

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет
Энергетический факультет

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ



**Материалы 75 – й
научно – технической
конференции студентов
и аспирантов**

Секция
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Электронный учебный материал

Минск 2019

УДК 621.311
ББК 31 я 43
А 43

Р е ц е н з е н т

Заведующий кафедрой «Электротехника» УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», к.т.н., доцент
В.А. Ковалев

Составитель Жуковская Т.Е.

В сборник включены материалы 75 – й научно-технической конференции студентов и аспирантов БНТУ «Актуальные проблемы энергетики» (апрель 2019 г.) Секция «Электротехника и электроника».

Белорусский национальный технический университет.
Энергетический факультет.
пр - т Независимости, 65/2, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: (017) 292-42-32 Факс: 292-71-73
E-mail: ef@bntu.by
<http://www.bntu.by/ef.html>
Регистрационный № БНТУ/ЭФ39 - 89.2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ	7
Никитин Е.А.	7
Научный руководитель – к.т.н., доцент Бладыко Ю.В.	7
ПРИМЕНЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА	12
Кондратьева Н.К., Матвеев В.Ю.	12
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Горошко В.И.	12
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ	16
Кузнецов В.Ю.	16
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Горошко В.И.	16
ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	19
Коротченко С.Н., Поздняков М.Н., Хитров И.С.	19
Научный руководитель – к.т.н., доцент Новаш И.В.	19
МОТОР-КОЛЕСО. ДОСТОИНСТВА, НЕДОСТАТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ	22
Бармина А.Д.	22
Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.	22
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	28
Лобиков С.А.	28
Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.	28
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	32
Пасько Д.П.	32
Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.	32
ДИММЕРЫ В «УМНЫХ ДОМАХ»	36
Гаврилова В.В., Федюкова М.С.	36
Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.	36
ГРАФЕН. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ	41
Пинчук Т.В.	41
Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.	41
ВИДЫ АККУМУЛЯТОРОВ В ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ	46
Нечаев В.Е., Щурок З.В.	46
Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.	46
РОБОТОТЕХНИКА В МЕДИЦИНЕ	48
Шекрота И.А., Рымарчук Е.М.	48
Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.	48
ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА	50
Луцинский Д.В., Кисляк Д.В.	50
Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.	50
ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ШАРОВОЙ МОЛНИИ	52
Макаренко Л.С., Сычёва Д.А.	52
Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.	52
АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО	56
Пильник А.С., Сулович П.В.	56
Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.	56

ГРАВИТАЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ	59
РУСАК Е.О., ЩЕРБИНА М.Р.	59
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ СУХОДОЛОВ Ю.В.	59
ГИРОСКОПЫ. ЛАЗЕРНЫЙ ГИРОСКОП	60
ГАЛКИН А.М., КОНДРАТЕНКО В.И.	60
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ СУХОДОЛОВ Ю.В.	60
ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГАРМОНИК ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОТЕРЬ В ТРАНСФОРМАТОРАХ	63
ТАРАРАЙ А.О., ЕРМОЛИНСКАЯ Л.Э.	63
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ СУХОДОЛОВ Ю.В.	63
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МГД-ГЕНЕРАТОРОВ	65
ЛАСИЦА В.В., ЛИТОШ А.В.	65
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ-К.Т.Н., ДОЦЕНТ СУХОДОЛОВ Ю.В.	65
СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	67
АНИЩИК О.Р., СТАСКЕВИЧ П.И.	67
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ СУХОДОЛОВ Ю.В.	67
ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ФАЗ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТОКА НА РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТЕРЬ В ТРАНСФОРМАТОРЕ	69
ТАРАРАЙ А.О., ЕРМОЛИНСКАЯ Л.Э.	69
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ СУХОДОЛОВ Ю.В.	69
АКТУАЛЬНОСТЬ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНЫХ МОЩНОСТЕЙ	71
МУШНИЦКИЙ А. В.	71
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ МОРОЗ Р.Р.	71
КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	73
БОГУШЕВИЧ А.А.	73
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – К.Т.Н., ДОЦЕНТ МОРОЗ Р.Р.	73
АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ В СОСТАВЕ НАСОСНОГО АГРЕГАТА	75
КОПАЧЕНЯ С.С., МОРОЗ Е.С.	75
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – М.Т.Н., СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ	75
ЗЕЛЕНКО В.В.	75
ГЭС: ПРИНЦИП РАБОТЫ, СХЕМА, ОБОРУДОВАНИЕ, МОЩНОСТЬ	79
МАРЧЕНКО Т.Ю.	79
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – М.Т.Н., СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ, ЗЕЛЕНКО В.В.	79
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ БАШЕННЫХ КРАНОВ	82
ЛУБКО А.С., ЯКОВЕЦ Т.С.	82
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – М.Т.Н., СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ ЗЕЛЕНКО В.В.	82
УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАССАЖЕРОВ	87
ЛЫЧКОВСКИЙ М.И., КОСТЮК М.Н.	87
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.	87
АККУМУЛЯТОРЫ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ	92
ГАБЕРНИК П.Н.	92
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.	92
ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭКРАНОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ УСТРОЙСТВ	95
ТИШЕВИЧ А.О., ИЛЬЮШЕНОК Д.М.	95
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ МИХАЛЬЦЕВИЧ Г.А.	95

УСТРОЙСТВО НЕКОТОРЫХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ	104
Данилюк С.А., Гуринчук А.В.	104
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	104
ОСНОВЫ РАБОТЫ ПОЛИГРАФА	107
Дедкова Т.С., Шнип Д.Д.	107
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	107
ПРИНЦИП РАБОТЫ ПУЛЬТА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ	110
Дубина А. А.	110
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	110
РАЗНОВИДНОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ ЗАРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ	112
Максименко Н.А., Толканов Д.А.	112
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	112
ПРИНЦИП РАБОТЫ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА	118
Куликовская Д.В., Тямчик Д.В.	118
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	118
ЭВОЛЮЦИЯ ГИБКИХ ДИСПЛЕЕВ	121
Мигуцкая Н.А., Науменко А.М.	121
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	121
РАЗНОВИДНОСТИ ДАТЧИКОВ ДВИЖЕНИЯ	124
Тамулевич Е.С., Родцевич В.В.	124
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	124
ЧАСТОТНАЯ И ФАЗОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ В РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ	128
Александров В.А., Кривальцевич П.С.	128
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	128
ПРОЕКЦИОННЫЕ ДИСПЛЕИ	134
Волков А.С., Шевелёв В.А.	134
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	134
ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ПРИВОДА С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ В ТРОЛЛЕЙБУСАХ	140
Колтун А.Ю., Масло И.А.	140
Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.	140
МЕМРИСТОРЫ	145
Коржаченко А.А.	145
Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.	145
ИГРОВОЕ ЛАЗЕРНОЕ УСТРОЙСТВО	148
Малюжанец Ж.А., Стрик Е.Б.	148
Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.	148
МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ БУДУЩЕГО	150
Коваль Д.С., Станкевич П.С.	150
Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.	150
ОПТОВОЛОКОННЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ	152
Борбуш А.Л., Ващилов С.А.	152
Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.	152

ПЛИТКА, ГЕНЕРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ	154
Лагойко А.А.	154
Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.	154
РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ НА ТИРИСТОРЕ	158
Стома Д.М., Калий В.А.	158
Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.	158
БЕСПРОВОДНЫЕ ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА	161
Лешкевич А.А.	161
Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.	161
КРУПНЕЙШИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МИРА	163
Сивцов Н.А.	163
Научный руководитель – ассистент Жорова М.И.	163
ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ	168
Погодский В.С.	168
Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.	168
ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПЛК	173
Леганьков Д.А.	173
Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.	173

УДК 621.316.38

РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Никитин Е.А.

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

В базовых элементах одной серии используется микросхемная реализация [1]. Серия характеризуется общими электрическими, конструктивными и технологическими параметрами. Например, интегральные микросхемы серии 155 представляют собой транзисторно-транзисторные логические (ТТЛ) элементы. На рисунке 1 показана микросхемная реализация ТТЛ в электронной лаборатории Electronics Workbench [2]. Многоэмиттерный транзистор (МЭТ) имеет несколько эмиттеров, расположенных так, что прямое взаимодействие между ними исключается. Благодаря этому переходы МЭТ можно рассматривать как параллельно включенные диоды или транзисторы (VT1 и VT2 на рисунке 1). Транзистор VT3 является инвертором сигнала, т.е. выполняет функцию НЕ. Если хотя бы на один эмиттер МЭТ подан низкий уровень, то ток базы VT3 равен нулю и на коллекторе VT3 будет высокий уровень. Для того, чтобы напряжение на коллекторе VT3 имело низкий уровень, необходимо на все эмиттеры МЭТ подать высокий уровень. Так реализуется функция И-НЕ [3].

Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ),
 многоэмиттерный транзистор заменен на VT1 и VT2

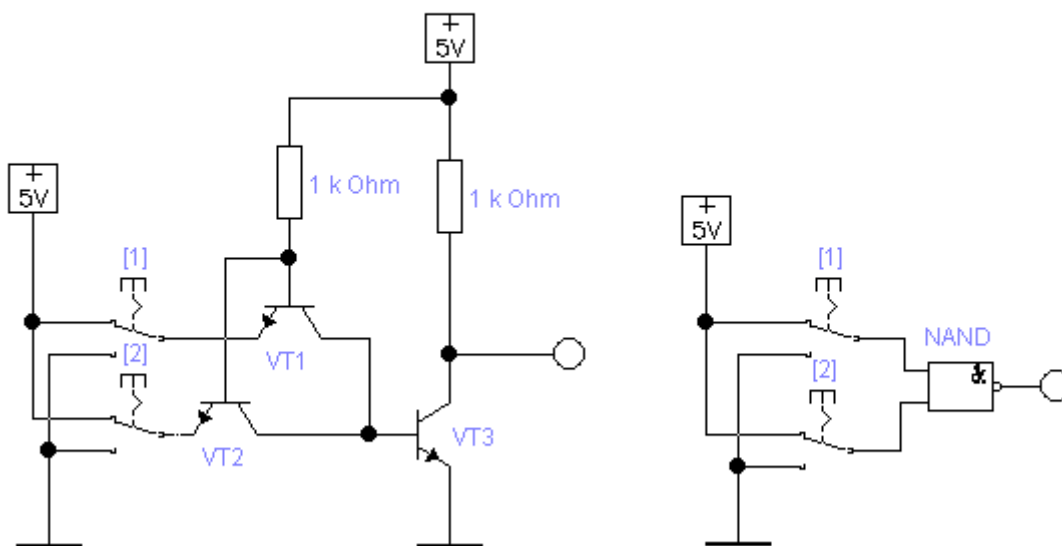


Рисунок 1. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ)

Базовым элементом серии является логический элемент И-НЕ, состоящий из МЭТ и сложного усилителя-инвертора (рисунок 2).

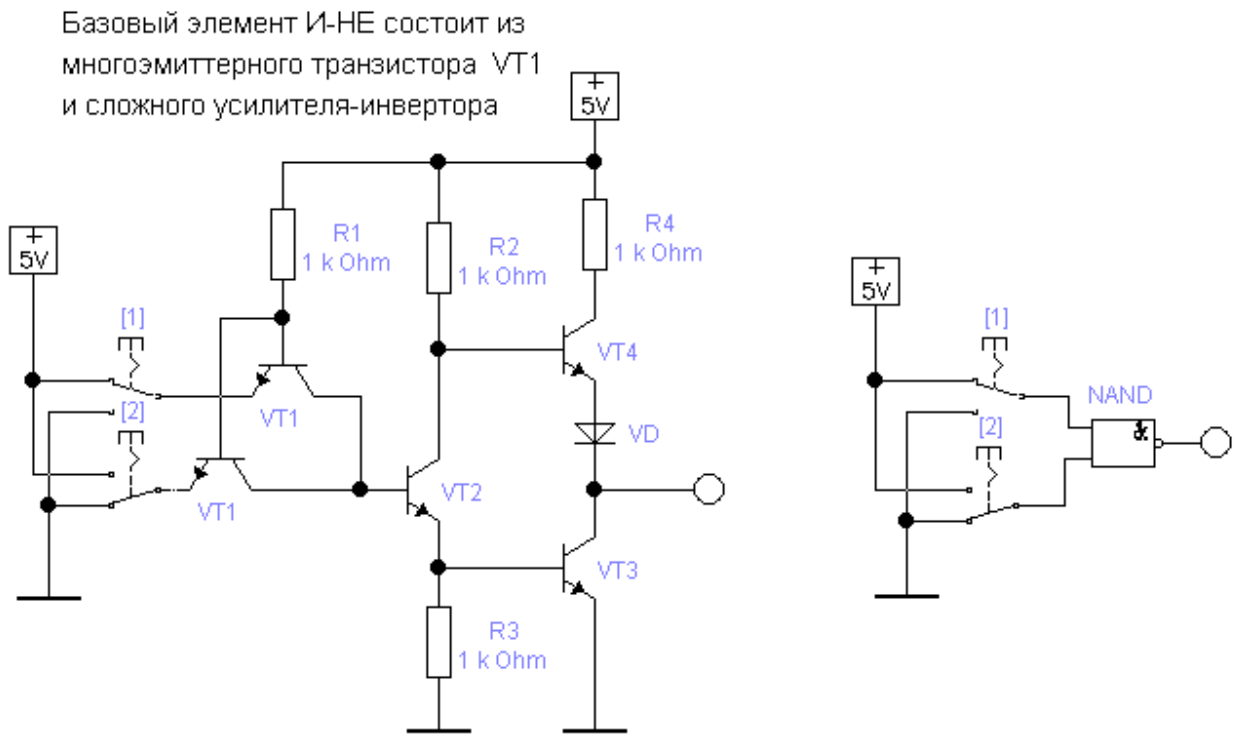


Рисунок 2. Базовый элемент ТТЛ

В настоящее время применяется несколько разновидностей серий микросхем с элементами ТТЛ: стандартные (серии 133; К155), высокого быстродействия (серии 130; К131), микроощные (серия 134), с диодами Шоттки (серии 530; К531) и микроощные с диодами Шоттки (серия К555). Кроме расширения номенклатуры элементов серий К531 и К555 сейчас активно развиваются наиболее перспективные серии ТТЛШ — микроощная К1533 и быстродействующая К1531, выполненные на основе последних достижений технологии изготовления ИС — ионной имплантации и прецизионной фотолитографии.

На рисунках 3 и 4 показаны диодно-транзисторная логика (ДТЛ) и резисторно-транзисторная логика (РТЛ). В настоящее время они не используются, однако с их помощью легко объяснить работу элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Например, логика ТТЛ может быть представлена схемой замещения на логике ДТЛ.

Диодно-транзисторная логика (ДТЛ)

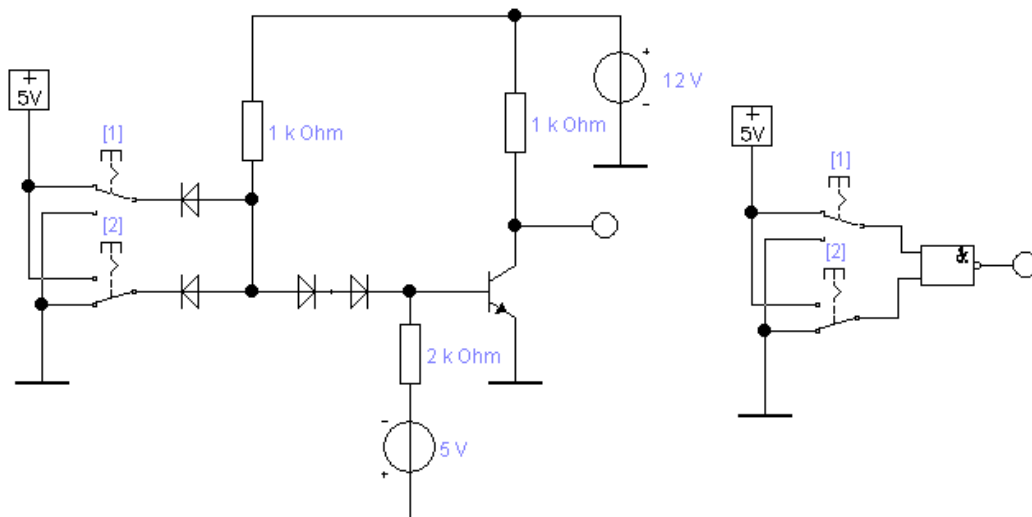


Рисунок 3. Диодно-транзисторная логика (ДТЛ)

Резисторно-транзисторная логика (РТЛ)

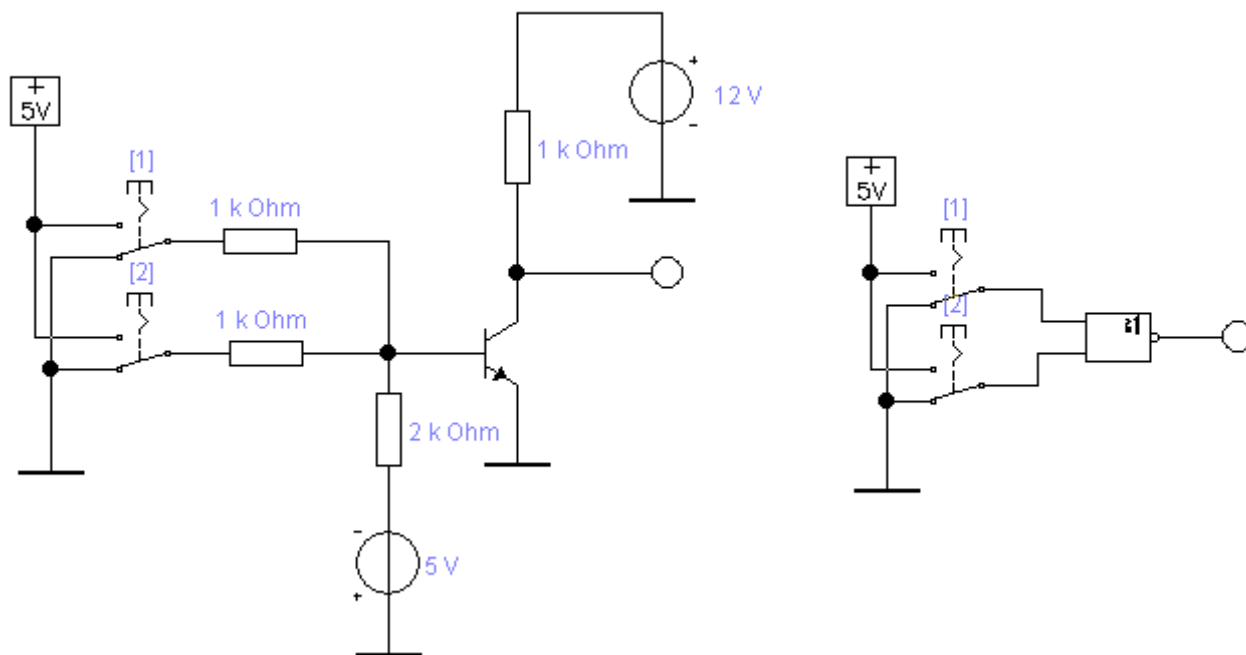


Рисунок 4. Резисторно-транзисторная логика (РТЛ)

В логических элементах, выполненных по технологии эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ) в качестве базового элемента используется дифференциальный усилитель (рисунок 5). Большое быстродействие ЭСЛ обусловлено тем, что в этих элементах транзисторы работают в ненасыщенном (линейном) режиме.

Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ)

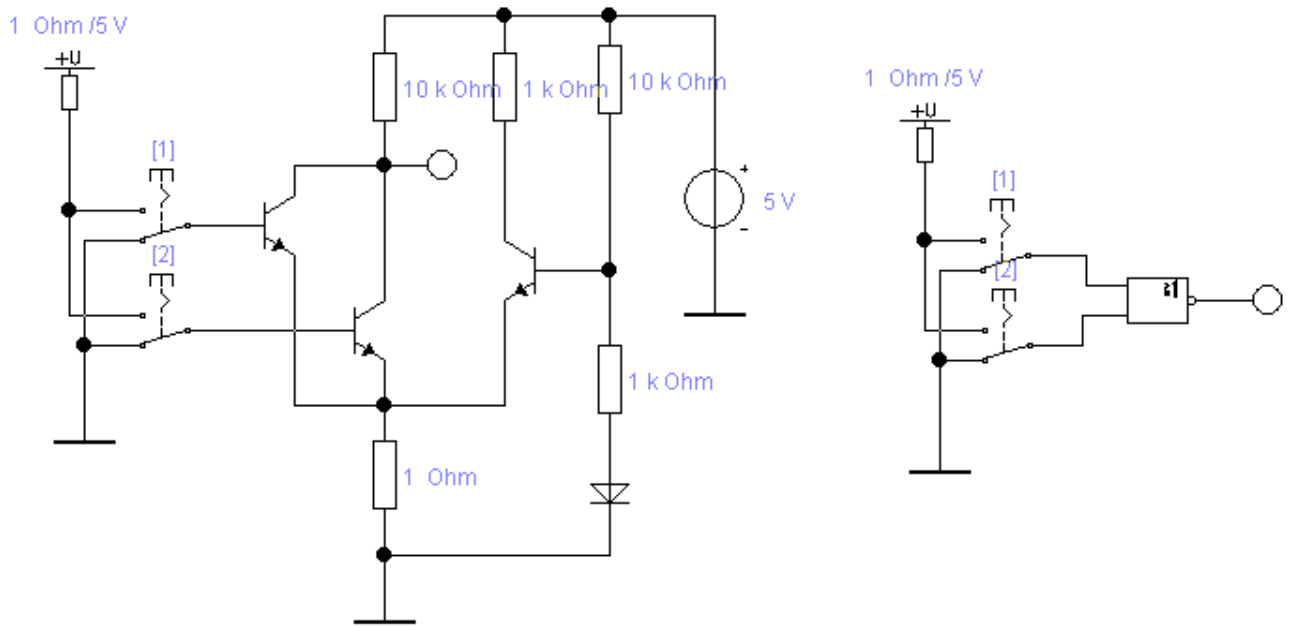


Рисунок 5. Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ)

Применение полевых транзисторов с изолированным затвором обеспечивает высокое входное сопротивление микросхем МДП-транзисторной логики (МДПТЛ) (рисунок 6) и логики с комплементарными МДП-транзисторами (КМДПТЛ) (рисунок 7). Их достоинствами являются малая потребляемая мощность и высокая помехозащищенность в сочетании с высоким быстродействием и нагрузочной способностью.

МДП-транзисторная логика (МДПТЛ)

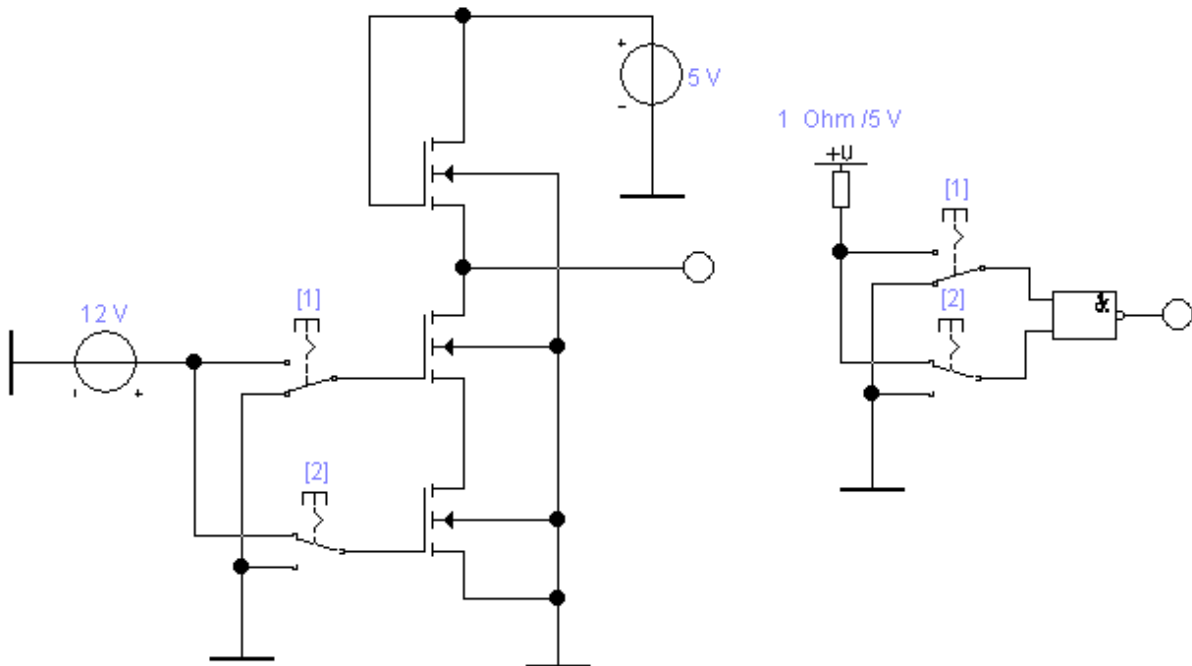


Рисунок 6. МДП-транзисторная логика (МДПТЛ)

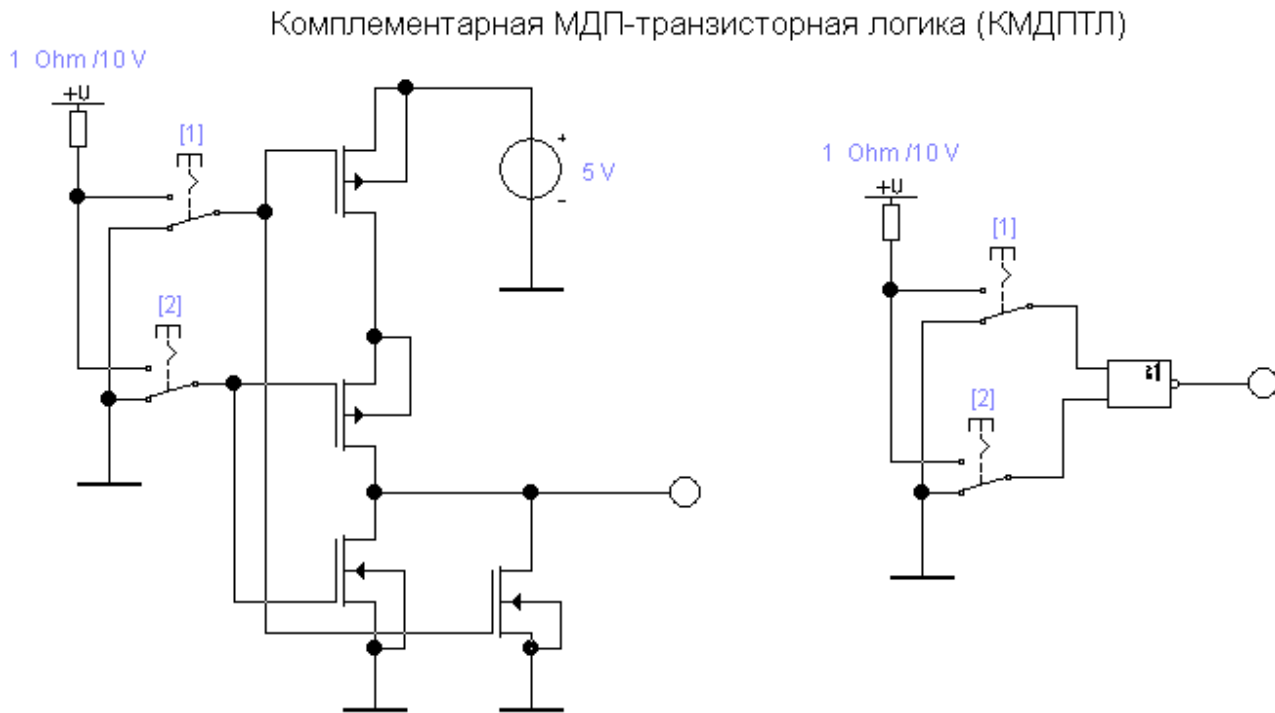


Рисунок 7. Комплементарная МДП-транзисторная логика (КМДПТЛ)

Наибольшим быстродействием обладают логические элементы, выполненные по технологии ЭСЛ и ТТЛШ. Меньше потребляет мощности КМДПТЛ. Она же лучшая по помехоустойчивости и нагрузочной способности. ЭСЛ и И²Л (интегральная инжекционная логика) меньше других генерируют помехи. Последнюю не удалось реализовать в Electronics Workbench, так как у транзисторов с инжекционным питанием нет дискретных аналогов.

Литература

1. Бладыко Ю.В. Электроника. Практикум. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2016.– 190 с.
2. Бладыко Ю.В. Практические занятия в электронной лаборатории: Учебно-методическое пособие по дисциплине «Электроника». В 3 ч. Ч. 2. – Мн.: БНТУ, 2018.– 82 с.
3. Сборник задач по электротехнике и электронике. Учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов/ Ю.В. Бладыко, Т.Т. Розум, Ю.А. Куварзин, С.В. Домников, Г.В. Згаевская.– Мн.: Выш. шк., 2013.– 478 с.

УДК 621.3

ПРИМЕНЕНИЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА

Кондратьева Н.К., Матвеев В.Ю.

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

Для электрических цепей высокого порядка составление дифференциального уравнения представляет собой громоздкую задачу. Для упрощения этой задачи целесообразно использовать топологические формулы, например, формулу Мэйсона:

$$W(P) = \frac{U_2(P)}{E(P)} = \frac{\sum_k \Pi_k \Delta_k}{\Delta}, \quad (1)$$

где $E(P)$ - операторная э.д.с.;

$U_2(P)$ - требуемая передаточная величина (в операторном виде);

Δ - узловой определитель схемы, получаемой при исключении вольтметра и источника тока или коротком замыкании амперметра и источника э.д.с.;

Π_k - передача k-го пути от плюса источника через вольтметр к минусу;

Δ_k - узловой определитель схемы, получаемой при замыкании k-го пути передачи.

Передачей $W(P)$, как видно из определения, может быть любая входная и передаточная функция в зависимости от вида прибора и источника, а также от места их включения. Измерительный прибор вводят в качестве указателя – индикатора для большей наглядности расчета.

Согласно топологическому правилу (формула Мэйсона) передача $W(P)$ при действии одного источника равна отношению алгебраической суммы произведений всех величин путей передачи Π_k на их миноры Δ_k к определителю схемы:

Определитель определенной матрицы узловых проводимостей, называемый в целях краткости узловым определителем Δ , равен сумме произведений проводимости ветвей всех деревьев схемы:

$$\Delta = \sum_{j=1}^n g_{j1} g_{j2} \dots g_{j(y-1)}, \quad (2)$$

где $g_{j1} g_{j2} \dots g_{j(y-1)}$ - произведение проводимостей ветвей j-го дерева;

n – число всех возможных деревьев схемы.

Составим топологическим методом дифференциальное уравнение для напряжения индуктивности U_L . Исследуем цепь на рисунке 1:

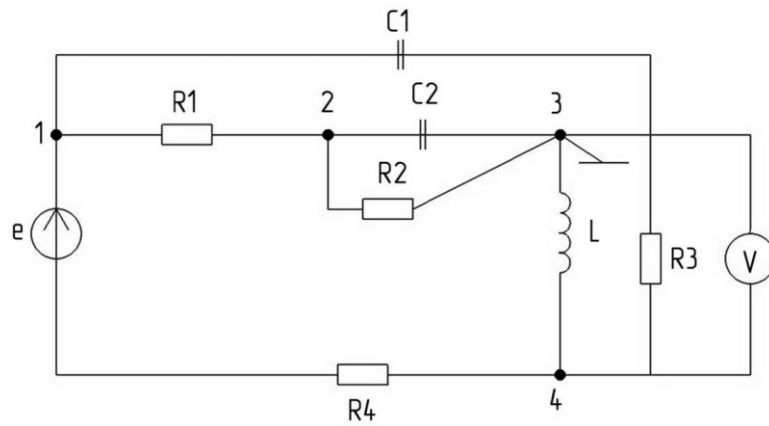


Рисунок 1

Требуется составить ОДУ для U_L с последующим переходом к индуктивному току i_L .

Граф схемы на рисунке 1 выглядит следующим образом:

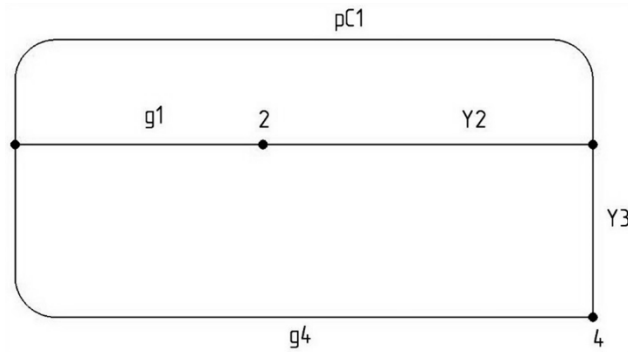


Рисунок 2

На рисунке 2:

$$Y_2 = pC_1 + g_2$$

$$Y_3 = \frac{1}{pL} + g_3$$

Расчет входных и передаточных функций топологическим методом сводится к вычислению по топологическим формулам узлового определителя, алгебраических дополнений его элементов или разности алгебраических дополнений. Особенность топологических формул состоит в том, что они позволяют записать без вычисления большого числа сокращающихся слагаемых только положительные слагаемые узловых определителей (алгебраических дополнений). Непосредственное перечисление всех деревьев схем с большим числом узлов и ветвей (деревьев) является сложной задачей. Эта задача упрощается, если применять разложение узловых определителей на множители или слагаемые с общими множителями. При этом расчет узлового определителя (алгебраического дополнения) сложной схемы постепенно можно свести к расчету определителя простой схемы, все деревья очевидны.

Чтобы найти Δ , воспользуемся следующей формулой Максвелла:

$$\Delta = \sum_{k=1} \Pi_k \Delta_k. \quad (3)$$

В результате разложения по узлам 1 и 3 получаем Рисунок 3:

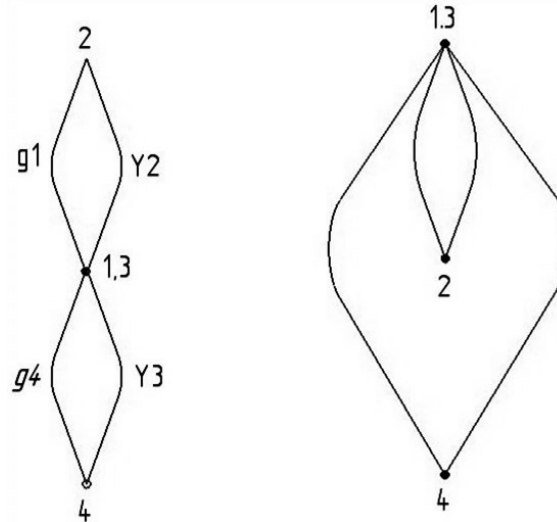


Рисунок 3

Для этого рисунка имеем:

$$\Pi_1 = pC_1; \quad (4)$$

$$\Delta_1 = (g_1 + Y_2)(Y_3 + g_4). \quad (5)$$

Аналогично Δ_k и Π_k находим для остальных случаев. В результате имеем:

$$\Delta = Y_3 [Y_2(pC_1 + g_1 + g_4) + pC_1g_1 + g_1g_4] + Y_2g_4(pC_1 + g_1) + pC_1g_1g_4. \quad (6)$$

Расчет числителя передаточной функции (Рисунок 4):

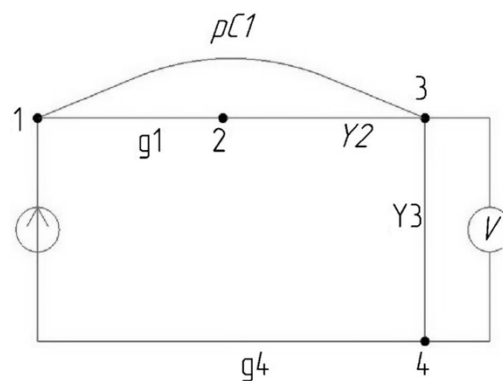


Рисунок 4

Передача первого пути:

$$\Pi_1 = pC_1 \cdot g_4. \quad (7)$$

Узловой определитель первого пути:

$$\Delta_1 = Y_2 + g_1. \quad (8)$$

Аналогично рассчитываем передачу и узловый определитель второго пути. И в результате имеем:

$$\sum \Pi_k \Delta_k = p C_1 g_4 (Y_2 + g_1) + Y_2 g_1 g_4. \quad (9)$$

Составим ОДУ и перейдем к индуктивному току i_L :

$$\Delta \cdot U_L = e \sum \Pi_k \Delta_k \quad (10)$$

$$U_L = L p i_L \quad (11)$$

Так же зададимся числами:

$$g_1 = 0,1 \text{ См},$$

$$g_2 = 0,2 \text{ См},$$

$$g_3 = 0,4 \text{ См},$$

$$g_4 = 0,1 \text{ См},$$

$$C_1 = 1000 \text{ мкФ} = 10^{-3} \text{ Ф},$$

$$C_2 = 500 \text{ мкФ} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ Ф},$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}.$$

Окончательное ОДУ:

$$i_L''' + 780 i_L'' + 88 \cdot 10^3 i_L' + 2 \cdot 10^6 = \frac{e}{25},$$

Представленный пример иллюстрирует эффективность применения топологических подходов к составлению ОДУ высокого порядка. Рассмотренная цепь имеет не слишком высокий (третий) порядок и для неё эффективность применения топологической формулы Мэйсона раскрывается в неполной мере. Однако для цепей более высокого порядка преимущество топологических формул становится несомненным.

Литература

1. Теоретические основы электротехники. Т. 1. Основные теории линейных цепей. Под ред. П.А. Ионкина. Учебник для электротехн. вузов. Изд. 2-е, переработ. и доп. М., «Высш. школа», 1976.- 253 с.

УДК 621.3

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРЕМ ЗАМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ

Кузнецов В.Ю.

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

Цель работы: Эффективная методика составления системы дифференциальных уравнений в форме Коши.

Уравнение состояния в матричной форме имеет вид:

$$x' = A \cdot x + B \cdot v,$$

где A - квадратная матрица размерности $n \times n$ (n - количество реактивных элементов);

B - матрица коэффициентов источников;

v - вектор-столбец источников;

x' - напряжение емкости или ток индуктивности.

Для цепей высокого порядка составление системы дифференциальных уравнений является громоздкой и плохо формализуемой задачей.

Применим для составления системы дифференциальных уравнений в форме Коши теоремы замещения для реактивных элементов.

Согласно теоремам замещения ток i_L и напряжения U_{C1}, U_{C2} можно представить соответственно как задающий ток источника тока $J(t) = i_L(t)$ и задающие ЭДС источников напряжения $e_1(t) = U_{C1}, e_2(t) = U_{C2}$.

Схема исследуемой цепи представлена на рисунке 1.

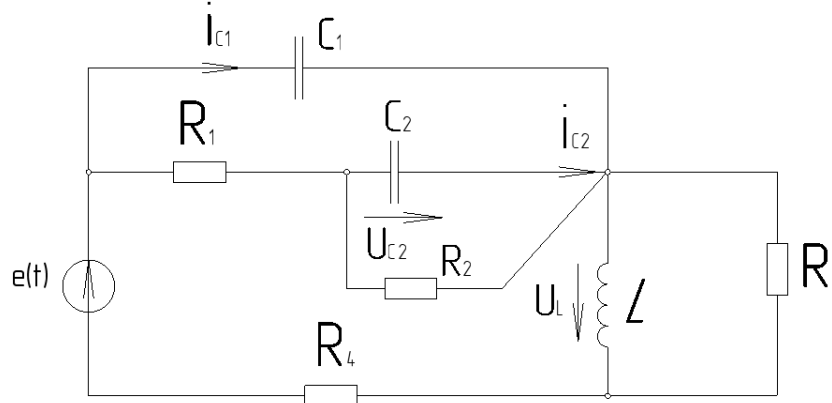


Рисунок 1

Для этой цепи система уравнений состояния имеет вид:

$$\begin{aligned} \frac{U_L}{L} &= i'_L = a_{11}i_L + a_{12}U_{C1} + a_{13}U_{C2} + b_1e \\ \frac{U_{C1}}{C_1} &= U'_{C1} = a_{21}i_L + a_{22}U_{C1} + a_{23}U_{C2} + b_2e \\ \frac{i_{C2}}{C_2} &= U'_{C2} = a_{31}i_L + a_{32}U_{C1} + a_{33}U_{C2} + b_3e, \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь коэффициенты пока не известны.

