

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ (ЛАБОРАТОРНЫХ) РАБОТ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**ПМ.02 ПРОВЕДЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И
РЕМОНТА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ**

Специальность:

11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт
электронных приборов и устройств

Квалификация выпускника:

Специалист по электронным приборам и устройствам

Форма обучения: очная

Ростов-на-Дону
2023

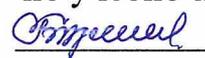
СОГЛАСОВАНО

Начальник методического отдела

 Н.В. Вострякова
« 28 » марта 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебно-методической работе

 С.А. Будасова
« 28 » марта 2023 г.

ОДОБРЕНО

Цикловыми комиссиями радиоэлектроники
и технического обслуживания

радиоэлектронной техники

Пр. № 8 от « 1 » февраля 2023 г.

Председатель ЦК

 В.Ю. Махно

Методические указания по выполнению практических (лабораторных) работ разработаны в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины ПМ.02 проведение технического обслуживания и ремонта электронных приборов и устройств для специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Разработчик(и):

Ткачев А.В. - мастер ГБПОУ РО «РКРИПТ»

Скоробогатов М.Н. – преподаватель ГБПОУ РО «РКРИПТ»

Рецензенты:

Калиенко И.В. – к.т.н., преподаватель ГБПОУ РО «РКРИПТ»

Емельяненко С.А. – директор ООО «Техникон»

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Практическая работа 1.	7
2. Практическая работа 2.	9
3. Практическая работа 3.	12
4. Практическая работа 4.	17
5. Практическая работа 5.	19
6. Практическая работа 6.	22
7. Практическая работа 7.	26
8. Практическая работа 8.	29
9. Практическая работа 9.	32
10. Практическая работа 10.	35
11. Практическая работа 11.	37
12. Практическая работа 12.	40
13. Практическая работа 13.	43
14. Практическая работа 14.	48
15. Практическая работа 15.	50
16. Практическая работа 16.	52
17. Практическая работа 17.	61
18. Практическая работа 18.	65
19. Практическая работа 19.	69
20. Практическая работа 20.	74
21. Практическая работа 21.	76
22. Практическая работа 22.	81
23. Практическая работа 23.	84
24. Практическая работа 24.	87
25. Практическая работа 25.	91
26. Практическая работа 26.	96
27. Практическая работа 27.	104
28. Практическая работа 28.	106
29. Практическая работа 29.	109
30. Практическая работа 30.	114
31. Практическая работа 31.	116
32.	
Список используемой литературы	
Приложения	...

Введение¹

Лабораторные и практические занятия по профессиональному модулю ПМ.02 Проведение технического обслуживания и ремонта электронных приборов и устройств составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки и направлены на подтверждение теоретических положений и формирование практических умений и практического опыта:

- Производить диагностику работоспособности электронных приборов и устройств средней сложности;
- Осуществлять диагностику аналоговых, импульсных, цифровых и со встроенными микропроцессорными системами устройств средней сложности для выявления и устранения неисправностей и дефектов;

Лабораторные и практические занятия относятся к основным видам учебных занятий.

Выполнение студентами лабораторных и практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (аналитических, проектировочных, конструкторских и др.) у будущих специалистов;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных (решать задачи по математике, физике, химии, информатике и др.), необходимых в последующей учебной деятельности.

Содержанием лабораторных работ по дисциплине /профессиональному модулю являются экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей, ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др. В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать,

¹Информация во введении обобщенная и может быть откорректирована преподавателем

сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Содержанием практических занятий по дисциплине /профессиональному модулю являются решение разного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных ситуаций, решение ситуационных производственных задач, выполнение профессиональных функций в деловых играх и т.п.), выполнение вычислений, расчетов, чертежей, работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и другое.

Содержание практических, лабораторных занятий охватывают весь круг профессиональных умений, на подготовку к которым ориентирована данная дисциплина/профессиональный модуль, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе курсового проектирования, практикой по профилю специальности и преддипломной практикой.

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных учебных лабораториях. Практическое занятие должно проводиться в учебных кабинетах или специально оборудованных помещениях (площадках). Продолжительность занятия – не менее 2-х академических часов. Необходимыми структурными элементами занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения работы.

Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.

Выполнению лабораторных и практических работ предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные и практические работы студенты выполняют под руководством преподавателя. При проведении лабораторных и практических занятий учебная группа может делиться на подгруппы численностью не менее 8 человек. Объем заданий для лабораторных и практических занятий спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Формы организации работы обучающихся на лабораторных работах и практических занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Отчет по практической и лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической, лабораторной работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Оценки за выполнение лабораторных работ и практических занятий могут выставляться по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываться как по-

казатели текущей успеваемости студентов.

Критерии оценки лабораторных, практических работ.

Оценка «5» ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

Оценка «4» ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта.

Оценка «3» ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА №1

«Проведение анализа показателей объекта диагностирования и их оценки»

1. Цель работы: Выполнить анализ показателей диагностирования электронного устройства

2. Время выполнения работы: 12 ч.

3. Краткие теоретические сведения

Методы технического диагностирования обеспечивают надёжность функционирования технических систем. Другими словами, диагностирование – одна из важных мер обеспечения и поддержания надёжности технических объектов. Возможность обнаружения изменений технического состояния объекта на ранней стадии их возникновения обусловлена достаточной параметрической избыточностью и медленно протекающими процессами снижения работоспособности. Диагностирование осуществляется либо человеком непосредственно (например, внешним осмотром, «на слух»), либо с помощью аппаратуры. Объект и средства его диагностирования в совокупности образуют систему диагностирования. Взаимодействуя между собой, объект и средства реализуют некоторый алгоритм диагностирования. Различают виды тестового и функционального диагностирования. Виды (и системы на их основе) первого типа применяют при изготовлении объекта, во время его ремонта, профилактики и при хранении, а также перед применением и после него, когда необходимы проверка исправности объекта или его работоспособности и поиск дефектов. В этом случае на объект диагностирования подаются специально организуемые тестовые воздействия. Виды (и системы на их основе) второго типа применяют при использовании объекта по назначению, когда необходимы проверка правильности функционирования и поиск дефектов. При этом на объект поступают только предусмотренные его алгоритмом функционирования (рабочие) воздействия. Разработка и создание технологий (систем) диагностирования включают: – изучение объекта, его возможных дефектов и их признаков; – составление математических (диагностических) моделей (формализованного описания) исправного (работоспособного) объекта и того же объекта в неисправных (неработоспособных) состояниях; – построение алгоритмов диагностирования; – отладку и опробование технологии (системы). В изучении объектов большое значение имеет их классификация по различным признакам, например по характеру изменения значений параметров, по виду потребляемой энергии и т. п. Изучение дефектов проводится с целью определения их природы, причин и вероятностей возникновения, физических условий их проявления, условий обнаружения и т. п.

4. Перечень оборудования:

- Лабораторный блок питания;
- Генератор сигналов;
- Цифровой осциллограф;
- Мультиметр;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

1. Провести диагностику режекторного фильтра ИК-приёмника настольного многоцветного светильника-ночника с пятью RGB-светодиодами(далее светильник). Построить АЧХ режекторного фильтра. При построении используйте не менее 10 точек отсчетов в обе стороны от центральной частоты. Шаг дискретизации по частоте участник выбирает самостоятельно. Определите центральную частоту подавления f_0 , две граничных частоты – нижнюю f_n и верхнюю f_v , полосу задержания Δf и добротность фильтра, вычисляемую по формуле: $Q=(f_v+ f_n)/(2\Delta f)$.

2. Провести диагностику работы детектора светильника. Приведите в отчете совмещенные осциллограммы сигналов DR_IN, DR_OUT и DR_CLK при нажатии кнопки «+» пульта ДУ. Приведите в отчете совмещенные осциллограммы сигнала DR_IN и сигналы на выводах DA2B_5, DA2B_6, DA2B_7.

3. Провести диагностику работы блока битового счётчика и формирователя задержки светильника. Покажите на совмещенной осциллограмме работу блока битового счётчика на базе микросхемы CD4024BE и формирователя задержки на базе микросхемы NE555DR путем формирования сигналов DR_CLK, DEADTIME и DT_START. Вычислите длительность импульса DEADTIME по осциллограмме.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

- как определить исправность режекторного фильтра
- для чего используется сигнал DEADTIME

8. Список литературы:

Науменко, А. П. НЗ4 Введение в техническую диагностику и неразрушающий контроль: учеб. пособие / А. П. Науменко ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2019. – 152 с. : ил.

1. Хамадулин, Э. Ф. Основы радиоэлектроники: методы и средства измерений : учебное пособие для среднего профессионального образования / Э. Ф. Хамадулин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 365 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10396-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456592>

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 2

«Разработка классификации средств диагностирования электронных приборов и устройств»

1. **Цель работы:** Научится определять место в классификации средств диагностики конкретного диагностического устройства
2. **Время выполнения работы:** 3 ч.
3. **Краткие теоретические сведения:**

Целью диагностирования является обеспечение рациональной эксплуатации электрооборудования при заданных показателях надежности и сокращение затрат на техническое обслуживание и ремонт. Эта цель достигается путем управления техническим состоянием электрооборудования в процессе эксплуатации, что позволяет проводить ТОР в соответствии с данными диагностирования. Основная задача технического диагностирования состоит в получении достоверной информации о техническом состоянии электрооборудования в процессе эксплуатации. Она решается на основе измерения, контроля, анализа и обработки количественных и качественных значений параметров электрооборудования, а также путем управления оборудованием в соответствии с алгоритмом диагностирования. Анализ причин возникновения дефектов электрооборудования показывает, что техническое состояние каждого из них характеризуется как только ему присущими индивидуальными, так и общими признаками. Для каждого вида оборудования характерны свои типовые дефекты, многократно встречающиеся в эксплуатации. Объединив все дефекты и признаки их появления в отдельные группы, получим структуру диагностирования электрооборудования, состоящую из трех уровней и подсистем: проверки функционирования, выявления дефектов, оценки и прогнозирования работоспособности. При этом на каждом последующем уровне используются результаты предыдущих. Как уже отмечалось, техническая диагностика электрооборудования включает в себя два главных направления – оперативную и ремонтную диагностику. В основные задачи оперативной диагностики входят:

раннее выявление дефектов на работающем или выведенном из работы для обследования (но не разобранном) оборудовании;•

прогнозирование развития дефектов, оценка их опасности и общего состояния оборудования;•

подготовка рекомендаций по дальнейшей эксплуатации и техническому обслуживанию оборудования (например, немедленный вывод в ремонт, сдвиг сроков планового ремонта, работа без ограничений и т.п.).•

Ремонтная диагностика осуществляется на выведенном из работы в ремонт оборудовании. В ее основные задачи входят: локализация дефектов оборудо-

вания, определение объема ремонтно-восстановительных работ вплоть до рекомендации о целесообразности замены оборудования.

Большое разнообразие видов оборудования и задач технического диагностирования привело к тому, что в настоящее время применяются средства диагностирования самых различных принципов построения и назначения. Все эти средства различаются по следующим признакам: способам технической реализации, конструктивному исполнению, расположению относительно объекта диагностирования, степени автоматизации и универсальности, принципам воздействия на объект диагностирования, формам обработки и представления информации о состоянии объекта, режимам работы.

4. Перечень оборудования:

- измерительные приборы
- тест платы
- тестовые программы

5. Порядок выполнения работы(Задания):

Распределить указанные преподавателем средства диагностики по категориям:

- По способу технической реализации;
- По расположению относительно объекта диагностирования;
- По степени универсальности применения;
- По степени автоматизации и обработки информации;
- По форме обработки и представления информации;
- По степени воздействия на объект диагностирования;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Назовите примеры диагностических средств каждой категории;

8. Список литературы:

1. Петров, В. П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности

смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования по профессии "Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов" : [для студентов СПО] / В. П.

Петров. – Москва : Академия, 2019. – 256 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 3
«Выполнение сравнительного анализа функциональных схем тестового

и функционального анализа»

1. Цель работы: Сравнить схему тестового и функционального анализа

2. Время выполнения работы: 3ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Рассмотрим теперь более детально, функциональные схемы систем тестового и функционального диагнозов.

Будем считать, что алгоритм диагноза, реализуемый в той или иной системе диагноза, задан и содержит множество $\pi_j \in \Pi$ элементарных проверок.

Функциональная схема системы тестового диагноза показана на рис. 3. По командам блока управления (**БУ**), хранящего алгоритм диагноза, источник воздействий (**ИВ**) вырабатывает воздействия α_j элементарных проверок $\pi_j \in \Pi$ и в соответствии с алгоритмом диагноза в определенной последовательности подает их через устройство связи (**УС**) на объект диагноза (**ОД**), а также, возможно, на физическую модель (**ФМ**) объекта. В общем случае устройство связи (**УС**) может коммутировать каналы связи по сигналам блока управления.

Если, например, система (рис.3) решает задачу проверки исправности объекта, то реализация физической модели сводится к представлению функции

$$R_j = \psi(\pi_j) \quad (2.6)$$

для всех $\pi_j \in \Pi$. Для этого случая на рис.3 рядом с выходом физической модели указано множество сигналов $\{R_j\}$.

При поиске неисправностей объекта возможны разные варианты организации процесса тестового диагноза. Если до реализации процесса неизвестно, исправен объект или неисправен, то в физической модели должны быть представлены как зависимость (2.6), так и зависимости:

$$R_j^i = \psi^i(\pi_j) \quad (2.7)$$

для всех $s_i \in S$ и всех $\pi_j \in \Pi$, т.е. множество выходных сигналов физической модели образуют множества $\{R_j^i\}$ и $\{R_j^j\}$.

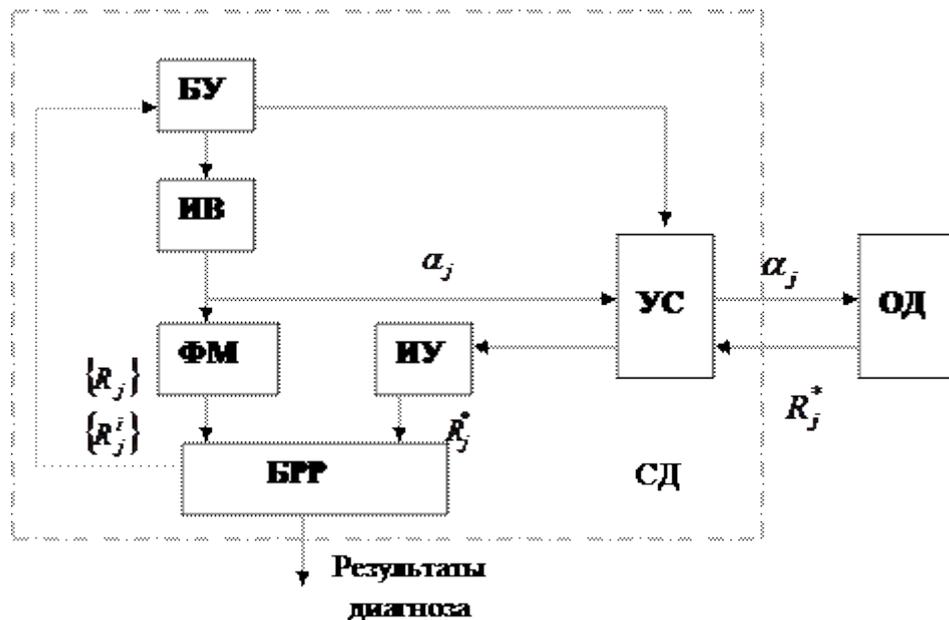


Рис.3. Функциональная схема системы тестового диагноза

Часто процесс тестового диагноза организуют в два этапа: сначала реализуют алгоритм проверки исправности объекта и только в случае получения результата проверки «объект неисправен» переходят к реализации алгоритма поиска неисправностей. При наличии предварительной информации о том, что объект неисправен, для решения задачи поиска неисправностей достаточно, чтобы физическая модель реализовала только зависимости (2.7), т.е. выдавала множество сигналов $\{R_j^i\}$.

Таким образом, физическая модель объекта выдает информацию о возможных технических состояниях объекта в виде возможных результатов R_j , R_j^* элементарных проверок из множества Π . Эта информация поступает в блок расшифровки результатов (БРР).

Ответами объекта диагноза на воздействия α_j являются фактические результаты R_j^* элементарных проверок $\pi_j \in \Pi$. Эти результаты через устройство связи (УС) поступают на измерительное устройство (ИУ) и затем с выхода последнего (в некоторой, возможно, преобразованной форме) - на вход блока расшифровки результатов. Показанная на рисунке 3 пунктиром обратная связь между блоком расшифровки результатов (БРР) и блоком управления (БУ) выполняется тогда, когда реализуемый в системе алгоритм диагноза представляет собой условную последовательность элементарных проверок. В этом случае очередная элементарная проверка из множества Π назначается в зависимости от фактических результатов R_j^* предшествующих ей элементарных проверок.

В блоке расшифровки результатов производится сопоставление

возможных $\{R_j\}$ и $\{R_j^i\}$ и фактических R_j^* результатов элементарных проверок, назначаются очередные элементарные проверки и формируются результаты диагноза.

Функциональная схема системы функционального диагноза показана на рис.4. Характерной особенностью таких систем, как уже отмечалось, является отсутствие в средствах диагноза источника (тестовых) воздействий. Напомним, что теперь объект в процессе диагноза применяется по своему назначению или находится в режиме имитации такого применения: воздействия являются рабочими и поступают на основные входы объекта.

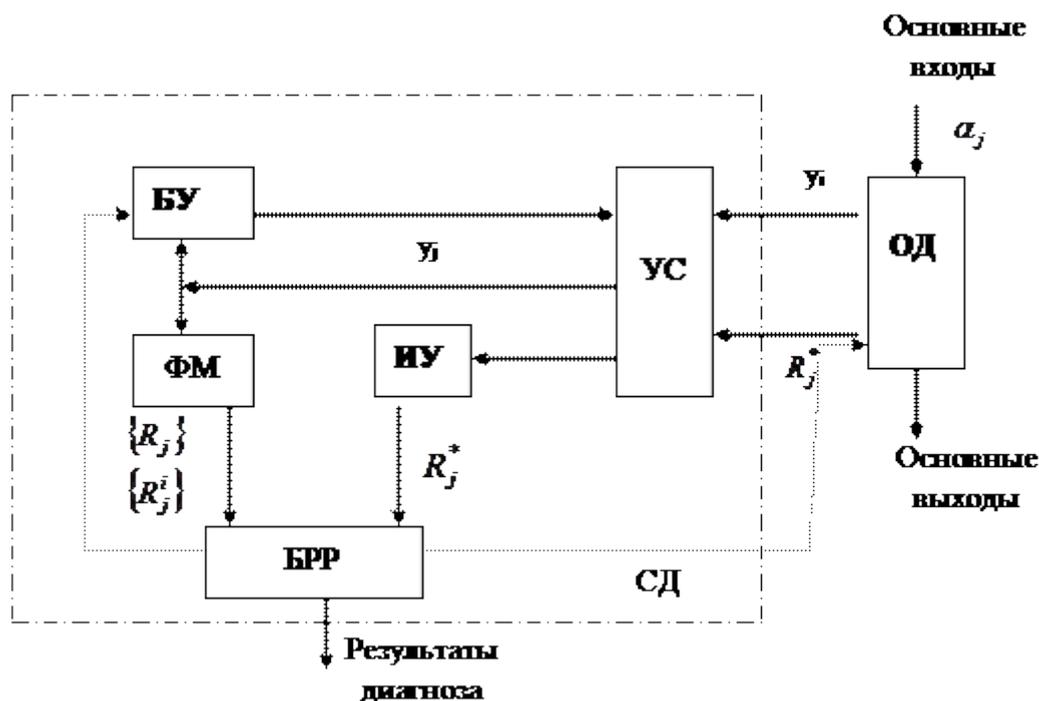


Рис.4. Функциональная схема системы функционального диагноза

С объекта снимаются, во-первых, сигналы управления (на рис.4 они обозначены символом u_i) средствами диагноза и, во-вторых, сигналы R_j^* ответов объекта на воздействия α_j . Сигналы u_i - нужны тогда, когда имеется необходимость управления физической моделью (ΦM) и блоком управления ($БУ$) в зависимости от режима работы объекта. Блок управления по сигналам u_i , а также, возможно, по сигналам обратной связи от блока расшифровки результатов ($БРР$) осуществляет коммутацию каналов в устройстве связи ($УС$). Если на систему функционального диагноза возложены также функции защиты объекта, то ($БРР$) выдает команды на управление объектом.

Как и в системах тестового диагноза, блок расшифровки результатов ($БРР$) производит сопоставление фактических результатов R_j^* элементарных проверок с возможными результатами $\{R_j\}$ и $\{R_j^i\}$, выдаваемыми физической моделью. Когда система решает задачу проверки правильности

функционирования объекта, достаточно, чтобы физическая модель хранила и выдавала только множество $\{R_i\}$ результатов. При поиске неисправностей необходимо знание также результатов $\{R_i\}$.

Примером систем функционального диагноза являются широко распространенные системы централизованного контроля, в которых о техническом состоянии объекта судят по результатам сравнения фактических значений параметров объекта с их верхними и нижними допустимыми значениями. В этом случае физической моделью объекта диагноза является аппаратура хранения и выдачи указанных допустимых значений контролируемых параметров.

В заключение отметим, что здесь были рассмотрены в определенном смысле общие условия проведения процессов диагноза. Не всегда в практике требуется или возможно проведение диагноза с глубиной до каждой одной неисправности $s_i \in S$ объекта (например, часто нет необходимости различать неисправности одной и той же сменной компоненты объекта). Иногда полезно обеспечить возможность формировать результаты тестового диагноза по ходу процесса и тем самым прекращать его, не дожидаясь реализации всех элементарных проверок из множества Π .

В системах функционального диагноза не всегда можно конструктивно четко отделить аппаратуру, принадлежащую объекту диагноза, от аппаратуры средств диагноза. Более того, встроенные средства функционального диагноза могут использоваться для целей тестового диагноза, а структура функционирующего объекта диагноза может отличаться от его структуры при тестовом диагнозе.

Представленные на рисунках 3 и 4 функциональные схемы систем диагноза могут претерпеть те или иные изменения в зависимости от того, какими являются эти системы - автоматическими, автоматизированными или ручными, какие применяются в них средства диагноза - универсальные (управляемые по сменной программе) или специализированные, программные или аппаратурные и т.п.

4. Перечень оборудования:

- Электронное устройство со встроенным средством тестового диагностирования (Устройство№1)
- Электронное устройство без встроенного средства тестового диагностирования (Устройство№2)

5. Порядок выполнения работы(Задания):

- подключить и запустить процесс тестового воздействия на Устройстве№1;
- проанализировать результаты тестирования;
- подключить Устройство№2;
- проанализировать работу системы функционального диагностирования;
- сравнить работу двух систем и сделать выводы;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Назовите основные отличия двух систем диагноза;

8. Список литературы:

1. Петров, В. П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования по профессии "Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов" : [для студентов СПО] / В. П. Петров. – Москва: Академия, 2017. – 256 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 4
«Заполнение сравнительной таблицы методов внутрисхемного диагностирования электронных приборов и устройств»

1. Цель работы:

Сравнить методы внутрисхемного диагностирования электронных приборов и устройств

2. Время выполнения работы: 3ч.

3. Краткие теоретические сведения

Термин **внутрисхемное тестирование (ИСТ)** означает проверку отдельных компонентов непосредственно на плате. Внутрисхемное диагностирование, в свою очередь, подразделяется на аналоговое и цифровое. **При аналоговом внутрисхемном диагностировании** обычно проверяют: – наличие коротких замыканий и обрывов, в том числе в результате некачественной пайки; – фактические значения дискретных компонентов (резисторов, конденсаторов, индуктивностей, дискретных полупроводниковых приборов) и их отклонение от номиналов; – правильность установки элементов (например, ориентация диодов); – правильность установки и функционирование микросхем. **При цифровом внутрисхемном диагностировании** проверяются цифровые микросхемы на соответствие таблице истинности.

С точки зрения степени автоматизации доступа к точкам измерений в системах внутрисхемного диагностирования выделяют следующие методы.

Метод клипс и пробников¹ предполагает, что оператор вручную с помощью специальных контактных зондов подсоединяет измерительное оборудование к некоторым точкам на печатной плате. Он универсален и недорог, но требует больших временных затрат и сравнительно высокую квалификацию персонала, поэтому его обычно применяют при единичном производстве и ремонте. **Метод «поле контактов»** или **«ложе из гвоздей»** обычно предполагает изготовление специального тестового адаптера, содержащего множество контактных игл. На адаптер накладывается печатная плата, а через контактные иглы производится подключение измерительного оборудования к контактным площадкам на плате. Такой метод обеспечивает очень высокую производительность. Его применяют при средне- и крупносерийном производстве. При этом адаптер делается отдельно для каждого диагностируемого изделия.

Метод подвижных пробников является безадаптерной альтернативой доступа к диагностируемому изделию. Оборудование с подвижными пробниками имеет несколько тестовых головок с приводами по осям X, Y и Z. Тестовые головки (обычно от четырех до восьми) перемещаются над испытываемой платой с большой скоростью до точек, к которым надо подключить измерительный узел. Электрические зонды, расположенные на каждой головке, вступают в контакт с соответствующими контактными площадками на печатной плате. Таким образом обеспечивается доступ к контрольным точкам, в которых надо сделать измерения. Вместе с тем данный метод не обеспечивает особо высокой производительности при тестировании. Однако он достаточно эффективен для предприятий с небольшой программой выпуска, но широкой номенклатурой изделий.

4. Перечень оборудования:

- мультиметр;
- осциллограф;
- генератор сигналов;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

Провести внутрисхемную диагностику различными методами.
Заполнить сравнительную таблицу

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

- Классификация систем внутрисхемного контроля по способу подключения к объекту диагностирования.
- В чем сущность метода аналоговых сигнатур?

8. Список литературы:

Малышенко, Ю.В., Стыцюра, Л.Ф., Саяпин, Ю.Л. М 20 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА [Текст] : учебное пособие / под общ.ред. Ю.В. Малышенко. – Владивосток : Изд-во ВГУЭС, 2010. – 302 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 5
«Проведение исследования и анализа показателей эффективности систем технического диагностирования»

- 1. Цель работы:** Изучить методику определения показателей эффективности систем технического диагностирования
- 2. Время выполнения работы:** 3ч.
- 3. Краткие теоретические сведения:**

Под *эффективностью систем диагностики* следует понимать в общем случае отношение эффективности работы диагностируемого объекта при наличии и отсутствии процесса диагностики.

Для оценки эффективности используют различные критерии, которые можно разделить на две большие группы:

1. обобщенные
2. частные

Обобщенный критерий представляется в виде одной величины, характеризующей степень соответствия объекта своему назначению и связанную со всеми ее характеристиками (по возможности). Обобщенные критерии характеризуют полезность всей системы диагностики в целом (объект) и носит, как правило, экономично статистический характер. При этом наиболее общими критериями эффективности систем диагностики являются экономические показатели, учитываются ее расходы на эксплуатацию, штрафы, доход от применения системы.

Экономические критерии, такие как стоимость, являются, пожалуй, единственной мерой, позволяющей оценить влияние всех факторов, определяющих качество и целесообразность применения систем диагностики.

$$W=(W_p-W_3)/W_{и}$$

$W_{и}$ идеальный доход

W_3 затраты связанные с использованием систем диагностики

W_p реальный доход

Использование обобщенных критериев встречается со сложностями приведения к единому масштабу эффекта от применения системы и затрат на ее создание и эксплуатацию. Поэтому при оценке эффективности используют и систему частных критериев.

$$W=(\sum H_{oi} - \sum H_i) / \sum H_{oi}$$

$$H_{oi} = -[P_{oi} \log_2 P_{oi} + (1 - P_{oi}) \log_2 (1 - P_{oi})]$$

$$H_i = -[P_i \log_2 P_i + (1 - P_i) \log_2 (1 - P_i)]$$

H_{oi} и H_i энтропии объектов диагностирования по i параметру до и после диагностирования.

P_{oi} и P_i априорная и апостериорная вероятности безотказной работы объектов диагностирования по i параметру.

Частные критерии характеризуют эффективность отдельных показателей системы диагностики. ГОСТ – 23564-79 определяет шесть критериев для оценки и сравнения различных вариантов системы диагностики.

1. P_{ij} вероятность ошибки диагностирования вида $i \rightarrow j$. вероятность совместного наступления двух событий. Объект диагностирования находится в состоянии i , а в результате диагностирования находится в j . При $i=j$ показатель P_{ij} характеризует вероятность правильного определения технического состояния объекта
2. достоверность правильного диагностирования (D) – полная вероятность того, что система диагностирования определяет то состояние, в котором действительно находится объект диагностирования
3. средняя продолжительность диагностирования τ_d математическое ожидание продолжительности однократного диагностирования
4. средняя стоимость диагностирования c_d – математическое ожидание стоимости однократного диагностирования.
5. средняя трудоемкость диагностирования u_d - математическое ожидание затрат на проведение одного диагностирования
6. глубина поиска дефектов (l) характеристика поиска дефекта задаваемая указанием составной части объекта диагностирования или его участка с точностью, до которого определяется место дефекта.

