

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»

Сибирский колледж транспорта и строительства

Сборник практических работ по дисциплине

МДК.01.02. Разработка и прототипирование цифровых систем
для специальности

09.02.01 Компьютерные системы и комплексы
базовая подготовка
среднего профессионального образования

Иркутск 2023

РАССМОТРЕНО:
Цикловой методической
Комиссией специальности
09.02.01 Компьютерные
системы и комплексы
Протокол № 9
«26» мая 2023 г.
Председатель ЦМК: Арефьева Н.В.

Разработчик : Подгорнов С.В., преподаватель «СКТиС»

Оглавление

Предисловие.....	4
Методические рекомендации-----	6
Пакет преподавателя-----	32
Список использованной литературы.....	33

Предисловие

Цель данного пособия – помочь студентам выполнить практические работы, предусмотренные программой . Весь процесс выполнения работ включает в себя теоретическую подготовку, ознакомление с приборами и сборку схем, проведение опыта и измерений и сдачу зачета по выполненной работе.

Теоретическая подготовка

Теоретическая подготовка необходимая для проведения эксперимента, должна проводиться студентом в порядке самостоятельной внеаудиторной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к данной работе, а для более глубокого изучения рассматриваемого явления рекомендуется обратиться к литературе, указанной в руководстве.

Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание сущности процесса.

Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые студент обязан дать четкие, правильные ответы.

Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета со следующим порядком записей:

- а. Титульный лист.
- б. Задание согласно варианту.
- с. Ход работы (включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а так же расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин).
- д. Результаты моделирования – результаты вывода на экран и временные диаграммы.
- е. Выводы о проделанной работе.

Работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы и литературу.

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

Практикум является хорошей формой повторения, углубления и обобщения основных вопросов пройденного курса.

Сборник содержит задания для практических работ, имеющих целью более глубокое изучение дисциплины, систематизацию и закрепление полученных знаний и практических умений. Он предназначен для углубления и расширения теоретических и практических знаний; формирования умений использовать специальную, справочную литературу. В нем содержатся методические указания по выполнению предложенных заданий и список литературы, необходимой для изучения дисциплины.

Практические занятия, согласно рабочей программе, предусматривают 38 часов.

При этом осваиваются следующие общие и профессиональные компетенции

№№	Тема занятия	Часы	Компетенции
1	Практическое занятие № 1. Ознакомление с комплектом конструкторской документации	1	ОК1-9, ПК 1.1
2	Практическое занятие № 2. Оформление схемной документации цифрового устройства	2	ОК1-9, ПК 1.3
3	Практическое занятие № 3. Расчет электрических параметров печатных схем	2	ОК1-9, ПК 1.2
4	Практическое занятие № 4 Компоновка элементов на печатной плате.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
5	Практическое занятие № 5. Обеспечение помехоустойчивости в конструкции узлов на печатной плате.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
6	Практическое занятие № 6. Оформление схемной документации цифрового устройства в соответствии с правилами.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 7. Расчет надежности	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 8. Обеспечение помехоустойчивости в конструкции узлов на печатной плате	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 9. Обеспечение теплового режима в конструкции узлов на печатной плате	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 10. Оценка технологичности изделия	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 11. Определение габаритных размеров печатной платы.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 12. Расчёт элементов печатного монтажа напечатанной плате.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 13. Разработка эскиза трассировки печатной платы.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 14. Разработка эскиза трассировки печатной платы.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 15. Оформление документации на монтаж.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 16. Оформление спецификации по заданному чертежу.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 17. Оформление техпроцесса сборки в электронной маршрутной карте.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 18. Анализ надёжности компонентов разработанного устройства.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 19. Разработка дизайна цифрового устройства по индивидуальному заданию.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Практическое занятие № 20. Разработка инструкции пользователя цифрового устройства по индивидуальному заданию.	2	ОК1-9, ПК 1.2-1.4
	Итого	40	

Практическая работа № 1

Ознакомление с комплектом конструкторской документации

1. Цель работы: познакомиться со всем многообразием разрабатываемых конструктором документов.

2. Выполнение работы:

1) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Просмотреть представленную конструкторскую документацию.

2) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы

- Выводы

Контрольные вопросы:

1) Сведения о процессе изготовления изделий приведены?

а) на чертеже изделия; в) на сборочном чертеже;

б) на техническом рисунке; г) на технологической карте.

2) Технологическая документация – это:

а) комплект графических и текстовых документов;

б) единая система конструкторской документации;

в) графические и текстовые документы, определяющие технологию изготовления изделия.

3) Основными технологическими документами являются:

а) схема, чертеж, эскиз

б) маршрутная, операционная карта и технологическая операция; в) технологическая, маршрутная и операционная карта;

4) Технологическая карта - это:

а) документ, в котором записан весь процесс обработки детали и изделия;

б) операция выполняемая на одном рабочем месте; в) перечень переходов и установок;

5) Технологическая операция - это:

а) часть всего производственного процесса;

б) законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте;

в) описание отдельных маршрутов в технологии изготовления;

6) Точение на токарном станке - это:

а) технологическая операция;

б) технологический переход;

в) маршрутная карта.

7) В каком документе указывается последовательность изготовления изделия?

а) на чертеже;

б) на эскизе;

в) технологической карте;

г) при разметке изделия.

8) В технологическую карту на изготовление металлического изделия не входит?

а) наименование операции; в) оборудование с инструментами;

б) эскиз обработки; г) производственный процесс.

9) Наглядное объемное изображение детали, выполненное от руки с указанием размеров и масштаба, - это:

а) эскиз; в) чертеж;

б) технический рисунок; г) главный вид.

10) Условное изображение предмета, выполненное по определенным правилам с помощью чертежных инструментов, - это?

а) эскиз; в) чертеж;

б) технический рисунок; г) главный вид.

Практическая работа №2

Оформление схемной документации цифрового устройства

Цель работы: оформить в соответствии с ГОСТом принципиальную схему представленного устройства

Порядок выполнения работы

1) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Схема электрическая принципиальная. На схеме электрической принципиальной (ЭЗ) указывают все элементы, необходимые для построения РЭА или ее отдельного узла, связи между элементами и элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Элементы в схеме изображают в виде условных графических обозначений (УГО). Расстояние между двумя соседними линиями условных графических обозначений должно быть не менее 0,8 мм.

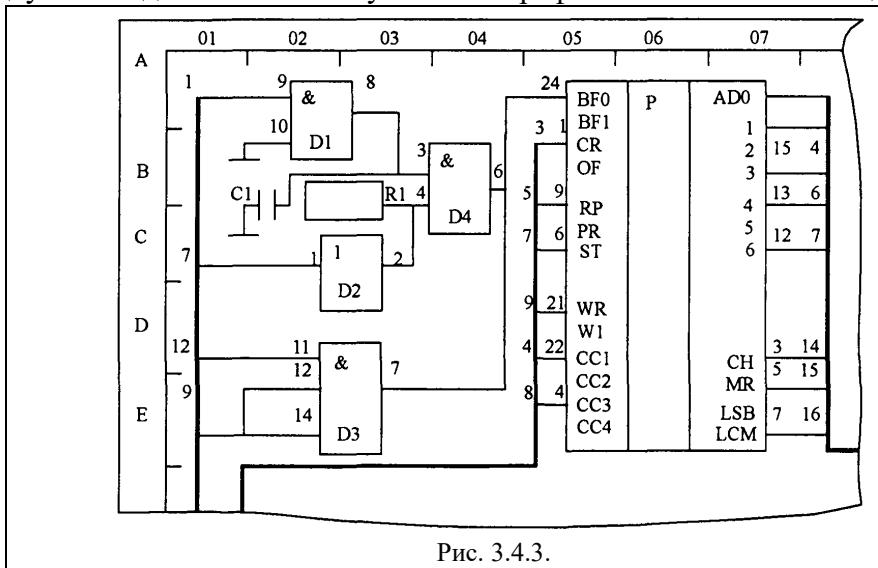


Рис. 3.4.3.

Условные графические обозначения на схеме ЭЗ располагают так, чтобы изображения связей между ними были кратчайшими линиями с минимальным числом пересечений. Линии связей должны быть показаны полностью, однако при необходимости их допускается обрывать, заканчивая места обрыва стрелками с обозначением места включения. Для упрощения чертежа схемы можно несколько электрически не связанных линий связи сливать в общую утолщенную линию, но при подходе к контактам каждая линия должна быть изображена отдельно, линии связи при этом необходимо пронумеровать одинаковыми числами на обоих концах (рис. 3.4.3).

2) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Особенности оформления конкретной схемы
- Выводы

Контрольные вопросы:

- 1) Конструкторские документы, на которых составные части изделия, их взаимное расположение и связи между ними показаны в виде условных графических изображений.
 - a) Чертежи b) Схемы c) Эскизы d) Технические рисунки e) Спецификации
- 2) Кинематические схемы обозначаются буквой
 - a) К b) Г c) Э d) С e) Л
- 3) Принципиальные схемы обозначаются цифрой
 - a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5
- 4) Схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и, как правило, дающая детальное представление о принципах работы изделия (установки):
 - a) Структурная b) Функциональная c) Принципиальная d) Монтажная e) Подключения
- 5) Составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии и не может быть разделена на части, имеющая самостоятельное назначение и условное графическое и буквенное обозначение
 - a) Линия взаимосвязи b) Устройство c) Функциональная группа d) Функциональная часть схемы e) Элемент схемы
- 6) Отрезок линии на схеме, показывающий связь между функциональными частями изделия
 - a) Линия взаимосвязи b) Устройство c) Функциональная группа d) Функциональная часть схемы e) Элемент схемы
- 7) В зависимости от форматов схемы и размеров графических обозначений линии связи выполняют толщиной
 - a) от 0,2 мм b) 1,0 мм c) 0,2 .. 1,0 мм d) 0,3 .. 0,4 мм e) до 1,0 мм

- 8) Линии связи должны состоять из отрезков:
 а) Вертикальных б) Горизонтальных с) Вертикальных и горизонтальных д) Вертикальных, горизонтальных и наклонных е) Взаимно перпендикулярных
- 9) Каким буквенным кодом обозначается в схеме двигатель
 а) Р б) А с) Н д) М е) Т
- 10) Как наносят на схеме позиционное обозначение элемента
 а) Рядом с элементом б) Справа от элемента с) Над графическим изображением элемента д) Рядом, справа или над условным графическим изображением е) Слева от элемента
11. Данные об элементах схемы записываются в:
 а) Таблицу перечня элементов б) Таблицу спецификации с) Таблицу экспликации д) Основную надпись е) Сводную таблицу элементов

Практическая работа №3

Расчет электрических параметров печатных схем

Цель работы: Рассчитать по заданным значениям.

Порядок выполнения работы

1) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Исходные данные для расчета:

- удельное сопротивление $\rho=0.0175\text{мкОм}/\text{м};$
- коэффициент зависящий от свойств токопроводящего материала и покрытия $\psi=0.066$
- диэлектрическая проницаемость $=8.85\text{пФ}/\text{м}$

1. Сопротивления печатных проводников.

Омическое сопротивление печатного проводника из однородного материала:
 $t=0.3\text{мм}:$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{b \cdot h} = \frac{0.0175 \cdot 0.115 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6}}{0.3 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-6}} = 0.000134\text{Ом}$$

Где: ρ -удельное электрическое сопротивление проводника, $\text{мкОм}/\text{м};$

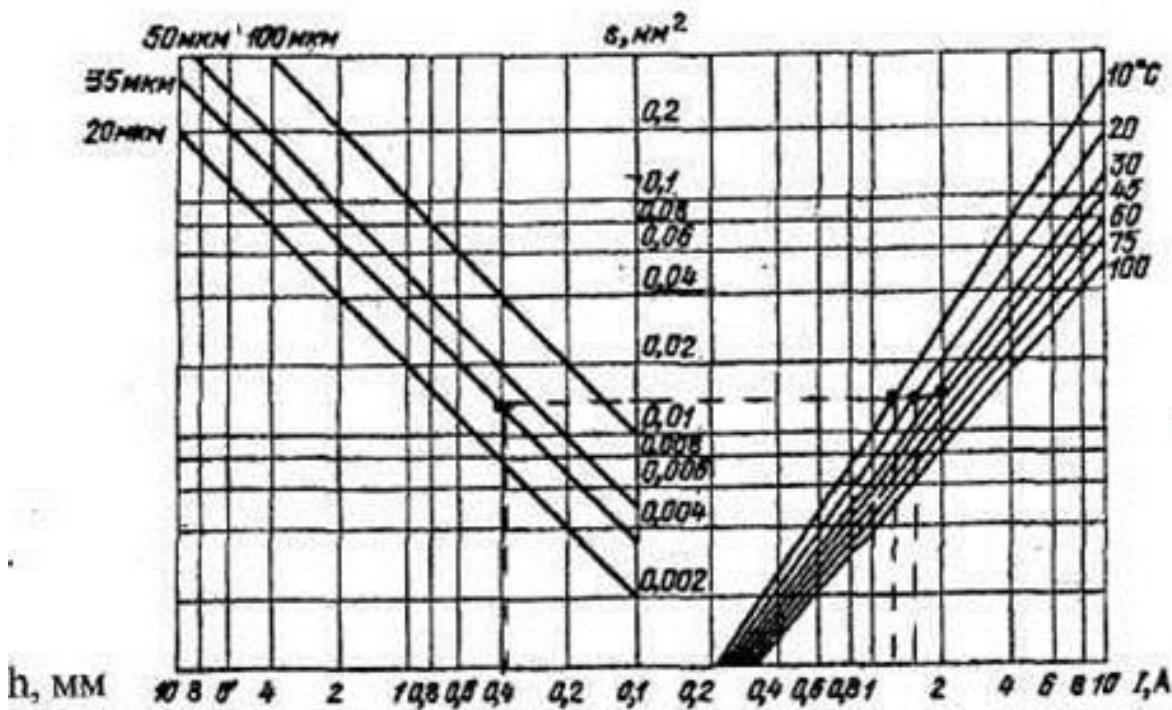
l -длина проводника, $\text{мм};$

b -ширина проводника, $\text{мм};$

h -толщина проводника, $\text{мкм};$

2. Допустимая токовая нагрузка.

Увеличение плотности компоновки навесных ЭРЭ на ПП приводит к увеличению энергоемкости печатных узлов и к увеличению токовой нагрузки на печатные проводники, что увеличивает тепловыделения проводников. Оно обязательно должно приниматься во внимание при расчете теплового баланса РЭА. Величину токовой нагрузки одиночных проводников из медной фольги с постоянной шириной b и сечением S можно ориентировочно определить по график



Зависимость токовой нагрузки от ширины проводника

График 1.

Из графика 1 определим для сечения проводника шириной $t=0.3\text{мм}$, толщиной 50 мкм будет равно 0.015мм , а плотность тока при $T=10^0\text{C}$ равна 1.2A/mm ; при $T=20^0\text{C}$ 1.5A/mm ; при $T=30^0\text{C}$ 1.8A/mm ;

3. Емкость и индуктивность между печатными проводниками.

Емкость (пФ) между печатными проводниками, а также индуктивность (мкГн) служат источниками помех, оказывающими существенное влияние на работу аппаратуры. Значения емкости (C), индуктивности (L) и взаимоиндуктивности (M) проводников в значительной степени зависят от взаимного расположения проводников на печатной плате. Емкость между проводниками при их параллельном взаимном расположении:

При $b_1=b_2=b$: для обычных проводников;

где $E_r = 8.85 \text{ пФ/м}$ – диэлектрическая проницаемость среды;

$l=45 \text{ мм}$ – длина участка на котором проводники параллельны;

$a=1.25 \text{ мм}$ – расстояние между проводниками;

$b=0.3 \text{ мм}$ – ширина проводника;

$h=0.05 \text{ мм}$ – толщина фольги.

$$C = \frac{0.12 \cdot 8.85 \cdot 45 \cdot 10^{-3}}{\lg \frac{2 \cdot 1.25}{0.3 + 0.05}} = \frac{0.04779}{0.853} = 0.056 \text{ пФ}$$

2) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Особенности расчета каждого элемента платы
- Выводы

Контрольные вопросы:

1. Что называется логическим выражение?
2. Таблицы истинности?
3. Проверит таблицу истинности по диаграмме.
4. Какой базис используется в работе?
5. Возможно ли получить таблицу истинности по аналитическому выражению?
6. Запишите в аналитической форме функцию, реализуемую элементом 2И-ЗИЛИ-НЕ.
7. Где применяются логические элементы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Компоновка элементов на печатной плате.

Цель работы: Оптимально расположить элементы на ПП

Порядок выполнения работы

1) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

В эпоху миниатюризации схем с высокой плотностью соединений и компонентов, использование передовых практик в этой области также позволяет избежать проблем с целостностью сигнала и электромагнитной совместимостью, что влияет на надежность устройства. Кроме того, оптимальное расположение деталей на печатной плате облегчает сборку, снижая время выполнения и производственные затраты.

При планировании размещения компонентов на плате стоит соблюдать определенную последовательность. Сначала следует расположить разъемы по краям печатной платы. Далее спланировать расположение основных функциональных цепей схемы, таких как, например, микроконтроллеры, операционные усилители, драйверы и импульсные блоки питания, с целью обеспечения кратчайших путей между ними. Затем необходимо разместить вспомогательные элементы – кварцевые генераторы или разделительные конденсаторы, рядом с основными функциональными схемами с которыми они взаимодействуют. На следующем этапе разместить оставшиеся пассивные элементы.