Эффективным способом вычисления коэффициентов a_{ij} и b_i в системе (1) является метод наложения, согласно которому в цепи поочередно оставляют один источник, а остальные нейтрализуют.

Первый случай: $i_L \neq 0, U_{C1} = U_{C2} = e = 0$ и получаем схему 1.

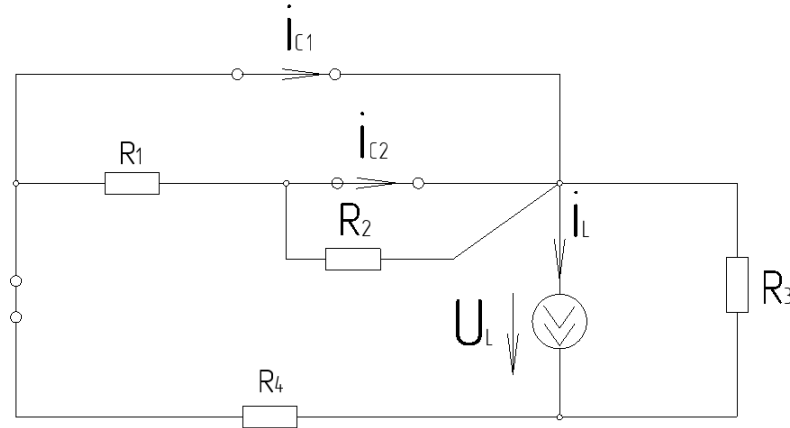


Схема 1

Рассчитаем коэффициент a_{11} , a_{21} и a_{31} :

$$a_{11} = \frac{U_L}{Li_L};$$

$$\frac{U_L}{i_L} = -R_X = -\frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4};$$

$$a_{11} = -\frac{R_3 R_4}{L(R_3 + R_4)};$$

$$a_{21} = \frac{i_{C1}}{C_1 i_L};$$

$$i_{C1} = i_L \frac{R_3}{R_3 + R_4};$$

$$a_{21} = \frac{R_3}{C_1 (R_3 + R_4)};$$

$$a_{31} = 0.$$

Аналогично получаем ещё 3 схемы и находим их коэффициенты, в которых последовательно оставлены источники U_{C1} ; U_{C2} и реальный источник.

Из полученных коэффициентов составляем матрицы \mathbb{A} и \mathbb{B} из уравнения: $x' = \mathbb{A} \cdot x + \mathbb{B} \cdot e$

$$\mathbb{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad \mathbb{B} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix}$$

$$\mathbb{A} = \begin{bmatrix} -\frac{R_3 R_4}{L(R_3 + R_4)} & -\frac{R_3}{L(R_3 + R_4)} & 0 \\ \frac{R_3}{C_1(R_3 + R_4)} & -\frac{R_1 + R_3 + R_4}{C_1 R_1 (R_3 + R_4)} & \frac{1}{C_1 R_1} \\ 0 & \frac{1}{C_2 R_1} & -\frac{R_1 + R_2}{C_2 R_1 R_2} \end{bmatrix} \quad \mathbb{B} = \begin{bmatrix} \frac{R_3}{L(R_3 + R_4)} \\ 1 \\ \frac{1}{C_1(R_3 + R_4)} \\ 0 \end{bmatrix}$$

Вывод: Если составлять систему уравнений в форме Коши с помощью законов Кирхгофа, то придется первоначально записать систему из 7 уравнений (3 – по Первому закону Кирхгофа и 4 – по Второму закону Кирхгофа), далее к ним добавляются 3 динамических уравнения реактивных элементов. В дальнейшем некоторые уравнения придется дифференцировать и исключать подстановкой лишние переменные. Предлагаемая методика сводится к однотипному анализу резистивных схем с одним источником и обладает, таким образом, чётким и простым алгоритмом.

Литература

1. Теоретические основы электротехники. Т. 1. Основные теории линейных цепей. Под ред. П.А. Ионкина. Учебник для электротехн. вузов. Изд. 2-е, переработ. и доп. М., «Высш. школа», 1976.- 253 с.

УДК 621.3

ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Коротченко С.Н., Поздняков М.Н., Хитров И.С.

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

Производство и потребление электроэнергии не всегда работают одновременно. Как в промышленных странах, так и в развивающихся странах с растущей потребностью в энергии существуют ежедневные колебания в электросети. Для анализа этих колебаний используют суточный график нагрузки энергосистемы, который складывается из коммунально-бытовых и производственных нагрузок. Изучив данный график, мы можем сделать вывод что пик нагрузки приходится на утренние (7:30 – 12:00) и вечерние (18:00 – 22:00) часы. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) идеально подходят во всем мире, чтобы помочь выровнять эти частые изменения между нехваткой электроэнергии и излишками.

В отличие от тепловых электростанций, которым для запуска турбин требуется несколько часов, ГАЭС способны в кратчайшие сроки реагировать на колебания в сети, генерируя необходимое электричество или поглощая любой избыток. Современным системам требуется всего тридцать секунд, чтобы запустить насосы или турбины с места. В случае сбоя питания электростанции с накачкой могут восстановить электроснабжение в сети без внешнего источника энергии.

Тепловые и атомные электростанции не способны быстро снижать свою мощность во время значительного спада электрических нагрузок, поэтому часть мощности ТЭС или АЭС может быть использовано на ГАЭС. Эта мощность используется для перекачки электронасосами воды из нижнего в верхний резервуар, тем самым выравнивая суточный график нагрузок.

Принцип действия гидроаккумулирующей станции основан на ее работе в двух режимах: насосном и турбинном.

В насосном режиме вода из нижнего водохранилища (бассейна) ГАЭС перекачивается в вышерасположенный верхний бассейн на высоту нескольких десятком или сотен метров с помощью гидроагрегатов. Во время работы в насосном режиме (обычно в ночные часы, когда нагрузка в энергосистеме снижается) ГАЭС потребляет электрическую энергию, вырабатываемую другими электростанциями энергосистемы. В часы, когда в энергосистеме образуется дефицит генерирующей мощности, преимущественно – в утренние и вечерние часы, гидроагрегаты ГАЭС начинают работать в турбинном режиме, используя энергию потока воды из верхнего бассейна на вращение гидротурбины соединенной с электрогенератором. Поэтому ГАЭС удобно использовать так называемые обратимые гидроагрегаты, которые могут работать и как турбины, и как насосы.

Учитывая высокую маневренность гидроэнергетического оборудования, число пусков обратимых гидроагрегатов ГАЭС, в отличие от обычных ГЭС, достигает нескольких сотен (500-700) в месяц, а иногда составляет около 30 пусков в сутки. Таким образом, применение ГАЭС помогает выравнивать

график нагрузки энергосистемы, что повышает экономичность работы тепловых и атомных электростанций.

Если верхний бассейн не имеет естественной приточности, ГАЭС работает только на аккумулярованной воде (чистая гидроаккумулирующая электростанция). В отличие от нее, смешанная гидроаккумулирующая электростанция имеет дополнительную естественную приточность и, таким образом, работает на приточном стоке и аккумулярованном объеме или в каскаде гидроэлектростанций. В последнем случае в здании станции устанавливают дополнительно к основным турбинным агрегатам обратимые турбины или насосы для подкачивания воды в верхний бьеф водохранилища из нижнего. В процессе перекачки воды снизу-вверх и обратно неизбежны потери, КПД ГАЭС составляет около 75% то есть фактически ГАЭС не является электростанцией как таковой, поскольку она потребляет электроэнергии больше, чем вырабатывает.

В настоящее время доступно три основных варианта технологии хранения с насосом, в зависимости от требуемых услуг.

Реверсивные насос-турбины с фиксированной скоростью двигателя-генератора обеспечивают полную гибкость в работе турбины. Работа насоса ограничена включением или выключением. Параллельная работа набора турбин-насосов (обычно 4-6 единиц) обеспечивает большую гибкость в режиме насоса, регулируя расход и мощность дискретными шагами.

Тройные комплекты с отдельным насосом и турбиной и с фиксированной скоростью двигателя-генератора обеспечивают полную гибкость как в режиме турбины, так и в режиме насоса. Тройные наборы подходят для очень быстрого (в течение нескольких секунд) переключения между режимами. Благодаря дополнительному гидравлическому короткому замыканию, эти типы устройств могут регулировать расход и мощность также в режиме насоса.

Реверсивные насос-турбины с двигателем-генератором с регулируемой скоростью обеспечивают бесступенчатую регулировку расхода и мощности при работе как турбины, так и насоса, а также улучшенные энергосистемы, такие как виртуальная инерция.

В пример к приведенному материалу мы можем привезти Загорускую ГАЭС, расположенную на реке Кунье у посёлка Богородское в Сергиево-Посадском районе Московской области. Бóльшая из двух действующих в России гидроаккумулирующих электростанций. Является важным структурным элементом энергосистемы Центра, участвуя в автоматическом регулировании частоты и перетоков мощности, а также покрывая суточные пиковые нагрузки в Московской и Центральной энергосистемах. Основные характеристики данной ГАЭС:

- годовая выработка электроэнергии 1932 млн. кВт·ч;
- расчетный напор 100/105 м;
- электрическая мощность в насосном режиме 1320 МВт и 1200 МВт в турбинном режиме.

Основным недостатком ГАЭС является специализация необходимого участка, требующая как географической высоты, так и наличия воды. Следовательно, подходящие участки, вероятно, будут находиться в холмистых или гористых регионах и, возможно, в районах с исключительной природной красотой, и поэтому существуют также социальные и экологические проблемы, которые необходимо преодолеть. Многие недавно предложенные проекты избегают очень чувствительных или живописных районов, а некоторые предлагают воспользоваться преимуществами заброшенных мест, таких как пустые шахты.

Преимущества накопительного хранения, такие как балансировка энергозависимых возобновляемых источников энергии и обеспечение безопасности и стабильности энергосистемы, являются наиболее ценным вкладом в каждую энергосистему. В частности, для небольших и автономных энергосистем гидроаккумулирующая перекачка является идеальным партнером, когда можно достичь независимости от ископаемого топлива.

Строительство и ввод Белорусской АЭС позволит вывести из работы ряд мелких и неэкономичных дизельных электростанций и ГТУ и даст возможность тепловым электростанциям перейти из полупикового режима работы в базовый, что значительно улучшит технико-экономические показатели электростанций и энергосистемы в целом. В качестве компенсирующего органа в энергосистеме предлагается сооружение гидроаккумулирующей станции.

Литература

1. Григорьева В. А. Тепловые и атомные электрические станции: справ. / Общ. ред. В. А. Григорьева и В. М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 624 с.
2. Бесчинский А. А. Энергия: экономика – техника – экология / А. А. Бесчинский, И. А. Башмаков, Д. Б. Вольфберг– 1987. №11. С.49-52.

УДК 62-838

МОТОР-КОЛЕСО. ДОСТОИНСТВА, НЕДОСТАТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Бармина А.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.

Система мотор-колесо на рисунке 1 представляет собой интегрированный агрегат, состоящий из колеса со встроенным в него электродвигателем, силовой передачи и тормозного устройства. Такая конструкция позволяет осуществлять индивидуальный привод каждого колеса [1].

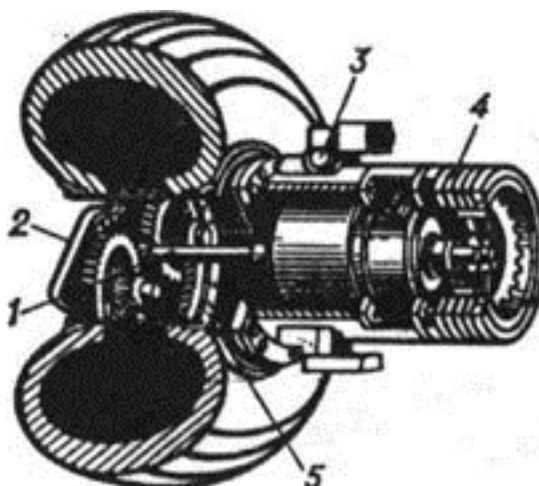


Рисунок 1. Мотор-колесо: 1 - вал электродвигателя; 2 - редуктор; 3 - цапфа; 4 - дисковый тормоз; 5 - зубчатый венец колеса

Такое конструктивное решение нашло широкое применение благодаря следующему: компактно и имеет небольшие габариты, имеет возможность организации управления каждым колесом системы, что повышает управляемость и безопасность, имеет возможность рекуперации энергии и повышает экономичность некоторых видов транспорта, служит заключительным звеном электромеханической передачи.

Первое колесо с электроприводом было запатентовано Веллингтоном Адамсом в 1884 году, практически реализовать эту идею смог в 1890 Альберт Парселл, электрическое мотор-колесо запатентовал Эдвард Пархуст. В дальнейшем были выданы патенты на велосипед с электромотором в заднем колесе, на электровелосипед с двойным двигателем в ступице педального колеса и другие, что свидетельствовало об растущем интересе к такой интегрированной конструкции. По-настоящему востребованы мотор-колеса стали с развитием аккумуляторных технологий. После некоторого перерыва к исследованиям и применению мотор-колес вновь вернулись уже в 60 годы ведущие автостроительные компании и конструкторы, как на Западе, так и в СССР [2].

Питается мотор-колесо, в зависимости от применения: от двигателя внутреннего сгорания в автомобильной технике, от контактной сети в троллейбусах, от аккумулятора в электромобилях и электровелосипедах. Также

может служить дополнительным источником энергии в автомобильной технике с двигателями внутреннего сгорания, таких как гибридные автомобили. Для мотор-колеса характерны два режима работы- тяговый и генераторный. В тяговом режиме вращение передается с вала якоря электродвигателя, работающего в двигательном режиме. В генераторном режиме, при реостатном торможении, электродвигатель переходит в генераторный режим работы, а электроэнергия либо возвращается в электрическую сеть или применяется для зарядки аккумуляторов, либо преобразуется в тепло на тормозном реостате в случае реостатного торможения [3].

Безколлекторные вентильные двигатели и асинхронные машины наиболее перспективны при использовании в мотор-колесах в качестве электродвигателей.

Конструктивно может быть мотор-колесо с редуктором представлено на рисунке 2 и без редуктора [4] показано на рисунке 3.



Рисунок 2. Мотор-колесо со встроенным редуктором планетарного типа



Рисунок 3. Безредукторное мотор-колесо

Оба решения имеют один и тот же принцип действия: вращающееся магнитное поле создается в неподвижном статоре, оно, взаимодействуя с постоянными магнитами ротора, заставляет его крутиться.

Как правило, в мотор-колесах применяется редуктор, преобразующий более высокую угловую скорость вращения входного вала электродвигателя в

более низкую скорость вращения на выходном валу. Это приводит к значительному повышению крутящего момента, создаваемого электродвигателем. Такая конструкция имеет как преимущества: не создает дополнительное сопротивление при отключении двигателя; низкий шум; низкая себестоимость, небольшие габариты и вес, так и недостатки: скоростное ограничение, необходимость периодического обслуживания пластмассовых шестеренок.

В безредукторном мотор-колесе отсутствует какой-либо редуктор и вращающийся ротор напрямую связан с ободом колеса. Преимущества безредукторного мотор-колеса в его простоте конструкции, возможности торможения в рекуперативном режиме, повышенном КПД за счет отсутствия редуктора, увеличении скорости. К недостаткам можно отнести: более высокую стоимость в сравнении с редукторным мотор-колесом, при одинаковой мощности; повышение стоимости; увеличение веса и габаритов; двигатель оказывает сопротивление при вращении с отключенным питанием.

Система мотор-колесо нашла широкое применение как во многих областях промышленности, так и в различных видах транспорта. В зависимости от области применения может быть, как основной двигающий элемент, так и вспомогательный.

Исходя из назначения применяют систему мотор-колесо: в автомобилях, в двухколесных транспортных средствах, в уличных электрических транспортных средствах, в луноходах, в самолетах, в роботах, в самодвижущихся платформах.

Расширение области применения мотор-колес в автомобильной технике обусловлено возможностью реализации индивидуального привода, что дает следующие преимущества: отсутствие потери мощности при передаче крутящего момента от двигателя на колеса, которое происходит в трансмиссии; компактное размещение тягового двигателя непосредственно внутри колеса; получение высокого КПД, экологичность - за счет отдачи обратно в сеть энергии, в результате возможности преобразования кинетической энергии автомобиля в электрическую методом рекуперативного торможения. На рисунке 5 представлена система мотор-колеса современного автомобиля [5].



Рисунок 6 Система мотор-колесо современного электромобиля

На рисунке 6 изображено мотор-колесо современного гибридного автомобиля, реализующее индивидуальный привод [6].



Рисунок 6 Система мотор-колесо современного гибридного автомобиля

Открываются перспективы по внедрению мотор-колес в военную технику. Прототип мотор-колеса для военного бронетранспортера [7] представлен на рисунке 7. Предполагается, оборудование военной бронетехники мотор-колесами, будет способствовать уменьшению веса военных машин, устойчивости в непредвиденных ситуациях. Так же, предположительно, отпадет необходимость в установке карданного вала, КПП, а также других связанных с ними элементов конструкции.

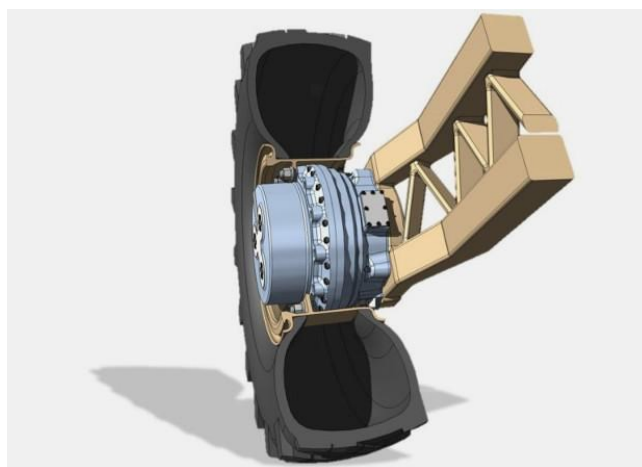


Рисунок 7 Мотор-колесо для бронетехники

Популярность использования мотор-колес в велосипедах и скутерах обусловлена в том числе и возможностью их самостоятельной модернизации. Наиболее значимые последние разработки, запатентованные В.В. Шкондиным и Д.А. Дуюновым. Особенность разработки Д.А. Дуюнова – смешанная обмотка возбуждения статора “Славянка” дает следующие преимущества: повышение КПД, увеличение крутящего и пускового моментов, снижение пусковых токов, понижение уровня шума, понижение температуры обмоток статора [8]. Особенностью разработки В.В. Шкондина является мотор-колесо с щеточно-коллекторным узлом и расположением статора внутри ротора, дающая следующие преимущества: снижение шума и вибрации, повышение надежности за счет устранения необходимости замены трущихся частей механизма [9].

Растет популярность уличных транспортных средств, в конструкции, которых используется мотор-колесо. Такое конструктивное решение дает возможность сохранять небольшие габаритные размеры, относительно небольшой вес при хороших динамических и скоростных показателях и дает возможность использования, как в уличных условиях, так и внутри помещений. В преимущественном большинстве таких транспортных средств, применяется система с прямым приводом.

Применение мотор-колес в планетоходах, дает возможность организовать движение по неопределенным участкам, в сложных условиях эксплуатации, в условиях подвешивания одного колеса, за счет индивидуального привода на каждое колесо [10].

Установка мотор-колес, как в передней стойке, так и в задней части шасси самолета, представлено на рисунке 8. Она дает возможность повышать точность маневрирования и, повышать безопасность перемещений, при этом отпадает необходимость запуска реактивных двигателей [11].



Рисунок 8 Мотор-колесо на транспортном самолете

Расширяется область применения в робототехнике за счет компактности конструкции, причем в подавляющем большинстве используются двигатели постоянного тока малой мощности.

По способу питания мотор-колеса могут быть: с питанием от контактной сети и от аккумуляторных батарей или генератора [12].

Недостатки мотор-колес: увеличение неподрессоренных масс, что ухудшает управляемость и безопасность, и ведет к усиленному износу рычагов подвески автомобиля и амортизаторов; накладывает скоростные ограничения и возникает необходимость периодического обслуживания пластмассовых шестеренок, удорожание конструкции, ограниченный срок службы, потеря емкости при отрицательных температурах при питании от бортового источника.

