

СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКЛАДОВ

АВИАЦИОННЫЕ ЗАГРАДИТЕЛЬНЫЕ ШАРЫ-МАРКЕРЫ

АБРАМЕНКО М.В., МАГИСТРАНТ
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ БЛАДЫКО Ю.В.

ТРАНСФОРМАТОРЫ

БЕРАКСА Р.В., КАМЫШ В.В.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ НОВАШ И.В.

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ

КОХНЮК С.А., РЫСИК А.Н., НИКОЛАЕВА Т.А.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Ф.-М.Н., ДОЦЕНТ ГОРОШКО В.И.

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ПЕЛЬТЬЕ

МУЗЫКАНТОВА К.С., ФИРСОВА В.В.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕКАРЧИК О.А.

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И ПОЛЬЗОВАНИЯ ТОНОМЕТРАМИ

ДРУТЕЙКА Я.М., ЛЕВЧУК М.А.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ЭКВИВАЛЕНТНОГО ГЕНЕРАТОРА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ОДУ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

ФЕДЬКИН В.А., МЫТНИК Д.О.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Ф.-М.Н., ДОЦЕНТ ГОРОШКО В.И.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

РЕКИШ А.А., ПУТРАШ Д.В.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ЗЕЛЕНКО В.В.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОТЛЫ

МАЛАЩУК А.М., ЕГОЩЕНКОВ И.Н.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕКАРЧИК О.А.

НЕКОТОРЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

КУЛЕШОВА В.С., МАКСИМОВА И.Е.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

КОТОВИЧ А.С., ПОБЫВАНЕЦ М.А.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ЗЕЛЕНКО В.В.

ТРОТУАРНАЯ ПЛИТКА, ГЕНЕРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ПРИ ПОМОЩИ ПЕШЕХОДОВ

АВРАМЧИК Ю.И., АВИЖА А.В.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕКАРЧИК О.А.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

МАКЕЕВ А.А. НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.

СЕНСОРНЫЕ ЭКРАНЫ

ГЛОТОВА И.Ю.
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ GERMANOVICH E.I.

SOLAROAD

КАРАСЁВА А.В., КАЦУБО В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель ПЕКАРЧИК О.А.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

ДЕРЕВЯГО Т.М., ТЕРЕШКО Д.А.

Научный руководитель – старший преподаватель МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А.

УСТРОЙСТВО ЛАЗЕРНОГО ПРИНТЕРА

ХВИТЬКО К.В.

Научный руководитель – старший преподаватель GERMANOVICH E.I.

КОСМИЧЕСКАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

ПАНКЕВИЧ В.И., СКИЦУНОВА И.А.

Научный руководитель – старший преподаватель ПЕКАРЧИК О.А.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ВАРИСТОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

ДЕРЕВЯГО Т.М., ТЕРЕШКО Д.А.

Научный руководитель – старший преподаватель МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А.

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

ЛАПШИНА Т.С.

Научный руководитель – старший преподаватель НОВИКОВА Л.И.

НЕОБЫЧНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ИВАНОВА О.А., БОЛБАС И.А.

Научный руководитель – старший преподаватель ПЕКАРЧИК О.А.

СПОСОБЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В ЛИНЕЙНЫХ УСТРОЙСТВАХ

ЛАБАНОВСКАЯ С.П., КУРНЕВИЧ В.И.

Научный руководитель – старший преподаватель МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А.

ИНТЕРЕСНОЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ

КОБЫЛЯК В.А.

Научный руководитель – старший преподаватель НОВИКОВА Л.И.

ПРОБЛЕМА ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И СПОСОБЫ ЕЁ РЕШЕНИЯ

Научный руководитель – старший преподаватель ПЕКАРЧИК О.А.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ТУННЕЛЬНЫХ ДИОДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

ЦВИРКО Ю.В., ИОНКИНА А.С.

Научный руководитель – старший преподаватель МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

БЫКОВИЧ Е.А.

Научный руководитель – старший преподаватель НОВИКОВА Л.И.

СИСТЕМНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БОЙКО Е.Г., ЛАЗАРЬ А.С.

Научный руководитель – старший преподаватель ПЕКАРЧИК О.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТРОНОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

ПОТАПЧУК А.Ю., САФОНОВА А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А.

ТЕПЛОВИЗОРЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

КУЛАКОВ В.М., МОСЕВИЧ С.В.

Научный руководитель – старший преподаватель ПЕКАРЧИК О.А.

**ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ С ПОМОЩЬЮ
ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

КАЗЛЕНКО Г.Ю.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А.

НАВЕДЁННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

БУШКОВ П.Е.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ПЕКАРЧИК О.А.

СПОСОБЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В ИМПУЛЬСНЫХ БЛОКАХ ПИТАНИЯ

ЛАБАНОВСКАЯ С.П., КУРНЕВИЧ В.И.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЫЦЕВИЧ Г.А.

УДК 621.316.35

АВИАЦИОННЫЕ ЗАГРАДИТЕЛЬНЫЕ ШАРЫ-МАРКЕРЫ

Абраменко М.В., магистрант

Научный руководитель – к.т.н., доцент Бладыко Ю.В.

Авиационные заградительные шары-маркеры служат для маркировки высоковольтных проводов с целью визуального предупреждения пилотов гражданской и военной авиации о наличии линий электропередач, в особенности, проходящих через водные препятствия и ущелья. Авиационные заградительные шары для ВЛ отчетливо видны на фоне любой местности.

Это «визуальные средства» для маркировки линий электропередач, шары размещают контрастной окраски и с подсветкой в ночное время. Их вешают для того, чтобы пилоты низколетящих авиасудов видели и ориентировались относительно проводов.

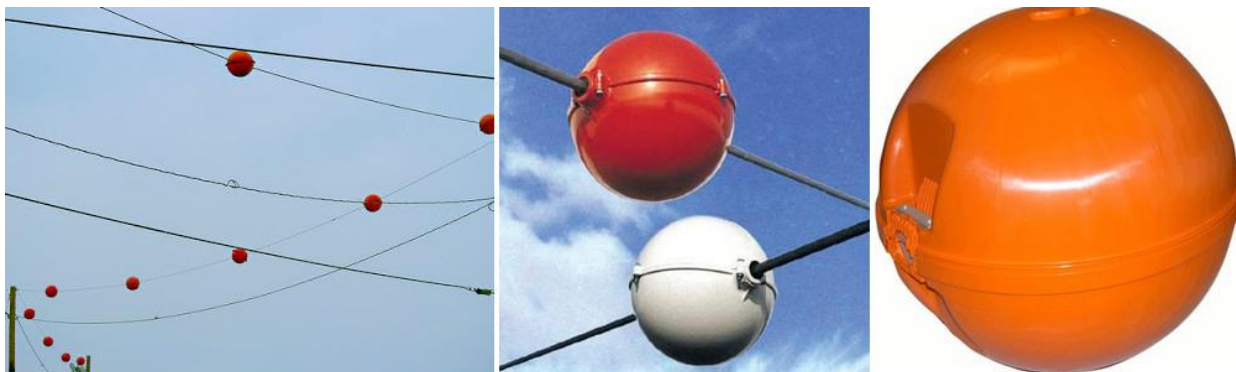


Рисунок 1. Маркеры проводов SP 43

Устанавливаются на пересечениях водных путей, автомобильных дорог, местах миграции птиц и вблизи аэропортов. Предотвращают схлестывание проводов.

Легко устанавливаются на линии при помощи любой стандартной оперативной штанги, например, СТ 48. Используются на проводах А, АС, ААС, АААС, АСРС и стальных проводах. Маркеры проводов изготовлены из пластмассы, стойкой к атмосферным осадкам и ультрафиолетовому излучению.

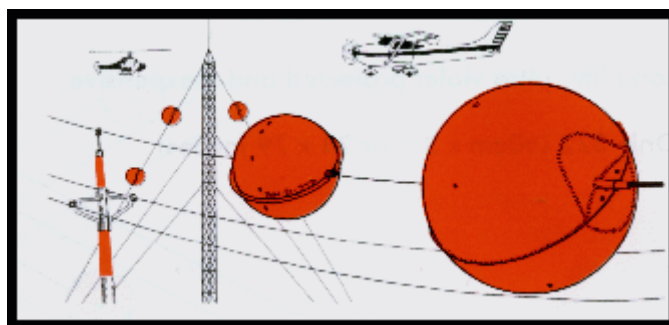


Рисунок 2. Заградительные авиационные шары SP 48

Заградительные авиационные шары привлекают внимание к воздушным линиям электропередач, на которых они подвешены. Диаметр шаров 600 мм. Шары выполнены в комбинации из трех цветов. Монтаж легко производить с подъемного транспортного средства. Шар состоит из двух полушарий и монтажной планки, которые прикрепляются к проводам с помощью ответвительного зажима.

Шары-маркеры «ШМ-600» предназначены для обеспечения безопасности полетов воздушных судов вблизи ЛЭП в дневное время. Устанавливаются на проводах и тросах ЛЭП до 500 кВ включительно для их обозначения на пересечениях водных путей, автомобильных

дорог, местах миграции птиц и в окрестности аэропортов. Цвет маркировочных шаров, подобран так, чтобы маркер был хорошо различим пилотами судов малой авиации на фоне окружающего ландшафта в светлое время суток.

Характеристики:

- артикул: «ШМ-600» ТУ 3449-003-69016606-2016;
- типоразмер: диаметр 600 мм;
- полусферы выполняются в трех цветах: красном, оранжевом и белом, возможна комбинация двух полусфер разного цвета;
- шары устойчивы к ультрафиолету, климатическому старению, тепловым нагрузкам;
- имеют эластомерный зажим, не повреждают провод, испытаны на проскальзывание провода в зажиме;
- обеспечена стабильность цветовых характеристик в течение всего срока службы, что подтверждено протоколами испытания.

Шар-маркер изготавливается из стеклонаполненного полиамида. Состоит из двух полусфер, которые монтируются к грозозащитному тросу или ОКГТ диаметром 9 – 20 мм. Крепление полусфер к тросу осуществляется с двух сторон через резиновые втулки с затяжкой болтов М10.

Согласно ПУЭ, ЛЭП любого напряжения с высотой опор 50 м и более, а также ЛЭП от 220 кВ, независимо от высоты опор в местах пересечения с линейными ориентирами, нужно маркировать через каждые 100 м шарами белого, красного или желто-горячего цвета, с двух сторон от места пересечения ЛЭП на расстояние не менее чем 500 м.

В окрестностях аэропортов, как правило, шары устанавливаются на расстоянии 32 м друг от друга и на расстоянии 52,5 м вне аэропортов.

Для надежной защиты ЛЭП при установке авиационных шаров рекомендовано проводить анализ мест установки шаров совместно с многочастотными гасителями вибрации.



Рисунок 3. Модификация маркировочного шара с интегрированным в его корпус заградительным огнём низкой интенсивности типа «А»

Передовые технологии, реализованные при проектировании и производстве систем предупреждения пилотов, позволяют достичь максимальной эффективности как с точки зрения визуальной информативности, так и с позиции технологичности при монтаже и эксплуатации.

Уникальная разработка авиационных маркеров российского производителя является практической реализацией внедрения программ импортозамещения.



Рисунок 4. Маркеры для воздушных линий электропередачи

Шар-маркер изготовлен из армированного стекловолокном пластика и покрыт специальным составом, защищающим от ультрафиолета и выцветания.

Авиационные маркеры для ЛЭП выпускаются в белом, красном и оранжевом исполнении. Заградительные шары располагаются на самом высоком проводе (тросе) воздушной линии и устанавливаются по чередующейся цветовой схеме из белых и красных либо белых и оранжевых шаров, что обеспечивает их наилучшую видимость.

Преимущества:

- пластик, армированный стекловолокном, — высокопрочный материал, стойкий к различным атмосферным явлениям и перепадам температур. Климатическое исполнение соответствует УХЛ1;
 - зажимы креплений изготовлены из коррозионностойкого материала;
 - размеры проводных зажимов подходят для проводов ЛЭП и тросов всех существующих диаметров;
 - отверстия для слива воды предотвращают накопление конденсата внутри шаров.
- конструктивные особенности комплектующих снижают стоимость транспортировки шаров в разобранном виде;
- специально разработанный спиральный протектор, на который устанавливается шар, обеспечивает защиту и сохранность провода (троса);
- для крепления на ОКГТ применяются неопреновые вставки;
- шары-маркеры не требуют обслуживания на протяжении всего срока эксплуатации.

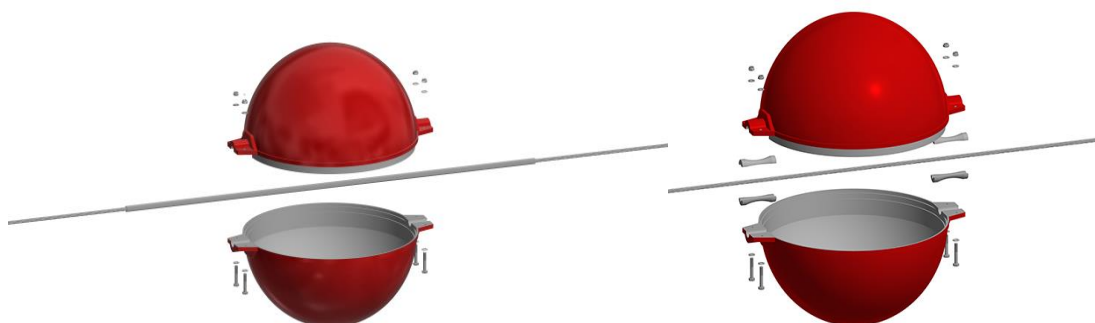


Рисунок 5. Виды крепления шаров-маркеров

Применение:

- Вантовые тросы, поддерживающие мачты с оттяжками.
- Магистральные ВЛ.
- Распределительные сети.

Таблица 1-Технические характеристики

Эксплуатационные характеристики	
Видимое расстояние	1200 метров
Напряжение линии	35 кВ – 1150 кВ
Диаметр проводника	8-27 мм
Ветровой район	I-VII
Механическая конструкция	
Исполнение	УХЛ1
Цвет	оранжевый, красный, белый
Материал шара	пластик, армированный стекловолокном
Диаметр	600 мм
Вес	4,5 кг
Толщина	2,5 мм
Отверстия для слива воды	Имеются
Опционально:	• Спиральная арматура • Комбинированный цвет шара
Срок службы	40 лет
Гарантия	5 лет

Таблица 2-Артикульные коды

Марка заградительного шара	Диаметр провода (троса), мм
Ш8-N	8,0 ÷ 12,0
Ш12-N	12,1 ÷ 16,0
Ш16-N	16,1 ÷ 20,0
Ш20-N	20,1 ÷ 23,0
Ш23-N	23,1 ÷ 27,0

где N – цвет шара: белый (Б), оранжевый (О) или красный (К).

Например, Ш8-Б значит: заградительный шар, диапазон диаметров провода (троса) 8-12 мм, цвет белый.

Согласно рекомендациям ИКАО «Безопасность полетов на малых высотах по правилам визуальных полетов в значительной мере зависит от того, способен ли пилот вовремя увидеть какой-нибудь объект, который может стать препятствием на пути воздушного судна, чтобы располагать достаточным временем для выполнения маневра уклонения без поспешности и в управляемом режиме». Шары применяются для обозначения ВЛ в дневное время, в виде размещения шаров с определенным интервалом вдоль линии электропередач. Шары-маркеры, изготавливаются и устанавливаются на воздушных линиях согласно рекомендациям ИКАО «Руководство по проектированию аэродромов. Часть 4. Визуальные средства», ПУЭ «Сближение ВЛ с аэродромами и вертодромами».

Согласно ПУЭ, ЛЭП любого напряжения с высотой опор 50 м и более, а также ЛЭП от 220 кВ, независимо от высоты опор в местах пересечения с линейными ориентирами, нужно маркировать через каждые 100 м шарами белого, красного или желто-горячего цвета, с двух сторон от места пересечения ЛЭП на расстояние не менее чем 500 м. В окрестностях аэропортов, как правило, шары устанавливаются на расстоянии 32 м друг от друга и на расстоянии 52,5 м вне аэропортов.

В целях повышения надежности при установке шаров заказчик должен предоставить сведения о нормативном документе (ГОСТ, ТУ и т.п.) и материале изготовления проводов (тросов).

Стандарты:

- СТО ПАО "Россети" 34.01-22-012-2016, 34.01-22-013-2016 «Маркеры для воздушных линий электропередачи»
- СТО ОАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.240.55.192-2014 «Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35-750 кВ»
- ИКАО, «Приложение 14. Аэродромы. Том 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов», 4-е издание, июль 2014г.
- ГОСТ Р 51177-98 «Арматура линейная. Общие технические условия»

Расчет механических напряжений и стрел провеса проводов с шарами возможен при представлении проводов гибкой упругой нитью, что позволяет решить задачу учета упругих и температурных удлинений провода в различных режимах климатических воздействий. Поэтому в основу разработанного в БНТУ векторно-параметрического метода механического расчета проводов распределительных устройств и проводов воздушных линий положена расчетная модель проводов в виде гибкой упругой нити [1]. Учесть сосредоточенные нагрузки от шаров позволяет разработанная по этому алгоритму программа расчета статики проводов.

Литература

1. Анализ действия гололедно-ветровых и электродинамических нагрузок в пролетах с произвольным расположением проводов / И.И. Сергей, Ю.В. Бладыко, Е.Г. Пономаренко, Б.Д. Цемехман, В.Е. Тарасов // Энергетика – Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2012. – № 1. – С. 38–44.

УДК 621.311

ТРАНСФОРМАТОРЫ

Веракса Р.В., Камыш В.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.

Трансформаторы получили широкое практическое применение при передаче электрической энергии на большие расстояния, для распределения энергии между ее приемниками и в различных выпрямительных, сигнальных, усилительных и других устройствах.

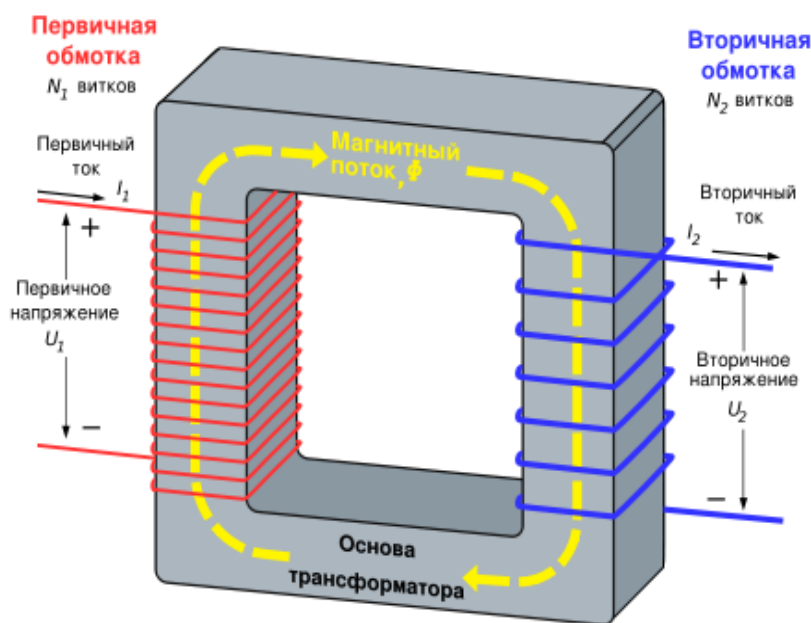


Рисунок 1. Принцип действия трансформатора

Трансформатор - статический электромагнитный аппарат с двумя (или больше) обмотками, предназначенный для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения.

Принцип действия трансформатора.

Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. Если первичную обмотку трансформатора включить в сеть источника переменного тока, то по ней будет проходить переменный ток, который возбудит в сердечнике трансформатора переменный магнитный поток. Магнитный поток, пронизывая витки вторичной обмотки трансформатора, индуцирует в этой обмотке ЭДС. Под действием этой ЭДС по вторичной обмотке и через приемник энергии будет протекать ток. Так электрическая энергия, трансформируясь, передается из первичной цепи во вторичную, но при другом напряжении. На которое рассчитан приемник энергии, включенный во вторичную цепь. Для улучшения магнитной связи между первичной и вторичной обмотками их помещают на стальном магнитопроводе. Для уменьшения потерь от вихревых токов магнитопроводы трансформаторов собирают из тонких пластин [4].

Виды трансформаторов:

1. Автотрансформаторы
2. Однофазные трансформаторы
3. Трёхфазные трансформаторы
4. Измерительные трансформаторы
5. Трансформатор Тесла

Автотрансформаторы

Одной из разновидностей низкочастотного трансформатора является автотрансформатор, у которого вторичная обмотка является частью первичной или первичная является частью вторичной. То есть в автотрансформаторе обмотки связаны не только магнитно, но и электрически. Несколько выводов делаются от единственной обмотки, и позволяют всего с одной обмотки получить различное напряжение. Главное преимущество автотрансформатора — меньшая стоимость, поскольку расходуется меньше провода для обмоток, меньше стали для сердечника, в итоге и вес получается меньше, чем у обычного трансформатора. Недостаток — отсутствие гальванической развязки обмоток.

Автотрансформаторы находят применение в устройствах автоматического управления, а также широко используются в высоковольтных электросетях. Трехфазные автотрансформаторы с соединением обмоток в треугольник либо в звезду в электрических сетях весьма востребованы сегодня [1].

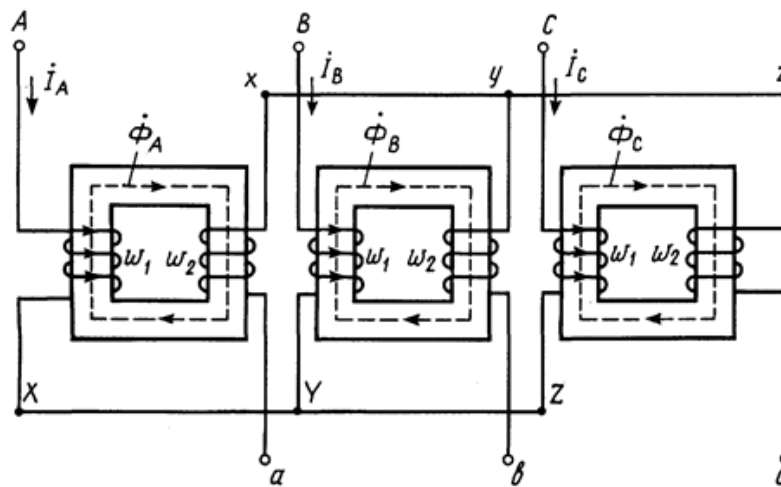


Рисунок 2. Схема трехфазного трансформатора

Трехфазные трансформаторы

Трансформирование в трехфазной цепи может быть осуществлено либо группой, состоящей из трех однофазных трансформаторов, либо одним трехфазным трансформатором. В обоих случаях обмотки фаз высшего и низшего напряжений могут соединяться звездой или треугольником.

Измерительные трансформаторы напряжения и тока используются для подключения измерительных приборов в цепи высокого напряжения и больших токов, а также используются как обычные двухобмоточные трансформаторы [3].

Трансформатор Тесла.

Возможно это единственное из изобретений Тесла, носящих его имя сегодня. Это - устройство, производящее высокое напряжение при высокой частоте. Оно использовалось Теслой в нескольких размерах и вариациях для его экспериментов. Трансформатор Тесла, также известный как катушка Тесла, используется сегодня в различных применениях в радио и телевидении.

Принцип работы Трансформатора Тесла.

Трансформатор Тесла состоит из двух обмоток – первичной (L_p) и вторичной (L_s) (их чаще называют “первичка” и “вторичка”). К первичной обмотке подводится переменное напряжение, и она создает магнитное поле. При помощи этого поля энергия из первичной обмотки передается во вторичную. В этом трансформатор тесла очень похож на самый обычный “железный” трансформатор.

Вторичная обмотка вместе с собственной паразитной (C_s) емкостью образуют колебательный контур, который накапливает переданную ему энергию. Часть времени вся

энергия в колебательном контуре храниться в виде напряжения. Таким образом, чем больше энергии мы вкачаем в контур, тем больше напряжения получим.

Область применения трансформатора Тесла.

Трансформатор использовался Теслой для генерации и распространения электрических колебаний, направленных на управление устройствами на расстоянии без проводов (радиоуправление), беспроводной передачи данных (радио) и беспроводной передачи энергии. В начале XX века трансформатор Тесла также нашёл популярное использование в медицине. Пациентов обрабатывали слабыми высокочастотными токами, которые протекая по тонкому слою поверхности кожи не причиняли вреда внутренним органам (см.: скин-эффект, Дарсонвализация), оказывая при этом «тонизирующее» и «оздоравливающее» влияние.

В наши дни трансформатор Тесла не имеет широкого практического применения. Он изготавливается многими любителями высоковольтной техники и сопровождающих её работу эффектов. Также он иногда используется для поджига газоразрядных ламп и для поиска течей в вакуумных системах.

Конструкция трансформаторов.

Конструктивное исполнение трансформатора зависит от его назначения и области применения. Однако почти все трансформаторы имеют одни и те же главные конструктивные элементы — магнитную систему и обмотки. Наиболее широко применяются силовые трансформаторы, которые служат для передачи электрической энергии и распределения её между потребителями.

Элементы обмотки.

Основным элементом обмотки является виток, который выполняется одним или группой параллельных проводов. Ряд витков на цилиндрической поверхности называется слоем. Витки могут группироваться в катушки. По направлению намотки обмотки делятся на правые и левые подобно резьбе винта. Большинство обмоток трансформаторов выполняются с левой намоткой для удобства изготовления.

Разновидности обмоток.

Определяющими для конструкции обмотки являются число витков, сечение витка и класс напряжения. По способу размещения обмоток на стержне различают обмотки концентрические и дисковые или чередующиеся. По конструктивно-технологическим признакам обмотки делятся на следующие основные типы: цилиндрические, винтовые и непрерывные. Обмотки каждого из этих типов могут подразделяться на одно- или многослойные цилиндрические, одно- или многоходовые винтовые, дисковые, переплетенные. В мощных трансформаторах, предназначенных для питания электропечей, применяют обмотки из листовой меди или алюминия, а также кованые катушки, выполненные из шинной меди или алюминия.

Трансформаторы применяются в электросетях и источниках электропитания.

Катушки Роговского.

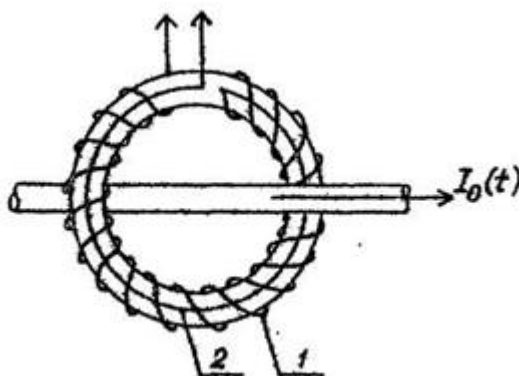


Рисунок 3. Катушка Роговского

Катушка Роговского создается в виде длинного соленоида с равномерной намоткой и произвольными замкнутыми формами. Один из выводов катушки приводится к другому по оси соленоида. Прибор назван в честь ученого Вальтера Роговского. Для наружного пояса Роговского характерна пропорциональность электродвижущей силы изменению тока.

Катушка Роговского применяется в измерительной технике в качестве трансформатора электрического тока, например, в счетчиках для измерения количества электроэнергии. Так же катушка находит свое постоянное применение в измерении повышенных значений токов, а также весьма полезна при создании гальванической развязки между измеряющим устройством и измеряемой цепью. Выходное напряжение соответствует напряжению в измеряемой цепи с точностью до константы.

К недостаткам устройства можно отнести его большое волновое сопротивление, малую чувствительность и большую продолжительность нарастания сигналов на выходе. Эти нюансы затрудняют процесс измерения коротких импульсов с наносекундным фронтом.

Сварочные трансформаторы.

Сварочные трансформаторы незаменимы для ручной дуговой и некоторых видов промышленной сварки.

Это устройства, предназначенные для преобразования напряжения из общегородской сети в оптимальное для сварочного аппарата.

Трансформатор для сварки понижает напряжение до напряжения холостого хода и обеспечивает бесперебойную работу такого аппарата.

Принцип работы сварочного трансформатора заключается в постепенном понижении напряжения до 60-80В, повышении силы тока до 40-500А (или больших значений в профессиональных моделях) и поддержании переменного тока.

В основе этого процесса лежит простейший принцип электромагнитной индукции: разница между количеством витков в первичной и вторичной обмотке определяет коэффициент преобразования, а возможность управления рассеиванием магнитного поля путем перемещения подвижных частей прибора позволяет регулировать выходное напряжение.

Проходящий по магнитопроводу ток создает переменное напряжение в каждом витке катушки, которое на выходе суммируется в оптимальное напряжение.

Электропечные трансформаторы.

Трансформаторы этого типа применяются в сталеплавильной и металлургической промышленности. Среди основных характеристик данного типа трансформаторов – большой ток вторичных обмоток (ток электрода до 90 кА для стали и до 160 кА для ферросплава), а также широкий диапазон напряжения вторичной обмотки. Напряжение вторичной обмотки, как правило, регулируется при помощи переключателя числа витков под нагрузкой (РПН), включенного в цепь высоковольтной обмотки или в промежуточной цепи конструкции из двух сердечников, расположенных в баке трансформатора [2].

Литература

1. Автотрансформаторы – устройство, принцип действия, достоинства и недостатки [Электронный ресурс] URL: <http://electricalschool.info/main/osnovy/538-avtotransformatory.html> (дата обращения: 09.04.2017).
2. Особенности конструкции и работы электропечных трансформаторов [Электронный ресурс] URL: <http://leg.co.ua/transformatory/praktika/osobennosti-konstrukcii-i-raboty-elektroprechnyh-transformatorov.html> (дата обращения: 09.04.2017).
3. Сапожников А. В. Конструирование трансформаторов. М.: Госэнергоиздат. 1959. Электрические машины: Трансформаторы: Учебное пособие для электромеханических специальностей вузов/Б. Н.
4. Трансформаторы: назначение, классификация, номинальные данные трансформаторов [Электронный ресурс] URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/maschiny/429-transformatory-naznachenie.html> (дата обращения: 09.04.2017).

УДК 621.3

МЕТОДИКА СОСТАВЛЕНИЯ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ

Кохнюк С.А., Рысик А.Н., Николаева Т.А.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Горошко В.И.

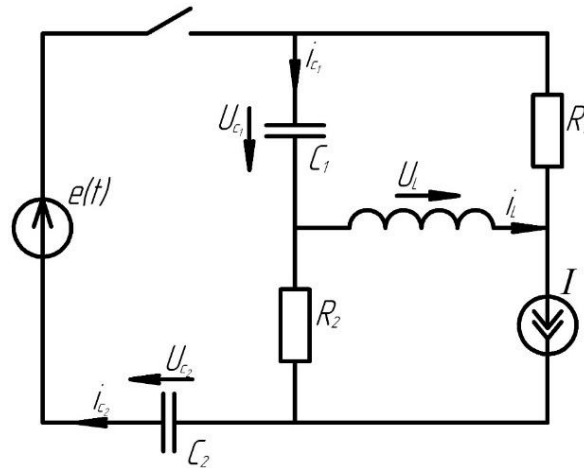


Рисунок 1. Исходная схема

Рассчитать переменные: u_{C1} , u_{C2} , i_L .

Стандартный метод составления системы дифференциальных уравнений громоздок. Он требует по законам Кирхгофа составить систему из пяти уравнений и затем исключить лишние неизвестные.

Мы предлагаем другой подход для получения системы уравнений. Для этого вводим переменные u_{C1} , u_{C2} , i_L . Их называют переменными состояния

Уравнения состояния находим в виде одного матричного уравнения.

- 1) Введем вектор переменных состояния $\mathbf{X}$, и вектор источников $\mathbf{V}$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} u_{C1} \\ u_{C2} \\ i_L \end{bmatrix} \quad \mathbf{V} = \begin{bmatrix} e \\ I \end{bmatrix}$$

- 2) Уравнение состояния

$$\dot{\mathbf{X}} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{B}\mathbf{V}$$

- 3) Вначале составим вспомогательное матричное уравнение для смежных переменных $\mathbf{Z}$

$$\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} i_{C1} \\ i_{C2} \\ u_L \end{bmatrix}$$

- 4) Составляем матричное уравнение

$$\mathbf{Z} = \mathbf{M}\mathbf{X} + \mathbf{N}\mathbf{V}$$

5) Вспомогательные матрицы **M** и **N**

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} \end{bmatrix} \quad \mathbf{N} = \begin{bmatrix} N_{11} & N_{12} \\ N_{21} & N_{22} \\ N_{31} & N_{32} \end{bmatrix}$$

Таблица 1 – Коэффициенты матриц **M** и **N**

	u_{c_1}	u_{c_2}	i_L	e	I
i_{c_1}	M_{11}	M_{12}	M_{13}	N_{11}	N_{12}
i_{c_2}	M_{21}	M_{22}	M_{23}	N_{21}	N_{22}
u_L	M_{31}	M_{32}	M_{33}	N_{31}	N_{32}

Для нахождения коэффициентов матриц **M** и **N** применяем метод наложения.

Метод наложения

Рассмотрим 5 схем. Замещаем напряжения u_{c_1} , u_{c_2} на ЭДС, а i_L – на источник тока. Итого 5 источников. Поочередно активируем один источник, а остальные обнуляем.

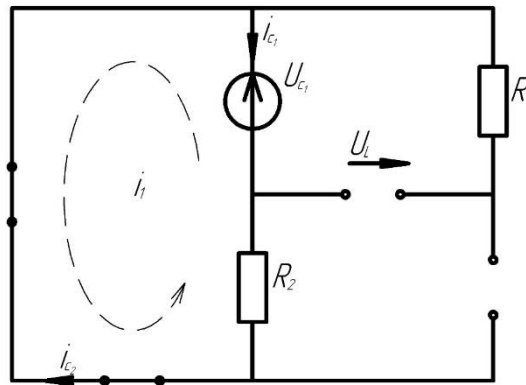


Рисунок 2. Схема 1

$$i_1 = \frac{u_{c_1}}{R_2}$$

$$i_{c_1} = -i_1 = -\frac{1}{R_2} u_{c_1} = M_{11} u_{c_1}$$

$$i_{c_2} = -i_1 = -\frac{1}{R_2} u_{c_1} = M_{21} u_{c_1}$$

$$u_L + 0 = -u_{c_1}$$

$$u_L = -u_{c_1} = M_{31} u_{c_1}$$

Заносим M_{11} , M_{21} , M_{31} в таблицу 1.

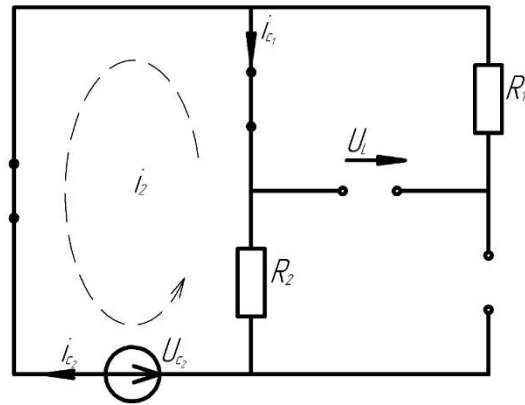


Рисунок 3. Схема 2

$$i_2 = \frac{u_{c_2}}{R_2}$$

$$i_{c_1} = -i_2 = -\frac{1}{R_2} u_{c_2} = M_{12} u_{c_2}$$

$$i_{c_2} = -i_2 = -\frac{1}{R_2} u_{c_2} = M_{22} u_{c_2}$$

$$u_L = 0$$

Заносим M_{12}, M_{22}, M_{32} в таблицу 1.

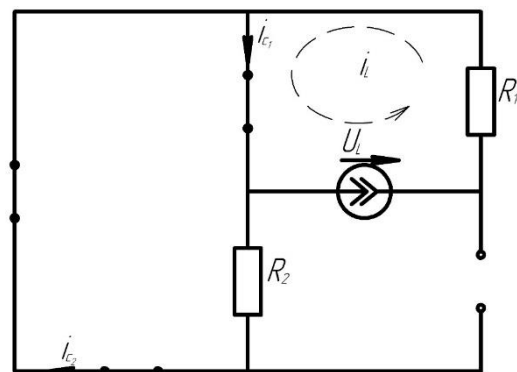


Рисунок 4. Схема 3

$$i_{c_1} = 1 \cdot i_L = M_{13} i_L$$

$$i_{c_2} = 0 \cdot i_L = M_{23} i_L$$

$$u_L = -R_1 i_L = M_{33} i_L$$

Заносим M_{13}, M_{23}, M_{33} в таблицу 1.

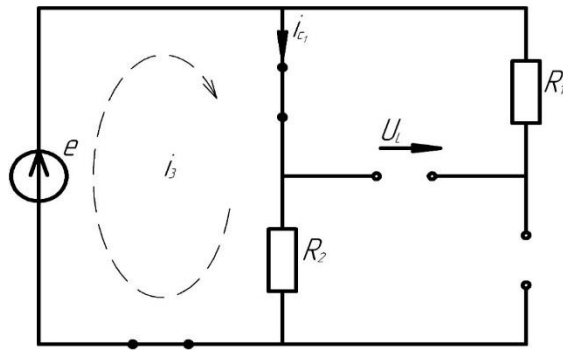


Рисунок 5. Схема 4

$$i_{C_1} = \frac{1}{R_2} e = N_{11} e$$

$$i_{C_2} = \frac{1}{R_2} e = N_{21} e$$

$$u_L = 0 \cdot e = N_{31} e$$

Заносим N_{11}, N_{21}, N_{31} в таблицу 1.

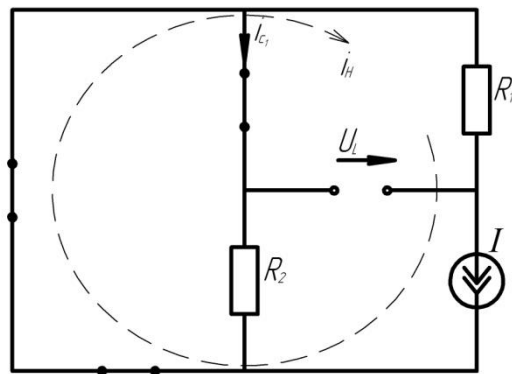


Рисунок 6. Схема 5

$$i_{C_1} = 0 \cdot I = N_{11} I$$

$$i_{C_2} = 1 \cdot I = N_{22} I$$

$$u_L - R_1 i_L = 0$$

$$u_L = R_1 I = N_{32} I$$

Заносим N_{12}, N_{22}, N_{32} в таблицу 1.

Таблица 2 – Полученные коэффициенты матриц $\mathbf{M}$ и $\mathbf{N}$

	u_{C_1}	u_{C_2}	i_L	e	I
i_{C_1}	$-\frac{1}{R_2}$	$-\frac{1}{R_2}$	1	$\frac{1}{R_2}$	0
i_{C_2}	$-\frac{1}{R_2}$	$-\frac{1}{R_2}$	0	$\frac{1}{R_2}$	1
u_L	-1	0	R_1	0	R_1

Получили коэффициенты матриц $\mathbf{M}$ и $\mathbf{N}$

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_2} & 1 \\ -\frac{1}{R_2} & -\frac{1}{R_2} & 0 \\ -1 & 0 & R_1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{N} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_2} & 0 \\ \frac{1}{R_2} & 1 \\ 0 & R_1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} i_{C_1} \\ i_{C_2} \\ u_L \end{bmatrix} = \mathbf{M} \begin{bmatrix} u_{C_1} \\ u_{C_2} \\ i_L \end{bmatrix} + \mathbf{N} \begin{bmatrix} e \\ I \end{bmatrix}$$

Поскольку $i_C = C u'_C$ $u_L = L i'_L$,

то получим

$$\begin{bmatrix} C_1 u'_{C_1} \\ C_2 u'_{C_2} \\ L i'_L \end{bmatrix} = \mathbf{M} \begin{bmatrix} u_{C_1} \\ u_{C_2} \\ i_L \end{bmatrix} + \mathbf{N} \begin{bmatrix} e \\ I \end{bmatrix}$$

Делим первое уравнение на C_1 , второе на C_2 , третье на L .
Элементы матриц $\mathbf{A}$ и $\mathbf{B}$ примут окончательный вид:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{R_2 C_1} & -\frac{1}{R_2 C_1} & \frac{1}{C_1} \\ -\frac{1}{R_2 C_2} & -\frac{1}{R_2 C_2} & 0 \\ \frac{-1}{L} & 0 & \frac{R_1}{L} \end{bmatrix} \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_2 C_1} & 0 \\ \frac{1}{R_2 C_2} & \frac{1}{C_2} \\ 0 & \frac{R_1}{L} \end{bmatrix}$$

В развернутом виде система ОДУ первого порядка принимает форму:

$$u'_{C_1} = A_{11} u_{C_1} + A_{12} u_{C_2} + A_{13} i_L + B_{11} e + B_{12} I$$

$$u'_{C_2} = A_{21} u_{C_1} + A_{22} u_{C_2} + A_{23} i_L + B_{21} e + B_{22} I$$

$$i'_L = A_{31} u_{C_1} + A_{32} u_{C_2} + A_{33} i_L + B_{31} e + B_{32} I$$

Выводы.

Предлагаемая методика позволяет исключить этап записи уравнений по законам Кирхгофа и сводится к анализу простых активно-резистивных схем.

УДК 621.3

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ ПЕЛЬТЬЕ

Музыкантова К.С., Фирсова В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Энергия из тепла человека

Принцип термоэлектрических генераторов, работающих на разнице температур, известен давно. Но лишь несколько лет назад технологии стали позволять использовать в качестве источника электроэнергии тепло человеческого тела. Группа исследователей из Корейского ведущего научно-технического института (KAIST) разработала генератор, встроенный в гибкую стеклянную пластинку. Такой гаджет позволит фитнес-браслетам подзаряжаться от тепла человеческой руки — например, в процессе бега, когда тело сильно нагревается и контрастирует с температурой окружающей среды. Корейский генератор размером 10 на 10 сантиметров может производить около 40 мВт энергии при температуре кожи в 31°C. Похожую технологию взяла за основу молодая Энн Макосински, придумавшая фонарик, заряжающийся от разницы температур воздуха и человеческого тела: девочка использовала открытый еще в девятнадцатом веке эффект Зеебека. Удивительно, но выделяемых кожей ладони 57 мВт тепла хватило на то, чтобы быть источником для термоэлектрического генератора (на элементах Пельтье) при температуре окружающей среды, отличающейся от температуры руки на 5°C, а получившийся фонарик способен выдавать свет интенсивностью 5 FC (около 55 люкс). Рассмотрим же, что представляет собой термоэлектрический модуль Пельтье.

