о возникшей неисправности.

Цепь включения светодиода VD1: П – 1–1 переключатель К1/К2 1–2 – фронтовой контакт реле К2 – R1 – VD1 – М. Включившись, реле К4-К8 своими контактами в схемах узлов коммутации 1 и 2 подключают блоки ТУ16М, ТС32М к блоку Ц32М2, к модему 1 подключается компьютер Б. Контактами реле К3 блок розеток переключается на ИБП2. Для сокращения записи цепей в дальнейшем вместо словосочетаний «фронтовой контакт реле К1», «тыловой контакт реле К2» и т. п. будем употреблять «фронтовой К1», «тыловой К2» и т. п.

При выходе из строя одного из блоков сопряжения осуществляется автоматическое переключение на работоспособный блок Ц32М, а неисправный блок заменяется.

Оператор линейного комплекта имеет возможность вручную или программно подключить блоки ТУ/ТС к любому из блоков Ц32М. Ручное управление осуществляется при помощи кнопки переключения К1/К2, программное – путем закрытия (открытия) полевых транзисторов в блоках Ц32М1 и Ц32М2. Например, при исправной работе обоих блоков Ц32М программное закрытие

транзистора VT1 (VT2) приведет к обесточиванию реле К1(К2), что вызовет переключение блоков ТУ/ТС на блок Ц32М2, подключение компьютеров Б к модему 1, подключение блока розеток к ИБП2.

В случае неисправности полевого транзистора VT1, подключенного к исправному блоку Ц32М1, произойдет автоматическое переключение блоков ТУ/ТС на блок Ц32М2.

Для подключения блоков ТУ, ТС обратно к блоку Ц32М1 оператор может или программно закрыть транзистор VT2 блока Ц32М2, или нажать кнопку переключателя К1/К2.

Узел коммутации 1 (рисунок 3.9), включающий в себя реле К6, К7, К8, предназначен для подключения блоков ТУ/ТС к одному из блоков Ц32М. Переключение может быть вызвано неисправностью подключенного блока Ц32М1 либо действиями оператора линейного комплекта. Переключение осуществляется контактами реле К6, К7, К8. Если обмотки реле К6, К7, К8 обесточены, то блоки ТУ/ТС подключены к блоку Ц32М2, включение реле К6, К7, К8 приведет к подключению блока Ц32М1.

Узел коммутации 2 (см. рисунок 3.9) предназначен для подключения к модему 1 того компьютера, к которому подключено и используется на данный момент устройство сопряжения Ц32М. Переключение осуществляется с помощью контактов реле К4. Если реле К4 обесточено, то к модему 1 подключен компьютер А, включение реле К4 приведет к подключению компьютера Б.

Подключение узла коммутации 2 к компьютеру и модему выполнено при помощи интерфейсного кабеля DB9M/DB25F. Для передачи информации используется интерфейс RS-232.

В данном макете передача информации по основному каналу осуществляется с применением модемов, по резервному – без.

На компьютере линейного комплекта установлено программное обеспечение, выполняющее следующие функции:

– обмен информацией с ЦП;

– обмен информацией с соседними ЛП;

– обработка таблиц телесигнализации и телеуправления;

– формирование пакета данных ТУ (для ЭЦР, при МПЦ просто отправляются данные без Ц32 и блоков ТУ);

– прием пакета данных ТС (для ЭЦР, при МПЦ просто принимаются данные без Ц32 и блоков ТС);

– управление работой блока Ц32М (для релейной ЭЦ);

– выполнение логических зависимостей ЭЦ (для макета).

Узел коммутации 3 (рисунок 3.10) предназначен для подключения к каналу связи того компьютера, к которому подключен использующийся на данный момент блок сопряжения Ц32М. Переключение осуществляется с помощью контактов реле К5. Если реле К5 обесточено, то к модему 2 подключен компьютер А, включение реле К5 приведет к подключению компьютера Б.

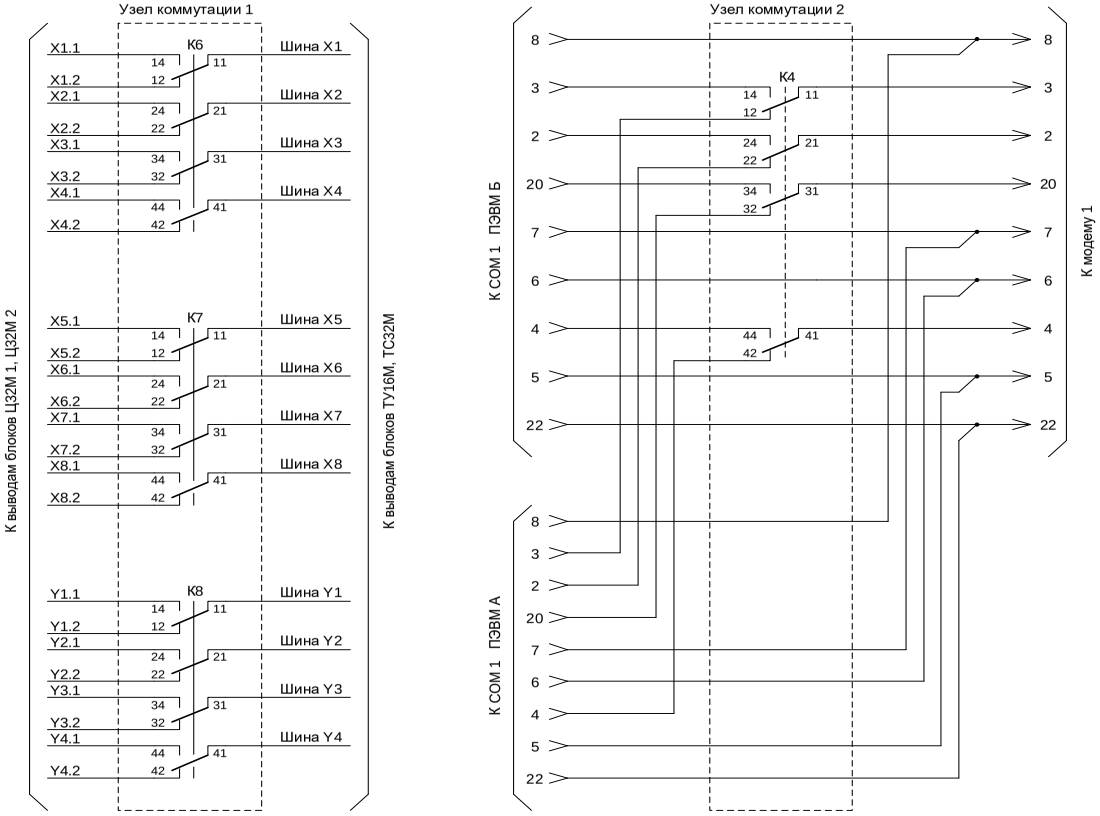


Рисунок 3.9 – Узел коммутации 1 и 2

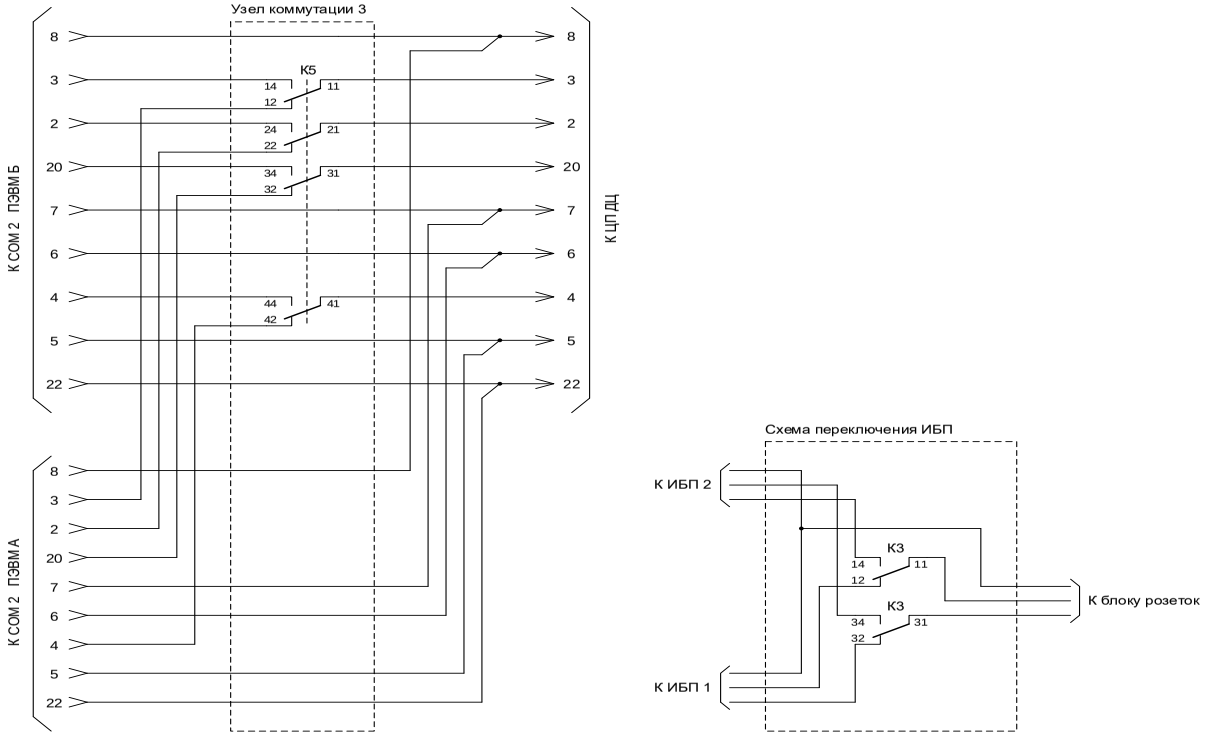


Рисунок 3.10 – Узел коммутации 3

При исправном состоянии аппаратуры линейного комплекта компьютер А, принимая информацию ТС с блока Ц32М1, сразу же передает ее на компьютер Б и после обработки на центральный пост. Таким образом, на обеих компьютерах содержится актуальная информация о состоянии контролируемых объектов. Данная особенность позволяет производить смену комплектов без нарушения работоспособности системы.

Электропитание блоков ТУ, ТС осуществляется от источника питания с постоянным напряжением 24 В. Для защиты по току в схеме предусмотрены предохранители FU1 и FU2. Для облегчения монтажных работ и создания надежного электрического соединения между проводами различного диаметра применены разъемы WAGO. Разъем представляет собой безвинтовой пружинный клеммный соединитель, обеспечивающий высококачественное необслуживаемое соединение.

Схема переключения ИБП (рисунок 3.11) предназначена для подключения блока розеток к одному из двух ИБП. Схема переключения ИБП управляется схемой управления узлами коммутации. Переключение осуществляется контактами реле К3. Если реле выключено, то питание блока розеток осуществляется от ИБП 1, в противном случае – от ИБП 2. Источник бесперебойного питания представляет собой преобразователь напряжения 220/24 В, типа ИБП APC Smart-UPS 1500 USB & Serial RM 2U (SUA1500RMI2U).

3.2 Схемы имитации напольных устройств ЭЦ станции лабораторного макета

Для работы устройств автоматики и телемеханики станции Ловча ЛК ДЦ «Неман» разработаны схемы имитации напольных устройств ЭЦ.

Схемы имитации управления светофорами

Входной светофор.

В схеме управления огнями входного светофора (рисунок 3.11) использованы реле:

ЧС – постовое сигнальное реле приема (обеспечивает двухполюсное размыкание разрешающего огня);

Чз1ЖО, Ч2ЖО – огневые реле, контролирующие фактическое горение соответствующих огней;

ЧзС, ЧЖС, ЧКО, ЧЛО – сигнальные реле, обеспечивающие включение на светофоре сигнальных показаний, соответствующих установленному маршруту;

МГПС, МГ1ЖО – реле, обеспечивающие режим мигания;

ЧПС – включение пригласительного огня; пм – полюс мигания.

Диод VD1 обеспечивает замедление на отпускание якоря реле Чз1ЖО.

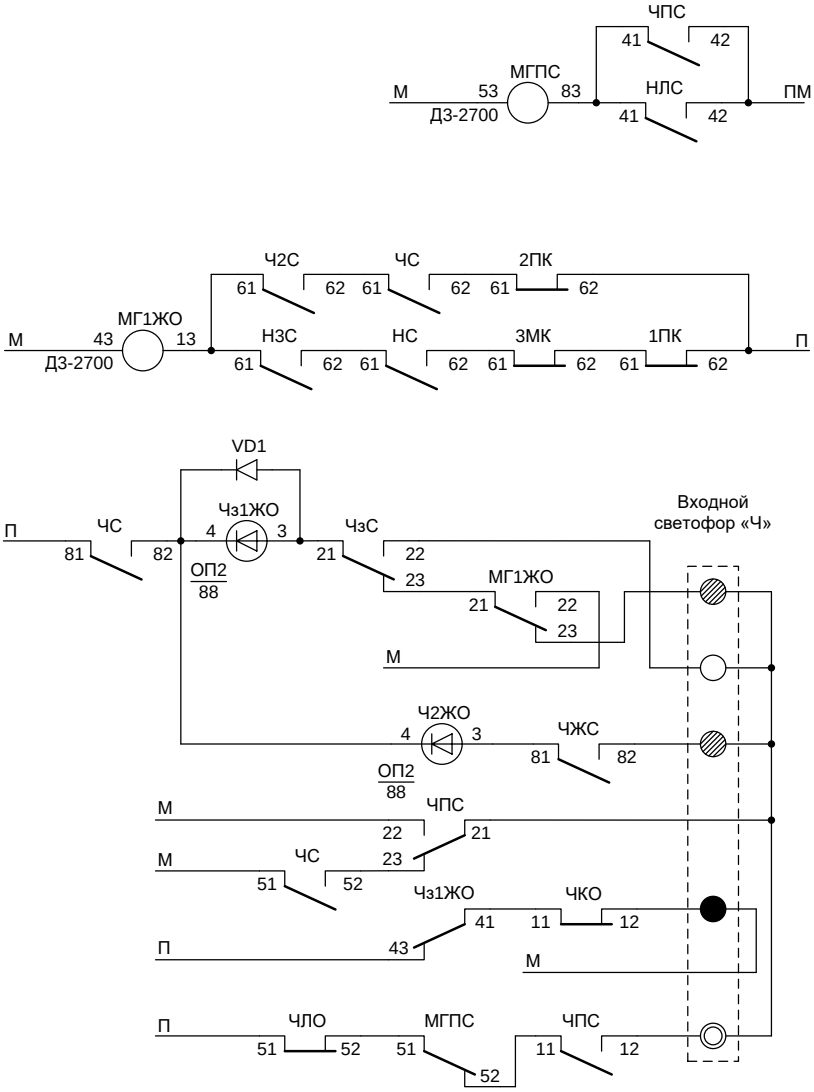


Рисунок 3.11 – Схема имитации работы входного светофора

Реле МГ1ЖО включается с проверкой следующих условий: стрелка 1 находится в плюсовом положении, стрелка 3 находится в минусовом положении, на светофорах Н и Н3 горят разрешающие сигнальные показания;

или стрелка 2 находится в плюсовом положении, на светофорах Ч и Ч2 горят разрешающие сигнальные показания.

Реле МГПС становится под ток при включении реле ЧПС или (и) НПС.

На входном светофоре возможны 7 сигнальных показаний: красный, красный и лунно-белый мигающий, желтый, желтый мигающий, два желтых, два желтых из них верхний мигающий, зеленый.

Красный огонь включается с проверкой отсутствия разрешающих показаний на входном светофоре реле Чз1ЖО по цепи: П – тыловой Ч31ЖО – фронтовой ЧКО – лампа красного огня – М.

Пригласительный сигнал включается по цепи: П – фронтовой ЧЛО – тыловой МГПС – фронтовой ЧПС – лампа лунно-белого огня – фронтовой ЧПС – М. Реле МГПС обеспечивает мигание лунно-белого огня.

Желтый огонь включается по цепи: П – фронтовой ЧС – обмотка Чз1ЖО – тыловой ЧзС – тыловой МГ1ЖО – лампа желтого огня – тыловой ЧПС – фронтовой ЧС – М.

Включение второго желтого огня осуществляется по цепи:

П – фронтовой ЧС – обмотка Ч2ЖО – фронтовой ЧЖС – лампа желтого огня – тыловой ЧПС – фронтовой ЧС – М.

Реле МГ1ЖО обеспечивает мигание желтого огня.

Выходной светофор.

В схеме управления огнями выходного светофора (рисунок 3.12) использованы реле:

Ч1О – имитация перегорания нити лампы горящего огня;

Ч1С, Ч1ЛС, Ч1МС – сигнальные реле, обеспечивающие включение на светофоре сигнальных показаний, соответствующих установленному маршруту.

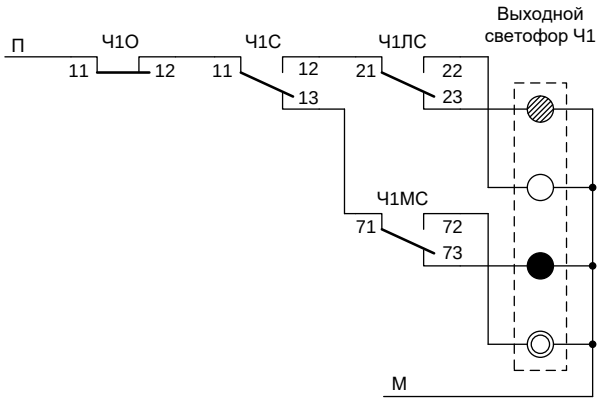


Рисунок 3.12 – Схема имитации работы выходного светофора

Маневровый светофор.

В схеме управления огнями маневрового светофора (рисунок 3.13) использованы реле:

М1О – имитация перегорания нити лампы горящего огня;

М1С – сигнальное реле, обеспечивающее включение на светофоре сигнального показания, разрешающего или запрещающего маневровые передвижения.

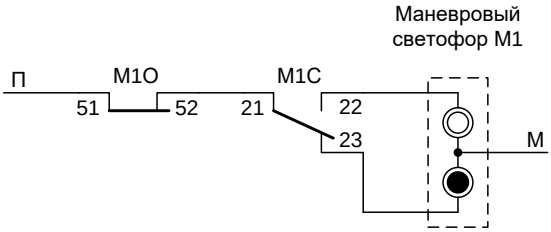


Рисунок 3.13 – Схема имитации работы маневрового светофора

Схема имитации перевода стрелок

Схема перевода стрелок (рисунок 3.14) имитирует стрелочный привод и позволяет производить имитацию перевода стрелки с получением контроля положения остряков стрелки, а также производить имитацию взреза стрелки. Перевод стрелки осуществляется по команде с АРМ ДНЦ.

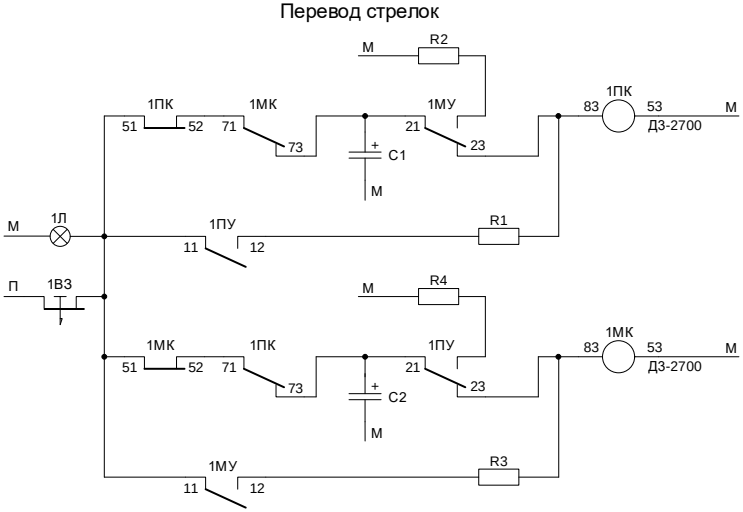


Рисунок 3.14 – Схема имитации перевода стрелок

1ПК, 1МК – реле контроля положения остряков стрелки;

1ПУ, 1МУ – управляющие реле;

С1, С2 – конденсаторы, предназначены для обеспечения замедления на срабатывание реле 1ПК, 1МК;

R1–R4 – резисторы, предназначены для ускорения разряда конденсаторов;

1Л – лампа, в погашенном состоянии сигнализирует о потере контроля (взрезе) стрелки.

Допустим, что стрелка 1 находится в плюсовом положении, тогда реле 1ПК находится под током, реле 1МК обесточено. При переводе стрелки, по команде ДНЦ, под ток кратковременно становится реле 1МУ. Контактами реле 1МУ подается питание на обмотку реле 1МК и разрывается цепь питания реле 1ПК. Выключившись, реле 1ПК создает цепь блокировки 1МК: П – кнопка 1ВЗ – фронтовой 1МК – тыловой 1ПК – тыловой 1ПУ – обмотка реле 1МК – М. С включением реле 1МК стрелка получает минусовой контроль. Конденсаторы С1 и С2 предназначены для обеспечения замедления на срабатывание реле 1ПК и 1МК.

Для имитации взреза стрелки необходимо нажать кнопку 1ВЗ. Нажатие кнопки приведет к обесточиванию реле, находившегося под током. Выключение реле 1ПК и 1МК имитирует потерю контроля стрелки. Для восстановления контроля необходимо повторно нажать кнопку 1ВЗ и получить от ДНЦ команду на перевод стрелки в одно из положений.

Для индикации наличия или отсутствия контроля положения остряков стрелки служит лампа 1Л. Горение лампы показывает наличие контроля положения остряков стрелки.

Схемы имитации смены направления движения

Ряд команд телеуправления, связанных с управлением устройствами в условиях нарушения нормальной работы устройств СЦБ, относится к категории ответственных приказов, и порядок их набора и посылки имеет особенности, направленные на обеспечение безопасности движения.

В ДЦ «Неман» к ответственным командам относятся следующие.

Искусственное размыкание маршрутов – используется для размыкания маршрутов стрелочных и бесстрелочных секций, если маршрут не разомкнулся автоматически после прохода подвижных единиц.

Аварийный перевод стрелок – используется для перевода стрелок при ложной занятости стрелочной секции.

Аварийная смена направления на перегоне – используется для смены направления при ложной занятости перегона или неисправности схемы смены направления на перегоне, оборудованном двухсторонней автоблокировкой.

Передачу ответственных приказов предусматривают с целью повышения эксплуатационной эффективности устройств ДЦ, улучшения условий оперативной деятельности поездных и маневровых диспетчеров, а также

повышения пропускной способности перегонов и станций участков железной дороги при повреждениях перегонных или станционных рельсовых цепей.

Перед посылкой ответственного приказа поездной диспетчер должен всеми имеющимися в распоряжении средствами (путем переговоров по радиосвязи с машинистами поездов, по сообщению дежурных по переездам, чистильщиков стрелок, дежурных по станциям на автономном или резервном управлении и других должностных лиц) выяснить фактическую ситуацию на участке и совместно с дежурным по отделению принять решение о необходимости посылки ответственной команды, оформив это действие соответствующей записью в журнале.

Схема реализации ответственных команд предусматривает выполнение двух условий:

– возможность реализации в данный момент времени только одного ответственного приказа;

– контроль времени (20 с) между реализацией первой и второй частей команды (реле ВВО).

Реализация ответственных приказов организована подачей с центрального поста на линейный пункт двух команд: предварительной и команды на исполнение.

В лабораторном макете реализована одна из ответственных команд включения вспомогательного режима аварийной смены направления движения на перегоне, оборудованном двухсторонней автоблокировкой.

Допустим, четная горловина станции стоит в положении на прием (рисунок 3.15) тогда для разворота горловины станции в положение на отправление ДНЦ посылает команду смены направления движения. Кратковременно под ток становится реле СНЧ. Своими контактами реле СНЧ включает реле НПО. Разомкнув свои общий и тыловой контакты реле НПО обесточивает реле ЧПО. Обесточившись, реле ЧПО замыкает цепь самоблокировки реле НПО: П – фронтовой НПО – тыловой ЧПО – обмотка реле НПО – М. Четная горловина станции стала в положение на отправление. Для новой смены направления движения необходимо нажать кнопку СНН соседней станции.

Смена направления движения происходит с контролем свободности участков приближения. Свободность или занятость участков приближения в четной горловине контролируют реле Ч1ПУ, Ч2ПУ, в нечетной – Н1ПУ, Н2ПУ. При занятом участке приближения соответствующей горловины под током находятся реле ЧКПК, НКПК. При свободном участке приближения соответствующей горловины под током находятся реле ЧКПБ, НКПБ.