Литература

1. Большой энциклопедический политехнический словарь. Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/polytechnic/5429> (Дата обращения 27.03.2019)
2. Что такое мотор-колесо. Режим доступа: <https://www.voltbikes.ru/blog/electro/chto-takoe-motor-koleso/#hscq=pGRFblr> (Дата обращения 18.03.2019)
3. Мотор-колесо. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Мотор-колесо>. (Дата обращения 18.03.2019)
4. Устройство электросамокатов с мотор-колесами. Режим доступа: <https://motosamokat.com/blog/20170305/> (Дата обращения 18.03.2019)
5. Мотор-колесо Protean Electric. Бензиновые двигатели больше не нужны. Режим доступа: <http://ecology.md/page/motor-koleso-protean-electric-benzinovyue-dvigatel> (Дата обращения 02.04.2019)
6. Protean Electric и LM Industries объединяют усилия в разработке электродвигателей нового поколения. Режим доступа: <http://www.electromobile360.ru/2018/04/protean-electric-lm-industries.html> (Дата обращения 02.04.2019)
7. Мотор-колеса для американской бронетехники. Режим доступа: <http://www.mastergrad.com/blogs/post/8194/> (Дата обращения 02.04.2019)
8. Мотор колесо Дуюнова без магнитов. Режим доступа: <http://altenergy4u.ru/dvigateli/motor-koleso-duyunova.html> (Дата обращения: 02.04.2019.2017).
9. Шкондин В. В. Асимметричный импульсный однофазный электродвигатель, с частотным преобразователем, который стоит купить. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2285997.html> (Дата обращения: 02.04.2019).
10. Колесные планетоходы ВНИИТМ // Авиация и космонавтика, Infused Bytes — архив. 1 января 2004. Режим доступа: <http://www.enlight.ru/post/6055> (Дата обращения 02.04.2019)
11. Сычёв В.// Технологии. Транспорт. Американцы занялись сертификацией самолетного мотор-колеса. Режим доступа: <https://nplus1.ru/news/2017/01/10/wheel> (Дата обращения 02.04.2019).
12. Александров И.Г. Выпускная квалификационная работа бакалавра. Режим доступа: <https://docplayer.ru/54853318-Vypusknaya-kvalifikacionnaya-rabota-bakalavra.html> (Дата обращения 02.04.2019).

УДК 008.2,007.2

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Лобиков С.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.

В современном мире, когда запасы альтернативных источников энергии исчерпываются, а парниковый эффект все усиливается, из-за которого повышается средняя температура поверхности Земли. Это происходит из-за накопления парниковых газов, источником которых в большей степени является сжигание ископаемого топлива, вследствие чего в атмосфере накапливаются молекулы CO_2 .

К чему может привести глобальное потепление? Результат постепенного повышения температуры замечен не сразу. На протяжении многих лет в результате повышения температуры начнут таять ледники, что приведет к повышению уровня моря и затоплению берегов континентов и островов. Так же повышение температуры приводит к тому, что территории, на которых редко проходят осадки, явления увлажнения атмосферными осадками происходит еще реже. Данные территории становятся засушливыми и непригодными для жизни, в результате чего страдает сельское хозяйство.

Для того чтобы приостановить темп глобального потепления нужно:

А) Постепенно сокращать выброс парниковых газов.

Б) Развивать и внедрять альтернативные источники энергии.

В) Ограничить вырубку лесов.

Г) Привлекать общественное внимание к проблеме глобального потепления.

Альтернативные источники энергии – это экологически чистые, возобновляемые ресурсы, при преобразовании которых человек получает электрическую и тепловую энергию, используемую для своих нужд.

Виды альтернативных источников энергии:

Энергия солнца основана на непосредственном использовании солнечного излучения для получения энергии в каком-либо виде. Эффективность солнечной энергии зависит от количества солнечных дней в году. Для генерации электричества используют солнечные батареи (панели), изготавливаемые на основе кристаллов кремния. Солнечные батареи подразделяются на монокристаллические, поликристаллические и аморфные, отличие которых заключается в способе производства солнечных панелей и их характеристик. Аморфные солнечные панели проявляют гибкие свойства (эластичность).

Положительными сторонами солнечной энергетики являются экологическая безопасность, неисчерпаемость энергии.

Минусами же являются зависимость от погодных условий, низкий КПД, высокая стоимость оборудования, что в свою очередь увеличивает время окупаемости.

Есть возможность пользоваться солнечной энергией и без солнечных батарей. Такая электростанция есть в Севилье, в Испании, где солнечных часов примерно 3000 в год. В центре этой электростанции стоит 40-этажная башня. Вокруг башни огромные зеркала, которые отслеживают солнечные лучи и перенаправляют их на вершину башни. Там установлены паровые турбины, перерабатывающие солнечный свет в электроэнергию. Данная солнечная электростанция обеспечивает электроэнергией 180 тысяч домов. Что примечательно, это первая в мире коммерческая электростанция данного типа.

1) Энергия ветра основана на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в кинетическую энергию, используемую потребителями. Ветряные электростанции могут функционировать в районах, где скорость ветра выше 4,5 м/с. Они могут работать с сетью существующих электростанций, либо быть автономными системами.

Преимуществами ветряной энергетики являются экологическая безопасность, неисчерпаемость, простота в обслуживании, может быть построена прямо возле потребителя.

Минусами же являются высокая стоимость построения электростанции, зависимость от погодных условий, изменчивость мощности во времени, люди (живущие непосредственно рядом с ветрогенератором) жалуются на шум, также недостатком является угроза для птиц.

В Новогрудской области Беларуси работает первая в стране ветроэнергетическая станция. Шесть ветряков черпают энергию из воздуха. Высота ветряка без учета лопастей 80 метров, а средняя годовая скорость ветра в этом районе составляет 6,5 м/с. Ветропарк обеспечивает 25 процентов электроэнергии в Новогрудском районе.

2) Сила воды – преобразование кинетической энергии водных масс в электрическую энергию. Гидроэнергетические объекты различной мощности устанавливаются на реках и других водных объектах. Под воздействием естественного течения воды, или путем создания искусственной плотины вода воздействует на лопасти турбины и вырабатывает электрический ток.

Достоинствами использования ГЭС являются низкая стоимость получаемой энергии, не загрязняется воздух.

Недостатками же являются затопления (в результате построения плотин) больших сельскохозяйственных угодий, сокращение численности рыб, исчезновения некоторых видов.

В Беларуси работает Гродненская ГЭС – самая крупная в стране. Ее проектная мощность составляет 17 МВт, однако в среднем она работает до 10 МВт. Станция эксплуатируется с 2012 года.

Существует способ получения энергии при преобразовании энергии приливов и отливов. Такие сооружения называют приливными электростанциями, в которых турбины работают в обоих направлениях движения воды. Приливные электростанции в отличие от ГЭС не зависят от показателя водности года, однако явление приливов и отливов имеет периодический характер, и электростанция работает на полную мощность 2 раза в сутки, при этом продолжительность выработки составляет только

несколько часов. Также следует отметить, что цикличность приливов не совпадает с пиковыми суточными нагрузками.

Первая крупная приливная электростанция, турбины которой расположены на морском дне, запущена в Ирландии. Мощность данной электростанции составляет 1,2 МВт. Она построена в районе залива Странгфорд-Лох (Ирландское море).

Геотермальная энергия основана на преобразовании тепла, излучаемого поверхностью Земли, как в местах выброса геотермальных вод (сейсмически опасные территории), так и в других регионах нашей планеты. Вырабатывается энергия в недрах земли и поступает на поверхность в различных формах и с разной интенсивностью. Эффективно используют геотермальные источники энергии в зонах тектонических разломов, повышенной сейсмической активности и вулканизма, где находит выход энергия земных недр. Такие районы наиболее актуальны для развития геотермальной энергетики.

Положительные черты геотермальной энергетики: не требуют больших площадей, неисчерпаемость, загрязнение среды происходит в меньшей степени по сравнению с традиционными источниками энергии.

Минусами же являются шум, тепловое загрязнение атмосферы, химическое загрязнение почвы и воды, образование твердых отходов.

В Исландии нет собственных используемых месторождений нефти и газа. В то же время, 80% энергии вырабатывается за счет возобновляемых источников. Благодаря ледникам и вытекающим из них бурных рекам 75% приходится на гидроэнергетику, геотермальные источники вырабатывают 25% энергии, а на долю традиционных углеводородов приходится всего 0,5%. Все нефтепродукты импортируются. Сегодня Исландия является лидером по количеству электроэнергии, вырабатываемой на душу населения. В стране имеются планы практически полного отказа от использования углеводородов в пользу водородного топлива. Исландия – вулканическая страна. Раскаленная лава подогревает гигантские подземные озера. Геотермальное тепло подается по трубам в города и запасается в огромных резервуарах, обогревая дома, предприятия и даже плавательные бассейны. Реки, образовавшиеся в результате вулканической деятельности, движут турбины, которые производят практически всю нужную в стране электроэнергию. Около 90 процентов домов в Исландии обогреваются геотермальными источниками.

В Германии ветропарки, вырабатывающие электроэнергию, расположены, в основном, на севере страны, как на морском шельфе, так и на суше. Климат там более подходящий, а также преобладают открытые пространства. Только ветрогенераторы вырабатывают больше электроэнергии, чем атомные электростанции. Развитие альтернативных источников энергии в ФРГ стали возможным благодаря энергетическому повороту. Энергетический поворот – курс на постепенный отказ от использования ископаемого углеводородного топлива и ядерной энергетики и почти полный переход на ее возобновляемые источники энергии. Началом энергетического поворота было положено в 2000 году, когда ФРГ выдвинула закон, гарантирующий всем людям и предприятиям, решившим продавать чистую электроэнергию, фиксированную

на двадцать лет цену. Однако гарантированные всем этим производителям фиксированные цены на "зеленое" электричество, которые выше рыночных, оплачивает не само государство, а предприятия и домашние хозяйства в виде наценки на тариф за электроэнергию.

В Республике Беларусь запасы традиционных энергетических ресурсов (угля, нефти и газа) крайне скудны, поэтому энергетика Беларуси зависит от импортируемых энергетических ресурсов. Поэтому для нашей страны было бы неплохо развиваться в сторону альтернативных источников энергии. В нашей стране не так много солнечных дней, что затрудняет развитие солнечной энергетики, однако это только увеличивает время окупаемости. Энергия ветра у нас может развиваться эффективно только в местах, где скорость ветра больше 4,5 м/с, а таких площадок в РБ зарегистрировано 1840. Они находятся в основном на грядах холмов, высотой от двадцати до восьмидесяти метров. Реки у нас не так многоводны, поэтому эффективное развитие гидроэнергетики зависит от образования крупных водохранилищ. Сейчас в РБ работает около 40 слабых ГЭС. Весь гидроэнергетический запас страны сосредоточен на трех реках: Западная Двина, Неман и Днепр. У нас в стране нет тектонических разломов, повышенной тектонической активности и вулканизма, что мешает эффективному развитию геотермальной энергетики.

Литература

1. М.В.Голицын, А.М.Голицын, Н.В.Пронина. Альтернативные энергоносители. Наука, Москва, 2004. - 83с.
2. Свен Уделл. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии. Пер. с англ. – Знание, Москва 1980. - 87с

УДК 004.491 004.492 004.493 004.514.6 004.77

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пасько Д.П.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.

Для человеческой глупости нет предела (Кевин Митник).

Именно с этого высказывания я бы хотел начать свою статью. В настоящее время вопрос информационной безопасности становится все острее. Для начала предлагаю разобраться с термином информационная безопасность.

Информационная безопасность (англ. Information Security, а также — англ. InfoSec) — практика предотвращения несанкционированного доступа, использования, раскрытия, искажения, изменения, исследования, записи или уничтожения информации.

В моем выступлении речь пойдет о наиболее актуальном и обширном разделе информационной безопасности – компьютерной безопасности. Также будет подниматься вопрос безопасности персональных данных в целом и прочие.

Интернет представляет собой наибольшую угрозу безопасности. Поэтому первый вопрос, который я хочу поднять это анонимность в интернете.

Когда вы говорите, что вам нечего скрывать, вы, по сути, заявляете, что вам плевать на свои права. © (Эдвард Сноуден).

Список необходимых, по мнению Сноудена, действий для повышения своей анонимности, а, следовательно, и безопасности, в сети:

- шифрование голосовых вызовов и текстовых сообщений;
- шифрование жёсткого диска;
- использование менеджеров паролей;
- применение двухфакторной аутентификации;
- использование TOR.

Важно понимать, что ваши персональные данные (будь то номер банковской карты или просто ваше настоящее имя), в лучшем случае, не должны появляться в сети вообще. Потому что абсолютно любая информация, что на ваш взгляд не имеет никакого веса, на самом деле может быть использована злоумышленником. Например, оставленные на вашей странице, в социальной сети имени, фамилии и номера телефона будет достаточно для регистрации на каком-либо сайте. Вы можете сказать, что данный, пример, не так страшен, однако не стоит забывать, что ваши персональные данные в таком случае уже были скомпрометированы. Однако если, используя фотографию вашего лица на фоне паспорта (которое может быть получено мошенниками, например, из базы данных букмекерской конторы), на ваше имя будет оформлен условный кредит, то идея регистрации, на похожих сайтах, уже не покажется вам такой безобидной.

Но, большинство людей, попросту не захочет пользоваться тоннами анонимайзеров для того, чтобы найти в интернете смешную картинку с котами.

Однако это не отменяет всего вышесказанного, поэтому важно знать и использовать какие-то основные правила аккуратного поведения в интернете:

1. Не регистрируйтесь на сайтах, которым не доверяете
2. Не сообщайте ни под каким предлогом свои персональные данные кому-либо в интернете
3. Будьте внимательны при переходе по ссылкам, иногда, может быть, достаточно просто посмотреть, на путь, по которому она ведет
4. Помните, что в интернете не все желают вам добра, там много мошенников

И это лишь “вершина айсберга” безопасности в интернете.

А теперь представим, что злоумышленник не хочет с вами “общаться” и решил заполучить ваши данные с помощью коварной программы – вируса.

Компьютерный вирус – вид вредоносного программного обеспечения, способного внедряться в код других программ, системные области памяти, загрузочные секторы, а также распространять свои копии по разнообразным каналам связи.

Так как же нам защитить себя от вредоносных программ?

Во-первых, самое главное, что стоит делать при работе не только с устройством, но работе в интернете – это быть внимательным. Да, именно невнимательность пользователя приводит к утечке его персональных данных.

Во-вторых, снова быть внимательным, потому что большинство не понимает смысла этого слова.

И в-третьих, использовать программы-антивирусы, и что немаловажно, следить и регулярно обновлять их до последней версии, потому что с выходом каждого обновления база данных “антивируса” пополняется новыми видами вирусов и их разновидностями, а, следовательно, повышается вероятность, что в случае попадания вируса на ваше устройство, антивирусная программа успешно обнаружит и ликвидирует его.

Но что делать, если вы все-таки заполучили необходимый вам файл и хотите быть уверены, что он не скрывает в себе, какого-то, вредоносного ПО? Во-первых, замечательно, что вы уже задумались над этим, вместо того, чтобы бездумно открыть ваш файл. А во-вторых, можно, к примеру, воспользоваться онлайн-сканером вирусов (таким как virus total).

А чтобы, опять-таки, не делать лишних телодвижений для получения информации в интернете, можно обезопасить себя заранее, просто пользуясь официальными источниками. К примеру, если вы хотите установить пакет Microsoft Office, то вам следует перейти на сайт microsoft.com и скачать и установить лицензионное ПО. Да, вам будет необходимо оплатить продукт, но если мы говорим о безопасности, то это будет лучшим решением.

Кроме того, очень важно знать, что обновление ОС – это тоже необходимость. Не все злоумышленники пользуются каким-либо вредоносным ПО, некоторые предпочитают эксплуатировать дыры в безопасности самой системы. Например, нашумевший с недавних пор, в связи с расследованием Сноудена, эксплоит EternalBlue использует уязвимость CVE-2017-0144 в SMB-протоколе Windows, что естественно не осталось незамеченным

разработчиками из Microsoft и уже через месяц они выпустили патч, который залатал эту дыру. Так вот, если вы не обновляли систему уже некоторое время, то вполне вероятно, что данную уязвимость можно обнаружить и на вашем компьютере.

Кстати говоря, злоумышленнику могут быть без надобности ваши персональные данные, следовательно, после заражения компьютера вы можете даже не заметить наличия чего-то постороннего. Так зачем же тогда заражать ваш компьютер, ради удовольствия что ли? Конечно же нет. Злоумышленнику может быть полезна вычислительная способность вашего компьютера, возможно именно ваша машина является частью ботнета.

Ботнет (botnet) – сеть компьютеров, которая состоит из некоторого количества хостов, с запущенными ботами – программами, которые устанавливаются на компьютер жертвы без ее ведома и дают злоумышленнику возможность выполнять некие действия с использованием ресурсов зараженного компьютера.

И если вам кажется, что это не принесет вам никакого дискомфорта, то спешу вас огорчить: кроме банально медленной работы компьютера вы можете стать частью крупной ddos атаки на какой-нибудь сервер, а это уже уголовно наказуемо.

Итак, мы переходим к теме, которую не затрагивали до сих пор, а именно безопасность сетей WiFi. Да, возможно вы поддерживаете версии своего ПО и системы, в общем, в актуальном на данный момент состоянии, возможно, ваш компьютер настолько хороший оплот, что его не берет ни один вирус на планете, но, тем не менее, ваши данные все равно могут быть скомпрометированы. Так как же это происходит? А все очень просто, дело, опять-таки, в невнимательности пользователя, и сейчас я говорю про пользователя какой-либо точки доступа WiFi. В наше время это представляет довольно серьезную угрозу безопасности, поскольку “открытых” точек огромное количество и не каждый человек, подключаясь к одной из них, подозревает, что его данные могут быть похищены таким способом.

Поэтому, прежде всего, стоит запомнить: не пользуйтесь общественными сетями. Да, именно так, ведь сейчас мы говорим об абсолютной безопасности.

А также нужно затронуть еще один момент, который кстати я неумышленно не поднимал выше – надежность пароля. Это касается как владельца точки доступа, так и любого клиента всемирной паутины. Поэтому важно, всегда и везде, использовать надежные пароли, и говоря надежные, я имею в виду, не один для всего, что только можно. Пароли типа AnnaTheBest или GoodBoy, как вы уже поняли, не являются надежными. Кстати в интернете есть огромное количество ресурсов, которые предлагают проверить не только стойкость вашего пароля, но и его наличия в словарях для брута или какой-то слитой в сеть базы данных.

Давайте разберемся, из чего должен быть собран ваш пароль, чтобы злоумышленник не смог его подобрать:

- набор цифр;
- набор букв;

- набор спецсимволов;
- вариация регистра;
- длинный;
- смысл, очевидный только вам.

Например, такой пароль будет более-менее надежным: MasterQaZ-12@H9.
 И чего в нем быть не должно:

- имена (ваше, вашей мамы, сестры, домашнего питомца и т.п.);
- последовательность цифр или/и букв (qwerty, 12345678, qwerty12345 и т.п.);
- слишком короткий;
- номер телефона.

Вот такой пароль использовать не стоит: Anton228.

Все вышесказанное, без сомнения, показывает важность информационной безопасности, особенно сегодня. В настоящее время, когда практически невозможно найти семью, в которой не будет ни одного гаджета, обучение информационной безопасности становится в одну строку важности с правилами дорожного движения.

Тема компьютерной безопасности не поднимается в кругах рядовых пользователей, не имеющих отношения к смежным специальностям. Как результат этого – наличие на многих компьютерах вирусных программ.

Для того, чтобы избежать подобных массовых заражений, необходимо проводить обширную образовательную политику. Все категории пользователей должны быть осведомлены об устройстве информационной безопасности.

Большое количество уверенных пользователей компьютера считают, что их не коснется проблема информационной безопасности. Однако это не так, ведь без специальных знаний невозможно полностью оградить себя от опасности.

Для получения этих специальных знаний необходимо внедрять смежные дисциплины в учебную программу, ведь информационная безопасность касается детей ничуть не в меньшей степени, чем взрослых. Что же касается категории пользователей, которые уже не обучаются ни в одном образовательном заведении, необходимо организовывать тематические лекции и семинары, ведь если речь идет о сотрудниках большого офиса, то незнание азов информационной безопасности может повлечь последствия не только для конкретного пользователя, но и для всей организации в целом.

