

РАЗРАБОТКА КАМЕРЫ С АВТОНОМНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ И СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДЛЯ БЛОКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ КМОП ОЗУ

В. Е. Щукаев, А. Н. Панченко, Б. В. Цыганков

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Блок функционального контроля (БФК) КМОП ОЗУ располагается в герметичной камере, одним из основных назначений которой является защита БФК от действия электромагнитного излучения, которое возникает при работе ускорителя. Для этого БФК был оснащен автономной системой питания. Кроме того, из-за выделения тепловой энергии элементами БФК при продолжительной работе в камере происходит значительное повышение температуры, поэтому камера была оборудована автономной системой охлаждения внутреннего объема воздуха.

Основные этапы проектирования разрабатываемого изделия: разработка электрической схемы питания для БФК и вспомогательных элементов; разработка конструкции корпуса камеры, системы охлаждения для наиболее теплонагруженных элементов, печатных плат бесперебойного источника питания и компоновка всех узлов и элементов камеры.

В техническом задании определены основные требования, предъявляемые к устройству:

- защита БФК от электромагнитных излучений;
- жесткость и прочность конструкции корпуса камеры;
- применение оптоволоконной линии связи;
- применение автономной системы питания для БФК;
- наличие автономной системы охлаждения.

При разработке бесперебойного источника питания были учтены источники потребления энергии. Для обеспечения работоспособности БФК КМОП ОЗУ и всех его узлов при повышенных температурах используется активная система охлаждения воздуха с применением вентиляторов.

В случаях падения напряжения питания менее установленного значения питание БФК КМОП ОЗУ переключается на автономный источник питания. Автоматическое переключение с рабочего режима на автономный осуществляется при помощи схемы переключения. Функциональная схема бесперебойного источника питания камеры (БИПК) показана на рис. 1. Она определена с учетом функции и логики работы элементов бесперебойного источника питания. Для обеспечения бесперебойного питания БФК КМОП ОЗУ при переключениях с основного режима работы на автономный применяется схема переключения питания. Переключение должно осуществляться без остановки работы БФК КМОП ОЗУ. Рассмотрено не-

сколько вариантов схемы переключения. Вариант № 1 схемы переключения питания изображен на рис. 2.

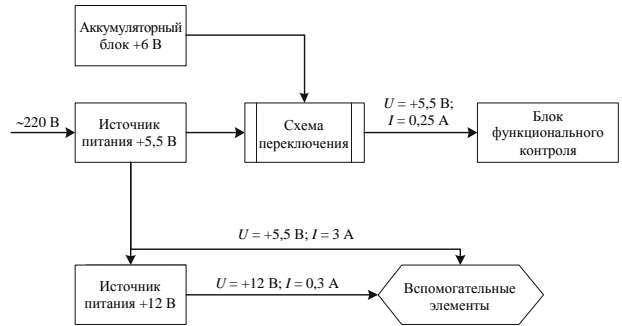


Рис. 1. Функциональная схема БИПК

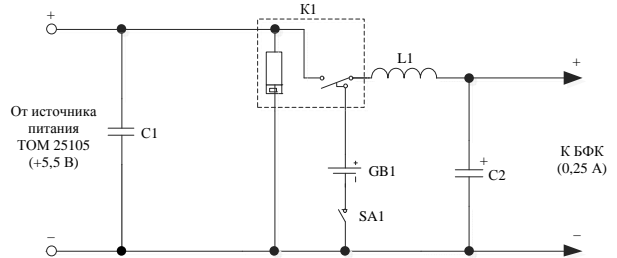


Рис. 2. Вариант № 1 схемы переключения питания

Переключение с основного на автономный режим осуществляет реле К1. Первоначально реле находится в нормально разомкнутом положении, т. е. питание БФК КМОП ОЗУ осуществляется от аккумуляторного блока GB1. При подключении камеры к сети питания постоянный ток от ИП ТОМ 25105 проходит через обмотку реле К1 и происходит его переключение в замкнутое положение. При напряжениях менее допустимого значения (+4 В) происходит обратное переключение реле в разомкнутое состояние. Конденсаторы С1 и С2 в схеме переключения используются в качестве фильтра, сглаживающего резкие скачки и падения напряжения соответственно.

На рис. 3 изображена осциллограмма напряжений в момент переключения реле К1 при использовании варианта № 1 схемы переключения питания, где 1 – напряжение на аккумуляторном блоке, 2 – напряжение на БФК КМОП ОЗУ, 3 – напряжение с ИП Том 25105.

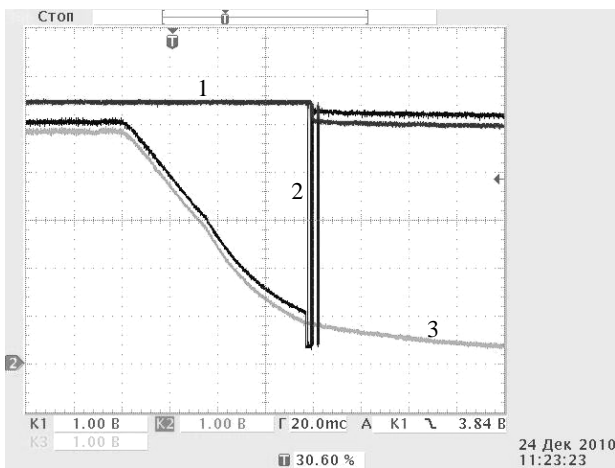


Рис. 3. Осциллограмма напряжений в момент переключения реле К1 при использовании варианта № 1 схемы переключения питания

Из осциллограммы на рис. 3 видно, что данная схема переключения не обеспечивает бесперебойного питания БФК КМОП ОЗУ, так как переключение реле К1 на автономный режим работы происходит при падении напряжения до 1 В. Вследствие этого происходит кратковременное прекращение работы БФК КМОП ОЗУ. Для увеличения порогового значения напряжения на срабатывании реле К1 необходимо использовать дополнительные элементы в электрической схеме переключения питания. Вариант № 2 схемы переключения питания изображен на рис. 4.

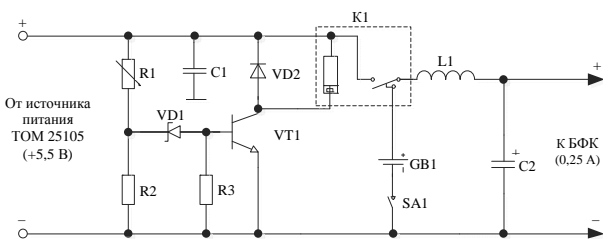


Рис. 4. Вариант № 2 схемы переключения питания

Переключение с основного на автономный режим работы осуществляет реле К1. Реле управляется от транзистора VT1, работающего в режиме ключа. При падении напряжения меньше 4 В происходит закрывание *p-n* перехода стабилитрона VD1, ток перестает поступать на базу транзистора VT1 и *p-n* переход транзистора закрывается. Ток перестает протекать через обмотку реле К1. Вследствие этого происходит переключение реле К1 в разомкнутое положение, т. е. питание БФК КМОП ОЗУ будет осуществляться от аккумуляторного блока GB1. Для точной регулировки значения порогового напряжения используется подстроечный резистор R1. Диод VD2 служит для защиты транзистора VT1 от колебаний напряжения при отключениях реле К1. В качестве фильтра, сглаживающего импульсный ток, используется дроссель L1. Для отключения БФК КМОП ОЗУ от автономного питания в схеме предусмотрен пере-

ключатель SA1. На рис. 5 изображена осциллограмма напряжений в момент переключения реле К1 при использовании варианта № 2 схемы переключения питания, где 1 – напряжение на аккумуляторном блоке, 2 – напряжение на БФК КМОП ОЗУ, 3 – напряжение с ИП Том 25105.

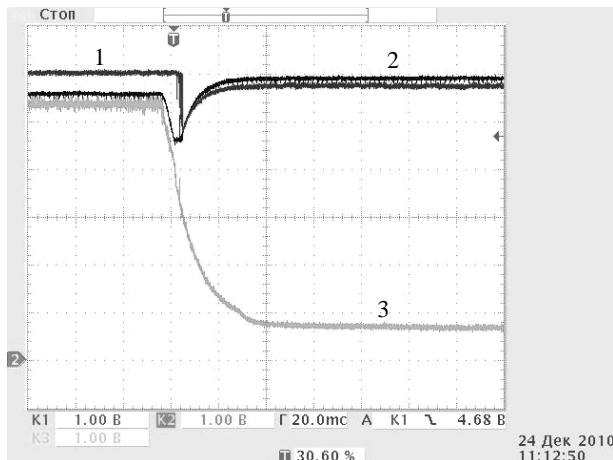


Рис. 5. Осциллограмма напряжений в момент переключения реле К1 при использовании варианта № 2 схемы переключения питания

Из осциллограммы на рис. 5 видно, что при переключении питания с ИП Том 25105 на аккумуляторный блок напряжение на БФК КМОП ОЗУ падает до 4,5 В, а затем плавно поднимается до 6 В, при этом БФК КМОП ОЗУ будет функционировать в нормальном режиме работы. Для дальнейшего проектирования был выбран вариант № 2 схемы переключения питания, изображенный на рис. 4, так как она обеспечивает переключение с основного на автономный режим без остановки работы БФК КМОП ОЗУ.

В качестве автономного источника питания используется аккумуляторный блок GB1, который состоит из четырех щелочных батарей E1–E4 (+1,5 В), соединенных последовательно. Общее выходное напряжение аккумуляторного блока составляет +6 В. Схема электрическая принципиальная автономного источника питания показана на рис. 6.

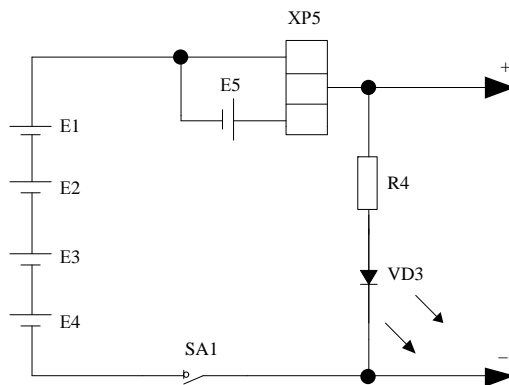


Рис. 6. Схема электрическая принципиальная автономного источника питания

Разъем XP5, совместно с «джампером», используется для переключения питания в случаях применения аккумуляторов с выходным напряжением +1,2 В. Для отключения аккумуляторного блока предназначен переключатель SA1. В корпус переключателя вмонтирован светодиод VD3 для индикации включения и отключения аккумуляторного блока. Резистор R4 служит для ограничения тока и напряжения, поступающего на диод VD3.

При проектировании корпуса камеры был проведен поиск готовых решений. В качестве конструкции для камеры БФК КМОП ОЗУ выбран экранирующий корпус «Confort», так как он обладает значительным преимуществом по сравнению с другими корпусами. Он обеспечивает высокую защиту от пыли и влаги, обладает высокой прочностью и жесткостью конструкции, что удовлетворяет техническим требованиям на разработку. Наличие защиты от электромагнитных излучений позволяет конструктору не тратить лишних средств и времени на экранирование камеры. Система охлаждения воздуха разработана с применением принудительной циркуляции воздуха с продувом через охлаждающие теплообменники. В качестве теплообменников используются радиаторы. Для обеспечения стабильной работы БФК КМОП ОЗУ при повышенных температурах и эффективного охлаждения наиболее теплонагруженных элементов используется эффект Пельтье [1]. Элемент Пельтье располагается между внутренним и внешним радиаторами камеры. Внутренний радиатор соприкасается с холодной стороной элемента Пельтье и используется для отвода холода внутрь камеры. Отвод тепла от горячей стороны осуществляет внешний радиатор. Для отвода горячего и циркуляции холодного воздуха на радиаторах установлены вентиляторы. Соприкосновение радиаторов между собой и с корпусом недопустимо, так как это нарушит принцип работы системы охлаждения. Гальваническая развязка радиаторов исключит проникновение помех, наводящихся на внешний радиатор. Для соблюдения перечисленных условий потребуются две диэлектрические подложки и несколько диэлектрических столбиков. Общий вид размещения элементов системы охлаждения изображен на рис. 7.

На рис. 8 показано расположение элементов и трассировка печатных проводников платы основного источника питания камеры (ОИПК).

На рис. 9 показано расположение элементов и трассировка печатных проводников платы автономного источника питания камеры (АИПК).

На рис. 10 изображен общий вид камеры с размещенными внутри корпуса печатными платами.

Данный способ компоновки элементов камеры позволяет обеспечить легкий доступ к основным узлам, ремонтпригодность и механическую прочность конструкции.

По результатам проделанной работы изготовлены: опытный образец камеры; печатные платы основного и автономного источников питания. Собран бесперебойный источник питания камеры, и смонтирована система воздушного охлаждения. По окончании работ камера для БФК КМОП ОЗУ готова к натурным испытаниям.

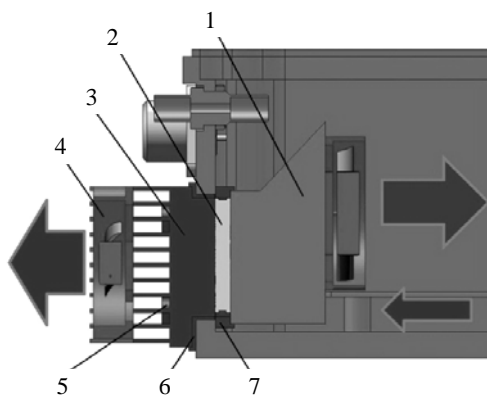


Рис. 7. Общий вид размещения элементов системы охлаждения: 1 – внутренний радиатор; 2 – элемент Пельтье; 3 – внешний радиатор; 4 – вентилятор; 5 – диэлектрические столбики; 6 – диэлектрическая подложка на внешний радиатор; 7 – диэлектрическая подложка на внутренний радиатор

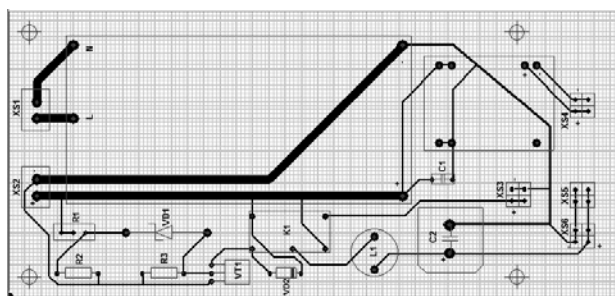


Рис. 8. Трассировка печатных проводников платы ОИПК

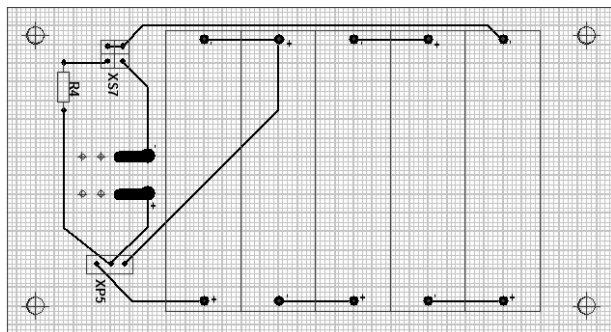


Рис. 9. Трассировка печатных проводников платы АИПК

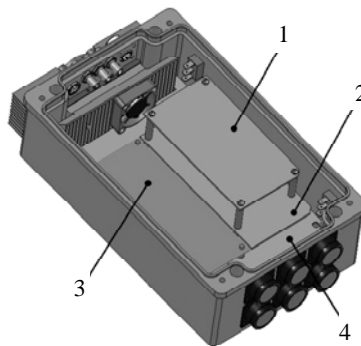


Рис. 10. Общий вид камеры: 1 – печатная плата АИПК; 2 – печатная плата ОИПК; 3 – печатная плата БФК КМОП ОЗУ; 4 –плата-основание

Литература

1. Романьчева Э. Т., Иванова А. К., Куликов А. С., Новикова Т. П. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА: Справочное пособие. М.: Радио и связь, 1984.
2. Каталог Traco Power AC-DC Power Supplies. Selection Guide, 2008.
3. Каталог Traco Power DC-DC Converters. Selection Guide, 2008.
4. Пестряков В. Б., Аболтинь-Аболинь Г. Я., Гаврилов Б. Г., Шерстнев В. В. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебник для высших учебных заведений. М.: Радио и связь, 1992.
5. Каталог Elfa AB, 2011.
6. Варламов Р. Г. Справочник конструктора РЭА: Общие принципы конструирования. М.: Сов. радио, 1980.