В случае ложной занятости участков приближения предусмотрена аварийная смена направления движения. При этом кроме команды на аварийную смену направления движения от ДНЦ станции, стоящей на прием, требуется подтверждение со станции, стоящей на отправление.

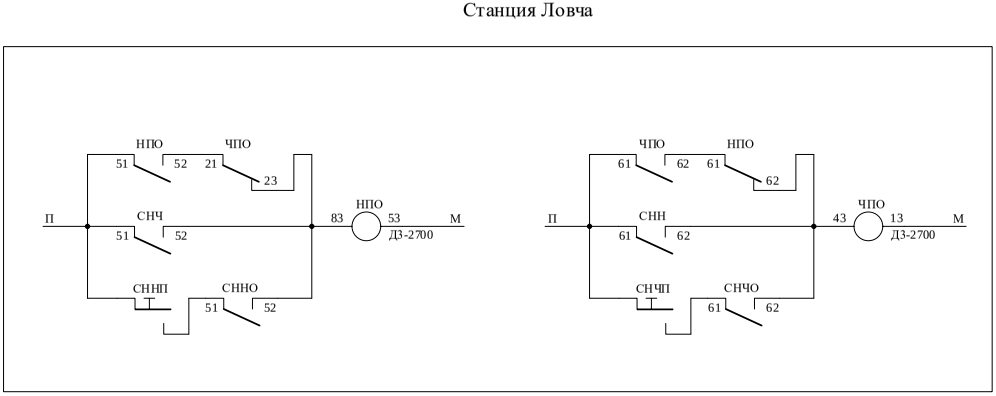


Рисунок 3.15 – Схема имитации смены направления движения

Допустим, четная горловина станции Ловча стоит в положении на прием и ложно занят участок приближения. Тогда для разворота горловины станции в положение на отправление ДНЦ посылает команду аварийной смены направления движения, под ток становится реле СННО. Дежурный соседней станции должен подтвердить эту команду, нажав кнопку СННП. Под ток становится реле НПО, дальше схемы работают аналогично нормальной смене направления движения (рисунок 3.16)

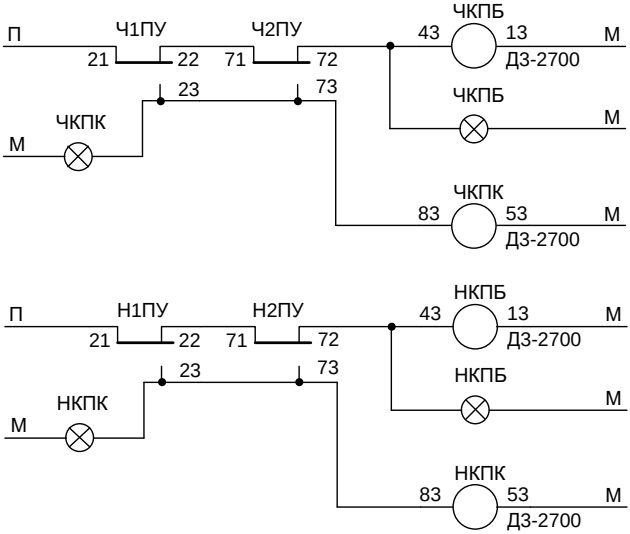


Рисунок 3.16 – Схема имитации контроля свободности/занятости участка приближения/удаления

Схема имитации работы переезда

Железнодорожным переездом называется место пересечения в одном уровне железной и автомобильной дорог.

В схемах имитации устройств переезда (рисунок 3.17) использованы реле:

ИПз – реле автоматического управления переездом (закрытие/открытие) системой МПЦ;

ИП – реле, имитирующее открытое (закрытое) состояние переезда (реле обесточено – переезд открыт, реле под током – переезд закрыт);

ИСП – реле, контролирующее исправность переезда;

зП – реле закрытия переезда ДНЦ;

ОзП – реле открытия переезда ДНЦ;

ПО – реле имитации предварительного отказа;

ОО – реле имитации опасного отказа.

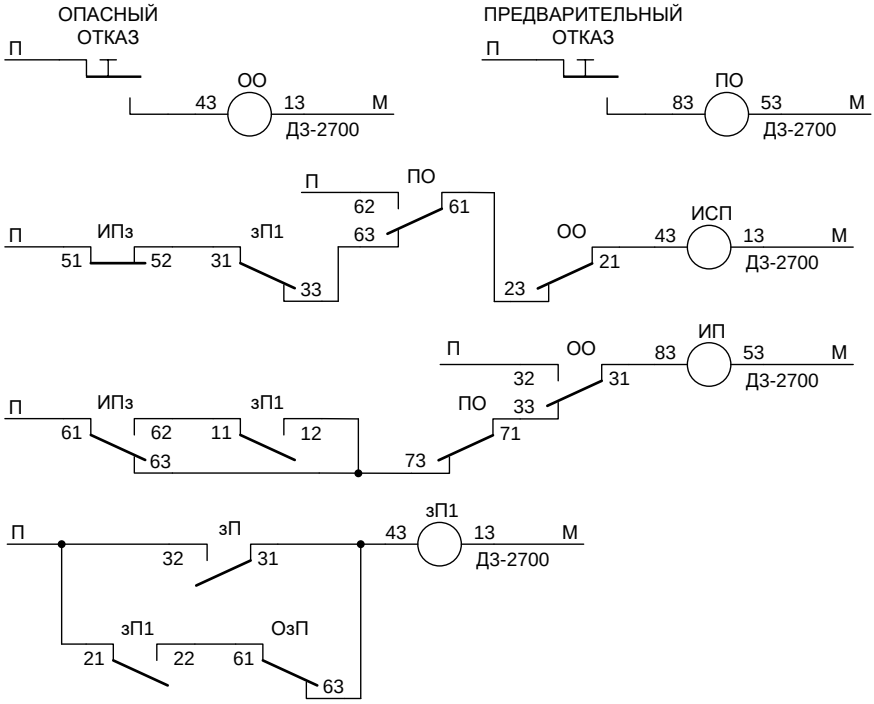


Рисунок 3.17 – Схема имитации работы устройств переезда

Предварительным называется отказ, приводящий к ухудшению условий безопасности. К предварительным отказам относятся перегорание одной лампы на переездном светофоре, отсутствие переменного напряжения.

Опасным называется отказ, приводящий к нарушению условий безопасности. К опасным отказам относятся: перегорание двух ламп на одном переездном светофоре, отсутствие мигания.

При включении МПЦ происходит проверка работоспособности устройств переезда. При этом выключается реле ИПз, что приводит к выключению реле ИСП, включению реле ИП и закрытию переезда. Через 5 секунд на обмотку реле ИПз подается напряжение и переезд открывается.

При поступлении команды ДНЦ на закрытие переезда получает питание реле зП. Включившись, реле зП своими контактами создает цепь питания реле зП1. Став под ток реле зП1 создает цепь самоблокировки: П – фронтовой зП1 – тыловой ОзП – обмотка зП1 – М. Реле зП1 создает цепь питания реле ИП: П – фронтовой ИПз – фронтовой зП1 – тыловой ПО –

тыловой ОО – обмотка реле ИП – М. Контактами реле зП1 обесточивается обмотка реле ИСП. Переезд закрывается.

При поступлении команды ДНЦ на открытие переезда контактами реле ОзП обрывается цепь самоблокировки реле зП1. Реле ИСП получает питание по цепи: П – фронтовой Ипз – тыловой зП1 – тыловой ПО – тыловой ОО – обмотка реле ИСП – М. Контактами реле зП1 обесточивается обмотка реле ИП. Переезд открывается.

При работе в автоматическом режиме, после получения сигнала извещения о приближении поезда и выдержки времени, обесточивается реле ИПз, что приводит к выключению реле ИСП, включению реле ИП и закрытию переезда. После освобождения поездом переезда и выдержки времени реле ИПз получит питание. Включится реле ИСП, выключится реле ИП и переезд откроется.

При имитации предварительного отказа нажатие кнопки ПО приведет к выключению реле ИП и подключению обмотки реле ИСП к полюсу мигания.

При имитации опасного отказа нажатие кнопки ОО приведет к подключению обмотки реле ИП к полюсу мигания и выключению реле ИСП.

Подключение обмоток реле ИП и ИСП, в случае отказа, к полюсу мигания позволяет ДНЦ определить наличие и тип отказа.

Оборудование и приборы

Аппаратура ЛК ДЦ «Неман» с имитацией работы ЭЦ станции Ловча.

Требуется: изучить основные принципы построения и работу аппаратуры ЛК ДЦ «Неман».

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

3 Выполнить исследование работы аппаратуры ЛК.

4 Сделать вывод о работе аппаратуры ЛК.

Включение макета.

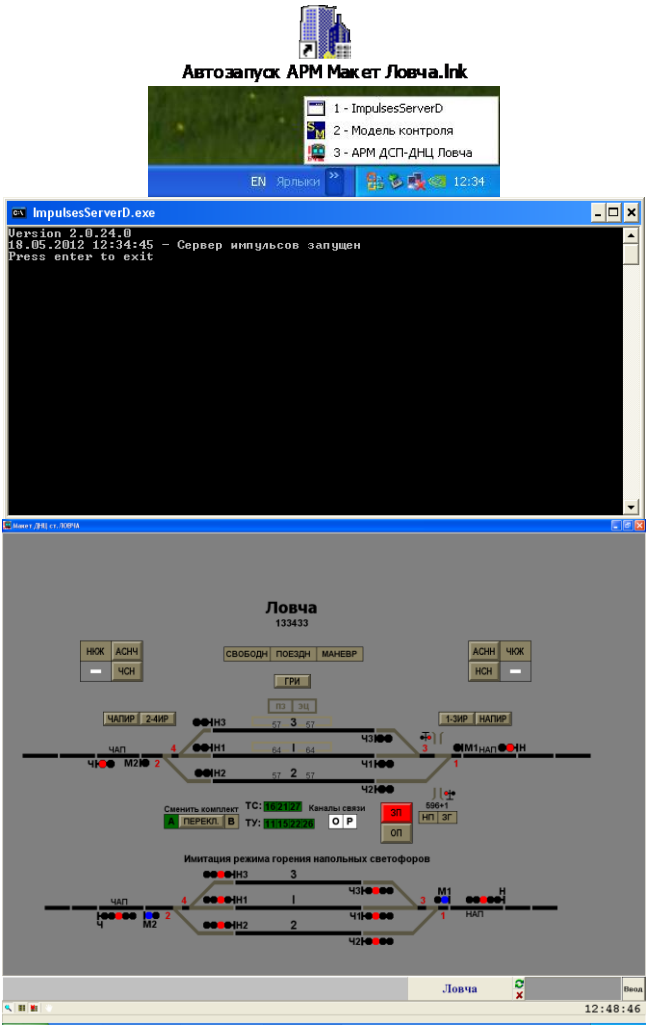
1 Вставить вилку сетевого фильтра в розетку.

2 Включить ИБП, нажав 1 на обоих, дождаться окончания тестирования (должны загореться и погаснуть желтые светодиоды на лицевых панелях обоих ИБП).

3 Запустить компьютер АРМ ДНЦ.

4 Вставить вилку макета в розетку.

5 Из трея последовательно запустить программы сервера импульсов, модели контроля, АРМ ДНЦ:



Выключение макета.

1 Закрыть запущенные программы.

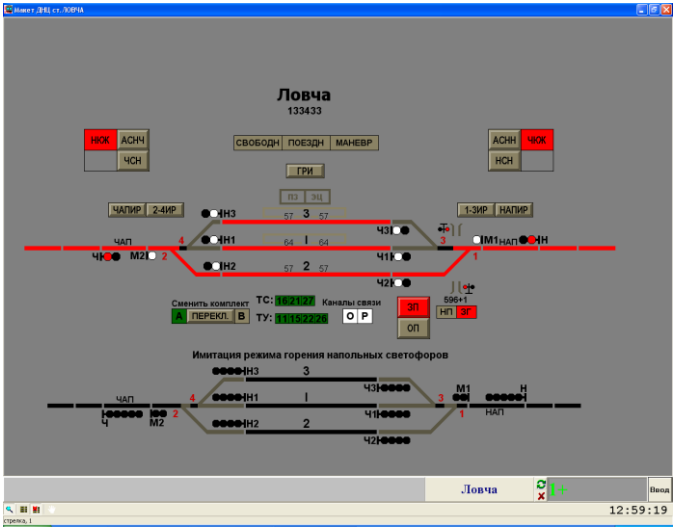
2 Выключить компьютер АРМ ДНЦ средствами Windows.

3 Выключить компьютер ЛК кратковременным нажатием кнопки включения.

4 Выключить ИБП, нажав кнопку 0 на обоих.

5 Вынуть из розетки вилку сетевого фильтра.

При отключении питания стенда макета на АРМ ДНЦ отобразится следующая ситуация:

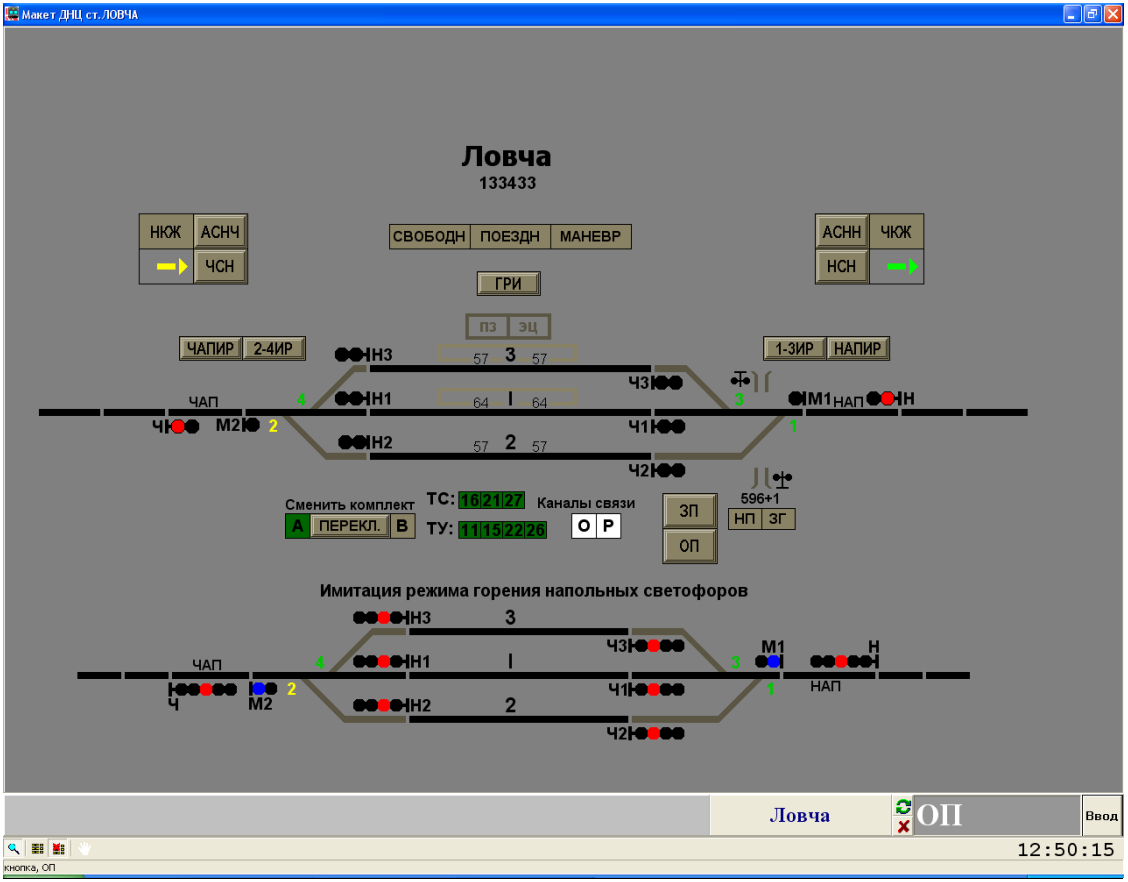


Для восстановления работоспособности макета необходимо возобновить подачу питания, произвести искусственную разделку замкнутых, на момент отключения питания, в маршруте секций, восстановить контроль стрелок.

На рабочем столе АРМ ДНЦ представлены два схематических плана станции Ловча в однониточном изображении, указатели направления движения на перегонах, кнопки выбора команд смены направления движения, индикаторы наличия ключа-жезла, кнопки выбора команд искусственной разделки, индикаторы типа отменяемого маршрута, индикаторы состояния узлов линейного комплекта ДЦ, индикатор контроля канала связи, кнопки выбора команд управления переездом, индикаторы состояния переезда, панель управления.

Панель управления содержит название отображаемой станции, поле ввода команд, кнопку подтверждения команды «Ввод», кнопку обновления команды , кнопку очистки поля ввода команд , отображает информацию о текущем времени и последнем выбранном объекте управления. Панель управления позволяет увеличивать отдельные участки станции , переходить от отображения диспетчерского участка к отдельной станции:




Макет ДНЦ ст. ЛОВЧА
Ловча
133433
НКЖ
АСНЧ
ЧСН
СВОБОДН
ПОЕЗДН
МАНЕВР
ГРИ
АСНН
ЧКЖ
НСН
ПЗ
ЭЦ
ЧАПИР
2-4ИР
1-3ИР
НАПИР
Н3
Н1
Н2
3
I
2
57
64
ЧАП
М2
Ч
Ч3
Ч1
Ч2
М1
НАП
Н
Сменить комплект
А
ПЕРЕКЛ.
В
ТС: 16 21 27
ТУ: 11 15 22 26
Каналы связи
О
Р
ЗП
ОП
596+1
НП
ЗГ
Имитация режима горения напольных светофоров
Ловча
ОП
Ввод
12:50:15
кнопка, ОП

Ввод команд управления возможен как с клавиатуры, так и из выпадающего меню объекта управления или кнопки выбора команд. Для выбора команды нужно кликнуть правой кнопкой мыши на объекте управления или кнопке, и в выпадающем меню левой кнопкой мыши выбрать необходимую команду. Выбранная команда отображается в поле ввода зеленым цветом. Для отправки команды на исполнение необходимо нажать левой кнопкой мыши на кнопку Ввод или клавишу Enter. Отправленная команда отображается белым цветом. Если необходимо повторить команду, то можно или выполнить описанные выше действия еще раз, или нажать кнопку обновления команды и отправить ее на исполнение, нажав Ввод. На исполнение не отправляется команда, отраженная в поле ввода белым цветом.

Очистить поле ввода можно кнопкой  или с клавиатуры. При отправке на исполнение ответственной команды появится диалоговое окно с запросом о подтверждении. Для подтверждения команды необходимо в течение 20 секунд набрать с клавиатуры слово ДА и нажать Enter.

Верхний схематический план станции представляет собой типичный АРМ ДНЦ участка. Отличается только тем, что на данном АРМе отображена одна единственная станция. Данный АРМ может использоваться и для управления станцией от ДСП.

Нижний схематический план станции предназначен для имитации отображения текущего состояния напольных устройств. На плане станции серым цветом секций показаны железнодорожные пути, черным – установленные маршруты, зеленым – установленные и замкнутые поездные маршруты, белым – установленные и замкнутые маневровые маршруты, красным – занятые секции. Приемоотправочные пути обозначены: главный путь – римской цифрой I, второстепенные – арабскими цифрами 2 и 3. Все пути станции являются обезличенными. Для каждого приемоотправочного пути указано максимально возможное количество принимаемых вагонов. Сквозной пропуск поездов в четном направлении возможен по I и II пути, в нечетном – по I и III.

Стрелки нечетной горловины станции обозначены номерами 1 и 3, четной – 2 и 4. Состояние стрелки определяется цветом ее номера. При плюсовом положении стрелки ее номер отображается зеленым цветом, при минусовом – желтым. Потеря контроля (взрез) стрелки отображается красным цветом. Если стрелка выключена из управления, то вокруг ее номера отображается красный квадрат. Красным цветом номер стрелки отображается до получения первой команды после включения макета.

Для управления стрелкой необходимо (нажать) правой кнопкой мыши на ее номере и в выпадающем меню выбрать нужную команду.

Для стрелки доступны команды:

– перевод стрелки в плюс;

– перевод стрелки в минус;

– выключение стрелки из управления (включение управления);

– вспомогательный перевод стрелки в плюс;

– вспомогательный перевод стрелки в минус:

стрелка - 1	
1+	перевод стрелки 1 в плюс
1-	перевод стрелки 1 в минус
1.вык	выключение стрелки из управления (включение управления)
1.в+	вспомогательный перевод 1 стрелки в плюс
1.в-	вспомогательный перевод 1 стрелки в минус

Светофоры на верхнем плане станции показаны условно и предназначены для управления напольными светофорами. На них отображается упрощенная информация о текущем показании светофора (разрешающее/запрещающее сигнальное показание). Сигнальные показания светофоров на нижнем плане станции соответствуют показаниям напольных светофоров.

Для управления показаниями светофора или установки (отмены) маршрута необходимо кликнуть по нему правой кнопкой мыши, и в выпадающем меню выбрать необходимую команду.

Для входных светофоров доступны команды:

входной - Н	
Н`Ч1	прием на 1 путь
Н`Ч2	прием на 2 путь
Н`Ч3	прием на 3 путь
Н-	отмена поездного маршрута
НПС	включение пригласительного сигнала
НПС-	выключение пригласительного сигнала

Для выходных светофоров доступны команды:

выходной - Ч1	
Ч1`Н	отправление с 1 пути
Ч1М`М1	маневровый маршрут
Ч1-	отмена маршрута

Для маневровых светофоров доступны команды:

маневровый - М1	
М1`Ч1М	маневровый маршрут
М1`Ч2М	маневровый маршрут
М1`Ч3М	маневровый маршрут
М1-	отмена маневрового маршрута

Для переездных светофоров предусмотрены три сигнальных показания: красный – переезд закрыт, желтый – переезд открыт ЭЦ, черный – переезд открыт ДНЦ.

Для закрытия и открытия переезда с АРМ ДНЦ служат кнопки выбора команд ЗП и ОП соответственно.

Для отображения наличия неисправностей переезда служат следующие индикаторы:

НП – предварительный отказ;

АП – опасный отказ;

ЗГ – неисправность заградительных светофоров со стороны пути.

Индикаторы состояния узлов линейного комплекта ДЦ показывают, какой из комплектов подключен в настоящий момент, номера подключенных блоков ТУ и ТС. Зеленый цвет ячейки с номером блока ТУ или ТС показывает, что блок подключен и исправен. Красный цвет ячейки указывает на наличие неполадки. Кнопка выбора команды смены комплекта позволяет получить доступ к выпадающему меню с данной командой.

Сменить комплект можно вручную, нажав кнопку принудительного переключения комплектов.

Индикатор контроля канала связи отображает состояние основного (О) и резервного (Р) каналов связи. Белый цвет ячейки с соответствующей аббревиатурой показывает, что канал связи исправен, красный – свидетельствует о неисправности.

Кнопки выбора команд искусственной разделки (ИР) предназначены для получения доступа к выпадающему меню с командами выбора замкнутых секций пути и команде групповой искусственной разделки (ГРИ).

Возможно проведение групповой искусственной разделки как одной, так и нескольких секций одновременно. Для выполнения искусственной разделки необходимо выбрать команду ИР нужной секции, подтвердить ее, нажав Ввод. Выбранная секция и кнопка выбора команды ГРИ начнут мигать:



Аналогично выбираются остальные секции. Далее необходимо выбрать команду ГРИ. Команда ГРИ является ответственной, поэтому после отправки ее на выполнение появится диалоговое окно с запросом о подтверждении действий ДНЦ. В появившемся окне в течение 20 секунд необходимо ввести с клавиатуры слово ДА и нажать Ввод. Кнопка выбора ГРИ перестанет мигать и будет отображаться красным цветом до окончания искусственной разделки. Время разделки сокращено до 20 с.

Индикаторы типа отменяемого маршрута служат для отображения информации о типе отменяемого маршрута (поездной, маневровый, со свободным участком приближения), время отмены маршрута зависит от типа маршрута.

Направление движения на перегоне показано цветом стрелок и их направлением. Зеленым цветом стрелки показано положение горловины станции на отправление, желтым – на прием. Если на перегоне есть подвижная единица, то стрелка отображается красным цветом.

Наличие ключа-жезла обозначается серым цветом индикаторов НКЖ и ЧКЖ для четной и нечетной горловин станции соответственно, отсутствие – красным.

Направление движения может быть изменено вручную (с АРМ ДНЦ) или автоматически (ЭЦ).

Инициатором смены направления движения является станция, стоящая в положении на прием. Для нормальной смены направления движения используются команды кнопок выбора ЧСН и НСН, при отправлении перегон разворачивается автоматически.