И помните: сама большая дыра в интернете сидит перед вашим монитором. ©

Литература

1. Медведовский И.Д., Семьянов П.В., Леонов Д.Г. “Атака на интернет”
2. Издательского дома "Открытые Системы" (Lan Magazine/Журнал сетевых решений, 1996, том 2, #7)
3. Издательского дома "Открытые Системы"(Сети, 1997, #8)
4. “Office” N5 1999 Александр Буров “Человеческий фактор и безопасность”

УДК621.3

ДИММЕРЫ В «УМНЫХ ДОМАХ»

Гаврилова В.В., Федюкова М.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.

Сегодня, все больше и больше людей хотят жить в «умных домах». Создатели таких домов пытаются сделать все очень энергосберегающим и минимально нанести ущерб природе. Предлагаем вашему вниманию рассмотреть особенности диммеров при установке в умных домах.

Диммер (от англ. dim — затемнять, в русском языке — светорегулятор, во французском — вариатор) — электронное устройство, предназначенное для изменения электрической мощности (регулятор мощности). Обычно используется для регулировки яркости света, излучаемого лампами накаливания или светодиодами. Диммеры (светорегуляторы для управления светом) — это миниатюрный прибор, устанавливаемый вместо обычного, стандартного механического выключателя, позволяющий плавно регулировать яркость искусственного освещения. Кроме этого, многие модели предоставляют другие полезные функции. Диммер может автоматически отключаться по таймеру, включаться, отключаться, изменять яркость согласно программе, иметь дистанционное, акустическое и голосовое управление, подключиться к единой сети «умный дом».

Первый, механический диммер был изобретен в 1890-х годах, для медленного затемнения освещения в театре. Первенство данного изобретения принадлежит изобретателю — самоучке, из США, Гранвиллу Вудсу. Простейший диммер представлял собой переменный резистор, на регуляторе которого выделялась чересчур большая мощность, что обуславливало низкий КПД и сильный нагрев устройства.

Диммеры бывают нескольких видов:

Модульные диммеры. По внешнему виду модульные диммеры очень похожи на автоматические выключатели. Они могут использоваться с лампами накаливания и галогенными светильниками с понижающими трансформаторами. Модульные диммеры применяются, в основном, для управления освещением на лестничных клетках и в коридорах. Управляются диммеры подобного типа вынесенной отдельно кнопкой или обычным одноклавишным выключателем.

Диммеры для установки в монтажную коробку. Исполнение такого диммера понятно из названия, он устанавливается в такую же коробку как выключатели и розетки. Используются такие диммеры обычно с лампами накаливания, галогенными лампами с понижающим трансформатором (индуктивная нагрузка) и с галогенными лампами с электронным трансформатором (емкостная нагрузка). Управляются такие диммеры кнопкой, которая ставится в коробку поверх установленного устройства.

Диммер моноблочный. Исполняется обычно единым блоком для установки в монтажную коробку как обычный выключатель. Для электромонтажа, данного диммера потребуются установочные гнезда под монтажную коробку от

26 мм, в зависимости от модели. Его очень удобно использовать в тонких перегородках, где толщина стены, либо другие причины не позволяют установить обычный стандартный выключатель. Используются такие модели, как и устройства предыдущего типа. Главное отличие состоит в том, что устройства этого типа имеют двухпроводное подключение. Они включаются в разрыв фазной цепи нагрузки. Устройства этого типа имеют широкое разнообразие внешнего исполнения, как в плане дизайна, так и в плане цветовой гаммы.

Моноблочные диммеры в свою очередь могут отличаться по исполнению управляющей части:

1. Диммеры поворотно-нажимные срабатывают при нажатии на ручку, регулировка производится ее вращением.

2. Поворотные диммеры, их управление производится исключительно вращением ручки. Минус такого решения в том, что невозможно сохранить в памяти значение освещенности для запуска, Старт всегда происходит с минимальной яркостью.

3. Клавишные диммеры, по внешнему виду практически неотличимы от обычных выключателей. При нажатии происходит включение/выключение, а при удержании клавиши более 3 сек. происходит непосредственно регулировка.

4. Сенсорные выключатели, являются более совершенным типом устройств. Все управление выполнено без движущихся деталей, и соответственно более надежно. Управляют такими моделями путем прикосновения к сенсорной панели.

Существуют 4 способа, которыми осуществляется управление светорегуляторами: механический, электронный, акустический, дистанционный.

Механический способ является самым распространенным. Он предусматривает применение поворотной ручки. Такие устройства стоят дешевле всего и являются довольно надежными. Наличие регулировочного колесика подразумевает включение в схему диммера потенциометра, подключенного в цепь силового элемента, в качестве которого может применяться дроссель, реостат или другое устройство.

Электронные диммеры. Они не имеют регулировочного колесика. Управление в них осуществляется с помощью кнопок или сенсора. Такие устройства имеют в своем составе датчики, считывающие нажатия на кнопки, после чего осуществляется смена параметров подаваемого напряжения.

Акустические светорегуляторы. Они реагируют на звуковые сигналы управления. В их качестве может применяться голосовая команда или громкий хлопок. Такие устройства менее популярны, поскольку регулировка с помощью шума может быть неприемлемой.

Дистанционные оснащаются пультом управления, с помощью которого можно находясь вдали от регулятора переключать режимы освещения. Для передачи сигнала могут применяться различные технологии, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. Это может быть инфракрасный луч, радиоволны или wi-fi сигнал.

Нередко можно встретить комбинированные устройства, в конструкции которых предусматривается сразу несколько способов регулировки. Обычно это дистанционные или акустические приборы, которые дополнительно можно настраивать вручную, к примеру, когда не хочется шуметь или сели батарейки на пульте.

Подключение:

Диммеры устанавливаются вместо выключателя. Ставят только в разрыв фазного провода (L). Сначала необходимо обесточить цепь, затем отключить провода от клемм выключателя, включить автомат и найти фазный провод при помощи специальной отвертки с индикатором. Фазу следует обозначить и снова отключить питание, потом подключать светорегулятор. Подключение последовательно, на один фазный провод, идущий на светильник. Сначала размыкатель, затем сам диммер.

Если же устанавливать два диммера, то чаще всего они используются в длинных коридорах, межэтажных лестницах, проходных комнатах. Работа по принципу проходного выключателя. Фаза приходит на первый размыкатель, а на светильник уходит с другого. Сами выключатели нужно объединить двухжильным проводом. Соединение делают попарно через распределительную коробку.

Особенности:

Плавность пусковых токов. Любое включение тока в цепи – это скачок и напряжения, и силы тока. Диммер не исключение, поэтому и мнение о том, что он позволяет плавно увеличивать напряжение и силу тока, не более чем миф. Как только контакты соприкоснулись, происходит бросок напряжения. Ещё раз – любой регулятор освещения, это замыкание контактной группы, в результате чего мы имеем короткое микроскопическое замыкание. Для выключателя это включение лампы, для диммера это такое же короткое замыкание, размазанное во времени. Не думайте, что выключатель с регулятором яркости позволит избавиться от скачков напряжения и тока.

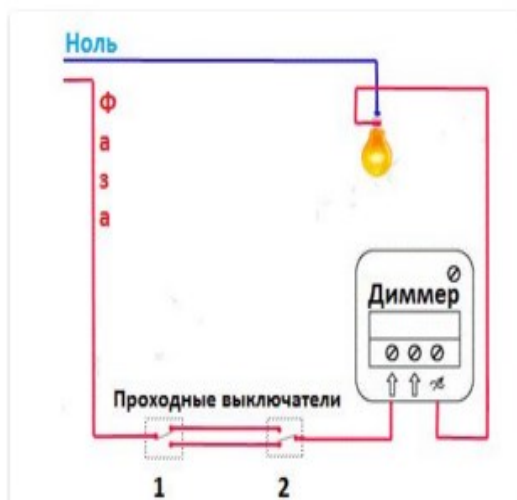


Рисунок 1. Подключение одного диммера

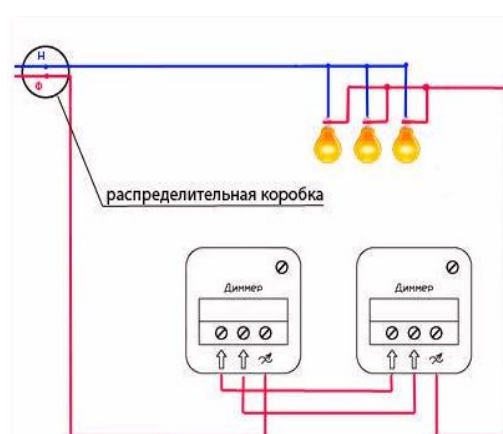


Рисунок 2. Подключение двух диммеров

Экономия электроэнергии. Нам кажется очевидным, что если лампы светят менее ярко, то и энергии они тратят меньше. С одной стороны, это так,

действительно, диммер позволяет снизить уровень накала спирали, с другой стороны он как триггер просто сбрасывает излишек энергии в виде тепла. То есть, прикрутив диммер и уменьшив светимость ламп, мы получаем не экономию энергии, а ситуацию, когда выключатель с регулятором яркости сбрасывает «лишнее электричество» в тепловую энергию. За эту сброшенную энергию Вы заплатите, ибо счётчик её посчитает как использованную.

Защищённость от коротких замыканий и перегрузок. Диммеры не горят. Не горят они потому, что устроены так, чтобы сгорело всё остальное. Сами реостаты просто не умеют «сгореть на работе». Но зато они умеют свести с ума автомат защиты, и довести его до перегорания, а не отключения. Необходимо учитывать, что КПД лампы накаливания сильно падает с уменьшением напряжения, поэтому вместо постоянного уменьшения яркости мощной лампы гораздо экономичнее использовать лампу подходящей (меньшей) мощности, подключенную напрямую.

Лампа накаливания, особенно мощная, при уменьшении яркости диммером начинает издавать высокочастотный шум (свист), негромкий, но отчётливо слышимый в тишине. Это происходит из-за механических колебаний (магнитострикции) спиральной нити накала, питаемой током, содержащим высокочастотные гармоники, возникающие в цепи при переключении симистора. При питании лампы напрямую от сети (без диммера) магнитострикция практически незаметна. Не рекомендуется, во избежание влияния помех, включать устройства с диммерами рядом с радиоприёмниками и чувствительными измерительными приборами.

Диммер предназначен для регулирования мощностей тех источников света, на которые он рассчитан.

С диммерами несовместимы люминесцентные лампы и источники света, оснащенные дополнительными устройствами, такими как ЭПРА (Электронный пускорегулирующий аппарат), трансформатор, драйвер и т.п. Кроме специально предназначенных для использования с диммером. (на упаковке источника света заявлена возможность использования с диммером – имеется надпись «диммируемая» или «dimable»).

Диммеры критичны к температуре окружающей среды. При повышении температуры выше 25°C следует обращать пристальное внимание на температурный режим устройства, перегревшееся устройство при сбое защиты легко выходит из строя. Ни в коем случае не рекомендуется превышать максимальную нагрузку конкретного устройства. Решить проблему недостатка мощности можно добавлением усилителей мощности, обычно они позволяют коммутировать устройства до 1,8 кВт.

Не разрешено подключать одновременно нагрузки индуктивного и емкостного характера, это может привести к выходу устройства из строя!

Преимущества диммеров перед остальными выключателями

Гарантированный «мягкий пуск» системы освещения, что в разы увеличивает срок службы ламп. (диммер для ламп накаливания увеличит срок службы ламп до 40%).

Возможность точной и точечной подсветки выбранной зоны с необходимой яркостью, что особенно ценно для создания зоны уюта при просмотре кино, или перед камином в частном доме.

При необходимости, можно записать выбранный уровень яркости в память (в сценарий), и затем коротким нажатием вызывать его.

Возможность использовать диммер для светодиодных ламп, что позволяет создавать интересные световые картины, подчёркивая интерьер.

Управление светом при помощи звука, пульта дистанционного управления, объёмным датчиком или другими способами.

Применить светодиодный диммер с сенсорной панелью, чтобы Вы точно знали, где расположен выключатель.

Заключение

Встроенные преобразователи научились экономить не освещение, а электроэнергию. Технологии «умного дома» помогут выключить лампочку, о которой Вы забыли, и сделает это диммер. Система управления светом, настроенная на определенное время, включит свет сама, постепенно увеличивая яркость от маленькой. Таким образом, в комнате будет сымитирован ускоренный переход от сумрака к свету, на который и спроектированы наши глаза. В детской же комнате можно настроить минимальное освещение, появляющееся, при резких движениях просыпающегося малыша. Интеллектуальная система управления светом полностью меняет привычные методы распределения световых потоков. Современные технологии умного дома позволяют объединить несколько диммеров в одну сеть. Управлять данной сетью возможно с помощью специальной панели или пульта. Таким образом, специальный пульт управления позволит настроить световое зонирование во всём доме.

Но хочется заметить, несмотря на особенности, диммеры сейчас не имеют альтернативы в световом оформлении помещений. И, несмотря на несовершенство технологии, экономия энергии при использовании диммера для ламп накаливания – это 9% экономии энергии. Вместо 100 Ватт – 91. Неплохо. Учитывая, что диммер для светодиодных ламп даст тот же показатель – 9%.

Мы хотим вам сказать, что диммеры это очень удобные и практичные устройства. Они не только облегчат вашу жизнь, но и сэкономят электроэнергию. Позаботятся о вашем здоровье, финансах и нашей с вами природе.

Литература

1. «Рынок Электротехники», журнал-справочник, 2005 - 2019
2. Режим доступа: <http://elektrik.info/main/electrodom/394-dimmery-ustroystvo-raznovidnosti-i-sposoby-podklyucheniya.html>

УДК 661.66:620.5

ГРАФЕН. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ. СФЕРА ПРИМЕНЕНИЯ

Пинчук Т.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Сизиков С.В.

Графен, что же это такое и зачем стоит развивать сферу исследований его свойств и области применения его в ближайшем будущем?

Графен – это форма кристаллического углерода, формирующая тонкую кристаллическую сетку атомов. Собственно, именно поэтому он является самым тонким материалом в мире, невидимым невооружённым глазом, но при этом очень прочным и эластичным. Это впервые было выделено в 2004 году российскими учёными Андрей Гейм и Константин Новосёлов, которые работали тогда в Манчестерском университете. И только шесть лет спустя опыты физиков были удостоены Нобелевской премии.

У графена очень много интересных, своеобразных физических свойств и явлений, таких как: электронные свойства, которые позволяют использовать графен для конструирования сложных электронных наноустройств. Существуют исследования, в которых его используют для защиты наночастиц от окисления. Его необычные свойства позволяют отводить тепло, преобразовывать его обратно в электрическую энергию.

Исследователи, работающие в Массачусетском технологическом институте, доказали на практике, что при помощи графена можно сделать эластичные, дешёвые и прозрачные солнечные элементы, превращающие практически любую поверхность в источник электроэнергии. Солнечные батареи из графена, из слов учёных, могут производить энергию даже в дождь.

В графене можно делать отверстия, выбивая атомы углерода, и получать регулируемые поры, которые могут использовать в виде мембраны в батареях и топливных ячейках. Также мембраны на основе графена могут удешевить значительно производство тяжёлой воды, которая является необходимой в атомной промышленности для получения относительно экологически чистой энергии. Тут снова присутствуют интересные и поистине уникальные свойства графена, которые позволяют быстрее разделять субатомные частицы, делая весь процесс очень экономичным. Многие технологические компании уже приступили к созданию литийионных аккумуляторов для смартфонов с использованием графена. Эта технология позволяет заряжать батарею быстрее и хранить заряд дольше, что является несомненно важным в наше время.

Графен может использоваться в качестве мембраны для фильтрации атомов водорода в воздухе и при получении биологически чистого топлива. К такому выводу пришли первооткрыватели графена. Андрей Гейм и Константин Новосёлов выяснив, что при высоких температурах и присутствии платины в качестве ускорителя реакции графен пропускает положительно заряженные ионы водорода (протоны) и задерживает практически всё остальное.

Были получены трехмерные (3 D, алмаз, графит), одномерные (1 D, нанотрубки) и нульмерные (0 D, фуллерены) аллотропные формы углерода. Долго не удавалось получить двумерные же формы углерода (или 2 D –

графит) экспериментальным путем согласно доводам Ландау и Пайерлса о том, что строго 2 D-кристаллы термодинамически неустойчивы [1].

Основная идея учёных заключалась в том, что графен становится видимым в оптический микроскоп, если его поместить на поверхности кремниевой подложки с определенной толщиной слоя SiO_2 [2].

Графен становится популярен и среди инженеров, и исследователей благодаря своим механическим, термическим, электрическим и оптическим свойствам. С каждым годом количество статей, посвященных графену непреодолимо растет [3].

Есть разные способы получения графена, один из них: преобразование графита в оксид графита, когда происходит процесс «окисление – расслоение – восстановление», в ходе которого базисные плоскости графита покрываются ковалентно-связанными функциональными группами кислорода. Окисленный графит становится гидрофильным (влаголюбивым) и легко может расслаиваться на отдельные графеновые листы под действием ультразвука, при этом находясь в водном растворе.

При получении графена химическими методами необходимо справиться с различного рода трудностями, чтобы добиться полного расслоения графита и сохранения формы листа, отслоенного в растворе графена. В журнале «Nature» опубликованы результаты получения графеновых листов хорошего качества [4,5].

Механическое отслоение с помощью скотча даёт возможность получать графеновые слои высокого качества для исследований.

Одна из групп учёных – из Стэнфордского университета (США) и Пекинского института физики (Китай) – вносила азотную и серную кислоты между слоями графита, затем нагревала образец до 1000°C , в итоге взрывное испарение молекул-интеркалянтов давало тонкие графитовые «хлопья», содержащие множество графеновых слоев. После, между графеновыми слоями вносили олеум и гидроокись тетрабутиламмония (ГТБА). Обработанный ультразвуком раствор содержал как графит, так и графеновые листы. Потом отделение графена. Уже проводилось методом центрифугирования.

Другая группа ученых – из Дублина, Оксфорда и Кембриджа – для получения графена из многослойного графита предложила для использования методику без внедрения интеркалянтов. Авторы говорят о необходимости использования «правильных» органических растворителей, например, таких как N-метил-пирролидон. При этом важно подобрать такие растворители, чтобы энергия поверхностного взаимодействия между растворителем и графеном соответствовала энергии, что и для системы графен-графен. Исследователи из Калифорнии [6], которым удалось получить изображение атомной структуры графена высокой четкости, где можно рассмотреть сеточную структуру графена.

Успеха добились исследователи из Корнеллского университета [7], которым удалось из листа графена создать мембрану толщиной в всего лишь один атом углерода. Мембрана способна выдерживать давление газа в несколько атмосфер. Мембрану использовали для измерения частоты её

вибраций при изменении давления. По словам ученых подобные мембраны могут найти применение в различных сферах в частности, использоваться для изучения помещенных в раствор биологических материалов. Вполне достаточно накрыть материал графеном и изучать его под микроскопом сквозь прозрачную мембрану.

Важнейшее достижение ученых из состоит в том, что они приблизились к созданию одноатомных сенсоров, которые, по мнению ученых, смогут обнаруживать отдельные молекулы вещества, вступившего с ними в контакт. Похожие сверхчувствительные приборы будут востребованы не только химиками для очистки веществ от примесей, но также парфюмерами, криминалистами и тестерами пищевых продуктов.

Исследователи обещают и другие масштабные перспективы использования графена [2, 8, 9, 12]. Со временем это вещество полностью вытеснит кремний из сферы производства компьютерных процессоров, так как графеновые процессоры смогут в сотни раз быстрее обрабатывать информацию. Многообещающими представляются и другие сферы использования графена. Так, предполагается, что в смеси с пластмассами графен даст возможность создавать композитные проводящие материалы, устойчивые к действию высоких температур. Прочность графена позволяет конструировать новые механически устойчивые материалы, сверхтонкие, легкие и эластичные. В ближайшем будущем из композитных материалов на основе графена возможно будет делать автомобили, самолеты и спутники. На данный момент предполагается использовать графен в устройствах для хранения энергии – аккумуляторах и суперконденсаторах, а также топливных элементах, вырабатывающих электроэнергию от соединения кислорода с водородом.

Высокая подвижность электронов, минимальная толщина в один атом, низкое удельное сопротивление открывают возможности для создания разнообразных биологических и химических датчиков, а также разноплановых вариантов тонких плёнок, которые могут найти применение в фотоэлектрических устройствах для преобразования солнечной энергии или в сенсорных экранах [10].