Немного из истории

Явление возникновения термо-ЭДС было открыто немецким физиком Томасом Иоганном Зеебеком в далеком в 1821 году. А заключается это явление в том, что в замкнутой электрической цепи, состоящей из соединенных последовательно разнородных проводников, при условии, что их контакты находятся в условиях различных температур, возникает ЭДС. Данный эффект называют теперь просто термоэлектрическим эффектом. Если цепь состоит всего из пары разнородных проводников, то такая цепь называется термопарой. В 1834 году французский физик Жан Шарль Пельтье открыл обратный эффект. Он обнаружил, что при протекании электрического тока в цепи, состоящей из разнородных проводников, в местах контактов проводников поглощается или выделяется, в зависимости от направления тока, теплота. При этом количество поглощаемого тепла пропорционально току, проходящему через контакт проводников. Это явление известно теперь как эффект Пельтье. В сути эффекта Пельтье в 1838 году разобрался русский физик Эмилий Христианович Ленц. Он экспериментально проверил эффект Пельтье, поместив каплю воды на место сая образцов сурьмы и висмута. Когда Ленц пропускал через цепь электрический ток, вода превращалась в лед, но когда ученый изменил направление тока на противоположное, лед быстро растаял. Ученый установил таким образом, что при протекании тока не только выделялось джоулево тепло, но происходило также поглощение или выделение дополнительного тепла. Это дополнительное тепло получило название «тепло Пельтье».

Принцип работы термоэлектрических модулей

Наиболее сильно эффект Пельтье проявляется на контактах полупроводников с различным типом проводимости (р- или n-) или, другими словами, в р-n переходе. На языке классической физики объяснение эффекта Пельтье заключается во взаимодействии электронов проводимости, замедлившихся или ускорившихся в контактном потенциале р-n перехода, с тепловыми колебаниями атомов в массиве полупроводника. В результате, в зависимости от направления движения электронов (и, соответственно, тока) происходит нагрев или охлаждение участка полупроводника, непосредственно примыкающего к р-n переходу. Эффект Пельтье лежит в основе работы термоэлектрического модуля (ТЭМ). Единичным элементом ТЭМ является термопара, состоящая из одного проводника р-типа и одного проводника n-типа. При последовательном электрическом соединении нескольких

таких термопар теплота, поглощаемая на контакте типа n-p, выделяется на контакте типа p-n. В качестве материала элементов традиционно используются полупроводники на основе висмута, теллура, сурьмы и селена. Термоэлектрический модуль представляет собой совокупность таких термопар, обычно соединяемых между собой последовательно по току и параллельно по потоку теплоты. Термопары помещаются между двух плоских керамических пластин. Количество термопар может быть самым разнообразным – от 1 до 100, за счёт чего можно сделать элемент Пельтье практически с любыми показателями холодильных мощностей. При прохождении через ТЭМ постоянного электрического тока образуется перепад температур между его сторонами: одна пластина (холодная) охлаждается, а другая (горячая) нагревается. При использовании ТЭМ необходимо обеспечить эффективный отвод тепла с его горячей стороны, например, с помощью воздушного радиатора или водяного теплообменника. Если поддерживать температуру горячей стороны модуля на уровне температуры окружающей среды, то на холодной стороне можно получить температуру, которая будет на десятки градусов ниже. Степень охлаждения будет пропорциональна величине тока, проходящего через ТЭМ.

Применение.

В наше время элементы Пельтье активно применяются для: холодильников, кондиционеров, автомобильных охладителей, кулеров для воды, видеокарт ПК. Элементы Пельтье применяются в ситуациях, когда необходимо охлаждение с небольшой разницей температур, или энергетическая эффективность охладителя не важна. Элемент Пельтье получил широкое применение в различных холодильных системах, в том числе и среди холодильников и кондиционеров. Возможность достигать очень низких температур делает его превосходным решением для охлаждения электрических приборов или технического оборудования, подвергающегося нагреву. Сегодня разработчики применяют элементы Пельтье в акустических и звуковых системах, где они выполняют роль обычного куллера. Отсутствие интенсивных звуков делает процесс охлаждения практически бесшумным, что является прекрасным преимуществом элемента. В наше время подобная технология пользуется большой популярностью за счёт очень мощной теплоотдачи. К тому же, современные элементы Пельтье отличаются очень компактными габаритами, а их радиаторы способны хранить нужную температуру на протяжении длительного времени. Ещё одним преимуществом элементов Пельтье является их долговечность, т.к. они состоят из цельных неподвижных элементов, что уменьшает вероятность поломок. Сегодня можно легко приобрести модули Пельтье по относительно доступной цене. Наиболее популярны модули Пельтье типа TEC1-12706, содержащие 127 термопар, и рассчитанные на питание 12 В. Есть и более мощные модули Пельтье, например, TEC1-12715, рассчитанный на 133 Вт.

Литература

1. Принцип работы термоэлектрических модулей [Электронный ресурс]: URL: <http://www.symmetron.ru/suppliers/kryotherm/append3.shtml>
2. Термоэлектрический модуль Пельтье - устройство, принцип действия, характеристики [Электронный ресурс]: URL: <http://elektrik.info/main/fakty/1111-termoelektricheskiy-modul-pelte-ustroystvo-princip-deystviya.html>
3. Элементы пельтье своими руками [Электронный ресурс]: URL: <https://elektro.guru/elektrooborudovanie/avtonomnoe-elektrichestvo/elementy-pelte-svoimi-rukami.html>

УДК 62-791.2

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И ПОЛЬЗОВАНИЯ ТОНОМЕТРАМИ

Друтейка Я.М., Левчук М.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Тонометр – это устройство для измерения параметров сердечно-сосудистой системы – артериального давления крови и пульса человека и животных.

Первым хирургом, измерившим давление у человека, стал в 1856 г. Фавр. Ему удалось получить точные цифры при операции путем соединения ртутного манометра напрямую к артерии. Артерия в бедре показывала давление в 120 мм рт. ст., а в артериях и бронхах – в 115-120 мм рт. ст.

Прообразом современного тонометра стал сфигмоманометр австрийского доктора Самуэля З.К.Р. фон Баша, который он изобрел в 1881 г. Для измерения давления данным прибором на область пульсации крови клали резиновый мешочек, наполненный водой. Этот мешок должен был передавить артерию и полностью остановить пульсацию. Ртутный манометр измерял силу давления мешка на артерию, показатель которого и считался систолическим давлением человека.

Итальянцем С. Рива-Роччи в 1896 г. был изобретен способ измерения артериального давления, который используют по сей день. Разработанный им аппарат имеет схожий внешний вид со знакомым нам тонометром. Он состоял из манжеты, сделанной из специального нерастяжимого материала, с полым резиновым мешком внутри. Эта манжета опоясывала область плеча. Резиновая груша накачивала мешок внутри манжеты, которая другим концом была соединена с манометром. Мешок накачивался до тех пор, пока не пропадала пульсация. После, грушу понемногу отпускали и фиксировали тот показатель, при котором вновь начиналась пульсация. Это и считалось значением кровяного давления. Достаточно узкая манжета в 5 см давала некоторые неточности из-за появления областей повышенного давления. Однако в 1901 г. эта проблема была устранена Генрихом фон Реклингхаузенем путем увеличения манжеты до 12 см.

В 1905 г. известнейший русский хирург Коротков Н.С. предложил абсолютно новый метод измерения артериального давления, который стал настоящим прорывом в медицине и по сей день является основой для работы современного тонометра. В своей столь краткой речи из 280 слов в Императорской военно-медицинской академии Санкт-Петербурга он изложил свой метод определения диастолического и систолического давления с помощью звука. Его суть заключалась в прослушивании стетоскопом тонов, слышимых в области, расположенной чуть ниже от манжеты. Систолическим давлением предложено было считать давление в момент появления первых звуков, а диастолическим – в момент их исчезновения.

На протяжении целых 50-и лет тонометр Короткова оставался единственным прибором для измерения артериального давления для медиков всего мира. Только в 1965 г. американским терапевтом Сеймуром Лондоном был создан автоматический тонометр. Он был оснащен микрофоном вместо стетоскопа и компрессором вместо груши. Этот прибор самостоятельно качал рукав и слушал тоны, таким образом, исчисляя давление. Для подтверждения точности своего прибора Сеймур со своей супругой провели сравнительный эксперимент прямо на съезде Американской медицинской ассоциации. Целых 400 измерений показали, что данные механического и автоматического тонометров практически идентичны. Свое изобретение Сеймур запатентовал в 1996 г. в Америке, Франции, Италии и Германии.

Современные тонометры разделяются на:

- Механические.
- Полуавтоматические.
- Автоматические.

Самые распространенные – **механические тонометры** (рис. 1). У них нагнетание и стравливание воздуха производится механическим способом, т.е. с помощью резиновой груши.



Рисунок 1. Механический тонометр

Они и самые дешевые, и достаточно точные. Но людям с нарушениями слуха пользоваться ими не рекомендуется: им будет сложно уловить тоны, определяющие верхнее и нижнее давление. Между тем это единственный вид приборов, который позволяет измерять давление при наличии симптомов аритмии.

В комплект механических измерителей входят плечевая манжета, пневматический нагнетатель, фонендоскоп и манометр (ртутный или мембранный).

Принцип действия механических тонометров отличается от принципа работы электронных приборов и требует непосредственного участия человека на всех этапах процесса измерения.

Человеческий фактор вносит некоторую дополнительную погрешность в результаты измерения давления, величина которой напрямую зависит от профессионализма, измеряющего. При самостоятельном измерении для удобства рекомендуется тонометр со встроенной головкой фонендоскопа (безусловно, для специалистов – отдельно). Это облегчает процедуру самостоятельного измерения давления. К достоинствам механических тонометров можно отнести высокую надежность и низкую стоимость приборов.

Электронные полуавтоматические тонометры (рис. 2) сравнительно недороги, обладают высоким классом точности и блоком памяти.



Рисунок 2. Полуавтоматический тонометр

Тонометр содержит компрессионную манжету, датчик давления, датчик пульсовой волны, источник давления, блоки регистрации и индикации, дополнительный акустический датчик, полосовой фильтр, линейный выпрямитель, преобразователь напряжение – частота, счетчики, цифроаналоговые преобразователи, таймеры измерения, источники давления пульса.

Для измерения давления следует надеть на руку манжету и самостоятельно накачать грушей давление в манжету.

Прибор работает на батарейках, а показания высвечиваются на электронном дисплее. Полуавтоматические электронные тонометры предназначены как для индивидуального, так и для семейного использования, и позволяют быстро, просто и с высокой точностью измерить артериальное давление, а также определить частоту пульса.

Полностью автоматические тонометры (рис. 3) снабжены компрессором, при помощи которого достигается нужное давление в манжете.



Рисунок 3. Автоматический тонометр

Несмотря на свое многообразие, тонометры с автоматическим циклом измерения различных фирм-изготовителей очень близки по техническим параметрам – массе, габаритам, потребляемой мощности, погрешности измерения давления.

Автоматический (электронный) тонометр – это прибор с осциллометрической электронной измерительной системой, предназначенной для самостоятельного контроля уровня артериального давления и пульса. Измерения производятся путем подачи воздуха в манжету и автоматического измерения значений давления и пульса. Автоматический тонометр нужно только правильно расположить на теле и нажать на кнопку присоединенного устройства в виде небольшой коробочки с электронным дисплеем. Все остальное он сделает сам – встроенным компрессором накачает воздух, измерит давление и (в зависимости от марки и модели) может еще посчитать пульс и напомнить для сравнения предыдущие измерения, хранящиеся у него в памяти.

Кроме того, автоматические тонометры различаются по месту наложения манжеты на тонометры с манжетой на плечо и тонометры с манжетой на запястье.

Автоматические тонометры на запястье – это приборы для измерения уровня артериального давления, а также контроля частоты пульса (рис. 4).



Рисунок 4. Автоматический тонометр на запястье

Автоматические тонометры на запястье отличаются небольшим размером, компактностью, а потому подходят для измерения давления у людей с большим объемом руки или людям, ведущим активный образ жизни.

Принцип действия, простота и точность измерения аналогичны соответствующим характеристикам тонометров на плечо.

Высокая точность и надежность в сочетании с простотой управления делают процесс измерения давления с помощью автоматического тонометра легкодоступным и комфортным для человека.

Автоматические тонометры показывают высокую стабильность результатов измерения давления, погрешности не выходят за допустимые пределы. В руках опытного специалиста

механический тонометр – точнейший прибор, но у пользователя, не вполне владеющего техникой измерения (особенно если имеются проблемы со слухом или зрением), ценность полученных показателей может приближаться к нулю.

Для домашнего измерения лучше всего подойдут механические или полностью автоматические тонометры, т.к. они дают наиболее точный и стабильный результат независимо от того, кто ими пользуется. Если у пользователя имеются хорошие навыки измерения давления, если он не сомневается в том, что сможет точно соблюсти все правила измерения, а, кроме того, у него нет проблем со зрением или слухом, то лучший выбор – механический тонометр. Если все-таки имеются сомнения по поводу возможности измерять давление самостоятельно, то выбирать нужно – электронный тонометр.

Пожилым людям для самостоятельного измерения давления больше подходят автоматы, поскольку ручная накачка манжеты полуавтомата требует некоторых усилий. На это не обращают внимание сравнительно молодые и здоровые люди. Лицам, страдающим аритмией, также следует отдавать предпочтение автоматическим приборам с манжетой на плечо. Ограничения же могут быть связаны с размером манжеты (должен соответствовать охвату руки в области бицепса) или с некоторыми индивидуальными особенностями пациента. Обязательно нужно учитывать наличие заболеваний: после инфаркта, инсульта или при наличии аритмии прибор должен быть с функцией интеллектуальной чувствительности – системой *Intellsense*.

Поэтому, выбор тонометра на данном этапе больше зависит от опыта измерения давления и наличия заболеваний (аритмия, стенокардия) или их отсутствие

Стабильность результата и соответствие его позиционируемой точности

Точность измерений – это самый главный критерий в работе тонометра. Все приборы могут давать погрешность в пределах допустимого, что составляет ± 3 мм рт. ст. по уровню давления и ± 5 по пульсу. Также необходимо помнить, что разброс показаний может возникать из-за различных помех, создаваемых движениями руки или тела, окружающей обстановкой (например, стуком по столу), разговором во время измерения. Разброс в показаниях неизбежен, если измерения производить подряд. Необходимо делать перерыв между измерениями примерно 5-10 минут. При этом рекомендуется снимать манжету с руки. Это позволяет кровеносным сосудам восстановить эластичность. Необходимо правильно, плотно, но не туго накладывать манжету. Разные положения манжеты приводят к разбросу показаний. Не плотно одетая манжета также причина заниженных показаний.

Порядок работы с автоматическими тонометрами:

1. Включить прибор.
2. Закрепить на плече манжетку.
3. Нажать кнопку «пуск».

Основные правила при работе с автоматическими тонометрами: человек должен сидеть или лежать, манжетка должна быть закреплена на руке плотно, не допускается, чтобы она болталась или же была закреплена чрезмерно туго. Также в момент измерения нужно полностью расслабиться, совершенно недопустимо напрягать или шевелить руку, иначе результаты измерения окажутся недостоверными.

Литература

1. <http://medpribors.ru/tonometry/informatsiya-tonometr/printsip-raboty-tonometra>
2. <http://www.alpha-medica.ru/?pId=63&sid=506>
3. <http://www.microlife.by/products/hypertension/>
<https://ru.wikipedia.org/wiki/>

УДК 621.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ЭКВИВАЛЕНТНОГО ГЕНЕРАТОРА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ОДУ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Федькин В.А., Мытник Д.О.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Горошко В.И.

Для построения ОДУ разработано несколько способов: операторный, классический, метод эквивалентного генератора (МЭГ). Продемонстрируем эффективность МЭГ в сравнении с классическим.

Классический метод подразумевает построение системы уравнений для данной цепи по следующим этапам:

1. Найти независимые начальные условия, то есть, напряжения на ёмкостях и токи на индуктивностях в момент начала переходного процесса.

2. Далее необходимо составить систему уравнений на основе законов Кирхгофа, Ома, описывающих состояние цепи после коммутации, и исключением переменных получить одно дифференциальное уравнение, в общем случае неоднородное относительно искомого тока или напряжения. Для простых цепей получается дифференциальное уравнение первого или второго порядка, в котором в качестве искомой величины выбраны либо ток в индуктивном элементе, либо напряжение на емкостном элементе.

Сущность метода эквивалентного генератора заключается в следующем. Вся цепь относительно зажимов интересующего нас элемента представляется как активный двухполюсник, который заменяется эквивалентным генератором, к зажимам которого подключается интересующий нас элемент. В итоге получается простая неразветвленная цепь, ток в которой определяется по закону Ома.

ЭДС $E_{\text{э}}$ эквивалентного генератора и его внутреннее сопротивление $R_{\text{э}}$ находятся из режима холостого хода (рис. 1).

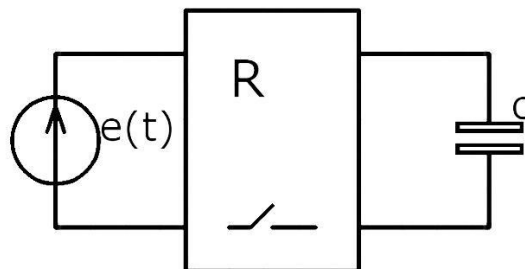


Рисунок 1. – Схема до применения МЭГ

У нас имеется электрическая цепь, состоящая из источника ЭДС $e(t)$, резистивного разветвленного участка и конденсатора C .

После применения МЭГ схема принимает следующий вид (рис. 2):

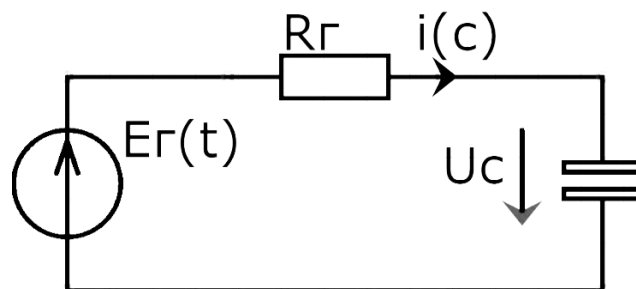


Рисунок 2. – Схема после применения МЭГ

По данной схеме составляем следующие уравнения:

$$R_r i_c + u_c = E_r(t) \quad (1)$$

где R_r – сопротивление генератора;

i_c – ток цепи;

U_c – напряжение на конденсаторе.

$$i_c = C u'_c \quad (2)$$

Из уравнений 1 и 2 можно составить дифференциальное уравнение:

$$R_r C u'_c + u_c = e_r(t), \quad (3)$$

где u'_c – производная величины u_c .

Уравнение (3) в операторном виде:

$$R_r C p u_c + u_c = e_r(t), \quad (4)$$

где величина $u_c(t)$ состоит из вынужденной и свободной составляющих:

$$u_c(t) = u_{c,вн} + u_{c,св}. \quad (5)$$

1. Для постоянного источника полагаем $p = 0$:

$$e(t) = E = \text{const} \rightarrow e_r(t) = E_r = \text{const} \rightarrow u_{c,вн} = \text{const} \text{ и } u'_c = 0.$$

Из формулы (3) в результате получаем:

$$u_{c,вн} = E_r$$

2. Для синусоидального источника полагаем $p = j\omega$:

$$e(t) = E_m \sin(\omega t + \psi_e) \hat{=} E_m e^{j\psi_e} \rightarrow \underline{E} = E_{rm} e^{j\psi_e},$$

откуда следует:

$$u_{c,вн}(t) = u_{cm} \sin(\omega t + \psi_c) \hat{=} U_{cm} e^{j\psi_c} = \underline{U}_{cm}.$$

Тогда формула (3) примет вид:

$$j\omega R_r C \underline{U}_{cm} + \underline{U}_{cm} = \underline{E}_{rm};$$

$$\underline{U}_{cm} = \underline{E}_{rm} / (1 + j\omega C R_r) \hat{=} U_{cm} \sin(\omega t + \psi_c).$$

3. Для экспоненциального источника полагаем $p = -\alpha$:

$$e(t) = E e^{-\alpha t} \rightarrow e_r = E_r e^{-\alpha t},$$

откуда следует:

$$u_{c, \text{вн}} = U_c e^{-\alpha t}.$$

Формула (3) примет вид:

$$R_r C(-\alpha) U_{c, \text{вн}} + u_{c, \text{вн}} = e_r(t)$$

$$u_{c, \text{вн}}(t) = e_r(t) / (1 - \alpha R_r C).$$

Продemonстрируем эффективность МЭГ на конкретном примере. Для этого рассмотрим произвольную электрическую цепь (рис. 3).

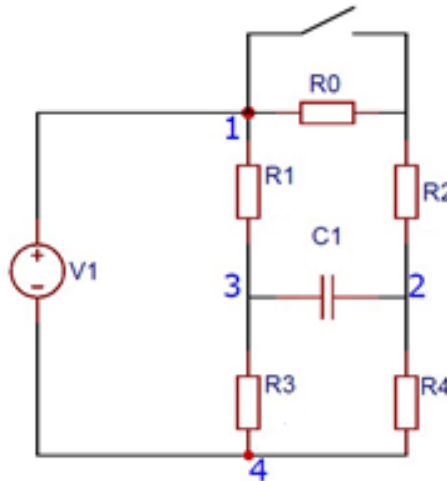


Рисунок 3. Разветвленная электрическая цепь

Для этой цепи, имеющей четыре узла, по классическому методу необходимо составить систему уравнений, содержащую шесть уравнений (три по ПЗК и три по ВЗК). Таким образом, классический метод в данном случае не эффективен.

Применим МЭГ:

Первым шагом следует определить напряжение холостого хода ($U_{\text{хх}}$) и сопротивление эквивалентного генератора (R_r).

1. Определение $u_{\text{хх}}$:

$$u_{\text{хх}} = E_r = -R_1 i_2 + R_2 i_3;$$

где $i_2 = e / (R_1 + R_3)$ и $i_3 = e / (R_2 + R_4)$

2. Определение R_r .

Для определения сопротивления эквивалентного генератора преобразуем схему и получаем окончательно:

$$R_r = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{(R_1 + R_2) + (R_3 + R_4)}.$$

В итоге получаем схему на рисунке 2.

Выводы.

На приведенном примере показана эффективность МЭГ при составлении ОДУ первого порядка для достаточно сложных электрических цепей.

Показана эффективность применения ОДУ для прямого расчета вынужденных составляющих для трех типов источников: постоянного, синусоидального и экспоненциального.

УДК 621.3.07

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

Рекиш А.А., Пуграш Д.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

Насос представляет собой гидравлическую машину, преобразующую механическую энергию приводного двигателя в энергию жидкости, создающую поток жидкой среды. Гидравлическая - значит, работающая с жидкостями. По принципу действия насосы классифицируются: на объёмные и динамические.

1. Объёмные насосы, в которых преобладают силы давления. В насосах объёмного типа жидкая среда перемещается путём периодического изменения объёма занимаемой ею камеры, попеременно сообщаемой со входом и выходом насоса.

2. Динамические насосы, в которых преобладают силы инерции.

Динамический насос, это насос, в котором жидкая среда перемещается под силовым воздействием на неё рабочего органа (колеса) в камере, постоянно сообщаемой со входом и выходом насоса. К динамическим насосам относятся: 1) лопастные: а) центробежные; б) осевые; 2) электромагнитные; 3) насосы трения: а) вихревые; б) шнековые; в) дисковые; г) струйные и др.

В системах водоснабжения и водоотведения наибольшее распространение нашли центробежные насосы. Работа этих насосов основана на принципе силового взаимодействия лопастей рабочего колеса насоса с обтекающим их потоком перекачиваемой жидкости. Основным рабочим органом центробежного насоса является рабочее колесо, которое свободно вращается в корпусе. При вращении колеса в потоке жидкости возникает разность давлений по обе стороны лопасти. Силы давления лопастей на поток создают вращательное движение жидкости, а под действием центробежных сил создается поступательное движение жидкости и увеличиваются ее давление и скорость. Рабочее колесо закреплено на валу, который служит проводником механической энергии двигателя.

Основные параметры лопастных насосов: ими являются подача Q - количество жидкости проходящая через насос за единицу времени, и напор H - давление перекачиваемой жидкости. Напор, создаваемый насосом, и расход жидкости (подача) зависят друг от друга. Эта зависимость может быть отражена графически в виде характеристики насоса $Q = f(H)$. Форма характеристики показывает зависимость напора и подачи жидкости - форм гидравлической энергии преобразованной из энергии электропривода с учетом КПД.

Характеристика насоса имеет форму падающей кривой. Работая при закрытом выходном клапане, насос создает максимальное давление (при нулевой подаче), жидкость имеет потенциальную энергию. Если изменяется скорость, то при постоянной геометрии рабочего колеса, одновременно меняется подача, давление и потребляемая мощность, согласно законам пропорции. Подача Q , обеспечиваемая насосом, изменяется пропорционально изменению скорости - $Q_1 = Q \cdot (n_1/n)$. Напор насоса H зависит от квадрата скорости $H_1 = H \cdot (n_1/n)^2$.

Основными потребителями электроэнергии в нашей стране являются производственные предприятия и объекты ЖКХ. Большая часть электроэнергии потребляется электроприводами насосов и вентиляторов. Стоимость электроэнергии в общей сумме эксплуатационных расходов на водопроводно-канализационных предприятиях в случае использования поверхностных вод составляет до 50%. При использовании подземных вод этот показатель увеличивается до 80%. Как показывает статистика, в процессе перекачки чистых и сточных вод нерационально расходуется от 15 до 50% энергии.

Для этих объектов подача и давление жидкости изменяются непрерывно в течение суток, максимальный расход наблюдается в утренние и вечерние часы, минимальный - в ночные часы. Использование насоса при постоянной частоте не экономично. А частый запуск-остановка, может быстро вывести из строя его. Для решения этих задач целесообразно оптимизировать режим работы насосной станции. Режимы работы

центробежных насосов энергетически наиболее эффективно регулировать путем изменения частоты вращения их рабочих колес. Частота вращения рабочих колес может быть изменена, если в качестве приводного двигателя используются регулируемый электропривод.

В насосных установках используются преимущественно двигатели переменного тока. Частота вращения электродвигателя переменного тока зависит от частоты питающего тока f , числа пар полюсов p и скольжения s . Изменив один или несколько из этих параметров можно изменить частоту вращения электродвигателя и сочлененного с ним насоса.

Основным элементом частотного электропривода является частотный преобразователь. В преобразователе постоянная частота питающей сети f_1 преобразуется в переменную f_2 . Пропорционально частоте f_2 изменяется частота вращения электродвигателя, подключенного к выходу преобразователя. С помощью частотного преобразователя практически неизменные сетевые параметры напряжение U_1 и частота f_1 преобразуются в изменяемые параметры U_2 и f_2 , требуемые для системы управления. Для обеспечения устойчивой работы электродвигателя, ограничения его перегрузки по току и магнитному потоку, поддержания высоких энергетических показателей в частотном преобразователе должно поддерживаться определенное соотношение между его входными и выходными параметрами, зависящее от вида механической характеристики насоса.

Частотные преобразователи с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) имеют высокие энергетические характеристики за счет того, что на выходе преобразователя обеспечивается форма кривых тока и напряжения, приближающаяся к синусоидальной. В последнее время наибольшее распространение получили частотные преобразователи на *IGBT*-модулях (биполярных транзисторах с изолированным затвором). *IGBT*-модуль является высокоэффективным ключевым элементом. Он обладает малым падением напряжения, высокой скоростью и малой мощностью переключения. Преобразователь частоты на *IGBT*-модулях с ШИМ и векторным алгоритмом управления асинхронным электродвигателем имеет преимущества по сравнению с другими типами преобразователей. Он характеризуется высоким значением коэффициента мощности во всем диапазоне изменения выходной частоты.

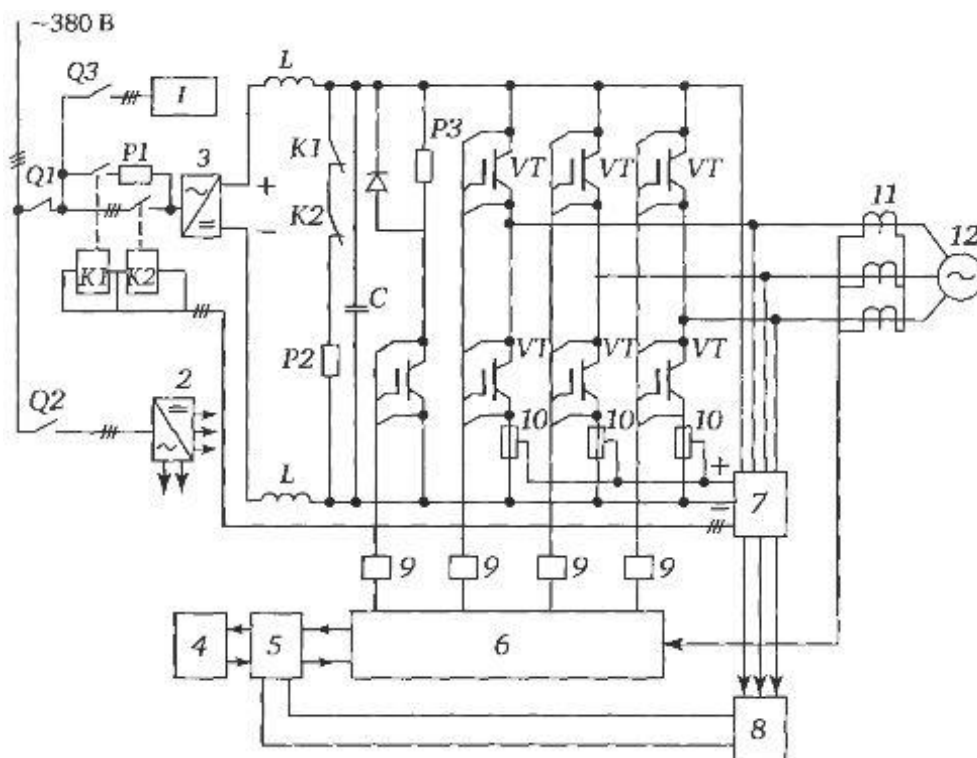


Рисунок 1. Схема частотного преобразователя на *IGBT*-модулях

Где 1 - блок вентиляторов; 2 - источник питания; 3 - выпрямитель неуправляемый; 4 - панель управления; 5 - плата пульта управления; 6 - ШИМ; 7 - блок преобразования напряжения; 8 - плата системы регулирования; 9 - драйверы; 10 - предохранители блока инвертора; 11 - датчики тока; 12 - асинхронный короткозамкнутый двигатель; Q_1, Q_2, Q_3 - выключатели силовой цепи, цепи управления и блока вентиляторов; K_1, K_2 - контакторы заряда конденсаторов и силовой цепи; C - блок конденсаторов; R_1, R_2, R_3 - резисторы ограничения тока заряда конденсаторов, разряда конденсаторов и узла слива; VT - силовые ключи инвертора (*IGBT*-модули).

На выходе частотного преобразователя формируется кривая напряжения (тока), несколько отличающаяся от синусоиды, содержащая высшие гармонические составляющие. Их наличие влечет за собой увеличение потерь в электродвигателе. По этой причине при работе электропривода на частотах вращения, близких к номинальной, происходит перегрузка электродвигателя. При работе на пониженных частотах вращения ухудшаются условия охлаждения самовентилируемых электродвигателей, применяемых в приводе насосов. Во избежание перегрузки электродвигателя необходимо или ограничить верхнее значение его частоты вращения, или оснастить привод более мощным электродвигателем. Последняя мера обязательна тогда, когда предусматривается работа насосного агрегата с частотой $f_2 > 50$ Гц. Ограничение верхнего значения частоты вращения двигателя осуществляется ограничением частоты f_2 до 48 Гц. Увеличение номинальной мощности приводного электродвигателя осуществляется с округлением до ближайшего стандартного значения.

Многие насосные установки состоят из нескольких агрегатов. Как правило, регулируемым электроприводом оборудуются не все агрегаты. Из двух-трех установленных агрегатов регулируемым электроприводом достаточно оснастить один. Если один преобразователь постоянно подключен к одному из агрегатов, имеет место неравномерное расходование их моторесурса, поскольку агрегат, оснащенный регулируемым приводом, используется в работе значительно большее время.

Для равномерного распределения нагрузки между всеми агрегатами, установленными на станции, разработаны станции группового управления, с помощью которых агрегаты могут поочередно подключаться к преобразователю. Станции управления изготавливаются обычно для низковольтных (380 В) агрегатов. Обычно низковольтные станции управления предназначены для управления двумя-тремя агрегатами. В состав низковольтных станций управления входят автоматические выключатели, обеспечивающие защиту от межфазных коротких замыканий и замыканий на землю, тепловые реле для защиты агрегатов от перегрузки, а также аппаратура управления (ключи, кнопочные посты и пр.).

Применение частотно-регулируемого привода позволяет существенно экономить электроэнергию, т. к. дает возможность использовать крупные насосные агрегаты в режиме малых подач. Благодаря этому можно, увеличив единичную мощность агрегатов, уменьшить их общее число, и как следствие, уменьшить габаритные размеры зданий, упростить гидравлическую схему станции, уменьшить число трубопроводной арматуры.

Таким образом, применение регулируемого электропривода в насосных установках позволяет наряду с экономией электроэнергии и воды уменьшить число насосных агрегатов, упростить гидравлическую схему станции, уменьшить строительные объемы здания насосной станции. В связи с этим возникают вторичные экономические эффекты: уменьшаются расходы на отопление, освещение и ремонт здания, приведенные затраты в зависимости от назначения станций и других конкретных условий могут быть сокращены на 20 - 50%.

В технической документации на преобразователи частоты указывается, что применение регулируемого электропривода в насосных установках позволяет экономить до 50% энергии, расходуемой на перекачку чистых и сточных вод, а сроки окупаемости составляют три - девять месяцев.

Вместе с тем расчеты и анализ эффективности регулируемого электропривода в действующих насосных установках показывает, что в небольших насосных установках с агрегатами мощностью до 75 кВт, особенно тогда, когда они работают с большой статической составляющей напора, оказывается нецелесообразным применение регулируемых электроприводов. В этих случаях можно использовать более простые системы регулирования с применением дросселирования, изменения числа работающих насосных агрегатов.

Применение регулируемого электропривода в системах автоматизации насосных установок, с одной стороны, уменьшает потребление энергии, с другой - требует дополнительных капитальных затрат, поэтому целесообразность применения регулируемого электропривода в насосных установках определяется сравнением приведенных затрат двух вариантов: базового и нового. За новый вариант принимается насосная установка, оснащенная регулируемым электроприводом, а за базовый - установка, агрегаты которой работают с постоянной частотой вращения.

Литература

1. Чебаевский В.Ф., Вишневский К.П., Накладов Н.Н., Кондратьев В.В., уч. Насосы и насосные станции - М.: Агропромиздат, 1989. - 416 с.
2. Фашиленко В.Н., уч. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок – М.: Горная книга, 2011. - 260 с.
3. Сайт electricalschool.info (школа для электрика) - <http://electricalschool.info/elprivod/1529-chastotno-reguliruemyjj-jelektroprivod.html>.

УДК 621.3

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОТЛЫ

Малашук А.М., Егощенков И.Н.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Электрический промышленный котел представляет собой устройство, предназначенное для нагрева теплоносителей при помощи электричества. Он является одним из представителей отопительных котлов и используется для отопления и горячего водоснабжения помещений производственного назначения и высотных домов.

Котлы, работающие на электричестве, выгодно отличаются от своих конкурентов:

- эргономичностью и компактными размерами;
- простотой монтажа и эксплуатации;
- невысокой стоимостью котельного оборудования;
- бесшумной работой;
- отсутствием открытого огня;
- отсутствием дымохода.

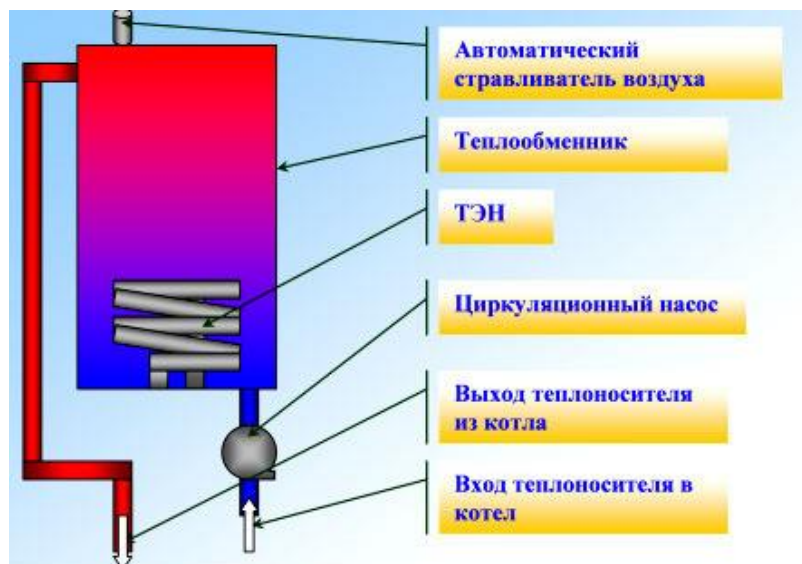


Рисунок 1. Схема работы простейшего электродного котла

Недостатки электродных котлов:

- абсолютная зависимость от электроснабжения;
- необходима отдельная надежная электропроводка;
- высокая себестоимость электрического отопления.

Классификация электрических котлов:

1) По типу проводки делят на:

- однофазные (220 В);
- трехфазные (380 В).

Для котлов большой мощности используют трехфазную электропроводку.

2) По конструкции

1. Индукционные.
2. ТЭНовые.
3. Электродные.

В первых двух случаях, используется принцип косвенного нагрева теплоносителя.

В индукционных котлах реализован принцип электромагнитной индукции. Здесь электроток нагревает тщательно изолированный трубопровод, по которому движется теплоноситель. В ТЭНовых электродкотлах теплоноситель нагревается трубчатыми электронагревателями. В прочной металлической оболочке находится нихромовая спираль. Между спиралью и оболочкой находится диэлектрический наполнитель. В теплообменнике может находиться как один, так и несколько ТЭН-ов.

В электродных (ионных) электродкотлах жидкость нагревается за счет пропускаемого через нее электрического тока. Помещенные в теплоноситель электроды ионизируют его, но электролиза нет, потому что происходит постоянная (с частотой 50 Гц) смена катода с анодом. Количество выделяющегося при этом тепла пропорционально силе тока и сопротивлению котловой воды.

3) Классификация, связанная с продуктом, получаемым в результате работы котла:

- Электрический паровой котел. В зависимости от конструкции и внутреннего устройства, потребитель получает влажный или сухой пар.
- Водогрейный котел. Работает как обычное котельное оборудования, подогревая воду до температуры не выше точки кипения. Котел устанавливают там, где нет необходимости в получении пара, для подключения к традиционным системам водяного отопления и ГВС.

Электрические паровые котлы значительно проще в эксплуатации и обслуживании, нежели их аналоги, требующие периодической чистки от золы или шлаков и нуждающиеся в специальных помещениях для хранения сырья.



Рисунок 2. Электрический паровой котел

На выходе параметры пара составляют от 0,01 МПа до 0,55 МПа. Их эксплуатация оправдана в случае необходимости получения сухого и влажного пара, для предприятий средней мощности.

Одним из направлений использования паровых котлов является их применение в централизованных системах теплоснабжения.

Вода в котле нагревается до состояния насыщения, после образуется насыщенный или перегретый пар, который посредством паропроводов поступает к отопительным приборам или к местам технологического использования.

Применение водогрейных электродкотлов для отопления производственных помещений, целесообразно для тех предприятий, где отсутствует потребность в паре. Нагрев теплоносителя, осуществляется до 95-98°C. Вода, нагреваясь, создает небольшое давление в

системе отопления. По этой причине, водогрейное котельное оборудование, называют котлами низкого давления.



Рисунок 3. Промышленный водогрейный котел

Расчет и подбор котла – важный шаг перед его приобретением и установкой. Выбор котла для электроотопления, основывают на нескольких важных принципах:

- Принцип нагрева. Индукционные приборы стоят дороже, приблизительно на 10-15%, чем ТЭНовые аналоги. Но, недостаток последних, быстрый выход из строя трубчатого нагревателя. В условиях постоянной эксплуатации, даже при установке системы фильтрации и водоподготовки, срок службы ТЭНа не превышает 5-7 лет. Индукционный нагреватель, проработает в 3-4 раза дольше.
- Количество контуров. Двухконтурные нагреватели используют для нагрева бытовой горячей воды. Одноконтурные модели подключаются к ГВС через бойлер косвенного нагрева. Для промышленного применения устанавливают накопительные емкости с вместимостью в несколько тысяч литров.
- Экономичность. Расход электроэнергии у индукционных и ТЭНовых котлов одинаковый при отоплении промышленных зданий. ТЭНовые модели, требуют больше вложений во время эксплуатации.

Котлы с двумя контурами, в промышленных целях применяются крайне редко. Для горячего водоснабжения, устанавливают отдельный бойлер или проточный водонагреватель. При необходимости, используют накопительную емкость косвенного нагрева, подключая ее непосредственно к системе отопления.

Сила тока, напряжение и сечение кабеля.

В случае наличия однофазной электросети (220 В) рекомендуется использовать котлы мощностью не более 12 кВт, а более мощные устройства подключать лишь при наличии 3-х фазной сети (380 В).

Сила тока и сечение кабеля также должны соответствовать заявленной мощности электрокотла.