Хорошей практикой будет разделение печатной платы на секции в зависимости от функциональности. На практике это означает различие, например, следующих частей: аналоговой, цифровой, высокоскоростной, сильноточной, силовой и так далее. Помимо функциональности отдельных цепей, их уровни напряжения и значения тока также должны быть проанализированы. Устройства с одинаковым напряжением питания и заземления можно сгруппировать и разместить рядом друг с другом.

Слишком близкое расположение компонентов печатной платы. Во-первых, это может вызвать функциональные проблемы, например если не обеспечивается надлежащее охлаждение и компоненты расположенные слишком близко друг к другу становятся очень горячими, а во-вторых, такое трудно собрать. Расстояние между дискретными компонентами, такими как конденсаторы и резисторы, всегда должно быть не менее 0,254 мм, рекомендуется 0,762 мм.

Длина дорожек, передающих высокоскоростные цифровые сигналы или часы, должна быть сведена к минимуму.

Высокоскоростные цифровые сигналы и часы часто являются самыми сильными источниками шума. Чем длиннее эти следы, тем больше вероятность связи энергии вне их. Также помните, что площадь петли, как правило, более важна, чем длина дорожки. Убедитесь, что рядом с каждой дорожкой имеется хороший обратный путь высокочастотного тока.

Длина дорожек, непосредственно подключенных к разъемам (дорожки ввода-вывода), должна быть минимальной.

Следы, непосредственно подключенные к разъемам, скорее всего, являются путями передачи энергии к печатной плате или от нее.

Высокочастотные сигналы не должны проходить под компонентами, используемыми для ввода/вывода на печатной плате.

Дорожки, проложенные под компонентом, могут емкостно или индуктивно передавать энергию компоненту.

Все разъемы должны располагаться на краю или углу платы.

Соединители являются наиболее эффективными компонентами антенны в большинстве конструкций. Если они расположены на одном краю платы, гораздо проще контролировать синфазное напряжение, подаваемое на один разъем, чем на другой.

Между разъемами ввода-вывода не должно быть высокоскоростной схемы.

Даже если два разъема находятся на одном краю платы, высокоскоростные схемы могут индуцировать достаточное синфазное напряжение между ними, чтобы привести один разъем к другому, что приведет к значительным излучаемым помехам.

Критические сигнальные или тактовые линии должны быть проложены между плоскостями питания и заземления.

Прокладка дорожки слоем между двумя неподвижными плоскостями — хороший способ локализовать поля этих дорожек и предотвратить нежелательную связь.

Выберите активные цифровые компоненты с приемлемым максимальным временем перехода вне кристалла.

Если время перехода цифрового сигнала быстрее, чем необходимо, мощность верхних гармоник может быть намного выше, чем необходимо. Если время перехода используемой логики быстрее, чем необходимо, его обычно можно уменьшить с помощью последовательных резисторов или ферритов.

Все внешние соединения с одного и того же устройства должны проходить через один и тот же разъем.

Многие компоненты (особенно большие устройства СБИС) генерируют значительный синфазный шум между выводами ввода/вывода. Если одно из этих устройств подключено к одному контакту ввода-вывода, это устройство может быть подключено к другому. Если одно из этих устройств подключено более чем к одному порту, этот синфазный шум может повлиять на исправную антенну (устройство также будет более восприимчиво к шуму, исходящему от этой антенны).

Высокоскоростные (или чувствительные) дорожки должны быть проложены не менее чем в 2Х от края печатной платы, где Х — расстояние между дорожкой и ее токоотводом.

В меньшей степени рассматриваются линии электрического и магнитного поля, связанные с дорожками в непосредственной близости от края печатной платы. Перекрёстные помехи и связь между антennами и от них, как правило, выше с этими дорожками.

Пары дифференциальных сигнальных линий должны быть проложены вместе и иметь одинаковое расстояние до каждой фиксированной плоскости.

Дифференциальные сигналы менее восприимчивы к помехам и производят меньше излучений, если они симметричны (т.е. имеют одинаковую длину и импеданс с другими проводниками).

Медный след:

Медные дорожки должны быть аккуратными и гладкими. И вы обнаружите, что при профессиональном проектировании печатных плат большинство медных дорожек на печатной плате изогнуты под углом 45°. Причина в том, что угол 45° сокращает электрический путь между компонентами по сравнению с углом 90°. Для высокоскоростных цепей лучше избегать угла 90°.

Провод заземления и провод питания:

Некоторые ключевые медные провода, такие как провода заземления и провода питания, должны быть максимально толстыми, чтобы повысить помехозащищенность и энергоэффективность.

2) Практическая часть

Предложить вариант компоновки представленной схемы на печатной плате.

3) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- изображение компоновки элементов схемы на печатной плате
- Выводы

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Обеспечение помехоустойчивости в конструкции узлов на печатной плате..

Цель работы: Знакомство с принципами возникновения помех и борьбы с ними

Порядок выполнения работы

1) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

- выбор преобразователей напряжения с низким уровнем помех
- конденсаторы у входа/выхода питания на плате
- правильная компоновка ПП, особенно для многослойной платы
- плоскости заземления сплошные
- цепи питания выше слоя заземления
- индуктивности и дроссели экранируем
- дроссели, мощные провода располагать перпендикулярно

2) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Особенности предоставленной вам схемы
- Выводы

Контрольные вопросы

- 1) Назовите основные источники помех в ЦУ
- 2) Как убрать обратную волну в длинной линии
- 3) Название устройств, восстанавливающих форму цифрового сигнала в длинной линии
- 4) Для чего большие площади на ПП делают с промежутками?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Оформление схемной документации цифрового устройства в соответствии с правилами.

Цель работы: Знакомство с правилами оформления схем и их назначением

Порядок выполнения работы

1) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Понятие «схема» означает упрощенное, абстрактное описание или изображение чего-либо в общих основных чертах.

Каждый из видов обозначается буквой- Кинематические (К), Гидравлические (Г), Пневматические (І), Электрические (О) и другие

В зависимости от назначения схемы делятся на типы, каждый из которых обозначается цифрой. 1 – структурные 2 – функциональные 3 - принципиальные. 4 - соединения (монтажные) 5- подключения 6 – общие 7- расположения 8 – прочие О – объединенные

Структурные схемы служат для общего ознакомления с изделием и определяют взаимосвязь составных частей изделия и их назначение.

Принципиальные схемы (полные) определяют полный состав элементов изделия и связей между ними, давая детальное представление о принципах действия изделия.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и пересечений.

Связь между элементами схемы показывается линиями взаимосвязи, которые условно представляют собой трубопроводы, провода, кабели, валы. Расстояние между соседними параллельными линиями связи должно быть не менее 3 мм.

2) Практическая часть

- оформить в соответствии с правилами принципиальную схему устройства

3) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Изображение схемы по ГОСТу
- Выводы

Контрольные вопросы

1. Какой графический документ называют схемой?
2. На какие виды подразделяют схемы?
3. На какие типы подразделяют схемы?
4. Какой цифрой обозначают принципиальные схемы?
5. Что записывают в графу 1 (наименование) основной надписи схемы?
6. Из каких частей состоит шифр схемы?

7. Чему равно минимально допустимое расстояние между соседними параллельными линиями связи?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Расчет надежности

Цель работы: Знакомство параметрами надежности и их расчетом

Порядок выполнения работы

2) *Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).*

Вероятность безотказной работы по статистическим данным об отказах оценивается выражением

$$P(t) = \frac{n(t)}{N} \quad (1)$$

где $n(t)$ – число изделий, не отказавших к моменту времени t ; N – число изделий, поставленных на испытания; $P(t)$ – статистическая оценка вероятности безотказной работы изделия.

Для вероятности отказа по статистическим данным справедливо соотношение

$$q(t) = \frac{N-n(t)}{N} = 1 - P(t) \quad (2)$$

где $N-n(t)$ – число изделий, отказавших к моменту времени t ; $q(t)$ – статистическая оценка вероятности отказа изделия.

Частота отказов по статистическим данным об отказах определяется выражением

$$f(t) = \frac{\Delta n(t)}{N \cdot \Delta t} \quad (3)$$

где $\Delta n(t)$ – число отказавших изделий на участке времени $(t, t+\Delta t)$; $f(t)$ – статистическая оценка частоты отказов изделия; Δt – интервал времени.

Интенсивность отказов по статистическим данным об отказах определяется формулой

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n(t)}{\Delta t \cdot n(t)} \quad (4)$$

где $n(t)$ – среднее число изделий, не отказавших к моменту времени t ; $\Delta n(t)$ – число отказавших изделий на участке времени $(t, t+\Delta t)$; $\lambda(t)$ – статистическая оценка интенсивности отказов изделия.