Графен можно использовать как основу для создания высокочувствительных фотоплёнок. Плазменные волны в графене дают возможность создания источников и приемников терагерцового диапазона. Особое поведение спина в графене может привести к созданию новых приборов спинтроники, а благодаря свойству высокой теплопроводности графен может быть использован в качестве теплоотвода в современных интегральных схемах, в которых разогрев является серьёзной проблемой [11].

На сегодняшний день одни из самых продвинутых серийных электромобили на литиевых аккумуляторах требуют для зарядки всего лишь несколько часов, при этом хватает заряда едва ли на 300 километров, что очень мало для современного темпа жизни. Так как сейчас весь мир заинтересован в создании электромобилей и полном вытеснении привычного нам транспорта, для поддержания более безвредного аналога – электромобиля. В сравнении с ними, новые графен-полимерные аккумуляторы испанской компании

Graphenano, разработанные совместно с учеными и исследователями из Национального университета Кордовы, выглядят как революционный чудоисточник, с полностью устраненными недостатками традиционных литий-ионных батарей.

На данный момент Graphenano — это одна из ведущих компаний в мире по производству графена в промышленных объемах, и уже наработанный инженерами опыт позволяет назвать их профессионалами на этом революционном пути.

Выпуск первых аккумуляторов с высокой добавочной стоимостью был запланирован на 2017 год. Эти аккумуляторы не будут производить газ и не будут пожароопасными, заявляет компания Graphenano, даже короткое замыкание им не будет страшно.

Таким образом, можно сказать, что даже относительно маленький список сферы применения графена впечатляет: микрочипы с плотностью более 10 миллиардов полевых транзисторов на квадратный сантиметр, квантовые компьютеры, датчики размером несколько нанометров — это только в электронике. А еще аккумуляторные батареи, фильтры для воды, которые задерживают любые примеси и т. д.

Своеобразные свойства графена дают возможность не только эффективно отводить тепло, но и преобразовывать его обратно в электрическую энергию. Учитывая, что графеновая решетка (плоскость) имеет толщину в один атомный слой, несложно догадаться, что плотность элементов на чипе резко возрастет и может достигнуть 10 миллиардов транзисторов на квадратный сантиметр. В наше время реализованы графеновые транзисторы и микросхемы, смесители частоты, модуляторы, работающие на частотах выше 10 ГГц.

Углеродные материалы не смогут заменить кремний в микроэлектронике в короткие сроки, но их развитие и исследование не стоит на месте. Создание гибридных микросхем, в которых используются преимущества обоих материалов, уже выходит на коммерческий уровень. Скоро нас не будет удивлять, когда в обычном мобильном устройстве появятся микропроцессоры, вычислительная мощность которых будет превышать производительность современных суперкомпьютеров.

Я считаю, что эти исследования нацелены не на далёкое-далёкое будущее, они ориентированы на ближайшие 10-15 лет, ибо гонку практической реализации научного открытия включились гиганты электронной индустрии - корпорация IBM, Samsung и множество коммерческих исследовательских лабораторий. По словам ведущих исследователей мира исследования, в сфере графена позволят получить действительно революционный материал как для энергетики, электроники, военного дела, биологии. Он станет решением различного рода проблем. Поможет развитию в различных сферах жизни человека.

Литература

1. Andre K. Geim, Philip Kim. Carbon Wonderland // Scientific American (2008). No. 4. P.90-97

2. <http://ITC.UA/articles/grafen/mnogoobeshchay>
3. <http://elementary.ru/news>
4. [http://www.forbes.ru/techno/budushchee/13405-grafen – materiya- tolshchinoi –v-atom.](http://www.forbes.ru/techno/budushchee/13405-grafen-materiya-tolshchinoi-v-atom)
5. [http://www.otsuji.riec.tohoku.ac.jp/CREST/ISGD/?](http://www.otsuji.riec.tohoku.ac.jp/CREST/ISGD/)
6. [http://www.rsci.ru/ Science news/ 149013-php.](http://www.rsci.ru/Science%20news/149013-php)
7. <http://www.pravda.ru/science>
8. J. Scott Bunch et al. Impermeable Atomic Membranes from Graphene Sheets // NanoLetters V.8. No.8.P. 2458-2462 (2008).
9. Jannik C. Meyer et al. Direct Imaging of Lattice Atoms and Topological Defects in Graphene Membranes // NanoLetters (2008), doi: 10.1021/ nl801386m.
10. Xiaolin Li et al. Highly conducting graphene sheets and Langmuir – Blodgett films //Nature Nanotech (2008). V. 3. P. 538-542.
11. Yenny Hernandez et al. High – yield production of graphene by liquid – phase exfoliation of graphite // Nature Nanotech (2008). V. 3. P. 563-568.
12. Дьяконов, Г.С. Перспективы развития научных исследований в области наноматериалов и нанотехнологий в Казанском государственном технологическом университете/ Г.С. Дьяконов // Вестник Казан. технол.ун-та. – 2008. - № 6. – С. 428-433

УДК 621.355.9

ВИДЫ АККУМУЛЯТОРОВ В ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ

Нечаев В.Е., Щурок З.В.

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

На сегодняшний день, перспектива развития АКБ подразумевает 2 пути развития. Это улучшение существующих и создание новых типов аккумуляторных батарей.

Что касается первого пути, он направлен на изменение структуры или состава самой батареи. В 1996-м году был создан новый тип литий-ионной аккумуляторной батареи – с использованием сплава из LiFePO_4 . Достоинства АКБ из этого сплава: высокая экологичность, высокий уровень безопасности, высокая устойчивость к потере емкости аккумулятора со временем. Кроме этого, напряжение отдельно взятого элемента составляет 3,3В (что выше, чем у других типов), допускает использование малого количества элементов для создания цельной батареи с заданным необходимым напряжением. Недостаток: малая удельная ёмкость, а также аккумуляторы типа LiFePO_4 по своим показателям удельной емкости уступают АКБ с использованием технологии LiCoO_2 приблизительно на 14%. В электромобиле Nissan Leaf используются аккумуляторы на основе сплава LiMn_2O_2 (удельная емкость около 80 Вт/кг). Компания Tesla использует аккумулятор, содержащий внутри Li, Ni, Co, Al – их удельная емкость равна ~ 90 Вт/кг. В будущем Tesla планирует достичь отметки в 100 Вт/кг. Это будет достигаться за счет оптимизации технологий производства, но никак не за счёт изменения типа аккумуляторов. Создание новых технологичных сплавов, улучшение системы вентилирования и охлаждения, усовершенствование форм-фактора – главные ключи развития литий-ионных аккумуляторов.

Если говорить про второй путь развития, то уже сейчас есть большой шаг вперёд в данном направлении. Один из перспективных проектов – АКБ на основе графена – самого тонкого и прочного материала, известного человеку. Недостатки: сложность его производства и вытекающая отсюда цена. По разным оценкам 1 см^2 графена стоит около \$100 млн. Преимущества: превосходные тепло- и электропроводимость, сверх легкость, высокая прочность, биологически разлагаемый. Из-за того, что графен представляет собой гексагональную решетку атомов углерода толщиной в один атом, он способен с невероятно быстрой скоростью накапливать энергию (по некоторым оценкам – за 10 минут) и продолжительное время ее сохранять.

Литий-воздушный аккумулятор. Обещанный запас хода электромобиля на одном заряде составляет приблизительно 800 км. Кроме этого ожидается значительное уменьшение веса. Основной недостаток: в серийное производство данный тип поступит не ранее 2030 года, а к этому времени традиционные аккумуляторы будут способны обеспечить такой же, если не больше, запас хода.

Решение проблемы быстрой зарядки показал концепт-кар Quant F. Для своего движения он использует энергию, выделяемую из химической реакции.

Процесс зарядки представляет собой заправку автомобиля 2 специальными заряженными жидкостями. Жидкостей две: с положительными ионами и отрицательными. В ходе их химической реакции в специальном реакторе под капотом происходит образование жидкости нейтрального заряда, сопровождающееся выделением энергии, которая и расходуется на приведение автомобиля в движение. Недостатки: внутри автомобиля - баки с очень большим объемом этих жидкостей (порядка 350-500 литров), а также необходимость в ионных АЗС.

Решение проблемы массы и размера АКБ электрокара. Задумка получилась благодаря соединению в единое целое двух графитовых панелей и электролита между ними. Толщина данного "соединения" позволяет встроить эту АКБ, например, в двери авто или в крышу. Недостаток данного метода очевиден: повредить данный тип АКБ проще простого. Ведь вероятность врезаться дверью намного выше, чем днищем. А ремонт или замена в случае повреждения обойдется в разы дороже, если сравнивать с обычным ДВС.

Литература

1. E-move Новые типы акб: какие есть способы решения главной проблемы электрокаров/ E-move: [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://e-move.com.ua/novye-tipy-akb-kakie-est-sposoby-resheniya-glavnoy-problemy-elektrokarov/>. – Дата доступа: 01.04.2019.
2. Наука войны Батареи нового типа/ Наука войны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sciencewar.ru/batarei-novogo-tipa.html>. – Дата доступа: 01.04.2019.

УДК 621.3

РОБОТОТЕХНИКА В МЕДИЦИНЕ

Шекрота И.А., Рымарчук Е.М.

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

На сегодняшний момент робототехника активно развивается в различных направлениях, таких как военное дело, автоматизация промышленных процессов, процессов повседневной жизни и т.д. Однако мы затронем также немаловажную тему: робототехника в развитии медицины. Конкретно рассмотрим роботов, которые применяются в данной области и робототехнические средства, внедряемые в современную медицину: протезы и экзоскелеты.

В 1890-х годах русский инженер Николай Фердинандович Ягн зарегистрировал ряд патентов, схожих с современными экзоскелетами. Его изобретения упрощали передвижение человека и были ориентированы на солдат армии. Первый же рабочий проект экзоскелета в 1960-х годах создала компания General Electric при поддержке Министерства обороны США. Прототип весил 680 килограмм и мог поднимать грузы весом до 110 килограмм. Экзоскелеты могут применяться как для расширения физических возможностей человека, так и для помощи людям, с нарушениями в опорно-двигательном аппарате. В зависимости от болезни, существуют различные конструкции экзоскелетов. Если попробовать разложить экзоскелет на составляющие, то у нас получится 4 части: программное обеспечение и механический скелет, источник питания, приводы. И если с первыми двумя пунктами вроде бы всё ясно и проблем почти не осталось, то с приводом и источником питания не так все однозначно.

Первой самой главной проблемой является отсутствие подходящего привода, который мог бы полностью удовлетворять потребностям по адаптивности, универсальности, экономичности, скорости реакции. Как правило, в экзоскелетах для обеспечения движения по каждой степени подвижности используется отдельный управляемый электропривод. Главным вопросом эффективности приводов любого робототехнического средства или экзоскелета является проблема его КПД. Существует множество разновидностей приводов, способных, в теории, решить данную проблему: шестеренчатый (червячный) редуктор, пневматический или гидравлический приводы. Пневматика имеет два серьёзных недостатка, таких как чувствительность к температуре и отсутствие жёсткости, по причине большого расстояния между молекулами газа. В гидравлическом приводе используется возвратно–поступательное движение, что обязует его перевод в поворотное. Основной же проблемой редукторной схемы является то, что только входными оборотами электродвигателя регулируются выходные обороты. Так же экзоскелет с конструкцией на основе искусственных человеческих мышц мог бы стать отличной заменой классических приводов. Однако данный вариант является заведомо провальным по причине невероятно низкого КПД человеческого тела – около 30%.

Ещё одной критически важной проблемой подобных костюмов является энергоснабжение, все системы в которых требуют колоссальных энергетических затрат. Большинство рабочих прототипов на сегодняшний день работают исключительно от сети. Решить данную проблему можно про помощи беспроводной передачи энергии.

Рассмотрим некоторые примеры экзокостюмов. В военном деле существует рабочий прототип Raytheon XOS 2, увеличивающий силу человека (поднятие грузов до 100 килограмм), а также защищающий от некоторых внешних пагубных факторов. Единственная весомая проблема – это автономность. В медицине разработан экзоскелет CSIC. Благодаря системе электромоторов по 5 на каждую ногу и датчиков движения, экзоскелет помогает детям восстанавливать функцию ходьбы, а также при реабилитации.

Литература

1. Furfur Что собой представляет экзоскелет – костюм “железного человека” будущего / Furfur: [Электронный ресурс]. - 2019. - Режим доступа: <http://www.furfur.me/furfur/culture/culture/175815-ekzo>. - Дата доступа: 01.04.2019.
2. Tilda Эластипед Николая Ягна/ Tilda [Электронный ресурс]. - 2019. - Режим доступа: <http://project213937.tilda.ws/page805024.html>. – Дата доступа: 01.04.2019.
3. Гейер В. Г., Дулин В. С., Заря А. Н. Гидравлика и гидропривод: Учеб для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1991.
4. Схиртладзе А.Г., Иванов В.И., Кареев В.Н. Гидравлические и пневматические системы. — Москва: ИЦ МГТУ «Станкин», «Янус-К», 2003.

УДК 621.3

ДИАГНОСТИКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Лушинский Д.В., Кисляк Д.В.

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

Одно из направлений улучшения электроприводов связано с диагностированием их состояния, собственно, что увеличивает надежность функционирования электроприводов и обслуживаемого ими технологического оборудования. Диагностирование содержит собственной целью выявление соответствия свойств, характеристик и параметров электропривода технической документации на него. Итогом диагностирования считается информация о техническом состоянии электропривода с указанием поломки.

Диагностирование выполняется методом измерения и контроля количественных и качественных значений характеристик электропривода, анализом и обработкой их результатов. Многообразие электроприводов обусловило большое количество способов и средств диагностирования, отличающихся методами реализации, конструктивным исполнением и расположением относительно электропривода, степенью автоматизации и универсальности, принципами влияния на электропривод, формой обработки и представления информации о состоянии объекта, режимами работы и рядом иных признаков.

Из всего обилия средств диагностирования более перспективны и по мере внедрения в электроприводе микропроцессорных приборов находят все большее применение автоматические программно-аппаратные цифровые средства.

Совокупность средств и объекта диагностирования, осуществляющая диагностирование по правилам, установленным соответствующей нормативно-технической документацией, дает собой систему диагностирования.

В системах тестового диагностирования (а) особые влияния на электропривод поступают со стороны средств его диагностирования СД. Состав и очередность этих воздействий определяются методами диагностирования электропривода ЭП. Тестовые влияния могут попадать на объект, как перед началом, так и во время его рабочего функционирования. В последнем случае они не должны препятствовать работоспособности электропривода. Более распространенными тестовыми воздействиями считаются единичные импульсы и гармонические сигналы.

В системах функционального диагностирования (б) влияния, поступающие на электропривод, заданы его рабочим методом функционирования или же вероятными наружными возмущениями и вследствие того не могут выбираться из условий наиболее эффективной организации диагностирования электропривода. Достоинство систем функционального диагностирования состоит в отсутствии внешнего целенаправленного вмешательства в работу электропривода. Впрочем, техническое осуществление средств диагностирования в аналогичных системах более сложна, потому что

приходится обрабатывать и анализировать, как правило, случайные сигналы в схеме электропривода.

Некоторые из вероятных дефектов, которые возможно обнаружить при диагностике электропривода:

- отсутствие фазы сетевого напряжения питания электропривода;
- превышение максимально допустимого тока в сети питания электропривода;
- пробой силового полупроводникового элемента преобразователя;
- превышение допустимой температуры электродвигателя;
- превышение допустимой частоты вращения электродвигателя;

В общем случае диагностирование электроприводов представляет собой важную и непростую по своему содержанию задачу, по решению которой в настоящее время проводится активная работа.

УДК 533.9.03-551.594

ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ШАРОВОЙ МОЛНИИ

Макаренко Л.С., Сычёва Д.А.

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

Шаровая молния – это светящийся шар, который возникает во время грозы. Обычно это красный, хотя часто сообщалось о светящихся шарах других цветов, в том числе желтый, белый, синий и зеленый. Размеры очень разные, однако самый распространенный диаметр составляет около 15 см.

Шаровая молния – сильно отличается от обычных газов: она не занимает весь объем, который предоставлен для неё и не смешивается с воздухом. Большинство наблюдателей говорят о четкой (хотя и не всегда гладкой) границе, отделяющей шаровую молнию от окружающей атмосферы, которая сохраняется в течение всего времени жизни шаровой молнии, достигающей иногда до 1 мин или более. Движение шаровой молнии также не приводит к размыванию этой границы и к перемешиванию вещества молнии в воздухе несмотря на то, что за время жизни она может проходить большое расстояние. Её поведение существенно отличается от поведения хорошо известных нам нагретых газов [1].

Движение шаровой молнии в условиях безразличного равновесия, при котором сила тяжести уравновешена архимедовой силой, определяется как электрическими полями, так и движением воздуха. Скорость движения шаровой молнии находится в интервале 0,1-10 м/с. Средняя скорость движения оценивается в несколько метров в секунду [1].

Удивительной особенностью движения шаровой молнии является ее способность находить отверстия и проникать в них, проходить через щели. Согласно некоторым данным, в 104 случаях из 2082 шаровая молния проходила через щель, размер которой был меньше ее диаметра.

Обычно она случается в грозовую погоду, может появиться как бы из металлических объектов и приборов (розеток, радиоприемников, батарей отопления) или просто возникнуть в воздухе. Пик сезонного распределения наблюдения шаровой молнии приходится на июль. Характер движения шаровой молнии плавный в горизонтальном направлении, хотя возможно движение и по вертикали или по сложной траектории, а также катиться по земле или отскакивать от нее как мяч.

Чтобы объяснить направленное вниз движение шаровой молнии, необходимо предположить, что ее плотность превышает плотность воздуха. Если бы мы исходили из того, что шаровая молния поднимается преимущественно вверх, то нам пришлось бы считать её плотность меньше, чем плотность воздуха. Наконец, при отсутствии явно выраженного движения шаровой молнии вверх или вниз, приходится считать плотность вещества в ней сравнимой с аналогичным показателем окружающего воздуха [2].

Таким образом, шаровая молния движется горизонтально или падает вниз, не приобретая большой скорости. Это определенно указывает на то, что плотность её вещества почти равна плотности окружающего воздуха или

немного превосходит её. Вследствие этого на движение шаровой молнии слабо влияет сила тяжести, и именно в этом состоит одна из причин необычности этих движений: они кажутся нам такими же странными, как и движение тел в состоянии невесомости [2].

Движение может неожиданно изменяться. Когда заряд меняется, молния может внезапно начать падать или подниматься вверх. Если молния полностью теряет свой заряд во время движения, это еще не означает, что электрическое поле больше не влияет на неё. На расстоянии, равном диаметру шаровой молнии, разность потенциалов электрического поля, которая возникает во время грозы, может достигать нескольких киловольт. Под действием поля вещество шаровой молнии будет поляризоваться, вызывая электрические заряды. Силы поляризации, действующие на незаряженную шаровую молнию, перемещают её в область, где напряжённость электрического поля больше. На большой высоте поле однородно и электрические силы не влияют на движение шаровой молнии, когда она не заряжена. Однако вблизи поверхности земли незаряжённая шаровая молния будет притягиваться к заряженным проводникам независимо от знака их заряда, что и наблюдается довольно часто. Возможно, этим и объясняется её упорное стремление проникать в закрытые помещения даже через узкие отверстия. После контакта с проводником часть индуцированного заряда нейтрализуется и молния, таким образом, снова может снова получить заряд одного знака [2].

Учёный Рихман проводил исследования шаровой молнии на крыше своего дома. Он установил железный шест, изолированный от земли. К шесту была привязана проволока, которая вела в одну из комнат дома. На конце проволоки был прикреплен своеобразный измерительный прибор – металлическая шкала, квадрант и шелковая нить. По отклонению шелковой нити при помощи шкалы ученый вычислял величину исследуемого атмосферного электричества. Георг Вильгельм постоянно усовершенствовал свой прибор, соединяя его с другими приборами, изобретенными его коллегами. По сути Рихманом был изобретен первый в мире электроскоп, который использовал градуированную шкалу для измерения величины атмосферного электричества – до него вопрос о величине электричества не стоял [3].