– увеличение мощности на 2 кВт (от 4 до 6 и т.д.) предусматривает увеличение силы тока на 3 А (начальная сила тока должна быть не менее 7 А);

– увеличение мощности устройства предусматривает и увеличение сечения кабеля, зависимость приведена в таблице 1:

Таблица 1 – Зависимость сечения кабеля от мощности котла

Мощность котла, кВт	Сечение кабеля, мм ²
от 4 до 8	5(4)х2,5
от 10 до 14	5(4)х4
от 14 до 22	5(4)х6
от 24 до 30	5(4)х10
от 36 до 45	5(4)х16
60	5(4)х25

Автоматические системы управления регулируют температуру котла и теплоотдачу системы отопления в соответствии с теплопотерями здания, которые зависят от температуры окружающей среды. В недорогих системах предполагается ручная регулировка. Простая автоматика включает и выключает котел по команде запрограммированного комнатного термостата, находящегося в контрольном помещении. Современная автоматика позволяет экономить топливо и обеспечивать оптимальный тепловой режим, программируя периоды снижения температуры в помещениях ниже нормальной (при отсутствии жильцов), своевременно включая—выключая установку, подавая воду строго определенной температуры и т. п.

Безопасность пользователя и сохранность оборудования гарантированы разнообразными системами защиты, которые могут проводить, например, термическую обработку электродвигателя. Если смесительный вентиль или насосы отопительной системы не функционировали в течение длительного времени, для них предусматривается программа мягкого старта.

Литература

1. Промышленные электродвигатели [Электронный ресурс]: URL: <http://semidelov.ru/mar/elektricheskij-parovoj-kotel-osobennosti-i-bezopasnost-ispolzovan/>
2. Промышленные электродвигатели [Электронный ресурс]: URL: http://avtonomnoeteplo.ru/otopitelnye_kotly/330-promyshlennye-elektricheskie-kotly-otopleniya.html
3. Промышленные электродвигатели [Электронный ресурс]: URL: <http://energomir.biz/otoplenie/kotly/princip-raboty-elektricheskogo-kotla.html>
4. Промышленные электродвигатели [Электронный ресурс]: URL: <http://www.mukhin.ru/besthome/heating/40.html>

УДК 517.55

НЕКОТОРЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ КВАНТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

Кулешова В.С., Максимова И.Е.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Идея создания квантового компьютера возникла в связи с необходимостью производить точные вычисления процессов квантовой природы, так называемых квантовых алгоритмов.

Квантовый компьютер – вычислительное устройство, которое использует явления квантовой суперпозиции и квантовой запутанности для передачи и обработки данных. Полноценный и универсальный квантовый компьютер сегодня существует только как гипотетическое устройство. На практике ученым удалось реализовать лишь единичные экспериментальные системы, исполняющие фиксированный алгоритм небольшой сложности.

Квантовые компьютеры подразделяются на два типа. К первому типу относят компьютеры, в основе которых лежит квантование магнитного потока на нарушениях сверхпроводимости – Джозефсоновские переходы. Ко второму типу – квантовые когерентные компьютеры, требующие поддержания когерентности волновых функций, используемых кубитов в течение всего времени вычислений – от начала и до конца (кубитом может служить любая квантомеханическая система с двумя выделенными энергетическими уровнями).

Работа классического компьютера основана на использовании двоичного кодирования в виде нулей и единиц – битов. Информация классического компьютера может принимать определённое значение, 1 или 0. В квантовом компьютере используются квантовые биты (кубиты) и работает принцип суперпозиции – объект может находиться сразу в нескольких состояниях и принимать сразу два значения. В качестве кубита могут выступать атомы, фотоны, ионы или электроны. Изменение состояния определенного бита в обычном компьютере не ведет к изменению других, а вот в квантовом компьютере изменение одной частицы ведет к изменению состояния других частиц.

Квантовый компьютер работает по следующей схеме. Сначала берётся система кубитов и записываются их начальные параметры. Затем выполняются унитарные преобразования с использованием логических операций, в результате чего изменяется состояние системы или подсистем. В конце записывается полученное значение, являющееся результатом работы компьютера. В роли проводов выступают кубиты, а в роли логических блоков – унитарные преобразования.

Для построения любого вычисления достаточно двух базовых операций. Система работы квантового компьютера дает небольшие погрешности, которые можно немного уменьшить за счёт увеличения количества задействованных в алгоритме операций.

Существует несколько методов для осуществления идеи создания квантового компьютера:

1) Компьютер на ядерно-магнитном резонансе (ЯМР). В качестве кубитов используются атомы с ядерными спинами, которые принадлежат молекулам органических жидкостей, косвенно взаимодействующими между ними. Для управления кубитами используется метод ядерного магнитного резонанса.

Преимущество такого устройства заключается в том, что действие большого количества независимых молекул жидкости обеспечивает возможность управления ими с помощью операций ядерного магнитного резонанса над макроскопическим объемом жидкости. Роль квантовых логических вентилей выполняют радиочастотные импульсы и осуществляют унитарные преобразования состояний соответствующих ядерных спинов для всех молекул. Обращение к самостоятельным кубитам заменяется одновременным обращением к нескольким кубитам во всех молекулах.

В области компьютера, основанного на ядерно-магнитном резонансе, достигнуты большие успехи, так как техника ЯМР-спектроскопии, обеспечивающая выполнение различных операций над суперпозициями хорошо развита, а также возможно использование этих устройств при комнатных температурах.

Основными недостатками для этого подхода являются:

- смешанный характер исходного состояния кубитов влечёт за собой применение определенных неунитарных операций для подготовки начального состояния;
- измеряемый на выходе сигнал экспоненциально убывает с ростом числа кубитов;
- число ядерных кубитов в отдельной молекуле не сможет превышать десяти;
- однокубитовые и двукубитовые квантовые операции являются относительно медленными.

ЯМР квантовые компьютеры рассматриваются как прототипы будущих квантовых компьютеров, с помощью которых можно будет отработать принципы квантовых вычислений и проверять квантовые алгоритмы.

2) Компьютер на ионных ловушках. В качестве кубитов используются уровни энергии ионов, захваченных ионными ловушками, создаваемыми в вакууме определенной конфигурацией электрического поля в условиях лазерного охлаждения их до микрокельвиновых температур.

Посредством возбуждения коллективного движения ионов происходит взаимодействие между заряженными ионами в одномерной цепочке этих ловушек, а посредством лазеров инфракрасного диапазона осуществляется индивидуальное управление этими ионами.

Преимущество этого подхода состоит в сравнительно простом индивидуальном управлении отдельными кубитами. Основными недостатками этого типа квантовых компьютеров являются необходимость создания очень низких температур, а также обеспечение устойчивости состояний ионов и ограничение возможного числа кубитов.

Для реализации квантового компьютера необходимо обеспечить выполнение требований:

- физическая система должна содержать большое число кубитов, чтобы осуществить квантовые операции;
- создание возможности процесса инициализации;
- квантовый процессор необходимо изолировать от воздействия окружающей среды;
- обеспечение измерения с высокой точностью.

Ошибки в квантовых компьютерах можно разделить на два типа: ошибки, которые совершают любые компьютеры в связи с ошибками двоичной системы из-за внешнего воздействия – например, радиации; ошибки, связанные с эффектами декогерентизации квантовых состояний, которые взаимодействуя с окружающей средой, могут привести к разрушению суперпозиций квантовых состояний.

Учёные предполагают, что квантовый компьютер будет широко использоваться во всех сферах деятельности человека. Квантовый компьютер сможет выполнять задачи, которые обычные компьютеры реализовать не могут. Он сможет быстро оптимизировать информацию, а также работать с большим объёмом данных.

Литература

1. Квантовый компьютер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%B5%D1%80
2. Пахомов, С. Квантовый компьютер / С. Пахомов [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://compress.ru/article.aspx?id=17653>.
3. Кайе, Ф. Введение в квантовые вычисления / Ф. Кайе, Р. Лафлам, М. Моска. – М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика» Институт компьютерных исследований, 2009. – 360 с.

4. Ожигов, Ю.И. Конструктивная физика / Ю.И. Ожигов. – М.–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. – 424 с.

УДК 621.43

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ И ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЯХ

Котович А.С., Побыванец М.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Зеленко В.В.

Развитие автомобилестроения началось 1768 году с появления первого самоходного транспортного средства на паровой тяге. Уже в 1806 году появились первые транспортные средства с ДВС. С тех пор конструкция ДВС не раз менялась для достижения наиболее эффективной работы. Но как бы учёные умы не старались, ДВС остаётся не самым эффективным механизмом с точки зрения затрат топлива и получаемой на выходе механической работы. Это в своё очередь подталкивает развитие альтернативных двигателей для автомобилестроения из которых на данный момент самым перспективным является электродвигатель.

Электродвигатель - это устройство для эффективного преобразования электрической энергии в механическую.

В основе этого преобразования лежит магнетизм. В электродвигателях используются постоянные магниты и электромагниты, кроме того, используются магнитные свойства различных материалов, чтобы создавать эти устройства.

Современный электродвигатель является прямым потомком двигателя, разработанного еще Николой Тесла. Бесщеточный, 4 - х полюсный, 3 - х фазный двигатель переменного тока с жидкостным охлаждением.

Он имеет небольшие размеры по сравнению с двигателями внутреннего сгорания.

Состоит из двух частей: ротор и статор. Применяемые материалы алюминий, сталь, медь. Единственная точка контакта в двигателе - подшипники.

История создания

Принцип преобразования электрической энергии в механическую энергию электромагнитным полем был продемонстрирован британским учёным Майклом Фарадеем в 1821 и состоял из свободно висящего провода, окунающегося в ртуть. Постоянный магнит был установлен в середине ванны с ртутью. Когда через провод пропусклся ток, провод вращался вокруг магнита, показывая, что ток вызывал циклическое магнитное поле вокруг провода.

Изобретатели стремились создать электродвигатель для производственных нужд. Они пытались заставить железный сердечник двигаться в поле электромагнита возвратно-поступательно, то есть так, как движется поршень в цилиндре паровой машины. Русский ученый Б. С. Якоби пошёл иным путём. В 1834 г. он создал первый в мире практически пригодный электродвигатель с вращающимся якорем и опубликовал теоретическую работу «О применении электромагнетизма для приведения в движение машины».

В 1839 г. Якоби построил лодку с электромагнитным двигателем, который от 69 элементов Грове развивал 1 лошадиную силу и двигал лодку с 14 пассажирами по Неве против течения.

Типы

Существует несколько типов электродвигателей. Отметим два главных класса: AC и DC.

Электродвигатели класса AC (*Alternating Current*) требуют для работы источник переменного тока или напряжения.

Электродвигатели класса DC (*Direct Current*) требуют для работы источник постоянного тока или напряжения.

Двигателем внутреннего сгорания (сокращенное наименование - ДВС) называется тепловая машина, преобразующая химическую энергию топлива в механическую работу.

Отрасль автомобилестроения была заложена в Германии, где в 1885 году Карл Бенц (1848 - 1929) сконструировал свою трехколесную "повозку с бензиновым двигателем". Тогда же Готлиб Даймлер (1834 - 1900) построил велосипед с мотором, а год спустя - "повозку" на моторной тяге.

В 1807 г. французско-швейцарский изобретатель Франсуа Исаак де Ривас построил первый поршневой двигатель, называемый часто двигателем де Риваса. Двигатель работал на газообразном водороде, имея элементы конструкции, с тех пор вошедшие в последующие прототипы ДВС: поршневую группу и искровое зажигание. Кривошипно-шатунного механизма в конструкции двигателя ещё не было.

Первый практически пригодный двухтактный газовый ДВС был сконструирован французским механиком Этьеном Ленуаром (1822 - 1900) в 1860 году. Мощность составляла 8,8 кВт (11,97 л.с.). Двигатель представлял собой одноцилиндровую горизонтальную машину двойного действия, работавшую на смеси воздуха и светильного газа с электрическим искровым зажиганием от постороннего источника. В конструкции двигателя появился кривошипно-шатунный механизм. КПД двигателя не превышал 4,65 %. Несмотря на недостатки, двигатель Ленуара получил некоторое распространение. Использовался как лодочный двигатель.

В настоящее время двигатель внутреннего сгорания является основным видом автомобильного двигателя.

ДВС классифицируют:

- по назначению - на транспортные, стационарные и специальные.
- по роду применяемого топлива - лёгкие жидкие (бензин, газ), тяжёлые жидкие (дизельное топливо, судовые мазуты).
- по способу образования горючей смеси - внешнее (карбюратор) и внутреннее (в цилиндре ДВС).
- по объёму рабочих полостей и весогабаритным характеристикам - лёгкие, средние, тяжёлые, специальные.
- по количеству и расположению цилиндров.

Типы ДВС:

- Поршневые двигатели - камерой сгорания служит цилиндр, возвратно - поступательное движение поршня с помощью кривошипно-шатунного механизма преобразуется во вращение вала.
- Газовая турбина - преобразование энергии осуществляется ротором с клиновидными лопатками.
- Роторно-поршневые двигатели - в них преобразование энергии осуществляется за счёт вращения рабочими газами ротора специального профиля (двигатель Ванкеля).

Из представленных типов двигателей самым распространенным является поршневой ДВС, поэтому устройство и принцип работы рассмотрены на его примере.

Достоинствами поршневого двигателя внутреннего сгорания, обеспечившими его широкое применение, являются: автономность, универсальность (сочетание с различными потребителями), невысокая стоимость, компактность, малая масса, возможность быстрого запуска, многотопливность.

Вместе с тем, двигатели внутреннего сгорания имеют ряд существенных **недостатков**, к которым относятся: высокий уровень шума, большая частота вращения коленчатого вала, токсичность отработавших газов, невысокий ресурс, низкий коэффициент полезного действия.

В зависимости от вида применяемого топлива различают бензиновые и дизельные двигатели. Альтернативными видами топлива, используемыми в двигателях внутреннего сгорания, являются природный газ, спиртовые топлива - метанол и этанол, водород.

Водородный двигатель с точки зрения экологии является перспективным, т.к. не создает вредных выбросов. Наряду с ДВС водород используется для создания электрической энергии в топливных элементах автомобилей.

Устройство двигателя внутреннего сгорания

Поршневой двигатель внутреннего сгорания включает корпус, два механизма (кривошипно-шатунный и газораспределительный) и ряд систем (впускную, топливную, зажигания, смазки, охлаждения, выпускную и систему управления).

Корпус двигателя объединяет блок цилиндров и головку блока цилиндров. Кривошипно-шатунный механизм преобразует возвратно - поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала. Газораспределительный механизм обеспечивает своевременную подачу в цилиндры воздуха или топливно-воздушной смеси и выпуск отработавших газов.

Впускная система предназначена для подачи в двигатель воздуха. Топливная система питает двигатель топливом. Совместная работа данных систем обеспечивает образование топливно-воздушной смеси. Основу топливной системы составляет система впрыска.

Система зажигания осуществляет принудительное воспламенение топливно-воздушной смеси в бензиновых двигателях. В дизельных двигателях происходит самовоспламенение смеси.

Система смазки выполняет функцию снижения трения между сопряженными деталями двигателя. Охлаждение деталей двигателя, нагреваемых в результате работы, обеспечивает система охлаждения. Важные функции отвода отработавших газов от цилиндров двигателя, снижения их шума и токсичности предписаны выпускной системе.

Система управления двигателем обеспечивает электронное управление работой систем двигателя внутреннего сгорания.

Работа двигателя внутреннего сгорания

Принцип работы ДВС основан на эффекте теплового расширения газов, возникающего при сгорании топливно-воздушной смеси и обеспечивающего перемещение поршня в цилиндре.

Работа поршневого ДВС осуществляется циклически. Каждый рабочий цикл происходит за два оборота коленчатого вала и включает четыре такта (четырехтактный двигатель): впуск, сжатие, рабочий ход и выпуск.

Во время тактов впуск и рабочий ход происходит движение поршня вниз, а тактов сжатие и выпуск - вверх. Рабочие циклы в каждом из цилиндров двигателя не совпадают по фазе, чем достигается равномерность работы ДВС. В некоторых конструкциях двигателей внутреннего сгорания рабочий цикл реализуется за два такта - сжатие и рабочий ход (двухтактный двигатель).

На такте впуск впускная и топливная системы обеспечивают образование топливно-воздушной смеси. При открытии впускных клапанов газораспределительного механизма воздух или топливно-воздушная смесь за счет разрежения, возникающего при движении поршня вниз, подается в камеру сгорания.

На такте сжатия впускные клапаны закрываются, и топливно-воздушная смесь сжимается в цилиндрах двигателя.

Такт рабочий ход сопровождается воспламенением топливно-воздушной смеси (принудительное или самовоспламенение). В результате возгорания образуется большое количество газов, которые давят на поршень и заставляют его двигаться вниз. Движение поршня через кривошипно-шатунный механизм преобразуется во вращательное движение коленчатого вала, которое затем используется для движения автомобиля.

При такте выпуск открываются выпускные клапаны газораспределительного механизма, и отработавшие газы удаляются из цилиндров в выпускную систему, где производится их очистка, охлаждение и снижение шума. Далее газы поступают в атмосферу.

Рассмотренный принцип работы двигателя внутреннего сгорания позволяет понять, почему ДВС имеет небольшой коэффициент полезного действия - порядка 40%. В конкретный момент времени как правило только в одном цилиндре совершается полезная работа, в остальных - обеспечивающие такты: впуск, сжатие, выпуск.

Электромобиль

В отличие от привычных нам автомобилей, у электромобилей нет большого и тяжелого двигателя, ведь взрывать топливно-воздушную смесь и преобразовывать энергию во вращение колес нет необходимости. Вместо этого есть индукционный электродвигатель который может располагаться как между задними колесами, так и отдельно у каждого колеса. Создатели утверждают, что эффективность преобразования энергии в движение такой силовой установкой в 3 раза выше, чем у стандартного двигателя внутреннего сгорания.

Снизу автомобиля поместились батареи. В зависимости от комплектации емкость может варьироваться от 60 кВт·ч до 85 кВт·ч. Такая емкость обеспечит средний запас хода от 330 до 425 км.

Расположение аккумуляторов в нижней части автомобиля в сочетании с относительно легким кузовом из алюминия позволяет расположить центр тяжести на уровне в 45 см, что очень низко, а также распределить его равномерно и как можно ближе к центру авто, как по длине, так и по ширине шасси. А, как известно, чем ниже и ближе центр тяжести, к геометрическому центру тяжести автомобиля, тем лучше управляемость, поведение на поворотах и меньше риск опрокидывания при дорожно-транспортных происшествиях.

Двигатель, работает по простому индукционному принципу, который используется в массе бытовых приборов. На катушки в статоре подается переменный ток, а благодаря электромагнитной индукции в движение приводится ротор. На данный момент самый массовый и инновационный электромобиль *Tesla Model S*, в котором используется трехфазный четырехполюсной двигатель. Охлаждается он за счет циркуляции жидкости. С его помощью достигается мощность в 416 л.с. и вращающий момент в 600 Н·м. Такие показатели позволяют разогнаться с места до сотни за 4,4 секунды.

Помимо того, что электрический двигатель не производит выхлопных газов, что позитивно сказывается на экологии, ему еще не нужно время на подачу топлива и преобразования его во вращение колес, что означает, что задержка между нажатием на педаль газа и подачей мощности почти нулевая. А система рекуперации позволяет не только почти не пользоваться педалью тормоза в городских условиях, но и заряжать батареи автомобиля в процессе рекуперативного торможения.

Самое больное место любого электрического автомобиля - время и место зарядки. Компания *Tesla* предлагает систему “суперзарядки”, которая за полчаса способна зарядить аккумуляторы на 50% от общего объёма. Однако такие заправки есть далеко не везде, и не всегда вы будете проезжать мимо них. С помощью адаптера можно заряжать электромобиль и от стандартной розетки, но занимать это может очень долгое время - более 15 часов при токе в 20 А. Поскольку время зарядки электромобилья является самым большим недостатком данного вида техники, работы по усовершенствованию этого процесса ведутся постоянно, и уже начиная с 2013 года существует возможность заменить аккумуляторы на полностью заряженные всего за 90 секунд, правда на данный момент это производится только на специальной станции технического обслуживания, но в свою очередь это означает что уже не за горами тот момент когда мы сможем самостоятельно проводить эту процедуру и в походных условиях, что существенно увеличит дальность передвижения, если конечно же раньше не усовершенствуется технология производства и ёмкость аккумуляторов.

Итоги

Преимущества ДВС:

1. Высокая дальность передвижения на одной заправке;
2. Малый вес и объем источника энергии (топливного бака).

Недостатки ДВС:

1. Низкий средний КПД во время эксплуатации;
2. Высокое загрязнение окружающей среды;
3. Обязательное наличие КПП;
4. Отсутствие режима рекуперации энергии;

5. Работа ДВС подавляющую часть времени с недогрузом.

Преимущества электродвигателя:

1. Малый вес;
2. Нет необходимости в КПП;
3. Высокий КПД;
4. Возможность рекуперации энергии.

Недостатки электродвигателя:

1. Малое расстояние на одной зарядке;
2. Долгая зарядка;
3. Малый срок службы батареи;
4. Большой объем и вес батареи.

КПД тягового электродвигателя составляет 88 - 95 % , в то время как КПД ДВС 22 - 53%.

Литература

1. Войнаровский П. Д., Электродвигатели // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). - СПб., 1890 - 1907.
2. Интернет ресурс ru.wikipedia.org.
3. Хачиян А.С. и др. Двигатели внутреннего сгорания. М.: Высш. шк., 2007.
4. Архангельский В. М. Автомобильные двигатели. М.: Машиностроение, 2006.
5. Вырубов Д.Н. и др. Двигатели внутреннего сгорания: теория поршневых и комбинированных двигателей. М.: Машиностроение, 2007.
6. Интернет ресурс electrik.info.
7. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей./ Учебник для студентов вузов/ под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. 3 - е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2007.

УДК 621.3.051

ТРОТУАРНАЯ ПЛИТКА, ГЕНЕРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО ПРИ ПОМОЩИ ПЕШЕХОДОВ

Аврамчик Ю.И., Авижа А.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Новые технологии совместно с новыми подходами к капитальному финансированию вводятся в промышленность электроснабжения на регулярной основе. Многие из этих подходов уже доказали свою жизнеспособность и многократно внедрялись как энергоэффективные.

Фактически, сотни миллионов долларов сбережений от капитальных энергетических проектов уже получают ежегодно государственными предприятиями.

Необходимость сбережения электроэнергии очень важна и, поскольку она подвержена измерению и денежной оценке, имеется возможность одновременно уменьшать потребление и оценивать сокращенные затраты. Энергоменеджеры быстро принимают энергосберегающие мероприятия (ЭСМ). Планы внедрения программ энергоэффективности, которые влияют на инфраструктуру, все чаще появляются в текущей работе энергоменеджеров. Модернизации в электроснабжении отнесены к программам энергоэффективности, которые одновременно сберегают энергию и денежные средства.

Британская компания Pavegen Systems Ltd., директором которой является Лоуренс Кемболл-Кук, автор технологии, успешно производит и продает по всему миру уникальную тротуарную плитку, генерирующую электроэнергию благодаря шагающим по ней пешеходам.

Идея была реализована Лоуренсом Кемболлом-Куком еще в 2009 году, когда он изучал в университете Лафборо кинетические решения для энергетических сетей. Придумал же Кемболл-Кук эту идею для плиток во время работы на одну очень крупную энергетическую компанию.

С момента создания компании Pavegen, Лоуренс начал свое движение в лидеры рынка энергооборочного пешеходного сектора, породив интерес к технологии в глобальном масштабе. Ряд коммерческих объектов на стадии реализации подхватили идею Лоуренса, преобразовав его концепцию и дизайн в реальные изделия.

Изобретатели испытывали плитки в школах и на оживленных улицах городских центров, делали партизанские исследования, подкладывая их на автобусные станции и на Оксфорд-стрит, просто бросали зеленые плиты на пол, чтобы понять, захотят ли люди вообще ходить по ним. К счастью, ответ был получен утвердительный.

С самого начала Кемболл-Кук считал, что участие людей в процессе генерирования энергии имеет ключевое значение для получения правильного продукта. Именно по этой причине плиты, изготовленные из переработанной резины и полимерного бетона, имеют в центре светодиод, который загорается, когда кто-нибудь ступает на них.

Инновационная плитка изготовлена из гибкого водонепроницаемого материала, полученного при переработке бывших в употреблении автомобильных покрышек, что дает плитке прочность и делает ее стойкой к истиранию. Плитка имеет размеры: 45 сантиметров в ширину и 60 в длину. Корпус плитки изготовлен из особой нержавеющей стали. При нажатии верхняя грань прогибается на 5 миллиметров, и заставляет интегрированный преобразователь генерировать электричество.

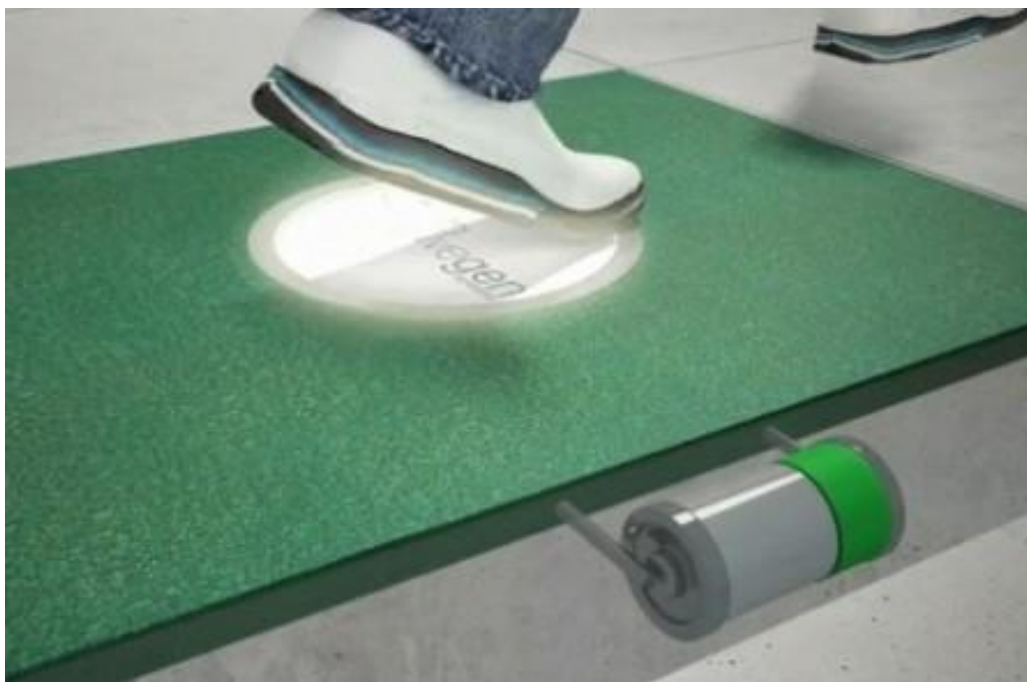


Рисунок 1. Пример накопления электроэнергии на тротуарной плитке при нажатии

Что касательно непосредственно действия плитки, то один шаг поможет системе генерировать около 7 Вт электроэнергии в зависимости от веса человека. Электроэнергия может накапливаться в литиевом аккумуляторе, либо отправляться напрямую для питания освещения рекламных вывесок, витрин, автобусных остановок и т. д. Изначальная идея состояла в том, чтобы запитать фонари и знаки на улицах городов от энергии шагов людей. И всего за три года компания вышла на уровень, когда ее продукцию уже можно было встретить в городах по всему миру. Как только кинетическая энергия преобразуется в электричество, 5 процентов ее будет использовано, чтобы включить подсветку плитки, а 95 процентов сохраняется для последующего применения или сразу же используется по назначению. Так, например, такую плитку можно использовать в отелях и гостиницах, которая будет генерировать энергию, к примеру, для освещения коридоров здания, прачечных помещений и т.д. Так же можно и расширить горизонты, и использовать данный материал и в жилых домах, для освещения, а также возможно использовать её для энергоснабжения различных обогревательных приборов. Ведь в настоящее время проблема уменьшения потребления электрической энергии в быту приобрела значительную актуальность – ведь постоянный рост тарифов на электроэнергию и дефицит вырабатываемых мощностей способствуют изменению психологии потребителей энергоресурсов. Кроме того, с учетом величины штрафов и различной ответственности за неуплату, либо хищение электроэнергии, становится эффективным проведение мероприятий по оптимизации потребления электрической энергии в домах и квартирах. Весьма выгодно будет использование данной плитки в зданиях офисного типа, в которых практически круглосуточно ведутся различные работы и постоянно расходуется электроэнергия, данный материал не сможет полностью заменить источник электроэнергии, но всё же сыграет значительную роль на затратах фирмы или организации в области электричества.

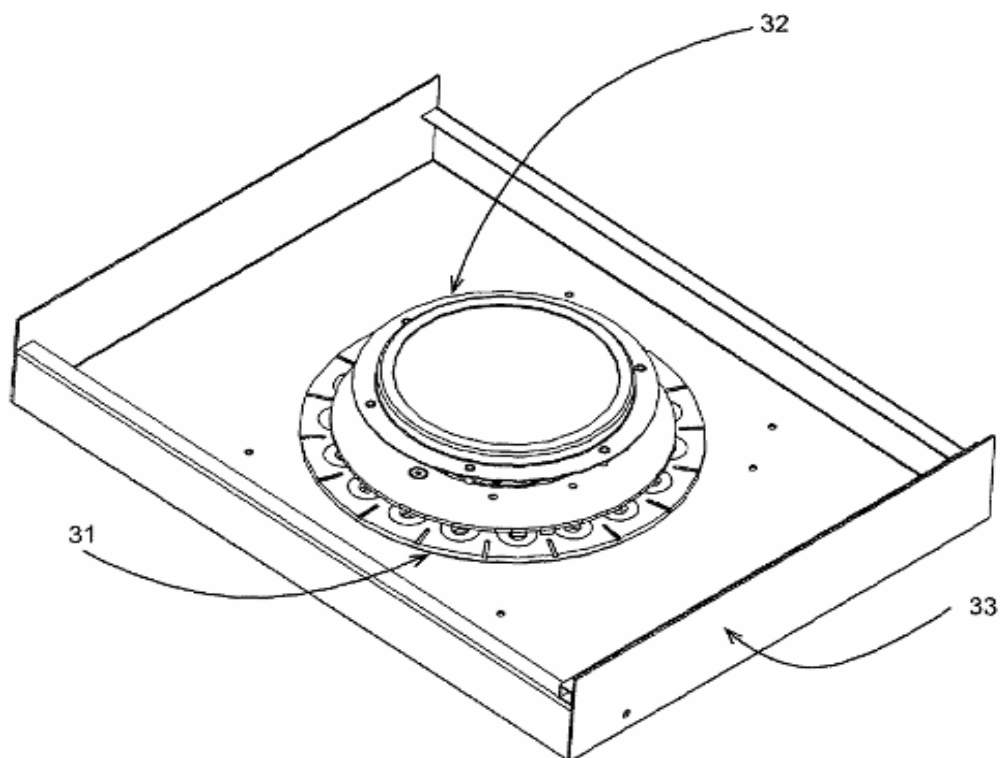


Рисунок 2. Схема тротуарной плитки, генерирующей электроэнергию

В итоге, технология позволяет преобразовывать кинетическую энергию в электричество, которое может храниться для последующего использования в различных целях. Каждый раз, когда кто-нибудь наступает на плитку, возобновляемая энергия собирается у него из-под ног.



Рисунок 3. Процесс установки тротуарной плитки, генерирующей электроэнергию

Лучше всего данная технология подходит для многолюдных пешеходных улиц современных мегаполисов. Это первый значительный шаг для людей на пути выработки чистой энергии везде, где есть тротуарная плитка. Верхняя поверхность плиточного блока

изготовлена на 100% из переработанного каучука. Основание плитки — на 80% из переработанных материалов. Система позволяет модернизировать существующие тротуарные покрытия, и может применяться при строительстве новых пешеходных дорожек.

Плитка имеет ряд преимуществ:

- высокая прочность и износостойкость;
- низкий уровень истираемости;
- абсолютная влагоустойчивость (жидкость не проникает в структуру материала, а каплями собирается на его поверхности);
- масло- и бензостойкость;
- стойкость к низким температурам (до -70°C);
- стойкость к химически агрессивным средам;
- малый вес.

Плитка Pavegen разработана так, чтобы выдерживать суровые нагрузки в открытых местах с высокой проходимостью. Водонепроницаемость плитки позволяет использовать ее как во внешней среде, на улицах, так и внутри помещений. Выпускаемые блоки полностью соответствуют европейским требованиям, предъявляемым к любой продукции, размещаемой на рынке Европейской экономической зоны.

И наконец, можно сделать самый главный на наш взгляд вывод, использование такой тротуарной плитки, генерирующей электроэнергию, очень актуально в современном мире, так как она позволяет значительно сэкономить затраты на электроэнергию.

Литература

1. Добыча энергии ногами [Электронный ресурс] – Электрон. текстовые дан.: [б.и.], 2009. – Режим доступа: <http://neo-energy.ru/publ/istochniki-zelyonoy-energii.html>, свободный.
2. Тротуарная плитка, генерирующая электроэнергию [Электронный ресурс] / Повный А. – Электрон. текстовые дан.: [б.и.], 2008. – Режим доступа: <http://electrik.info/main/news/1138-trotuarnaya-plitka-generiruyuschaya-elektroenergiyu.html>, свободный.

УДК 620.9(075.8): 621.31

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ С ПОМОЩЬЮ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Макеев А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Солнечный свет – необходимое условие появления и поддержания органической жизни на Земле. С давних пор люди начали пользоваться солнечной энергией, как и другими силами природы. Достаточно сказать, что ежегодно поверхность Земли получает от Солнца в 32 000 раз больше энергии, чем поступает на сегодняшний день за это же время в мировую энергетическую систему от разных источников энергии, таких как минеральное топливо, гидроэнергия и другие.

Солнечная батарея – система взаимосвязанных элементов, служащих для преобразования попадающего солнечного света в электрический ток.

Эта система состоит из следующих комплектующих:

- Солнечная панель это два плотно совмещённых слоя материалов с разной проводимостью. По технологии изготовления панели бывают поликристаллические или монокристаллические.

- Аккумулятор (сохраняет и накапливает энергию).
- Контроллер заряда.
- Инвертор – преобразователь получаемого от солнечной батареи постоянного электрического тока в переменный ток.

- Стабилизатор напряжения. Используется для получения нужного напряжения.

Фотоны (частицы света), попадающие на поверхность полупроводника, передают свою энергию электронам полупроводника. После это из полупроводника электроны, которые были выбиты, преодолевают переход, пользуясь дополнительной энергией. Таким образом, положительные электроны покидают *n*-проводник, переходя в *p*-проводник, отрицательные – наоборот (рис. 1).

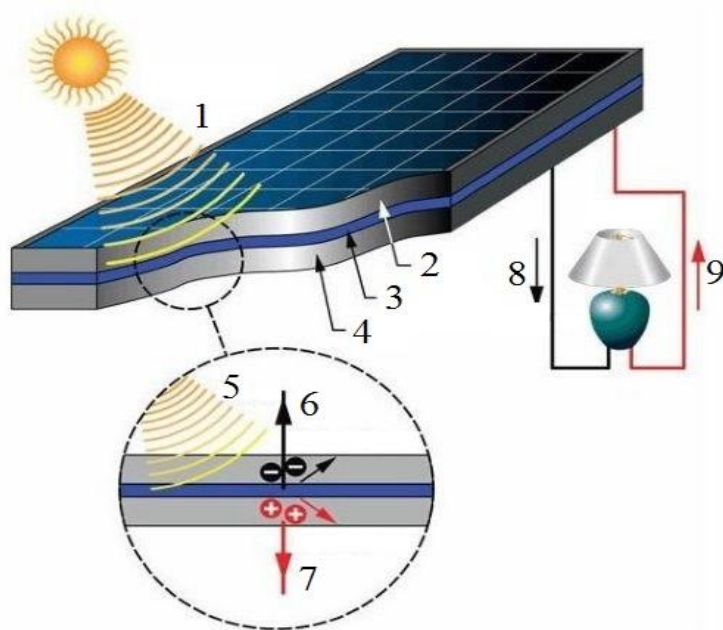


Рисунок 1. Устройство солнечной батареи: 1 – солнечный свет; 2 – *n*-слой; 3 – переход; 4 – *p*-слой; 5 – фотоны; 6 – поток электронов; 7 – поток «дырок»; 8 – электрический ток; 9 – нагрузка;

Для появления в цепи электрического тока I освещенная солнцем батарея замыкается на нагрузку с сопротивлением R_n . Величина тока определяется сопротивлением нагрузки, интенсивностью освещения и качеством фотоэлектрического преобразователя. Мощность P_n , выделяемая на нагрузке, определяется произведением $P_n = I_n U_n$, где U_n напряжение на зажимах батареи.

Некоторые отдельные элементы солнечной батареи соединяются последовательно и параллельно, чтобы увеличить выходные параметры (мощность, напряжение и ток). При параллельном соединении элементов увеличивается выходной ток, при последовательном – выходное напряжение. При комбинации этих двух способов соединения возможно увеличить ток и напряжение. Если, при таком соединении, один из солнечных элементов выходит из строя, это не приводит к выводу из строя всей системы, то есть повышается надежность работы всей батареи.

При нагревании батареи солнцем электродвижущая сила снижается. Одним из самых важных технических параметров солнечной батареи является ее полезная мощность. Она определяется выходным током и напряжением. Эти два параметра зависят от интенсивности солнечного света, подающего на батарею.

Солнечные элементы батареи содержат диоды. Традиционно на батарее их четыре – по одному, на каждую четвертую часть. Диоды предохраняют части батареи от выхода из строя, на которых по какой-либо причине случилось затемнение. При этом батарея временно генерирует выходную мощность, меньшую на 25%, нежели при обычном освещении всей поверхности батареи. При отсутствии диодов солнечные элементы будут перегреваться и выходить из строя, ведь они на время затемнения сами потребляют ток (разряжают аккумуляторы), а при использовании диодов ток через них не идет.

Полученная электрическая энергия, накапливаемая в аккумуляторах, переходит в нагрузку. Аккумуляторы – это химические источники тока. Их заряд происходит только тогда, когда к ним приложен потенциал, больший напряжения аккумулятора. Количество последовательно и параллельно соединенных солнечных элементов должно равняться такому, чтобы нагрузочный ток батареи снабжал необходимую величину зарядного тока, а рабочее напряжение, подводимое к аккумуляторам с учетом падения напряжения в зарядной цепи, было незначительно выше напряжения аккумуляторов. Сам же зарядный и подзарядный процесс контролируется особым контроллером. При циклическом заряде необходим постоянный ток или постоянное напряжение заряда. Аккумуляторная батарея, при хорошей освещенности, быстро заряжается до 90% собственной номинальной емкости, а затем, значительно медленнее, до полной емкости. Переключение зарядных скоростей производится контроллером зарядного устройства.

Инвертор – устройство, которое преобразовывает полученный от солнечных батарей постоянный ток в переменный под нужным напряжением, это является его основной задачей.

Для питания бытовой техники как раз и используется переменный ток.

От солнечной батареи, не использующей инвертор, можно питать работающие на постоянном напряжении электро-приемники, в том числе энергосберегающие источники света и разную портативную технику, но централизованная электрическая сеть и большинство электроприборов используют переменный ток. Благодаря этому для солнечных батарей инвертор практически незаменим.

В зависимости от выходного сигнала различают следующие виды инверторов:

- Инверторы с чистым синусоидальным выходным сигналом;
- Инверторы, генерирующие модифицированный синусоидальный (квазисинусоидальный) выходной сигнал или меандр;

Инверторы, с синусоидальным выходным сигналом, могут питать множество нагрузок переменного тока. Инверторы, с квазисинусоидальным выходным сигналом, имеющим прямоугольную форму напряжения (меандр), не подходят для многих нагрузок, например, асинхронных двигателей.

Инверторы с квазисинусоидальным выходным напряжением значительно дешевле, чем синусоидальные. Высокая цена синусоидальных инверторов вполне компенсируется качеством получаемой энергии (рис. 2).

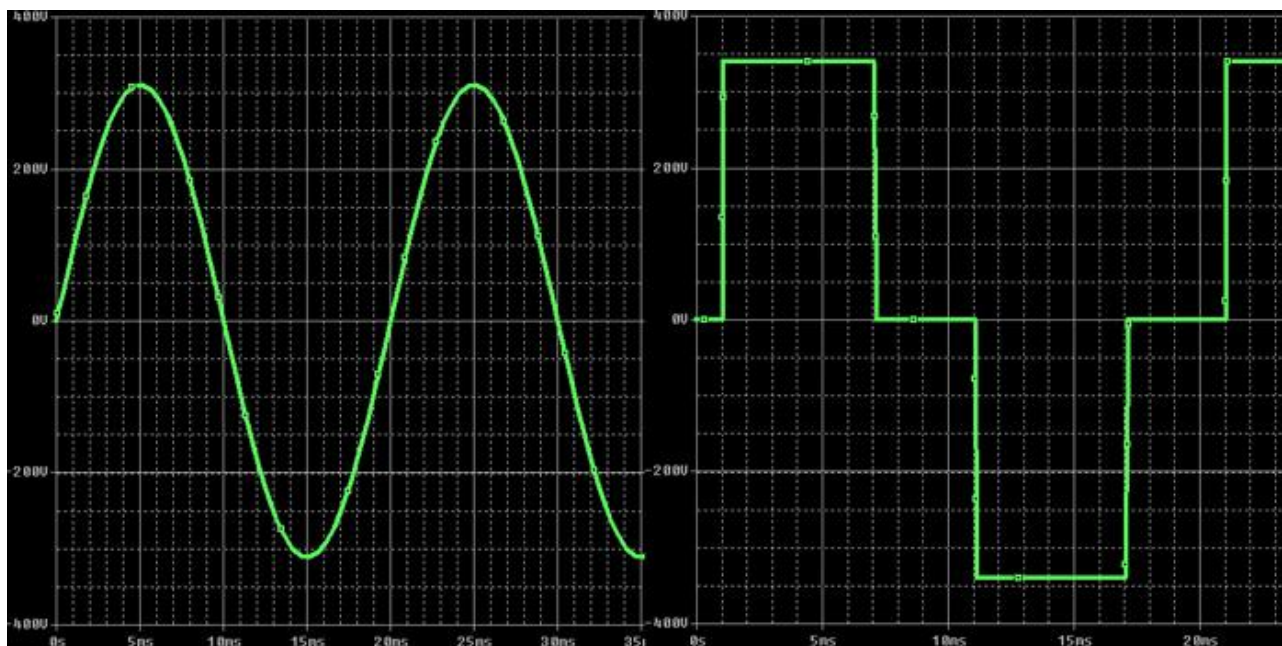


Рисунок 2. Форма сигнала инвертора – синусоидальная (слева), модифицированный синус (справа)

Производительность инвертора в зависимости от загрузки солнечными батареями изображена на рис. 3.