С 1 по 5 основаны на вероятных оценках свойств диагностируемого объекта, результатах диагностики и их характеристик.

4. Перечень оборудования:

-модель объекта диагностирования

5. Порядок выполнения работы(Задания):

-Используя систему диагностирования определить техническое состояние Объекта диагностирования (ОД) с глубиной поиска дефекта до блока, то есть фиксировать работоспособное и неработоспособное состояние каждого блока.

-Техническое состояние каждого блока определять совокупностью всех измеренных диагностических параметров (ДП).

-Используя методику ГОСТ 23564 -7 9, рассчитать показатели эффективности си-

стемы диагностирования.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

-Перечислить показатели эффективности системы диагностирования

8. Список литературы:

-Техническая диагностика, показатели диагностирования ГОСТ 23564-79, издание официальное

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 6

«Проверка исправности резисторов, конденсаторов»

1. Цель работы: Освоить методы проведения входного контроля резисторов и конденсаторов

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

3.1 Проверка резисторов

На практике наиболее часто встречаются следующие неисправности резисторов:

- отклонение значения сопротивления от номинала, превышающее допуск;
- обрыв или перегорание токопроводящего слоя;
- нарушение контактов в выводах.

Проверку параметров резисторов выполняют с помощью омметра. Резистор в большинстве случаев считают неисправным, если его сопротивление отличается более чем на 20% от номинального значения, указанного на корпусе.

Переменные резисторы чаще всего имеют нарушения контакта подвижной щетки с токопроводящим элементом. Для проверки их исправности измеряют сопротивление между одним из крайних выводов и выводом средней точки, плавно вращая при этом ось от упора до упора. Если потенциометр исправен, стрелка омметра перемещается вдоль, шкалы плавно, без дрожания и рывков.

Специфической неисправностью является нарушение идентичности номиналов и (или) функциональных зависимостей сопротивлений спаренных переменных резисторов от угла поворота их общей оси. Такая неисправность резисторов, включенных, например, в фазирующие цепи низкочастотных генераторов типа ГЗ-102, ГЗ-36 и др., приводит к значительному изменению амплитуды генерируемых колебаний при изменении частоты настройки.

2.2 Проверка конденсаторов

Основными неисправностями конденсаторов являются:

- обрыв выводов;
- пробой диэлектрика;
- утечка тока (снижение сопротивления изоляции);
- изменение емкости.

Исправность конденсатора в большинстве случаев может быть проверена с помощью прибора для измерения сопротивлений (омметра или любого комбинированного измерительного прибора), имеющего верхний предел измерения сопротивлений не ниже 2 МОм.

Проверку неэлектролитических конденсаторов сравнительно большой емкости (0,05 мкФ и более) на отсутствие обрывов и пробоев выполняют следующим образом. Подключив омметр к конденсатору, наблюдают за стрелкой прибора. При наличии обрыва стрелка не отклоняется. При полном пробое диэлектрика омметр покажет короткое замыкание, а при частичном — несколько десятков или

сотен кОм.

Если конденсатор исправен, стрелка скачком отклонится на несколько делений (заряд конденсатора) и быстро возвратится в первоначальное положение (разряд конденсатора). Угол отклонения стрелки будет тем больше, чем больше емкость конденсатора и чем выше установленный предел. При повторном подключении омметра через несколько секунд после первого стрелка не должна отклоняться. Отклонение стрелки в этом случае говорит об утечке тока.

Сопротивление изоляции исправных неэлектролитических конденсаторов составляет от 10^9 до 10^{12} Ом и может быть измерено мегомметром. В отличие от неэлектролитических электролитические конденсаторы имеют значительную утечку тока, пропорциональную емкости конденсатора. Для исправного конденсатора ток утечки в нормальных условиях определяется выражением

$$I_y = KCU + M$$

где I_y — ток утечки, мкА;

C — номинальная емкость, мкФ;

K и M — постоянные коэффициенты, зависящие от типа конденсатора;

U — номинальное напряжение конденсатора, В.

К примеру, для конденсаторов типа К50-6 $K=0,5$; $M = 3$.

Практически сопротивление утечки электролитического конденсатора может быть измерено омметром. При этом плюс конденсатора должен быть соединен с плюсом источника питания омметра. Если конденсатор исправен, стрелка омметра резко отклонится в сторону нулевых показаний (заряд), а затем возвратится в положение, соответствующее сопротивлению 0,1—2 МОм (разряд). Последующие кратковременные подключения к конденсатору омметра, повторяемые с интервалом в несколько секунд, не должны вызывать отклонений стрелки измерителя.

При малом сопротивлении утечки заметное отклонение стрелки будет наблюдаться после каждого подключения омметра.

При обратной полярности подключения прибора его показание после окончания разряда исправного конденсатора может уменьшиться в 50—100 раз по сравнению с показанием при прямой полярности.

Отсутствие показаний заряда—разряда конденсатора свидетельствует об обрыве выводов электродов или о потере емкости (высыхании электролита), а заниженное сопротивление или короткое замыкание — о повышенной утечке или пробое соответственно.

Емкость электролитического конденсатора может быть измерена довольно простым способом. Для этого плавно заряжают конденсатор до определенного напряжения (чем меньше напряжение, тем меньше будет ток утечки). Через 3—5 с, включив секундомер, разряжают конденсатор на известное входное сопротивление (желательно не менее 10 кОм/В при напряжении заряда до 10 В) вольтметру до 0,37 первоначального значения и останавливают секундомер. Затем подсчитывают емкость конденсатора по формуле

$$C = \frac{T}{R},$$

где C — емкость конденсатора, мкФ;
 T — продолжительность разряда конденсатора, с;
 R — сопротивление разрядной цепи, МОм.

К примеру, при использовании вольтметра с относительным входным сопротивлением 100 кОм/В и установленным пределом 10 В (сопротивление разрядной цепи $R = 100 \cdot 10 = 1000$ кОм = 1 МОм) конденсатор, предварительно заряженный до 10 В, разряжался до значения 3,7 В в течение 30 с. Тогда емкость конденсатора

$$C = \frac{T}{R} = 30/1 = 30 \text{ мкФ}.$$

Всесторонняя оценка качества конденсаторов может быть получена с помощью специальных приборов. В основу измерения емкости этими приборами положены методы вольтметра—амперметра, непосредственного измерения с помощью микрофарадометров, сравнения (замещения), мостовой и резонансный. Очень широко для диагностики радиокомпонентов используются измерители иммитанса – подгруппа Е7.

Напряжение, приложенное к конденсатору при любом его испытании, не должно превышать номинального рабочего напряжения.

Если в процессе испытания конденсатор заряжается до значительного напряжения, необходимо производить его разряд по окончании испытания.

4. Перечень оборудования:

- Резисторы, конденсаторы.
- Справочники по резисторам, конденсаторам.
- Измерители иммитанса.
- Методические указания к практическому занятию.

5. Порядок выполнения работы (Задания):

- 5.1 Ознакомиться с предоставленными резисторами, конденсаторами и их маркировкой.
- 5.2 Измерить значения сопротивлений и емкостей с помощью измерителя иммитанса.
- 5.3 Сравнить измеренные сопротивления резисторов и емкости конденсаторов с их номинальными значениями.
- 5.4 Сделать выводы о работоспособности резисторов и конденсаторов.
- 5.5 Заполнить таблицу

№ п/п	Наименование и тип ЭРЭ	Номинальные значения	Измеренные значения	Выводы об исправности ЭРЭ

5.6 Записать алгоритм действий.

5.7 Составить вывод.

5.8 Ответить на контрольные вопросы.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры брака резисторов при визуальном входном контроле?
2. Какие виды брака определяются с помощью визуального входного контроля конденсаторов?

8. Список литературы:

Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. Практикум, учеб. пособие. – М.: Академия, 2016.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 7

«Проверка исправности катушек индуктивности и трансформаторов»

1. Цель работы: Исследовать особенности входного контроля индуктивности и трансформаторов.

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Проверка исправности катушек индуктивности начинается с внешнего осмотра, в ходе которого убеждаются в исправности каркаса, экрана, выводов, в правильности и надежности соединения всех деталей катушки между собой; в отсутствии видимых обрывов проводов, замыканий, повреждений изоляции и покрытий. Особое внимание следует обращать на места обугливания изоляции, места соединения проводов с выводами, почернение или оплавление заливки. Электрическая проверка катушек индуктивности включает проверку на обрыв, обнаружение короткозамкнутых витков и определение состояния изоляции обмотки. Проверка на обрыв выполняется с помощью омметра. В большинстве случаев индуктивность имеет небольшое сопротивление по постоянному току. Поэтому перед измерением омметр устанавливают на самый низкоомный диапазон. Большое сопротивление означает обрыв или плохой контакт одной или нескольких жил провода индуктивности. Малое сопротивление означает наличие межвиткового замыкания. При коротком замыкании выводов сопротивление равно нулю. Для более точной оценки состояния катушки индуктивности необходимо измерить ее индуктивность.

Очень часто отказы возникают в блоках питания. При этом причиной отказа могут быть неисправности трансформаторов и силовых дросселей. По конструкции и технологии изготовления силовые трансформаторы и дроссели низкой частоты (НЧ) имеют много общего. Те и другие состоят из сердечника и обмоток, выполненных изолированным проводом. Неисправности трансформаторов и дросселей НЧ делятся на механические и электрические. К механическим неисправностям относятся: поломки экрана, сердечника, выводов, каркаса и крепежной арматуры, к электрическим – обрывы обмоток, замыкания между витками одной или нескольких обмоток; короткое замыкание обмотки на сердечник или экран. Проверку исправности трансформаторов и дросселей НЧ начинают с внешнего осмотра. В ходе его выявляют и устраняют все видимые механические дефекты. Для проверки замыкания на корпус (пластины) надо проверить сопротивление между корпусом и выводом обмотки (рис. 5.9а). Если коротких замыканий нет, то омметр должен показывать сопротивление в десятки-сотни Мом. Проверка на короткое замыкание между двумя обмотками производится путем подключения омметра между любыми выводами этих обмоток (рис. 5.9б). Если коротких замыканий нет, то омметр должен показывать очень высокое сопротивление. Сопротивление обмотки проверяют, подключив омметр к выводам обмотки (рис. 5.9в). Если сопротивление равно бесконечности, то имеет место обрыв. Обмотка может иметь несколько средних отводов. Тогда надо измерить сопротивления между одним из крайних выводов и каждым отводом. Сопротивление

между точками измерений при этом должно быть пропорционально числу витков обмотки между выводами, к которым подключается омметр (так как вся обмотка обычно выполняется одним и тем же проводом).

Сложнее обнаружить наличие короткозамкнутых витков. Обычно для этого измеряют (на самом низкоомном пределе) сопротивление обмотки и сравнивают результаты с паспортными данными. Способ простой, но неточный, особенно при малой величине сопротивления обмоток и малом числе короткозамкнутых витков. Другой способ состоит в проверке коэффициентов трансформации на холостом ходу (рис. 5.9г). Тогда выводы вторичных обмоток надо отсоединить от нагрузки. Обмотки, подключаемые к питающей электрической сети, называют первичными (W_1), остальные – вторичными. Коэффициент трансформации определяется как $k=W_2/W_1$, где W_i – количество витков i -й обмотки. Этот коэффициент определяет и отношение напряжений между первичной и вторичной обмотками. Поэтому k должно быть равно отношению напряжений, показываемых вольтметрами V_2 и V_1 (рис. 5.9г). При наличии межвитковых замыканий коэффициент трансформации будет меньше паспортного значения. У силовых трансформаторов одним из признаков наличия короткозамкнутых витков является чрезмерный нагрев обмотки, в том числе на холостом ходу. Существуют специальные приборы для обнаружения наличия короткозамкнутых витков

4. Перечень оборудования:

- набор катушек индуктивностей;
- трансформатор;
- мультиметр;
- прибор Е7-22;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

- 1 Произвести входной контроль индуктивности и силового трансформатора.
- 2 Измерить индуктивность катушек
- 3 Проверить целостность обмоток трансформатора.
- 4 Данные занести в таблицу.
- 5 Составить схему обмоток трансформатора.
- 6 Сделать вывод о проделанной работе.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

В чем измеряется индуктивность?

Зависит ли индуктивность катушки от величины тока протекающего через неё?

Для чего в РЭА применяют трансформаторы?

Список литературы:

Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. Практикум, учеб.пособие. – М.: Академия, 2016

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 8 «Проверки исправности полупроводниковых диодов»

1. Цель работы:

1. Исследовать параметры и характеристики полупроводниковых диодов с помощью измерительных приборов.
2. Освоить методы оценки исправности диодов

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Характерными неисправностями полупроводниковых диодов являются:

- пробой или обрыв перехода;
- утечка тока;
- нарушение герметичности корпуса.

Оценить исправность диода можно путем измерения прямого и обратного сопротивлений с помощью омметра.

Перед проверкой исправности полупроводниковых приборов с помощью омметра необходимо, чтобы источник питания омметра не представлял опасности для данного типа диода или транзистора. Напряжение источника питания омметра не должно превышать предельно допустимого обратного напряжения проверяемого р—n-перехода диода или транзистора, а максимальная мощность P_{max} — отдаваемая прибором в проверяемую цепь, не должна превышать максимально допустимую для данного р—n-перехода.

Значение P_{max} определяют из выражения

$$P_{max} = \frac{U_n^2}{4R_{cp}},$$

где U_n — напряжение источника питания омметра, В;

R_{cp} — сопротивление, соответствующее средней точке шкалы омметра на установленном пределе измерения, Ом.

Как правило, выбирают омметр с источником питания, напряжение которого не превышает 1,5 В, чтобы заведомо не превысить напряжение пробоя перехода.

Проверка СВЧ и туннельных диодов с помощью омметра не может быть рекомендована, так как для СВЧ диодов обратное напряжение не должно превышать 1В, а для туннельных диодов оно равно нулю. Проверку этих элементов производят на специальных приборах и установках, например характеристикографах, а при их отсутствии взятые под подозрение элементы заменяют заведомо исправными из состава ЗИП.

Проверку исправности диода с помощью омметра выполняют путем измерения прямого и обратного сопротивлений р—n-перехода. Если диод пробит, его сопротивления в обоих направлениях будут одинаково малы (несколько Ом). При обрыве прямое и обратное сопротивления будут бесконечно большими. Исправ-

ный диод имеет прямое сопротивление в пределах десятков Ом, а обратное — сотни кОм.

При утечке тока через диод показания прибора при измерении сопротивления в обратном направлении нестабильны: сначала сопротивление большое, а затем постоянно падает.

4. Перечень оборудования:

- Набор диодов;
- Мультиметр;
- Лабораторный блок питания;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

Ознакомиться с предоставленными полупроводниковыми диодами и их маркировкой.

5.2 Измерить необходимые параметры диодов с помощью измерителя иммитанса.

5.3 Сравнить измеренные значения с номинальными.

5.4 Сделать выводы о работоспособности полупроводниковых диодов с обоснованием.

5.5 Заполнить таблицу

№ п/п	Тип полупроводникового диода	Прямое сопротивление	Обратное сопротивление	Вывод об исправности

5.6 Записать алгоритм действий.

5.7 Составить вывод

5.8 Ответить на контрольные вопросы.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы

7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

- Классификация полупроводниковых диодов?
- Опишите маркировку и параметры полупроводниковых диодов?

Список литературы:

Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. Практикум, учеб.пособие. – М.: Академия, 2016

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 9

«Проведение оценки работоспособности биполярных транзисторов по характерным признакам исправной работы»

1. Цель работы: Освоить методики определения типов транзисторов, оценить их исправность.

2. Время выполнения работы: 4ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Наиболее часто встречающимися неисправностями транзисторов являются:

- обрыв выводов или выгорание переходов (при большом значении протекающего по ним тока);
- пробой переходов;
- появление токов утечки.

Для проверки параметров транзисторов существуют достаточно простые и удобные приборы.

Элементарная проверка транзистора может быть произведена с помощью мультиметра, работающего в режиме омметра при тестировании диодов, напряжение на выводах которого не должно превышать 1,5В, так как примерно такое же значение имеет предельно допустимое напряжение между базой и эмиттером многих типов транзисторов малой мощности.

При проверке необходимо знать полярность выводов омметра. Она может быть установлена по схеме прибора или практически при подключении к омметру какого-либо диода и сопоставлении значения сопротивления с маркировкой диода.

Сопротивление, показываемое омметром при его подключении к каким-либо двум выводам исправного транзистора, может быть малым — десятки Ом и менее при прямом токе через $p-n$ -переходы и большим — килоомы и более при обратном токе через $p-n$ -переходы.

Ориентировочные значения сопротивлений переходов транзисторов структуры $p-n$ — указаны в таблице 2.1

Прямые сопротивления эмиттерного (эмиттер—база) и коллекторного (коллектор—база) переходов должны быть небольшими (от 10 Ом до 3 кОм в зависимости от типа транзистора). Прямое сопротивление эмиттерного перехода бывает, как правило, больше коллекторного. Большие значения прямых сопротивлений свидетельствуют о неисправности транзистора, например об обрыве в его цепях.

Обратные сопротивления переходов должны быть большими; малые значения их являются признаком пробоя переходов. При измерении обратного сопротивления коллекторного перехода выявляются «плывущие» транзисторы: их характеризует самопроизвольное уменьшение во времени измеряемого сопротивления, что эквивалентно возрастанию тока коллектора. Германиевые транзисторы имеют значительно меньшие прямое и обратное сопротивления $p-n$ -переходов, чем кремниевые.

Таблица 2.1 Ориентировочные значения сопротивлений $p-n$ -переходов биполярных транзисторов структуры $p-n-p$ в зависимости от способа подключения омметра и вида транзисторов

Способ подключения омметра	Германиевый транзистор малой мощности	Кремниевый транзистор малой мощности	Германиевый транзистор средней и большой мощности	Соотношения между сопротивлениями
Прямые сопротивления переходов $\bar{B} - \overset{+}{K}, \bar{B} - \overset{+}{Э}$	50—100 Ом	1—3 кОм	10—30 Ом	-
Обратные сопротивления переходов $\overset{+}{B} - \bar{K}, \overset{+}{B} - \bar{Э}$	0,1—5 Мом	Около ∞	>(1—2) кОм	$R > R$ $\overset{+}{B} - \bar{Э} \quad \overset{+}{B} - \bar{K}$
Сопротивление коллектор — эмиттер $\overset{+}{Э} - \bar{K}, \bar{Э} - \overset{+}{K}$	0,01—5 Мом	—	—	$R > R$ $\bar{Э} - \overset{+}{K} \quad \bar{Э} - \overset{+}{K}$

Примечание. Индексы Б, Э, К означают соответственно электроды транзисторов: база, эмиттер, коллектор, а знаки «+» и «—» над ними — полярность подключения источника питания омметра.

Сопротивление между эмиттером и коллектором при прямом и обратном включении должно быть большим.

Малое сопротивление между коллектором и эмиттером обычно указывает на замыкание переходов, равное бесконечности — на нарушение контактов.

В современной электронной аппаратуре все чаще находят применение полевые транзисторы. Полевые транзисторы имеют меньшие габариты, чем биполярные, и имеют высокое входное сопротивление. Они менее чувствительны к изменениям температуры по сравнению с биполярными, поэтому менее склонны к тепловому пробую. Разработчиков привлекает простота схем на основе полевых транзисторов, так как в них используется меньше элементов и проще обеспечить согласование каскадов. Они также лучше подходят для использования в интегральных схемах и проще в изготовлении. Все эти преимущества и послужили быстрому внедрению этих элементов в современную электронную технику.

4. Перечень оборудования:

- Набор биполярных транзисторов;
- Мультиметр;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

5.1 Ознакомиться с предоставленными транзисторами и их маркировкой.

5.2 Измерить необходимые параметры транзисторов с помощью комбинированного измерительного прибора.

5.3 По результатам измерений определить назначение каждого вывода и зарисовать расположение выводов в корпусе транзистора.

5.4 Записать алгоритм действий.

5.5 Заполнить таблицу 2.2.

6. Таблица 2.2

№ п/п	Наименование и тип транзистора	Б-К		Б-Э		К-Э		Вывод об исправности
		+ -	- +	+ -	- +	- +	+ -	

5.6 Сделать выводы о работоспособности транзисторов с обоснованием.

5.7 Ответить на контрольные вопросы.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

Каковы наиболее часто встречающиеся неисправности транзисторов?

Как проверить исправность биполярного транзистора?

8. Список литературы:

Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. Практикум, учеб. пособие. – М.: Академия, 2016

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 10
«Проведение оценки работоспособности полевых транзисторов по характерным признакам исправной работы»

1. Цель работы:

Получить практические навыки проверки работоспособности полевых транзисторов.

2. Время выполнения работы: 4ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Как и любой транзистор, полевой имеет три вывода: затвор (Gate), сток (Drain), исток (Source). Расположение этих выводов на транзисторах разных производителей может быть различным. Чаще всего выводы транзистора можно определить по маркировке на плате ремонтируемого аппарата (обычно выводы маркируются заглавными латинскими буквами G, D, S). Если такой маркировки нет, то необходимо воспользоваться справочными данными.

Очень важным моментом при проверке полевых транзисторов является соблюдение правил безопасности для предотвращения выхода из строя транзистора во время проверки. Дело в том, что полевые транзисторы, особенно старых выпусков, очень чувствительны к статическому электричеству. Поэтому полевые транзисторы рекомендуется проверять, произведя предварительное заземление. Для этого надо надеть на руку заземляющий браслет для снятия с себя накопленного статического электрического заряда. И еще надо помнить, что при хранении особенно маломощных полевых транзисторов выводы должны быть замкнуты между собой путём помещения выводов транзистора в отрезок тонкой полихлорвиниловой трубки или обматыванием выводов несколькими витками тонкой оголённой медной проволоки.

При проверке транзистора пользуются обычным омметром. При исправном мощном полевом транзисторе между всеми его выводами должно быть бесконечное сопротивление. Причем бесконечное сопротивление должно быть независимо от прикладываемого тестового напряжения. Однако здесь имеются небольшие исключения. Если при проверке приложить «+» тестового прибора к затвору G транзистора, а «-» - к истоку S для транзисторов n-типа, то произойдет заряд емкости затвора и транзистор откроется. Если далее замерить сопротивление между стоком D и истоком S, то прибор покажет сопротивление, которое зависит от многих причин, но никак не бесконечное сопротивление. Многие неопытные ремонтники могут принять это за неисправность, Поэтому перед прозвонкой перехода сток-исток замкните накоротко все ножки транзистора — это приведет к разряду емкости затвора. После этого при измерении сопротивления сток—исток оно должно быть бесконечным. Если этого не произошло — значит, транзистор неисправен.

В некоторых мощных полевых транзисторах между стоком и истоком имеется встроенный диод, поэтому этот переход при проверке ведет себя как обычный диод, а в остальном проверка транзистора не отличается от приведенной выше. Таким образом, необходимо всегда помнить о возможности применения такого диода и не принимать его наличие за неисправность транзистора. Убедиться в нали-

чий диода достаточно просто: нужно поменять полярность выводов тестового прибора и он должен показать бесконечное сопротивление между стоком и истоком, а если этого не произошло, то, скорее всего, транзистор пробит.

4. Перечень оборудования:

- 4.1 Полевые транзисторы.
- 4.2 Справочники по транзисторам.
- 4.3 Комбинированные измерительные приборы.
- 4.4 Методические указания по выполнению практической работы.

5. Порядок выполнения работы(Задания):

- 5.1 Ознакомиться с предоставленными транзисторами и их маркировкой.
- 5.2 Измерить необходимые параметры транзисторов с помощью комбинированного измерительного прибора.
- 5.3 По результатам измерений определить назначение каждого вывода и зарисовать расположение выводов в корпусе транзистора.
- 5.4 Записать алгоритм действий.
- 5.6 Сделать выводы о работоспособности транзисторов с обоснованием.
- 5.7 Ответить на контрольные вопросы.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

Как проверить исправность полевого транзистора?

8. Список литературы:

Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. Практикум, учеб. пособие. – М.: Академия, 2019

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 11

«Проведение оценки работоспособности тиристоров по характерным признакам исправной работы»

1. Цель работы: Освоить методы оценки исправности тиристоров

2. Время выполнения работы: 4ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Тиристором называется четырёхслойный полупроводниковый прибор, состоящий из последовательно чередующихся областей р- и n – типов проводимости.

Первый вид тиристоров – это динисторы.

- Динисторы – это диодные тиристоры, или неуправляемые переключательные диоды.

- Тринисторы – это управляемые переключательные диоды.

- Симисторы – это симметричные тиристоры, т. е. тиристоры с симметричной ВАХ.

Когда говорят о выпрямителях, прежде всего, вспоминают диоды, у которых есть два вывода и один P-N переход. Тиристор предназначен для выполнения аналогичной функции, но он имеет два или большее количество переходов.

Устройство может находиться в двух состояниях — закрытом и открытом. В первом случае у него низкая проводимость, во втором — высокая.

Особенностью тиристора является то, что он открывается при поступлении управляющего сигнала и остается в таком состоянии даже после снятия сигнала. Функционирование данного радиоэлемента возможно при соблюдении единственного требования: величина тока, протекающего через него, должна быть больше определенного значения, называемого током удержания.

В зависимости от типа у тиристора может быть разное количество выводов. Существуют детали с двумя контактами (динисторы), с тремя (тринисторы), четырьмя (тетродные) или большим их числом. Например, симисторы пропускают ток в обе стороны и могут выполнять функции двух одновременно используемых тиристоров. Существует разновидность этих деталей, управление в которых происходит при помощи фотоэлемента (оптотиристоры).

Одной из наиболее распространённых разновидностей является деталь, состоящая из четырёх полупроводниковых слоёв, в которых соприкосновение происходит между теми, которые имеют различные типы проводимости. Контакты, через которые идёт ток, называют анодом или катодом в зависимости от типа основных носителей зарядов. В первом случае рассматриваются те, которые имеют P-тип, во втором – N-тип.

В центре радиоэлемента находится один P-слой и один N-слой. У тринистора управляющий электрод будет присоединён к одному из них. Если это полупроводник P-типа, то речь идёт об анодном управлении. В противном случае — о катодном. У тетродного тиристора имеются оба этих управляющих входа.

Деталь предназначена пропускать ток в одном направлении. Переключение между открытым и закрытым состоянием происходит при помощи получения импульса соответствующей полярности на управляющий вход.

4. Переченьоборудования:

- набор тиристоров;
- мультиметр;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

Перед тем как проверить тиристор мультиметром, следует настроить прибор на измерение сопротивления. При этом нужно выбрать диапазон, максимальное значение которого составляет 2000 Ом.

Чтобы проверить тиристор КУ202Н мультиметром, необходимо выполнить следующие действия:

1. Чёрный щуп подсоединить к выводу со знаком плюс, а красный — со знаком минус. На дисплее должно появиться бесконечно большое значение сопротивления.
2. Далее с помощью перемычки надо соединить управляющий электрод с анодом. Проверка мультиметром должна показать, что сопротивление стало небольшим, следовательно, триистор открылся. Если убрать перемычку, значение сопротивления снова станет бесконечным. Это объясняется наличием небольшого удерживающего тока.
3. Так как управление триистором осуществляется и отрицательным, и положительным сигналом, то чтобы открыть его, нужно соединить перемычкой катод с управляющим электродом. Далее следует прозвонить тиристор мультиметром еще раз. Таким образом определяется управляющее напряжение.

Когда известны технические данные тиристора, нужно измерить некоторые его параметры:

1. Сначала мультиметром необходимо прозвонить контакты. Щупы присоединяют к катоду и управляющему входу. Если тиристор исправен, то проверка должна показать сопротивление в пределах от 40 до 550 Ом.
2. Далее проводят такое же измерение, но щупы меняют местами. Величина сопротивления, которую нужно узнать, должна соответствовать такому же диапазону.
3. Надо измерить сопротивление между анодом и катодом. Оно должно быть бесконечно большим, поскольку ток проходить не должен. Если провода поменять местами, то показания прибора должны быть аналогичными. Наличие численного значения сопротивления свидетельствует о наличии пробоя в тиристоре.

Эти действия представляют собой частичную проверку. Если она не пройдена, это означает, что деталь неисправна. Для более обоснованного результата проверки потребуется выполнить дополнительные виды тестирования:

1. Чёрный щуп (отрицательный потенциал) подключают к катоду. Красный провод подсоединяют к аноду. В это время мультиметр работает в режиме проверки сопротивления. На дисплее должна отобразиться бесконечно большая величина.
2. Затем на короткое время красный провод дополнительно подсоединяют к

управляющему выходу. Прибор в течение этого времени должен показать обычную величину сопротивления. Затем на экране вновь появится бесконечно большое значение. Открытие цепи на краткое время говорит о том, что тока, поступающего от батарейки мультиметра, недостаточно для длительного пребывания детали в открытом состоянии.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- как проверить тиристор с помощью лампочки батарейки и проводов?
- чем отличается симистор от тристора?