Инициатором аварийной смены направления движения в данном макете является станция Ловча. Для аварийной смены направления движения в выпадающем меню кнопки выбора команд АСНЧ или АСНН выбирается команда, переводящая горловину станции в нужное положение. Смена направления движения произойдет только после подтверждения, полученного с соседней станции. Для этого на табло макета предусмотрены кнопки СНЧО, СНЧП, СННО, СННП. Например, если четная горловина станции Ловча установлена в положение на отправление, то для осуществления аварийной смены направления движения необходимо использовать команду из выпадающего меню кнопки АСНЧ, СНЧП. После этого на табло макета необходимо нажать кнопку СНЧО соседней станции.

Кнопки на стативе. Для имитации изменения состояния напольных объектов станции на табло макета установлены следующие кнопки: ЧКО, НКО – имитация перегорания нитей ламп красного огня входных светофоров; ЧЛО, НЛО – имитация перегорания нитей ламп лунно-белого огня входных светофоров; Н1О, Н2О, Н3О, М1О, М2О, Ч1О, Ч2О, Ч3О – имитация перегорания нити лампы текущего сигнального показания; НКЖ, ЧКЖ – имитация отсутствия ключа-жезла; ЧАП, НАП – имитация занятости

бесстрелочного участка пути; 2-4СП, 1-3СП, 1П, 2П, 3П – имитация занятости участка пути; Н1ПУ, Н2ПУ, Ч1ПУ, Ч2ПУ – имитация занятости участков приближения; 1, 2, 3, 4 – имитация потери контроля (взреза) стрелки; ПО – имитация предварительного отказа; ОО – имитация опасного отказа; зГ – имитация отказа заградительных светофоров; СНН, СНЧ – смена направления движения; СНЧО, СННП, СННО, СНЧП – аварийная смена направления движения (смена направления (нечетное/четное), (прием/отправление); РУ – резервное управление.

4 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ Ц32

4.1 Сведения из теории

Устройство сопряжения Ц32 предназначено для работы в составе комплекта линейной аппаратуры и является промежуточным устройством между компьютером и блоками ТУ и ТС (рисунок 4.1). Устройство Ц32 позволяет подключить к компьютеру до 32 блоков ТУ и ТС, организованных в виде матрицы 4×8, количество и соотношение которых определяется проектом для каждой станции. В процессе работы устройство сопряжения позволяет подключить к компьютеру одновременно группу, состоящую максимально из восьми блоков ТУ и ТС, количество и соотношение которых также определяется проектом.

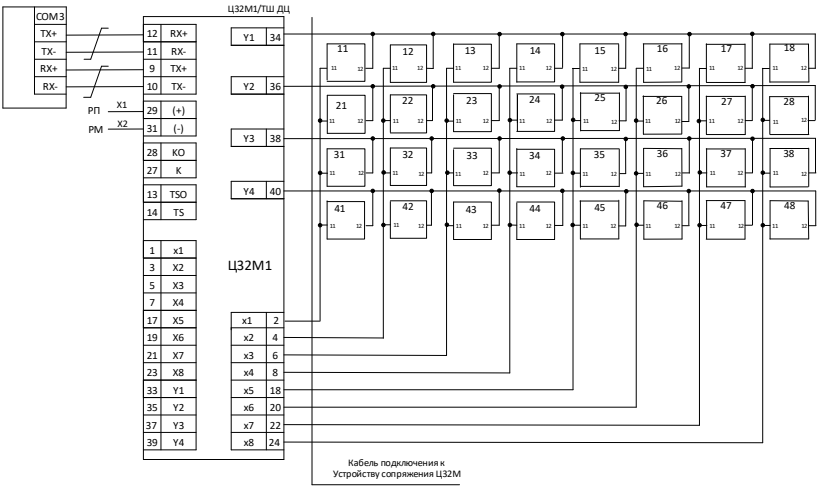


Рисунок 4.1 – Схема организации и подключения блоков ТУ/ТС к устройству Ц32

Подключение одной из четырех групп происходит поочередно от Y1 до Y4 (рисунок 4.2). Для того чтобы подключить к компьютеру одну группу, состоящую максимально из восьми блоков ТУ и ТС, устройству Ц32 необходимо подать на выбранную линию Y импульсный сигнал, состоящий из

10 импульсов (синхропакет), вместо постоянного высокого уровня. На остальные линии Y устанавливается постоянный высокий уровень сигнала. За время прохождения этого пакета устройство Ц32 производит считывание (для блоков ТС) и (или) передачу (для блоков ТУ) информации. Нужно отметить, что синхропакет состоит из десяти интервалов и десяти импульсов, которые в комбинации (один интервал и один импульс) создают десять импульсов синхротакта.

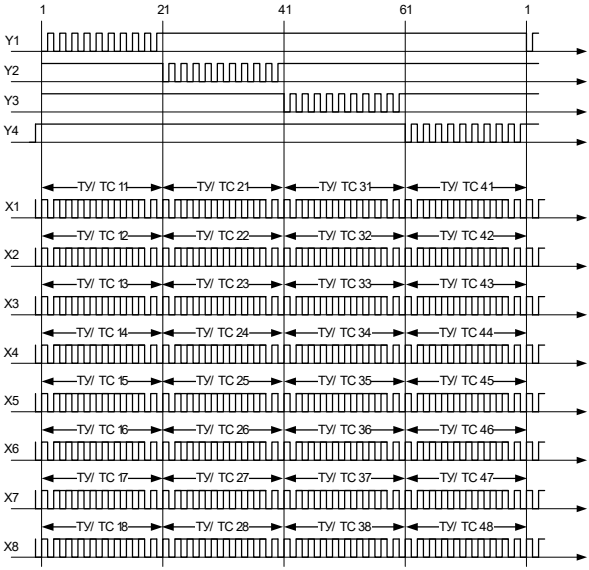


Рисунок 4.2 – Временная диаграмма обмена данными

Каждый из десяти синхротактов в синхропакете состоит из тактирующей части (синхронизация работы устройств) – логический «0» (интервал) и информационной части (в этот момент происходит обмен данными между устройством Ц32 и блоками ТУ и ТС, т. е. наличие полезной информации – логическая «1» (импульс).

Активированные блоки ТУ и ТС начинают по линиям X1–X8 производить одновременный обмен данными с устройством Ц32.

Если необходимо осуществить передачу данных в блок ТУ, то устройство Ц32 после тактирующей части (логический «0») устанавливает на выбранной линии Y логическую информационную «1», а на линии X уровень сигнала устанавливается в соответствии со значением передаваемого бита: низкий соответствует передаваемому логическому «0», высокий – «1».

Если же осуществляется прием данных от блока ТС, то устройство Ц32 после тактирующей части – логический «0» устанавливает на выбранной линии Y логическую информационную «1», а на линии X устанавливается низкий уровень сигнала «0». При этом передающее устройство (блок ТС) изменяет свое входное сопротивление линейного входа: низкое входное сопротивление (выбранные линии X и Y «закорочены») соответствует передаче «1», высокое сопротивление (выбранные линии X и Y разъединены) – «0».

Работу устройства Ц32 обеспечивают следующие функциональные узлы: дешифратор адреса DD3; регистры записи DD5, DD6; буфер считывания DD4; четыре однонаправленных усилительных передающих каскадов; восемь двунаправленных усилительных приемопередающих каскадов. (рисунок 4.3)

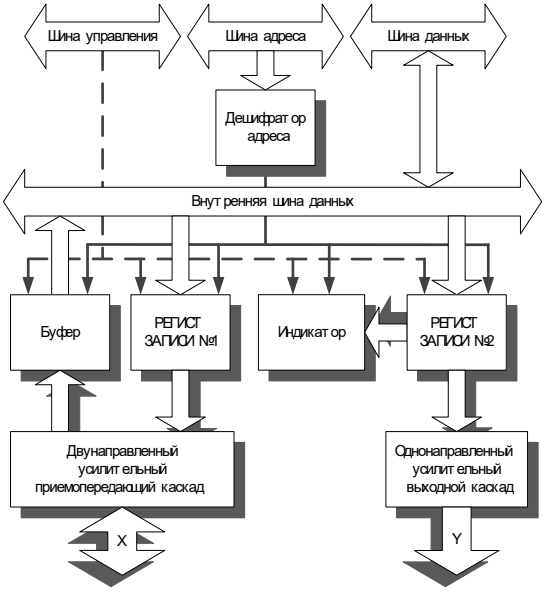


Рисунок 4.3 – Структурная схема блока Ц32

Рассмотрим процесс формирования импульсов на шине Y. Для этого на шину адреса подается адрес 03AF, а на шину данных выставляется код, выбирающий одну из линий Y1–Y4. В нашем случае код на шине данных будет таким, при котором будет выбрана линия Y1. Затем дешифратор адреса DD3, выполняющий функцию выбора регистров записи DD5 и DD6 и подключения буфера DD4, выбирает регистр записи DD6, установив на своем выходе D1 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные по выбору линии Y1 загружаются в регистр записи DD6, и по положительному перепаду тактового

импульса на входе WR регистра DD6 – управляющий сигнал «Запись» данные с выходов Q0–Q7 регистра DD6 поступают через инверторы на однонаправленные усилительные выходные каскады линий Y1–Y4. Для того чтобы выбрать линию Y1, регистр DD6 подаст на свой выход Q4 сигнал высокого уровня «1», а на остальные – низкого уровня «0». Затем после однонаправленного усилительного выходного каскада на линии Y1 установится сигнал низкого уровня «0», а на остальных линиях – высокого уровня «1».

Рассмотрим процесс формирования импульсов на линиях X1–X8. Пока на линии Y1 еще держится «0», на входную адресную шину выставляется адрес 03AE, а на шину данных подаются необходимые данные для работы с блоками ТУ и ТС, подключенными к линиям X1–X8. Дешифратор адреса DD3 для операций записи и чтения выбирает регистр записи DD5 и буфер DD4 соответственно, установив на своем выходе D0 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные загружаются в регистр DD5, и по положительному перепаду тактового импульса на входе WR регистра записи DD5 – управляющий сигнал «Запись» данные с выходов Q0–Q7 регистра DD5 поступят через инверторы на двунаправленные приемопередающие усилительные каскады линий X1–X8. Так как установленный на линии Y1 логический «0» соответствует тактирующей части синхротакта, на выходах Q0–Q7 регистра DD5 будут установлены логические «0», а после инверторов и двунаправленных приемопередающих усилительных каскадов на линиях X1–X8 появятся логические «1».

Затем происходит переполюсовка и на линии Y1 устанавливается логическая «1» – информационная часть синхротакта.

1 Если обслуживаемый абонент блок телесигнализации (ТС), то на X устанавливается логический «0» и Ц32 осуществляет считывание информации этого блока. Рассмотрим, как это происходит. На входную адресную шину подан адрес 03AE. Дешифратор адреса DD3 для операций записи и чтения выбирает регистр записи DD5 и буфер DD4 соответственно, установив на своем выходе D0 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные с входов D0–D7 буфера DD4, которые подключены к двунаправленным приемопередающим усилительным каскадам, загружаются в буфер DD4, и по тактовому импульсу на входе SEB (шина управления R) буфера DD4 – управляющий сигнал «Чтение» данные с выходов Q0–Q7 буфера DD4 поступят на шину данных компьютера. Если блоку ТС необходимо передать логическую «1», то управляющим воздействием процессора открывается транзистор оптрона DA1.2 блока ТС (рисунок 4.4).

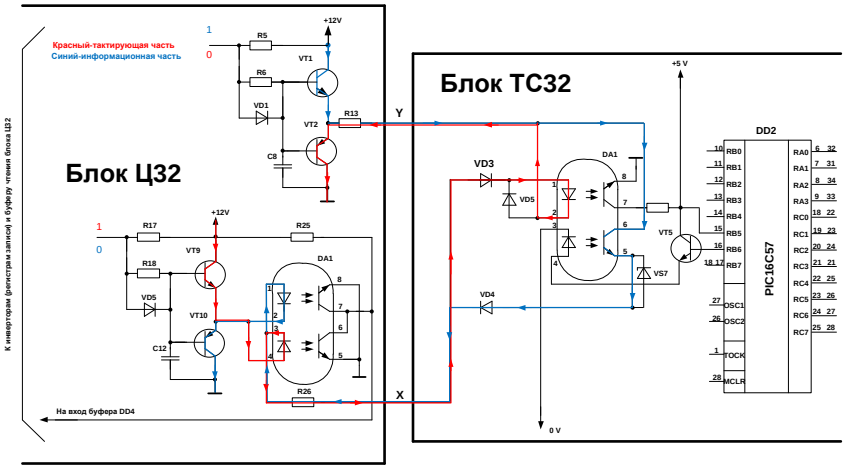


Рисунок 4.4 – Схема усилительного каскада устройства сопряжения Ц32 и блока ТС32

Это приведет к «закорачиванию» «информационной» цепи и открытию транзистора оптрона DA1 устройства Ц32. При этом питание +12 В через резистор R25 и транзистор оптрона DA1 будет подключено на землю. На входе D0 буфера DD4 будет низкий потенциал, который после передачи на компьютер будет расшифрован как логическая «1». Если блоку ТС необходимо передать логический «0», то управляющим воздействием процессора закрывается транзистор оптрона DA1 блока ТС. Это приведет к разрыву «информационной» цепи и закрытию транзистора оптрона DA1 устройства Ц32. На входе D0 буфера DD4 будет высокий потенциал, который после передачи на компьютер будет расшифрован как логический «0».

2 Если обслуживаемый абонент блок телеуправления (ТУ), то в зависимости от того, что нужно передать, на линию X подается «0» или «1». Рассмотрим, как это происходит. На входную адресную шину подан адрес 03AE. Дешифратор адреса DD3 для операций записи и чтения выбирает регистр записи DD5 и буфер DD4 соответственно, установив на своем выходе D0 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные загружаются в регистр DD5, и по положительному перепаду тактового импульса на входе WR регистра записи DD5 – управляющий сигнал «Запись», данные с выходов регистра DD5 поступят через инверторы на двунаправленные приемопередающие усилительные каскады линий X1–X8. Таким образом, на шинах X1–X8, к которым подключены блоки ТУ, будут установлены высокие либо низкие уровни сигналов, в зависимости от управляющих команд.

Для того чтобы передать в блок ТУ логическую «1», необходимо подать высокий уровень сигнала на вход двунаправленного приемопередающего

усилительного каскада (рисунок 4.5). Это вызовет выключение «информационной» цепи, что приведет к закрытию транзистора оптрона DA1.2. Процессор блока ТУ воспримет это как приход логической «1». Если необходимо передать логический «0», на вход двунаправленного приемопередающего усилительного каскада подается низкий уровень сигнала. Это вызовет возникновение «информационной» цепи, что приведет к открытию транзистора оптрона DA1.2. Процессор блока ТУ воспримет это как приход логического «0».

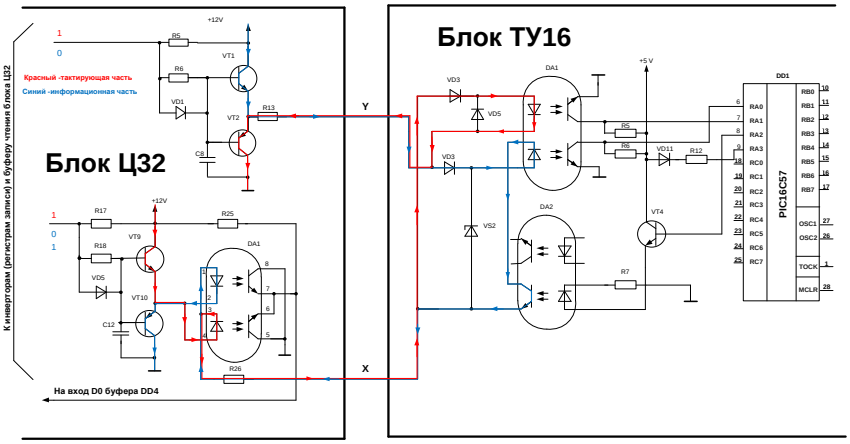


Рисунок 4.5 – Схема усилительного каскада устройства сопряжения Ц32 и блока ТУ16

Требуется: с использованием компьютерного моделирования исследовать работу принципиальной схемы устройства сопряжения Ц32.

Оборудование и приборы

Приложение Adobe Flash CS3 Professional под управлением операционной системы Windows XP.

Индивидуальное задание

Изучить схему устройства сопряжения Ц32 согласно индивидуальному заданию. Для заданных входных значений исследовать работу:

– дешифратора адреса;

– регистров записи;

– двунаправленного приемопередающего усилительного каскада;

– однонаправленного усилительного выходного каскада.

4.2 Моделирование работы блока Ц32

Для перехода к лабораторной работе необходимо нажать левой клавишей мыши по лабораторной работе № 3 Ц32. После выбора лабораторной работы происходит переход к цели и задачам работы. Пользователь находится в окне с названием лабораторной работы, целями и вопросами, предложенными к изучению. На боковой панели присутствуют навигационные кнопки.

При нажатии на кнопку «Ц32» пользователь переходит в окно со структурной схемой блока сопряжения Ц32 (рисунок 4.6). При нажатии на кнопку «Информация о блоке» в окне появляется информация о назначении блока и его технические характеристики.

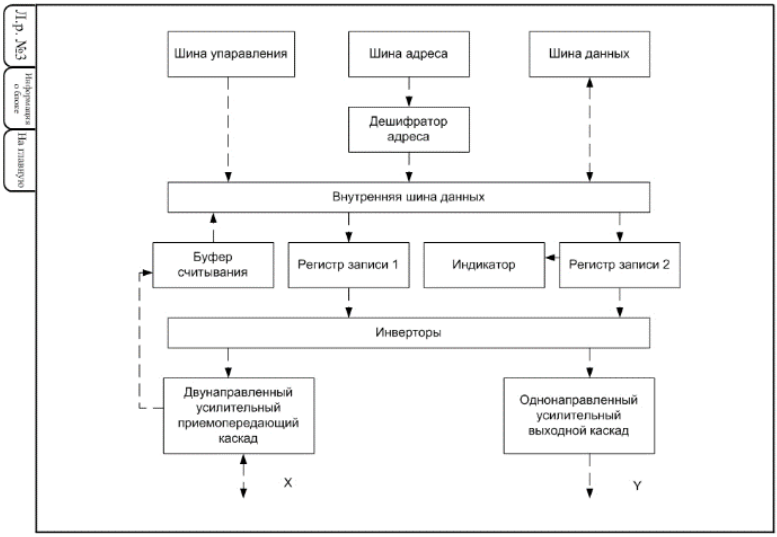


Рисунок 4.6 – Структурная схема устройства сопряжения

Нажав на кнопку «Ц32», вновь возвращаемся в окно структурной схемы. В результате нажатия на любой блок структурной схемы выпадает окно с электрической схемой данного функционального узла блока Ц32, таким образом переходим поэтапно к исследованию каждого функционального узла блока Ц32.

Выбираем дешифратор адреса (рисунок 4.7), в рабочем окне flash-проигрывателя открывается электрическая схема дешифратора адреса, который настроен на адрес 03AF. В правом верхнем углу имеются навигационные кнопки 03AF «Далее» и «Назад», при нажатии на которые пользователь поэтапно моделирует работу электрической схемы, при этом каж-

дый шаг моделирования сопровождается описанием процесса протекания тока.

Далее, нажимая на блоки структурной схемы, выбираем последовательно все функциональные узлы блока Ц32: регистры записи DD5 и DD6, буфер считывания DD4, двунаправленные приемо-передающие каскады и однонаправленные усилительные выходные каскады. В рабочем окне flash-проигрывателя открывается электрическая схема данного функционального узла, приведено описание работы, назначения и принципа действия электрической схемы. Управляя навигационными кнопками, поэтапно моделируем работу электрических схем.

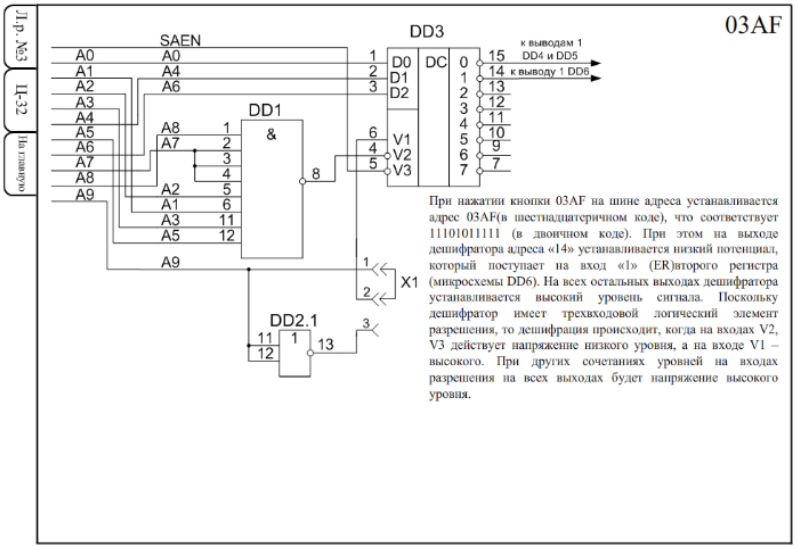


Рисунок 4.7 – Дешифратор адреса

Требуется: с использованием компьютерного моделирования исследовать работу принципиальной схемы устройства сопряжения Ц32 (приложения А и Б).

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Запустить на компьютере пакет моделирования flash-проигрывателя.

3 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

4 Выполнить исследование работы принципиальной схемы блока Ц32.

5 Изучить подробно работу каждого функционального узла схемы на предмет выбора линий X и Y.

6 Сделать вывод о работе схемных узлов в зависимости от заданных параметров по варианту.

5 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ БЛОКА ТУ16

5.1 Сведения из теории

Блок телеуправления (ТУ) предназначен для работы в составе комплекта линейной аппаратуры и служит для дистанционного управления шестнадцатью исполнительными устройствами. По команде компьютера в блоке происходит замыкание управляющих ключей, что приводит к включению исполнительного реле либо имитации нажатия дежурным кнопки на пульте (в зависимости от схемы включения).

Блок ТУ16 состоит из следующих функциональных узлов: управляющего процессора со схемой сброса, кварцевым резонатором и контрольным индикатором; стабилизатора напряжения; матрицы гальванически изолированных ключей; линейного приемопередатчика (рисунок 5.1).

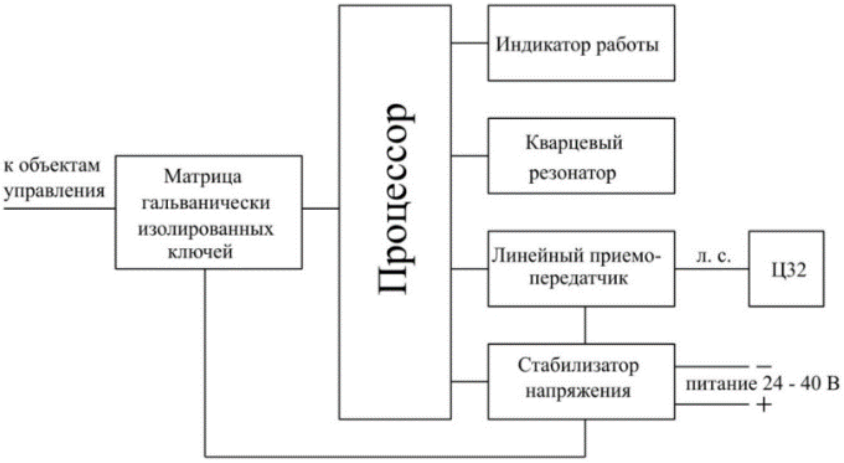


Рисунок 5.1 – Структурная схема блока ТУ16

Каждый блок ТУ16 подключен к одной из линий X и одной из линий Y, чем достигается схемное закрепление за блоком конкретного физического адреса. В определенный момент времени на линию Y (выбор линии Y производится по порядку Y1–Y4) начинает поступать импульсный сигнал, вместо постоянного высокого уровня. Тогда по линиям X1–X8 параллельно начинает происходить запись данных во все блоки ТУ16. Количество блоков ТУ16, из восьми параллельно опрашиваемых блоков ТУ16 и ТС32, определяется проектом. Вся информация, записанная в блоки ТУ16, обрабатывается устройством Ц32. Временная диаграмма цикла обмена данными блока ТУ16 представлена на рисунке 5.2.