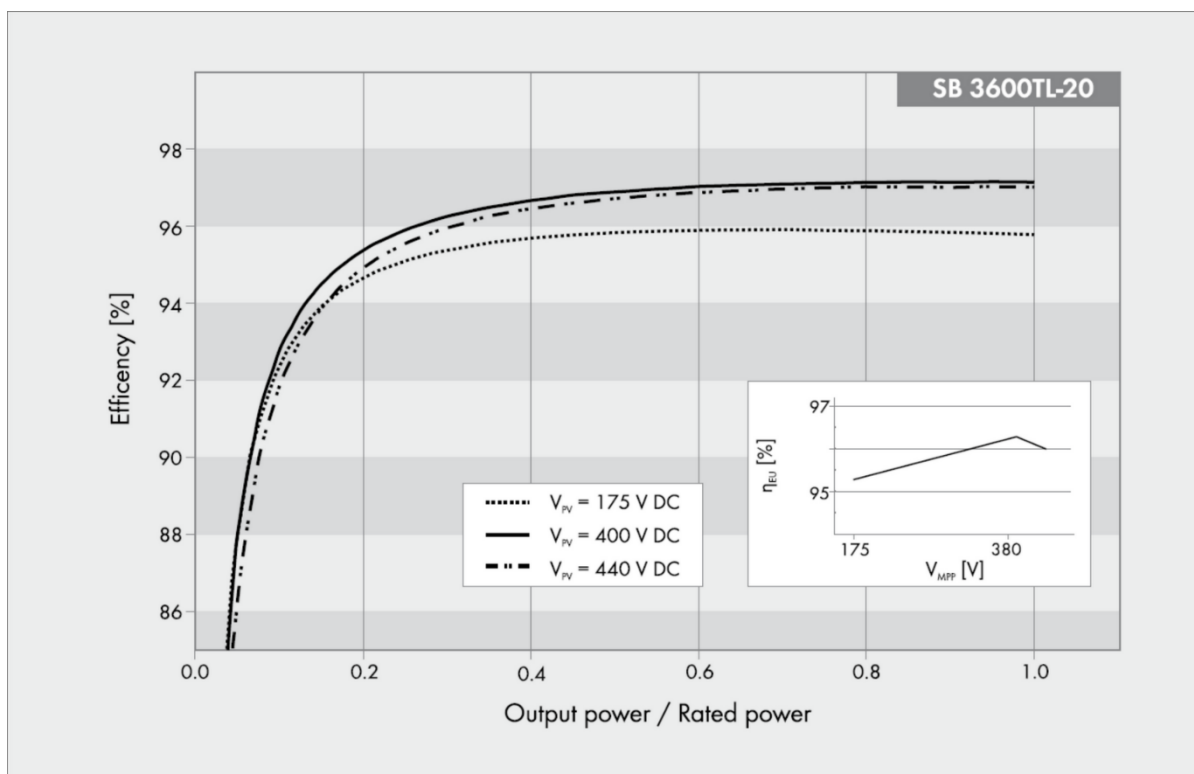


Рисунок 3. Производительность инвертора в зависимости от загрузки солнечными батареями

В зависимости от типа использования можно выделить три основных вида инверторов:

- Автономные (off grid) – инверторы, разработаны для автономных фотоэлектрических систем, не подключаются к внешней электрической сети.

- Сетевые (on grid) – инверторы, действующие синхронно с традиционной электросетью. Кроме своих основных функций эти приборы включают в себя регулировку эксплуатационных параметров сети: амплитуда, частота напряжения и так далее. В случае сбоя питания инвертор автоматически выключится. Этот вид инверторов подходит для солнечных систем, работающих без аккумуляторных батарей.

- Гибридный (hybrid) – так же известен как «аккумуляторно-сетевой» преобразователь, который совмещает свойства автономных и сетевых устройств. Этот вид инвертора имеет множество настроек для оптимальной работы солнечной системы при наличии аккумуляторных батарей и от общей электрической.

Автономный преобразователь имеет мощность от 100 до 8000 Вт. Для определения размеров подходящего инвертора, который нужен в частном случае, нужно рассчитать общую нагрузку приборов в сети электропитания. Делается это таким образом: проверяем максимальную мощность каждого устройства за единицу времени работы и складываем их вместе.

Синхронные инверторы позволяют сохранять полученную энергию в сети. Если установлены инверторы данного вида для солнечных батарей, значит излишки неиспользуемой энергии перенаправляются в основную электросеть. Если используются приборы, суммарная мощность которых превышает возможности солнечной установки, то недостающую электроэнергию устройство возьмёт из основной электросети. Пользуясь синхронными инверторами в доме никогда не будет внезапного отключения электроэнергии, ведь всегда будет заряженный аккумулятор. А в дни, когда эффективность работы солнечных батарей достаточно низкая, приборы будут работать от обычной электросети.

Гибридные инверторы – это более дорогостоящее оборудование, обладающее преимуществами первых двух типов преобразователей. Выбор гибридных инверторов является наилучшим для создания солнечной электросети в доме, но из-за ценовой категории не каждый сможет себе их позволить. Поэтому всегда нужно выбирать то устройство, которое будет предпочтительнее владельцу дома по его возможностям и параметрам электросети дома. Мощность подбираемого преобразователя зависит от максимальной мощности нагрузки по стороне переменного тока и номинальной мощности солнечных батарей. Схема подключения инвертора показана на рис. 4.

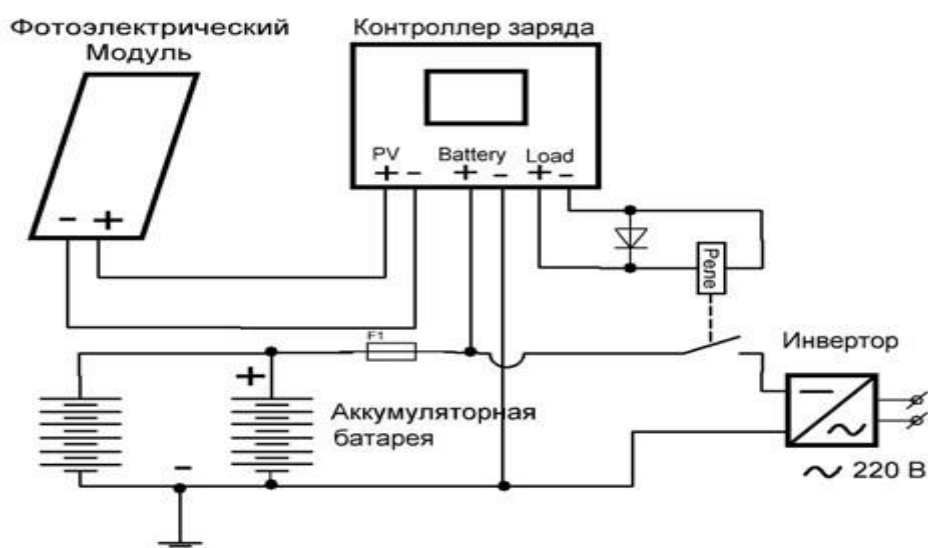


Рисунок 4. Схема подключения инвертора

Когда используется небольшая фотоэлектрическая установка (до 5 кВт) можно обойтись одним инвертором соответствующей мощности. В случае, когда фотоэлектрическая система с мощностью больше чем 5 кВт, нужно обеспечивать систему несколькими инверторами, работающими в каскаде. Это позволит уменьшить риск простоя солнечных панелей, когда выйдет из строя один преобразователь, так же есть возможность сравнения эффективности каждого отдельного прибора, а также анализа работы каждого из них.

Одним из ключевых критериев для оценки инвертора служит его нормативный коэффициент полезного действия или эффективность. У дорогостоящих инверторов значение коэффициента полезного действия достигает 98%. Во время выбора комплектующих для солнечной системы следует избегать инверторов с номинальной эффективностью меньшей 92%.

Можно выделить следующие преимущества использования солнечных батарей, для получения электрического тока:

- экологичность;
- простота в обслуживании;
- автономность работы;
- бесшумность работы (достигается отсутствием движущихся частей);
- значительный срок службы;

Каждый владелец солнечных батарей сталкивался со следующими положительными и отрицательными сторонами приобретения такого энергоснабжения:

На установку оборудования для собственного участка не требуется никаких разрешения, а также отсутствует необходимость ежемесячной платы за электроэнергию. Но необходимо произвести большие вложения для установки оборудования и окупятся оно через большой период времени, а также солнечные батареи полностью зависят от погоды, что является существенной отрицательной чертой при их приобретении.

Сопоставив преимущества и отрицательные стороны, можно сделать вывод:

Солнечные батареи – это экологически чистый, удобный и безопасный метод добывания электроэнергии, который необходим в 21 веке. С каждым годом стоимость оборудования падает, что означает хороший спрос продукции.

Можно надеяться, что в скором времени и в нашей стране одним из основных методов добывания электроэнергии станет солнечное излучение, ведь это наше будущее.

Литература

1. Кашкаров, А.П. Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные конструкции / А.П. Кашкаров. – Москва: ДМК, 2011. – 143 с.
2. Повный, А. Как устроены и работают солнечные батареи / А. Повный // Интересные электротехнические новинки [Электронный ресурс]. – 2016 – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/news/401-kak-ust-rabotayut-solnechnye-batarei.html>. – Дата доступа: 05.02.2016.
3. Скоров, Д. Инвертор для солнечных батарей / Д. Скоров // Солнечная энергия / Фотовольтаика [Электронный ресурс]. – 2015 – Режим доступа: <http://solarsoul.net/invertor-dlya-solnechnyx-batarej#top>. – Дата доступа: 31.05.2015.

УДК 1421.532

СЕНСОРНЫЕ ЭКРАНЫ

Глотова И.Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Стремительное развитие электронных технологий, а также расширение сферы их применения требуют упрощения взаимодействия человека и машины. В этом могут помочь сенсорные экраны.

Традиционными средствами ввода информации в исполняющее устройство (компьютер) являются клавиатура (кнопки) и «мышь» (трекбол). Применение этих устройств привычно при работе с офисными приложениями, графикой, изображениями, а также для быстрого ввода текста. Однако в ряде случаев применение такого оборудования затруднено, зачастую не целесообразно, а иногда - невозможно. Например, в полевых условиях необходимо защищать клавиатуру и мышь от пыли, брызг и перепадов температуры. В некоторых случаях требуются чуть более десятка клавиш.

Часто компьютер является вспомогательным инструментом, например, в работе врача, звукорежиссера или оператора электростанции. В этом случае рабочее место, как правило, занято, и размещение клавиатуры становится проблемой.

Применение сенсорных экранов позволит решить большую часть этих проблем. Сенсорный экран (TouchScreen) - это, в общем случае, специальное устройство, которое крепится к экрану отображающего устройства и выполняет функции определения координат точки касания. Функционально в любом сенсорном экране можно выделить три части: сенсор (специальная панель или датчики), контроллер, который управляет датчиками и вычисляет или подготавливает данные для вычисления координат точки касания, и драйвер - программа, которая выполняет необходимые преобразования данных, поступающих от контроллера (рис. 1).

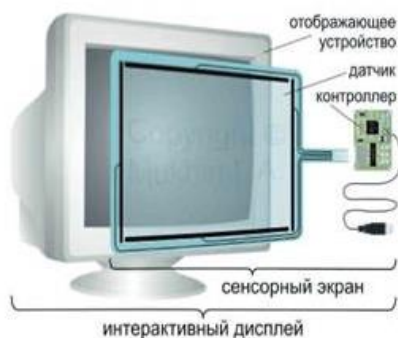


Рисунок 1. Основные элементы сенсорного экрана

Принцип действия отображающего устройства, снабженного сенсорным экраном, в общем случае можно описать следующим образом. На экран отображающего устройства выводится некоторая графическая информация. Например, это может быть стандартный интерфейс операционной системы или графическая оболочка интеллектуального справочного киоска на вокзале. Пользователь видит изображение через плотно прилегающий прозрачный сенсорный экран и, при необходимости, касается изображения в определенных точках. Контроллер сенсорного экрана передает информацию с датчиков в компьютер, где окончательно вычисляются координаты точки прикосновения. Далее производится сопоставление координат, поступивших с контроллера, с координатами программных элементов интерфейса и определяется элемент интерфейса, который хотел указать пользователь. Таким образом, снабженный сенсорным экраном дисплей позволяет без помощи клавиатуры и мыши перемещать курсор, нажимать на кнопки, открывать папки, запускать программы, вводить текст с помощью экранной клавиатуры и рисовать. Благодаря

способности не только выводить изображение, но и вводить данные, такие устройства называют интерактивными или, реже, - интеллектуальными (SmartBoard). Необходимо отметить, что в нашей стране сенсорные экраны появились сравнительно недавно, а потому существует некоторая путаница в названиях устройств. Например, термином «сенсорный экран» называют совокупность сенсорных датчиков (в виде панели) и контроллера, также обозначают отображающее устройство, снабженное накладным или встроенным сенсорным экраном.

Как уже отмечалось выше, многие интерактивные дисплеи позволяют рисовать по их поверхности. Эта особенность делает такие устройства удобными при проведении презентаций, конференций или лекционных занятий (рис. 2).

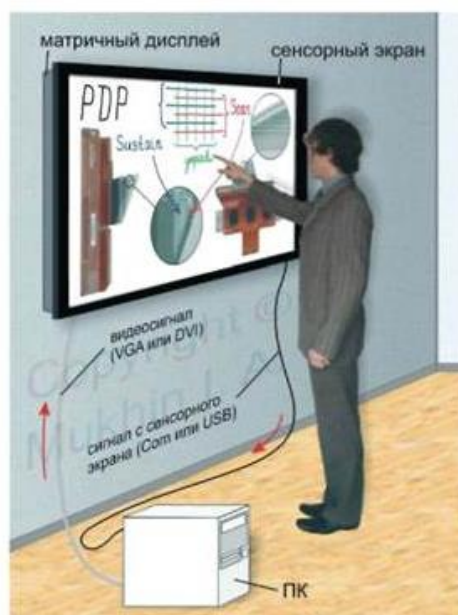


Рисунок 2. Использование интерактивного дисплея для презентаций

Докладчик получает возможность не только демонстрировать рисунки или фотографии, но и делать необходимые пометки и надписи в процессе изложения материала. Причем существует возможность сохранить все сделанные изменения и, при желании, распространить копии среди слушателей.

Первые сенсорные экраны создавались с использованием прозрачной резистивной пленки. Эта технология широко распространена и сейчас. Существуют 4, 5 и 8-проводные резистивные сенсорные экраны. Основу конструкции 4-проводного экрана составляют две прозрачные пленки из полиэстера (polyester), майлара (mylar), пластизола (plastisol, PL) или полиэтилентерефталата (polyethyleneterephthalate, PET), находящиеся друг напротив друга и разделенные микроскопическими шариками-изоляторами. Внутренние, обращенные друг к другу поверхности пленок покрыты прозрачным токопроводящим (резистивным) составом на основе двуокиси индия и олова (indiumtin oxide - ИТО). Для определенности назовем один из резистивных слоев задним, а другой, расположенный ближе к наблюдателю, передним (рис. 3).

Контакт с этими слоями обеспечивается посредством двух пар металлизированных полосок-электродов. Первая пара расположена вертикально, по краям заднего слоя, а вторая пара - горизонтально, по краям переднего слоя. Все четыре электрода подключены к микроконтроллеру, который последовательно определяет координаты точки касания по горизонтали и вертикали. Работу контроллера в первом случае можно приблизительно описать следующим образом. На вертикальные электроды заднего резистивного слоя подается постоянное напряжение, например, 5 В, и от одного электрода к другому протекает

некоторый ток I . При этом на каждом горизонтальном участке заднего резистивного слоя ток создает падение напряжения, пропорциональное длине участка (рис. 4).



Рисунок 3. Конструкция 4-проводного резистивного экрана

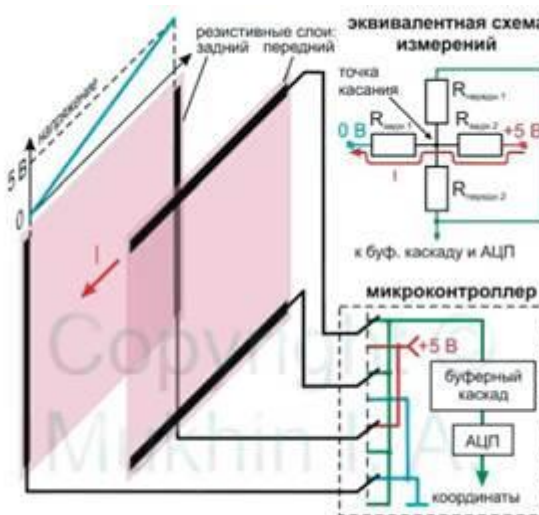


Рисунок 4. Определение координат точки касания

При касании экрана передний резистивный слой деформируется и касается заднего слоя. В этом случае передний слой выполняет роль щупа, определяющего напряжение на заднем слое в точке касания. Горизонтальные электроды переднего слоя замыкаются микроконтроллером накоротко и суммарный сигнал поступает через буферный каскад, (имеющий большое входное сопротивление), на аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Напряжение на входе АЦП определяет положение точки касания по горизонтали. Для определения координаты по вертикали передний и задний резистивные слои «меняются местами»: на горизонтальные электроды переднего слоя микроконтроллер подает постоянное напряжение, а электроды заднего слоя замыкает, (этот слой используется как щуп). Определение координат точки касания производится микроконтроллером с высокой скоростью – более ста раз в секунду.

Определение координат точки касания в емкостных экранах осуществляется, в первую очередь, благодаря особенностям физического строения тела человека - способности проводить электрический ток и вытекающего отсюда наличия определенной электрической емкости. Рассмотрим устройство емкостного экрана. На прочное стекло, служащее основой конструкции, нанесен резистивный слой, соединенный с четырьмя электродами, расположенными по углам экрана (рис. 5).

Для защиты от повреждений слой покрыт снаружи тонкой пленкой специального проводящего состава. Все четыре электрода подключены к микроконтроллеру, который определяет координаты точки касания. Когда проводящего экрана касается человек, ситуация изменяется. Дело в том, что тело человека проводит ток, а потому обычно имеет потенциал земли – нулевой. При касании пальцем или проводящим предметом сенсорного экрана на проводящем слое появляется точка, потенциал которой меньше, чем потенциалы четырех электродов, поэтому возникает электрический ток. Он течет от источника питания, через токовые датчики, участки резистивного покрытия и тело человека. Чем ближе точка касания к электроду, тем меньше участок резистивного покрытия и, следовательно, меньше сопротивление этого участка, а значит – больше амплитуда тока. Для преобразования тока в напряжение служат прецизионные резисторы, сигналы с которых подаются на четыре отдельных АЦП. Сравнение сигналов на выходах этих АЦП позволяет определить координаты точки касания.

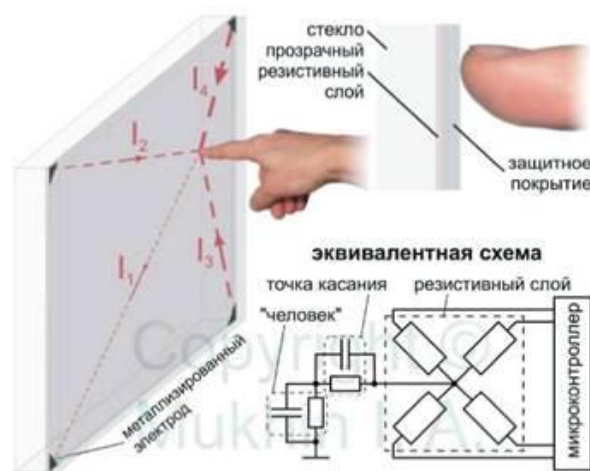


Рисунок 5. Устройство емкостного экрана

Есть так же проекционно-емкостные или поверхностно-емкостные (фирменные названия соответственно – «projectedcapacitivetechology», РСТ и «surfacecapacitive»). В конструкции используется две системы из вертикальных и горизонтальных хорошо проводящих ток электродов, изолированных друг от друга слоем стекла и образующих решетку (рис. 6).

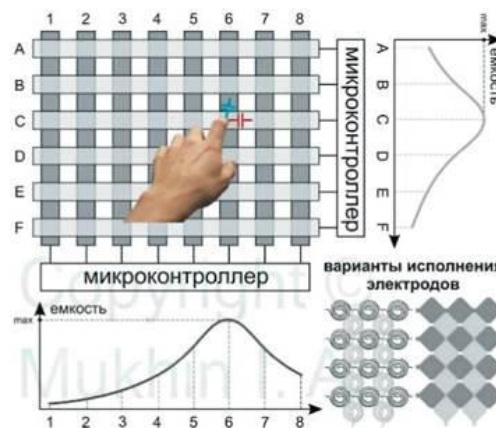


Рисунок 6. Устройство РСТ- экранов

Каждый электрод, будучи проводником, имеет некоторую электрическую емкость. Можно сказать, что в данном случае мы имеем дело со своеобразным конденсатором, одной обкладкой которого является сам электрод, а другой – любой проводящий ток предмет,

например, человек. При поднесении к экрану проводящего предмета, например, пальца, емкость электродов меняется (рис. 7).

Чем ближе электрод находится к проводящему предмету, тем больше его емкость, потому что, как известно из физики, емкость обратно пропорциональна расстоянию между обкладками. А чем больше емкость электрода, тем больше импульс «заряжающего» тока. Микроконтроллер сравнивает эти импульсы и находит электрод, имеющий максимальную емкость – это и есть координата точки касания.

Конструкция матричных сенсорных экранов, называемых иногда цифровыми, очень схожа с конструкцией резистивных экранов. При касании экрана передняя пленка деформируется, и вертикальная полоса касается горизонтальной. Наличие замыкания фиксирует микропроцессор. Расположение всех электродов на плоскости известно, а потому пересечение замкнутых электродов однозначно определяет точку касания экрана.



Рисунок 7. Изменение емкости электродов

Основной недостаток – очень низкое разрешение, порядка 10 линий на дюйм. Поэтому такие устройства совершенно не подходят для рисования и ввода надписей. Главное достоинство – самая низкая среди всех сенсорных экранов стоимость

В ряде случаев к качеству изображения, воспроизводимого отображающим устройством, предъявляются строгие требования. Это касается дисплеев, предназначенных, в основном, для просмотра телевизионных передач, видеофильмов или отображения иллюстративного материала (слайдов и фотографий), например, в художественном кружке или фотостудии. При необходимости оснащения такого устройства сенсорным экраном лучшим решением будет применение инфракрасной технологии. Для определения точки касания используются две линейки светодиодов, расположенные по вертикали и горизонтали, и две линейки фотодиодов, расположенные на противоположных сторонах экрана (рис. 8).



Рисунок 8. Устройство инфракрасного сенсорного экрана

Каждому светодиоду соответствует свой фотодиод. Работает такая оптическая пара следующим образом. При подаче напряжения на светодиод он излучает невидимый для человека инфракрасный свет в пределах очень небольшого телесного угла, чтобы попасть на «свой» фотодиод «не задеть» соседние. Любое препятствие, например, касающийся экрана палец руки, частично или полностью перекрывающее световой луч, приводит к уменьшению или прекращению электрического тока через соответствующий фотодиод. Это изменение фиксируется микроконтроллером. Инфракрасный сенсорный экран выполняется в виде рамки, которая не имеет никаких стекол или прозрачных пленок. Поэтому изменение яркости, контраста и цветопередачи изображения, а также появление дополнительных бликов исключены, что является несомненным достоинством экрана. Инфракрасная технология не лишена ряда недостатков. Попадание прямого солнечного света вызывает сбои в работе. Кроме того, такие экраны имеют самую высокую стоимость. Применяются ИК-экраны обычно в образовательных учреждениях – в качестве интерактивных панелей большого размера, и в игровых автоматах.

Применение сенсорных экранов дает ряд преимуществ их обладателям. Например, интерактивные справочные системы (киоски), используемые в аптеках, торговых центрах, банках и вокзалах, удобны в обращении и позволяют экономить время, чем, несомненно, привлекают клиентов. Использование сенсорных панелей и планшетов вместо меловых досок в сфере образования также сулит определенные выгоды. Обычно значительную часть занятия преподаватель тратит на рисование схем, графиков и таблиц, а иногда – даже на переписывание листингов компьютерных программ. В итоге ценное время на объяснение представленного на доске материала сокращается. Такой режим работы не позволяет учащемуся сосредоточиться на обдумывании материала, так как он занят копированием записей с доски. Применение отображающих устройств позволяет эффективно использовать заранее подготовленный иллюстративный материал, что экономит массу времени. Наличие у дисплея сенсорных свойств, позволяет делать любые пометки, надписи и рисунки в процессе объяснения. Вся изложенная на лекции информация, включая рисунки преподавателя, легко копируется в неизменном виде в любом количестве и может использоваться учащимися. Таким образом, внедрение интеллектуальных панелей позволяет повысить качество преподавания и поднять уровень образования.

К сожалению, в нашей стране применение сенсорных экранов пока очень ограничено. Остается надеяться, что со временем этот недостаток мы победим.

Литература

1. Статья опубликована в журнале " BROADCASTING Телевидение и радиовещание": 1 часть - №3(55) май 2006, с.50-52; 2 часть - №4(56) июнь-июль 2006, с.40-41; 3 часть - №7(59) ноябрь 2006, с.64-66.

УДК 620.92

SOLAROAD

Карасёва А.В., Кацубо В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

SolaRoad – первая в мире дорожка из солнечных панелей, запущенная в работу в ноябре 2014 года вблизи Амстердама в городе Кроммени, производит энергии значительно больше, чем было запланировано. Солнечный свет, который попадает на панели, преобразуется в электричество.

За прошедший год проект произвел 70 кВт·ч на квадратный метр. Полученного от солнечных лучей электричества вполне хватает для работы фонарей вдоль дорожек в темное время суток, а также для отправки энергии в городские энергосистемы. А в масштабах города солнечные велодорожки SolaRoad могут стать серьезным источником «зеленой» энергии. Ведь с ними вся страна может превратиться в гигантскую паутину-электростанцию. Такая велодорожка производит 30% электроэнергии от аналогичной солнечной панели на крыше здания. Но для "солнечных дорог" в мире существует гораздо больше площадей, которые компенсируют это.

SolaRoad – является проектом голландских компаний. «Энергетическая дорога» в длину 70 метров состоит из солнечных модулей габаритами 2,5х3,5 метра, которые покрыты защитным слоем из закаленного стекла толщиной 1 см. Вид плиты представлен на рис. 1.

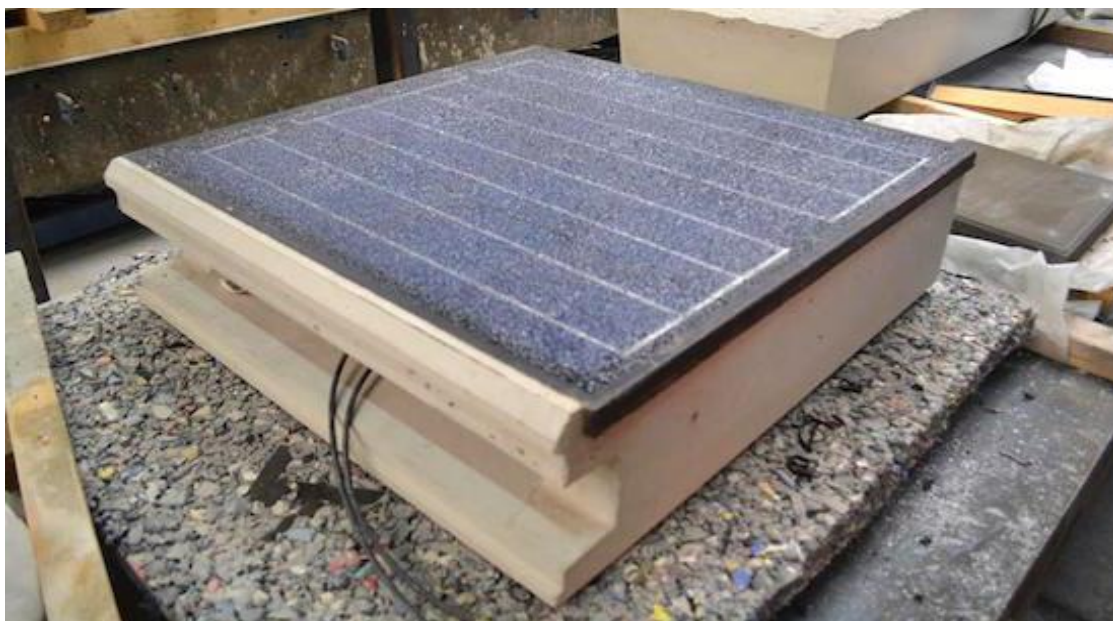


Рисунок 1. Солнечный модуль

Стекло довольно прочное. Оно может выдерживать большие давления, его поверхность имеет рельеф благодаря которому по нему можно ходить, не боясь поскользнуться, и при этом прозрачно, что позволяет пропускать солнечный свет. Нижний слой представляет собой бетонный блок, над которым установлена солнечная батарея. Батарея в свою очередь накрыта защитным стеклом. Конструкция блоков позволяет в короткие сроки сооружать дорожки любой длины. По мнению создателей, SolaRoad – это инновационное решение и яркий пример того, каким успешным может быть государственно-частное сотрудничество. Государство инвестировало \$1,5 млн., частные предприятия – \$2 млн.

Через полгода после введения в эксплуатацию велосипедной дорожки SolaRoad небольшие участки покрытия отслоились, дефекты видны на рис. 2.



Рисунок 2. Дефекты участков покрытия SolaRoad

Специалисты установили, что причиной этому послужили перепады температуры. Были произведены ремонтные работы по восстановлению покрытия, а также начата разработка более стойкого защитного слоя. Разработчики подсчитали, что за полгода работы по велодорожке SolaRoad проехали более 150 тысяч велосипедистов. В 2016 году длину велодорожки увеличили до 100 метров.

Общая стоимость проекта составляет \$3,7 млн. За время работы проекта (два с половиной года) инженеры SolaRoad планируют исправить все существующие недочёты, чтобы затем испытать технологию на небольших городских дорогах. Полученную электроэнергию можно будет использовать для подзарядки проезжающих по этим дорогам электромобилей.

Как и предполагалось по проекту, произведенная с помощью этой «фотовольтаической» дороги энергия используется для освещения улиц или направляется в городскую электросеть. Компания сообщила, что их дорожка произвела намного больше энергии, чем ожидалось — было сгенерировано 3000 кВт·ч за 6 месяцев испытаний. Чтобы было понятнее, этой энергии достаточно для семьи из двух, а возможно и трех человек, на целый год. В общем не очень много, но SolaRoad отмечает, что длина дорожки составляет всего 70 метров.

Но есть у технологии SolaRoad и существенные недостатки. Поверхность солнечных панелей, уложенных на дороге, загрязняется гораздо сильнее, чем, скажем, на крыше здания. Проезжающий транспорт перегораживает свет. Кроме того, производство и укладка таких панелей пока очень дороги.

Существуют способы извлечения энергии из дорожного покрытия отличные от проекта SolaRoad. Так, еще одна голландская компания Ooms Civiel предлагает коммерческое решение для получения тепла из дорог - технологию Road Energy Systems. Ее суть заключается в размещении под асфальтом труб с водой, которая переносит тепловую энергию нагретого солнцем дорожного покрытия потребителям. Тем не менее, преимущества электричества, как переносчика, очевидна — его можно передавать на любые расстояния практически без потерь и использовать по самому разному назначению.

Литература

1. Сайт Freedom. [Электронный ресурс]. <http://i-freedom.ru/news/solnechnye-dorogi.html>
2. Сайт SolaRoad. [Электронный ресурс]. - <http://www.solaroad.nl>
3. Сайт Википедия. [Электронный ресурс]. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Solaroad>

УДК 621.316.825

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОРЕЗИСТОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Деревяго Т.М., Терешко Д.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Принцип действия нелинейных резисторов основан на свойстве ряда полупроводниковых материалов изменять свое электрическое сопротивление под воздействием температуры (*терморезисторы*), электрического напряжения (*варисторы*), и магнитного поля (*магниторезисторы*), освещения (*фоторезисторы*), деформации (*тензорезисторы*).

Терморезисторы (термочувствительные резисторы) представляют собой объемные полупроводниковые нелинейные элементы, отличающиеся ярко выраженной зависимостью сопротивления от температуры, примерно в 10...25 раз более сильной, чем у металлов. Промышленностью выпускаются терморезисторы с номинальным сопротивлением от нескольких ом до десятков мегом.

Чтобы получить полупроводниковые резисторы, полупроводники равномерно легируют специальными примесями. Благодаря применению разных типов примесей и видов конструкций резисторов, получают различные типы зависимости от внешних факторов.

Для терморезистора характерны большой температурный коэффициент сопротивления (ТКС), простота устройства, способность работать в различных климатических условиях при значительных механических нагрузках, стабильность характеристик во времени.

Терморезисторы изготавливают в виде стержней, трубок, дисков, шайб, бусинок и тонких пластинок преимущественно методами порошковой металлургии. Их размеры могут варьироваться в пределах от 1–10 мкм до 1–2 см (рис. 1).



Рисунок 1. Внешний вид терморезисторов

Терморезисторы классифицируются по основным параметрам.

- по температуре эксплуатации:
 - сверх низкотемпературные (температура 4,2 К);
 - низкотемпературные (температура ниже 170 К);
 - среднетемпературные (170–510 К);
 - высокотемпературные (выше 570 К);
 - сверх высокотемпературные (температура 900–1300 К.).
- По знаку ТКС:
 - позисторы (РТС-термисторы) – терморезисторы с положительным температурным коэффициентом сопротивления (ПТКС);
 - термисторы (NTC-термисторы) – терморезисторы с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (ОТКС);

- По способу подогрева:
- с прямым подогревом;
- с косвенным подогревом.

Кроме классификации по основным параметрам, терморезисторы так же различают по назначению, по способы защиты, по конструкции, по типу материала, по технологии изготовления, режиму работы.

Режим работы терморезисторов зависит от того, на каком участке статической вольтамперной характеристики (ВАХ) выбрана рабочая точка. В свою очередь ВАХ зависит как от конструкции, размеров и основных параметров терморезистора, так и от температуры, теплопроводности окружающей среды, тепловой связи между терморезистором и средой. Терморезисторы с рабочей точкой на начальном (линейном) участке ВАХ используются для измерения и контроля температуры и компенсации температурных изменений параметров электрической цепей и электронных приборов. Терморезисторы с рабочей точкой на нисходящем участке ВАХ (с отрицательным сопротивлением) применяются в качестве пусковых реле, реле времени, измерителей мощности электромагнитного излучения на СВЧ, стабилизаторов температуры и напряжения. Режим работы терморезистора, при котором рабочая точка находится также на ниспадающем участке ВАХ (при этом используется зависимость сопротивления терморезистора от температуры и теплопроводности окружающей среды), характерен для терморезисторов, применяемых в системах теплового контроля и пожарной сигнализации, регулирования уровня жидких и сыпучих сред; действие таких терморезисторов основано на возникновении релейного эффекта в цепи с терморезистором при изменении температуры окружающей среды или условий теплообмена терморезистора со средой.

Основными параметрами терморезистора являются: номинальное сопротивление, температурный коэффициент сопротивления, интервал рабочих температур, максимально допустимая мощность рассеяния.

Терморезисторы с отрицательным ТКС изготавливают из смеси поликристаллических оксидов переходных металлов (например, MnO , CoO , NiO , CuO), легированных Ge и Si , полупроводников типа A^{III} , B^V , стеклообразных полупроводников и других материалов.

Терморезисторы, у которых изменение сопротивления термочувствительного элемента происходит вследствие выделяющейся в нем мощности или изменения температуры окружающей среды, называются терморезисторами **прямого подогрева**. Имеются также терморезисторы **косвенного подогрева**, у которых нагревание термочувствительного элемента осуществляется от специальной подогревающей спирали.

Условное изображение терморезисторов. Терморезисторы — это разновидность резисторов, поэтому к изображению обычного резистора добавляют добавочные графические элементы, как изображено на рис. 2.

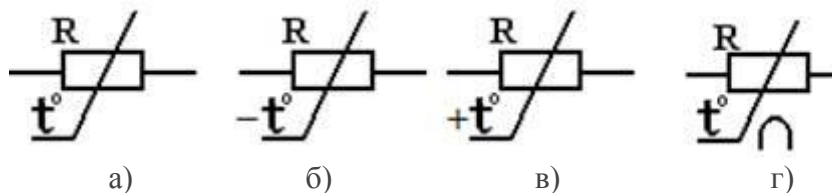


Рисунок 2. Условное изображение терморезисторов: а) общее графическое изображение; б) термистор (терморезистор с отрицательным ТКС); в) позистор (терморезистор с положительным ТКС); г) терморезисторов с косвенным подогревом

Условное обозначение терморезисторов. Согласно действующему стандарту (ГОСТ 13453-64, ГОСТ 13453-68, ГОСТ 17598-72) условное обозначение резисторов состоит из следующих элементов.

Первый элемент - буква или сочетание букв, обозначающих подкласс резисторов:

ТР - терморезистор с отрицательным ТКС (термистор);

ТРП - терморезистор с положительным ТКС (позистор).

Второй элемент - цифра (цифры) обозначает группу резистивного материала элемента:

- 1 - кобальт-марганцевые;
- 2 - медно-марганцевые;
- 3 - медно-кобальт-марганцевые;
- 4 - никель-кобальт-марганцевые;
- 5 - на основе титанита бария, легированного германием;
- 6 - на основе легированных твердых растворов в системе $\text{BaTiO}_3 - \text{BaSnO}_3$;
- 8 - на основе полутроакиса ванадия и ряда поликристаллических твердых растворов;
- 9 - на основе двуокиси ванадия VO_2 ;
- 10 - на основе системы $(\text{Ba}, \text{Sr}) \text{TiO}_3$;
- 11 - на основе системы $(\text{Ba}, \text{Sr}) (\text{Ti}, \text{Sn}) \text{O}_3$, легированной церием.

Третий элемент - номинальное сопротивление и буквенное обозначение единицы измерения (Ом, кОм), или цифра (цифры) - обозначающая регистрационный номер конкретного типа резистора для терморезисторов прошлых лет выпуска.

Четвертый элемент - допуск (%).

Например, **ТР-2-33 кОм $\pm 20\%$** - терморезистор с отрицательным ТКС, порядковым номером разработки 2, номинальным сопротивлением 33 кОм, допуском $\pm 20\%$.

Наряду с новыми встречаются терморезисторы прошлых лет выпуска. В основу был положен состав полупроводникового материала, из которого изготовлен их термочувствительный элемент. Например, **ММТ** – медно-марганцевые; **КМТ** - кобальт-марганцевые.

Характеристика терморезисторов. Характеристикой терморезисторов является их статическая вольт-амперная характеристика. Она представляют собой зависимости протекающего через терморезистор тока от приложенного напряжения в условиях теплового равновесия между ним и внешней средой. Вид нелинейной статической ВАХ зависит от сопротивления термочувствительного элемента, его конструкции, габаритных размеров, степени тепловой связи с окружающей средой и внешней температуры (рис. 3).

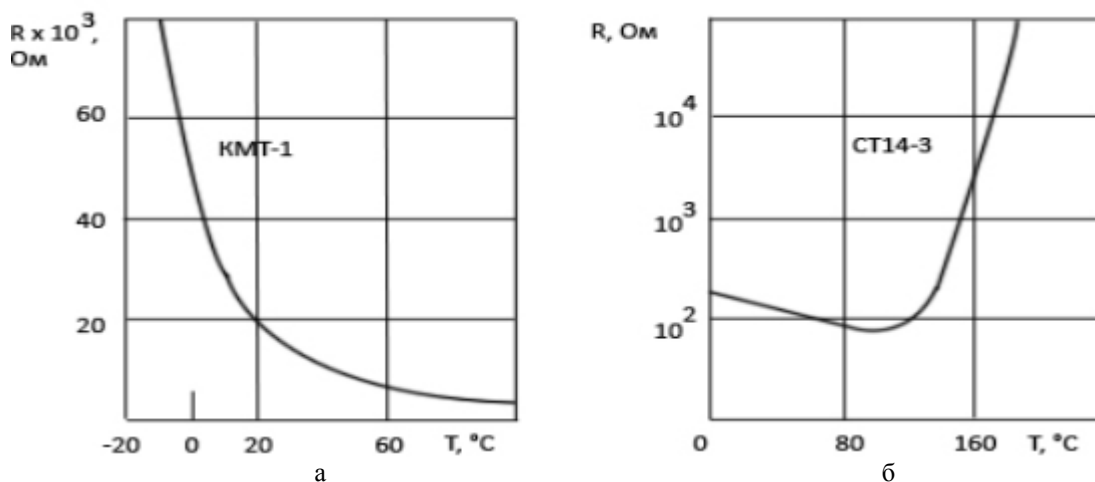


Рисунок 3. Температурные зависимости сопротивления терморезисторов: с отрицательным ТКС (а) и положительным ТКС (б)

Вид ВАХ терморезисторов косвенного подогрева в значительной степени зависит от тока, протекающего по обмотке подогрева $I_{\text{п}}$. Поэтому для них обычно приводятся характеристики подогрева, устанавливающие связь между сопротивлением терморезистора и мощностью, рассеиваемой на обмотке подогрева (рис. 4).