Среднее время безотказной работы изделия по статистическим данным оценивается выражением

$$m_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \quad (5)$$

где t_i – время безотказной работы i -го изделия; N – общее число изделий, поставленных на испытания; m_t – статистическая оценка среднего времени безотказной работы изделия.

3) Практическая часть

Провести расчет надежности предоставленной схемы

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Порядок расчета
- Выводы

Контрольные вопросы

1. Как в надежности называют предмет определенного целевого назначения?

1 – деталь

2 – изделие

3 – продукт

4 – объект

5 – элемент

2. Дайте обобщенное название материализованного результата трудовой деятельности, полученный в определенном месте за определенный интервал времени и предназначенный для использования потребителями в целях удовлетворения их потребностей.

1 – детали

2 – изделия

3 – продукция

4 – объекты

5 – элементы

3. Что обозначает термин "эксплуатация" с точки зрения надежности?

1 – получение прибавочной стоимости при использовании технических объектов;

2 – расходование ресурса технических объектов в процессе использования;

3 – использование технических объектов по назначению;

4 – применение технических объектов;

5 – техническое обслуживание, ремонт и хранение.

4. Как называется объект, ремонт которого возможен и предусмотрен нормативно-технической, ремонтной или конструкторской документацией?

- 1 – ремонтируемый
- 2 – восстанавливаемый
- 3 – заменяемый
- 4 – годный
- 5 – исчерпавший ресурс

5. Как называется каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям?

- 1 – дефект
- 2 – отказ
- 3 – повреждение
- 4 – износ
- 5 – поломка

6. Как называется событие, заключающееся в нарушении исправности объекта при сохранении работоспособности?

- 1 – дефект
- 2 – отказ
- 3 – повреждение
- 4 – износ
- 5 – поломка

7. Как называется событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта?

- 1 – дефект
- 2 – отказ
- 3 – повреждение
- 4 – износ
- 5 – поломка

8. Как называется совокупность свойств объекта, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением?

- 1 – долговечность
- 2 – безотказность
- 3 – работоспособность
- 4 – сохраняемость
- 5 – качество

9. Какие показатели качества характеризуют насыщенность объекта стандартными, унифицированными и оригинальными частями?

- 1 – надежности
- 2 – безопасности
- 3 – патентно-правовые
- 4 – стандартизации и унификации
- 5 – эргономические

Предварительный расчёт надёжности производится на этапе:

- 1. рабочего проекта
- 2. эскизного проекта
- 3. технического предложения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Обеспечение помехоустойчивости в конструкции узлов на печатной плате

Цель работы: Возникновение помех и их ликвидация

Порядок выполнения работы

2) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Основные причины, искажения сигналов следующие:

- а) отражения от несогласованных нагрузок и неоднородностей в линиях связи;
- б) затухание при прохождении по цепям последовательно соединенных элементов;
- в) ухудшение фронтов и задержки нагрузок с реактивными составляющими;
- г) задержки в линии, вызванные конечной скоростью распространения сигнала;
- д) перекрестные помехи;
- е) паразитная связь между элементами через цепи питания и заземления;
- ж) наводки от внешних электромагнитных полей.

Степень влияния каждого из перечисленных факторов на искажение сигналов зависит от характеристик линии связи, логических элементов и сигналов, а также от конструктивного выполнения всей системы элементов и связей

Для цифровых устройств, выполненных с применением многослойных печатных плат, характерны значительные емкостные связи между сигнальными проводниками в разных слоях, из-за малой толщины межслойной изоляции, а также увеличение сопротивления проводников пленочных плат при уменьшении площади их поперечного сечения.

Связи между элементами ЭВМ можно выполнять различными способами:

- 1) для медленных устройств — в виде печатных или навесных проводников;
- 2) при повышенных скоростях работы — в виде печатных полосковых линий, «витых пар» (бифильяров), использование в качестве обратного проводника — «земляных пластин», сравнительно большого сечения шины питания.

Между узлами и блоками образуются электрически «короткие» и «длинные» связи. У электрически «короткой» время распространения сигнала в линии **много меньше** значения переднего фронта передаваемого по линии импульса. Отраженный от несогласованных нагрузок сигнал в этой линии связи, достигает источника раньше, чем успеет существенно измениться входной импульс. Свойством такой линии можно описать **сосредоточенными** сопротивлениями, емкостью и индуктивностью.

У электрически «длинной» линии связи время распространения сигнала, **много больше** фронта импульса и отраженный от конца линии сигнал приходит к ее началу после окончания фронта импульса и искажая его форму.

Для уменьшения задержки уменьшаем индуктивность линии и увеличиваем входное сопротивление элементов.

При переключении элементов по сигнальным цепям протекают импульсные токи с крутыми фронтами, которые вследствие наличия паразитных связей наводят на соседних сигнальных проводниках помехи которые могут вызвать ложное срабатывание элементов схем.

Обычно в цепи приемника возникают как емкостная, так и индуктивная помехи.

При этом **емкостная наводка** изменяет потенциал всей линии связи, а **индуктивная** создает разность потенциалов между входом и выходом линии.

Отраженные волны напряжения накладываются на падающие, и форма входного напряжения может **существенно исказиться**. Аналогичные явления происходят и с волной тока.

Отражения волн могут быть на любых **неоднородностях** в самой линии. Эти процессы могут вызывать выбросы напряжения.

Для уменьшения влияния выброса в качестве нагрузки используют диоды Шоттки как динамические нелинейные сопротивления.

Для уменьшения помех важна разводка шин питания- их размещают на одной стороне платы, а «земля» - с другой и желательно друг над другом. Свободные площади используют для увеличения поверхности шины «земля», делая их "сетчатыми" для уменьшения вихревых токов.

3) Практическая часть

Предложить меры для уменьшения помех вашей схемы на ПП.

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Предложения для снижения помех
- Выводы

Контрольные вопросы

1. Меры борьбы с помехами в длинной линии
2. Помехи по питанию- уменьшение
3. Экранирование земли на ПП

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Обеспечение теплового режима в конструкции узлов на печатной плате

Цель работы: Знакомство с правилами регулировки тепловых режимов

Порядок выполнения работы

3) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Теплопроводность (кондукция) — процесс обмена тепловой энергией между находящимися в соприкосновении телами или частями тел, обусловленный взаимодействием молекул и атомов этих тел.

Конвекция — перенос энергии макрочастицами газа или жидкости.

Перенос теплоты излучением(радиация) происходит за счет превращения тепловой энергии в энергию излучения (лучистая энергия).

Рекомендации по конструированию радиаторов.

1. Рекомендуется применять материалы с высокой теплопроводностью и небольшой плотностью - медь, алюминий или специальные сплавы, например, Al+Si – силумин. Силумин обладает хорошими литейными свойствами, поэтому из него изготавливаются радиаторы сложных конфигураций.
2. Толщина рёбер 1-2мм при высоте 3см и толщине основания 3-5 мм является наиболее оптимальной.
3. При естественной конвекции расстояние между рёбрами должно быть более 10мм, а при принудительной – более 5мм.
4. Длина радиатора и его ширина должны находиться в соотношении 3 к 1.
5. Степень черноты поверхности не менее 0,85. Степень черноты поверхности – это отношение энергии излучения данного материала к энергии излучения абсолютно чёрного тела (сажа).
6. Шероховатость контактной поверхности должна быть минимальной. Для снижения теплового сопротивления между корпусом элемента и радиатором применяются теплопроводящие пасты.

7. При конструировании необходимо обеспечить зазор между радиатором и печатной платой.

Кулер чаще всего подразумевает устройство, состоящее из радиатора и вентилятора, **Тепловая трубка (heat pipe)** быстро передает тепловую энергию из одного конца в другой. В закрытых трубках из теплопроводящего металла (например, меди) находится легкоиспаряющаяся жидкость.

Элемент Пельтье, термоэлектрический модуль: (ТЭМ) базируется на электрическом эффекте Пельтье- при контакте двух проводников с разными уровнями энергии электронов. При протекании тока через точки контакта таких материалов, электрон должен приобрести энергию, чтобы перейти в более высокоэнергетическую зону проводимости другого полупроводника. При поглощении этой энергии происходит охлаждение места контакта полупроводников

Системы жидкостного (водяного) охлаждения (СЖО, СВО)-Вторые по популярности. В качестве теплоносителя в контуре используется вода

Самый экзотичный способ охлаждения ПК – с помощью жидкого гелия. Его температура испарения ниже, чем у жидкого азота, и составляет -243 °C. Хранится вещество в специальных сосудах Дьюара, но только более высокого качества. Жидкий гелий стоит ОЧЕНЬ дорого.

3) Практическая часть

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- ознакомиться с теорией и ответить на вопросы
- Выводы

Контрольные вопросы

1. Какой металл из перечисленных чаще используется в системах охлаждения процессоров и наиболее эффективен?

Алюминий

Медь

Чугун

Свинец

2. Какой термальный агент вместо воды используют криогенные системы охлаждения в качестве теплоносителя?

фреон

озон

argon

нейтрон

3. Укажите главное достоинство системы воздушного охлаждения процессоров.

простота и дешевизна

качественное и быстрое охлаждение

долговечность и высокий коэффициент полезности

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

Оценка технологичности изделия

Цель работы: Знакомство с понятием технологичность

Порядок выполнения работы

4) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Технологичность(простое и экономичное производство- мин отладки и разработки- готовые узлы)

Качественная оценка ТКИ должна включать:

- 1) оценку стандартизации и унификации конструктивных элементов детали;
- 2) возможность применения стандартных или унифицированных заготовок;
- 3) оценку геометрических форм поверхностей детали с точки зрения их простоты и возможности применения для обработки высокопроизводительного оборудования и инструмента;

- 4) оценку простановки размеров в соответствии с размерными связями между конструкторскими и технологическими базами и возможностью их совмещения;
- 5) оценку возможности непосредственного измерения заданных на чертеже размеров;
- 6) оценку конструктивной и экономической обоснованности требований к точности и шероховатости поверхностей детали;
- 7) оценку обрабатываемости материала детали;
- 8) оценку соответствия механических свойств материала, жесткости детали, ее формы и размеров требованиям технологии изготовления;
- 9) выявление возможных базовых поверхностей, оценку их точности и шероховатости;
- 10) оценку возможности применения типовых технологических процессов;
- 11) выявление необходимости дополнительных технологических операций, вызываемых специфическими требованиями к детали (например, балансировка).

Для количественной оценки технологичности конструкции детали рекомендуется применять

- Показатель унификации детали, который характеризуется коэффициентом унификации конструктивных элементов
 - Показатель материалемкости, который характеризуется коэффициентом использования материала
 - Показатели трудоемкости, которые характеризуются следующими коэффициентами:
- * коэффициентом точности обработки
 * коэффициентом шероховатости поверхностей

3) Практическая часть

Оценить технологичность конструкции предложенной детали

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Расчет технологичности
- Выводы

Контрольные вопросы

1. Совокупность таких свойств конструкции изделия, которые определяют ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, - называется

- технологичность конструкции изделий
- экономичностью и удобством в эксплуатации
- 2. По области проявления свойств технологичности конструкции изделия различают:
 - эксплуатационную и ремонтную технологичность
 - производственную, эксплуатационную и ремонтную технологичность
 - производственную, эксплуатационную технологичность
- 3. Главными факторами, определяющими требования к ТКИ, являются:
 - вид изделия
 - тип производства
 - условия производства
 - вид изделия, условия производства
 - вид изделия, условия производства, тип производства
- 4. Оценка технологичности конструкции изделия может быть
 - качественной и количественной
 - качественной
 - количественной
- 5. Обеспечение технологичности конструкции не включает:
 - установление номенклатуры и значений показателей технологичности;
 - отработку изделия на технологичность;
 - технологический контроль конструкторской документации;
 - подготовку и внесение изменений в конструкторскую документацию и конструкцию изделия, обеспечивающих заданные показатели технологичности

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Определение габаритных размеров печатной платы.

Цель работы: Знакомство с правилами оформления схем и их назначением

Порядок выполнения работы

5) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

1. Максимальный размер стороны ПП не должен превышать 500 мм. Это ограничение определяется требованиями прочности и плотности монтажа.
2. Соотношения размеров сторон ПП для упрощения компоновки блоков и унификации размеров ПП рекомендуются следующие: 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 3:2, 5:2 и т.д.
3. Выбор материала ПП, способа ее изготовления, класса плотности монтажа должны осуществляться на стадии эскизного проектирования, так как эти характеристики определяют многие электрические параметры устройства..
4. При разбиении схемы на слои следует стремиться с минимизацией числа слоев. это диктуется экономическими соображениями.
5. По краям платы следует предусматривать технологическую зону шириной 1,5-2,0 мм. Размещение установочных и других отверстий , а также печатных проводников в этой зоне не допускается.
6. Все отверстия должны располагаться в узлах координатной сетки. В крайнем случае хотя бы первый вывод микросхемы должен располагаться в узле координатной сетки.
7. На печатной плате должен быть предусмотрен ориентирующий паз (или срезанный левый угол) или технологические базовые отверстия, необходимые для правильной ориентации платы.
8. Печатные проводники следует выполнять минимально короткими.
9. Прокладка рядом проводников входных и выходных цепей нежелательно во избежание паразитных наводок.
10. Проводники наиболее высокочастотных цепей прокладываются в первую очередь и имеют благодаря этому наиболее возможно короткую длину.
11. Заземляющие проводники следует изготавливать максимально широкими.

3) Практическая часть

Предложенную схему разместить на ПП

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Привести вид ПП
- Выводы

Контрольные вопросы

1) Самым низким иерархическим уровнем является:

1. печатная плата;
2. микросборка
3. ячейка

2) Реализация более коротких проводников ведет к:

1. уменьшению времени задержки сигналов
2. экономии
3. облегчению монтажных работ

3) Монтажное отверстие печатной платы используется для:

1. соединения выводов навесных элементов

2. механического крепления конструктивных элементов

3. контроля работоспособности ячейки

4)Применение выводных компонентов приводит к :

А. усложнению ПП

Б. упрощению ПП

В. уменьшению размера ПП

Г. увеличению размера ПП

5)Ширина дорожки печатной платы зависит от:

А. напряжения

Б. тока

В. частоты

Г. стабильности напряжения

6)Конфигурация печатной платы зависит от:

А. количества радиоэлементов

Б. наличия коммутационных элементов

В. размеров радиоэлементов

Г. производителя радиоэлементов

7)Применение печатных плат позволяет:

А. улучшить экранирование

Б. увеличить быстродействие

В. повысить помехозащищенность

Г. увеличить трудоемкость сборки

8)Для улучшения частотных характеристик ПП применяется:

А. фторопласт

Б. тегинакс

В.текстолит

Г. стеклотекстолит

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Расчёт элементов печатного монтажа на печатной плате.

Цель работы: Знакомство с правилами оформления схем и их назначением

Порядок выполнения работы

6) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Слишком близкое расположение компонентов печатной платы. Во-первых, это может вызвать функциональные проблемы, например если не обеспечивается надлежащее охлаждение и компоненты расположенные слишком близко друг к другу становятся очень горячими, а во-вторых, такое трудно собрать. Расстояние между дискретными компонентами, такими как конденсаторы и резисторы, всегда должно быть не менее 0,254 мм, рекомендуется 0,762 мм.

Длина дорожек, передающих высокоскоростные цифровые сигналы или часы, должна быть сведена к минимуму.

Высокоскоростные цифровые сигналы и часы часто являются самыми сильными источниками шума. Чем длиннее эти следы, тем больше вероятность связи энергии вне их. Также помните, что площадь петли, как правило, более важна, чем длина дорожки. Убедитесь, что рядом с каждой дорожкой имеется хороший обратный путь высокочастотного тока.

Длина дорожек, непосредственно подключенных к разъемам (дорожки ввода-вывода), должна быть минимальной.

Следы, непосредственно подключенные к разъемам, скорее всего, являются путями передачи энергии к печатной плате или от нее.

Высокочастотные сигналы не должны проходить под компонентами, используемыми для ввода/вывода на печатной плате.

Дорожки, проложенные под компонентом, могут емкостно или индуктивно передавать энергию компоненту.

Все разъемы должны располагаться на краю или углу платы.

Соединители являются наиболее эффективными компонентами антенны в большинстве конструкций. Если они расположены на одном краю платы, гораздо проще контролировать синфазное напряжение, подаваемое на один разъем, чем на другой.

Между разъемами ввода-вывода не должно быть высокоскоростной схемы.

Даже если два разъема находятся на одном краю платы, высокоскоростные схемы могут индуцировать достаточное синфазное напряжение между ними, чтобы привести один разъем к другому, что приведет к значительным излучаемым помехам.

Критические сигнальные или тактовые линии должны быть проложены между плоскостями питания и заземления.

Прокладка дорожки слоем между двумя неподвижными плоскостями — хороший способ локализовать поля этих дорожек и предотвратить нежелательную связь.

Выберите активные цифровые компоненты с приемлемым максимальным временем перехода вне кристалла.

Если время перехода цифрового сигнала быстрее, чем необходимо, мощность верхних гармоник может быть намного выше, чем необходимо. Если время перехода используемой логики быстрее, чем необходимо, его обычно можно уменьшить с помощью последовательных резисторов или ферритов.

Все внешние соединения с одного и того же устройства должны проходить через один и тот же разъем.

Многие компоненты (особенно большие устройства СБИС) генерируют значительный синфазный шум между выводами ввода/вывода. Если одно из этих устройств подключено к одному контакту ввода-вывода, это устройство может быть подключено к другому. Если одно из этих устройств подключено более чем к одному порту, этот синфазный шум может повлиять на исправную антенну (устройство также будет более восприимчиво к шуму, исходящему от этой антенны).

Высокоскоростные (или чувствительные) дорожки должны быть проложены не менее чем в $2X$ от края печатной платы, где X — расстояние между дорожкой и ее токоотводом.

В меньшей степени рассматриваются линии электрического и магнитного поля, связанные с дорожками в непосредственной близости от края печатной платы. Пере-крестные помехи и связь между антеннами и от них, как правило, выше с этими дорожками.

Пары дифференциальных сигнальных линий должны быть проложены вместе и иметь одинаковое расстояние до каждой фиксированной плоскости.

Дифференциальные сигналы менее восприимчивы к помехам и производят меньше излучений, если они симметричны (т.е. имеют одинаковую длину и импеданс с другими проводниками).

Медный след:

Медные дорожки должны быть аккуратными и гладкими. И вы обнаружите, что при профессиональном проектировании печатных плат большинство медных дорожек на печатной плате изогнуты под углом 45° . Причина в том, что угол 45° сокращает электрический путь между компонентами по сравнению с углом 90° . Для высокоскоростных цепей лучше избегать угла 90° .

Провод заземления и провод питания:

Некоторые ключевые медные провода, такие как провода заземления и провода питания, должны быть максимально толстыми, чтобы повысить помехозащищенность и энергоэффективность.

3) Практическая часть

-предложить компоновку ПП для предложенной схемы

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы

- ПП

- Выводы

Контрольные вопросы

1) При изготовлении печатных плат применяется:

- А. гетинакс
- Б. лакоткань
- В. текстолит
- Г. фторопласт

2) В зависимости от количества слоев печатные платы подразделяются на:

- А. ОПП
- Б. ДПП
- В. ППП
- Г. МПП

3) В зависимости от гибкости основания печатные платы подразделяются на:

- А. ГПП
- Б. ТПП
- В. ЗПП
- Г. ППП

4) При удалении лишней меди с печатных плат применяется метод:

- А. травления
- Б. фрезеровки
- В. гравировки
- Г. формовки

5) Соединение переходов печатной платы для получения контакта между ними называется:

- А. металлизацией
- Б. спайкой
- В. перемычкой
- Г. контактом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13,14

Разработка эскиза трассировки печатной платы.

Цель работы: Знакомство с правилами трассирования ПП

Порядок выполнения работы

7) *Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).*

Трассировка печатных плат — это один из шагов проектирования, который представляет собой процесс определения места и реализации проводящего рисунка платы.

Некоторые требования к проектированию топологии, которые можно найти в стандартах низкоскоростной и высокоскоростной передачи данных, содержат следующие утверждения:

- Пропускная способность проводников по току для плат большой мощности, может потребовать применения проводников большого размера или даже полигонов.
- Ширина проводников на плате, должна обеспечивать технологичность и положительным образом влиять на перекрестные помехи (т.е. на их отсутствие).
- Цепи с контролируемым импедансом должны быть выполнены проводниками определенной ширины, которая должна быть установлена по результатам анализа стека печатной платы.
- Должна быть определена конфигурация топологии, которая будет определять, как происходит соединение нескольких компонентов одной цепи.
- Общие потери в цепи, определяющие её максимально допустимую длину.

- Допустимый перекос в параллельных шинах данных и дифференциальных парах. Протоколы в которых необходима синхронизация с источником (SPI или I2C) и параллельные шины данных имеют максимальные характеристики перекоса. Ваша задача как проектировщика — найти баланс всех этих параметров и определить, какие из пунктов в приведенном выше списке наиболее важны для разных цепей. Например, для высокоскоростных плат, содержащих дифференциальные пары, важен контроль импеданса, а платы большой мощности постоянного тока должны иметь широкие дорожки, для которых контроль импеданса не обязателен.

Наиболее распространенные ошибки проектирования:

- Несоответствие размеров контактных площадок компонентов требованиям производителя и IPC, а также неверное расположение площадок относительно друг друга в составе одного компонента
- Расположение переходных отверстий на контактных площадках (Vias in Pads)
- Финишное покрытие не соответствует компонентной базе (BGA/LGA/CSP 0402 и менее)
- Некорректное размещение компонентов на плате: создание «теневых зон»; несоответствие габаритов компонентов и т.п.
- Необоснованное усложнение топологии и компонентной базы: двусторонний монтаж, в случае если можно обойтись одной стороной; расположение выводных компонентов с разных сторон ПП и т.п.
- Маркировка на контактных площадках (как правило встречается на выводных компонентах)
- Использование разноразмерных инструментов сверловки без необходимости
- Отсутствие масочных мостиков между выводами компонентов с малым шагом выводов (QFP)
- Отсутствие термобарьеров площадка/проводник площадка/полигон

3) Практическая часть

Выполнить трассировку платы для вашей схемы

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Привести изображение ПП с трассировкой, разработанной вами и проведенной программой.
- Выводы

Контрольные вопросы

1) При изготовлении печатных плат применяется:

- A. гетинакс
- B. лакоткань
- C. текстолит
- D. фторопласт

2) В зависимости от количества слоев печатные платы подразделяются на:

- A. ОПП
- B. ДПП
- C. ППП
- D. МПП

3) В зависимости от гибкости основания печатные платы подразделяются на:

- A. ГПП
- B. ТПП
- C. ЗПП
- D. ППП

4) При удалении лишней меди с печатных плат применяется метод:

- A. травления
- B. фрезеровки

В. гравировки
Г. формовки

- 5) Соединение переходов печатной платы для получения контакта между ними называется:
- А. металлизацией
 - Б. спайкой
 - В. перемычкой
 - Г. контактом

- 6) При предварительной подготовке заготовки печатной платы применяется:
- А. зачистка
 - Б. обезжиривание
 - В. формовка
 - Г. рихтовка

- 7) Применение СМД компонентов приводит к :
- А. усложнению ПП
 - Б. упрощению ПП
 - В. уменьшению размера ПП
 - Г. увеличению размера ПП

- 8) Применение выводных компонентов приводит к :
- А. усложнению ПП
 - Б. упрощению ПП
 - В. уменьшению размера ПП
 - Г. увеличению размера ПП

- 9) Нанесение защитного покрытия на ПП производится:
- А. вручную
 - Б. с использованием лазерного принтера и утюга
 - В. с использованием фоторезистов
 - Г. с помощью сканера

- 10) Ширина дорожки печатной платы зависит от:
- А. напряжения
 - Б. тока
 - В. частоты
 - Г. стабильности напряжения

- 11) Конфигурация печатной платы зависит от:
- А. количества радиоэлементов
 - Б. наличия коммутационных элементов
 - В. размеров радиоэлементов
 - Г. производителя радиоэлементов

- 12) Толщина слоя фольги ПП:
- А. не зависит от силы тока
 - Б. зависит от силы тока
 - В. влияет на проводимость
 - Г. не влияет на проводимость

- 13) Применение печатных плат позволяет:
- А. улучшить экранирование
 - Б. увеличить быстродействие
 - В. повысить помехозащищенность
 - Г. увеличить трудоемкость сборки

- 14) Печатные платы:
- А. легко поддаются ремонту
 - Б. тяжело поддаются ремонту
 - В. влияют на эргономические свойства прибора
 - Г. не влияют на эргономические свойства прибора

- 15) Печатные платы:

- А. сложны в изготовлении
- Б. просты в изготовлении
- В. боятся изгибов и механического воздействия
- Г. не боятся изгибов и механического воздействия

16) Для улучшения надежности и термостойкости ПП:

- А. применяются специальные покрытия
- Б. не применяются специальные покрытия
- В. применяется фторопласт
- Г. не применяется фторопласт

17) Для улучшения частотных характеристик ПП применяется:

- А. фторопласт
- Б. тегинакс
- В. текстолит
- Г. стеклотекстолит

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 15,16,17

№ 15. Оформление документации на монтаж.

№ 16. Оформление спецификации по заданному чертежу.

№ 17. Оформление техпроцесса сборки в электронной маршрутной карте.

Цель работы: Знакомство с правилами оформления документации на производство

Порядок выполнения работы

8) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Документация на монтаж ПП должна включать

- Исходный файл проекта (P-Cad, OrCad, Protell);
- Сборочный чертеж, содержащий позиционные обозначения элементов и их ориентацию (AutoCAD, Word, Adobe Reader, CorelDraw);
- Спецификация-перечень позиционных обозначений элементов и соответствующих им номиналов. Должен точно соответствовать исходному файлу и монтажной схеме по позиционным обозначениям и перечню предоставляемой комплектации по количеству элементов и их номиналам и содержать информацию, в том числе, о неустановливаемых компонентах (Word, Excel, Adobe Reader, CorelDraw);
- Дополнительные требования к монтажу, содержащие информацию:
 - поднятие на высоту;
 - формовка;
 - трансформаторы, дроссели (если собираются, то чертеж сборки);
 - провода, жгуты (чертеж жгутов и таблица соединений);
 - промывка плат под лак;
 - разделение плат после монтажа;
 - и т.д.

- Образец спаянной платы.(для выводного монтажа)

Спецификация к чертежу представляет собой формализованную запись информации о деталях, изделиях или компонентах, содержащую необходимые технические сведения. Позволяет определить требования к деталям и упрощает коммуникацию между проектировщиками, инженерами и производственными работниками. Она включает

-Точное наименование детали (Винт M6x20 DIN 933).

-Сведения о материале («Сталь 45, термическая обработка по ГОСТ 1050-88» или «Стальной пруток ASTM A36»).

-Информация о количестве деталей (10 или 20-30 штук).

-Позиции, под которыми они расположены на чертеже («A1, B2, C3»)

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Приме- чание
15					
15	60	65	10	15	20
		185			

Маршрутная карта- Описание технологического процесса изготовления изделия, играет роль сводного документа, в котором указывают адресную информацию (номер цеха, участка, рабочего места, операции), наименование операции, перечень документов, применяемых при выполнении операции, технологическое оборудование и трудо затраты.

Пример заполнения первого листа маршрутной карты

						БГУИ.01188.00001		7	1		
						БГУИ.406124.001		—	БГУИ.10188.00001		
Модуль контроллера						O					
B	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции						
Г	Обозначение документа										
Д	Код оборудования				Наименование, модель оборудования						
E	СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
Л/М	Наименование детали, сборочной единицы или материала										
Н/М	Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх		
01											
B02	1 005 0200 Входной контроль деталей										
Г03	БГУИ.60102.00012, ИОТ при контроле плат, микросхем и радиоэлементов										
Д04	Стол рабочий ОМ-1971										
E05	03 12920 3 1 1 5 11,21										
06											

	B13 3 015 8531 Формовка и обрезка выводов ЭРЭ
Г14	БГУИ.25185.00014, ИОТ для слесаря-сборщика радиоаппаратуры
Д15	Стол рабочий СМ-3
E16	03 18596 3 1 1 1 1,0 10 13,25
T17	ГГ 1420-4023 Приспособление для формовки и обрезки
18	
B19	5 020 8870 Установка и пайка резисторов
Г20	БГУИ.25188.00012, ИОТ для слесаря-сборщика радиоаппаратуры
Д21	Стол рабочий СМ-3
E22	03 14544 4 1 1 1 1,0 5 5,56
О23	Установить и паять припоеем ПОС-61 ГОСТ 21931-76 резисторы R50...R65,
24	R72...R76 на плату согласно чертежа
T25	Кусачки монтажные ГОСТ 24244-87
T26	Паяльник ПВНРС 65-42

3) Практическая часть

Оформить документы на изготовление ПП к схеме.

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Оформленные документы
- Выводы

Контрольные вопросы

1)Графический или текстовый документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию изготовления изделия это технологический процесс

технологический документ

маршрутная карта

2)Для оформления тех. процессов применяется соответствующая технологическая документация ЕСТД (единая система технологической документации) предусматривает целый ряд технологических документов:

Операционная карта.

Ведомость оснастки.

Контрольная карта

Маршрутная карта.

Карта эскизов.

Ведомость материалов.

Ведомость технологических документов

3)В условиях единичного и опытного производства основным технологическим документом является

маршрутная карта

операционный эскиз

чертеж детали

маршрутная карта и чертеж детали или операционный эскиз

4)Сокращенное описание всех технологических операций в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов это

Маршрутная карта

Карта эскизов

Операционная карта

5)Графический документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы и предназначенный для пояснения выполнения технологического процесса, операции или перехода изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения

карта эскизов

операционная карта

карта контроля

6)Документ предназначен для описания технологической операции с указанием последовательного выполнения переходов, данных о средствах технологического оснащения, режимах и трудовых затратах это

карта эскизов

операционная карта

маршрутная карта

7)Документ предназначен для указания применяемой технологической оснастки при выполнении технологического процесса изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия) - это

карта контроля

ведомость оснастки

перечень оснастки

8)Документ предназначен для указания полного состава документов, необходимых для изготовления или ремонта изделий (составных частей изделий), и применяется при передаче комплекта документов с одного предприятия на другое

сопроводительное письмо

ведомость оснастки

ведомость технологических документов

9)Документ предназначен для маршрутного или маршрутно-операционного описания технологического процесса или указания полного состава технологических операций при операционном описании изготовления или ремонта изделия (составных частей изделия), включая контроль и перемещения по всем операциям различных технологических методов в технологической последовательности с указанием данных об оборудовании, технологической оснастке, материальных нормативах и трудовых затратах - это

Документы общего назначения

Документы специального назначения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 18

Анализ надёжности компонентов разработанного устройства.

Цель работы: Анализ надёжности компонентов

Порядок выполнения работы

9) *Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).*

Для последовательных систем без резервирования анализ начинается с вычисления интенсивностей отказов и MTTF для электронных компонентов и всего оборудования. Анализ надежности включает расчеты, производимые на этапах предварительного проектирования и детального проектирования, анализ данных об отказах, основанных на результатах специальных и эксплуатационных испытаний, а также данных, полученных от заказчика/пользователя. Частью анализа надежности является и количественная оценка различных аспектов технического обслуживания, включая поставку запасных частей.

На этапе предварительного проектирования анализ надежности включает:

1. Выбор показателей надежности продукта, которые характерны для данного продукта
2. Назначение количественных стандартов (требований) надежности
3. Разработку первичной математической модели, чтобы описать эксплуатацию продукта

4. Выполнение количественных расчетов для проверки соответствия требованиям к надежности продукта

Руководствуясь результатами первого этапа анализа надежности, разработчик производит необходимые изменения в выборе компонентов, модификации структуры системы (добавление необходимого резерва, например) и процедур по эксплуатации (например использование мониторинга постоянной/периодической готовности).

На стадии детализированного проектирования анализ надежности включает:

1. Выполнение всех рекомендаций для повышения надежности, полученных в результате анализа надежности на предыдущем этапе, как решения по проектированию и разработке
2. Разработка детализированной математической модели системы, которая включает статистические данные по надежности для применяемых компонентов
3. Расчет частоты превентивных мероприятий и оптимального количества запасных частей

После создания экспериментальной модели выполняются определительные испытания на надежность с целью проверки результатов расчетов анализа надежности. В зависимости от результатов испытания надежности принимаются необходимые меры для повышения надежности и выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту.

На стадии экспериментальной эксплуатации должны быть предприняты следующие шаги:

1. Детализированный анализ эксплуатации системы
2. Дополнительный анализ надежности, основанный на статистических данных, которые были получены в результате окончательной корректировки проектирования и инженерных решений перед серийным производством.

Во время эксплуатации продукта заказчиком/пользователем должен быть установлен сбор статистических данных по надежности (это требование является обязательным для систем, использующихся в военной сфере). Эти данные, вместе с запросами с эксплуатационных участков, используются разработчиками системы, чтобы выполнить текущий анализ по надежности, который поможет определить новые требования и рекомендации для оптимизации технического обслуживания.

На базе данного анализа надежности разработчик создает требования для последующих модификаций и модернизаций системы, если необходимо.

3) Практическая часть

Для предложенной схемы провести общий анализ надежности системы и соотнести его с надежностью компонентов, предложив меры улучшения

4) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Привести результаты расчетов
- Выводы

Контрольные вопросы

Вопрос 1 Выберите правильное определение отказа объекта

-это событие, состоящее в достижении объектом предельного состояния

-это событие, состоящее в нарушении исправности объекта

-это событие, состоящее в нарушении работоспособности объекта

Вопрос 2 Дайте определение сбоя.

-Сбой – это отказ, возникающий в результате кратковременного скачкообразного изменения значения основного параметра объекта без выхода за область работоспособных состояний

-отказ, возникающий в результате кратковременного скачкообразного изменения значения основного параметра объекта с выходом за область работоспособных состояний самоустранию-

щийся отказ, приводящий к кратковременной утрате работоспособности (работоспособность объекта восстанавливается без вмешательства извне)

Вопрос 3 Дайте определения понятия объект

-объект—это техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемый в период эксплуатации

-объект—это техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемый в периоды испытаний и эксплуатации

-объект—это техническое изделие определенного целевого назначения, рассматриваемый в периоды проектирования, производства, испытаний и эксплуатации

Вопрос 4 Дайте определение функции надежности

-функция надежности—это вероятность того, что объект проработает безотказно на заданном интервале времени $(0,t)$

-функция надежности—это вероятность того, что объект проработает безотказно на заданном интервале времени (t_1,t_2)

-функция надежности—это вероятность того, что объект проработает безотказно на заданном интервале времени (t_1,t_2) при условии, что на интервале $(0,t_1)$ отказов не было

Вопрос 5 Частота отказов объекта—это

-интегральная характеристика объекта

-интервальная характеристика объекта

-точечная характеристика объекта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 19,20

Разработка дизайна цифрового устройства.

Разработка инструкции пользователя цифрового устройства

Цель работы: Знакомство с правилами оформления инструкций пользователя и дизайна

Порядок выполнения работы

1) Повторение теоретических основ (в парах, взаимопроверка).

Первая часть документации, так называемая «Инструкция пользователю» или «Руководство пользователю» предназначена для того, кто собирается использовать программное обеспечение (для пользователя), не вникая в подробности его внутреннего устройства.

Вторая часть - «Руководство программисту» необходима при модификации программного обеспечения или при необходимости исправить в нем ошибку.

В целом, документация к программному обеспечению может содержать ниже перечисленные сведения:

1. Наименование ПО и описание задачи, которую оно решает.
2. Область применимости ПО.
3. Режим работы ПО, сообщения, выдаваемые по ходу его работы, ответы пользователя на них (если это необходимо).
4. Исходные данные, необходимые для работы ПО; а также выдаваемые им результаты;.
5. Правила подготовки исходных данных на внешних носителях (если они применяются) и вид выдаваемой информации.
6. Описание структуры данных. Для любой переменной определяется ее назначение, атрибуты (тип, размер массива и т.д.), структура информации в ней, если она не очевидна. Описание переменных должно начинаться с тех, которые служат исходными данными и результатами.
7. Описания форм, объектов. Опись свойств форм и объектов.
8. Тексты программ, процедур (в виде распечатки ЭВМ) с комментариями.
9. Тесты.
10. Инструкция (руководство) пользователю.

Инструкция по использованию программы (или просто «Инструкция пользователю», или «Руководство для пользователя») - это выдержка из полной документации, пред назначенная для эксплуатации программы. Она представляет собой не-

зависимый документ для пользователя программы, в котором описывается: что делает программа и как им пользоваться.

«Инструкция пользователя» должна содержать всю необходимую для пользователя информацию и должна быть ему понятна без дополнительных материалов (без обращения к другим спецификациям). Следовательно, необходимая для этой инструкции информация переписывается полностью из соответствующих спецификаций.

Первая часть инструкции является описательной и должна содержать:

- наименование программы;
- краткое описание программы;
- перечень выполняемых программой функций;
- краткую характеристику метода (или методов) решения поставленной задачи, его достоинство и недостатки;
- полную библиографическую ссылку на полное описание метода;
- описание входных и выходных данных.
- описание структуры базы данных (если она имеется), всех ее таблиц в словесной (верbalном) форме.

Вторая часть документа должна описывать порядок работы с программой. Она должна содержать описание всех режимов работы программы, а также содержание всех печатей и диагностических сообщений, которые выдаются по ходу выполнения программы.

Пользователь по своей квалификации не является программистом и поэтому его работа с программой описывается на понятном ему языке и достаточно подробно, а именно:

- как запустить программу;
 - как продолжить работу с программой (описывается подробный интерактивный режим работы пользователя с программой);
 - подготовка и ввод исходных данных в программу;
 - как реагировать на запросы программы;
 - как вести работу в исключительных ситуациях;
 - как реагировать на ошибки;
 - как восстановить работу программы в случае аварийного его завершения;
 - как получить требуемый результат;
 - как правильно закончить работу с программой (запланированный программой выход);
- другие сведения, необходимые пользователю программы.

Дизайн цифрового устройства включает в себя не только внешний вид самой конструкции устройства- его удобство, эргономичность, компактность, а прежде всего цифровой дизайн- разработку интерфейсов, создание графических элементов, а также применение цифровых инструментов для достижения оптимальных результатов.

Функциональность и удобство использования

Одним из ключевых принципов digital дизайна является создание интуитивного интерфейса. При разработке интерфейса необходимо учитывать психологию пользователей и предоставить им понятные элементы управления а также понятную навигацию, чтобы пользователи могли быстро находить нужную информацию и перемещаться по различным разделам продукта.

Эстетика и визуальная привлекательность

Дизайн должен обладать гармоничной композицией, которая будет привлекать внимание и создавать эстетическое удовольствие у пользователя. Принципы композиции: размещение элементов, баланс объектов и правильное использование пропорций, помогут создать уравновешенный и визуально привлекательный ди-

зайн. При этом необходимо выделить важные элементы и обеспечить удобное восприятие информации.

Цвета и шрифты улучшают читабельность контента.

Консистентность

Дизайн должен быть согласован с общей идентичностью бренда, его ценностями и миссией.

Минимализм и чистота форм

Одной из самых заметных тенденций является минимализм и чистота форм. В этом подходе акцент делается на упрощении элементов интерфейса, что позволяет пользователям сосредоточиться на ключевой информации. Использование пустого пространства становится важным инструментом для акцентирования важной информации и создания баланса в интерфейсе.

Тёмная тема и ночной режим.

Они уменьшают нагрузки на глаза и экономят энергии устройств.

Микроанимация и интерактивность для привлечения внимания пользователя и облегчения понимания информации. Кроме того, создание интерактивных элементов позволяет улучшить взаимодействие пользователя с продуктом, делая его более привлекательным и удобным в использовании.

Градиенты и яркие цветовые решения

Они позволяют создавать плавный переход от одного цвета к другому, что добавляет эффект трехмерности и привлекательности к композиции. Градиенты находят свое применение в различных элементах дизайна, включая заголовки, фоны, кнопки и иконки, делая их более привлекательными и современными.

2) Практическая часть

- Разработать инструкцию к программе и сконструировать дизайн ее интерфейса с пользователем

3) Оформить результаты и защитить работу.

Содержание отчета

- Цель работы
- Привести результаты вашей работы
- Выводы

Контрольные вопросы

1)Простые геометрические объекты, используемые как основа при моделировании – это:

элементы.

примитивы.

графики.

эскизы.

2)После того, как объект построен, можно изменить его базовые параметры, перейдя на вкладку:

отображение

модифицировать

создать

утилиты

3)При уже выделенном объекте сцены, необходимо выделить ещё один объект, не снимая при этом предыдущего выделения. Для этого нужно щелкнуть по нему левой клавишей мыши при удерживаемой клавише:

Alt

Ctrl

Shift

Tab

4) Для удаления объекта из выборки используется его указание с нажатой клавишей:

Alt

Ctrl

Shift

Tab

5) Цветовая палитра по шкале «RGB» включает в себя следующие цвета:

Красный, зеленый, синий.

Желтый, синий, красный.

Серый, белый, черный.

Розовый, коричневый, фиолетовый.

6) Цветовая палитра по шкале «HSV» включает в себя следующие параметры:

яркость, насыщенность, контрастность.

насыщенность, контрастность, оттенок.

насыщенность, оттенок, яркость.

контрастность, размытость, блеск.

Пакет преподавателя

Выполнение и защита работ.

Работы проводятся с целью усвоения и закрепления практических умений и знаний, овладения профессиональными компетенциями. В ходе работы студенты приобретают умения, предусмотренные рабочей программой, учатся использовать и самостоятельно работать с оборудованием, проводить эксперименты, анализировать полученные результаты и делать выводы, опираясь на теоретические знания, подтверждать теоретические положения практическим опытом.

Критерии оценок работ

При оценивании работы студента учитывается следующее:

- качество выполнения работы;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Каждый вид работы оценивается по 4-х бальной шкале.

Оценка «5» (отлично) ставится, за глубокое и полное овладение содержанием учебного материала, в котором студент свободно и уверенно ориентируется; за умение практически применять теоретические знания, высказывать и обосновывать свои суждения. Оценка «5» (отлично) предполагает грамотное и логичное изложение ответа. При этом студент 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 безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если выполнены требования к оценке 5, студент полно освоил учебный материал, владеет научно-понятийным аппаратом, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют два-три недочета (неточности), не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно, допускает неточности, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если студент имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в определении базовых понятий, искаляет их смысл; не может прак-

тически применять теоретические знания, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Во всех случаях оценка снижается, если студент не соблюдал требований правил безопасного труда.

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

1.2.1. Основные электронные издания

1. Проектирование цифровых устройств: учебник / А.В. Кистрин, Б.В. Костров, М.Б. Никифоров, Д.И. Устюков. — Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2019. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-906818-59-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002587> (дата обращения: 09.12.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Черепанов, А. К. Микросхемотехника [Электронный ресурс]: учебник / А. К. Черепанов. — М.: ИНФРА-М, 2020. — 292 с. — Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/1043132>.