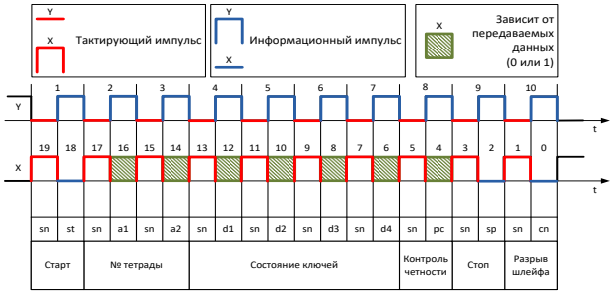


Рисунок 5.2 – Временная диаграмма цикла обмена данными блока ТУ16

Все данные поступают на линейный приемопередатчик блока ТУ16, который предназначен для организации последовательного обмена данными с устройством Ц32 (рисунок 5.3).

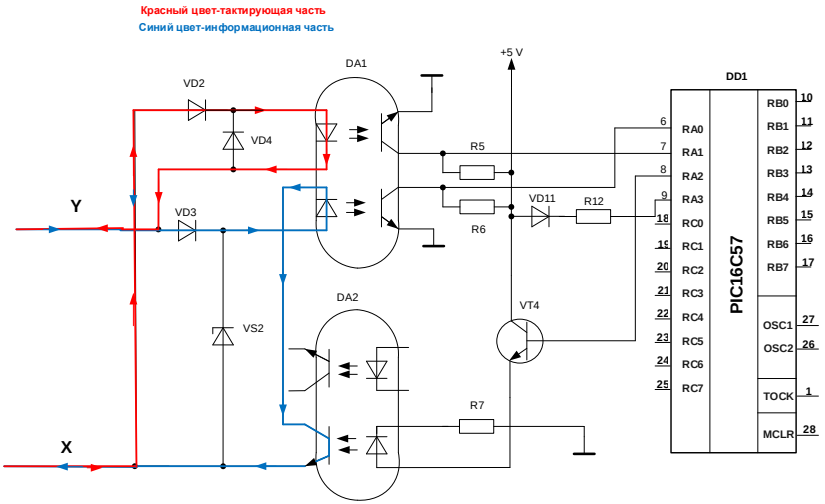


Рисунок 5.3 – Схема линейного приемопередатчика блока ТУ16

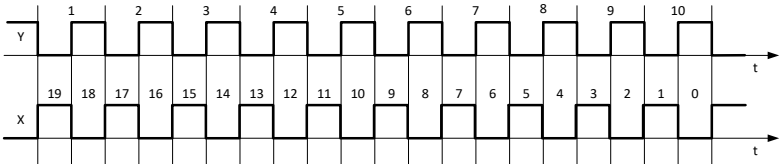
В первоначальный момент передачи данных, когда еще на входе процессора RA1 держится высокий потенциал по цепи: +5 В, R5, порт RA1, устройством Ц32 формируется синхроимпульс (тактирующий этап): на выходе линии Y устанавливается низкий потенциал, а на выходе линии X – высокий потенциал. При этом по цепи – вывод X, VD2, светодиод оптрона DA1.1, вывод Y – приемопередатчика начинает протекать ток. Светодиод оптрона DA1.1 включается, что приводит к открытию транзистора оптрона и образованию цепи: +5 В, R5, транзистор оптрона DA1.1, земля. На входе процессора RA1

понижается потенциал, который воспринимается программой как приход синхроимпульса. Тем самым завершается тактирующий режим.

При приеме информационного импульса происходит переполюсовка (информационный этап): на выходе линии Y устанавливается высокий потенциал, а на выходе линии X потенциал может быть как низкий, при передаче логического нуля, так и высокий, при передаче логической единицы. В дальнейшем процессор выставляет высокий потенциал на выходе RA2, что приводит к открытию транзистора VT4 и образованию цепи: +5 В, транзистор VT4, светодиод оптрона DA2.1, R7, земля. Эта цепь приоткрывает транзистор оптрона DA2.1, что свидетельствует об открытии шлейфа обмена данными, которая проходит по четвертой цепи – вывод Y, VD3, светодиод оптрона DA1.2, транзистор оптрона DA2.1, вывод X – между устройством Ц32 и блоком ТУ16.

Так как стартовый информационный импульс временной диаграммы (см. рисунок 5.2) всегда равен логическому нулю (18-й интервал), то на линии X будет низкий потенциал, при этом на линии Y остается высокий потенциал. В связи с этим шлейф передачи данных будет открыт высоким потенциалом на диоде VD3. Образуется цепь: +5 В, R6, транзистор оптрона DA1.2, земля, и на входе RA0 появится низкий потенциал, который свидетельствует о приходе информационного логического нуля. Бывают ситуации, когда необходимо принять информационную логическую единицу, т. е. на выходе линий Y и X установятся высокие потенциалы. Тогда шлейф передачи данных будет закрыт. В свою очередь появится шестая цепь: +5 В, R6, порт RA0, которая приведет к увеличению потенциала на входе процессора RA0, и программа воспримет это как приход информационной логической единицы.

После прихода стартового импульса следующим в пакете данных будет выбор тетрады и состояние ее ключей (рисунок 5.4).



sn	st	sn	a1	sn	a2	sn	d1	sn	d2	sn	d3	sn	d4	sn	pc	sn	sp	sn	cn
старт		№ тетрады				Состояние ключей								контроль четности		стоп		Разрыв шлейфа	
1 тетрада		1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	4 ключ					
2 тетрада		1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	3 ключ					
3 тетрада		1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	2 ключ					
4 тетрада		1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1 ключ					

Рисунок 5.4 – Выбор тетрады и состояния ключей блока ТУ16

После приема и обработки данных программа, записанная в процессоре, выставляет на определенные выходы процессора (RB0-7 и RC0-7) высокие и низкие потенциалы, которые соответствуют определенным состояниям ключей выбранной тетрады (рисунок 5.5).

Высокими потенциалами из матрицы гальванических изолированных ключей выбираются определенные ключи, которые в свою очередь управляют объектами.

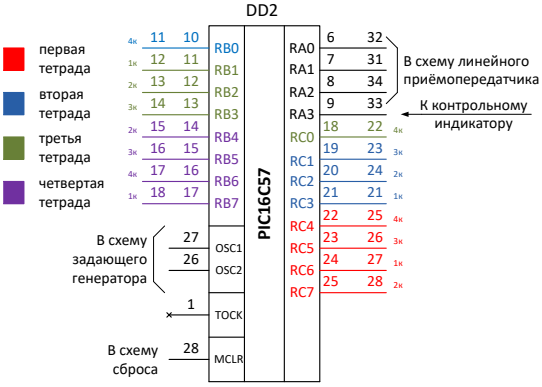


Рисунок 5.5 – Управляющий процессор блока ТУ16

Если была выбрана первая тетрада, в которой необходимо изменить состояние первого ключа, то на выходе процессора RC6 (вывод 24 процессора) появится высокий потенциал. Этим потенциалом откроется транзистор VT2 гальванического изолированного ключа, что приведет к открытию светодиода оптрона DA3.1 по цепи: +24 В, светодиод оптрона DA3.1, транзистор VT2, R3, земля (рисунок 5.6).

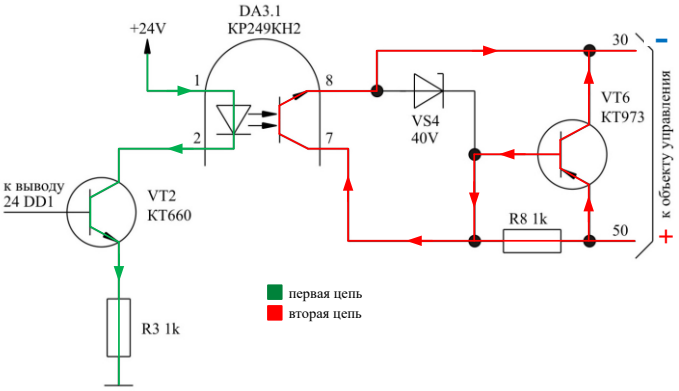


Рисунок 5.6 – Схема гальванически изолированного ключа блока ТУ16

Включившись, светодиод оптрона откроет транзистор оптрона DA3.1, что приводит к подключению питания к объекту управления.

Дополнительно к выходному транзистору оптрона подключается повторительный транзистор VT6. Этот транзистор имеет встроенный защитный диод, от обратного напряжения подключенный между коллектором и эмиттером. Стабилитрон VS4 служит для ограничения напряжения на транзисторе оптрона на уровне 40 В.

5.2 Моделирование работы блока ТУ16

Для перехода к лабораторной работе необходимо нажать левой клавишей мыши по лабораторной работе № 1 ТУ16. После выбора лабораторной работы происходит переход к цели и задачам работы. Пользователь находится в окне с названием лабораторной работы, целями и вопросами, предложенными к изучению. На боковой панели присутствуют навигационные кнопки.

При нажатии на кнопку «ТУ16» пользователь переходит в окно с структурной схемой блока телеуправления ТУ16 (рисунок 5.7). При нажатии на кнопку «Информация о блоке» в окне появляются информация о назначении блока и его технические характеристики.

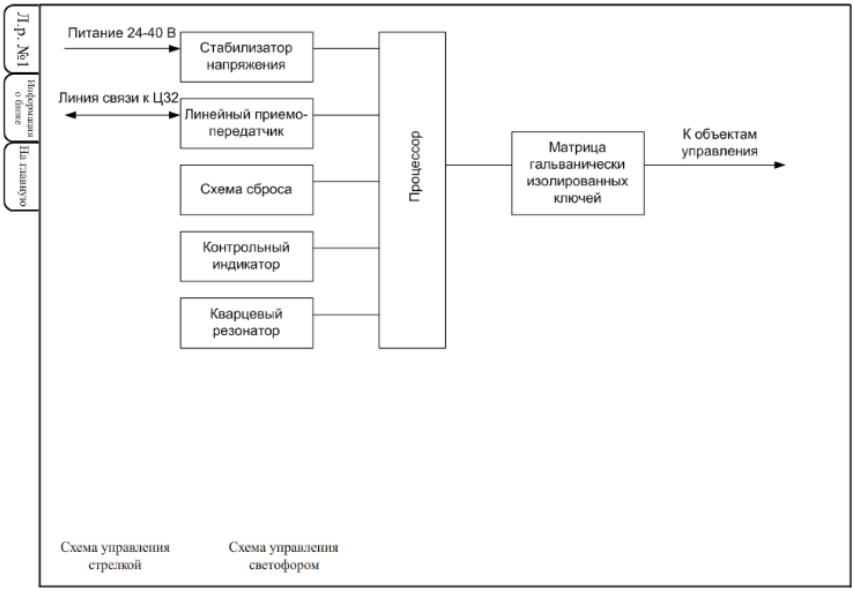


Рисунок 5.7 – Структурная схема блока ТУ16

Нажав на кнопку «ТУ16», вновь возвращаемся в окно структурной схемы. В результате нажатия на любой блок структурной схемы выпадает окно с электрической схемой данного функционального узла блока ТУ16, таким образом переходим поэтапно к исследованию каждого функционального узла блока ТУ16.

Выбираем линейный приемопередатчик (П-П) (рисунок 5.8), в рабочем окне flash-проигрывателя открывается электрическая схема П-П. В правом верхнем углу имеются навигационные кнопки, при нажатии на которые, пользователь поэтапно моделирует работу электрической схемы, при этом каждый шаг моделирования сопровождается описанием процесса протекания тока.

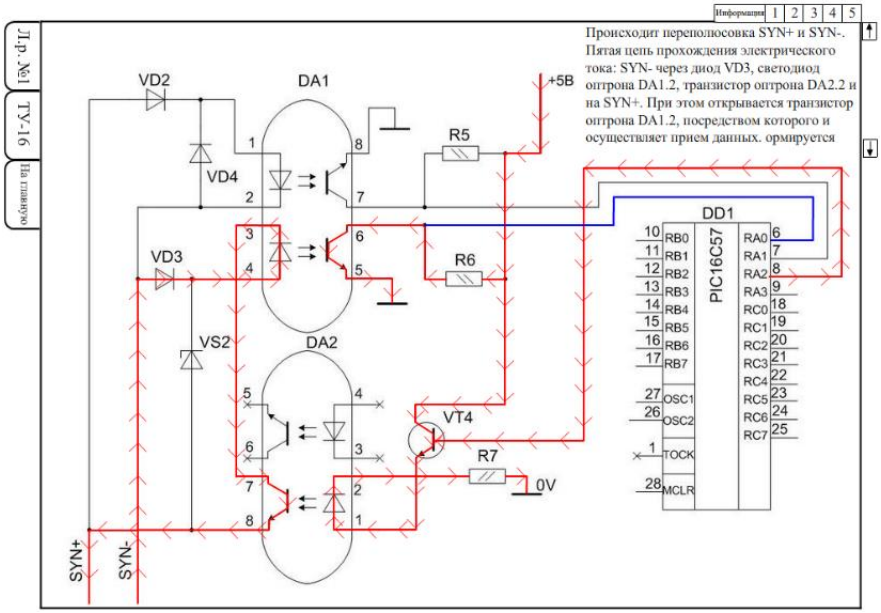


Рисунок 5.8 – Приемопередатчик блока ТУ16

Далее выбираем матрицу гальванически изолированных ключей блока ТУ16 (рисунок 5.9), в рабочем окне flash-проигрывателя открывается электрическая схема микропроцессора PIC серии 16C57 и двухканальный транзисторный оптрон. В правом верхнем углу имеются навигационные кнопки, при нажатии на которые пользователь поэтапно моделирует работу электрической схемы, при этом каждый шаг моделирования сопровождается описанием процесса протекания тока.

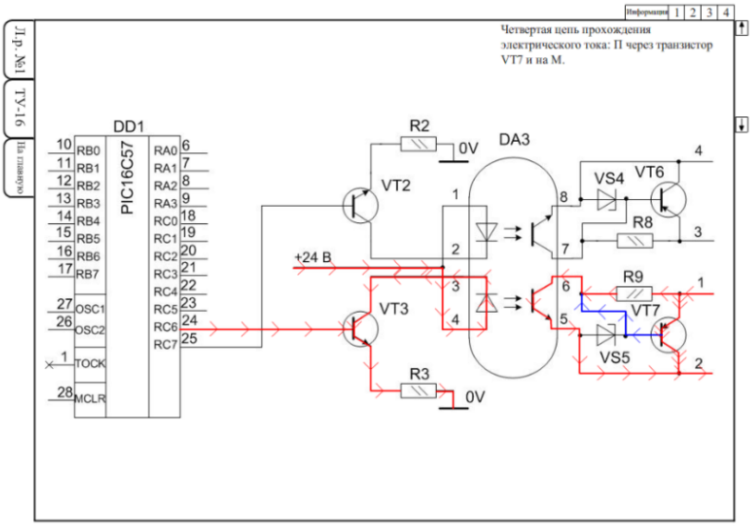


Рисунок 5.9 – Гальванически изолированный ключ матрицы

Требуется: с использованием компьютерного моделирования исследовать работу принципиальной схемы блока ТУ16 (приложения В и Г).

Оборудование и приборы

Приложение Adobe Flash CS3 Professional под управлением операционной системы Windows XP.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Запустить на компьютере пакет моделирования flash-проигрывателя.

3 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

4 Выполнить исследование работы функциональных узлов принципиальной схемы блока ТУ16.

5 Сделать вывод о работе схемных узлов в зависимости от заданных параметров по варианту.

6 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ БЛОКА ТС32

6.1 Сведения из теории

Блок телесигнализации (ТС) предназначен для работы в составе комплекта линейной аппаратуры и служит для дистанционного контроля тридцати двух двухпозиционных объектов. По команде компьютера блок начи-

нает передавать информацию о состоянии всех подключенных к нему объектов контроля на компьютер. Состояние объекта контроля определяется в зависимости от наличия или отсутствия напряжения в месте подключения объекта к блоку ТС32 (входное напряжение).

Блок ТС32 состоит из следующих функциональных узлов: управляющего процессора со схемой сброса, кварцевым резонатором и контрольным индикатором; стабилизатора напряжения; схемы считывания состояния контролируемых объектов (оптронной матрицы); линейного приемопередатчика (рисунок 6.1).

Каждый блок ТС32 подключен к одной из линий X и одной из линий Y, чем достигается схемное закрепление за блоком конкретного физического адреса. В определенный момент времени на линию Y (выбор линии Y производится по порядку Y1–Y4) начинает поступать импульсный сигнал вместо постоянного высокого уровня. Тогда по линиям X1–X8 параллельно начинает происходить считывание данных со всех блоков ТС32. Количество блоков ТС32 на оси Y определяется проектом. Вся информация, считанная с блоков ТС32, обрабатывается устройством Ц32.

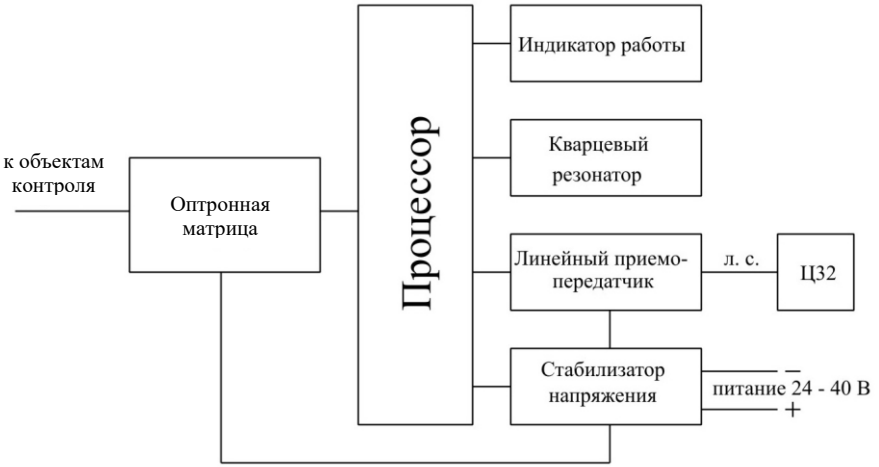


Рисунок 6.1 – Структурная схема блока ТС32

Пакет данных по линии Y и X состоит из 10 тактирующих и 10 информационных бит, образующих синхропакет. Этот пакет данных поступает непрерывно: на линию Y–«0», а на X–«1» (тактирующий режим); затем на линию Y–«1», а на X–«0» (информационный режим). После истечения первого син-

хротакта наступает следующий синхротакт с той же последовательностью импульсов и интервалов (рисунок 6.2).

Принцип передачи данных от блока ТС32 в устройство Ц32 заключается в том, что блок ТС32, меняя свое входное сопротивление, тем самым воздействует на двунаправленный приемопередающий усилительный каскад устройства Ц32.

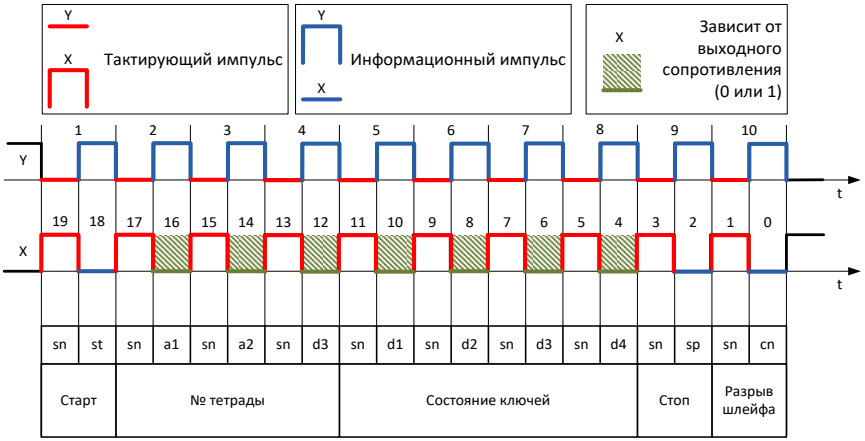


Рисунок 6.2 – Временная диаграмма цикла обмена данными блока ТС32

Все передаваемые данные поступают на линейный приемопередатчик блока ТС32, который предназначен для организации последовательного обмена данными с устройством Ц32 (рисунок 6.3).

В первоначальный момент передачи данных, когда на входе процессора RB5 держится высокий потенциал по цепи: +5 В, вход процессора RB5, устройством Ц32 формируется синхроимпульс (тактирующий этап): на выходе линии Y устанавливается низкий потенциал, а на выходе линии X – высокий потенциал. При этом по первой цепи (вход X, диод VD3, светодиод оптрона DA1.1, вход Y) приемопередатчика начинает протекать ток. Светодиод оптрона DA1.1 включается, что приводит к открытию транзистора оптрона и образованию цепи: +5 В, R5, транзистор оптрона DA1.1, «земля». На входе процессора RB5 понижается потенциал, который воспринимается программой как начало прихода синхроимпульса. Еще это дает знать программе, записанной в блоке ТС32, что в данный момент с ним будет производиться работа по передаче данных в блок Ц32. Тем самым завершается тактирующий режим и блок ТС32 начинает передавать данные.

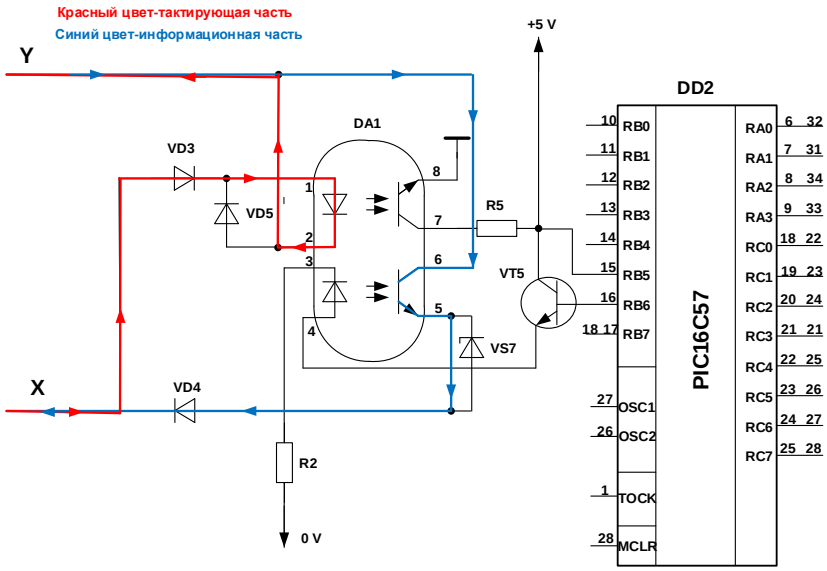


Рисунок 6.3 – Схема линейного приемопередатчика блока ТС32

В момент передачи блоком ТС32 информационного импульса устройство сопряжения Ц32 производит переполюсовку (информационный этап): на выходе линии Y устанавливается высокий потенциал, а на выходе линии X – низкий потенциал. В дальнейшем процессор при считывании данных выставляет низкий «0» или высокий «1» потенциал на выходе RB6. При считывании логического «0» на выходе процессора RB6 понижается потенциал, который подается на базу транзистора VT5 – транзистор VT5 запирается, что ведет к прекращению протекания тока по цепи: +5 В, VT5 светодиод оптрона DA1.2, резистор R2, 0 В. Это приводит к выключению шлейфа обмена данными, проходящего по цепи, – вход Y, транзистор оптрона DA1.2, диод VD4 – между блоком Ц32 и блоком ТС32. В результате происходит увеличение входного сопротивления, что воспринимается устройством сопряжения Ц32 как информационный логический ноль. Так происходит всегда, когда необходимо передать логический ноль от блока ТС32 к устройству сопряжения Ц32 через линейный приемопередатчик.

Бывают ситуации, когда необходимо передать информационную логическую единицу. На выходе линий Y и X установятся высокий и низкий потенциалы соответственно. На выходе процессора RB6 появится высокий потенциал, который поступает на базу транзистора VT5 – транзистор VT5 откроется. Образуется цепь: +5В, транзистор VT5, светодиод оптрона DA1.2,

резистор R2, земля и начнет протекать ток. Светодиод оптрона DA1.2 включается, что приводит к открытию транзистора оптрона и образованию цепи: вход Y, транзистор оптрона DA1.2, диод VD4 линия X. На выходе шлейфа передачи данных появится низкое входное сопротивление (линия «закорочена»), которое воспринимается устройством сопряжения Ц32 как передача информационной логической единицы.

После передачи стартового импульса следующим в пакете данных будет передача номера тетрады и состояния ее ключей (рисунок 6.4).