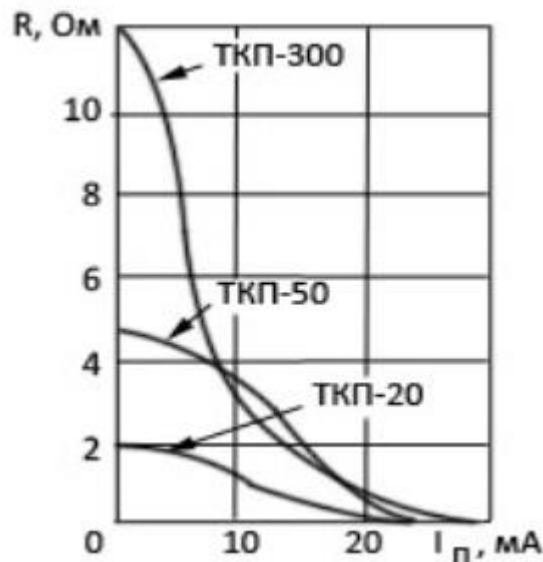


Рисунок 4. Характеристика нагрева терморезисторов косвенного подогрева

Основные параметры терморезисторов:

- R_n – номинальное сопротивление: сопротивление терморезисторов при определенной температуре окружающей среды, обычно – это 25°C или 20°C;
- T_2, T_1 – интервал рабочих температур.
- α – температурный коэффициент сопротивления – характеризует изменение сопротивления терморезистора в % при изменении температуры на 1 градус, обычно указывается для той же температуры, что и номинальное сопротивление.
- Постоянная B – величина, характеризующая температурную чувствительность терморезисторов в определенном диапазоне температур. Определяется физическими свойствами полупроводникового материала, вычисляют по формуле:

$$B = 2,303 \frac{\lg R_1 - \lg R_2}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}},$$

где R_1 – сопротивление терморезистора, измеренное при температуре T_1 , Ом;
 R_2 – сопротивление терморезистора, измеренное при температуре T_2 , Ом.

- $P_{\max}$ – максимальная мощность рассеяния – это допустимая мощность при температуре 25°C (или другой указанной в ТУ), при которой в течение заданного времени (минимальной наработки) параметры терморезисторов остаются в пределах норм, установленных в ТУ.

Терморезисторы находят применение во многих областях.

Они используются в устройствах:

- 1) для регулировки температуры;
- 2) для температурной компенсации;
- 3) для температурной стабилизации схем;
- 4) для тепловой защиты элементов;
- 5) автоматического регулирования и стабилизации;
- 6) саморегулируемых термостатах на позисторах;
- 7) для запуска;
- 8) как измерители мощности СВЧ;
- 9) размагничивания кинескопов;
- 10) для генерирования ультранизкочастотных колебаний;
- 11) для дистанционного управления;

- 12) для термопреобразования частоты;
- 13) для стабилизации напряжений;
- 14) для измерения скоростей газов и жидкостей.

В противопожарной технике существуют стандартные температурные датчики. Подобный датчик содержит два термистора с отрицательным температурным коэффициентом, которые установлены на печатной плате в белом поликарбонатном корпусе. Один выведен наружу – открытый термистор, он быстро реагирует на изменение температуры воздуха. Другой термистор находится в корпусе и реагирует на изменение температуры медленнее.

Схема для размагничивания кинескопа на позисторе с косвенным подогревом изображена на рис. 5.

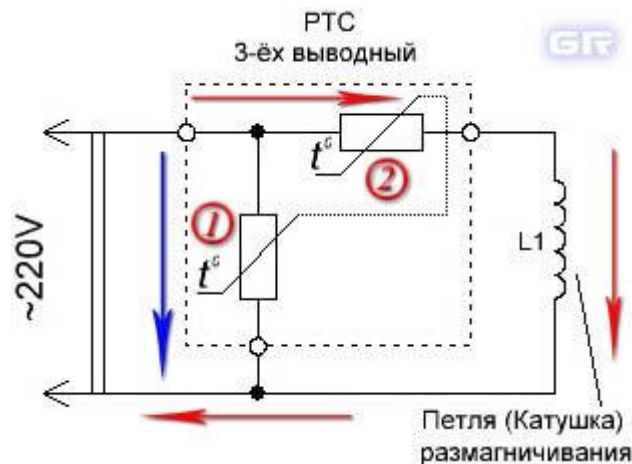


Рисунок 5. Схема для размагничивания кинескопа на позисторе с косвенным подогревом

Внешний вид резистора СТ15-2-220В с косвенным подогревом изображен на рис. 6.



Рисунок 6. Внешний вид резистора СТ15-2-220В с косвенным подогревом

Применение NTC-термисторов

Своё название NTC-термисторы получили от сокращения NTC – **Negative Temperature Coefficient**, или "Отрицательный Коэффициент Сопротивления". При нагреве их сопротивление уменьшается. Как обозначается NTC-термистор на схеме – изображено на рис. 7.

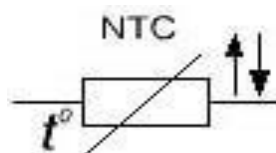


Рисунок 7. Обозначение на схеме NTC-термистора

Как видим, стрелки на обозначении разнонаправлены, что указывает на основное свойство *NTC*-термистора: температура увеличивается (стрелка вверх), сопротивление падает (стрелка вниз). И наоборот.

На практике встретить *NTC*-термистор можно в любом импульсном блоке питания.

На этом фото 9 (рис. 8) *NTC*-термистор фирмы *EPCOS*. Применяется для ограничения пускового тока.



Рисунок 8. Внешний вид *NTC*-термистора

Для *NTC*-термисторов, как правило, указывается его сопротивление при 25°C (для данного термистора это 8 Ом) и максимальный рабочий ток. Обычно это несколько ампер.

Данный *NTC*-термистор устанавливается последовательно, на входе сетевого напряжения 220V. Посмотрим на схему входной части блока питания (рис. 9).

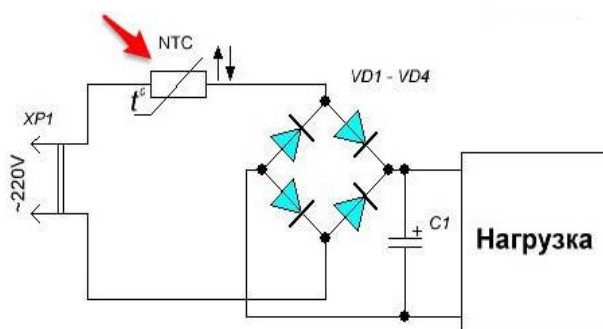


Рисунок 9. Схема входной части блока питания

Так как он включен последовательно с нагрузкой, то весь потребляемый ток протекает через него. *NTC*-термистор ограничивает пусковой ток, который возникает из-за заряда электролитических конденсаторов (на схеме *C1*). Бросок зарядного тока может привести к пробоя диодов в выпрямителе (диодный мост на *VD1-VD4*).

При каждом включении блока питания конденсатор начинает заряжаться, а через *NTC*-термистор начинает протекать ток. Сопротивление *NTC*-термистора при этом велико, так как он ещё не успел нагреться. Протекая через *NTC*-термистор, ток разогревает его. После этого сопротивление термистора уменьшается, и он практически не препятствует протеканию тока, потребляемого прибором. Таким образом, за счёт *NTC*-термистора удаётся обеспечить "плавный запуск" электроприбора и уберечь от пробоя диоды выпрямителя. Пока импульсный блок питания включен, *NTC*-термистор находится в "подогретом" состоянии.

Литература

1. Шашков, А.Г. Терморезисторы и их применение / Шашков А.Г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://specknigi.ru/termistory-cto-eto-takoe/>. – Дата доступа: 20.04.2017.
2. http://studopedia.su/16_56342_termorezistori.html – Дата доступа: 15.04.2017.
3. http://radiomurlo.narod.ru/HTMLs_2/RADIO_termoresistor.html – Дата доступа: 10.04.2017.
4. <http://go-radio.ru/pozistor.html> – Дата доступа: 10.04.2017.

УДК 681.3

УСТРОЙСТВО ЛАЗЕРНОГО ПРИНТЕРА

Хвитько К.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Создание и развитие лазерных принтеров

Первое изображение с использованием сухих чернил и статического электричества получил Честер Карлсон в далеком 1938 году. И лишь спустя 8 лет он смог найти производителя изобретенных им устройств. Это была компания, которую ныне все знаю под названием Херох. И в тот же 1946 год на рынок попадает первое копировальное устройство. Это была огромная и сложная машина, требующая проведения целого ряда ручных операций. Лишь в середине 1950-х был создан первый, полностью автоматизированный механизм, который являлся прообразом современного лазерного принтера.

С конца 1969 года Херох начинает работу над разработкой лазерных принтеров, добавив лазерный луч к существующим на то время образцам. Но стоял он треть миллиона долларов по тем меркам и имел огромные размеры, что не позволяло пользоваться таким устройством даже на небольших предприятиях, не то, что в быту.



Рисунок 1. Первый персональный лазерный принтер от компании HP

Результатом сотрудничества нынешних гигантов в индустрии печати Canon и HP стал выпуск серии принтеров LaserJet, которые способны напечатать до 8 страниц текста в минуту. Такие устройства стали более доступными после того, как появился первый сменяемый картридж для лазерного принтера.

Принцип работы

Основой формирования изображения является краситель, содержащийся в тонере. Под действием статического электричества он прилипает и буквально впечатывается в бумагу. Но каким образом это происходит?

Любой лазерный принтер состоит из трех основных функциональных блоков: печатная плата, блок переноса изображения (картридж) и печатный блок. Бумагу на печать подает узел подачи бумаги. Они разрабатываются по двум конструкциям – подача бумаги из нижнего лотка и подача из верхнего лотка.

Его строение достаточно простое:

- ролик – нужен для захвата бумаги;
- блок для захвата и подачи одного листа;
- ролик, передающий статический заряд бумаге.

Картридж для лазерного принтера состоит из двух частей – это тонер и барабан или фотоцилиндр.

Тонер

Тонер состоит из микроскопических частичек полимеров, которые покрыты красителем, с включением магнетита и регулятора заряда. Каждая фирма выпускает порошок с уникальными характеристиками для собственных принтеров и многофункциональных устройств. Все порошки отличаются магнитностью, плотностью, дисперсностью, размером зерен и другими физическими показателями. Поэтому не стоит заправлять картриджи случайным тонером. Преимущества тонера перед чернилами заключаются в четкости отпечатанной картинке и влагостойкости, которая обеспечивается впечатыванием порошка в бумагу. Из недостатков стоит назвать малую глубину цветов, насыщенность при цветной печати и отрицательное воздействие на организм человека при взаимодействии с тонером, например, во время зарядки картриджа.

Строение и этапы печати изображений

Фотобарабан выполнен в виде продольного алюминиевого вала, с нанесенным на него тонким слоем материала, чувствительного к световым лучам с определенными параметрами. Цилиндр покрыт защитным слоем. Помимо алюминия, барабаны изготавливаются с неорганических фоточувствительных веществ. Основное свойство фотобарабана – изменение проводимости (заряда) под воздействием лазерного луча. Это значит, что если цилиндру придать заряд – он будет хранить его на протяжении значительного отрезка времени. Но если засветить какую-либо область вала светом – они теряют свой заряд и становятся нейтрально заряженными за счет увеличения проводимости (то есть уменьшением электрического сопротивления) в этих зонах. Заряд стекает с поверхности через внутренний проводящий слой.

При поступлении документа на печать, печатная плата обрабатывает его и посылает соответствующие световые импульсы на блок переноса изображения, где цифровая картинка превращается в изображение на бумаге. Фотобарабан вращается при помощи вала и получает первичный отрицательный или положительный заряд от находящегося рядом роллера. Его величина определяется настройками печати, которые сообщает печатная плата.

После зарядки цилиндра лазерный луч, имеющий горизонтальную развертку, сканирует его с огромной частотой. Засвеченные места фотоцилиндра, как сказано выше, становятся незаряженными. Эти незаряженные зоны формируют требуемую картинку на барабане в зеркальном отображении. Далее, чтобы изображение оказалось на бумаге, незаряженные зоны необходимо заполнить тонером. Блок лазерного сканирования состоит из зеркала, полупроводникового лазера, нескольких формирующих и одной фокусирующей линзы.

Барабан контактирует с роллером, изготовленным, в основном, из магния и подает тонер на фотоцилиндр из емкости картриджа. Роллер, в котором расположен постоянный магнит, выполнен в виде пустотелого цилиндра с токопроводящим слоем. Под воздействием магнитного поля тонер из бункера притягивается к роллеру под действием силы намагниченного сердечника.

Под действием электростатического напряжения тонер из роллера будет переноситься на сформированное лазерным лучом изображение на поверхности фотобарабана, крутящегося вплотную с роллером. Тонеру некуда деться, ведь его отрицательно заряженные частицы притягиваются к положительно заряженным областям фотоцилиндра, на котором сформировано нужное изображение. Отрицательный заряд барабана отталкивает ненужное количество тонера назад, заполняя им отсканированные лазером участки.

Отметим один нюанс. Существует два типа формирования изображений. Самый распространенный – это применение тонера с положительным зарядом. Такой порошок остается на нейтрально заряженных областях фотоцилиндра. То есть, лазером засвечиваются области, где будет наше будущее изображение. Барабан при этом заряжен отрицательно. Второй механизм менее распространенный, в нем используется тонер с отрицательным зарядом. Лазерный луч «разряжает» области положительно заряженного фотоцилиндра, на которых изображения быть не должно. Это стоит помнить при выборе лазерного принтера, ведь в первом случае будет более точная передача деталей, а во втором – более равномерная

и плотная заливка. Первые принтеры отлично подойдут для печати текстовых документов, потому что они и получили широкое распространение.

Перед тем, как соприкоснуться с цилиндром бумага получает статический электрический заряд с помощью ролика переноса заряда. Под воздействием, которого тонер притягивается к бумаге в момент ее плотного контакта с барабаном. Сразу после этого заряд из бумаги удаляется нейтрализатором статического заряда. Этим устраняется притягивания листа к фотоцилиндру. Во время прохода бумаги сквозь блок лазерного сканирования на листе становится заметным сформированное изображение, которое легко разрушается от малейшего прикосновения. Для его долговечности необходимо провести фиксацию с помощью расплавления добавок, входящих в тонер. Этот процесс происходит в блоке фиксации изображения – это третий ключевой блок лазерного принтера. Еще его называют «печкой». Если вкратце, то плавятся входящие в состав тонера вещества. После их вдавливания и застывания эти полимеры словно покрывают собой чернила, защищая их от внешних воздействий. Теперь читатель поймет, почему отпечатанные листы, выходящие из принтера, такие теплые.

По конструкции так называемая «печка» состоит из двух валов, в одном из которых находится нагревательный элемент. Второй, зачастую нижний, необходим для вдавливания расплавленного полимера в бумагу. Нагревательные элементы выполняются в виде термисторов, изготовленных в виде термопленок. При подаче напряжения на них, эти элементы разогреваются до высоких температур (порядка 200 °С) за доли секунды. Прижимный валик прижимает лист к нагревателю, в процессе чего осуществляется вдавливание жидких микроскопических частиц тонера в текстуру бумаги. На выходе из блока фиксации стоят разделители, дабы бумага не прилипла к термопленке.

Литература

1. Интернет источник: <http://kakrig.com/ustrojstvo-i-princip-raboty-lazernogo-printera>
2. Технический журнал «Сервисный центр». -2004.-№1,2,5.

УДК 621.3.051.024

КОСМИЧЕСКАЯ СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Панкевич В.И., Скицунова И.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Уровень моря растет, ледники тают, а непостоянство погоды считается нормальным. Изменение климата отрицательно сказывается на всём и всех, и становится только хуже. Виновником этого ухудшения является содержание CO_2 в атмосфере в результате сжигания ископаемых видов топлива, таких как нефть и уголь. В течение последних нескольких десятилетий ученые находятся в поисках возобновляемых источников энергии, чтобы удовлетворить потребность в энергии всей Земли, не погубив ее.

Некоторые исследователи считают, что люди могут получать чистую энергию, генерируя ее с помощью солнечных коллекторов в космосе, и отправлять вниз на Землю. Такой источник будет надежным, сама энергия будет чистой и бесконечной, то есть пока будет гореть Солнце.

Электричество, полученное СЭС, также может использоваться для зарядки электромобилей. Аналитики считают, что индустрия электрических автомобилей сегодня развивается крайне медленно из-за отсутствия зарядных станций. Космическая энергетика может решить эту проблему.

Замысел, на первый взгляд, кажется фантастическим, 75 лет назад он таким и был, но сегодня всё может стать реальным. Впервые идея упоминалась в научно-фантастическом рассказе Айзека Азимова в 1941 году. Писатель поведал о мире, в котором нашу планету питает луч света, черпающий энергию непосредственно от Солнца.

Он управляется двумя инженерами на космической станции. Рассказ берет начало с того, что они готовят робота к выполнению определенных действий. Инженер объясняет роботу: «Наши лучи кормят мир энергией, извлекаемой из одного из этих гигантских глобусов-ламп, которые рядом с нами. Мы называем этот глобус Солнцем...»

Наземная или космическая солнечная энергия?

В большинстве случаев мы представляем солнечные панели на крыше дома, преобразующие солнечный свет в энергию, которая идёт на нужды дома. Звучит неплохо, но солнечные панели на Земле уступают космическим панелям в силу того, что они не вырабатывают энергию ночью или в пасмурную погоду. К тому же наша атмосфера защищает поверхность Земли от солнечных лучей, отражая большую их часть обратно в космос.

Подумайте, что будет, если перенести солнечные панели на околоземную орбиту – на 35 000 километров вверх.

«Если установить солнечные батареи в космосе, они будут работать постоянно, 99,9% времени в году, — рассказал Пол Яффе, космический инженер. Поскольку ось вращения Земли смещена, Яффе говорит, что «даже на ночной стороне Земли, где может быть спутник, всегда будет солнечно».

Яффе предполагает, что каждая космическая солнечная батарея сможет генерировать от 250 МВт до 5 ГВт энергии. Большой город требует около 20 ГВт энергии. По расчетам Яффе, четыре массива солнечных батарей, каждый на 5 гигаватт, смогут обеспечивать энергией целый город круглый год. Основным недостатком такой системы остается ее стоимость. Международную космическую станцию, например, строили в космосе по частям, поскольку не было достаточно большой или мощной ракеты, чтобы запустить полную систему в космос. Стоимость строительства одного солнечного массива неизвестна, но скорей всего обойдется в сотни миллионов долларов. Однако, как только будет построен первый, строительство второго выйдет уже значительно дешевле.

Со временем многие страны заинтересовались строительством СЭС, включая Японию, Китай и несколько европейских стран.

Планы Китая

СЭС будет построена Китаем в 2025 году.

Китайские исследователи планируют реализовать амбициозный план по строительству солнечной электростанции в космосе. Так они думают разрешить две свои насущные проблемы:

- постоянно растущий спрос на энергоресурсы;
- ухудшающаяся экологическая ситуацию.

«Тот, кто овладеет этой технологией, в будущем может стать крупнейшим игроком на энергетическом рынке. Она имеет огромное стратегическое значение», - говорит Ван Сицзи, научный сотрудник Китайской Академии Наук и представитель проекта.

Китайские учёные уже предложили правительству выделить \$1 трлн. на реализацию этого масштабного проекта.

Согласно докладу Китайской академии космической техники, правительство народной республики начало финансирование этого проекта еще в 2010 году, а дизайн космической электростанции был утвержден. Выяснилось, что на сегодняшний день уже проводятся активные научные работы по разработке спутников, собирающих солнечную энергию и других космических технологий схожего направления.

На реализацию программы может уйти много времени, считают исследователи в области космической энергетики. Так, работу солнечной электростанции можно будет представить примерно к 2025 году, после нескольких лет тестирования. На расчетную мощность электростанции можно будет выйти к 2035 году, а выгоду проект сможет приносить к 2050 году, полагают аналитики.

Экономический эффект от работы СЭС возможен при сохранении 50% энергии, передаваемой наземным приемникам. На сегодняшний день, для передачи таких объемов на расстояния до 35 000 км технологии пребывают на ранних стадиях разработки. К тому же, для вывода больших объектов на околоземную орбиту необходимо создание космических аппаратов с высокой грузоподъемностью, а создание тонких, легких и максимально энергоэффективных солнечных панелей, также не является решенной задачей для современных ученых.

Как действует технология?

Хотя технология нуждается в доработках, принцип действия довольно прост. Солнце посылает фотоны во всех направлениях. Обычная солнечная батарея преобразует эти фотоны в электроны постоянного электрического тока. Потом постоянный ток преобразуется в переменный и передается через электрическую сеть.

С солнечными батареями в космосе ученым нужно найти самый эффективный способ передачи постоянного тока от солнечных отражателей на Землю. Ответ: электромагнитные волны вроде тех, что используются для передачи радиочастот или разогрева еды в микроволновой печи.

«Люди могут не связывать радиоволны с передачей энергии, потому что думают о них в связи с коммуникациями, радио, телевизорами или телефонами. Они не думают о них как о переносчиках энергии», — говорит Яффе. Но мы знаем, что микроволны переносят энергию — их энергия нагревает нашу еду.

Яффе называет разработанную технологию модулем «сэндвич». На рисунке видны похожие на зеркала солнечные отражатели, собирающие фотоны солнца на массиве модулей типа сэндвич. Верхняя часть сэндвича получает солнечную энергию. Антенны на нижней боковой балке посылают радиоволны на Землю.

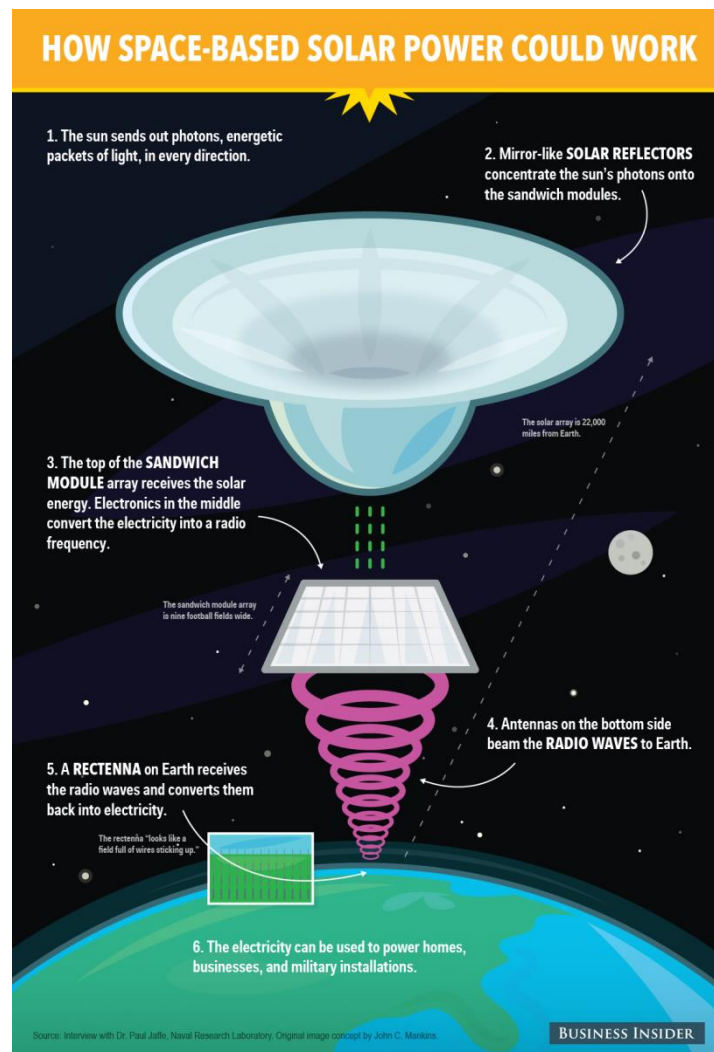


Рисунок 1. Действие космической солнечной электростанции

Модули-сэндвичи должны быть 3 м длиной, но их потребуется около 80 000. Массив таких модулей будет длиной в 9 футбольных полей, примерно с километр. Это в девять раз больше, чем Международная космическая станция.

Вернувшись на Землю, радиочастоты от космических солнечных панелей, которые содержат энергию, будут приниматься специальной антенной — ректенной — которая может быть 3 км в диаметре.

«Она будет похожа на поле, усеянное проводами. Эти элементы ректенны будут принимать входящие радиоволны и преобразовывать их в электричество», — говорит Яффе.

Мощный пучок радиоволн можно отправить в любое место на Земле. Достаточно отправить «пилотный сигнал» из центра принимающей станции. Спутник видит сигнал и перенастраивает передатчик для передачи радиоволн на земную станцию.

Одним из главных преимуществ такой системы, как для военных, так и гражданских лиц является возможность передачи энергии на удаленные базы и места, куда сложно и невероятно дорого доставлять дизельное топливо.

Гигантский луч энергии из космоса

Гигантский пучок радиоволн, идущих вниз от космоса на Землю, может напугать людей. Ведь мы можем подумать, что этот пучок способен взрывать города. Но на самом деле мы даже не увидим радиолуч невооруженным глазом. Радиосигналы проходят вокруг нас всегда и повсюду.

Хотя эти радиосигналы содержат больше энергии, чем сигнал телевизора или радио, плотность сигнала все равно будет довольно низкой, и не будет угрожать людям, самолетам или птицам, пролетающим через него. Технология еще не проверялась вне лаборатории, поэтому 100%-ой гарантии безопасности пока нет.

Литература

1. Сайт ЭкоТехника. [Электронный ресурс]. - <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/40-kosmicheskaya-solnechnaya-elektrostantsiya-budet-postroena-kitaem-v-2025-godu.html>
2. Сайт Electric Info. [Электронный ресурс]. - <http://elektrik.info/main/voprosy/86-kosmicheskaya-solnechnaya-yenergostanciya.html>
3. Сайт Hi-News. [Электронный ресурс]. - <https://hi-news.ru/science/kak-budut-rabotat-kosmicheskie-solnechnye-elektrostancii.html>
4. Сайт Hi-News. [Электронный ресурс]. - <https://hi-news.ru/technology/mitsubishi-sozdaet-solnechnuyu-elektrostantsiyu-v-kosmose.html>

УДК 621.316

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ПРИМЕНЕНИЯ ВАРИСТОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Деревяго Т.М., Терешко Д.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Принцип действия нелинейных резисторов основан на свойстве ряда полупроводниковых материалов изменять свое электрическое сопротивление под воздействием температуры (*терморезисторы*), электрического напряжения (*варисторы*), и магнитного поля (*магниторезисторы*), освещения (*фоторезисторы*), деформации (*тензорезисторы*).

Варистор это пассивный двух выводной, твердотельный полупроводник, который применяется для обеспечения защиты различных схем. Варисторы обладают свойством резко уменьшать свое сопротивление с 1000 МОм до десятков Ом при увеличении на них напряжения выше пороговой величины.

В этом случае сопротивление становится тем меньше, чем больше действует напряжение. Типичная вольт-амперная характеристика мощного варистора имеет резко выраженную нелинейную симметричную форму (рис. 1), то есть он может работать и на переменном напряжении.

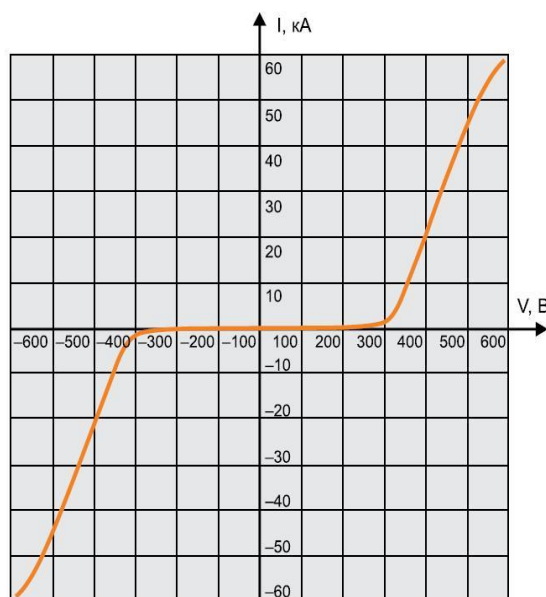


Рисунок 1. Вольт-амперная характеристика варистора

В качестве токопроводящего элемента в варисторах используется порошок карбида кремния SiC со средними размерами зерен 40...50 мкм, скрепленными в монолит с помощью различных связующих материалов. Отечественные варисторы на основе карбида кремния с добавкой глины и графита получили название *тириновых*, с добавкой ультрафарфоровой связки – *лэтиновых*.

Электропроводность варистора определяется многими параллельными цепочками контактирующих зерен SiC , причем пробивное напряжение материала связки между контактами в различных цепочках имеет значительный разброс. По мере возрастания приложенного напряжения включаются друг за другом остальные цепочки зерен, и вольт-амперная характеристика будет представлять возрастающую нелинейную функцию. В реальном же варисторе таких цепочек бесчисленное множество, поэтому и реальная вольт-

амперная характеристика будет представлять собой плавную кривую. Свойства варистора не зависят от полярности приложенного напряжения, поэтому его вольт-амперная характеристика симметрична относительно начала координат.

Конструктивно варисторы оформляются в виде дисков, шайб или трубок (рис. 2 и рис. 3). После спекания заготовок на контактные поверхности методом вжигания серебряной пасты наносится металлизированный слой, к которому припаивают выводы варистора. Для защиты от механических и атмосферных воздействий варистор помещается в фарфоровый или металлический корпус и покрывается лаком.

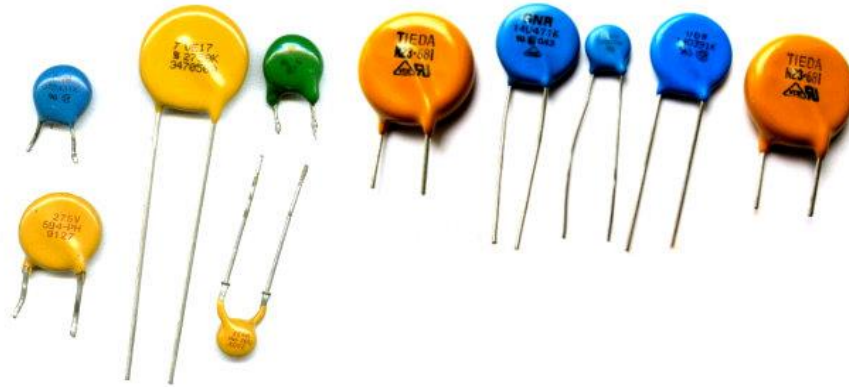


Рисунок 2. Внешний вид малогабаритных варисторов



Рисунок 3. Внешний вид мощных варисторов

Работу варистора в статическом режиме характеризует номинальное сопротивление R_c при определенном значении приложенного напряжения U_x .

Динамический режим работы варистора определяет дифференциальное сопротивление при том же значении приложенного напряжения:

$$R_d = dU/dI$$

Важным параметром варисторов является коэффициент нелинейности, определяемый как отношение статического сопротивления к динамическому сопротивлению для одной и той же точки вольтамперной характеристики:

$$\lambda = R_c/R_d = U/I \cdot dI/dU$$

Коэффициент нелинейности $\lambda_{\text{нр}}$ может быть определен путем измерения значений токов I_1 и I_2 протекающих через варистор при двух известных значениях напряжений U_1 и U_2 :

$$\lambda_{\text{нр}} = \lg \cdot I_2 / I_1 / \lg \cdot U_2 / U_1 = \lg I_2 - \lg I_1 / \lg U_2 - \lg U_1$$

Одним из основных параметров варистора является классификационное напряжение, которое измеряют при заданном классификационном значении тока. Коэффициент нелинейности устанавливается обычно для каждого значения классификационного напряжения.

Коэффициент нелинейности лежит в пределах 2-10 у варисторов на основе SiC и 20-100 у варисторов на основе ZnO.

Температурный коэффициент сопротивления варистора – отрицательная величина.

Варисторы применяются в схемах стабилизации напряжения, регулирования числа оборотов и реверсирования электродвигателей, умножения частоты и в схемах модуляторов. Они применяются также в аналоговых счетно-решающих устройствах для выполнения таких математических операций над электрическими сигналами, как возведение в степень, извлечение корня, умножение, и для многих других целей.

Варисторы широко применяются в промышленном оборудовании и приборах бытового назначения:

- для защиты полупроводниковых приборов: тиристоров, симисторов, транзисторов, диодов, стабилитронов;
- для электростатической защиты входов радиоаппаратуры;
- для защиты от электромагнитных всплесков в мощных индуктивных элементах;
- как элемент искрогашения в электромоторах и переключателях.

Варисторы являются в настоящее время практически единственным быстродействующим средством защиты сложных и дорогостоящих полупроводниковых систем различного назначения, таких как:

1. бытовая электроника (телевизоры, микроволновые печи, бытовая радиоаппаратура и др.);
2. устройства промышленной электроники (электродвигатели, схемы управления, релейные схемы, схемы защиты);
3. аппаратура средств связи;
4. устройства обработки данных;
5. оборудование передачи электроэнергии (газоразрядники);
6. индикаторные средства (автомобильная электроника, железнодорожный транспорт) и др. области применения.

Характеристики варисторов

Основными параметрами, которые используют при описании характеристик варисторов, являются:

- U_n – классификационное напряжение, обычно измеряемое при токе 1 мА, — это условный параметр, который указывается при маркировке элементов;
- U_m – максимально допустимое действующее переменное напряжение (среднеквадратичное);
- $U_{m=}$ – максимально допустимое постоянное напряжение;
- P – номинальная средняя рассеиваемая мощность, это та, которую варистор может рассеивать в течение всего срока службы при сохранении параметров в установленных пределах;

• W – максимальная допустимая поглощаемая энергия в джоулях (Дж), при воздействии одиночного импульса.

• I_{pp} – максимальный импульсный ток, для которого время нарастания/длительность импульса: 8/20 мкс;

• C_o – емкость, измеренная в закрытом состоянии, при работе ее значение зависит от приложенного напряжения, и когда варистор пропускает через себя большой ток, она падает до нуля.

От величины W зависит, как долго может действовать перегрузка (с максимальной мощностью P_m) без опасности повредить варистор, т. е.:

$$T = \frac{W}{P_m}$$

Для применения рабочее напряжение у варисторов выбирается исходя из допустимой энергии рассеяния и максимально допустимой амплитуды напряжения. Напряжение ограничения примерно равно квалификационному напряжению (U_n) варистора.

Для ориентировочных расчетов рекомендуется, чтобы на переменном напряжении оно не превышало $U_{вх} \leq 0,6U_n$, а на постоянном – $U_{вх} < 0,85U_n$.

Для сети с действующим напряжением 220 В (50 Гц) обычно устанавливают варисторы с классификационным напряжением не ниже 380...430 В. Для варистора с классификационным напряжением 430 В при импульсе тока 100 А напряжение будет ограничено на уровне около 600 В.

Параметры некоторых из таких варисторов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры варисторов отечественного производства

Тип	U_n ,	$U_{m\sim}$,	$U_{m=}$,	W ,
варистора	В	В	В	Дж
ВР-1-1	10	6	8	0,18
ВР-1-1	15	9	12	0,26
ВР-1-1	22	14	18	0,56
ВР-1-1	27	17	22	0,64
ВР-1-1	33	20	26	0,71
CH2-1a CH2-16 CH2-1B	180	115	150	37,8 18,0 4,5
CH2-1a CH2-16 CH2-1B	200	130	170	42,0 20 5,0
CH2-2A, CH2-1a, CH2-16	390	250	320	125 81,9 40
CH2-2A, CH2-1a, CH2-16	430	275	350	138 90,3 43

Примечание: Емкость для отечественных варисторов не указывается.

Из всего разнообразия выпускаемых за рубежом варисторов параметры одного из типов, имеющих дисковую конструкцию, приведены в табл. 2 (другие типы имеют близкие параметры).

Они выпускаются на рабочие напряжения от 4 до 1500 В с небольшим шагом, но в продаже вы вряд ли найдете все номиналы из ряда (в случае необходимости можно заказать их изготовление на любое напряжение для поставки больших партий), но обычно можно использовать ближайшие номиналы из ряда в сторону увеличения напряжения.

Таблица 2. Основные параметры дисковых варисторов серии TVR

Тип варистора	U_n , В	$U_{m\sim}$, В	$U_{m=}$, В	W , Дж	C_o , пФ
TVR 05 180	18	11	14	0,4	1600
TVR 07 180	18	11	14	0,9	3800
TVR 10 180	18	11	14	2,1	9000
TVR 14 180	18	11	14	4,0	22000
TVR 20 180	18	11	14	11,0	44000
TVR 05 270	27	17	22	0,6	1260
TVR 07 270	27	17	22	1,4	2400
TVR 10 270	27	17	22	3,0	4800
TVR 14 270	27	17	22	6,0	12000
TVR 20 270	27	17	22	18,0	26000
TVR 05 391	390	250	320	12	85
TVR 07 391	390	250	320	25	160
TVR 10 391	390	250	320	60	270
TVR 14 391	390	250	320	100	500
TVR 20 391	390	250	320	180	1000
TVR 05 431	430	275	350	13	80
TVR 07 431	430	275	350	28	150
TVR 10 431	430	275	350	65	250
TVR 14 431	430 '	275	350	115	450
TVR 20 431	430	275	350	190	900

Для повышения рассеиваемой мощности варисторы можно включать последовательно (или параллельно, если подбирать их по идентичным параметрам). Размеры варисторов зависят от мощности, но так как такие элементы работают при импульсной перегрузке, чаще указывают рассеиваемую энергию в джоулях:

$$W = U_{max} \cdot I_{max} \cdot t_{и},$$

которая связана с мощностью соотношением:

$$P = \frac{W}{T}$$

Для выбора варистора с необходимой энергией рассеивания для защиты нагрузок, потребляющих мощность более 1...2 кВт, в практических расчетах можно руководствоваться приведенной в формулой:

$$W = \frac{P \cdot tga}{2\pi \cdot f \cdot \eta}$$

- где: W — максимальная мгновенная энергия в джоулях;
- P — номинальная мощность нагрузки, приходящаяся на одну фазу, Вт;
- a — коэффициент нелинейности варистора;
- f — частота переменного напряжения, Гц;
- η — КПД защищаемой нагрузки.

Максимально допустимое значение рассеиваемой энергии у примененного варистора должно превышать эту величину.

Так как перегрев варистора приводит к его повреждению, выпускаются такие элементы и с уникальными свойствами, например, имеющие температурную защиту – размыкающий механический контакт в защищаемой цепи, что значительно повышает надежность работы узла.

Сравнение основных характеристик варисторов разных типов можно найти в Интернет. Суть его заключается в том, что отечественные производители выпускают компоненты по техническим параметрам не хуже, чем это делают за рубежом (правда, приобрести их радиолюбителю намного сложнее – в продаже чаще можно встретить импортные).

В качестве основного недостатка варистора можно отметить его большую собственную емкость, которая вносится в цепь. В зависимости от конструкции, типа и номинального напряжения эта емкость может составлять от 80 до 30000 пФ.

Впрочем, для некоторых применений большая емкость может быть и достоинством, например, в фильтре, совмещающем в себе функцию ограничения напряжения (для таких применений можно заказать изготовление варисторов с повышенной емкостью).

Вторым недостатком является меньшая максимальная допустимая рассеиваемая мощность по сравнению с разрядниками (для увеличения мощности рассеивания изготовители увеличивают размеры корпуса варистора).

Литература

1. Шелестов, И.П. Радиолюбителям полезные схемы, Книга 5 / И.П. Шелестов М: Прес-Солон, 2003.– 240 с.

УДК 621.3

ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ

Лапшина Т.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Новикова Л.И.

Рост потребности в применении систем с непрерывным автоматическим технологическим процессом выдвигает повышенные требования к источникам электропитания. Значительные провалы напряжения и колебания частоты могут привести к непоправимым потерям, вызванным повреждением оборудования, а также к финансовым последствиям. Особенное внимание при разработке источников питания уделяют при построении сложных цифровых устройств, где возникает потребность обеспечения этих устройств непрерывным и качественным питанием. Пропадание напряжения для устройств этого класса может быть фатальным: медицинские системы жизнеобеспечения нуждаются в постоянной работе комплекса устройств, и требования к их питанию очень строги; системы банковской защиты и охранные системы; системы экстренной связи и передачи информации. Неполноценностями в питающей сети считаются: авария сетевого напряжения (напряжение в питающей сети полностью пропало); высоковольтные импульсные помехи (резкое увеличение напряжения до 6 кВ продолжительностью от 10 до 100 мс); долговременные и кратковременные подсадки и всплески напряжения; высокочастотный шум (высокочастотные помехи, передаваемые по электросети); побег частоты (отклонение частоты более чем на 3 Гц).

Источник бесперебойного питания (англ. Uninterruptible Power Supply) – вторичный источник электропитания, предназначенный для электропитания при кратковременном отключении основного источника электропитания, а также для защиты от существующих помех в сети с сохранением допустимых параметров для сети основного источника. Основная функция источников бесперебойного питания состоит в обеспечении непрерывности подачи электропитания переменного тока. Они также могут использоваться для улучшения качества источника электропитания, удерживая его характеристики в заданных пределах. Источник бесперебойного питания состоит из: преобразователей; переключателей; устройства хранения электроэнергии (например, аккумуляторных батарей). В качестве основного источника (первичного) может использоваться электропитание, поступающее от электросети или генератора.

Наиболее распространенное в быту и офисах применение – выключение компьютера без потери данных при отключении электроэнергии. Кроме компьютеров, источники бесперебойного питания обеспечивают питанием и другую электрическую нагрузку, критичную к наличию питания с нормальными параметрами электропитающей сети, например, схемы управления отопительными котлами. Такие устройства способны корректировать параметры (напряжение, частоту) выходной сети. Крайне редкие экземпляры могут совмещаться с различными видами генераторов электроэнергии (например, дизель-генератором). Требование использования источника бесперебойного питания в системах пожарной автоматики установлено в законодательстве.

Важными техническими показателями, обуславливающими выбор схемы построения источника бесперебойного питания, являются время переключения режимов (2-15 мс), время автономной работы (определяется емкостью аккумуляторной батареи и размером нагрузки), форма питающего напряжения (в режиме работы источника бесперебойного питания от аккумуляторных батарей на нагрузку может поступать выходное переменное напряжение близкое к прямоугольной форме, но благодаря сглаживающим свойствам фильтров возможно получение синусоиды в качестве питающего напряжения), диапазон входного питающего напряжения (определяет пределы допустимых значений напряжения в сети, при которых источник бесперебойного питания еще способен поддерживать напряжение на выходе, не переключаясь на питание от аккумуляторов), допустимая нагрузка (характеризует устойчивость источника бесперебойного питания при перегрузках по мощности, измеряется

в процентах по отношению к номинальной мощности), наличие холодного старта (возможность включения источника бесперебойного питания при отсутствии напряжения в питающей сети; такая функция полезна, когда необходимо срочно выполнить какие-либо действия независимо от наличия напряжения в электросети).т.д. Существует три схемы построения источника бесперебойного питания: резервная, интерактивная и режим двойного преобразования.