8. Список литературы:

1. Москатов Е. А. **Электронная техника**. Специальная редакция для журнала “Радио”. – Таганрог, 2020. – 121 стр.
2. Бабокин, Г. И. **Электротехника и электроника: бытовая техника**. В 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / Г. И. Бабокин, А. А. Подколзин, Е. Б. Колесников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 423 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10399-1. — // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517757>.- Текст: электронный
3. Бабокин, Г. И. **Электротехника и электроника: бытовая техника**. В 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / Г. И. Бабокин, А. А. Подколзин, Е. Б. Колесников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 407 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10398-4. — // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517759>.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 12

«Проведение оценки работоспособности светодиодов по характерным признакам исправной работы»

1. Цель работы: Освоить методы оценки исправности светодиодов

2. Время выполнения работы: 4ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Одним из наиболее распространенных источников света является светодиод-полупроводниковый прибор с одним или несколькими электрическими переходами, преобразующий электрическую энергию в энергию некогерентного светового излучения. Принцип действия излучающих полупроводниковых приборов основан на явлении электролюминесценции, т.е. излучении света телами под действием электрического поля. Структура полупроводникового прибора отражения информации представляет собой выпрямляющий электрический переход или гетеропереход. Излучение такого прибора (светодиод) вызвано самопроизвольной рекомбинацией носителей заряда при прохождении прямого тока через выпрямляющий электрический переход. Чтобы кванты энергии- фотоны, освободившиеся при рекомбинации, соответствовали квантам видимого света, ширина запрещенной зоны исходного полупроводника должна быть относительно большой (1,5-3 эВ). К наиболее освоенным полупроводникам для изготовления светодиодов относятся арсенид галлия GaAs, фосфид галлия GaP, нитрид галлия GaN и др. Конструкция плоского светодиода показана на рис.

К р-п-переходу подается прямое напряжение, в результате чего происходит диффузионное перемещение носителей через него. Прохождение тока через р-п-переход сопровождается рекомбинацией инжектированных неосновных носителей. Если бы рекомбинация электронов и дырок, вводимых в выпрямляющий переход, происходила только с излучением фотонов, то внутренний квантовый выход – отношение излученных фотонов к числу рекомбинировавших пар носителей заряда за один и тот же промежуток времени – был бы равен 100 %. Однако значительная часть актов рекомбинации заканчивается выделением энергии в виде квантов тепловых колебаний – фотонов. Таки переходы называются безызлучательными. Внешний квантовый выход определяется отношением числа фотонов, испускаемых диодом во внешнее пространство, к числу инжектируемых носителей через р-п-переход. Внешняя квантовая эффективность (квантовый выход) светодиодов значительно ниже внутренней. Это связано с тем, что большая часть квантов света испытывает полное внутреннее отражение на границе раздела полупроводника и воздуха с возможным поглощением части фотонов. Внешний квантовый выход удастся повысить при использовании полусферических структур, параболоида и др. до 30-35 % (рис. 8.23).

База n-типа выполнена в виде полусферы, область р – эмиттер. В результате угол выхода излучения существенно расширяется и резко снижаются потери на полное внутреннее отражение, поскольку световые лучи отходят к границе раздела полупроводник-воздух практически перпендикулярно. Светоизлучающие диоды служат основой для более сложных приборов, к которым относится цифробук-

венный индикатор, выполненный в виде интегральной схемы из нескольких светодиодов. Они располагаются так, чтобы при соответствующих комбинациях светящихся элементов получалось изображение буквы или цифры. Матричные индикаторы содержат большое число элементов, из которых синтезируют любые знаки. В случае управляемых светодиодов размер светящейся области диода зависит от уровня поданного напряжения. Такие диоды используются в качестве индикаторов настройки приборов, для записи аналоговой информации на фотопленку, как шкалы различных измерительных приборов. Принцип действия ИК-диодов такой же, как и светодиодов, различаются они только шириной запрещенной зоны. На рис. 8.24 приведена конструкция одноразрядного знакового индикатора, в котором используется семь светодиодов и десятичная точка.

4.Переченьоборудования:

- набор светодиодов;
- мультиметр;

5.Порядок выполнения работы(Задания):

Проверить отдельный светодиод или светодиодную лампочку из любого светильника можно путем измерения их основных параметров:

1. Номинального тока.
2. Мощности потребления.
3. Падения напряжения.
4. Силы светового потока.

Замер выполняется с помощью мультиметра. Для каждого типа ламп есть свои значения характеристик. Например, для красных лед-элементов величина падения напряжения составляет 1,5-2 В, а для синих – 3-3,5 В.

Алгоритм прозвонки следующий:

1. На приборе выставляется режим проверки led-диодов.
2. Выводы тестера подсоединяются к контактам лед-элемента – красный к аноду, черный – к катоду.
3. В случае работоспособности кристалл начнет светиться.

Как правило, метод удобен для проверки светильников силой до 0,5 ватт.

Тестирование также можно выполнить через разъемы для проверки транзисторов.

6.Содержаниеотчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7.Контрольныевопросы:

-как измерить ток светодиода?

8.Список литературы:

Бабокин, Г. И. Электротехника и электроника: бытовая техника. В 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / Г. И. Бабокин, А. А. Подколзин, Е. Б. Колесников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 423 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10399-1. — // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517757>.- Текст: электронный

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 13
«Изучение классификации причин отказов усилителя звуковой частоты и способов их устранения»

1. Цель работы:

1. Исследовать технические характеристики усилителей низкой частоты (УНЧ).
2. Приобрести практические навыки отыскания неисправностей, ремонта и регулировки УНЧ.

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Рассмотрим принцип работы усилителя звуковой частоты (УЗЧ), который может быть реализован на дискретных элементах и микросхемах. На рис. 4.4 показан типичный усилитель звуковой частоты.

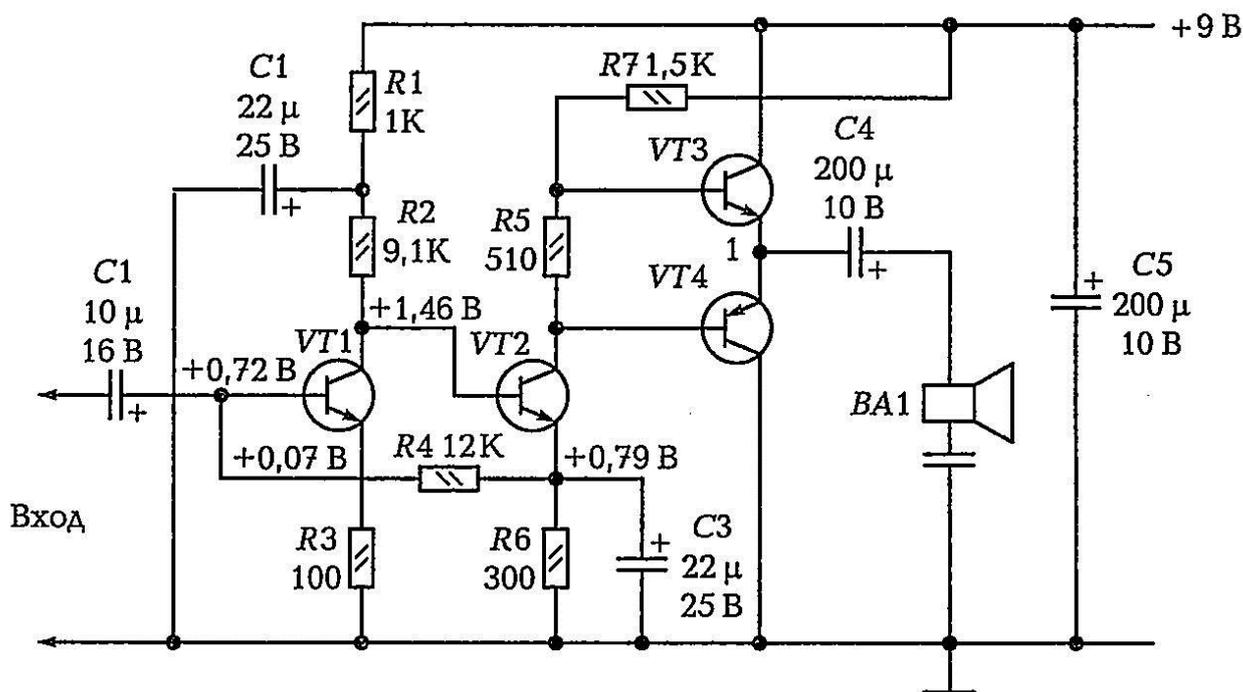


Рис. 4.4. Схема усилителя мощности (звука) на транзисторах

Достоинство рассмотренного усилителя в том, что он собран на широко распространенных отечественных транзисторах, его легко моделировать, подбирать к нему и настраивать узлы под определенные цели. Питается усилитель напряжением +9 В и не нуждается в каких-то особых требованиях к своей стабильности. Первый каскад рассматриваемого УЗЧ на транзисторе VT1 находится в усилительном режиме на линейной части характеристики. Это обычный, предварительный усилитель мощности, включенный по схеме с общим эмиттером, который вместе с VT2 обеспечивает «раскачку» оконечного каскада. Оконечный каскад собран по двухтактной схеме на двух идентичных, но разных по типу транзисторах КТ315 и КТ361, работающих в классе усиления А, обеспечивающих максимальное усиление в этой схеме. В дежурном режиме, когда на входе усилителя

нет сигнала, оба транзистора надежно закрыты и шумы не проникают на выход. В рабочем режиме верхний транзистор усиливает положительную полуволну сигнала, а нижний - отрицательную. В точке 1 оба этих сигнала соединяются и получается полноценный звуковой сигнал. Типичные неисправности такого усилителя:

- выход из строя транзисторов, особенно оконечного каскада;
- некорректно подобранные элементы и неправильно выбранный рабочий режим, который приводит к ступеньке и нарушению чистоты звука; обрыв цепи обратной связи, что приводит к самовозбуждению каскада.

Поиск неисправности достаточно прост. Для этого ко входу усилителя подключают низкочастотный генератор с параметрами тестируемого сигнала. К выходу (параллельно динамику или его аналогу - нагрузочному резистору) подключают электронный осциллограф, который позволяет определить не только значение, но и форму измеряемого напряжения. Оценивают значение выходного напряжения и его форму, соответствующие выходной мощности усилителя, затем осуществляют поиск неисправности, последовательно обходя каскад за каскадом. Имеет место несколько видов неисправности, которые можно оценить по уровню и форме выходного сигнала, определяемых не только измерительными приборами, но и на слух, а именно:

- полное отсутствие сигнала на выходе;
- искажения полезного сигнала (треск, высокочастотная помеха на фоне пониженного звука);
- шумовая помеха (отсутствие полезного сигнала, вместо него низкочастотный шум).

При отсутствии сигнала на выходе усилителя проверку начинают с нагрузки (громкоговорителя). Для того, чтобы динамик не вносил искажения, вместо него устанавливают нагрузочный резистор с номиналом сопротивления таким же, как у громкоговорителя, т. е. 2; 4; 8 или 16 Ом. Далее проверяют сигнал во всех контрольных точках, начиная со входа, тем самым выясняют каскад, после которого «пропадает» сигнал и «прозванивают» его (проверяют рабочий режим транзистора и его обвязку).

Наличие очень слабого сигнала на нагрузке на фоне шумов указывает на неисправность одного из транзисторов выходного каскада и самовозбуждение первого каскада усилителя, которое связано с потерей емкостных свойств транзистора, неуправляемое уменьшение его коэффициента усиления. Причинами самовозбуждения УЗЧ могут быть неисправности в цепи отрицательной обратной связи, режимы транзисторов (особенно первых каскадов), которые не соответствуют номинальным, «высыхание» электролитических переходных конденсаторов (потеря емкости) и др.

Ухудшение чувствительности усилителя возможно из-за неисправностей электролитических конденсаторов цепей автоматического смещения, малого коэффициента усиления транзисторов выходного каскада или неисправности одного из них.

Причинами сильного искажения выходного сигнала могут также стать нарушение контактов в транзисторах выходного каскада, обрыв или короткое замыкание

в обмотках переходного или выходного трансформатора, неисправность одного из транзисторов усилителя, ненормальный режим выходных транзисторов, большой разброс по коэффициенту усиления транзисторов выходного каскада.

Помните, что величина испытательного напряжения по мере приближения к входу уменьшается примерно в 10 раз через каждый каскад. Более точное значение напряжения, прикладываемого к тому или иному каскаду, указывается на принципиальной схеме усилителя.

В реальном электронном устройстве усилители звуковой частоты интегрированы в саму плату устройства и составляют единое целое с другими, смонтированными на плате элементами, поэтому неисправность этого узла сначала определяют по внешним признакам, перечисленным в лабораторно-практической работе № 14. Однако влияние других цепей, особенно электронного управления звуком, создания паузы во время отсутствия звукового сигнала, электронного эквалайзера и некоторых других оказывает воздействие на качество звука и его отсутствие. Для того чтобы проверить исправность усилителя в этих условиях требуется отключить сам усилитель от цепи, особенно по линии электронного управления. Управление также может осуществляться и по интерфейсу I2C от микропроцессора. Существуют, по крайней мере, два вывода MUTE («Пауза») и ST-BY («Дежурный режим»), которые управляются микропроцессором (рис. 4.5).

Для того чтобы установить неисправность усилителя, необходимо отключить его от схемного питания и сигналов и подать на управляющие выводы микросхемы или схемы на дискретных элементах соответствующие напряжения. Так, на представленной на рис. 4.5 схеме вывод MUTE подключают к корпусу, а вывод ST-BY - к источнику напряжения питания цифровых схем +5 В. Отключать участки схем можно, надрезав проводники скальпелем. После обнаружения неисправности и ремонта электрический контакт проводников восстанавливают с помощью пайки; Отключенную схему запитывают от постороннего источника питания, на вход подают синусоидальный сигнал от генератора и проводят проверку по алгоритму, изложенному ранее.

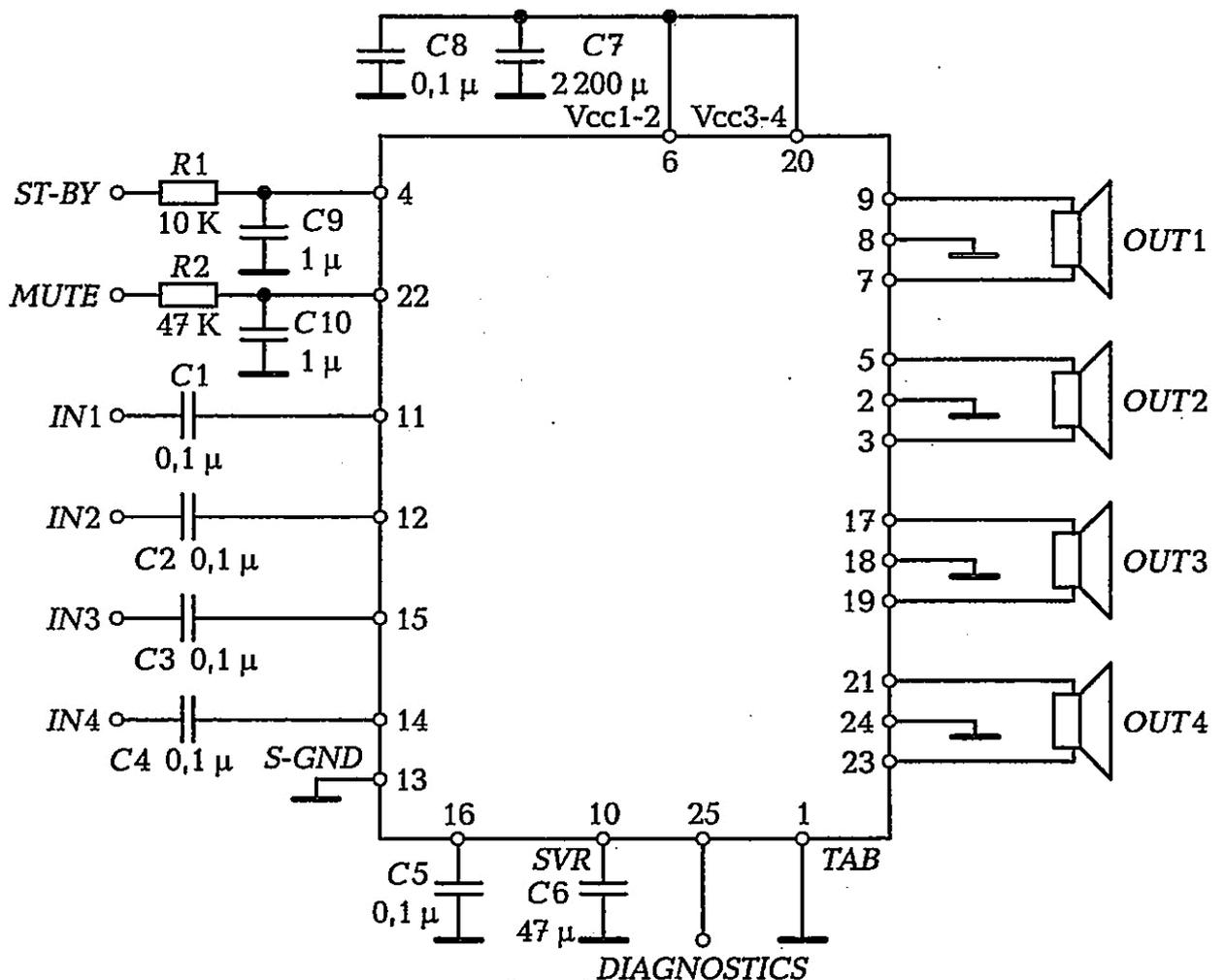


Рис. 4.5. Схема усилителя низкой частоты на базе микросхемы TDA7384

4. Перечень оборудования:

- генератор НЧ;
- Мультиметр;
- нагрузочные резисторы с номиналом 2; 4; 8 и 16 Ом мощностью не менее 2 Вт;
- осциллограф;
- ЛБП;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

- 1.Обесточьте аппарат, в котором необходимо проверить УЗЧ и демонтируйте плату с усилителем.
- 2.Определите на плате расположение элементов УЗЧ.
- 3.Обведите фломастером часть платы с усилителем.
- 4.Отделите электрическую часть усилителя от основной схемы аппарата, надрезав проводники питания и входные цепи скальпелем.
5. Припаяйте ко входу усилителя и шине питания провода для подключения внешних устройств - генератора и блока питания. 6. Подключите генератор ЗЧ ко входу в блок питания, не включая его.

7. Проверьте исправность элементов тестером на предмет короткого замыкания и обрыва.

8. Включите блок питания и проконтролируйте ток потребления: если ток потребления увеличивается без наличия полезного сигнала, идущего от генератора, на входе схемы отключите блок питания и проверьте элементы схемы на утечку и короткое замыкание активных элементов и конденсаторов.

9. Если ток потребления не превышает значения 10 мА, подайте на вход усилителя входной сигнал, включив генератор.

10. Проверьте работоспособность усилителя в контрольных точках.

11. При наличии неисправностей отыщите и устраните их.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

1. Опишите порядок проверки УЗЧ.
2. Определите порядок отыскания неисправного каскада и его элемента при отсутствии сигнала на выходе, самовозбуждении, искажении формы сигнала и других признаках неисправности.
3. Перечислите возможные причины самовозбуждения УЗЧ.
4. Перечислите возможные причины сильного искажения выходного сигнала.

8. Список литературы:

-Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. Практикум, учеб.пособие. – М.: Академия, 2019

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 14
«Изучение классификация причин отказов и автогенератора импульсов и способов их устранения»

1. Цель работы: Изучить основные причины отказов автогенераторов импульсов

2. Время выполнения работы: 4ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Генератор импульсов – это важное устройство, которое используется во многих электрических схемах, таких как радиопередатчики, телевизионные устройства и медицинская аппаратура. Однако, в некоторых случаях генератор импульсов может перестать работать или работать неправильно. Чтобы разобраться в причинах и найти решение проблемы, необходимо провести диагностику и исправить возможные ошибки.

Существует несколько основных причин, по которым генератор импульсов может перестать работать.

Первая причина – это проблемы с питанием. Если генератор не получает достаточно питания или питание подается неправильно, то он не сможет работать. Решением проблемы может быть проверка и замена поврежденных компонентов питания.

Вторая причина – неисправный кварцевый резонатор. Кварцевый резонатор является очень важной частью генератора импульсов, так как он обеспечивает точность генерации импульсов. Если кварцевый резонатор поврежден или неисправен, то генератор не сможет работать правильно. Решением проблемы может быть замена кварцевого резонатора.

Третья причина – неправильные настройки. Если генератор импульсов настроен неправильно, то он не сможет работать в заданных условиях. Необходимо проверить настройки генератора и сделать соответствующие изменения для решения проблемы.

4. Перечень оборудования:

- макетная плата;
- компоненты для монтажа генератора импульсов;
- мультиметр;
- ЛБП;
- осциллограф;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

- 1.Изучить принципиальную схему генератора импульсов на NE555;
- 2.Собрать генератор на макетной плате;
- 3.Подключить питание, и проанализировать работу устройства;
- 4.Устранить выявленные неисправности;
- 5.Сделать выводы по проделанной работе;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы

3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

--Назовите основные причины отказа генератора импульсов?

8. Список литературы:

Бабокин, Г. И. Электротехника и электроника: бытовая техника. В 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / Г. И. Бабокин, А. А. Подколзин, Е. Б. Колесников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 423 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10399-1. — // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517757>.- Текст: электронный

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 15

«Изучение классификации причин отказов цифрового индикатора и способов их устранения»

1. Цель работы: Изучить основные причины отказов цифрового индикатора

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Причины неисправности семисегментного индикатора

Семисегментный индикатор — это электронное устройство, которое используется для отображения чисел и другой информации. Однако такие индикаторы могут иногда выходить из строя.

Существует несколько основных причин, по которым может возникнуть неисправность семисегментного индикатора:

1. Неправильное подключение или пайка.

Одна из самых распространенных причин неисправности семисегментного индикатора — это неправильное подключение или дефектная пайка. Проверьте правильность подключения и исправность пайки.

2. Повреждение сегментов.

Семисегментный индикатор имеет несколько сегментов, которые отображают цифры или символы. Если один или несколько сегментов повреждены, индикатор может перестать работать. Проверьте каждый сегмент на видимые повреждения.

3. Неисправность контроллера.

Контроллер — это часть схемы, которая управляет отображением информации на индикаторе. Если контроллер неисправен, индикатор может перестать работать. Проверьте работу контроллера с помощью тестового сигнала.

4. Проблемы с питанием.

Индикатор может не работать из-за проблем с питанием. Убедитесь, что индикатор подключен к правильному источнику питания и проверьте напряжение на соответствие требованиям индикатора.

4. Перечень оборудования:

- цифровой индикатор;
- макетная плата;
- токоограничивающий резистор 0,5-1Ком;
- ЛБП;
- мультиметр;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

1. Собрать схему подключения цифрового индикатора на макетной плате;
2. Подать питания от ЛБП 5V;
3. Добиться свечения всех цифр на индикаторе;
4. Проанализировать работу индикатора и сделать вывод о его исправности;
5. При возникновении неисправности определить способ её устранения;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

-Назовите основные причины отказа цифрового индикатора?

8. Список литературы:

Бабокин, Г. И. Электротехника и электроника: бытовая техника. В 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / Г. И. Бабокин, А. А. Подколзин, Е. Б. Колесников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 423 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10399-1. — // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517757>.- Текст: электронный

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 16
«Исследование и анализ метода построения алгоритма поиска
неисправности «ветвей и границ»

1. Цель работы: построить алгоритм поиска неисправностей методом «ветвей и границ» конкретного объекта диагностирования.

2. Время выполнения работы: 4ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Способ построения алгоритма поиска неисправностей методом ветвей и границ используется для синтеза алгоритмов поиска неисправностей в РЭА, функциональная модель, которой представляет собой произвольную структуру. Он позволяет определить наилучшую последовательность поиска среди возможных. Исходными данными являются функциональная модель ОД, таблица неисправностей с вероятностями различных состояний и стоимости контроля выходных параметров функциональных элементов. Целью данного метода является определить такую последовательность контроля параметров, которая будет обладать минимальной средней стоимостью при поиске любого неисправного элемента.

Средняя стоимость произвольной программы поиска неисправностей

$$C = \sum_{i=1}^N C_i \sum_{k=1}^i P(S_k) \quad \text{или} \quad C = \sum_{i=1}^N P(S_i) \sum_{k=1}^i C_k, \quad (46)$$

где C_i – стоимость контроля i – параметра;

$\sum_{k=1}^i P(S_k)$ – сумма вероятностей состояний, которые рассматриваются при контроле i – параметра.

Расчет поиска начинается с любого i – параметра, который разбивает всё множество возможных состояний S на два подмножества: $S_0(z_i)$ и $S_1(z_i)$, соответствующие отрицательному и положительному результатам контроля параметра z_i соответственно.

Последовательность контроля остальных параметров из приведенных подмножеств неизвестна, и определить значение средней стоимости алгоритма поиска невозможно. Поэтому значения средней стоимости заменяются их нижними границами $C_H(S_0)$ и $C_H(S_1)$ при контроле соответствующих параметров в подмножествах $S_0(z_i)$ и $S_1(z_i)$. Тогда нижняя граница средней стоимости всей программы поиска, которая начинается с контроля первого параметра, определяется как

$$\tilde{M}_i = C_i \sum_{j \in N} P(S_j) + \tilde{M}_i(S_0) + \tilde{M}_i(S_1) \quad (47)$$

Вычислив нижние границы стоимостей $C_H(S_0)$ и $C_H(S_1)$ для всех возможных алгоритмов поиска, выбирают первым такой параметр, контроль которого дает минимальную среднюю стоимость нижней границы алгоритма поиска.

Затем для подмножеств $S_0(z_i)$ и $S_1(z_i)$ вычисляют нижние границы стоимостей для всех возможных пар контролируемых параметров между первым и оставшимися для каждого подмножества.

Пусть для подмножества $S_0(z_i)$ контролируется параметр z_k , а для подмножества $S_1(z_i)$ – параметр z_j . Тогда нижняя граница средней стоимости программы поиска, начинающейся с контроля i – параметра, будет:

$$\tilde{N}_i = \tilde{N}_i \sum_{i \in N} P(S_i) + \tilde{N}_i(z_k, S_0) + \tilde{N}_i(z_j, S_1) \quad (48)$$

В общем виде записывается:

$$\tilde{N}_i(z_i, z_k, z_j) = C_i \sum_{i \in N} P(S_i) + \tilde{N}_i(z_k, S_0(z_i)) + C_i(z_j, S_1(z_i)) \quad (49)$$

$$\tilde{N}_i(z_k, S_0(z_i)) = C_k \sum_{s_k \in S_i^0} P(S_k) + \tilde{N}_i(S_k^{00}) + \tilde{N}_i(S_k^{01}) \quad (50)$$

где

$$\tilde{N}_i(z_j, S_1(z_i)) = C_j \sum_{s_j \in S_i^1} P(S_j) + \tilde{N}_i(S_j^{10}) + C_i(S_j^{11}) \quad (51)$$

где $\sum_{s_k \in S_i^0} P(S_k)$ и $\sum_{s_j \in S_i^1} P(S_j)$ – суммы вероятностей в подмножествах S_i^0 и S_i^1 соответственно.

Значения $\tilde{N}_i(S_k^{00}), \tilde{N}_i(S_k^{01}), \tilde{N}_i(S_j^{10}), \tilde{N}_i(S_j^{11})$ рассчитываются по формулам (46-48) для подмножеств $(S_k^{00}), (S_k^{01}), (S_j^{10}), (S_j^{11})$

S_k^{00} – подмножество состояний ОД, образующееся при отрицательном результате контроля параметров Z_i и Z_k ;

S_k^{01} – подмножество состояний ОД, образующееся при отрицательном результате контроля параметра Z_i и положительном результате контроля параметра Z_k ;

S_j^{10} – подмножество состояний ОД, образующееся при положительном результате контроля параметра Z_k и отрицательном результате контроля параметра Z_i ;

S_j^{11} – подмножество состояний ОД, образующееся при положительном результате контроля параметром Z_k и Z_i ;

Вторым выбирается такой параметр, при контроле которого обеспечивается минимальная средняя стоимость нижней границы из всех возможностей алгоритмов поиска.

Аналогичным образом выбирают третий параметр и последующие параметры, пока получаемые при контроле подмножества будут содержать более двух состояний ОД.