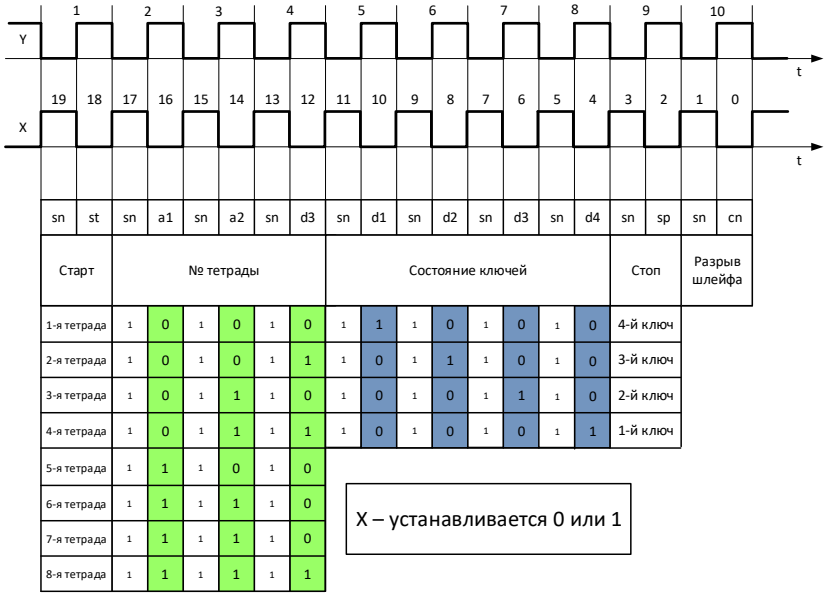


Рисунок 6.4 – Выбор тетрады и состояния ключей блока ТС32

В момент, когда на линии Y установлен постоянный высокий уровень сигнала, т. е. все блоки ТУ16/ТС32, подключенные к этой линии, отключены от устройства сопряжения Ц32, процессор блока телесигнализации будет производить опрос состояния всех подключенных к нему объектов с заданным интервалом времени. Для этого процессор последовательно подключает группы транзисторных оптронов, образующих тетрады, и считывает с них состояние объектов.

Для выбора необходимой тетрады программа, записанная в процессоре, выставляет на определенные выходы процессора (RC0-7) низкие потенциалы, а для определения состояния ключей выбранной тетрады программа считывает данные с портов RA0-3 процессора (рисунок 6.5).

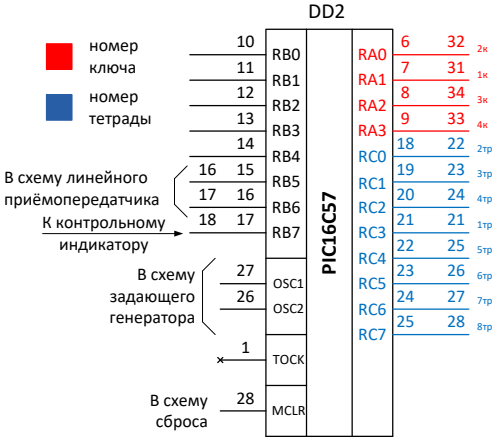


Рисунок 6.5 – Управляющий процессор блока ТС32

Например, если была выбрана первая тетрада, в которой необходимо определить состояние первого ключа, то на выходе процессора RC3 появится низкий потенциал, а с входа RA1 процессор будет считывать состояние этого ключа. Если на вход блока ТС32, который соответствует первому ключу, подан активный сигнал, то это вызовет образование первой цепи в соответствии с рисунком 6.6. Диод в оптроне за счет протекания тока начнет светиться, что приведет к открытию транзистора. При этом появится вторая цепь, которая вызовет понижение потенциала на входе триггера Шмидта DD1, т. к. ток пойдет по пути наименьшего сопротивления, что приведет к переключению триггера, и на его инверсном выходе появится высокий потенциал – логическая единица. Соответственно, на вход порта RA1 процессора поступит информация об активности сигнала. Точно так же происходит опрос объектов и для трех других входящих в тетраду ключей.

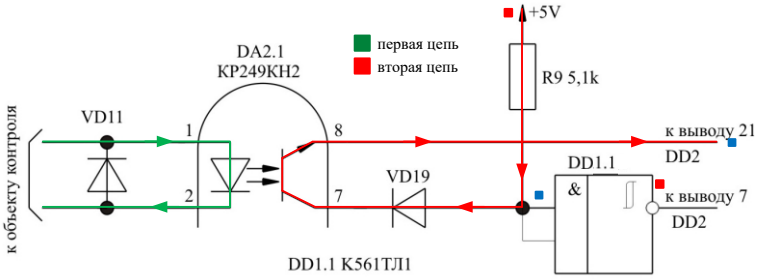


Рисунок 6.6 – Схема включения оптрона блока ТС32

Если же на одном из входов тетрады нет активного сигнала, тогда, за счет отключения второй цепи, на входе триггера появится высокий потенциал, а на его инверсном выходе – низкий потенциал – логический ноль. Соответственно, на вход порта RA процессора поступит информация об отсутствии активного сигнала.

6.2 Моделирование работы блока ТС32

Для перехода к лабораторной работе необходимо нажать левой клавишей мыши по лабораторной работе № 2 ТС32. После выбора лабораторной работы происходит переход к цели и задачам работы. Пользователь находится в окне с названием лабораторной работы, целями и вопросами, предложенными к изучению. На боковой панели присутствуют навигационные кнопки.

При нажатии на кнопку «ТС32» пользователь переходит в окно со структурной схемой блока телеуправления ТУ16 (рисунок 6.7).

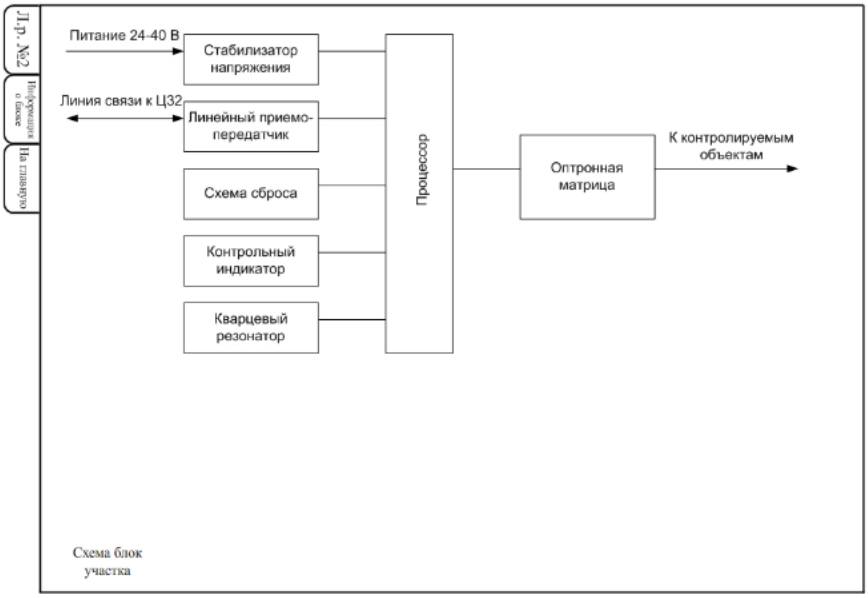


Рисунок 6.7 – Окно структурной схемы блока ТС32

При нажатии на кнопку «Информация о блоке» в окне появляются информация о назначении блока и его технические характеристики.

Нажав на кнопку «ТС32», вновь возвращаемся в окно структурной схемы. При нажатии на любой блок структурной схемы выпадает окно с

электрической схемой данного функционального узла блока ТС32, таким образом, переходим поэтапно к исследованию каждого функционального узла блока ТС32.

Выбираем линейный приемопередатчик (П-П) (рисунок 6.8), в рабочем окне flash-проигрывателя открывается электрическая схема П-П. В правом верхнем углу имеются навигационные кнопки, при нажатии на которые пользователь поэтапно моделирует работу электрической схемы, при этом каждый шаг моделирования сопровождается описанием процесса протекания тока.

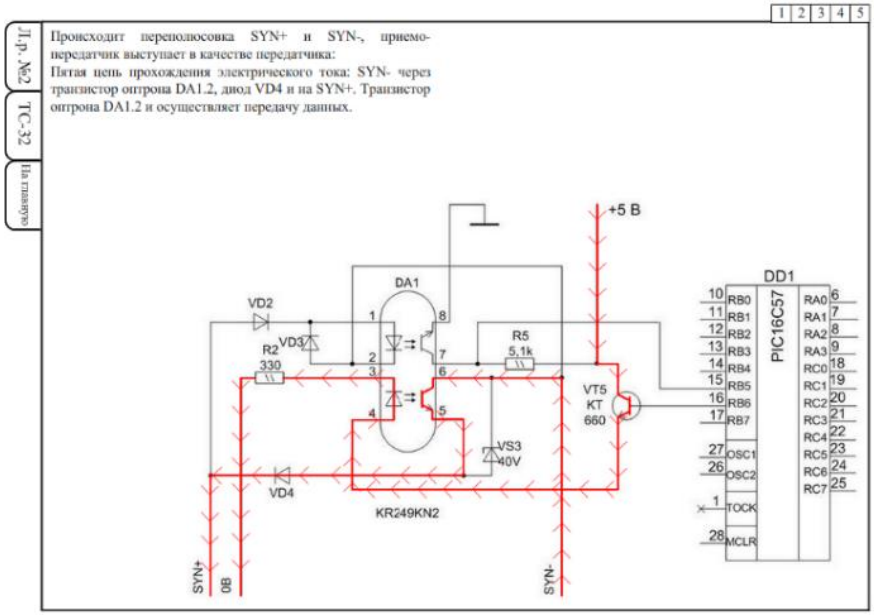


Рисунок 6.8 – Окно линейного приемопередатчика блока ТС32

Далее выбираем оптронную матрицу (схема считывания состояния контролируемых объектов) блока ТС32 (рисунок 6.9), в рабочем окне flash-проигрывателя открывается электрическая схема микропроцессора PIC серии 16С57 и двухканальный транзисторный оптрон. В правом верхнем углу имеются навигационные кнопки, при нажатии на которые пользователь поэтапно моделирует работу электрической схемы, при этом каждый шаг моделирования сопровождается описанием процесса протекания тока.

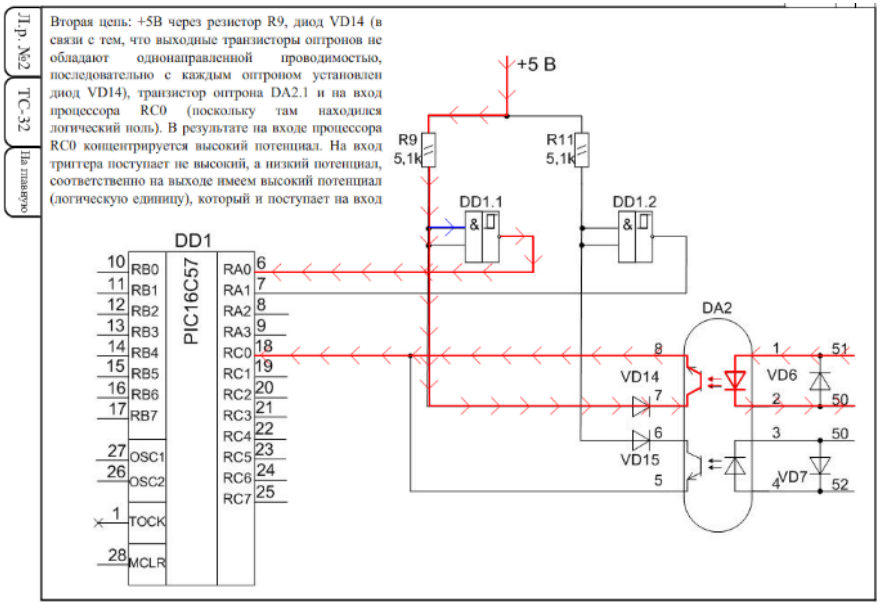


Рисунок 6.9 – Окно выбора оптронной матрицы блока ТС32

Требуется: с использованием компьютерного моделирования исследовать работу принципиальной схемы блока ТС32 (приложения Д и Е).

Оборудование и приборы

Приложение Adobe Flash CS3 Professional под управлением операционной системы Windows XP.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Запустить на компьютере пакет моделирования flash-проигрывателя.

3 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

4 Выполнить исследование работы функциональных узлов принципиальной схемы блока ТС32.

5 Сделать вывод о работе схемных узлов в зависимости от заданных параметров по варианту.

7 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ СОПРЯЖЕНИЯ Ц32 И БЛОКА ТУ16

В предыдущих разделах была отдельно смоделирована работа электрических схем блоков ТУ16, ТС32 и Ц32. Технические возможности программы Adobe Flash помогают смоделировать и визуально продемонстрировать совместную работу электрических схем этих блоков в качестве обучающего материала.

При запуске программы перед пользователем в рабочем окне находится список лабораторных работ по исследованию работы принципиальных схем аппаратуры линейного комплекта. Для перехода к лабораторной работе необходимо нажать левой клавишей «мыши» по лабораторной работе № 6 «Исследование работы устройства сопряжения и блока ТУ16». После выбора лабораторной работы происходит переход к цели и задачам работы. Пользователь находится в окне с названием лабораторной работы, целями и вопросами, предложенными к исследованию. На боковой панели присутствуют навигационные кнопки.

При нажатии манипулятором «мышь» на кнопку «Схема» перед пользователем открывается окно с электрической схемой совместной работы устройства сопряжения Ц32 и блока ТУ16. Пошаговая работа схем осуществляется нажатием на кнопку «Далее».

При моделировании работы электрических схем блоков Ц32 и ТУ16 рассмотрим процесс формирования импульсов на шине Y и X при выборе блока и передаче данных.

В окне моделируемой схемы на дешифратор поступают данные адреса 03AF в двоичном коде в виде визуальной имитации протекания тока, красным маркером обозначается высокий потенциал, соответствующий логической «1», синим – низкий, являющийся логическим «0».

Дешифратор имеет трехвходовый логический элемент разрешения, дешифрация происходит, когда на входах V2, V3 действует напряжение низкого уровня, а на входе V1 высокого. Положение перемычки XP1 соответствует настройке дешифратора на адреса 03AF и 03AE.

На шину данных выставляется код, выбирающий нужную строку элементов по Y. В нашем случае код на шине данных будет таким, при котором будет выбрана линия Y3 (00100000). Затем дешифратор адреса DD3, выполняющий функцию выбора регистров записи DD5 и DD6 и подключения буфера DD4, выбирает регистр записи DD6, установив на своем выходе Q1 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные по выбору линии Y3, загружаются в регистр записи DD6 по входам D0–D7.

По положительному перепаду тактового импульса на входе WR регистра DD6 – управляющий сигнал «Запись» данные с входов D0–D7 перезаписы-

ваются на выходы Q0–Q7 регистра DD6. Далее через инверторы на однонаправленные усилительные выходные каскады линий Y1–Y4. Для того чтобы выбрать линию Y3, регистр DD6 подаст на свой выход Q2 сигнал высокого уровня «1», а на остальные – низкого уровня «0». После инвертора DD8.1 на выходе однонаправленного усилительного выходного каскада на линии Y3 устанавливается сигнал низкого уровня «0» (рисунок 7.1).

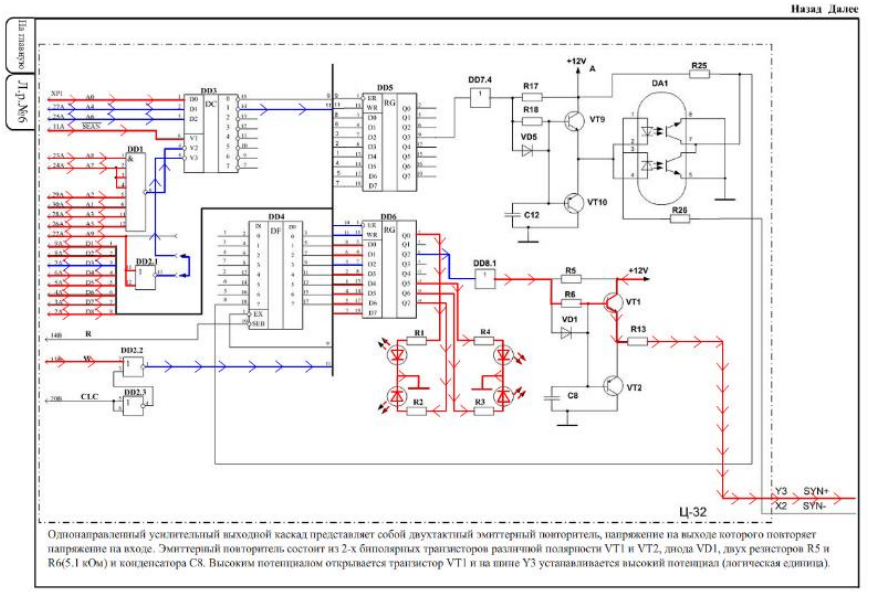


Рисунок 7.1 – Окно моделирования выбора шины Y

Далее происходит процесс формирования импульсов на линиях X1–X8. На входную адресную шину выставляется адрес 03AE, на шину данных подаются необходимые данные для работы с блоками ТУ/ТС, подключенными к линиям X1–X8. Дешифратор адреса DD3 выбирает регистр записи DD5 и буфер DD4. На шину данных выставляются данные (11011111) по выбору шины X2, которые поступают на входы D0–D7 регистра DD5 и по перепаду тактового импульса на входе WR регистра записи DD5 – управляющий сигнал «Запись», данные с входов D0–D7 перезаписываются на выходы Q0–Q7 регистра DD5. Затем поступают через инверторы на двунаправленные приемопередающие усилительные каскады линий X1–X8. Так как установленный на линии Y3 логический «0» соответствует тактирующей части синхротакта, то на выходе Q2 регистра DD5 будет установлен логические «0», а после инверторов и двунаправленных приемопередающих усилительных

каскадов на линиях X2 появятся логические «1». Замыкается цепь протекания тока через приемопередатчик блока ТУ по цепи Sin+ – Sin-, срабатывает светодиод оптрона DA2 линейного приемопередатчика, что приводит к открытию транзистора этого оптрона и к понижению потенциала на выходе RA1 процессора DD1 блока ТУ16. Пониженный потенциал воспринимается программой как начало прихода синхроимпульса.

По приходу синхроимпульса процессор выставляет на выход RA2 высокий потенциал, который поступает на базу транзистора VT10. Происходит открытие транзистора VT10 и образуется шлейф для передачи данных (рисунок 7.2).

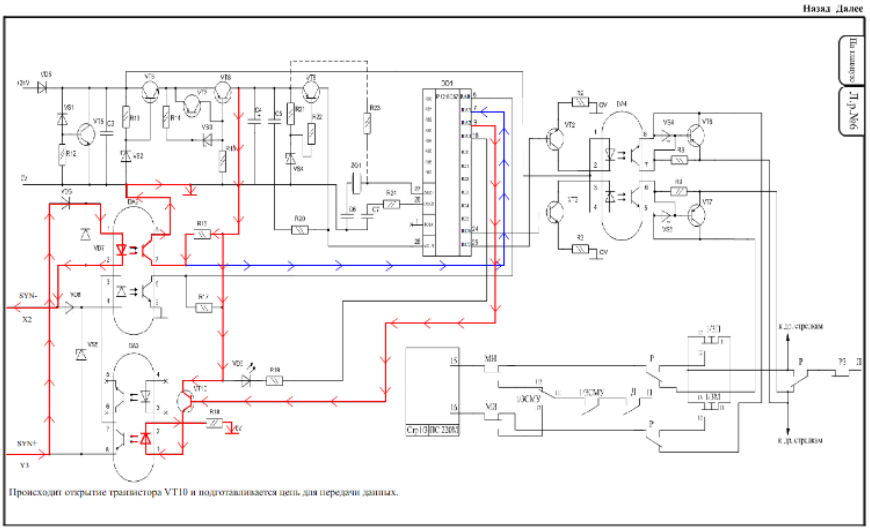


Рисунок 7.2 – Окно моделирования выбора блока ТУ

Далее происходит переполюсовка, на шине Y3 устанавливается сигнал высокого уровня «1», а по шине X2 происходит передача данных выбора номера тетрады и ключа, при этом каждый раз чередуется тактирующая и информационная части импульса.

После передачи 10 импульсов информация обрабатывается программой процессора, после чего формируется выходное воздействие и на выходе процессора RC6 появляется активный импульс (рисунок 7.3).

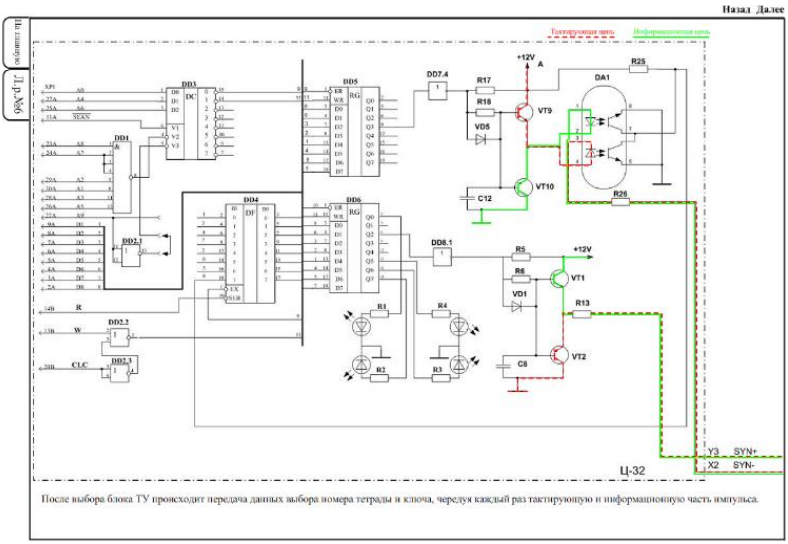


Рисунок 7.3 – Окно моделирования передачи тактирующего и информационного тактов

Открывается транзистор VT3 и создает цепь протекания тока через светодиод электронного ключа оптрона DA4, открывается выходной транзистор оптрона DA4.2, образуется пусковая цепь схемы управления стрелкой в блоке ПС220М (рисунок 7.4).

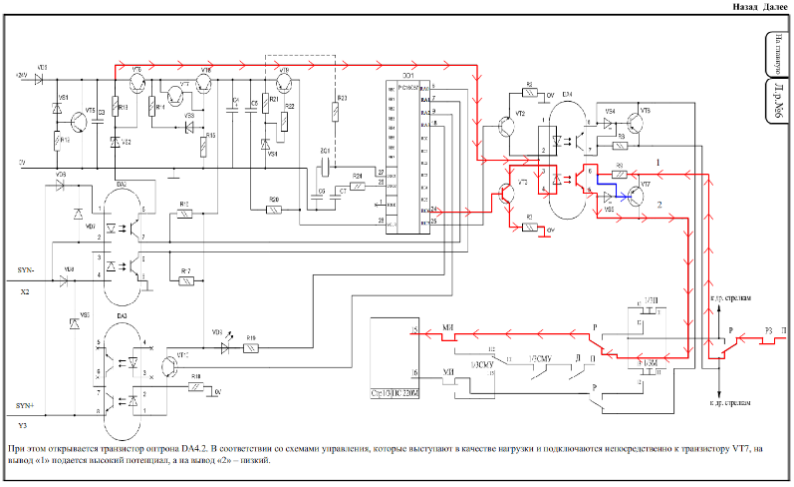


Рисунок 7.4 – Окно моделирования включения электронного ключа

Требуется: с использованием компьютерного моделирования исследовать совместную работу принципиальных схем блоков Ц32 и ТУ16.

Оборудование и приборы

Приложение Adobe Flash CS3 Professional под управлением операционной системы Windows XP.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Запустить на компьютере пакет моделирования flash-проигрывателя.

3 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

4 Выполнить исследование работы схем блоков Ц32 и ТУ16 в соответствии с заданием.

5 Сделать вывод о совместной работе электрических схем Ц32 и ТУ16.

8 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ СОПРЯЖЕНИЯ Ц32 И БЛОКА ТС32

При запуске компьютерной модели функциональных схем устройства сопряжения Ц32 и блока ТС32 перед пользователем находится рабочее окно с названием лабораторной работы, целью и вопросами, предложенными к изучению. На боковой панели присутствуют навигационные кнопки, которые позволяют переходить на соответствующие окна. При нажатии на кнопку «Схема» пользователь переходит в окно, в котором находится функциональная схема устройства сопряжения и блока телесигнализации ТС32. При нажатии на кнопку «Л.р.№7», происходит обратный переход в окно с названием лабораторной работы, целью и вопросами, предложенными к изучению.

После перехода в окно с принципиальной схемой устройства сопряжения и блока телесигнализации ТС32 при нажатии манипулятором «мышь» на кнопку «Далее» происходит запуск следующей анимации с одновременным описанием работы схемы в пошаговом режиме. При нажатии на кнопку «Назад» происходит возврат предыдущей анимации с одновременным описанием работы схемы. Такой подход к описанию схем дает возможность пользователю при необходимости вернуться на шаг назад или проработать эпизод еще раз, что позволяет более детально исследовать работу функциональной схемы.