6 августа 1753 года, во время очередных исследований Рихманом грозовых разрядов, ученый был смертельно поражен внезапно появившейся на конце проводника его электроскопа шаровой молнией. Трагическая смерть Георга Вильгельма всколыхнула всю научную общественность не только России, но и практически всего мира. В России даже временно запретили любые опыты, связанные с атмосферным электричеством [3].

Время жизни шаровой молнии: время существования шаровой молнии в природе определить очень сложно, потому что никто не наблюдал шаровую молнию от момента ее рождения до смерти. К тому же вряд ли кто, столкнувшись с этим явлением, станет засекают время по часам, поэтому ощущения у наблюдателей субъективны. Тем не менее, сравнивая факты и воспоминания очевидцев, мы пришли к выводу, что жизнь большинства шаровых молний недолговечна: от 7 до 60 секунд.

Таблица 1 – Характеристика шаровой молнии

№	Цвет	Форма и диаметр (см)	Характер движения	Длительность явления	Способ появления	Способ исчезновения
1	Оранжевый	Шар, 10	Шар поднялся на уровень примерно полтора метра и пролетел буквой Г по комнате	Больше минуты	Шаровая молния выдувается как мыльный пузырь из розетки в углу	“Ударил” в печь и выбил из нее кирпич на пол
2	Полупрозрачный белый шар, т.е. Сквозь него было видно все, что располагалось за ним.	Неправильная, 30	Спокойно висела в воздухе	Около 20 секунд	Из стартера лампы (алюминиевый такой бочоночек) “выдулся” шар	После “молния” медленно уплыла в дальнюю комнату, где в углу располагался счетчик электроэнергии и “вошла” в него.
3	Белоголубая	Грушевидная, 40	Начала быстро двигаться по комнате.	40 секунд	Залетел через дымоход	Притянулась к батарее и исчезла с резким шипением.
4	Неяркий красный	Шар, 25	Он медленно скатился по подушке на шерстяное одеяло	35 секунд	Шар залетел в комнату через форточку	Мать голыми руками стала его забивать. От первого удара шар рассыпался на множество мелких шариков.
5	Голубой	Эллипсоид, 8	Двигалась горизонтально, однако нередко опускалась вниз	7 секунд	Прошла через стекло	Медленно поплыл в сторону электророзетки и в ней исчез

Размер и форма: по опросам, проведенным у очевидцев, видевших шаровую молнию, она имеет несколько форм:

1. Шар
2. Эллипсоид
3. Грушевидная форма
4. Неправильная форма

Размер её варьирует от 8 до 40 см в диаметр.

Цвет: цветовая гамма довольно разнообразна - молния может быть желтая, оранжевая, красная, белая, голубоватая, зеленая, от серого до черного.

Характер движения: распространено мнение о том, что шаровая молния плывет, медленно вращаясь, со скоростью 2-10 м/сек. Догнать бегущего человека для нее не составляет труда.

Способ появления: чаще всего залетает в щели или открытые окна, также может возникнуть из розетки.

Способ исчезновения: свои визиты молния обычно заканчивается взрывом, иногда распадается на несколько частей или просто угасает.

Вывод: посмотрим, как цвет шаровой молнии влияет на её характер движения. Так, оранжевая молния поднимается на высоту 1-1,5 метра и равномерно пролетает в воздухе, вырисовывая некоторые фигуры, например, букву Г. Для белых молний характерно спокойно повиснуть в воздухе на непродолжительное время. Голубые молнии отличаются своим стремлением быстро передвигаться по воздуху. И наконец, красные молнии медленно и плавно пытаются опуститься вниз. Таким образом, можно утверждать, что шаровые молнии в зависимости от своего цвета имеют разные траектории пути.

Литература

1. Квасов, Н.Т. Шаровая молния: гипотезы и факты / Н.Т.Квасов. – Минск: Издательский центр БГУ, 1989. – 254 с.
2. Леонов, Р.А. Загадка шаровой молнии / Р.А. Леонов. – Москва: Наука, 1965. – 196 с.
3. Стаханов, И.П. Физическая природа шаровой молнии / И.П. Стаханов. – Москва: Атомиздат, 1979. – 208 с.

УДК 629.052.9

АТМОСФЕРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Пильник А.С., Сурович П.В.

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

Атмосферное, называемое также статическим, электричество – пример того, что всё, окружающее нас пространство – соткано из различных энергий. Осталось только найти способы освоить её и тогда мы сможем обеспечить себя энергией на всю жизнь.

Точного ответа того, чем является атмосферная электроэнергия, на сегодняшний день нет. Существует несколько моделей, которые частично объясняют явления атмосферного электричества.

В двадцать первом столетии вопрос поиска альтернативных источников электроэнергии стоит в центре внимания всего мира, так как мировая общественность начала больше времени уделять вопросам о будущих поколениях. Угроза истощения ископаемых энергетических ресурсов дала начало исследованиям по использованию возобновляемых ресурсов: энергии воздуха, геотермального тепла, воды.

Основным элементом, благодаря которому формируемым потенциал у самой поверхности планеты, является вода. Отрицательно заряженные частицы находящиеся на всей поверхности земли образуются благодаря процессам перехода воды в различные агрегатные состояния (испарение, конденсация и т.д.). Верхняя обкладка конденсатора — ионосфера. Положительные частицы образуются за счет ударной ионизации от космического излучения. Простыми словами - частицы, летящие, к примеру, от солнца, ударяясь в нейтральные частицы атмосферы – передают им свою энергию. В результате природных процессов на нашей планете, происходящих миллиарды лет – образуются два разноименных заряда, непрерывно насыщающихся в результате ударной бомбардировки из космоса и за счет природных процессов у поверхности земли. Так же происходит и разряд обкладок конденсатора, во время пробоя диэлектрика - молния.

Может показаться, что получение электричества из атмосферы является достаточно простым процессом. У нас имеется два потенциала, к которым мы подключаемся и преобразуем полученную энергию в электричество с необходимыми для нас характеристиками. В итоге получаем источник на миллиарды гигаватт. В качестве примера возьмем энергосистему США, вся вырабатываемая ей энергия составляет всего около 1.5% от энергии, содержащейся в атмосфере Земли. Однако получение энергии связано с некоторыми затруднениями. В частности, электрод для стены положительных частиц из ионосферы – должен быть со значительной площадью поверхности, а также доставлен на внушительную высоту. Еще одной значительной проблемой является то, что необходимо преобразовать атмосферную энергию в напряжение с характеристиками для дальнейшего потребления.

В 1850-х ...1860-х годах получили патенты Лумис (Mahlon Lumis) и Уард (William H. Ward) в США, Вийон (Hippolyte Charles Vion) во Франции.

Мелон Лумис использовал статическое электричество для питания телеграфных линий внушительной длины, порядка 500 миль. А также для первых экспериментов, связанных с беспроводной связью, которые оказались весьма успешными. Сохранились документальные подтверждения удачности эксперимента. Они находятся в Библиотеке Конгресса США. В них свидетельствуется о связи телеграфом между холмами в Западной Вирджинии, расстояние между которыми, составляло около 18 миль (1868 г).

Устройства для сбора электричества из атмосферы, как правило, дают высокое напряжение при весьма малом токе, в связи с этим появляется нужда в преобразующих устройствах для получения низкого напряжения при значительном токе. Этим устройством мог быть трансформатор, однако он работает на переменном токе, а ток получаемый от атмосферного электричества — постоянный. Способ решения проблемы предложил Никола Тесла в конце 19 века.

Его идея заключалась в зарядке конденсатора, с последующей разрядкой его через искровой промежуток на катушку. На катушке было много витком, соответственно разряд имел колебательный характер, а катушка имела место быть обмоткой понижающего трансформатора. Плаусону удалось довести до завершения эту идею. И он пояснил в своем патенте как можно понизить напряжение обычной электростатической машины.

Несмотря на то, что описанное выше устройство работало, оно не получило массового распространения ввиду их масштабности, непрактичности, а самое главное, нестабильности снимаемой мощности, которая целиком зависит от «электрической погоды» в атмосфере.

Наиболее весомый вклад в устранении проблем был сделан петербургскими академиками М.В. Ломоносовым, Г.В. Рихманом и американским ученым Б. Франклином. В середине 18 века Рихман при помощи разработал оригинальную конструкцию 1-го электроизмерительного прибора, который был оснащен деревянным квадрантом со шкалой, разделенной на градусы. С его помощью стало возможным измерять «большую и меньшую степень электричества». Данное устройство получило название— «электрический указатель»

Ученые использовали «электрический указатель» при создании «громовой машины» — первой стационарной установки для наблюдения за интенсивностью электрических разрядов в атмосфере. «Громовая машина» в отличии от других схожих с ней устройств позволяла непрерывно наблюдать за изменением электричества, содержащегося в атмосфере при любой погоде. Посредством громовой машины было установлено, что электричество присутствует в атмосфере и при отсутствии грозы, они доказали, что молния — это электрические разряды в атмосфере.

Летом 1753 г. Был проведен эксперимент, в котором собрали большое количество народа, и устроивших в последствии пальбу из целой батареи

пушек, гром от пушек «сотрясал небо», но «электрический указатель» ничего не показывал т.к. "гром произведенный искусственно электрической силы не покажет". На основе полученных результатов Ломоносов создал теорию атмосферного электричества. Известно, что 25 июня 1753 г., во время грозы Г. В. Рихман, приблизившись к «электрическому указателю», и был убит, как утверждают очевидцы, ударом в лоб «синеватым огненным шаром».

Литература

1. <http://elektrik.info/main/fakty/707-atmosferное-elektrichestvo-kak-novyj-istochnik-alternativnoy-energii.html>
2. <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrotehnika/atmosferное-elektrichestvo/>
<https://www.eprussia.ru/epr/317/5390484.htm>

УДК 621.3

ГРАВИТАЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Русак Е.О., Щербина М.Р.

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

Данная работа рассматривает такую идею, как переход гравитационной энергии в любую другую, которая способна осуществлять механическую работу, а также возможность создания гравитационного двигателя. В работе разобрана связь гравитационного поля с электрическим, что могло бы дать возможность перехода энергии из одного поля в энергию другого. Предпосылкой рассмотрения данного вопроса является аналогия между законами Ньютона и Кулона, из-за которой многие ученые на протяжении нескольких десятков лет пытались связать эти формулы или перенести на гравитацию законы электродинамики.

Прямые примеры переходов гравитационной энергии уже известны человечеству. Самый известный это гравитационная энергия Луны. Она переходит в механическую энергию приливов, которая в свою очередь переходит в другие виды энергии, в том числе и в электрическую на приливных электростанциях.

Так же в экспериментах с гироскопами было установлено, что вращающиеся гироскопы падают медленнее, чем идентичные неподвижные, что означало лишь уменьшение силы гравитации. В этом эксперименте уменьшение данной силы было не значительно, всего лишь 1:7.000, но это послужило толчком для новых экспериментов.

Таковым была силовая машина ДеПальма, которая смогла уменьшить собственный вес, а, следовательно, и силу гравитации на много больше. Установка представляет собой два вращающихся намагниченных гироскопа смонтированных бок о бок внутри цилиндра, который в свою очередь тоже вращается. Вес установки изменился со 125 кг до 2,7 кг.

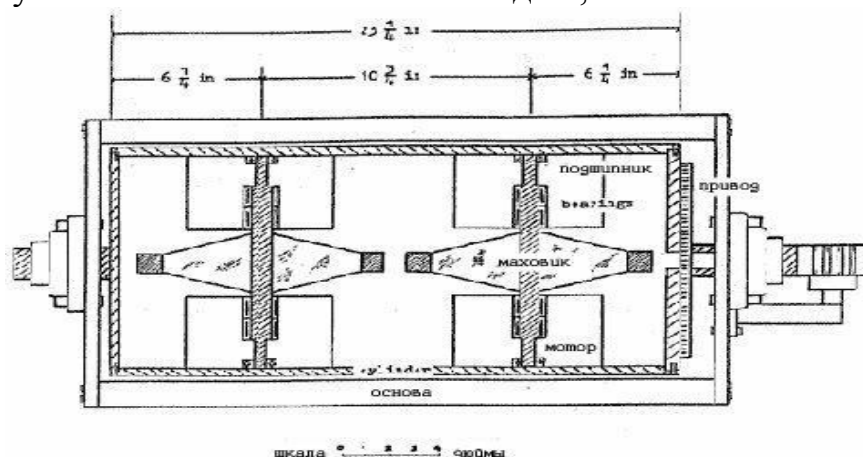


Рисунок 1. Силовая машина ДеПальма

Также финский эксперимент выявил небольшое падение веса над гироскопом, как будто происходит экранирование объектов от гравитации.

Литература

1. Уилкок, Д. Наука единства / Д. Уилкок – 2-е изд. – Минск: Энциклопедист, 2003. – 228 с.

УДК 621.3

ГИРОСКОПЫ. ЛАЗЕРНЫЙ ГИРОСКОП

Галкин А.М., Кондратенко В.И.

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

Гироскоп – устройство, измеряющее углы ориентации тела, на котором оно установлено, относительно неподвижной системы координат, а также насколько и в какую сторону отклонилось тело относительно начального положения. Сам гироскоп остается неподвижным относительно плоскости, в которой вращается.

Согласно физике, гироскопом можно назвать любое вращающееся вокруг заданной оси твердое тело.

Он характеризуется моментом импульса, который направлен вдоль оси вращения тела. Согласно закону инерции, сформулированному Галилеем, тело стремится сохранить свое состояние. Также, чем массивнее тело и чем быстрее оно вращается, тем сложнее изменить его положение в пространстве.

Если тело вращается недостаточно быстро, то начинается процесс прецессии. **Прецессия** – вращение оси, относительно которой вращается твёрдое тело.

Гироскоп изобрёл Иоанн Боненбергер. Также он опубликовал описание своего изобретения в 1817 году. Однако французский математик Пуассон ещё в 1813 году упоминает Боненбергера как изобретателя этого устройства. Главной частью гироскопа Боненбергера был вращающийся массивный шар в кардановом подвесе.

Ось вращения маховика, являющейся осью симметрии гироскопа, называют главной осью гироскопа. Оси вращения внутренней и внешней рамок являются осями карданова подвеса. Гироскоп, закрепленный в кардановом подвесе, имеет три степени свободы

Карданов подвес – универсальная шарнирная опора, позволяющая закреплённому в ней объекту вращаться одновременно в нескольких плоскостях. Главным свойством карданова подвеса является то, что если в него закрепить вращающееся тело, то оно будет сохранять направление оси вращения независимо от ориентации самого подвеса.

В современных приборах гироскоп приводится во вращение относительно главной оси электродвигателем (гиромотором).

К опорам главной оси гироскопа предъявляются высокие требования по точности изготовления. Трение в опорах карданова подвеса существенно влияет на точность показаний гироскопических приборов. Проблема уменьшения трения в опорах подвеса гироскопа остается в настоящее время одной из основных проблем конструирования гироскопических приборов.

Эффект Саньяка и лазерные гироскопы

Эффект Саньяка заключается в том, что на выходе вращающегося кольцевого интерферометра возникает разность фаз встречных волн, которая пропорциональна угловой скорости вращения

Эффект Саньяка используется в лазерных и волоконно-оптических гироскопах. Эти гироскопы уже начинают применяться на практике для определения угловой скорости вращения в пространстве летательных аппаратов и других движущихся объектов, но широкое их внедрение в эксплуатацию сдерживается недостаточной чувствительностью этих приборов при малых угловых скоростях.

Типы гироскопов

Основные типы гироскопов по количеству степеней свободы:

- двухстепенные,
- трехстепенные.

Основные два типа гироскопов по принципу действия:

- механические гироскопы,
- оптические гироскопы.

Примеры применения гироскопов

1. Стабилизация орудий на подвижном шасси;
2. Определение положения в пространстве (в авиатехнике, космонавтике и судоходстве);
3. Поддержание вертикального положения в гироскутерах, а также приводят его в движение;
4. Стабилизация видеокамер и фотоаппаратов;
5. Робототехника (Boston Dynamics).

Лазерные гироскопы

Сегодня самыми совершенными считаются лазерные гироскопы (счетно-решающая система).

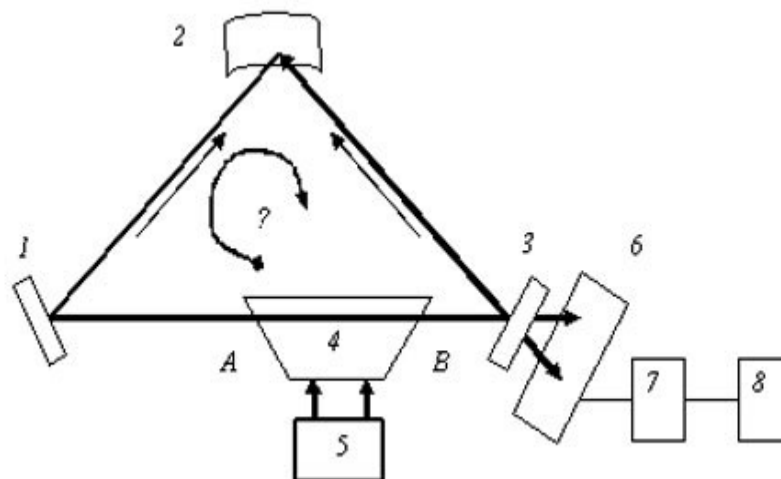
Лазерные гироскопы представляют собой оболочку, сделанную из ситалла, наполненную гелий-неоновой смесью, которая генерирует лазерное излучение.

Ситалл – стеклокристаллический материал, обладающий малой плотностью (легче алюминия), высокой механической прочностью, твердостью, химической устойчивостью и, самое главное, термической стойкостью.

Широкое применение ситалл нашёл в астрономической оптике благодаря низкому коэффициенту температурного расширения.

Принцип действия лазерного гироскопа:

генерируется лазерный луч, который расщепляется на два. Они обходят внутреннюю стенку гироскопа: один по часовой стрелке, другой против и, отражаясь от зеркал, сходятся в одной точке (полупрозрачное стекло за которым стоит датчик. Сам корпус стоит на подложке. Если подложка статична, то лучи лазера двигаются с



Если подложка статична, то лучи лазера двигаются с

одинаковой скоростью, но при любом отклонении подложки от статичного состояния один из лучей немного отстает от другого (эффект Саньяка). При этой разнице в скорости гироскоп высчитывает точные углы наклона и стабилизируется. Как становится ясно, он обеспечивает вычисление отклонения только в одной плоскости, поэтому, для работы навигационного центра используют связку из трех лазерных гироскопов.

Преимущества лазерного гироскопа:

1. Высокая точность измерения угловой скорости;
2. Удобство сопряжения с вычислительными машинами. Так как выходной сигнал лазерного гироскопа имеет дискретную форму, его можно вводить непосредственно в ЭВМ.
3. Отсутствие вращающихся механических систем, что значительно повышает его надежность по сравнению с электромеханическими гироскопами.
4. Практически мгновенный запуск, малая потребляемая мощность.
5. Высокая точность измеряемых угловых скоростей.
6. Широкий диапазон измеряемых угловых скоростей: от 10^{-3} °/ч до 10^3 °/с, что делает прибор особо пригодным для использования в инерциальной навигации.
7. Малая чувствительность к линейным перегрузкам.
8. Малые размеры.

Недостатки лазерного гироскопа:

1. Зависимость масштабного коэффициента от линейных размеров гироскопа (длины оптического пути). Линейные размеры изменяются с изменением температуры, механических деформаций.
2. Смещение нуля выходных характеристик.

УДК 621.316

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ГАРМОНИК ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОТЕРЬ В ТРАНСФОРМАТОРАХ

Тарарай А.О., Ермолинская Л.Э.

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

Потери электроэнергии в трансформаторах – один из видов потерь электроэнергии, обусловленных особенностями физических процессов, происходящих в магнитопроводе.

Причина этих потерь – периодическое перемагничивание магнитопровода переменным магнитным полем. Это перемагничивание вызывает два вида магнитных потерь: потери от вихревых токов РВТ, наводимых переменным магнитным полем в пластинах магнитопровода и потери на гистерезис РГ.

Согласно одному из методов, магнитопровод трансформатора намагничивают поочередно синусоидальным напряжением при одной и той же активной мощности, потребляемой цепью намагничивания, фиксируют площадь петель гистерезиса в обоих случаях разность измеренных площадей даёт в определённом масштабе потерю энергии от высших гармоник.