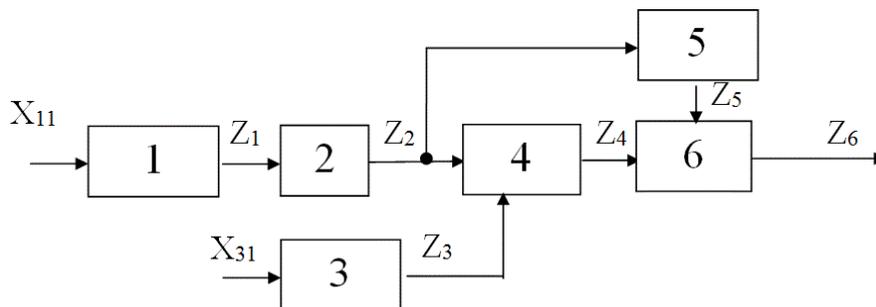


Рис. 12 Функциональная модель ОД

Матрица неисправностей и вероятности состояний

Таб.16

Si	Zi						Pi
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	
S1	0	0	1	0	0	0	0,2
S2	1	0	1	0	0	0	0,05
S3	1	1	0	0	1	0	0,24
S4	1	1	1	0	1	0	0,15
S5	1	1	1	1	0	0	0,06
S6	1	1	1	1	1	0	0,3

Пусть первым контролируется параметр Z_1 . Тогда множество возможных состояний разбивается на два подмножества $S_0(Z_1)$ и $S_1(Z_1)$. Для подмножества $S_0(Z_1)$ последовательность состояний вероятностей будет состоять из одного состояния $P(S_1) = 0,2$, а подмножества $S_1(Z_1)$ составим первую последовательность: $P(S_2) = 0,05$; $P(S_5) = 0,06$; $P(S_4) = 0,15$; $P(S_3) = 0,24$; $P(S_6) = 0,3$. Затем определим сумму двух наименьших вероятностей: $P^*_1 = 0,05 + 0,06 = 0,1$.

Составим вторую последовательность: $P^*_1 = 0,1$; $P(S_4) = 0,15$; $P(S_3) = 0,24$; $P(S_6) = 0,03$. Затем определим $P^*_2 = 0,11 + 0,15 = 0,26$.

Составим третью последовательность: $P(S_3) = 0,24$; $P^*_2 = 0,26$; $P(S_6) = 0,3$. Затем определим $P^*_3 = 0,24 + 0,26 = 0,5$.

И наконец, составим четвертую последовательность: $P(S_6) = 0,3$; $P^*_3 = 0,5$ и определим $P^*_4 = 0,3 + 0,5 = 0,8$.

При этом нижняя граница средней стоимости

N 0 6-1-1

$$C_H(Z_1) = C \left[\sum_{i=1} P(S_i) + \sum_{\lambda=1} P_{\lambda} + \sum_{v=1} P^*_{v} \right] = C (1 + 0 + 1,67) = 2,67 C$$

$i=1 \lambda=1 v=1$

Следует указать, что если подмножество $S_0(Z_i)$ содержит одно состояние, то нижняя граница стоимости $C_H(S_1) = 0$.

Разделение множества возможных состояний на два подмножества $S_0(Z_1)$ и $S_1(Z_1)$ при контроле параметра Z_1 как показано в табл. 16.

При контроле параметра Z_2 множество возможных состояний разбивается на два подмножества: $S_0(Z_2)$ и $S_1(Z_2)$ (табл. 17).

Таб.17

Si	Zi						Pi
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	
S1	0	0	1	0	0	0	0,2 0,05 } S0(Z2)
S2	1	0	1	0	0	0	
S3	1	1	0	0	1	0	0,24 0,15 0,06 0,3 } S0(Z2)
S4	1	1	1	0	1	0	
S5	1	1	1	1	0	0	
S6	1	1	1	1	1	0	

Для подмножества $S_0(Z_2)$ последовательность двух значений вероятностей будет из двух значений: $P(S_2) = 0,05$ и $P(S_1) = 0,2$, и тогда $P^*_1 = 0,05 + 0,2 = 0,25$.

Для подмножества $S_1(Z_2)$ первая последовательность будет иметь вид $P(S_5) = 0,06$; $P(S_4) = 0,15$; $P(S_3) = 0,24$; $P(S_6) = 0,3$, и тогда $P^*_1 = 0,21$; $P^*_2 = 0,45$; $P^*_3 = 0,75$.

Следовательно, нижняя граница средней стоимости при контроле параметра

N 0 6-1-1

$$C_H(Z_2) = C \left[\sum_{i=1} P(S_i) + \sum_{\lambda=1} P_{\lambda} + \sum_{v=1} P^*_{v} \right] = C (1 + 0,25 + 1,41) = 2,66 C.$$

$i=1 \lambda=1 v=1$

Поступая аналогичным образом при контроле параметров z_3 , z_4 и z_5 , получим нижние границы стоимости при контроле соответствующих параметров: $C_H(z_3) = 2,59C$; $C_H(z_4) = 2,60C$; $C_H(z_5) = 2,50C$.

Из результатов вычислений нижних границ средней стоимости следует, что минимальной стоимостью будет обладать алгоритм поиска, начинающийся с контроля параметра z_5 .

Посмотрим матрицу (табл. 18) состояний подмножества:

$S_0(z_5)$ и $S_1(z_5)$.

Анализируя табл. 18, видим, что в случае отрицательного исхода при контроле параметра z_5 следующими можно контролировать параметры z_1 , z_2 , z_5 . Параметр z_3 контролировать не имеет смысла, так как подмножество $S_0(z_5)$ не разбивает при его контроле на более мелкие подмножества. При положительном исходе можно контролировать параметры z_3 , z_4 .

Таким образом, необходимо вычислить значения стоимостей нижних границ алгоритма поиска при контроле таких наборов параметров $z_5, z_1, z_3, z_5, z_1, z_5, z_2, z_3, z_5, z_2, z_4$. Для этого воспользуемся формулой:

$$\vec{N}_H(z_i, z_K, z_J) = C \sum_{i \in N} P(S_i) + C_H[z_K, S_0(z_i)] + C_H[z_J, S_1(z_i)]$$

где

$$C_H[z_K, S_0(z_i)] = C \sum_{S_K \in S_i^0} P(S_K) + C_H(S_K^{00}) + C_H(S_K^{01})$$

Таблица 18

S ₁	Z _I					P(S ₁)
	Z ₅	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	
S ₁ 0 0 0 1 0 0,2	S ₂ 0 1 0 1 0 0,05	S ₃ 0 1 1 1 1 0,06	S ₄ 1 1 1 0 0 0,24	S ₅ 1 1 1 1 0 0,15		
S ₆ 1 1 1 1 1 0,3						

$$C_H[z_J, S_1(z_i)] = C \sum_{S_J \in S_i^1} P(S_J) + C_H(S_J^{01}) + C_H(S_J^{11})$$

где $\sum P(S_K)$ и $\sum P(S_J)$ суммы вероятностей $P(S)$ диагностируемого объекта, которые различаются контролем параметров z_K и z_J в подмножествах S_i^0 и S_j^1 соответственно.

Вычислим значения стоимостей нижних границ при контроле параметров z_5, z_1, z_3 . Контроль параметров z_1 позволяет различать состояния S_1, S_2, S_5 , следовательно,

$$\sum P(S_K) = P(S_1) + P(S_2) + P(S_5) = 0,2 + 0,05 + 0,06 = 0,31$$

Также при контроле параметра z_1 выделяется из подмножества $S_0(z_K)$ только одно состояние S^{00}_1 , тогда $C_H(S^{00}_1) = 0$, а значения $C_H(S_1^{01})$ вычисляется аналогичным способом, как и $C_H(S^{01}_1)$:

к

$$C_H(S_1^{01}) = C \sum P^*_v = C [P(S_2) + P(S_5)] = C (0,05 + 0,06) = 0,11C$$

При контроле параметра z_3 различаются состояния S_3, S_4, S_6 , следовательно:

$$\sum P(S_J) = P(S_3) + P(S_4) + P(S_6) = 0,24 + 0,15 + 0,3 = 0,69$$

Кроме того, при отрицательном исходе из множеств $S_1(z_5)$ выделяется только одно состояние, а при положительном – два, следовательно:

$$C_H(S^{10}_J) = C_H(S^{10}_3) = 0$$

к

$$C_H(S^{11}_J) = C \sum P^*_v = C [P(S_4) + P(S_6)] = C (0,15 + 0,3) = 0,45C$$

v

Тогда значение стоимости нижней границы при контроле параметров z_5, z_1, z_3 будет равно

$$C_H(z_5, z_1, z_3) = C(1 + 0,31 + 0,11 + 0,69 + 0,45) = 2,56C$$

При контроле других последовательностей параметров вычисления осуществляются аналогично. Приведем результаты этих вычислений:

$$C_H(z_5, z_1, z_4) = 2,5C$$

$$C_H(z_5, z_2, z_4) = 2,64C$$

$$C_H(z_5, z_2, z_3) = 2,7C$$

Анализ результатов вычислений стоимостей нижних границ показывает, что минимальной стоимостью будет обладать последовательность параметров z_5, z_1, z_4 .

Таблица 19

S _I	Z _I					P(S _I)
	Z ₅	Z ₁	Z ₄	Z ₂	Z ₃	
S _I	0	0	0	0	1	0,2 } S ⁰⁰ (z ₅ , z ₁)
S _I	0	1	0	0	1	0,05 } S ⁰¹ (z ₅ , z ₁)
S _I	0	1	1	1	1	0,24 } S ⁰¹ (z ₅ , z ₁)
S _I	1	1	0	1	0	0,15 } S ⁰¹ (z ₅ , z ₄)
S _I	1	1	0	1	1	0,06 } S ⁰¹ (z ₅ , z ₄)
S _I	1	1	1	1	1	0,3 } S ¹¹ (z ₅ , z ₄)

Преобразуем таблицу неисправностей в соответствии с результатами контроля последовательности параметров z_5, z_1, z_4 (табл. 19).

Из таблицы видно, что при отрицательном исходе контроля параметров z_5 и z_1 выделяется состояние S_1 , а при отрицательном исходе контроля z_5 и положительном z_1 необходимо следующим контролировать параметр z_2 (контроль параметра z_3 не позволяет разделить подмножество S^{01} на более мелкие).

При положительном исходе контроля параметров z_5 и z_4 выделяется состояние S_6 , а при отрицательном исходе контроля параметров z_5 и отрицательном z_4 необходимо контролировать параметр z_3 . Поскольку других вариантов нет, на этом заканчивается построение алгоритма поиска неисправностей, обладающего минимальной средней стоимостью (Рис. 13).

Таким образом, последовательность контролируемых параметров z_5, z_1, z_4, z_2, z_3 дает среднюю стоимость $C_{CP} = 2,5C$.

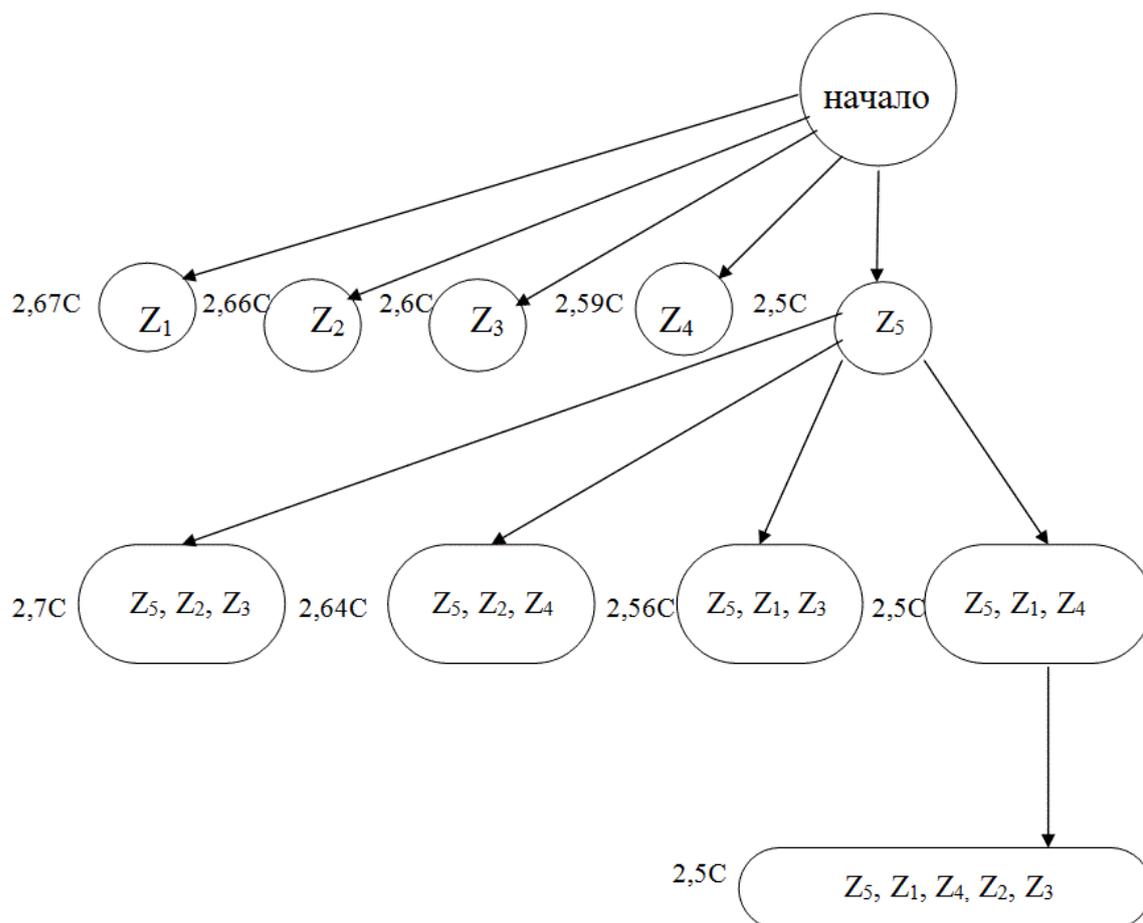


Рис. 13 Схема алгоритма поиска неисправностей, построенного методом ветвей и границ

4. Переченьоборудования:

- Объект диагностирования;
- методический материал для построения алгоритма поиска неисправностей;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

1. Получить от преподавателя задание с исходными данными функциональной модели ОД: таблицу неисправностей с вероятностями различных состояний и стоимости контроля выходных параметров функциональных элементов.
2. Используя исходные данные, построить алгоритм поиска неисправностей, методом «ветвей и границ»;
3. Исследовать и проанализировать данный метод, и сделать вывод;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы

3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- в каких случаях целесообразно применять метод «ветвей и границ»

8. Список литературы:

Бабокин, Г. И. Электротехника и электроника: бытовая техника. В 2 ч. Часть 1 : учебник для среднего профессионального образования / Г. И. Бабокин, А. А. Подколзин, Е. Б. Колесников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 423 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10399-1. — // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/517757>.- Текст: электронный

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 17
«Построения алгоритма поиска неисправности в трехкаскадном УНЧ усилителе»

- 1. Цель работы:** построить алгоритм поиска неисправности в трехкаскадном УНЧ усилителе;
- 2. Время выполнения работы:** 2ч.
- 3. Краткие теоретические сведения:**

1. Параметры усилителей звуковых частот

В зависимости от назначения аппаратуры усилители звуковых частот (УЗЧ) различаются качественными показателями и конструктивным исполнением. По функциональным признакам УЗЧ разделяют на предварительные и усилители мощности. Структурная схема УЗЧ представлена на рисунке 1.1. Схема стереофонического усилителя дополняется вторым аналогичным каналом.

Усилители звуковой частоты характеризуются номинальной выходной мощностью, диапазоном усиливаемых частот, динамическим диапазоном сигналов. Номинальная выходная мощность – это наибольшая мощность, при которой искажения сигнала не превышают допустимой величины. Диапазон усиливаемых частот – область частот, в которой коэффициент усиления изменяется в пределах, заданных техническими условиями. Динамический диапазон сигналов – отношение амплитуд наибольшего и наименьшего сигналов в децибеллах.

Качественные показатели УЗЧ оцениваются коэффициентами гармоник и интермодуляционных искажений, уровнем фона. Коэффициент гармоник (нелинейных искажений) определяет уровень высших гармоник по отношению к уровню основного гармонического сигнала. Коэффициент интермодуляционных искажений обусловлен суммарным уровнем комбинационных частот, появляющихся на выходе усилителя, при воздействии двух или более гармонических сигналов. Фон в УЗЧ возникает при недостаточной фильтрации питающего напряжения. Его величина определяется эффективным напряжением фона по отношению к эффективному напряжению сигнала при его максимальном уровне.

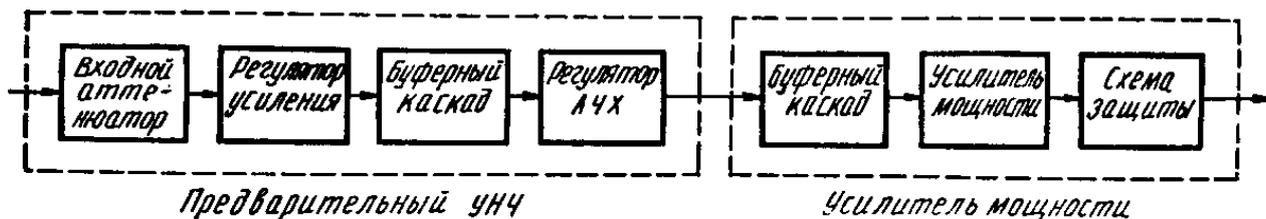


Рисунок 1.1 – Структурная схема полного усилителя звуковых частот

Буферные усилители (см. рисунок 1.1) в УЗЧ служат для развязки и согласования частотно-зависимых каскадов усилителя. Оконечные усилители звуковой

частоты предназначены для усиления звукового сигнала по мощности.

Перечень параметров, по которым производится регулировка, и методика измерений

Перечень параметров, по которым производится регулировка.

1. Входная частота 20-20000 кГц.
2. Коэффициент усиления K_y , не менее 40.
3. Выходная мощность, $P_{\text{вых}}$.
4. Выходное сопротивление, $R_{\text{вых}}$.
5. Коэффициент нелинейных искажений $K_{\text{ни}}$, не более 0,01%.
6. Входное сопротивление, $R_{\text{вх}}$.
7. Напряжение питания, $U_{\text{пит}}$, 220В \pm 30.

Технология измерения параметров:

1. Установить $f = 10$ кГц и подать сигнал $U_{\text{вх}} = 100$ мВ и установить регулятор усиления в максимальное положение.
2. С помощью осциллографа проверить форму сигнала. Если нелинейное искажение превышает 5-7%, то провести диагностику усилителя.
3. Уровень нелинейных искажений измерить с помощью ИНИ, их величины не должны превышать заданных.
4. Измерить $P_{\text{вых}}$ на частоте $f = 10$ кГц, $P_{\text{вых}}$ должно быть не менее заданного.
5. Установить частоту выходного сигнала $f = 10$ Гц и амплитуду $U_{\text{вх}} = 100$ мВ.
6. Измерить выходную мощность $P_{\text{вых}}$ на частоте $f = 10$ Гц, её уровень должен быть не менее 0,7 по отношению к мощности на частоте $f = 10$ кГц,
7. Провести измерение по пункту 6, установить частоту равную $f = 20$ кГц и входное напряжение $U_{\text{вх}} = 100$ мВ.
8. При несоответствии указанных параметров ТУ провести вновь диагностику и устранить неисправность.

Цель составления и разработка алгоритма устранения неисправности

Алгоритм поиска неисправности - это последовательное проведение всех действий радиомеханика по ремонту, необходимых для определения неисправного блока, каскада и элемента ремонтируемого устройства. Целью составления алгоритма является разработка последовательности действий по выявлению причин неисправности, проверка работоспособности блока и устранение неисправности, приводящее к замене неисправных деталей и проверке их основных характеристик после выполнения ремонта или в процессе наладки.

Алгоритм поиска неисправности может быть составлен двумя способами:

- записью порядка выполнения работ, при которой указывается типовая неисправность, возможные причины и последовательность действий при устранении неисправности;
- графическим способом, при котором при помощи условных обозначений показан порядок проведения работ.

Для составления блок-схемы алгоритма, поиска неисправности применяются следующие блок-схемы:

- блок выполнения операций (действий) по обработке данных, текст внутри блока является кратким описанием этого.
- блок проверки выполнения условия с целью принятия решения о направлении последующего кода вычислений. Возможные результаты проверки указываются на линиях, выходящих из блоков.
- блок печати и конца алгоритма.

Алгоритм, состоящий из блок-схем, дает полное представление о работе той или иной системы. Опираясь на технологическую документацию, можно составить алгоритм по нахождению заданных неисправностей.

Обобщенный алгоритм поиска неисправностей УЗЧ приведен на рисунке 1.4.

4. Перечень оборудования:

- звуковой генератор;
- осциллограф;
- эквиваленты нагрузок 4, 8, 16 Ом соответствующей мощности.
- мультиметр;
- Усилитель звуковой частоты;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

1. Зарисовать принципиальную схему УЗЧ
2. Определить возможные неисправности УЗЧ и методика их устранения
3. Составить алгоритм устранения неисправностей

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

1. Структурная схема подключения приборов для проверки работоспособности УЗЧ и основных параметров, требования к приборам.
2. Неисправности УЗЧ: выходная мощность занижена, отсутствует сигнал. Причины появления неисправностей и методика их отыскания.
3. Неисправности УЗЧ: самовозбуждение. Причина, обнаружение, устранение.
4. Неисправности УЗЧ: искажение синусоидального сигнала. Причина, обнаружение, устранение.
5. Регулировка УЗЧ.
6. Контроль параметров УЗЧ: выходной мощности и уровня собственных шумов.
7. Контроль параметров УЗЧ: АЧХ, уровень фона.
8. Контроль параметров УЗЧ: гармоники, амплитудная характеристика.
9. Контроль параметров УЗЧ: коэффициент интермодуляционных искажений,

пределы регулировки тембров.

10. Контроль параметров УЗЧ: переходное затухание между стереоканалами.

11. Проверка работы УЗЧ при помощи сигнала (прямоугольные импульсы)

8. Список литературы:

Петров В.П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники. Практикум, учеб. пособие. – М.: Академия, 2016

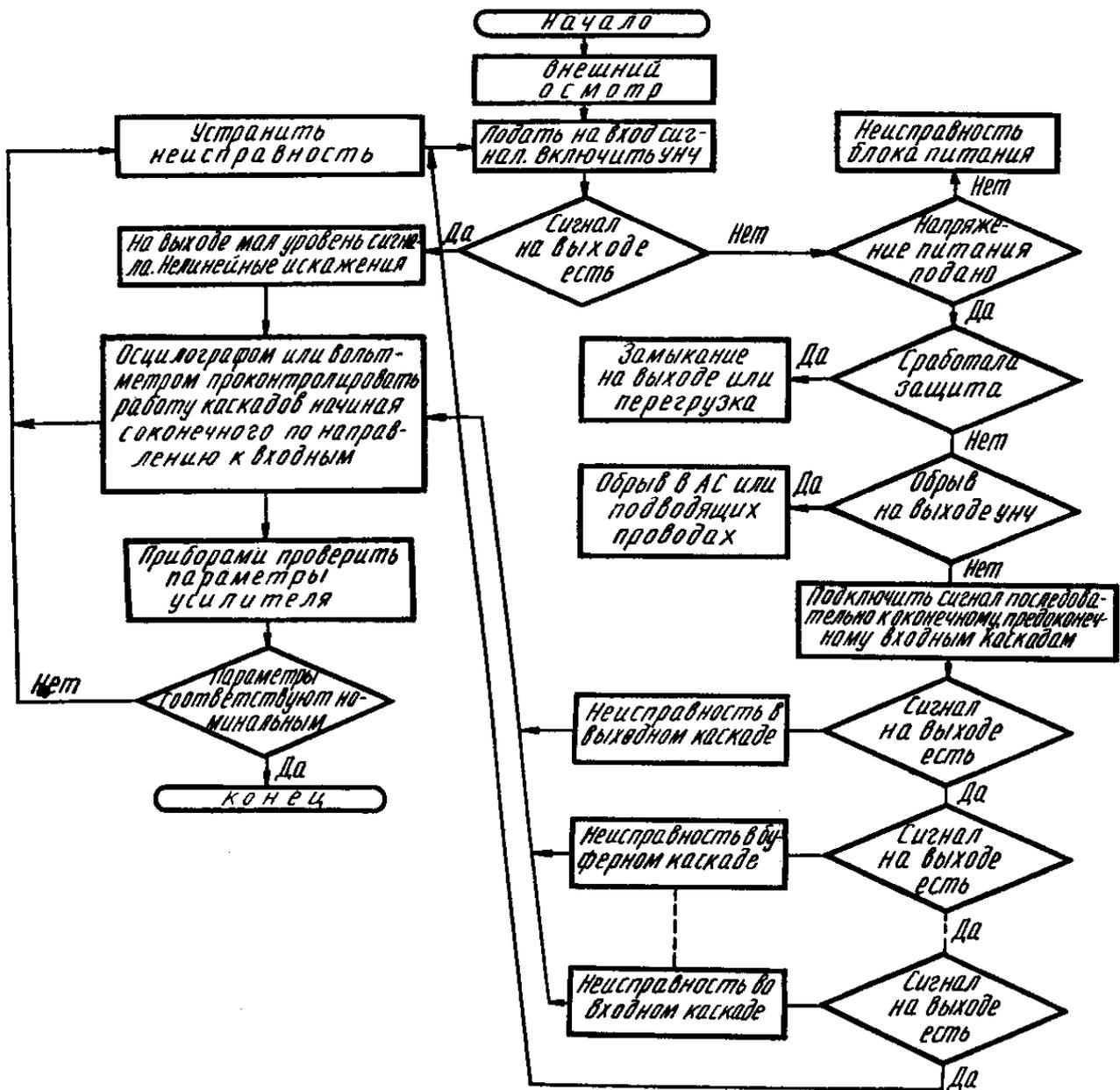


Рис.1.4

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 18
«Проведение функционального теста по поиску неисправностей
линейного стабилизатора напряжения»

1. Цель работы:

Закрепить знания принципов работы и рабочих свойств линейных стабилизаторов постоянного напряжения с непрерывным режимом работы регулирующего элемента.

Освоить методику экспериментального определения значений показателей качества компенсационных стабилизаторов постоянного напряжения с непрерывным регулированием и оценить достоинства и недостатки каждого из стабилизаторов путем сравнения численных значений показателей качества.

2. Время выполнения работы: 6ч.

3. Краткие теоретические сведения:

При оценке качества функционирования стабилизаторов напряжения необходимо определить численные значения его основных показателей качества:

- коэффициент стабилизации $K_{ст}$;
- относительной нестабильности выходного напряжения $\delta_U, \%$;
- выходного сопротивления $R_{вых}$;
- коэффициента полезного действия η .

Коэффициент стабилизации выходного напряжения стабилизатора определяется при постоянном значении сопротивления нагрузки R_H ($R_H = const$) в соответствии с соотношением :

$$K_{ст} = \frac{\Delta U_{вх ном}}{U_{вх ном}} \cdot \frac{\Delta U_{вых ном}}{U_{вых ном}}, \text{ или } K_{ст} = \frac{\Delta U_{вх ном}}{\Delta U_{вых ном}} \cdot \frac{U_{вых ном}}{U_{вх ном}} \quad (4.1)$$

Номинальное значение входного напряжения $U_{вх ном}$, выходного напряжения $U_{вых ном}$, измеряются вольтметрами PV1 и PV2, установленным на приборной панели установки.

Значение динамического **выходного сопротивления** стабилизатора $R_{вых дин}$ определяется при постоянной величине входного напряжения $U_{вх} - const$ (т.е. $\Delta U_{вх} = 0$)

$$R_{вых} = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta I_H} \quad (4.2)$$

где $\Delta U_{вых}$ - отклонение выходного напряжения стабилизатора от его номинального значения, соответствующее изменению тока нагрузки на величину ΔI_H ($\Delta I_H = I_{H ном} - I_{H min}$).

Потери мощности в элементах стабилизатора оцениваются его **коэффициентом полезного действия** η :

$$\eta = \frac{P_{вых}}{P_{вх}} \quad (4.3)$$

Для стабилизатора постоянного напряжения с непрерывным регулированием (НСН) величина КПД может быть оценена приближенным соотношением

$$\eta = \frac{P_{вых}}{P_{вх}} = \frac{U_{вых} \cdot I_{вых}}{U_{вх} \cdot I_{вх}} \approx \frac{U_{вых}}{U_{вх}} \quad (4.4)$$

Соотношение справедливо при допущении, что $I_H \approx I_{ВХ}$, что в стабилизаторах постоянного напряжения с последовательным включением регулирующего транзистора и нагрузки практически всегда выполняется. Следует отметить, что чем больше величина тока нагрузки стабилизатора (т.е., чем больше его выходная мощность), тем более точно выполняется соотношение (4.4).