Использование данной программы позволит получить наглядную информацию о работе принципиальных схем функциональных узлов устройства сопряжения Ц32 и блока ТС32.

При моделировании работы электрических схем блоков Ц32 и ТС32 рассмотрим процесс формирования импульсов на шине Y (рисунок 8.1). Для этого на шину адреса подается адрес 03AF.

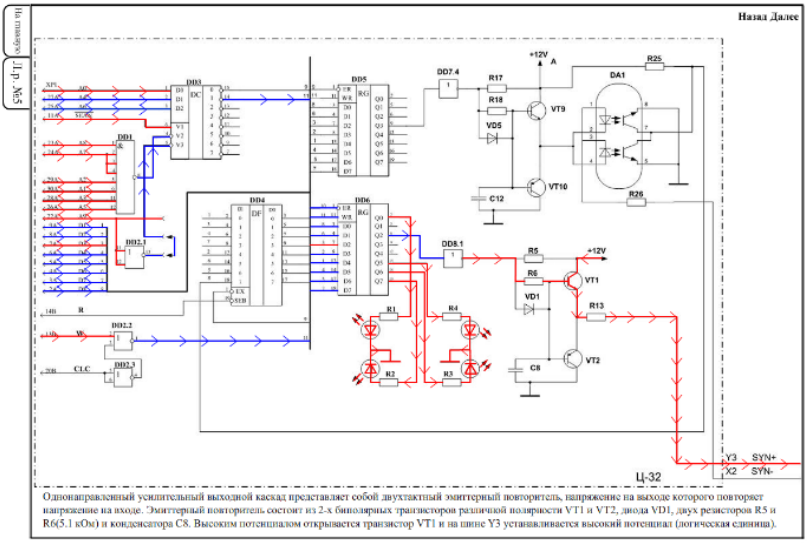


Рисунок 8.1 – Окно моделирования выбора шины Y

Дешифратор имеет трехвходовой логический элемент разрешения, дешифрация происходит, когда на входах V2, V3 действует напряжение низкого уровня, а на входе V1 высокого. Положение перемычки XP1 соответствует настройке дешифратора на адреса 03AF и 03AE, при замене ее положения адреса меняются на 01AF и 01AE.

На шину данных выставляется код, выбирающий нужную строку элементов по Y. В нашем случае код на шине данных будет таким, при котором будет выбрана линия Y3 (код 00100000). Затем дешифратор адреса DD3, выполняющий функцию выбора регистров записи DD5 и DD6 и подключения буфера DD4, выбирает регистр записи DD6, установив на своем выходе Q1 низкий уровень сигнала «0». По этому сигналу данные по выбору линии Y3 загружаются в регистр записи DD6, и по положительному перепаду тактового импульса на входе WR регистра DD6 – управляющий сигнал «Запись» данные со входов D0–D7 перезаписываются на выходы Q0–Q7 регистра DD6. Данные с выходов Q0–Q7 регистра DD6 поступают через инверторы на однонаправленные усилительные выходные каскады линий Y1–Y4. Для того чтобы выбрать линию Y3, регистр DD6 подаст на свой выход Q2 сигнал высокого уровня «1», а на остальные – низкого уровня «0». Затем после

однонаправленного усилительного выходного каскада на линии Y3 установится сигнал низкого уровня «0», а на остальных линиях – высокого уровня «1».

Далее происходит процесс формирования импульсов на линиях X1–X8. На входную адресную шину выставляется адрес 03AE, на шину данных подаются необходимые данные для работы с блоками ТУ/ТС, подключенными к линиям X1–X8. Дешифратор адреса DD3 выбирает регистр записи DD5 и буфер DD4. На шину данных выставляются данные (11011111) по выбору шины X2, которые поступают на входы D0–D7 регистра DD5, и по перепаду тактового импульса на входе WR регистра записи DD5 – управляющий сигнал «Запись» данные с входов D0–D7 перезаписываются на выходы Q0–Q7 регистра DD5. Далее данные поступают через инверторы на двунаправленные приемопередающие усилительные каскады линий X1–X8 и на линии X2 установится логическая «1», а на остальных – логические «0».

Замыкается цепь протекания тока через по линиям Y3–X2, срабатывает светодиод оптрона DA1 линейного приемопередатчика, что приводит к открытию транзистора этого оптрона и к понижению потенциала на выходе RB6 процессора DD1 блока ТС32. Пониженный потенциал воспринимается программой как начало прихода синхроимпульса (рисунок 8.2). Далее происходит переполюсовка, на шине Y3 устанавливается сигнал высокого уровня «1», а по шине X2 сигнал низкого уровня «0».

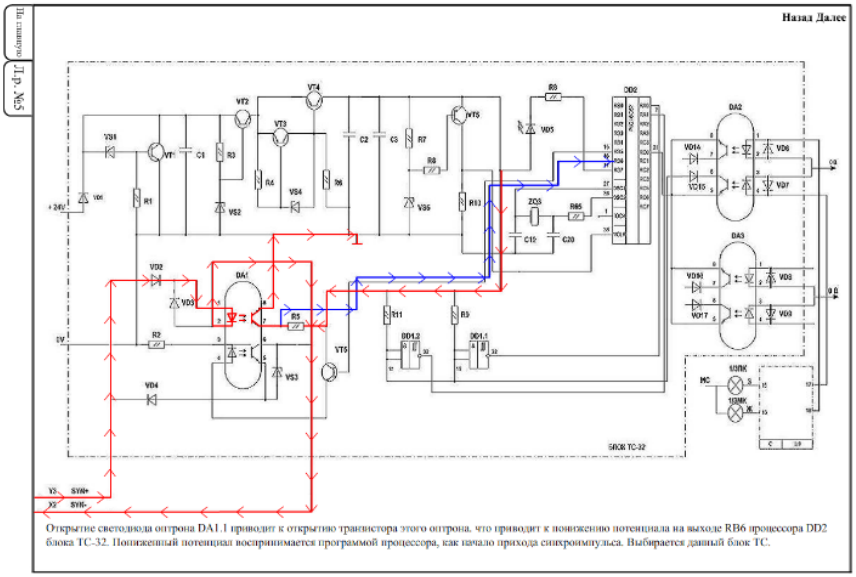


Рисунок 8.2 – Окно моделирования поступления синхроимпульса

Так как обслуживаемый абонент – блок телесигнализации (ТС), то при состоянии Y = «1», а X = «0» осуществляется считывание состояния этого блока.

Считывание логического «0»

Лампа на пульте-табло ДСП не загорелась, это свидетельствует о том, что стрелка 1/3 не переведена в плюсовое положение, цепи протекания тока через светодиод оптрона DA2.2 нет, транзистор оптрона DA2.2 остается закрытым, на входе RC0 присутствует низкий потенциал (опрашивается вторая тетрада). На входах триггера Шмитта высокий потенциал +5В, с его инверсного выхода низкий потенциал поступает на вход RA1 процессора (первый ключ второй тетрады). Программа процессора воспринимает это как логический «0» и на выходе RB5 устанавливается низкий потенциал (транзистор VT5 остается закрытым), ток не протекает через светодиод оптрона DA1.2 (рисунок 8.3).

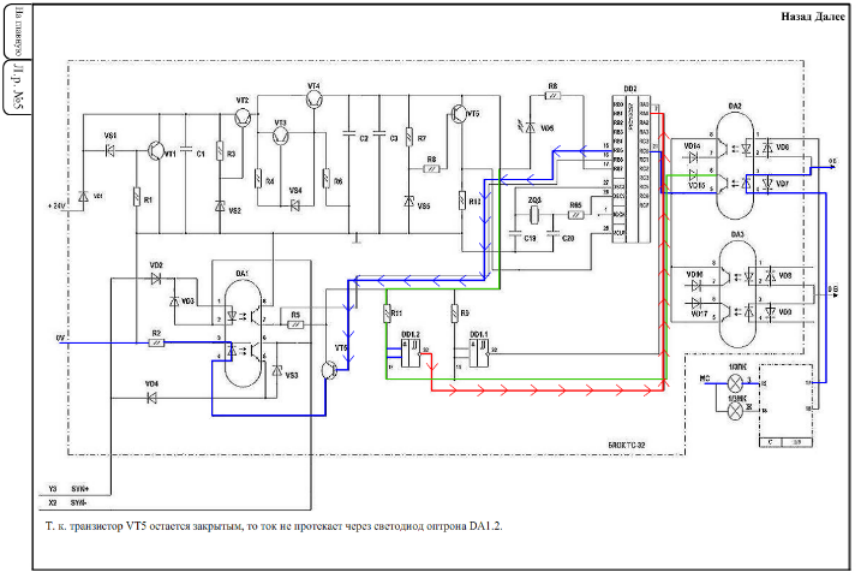


Рисунок 8.3 – Окно моделирования считывания логического «0»

Выходной транзистор оптрона DA1.2 закрыт, протекания тока между шинами X и Y нет, входное сопротивление приемопередатчика максимальное, а это соответствует передаче логического «0».

Считывание данных осуществляется с двунаправленного приемопередающего каскада Ц32 VT9, VT10, DA1 (рисунок 8.4). Транзистор VT9

закрыт, +12В (логическая «1») поступает через резистор R25 на вход D0 буфера считывания DD4. Далее по поступлении тактового импульса на вход SEB (шина управления R) буфера DD4 – управляющий сигнал «Чтение» логическая «1» с выхода Q0 поступит с шины данных на компьютер, где будет расшифрована как логический «0».

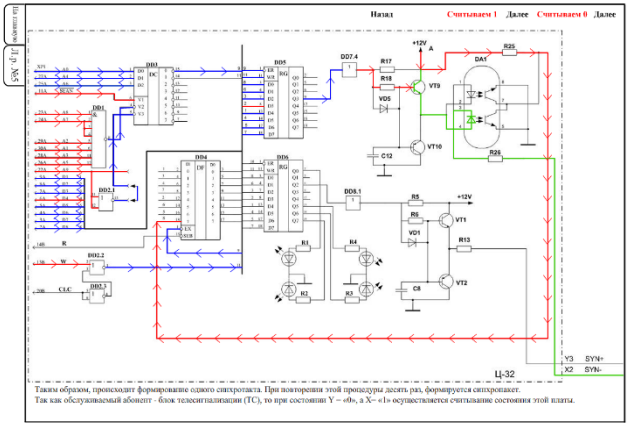


Рисунок 8.4 – Окно моделирования считывания логического «0» в буфер считывания DD4

Считывание логической «1»

На пульте-табло ДСП загорелась лампочка (рисунок 8.5), которая сигнализирует о переводе в плюсовое положение стрелки (1/3ПК).

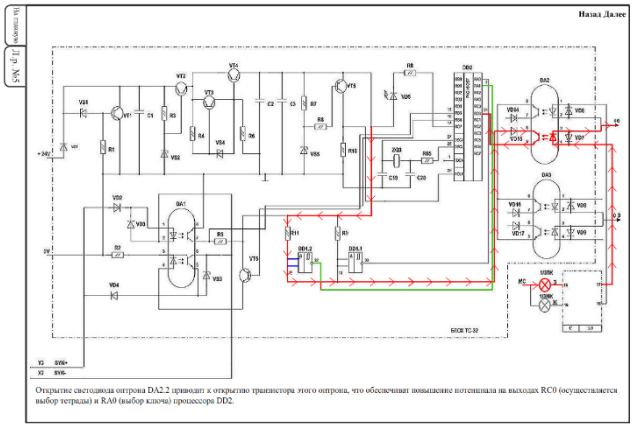


Рисунок 8.5 – Окно моделирования выбора ключа

Образуется цепь прохождения тока через светодиод оптрона DA2.2 по цепи: МС-светодиод DA2.2-0 В. Открытие светодиода оптрона DA2.2 приводит к открытию выходного транзистора этого оптрона, образуется цепь протекания тока: +5В, R11, транзистор DA2.2, RC1. Повышается потенциал на выходе RC1 (третья тетрада) в матрице.

На входах триггера Шмитта DD1.2 присутствует низкий потенциал, с его инверсного выхода высокий потенциал поступает на вход RA1 процессора (первый ключ третьей тетрады в матрице).

Программа процессора воспринимает это как логическую «1» и на выходе RB5 устанавливается высокий потенциал, транзистор VT5 открывается (+5V-VT5-R2-0V), образуется цепь протекания тока между шинами Y3 и X2 по цепи: Ц32, +12В, VT1, R13, Y3, ТС32, транзистор DA1.2, X2, Ц32, R26, DA1.1, VT10, 0 В. Открывается выходной транзистор оптрона DA1.1, образуется цепь: +12 В, R25, 0 В, в результате низкий уровень сигнала (логический «0») поступает на буфер считывания DD4, который после передачи на компьютер будет расшифрован как логическая «1» (рисунок 8.6).

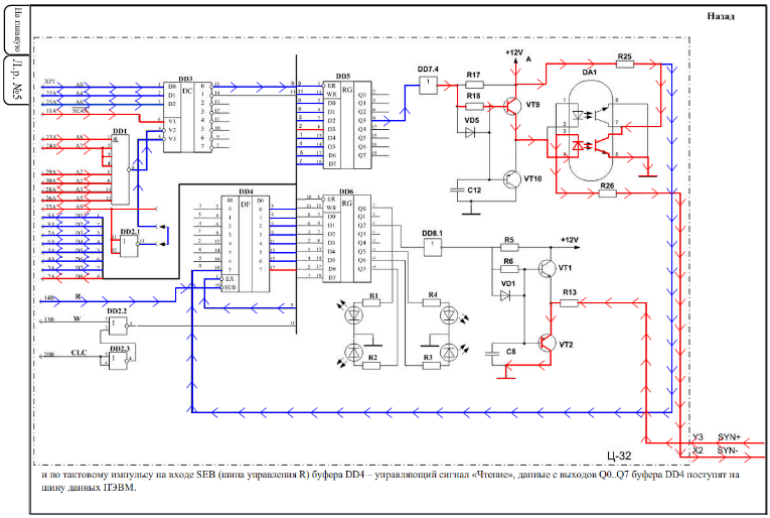


Рисунок 8.6 – Окно моделирования считывания данных с буфера DD4

Требуется: с использованием компьютерного моделирования исследовать совместную работу принципиальных схем блоков Ц32 и ТС32.

Оборудование и приборы

Приложение Adobe Flash CS3 Professional под управлением операционной системы Windows XP.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Запустить на компьютере пакет моделирования flash-проигрывателя.

3 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

4 Выполнить исследование работы схемы блоков Ц32 и ТС32 в соответствии с заданием.

5 Сделать вывод о совместной работе электрических схем Ц32 и ТС32.

9 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ

9.1 Сведения из теории

Питание блока ТУ16 и ТС32 производится через стабилизатор питания (рисунок 9.1), который служит для стабилизации входного напряжения и защиты элементов блока от его перепадов.

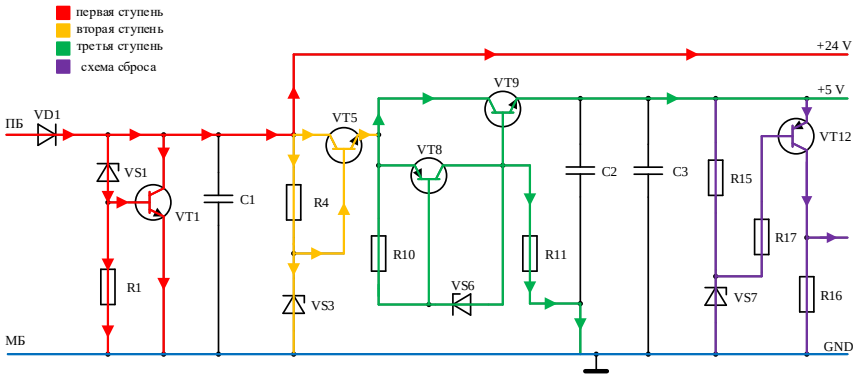


Рисунок 9.1 – Схема стабилизатора напряжения блока ТУ16 и ТС32

Можно выделить три ступени стабилизации и защиты.

Первая ступень собрана на элементах VD1, VS1, R1, VT1 и предназначена для защиты по напряжению «сверху». Диод VD1 предназначен для защиты от переполюсовки питания. Стабилитрон VS1 и резистор R1 представляют собой нелинейный делитель напряжения, предназначенный для управления транзистором VT1.

Принцип защиты основан на вольт-амперной характеристике стабилитрона. При превышении входным напряжением значения 40 В происходит открытие стабилитрона, а впоследствии и транзистора. При этом входное сопротивление блоков ТС32 ТУ по питанию резко уменьшается, и излишки

напряжения выделяются на резисторах R2, R3. Этот каскад ограничивает напряжение, подаваемое на линейный стабилизатор, на уровне 40 В.

Вторая ступень собрана на элементах R4, VS3, VT5, C1 и также предназначена для защиты по напряжению «сверху». Конденсатор C1 выполняет функцию фильтра. На резисторе R4 и стабилитроне VS3 собран нелинейный делитель напряжения, при этом напряжение на VS3 ограничивается на уровне 5,6 В.

При превышении входным напряжением максимального значения напряжение на стабилитроне падает и происходит закрытие транзистора VT5, следовательно, разрывается дальнейшая цепь питания.

Третья ступень стабилизации собрана на элементах R10, VS6, R11, VT8, VT9, но служит, в отличие от первых двух, для ограничения по напряжению «снизу». На резисторе R10 и стабилитроне VS6 собран нелинейный делитель напряжения. Для открытия транзистора VT8 необходимо, чтобы потенциал базы превысил некоторое пороговое значение, это возможно только при протекании тока через резистор R10, в то же время протекание тока возможно только при открытии стабилитрона, для чего напряжение на нем должно быть выше напряжения стабилизации. Открытие транзистора VT8, в свою очередь, приводит к открытию более мощного транзистора VT9, при этом на выходе появляется стабилизированное напряжение питания. Резистор R11 предназначен для задания рабочей точки транзисторов.

Схема сброса предназначена для блокировки работы процессора при переходном процессе в момент включения питания, пока питающее напряжение не достигло уровня 3 В. Схема собрана на элементах R15, R17, VS7 и VT12. На резисторе R15 и стабилитроне VS7 собран нелинейный делитель напряжения.

Для открытия транзистора VT12 необходимо, чтобы потенциал базы превысил некоторое пороговое значение, что возможно только при протекании тока через резистор R15. В то же время протекание тока возможно только при открытии стабилитрона, для чего напряжение на нем должно быть выше напряжения стабилизации. Открытие транзистора VT12, в свою очередь, приводит к запуску процессора.

9.2 Моделирование работы схемы стабилизатора напряжения

Для перехода к лабораторной работе необходимо нажать левой клавишей мыши по лабораторной работе № 7, после выбора работы, происходит переход к цели и задачам работы. Пользователь находится в окне с названием лабораторной работы, целями и вопросами, предложенными к изучению. На боковой панели присутствуют навигационные кнопки.

При нажатии на кнопку «Схема» пользователь переходит в окно с электрической схемой стабилизатора напряжения (рисунок 9.2).

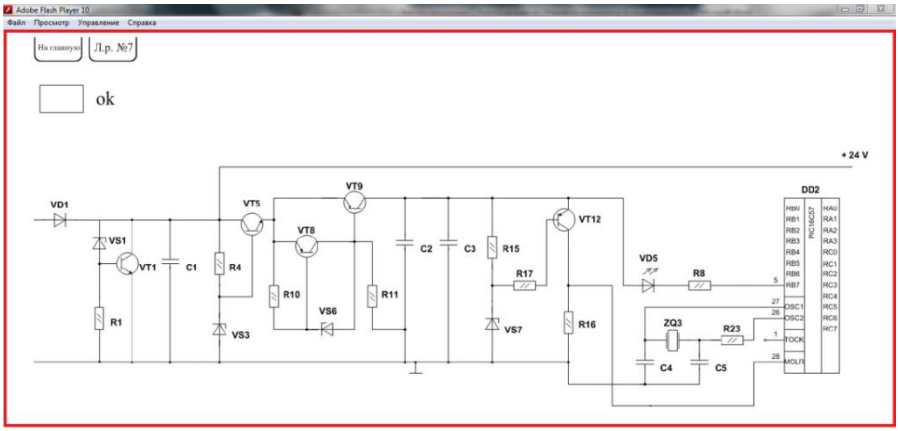


Рисунок 9.2 – Электрическая схема стабилизатора напряжения

В левом верхнем углу находится окно для ввода параметра входного напряжения. В пустое окно вводится параметр напряжения, подаваемого на вход схемы, а для активации необходимо нажать на кнопку «ok». При этом в правом верхнем углу появляется информация, в которой описывается назначение данного режима, условия его срабатывания и последовательность включения элементов схемы. Демонстрация работы схемы стабилизатора напряжения происходит в несколько режимах. Выбор режима зависит от параметра входного напряжения. Таким образом, выделяются следующие режимы функционирования схемы.

1 На вход стабилизатора подается напряжение от источника питания в диапазоне 41–49 В – срабатывает первая ступень защиты по напряжению «сверху» (рисунок 9.3), которая собрана на элементах VD1, VS1, R1, VT1. Превышение входным напряжением значения 40 В приводит к открытию стабилитрона VS1. Создается цепь протекания тока: +24 В источника питания, далее диод VD1, стабилитрон VS1, резистор R1 и на электрическую землю. При этом на базе транзистора VT1 концентрируется высокий потенциал, который впоследствии и открывает его. Образуется цепь протекания тока: +24 В источника питания, диод VD1, транзистор VT1 и на электрическую землю. При этом входное сопротивление блоков по питанию блоков ТС/ТУ резко уменьшается, излишки напряжения выделяются на резисторах R2, R3 и сбрасываются электрическую землю. Этот каскад ограничивает напряжение, подаваемое на линейный стабилизатор на уровне 40 В и выше.

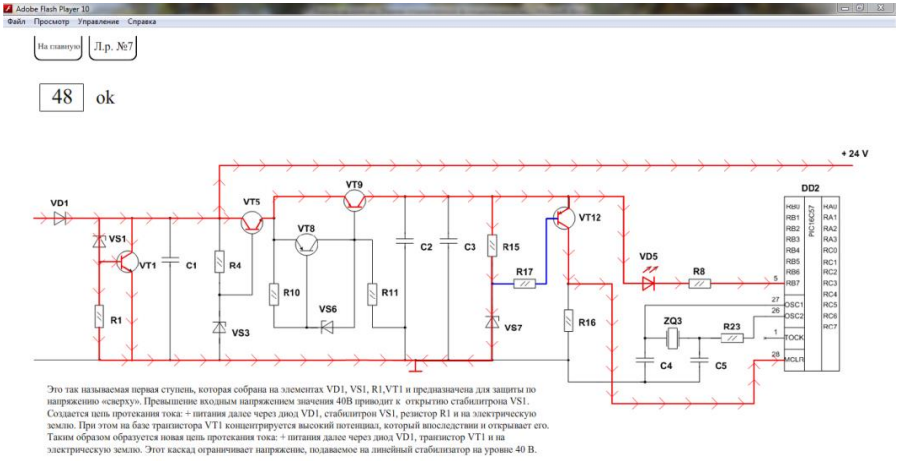


Рисунок 9.3 – Работа принципиальной схемы стабилизатора напряжения при входном напряжении 48 В

2 На вход стабилизатора подается напряжение от источника питания в диапазоне 24–40 В – нормальный режим работы схемы, открыты транзисторы VT5, VT8, VT9 и VT12, создается цепь протекания тока: +24 В источник питания далее через диод VD1, транзистор VT5, транзистор VT9, конденсаторы C2, C3, транзистор VT12 и на входе MCLR процессора стабилизированное напряжение на уровне 5 В (рисунок 9.4).