Резервная схема (англ. Off-Line, Standby) – при неполадках переключается к питанию от схемы с помощью простого инвертора. Достоинства: за счёт КПД около 99 % практически бесшумны и имеют минимальное тепловыделение; невысокая стоимость. Недостатки: относительно долгое время (порядка 4...12 мс) переключения на питание от батарей; невозможность корректировать ни напряжение, ни частоту; несинусоидальная форма выходного напряжения при работе от батареи. Чаще всего источники бесперебойного питания, построенные по такой схеме, используются для питания персональных компьютеров или рабочих станций локальных сетей начального уровня.

Интерактивная схема (англ. Line-Interactive) – устройство аналогично предыдущей схеме, но дополнительно на входе присутствует ступенчатый стабилизатор напряжения на основе автотрансформатора, позволяя получить регулируемое выходное напряжение. Достоинства: инверторы выдают напряжение как прямоугольной или трапецеидальной формы, так и синусоидальной формы; время переключения 2...4 мс. Недостатки: в режиме «от сети» не выполняет функцию фильтрации пиков, и обеспечивает только крайне примитивную стабилизацию напряжения. От такого источника бесперебойного питания можно питать только приборы, нетребовательные к качеству питания.

Режим двойного преобразования (англ. online, double-conversion, онлайн) – используется для питания оборудования, предъявляющего повышенные требования к качеству сетевого электропитания, например, высокопроизводительных рабочих станций локальных вычислительных сетей. Принцип работы состоит в двойном преобразовании рода тока. Сначала входной переменный ток преобразуется в постоянный, затем обратно в переменный ток с помощью обратного преобразователя (инвертора). Достоинства: отсутствие времени переключения на питание от батарей; синусоидальная форма выходного напряжения, то есть возможность питать любую нагрузку, в том числе отопительные системы; возможность корректировать и напряжение, и частоту (более того, такой прибор одновременно является и самым лучшим из возможных стабилизаторов напряжения). Недостатки: повышенная шумность и тепловыделение; высокая стоимость.

В настоящее время для повышения эффективности применяется комбинированная схема, суть функционирования которой заключается в следующем. Выделяется диапазон входного напряжения, как правило, $\pm 6... 10\%$ в котором источник бесперебойного питания работает в так называемом экономичном режиме (переходит на статический байпас), а при выходе входного напряжения из этого диапазона ИБП в течение 2...4 мс переходит в режим online. Все потери электроэнергии в этом режиме сводятся к потерям в проводниках и тиристорах статического байпаса. КПД при этом приближается к 98%.

Литература

1. Источник бесперебойного питания [Электронный ресурс]. - 2017. -Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Источник_бесперебойного_питания -Дата доступа: 14.04.2017.
2. Источники бесперебойного питания (ИБП) [Электронный ресурс]. - 2017. -Режим доступа <http://www.powerinfo.ru/power-supply.php> -Дата доступа: 14.04.2017.

УДК 621.3

НЕОБЫЧНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Иванова О.А., Болбас И.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Существует много способов получения электроэнергии, среди которых есть следующие достаточно необычные.

1. Получение электроэнергии из отходов шоколадной фабрики

Британский микробиолог Линн Маккасски (Lynne Mackaskie) из университета Бирмингема (University of Birmingham) вырабатывала энергию из отходов шоколадной фабрики за счет бактерий. Она скормливала бактериям раствор нуги и карамели из фабричных отходов. Бактерии расщепляли сахар и производили водород. Водород направлялся в топливный элемент, который вырабатывал достаточно электроэнергии для небольшого вентилятора.

Также Маккасски продемонстрировала другую замечательную работу бактерий. Их поместили в раствор отходов с линии по переработке старых автомобильных нейтрализаторов. Тот же фермент гидрогеназа, что участвовал в выработке водорода, здесь вступал в реакцию с веществами в растворе и, в конечном счёте, помогал микробам вывести из него растворённый палладий, который закреплялся на поверхности бактерий.

2. Производство электроэнергии за счет использования сточных вод

Исследователи из университета Пенсильвании (Pennsylvania State University) создали прототип унитаза-электростанции, который вырабатывает электричество за счёт разложения органических отходов.

Здесь в дело пущены бактерии, которые имеются в обычных сточных водах. Эти бактерии поедают органику и выделяют углекислый газ, при этом в процессе химических реакций происходит переход электронов между атомами. Учёные сумели вмешаться в этот процесс и заставить бежать эти электроны в обход — по внешней цепи.

Для этого авторы агрегата применили пластмассовую трубу, диаметром 6,5 см и длиной 15 см, в которой разместили восемь периферийных стержней-электродов из графита и один центральный электрод, выполненный из пластика, графита и платины. Когда через эту трубку прокачивали нечистоты, в цепи между центральным и периферийными стержнями идёт ток. Однако мощность составляет всего несколько милливатт. Но Брюс Логан (Bruce Logan), который является одним из авторов этого проекта, говорит, что команда работает над повышением мощности.

Возможно, унитазы-электростанции смогут питать одну-две лампочки и тем самым сэкономят энергию. К тому же, широкое внедрение новинки способствовало бы дополнительной очистке сточных вод.

3. Получение электроэнергии из энергии солнца и звезд

Российские ученые-ядерщики создали батарею, которая может трансформировать в электричество не только солнечную энергию, но и энергию звезд.

"Это уникальная батарея может работать 24 часа в сутки", – рассказал директор центра Валентин Самойлов. По его словам, «ученым удалось создать новое вещество — гетерозлектрик, благодаря которому батарея может работать на Земле на энергии солнца и звезд, независимо от погодных условий». Разработка уже доказала свою высокую эффективность как в темное, так и в облачное время суток, отметил ученый, передает ИТАР-ТАСС.

По словам Самойлова данная батарея в несколько раз эффективнее обычной солнечной. «Эффективность преобразования света в электрический ток у демонстрационного образца в видимой области — более чем в 2 раза выше, а в инфракрасной области — в 1,5 раза», — подчеркнул он. Самойлов отметил, что «себестоимость гетерозлектрического фотоэлемента ниже, чем у фотоэлемента обычной солнечной батареи».

4. Получение электроэнергии из воздуха

Hitachi разработала новую технологию получения электроэнергии, используя вибрации, естественно возникающие в воздухе, с амплитудой в несколько микрометров. Однако на данный момент технология обеспечивает довольно низкое напряжение, но ее привлекательность заключается в том, что генераторы могут работать в любом месте и при любых условиях, в отличие от тех же солнечных батарей.

Технология основывается на теории, что электричество может вырабатываться, при вибрации изменяется расстояние между электродом, закрепленном на плоской пружине, и неподвижным электродом.

Для подтверждения своей теории разработчики создали устройство размером 2,5×7 см, вырабатывающее ток мощностью 0,12 микроватт при возникновении колебаний в несколько микрометров, которые можно обнаружить даже в почти неподвижном воздухе здания. Такой мощности вполне достаточно для работы температурного или светового датчика раз в час, либо отправки данных, замеренных датчиком, в другое место.

По мнению разработчиков, технологию можно использовать, например, в датчиках для определения усталости здания или износа деталей механизмов. В Hitachi планируют расширить круг приложений своего открытия, уменьшив размеры прибора до 1х1 см и увеличив мощность вырабатываемого тока.

5. Получение электроэнергии из проточной воды

Канадские ученые изобрели новое устройство, которое называется электрокинетическая батарея. Экспериментальный прибор был создан в Университете Альберта в Канаде. Электрокинетическая батарея на самом деле является довольно примитивным устройством. Она представляет собой небольшой стеклянный сосуд, который пронизывают сотни тысяч микроскопических каналов. Благодаря феномену электрического поля, которое создается двухслойной средой, сосуд работает как обычная нагревательная батарея. Вода в нем, протекая по каналам, образует положительный заряд на одном конце сосуда и отрицательный - на другом. В результате вырабатывается энергия.

В силу своих небольших размеров прибор вырабатывает небольшое количество энергии, но глава группы ученых Ларри Костюк полагает, что создать мощную машину труда не составит. Нужно будет всего лишь оснастить прибор большим фильтром.

Увеличенные копии таких батарей можно поставить где-нибудь на быстрых реках. Может быть, в будущем обычные электрические батарейки типа А-4 можно будет заменить крошечными копиями устройства, в которых будет использоваться вода под давлением.

6. Океанская подводная электростанция

Уже который год в промышленном дизайне востребованной остается концепция «биомимикрии», то есть заимствования различных технологических решений у природы. Таким подходом воспользовалась австралийская компания BioPower Systems, разрабатывая проект океанской подводной электростанции BioWave, которая вырабатывает электроэнергию за счет создаваемых подводными течениями колебаний специальных «стеблей». Похожим образом колеблются и водоросли, правда, не вырабатывая при этом электричество.

Внешне электростанция действительно выглядит как водоросль с тремя большими гибкими листьями. Если течение оказывается слишком сильным и угрожающим целостности конструкции, листья пригибаются ко дну, где поток более медленный. Прототип электростанции уже проходит испытания у берегов Тасмании и при этом успешно вырабатывает 250 кВт энергии. Согласно планам разработчиков, в скором времени такие электростанции будут обеспечивать энергией близлежащие острова Флиндерс и Кинг, а позже – весь австралийский штат Виктория включая столицу Мельбурн.

7. Получение электроэнергии из краски

В ходе исследований, длившихся три года, компания Industrial Nanotech создала особый вид термоизолирующего покрытия, способный вырабатывать электроэнергию за счет разницы температур между стеной дома и окружающей средой.

Руководитель компании Industrial Nanotech Стюарт Бёрчилль утверждает, что полезный эффект от новой краски очень велик. Поскольку разница температур есть всегда, то и источник энергии будет постоянным. Ее использование приносит не только экономические выгоды, но уменьшает выброс углекислого газа в атмосферу.

Принципиальное отличие нового альтернативного источника энергии от других в том, что только эта энергия является постоянной и универсальной. Перспектива у разработки Industrial Nanotech определена есть, но только в том случае, если стоимость материала не будет излишне завышена. Никакой информации о новом материале компания не дает. Скорее всего подробности появятся после регистрации патентов. Судя по названию самой компании, без нанотехнологий в новинке не обошлось.

8. Получение электроэнергии от вибрации при ходьбе пешеходов

В буквальном смысле пульс города хотят использовать в качестве возобновимого источника электроэнергии лондонские архитекторы из фирмы Facility Architects. Вибрации от проезжающих грузовиков, проходящих поездов и даже пешеходов планируется преобразовывать в энергию для уличного и не только освещения.

"В часы-пик через вокзал Виктория за 60 минут проходит 34 тысячи человек. Не нужно быть математическим гением, чтобы понять – если удастся использовать эту энергию, то может фактически получиться очень полезный источник энергии, которая в настоящее время расходуется впустую", – объясняет директор архитектурной фирмы Клэр Прайс (Claire Price).

Стимул для старта проекта Pacesetters ("Лидеры", "Задающие тон, тенденцию, направление развития") появился на одной из церемоний раздачи призов, когда некий член жюри сказал Прайс, что ему "нравится идея о сборе энергии от вибраций, но затея никогда не будет работать".

"Для нас это было всё равно, что красная тряпка для быка", – вспоминает глава Facility Architects. И уже через несколько месяцев компания получила ряд предложений, так же, как финансовую и техническую поддержку от нескольких организаций.

"Моей первой реакцией, когда я увидел проект, было "Ничего себе! Боже мой, это фантастика!", хотя, как инженер я, конечно, понял, что, да, это действительно может работать", – говорит Тони Бэйтс (Tony Bates), менеджер фирмы Scott Wilson, которая вместе с Facility Architects в настоящее время воплощает идею в реальности.

Два "собирающих вибрации" опытных образца должны быть готовы к декабрю. Первым делом новую технологию внедрят в лестницу: "впитывать" энергию шагов она будет посредством гидравлических или пьезоэлектрических элементов.

Авторы проекта полагают, что эта система сможет получать от каждого прошедшего человека 3-4 Вт, примерно половину от тех 6-8 Вт, которые каждый человек, якобы, тратит, при ходьбе по ступенькам. К началу следующего лета лестницы с генерирующими ток элементами будут установлены в реальном здании, для испытаний и анализа.

9. Получение электроэнергии путем использования турникетов-генераторов

Практики-японцы еще более усовершенствовали предыдущий способ получения электроэнергии и предложили использовать для этой цели турникеты в метро.

На одном из вокзалов Токио пассажиры, проходя через турникеты, вырабатывают электроэнергию. "Японская восточная железнодорожная компания" (East Japan Railway Company) решила необычным способом обеспечить вокзал экологически чистым дополнительным источником электроэнергии и запустила экспериментальную систему, позволяющую производить электричество при прохождении пассажиров через турникет.

Как сообщает Membrana.ru, в пол под турникетами вокзала встроены пьезоэлементы, которые вырабатывают электричество от давления и вибрации, когда люди наступают на них. В случае если эксперимент с турникетами-генераторами сочтут удачным, у Японии появится новый выгодный источник электричества, ведь железные дороги являются основными транспортными артериями страны, и миллионы японцев и туристов ежедневно проходят через турникеты вокзалов.

10. Производство электроэнергии с помощью живых деревьев

Компания MagCap Engineering из Массачусетса соединила усилия с изобретателем Гордоном Уодлом (Gordon W. Wadle) из Иллинойса, чтобы реализовать весьма экстравагантный проект. Они верят, что через несколько лет мы будем протягивать провода от своих домов к ближайшим деревьям в парках и лесах, чтобы согреть воду в электрочайнике или зарядить сотовый телефон.

Американские инженеры уверены, что скоро деревья "научатся" круглосуточно давать нам небольшое количество энергии, которая будет накапливаться в аккумуляторах и расходоваться по мере надобности.

Основа изобретения Гордона Уодла (именно с его работы всё и началось) – металлический прут, воткнутый в дерево, который погружён на некоторую глубину в грунт, и схема, которая фильтрует ток и повышает выходное напряжение, достаточно, чтобы зарядить батарею. В текущей экспериментальной конфигурации система производит достаточно энергии, чтобы питать маленький светодиод.

Лагадинос считает, что любой может воспроизвести простой опыт: "Воткните алюминиевый стержень через кору в ствол живого дерева; сделайте медную трубку и погрузите её на 17 сантиметров в грунт. Возьмите вольтметр и убедитесь, что между стержнем в стволе и зарытой трубкой есть потенциал – 0,8-1,2 вольта постоянного тока". "Думайте об окружающей среде как о батарее, – говорит Лагадинос, – с деревом в качестве положительного полюса и прутка в грунте – в качестве отрицательного". В проведенных опытах не наблюдалось ни расходования материала электродов, ни зависимости напряжения от высоты дерева (что подтверждало бы версию о детекторе волн). И это не фотосинтез. Зимой, когда листья сброшены, напряжение даже чуть выше, говорят создатели прибора.

И никакого ущерба для дерева, мол, тоже нет. Можно тысячи и тысячи живых деревьев в парках обвить проводами и питать от них ближайшие дома. А ещё — лампочки в дорожных знаках или, например, научные приборы в глухих уголках планеты.

Кроме этого Лагадинос придумал, как преобразовывать этот естественный источник энергии в годный к употреблению постоянный ток.

MagCap испытала две опытные схемы: в одной три конденсатора соединены параллельно. Когда они заряжаются от дерева до 0,7 вольт, схема переключает их на последовательное соединение, повышая, таким образом, напряжение до 2,1 вольта, от которого некоторое время прекрасно работает светодиод. Второй вариант прибора включает некий фильтр-стабилизатор напряжения, так что становится возможным заряжать небольшую никель-кадмиевую батарейку.

Уодл оптимистично заявляет: "В то время как проект находится в младенчестве, он имеет потенциал, чтобы обеспечить неограниченную поставку экологически чистой энергии, не полагаясь на ископаемое топливо". Уодл "скромно" уподобляет это изобретение самому открытию электричества. "Есть огромный, неистощимый источник энергии буквально вокруг нас", – говорит он о деревьях.

Разработчики устройства сейчас заняты патентованием и поиском инвесторов, которые помогли бы довести изобретение до состояния, пригодного к практическому массовому применению.

Они утверждают, что в течение года смогут усовершенствовать технику съёма электричества с дерева, доведя напряжение до 12 вольт при силе тока 1 ампер. Стало быть, нам предлагают 12 ватт с дерева. Не так уж мало, учитывая круглосуточную работу и возможность накапливать эту энергию в батареях.

И всё же, если всё это не обман, откуда напряжение? Гальваника? Атмосферное и земное электричество, ежедневно накапливающееся примерно таким вот образом, а особенно интенсивно – в условиях грозы, когда и бьёт разряд? Гипотезы примем с благодарностью.

Литература

1. Хостинг презентаций [Электронный ресурс] / Презентация на тему производство электроэнергии – Режим доступа: <http://ppt4web.ru>. – Дата доступа: 16.04.2017.

2. Все об электричестве [Электронный ресурс] / 10 самых необычных способов получения электроэнергии – Режим доступа: <http://trigada.ucoz.com> – Дата доступа: 16.04.2017.
3. Комсомольская правда [Электронный ресурс] / Самые необычные способы добыть электричество – Режим доступа: <http://www.kp.by>. – Дата доступа: 16.04.2017.

УДК 621.396:621.51(088.8)

СПОСОБЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В ЛИНЕЙНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Лабановская С.П., Курневич В.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Импульсная помеха – краткое по времени значительное повышение амплитуды напряжения питания или входного сигнала. Наиболее оптимальной защитой от импульсных помех по цепи питания на сегодняшний день является использование сетевого фильтра. При возникновении в сети опасного импульса, его энергия задерживается сетевым фильтром и не доходит до аппаратуры.

Импульсная помеха, прежде всего, может привести к выходу из строя микросхем, которые содержатся в электронных устройствах – компьютерах, промышленной аппаратуре и бытовой технике.

Борьба с импульсными помехами в цепи сигнала

Борьба с импульсными помехами может быть направлена либо на понижение вероятности попадания помехи, с уровнем больше некоторого порогового значения, на вход решающей схемы, либо на уменьшение появления вероятности уровней ошибки. В свою очередь, вероятность попадания помехи на вход решающей схемы можно уменьшить, воздействуя на источники помех либо на структуру приемного устройства. Поэтому все действия по борьбе с помехами подразделяются на три группы:

- 1) борьба с помехами на месте их возникновения;
- 2) защита от попадания помех на вход решающей схемы;
- 3) одновременная защита от импульсных помех.

Борьба с помехами на месте их возникновения

Все источники помех можно подразделить на контролируемые, находящиеся в пределах рассматриваемой системы, и неконтролируемые, находящиеся вне системы, которые не поддаются непосредственно воздействию или регулированию.

Для уменьшения уровней импульсных помех во всех развитых странах мира разработаны законодательные акты, регламентирующие допустимый уровень и частотный диапазон электромагнитных излучений. Для уменьшения уровней импульсных помех до международных или государственных норм и, следовательно, для уменьшения вероятности попадания помехи в устройство предусматриваются:

- 1) уменьшение уровня и ширины спектра побочных излучений передающих устройств, при строгой регламентации допустимой ширины полезной части спектра сигнала, а также ограничение излучаемой мощности;
- 2) экранировка излучающих блоков аппаратуры связи, постановка схем-ограничителей на различных энергетических устройствах промышленной, научной, медицинской или бытовой аппаратуры;
- 3) целесообразное размещение электрических систем, в частности средств связи, на местности, при одновременной регламентации работы системы по времени;
- 4) оптимальное распределение и назначение частот всем видам радиотехнических систем, обеспечивающих минимально возможные взаимные помехи.

Защита от попадания импульсных по спектру помех на вход решающей схемы

Методы компенсации импульсных помех, несмотря на все их многообразие, основаны на широком спектре помехи, что позволяет построить дополнительный компенсационный тракт (рис. 1), расстроенный относительно частоты сигнала.

Сигнал проходит только через основной тракт, тогда как импульсная помеха создает напряжение на выходах обоих трактов. С помощью преобразователей частоты и фазовращателей помеха в компенсационном тракте преобразуется так, чтобы она совпадала с помехой в основном тракте, что позволяет произвести компенсацию в схеме вычитания (рис 1).

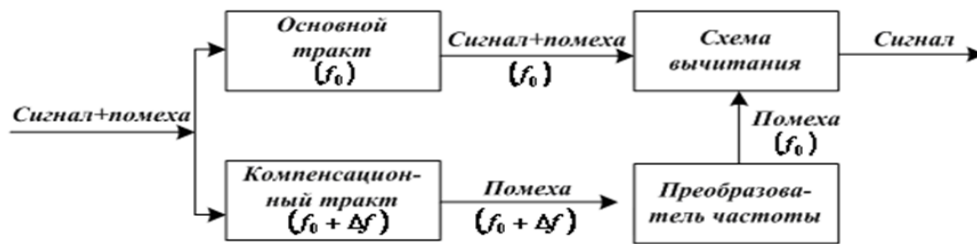


Рисунок 1. Обобщённая структурная схема компенсатора импульсных помех

Наиболее широко применяются методы защиты от импульсных помех, основанные на амплитудном ограничении. Поясним сущность этих методов, полагая вначале, что импульсная помеха состоит из идеальных дельта функций. Предположим, что на входе приемника включен двусторонний амплитудный ограничитель, характеристика которого показана на рис. 2а.

Но если входное напряжение превысит, то выходное напряжение окажется ограниченным и не будет по абсолютной величине превосходить (рис. 2б). Если уровень ограничения выбран выше максимального напряжения, создаваемого сигналом, флуктуационными и сосредоточенными помехами, то в отсутствие импульсной помехи тракт приемника будет линейным. При появлении импульсной помехи она окажется ограниченной по уровню. Поскольку ее длительность мала, то мала или равна ее «площадь» и спектральная плотность энергии. Такая ограниченная импульсная помеха вызовет незначительную реакцию в фильтрах решающей схемы и, следовательно, не будет создавать ошибок.

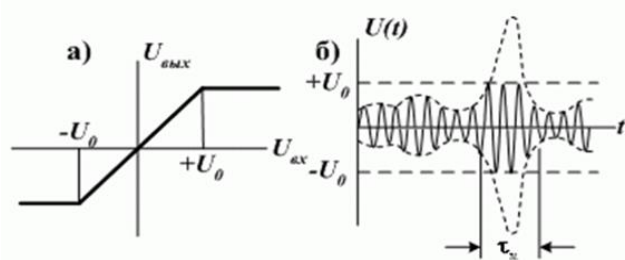


Рисунок 2. Характеристика ограничителя «а») и сигнал на его входе «б)»

Подавление по спектру помех требует строгой линейности тракта приемника вплоть до фильтра, выделяющего спектр сигнала. Ограничитель же представляет собой принципиально нелинейное устройство, и если на его вход поступят сосредоточенные по спектру помехи, то возникающие комбинационные частоты с большой вероятностью могут попасть в полосу частот, занимаемую сигналом.

Более «терпимыми» к сосредоточенным помехам являются методы защиты от импульсных помех, основанные на запирании приемника на время действия импульсной помехи. Такая схема работает в линейном режиме, пока нет импульсных помех. При возникновении импульса срабатывает устройство мгновенной автоматической регулировки усиления (МАРУ), снижающей усиление приемника практически до нуля, т.е. до его полного запирания (рис. 3).

Чтобы время запирания приемника было достаточно малым и не охватывало значительную часть элемента сигнала, необходимо устройство МАРУ располагать в широкополосной части тракта, где длительность импульсов помехи существенно меньше.

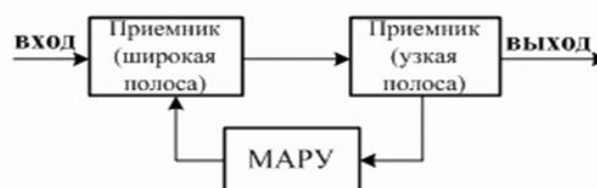


Рисунок 3. Схема с запираением приёмника на время действия импульсной помехи.

Защита от импульсных помех

Для подавления импульсных помех с сохранением удовлетворительной избирательности относительно узкополосных помех часто применяется способ, получивший название ШОУ (широкая полоса – ограничитель – узкая полоса). Его сущность заключается в том, что для подавления импульсной помехи используется амплитудный ограничитель, который включается между двумя фильтрами (рис. 4). Первый из этих фильтров, называемый широкополосным, обеспечивает отсеивание сосредоточенных помех, расположенных на оси частот достаточно далеко от спектра сигнала, но имеет полосу пропускания более широкую, чем полоса частот, занимаемая сигналом.

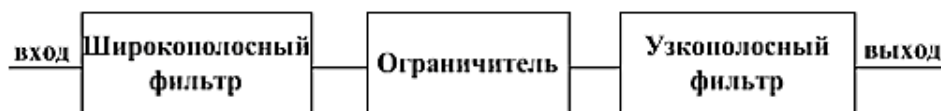


Рисунок 4. Схема с использованием амплитудного ограничителя между двумя фильтрами

Заметим, что мощная помеха, прошедшая через широкополосный фильтр, может при прохождении через ограничитель «подавить» сигнал, т.е. сильно уменьшить его мощность. Несмотря на то, что последующий узкополосный фильтр и отсеет эту помеху, мощность сигнала может оказаться недостаточной для нормальной работы решающей схемы. Поэтому в схеме ШОУ всегда предусматривается большой запас усиления после узкополосного фильтра.

Для пояснения физического процесса подавления импульсной помехи в схеме ШОУ на рис. 5 показаны изменения огибающей импульса. На выходе широкополосного фильтра импульс имеет большую амплитуду, но относительно малую длительность. Ограничитель «срезает» амплитуду импульса и делает ее равной амплитуде сигнала, но не изменяет его длительности.

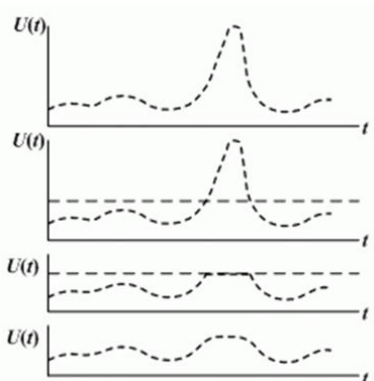


Рисунок 5. Изменение огибающей импульса в схеме ШОУ

Более эффективными путями одновременной защиты от сосредоточенных и импульсных помех, являются комбинированные методы разнесенного приема, например, разнесенный прием, одновременно по времени и по частоте. Из ветвей частотного разнесения выбирается та, в которой меньше интенсивность сосредоточенных помех, а из ветвей разнесения по времени – такая в которой отсутствует импульсная помеха. Если число ветвей достаточно велико, то с большой вероятностью найдется одна ветвь, не пораженная помехой.

Литература

1. Теплов, Н.Л. Помехоустойчивость систем передачи дискретной информации / Н.Л. Теплов. – Минск: Связь, 1964. – 359 с.
2. Комарович, В.Ф. О разнесенном приеме в условиях случайных радиопомех / В.Ф. Комарович, Е. В. Лебединский – Москва: Электросвязь, 1969. – 354 с.
3. Ярославский, Л.П. Цифровая обработка сигналов в оптике и голографии / Л.П. Ярославский – Москва: Радио и связь, 1987. – 296 с.

УДК 621.3

ИНТЕРЕСНОЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСТВЕ

Кобыляк В.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Новикова Л.И.

Сегодня мы уже не можем представить себе жизнь без электрической энергии – наши дома подключены к электросети, мы являемся обладателями целого ряда электроприборов: начиная от традиционных холодильников с телевизорами, и заканчивая сверхсовременными ноутбуками и телефонами. Но часто бывает так, что зная где, когда и как применить электричество, мы практически ничего не знаем не то, что об истории его открытия, но и даже о самой его природе.

Целью этой работы было расширить кругозор, предлагая вниманию некоторые интересные факты об электрической энергии.

Но для начала стоит познакомиться с тем, что же такое электричество.

Электричество — это движущийся в определенном направлении поток частиц. Они обладают неким зарядом. По-другому, электричество — это энергия, которая получается при движении, а также освещение, появляющееся после получения энергии. Термин ввел ученый Уильям Гилберт в 1600 году. При проведении опытов с янтарем еще древнегреческий Фалес обнаружил, что минералом приобретался заряд. «Янтарь» в переводе с греческого означает «электрон». Отсюда пошло и название.

1 Электричество существует благодаря частицам, имеющим электрические заряды. Заряды есть во всяком веществе — ведь атомные ядра имеют положительный заряд, а вокруг них обращаются отрицательно заряженные электроны. Обычно атом электрически нейтрален, но когда он отдает свои электроны другим атомам, он обретает положительный заряд, а атом, получивший дополнительные электроны, заряжен отрицательно. Трением можно сообщить некоторым предметам электрический заряд, называемый статическим электричеством. Если потереть воздушный шар о шерстяной джемпер, часть электронов перейдет с джемпера на шар, и тот приобретет положительный заряд. Джемпер теперь заряжен положительно, и шарик прилипает к нему, так как противоположные заряды притягиваются друг к другу. Между заряженными телами действуют электрические силы, и тела с противоположными (положительными и отрицательными) зарядами притягивают друг друга. Предметы с одинаковыми зарядами, напротив, отталкиваются. В генераторе Ван-де-Граафа при трении резиновой ленты о валик возникает значительный статический заряд. Если человек дотронется до купола, его волосы встанут дыбом.

2 В некоторых веществах, например, в металлах, электроны могут свободно передвигаться. Когда что-то приводит их в движение, возникает поток электрических зарядов, называемый током. Проводники — это вещества, способные проводить, электрический ток. Если вещество не проводит ток, его называют изолятором. Дерево и пластмасса — изоляторы. В целях изоляции электрический выключатель помещают в пластмассовый корпус. Провода, как правило, делают из меди и покрывают пластиком для изоляции.

3 Впервые статическое электричество обнаружили древние греки более 2000 лет назад. Сейчас статическое электричество используется для получения фотокопий, факсов, распечаток на лазерных принтерах. Отраженный зеркалом лазерный луч создает на барабане лазерного принтера точечные статические заряды. Тонер притягивается к этим точкам и прижимается к бумаге.

Для достижения поставленной цели использовался метод анализа литературы, список которой представлен ниже. Мы изучили нужные тематические литературные источники и определили самые интересные факты об электричестве, истории его влияния на жизнь человека, природу электричества и способы его использования животными.

4 Электрический ток — это поток заряженных частиц, перемещающихся из области высокого электрического потенциала в область низкого потенциала. Частицы приводит в

движение разность потенциалов, которая измеряется в вольтах. Для протекания тока между двумя точками необходима непрерывная «дорога» — цепь. Между двумя полюсами батарейки существует разность потенциалов. Если соединить их в цепь, возникнет ток. Сила тока зависит от разности потенциалов и сопротивления элементов цепи. Все вещества, даже проводники, оказывают току некоторое сопротивление и ослабляют его. Единица силы тока названа ампером (А) в честь французского ученого Андре-Мари Ампера (1775 — 1836).

5 Для разных устройств нужен ток разной силы. Электроприборы, например, лампочки, превращают электрическую энергию тока в другие формы энергии, в тепло и свет. Эти устройства могут быть включены в цепь двумя способами: последовательно и параллельно. В последовательной цепи ток проходит по всем компонентам по очереди. Если один из компонентов перегорает, цепь размыкается и ток пропадает. В параллельной цепи ток идет по нескольким путям. Если один компонент цепи выходит из строя, по другой ветви ток идет по-прежнему.

Алессандро Вольта (1745-1827) создал первую в мире батарею из стопки картонных дисков, пропитанных кислотой, и пропитанных кислотой, и проложенных между ними цинковых и медных дисков. В его честь единица напряжения названа вольт.

Напряжение в электросети в одних странах составляет 240 В, в других 110 В. Это высокое напряжение, и удар током может быть смертельным. Параллельные цепи подводят электричество в различные части дома. Все электронные приборы снабжены предохранителями. Внутри них находятся очень тонкие проволочки, которые плавятся и разрывают цепь, если сила тока чересчур велика. Каждая параллельная цепь обычно имеет три провода: под напряжением и заземляющий. По первым двум идет ток, а заземляющий провод нужен для безопасности. Он отведет электрический ток в землю в случае пробоя изоляции. Когда вилку включают в розетку, разъёмы соединяются с проводом под напряжением и нейтральным проводом, замыкая цепь. В некоторых странах используют вилки с двумя разъёмами, без заземления.

6 Как известно, электрический ток невидим, неслышен и без запаха. Однако при всей своей незаметности электричество заставляет работать электроприборы, которые освещают и обогревают дома. Но эта энергия с легкостью из созидательной может перейти в разряд разрушительной и даже смертельной.

7 В чем же опасность контакта тока с человеком?

Всем известно золотое правило электриков — прикасаться к оголенным проводникам тыльной стороной ладони, чтобы мышцы руки, получив удар электричеством, сжали кисть в кулак, тем самым оттолкнув руку от контакта. В обратном же случае ладонь плотно обхватит проводник, и разжать ее будет невозможно. Человек окажется под непрерывным воздействием тока, что очень опасно. При особенно сильном влиянии тока возможны вывихи, разрывы связок и даже переломы костей, вызванные мощными мышечными сокращениями.

Литература

1. <http://www.datacube.tv/2014/11/nauchnue-factu-ob-electrichestve.html>
2. http://elektrikdom.com/publ/interesnye_fakty_iz_mira_ehlektrichestva/1-1-0-29
3. <http://www.electra.com.ua/istochniki-elektroenergii/295-interesnoe-ob-elektrichestve-chto-kak-i-pochemu.html>
4. <http://smitnews.ru/2014/07/01/interesnye-fakty-ob-elektrichestve/>
5. <http://sitefaktov.ru/index.php/home/3358-interesnye-f>
6. <http://www.polnaja-jenciklopedija.ru/nauka-i-tehnika/jelektrichestvo.html>

УДК 621.3

ПРОБЛЕМА ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И СПОСОБЫ ЕЁ РЕШЕНИЯ

Алексеева И.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Уже много лет учёные не могут решить проблему хранения энергии и использования её по необходимости. По этой причине медленно развивается использование альтернативных источников энергии, т.к. мы до сих пор не можем регулировать подачу энергии, например, от солнечных батарей или ветряных станций не зависимо от времени суток или погодных условий. Учёные из разных стран предложили свои решения проблем, но каждое из этих решений имеет свои недостатки.

Метановый проект. Немецкие учёные разработали технологию, в которой излишки энергии, полученные от альтернативных источников, преобразуются в метан. Этот газ можно хранить сколь угодно долго и использовать при по мере необходимости. Разработчики предлагают такую работу системы: система использует генерируемые излишки энергии для электрической диссоциации воды на водород и кислород, водород, соединяясь с подаваемым в систему углекислым газом, образует метан, который уже можно хранить неопределённое время.

Большинство способов хранения энергии предусматривает создание дополнительной инфраструктуры, в отличие от метанового проекта, т.к. во многих странах уже существует такая инфраструктура – распределённая система газовых хранилищ большой ёмкости.

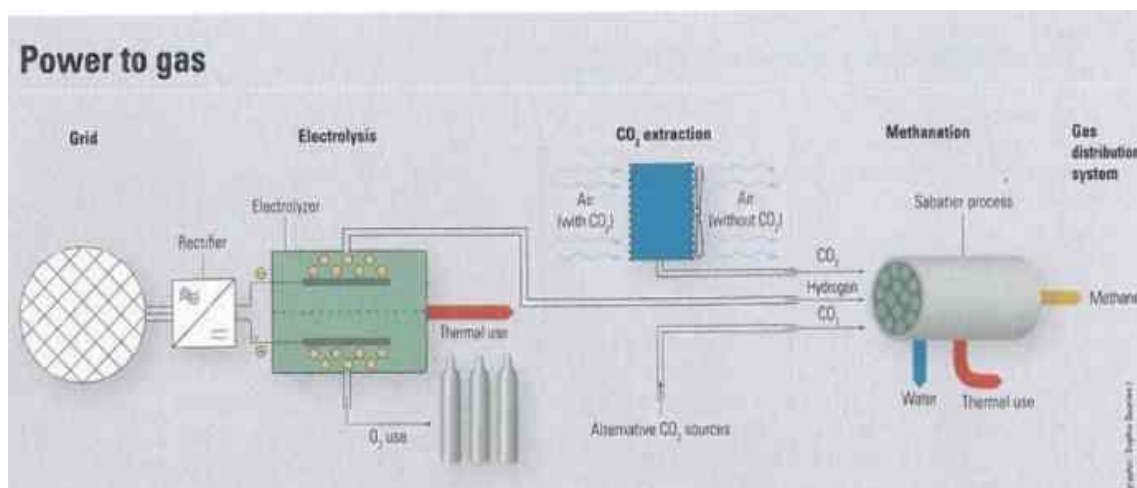


Рисунок 1. Система метановых хранилищ

Гидроаккумуляторы. ГАЭС по внешнему виду бывают различными. Некоторые практически невозможно отличить от обычной ГЭС, а некоторые имеют накопительный резервуар. Но у ГАЭС есть огромный недостаток: необходимы большие площади для его установки, а также масштабные и очень затратные строительные работы.

Суть работы ГАЭС: использует комплекс электрических генераторов и насосов. Во время минимума энергопотребления ГАЭС получает из энергосети дешевую электроэнергию и расходует ее на перекачку воды в верхний бьеф, т. е. действует как насос. А во время утреннего и вечернего пиков энергопотребления ГАЭС сбрасывает воду из верхнего бьефа в нижний, вырабатывая при этом дорогую «пиковую» электроэнергию, которую отдает в энергосеть, т.е. действует как электрогенератор. Поскольку в обоих режимах КПД такой станции меньше 100%, понятно, что в итоге ГАЭС потребляет больше электроэнергии, чем вырабатывает, т.е. формально оказывается убыточной. Дело в том, что в крупных энергосистемах заметную долю составляют мощности тепловых и атомных электростанций, которые не могут быстро сократить выработку электроэнергии при падении энергопотребления (делают это с большими потерями). Поэтому стоимость электроэнергии в

период наивысшего потребления в энергосистеме гораздо выше, чем в период ее минимального потребления, и использование ГАЭС оказывается экономически эффективным, повышая как равномерность нагрузки на другие мощности энергосистемы, так и надежность энергоснабжения в целом.

Маховики. Учёные уже не одно десятилетие проводят опыты с маховиками. Профессор Гулиа в 1964г. предложил свою разработку маховика. Этот маховик должен был служить накопителем энергии. Он представлял собой сердечник, с намотанным на него большим количеством слоёв стальной ленты. Сердечник должен быть заключён в кожух, в кожух, в котором создавался вакуум, чтобы минимизировать потери на трение. Такие маховики могли накапливать в себе много энергии на единицу массы (запасаемая энергия определялась скоростью вращения).

Современные супермаховики с намоткой из углеродного волокна имеют удельную энергоемкость до 130 Вт·ч/кг. Это несколько уступает показателям лучших литий-ионных аккумуляторов, но у накопителей на маховиках есть и свои преимущества: они гораздо дешевле, долговечнее и безопаснее

Американские специалисты разработали набор стационарных супермаховиков, предназначенных для подключения к промышленным энергосетям. Выполнены они из большого числа слоев сверхпрочных материалов на основе углеродных волокон (выдерживают большие нагрузки). Маховики на магнитных подвесках вращаются в цилиндрических емкостях высотой около 1 м, внутри которых создан вакуум. Масса подобной конструкции может достигать 1 т.

На стальном валу маховика расположен ротор обратной электрической машины – мотора-генератора на постоянных магнитах, который и раскручивает маховик, запасая энергию, или отдает ее, вырабатывая электрический ток, при подключении нагрузки.

Расчетный срок службы такой конструкции 20 лет, диапазон рабочих температур от –40 до +50°C.

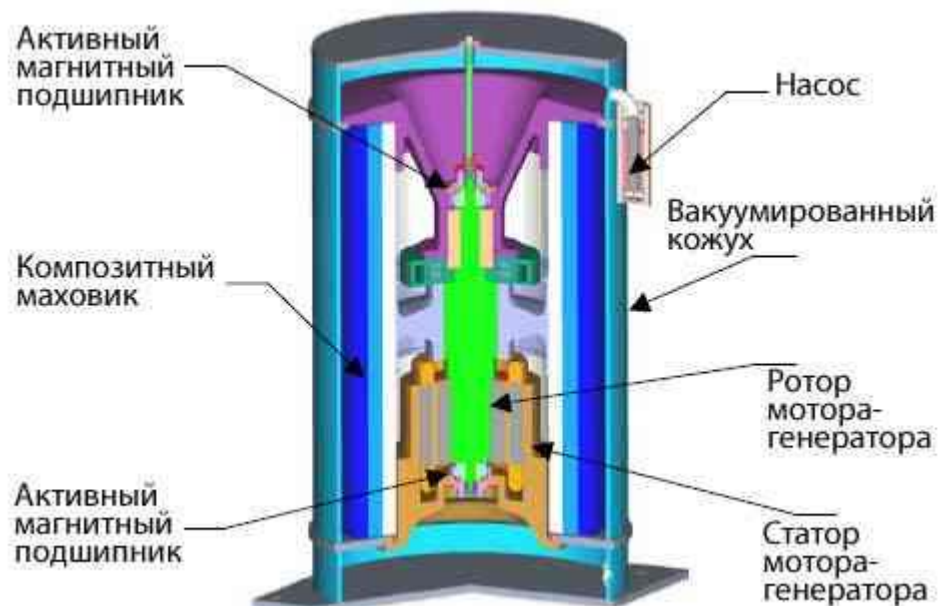


Рисунок 2. Схема стационарного супермаховика

Воздух, как средство хранения энергии. По мнению разработчиков, сжатие воздуха может считаться одним из самых дешевых способов хранения энергии. Например, в ясный день солнечная электростанция будет производить избыток электроэнергии. Его направят на сжатие и закачку воздуха. Когда электричество понадобится, воздух заставят крутить

турбины. Так разработчики предлагают решить проблему, связанную с хранением энергии от альтернативных источников.