4. Перечень оборудования:

- ЛБП;
- мультиметр;
- блок нагрузок от 1300 Ом до 17 Ом;
- микросхеме кр142ен8б;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

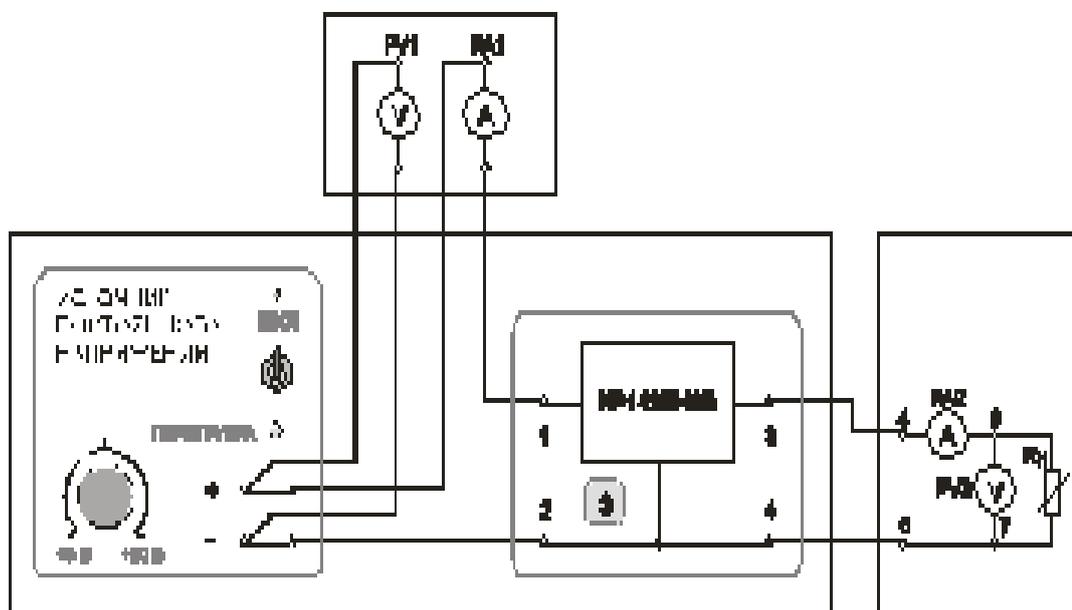


Рис. Схема соединений коммутационными шнурами элементов установки для исследования стабилизатора на интегральной микросхеме КР142ЕН8Б

1. Определение коэффициента стабилизации кст

- установить R_n 1100 Ом;
- Установить входное напряжение согласно таблице 4.1;
- В процессе измерений изменяя сопротивление блока нагрузки R_n поддерживать неизменной величину тока нагрузки I_H ;
- Результаты измерений и вычислений свести в таблицу 4.1;
- Вычисления произвести, пользуясь данными таблицы 4.1 при $U_{ВХ} = 15$ В по формуле(4.1).

Примечание: В качестве $U_{ВХ}$ и U_H берутся значения 4-го столбца таблицы 4.1.

Таблица 4.1

Измеряемый параметр	Прибор	Результаты измерений			Кст
$U_{ВХ}, В$	PV1	15,0	16,0	17,0	
$U_{Н}, В$	PV2				
$I_{Н}, А$	РА2				

2.Определение выходного сопротивления $R_{вых}$:

Таблица 4.2

Измеряемый параметр	Прибор	Результаты измерений		$R_{вых}, Ом$
		П «2»	П « 5»	
$U_{Н}, В$	PV1			
$\Delta U_{Н}, В$				
$I_{Н}, мА$	РА1			
$\Delta I_{Н}, мА$				

-Установить $U_{ВХ} = 15 В$;

-Измерить $U_{Н}$ и $I_{Н}$ при среднем значении сопротивления нагрузки $R_{Н}$, поддерживая постоянство напряжения на входе ($U_{ВХ} = 15 В$);

-Установить $R_{Н}=200Ом$ и измерить $U_{Н}$ и $I_{Н}$ в этом положении переключателя;

-Результаты измерений свести в таблицу 4.2;

-Вычисления произвести, пользуясь данными таблицы 4.2 при $U_{ВХ} = 15 В$ по формуле (4.2);

3. Определение кпд:

-Вычисления произвести, пользуясь данными таблицы 4.2 при $U_{ВХ} = 15 В$ по формуле (4.4);

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

- Принцип работы параметрического и компенсационного стабилизатора?
- Как зависит работа линейного стабилизатора от величины нагрузки?
- Как определить исправность линейного стабилизатора?

8. Список литературы:

-Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 250 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11052-4. — URL :<https://urait.ru/bcode/456189>

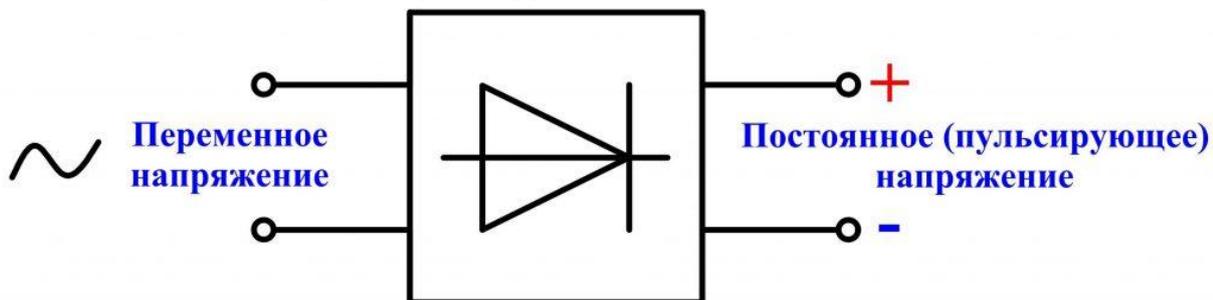
-Электроника: электронные аппараты : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 195 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10371-7. — URL :<https://urait.ru/bcode/517770>

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 19 «Проведение функционального теста по поиску неисправностей мостового выпрямителя»

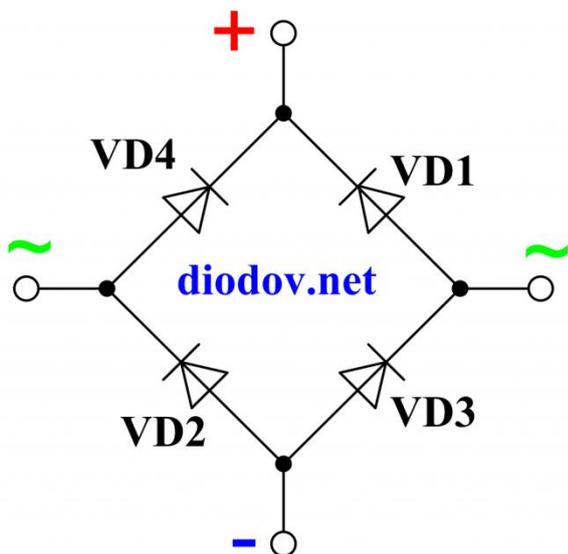
1. Цель работы
2. Время выполнения работы
3. Краткие теоретические сведения:

Чтобы более осознанно понимать, как проверить диодный мост мультиметром, рекомендую прежде ознакомиться , как проверить диод.

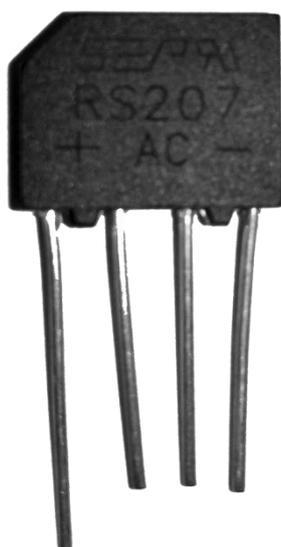
Диодный мост предназначен для выпрямления переменного напряжения в постоянное, а точнее говоря, в пульсирующее.



Он может иметь разную форму корпуса и расположение выводов. Хотя в преобладающем большинстве их всего четыре: два – вход и два – выход. В любом случае диодный мост состоит из четырех диодов, расположенных в одном корпусе определенным образом. Такая схема соединения называется мостовой. Отсюда и название данного полупроводникового прибора.



Методика проверки исправности диодного моста заключается в проверке исправности его отдельных четырех диодов.



Согласно мостовой схемы, одна пара полупроводниковых приборов соединена между собой анодами, а вторая – катодами. В точке соединения катодов образуется положительный потенциал «+». А в точке соединения анодов – отрицательный потенциал «-». К двум оставшимся точкам подводят переменный ток «~». Соответствующие обозначения наносятся на корпус мостового выпрямителя или диодного моста.

Теперь, глядя на выше приведенную схему, становится достаточно просто понять, как проверить диодный мост мультиметром. Переводим прибор в режим «прозвонки» и проверяем каждый из четырех диодов выше рассмотренным способом. Схема помогает понять, каким образом устанавливать измерительные щупы.

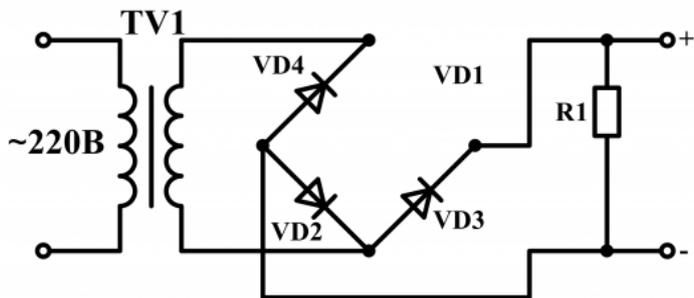
Как проверить диодный мост мультиметром в схеме

Рассмотрим, как проверить диодный мост мультиметром, не выпаивая его из платы. Прежде всего, нужно подать питание на схему. И по отношению входного и выходного напряжений можно определить характер неисправности данного электронного прибора. Если он исправен, то выпрямленное напряжение будет несколько выше входного переменного.

Принципиально различают два вида неисправности диодного моста: обрыв и пробой одного или нескольких диодов выпрямительного моста.

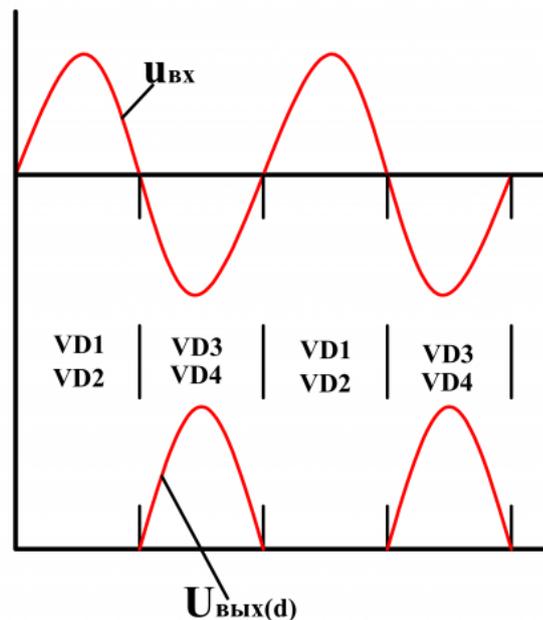
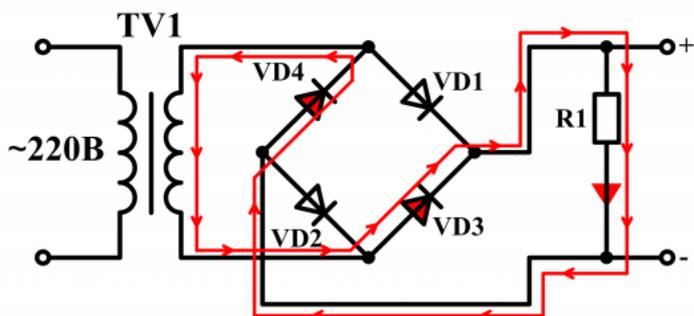
В случае обрыва, например VD1, ток в один полупериод, соответствующей работе пары VD1 и VD3, протекать не будут, поскольку образуется разрыв электрической цепи. Это приведет к резкому снижению величины выпрямленного напряжения U_d . Однако, если схема работает без нагрузки, то данный вид неисправности можно и не заметить, так как после выпрямителя чаще всего установлен конденсатор и он в отсутствии нагрузки заряжается до амплитудного значения выпрямленного напряжения. Поэтому следует быть внимательным в данном случае.

Путь протекания тока в I полупериод



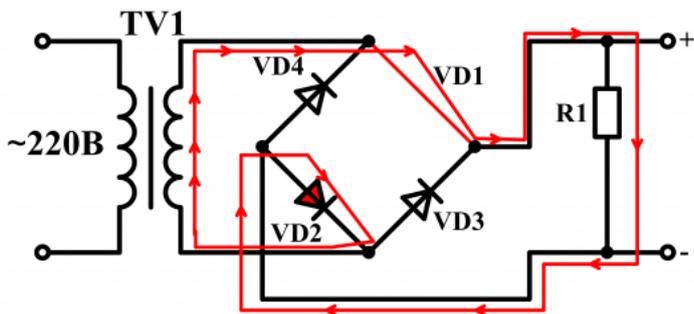
diodov.net

Путь протекания тока во II полупериод



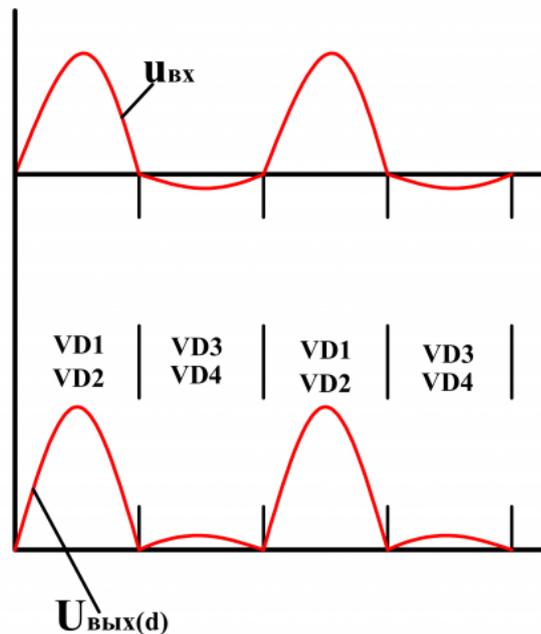
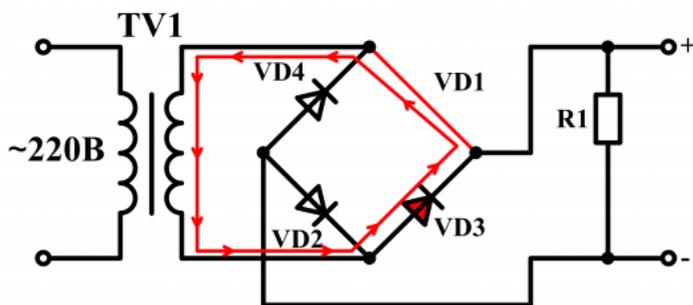
В случае пробоя и короткого замыкания, например того же VD1, в один полупериод вторичная обмотка трансформатора окажется замкнутой накоротко. В результате этого будет происходить интенсивный нагрев VD3, что приведет к повышенному нагреву всего диодного моста. А также будет нагреваться обмотка вторичная обмотка и сам трансформатор. По разнице напряжений здесь судить трудно о характере неисправности. Так как при закороченной обмотке напряжение на ней в соответствующий полупериод также равно почти нулю. Поэтому и на выходе диодного моста в тот же полупериод оно будет равно почти нулю, а соответственно снизится и его среднее выпрямленное значение.

Путь протекания тока в I полупериод



diodov.net

Путь протекания тока во II полупериод



Также при данной неисправности может сработать предохранитель, установленный в первичной обмотке трансформатора, поскольку возрастет ток в цепи трансформатора. Надеюсь, теперь стало понятно, как проверить диодный мост мультиметром.

4. Перечень оборудования:

- ЛБП;
- Диодный мост;
- мультиметр;
- осциллограф;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

- проверить каждый диод мостовой схемы мультиметром в режиме прозвонки p-nперехода ;
- подать на диодный мост переменное напряжение с лабораторного генератора;
- с имитировать короткое замыкание одного диода моста и измерить осциллографом форму напряжения на выходе моста;
- с имитировать обрыв одного диода моста и измерить осциллографом форму напряжения на выходе моста;
- зарисовать осциллограммы и сделать выводы;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы

5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

- назовите основные признаки мостовой схемы;
- как из пульсирующего напряжения на выходе моста получить выпрямленное постоянное напряжение;

8. Список литературы:

-Червяков, Г. Г. Электронная техника : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. Г. Червяков, С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 250 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11052-4. — URL :<https://urait.ru/bcode/456189>

-Электроника: электронные аппараты : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 195 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10371-7. — URL :<https://urait.ru/bcode/517770>

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 20

«Проведение функционального теста по поиску неисправностей аналоговых электронных устройств – усилителя звуковой частоты»

1. Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей аналоговых устройств

2. Время выполнения работы: 8ч.

3. Краткие теоретические сведения:

На рис. 4.11 представлен усилитель низкой частоты (УНЧ), который в качестве последнего каскада содержит усилительный каскад и предусилитель.

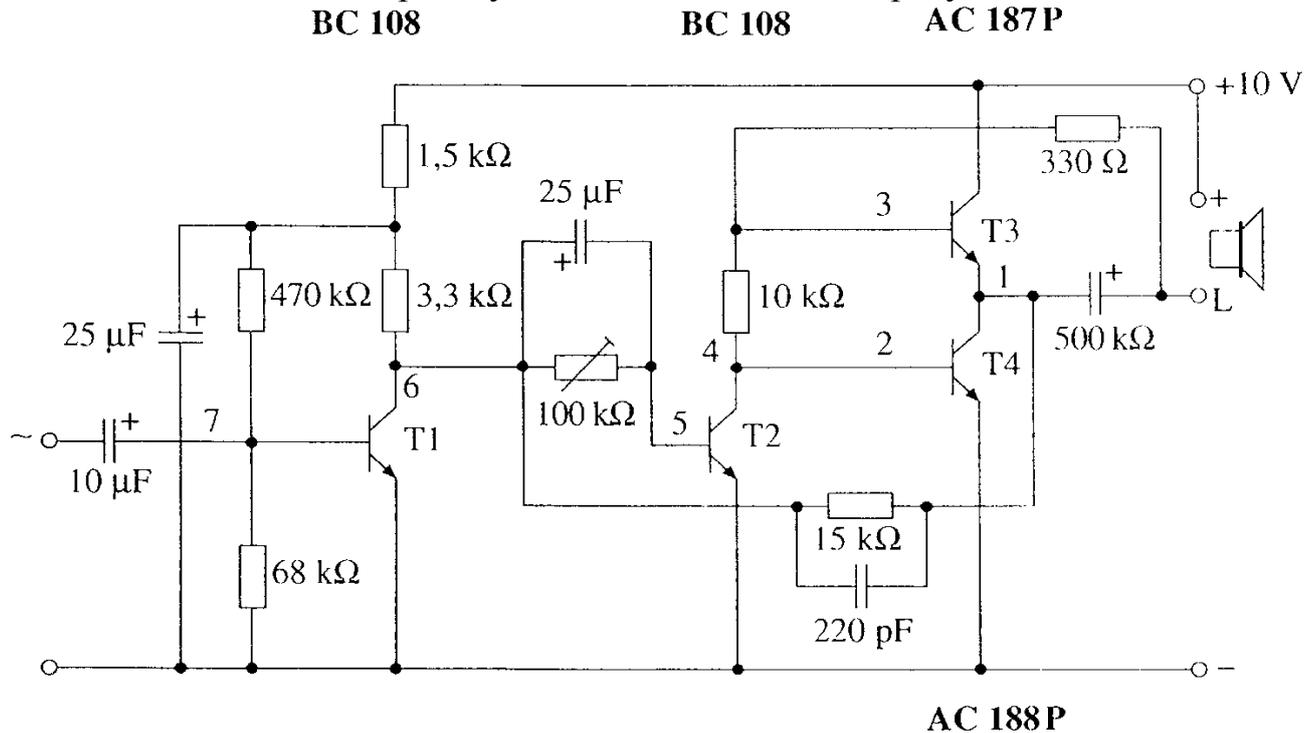


Рис. 4.11. Схема усилителя низкой частоты

Начнем с определения потенциала в точке соединения транзисторов усилителя выходного каскада. На выходе последней ступени должно быть примерно $U_{пит} / 2$, т. е. в точке "1" схемы около +5 В. Напряжения на базах должны определяться соответствующим значением встречного напряжения, которое составляет от 0,3 до 0,5 В.

Вычисляем напряжение в точке "3": $+5 \text{ В} + 0,5 \text{ В} = 5,5 \text{ В}$.

Для определения напряжения в точке "2" уменьшаем выходное напряжение на 0,5 В: $5 \text{ В} - 0,5 \text{ В} = 4,5 \text{ В}$.

Напряжение в точке "4" совпадает с напряжением в точке "2".

Также легко можно определить напряжение в точке "5".

Напряжение эмиттера равно нулю.

Напряжение базы должно быть больше на 0,3—0,4 В. Таким образом, в точке "5" примерно 0,4 В.

В точке "6", т. к. речь идет о ступени усилителя, приблизительно $U_{пит} / 2 = +5 \text{ В}$.

Напряжение в точке "7" составляет примерно 0,2—0,3 В, т. к. эмиттер здесь также имеет нулевой потенциал.

Рассмотренную в приведенном примере методику определения напряжений с успехом можно использовать в любых аналоговых схемах. При расчетах следует обратить особое внимание на определение типичной для рассматриваемой ступени усилителя рабочей точки (будь то предварительный усилитель, задающий каскад, или выходная ступень) и на определение величин сопротивлений.

4. Перечень оборудования:

- макет УНЧ;
- мультиметр;
- осциллограф;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

1. Согласно вышеизложенной методике и алгоритма поиска неисправностей в работе №17, выполнить необходимые измерения и сделать вывод о исправности устройства;
2. Если устройство неисправно, обозначить локализованный участок схемы с неисправностью;
3. Определить неисправный компонент и характер неисправности;
4. Устранить неисправность и провести повторное тестирование;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

- Почему при измерении постоянных напряжений на усилительных каскадах, необходимо отключить модулирующее напряжение?
- Как с помощью проверки внешних функциональных характеристик локализовать область неисправности?

8. Список литературы:

Бенда Дитмар

Поиск неисправностей в электрических схемах: Пер. с нем. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 256 с.: ил. — (Электроника)

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 21
«Проведение функционального теста по поиску неисправностей LC – генератора»

1. Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей аналоговых устройств

2. Время выполнения работы: 4ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Представленная на рис. 5.26 схема генератора работает совместно со стабилизатором напряжения. При этом получают синусоидальное напряжение с очень незначительными искажениями (коэффициент нелинейных искажений, КНИ) и регулированием амплитуды с погрешностью $<1\%$ при отношении настройки 3,5.

Благодаря полевому транзистору Т2 нет необходимости в трехточечной схеме с ответвлением обмотки, достаточно простой положительной обратной связи.

Колебания, созданные и усиленные транзисторами Т1 и Т2, через катушку индуктивности L1 (индуктивная связь) возвращаются на параллельный колебательный контур L2C2. Регулирование колебаний производится разделением тока через транзисторы Т2 и Т3.

При включении конденсатор С6 разряжен, поэтому возникает ток базы транзистора Т3. Вследствие этого данный транзистор является токопроводящим, так что в транзисторах Т2 и Т3 возникает ток стока.

Во время зарядки конденсатора С6 через транзистор Т1 и катушку L1 возникает также коллекторный ток, который позволяет начать колебания. В результате на резисторе R5 возникает переменное напряжение, которое через транзистор Т4 и конденсатор С7 попадает на диоды D3 и D4. Это переменное напряжение выпрямляется диодами и сглаживается с помощью конденсатора С6. Образующееся при этом положительное постоянное напряжение на базе транзистора Т3 позволяет току транзистора подняться еще выше, так что напряжение на резисторе R5 еще возрастает. Это влечет за собой дальнейшее повышение одинаково направленного напряжения. В транзисторах Т3 и Т4 начинает действовать эффект обратной связи, который, однако, ограничивается полевым транзистором Т2. В транзисторе Т1 и катушке L1 ток колебаний увеличивается до такого уровня, что колебания становятся стабильными. Диоды D1 и D2 выполняют роль стабилизаторов рабочей точки, не зависящей от температуры, т. е. поддерживают ее на постоянном уровне. С помощью потенциометра R2 можно устанавливать напряжение на выходе. Регулирующий усилитель находится в равновесии, когда постоянное напряжение на базе транзистора Т1 равно напряжению на базе транзистора Т3.

Нормальное функционирование соответствует переменному напряжению 100 мВ, измеренному на катушке L1, и напряжению 300 мВ на коллекторе транзистора Т3. На эмиттере транзистора Т4 выходное напряжение должно быть в пределах 1 В.

Все указанные переменные напряжения — это фактические значения. При измерении с помощью осциллографа значения напряжений должны делиться на

коэффициент 2,8.

Поиск неисправности в таком генераторе, состоящем из двух контуров связи (контура обратной связи T2, T1, L1 и L2 и контура регулирования T3, T4, C7 и D3) сложнее, чем в генераторе с одной обратной связью.

Все же и здесь можно быстро достигнуть конкретных результатов, принимая во внимание особенности функционирования данной схемы. Если генератор не создает колебаний, то можно исходить из того, что неисправен какой-то полупроводниковый элемент: диод или транзистор. Предполагается, что рабочие точки настроены правильно.

Как и для всех транзисторных схем, для этой схемы также целесообразно для начала посредством измерения постоянного напряжения проверить рабочие точки транзисторов. Схема с транзисторами T1, T2 и T3 представляет собой каскад дифференциального усилителя, в котором используется полевой транзистор в качестве общего "динамического сопротивления", выполняющего функцию источника постоянного тока.

Если можно установить одинаковыми напряжения баз транзисторов T1 и T3 на резисторе R2, то можно исходить из того, что дифференциальный усилитель функционирует. Самого точного выравнивания достигают, если измерительные линии свободного от потенциала и высокоомного прибора для измерения напряжения (цифрового вольтметра) напрямую соединить с обоими выводами баз и потом установить разность напряжений на нуль.

Если этого достигнуть не удастся, то необходимо проверить, составляет ли напряжение на диоде D4 примерно $+10\text{ В}$, соответственно $U_{п} / 2$. Если нет, то необходимо отрегулировать это напряжение резистором R8.

Если генератор не создает колебаний, то транзистор T2 почти заперт. Это не позволяет сделать вывод о причине неисправности.

Управляющее воздействие полевого транзистора T2 можно проверить посредством короткого замыкания выводов затвора и стока.

В случае короткого замыкания полевой транзистор (n-канальный) проводит ток. Измеренное при этом постоянное напряжение на эмиттерах транзисторов T1 и T3 должно становиться ниже.

Если в результате таких проверок причина неисправности не обнаружена, то далее проверяется функционирование схемы регулирования на транзисторах T3, T4 и диодах D3, D4.

Транзистор T4 работает совместно с эмиттерным сопротивлением R9 и делителем резистора R8, как эмиттерный повторитель. Функционирование этого транзистора можно быстро проверить, измерив напряжение эмиттерного перехода. Если разность напряжений составляет около $0,5\text{ В}$, то причиной неисправности могут быть только конденсаторы C6, C7, C8 и диоды D3 и D4.