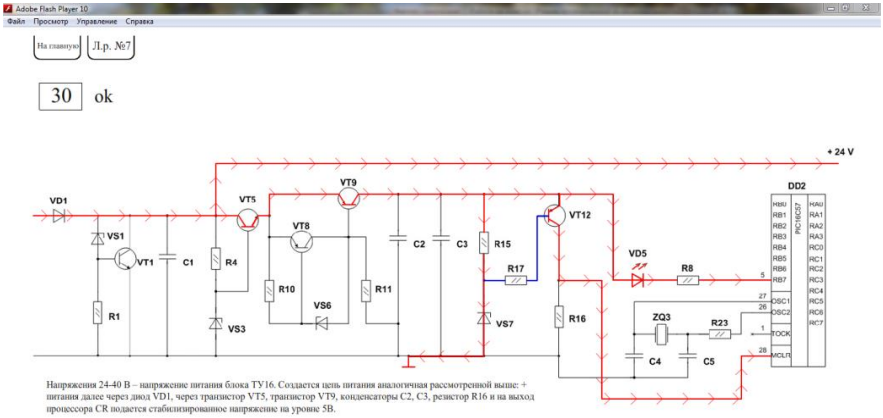


Рисунок 9.4 – Работа принципиальной схемы стабилизатора напряжения при входном напряжении 30 В

3 На вход стабилизатора подается напряжение в диапазоне 0–5 В – на выходе стабилизатора меньше 5 В (рисунок 9.5). Поскольку уровень данного напряжения ниже уровня стабилизации напряжения на стабилитроне VS3, то стабилитрон VS3 остается в закрытом состоянии. Соответственно, не создается цепи протекания тока: +24 В источник питания, диод VD1, транзистор VT5 (в нормальном режиме, т. е. когда нет превышения напряжения, на базу транзистора VT5 через резистор R4 подается высокий потенциал и транзистор *n-p-n*-типа находится в открытом состоянии), резистор R10, стабилитрон VS6 (поскольку он закрыт), резистор R11 и на электрическую землю. На базе транзистора VT8 не концентрируется низкий потенциал и он не открывается, соответственно, не открывается транзистор VT9 и на выход процессора MCLR ничего не подается.

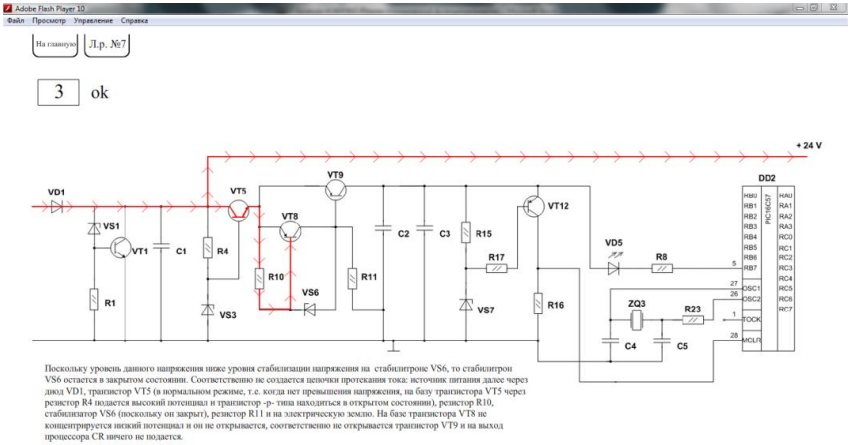


Рисунок 9.5 – Работа принципиальной схемы стабилизатора напряжения при входном напряжении 3 В

4 Режим стабилизации снизу, 6–24 В, на выходе присутствует стабилизированное напряжение 5 В (рисунок 9.6). Это так называемая третья ступень стабилизации, которая собрана на элементах R10, VS6, R11, VT8, VT9 и служит для ограничения по напряжению «снизу». В данном случае напряжение на входе схемы выше напряжения стабилизации на VS6 и стабилитрон открывается. Создается цепь протекания тока: +24 В источника питания, диод VD1, через транзистор VT5, резистор R10, стабилизатор VS6, резистор R11 и на электрическую землю. На базе транзистора VT8 концентрируется низкий потенциал и он открывается (поскольку *p-n-p*-типа). Начинает протекать ток по цепи: +24 В источника питания диод VD1, транзистор VT5, транзистор VT8, резистор R11 и на электрическую землю. Низкий потенциал концентрируется на базе транзистора VT9, и он открывается. Создается цепь протекания тока: +24 В источника питания диод VD1, тран-

зисторы VT5, VT9, конденсаторы C2, C3, резистор R16 и на вход процессора MCLR подается стабилизированное напряжение на уровне 5 В.

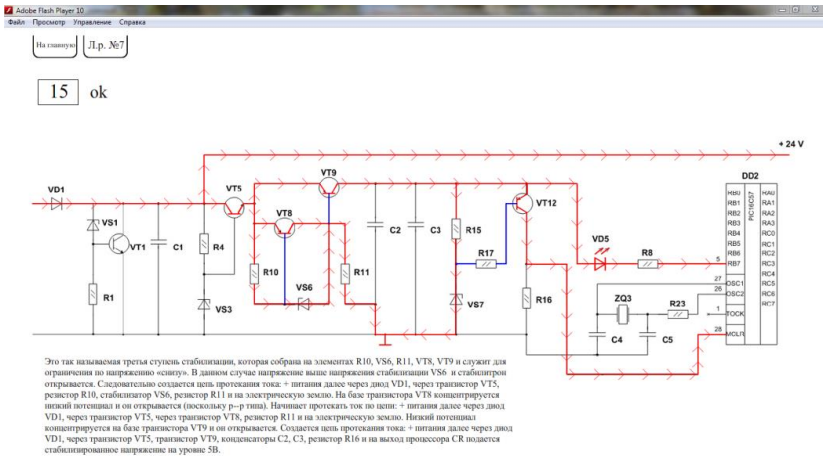


Рисунок 9.6 – Работа принципиальной схемы стабилизатора напряжения при входном напряжении 15 В

На всех представленных принципиальных электрических схемах красными и синими линиями и стрелками показано направление протекания электрического тока (красный цвет соответствует высокому уровню, а синий – низкому), что позволяет улучшить понимание работы электрических схем.

Требуется: с использованием компьютерного моделирования исследовать работу принципиальной схемы стабилизатора напряжения блоков ТУ16 и ТС32.

Оборудование и приборы

Приложение Adobe Flash CS3 Professional под управлением операционной системы Windows XP.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Запустить на компьютере пакет моделирования flash-проигрывателя.

3 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

4 Выполнить исследование работы схемы стабилизатора напряжения блоков ТУ/ТС.

5 Сделать вывод о работе стабилизатора напряжения в зависимости от заданных параметров.

10 ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СХЕМ СТОРОЖЕВОГО ТАЙМЕРА И ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА БЛОКА ТЕЛЕИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Сведения из теории

Система телеизмерений в составе ДЦ «Неман» позволяет на время выполнения измерения поочередно подключать каждый контролируемый объект к одному измерительному каналу блока телеизмерений (ТИ) посредством релейных коммутаторов, которые организованы в виде матрицы и управляются блоком телеуправления. Один блок ТИ позволяет организовать два гальванически изолированных измерительных канала. Как правило, на линейной станции достаточно одного блока ТИ.

Блок ТИ выполняет следующие функции:

– преобразовывает в цифровую величину мгновенное значение тока по двум измерительным каналам и передает это значение в последовательном коде на компьютер;

– выполняет преобразование циклически 1 раз в 300 микросекунд.

Каждые 300 микросекунд блок производит измерения мгновенного значения тока по двум измерительным каналам, и после преобразования в цифровую величину передает измеренные значения в последовательном коде пакетами из трех байт на компьютер (рисунок 10.1). Первый бит пакета всегда равен 1, значение второго бита чередуется в каждом новом пакете для того, чтобы можно было отличать пакеты между собой. Девятый и семнадцатый биты всегда равны нулю, как признак составной части пакета. Значения остальных бит изменяются в соответствии с измеренными значениями.

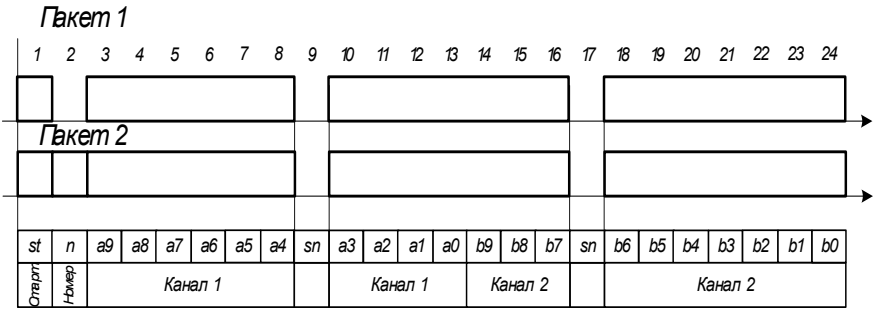


Рисунок 10.1 – Структура информационного пакета данных ТИ

Расчет среднеквадратичного (действующего) напряжения, привязку его к конкретному измерению и нормирование выполняет программное обеспечение компьютера.

Блок ТИ питается постоянным напряжением от 18 до 36 вольт. Конструктивно блок занимает одну позицию на «нулевках», устанавливается вместо клеммной панели и имеет пружинные соединители для подключения цепей. Внешний вид и спецификация выводов блока телеизмерения представлены на рисунке 10.2.

Основные параметры и характеристики блока телеизмерения:

– обеспечивает скорость обмена данными 115200 Бод;

– обеспечивает возможность ввода аналогового сигнала по двум каналам;

– предел основной погрешности канала телеизмерения не более ±2,5 %;

– предел дополнительной погрешности канала телеизмерения от влияния изменения температуры окружающей среды (на каждые 10 °С) не более ±1,25 %.

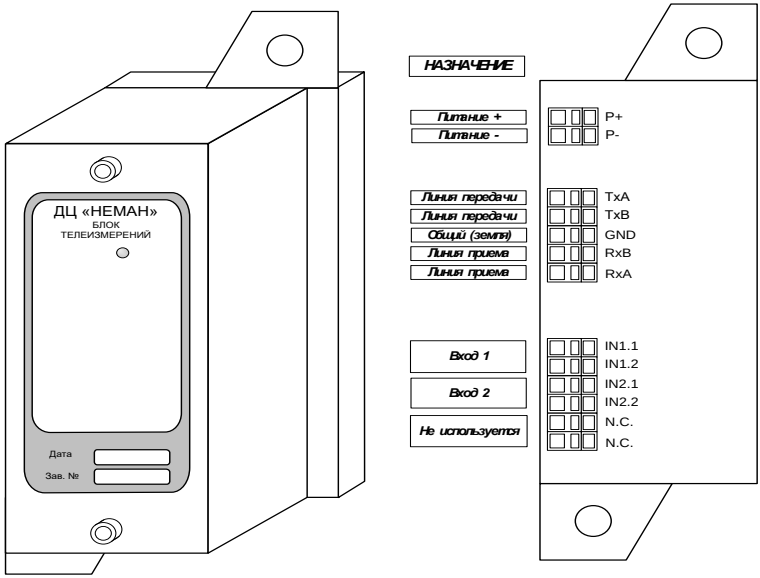


Рисунок 10.2 – Внешний вид и спецификация выводов бока ТИ

Функционально блок состоит из следующих узлов (рисунок 10.3):

– двух измерительных каналов;

– сторожевого таймера;

– кварцевого резонатора;

– схемы питания;

– управляющего процессора со схемой сброса, задающим генератором и контрольным индикатором;

– драйвера интерфейса RS-422.

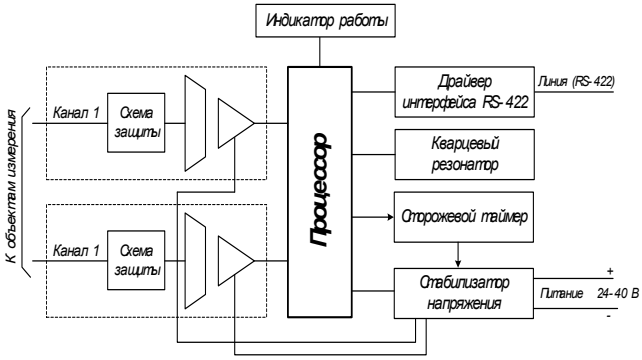


Рисунок 10.3 – Структурная схема блока ТИ

Измерительный канал (рисунок 10.4) состоит из схемы защиты и гальванически изолированного симметричного дифференциального усилителя.

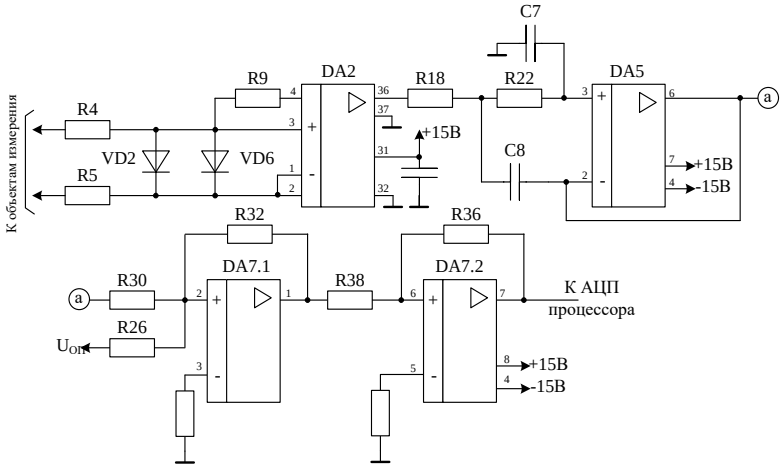


Рисунок 10.4 – Схема измерительного канала блока ТИ

Схема защиты собрана на элементах R4, R5, VD2, VD6 и служит для ограничения напряжения, поданного на вход операционного усилителя DA2. Поскольку входное сопротивление гальванически изолированного симметричного дифференциального усилителя стремится к нулю, приложенное напряжение приведет к резкому возрастанию тока и выходу его из строя. Максимальный входной ток, или ток полного преобразования, равен ±114 мкА (для выполнения измерений без искажений), а максимальный входной ток, при котором устройство не выйдет из строя, ±0,5 А.

Гальванически изолированный операционный усилитель (рисунок 10.5) постоянное напряжение от источника питания, поданное на выводы 31, 32 преобразует в импульсы прямоугольной формы частотой 25 кГц. Измерительный сигнал подается на выводы 1–4 и попадает на операционный усилитель, после чего подвергается модуляции частотой 25 кГц, а затем демодуляции. Таким образом, осуществляется гальваническая изоляция измерительной цепи.

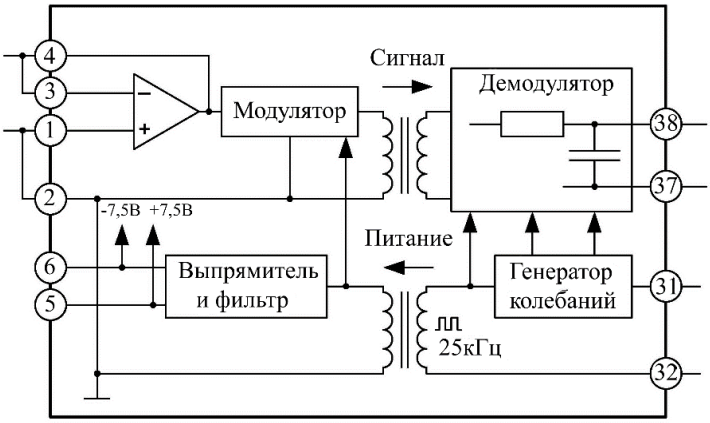


Рисунок 10.5 – Структурная схема гальванически изолированного операционного усилителя

После гальванической изоляции на DA2 сигнал поступает на фильтр, собранный на элементах C7, C8, R22, DA5, основное назначение которого – дополнительная фильтрация частоты модуляции 25 кГц.

Блок ТИ позволяет проводить измерения как постоянных, так и переменных напряжений, в то же время аналого-цифровой преобразователь (АЦП) процессора работает только с положительными сигналами, поэтому необходимо искусственно изменить уровень нуля измеряемого сигнала. Схемное решение выполнено на элементах R26, R30, R32, DA7.1, где через резистор R26 подается откалиброванное напряжение смещения.

Последним звеном в измерительном канале является операционный усилитель на элементах DA7.2, R36, R38. После усиления сигнал поступает на АЦП, встроенный в процессор.

Сторожевой таймер в случае «зависания» центрального процессора обеспечивает его перезапуск. Схема сторожевого таймера представлена на рисунке 10.6. После включения питания на выходе операционного усилителя (ОУ) DA1.1 присутствует отрицательный потенциал, а на выходе DA1.2 – положительный, что приводит к коммутации первого канала в оп-

троне DA4. Таким образом, на выходе сторожевого таймера присутствует питание WDT +5V, необходимое для работы всех остальных узлов блока ТИ. В таком состоянии сторожевой таймер находится в течение 90 мс. Это время отводится на прохождение самотестирования процессором.

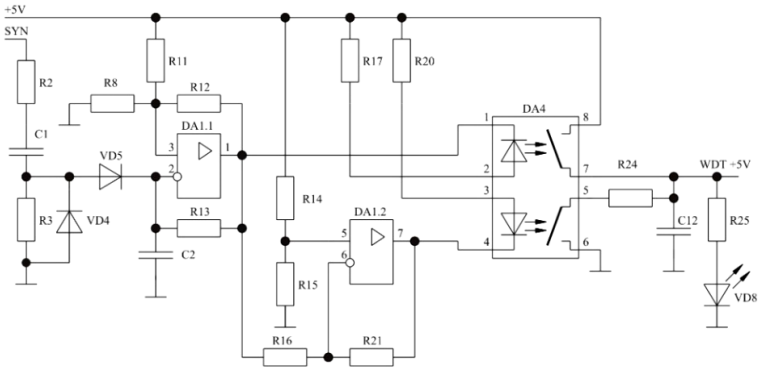


Рисунок 10.6 – Схема сторожевого таймера

В случае успешного тестирования процессор начинает генерировать импульсы по линии SYN, что приводит к постоянной подзарядке конденсатора C1. Диод VD4 обеспечивает дифференциацию времени заряда и разряда конденсатора путем шунтирования резистора R3 (заряд производится через R2, разряд–через R2 и R3). Разряд конденсатора C1 обеспечивает подзарядку конденсатора C2. Заряженный конденсатор C2 удерживает схему в исходном состоянии.

При зависании процессора прекращаются импульсы по линии SYN, что приводит к разряду конденсатора C2 и появлению положительного потенциала на выходе DA1.1. При этом на прямом входе ОУ DA1.2 потенциал оказывается меньше, чем на инверсном, и на выходе появляется отрицательный потенциал. Описанные изменения приводят к разрыву коммутации в первом канале DA4 (отключению питания на выходе сторожевого таймера), и коммутации резистора R24 для ускорения разряда всех конденсаторов. В таком состоянии схема находится 90 мс, после чего переходит в исходное состояние, и описанный выше процесс повторяется.

Работой блока ТИ управляет центральный процессор, действующий по записанной в него программе. Кварцевый резонатор позволяет получить высокостабильную тактовую частоту, необходимую для стабильной работы процессора, и поддерживать необходимую скорость передачи информации, собран на кварце ZQ1 частотой 4 МГц, конденсаторах C15, C16 и резисторе R14.

Индикатор работы предназначен для осуществления контроля исправности и работоспособности блока ТИ состоит из светодиода и резистора. При

нормальной работе блока индикатор зажигается на 0,25 секунды, а затем гаснет на 0,25 секунды, что свидетельствует о корректной работе.

Драйвер интерфейса RS-422 собран на элементах DD2 и DD3 и предназначен для организации передачи данных по интерфейсу RS-422.

Центральный процессор с кварцевым резонатором, индикатором работы и драйверами интерфейсов представлен на рисунке 10.7.

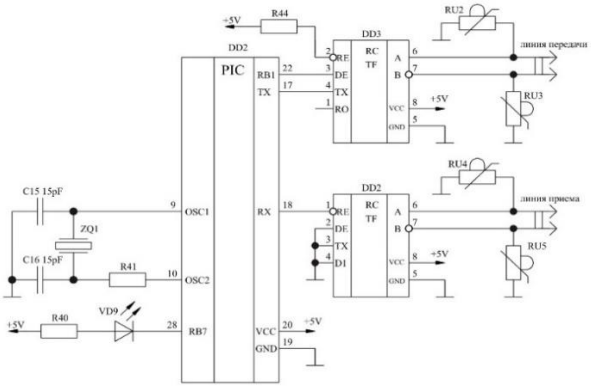


Рисунок 10.7 – Схема управляющего процессора с кварцевым резонатором, индикатором работы и драйверами интерфейсов

10.2 Моделирование работы блока ТИ

Для перехода к лабораторной работе необходимо нажать левой клавишей мыши по лабораторной работе № 4 ТИ. После выбора лабораторной работы происходит переход к цели и задачам работы (рисунок 10.8). Пользователь находится в окне с названием лабораторной работы, целями и вопросами, предложенными к изучению. На боковой панели присутствуют навигационные кнопки.

При нажатии на кнопку «ТИ» пользователь переходит в окно со структурной схемой блока телеизмерения ТИ. При нажатии на кнопку «Информация о блоке» в окне появляются информация о назначении блока и его технические характеристики.

Нажав на кнопку «ТИ», вновь возвращаемся в окно структурной схемы. При нажатии на любой блок структурной схемы, выпадает окно с электрической схемой данного функционального узла блока ТИ. Таким образом, переходим поэтапно к исследованию каждого функционального узла блока ТИ.

Выбираем сторожевой таймер (рисунок 10.8), в рабочем окне flash-проигрывателя открывается электрическая схема сторожевого таймера. В правом верхнем углу имеются навигационные кнопки, при нажатии на

которые пользователь поэтапно моделирует работу электрической схемы. При этом каждый шаг моделирования сопровождается описанием процесса протекания тока.

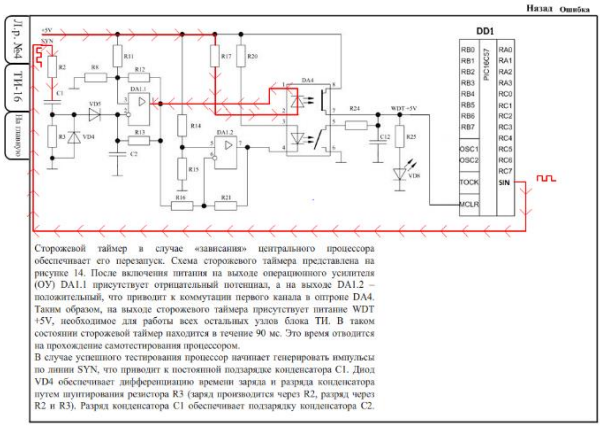


Рисунок 10.8 – Модель работы сторожевого таймера

Далее выбираем измерительный канал блока ТИ и схему драйвера интерфейсов, в рабочем окне flash-проигрывателя последовательно открываются электрические схемы измерительного канала и драйвера интерфейсов. Нажимая в правом верхнем углу навигационные кнопки, пользователь поэтапно моделирует работу электрической схемы, при этом каждый шаг моделирования сопровождается описанием процесса протекания тока.

Требуется: с использованием компьютерного моделирования исследовать работу принципиальных схем измерительного канала и сторожевого таймера блока ТИ.

Оборудование и приборы

Приложение Adobe Flash CS3 Professional под управлением операционной системы Windows XP.

Порядок выполнения работы

1 Изучить теоретические сведения.

2 Запустить на компьютере пакет моделирования flash-проигрывателя.

3 Получить индивидуальное задание у преподавателя.

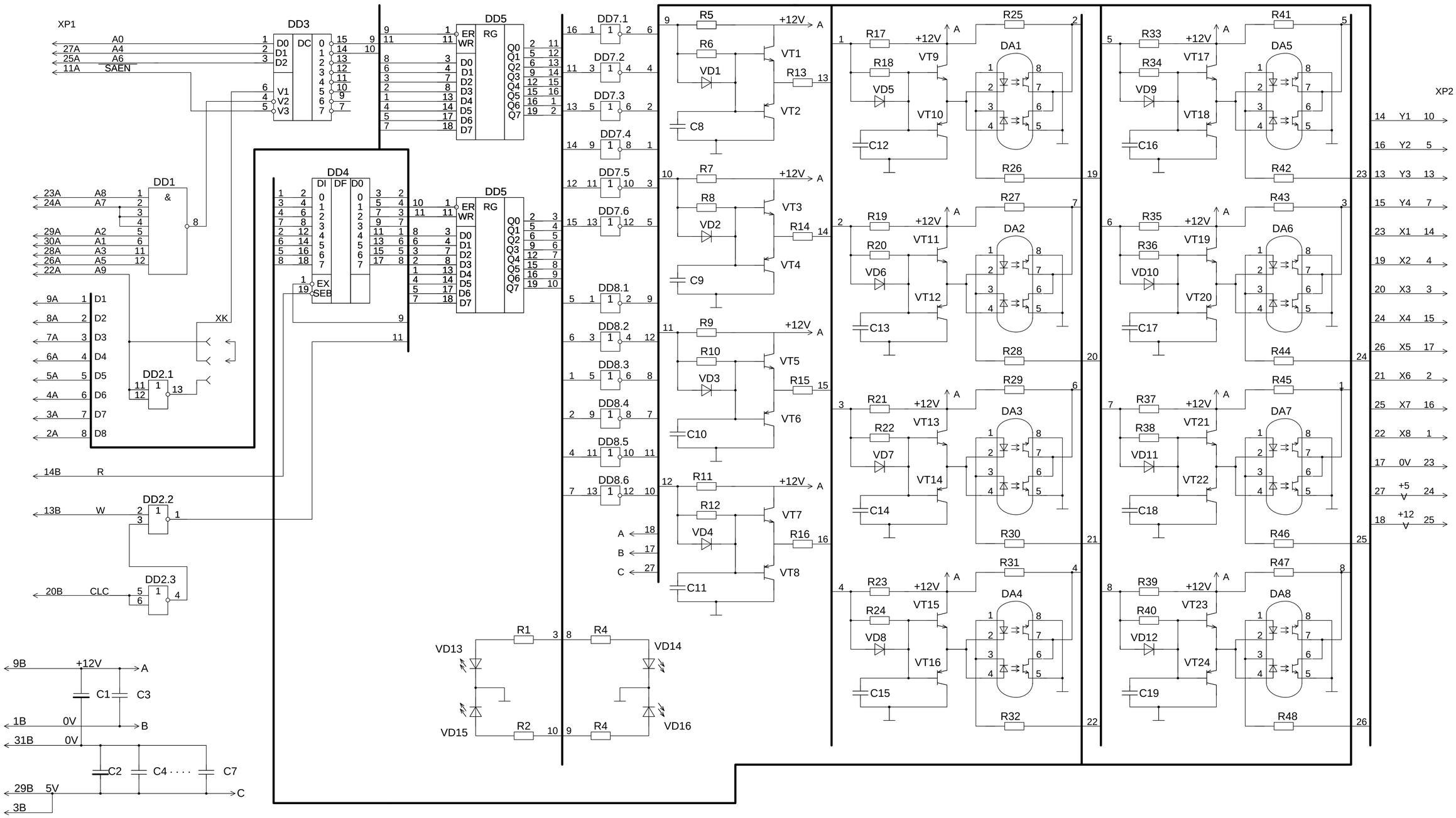
4 Выполнить исследование работы принципиальных схем блока ТИ.