Впрочем, пока величина запасаемой таким образом энергии невелика – до 25 кВт·ч при максимальной мощности до 200 кВт

Лопасты. Интересный способ сгладить неравномерность выработки электроэнергии от ВЭУ нашел английский исследователь, заключивший, что ветряки, расположенные в открытом море, не следует оснащать электрогенераторами, т.к. такие мощные устройства, оказываются очень тяжелыми и очень дорогими. Вместо этого он предлагает делать лопасти полыми. Внутри каждой из них должен свободно перемещаться тяжелый поршень. Когда лопасть опускается, поршень сдвигается к ее концу, а когда она поднимается вверх, поршень, наоборот, скользит по направлению к оси, сжимая вошедший через отверстия в корпусе воздух. Сжатый воздух закачивается в специальные пакеты из тонкой и прочной синтетической ткани, плавающие на глубине 500 м.

Эти хранилища, служат своеобразными буферами, гарантирующими равномерную выработку электроэнергии даже при непредсказуемом ветровом режиме. Из подводных баллонов воздух подается по трубам к дополнительным компактным турбинам-генераторам. По оценкам, его запаса должно хватать для поддержания их вращения в течение нескольких дней даже при полном штиле.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что одного действенного и доступного способа хранения электроэнергии так и не найдено. Каждый из предложенных способов имеет как свои достоинства, так и недостатки.

Литература

1. Арутюнян, А. А. Основы энергосбережения / А.А. Арутюнян. - М.: Энергосервис, 2016. - 600 с.
2. Бурман, А.П, В.А.Строева // Основы современной энергетики Издательский дом МЭИ, 2008. – 630 с.
3. Сибикин, Ю. Д. Альтернативные источники: / Ю.Д. Сибикин,. – М.: РадиоСофт, 2014. - 248 с.
4. Динамика и прочность водо-водяных энергетических реакторов. - М.: Наука, 2011. - 440с.
5. Линн Фостер / Наука, инновации и возможности – Издательство Техносфера 2008. - 349 с.

УДК 621.382.2 (088.8)

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ТУННЕЛЬНЫХ ДИОДОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Цвирко Ю.В., Ионкина А.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Туннельный диод – полупроводниковый прибор, в котором используется туннельный механизм переноса носителей заряда через *p-n*-переход при прямом напряжении на нём и на прямой ветви характеристики которого имеется область отрицательного дифференциального сопротивления.

Явление туннельного эффекта в полупроводниках было открыто в 1958 году. Японским ученым Лео Есаки. Туннельный эффект состоит по сути в том, что электроны проходят через потенциальный барьер *p-n*-перехода, не изменяя своей энергии.

Для получения туннельного эффекта используется полупроводниковый материал (*Ge*, *GaAs*) с очень большой концентрацией примесей (до 10^{21} примесных атомов в 1см^3), в то время как для обычных полупроводников $10^{15}/\text{см}^3$. Полупроводники с таким высоким содержанием примесей называются вырожденными. При этом ширина *p-n*-перехода оказывается очень малой (не более 0,01 мкм), что приводит к значительному повышению напряженности электрического поля на переходе (около 10^8 В/м). В этих условиях имеется конечная вероятность того, что электрон, который движется к очень узкому переходу, пройдет сквозь него (как через «туннель») и займет свободное состояние с такой же энергией по другую сторону от барьерного слоя. Туннельный эффект приводит к появлению на прямой ветви ВАХ диода участка с отрицательным дифференциальным сопротивлением.

Основные параметры туннельных диодов:

- пиковый ток I_n – прямой ток в точке максимума ВАХ;
- ток впадины I_v – прямой ток в точке минимума ВАХ;
- отношение токов туннельного диода I_n/I_v ($\approx 3 \dots 6$ для диодов из *Ge* и ≥ 8 – из *GaAs*);
- напряжение пика U_n – прямое напряжение, соответствующее пиковому току;
- напряжение впадины U_v – прямое напряжение, соответствующее току впадины;

Туннельные диоды используются для генерации и усиления электромагнитных колебаний, а также в быстродействующих переключающих и импульсных схемах.

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) туннельного диода и его обозначение на схеме показано на рис. 1.

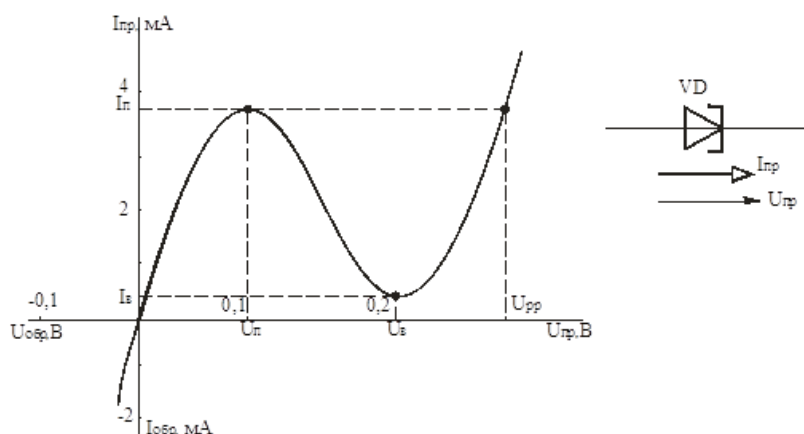


Рисунок 1. ВАХ туннельного диода

Самой уникальной особенностью туннельных диодов является их соотношение напряжение-ток, когда они имеют прямое смещение.

В обычных условиях туннельные диоды работают в области своего отрицательного сопротивления. В данной области незначительное уменьшение напряжения включает этот прибор, а небольшое повышение — выключает его. В качестве такого своеобразного выключателя туннельный диод может использоваться либо как генератор, либо как высокоскоростной выключатель: специфическая особенность прибора, низкое сопротивление, позволяет почти мгновенно изменять внутреннее сопротивление. Туннельные диоды могут также использоваться в качестве усилителей, где изменения в подаваемом напряжении в сторону повышения, вызывают пропорционально более значительные изменения тока в цепи.

Так как на ВАХ туннельного диода имеется участок с отрицательным сопротивлением устойчивым по напряжению, то при подключении к нему параллельного колебательного контура он может генерировать. Современные туннельные диоды могут генерировать на частотах до 1 ГГц и более. По этой причине туннельные диоды могут использоваться в СВЧ-технике.

Из-за небольшой величины участка ВАХ диода с отрицательным сопротивлением мощность, отдаваемая им на любых частотах, составляет доли милливатт.

Основным условием генерации является превышение величины сопротивления потерь контура над величиной отрицательного сопротивления туннельного диода. Учитывая, что параллельное сопротивление потерь в реальных колебательных контурах значительно превышает отрицательное сопротивление туннельного диода, часто используется частичное включение диода в контур. Для питания туннельных диодов следует применять источники с возможно более низким выходным напряжением.

На рис. 2 приведены температурные зависимости прямого тока от напряжения в туннельных диодах, изготовленных из германия и арсенида галлия. Видно, что у диода с более широкозонным материалом $GaAs$, чем Ge , минимум тока наблюдается при больших значениях прямого напряжения.

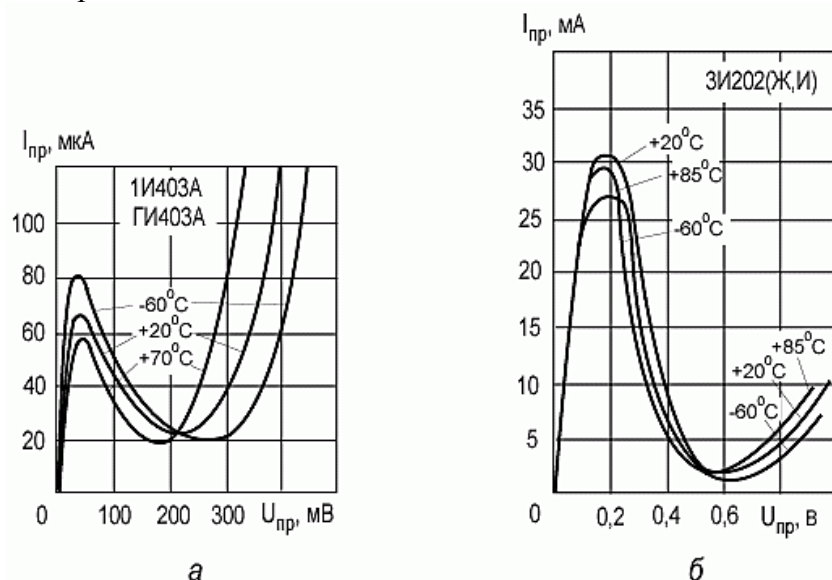


Рисунок 2. Температурные зависимости прямого тока от напряжения в туннельных диодах: а) германиевый диод 1И403; б) арсенидгаллиевый диод 3И202

Генераторные и усилительные устройства на основе туннельных диодах могут быть использованы в радиоприемниках, радиомикрофонах, измерительной аппаратуре и т.п.

Простой передатчик на туннельном диоде, изображенный на рисунке 2 обеспечивает надежный прием в ЧМ диапазоне в радиусе 10-30 м при использовании штыревой антенны и ЧМ приемника средней чувствительности. Сильно увеличивать выходную мощность такого передатчика нельзя, так как он является источником помех. Такой передатчик можно

использовать как переносный радиомикрофон, вызывное или переговорное устройство для малых расстояний (рис. 3).

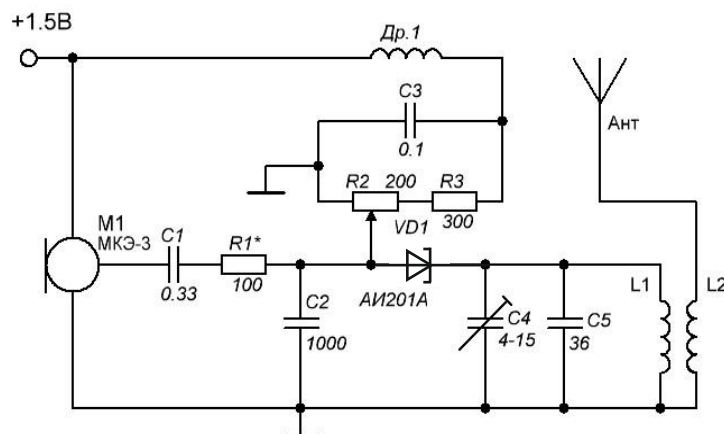


Рисунок 3. Простой передатчик на туннельном диоде

Основу этого устройства составляет схема высокочастотного генератора на туннельном диоде. Генератор сохраняет свою работоспособность при напряжении источника питания от 1 В и выше при соответствующем выборе рабочей точки резистором R_2 . Индуктивность дросселя должна быть 100-200 мкГн. Дроссель может быть заводского изготовления. Катушка колебательного контура L_1 выполнена без каркаса и содержит 7 витков провода ПЭВ 1,0 мм. Диаметр катушки 8 мм, длина намотки 13 мм. Катушка связи L_2 так же, как и L_1 — бескаркасная, намотана проводом ПЭВ 0,35 мм, 3 витка, диаметр катушки 2,5 мм, длина намотки — 4 мм. Катушка L_2 располагается внутри катушки колебательного контура L_1 . Настройка передатчика сводится к установке рабочей точки туннельного диода путем вращения движка подстроечного резистора R_2 до появления устойчивой генерации и подстройке частоты колебаний конденсатором C_4 . Антенной является отрезок монтажного провода длиной примерно в четверть длины волны. Глубину модуляции можно изменять подбором сопротивления резистора R_1 . Сигнал этого передатчика можно принимать на радио приемник в диапазоне частот 88-108 МГц.

В аппаратуре туннельные диоды часто применяются совместно с транзисторами. Схема передатчика с усилителем сигнала от микрофона на биполярном транзисторе изображена на рис. 4.

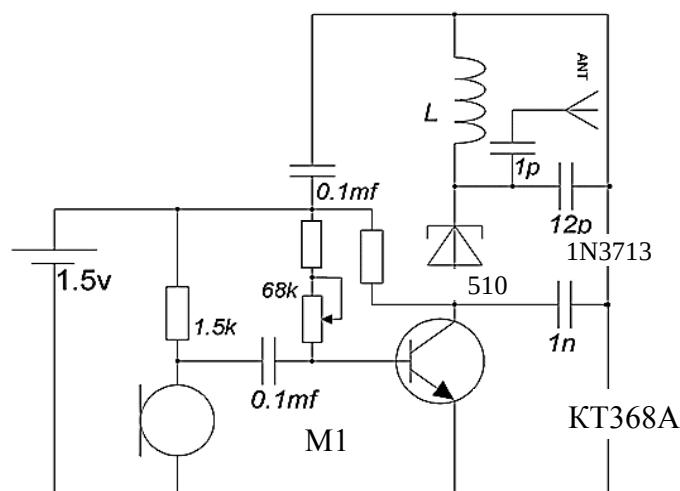


Рисунок 4. Передатчик на туннельном диоде

Контур намотан на пластмассовой оправе с диаметром 5 мм, содержит 7 витков (для FM-диапазона), провод с диаметром 0,8...1 мм.

Дальность работы небольшая, всего 20-30 метров и то при точной настройке. Генератор начинает работать даже тогда, когда напряжение 0,5-0,6 вольт, стандартное напряжение -1,5 вольт, выше подавать не стоит. Ток потребления всего 1,5-2 мА.

Микрофон использован от гарнитуры мобильного телефона.

Рабочая частота – 88-108 МГц

Транзистор с резистором на 510 Ом в коллекторной цепи образует делитель напряжения, ее рабочая точка задается подстроечным резистором 68 кОм, резистор регулируют так, чтобы на коллекторе транзистора напряжение было 0,2-0,6 вольт, таким образом, обеспечивая нормальное напряжение для питания генератора, это второе предназначение транзистора. Антенна – кусок многожильного провода с длиной 20 см, при исключении последнего, дальность действия жучка падает до 5-6 метров.

Туннельный диод типа 1N3713 можно заменить на АИ201А, однако при этом вырастет потребляемый ток устройством до 9-12мА.

Схема генератора низкой частоты, который может использоваться для проверки работоспособности туннельного, диода изображена на рис. 5.

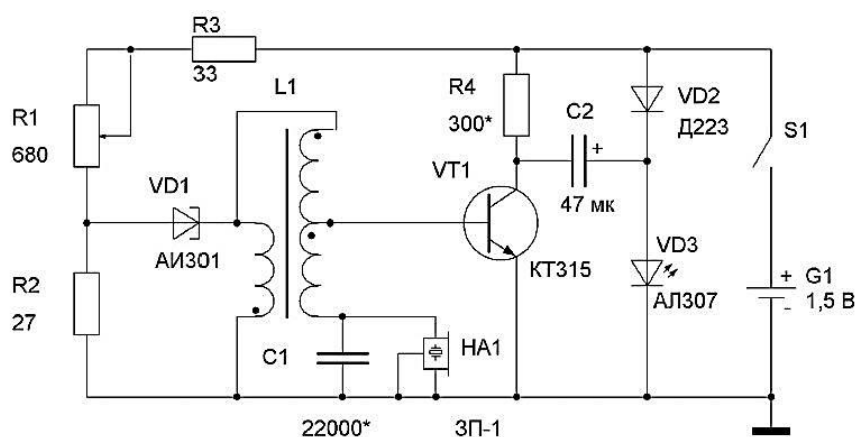


Рисунок 5. Генератор низкой частоты на туннельном диоде

Генератор на туннельном диоде может строиться и с применением кварцевого резонатора, задающего частоту колебаний (рис. 6).

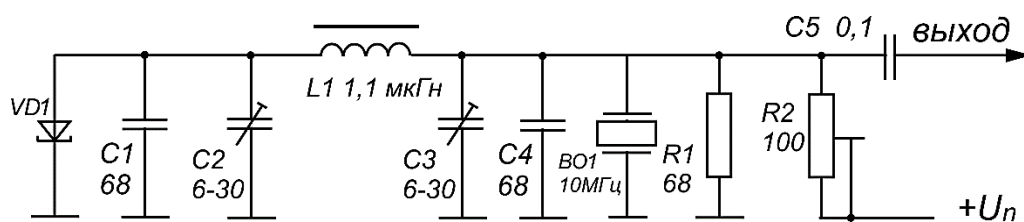


Рисунок 6. Автогенератор на туннельном диоде с кварцевым резонатором

Литература

1. <http://www.club155.ru/diods-tunnel/>
2. https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Туннельный_диод
3. <http://asest.com/413-primenenie-tunnelnykh-diody>
4. <http://science21.ru/elektronnye-elementy/160-tunnelnye-diody>

УДК 621.3

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Быкович Е.А

Научный руководитель – старший преподаватель Новикова Л.И.

Без энергии человеческая жизнь невыносима, однако любому человеку приходится сталкиваться с непредвиденными перебоями в подаче электричества или же перепадами напряжения в сети. Такие инциденты не только усложняют комфортное проживание, но и пагубно сказываются на состоянии различных дорогостоящих электроприборов. Выход из столь неприятных ситуаций существует – это альтернативные источники энергии.

Основные виды альтернативных источников энергии: солнечные батареи, ветряки, гибридные электростанции.

Солнечную энергию принято считать наиболее перспективным источником энергии, запас которой не иссякает. Всевозможные альтернативные источники энергии такого типа используются как для электроснабжения, так и теплообеспечения. В качестве устройств, обеспечивающих выработку энергии применяются фотоэлектрические компоненты, которые подходят для обеспечения сравнительно малых потребностей в электричестве и в местах, где нет возможности воспользоваться ветрогенераторами. Но наряду с очевидными достоинствами представлены и некоторые недостатки, например, зависимость интенсивности излучения солнца от сезонного и суточного ритма, что приводит к колебанию производительности, дорогостоящая установка, подверженность к повреждениям и некоторый риск безопасности.

Ветер также выступает одним из перспективнейших источников энергии. В качестве основного элемента ветряных систем используется ветрогенератор, принцип действия которого элементарен. Сила ветра приводит в работу ветряное колесо, вращение которого в свою очередь передается устройству электрического генератора. Ветряки такого типа характеризуется наличием достоинств, среди которых: экологически чистый вид энергии, эргономика и неисчерпаемость запасов.

Особенно интересным решением в плане альтернативных источников энергии и оборудования считаются гибридные электростанции, которые соединяют в себе сразу несколько ресурсов.

Гибридные системы электроснабжения зачастую имеют основной модуль, которым является ветряной генератор. Если того позволяют условия, то установка такого вида двигателя обходится в разы дешевле, нежели солнечных панелей. Придаточным элементом гибридных систем выступают солнечные фотоэлектрические панели, которые приводятся в действие в те моменты, когда наступает длительное отсутствие ветров. Еще одним компонентом системы может стать дизель-генератор, который повысит надежность и позволит максимально обезопасить и оградить себя от непредвиденных погодных условий.

Гибридные ветро-солнечные системы обладают рядом преимуществ:

- независимый и надежный источник электроэнергии;
- низкая стоимость и высокая эффективность работы;
- наиболее безопасная комбинация.

На рис. 1 представлена гибридная ветро-солнечная система.

Обычная гибридная ветро-солнечная система мощностью от 1 и более кВт должна иметь два управляющих контроллера – один для фотоэлектрических модулей ФЭ, другой для ветрогенератора – являющихся самостоятельными электронными устройствами, а также, один инвертер – для получения переменного тока АС для потребителей электроэнергии от постоянного тока DC аккумуляторных батарей, и блока АБ аккумуляторных батарей.

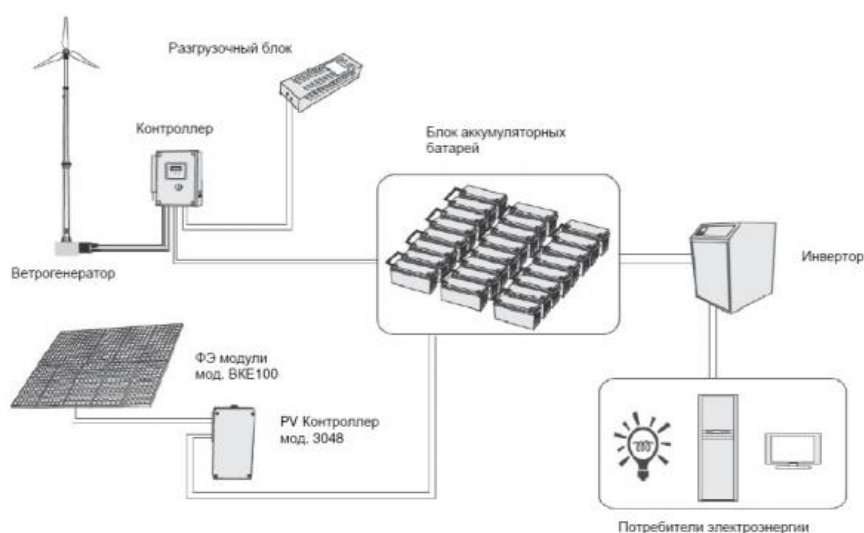


Рисунок 1. Структурную схему работы ветро-солнечной системы

Таким образом, такие автономные альтернативные источники энергии могут исполнять роль основного и резервного источника питания, отличаются стабильностью при любых температурных условиях, потому считаются универсальными и эффективными.

УДК 662.6

СИСТЕМНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Бойко Е.Г., Лазарь А.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Энергетика является одним из важнейших секторов экономики любой страны, особенно для государств с энергоемкими отраслями хозяйства. Такими как тяжелое машиностроение, химическое производство, металлургия, нефтепереработка и проч. Поскольку продукция, производимая этими отраслями, имеет значительную энергетическую составляющую, финансовые результаты работы предприятий сильно зависят от изменения цен на потребляемые виды энергии (тепловую и электрическую).

На сегодня установленная мощность Белорусской энергосистемы достаточна для полного обеспечения потребности страны в электроэнергии, однако РБ импортирует до 8 ТВт•ч электроэнергии. Импорт электроэнергии происходит исходя из рентабельности, однако по мере ввода генерирующих мощностей он будет снижаться.

В энергетике Беларуси накопился ряд проблем, влияющих на качество обеспечения потребителей электрической и тепловой энергией. Для их ликвидации необходимо как улучшение организации и повышения качества управления, так и использование экономических средств, закладывающих основу для качественной работы системы энергоснабжения Беларуси.

Механизм разработки концептуальных документов и комплексных программ развития отрасли требует совершенствования. Текущая практика обоснования проектов модернизации действующих и сооружения новых мощностей предполагает использование преимущественно экспертного метода. В результате: мы начинаем строить АЭС и лишь затем актуализируем проблему режимов работы энергосистемы с учетом ввода АЭС.

В мире имеется внушительный методологический инструментарий для решения задач в части планирования и прогнозирования энергетики, например, программные комплексы, которые позволяют моделировать развитие энергетических систем, учитывать множество технико-экономических факторов и специфических ограничений.

Энергетика – это производственная система со своими технико-технологическими и экономическими особенностями. Одна из важнейших – одномоментность производства и потребления энергии (жесткая ограниченность объемов реализации продукции величиной спроса на энергию). Экспортные возможности белорусской энергетики ограничены уровнем развития собственной сетевой инфраструктуры и энергосбалансированностью соседних стран. Поэтому категорически нельзя планировать строительство энергообъектов, предусматривающих инвестиционные затраты в сотни миллионов долларов, не имея при этом обоснованного спроса на электрическую и тепловую энергию в перспективе.

Сейчас тарифная политика не обеспечивает должного выполнения функций.

Причин несколько. И главная – сохранившаяся практика перекрестного субсидирования. В тариф на электрическую энергию для потребителей реального сектора экономики, кроме непосредственных затрат, связанных с осуществлением всего технологического цикла производства, передачи, распределения и продажи электрической энергии, включена надбавка на компенсацию недоплаты населением затрат на оказание услуг энергоснабжения. За последние 5 лет объем перекрестного субсидирования населения в тарифах на энергию вырос в 9,1 раза.

Энергокомпании развитых стран предлагают различные тарифные планы для потребителей. С помощью этого компании конкурируют за инвесторов, обеспечивая вовлечение в генерацию новых технологий и источников, в том числе возобновляемых. Однако в Беларуси тарифы на энергию не являются эффективным способом стимулирования экономии или инвестиционной привлекательности энергетики.

Основным условием, способствующим оптимальной работе сети с минимальными потерями электроэнергии, при ее передаче от источника к потребителю, является

рациональное ее построение. Потери электроэнергии в построенных и проектируемых сетях должны быть пропорциональны величине технологического расхода энергии при ее передаче, преобразовании и распределении. Уменьшение потерь электроэнергии проводится в местах, где есть те или иные отклонения от оптимального построения и режима эксплуатации.

Литература

1. Утверждение Государственной программы строительства в 2011–2015 годах гидроэлектростанций в Республике Беларусь (утв. пост. Совета Министров Республики Беларусь от 17.12.2010 г. №1838).
2. Внесение изменений в постановление Министерства экономики Республики Беларусь от 30.06.2011г. №100 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии» (утв. пост. Министерства экономики Республики Беларусь от 08.04.2014 г. №29).

УДК 621.383

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТРОНОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Потапчук А.Ю., Сафонова А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Оптрон или оптопара, как его стали называть в последнее время, конструктивно состоит из 2-х элементов: излучателя и фотоприёмника, объединённых, как правило, в общем герметичном корпусе (рис. 1).



Рисунок 1. Оптрон: светодиод-фототранзистор

Идея создания и применения оптронов относится к 1995 году, когда в работе *Loebner E.E.* Была предложена серия приборов с оптическими и электрическими связями между элементами, что позволяло осуществлять усиление и спектральное преобразование световых сигналов, создавать приборы с 2-мя устойчивыми состояниями – бистабильные оптроны, оптоэлектронные устройства накопления и хранения информации логические схемы, регистры сдвига.

В излучателе энергия электрического сигнала преобразуется в световую, в фотоприёмнике – наоборот.

Энергетические функции

В энергетическом режиме оптроны используются совместно со вторичными источниками ЭДС или тока. КПД оптронных преобразователей энергии невелик. Но возможность введения дополнительного источника напряжения или тока в любую цепь устройства без гальванической связи с первичным источником питания дает разработчику новую степень свободы, особенно полезную при решении нестандартных технических задач. Обобщенная схема оптронов изображена на рис. 2

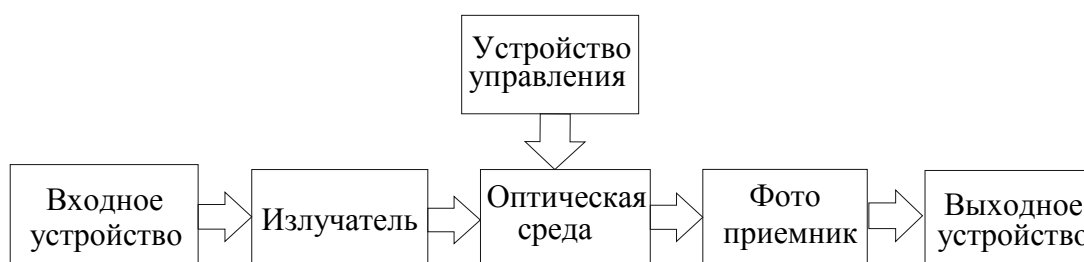


Рисунок 2. Обобщенная схема оптронов

Перспективные направления развития и применения оптронной техники в значительной степени определились. Оптоны и оптронные микросхемы эффективно применяются для передачи информации между устройствами. Традиционно сильными остаются позиции оптоэлектронных приборов в технике получения и отображения информации. Самостоятельное значение в этом направлении имеют оптронные датчики, предназначенные для контроля процессов и объектов, весьма различных по природе и назначению. Заметно прогрессирует функциональная оптронная микросхемотехника, ориентированная на выполнение разнообразных операций, связанных с преобразованием, накоплением и хранением информации. Эффективной и полезной оказывается замена

больших, временных и нетехнологичных электромеханических изделий оптоэлектронными приборами и устройствами. Достаточно специфическим, однако во многих случаях оправданным и полезным является использование оптронных элементов в энергетических целях.

Оптроны с внутренней оптической связью широко применяются в различных отраслях радиотехники и электроники, электротехники, вычислительной техники, автоматики. В цифровых устройствах их используют для связи устройств, изготовленных на различной основе. Их используют для управления силовыми цепями двигателей, управляемых от низковольтных логических схем; для связи логических схем с периферийным оборудованием ЭВМ; как элементы развязки от земли в источниках питания; как маломощные реле в электролюминесцентных системах отображения информации; в контрольно-измерительных устройствах.

Классификация параметров изделий оптронной техники

При классификации изделий оптронной техники учитывается два момента: тип фотоприёмного устройства и конструктивные особенности прибора в целом.

Выбор 1-ого классификационного признака обусловлен тем, что практически у всех оптронов на входе помещён светодиод, и функциональные возможности прибора определяются выходными характеристиками фотоприёмного устройства.

В качестве 2-ого признака принято конструктивное исполнение, которое определяет специфику применения оптрона.

Диодные оптопары

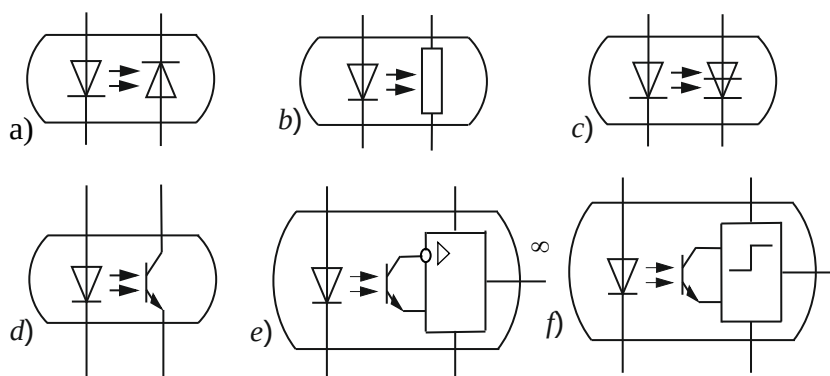


Рисунок 3. Условные обозначения оптопар: а) светодиод-фотодиод; б) светодиод-фоторезистор; в) светодиод-фототиристор; д) светодиод-фототранзистор; е) светодиод-фототранзистор с аналоговым усилителем; ф) светодиод-фототранзистор с триггером Шмита

Диодные оптопары (рис. 3) в большой степени, чем какие-либо иные приборы, характеризуют уровень оптронной техники. Подключение к диодной оптопаре тех или иных усилительных элементов дает разработчику много удобств по сопряжению различных устройств, но это не очень эффективно по энергопотреблению.

Передача информации

При передаче информации оптроны используются в качестве элементов связи, и, как правило, не несут самостоятельной функциональной нагрузки.

Их применение позволяет осуществить гальваническую развязку устройств управления и нагрузки (рис. 4), действующих в различных электрических условиях и режимах. С введением оптронов резко повышается помехоустойчивость каналов связи; практически устраняются "паразитные" взаимодействия по цепям "земли" и питания. Интерес представляет также рациональное и надежное согласование цифровых интегральных устройств с разнородной элементной базой (ТТЛ, ЭСЛ, И2Л, КМОП и т.п.).

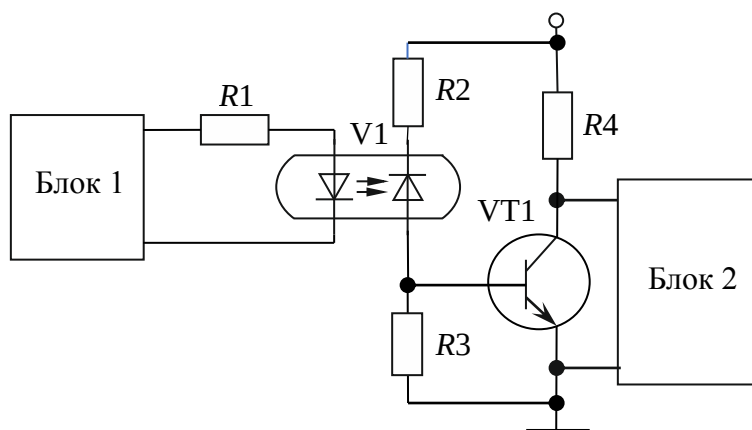


Рисунок 4. Схема межблочной гальванической развязки

Схема согласования элемента транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) с интегральным устройством на МДП-транзисторах построена на транзисторном оптроне (рис. 5). В конкретном варианте: $E_1 = E_2 = 5\text{ В}$, $E_3 = -15\text{ В}$, R_1 и $R_2 = 820\text{ Ом}$, $R_3 = 24\text{ кОм}$ - светодиод оптрона возбуждается током (5 мА), достаточным для насыщения транзистора и уверенного управления устройством на МДП-транзисторах.

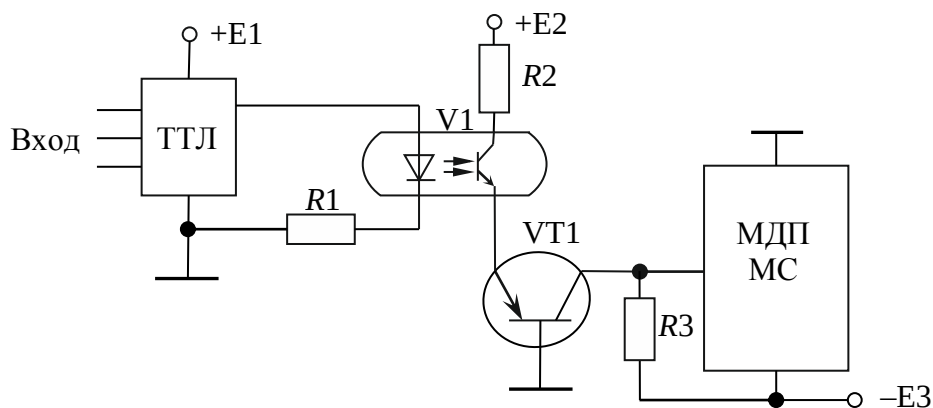


Рисунок 5. Схема сопряжения ТТЛ и МДП элементов по оптическому каналу

Активно используются оптические связи в телефонных устройствах и системах. С помощью оптронов технически несложными средствами удастся подключать к телефонным линиям микроэлектронные устройства, предназначенные для вызова, индикации, контроля и других целей.

Введение оптических связей в электронную измерительную аппаратуру, кроме полезной во многих отношениях гальванической развязки исследуемого объекта и измерительного прибора, позволяет также резко уменьшить влияние помех, действующих по цепям заземления и питания.

Значимый интерес представляют возможности и опыт использования оптоэлектронных приборов и устройств в биомедицинской аппаратуре. С помощью оптронов можно изолировать больного от действия высоких напряжений, имеющих, например, в электрокардиографических приборах.

Бесконтактное управление мощными, высоковольтными цепями по оптическим каналам весьма удобно и безопасно в сложных технических режимах, характерных для многих устройств и комплексов промышленной электроники. В этой области сильны позиции тиристорных оптронов (рис. 6).

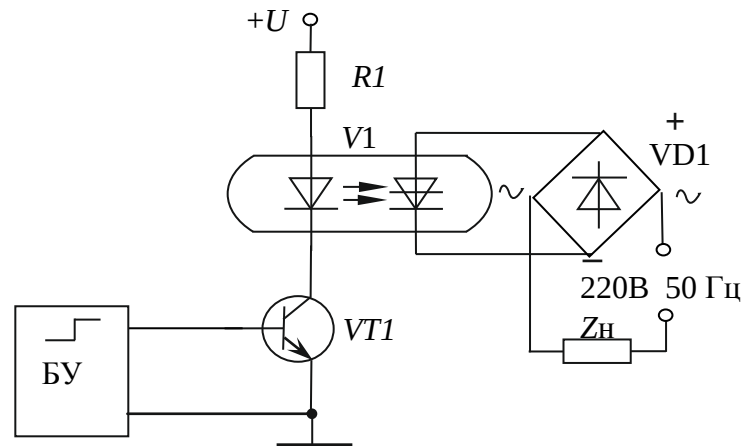


Рисунок 6. Схема коммутации нагрузки переменного тока

Получение и отображение информации

Оптроны и оптронные микросхемы занимают лидирующие позиции в бесконтактной дистанционной технике оперативного получения и точного отображения информации о характеристиках и свойствах весьма различных (по природе и назначению) процессов и объектов. Уникальными возможностями в этом плане обладают оптроны с открытыми оптическими каналами. Среди них оптоэлектронные прерыватели, реагирующие на пересечение оптического канала непрозрачными объектами (рис. 7), и отражательные оптроны, у которых воздействие светоизлучателей на фотоприемники всецело связано с отражением излучаемого потока от внешних объектов.

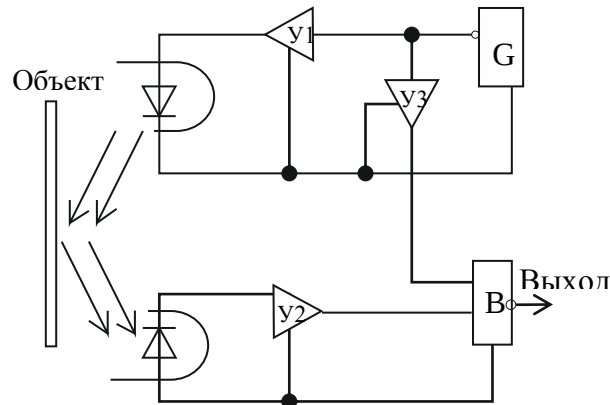


Рисунок 7. Оптоэлектронный датчик

Круг применений оптронов с открытыми оптическими каналами обширен и разнообразен. Уже в 60-е годы оптроны подобного типа эффективно использовались для регистрации предметов и объектов. При такой регистрации, характерной в первую очередь для устройств автоматического контроля и счета объектов, а также для обнаружения и индикации различного рода дефектов и отказов, важно четко определить местонахождение объекта или отразить факт его существования. Функции регистрации оптроны выполняют надежно и оперативно.

Литература

1. <http://electricalschool.info/main/drugoe/657-optrony.html>
2. http://www.gaw.ru/html.cgi/adv/publ/opto/optron_1.htm
3. http://www.kak-chto.info/chto_takoe_optron/

УДК 621.384.3

ТЕПЛОВИЗОРЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Кулаков В.М., Мосевич С.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Тепловизор – это оптико-электронный прибор, предназначенный для измерения температуры по тепловому излучению объекта и преобразования её в визуальную картину (термограмму) распределения тепловых полей по поверхности объекта в реальном времени. Следует отметить, что тепловизионная диагностика зачастую является единственным методом, с помощью которого можно значительно снизить затраты на обследование, так как при этом не требуется остановка производства и отключения энергетического оборудования. Вместе с тем с помощью тепловизора появляется возможность измерять температуру объекта бесконтактным способом, что особенно важно при обследовании энергетических объектов.

История промышленного тепловидения.

Согласно источникам первые системы тепловидения появились ещё до начала Второй Мировой войны, но они обеспечивали лишь передачу статических изображений. Одним из первых было применение аэрофотосъемки в ИК-лучах, причем фиксировалось ИК-изображение на чувствительную фотопленку. Однако первые системы тепловидения были подвержены всевозможным тепловым помехам и наводкам из-за невозможности обеспечения стабильной температуры всех конструктивных элементов камеры. Революцию в тепловидении произвели послевоенные исследования по заказу армии США в 1950-х годах, когда для регистрации ИК-излучения стали применяться сначала электронно-оптические, а затем и полупроводниковые элементы (болометры) и их линейки. С помощью этих систем корабли США получили возможность обнаруживать цели в плотном тумане, при полном отсутствии освещения и в густых атмосферных осадках. Технически успешным рывком вперед в области систем фронтального обзора стало возникновение матричных тепловизоров на микроболометрах, появившихся во время американо-вьетнамской войны в 1960-х годах. С тех пор развитие тепловидения происходило по пути улучшения характеристик матриц из полупроводниковых ИК-сенсоров, а также электронных схем обработки изображения. Одной из самых новых технологий в производстве тепловизионных матриц являются детекторы на квантовых ямах (QWIP, Quantum Well Infrared Photodetector). В отличие от обычных полупроводников, QWIP-детекторы на основе арсенида галлия позволяют достичь большей плотности монтажа микродетекторов в матрице. В 1980-е годы, когда компания Honeywell сняла гриф секретности со своих военных разработок и лицензировала эту технологию целому ряду заинтересованных компаний, с появлением тепловизионной техники "в свободной продаже" началось массовое применение тепловизоров в промышленности. Успехи современной тепловизионной техники таковы, что стало возможным создание тепловизионных головок высокого разрешения для беспилотных летательных аппаратов, с помощью которых можно обнаружить человека на расстоянии в несколько километров. В 2007 году появились тепловизоры во взрывозащищенном исполнении.

Особенности современных тепловизоров.

Современные модели портативных тепловизоров обладают почти всеми возможностями, требуемыми для выполнения термографических исследований. С чувствительным полупроводниковым детектором они обеспечивают высокое разрешение изображений и позволяют выявить весьма малые различия по температуре. Новые переносные модели ИК-тепловизоров сочетают отличное качество изображения и высокую тепловую чувствительность. Они оптимизированы для условий эксплуатации в условиях низкого контраста, встречающихся в зданиях, и регистрируют неисправности, недоступные для других ИК-камер. Прибор легко настраивается на автоматическую съемку участков, температура которых выходит за установленные пределы. Благодаря этому ускоряется

съемка и анализ нерегулярностей, так как можно концентрироваться только на изображениях, содержащих аномалии. Тепловизоры позволяют получить и сохранить калиброванные значения температуры для матрицы из тысяч точек, которые и составляют тепловое изображение.

Благодаря применению больших дисплеев (до пяти дюймов по диагонали) и высокочувствительных к ИК-спектру полупроводниковых матриц, новые портативные тепловизоры позволяют получить очень высококачественные изображения. По уровню качества изображения не уступают даже тем, которые обычно получают с помощью более дорогостоящих и более габаритных приборов. Один из секретов новой технологии тепловидения - высококачественный германиевый объектив. Большая память позволяет записать до 1500 термограмм и выполнить подробный анализ полученных изображений путем настройки ключевых параметров, например, коэффициента излучения или температурного диапазона, как в полевых условиях прямо на камере, так и в офисе с помощью компьютерной программы.

Область применения тепловизоров.

Тепловизоры в настоящее время используются для контроля энергопотребления в жилых зданиях и офисах, повышения теплового КПД путем выявления и устранения дефектов изоляции. В энергетике и на промышленных предприятиях с помощью тепловизоров можно легко выявлять чрезмерно греющиеся контакты и кабели, перегретые участки оборудования. Инфракрасное оборудование отлично подходит и для обследования жилых помещений. Во-первых, наиболее востребована функция быстрого поиска любых повреждений в энергооборудовании. Независимо от расположения, будь то на улице или в помещении, на промышленном предприятии или в жилом доме, тепловизор позволяет мгновенно увидеть на четком тепловом изображении горячие места задолго до отказа соответствующих систем. Определите зону неисправности и произведите необходимый ремонт до того, как возникнут серьезные проблемы. Текущая оценка состояния тоководов и оборудования осуществляется разными методами, выбор которого зависит от их конструктивных особенностей и условий работы. Так, используются методы:

- сравнения рабочей температуры с нормами;
- посредством сравнения заведомо исправного аналогичного узла или участка с испытуемым объектом;
- по динамике изменения температуры в зависимости от поданной нагрузки;
- по коэффициенту дефектности;
- по присутствию избыточной температуры.

Измеренные показатели всегда сравниваются с нормативными актами, и в зависимости от степени несовпадения есть возможность определить уровень неисправности. Она может находиться на начальной стадии, в виде развивающегося дефекта, либо аварийного. В последнем случае необходимо немедленно принять меры по устранению неполадки.

С помощью тепловизионной техники можно определить функциональность следующих элементов:

- 1) Воздушные линии электропередач;
- 2) Маслонаполненное оборудование;
- 3) Конденсаторные батареи;
- 4) Защитные устройства и предохранители;
- 5) Выключатели, отделители, разъединители;
- 6) Измерительные и силовые трансформаторы;
- 7) Соединительные и силовые шины;
- 8) Контактные соединения и контакты;
- 9) Электродвигатели.

Преимущества тепловизора.

Тепловизор является одним из лучших способов предотвратить аварию электрооборудования путем периодического контроля температуры устройств электроснабжения. Он имеет много преимуществ по сравнению с другими диагностическими приборами, главные из которых:

Бесконтактный способ диагностики электрооборудования. Обеспечивает тщательную проверку без отключения нагрузки и прекращения подачи напряжения.

Компактные размеры, небольшой вес и автономный источник питания значительно повышают мобильность прибора, обеспечивая удобство работы с ним даже одному человеку.

Удобное представление информации в графической форме. Открывает возможность быстрого принятия решений на основании полученной термограммы.

Проведение инфракрасного обследования электрооборудования выполняется на расстоянии. Гарантирует полную безопасность человека от возможного поражения электрическим током.

Сохранение результатов тепловизионной диагностики. Сохраняются во внутренней памяти прибора и могут в дальнейшем использоваться для составления отчета, протокола и других официальных документов.

В результате анализа можно сделать вывод, что тепловизор является очень важным и нужным в энергетике прибором, который позволяет своевременно выявлять скрытые дефекты в электрооборудовании, и тем самым предотвращать возможные аварийные ситуации. Также стоит отметить простоту в использовании и обработке данных, полученных во время измерений.

Литература

1. Поиск неисправностей, диагностика с помощью тепловизора [Электронный ресурс] URL: http://www.eti.su/articles/izmeritelnaya-tehnika/izmeritelnaya-tehnika_738.html.
2. Применение тепловизоров в энергетике [Электронный ресурс] URL: <http://www.p640.ru/energy.htm>.
3. Тепловизоры в энергетике и электротехнике [Электронный ресурс] URL: <http://general-test.com.ua/articles/36>.
4. Тепловизор в электроэнергетике [Электронный ресурс] URL: <http://www.electropergam.ru/info.html?id=12>.
5. Тепловизор. Инфракрасная термография. Принцип работы и устройство тепловизора [Электронный ресурс] URL: http://www.eti.su/articles/izmeritelnaya-tehnika/izmeritelnaya-tehnika_726.html.

УДК 621.311.24

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ С ПОМОЩЬЮ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Казленко Г.Ю.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Всё чаще и чаще в мире затрагивается проблема загрязнения окружающей при использовании традиционных источников энергии. Поэтому людей все сильнее стали интересовать другие сравнительно чистые источники энергии. Такой энергией может быть энергия ветра – ветроэнергетика. Она основана на преобразовании кинетической энергии ветра в электрическую энергию с помощью различных ветроэнергетических установок (ВЭУ).

Наиболее распространенные ВЭУ состоят из мачты и генератора, хвостовика, контроллера, аккумуляторной батареи и инвертора.

ВЭУ разделяются на вертикальные и горизонтальные в зависимости от того, как расположена, вертикально либо горизонтально, их ось вращения относительно к земной плоскости. Вертикальные ВЭУ дольше служат и создают меньше шума. Их можно установить на любой крыше или другой поверхности, можно без мачты. Они вовсе не требуют ориентации на ветер.

Горизонтальные ВЭУ имеют больший КПД, но их располагают на высоких мачтах, в основном вдали от населенных людьми участков земли, из-за низкочастотных шумов, создаваемых ими.

ВЭУ можно использовать для объектов промышленного назначения и личных хозяйств. Чаще всего ВЭУ используют, если среднегодовая скорость ветра не меньше 5 метров в секунду. В настоящее время более популярными стали ВЭУ, которые могут эффективно производить энергию при скорости ветра, менее трех с половиной метров в секунду. При хорошем потенциале ветра, можно использовать ВЭУ в роли главного источника энергии, а имеющуюся электросеть – как запасной.

Достоинства:

- вырабатывает экологически чистую энергию (ветряные электрогенераторы, имеющие мощность 1 МВт уменьшает выбросы в атмосферу 1800 тонн CO_2 , 9 тонн SO_2 и 4 тонны оксидов азота в год);
- маленькие затраты на эксплуатацию и простота использования.

Недостатки:

- из-за непостоянности силы ветра возникает непредвиденность количества выработки энергии;
- финансово выгодно использование лишь на местах со среднегодовой скоростью ветра, превосходящей 5 метров в секунду.

Сейчас многие производители ВЭУ предлагают роторные установки, либо ВЭУ с вертикальной осью вращения. Они отличаются тем, что вертикальному генератору хватает скорости ветра всего одного метра в секунду, чтобы он начал производить электроэнергию.

Но они имеют свои **недостатки**:

- в работе они довольно шумные, так как производят низкочастотные вибрации;
- могут мешать телевидению, радио и другим системам;
- создают вероятность попадания под вращающееся колесо пролетающим птицам.

Внедрение ветровой энергии в особенности целесообразно при строительстве многоэтажных специальных домов. Благодаря обтекаемой форме строения зданий воздушные массы, попадая в специализированные каналы, будут воздействовать на лопасти ветряных электрогенераторов. Так же можно держать под контролем, благодаря запасенной и производимой электроэнергии, температуру в здании.

В ветроэнергетических установках (ВЭУ) энергия ветра преобразуется в механическую энергию их рабочих органов. Первичным рабочим органом ВЭУ, который существует принимающим на себя непосредственно энергию ветра и, обычно, преобразующим ее в кинетическую энергию своего вращения, является ветроколесо.

ВЭУ разделяются по двум главным критериям: по строению ветроколеса и по тому, какое положение оно имеет по отношению к ветру.

Установка может быть горизонтально-осевой, при параллельном расположении оси вращения ветроколеса относительно воздушного потока. При перпендикулярном расположении оси вращения ветроколеса относительно воздушного потока, установку принято называть вертикально-осевой.

Мощность ВЭУ зависит от площади, заметаемой лопастями генератора, и высоты над поверхностью. Например, турбины мощностью 3 МВт (V90) производства датской фирмы *Vestas* имеют общую высоту 115 метров, высоту башни 70 метров и диаметр лопастей 90 метров.

Ветроколеса, имеющие горизонтальные оси, использующие подъемную силу, показаны на рис. 1.

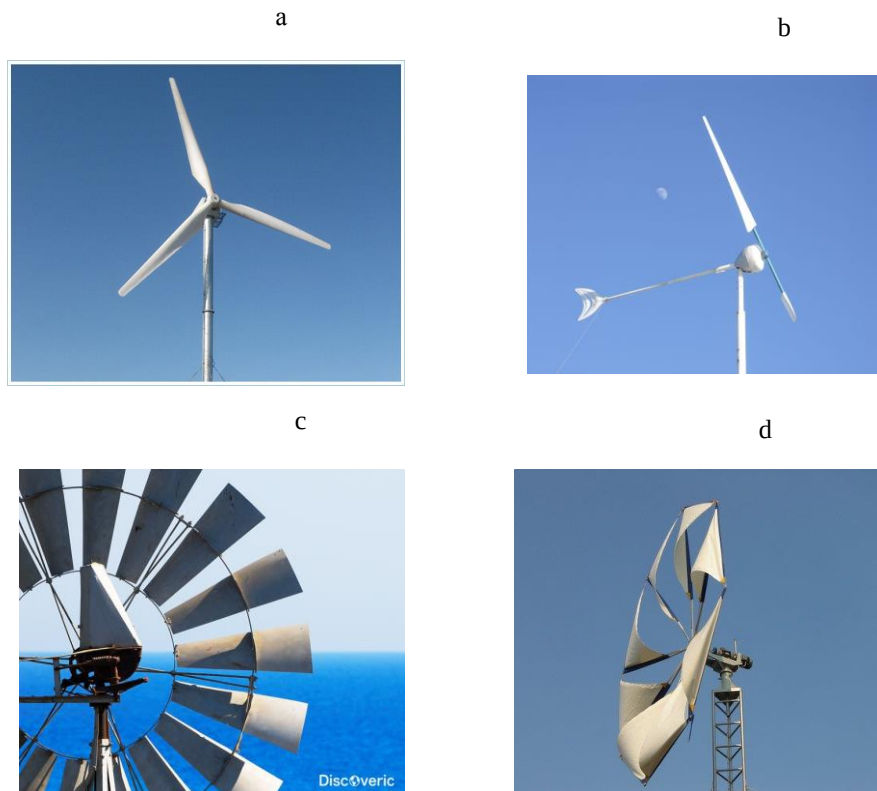


Рисунок 1. Ветроколеса, имеющие горизонтальные оси: а – репеллерное; б – однолопастное; с – многолопастное; d – парусное

Ветроколеса, которые используют силу лобового сопротивления, состоят из закрепленных вертикально осей с лопастями разной конфигурации, как показано на рис. 2

На рис. 2к мы можем увидеть колесо, которое использует эффект Магнуса. Его суть в том, что при вращении цилиндра или конуса возникает подъемная сила, перпендикулярная направлению ветра.

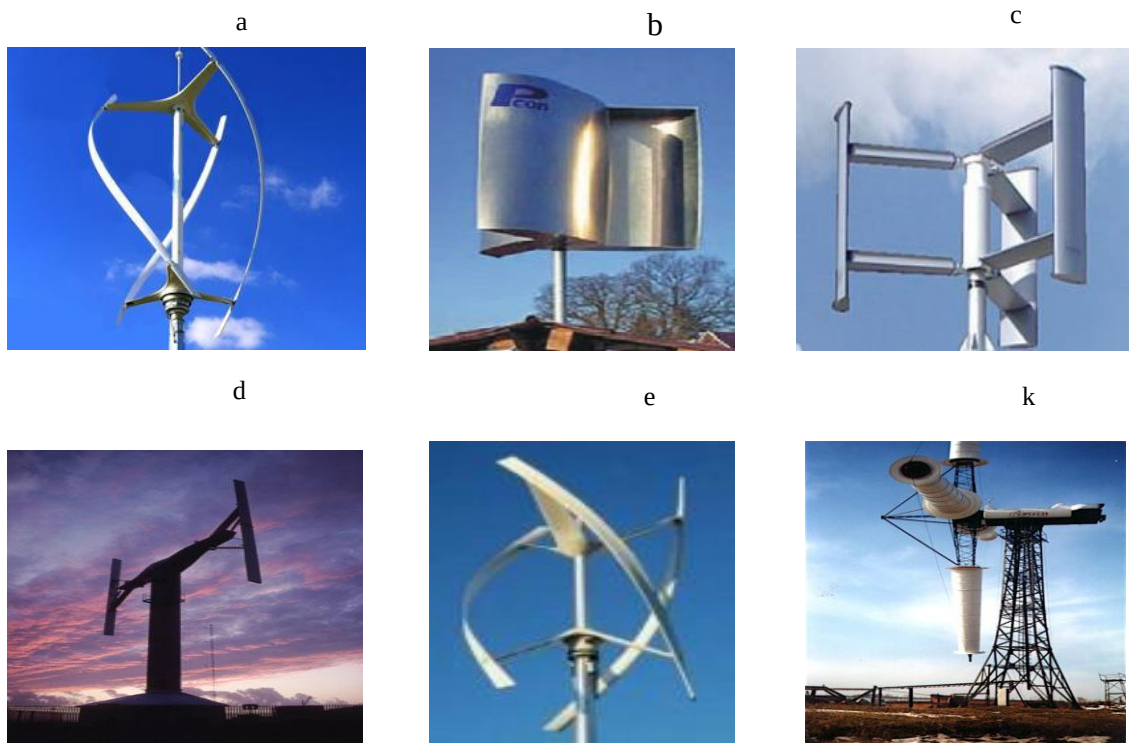


Рисунок 2. Ветроколеса, которые используют силу лобового сопротивления: а – ортогональное; б – Савониус; с – Дарье; d – Масгроува; е – геликоидное; k – цилиндры Магнуса

Можно привести многие примеры схем работы ВЭУ с потребителем. В каждом случае проектируется индивидуальная схема, которая должна решить задачу, стоящую перед потребителем.

Питание объекта может производиться только за счет ветровой энергии. Например, производить электричество для нагрева воды.

ВЭУ с аккумуляторами и коммутацией с сетью с помощью блока автоматической регулировки АВР позволяет переключить питание объекта на сеть, при отсутствии ветра и при разряженных аккумуляторах. Эту же схему можно использовать наоборот, то есть использовать ВЭУ в роли резервного источника для других потребителей. При низкой скорости ветра, блок АВР переключает устройства на питание от аккумуляторов (рис. 3).

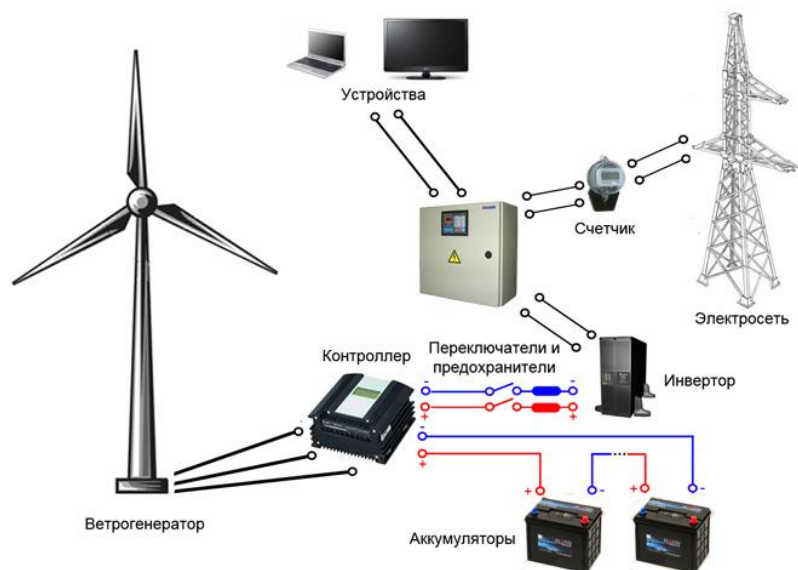


Рисунок 3. Совместное использование электросети и ВЭУ для питания различных устройств

ВЭУ современных конструкций позволяют экономически эффективно использовать энергию ветра. С помощью ВЭУ сегодня можно не только поставлять электроэнергию в «сеть», но и решать проблемы энергоснабжения локальных или местных объектов различной мощности.

Хорошие результаты по эффективному использованию альтернативных источников энергии получаются при использовании ВЭУ совместно с солнечными батареями (рис. 4).

УДК 621.315.1.027.3

НАВЕДЁННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Бушков П.Е.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Причины возникновения

Наведенное напряжение возникает на выведенной в ремонт и обесточенной воздушной линии электропередач (ВЛ), вследствие влияния на нее электромагнитного поля расположенной в непосредственной близости работающей электроустановки или другой ВЛ, которая находится под напряжением. Таким образом, ВЛ, которая проходит параллельно отключенной линии, наводит сторонний потенциал, который представляет существенную опасность для обслуживающей ремонтной бригады. Значение наведенного напряжения в проводе изменяется в зависимости от протяженности участка, на котором ВЛ идут параллельно, тока нагрузки и величины рабочего напряжения, отдаленности фазных проводов, метеорологических условий. Потенциал, который наведен на ВЛ, объединяет в себе два вида воздействия – **электромагнитную** и **электростатическую** составляющую:

Электромагнитная часть появляется под действием магнитного поля, возникающего от протекания тока по работающей рядом ВЛ. Отличительной особенностью данной составляющей является то, что при заземлении даже в нескольких местах линии, она не изменяет свою величину. Единственное, что можно изменить с помощью заземлений – это расположение точки нулевого потенциала.

Электростатическая часть, в отличие от электромагнитной, устраняется путем заземления линии в ее концах и в месте ведения работ. Снизить же величину наведенного напряжения возможно установив заземление хотя бы в единственной точке ВЛ. Имеется проводник, обозначенный на слайде 2 как А-А. При протекании по нему переменного тока создается электромагнитное поле, интенсивность которого уменьшается по мере отдаления от проводника (на изображении можно заметить снижение яркости окраски). Также изменяются пульсации электромагнитного поля с изменением направления и величины тока. При попадании в поле любого другого проводника в нем индуцируется наведенное напряжение. Ниже на следующем слайде показаны проводники с подключенными измерительными приборами для определения величины напряжения.

Какое значение считается опасным для персонала?

Считается, что если на отключенной ВЛ присутствует наведенное напряжение и его значение не превышает 25 В, то ремонтные мероприятия производятся с применением обычных средств защиты. В случае превышения безопасной величины следует пользоваться специальными средствами защиты и выполнять технические мероприятия, обеспечивающие требуемую степень защиты от опасного воздействия наведенного потенциала. Такими мерами безопасности могут быть разземление в начале и конце линии, разрез провода, установка заземления на участках ВЛ.

Факторы, определяющие величину рабочего напряжения

Их три. Это **значение рабочего тока, протекающего по проводнику**. Например, по воздушной линии электропередачи или пересекающей контактной сети переменного тока железной дороги. В целом, это и понятно. Ведь чем больше значение тока, протекающего по рабочему проводнику, тем, естественно, и сильнее электромагнитное поле вокруг этого проводника. Соответственно, будет выше и значение наведенного напряжения в нерабочем проводнике. Далее. **Расстояние между рабочим проводником и нерабочим**. То есть между запитанными линиями и отключёнными линиями электропередачи. Аналогично и с расстоянием между этими проводниками. Чем ближе нерабочий проводник расположен к рабочему, тем он больше попадает в более сильное электромагнитное поле рабочего

проводника. Соответственно, в нерабочем проводнике возникает и более высокое наведенное напряжение. И наоборот. По мере удаления нерабочего проводника от рабочего, ослабевает электромагнитное поле и соответственно - уменьшается значение наведенного напряжения в нерабочем проводнике. И наконец - значение **длины параллельного следования рабочего и нерабочего проводников**. Чем больше расстояние параллельного или попутного следования какой - либо запитанной воздушной линии с отключенной воздушной линией, тем более сильное она испытывает влияние электромагнитного поля запитанной линии. И соответственно, будет выше и значение наведенного напряжения в отключённой линии. При эксплуатации энергоустановок в целях обеспечения надлежащей электробезопасности следует учитывать все вышеперечисленные факторы, влияющие на величину наведенного напряжения. Но это мы рассмотрели лишь физическую сущность наведенного напряжения. Так сказать, его лицо. А характер этого явления? В чём проявляется коварство наведенного напряжения и каковы последствия для персонала, попавшего под его воздействие?

Наведенное напряжение воздействует на организм человека аналогично рабочему напряжению. Так, протекание тока от наведённого напряжения через жизненно важные органы либо парализует их (при малой величине тока), либо разрушает (при более значительных токах). Причём, как правило, при этом не происходит сильных ожогов или возгораний, так как мощность этого поражающего фактора невелика. В то же время величина наведенного напряжения достаточна, чтобы преодолеть сопротивление одежды и обуви. Иначе говоря, там, где попадание человека под рабочее напряжение 220 или 380 вольт иногда может окончиться благополучно из-за изолирующих свойств одежды и обуви работающего, то в случае с попаданием под наведённое напряжение, та же одежда и обувь будут пробиты.

Опасность явления

Нередко у персонала притупляется бдительность, проявляется расхлябанность и безрассудность к соблюдению ими Правил техники безопасности. Ведь не исключено, что во время их работы на отключенной, но не заземлённой цепи, в соседней рабочей цепи сможет возникнуть короткое замыкание или другой всплеск значения тока! Что тогда? Последствия непредсказуемы. Вплоть до смертельного исхода! Кроме этих факторов имеется еще два отличия, делающих наведенное напряжение значительно опаснее рабочего. Первое отличие состоит в том, что при попадании работающего под наведенное напряжение, этого факта никакая защита не чувствует и пострадавший находится под воздействием этого опасного фактора до его освобождения. Наведенное напряжение можно считать более опасным и коварным в отличие от рабочего в силу того, что на него никак не реагирует защитная аппаратура. Например, при попадании под него ремонтного персонала, работник будет находиться под опасным воздействием до момента освобождения от его влияния. А вот если на человека воздействует рабочее напряжение, то срабатывает защита и происходит автоматическое отключение, вследствие короткого замыкания.

Кстати, о коротком замыкании (КЗ). При КЗ в рабочей линии происходит наводка на отключенную ВЛ и многократное превышение тока, что, естественно, отражается на персонале, занятом ремонтом на отключенной ВЛ. Последствия могут быть весьма плачевными – от сильных ожогов, до протекания тока по жизненно важным органам с их поражением, вплоть до летального исхода. Поэтому не нужно пренебрегать правилами безопасности при проведении работ на отключенных ВЛ.

Самым надежным и правильным способом освобождения, пострадавшего от воздействия наведенного напряжения является принятие мер по исключению протекания поражающего тока через человека. С этой целью необходимо металлической связью соединить с «землей» часть энергоустановки, за которую держится пострадавший. То есть таким образом создать однопотенциальную зону в месте поражения руки пострадавшего разомкнутся, поскольку через него полностью прекратится протекание тока наведённого напряжения, что в данном случае происходит явно видно на слайде.

Способы устранения наводимых напряжений

Фактор наведенного напряжения вынуждает рабочих прибегать к работам только по одной бригаде на линии, если данная воздушная линия находится под действием наведенного напряжения

Еще один вариант — разделить линию на несколько отдельных не связанных между собой участков, а затем поочередно их восстанавливать, и хотя такое решение связано с лишними затратами, к нему прибегают для обеспечения безопасности людей. Альтернатива — работа под напряжением, тогда сразу несколько бригад могут работать на одной линии.

Разработка расчётных комплексов для определения точек заземления, что обеспечит безопасность бригады

Если контакт будет случайно потерян, то точка нулевого потенциала тут же сместится в другое место, а рабочее место окажется под наведенным напряжением, и люди подвергнутся риску. По этой причине лучше всего делать для надежности два защитных заземления.

Литература

1. <http://electricalschool.info/main/electrobezopasnost/1820-navedennoe-napryazhenie-i-mery-zashhity.html>
2. <https://samelectrik.ru/chto-takoe-navedennoe-napryazhenie.html>
3. <http://foraenergy.ru/navedennoe-napryazhenie-i-mery-zashhity/>

УДК 621.396.621.51(088.8)

СПОСОБЫ ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В ИМПУЛЬСНЫХ БЛОКАХ ПИТАНИЯ

Лабановская С.П., Курневич В.И.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Применение импульсных блоков питания в современной аппаратуре позволяет улучшить многие её показатели. Это уменьшение веса и размеров, повышение КПД работы.

Многие годы массовое их применение сдерживало несовершенство их схемотехнических решений и элементной базы для их изготовления.

Импульсные источники вторичного электропитания (ИВЭП) являются источниками интенсивных электромагнитных помех (ЭМП), т.к. сигналы в импульсных источниках представляют периодическую последовательность импульсов. Спектры таких сигналов занимают диапазон частот шириной от десятков килогерц до нескольких мегагерц. Так же ИВЭП сами довольно восприимчивы к влиянию внешних высокочастотных помех. В этой связи возникает необходимость, как защищать импульсные преобразователи от внешних помех, проникающих через сетевой кабель, так и подавлять помехи которые генерируются самим ИВЭП и наводятся в питающую сеть. Источники вторичного электропитания содержат цепи с изменяющимся во времени током. Высокий уровень регулярных импульсных помех создают инверторы, конверторы, импульсные стабилизаторы напряжения переменного и постоянного тока.

Распространение ЭМП по проводам (кондуктивные помехи) происходит по симметричному и несимметричному путям. Распространение ЭМП в окружающее ИВЭП пространство (помехи излучения) проявляется в виде электрического, магнитного и электромагнитного поля в ближней или дальней зоне приема помех. Особенностью ИВЭП является преимущественное проявление электрического и магнитного поля в ближней зоне, в то же время кондуктивные помехи могут распространяться на десятки и сотни метров от источника помех.

Схемотехнические методы подавления ЭМП используются на начальных стадиях проектирования ИВЭП при выборе схемы и электрических режимов работы элементов, при размещении их и соединении с корпусом. Относительно низкий уровень ЭМП обеспечивают:

- двухтактные схемы преобразователей напряжения с независимым возбуждением и поочередной коммутацией транзисторов;
- импульсные стабилизаторы постоянного тока, не инвертирующие полярность выходного напряжения.

Применение элементов в схеме ИВЭП должно предусматривать:

- выбор выпрямительных диодов с минимальным временем восстановления обратного сопротивления;
- использование дросселя с плавной характеристикой насыщения сердечника выходного фильтра ИВЭП;
- незначительное снижение магнитной проницаемости сердечника дросселя при увеличении тока в его обмотке;
- минимальную ёмкостную связь между обмотками в трансформаторе преобразователя напряжения;
- использование во входных и выходных фильтрах конденсаторов с малым эквивалентным последовательным сопротивлением.

Конструктивное размещение элементов ИВЭП должно предусматривать взаимную компенсацию магнитных потоков в контуре переключения, поузловое экранирование элементов схемы ИВЭП в силовом контуре, снижение паразитных ёмкостных связей между корпусом и элементами с импульсным током. Подключение узлов с импульсным током должно осуществляться наикратчайшим монтажным соединением. Необходимо разделять цепи постоянного и импульсного тока при соединении этих цепей в отдельных конструктивно определенных точках, исключать неконтролируемое присоединение к общей

шине, цепи с импульсным током монтировать с учётом возможных путей распространения ЭМП. Соединение с корпусом должно исключать случайное замыкание. Точки соединений с корпусом целесообразно предусматривать в чертежах ИВЭП. При выполнении монтажа элементов следует придерживаться следующих основных правил:

- исключать образование замкнутых контуров заземлений с большой площадью;
- общие провода необходимо объединять шиной, обеспечивающей минимальное сопротивление между точками подключения;
- все сигнальные заземления не должны подключаться к контуру заземлений силовых импульсных цепей.

Заземление ИВЭП в системе электропитания осуществляется в самом ИВЭП непосредственно на его выходных (входных) зажимах или вне ИВЭП у потребителя. В первом случае фильтрация заземляющего провода не требуется, во втором - по входным и выходным цепям следует устанавливать фильтры. Все другие соединения с шиной заземления должны отсутствовать, а подключение к корпусу устройства необходимо делать через общие шины электропитания.

Определить степень решающего влияния одного из описанных способов монтажа и конструктивных приёмов на высокочастотные пульсации выходного напряжения сложно, так как любой, отдельно взятый, способ даёт небольшой эффект уменьшения пульсации - примерно 10...15%. Применяя всю совокупность мер, направленных на снижение высокочастотной пульсации, можно добиться существенных результатов. Применение комплекса мер, неподдающихся разложению на составляющие ввиду бесчисленных взаимных комбинаций всех известных мер борьбы с электромагнитными помехами, представляет собой сложную техническую задачу. Только применение всех перечисленных рекомендаций и предложений приводит к получению высоких, стабильных и повторяемых параметров ИВЭП.

Основные методы снижения уровня электромагнитных помех во внешнюю сеть:

- применение экранов в качестве корпусов электронных приборов;
- экранирование отдельных узлов аппаратуры;
- правильное построение электронных схем для снижения паразитных параметров;
- применение помехоподавляющих фильтров (ППФ).

Экранирование препятствует распространению излучаемых электромагнитных помех за пределы источника ИВЭП. Корпус аппарата должен служить электромагнитным экраном для помех, излучаемых отдельными узлами и препятствовать проникновению ЭМП из окружающего пространства в аппарат. В конструкции ИВЭП следует использовать магнитные материалы на металлической основе. Для пластиковых корпусов имеется ассортимент проводящих красок, которые можно использовать для экранирования корпуса от электромагнитных помех

Экранирование отдельных узлов аппаратуры позволяет снизить помехи, излучаемые отдельными узлами ИВЭП. Примером может служить трансформатор или дроссель с сердечником, имеющим воздушный зазор. Такоймоточный узел создает интенсивное электромагнитное поле, влияющее на соседние компоненты преобразователя. Проблему можно решить с помощью экрана, выполненного из медной фольги. Подобный экран может быть использован в силовом трансформаторе преобразователя. Экран соединяют с общей точкой на стороне первичной или вторичной обмоток. В импульсных источниках с ШИМ существует несколько основных источников ЭМП. Основным источником шума является входная схема питания. Она содержит высокочастотный ключ, первичную обмотку трансформатора и конденсатор входного фильтра. Конденсатор входного фильтра обеспечивает импульсы тока трапецеидальной формы, необходимые источнику питания. Другим источником шума являются дорожки печатной платы, на которой расположены компоненты преобразователя. Дорожки должны быть максимально короткими и широкими. Широкие дорожки имеют меньшую индуктивность, чем тонкие. Длина дорожек обуславливает частоты ЭМП, излучаемых в окружающее пространство. Для того чтобы

уменьшить длину соединений, конденсатор входного фильтра и ключ должны располагаться рядом с трансформатором. Кроме того, используемые конденсаторы должны иметь малые значения эквивалентного последовательного сопротивления и эквивалентной последовательной индуктивности. Чем больше значения этих паразитных параметров, тем большими будут синфазные кондуктивные помехи на входе источника питания. Источники вторичного питания электронной аппаратуры являются преобразователями электрической энергии и обязаны обеспечивать параметры, необходимые потребителю. Работа ИВЭП должна быть согласована с характеристиками питающей сети и удовлетворять большому числу требований, в том числе связанных с изменением режимов работы, как сети, так и нагрузки. Так же ИВЭП сами довольно восприимчивы к влиянию внешних высокочастотных помех.

Разработчики электронной аппаратуры обязаны выполнять нормативы, определяющие допустимые уровни промышленных помех. Этот фактор вызывает требование использовать специальные фильтры для подавления высокочастотных электромагнитных помех. Такие фильтры называют сетевыми. Их устанавливают между внешней сетью и ИВЭП. Фильтры защиты от радиопомех устанавливаются во входной и выходной цепях преобразователя. Такой фильтр должен подавлять как дифференциальную, так и синфазную составляющие.

Сетевые фильтры должны ослаблять колебания высокой частоты и пропускать без ослабления колебания низкой (промышленной) частоты. Поэтому их реализуют на основе фильтров нижних частот (ФНЧ). Помехоподавляющие фильтры реализуют путем каскадного соединения Г-образных или Т-образных звеньев. Комбинируя такие звенья, добиваются нужного уровня затухания

В настоящее время отечественные и зарубежные предприятия предлагают целый ряд таких фильтров, как простых, одно- и двухкаскадных, так и многокаскадных фильтры, способные обеспечить максимальный уровень защиты от помех. Фильтры выполнены по всем правилам конструирования радиоаппаратуры, имеют защитные экраны и специальные проходные конденсаторы, предотвращающие прямое прохождение помех и паразитные магнитные помехи самого фильтра.

Схема помехоподавляющего фильтра представлена на рис. 1:

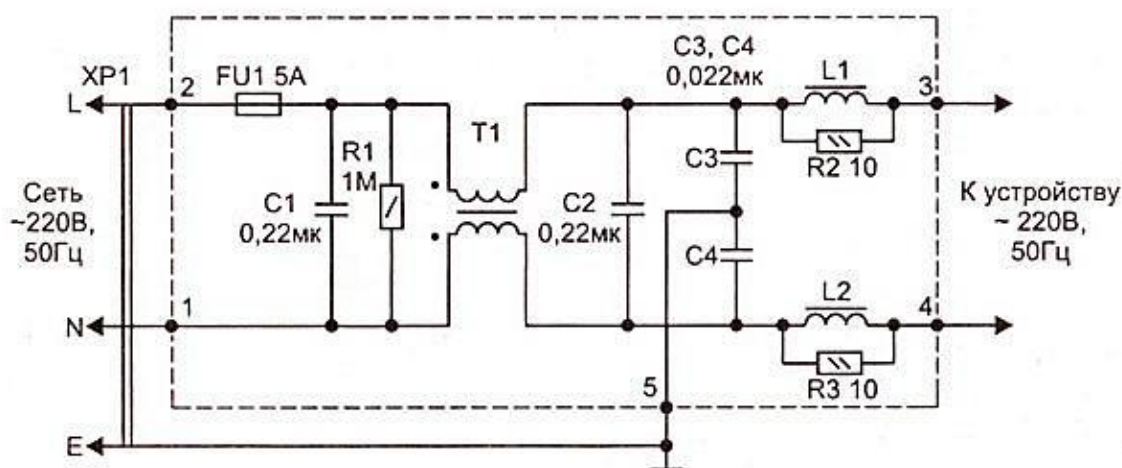


Рисунок 1. Двухкаскадный сетевой фильтр

Фильтр двухкаскадный. Первый каскад выполнен на основе продольного трансформатора (двух обмоточного дросселя) T1, второй представляет собой высокочастотные дроссели L1 и L2. Обмотки трансформатора T1 включены последовательно с линейными проводами питающей сети. По этой причине низкочастотные поля частотой 50 Гц в каждой обмотке имеют противоположные направления и взаимно компенсируют друг друга. При воздействии помехи на провода питания, обмотки трансформатора оказываются включенными последовательно, а их индуктивное сопротивление X_L растет с увеличением

частоты помех: $X_L = \omega L = 2\pi fL$, f — частота помех, L — индуктивность включенных последовательно обмоток трансформатора.

Сопротивление конденсаторов C_1 , C_2 , наоборот, уменьшается с ростом частоты ($X_C = 1/\omega C = 1/2\pi fC$), следовательно, помехи и резкие скачки напряжения «закорачиваются» на входе и выходе фильтра. Такую же функцию выполняют конденсаторы C_3 и C_4 .

Дроссели L_1 , L_2 представляют еще одно последовательное дополнительное сопротивление для высокочастотных помех, обеспечивая их дальнейшее ослабление. Резисторы R_2 , R_3 уменьшают добротность L_1 , L_2 для устранения резонансных явлений.

Резистор R_1 обеспечивает быстрый разряд конденсаторов C_1 – C_4 при отключении сетевого шнура от питающей сети и необходим для безопасного обращения с устройством.

Если одного такого фильтра недостаточно для подавления ЭМП, то можно включить два фильтра последовательно, как показано на рис. 2.

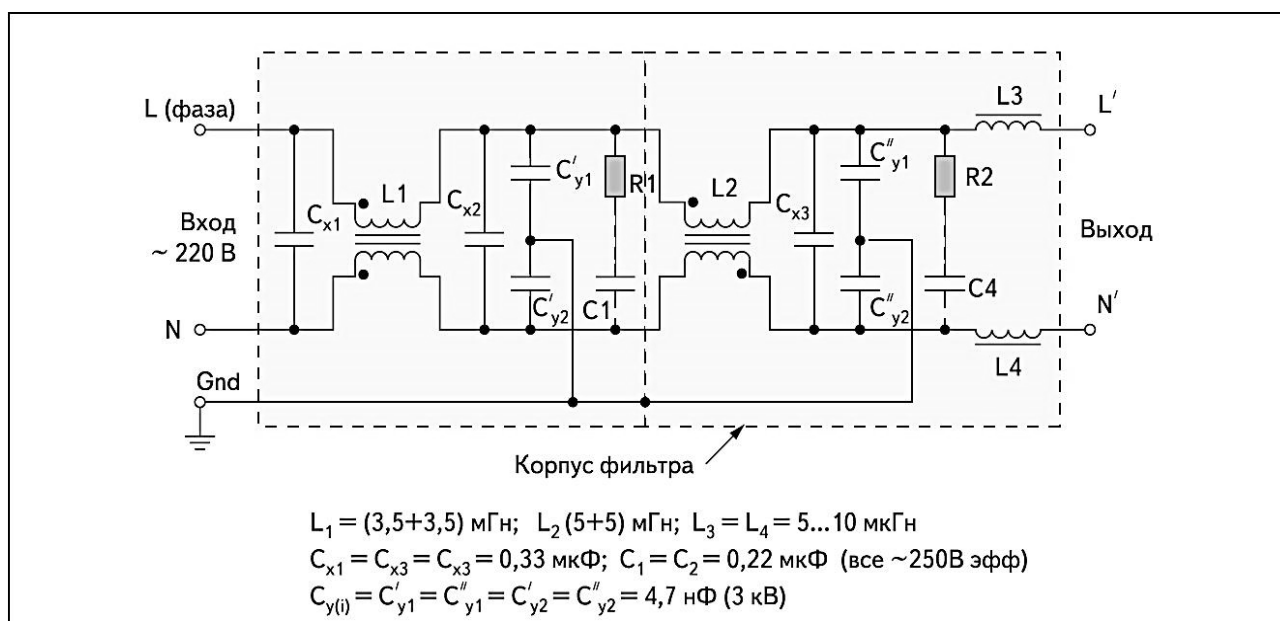


Рисунок 2. Многозвенный сетевой фильтр с улучшенными параметрами

Для уменьшения мультипликативных помех, вызванных сравнительно резким включением в прямом направлении кремневых диодов, их шунтируют конденсаторами, номинал которых, зависит от частоты сети или частоты работы преобразователя ИВЭП или устанавливают быстродействующие с малым падением прямого напряжения диоды Шотки, как показано на схеме ИВЭП изображенной рис. 3

Два выпрямителя на выходе выполнены по двухполупериодной схеме с выводом средней точки трансформатора на сдвоенных диодах Шотки VD_5 и VD_6 .

Высокочастотные пульсации на выходе в данном выпрямителе подавляются многозвенным фильтром на конденсаторах $C_{12}...C_{15}$ и высокочастотном сдвоенном дросселе L_2 , L_3 , а также дросселях L_4 и L_5 .

Броски тока при включении ИВЭП уменьшаются благодаря терморезистору $RT \text{ NTC } 20-05$, установленному на его входе. Броски тока в первичной обмотке силового трансформатора при выключении мощных высоковольтных транзисторов VT_1 и VT_2 , работающих в ключевом режиме, погашаются последовательной цепочкой R_7 , C_9 .

Между первичной и вторичной обмоткой силового трансформатора проложена экранирующая обмотка. Блок питания может быть использован для питания усилителя мощности.

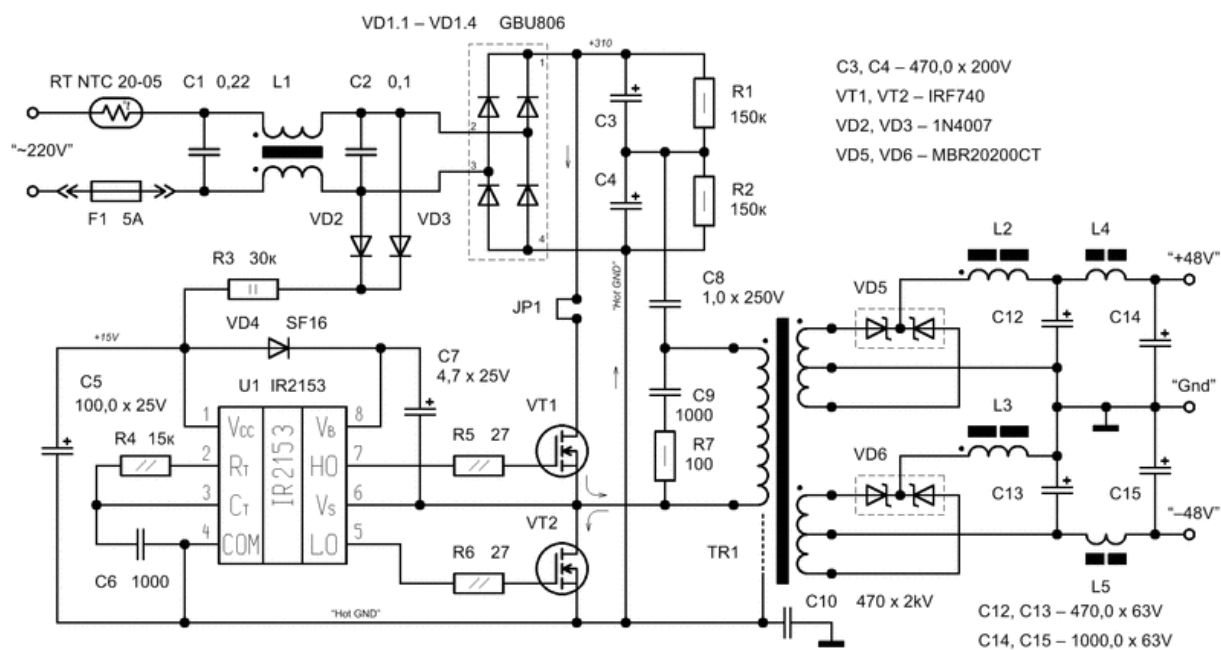


Рисунок 3. Электрическая схема ИВЭП