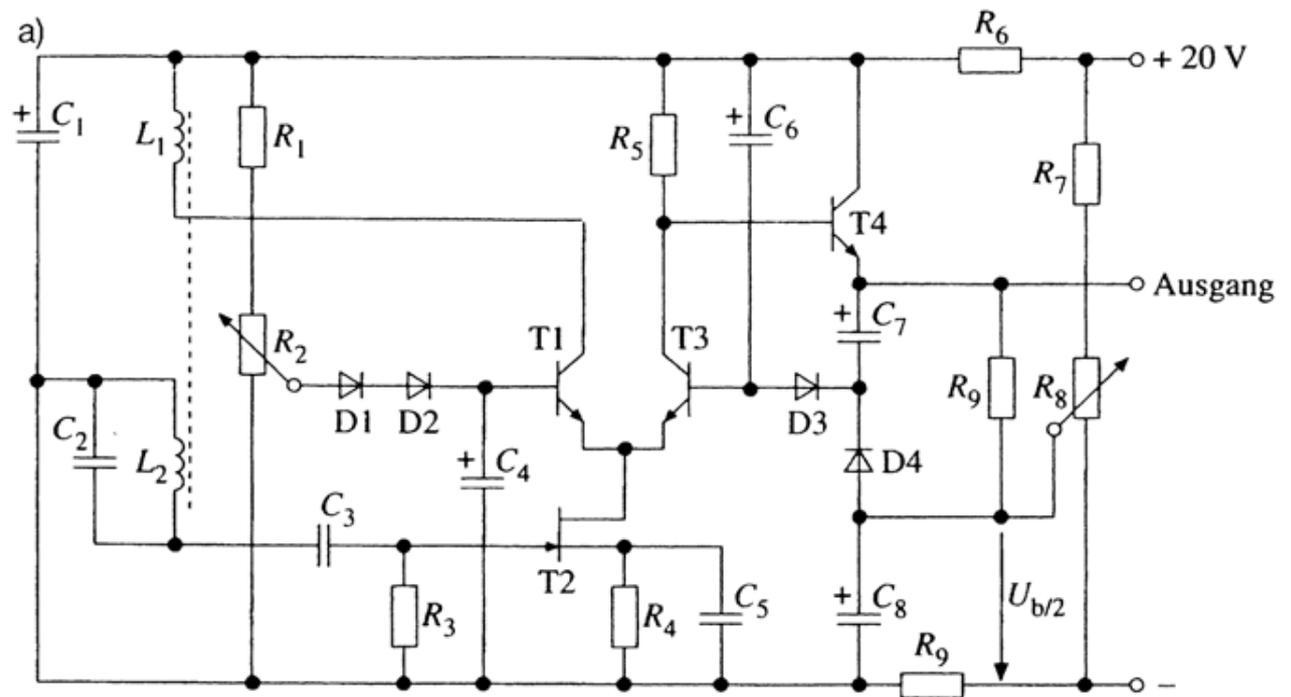
Например, обратное напряжение, измеренное на диоде D4, должно составлять $U_{п} / 2$. Падение напряжения U_{D3} на проводящем ток диоде D3 будет очень мало, максимум $0,1—0,3\text{ В}$, т. к. благодаря незначительному току базы транзистора T3 практически не возникает никакого обратного напряжения. Короткое замыкание диода D4 в расчет уже не принимается, поскольку эта неисправность обратила бы на себя внимание уже при проверке каскадов на транзисторах T1—T3.

Выравнивание напряжения покоя на резисторе R2 в таком случае больше не было бы возможным. Если бы в диоде присутствовал внутренний обрыв, то измерение обратного напряжения не позволило бы обнаружить это, т. к. в таком случае оно не изменилось бы. Однако в этом случае не формировалась бы отрицательная полуволна синусоидального колебания, поэтому конденсатор C7 не мог бы заряжаться. Таким образом, на катоде диода D3 не могло бы возникать никакого выпрямленного регулирующего напряжения. К таким же последствиям привел бы замкнутый накоротко или имеющий внутренний обрыв диод D3.

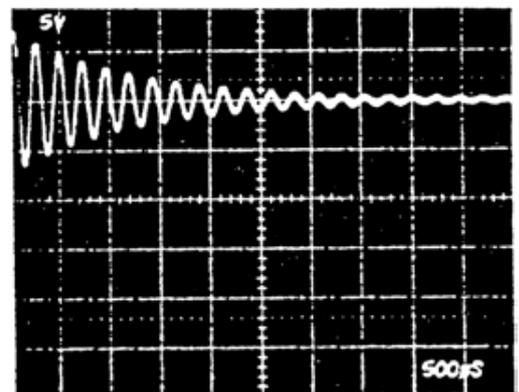
Если генератор выдает колебания и нужно установить лишь причину недостаточной стабилизации амплитуды, в таком случае возможны следующие неисправности.

Если каскады на транзисторах T1 и T3 в связи с изменением их характеристик или колебаниями температур проводят неодинаковые коллекторные токи, которые возникают на основе изменений рабочей точки, необходимо выполнить выравнивание напряжений с помощью резистора R2. Если же выравнивание выполнить не удастся, то возможно придется заменить оба транзистора.

Изменение пороговых напряжений диодов D3 и D4 в связи с изменением их характеристик. В таком случае требуется замена диодов. Ток утечки конденсатора C6 в связи с изменением его характеристик может увеличиться. В результате часть тока регулирования будет утекать через конденсатор, вместо того чтобы использоваться при управлении базой транзистора T3. В таком случае необходимо заменить конденсатор, чтобы не допустить снижения регулирующего воздействия.



b)



c)

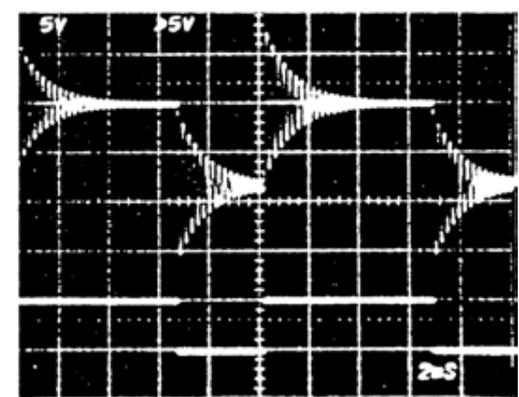


Рис. 5.26. LC-генератор синусоидальных колебаний: схема (а); затухающие колебания из-за ошибки усиления (коэффициент усиления $K_{ус}$ слишком мал) (б); перегруженный усилитель (коэффициент усиления $K_{ус}$ слишком высок) (в)

4. Переченьоборудования:

- макет LC-генератора;
- мультиметр;
- осциллограф;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

1. Согласно вышеизложенной методике и алгоритма поиска неисправностей , выполнить необходимые измерения и сделать вывод о исправности устройства;
2. Если устройство неисправно, обозначить локализованный участок схемы с неисправностью;
3. Определить неисправный компонент и характер неисправности;
4. Устранить неисправность и провести повторное тестирование;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Как проверить рабочие точки транзисторов LC-генератора?
- Как проверить схему регулирования LC-генератора?

8. Список литературы:

- Бенда Дитмар
Поиск неисправностей в электрических схемах: Пер. с нем. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 256 с.: ил. — (Электроника)

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 22
«Проведение функционального теста по поиску неисправностей аналоговых электронных устройств- RC-генератора»

1. Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей аналоговых устройств

2. Время выполнения работы: 4ч.

3. Краткие теоретические сведения:

При поиске неисправности в генераторах с резистивно-емкостной обратной связью (рис. 5.27) можно исходить из следующего.

Частотно-зависимая обратная связь является преимущественно емкостной, это означает, что на вход будет подаваться только переменное напряжение с выхода двухкаскадной схемы усилителя.

Отрицательные обратные связи для стабилизации рабочих точек, соответственно амплитудно-частотных характеристик (АЧХ), действуют на всем диапазоне частот (типично для схем усилителей) и могут быть как отрицательными обратными связями по постоянному напряжению (оказывают влияние на рабочие точки и АЧХ), так и емкостными (только на АЧХ).

Таким образом, для поиска неисправности будут справедливы рассуждения, характерные для усилителей. При поиске неисправности в генераторе также в первую очередь концентрируем внимание на функционировании отдельных каскадов усилителя, поэтому частотно-зависимую обратную связь можно исключить из рассмотрения, т. к. она не оказывает влияния на рабочую точку усилителя.

Вероятность того, что пробитый конденсатор мог бы послужить причиной неисправности и оказать влияние на рабочую точку усилителя, очень мала. В мостовой схеме, представленной на рис. 5.27, а, это могли бы быть конденсаторы С1 и С2. Конденсатор С1 при коротком замыкании возвращал бы выходное постоянное напряжение транзистора Т2 на вход транзистора Т1. Усилительный каскад на транзисторе Т1 в таком случае был бы перегружен, вследствие этого транзистор Т2 был бы заперт. Короткое замыкание в конденсаторе С2 привело бы к запираению каскада на транзисторе Т1. Как следствие, каскад на транзисторе Т2 был бы перегружен.

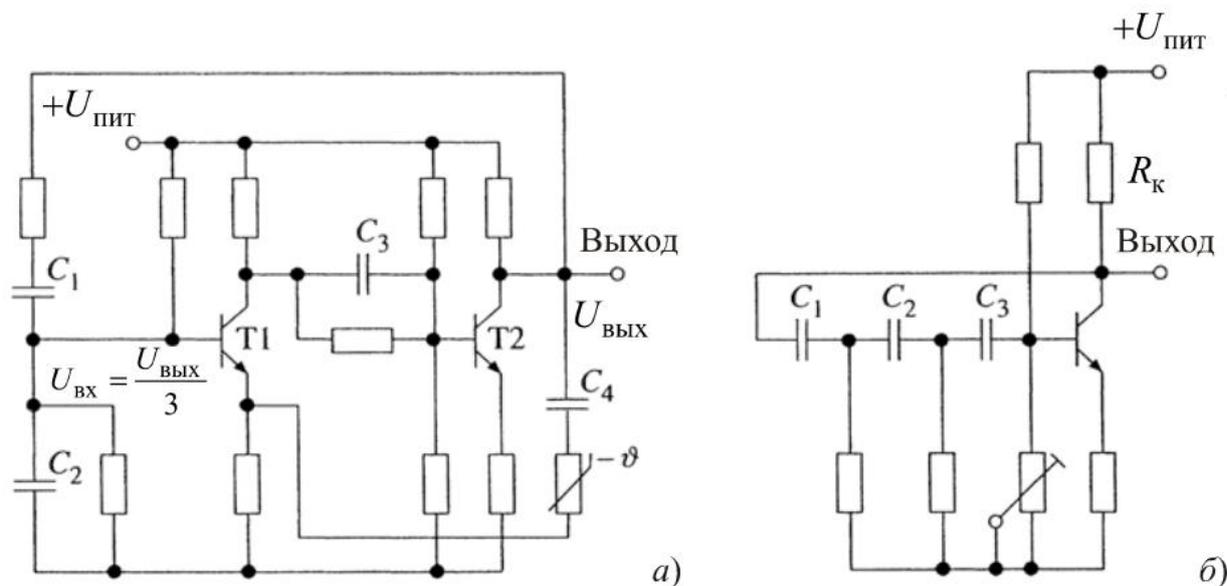


Рис. 5.27. RC-генераторы: мостовая схема Вина (а); с фазовращающей цепью (б)

Замкнутый накоротко конденсатор на схеме рис. 5.27, б не повлиял бы на рабочую точку каскада усилителя. Для этого должны были бы быть пробиты все три конденсатора. Кроме того, эта причина неисправности обратила бы на себя внимание и при проверке функционирования каскадов усилителя.

Необходимо обратить принципиальное внимание на то, что в мостовой схеме, представленной на рис. 5.27, а, обратная связь должна возвращать выходной сигнал с той же полярностью, что и входной сигнал RC-цепи. Поэтому в таких схемах выход обратной связи всегда следует после четного количества каскадов (2, 4, 6...). В схеме на рис. 5.27, б выходной сигнал должен вернуться на вход RC-цепи с противоположной полярностью, т. к. RC-цепь создает сдвиг фаз 180° . В таком случае обратная связь всегда используется с нечетным количеством каскадов (1, 3, 5...).

4. Переченьоборудования:

- макет RC-генератора;
- мультиметр;
- осциллограф;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

1. Согласно вышеизложенной методике и алгоритма поиска неисправностей, выполнить необходимые измерения и сделать вывод о исправности устройства;
2. Если устройство неисправно, обозначить локализованный участок схемы с неисправностью;
3. Определить неисправный компонент и характер неисправности;
4. Устранить неисправность и провести повторное тестирование;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Почему при поиске неисправностей RC-генератора, можно исключить частотно-зависимую обратную связь из рассмотрения?
- Почему в таких схемах выход обратной связи всегда следует после четного количества каскадов?

8. Список литературы:

- Бенда Дитмар

Поиск неисправностей в электрических схемах: Пер. с нем. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 256 с.: ил. — (Электроника)

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 23 «Проведение цифрового внутрисхемного диагностирования электронного устройства»

1. Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей цифровых устройств

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Работающие в импульсном и цифровом режимах полупроводниковые элементы, которые переключаются между уровнями низкого и высокого напряжения, при коротких замыканиях на входе могут моделировать как низкий, так и высокий уровень напряжения. С другой стороны, это зависит от того, где именно имеется короткое замыкание или обрыв, и идет ли речь в данном случае о ТТЛ- или МОП-микросхеме.

На рис. 6.4 показан пример неисправности на входе схемы ТТЛ-инвертора. В большинстве случаев выхода из строя микросхемы неисправным оказывается диод защиты, установленный на входе, который и вызывает короткое замыкание относительно опорного нулевого потенциала (рис. 6.4, а). Для выходного сигнала инвертора это имеет следующие последствия. Из-за короткого замыкания напряжение на эмиттере входного транзистора становится равным опорному нулевому потенциалу.

Транзистор, таким образом, проводит ток и запирает следующий транзистор. Верхний по схеме выходной транзистор открывается, а нижний соответственно закрывается. Поэтому неисправный инвертор постоянно показывает высокий логический уровень напряжения на выходе, независимо от входного сигнала.

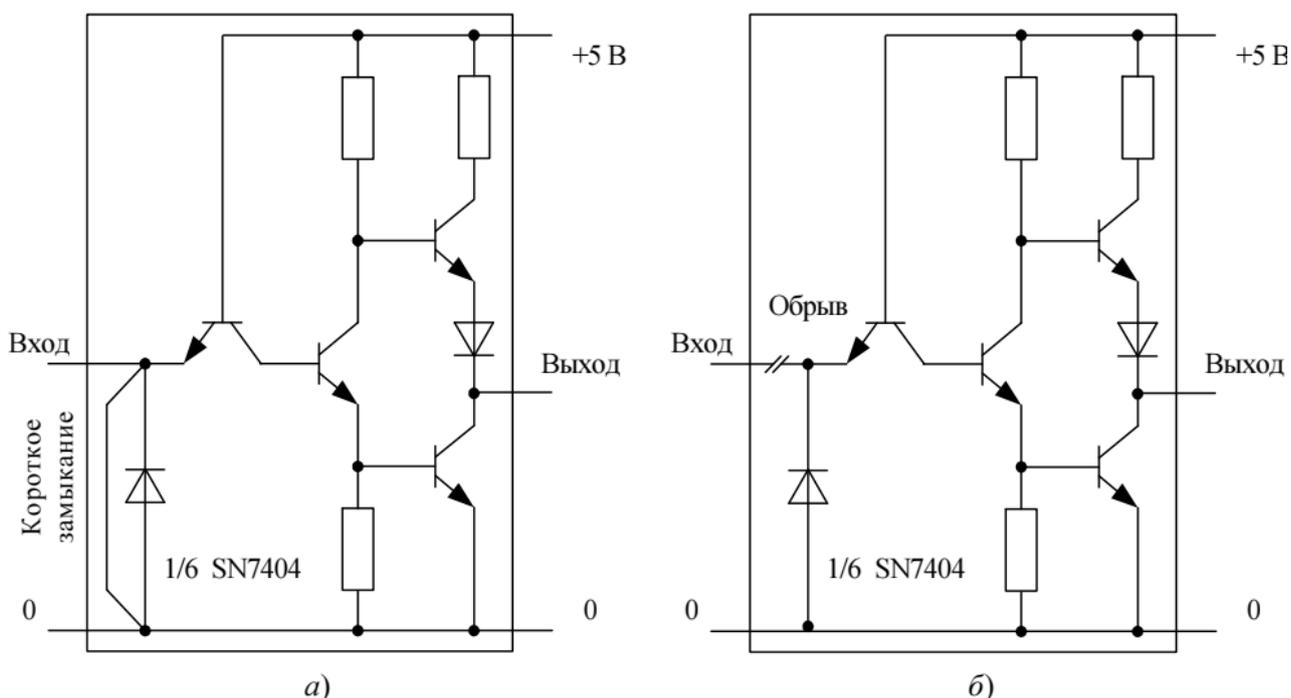


Рис. 6.4. Возможные неисправности на входе ТТЛ-микросхемы:
короткое замыкание (а); внутренний обрыв (б)

Из-за закороченного (замкнутого накоротко) диода вход микросхемы всегда

находится на низком логическом уровне напряжения. В работающей микросхеме, если она никуда не подключена, на входе будет измерен В-уровень.

Внутренний обрыв на входе, в подводящей к эмиттеру линии, тоже даст о себе знать (рис. 6.4, б). В этом случае на выходе схемы всегда будет присутствовать низкий логический уровень напряжения независимо от уровней на входе. Короткие замыкания и внутренние обрывы в выходных транзисторах приведут к последствиям, показанным в табл. 6.1.

Уровень сигнала на входе	Верхний по схеме выходной транзистор	Нижний по схеме выходной транзистор	Уровень сигнала на выходе
Н	Короткое замыкание	Закрыт	В
стр	Короткое замыкание	Открыт	Между Н и В
Н	Обрыв	Закрыт	Между Н и В
В	Обрыв	Открыт	Н
Н	Открыт	Короткое замыкание	Н
В	Закрыт	Короткое замыкание	Н
Н	Открыт	Обрыв	В
В	Закрыт	Обрыв	Между В и Н

Эти примеры показывают, что при определенных дефектах инвертор показывает себя "мнимым" в функционировании, например, строки 1, 4, 6 и 7. Отсюда следует, что нужно обязательно проверить обстоятельства переключения с помощью логических функций (результат "правда", результат "ложь"), тогда даже из двух комбинационных возможностей можно будет найти причину ошибки.

4. Перечень оборудования:

- макет инвертора;
- миллитиметр;
- осциллограф;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

1. Собрать на макетной плате устройство цифрового инвертора по схеме рис. 6.4;
2. Подать питание +5В и подавая на вход высокий и низкий уровни проверить работоспособность;
3. Внося неисправности согласно табл. 6.1 исследовать работу схемы и сделать выводы;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Почему при определённых дефектах инвертор правильно функционирует?
- У какой ИМС помехоустойчивость выше на ТТЛ или КМОП?

8. Список литературы:

- Бенда Дитмар

Поиск неисправностей в электрических схемах: Пер. с нем. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 256 с.: ил. — (Электроника)

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 24

«Проведение диагностики работоспособности мультивибратора»

1. Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей аналоговых устройств

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Очень важно, чтобы в промышленных схемах правильно распознавать мультивибраторы и триггерные схемы. Обычно различают следующие виды подобных схем: автоколебательный мультивибратор, ждущий мультивибратор и мультивибратор с двумя устойчивыми состояниями — триггер, а также триггер Шмитта. Эти схемы различаются в основном по виду соединения, как это представлено в табл. 6.2.

На примере триггера с двумя устойчивыми состояниями, приведенного на рис. 6.8, рассмотрим, как он используется в счетных схемах и какие наблюдения за функционированием и неисправностями должны проводиться в триггерах и мультивибраторах.

Основу схемы этого триггера составляют транзисторы T1 и T2, резисторы в коллекторной цепи R31 и R32, а также резисторы коллекторно-базовой связи R21 и R22.

Схема	Соединение 1	Соединение 2
Автоколебательный мультивибратор Соединение между:	Конденсатор Коллектор T1 — База T2	Конденсатор Коллектор T2 — База T1
Ждущий мультивибратор Соединение между:	Конденсатор Коллектор T1 — База T2	Резистор Коллектор T2 — База T1
Мультивибратор с двумя устойчивыми состояниями — триггер Соединение между:	Резистор Коллектор T1 — База T2	Резистор Коллектор T2 — База T1
Триггер Шмитта Соединение между:	Резистор Коллектор T1 — База T2	Резистор Эмиттер T2 — Эмиттер T1

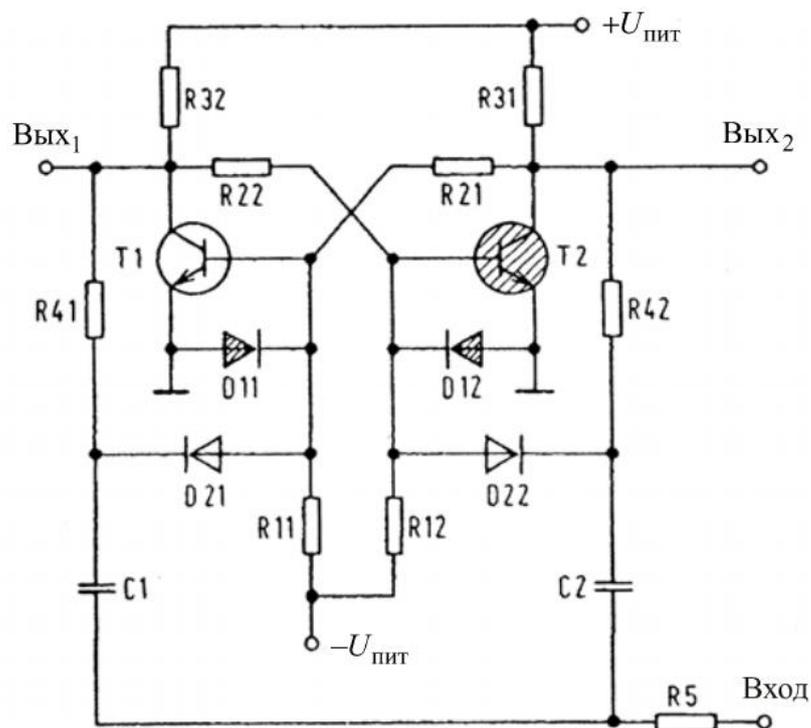


Рис. 6.8. Релаксационная схема (триггер) с емкостно-связанными (динамическими) входами

Диоды D11 и D12, как и относящиеся к ним добавочные сопротивления R11 и R12, образуют дополнительную схему защиты для входов транзисторов от сигналов помех, которые по своей амплитуде имеют напряжения выше, чем постоянное обратное напряжение диодов.

Схема имеет общий вход для внешних управляющих импульсов, которые воздействуют на входы транзисторов через конденсаторы C1 и C2, сопротивления R41 и R42, а также диоды D21 и D22.

По полярности диодов видно, что переключается триггер отрицательным синхронизирующим фронтом импульса. Это значит, что открывается один из транзисторов, например, транзистор T2. На входе закрытого транзистора T1 диод D21 блокируется положительным напряжением, которое поступает с резистора R41.

Короткое замыкание в диоде D11 или D12 должно замкнуть накоротко вход соответствующего транзистора и вместе с тем заблокировать влияние управляющих импульсов. В данном случае этот транзистор был бы закрыт, а другой транзистор — открыт.

Если бы один из этих диодов имел внутренний обрыв, то тогда соответствующий транзистор был бы закрыт частью отрицательного напряжения $-U_{пит}$, поступающего через резистор R11 или R12. И в этом случае будут очевидны признаки неисправности. Отличия можно определить исключительно только лишь благодаря различиям напряжений на базах транзисторов.

В нормальном работоспособном состоянии на базе закрытого транзистора замеряется отрицательное напряжение незапертого диода D11 или D12. При коротком замыкании на диоде напряжение база-эмиттер УБЭ равнялось бы 0 В. Если же в

диоды D11 или D12 имеется обрыв, то на базе замеряется напряжение, равное напряжению питания — $U_{пит}$. Диод база-эмиттер данного транзистора в этом случае с большой вероятностью выйдет из строя из-за этого высокого отрицательного напряжения питания.

Диоды D21 и D22, относящиеся к входной цепи, при коротком замыкании должны связать выход транзистора через сопротивления R41 и R42 с соответствующим входом. Это будет заметно из-за нестабильного состояния транзистора, т. к. он при этом может постоянно колебаться между открытым и закрытым состояниями. Благодаря входным импульсам это состояние будет периодически повторяться. Более определенные признаки неисправности проявляются, когда имеется обрыв в одном из диодов D21 или D22. На оставшийся работоспособный вход оказывают влияние отрицательные запускающие импульсы. Если транзистор на соответствующей стороне однократно переводится в закрытое состояние, то схема так и остается в этом состоянии.

Эти рассуждения о ситуациях с неисправностями у триггеров показали, что после того, как убеждаются о состояниях транзисторов, целесообразно подвергнуть проверке также и работу диодов.

Замер напряжений на диодах и перепроверка потенциала на управляющих электродах транзисторов в данном случае быстрее всего приводит к успеху.

Если же причиной неисправности становятся не полупроводники, а другие элементы схемы, сюда можно отнести также обрывы токопроводящей дорожки печатной платы или же короткие замыкания в ней, то они неизбежно также регистрируются.

Проверка динамических входов должна выполняться при подключении импульсного сигнала, т. к. диоды D21 и D22 в состоянии покоя являются непроводящими, и отсюда при измерении напряжения прибором они не показывают никакого различия при внутреннем обрыве в диоде.

При небольших тактовых частотах, которые составляют менее 10 кГц, измерительным прибором все еще хорошо могут быть определены тактовые импульсы. Однако в этом случае нельзя определить измеряемые величины. При более высоких тактовых частотах за сигналом нужно наблюдать при помощи осциллографа.

4. Перечень оборудования:

- макет мультивибратора;
- миллитиметр;
- осциллограф;

5. Порядок выполнения работы(Задания):

1. Собрать на макетной плате устройство цифрового мультивибратора по схеме рис. 6.8;
2. Подать питание +5В и осциллографом провести проверку сигналов на выходах;
3. Исследовать работу схемы и сделать выводы;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Какую функцию выполняют D11, D12?
- Какую функцию выполняют D21, D22?

8. Список литературы:

- Бенда Дитмар

Поиск неисправностей в электрических схемах: Пер. с нем. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 256 с.: ил. — (Электроника)

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 25
«Проведение функционального теста по поиску неисправностей
мультиплексора»

1. Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей цифровых устройств

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Мультиплексор — это электронное устройство, которое используется для объединения нескольких входных сигналов в один выходной сигнал. Оно находит широкое применение в различных областях, включая телекоммуникации, радиосвязь, информационные технологии и др. Однако, как и любое другое электронное устройство, мультиплексор может иногда не работать.

Основные причины неполадок с мультиплексором могут быть разными. Одной из самых распространенных проблем является неправильное подключение или разъединение проводов. В таком случае, необходимо проверить состояние соединений и убедиться, что они надежно закреплены. Также стоит обратить внимание на качество проводов, поскольку низкокачественные провода могут вызывать сбои в работе мультиплексора.

Другим возможным источником проблем с мультиплексором могут быть конфликты с другими устройствами, подключенными к той же линии связи. Например, если мультиплексор используется в качестве сетевого коммутатора, то возможны конфликты с другими сетевыми устройствами, такими как маршрутизаторы или коммутаторы. В этом случае, рекомендуется провести проверку настройки устройств и попробовать их временно отключить для проверки работоспособности мультиплексора.

Мультиплексоры и демультиплексоры — регулировщики цифрового движения

В списке наиболее часто применяющихся комбинационных устройств в микропроцессорах важное место занимают мультиплексоры и демультиплексоры. В чем состоит их задача? Предположим, что операнды в АЛУ поступают из нескольких источников. Но одновременно обработать сразу все данные невозможно — необходимо установить очередность. Как регулировщик на загруженном перекрестке дает разрешение на проезд по улице сначала с одного направления, потом с другого, так и цифровой системе подчас требуется такой электронный регулировщик. Эта роль возложена на *мультиплексор*. Его условное обозначение на рис. 5.15 приведено для случая, когда входов данных два: DI0 и DI1, а выход один — DO, и для выбора того входа, данные с которого будут передаваться на выход, используется *сигнал адреса* — A (его еще называют *сигналом выборки*).

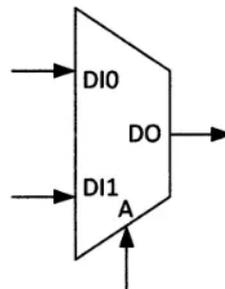


Рис. 5.15. Условное графическое обозначение мультиплексора

Практическая схема мультиплексора

Внутреннее устройство такого мультиплексора очень простое: при $A = 0$ на выход могут пройти только данные со входа DI0, т. к. нижний по схеме на рис. 5.16 вентиль И будет заблокирован. А при $A = 1$ активным становится вход DI1. Это также отражено в таблице истинности мультиплексора (табл. 5.7).

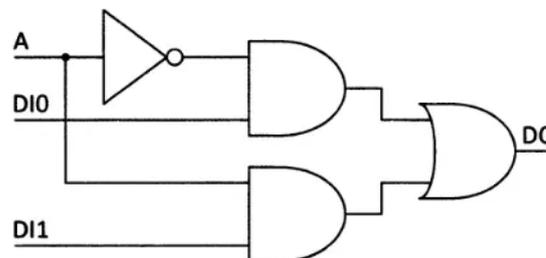


Рис. 5.16. Схема двухвходового мультиплексора

Практическая реализация мультиплексора на два входа показана на рис. Ц-5.17. У микросхемы CD4072BE сигналы с предыдущего каскада подаются на два входа каждый, чтобы реализовать на 4ИЛИ функцию 2ИЛИ. DIP-переключатель задает

Таблица 5.7. Таблица истинности двухвходового мультиплексора

A	D11	D10	D0
0	X	0	0
0	X	1	1
1	0	X	0
1	1	X	1

данные на входах D10 и D11 мультиплексора, а кнопка — адрес A. При нажатой кнопке на состояние выхода будет влиять только один из двух переключателей, а при отпущенной — другой.

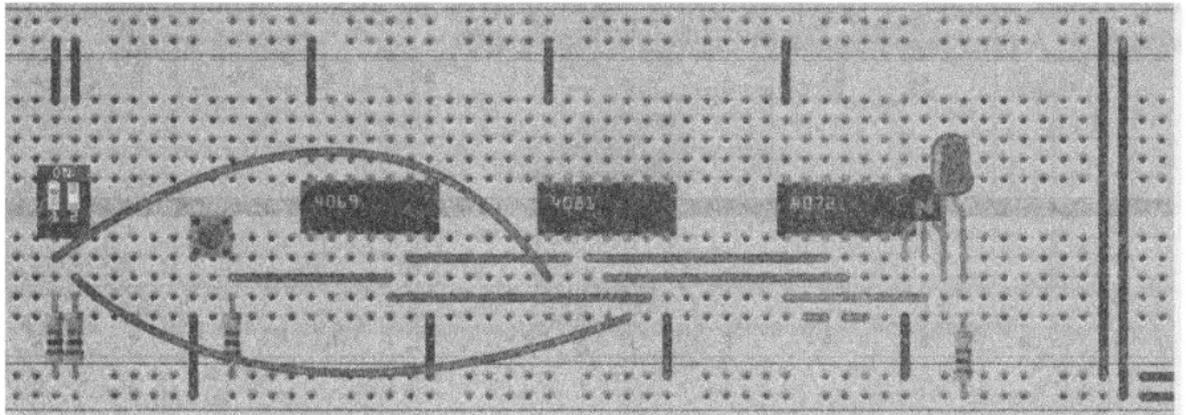


Рис. Ц-5.17. Монтажная схема двухвходового мультиплексора

Если воспользоваться правилами преобразования логических функций булевой алгебры, то двухвходовый мультиплексор можно построить всего лишь на одной микросхеме CD4011BE из входящих в ее состав четырех вентилей 2И-НЕ (рис. 5.18). Вы легко сможете сами собрать этот вариант на макетной плате и проверить, как он работает.

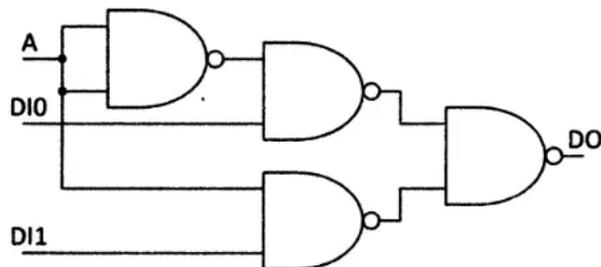


Рис. 5.18. Схема двухвходового мультиплексора на вентилях 2И-НЕ

Несложно догадаться, как будет выглядеть схема мультиплексора с четырьмя входами данных (рис. 5.19). При этом адресных входов должно быть уже 2. По сути мультиплексор строится на базе из дешифратора, выходы которого объединяются по И с соответствующими данными, а затем собираются вместе на вентиле 4ИЛИ.

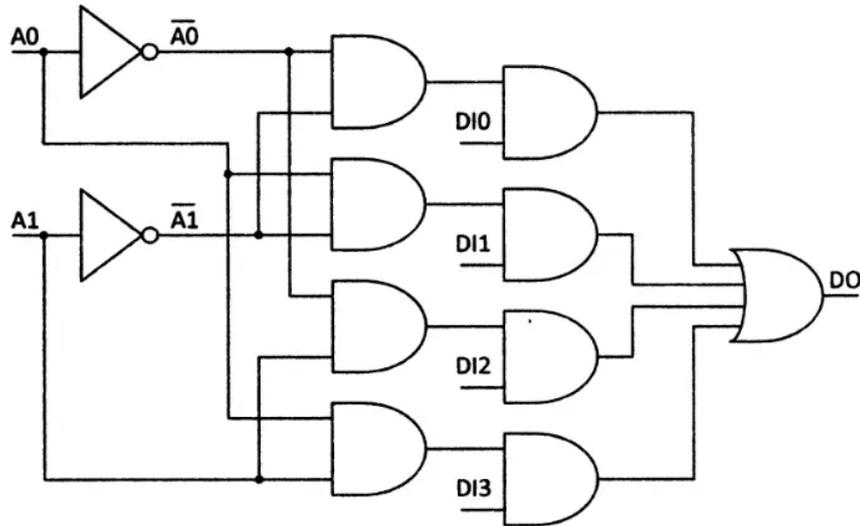


Рис. 5.19. Схема мультиплексора с четырьмя входами

Если учесть, что два двухвходовых И подряд образуют вентиль 3И, то схема становится проще (рис. 5.20).

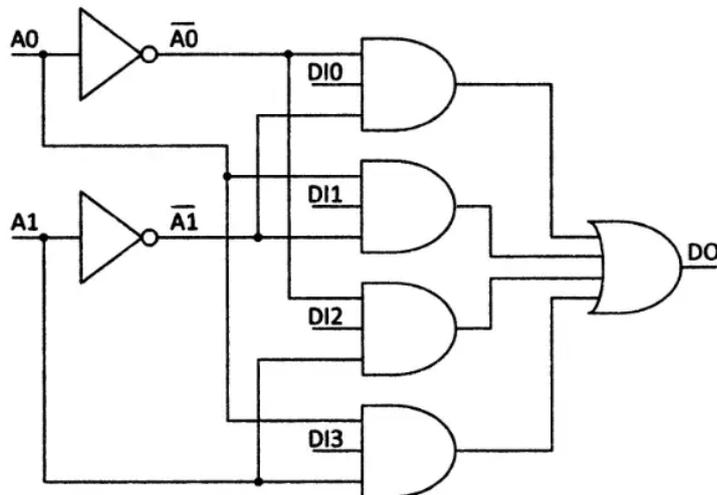


Рис. 5.20. Более простая версия мультиплексора с четырьмя входами

Демультимплексор

Как вы уже, наверно, догадались, *демультимплексор* выполняет обратную задачу. Подобно душевой лейке, разбивающей поток воды на множество струй, он может направить поток данных сразу в несколько направлений. А вот какое именно одно направление из всех доступных должно быть выбрано в тот или иной момент — определяется с помощью сигналов на адресных входах демультимплексора. Обозначается на схемах он сходным с мультиплексором образом. Вам предлагается самостоятельно разработать схему, соответствующую условному графическому обозначению, приведенному на рис. 5.21.

4. Перечень оборудования:

- макетная плата;
- микросхема CD4011BE;
- осциллограф;
- ЛБП;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

1. На макетной плате собрать двухвходовой мультиплексор, используя микросхему CD4011BE;
2. Подать питание от ЛБП 5В, изменяя значения сигналов на входах данных и адреса проверить верность таблицы истинности;
3. Сделать вывод о исправности устройства, при выявлении неисправности устранить;

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы
7. Ответы на контрольные вопросы

7. Контрольные вопросы:

- Какие критерии исправности мультиплексора?
- Какие возможные неисправности мультиплексора?

8. Список литературы:

Кириченко П.Г.

Цифровая электроника для начинающих.-СПб.: БХВ-Петербург,2019.-176с.: - (Электроника)

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 26
**«Проведение диагностики работы комбинационных цифровых схем:
шифратора и дешифратора»**

1.Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей цифровых устройств

2.Время выполнения работы: 2ч.

3.Краткие теоретические сведения:

Тайны двоичных кодов: шифраторы и дешифраторы

Следующими по важности за АЛУ схемами комбинационной логики можно считать дешифраторы и шифраторы. Названия их совсем не означают, что предстоит изучить что-то секретное. Речь идет о преобразовании чисел из одной системы счисления в другую. Предположим, что у вас есть клавиатура замка сейфа с десятью кнопками, на каждой из которых написано число от 0 до 9. А в цифровом устройстве, конечно, сигналы с этих кнопок должны быть представлены в двоичном коде. Между прочим, заблуждается тот, кто думает, что это будет преобразование из десятичного кода в двоичный. В таком замке нет одного провода, по которому передается сигнал от всех кнопок разом десятью способами, а есть десять проводов, по каждому из которых передается сигнал о том, нажата та или иная кнопка или не нажата. Но это, получается, и не двоичный код. Какой же? Код, в котором каждому числу, состоянию или устройству соответствует свой отдельный разряд или провод и в данный момент времени только на одном проводе из этого набора может быть активный логический уровень, называется *унитарным* (от латинского *uno*, один, единица). Кнопки на замке сейфа нажимаются по очереди. Значит, нам нужен преобразователь унитарного кода в двоичный. Устройство для перевода числа из более громоздкого кода в более компактный называется *шифратором*. А обратное преобразование выполняется *дешифраторами*. И никаких секретов!

Код Грея, «ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОД» И ДРУГИЕ...

Между прочим, уже знакомый вам двоичный код тоже не единственный в своем роде. Одних только способов для представления отрицательных двоичных чисел существует несколько. А еще есть *код Грея* — это такой особый способ записи, в котором каждое следующее число отличается от предыдущего ровно в одном разряде. В нем первые десять чисел выглядят так: 0000, 0001, 0011, 0010, 0110, 0111, 0101, 0100, 1100, 1101. Учеными были придуманы еще «температурный» код, код 8421 и другие. Каждый из них имеет свои преимущества в определенных областях техники, но в конечном итоге для обработки в компьютере их нужно привести к известному вам двоичному. Тут без шифраторов и дешифраторов тоже никак не обойтись.

Схема дешифратора для клавиатуры кодового замка

Итак, построим таблицу истинности (табл. 5.3) для клавиатуры сейфового замка. В ней будет всего 11 строк — ведь цифры кодовой последовательности вводятся поочередно, т. е. каждый раз положено нажимать только одну кнопку. Поэтому первая под заголовками столбцов строка, содержащая одни нули, описывает исходную ситуацию, когда клавиатуру не трогают. Слева в таблице в заголовках столбцов расположены унитарные коды клавиатуры, номер которых соответствует номеру кнопки, а справа — кодирующие их двоичные числа. Ноль в левой части таблицы означает, что кнопка не нажата, 1 — нажата. Клавиша 0 кодируется двоичным значением, соответствующим десятичному числу 10.

Таблица 5.3. Кодирование клавиатуры замка сейфа

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A0	Y3	Y2	Y1	Y0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0

Для начала предположим, что нет никаких ограничений по количеству входов логических вентилях, и функции выходов могут быть любой длины. Тогда единица в младшем разряде будет формироваться следующим образом:

$$Y_0 = A_1 + A_3 + A_5 + A_7 + A_9.$$

Как вы помните, символ плюс в двоичной логике означает операцию ИЛИ. Поэтому составленное выражение означает, что разряд Y_0 будет равен единице, если нажата клавиша 1, или 3, или 5, или 7, или 9. На четные номера, как и должно быть, Y_0 не реагирует. Таким же образом записываются и выражения для остальных выходных сигналов:

$$Y_1 = A_0 + A_2 + A_3 + A_6 + A_7,$$

$$Y_2 = A_4 + A_5 + A_6 + A_7,$$

$$Y_3 = A_0 + A_8 + A_9.$$

То есть для реализации потребуются два 5ИЛИ, один 4ИЛИ и один 3ИЛИ. Но микросхем с вентилями 5ИЛИ не существует, поэтому придется преобразовать функции выходов под то, что есть в наличии.

Например, на вентилях 2ИЛИ схема шифратора замка будет выглядеть так, как показано на рис. 5.7. Обратите внимание, что функция Y_1 использует один из вентилях, задействованных для генерации функции Y_0 . Так сделано потому, что выражение $A_3 + A_7$ присутствует в обеих из них. В главе 3 при рассмотрении базовых вентилях было показано, что порядок записи входных сигналов в них совершенно не важен, т. е. сигналы в функциях для каждого из четырех выходов нашего дешифратора можно перегруппировать любым способом. Поэтому нет необходимости ставить два вентиля там, где можно обойтись одним. Как можно видеть, в результате для создания этого устройства нужно воспользоваться тремя микросхема-

ми CD4072. Если бы исключение избыточных членов в функциях не было произведено, то потребовалось бы использовать 4 микросхемы, т. к. общее число вентилях стало бы равным тринадцати.

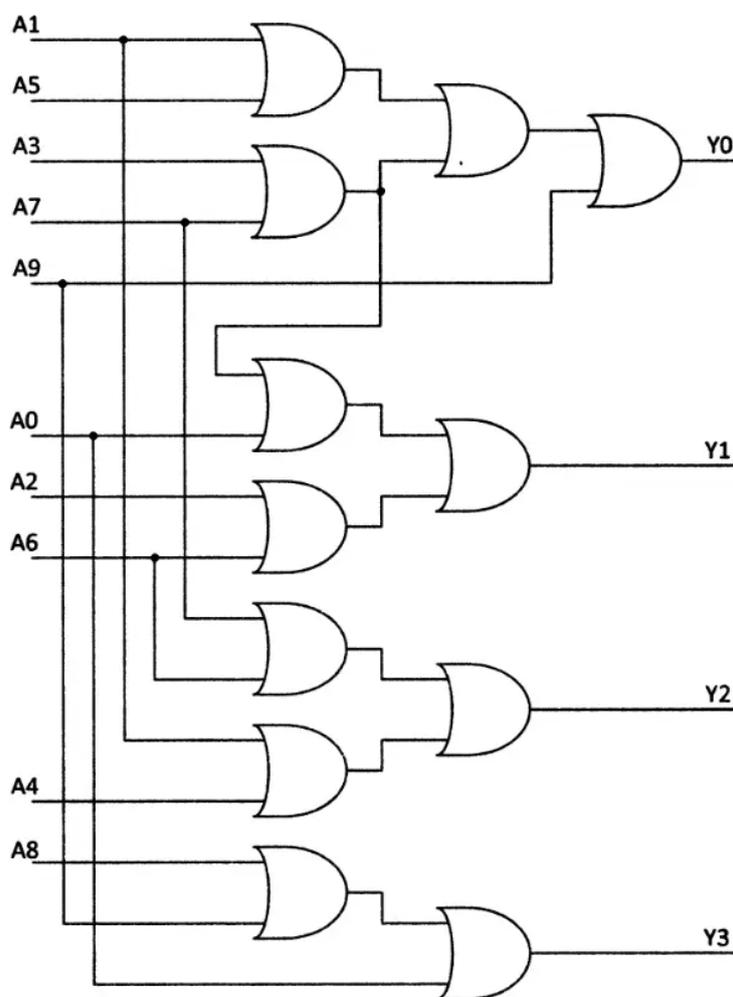


Рис. 5.7. Схема шифратора клавиатуры

Можно заметить еще одно одинаковое выражение в функциях Y1 и Y2: $A6 + A7$. Но так как оно имеет общий член A7 с ранее найденным выражением $A3 + A7$, то минимизация по обоим выражениям не приведет к сокращению количества вентилях. Вы можете выбрать любой из двух вариантов и переделать схему или оставить ее, как она приведена здесь. А еще никто не запрещает взять за основу при создании схемы, например, ЗИЛИ. Тогда потребуется всего 7 вентилях, правда, это все равно будет 3 корпуса на плате.

С помощью схемы шифратора (в нашем случае он называется *шифратором 10-в-4* — по количеству значащих входов и выходов) вы можете при желании дополнить механизм открывания цифрового замка, который был сконструирован в предыду-

щей главе. Тогда на входы компараторов, сделанных на базе исключяющего ИЛИ, надо подавать сигнал не с механических переключателей, а с выходов шифратора. При этом код будет задаваться нажатием одной кнопки, что по-прежнему не самый лучший вариант с точки зрения безопасности. Но для того, чтобы иметь возможность вводить несколько цифр друг за другом, нужно изучить материал следующих глав, в которых рассматриваются схемы, запоминающие и хранящие значения цифровых сигналов.

Так как в шифраторе не предусмотрена защита от одновременного нажатия нескольких кнопок, то по выражениям для логических функций или по таблице истинности можно вычислить, что будет передано с клавиатуры замка в его электронную схему при нажатии, например, на цифры 2 и 3 вместе. Это значение 3. А если пальцем задеть сразу две кнопки 7 и 8, то будет считано двоичное число 15, которого на клавиатуре вообще нет. Для сейфа такое поведение системы, скорее, является правильным. Пользователь должен быть аккуратен и точен, а в любой не точности в деле защиты ценностей полезно подозревать злоумышленника. Тем не менее, в цифровой электронике существуют так называемые *шифраторы унитарного кода с приоритетом*. В них заранее определяется, что при поступлении сразу нескольких значений на входы либо меньшие числа блокируют большие, либо наоборот. Такие варианты уже существенно более громоздки из-за усложнения логических функций их выходов. Для них выпускаются готовые микросхемы, содержащие приоритетные шифраторы в интегральном исполнении.

Схема дешифратора

В том случае, когда требуется обратное преобразование двоичного кода в унитарный, применяются *дешифраторы*. В микроэлектронике самое частое их использование наблюдается в устройствах памяти разного типа, имеющих матрицу запоминающих ячеек. Ячейки образуют строки и столбцы, как в таблице. Строки матрицы называют *словами*, которые имеют длину, измеряемую в битах. Например, матрица 1024×64 содержит 1024 слова по 64 бита каждое. Чтобы прочитать содержимое того или иного слова или изменить его, нужно подать на вход памяти номер нужной строки. Номера строк, как и положено в цифровой системе, кодируются двоичным числом, в данном случае 10-битным. А при обращении к определенному слову необходимо подать соответствующий сигнал выборки только на него. То есть преобразовать двоичный номер строки в унитарный. Поэтому без дешифратора 10-в-1024 никак не обойтись. Конечно, такое сложное устройство на макетной плате не собрать, но для изучения вполне достаточно рассмотреть существенно более простую схему дешифратора 2-в-4.

Снова работа начинается с составления таблицы истинности. В таком дешифраторе есть два входа, кодирующих номер строки: A0 и A1, и четыре унитарных выхода: Y0, Y1, Y2, Y3. Так как входы по сути являются битами двоичного числа, то их для удобства лучше записать слева направо по убыванию номера, так же, как и выходы. Это сделано в табл. 5.4.

Таблица 5.4. Таблица истинности дешифратора 2-в-4

A1	A0	Y3	Y2	Y1	Y0
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0

Глядя на эту таблицу, легко составить логические функции для выходных сигналов дешифратора:

$$Y0 = \overline{A1} \cdot \overline{A0};$$

$$Y1 = \overline{A1} \cdot A0;$$

$$Y2 = A1 \cdot \overline{A0};$$

$$Y3 = A1 \cdot A0.$$

Как можно видеть, схема, реализующая дешифратор в соответствии с логическими выражениями для его выходов, будет содержать вентили 2И и инверторы (рис. 5.8).

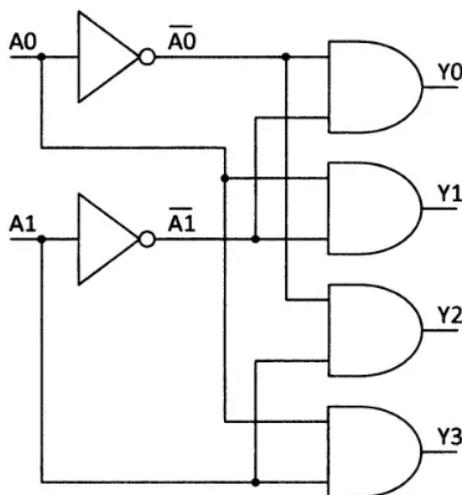


Рис. 5.8. Схема дешифратора 2-в-4

На макетной плате дешифратор 2-в-4 на микросхемах CD4081BE и CD4069UBE с добавлением переключателей на входах и светодиодов на выходах будет иметь вид, показанный на рис. Ц-5.9.

У такой схемы есть очевидный недостаток: т. к. на входах A1 и A2 всегда есть какое-то определенное состояние, то один из выходов всегда будет активным. А такая ситуация чаще всего не является правильной. В устройствах памяти — в самом частом месте применения дешифраторов — такое просто противопоказано, чтобы не перезаписать случайным образом информацию, хранящуюся в той строке мат-

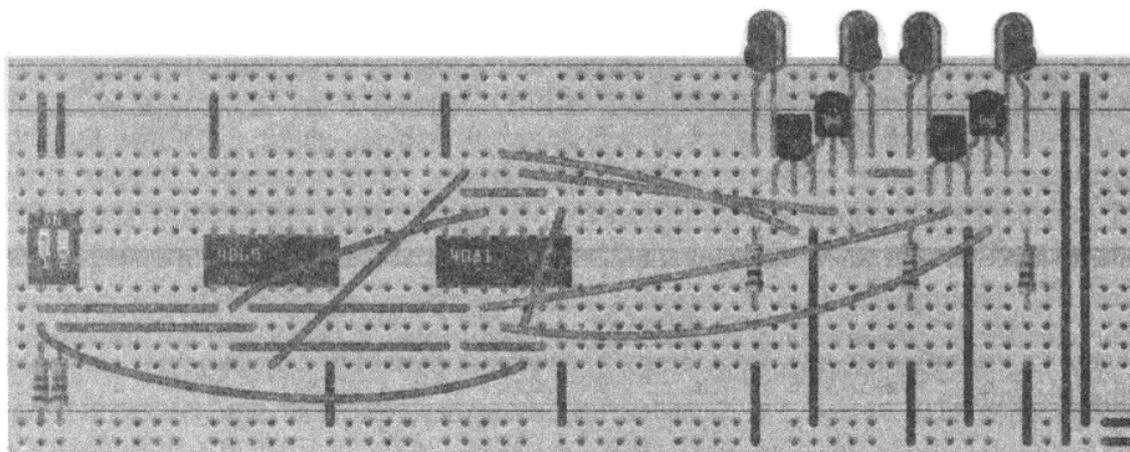


Рис. Ц-5.9. Монтажная схема дешифратора 2-в-4

рицы, чей номер выставлен дешифратором. Значит, нужно дополнить его схему входным сигналом, разрешающим или запрещающим активацию выходов. Такой сигнал называется *разрешением выхода* — OE (от англ. output enable). Он может быть активным как по уровню нуля, так и по уровню единицы — это определяется требованиями конкретной цифровой системы. Предположим, что выходы активны при OE = 1. Таблица истинности дешифратора (см. табл. 5.4) с добавлением этого сигнала немного изменяется: когда он равен нулю, то состояние остальных входов не имеет значения, что отображается латинской буквой X в соответствующих позициях (табл. 5.5).

Таблица 5.5. Таблица истинности дешифратора 2-в-4 с разрешением выходов

OE	A1	A0	Y3	Y2	Y1	Y0
0	X	X	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0

Логические функции выходов тоже становятся чуть сложнее:

$$Y_0 = OE \cdot \overline{A_1} \cdot \overline{A_0};$$

$$Y_1 = OE \cdot \overline{A_1} \cdot A_0;$$

$$Y_2 = OE \cdot A_1 \cdot \overline{A_0};$$

$$Y_3 = OE \cdot A_1 \cdot A_0.$$

А вот принципиальную схему такого дешифратора вам предлагается составить самостоятельно.

4.Перечень оборудования:

- макетная плата;
- микросхема CD4555BE;
- осциллограф;
- ЛБП;

5.Порядок выполнения работы (Задания):

- 1.Составить схему дешифратора 2-в-4 с сигналом разрешения выхода, активным в высоком логическом уровне.
2. Подать питание от ЛБП 5В, изменяя значения сигналов на входах данных и адреса проверить верность таблицы истинности;
3. Сделать вывод о исправности устройства, при выявлении неисправности устранить;

6.Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7.Контрольные вопросы:

8.Список литературы:

Кириченко П.Г.

Цифровая электроника для начинающих.-СПб.: БХВ-Петербург,2019.-176с.: - (Электроника)

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 27
«Проведение диагностики работы цифровых схем последовательного
типа: регистров»

1. Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей цифровых устройств

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Конструкция сдвигового регистра

Помимо уже изученных вами регистров с параллельной загрузкой данных, т. е. одновременной во все триггеры регистра, существуют и сдвиговые, с последовательной загрузкой. Вы сталкивались с их работой, например, при наборе числа на калькуляторе. При нажатии первой цифры она отображается на дисплее справа. Когда вы вводите вторую цифру, то первая сдвигается влево, а на ее месте появляется вторая. Это продолжается до тех пор, пока все число не появится на экране.

Именно так работает сдвиговый регистр — данные приходят в него с одной стороны и с каждым тактом синхросигнала смещаются дальше. Его схема весьма проста и состоит из цепочки D-триггеров, в которой выход предыдущего триггера подключается ко входу данных следующего. Как вы помните, D-триггер задерживает поступивший на него бит до очередного тактового импульса. За счет этого и происходит последовательное продвижение информации по всей цепочке. Если триггеры имеют асинхронные входы сброса и установки, то через них в сдвиговый регистр можно загружать данные и параллельно, т. е. во все биты сразу. На схеме, представленной на рис. 7.1, все сигналы установки объединены в одну шину, и то же самое сделано с сигналами сброса. То есть в данном случае можно в произвольный момент времени или обнулить все биты регистра, или записать в каждый из них единицу. Но при необходимости можно комбинировать асинхронные входы самым произвольным образом, загружая в триггеры любое наперед выбранное значение битов в качестве исходных.

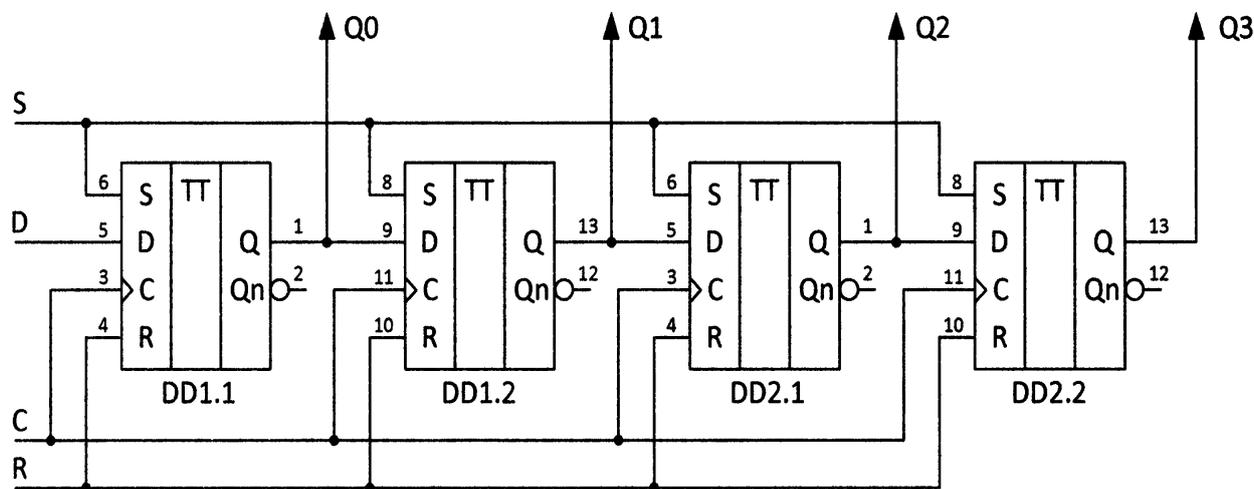


Рис. 7.1. Сдвиговый регистр

Приведенный на рис. 7.1 четырехразрядный сдвиговый регистр был сконструирован на базе двух микросхем CD4013BE, каждая из которых содержит по два

D-триггера с асинхронными входами сброса и установки. На схеме дана нумерация выводов для удобства сборки. В CD4013BE, как и в логических элементах, плюс питания подается на четырнадцатый вывод, а минус — на седьмой. Входы сброса и установки имеют активный высокий уровень, и так как они не используются в этом простейшем примере, то на макетной плате подключены к минусу питания. Это приводит к тому, что при включении схемы выходы триггеров оказываются в случайном состоянии, но для иллюстрации работы сдвигового регистра это не принципиально.

4. Перечень оборудования:

- макетная плата;
- ЛБП;
- микросхемы CD4013BE;
- Осциллограф;
- Генератор лабораторный;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

1. Собрать на макетной плате устройство сдвигового регистра по схеме на рис. 7.1;
2. Входы R и S подключить к минусу питания;
3. На вход С подать сигнал с лабораторного генератора;
4. К выходам Q0-Q3 подключить каналы осциллографа;
5. На вход D подавать логический ноль или единицу, и наблюдать на осциллографе как заданный бит проходит по выходам регистра;

6. Проанализировать работу схемы, оценить работоспособность. В случае выявленных неисправностей приступить к устранению.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Как будет работать сдвиговый регистр, если на схеме, изображенной на рис. 7.1, выход Q3 подать на вход D?

8. Список литературы:

Кириченко П.Г.