5 Сделать вывод о работе схемных узлов в зависимости от заданных параметров по варианту.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

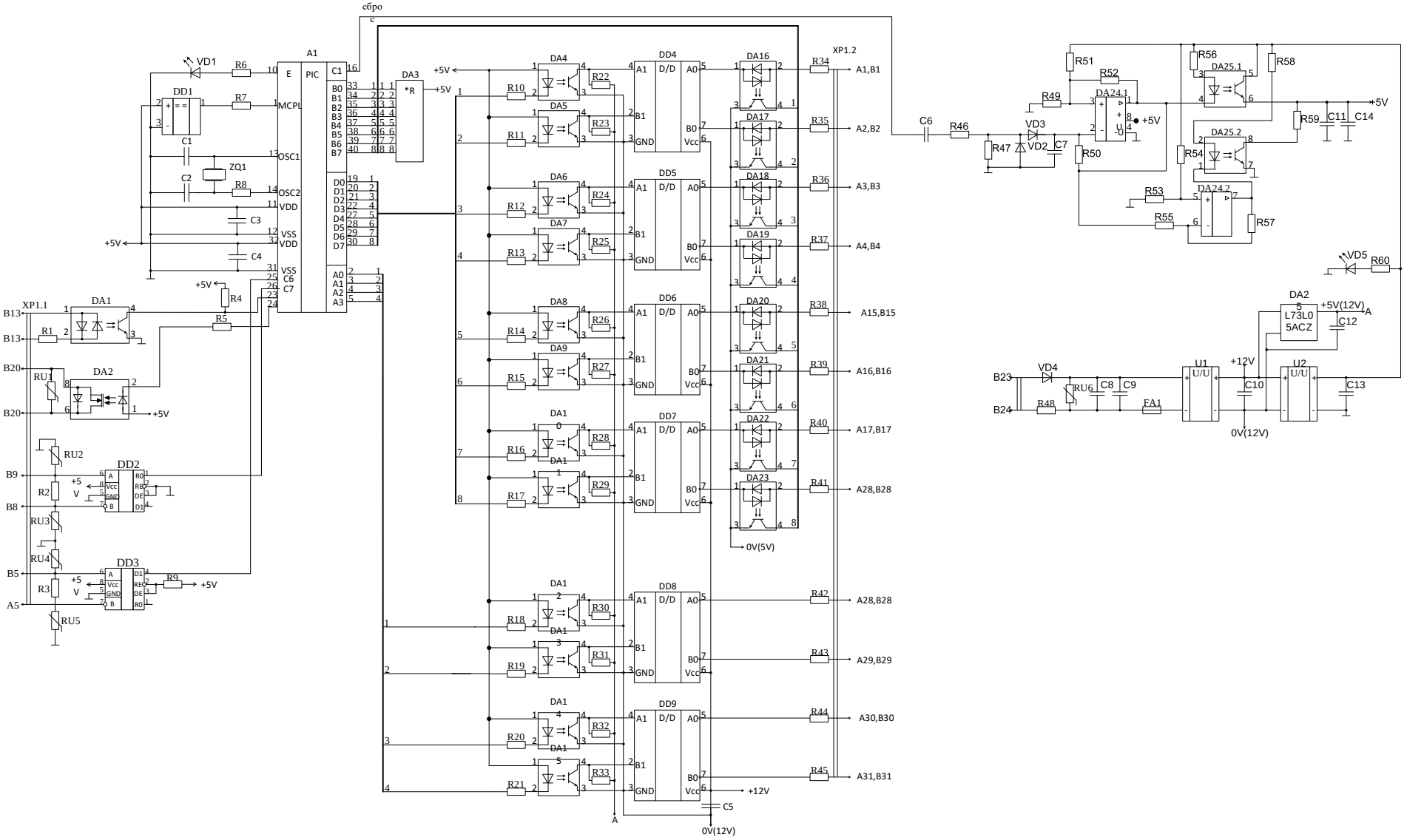
Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения Ц32



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения Ц32М



ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Схема электрическая принципиальная блока ТУ16

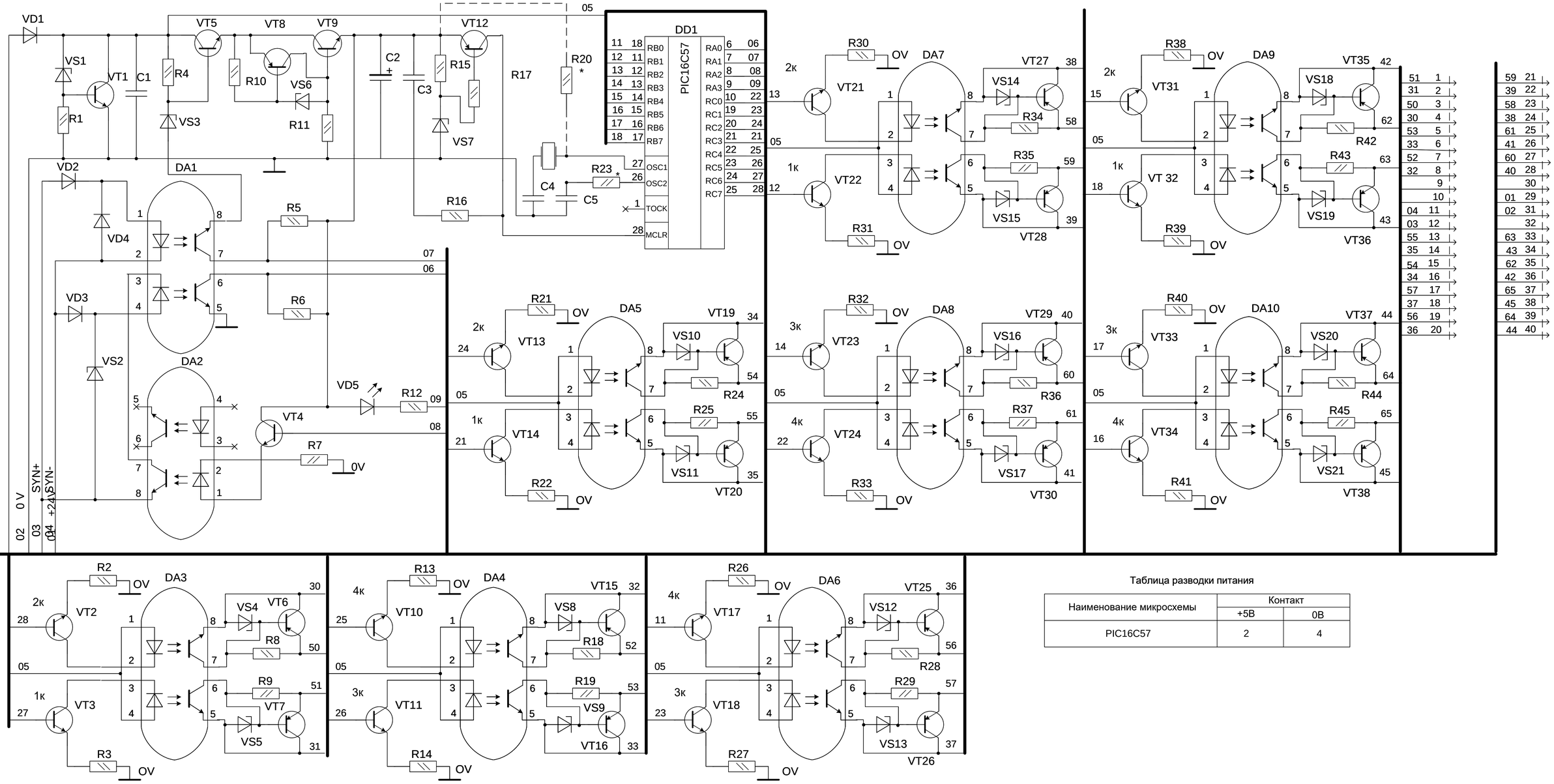


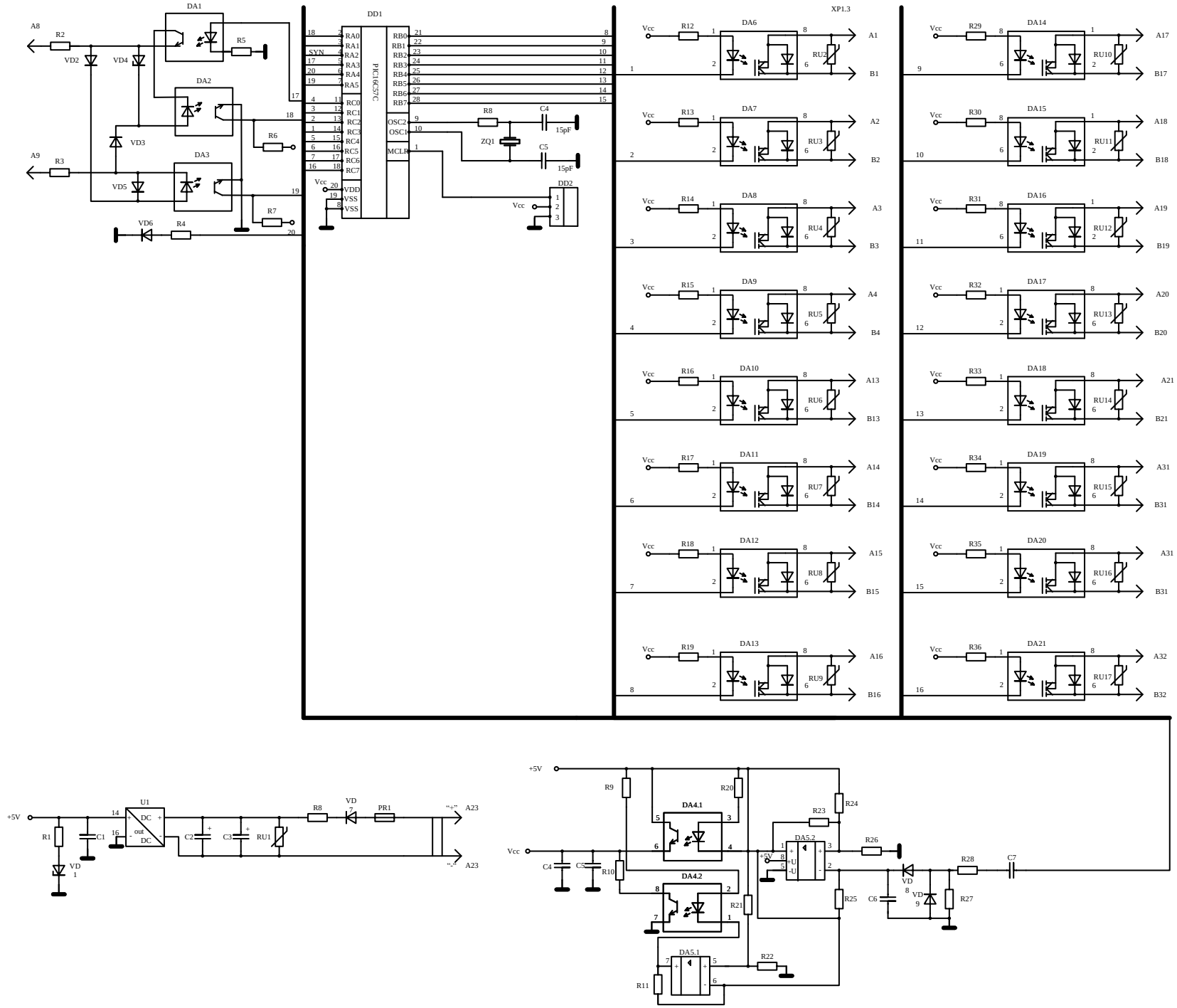
Таблица разводки питания

Наименование микросхемы	Контакт	
	+5В	0В
PIC16C57	2	4

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

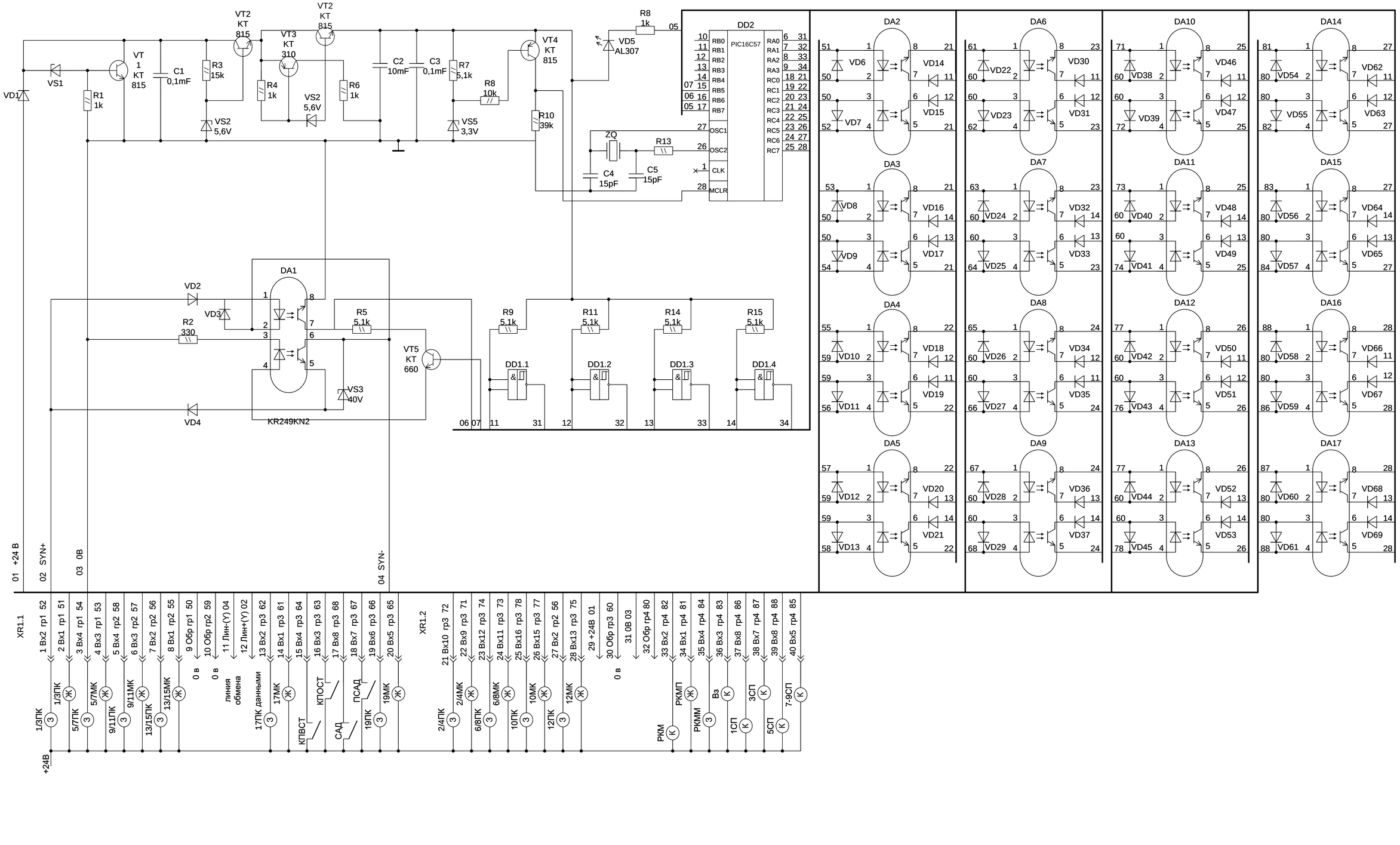
Схема электрическая принципиальная блока ТУ16М



ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

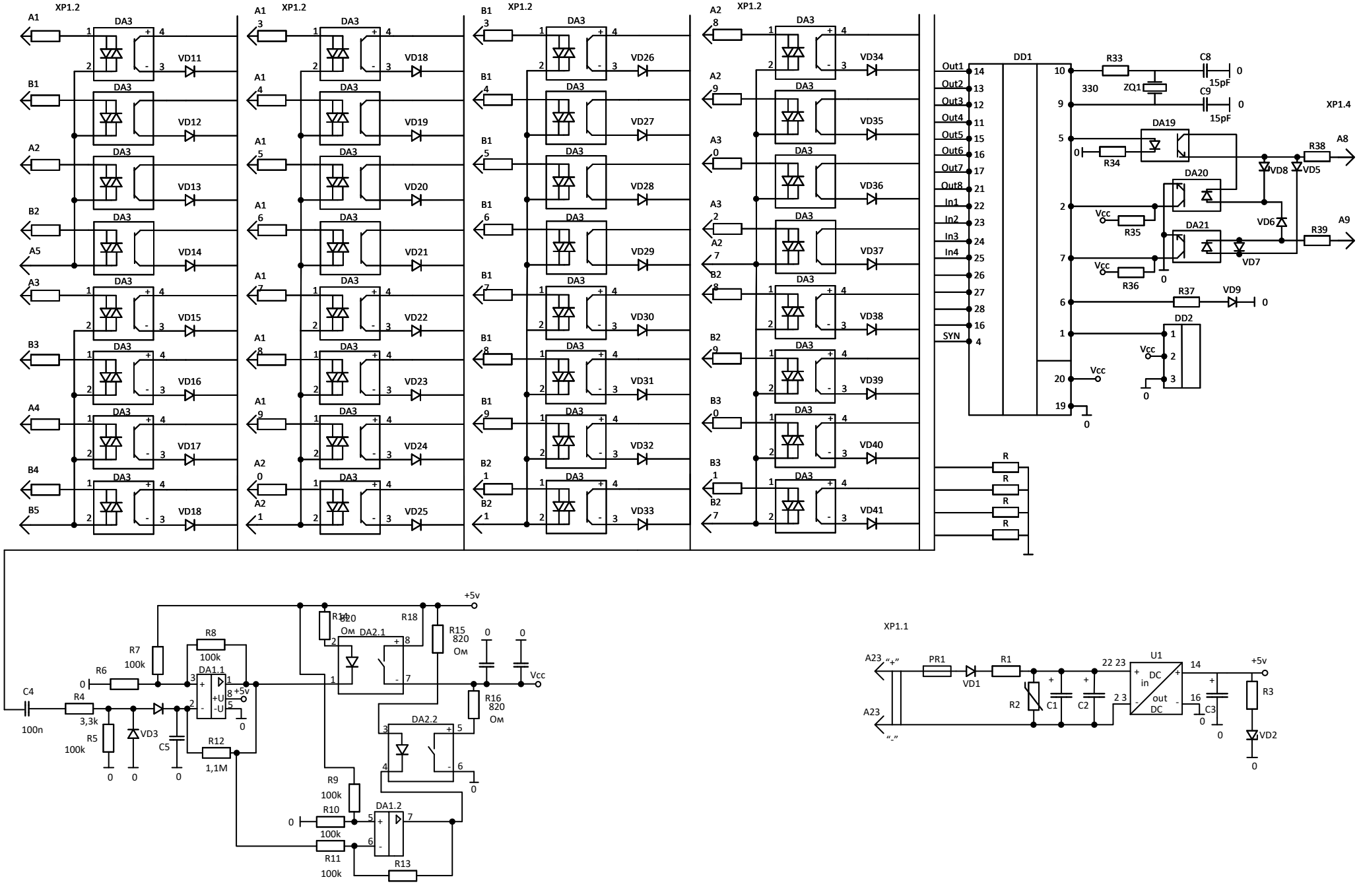
Схема электрическая принципиальная блока ТС32



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

Схема электрическая принципиальная блока ТС32М



СПИСОК РЕКОМЕДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Диспетчерская централизация «Неман» : пособие по учеб. дисциплине «Диспетчерская централизация» / Ф. Е. Сатырев, В. И. Шумский, А. В. Щерба, В. В. Сапожников. – Гомель : БелГУТ, 2024. – 170 с.

2 ИШДЖ.420000-01-01. Технические решения по проектированию «Автоматизированное рабочее место дежурного по станции на базе типовых решений диспетчерской централизации «Неман»: Изменение 1. – Минск : КТБ Бел. ж. д., 2023. – 35 с.

3 Технические решения по увязке диспетчерской централизации «Неман» с устройствами ЭЦ. Увязка с типовыми решениями альбомов ЭЦ-9, ЭЦ-12, МРЦ-13, ЭЦИ, БМРЦ. – Минск : КТБ Бел. ж. д., 1999. – 29 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение ... 3
1 Характеристика приложения Adobe Flash ... 3
1.1 Принципы создания компьютерной модели ... 5
1.2 Элементы навигации в компьютерной модели функциональных схем ... 6
2 Изучение работы аппаратуры центрального поста ДЦ «Неман» ... 6
2.1 Сведения из теории ... 6
2.2 Функции и программное обеспечение аппаратуры макета ЦП ДЦ «Неман»... 10
3 Изучение работы аппаратуры линейного комплекта ДЦ «Неман» ... 14
3.1 Аппаратура центрального поста и линейного комплекта лабораторного макета ДЦ «Неман» ... 14
3.2 Схемы имитации напольных устройств ЭЦ станции лабораторного макета ... 32
4 Изучение работы устройства сопряжения Ц32 ... 49
4.1 Сведения из теории ... 49
4.2 Моделирование работы блока Ц32 ... 55
5 Изучение работы блока ТУ16 ... 57
5.1 Сведения из теории ... 57
5.2 Моделирование работы блока ТУ16 ... 61
6 Изучение работы блока ТС32 ... 63
6.1 Сведения из теории ... 63
6.2 Моделирование работы блока ТС32 ... 69
7 Изучение работы устройств сопряжения Ц32 и блока ТУ16 ... 72
8 Изучение работы устройств сопряжения Ц32 и блока ТС32 ... 76
9 Изучение работы стабилизатора напряжения ... 82
9.1 Сведения из теории ... 82
9.2 Моделирование работы схемы стабилизатора напряжения ... 83
10 Изучение работы схем сторожевого таймера и измерительного канала блока телеизмерений ... 88
10.1 Сведения из теории ... 88
10.2 Моделирование работы блока ТИ ... 93
Список рекомендуемой литературы ... 95
Приложение А. Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения Ц32 ... вкл
Приложение Б. Схема электрическая принципиальная устройства сопряжения Ц32М ... вкл
Приложение В. Схема электрическая принципиальная блока ТУ16 ... вкл
Приложение Г. Схема электрическая принципиальная блока ТУ16М ... вкл
Приложение Д. Схема электрическая принципиальная блока ТС32 ... вкл
Приложение Е. Схема электрическая принципиальная блока ТС32М ... вкл

Учебное издание

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ АППАРАТУРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПОСТА И ЛИНЕЙНОГО КОМПЛЕКТА ДЦ «НЕМАН»

Пособие

Редактор *А. А. Павлюченкова*
Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 22.06.2026 г. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л.5,5. Уч.-изд. л. 5,29. Тираж 50 экз.
Зак. № 1537. Изд. № 10.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель.