

УДК 004

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ НЕКОТОРЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

FEATURES OF SOME PROGRAMS FOR PCB DESIGN

А.В. Мотыль

Научный руководитель – Г.А. Михальцевич, старший преподаватель
Белорусский национально технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

A. Motyl

Scientific supervisor – G. Mikhaltsevich, Senior lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В данной работе даны общие данные по проектированию печатных плат, а так же особенности проектирования гибких печатных плат. Программы для проектирования печатных плат.*

***Abstract:** This article provides general data on the design of printed circuit boards, as well as design features of flexible printed circuit boards. Programs for the design of printed circuit boards.*

***Ключевые слова:** печатная плата, проектирование, САПР.*

***Keywords:** printed circuit board, design, CAD.*

Введение

Современный мир сложно представить без электронных устройств. На сегодняшний день абсолютное большинство этих устройств содержат в себе печатные платы, служащие для механического и электрического соединения различных компонентов. Поэтому разработка и усовершенствование печатных плат является перспективным направлением.

Основная часть

Печатной платой называется пластина из изолирующего материала, внутри и/или снаружи которой находятся проводники. Эти проводники имеют заданную конфигурацию, которая соответствует определённой электрической схеме. Печатная плата даёт возможность делать электротехнические устройства легче и компактнее.

От плат с навесным монтажом печатные платы отличаются тем, что электропроводящий рисунок представляет собой тонкий слой определённой длины и ширины проводника (обычно меди), находящийся внутри и/или снаружи твердого диэлектрика. На печатной плате присутствуют контактные площадки для припаивания элементов цепи и отверстия для крепления самой платы. Так же на печатных платах делаются переходные отверстия для соединения проводника на разных слоях платы. Эти отверстия бывают сквозными, глухими и внутренними. Сквозное отверстие нужно для соединения двух внешних слоёв платы, глухое – для соединения внешнего и внутреннего слоя и внутреннее – для соединения между собой внутренних слоёв платы. С внешних сторон покрыта специальным защитным составом, называемым “паяльная маска”. Кроме того, нанесена маркировка в виде рисунка, дублирующего схему платы и текст согласно конструкторской документации.

В зависимости от количества слоёв, платы бывают однослойные, двухслойные и многослойные. В однослойных платах на диэлектрик нанесён один проводящий слой. В двухслойных платах второй слой нанесён на другую сторону диэлектрика. В многослойных платах может быть три и больше проводящих слоёв с соединениями: два слоя на внешних поверхностях платы, остальные – внутри. Также платы разделяются на: гибкие и жёсткие платы.

В то время как жёсткие печатные платы имеют относительно небольшую стоимость, гибкие схемы дают возможность создавать уникальные конструкции, которые позволяют решать вопросы межсхемных соединений и монтажа, обеспечивая при этом гибкость системы. С помощью таких схем производители печатных плат могут производить сложные гибкие шлейфы и другие конструкции с высоким процентом качества. Так же в гибких печатных платах применяются современные акриловые и адгезионные материалы. Так же гибкие платы обеспечивают повышенную эффективность и надёжность конечных схем. Такие платы применяются во многих отраслях, таких как авиация, робототехника, системы слежения, камеры, различные датчики и т.д.

По сравнению с жёстким монтажом, печатные платы, выполненные из материалов на основе полиимидов, акрилатов, эпоксидных смол более эффективны с экономической точки зрения. Они дают больше возможностей для конструктора, получается более высокая производительность при производстве платы и при монтаже готовых изделий, снижается общая стоимость и повышается надёжность за счёт отсутствия физических разъемов. Так же происходит уменьшение масса габаритных показателей устройства.

Стандарты IPC классифицируют гибкие печатные платы по типу конструкции следующим образом:

1. Тип первый: односторонняя гибкая печатная плата, содержащая один проводящий слой. Здесь может быть два варианта: с упрочнением и без него.
2. Второй тип: двусторонняя гибкая печатная плата, содержащая два проводящих слоя.
3. Многослойная гибкая печатная плата, содержащая 3 и более проводящих слоёв со сквозными металлизированными отверстиями. Так же используются скрытые и слепые переходные отверстия. Здесь, как и в первом типе платы могут быть с упрочнением и без него.
4. Гибко-жёсткая печатная плата, с тремя и более проводящими слоями имеет сквозные металлизированные отверстия.
5. Гибкая или гибко-жёсткая печатная плата, содержащая два и более проводящих слоя без сквозных металлизированных отверстий.

По сравнению с жёсткими печатными платами, гибкие печатные платы имеют ряд особенностей при проектировании. Первое на что стоит обратить внимание – это минимальный радиус скругления углов контура гибких плат. Опыт показывает, что основные ошибки при разработке динамических гибких плат связаны с недооценкой важности грамотного проектирования именно контура платы. При малых радиусах скругления необходимо усиление углов. Так же нужно учитывать пониженную прочность материалов гибких плат. Радиус

во внутренних углах платы должен составлять не менее 1,6 мм. Большой радиус обеспечивает большую надёжность изделия и имеет лучшую устойчивость к разрыву. Для обеспечения повышенной устойчивости разрыву может потребоваться добавление дополнительных материалов во внутренние углы. Наиболее эффективно использование не вытравленной медной фольги и дополнительное крепление шлейфов, где не используется их гибкость. Все разрезы и вырезы должны заканчиваться отверстием диаметром 1,5 мм или более. Это особенно важно, когда соседние части гибкой платы должны двигаться независимо друг о друга. Так же при проектировании гибко-жестких печатных плат ограничения накладываются и на проводники. Для максимального динамического времени жизни и надёжности при статической гибкости, проводники в изгибаемой части платы должны соответствовать следующим условиям:

- Перпендикулярность к направлению изгиба.
- Равномерное распределение по области изгиба.
- Максимальная ширина в области изгиба.
- Отсутствие дополнительной наращённой металлизации.
- Постоянная ширина в области изгиба.
- Шахматное расположение в соседних слоях.

Количество слоёв в гибкой части должно быть сведено к минимуму. Металлизированные и сквозные отверстия не допускаются в области изгиба. Нейтральная ось изгиба должна проходить через центр сечения проводника. Сбалансированная конструкция может быть выполнена с применением материалов одинаковой толщины и модулем жёсткости с обеих сторон проводника. Это особенно важно для динамических применений печатных плат. Так же немаловажным показателем является радиус изгиба. Он имеет решающее значение, чтобы избежать прессования области внутри сгиба, и чтобы избежать излишней механической напряжённости. Расчёт радиуса изгиба, возможно, является самой сложной задачей, связанной с областью сгиба и как таковая потребует тесного сотрудничества с производителем. Радиус изгиба нужно стараться делать максимально возможным. Это минимизирует затраты и увеличит надёжность.

Проектирование печатных плат производится с помощью специальных систем автоматического проектирования. Первым делом у разработчика печатной платы должно быть техническое задание. Он импортирует готовую принципиальную схему в базу данных САПР и после этого начинает конструирование. Процесс конструирования состоит из нескольких основных этапов, такие как:

- Определение конструкции печатной платы.
- Размещение компонентов.
- Прокладывание дорожек (трассировка). Может выполняться как автоматически, так и вручную.
- Проверка правильности конструирования.
- При необходимости, производится расчёт механических свойств платы.
- Создание соответствующей конструкторской документации и др.

Обычно принципиальные электрические схемы создаются в других САПР, которые специально для этого предназначены. Однако на случай простых схем проще воспользоваться программами, в которых можно одновременно и создавать принципиальные схемы, и конструировать печатные платы. Одна из таких программ – EasyEDA.

EasyEDA – это китайская система автоматического проектирования электроники, появившаяся в 2013 году. Программа работает прямо в браузере, необходимо просто зайти на сайт и можно начинать работу. Так же есть автономная версия на компьютер для всех основных операционных систем. EasyEDA включает в себя такие инструменты, как редактор принципиальных схем, редактор печатных плат, в том числе многослойных, автоматический трассер дорожек, симулятор электрических схем, редактор электронных компонентов для схем и для плат, то есть программа позволяет создавать собственные компоненты.

Плату можно вывести в виде картинки. Можно вывести фотографические изображения платы, например, для документации. Можно вывести трехмерное изображение плат со всеми компонентами, а также можно импортировать проекты из таких популярных программ как Altium, Eagle, KiCAD.

EasyEDA – это облачный сервис, благодаря чему, все созданные проекты хранятся в аккаунте. Они доступны всегда с любого компьютера, у которого есть выход в интернет. Есть возможность делиться своими проектами с другими пользователями. Можно совместно работать над одним и тем же проектом с другими пользователями, создав рабочую группу.

Самостоятельно созданные электронные компоненты и элементы печатной платы становятся доступны каждому пользователю, поэтому общая база компонентов растёт с каждым днем. В ней есть абсолютно всё: начиная от советских микросхем заканчивая китайскими модулями.

EasyEDA интегрирована с такими сервисами как LCSC и JLCPCB. LCSC – это крупный китайский магазин электронных компонентов. JLCPCB – это китайский сервис по изготовлению и сборке печатных плат. Это удобно тем, что, спроектировав печатную плату, её можно будет заказать в один клик.

EasyEDA – бесплатная программа, даже для коммерческого использования. Существуют платные версии программы, в которых ускоряются ответы техподдержки и увеличивается время хранения удалённых проектов. Техподдержка предоставляется на английском и китайском языках. Огромная документация по всей платформе с примерами также доступна каждому пользователю.

Похожей программой является Altium Designer. Чтобы создать плату, нам необходима схема. Для этого в программе существуют библиотеки компонентов, а именно это условно-графические обозначения, необходимые для создания схемы, и посадочные места, которые в Altium Designer называются фудпринтами, необходимые для создания платы. Так же в фудпринтах, кроме самого посадочного места, могут храниться 3D модели компонентов. Все эти 4 направления создаются внутри программы. Но каждый из них имеет свой отдельный документ с определённым расширением и иконкой, которая отобра-

жается и в папке, где лежит сам проект и внутри программы. Например, для условно-графического обозначения используется расширение “.SCHLib”. Для посадочного места PCBLib. Для схемы SCHDoc, и для платы PCBDoc.

После того как плата сделана, необходимо создать комплект из файлов Gerber и сверловки чертежей, документации, которая состоит из текстовой документации, содержащих перечень, спецификацию, ведомость покупных изделий. Каждый из них имеет своё расширение и всё это объединено в общую структуру в рамках файла проекта. Для создания и работы с каждым документом в Altium Designer используется отдельный редактор, но так как они собраны в единой платформе и обладают общим интерфейсом и принципом работы, пользователь не теряется при переключении между редакторами. Поэтому Altium Designer можно назвать полнофункциональной программой сквозного проектирования электроники.

Sprint-Layout

Данная программа нужна для моделирования и проектирования печатных плат. Понятное меню, возможность разводки двусторонней печатной платы сделало её популярной среди радиолюбителей. По их мнению, это самая простая в освоении программа, поэтому большинство ей пользуется. Программа способна обрабатывать четырёхслойные печатные платы.

Eagle

Программа содержит три основные функции: создание электронных схем, разработка чертежа печатной платы, автоматическая трассировка. Есть возможность экспортировать файлы из других программ. Есть платные и бесплатные её версии. Интерфейс полностью англоязычный.

KiCad

Мультифункциональная программа, похожая на EasyEDA и Altium Designer. Обладает схожим функционалом. Её преимущество состоит в том, что она полностью бесплатная и доступна для большинства операционных систем. Существенный её недостаток – непонятный интерфейс. Что бы работать в программе, нужно постоянно читать соответствующую документацию.

Mentor Graphics PADS

Также мультифункциональная программа по проектированию печатных плат. Имеет всё необходимое для всех этапов создания платы. Стоит отметить хорошие средства анализа правильности проектирования. Это существенно уменьшает время проектирования и позволяет работать даже новичкам. Софт полностью на английском языке. Программа платная с пробной бесплатной 30-дневной версией. Подходит для небольшого объёма производства.

Существует и множество других программ, однако вышеперечисленные чаще всего упоминаются, как программы для проектирования печатных плат. У каждой из них имеются свои преимущества и недостатки, поэтому разработчик выбирает для себя программу исходя из технического задания и возможностей.

Заключение

Гибкие печатные платы обладают большим потенциалом, так как дают инженеру-конструктору широкие возможности для конструирования устройств. При проектировке печатных плат важно правильно подбирать соответствующее

программное обеспечение, следовать по всем этапам проектирования и учитывать особенности устройства и производства конкретного вида печатной платы, так как далеко не всегда на производстве есть возможность реализовать проекты, созданные в программах для проектирования.

Литература

1. Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Учебник / Е.В. Пирогова – М.: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
2. Аренков, А.Б. Технология печатного монтажа / А.Б. Аренков, С.Т. Кротов, Н.А. Кузьмин и др. – Судостроение, 1972. – 326 с.
3. Altium Designer [Электронный ресурс]
– Режим доступа: <https://www.altium.com/ru/altium-designer> – Дата доступа: 17.02.2024
4. EasyEDA [Электронный ресурс]
– Режим доступа: <https://easyeda.com/ru> – Дата доступа: 17.02.2024
5. Программы для проектирования печатных плат [Электронный ресурс]
– Режим доступа: https://cxem.net/software/soft_PCB.php – Дата доступа: 17.02.2024