Цифровая электроника для начинающих.-СПб.: БХВ-Петербург,2019.-176с.: - (Электроника)

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 28

« Проведение диагностики работы цифровых схем последовательного типа: счетчиков импульсов»

1. Цель работы: Получить практические навыки поиска неисправностей цифровых устройств

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

С помощью триггеров создаются не только последовательные и параллельные регистры, но и счетчики импульсов. Рассмотрим четырехбитный счетчик на базе той же микросхемы CD4013BE, что была использована для сборки сдвигового регистра (рис. 7.4). Часть проводников между триггерами придется подключить иначе. Обратите внимание, что инверсный выход каждого триггера теперь подключается к его же входу, образуя таким образом Т-триггер. Как вы помните, он меняет значение своего выхода на противоположное при каждом очередном фронте синхроимпульса.

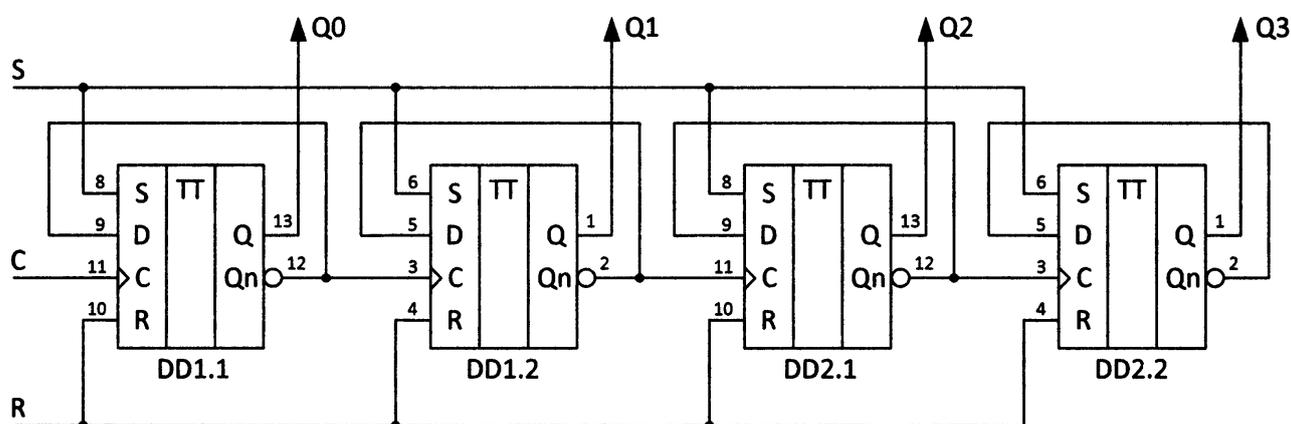


Рис. 7.4. Принципиальная схема двоичного счетчика

Временная диаграмма, приведенная на рис. 7.5, поясняет принцип работы двоичного счетчика на примере сигналов для первых трех разрядов. Стрелками на ней показано, как фронт сигнала с предыдущего каскада управляет переключением следующего. Значения кодовой последовательности Q2, Q1, Q0 в двоичном представлении приведены в самом низу диаграммы. Видно, что по мере поступления тактовых импульсов последовательно перебираются числа от 0 до 7 и далее по кругу в том же порядке. Это называется циклическим счетом по модулю 8 в прямом направлении, т. к. перебираются 8 последовательных чисел от меньшего к большему со сбросом в 0 при достижении максимального значения. Асинхронными входами сброса и установки можно задавать начальные значения счетчика, как это делалось в сдвиговом регистре. Нетрудно догадаться, что приведенная на рис. 7.4 схема из четырех триггеров представляет собой циклический счетчик по модулю 16, считающий в прямом направлении. Собрав на монтажной плате такое устройство, вы сможете наблюдать последовательно перебираемые двоичные числа. А можно ли построить счетчик, который «отматывает» числа в обратном направлении: от большего к меньшему? Да, такой счетчик называется вычитающим, и для его создания нужно всего лишь подавать сигналы на следующий каскад не с инверсного выхода предыдущего, а с прямого.

4. Перечень оборудования:

- макетная плата;
- ЛБП;
- микросхемы CD4013BE;
- Осциллограф;
- Генератор лабораторный;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

1. Собрать на макетной плате устройство двоичного счётчика по схеме на рис. 7.4;
2. Входы R и S подключить к минусу питания;
3. На вход С подать сигнал с лабораторного генератора;
4. К выходам Q0-Q3 подключить каналы осциллографа;
5. Наблюдать на осциллографе последовательно перебираемые двоичные числа;
6. Проанализировать работу схемы, оценить работоспособность. В случае выявленных неисправностей приступить к устранению.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Как на этой же микросхеме построить вычитающий счётчик?

8. Список литературы:

Кириченко П.Г.

Цифровая электроника для начинающих.-СПб.: БХВ-Петербург,2019.-176с.: - (Электроника)

Приложения

(индивидуальные задания на работу, справочный материал)

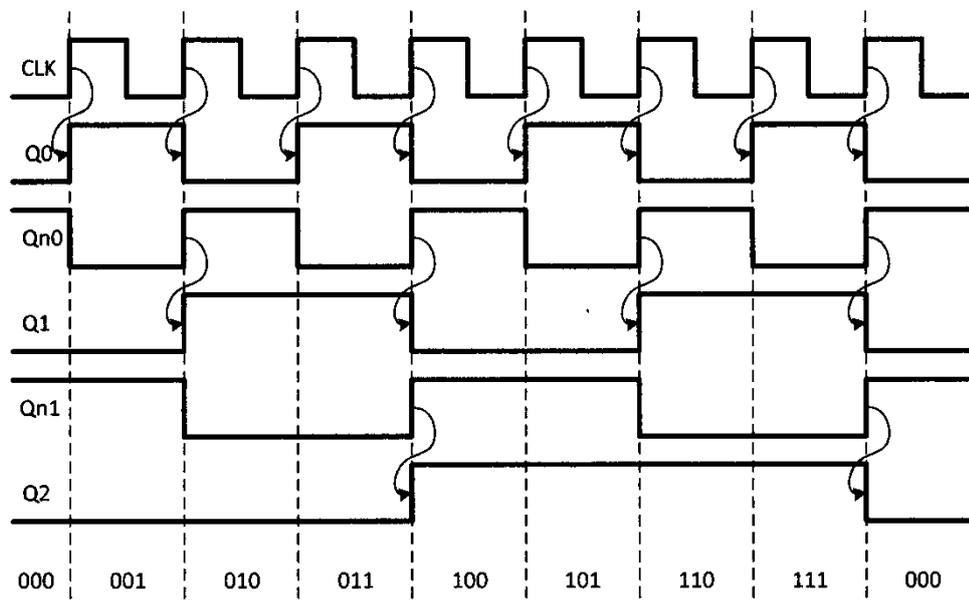


Рис. 7.5. Временная диаграмма двоичного счетчика

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 29
«Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания блока питания персонального компьютера»

1. Цель работы: Разработать алгоритм организации и проведения технического обслуживания блока питания персонального компьютера

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Компьютер прочно вошел в нашу жизнь, став главным помощником человека. На сегодняшний день в мире существует множество компьютеров различных фирм, различных групп сложности, назначения и поколений.

Не секрет, что основными критериями выбора при покупке компьютера являются возможность бесперебойной, стабильной работы и производительность. Для этого необходим правильный выбор блоков питания.

Следовательно, блок питания является неотъемлемой частью компьютера. Основная задача блока питания – преобразование напряжения в сети в напряжение, используемое устройствами компьютера. Хороший блок питания подавляет шумы, имеет конденсатор большой емкости, который предохраняет от краткосрочных выбросов электроэнергии и их провалов.

Блок питания располагается внутри системного блока, с выходом на заднюю панель, где имеется разъем для подключения сетевого провода, так же обычно присутствует клавиша включения/отключения блока питания.

Целью данной работы является:

- разработка алгоритма технического обслуживания блоков питания
- поиск и устранение в них неисправностей.

Основными задачами данной работы является:

- Сформулировать основные характеристики блоков питания
- Сформулировать основное назначение блоков питания.

Следует отметить, что тема данного проекта весьма актуальна, поскольку при повреждении источника питания из строя выходит весь компьютер, и, кроме того, это опасно для человека, так как возможно поражение электрическим током

НАЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА

Блок питания расположен в верхней части системного блока и крепится к нему. Все блоки питания имеют вентиляционные отверстия, а большинство, собственный вентилятор. Источник питания, кроме того, имеет свой сетевой фильтр и переключатель напряжения, который находится на видимой стороне блока питания. Для подачи напряжения к различным компонентам компьютера от блока питания предназначены несколько кабелей с колодками на четыре провода для функционирования оптических накопителей, накопителей на гибких дисках, а также разъем АТХ с 20 контактами для питания материнской платы.

Блок питания имеет две стороны. На видимой его части находится разъем для сетевого провода, другой конец которого подключается в сеть. С другой стороны блока питания, внутри 5 системного блока, находятся провода, которые присоединяются к материнской плате компьютера и другим устройствам систем-

ного блока. При этом цвета означают следующее: красный (+5 вольт), желтый (+12 вольт), синий (-12 вольт), черный – корпус, белый (-5 вольт). А оранжевый передает сигнал Power-Good, который посылается материнской плате после самотестирования блока питания, при включении компьютера.

Главное назначение блоков питания – преобразование электрической энергии, поступающей из сети переменного тока, в энергию, пригодную для питания узлов компьютера.

Блок питания преобразует сетевое переменное напряжение 220 В в постоянные напряжения +5 и +12В, а в некоторых системах и в +3,3 В. Как правило, для питания цифровых схем (системной платы, плат адаптеров и дисковых накопителей) используется напряжение +3,3 или +5 В, а для двигателей (дисководов и различных вентиляторов) +12 В. Компьютер работает надежно только в том случае, если значения напряжения в этих цепях не выходят за установленные пределы.

4. Перечень оборудования:

- БП АТХ;
- Набор монтажного инструмента;
- Осциллограф;
- Мультиметр;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

Задание 1.

Монтаж и демонтаж блока питания

1.1. Расположите системный блок горизонтально и снимите левую боковую крышку, открутив два фиксирующих болта на задней поверхности В этом задании вам следует произвести монтаж и демонтаж блока питания из системного блока.

1.2. Аккуратно произведите отключение всех разъемов питания от комплектующих системного блока: материнской платы, всех жестких дисков, DVD – привода, процессора.

1.3. На задней поверхности системного блока открутите 4 винта, которые фиксируют блок питания.



1.4. Аккуратно, не прилагая лишних усилий, извлеките блок питания из системного блока.

1.5. Монтаж блока питания производится в обратном порядке.

Задание 2

Измерение рабочих напряжений блока питания.

В этом задании вам следует произвести измерение рабочих напряжений блока питания.

2.1. Аккуратно, соблюдая технику безопасности, подключите блок питания к переменному источнику питания 220В.

2.2. Используя «перемычку», замкните два провода 24-контактного разъема: зеленый и любой черный.

2.3. Переведите мультиметр в режим измерения постоянного напряжения.

2.4. Используя щупы мультиметра, проведите измерения напряжений и заполните таблицу. Измерение следует проводить в следующем порядке: черный щуп соединить с любым контактом блока питания, имеющим черный провод, а красный щуп попеременно соединяйте с цветными проводами разъемов.

Цвет провода	Значение мультиметра
Оранжевый	
Красный	
Серый	
Желтый	
Коричневый	
Синий	
Зеленый	

Задание 3.

Визуальная диагностика электронных компонентов блока питания

Все действия, выполняемые в данном задании, требуется выполнять на выключенном блоке питания. Пожалуйста, перед выполнением проверьте, выключен ли высоковольтный шнур блока питания

3.1. Снимите крышку блока питания. Для этого понадобится открутить 4 винта, показанных на рисунке.



3.2. Очистите внутренне пространство блока питания от пыли с помощью кисти до такой степени, чтобы маркировка электронных компонентов была читаема.

3.3. Проведите визуальный осмотр платы на предмет дефектов: трещины на дорожках, наплывы, нагары.

3.4. Проверьте все конденсаторы на предмет вздутия верхней части и разлива электролита.

1. Запишите номиналы емкости и максимального напряжения конденсаторов, используемых в блоке питания.

3.5. Переведите мультиметр в режим «Прозвонка» и проверьте плавкий предохранитель.

1. Результаты исследования изложите в свободной форме.

Заключительный этап.

По завершению выполнения практического задания привести в порядок рабочее место: инструменты и приспособления сдать преподавателю, компоненты системного блока аккуратно сложить на середину рабочего места.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

- Как измерить величину пульсаций выходных напряжений БП?
- Перечислите названия разъемов, с помощью которых был подключен блок питания?

8. Список литературы:

1. Петров, В. П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования по профессии "Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов" : [для студентов СПО] / В. П. Петров. – Москва : Академия, 2017. – 256 с.

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 30
«Разработка алгоритма организации и проведения технического обслуживания струйного принтера»

1. Цель работы: Разработать алгоритм организации и проведения технического обслуживания струйного принтера

2. Время выполнения работы: 2ч.

3. Краткие теоретические сведения:

Если самый надежный принтер размещается в антисанитарных условиях, подключен к электросети с большим уровнем помех, работает с большой нагрузкой и без профилактики, то срок его безотказной работы может сильно сократиться. Поэтому, требования к размещению принтера весьма актуальны. Для размещения принтера выберите безопасное, удобное место, руководствуясь следующими рекомендациями. Необходимо соблюдать рекомендации (указанные в документации к принтеру) об используемой бумаге и чернилах (тонере).

Профилактическое обслуживание – это частичная разборка, чистка, смазка, заправка, сборка, проверка работоспособности и настройка.

Ремонт принтера включает полную разборку, чистку, замена неисправных (отработавших свой ресурс) деталей и узлов, сборка и настройка.

Принтеры разнятся между собой по различным признакам: например по цветности (чёрно-белые и цветные); способу формирования символов (знакопечатающие и знаковосинтезирующие); принцип действия (матричные, термические, струйные, лазерные); способы печати (ударные, безударные) и формирования строк (последовательные и параллельные); ширина каретки (с широкой (375–450 мм) и узкой (250 мм) кареткой); длина печатной строки; набор символов (вплоть до полного набора символов ASCII); скорость печати; разрешающая способность, наиболее употребительной единицей измерения является dpi – количество точек на дюйм.

Наиболее распространенными и широко применяемыми в настоящее время являются струйные принтеры и лазерные. Иногда встречаются и матричные. Их обслуживание достаточно простое, заключается в регулярной очистке от пыли, настройке некоторых параметров печати и замены картриджа с красящей лентой. Поэтому мы рассмотрим основные вопросы, связанные с профилактикой струйных и лазерных принтеров.

4. Перечень оборудования:

- струйный принтер;
- набор инструментов;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

1. Удаление пыли с внешних поверхностей и внутри.

2. Установка и обновление драйвера устройства.
3. Регулярная очистка печатающей головки (иногда выполняется автоматически при каждом включении принтера, иногда по заданию пользователя).
4. Операции по выравниванию печатающих головок (программным путем).
5. Очистка валиков подачи бумаги (либо с помощью специальной функции в настройках принтера и с использованием специального чистящего листа, либо аккуратно протереть влажной салфеткой).
6. Очистка и смазка направляющих каретки картриджа.
7. Настройка параметров печати (качество печати, цветовые профили, сглаживающие фильтры, экономия чернил и др.)
8. Замена картриджей или чернильниц, выработавших свой ресурс. (В некоторых случаях самостоятельная заправка картриджа).
9. Восстановление засохшего или засорившегося картриджа.
10. Выявление причин некачественной печати или неисправностей в работе с ними. Исправление.

6. Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

8. Список литературы:

Партыка Т. Л.

П18 Периферийные устройства вычислительной техники : учебное пособие / Т. Л. Партыка, И. И. Попов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : ФОРУМ, 2022. — 432 с. : ил. — (Профессиональное образование).

ПРАКТИЧЕСКАЯ (ЛАБОРАТОРНАЯ) РАБОТА № 31

«Выполнение ремонта и настройка усилителя звуковых частот»

- 1. Цель работы:** Выполнить ремонт и настройку усилителя звуковой частоты
- 2. Время выполнения работы:** 4ч.
- 3. Краткие теоретические сведения:**

Конечно, существуют типичные неисправности, но в принципе, выйти из строя может любой из нескольких десятков, а то и сотен компонентов, входящих в состав усилителя мощности звуковой частоты (УМЗЧ). Тем более, что и схем УМЗЧ – великое множество.

Главной задачей ремонта любого УМЗЧ является локализация вышедшего из строя элемента, повлекшего за собой неработоспособность как всей схемы, так и выход из строя других каскадов. Поскольку в электротехнике бывает всего 2 типа дефектов:

1. Наличие контакта там, где его быть не должно;
2. Отсутствие контакта там, где он должен быть,

то «сверхзадачей» ремонта является нахождение пробитого или оборванного элемента. А для этого – отыскать тот каскад, где он находится. Дальше – «дело техники».

Рассмотрим данный алгоритм на примере ремонта гипотетического транзисторного УМЗЧ с биполярными транзисторами в выходных каскадах (рис.1), не слишком примитивного, но и не очень сложного. Такая схема является наиболее распространенной «классикой жанра». Функционально он состоит из следующих блоков и узлов:

- двухполярный источник питания (не показан);
- входной дифференциальный каскад на транзисторах VT2, VT5 с токовым зеркалом на транзисторах VT1 и VT4 в их коллекторных нагрузках и стабилизатором их эмиттерного тока на VT3;
- усилитель напряжения на VT6 и VT8 в каскодном включении, с нагрузкой в виде генератора тока на VT7;
- узел термостабилизации тока покоя на транзисторе VT9;
- узел защиты выходных транзисторов от перегрузки по току на транзисторах VT10 и VT11;
- усилитель тока на комплементарных тройках транзисторов, включенных по схеме Дарлингтона в каждом плече (VT12VT14VT16 и VT13VT15VT17).

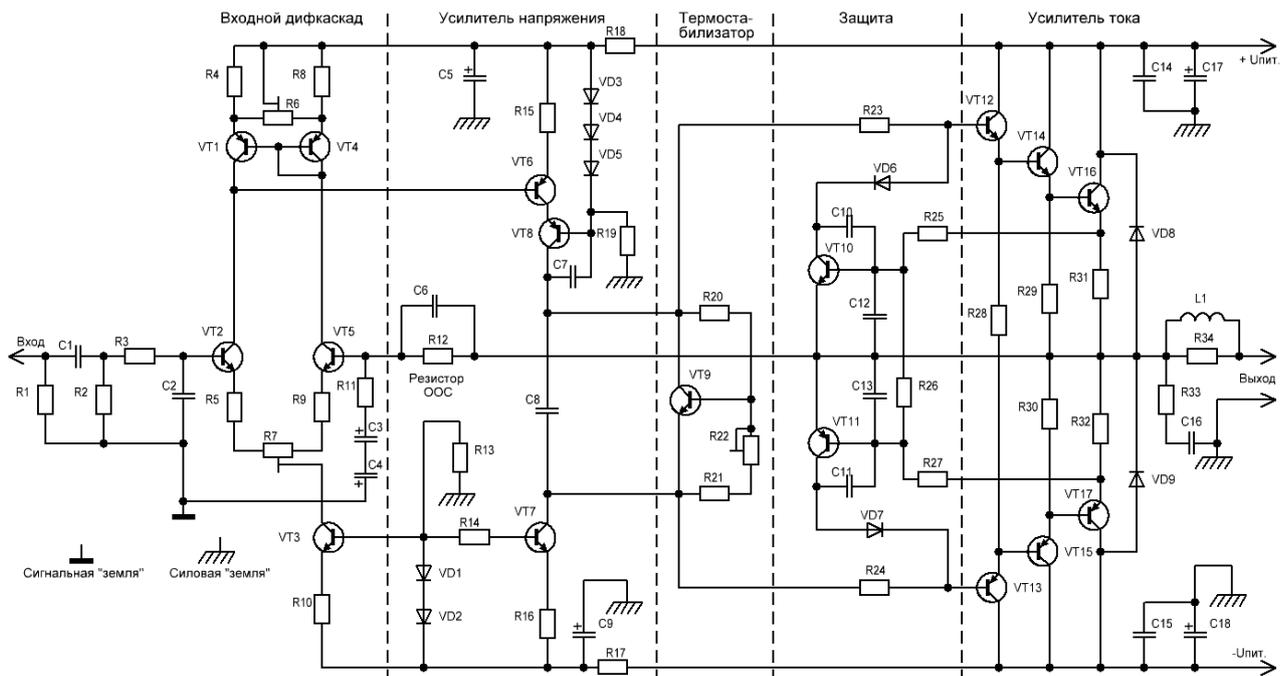


Рис.1

1. Первым пунктом любого ремонта является внешний осмотр сабжа и его обнюхивание (!). Уже одно это позволяет иногда хотя бы предположить сущность дефекта. Если пахнет паленым – значит, что-то явно горело.
2. Проверка наличия сетевого напряжения на входе: тупо перегорел сетевой предохранитель, разболталось крепление проводов сетевого шнура в вилке, обрыв в сетевом шнуре и т.п. Этап – банальнейший по своей сущности, но на котором ремонт заканчивается примерно в 10% случаев.
3. Ищем схему на усилитель. В инструкции, в Интернете, у знакомых, друзей и т.п. К сожалению, все чаще и чаще в последнее время – безуспешно. Не нашли – тяжело вздыхаем, посыпаем голову пеплом и принимаемся за вырисовывание схемы по плате. Можно этот этап и пропустить. Если неважен результат. Но лучше не пропускать. Муторно, долго, противно, но – «Надо, Федя, надо...» ((С) «Операция «Ы»...).
4. Вскрываем сабж и производим внешний осмотр его «потрохов». Применяем лупу, если нужно. Можно увидеть разрушенные корпуса п/п приборов, потемневшие, обуглившиеся или разрушенные резисторы, вздутые электролитические конденсаторы или потеки электролита из них, оборванные проводники, дорожки печатной платы и т.п. Если таковое найдено – это еще не повод для радости: разрушенные детали могут быть следствием выхода из строя какой-нибудь «блошки», которая визуально цела.
5. Проверяем блок питания. Отпаиваем провода, идущие от БП к схеме (или отсоединяем разъем, если он есть). Вынимаем сетевой предохранитель и к контактам его держателя подпаиваем лампу на 220 В (60...100 Вт). Она ограничит ток первичной обмотки трансформатора, равно как и токи во вторичных обмотках.

4. Перечень оборудования:

- УМЗЧ;
- Набор монтажного инструмента;
- Осциллограф;
- Генератор;
- Мультиметр;

5. Порядок выполнения работы (Задания):

Включаем усилитель. Лампа должна мигнуть (на время зарядки конденсаторов фильтра) и погаснуть (допускается слабое свечение нити). Это значит, что К.З. по первичной обмотке сетевого трансформатора нет, как нет явного К.З. в его вторичных обмотках. Тестером на режиме переменного напряжения измеряем напряжение на первичной обмотке трансформатора и на лампе. Их сумма должна быть равна сетевому. Измеряем напряжения на вторичных обмотках. Они должны быть пропорциональными тому, что измерено фактически на первичной обмотке (относительно номинального). Лампу можно отключать, ставить предохранитель на место и включать усилитель прямо в сеть. Повторяем проверку напряжений на первичной и вторичной обмотках. Соотношение (пропорция) между ними должно быть таким же, как при измерении с лампой.

Лампа горит постоянно в полный накал – значит, имеем К.З. в первичной цепи: проверяем целостность изоляции проводов, идущих от сетевого разъема, тумблер питания, держатель предохранителя. Отпаиваем один из проводов, идущих на первичную обмотку трансформатора. Лампа погасла – скорее всего вышла из строя первичная обмотка (или межвитковое замыкание).

Лампа горит постоянно в неполный накал – скорее всего, дефект во вторичных обмотках или в подключенных к ним цепях. Отпаиваем по одному проводу, идущему от вторичных обмоток к выпрямителя(м). Не перепутать, Кулибин! Чтобы потом не было мучительно больно от неправильной подпайки назад (промаркировать, например, с помощью кусочков липкой малярной ленты). Лампа погасла – значит, с трансформатором все в порядке. Горит – снова тяжело вздыхаем и либо ищем ему замену, либо перематываем.

6. Определились, что трансформатор в порядке, а дефект в выпрямителях или конденсаторах фильтра. Прозваниваем диоды (желательно отпаять под одному проводу идущему к их выводам, либо выпаять, если это интегральный мост) тестером в режиме омметра на минимальном пределе. Цифровые тестеры в этом режиме часто врут, поэтому желательно использовать стрелочный прибор. Лично я давно пользуюсь прозвонкой-«пищалкой» (рис. 2, 3). Диоды (мост) пробиты или оборваны – меняем. Целые – «звоним» конденсаторы фильтра. Перед измерением их надо разрядить (!!!) через 2-ваттный резистор сопротивлением около 100 Ом. Иначе можно сжечь тестер. Если конденсатор цел – при замыкании стрелка сначала отклоняется до максимума, а потом довольно медленно (по мере заряда конденсатора) «ползет» влево. Меняем подключение щупов. Стрелка сначала зашкаливает вправо (на конденсаторе остался заряд от предыдущего измерения) а потом опять ползет влево. Если есть измеритель емкости и ESR, то весьма желательно использовать его. Пробитые или оборванные конденсаторы меняем.

7. Выпрямители и конденсаторы целые, но на выходе блока питания стоит стабилизатор напряжения? Не беда. Между выходом выпрямителя(ей) и входом(ами) стабилизатора(ов) включаем лампу(ы) (цепочку(и) ламп) на суммарное напряжение близкое к указанному на корпусе конденсатора фильтра. Лампа загорелась – дефект в стабилизаторе (если он интегральный), либо в цепи формирования опорного напряжения (если он на дискретных элементах), либо пробит конденсатор на его выходе. Пробитый регулирующий транзистор определяется прозваниванием его выводов (выпать!).

8. С блоком питания все в порядке (напряжения на его выходе симметричные и номинальные)? Переходим к самому главному – собственно усилителю. Подбираем лампу (или цепочки ламп) на суммарное напряжение, не ниже номинального с выхода БП и через нее (них) подключаем плату усилителя. Причем, желательно к каждому из каналов по отдельности. Включаем. Загорелись обе лампы – пробиты оба плеча выходных каскадов. Только одна – одно из плеч. Хотя и не факт.

9. Лампы не горят или горит только одна из них. Значит, выходные каскады, скорее всего, целые. К выходу подключаем резистор на 10...20 Ом. Включаем. Лампы должны мигнуть (на плате обычно есть еще конденсаторы по питанию). Подаем на вход сигнал от генератора (регулятор усиления – на максимум). Лампы (обе!) зажглись. Значит, усилитель что-то усиливает, (хотя хрипит, фонит и т.п.) и дальнейший ремонт заключается в поиске элемента, выводящего его из режима. Об этом – ниже.

10. Для дальнейшей проверки лично я не использую штатный блок питания усилителя, а применяю 2-полярный стабилизированный БП с ограничением тока на уровне 0,5 А. Если такового нет – можно использовать и БП усилителя, подключенный, как было указано, через лампы накаливания. Только нужно тщательно изолировать их цоколи, чтобы случайно не вызвать КЗ и быть аккуратным, чтобы не разбить колбы. Но внешний БП – лучше. Заодно виден и потребляемый ток. Грамотно спроектированный УМЗЧ допускает колебания питающих напряжений в довольно больших пределах. Нам ведь не нужны при ремонте его супер-пупер параметры, достаточно просто работоспособности.

11. Итак, с БП всё в порядке. Переходим к плате усилителя (рис. 4). Перво-наперво надо локализовать каскад(ы) с пробитым(и)/оборванным(и) компонентом(ами). Для этого крайне желательно иметь осциллограф. Без него эффективность ремонта падает в разы. Хотя и с тестером можно тоже много чего сделать. Почти все измерения производятся без нагрузки (на холостом ходу). Допустим, что на выходе у нас «перекос» выходного напряжения от нескольких вольт до полного напряжения питания.

12. Для начала отключаем узел защиты, для чего выпаиваем из платы правые выводы диодов VD6 и VD7 (у меня в практике было три случая, когда причиной неработоспособности был выход из строя именно этого узла). Смотрим напряжение на выходе. Если нормализовалось (может быть остаточный переком в несколько милливольт – это норма), прозваниваем VD6, VD7 и VT10, VT11. Могут быть обрывы и пробой пассивных элементов. Нашли пробитый элемент – меняем и восстанавливаем подключение диодов. На выходе ноль? Выходной сигнал (при подаче на вход сигнала от генератора) присутствует? Ремонт закончен.

6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе
6. Выводы (при необходимости)
7. Ответы на контрольные вопросы (при необходимости)

7. Контрольные вопросы:

8. Список литературы:

1. Петров, В. П. Регулировка, диагностика и мониторинг работоспособности смонтированных узлов, блоков и приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи, элементов узлов импульсной и вычислительной техники учебник для использования в учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования по профессии "Монтажник радиоэлектронной аппаратуры и приборов" : [для студентов СПО] / В. П. Петров. – Москва : Академия, 2017. – 256 с.