Однако применение указанного метода для измерения потерь от высших гармоник намагничивающего тока в электромагнитном устройстве с ферромагнитным сердечником большой мощности трудоёмко и связано с большими капитальными затратами, так как для намагничивания сердечника необходимо иметь источник синусоидального тока, превосходящий по мощности в несколько раз мощность испытуемого электромагнитного устройства.

Для повышения быстродействия измерения потерь энергии от высших гармоник намагничивающего тока при синусоидальном входном напряжении, основанном на измерении составляющих полной мощности цепи намагничивания, измеряют коэффициент гармоник намагничивающего тока, по величине произведения активной мощности на квадрат коэффициента гармоник судят о величине потерь от высших гармоник.

Данный способ применим только для трансформаторов большой мощности, где можно пренебречь активной составляющей тока.

Данное условие ограничивает применение этого способа для измерения потерь трансформатора средней и малой мощности.

Измерение коэффициента гармоник осуществляется через определение коэффициента нелинейных искажений и связано с дополнительными погрешностями [1].

Для повышения точности измерения и приведения в соответствии с [2], целесообразно представить коэффициент гармоник через коэффициент каждой гармоники. Это позволит связать потери с параметрами, определяемыми в соответствующей стали и измерить потери от высших гармоник с заранее заданной точностью.

Для определения коэффициента каждой гармоники необходимо определить относительное содержание гармонических составляющих.

Литература

1. Мирский, Г.Я. Аппаратное определение характеристик случайных процессов / Г.Я. Мирский. – Москва: Энергия, 1972. – 456 с.
2. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения: ГОСТ 32144-2013. – Введ. 01.07.2014.

УДК 621.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МГД-ГЕНЕРАТОРОВ

Ласица В.В., Литош А.В.

Научный руководитель-к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.

С каждым днем человечество потребляет все больше и больше электроэнергии. Тем самым увеличивается спрос на энергоресурсы нашей земли, которые не являются безграничными. По утверждениям ученых, ресурсы Земли могут закончиться через 150 лет. Происходит постепенный переход на нетрадиционные источники энергии: солнечная энергия, энергия ветра, воды и т.д. Также к этим источникам относится МГД-генератор, про который мы расскажем в нашей работе.

Магнитогидродинамический генератор, МГД-генератор – энергетическая установка, в которой энергия рабочего тела (жидкой или газообразной электропроводящей среды), движущегося в магнитном поле, преобразуется непосредственно в электрическую энергию. В 1830 английский физик Фарадей, известный миру как гений эксперимента, на реке Темза пытался получить ЭДС с помощью течения реки. Но скорости течения реки не хватило для того, чтобы индуцировать электродвижущую силу. В 1853 году американский ученый Волластон впервые в истории измерил ЭДС, индуцируемую приливными волнами Мексиканского залива. В 1901-1909 была попытка разработать первые генераторы, отдаленно похожих на современные генераторы, но по причине сложности конструкции, нехватки знаний. Датой создания МГД-генератора можно считать 1960 год, когда в Американском городе Бостоне была введена в эксплуатацию первая МГД-установка номинальной мощностью 10 кВт. Уже через 10 лет мощность установок возросла до 40 МВт и генераторы уже использовались в 28 городах Северной Америки. В Европе генераторы появились в 1963 году, а в Советском Союзе в 1966 году в городе Омск, мощностью 50 кВт

В МГД-генераторе происходит прямое преобразование механической энергии движущейся среды в электрическую энергию. Движение таких сред описывается магнитной гидродинамикой, что и дало наименование устройству. Рабочим телом МГД-генератора могут служить следующие среды: электролиты, жидкие металлы, плазма (ионизированный газ).

Первые МГД-генераторы использовали в качестве рабочего тела электропроводные жидкости (электролиты), в настоящее время применяют плазму, в которой носителями зарядов являются в основном свободные электроны и положительные ионы, отклоняющиеся в магнитном поле от траектории, по которой газ двигался бы в отсутствие поля.

Для энергетики, базирующейся на использовании органического топлива, перспективны и разрабатываются МГД-генераторы на плазме продуктов сгорания, применение которых в составе комбинированных МГД ТЭС открытого цикла даёт существенную экономию топлива и решает ряд экологических проблем (уменьшение вредных выбросов, экономия охлаждающей воды).

С начала 2000х годов генераторы начинают массово использоваться на АЭС. Особенно заметно их применение в энергоустановках с газоохлаждаемым ядерным реактором. Температура в тех местах достигает 800 К, которую не каждые выдерживают установки. На АЭС и ГЭС нашли применение МГД-генераторы замкнутого цикла (т.е. с внешним подводом и отводом теплоты к рабочему телу), КПД которых 75-85%. В разработке генераторы замкнутого цикла, которые будут использовать энергию сгорания органического топлива, такого как газ, уголь, мазут. Такие генераторы будут очень востребованы на ТЭС и ТЭЦ.

При возникновении аварийных ситуаций на ТЭС, МГД-генераторы получают большие преимущества в использовании по сравнению с другими источниками энергии. Также такие генераторы могут использоваться как резервные источники энергии на ТЭЦ. Начинается масштабное использование генераторов в космической отрасли, в частности бортовые системы питания, резервные системы питания двигателей и т.д. Возможно также применение МГД-генераторов для устройств, рассчитанных на потребление больших мощностей (25-30 МВт) за довольно непродолжительный промежуток времени. Такими устройствами являются электроподогреватели аэродинамических труб, где применение этих генераторов достигает 25-30% от всех применяемых источников альтернативной энергии в этой сфере.

У МГД-генератора много преимуществ, но есть и свои недостатки, которые мешают ему выйти на один уровень использования нетрадиционных источников энергии. Среди этих недостатков главное место занимает то, что устройство работает при рабочих температурах более 1100 К. Не каждый материал способен выдержать такие температуры, что увеличивает стоимость генератора. Но и с этим недостатком ученые и инженеры успешно борются. В ближайшее время в качестве материалов для электродов генератора будут использоваться сплавы, с содержанием хрома 30%, способных выдержать температуру до 1500К.

Литература

1. Магнитогидродинамическое преобразование энергии. Физико-технические аспекты/И.И. Бейлис, В.А. Битюрин, И.А. Васильева, В.В. Кириллов, Г.М. Корягина, Г.А. Любимов, С.А. Медин, Г. Н. Морозов, А.Е. Шейндлин, Б.Я. Шумяцкий. М.: Наука, 1982. 368 с.
2. <https://nsportal.ru/ap/library/nauchno-tekhnicheskoe-tvorchestvo/2016/03/20/modelirovanie-mgd-generatora>
3. https://studopedia.su/16_17638_zamena-yadernoy-energii.html

УДК 629.052.9

СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Анищик О.Р., Стаскевич П.И.

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

В связи с техническим прогрессом появляются новые потребности для человечества. И поэтому сейчас, для многих отраслей жизни, необходимо использование электроэнергии. Однако ее использование требует значительных затрат, и в связи с этим появляется потребность в учете расхода электроэнергии и рационального ее использования. Дистанционная система диспетчеризации учета электроэнергии является одним из решений данной проблемы.

Показания потребления электроэнергии передаются с помощью интернета. Специальные программы, которые ведут учет, обрабатывают информацию и отправляют ее на сервера поставщика. Система является автоматизированной и, в связи с этим, не требует вовлечения человека в процесс.

Электросчетчики, которые дистанционно передают показания, используются для того, что вы автоматизировать процесс снятия информации по потреблению электроэнергии. Компании-поставщики электроэнергии, использующие систему дистанционного учета электроэнергии, кроме того, что контролируют данные о потребляемой клиентами электроэнергии, имеют ряд преимуществ, которых невозможно достичь, используя стандартные приборы для учета электроэнергии. К их числу относят:

- Возможность работы в нескольких тарифных режимах.
- Дистанционное подключение и отключение клиента к энергосистеме.
- Быстрое уведомление потребителя электроэнергии.
- Сбор информации для улучшения производительности прибора.

Использование системы дистанционного учета электроэнергии несет ряд преимуществ, так как: уменьшение шанса создания конфликтной ситуации, постоянный мониторинг потребления электроэнергии, возможность снять показания с любой точки мира, возможность быстрого и точного перерасчета на новый тариф. Благодаря своей точности, приборы позволяют уменьшить погрешность округления данных. Дистанционное снятие данных по потреблению электроэнергии легко интегрируется в систему «умный дом». Возможность с помощью специального программного обеспечения на компьютере или телефоне отключить дом от электросети с целью обесточивания электроприборов. Практичность. Нет необходимости постоянно контролировать потребление электроэнергии.

Принцип работы новых электросчетчиков, используемых в системе дистанционного учёта электроэнергии, заключается в обработке поступающих данных и последующем вычислении потребленной электроэнергии. Главное отличие электросчетчиков, используемых для дистанционного учета, и стандартных – отсутствие движущихся деталей и обширное количество функций: точный алгоритм обработки данных, увеличенное входное

напряжение, длительное хранение информации, сбор информации поставщиком и возможность учета потребления мощности.

В конструкции каждого дистанционного электросчетчика обязательно присутствуют следующие детали: жидкокристаллический дисплей, трансформатор, различные разъемы для подключения, различные контроллеры и микросхемы, супервизор, источник бесперебойного питания. Так же есть возможность установки оптического порта.

Электросчетчики с пультом дистанционного управления успешно используются на протяжении многих лет. За это время появилось много поставщиков оборудования для систем дистанционного учета электроэнергии. На территории СНГ наиболее популярными компаниями являются "Тайпит", "Инотекс" и "Энергомера". Российская компания "Инотекс" производит оборудование на протяжении пятнадцати лет и является лидером на рынке. "Энергомера" появилась на отечественном рынке в 2010 году, зарекомендовала себя благодаря высокой надежности товара. Фирма "Тайпит" специализируется на производстве измерительной аппаратуры, в том числе и электросчетчиков с дистанционным учетом показаний.

Компания поставщика берет на себя установку оборудования. Установка системы с дистанционным сбором данных начинается с подачи заявления и составления договора. Поставщик сам подготавливает пакет документов, где указывается техническая характеристика прибора: тип, количество фаз и режимов работы, тип проводов, вид защиты. Монтаж прибора осуществляется только после выдачи клиенту технической документации. Максимальная высота размещения прибора – сто семьдесят сантиметров, минимальная - сорок сантиметров. При необходимости есть возможность установки обогревающей системы. Оптимальная температура для эффективной работы устройства – от одного до двадцати одного градуса. Подключение входной цепи производится через автомат защиты. Корпус и металлические детали требуют заземления. К входному автомату подключается выходная цепь. Минимальное расстояние между линиями электроснабжения – один метр. Перед внедрением прибора в электросеть проводится ее проверочный запуск. Потребитель составляет заявление и направляет его в офис компании-поставщика. В бумаге указывается: Инициалы заявителя. Номер договора. Контактный телефон и адрес дома. Дата оформления, подпись и расшифровка подписи пользователя. Представитель электрокомпании составляет акт осмотра установленного прибора. В нем указывается стоимость монтажных работ и технические характеристики электросчетчика. Пломбировка устройства проводится после снятия первичных показаний за счет поставщика ресурса.

Использование дистанционной системы учета электроэнергии, которая передает данные компании-поставщику, облегчает контроль за потреблением электричества. Система надежна, практически не требует вмешательства человека и позволяет избежать конфликтов между потребителем и поставщиком в связи с высокой точностью расчетов. Система постепенно внедряется в нашу жизнь, полное ее внедрение в бытовую сферу значительно облегчит контроль за затратами на электроэнергию.

УДК 621.316

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ ФАЗ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТОКА НА РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТЕРЬ В ТРАНСФОРМАТОРЕ

Тарарай А.О., Ермолинская Л.Э.

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

При функционировании силовой аппаратуры затраты электроэнергии увеличиваются в нерабочее время. Это связано с ростом активных потерь холостого хода в стали. При этом наблюдается снижение нагрузки номинальной при увеличении энергий реактивного типа. Потери энергии, которые определяются в трансформаторе, относятся к активной мощности. Они появляются в магнитоприводе, на обмотках и прочих составляющих агрегата.

Причина потерь электроэнергии в трансформаторах – периодическое перемагничивание магнитопровода переменным магнитным полем. Это перемагничивание вызывает два вида магнитных потерь: потери от вихревых токов $P_{вт}$, наводимых переменным магнитным полем в пластинах магнитопровода и потери на гистерезис $P_{г}$.

Для количественной и качественной оценки этого явления ввели понятие потерь мощности. Изменение намагничивания сердечника (магнитной индукции) всегда отстает от соответствующих изменений магнитного потока (напряженности магнитного поля), создаваемого обмоткой.

Это отставание магнитной индукции от напряженности магнитного поля носит название гистерезиса. При каждом новом намагничивании сердечника для уничтожения его остаточного магнетизма приходится действовать на сердечник магнитным потоком противоположного направления.

Вид кривой гистерезиса для разных сортов стали различен, так как определяется максимальной магнитной индукцией.

По площади, которую занимает петля на графике, можно судить об электрической мощности, которая расходуется на процессы перемагничивания.

Измерения по площади больше относятся к графическим расчетам и не могут использоваться при анализе потерь в энергетической системе.

Существует метод, определяющий потери от высших гармоник в соответствии с выражением:

$$P_{в.г.} = P \cdot K_{гi}^2$$

Вышеприведенному способу присущи следующие недостатки:

использование параметра, измеряемого измерителями нелинейных искажений как коэффициента гармоник, возможно только при незначительном искажении сигнала, когда $K_{г} < 1$, что ограничивает применение способа; при больших значениях $K_{г}$ уравнение измерительного преобразования прототипа будет давать высокие погрешности, соизмеримые с самим измеряемым параметром; высокая погрешность, обусловленная тем, что не учитываются фазовые соотношения высших гармонических составляющих тока.

Повышение точности результатов измерений достигается тем, что активная мощность высших гармонических составляющих тока определяется с учетом соотношения амплитуд и начальных фаз, гармонических составляющих тока без ограничений, связанных с особенностями измерений.

Представив потери от высших гармоник в магнитопроводе, как сумму потерь от каждой гармоники, получим уравнение измерительного преобразования, позволяющее измерить мощность потерь от высших гармоник в результате проведения общепромышленных измерений активной мощности, разностей фаз и коэффициентов гармоник.

$$P_{B.G.} = P_1 \sum_{n=3}^m K_{in}^2 \cdot K_{\psi n}$$

Полученное уравнение измерительного преобразования позволяет измерить мощность потерь от высших гармоник в результате проведения общепромышленных измерений активной мощности, разностей фаз и коэффициентов гармоник.

УДК 621.3

АКТУАЛЬНОСТЬ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНЫХ МОЩНОСТЕЙ

Мушницкий А. В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Мороз Р.Р.

Особенностью электрических цепей является наличие в них реактивных элементов (индуктивностей и емкостей), которые препятствуют изменению параметров электрической энергии. Так, индуктивности препятствуют любому изменению тока в них, а ёмкости – изменению напряжения. Указанное препятствие выражается в том, что эти элементы в определённые интервалы времени «запасают» и «отдают» электрическую энергию. При выработке, преобразовании, передаче и потреблении электрической энергии на переменном напряжении наличие реактивных элементов приводит к колебательному процессу обмена энергией между ними. Реактивности рассредоточены между элементами электрических станций, подстанций, линий электропередач и приёмниками.

Доля электрической энергии, равная энергии обмена между реактивными элементами, называется реактивной энергией. Реактивная энергия не преобразуется в другие виды энергии, но её передача по элементам электрических цепей сопровождается дополнительной нагрузкой этих элементов, а также дополнительными потерями активной энергии на сопротивлениях цепи.

Поскольку реактивная энергия не преобразуется в другие виды энергии, на её производство не расходуется первичный энергоноситель на электрических станциях. Общеприняты понятия, что реактивности индуктивного характера являются потребителями реактивной энергии, а реактивности ёмкостного характера – источниками реактивной энергии.

Так как реактивная энергия работы не совершает, а только циркулирует по линиям электропередач между генераторами и приёмниками, вызывая их нагрев и, соответственно, дополнительные потери мощности, то её нужно компенсировать (уменьшать). Отсюда следует, что задача компенсации реактивных мощностей является актуальной.

При передаче реактивной мощности по сети возникают три негативных аспекта:

- 1) требуется увеличивать сечения проводников и мощность трансформаторов (увеличивать затраты на сеть), так как растёт величина модуля передаваемого по сети тока;
- 2) имеются дополнительные потери мощности и электроэнергии, так как

$$\Delta P = 3 I^2 R = 3 I_a^2 R + 3 I_p^2 R = \Delta p_a + \Delta p_p,$$

где Δp_a -- потери активной мощности в сети, обусловленные передачей активной мощности; Δp_p - потери активной мощности в сети, обусловленные передачей реактивной мощности;

3) имеются дополнительные потери напряжения в сети:

$$\Delta U = U_0 - U = I_a R + I_p X$$

Влияние указанных негативных аспектов на электрические сети снижают путём компенсации реактивных мощностей (КРМ).

КРМ – это использование в отдельных узлах сети или непосредственно у потребителей реактивной мощности, так называемых компенсирующих устройств (КУ) или источников реактивной мощности (ИРМ). ИРМ – электрооборудование, потребляющее из сети индуктивный ток (угол φ положительный). При этом уменьшается передаваемая по сети или потребляемая в узле нагрузки реактивная составляющая тока (уменьшается нагрузка сети током) и снижаются потери активной мощности и потери напряжения:

$$\Delta P = 3 I^2 R = 3 I_a^2 R + 3 (I_p - I_{КУ})^2 R$$

$$\Delta U = U_0 - U = I_a R + (I_p - I_{КУ}) X.$$

К компенсирующим устройствам относится специально изготавливаемое электрооборудование, предназначенное для КРМ: силовые конденсаторы и конденсаторные батареи, фильтровые компенсирующие устройства и активные фильтры, используемые для уменьшения высших гармоник в электрических сетях, синхронные компенсаторы, а также статические КУ.

ИРМ – более широкое понятие. Это все виды КУ и электроприёмники, которые по своему принципу работы помимо выполнения производственных функций могут “вырабатывать” реактивную мощность: синхронные генераторы, синхронные электродвигатели в режиме перевозбуждения, естественные ёмкости воздушных линий электропередачи, вентильные преобразователи с искусственной коммутацией вентилей или выполненные с использованием высокочастотных полностью управляемых полупроводниковых приборов. Распределением источников реактивной мощности (ИРМ) по узлам электрической сети и регулированием их мощностей изменяют потоки реактивных мощностей по элементам цепи, что приводит к изменению потерь активной энергии на элементах и изменению напряжений в узлах цепи. Правильное расположение регулируемых источников реактивных мощностей в узлах позволяет существенно уменьшить потери в энергосистемах. Сделанные выводы формируют актуальность задачи управления режимами работы электроэнергетических систем и систем электроснабжения.

УДК 621.3

КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Богушевич А.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Мороз Р.Р.

При функционировании электроэнергетических объектов, важное значение приобретает электромагнитная совместимость, которая заключается в способности объектов функционировать в электромагнитной обстановке, создаваемой другими объектами, не вызывая при этом встречного мешающего воздействия. В системах электроснабжения основная часть проблемы электромагнитной совместимости выражается во взаимоотношениях между её элементами и электроприёмниками электрифицированной деятельности человека на уровне параметров качества электрической энергии.

Все электроприёмники проектируются и изготавливаются на определённые (номинальные) параметры качества электроэнергии, и любое отклонение этих параметров от своих номинальных значений может приводить к ухудшению технико-экономических показателей функционирования электроприёмников и даже к нарушению их функционирования. Следовательно, взаимоотношения между системой электроснабжения и электрифицированным технологическим процессом с позиции качества электрической энергии необходимо регламентировать определённым документом, чтобы иметь юридические основания для разрешения проблем, которые могут возникнуть при указанных обстоятельствах.

Названный документ сформирован – это ГОСТ 13109- 97, которые регламентирует допустимые отклонения показателей качества электроэнергии на суточных интервалах времени в виде интегральных значений и способы их оценки.

Электрической энергии, как и любому виду продукции, присущи некоторые свойства, которые характеризуют её качество. Этими свойствами являются:

- величина напряжения;
- форма кривой напряжения;
- количество фаз;
- соотношение между фазами;
- частота изменения напряжения.

Для унификации процесса производства, преобразования, передачи, распределения и потребления электрической энергии необходимо указанные свойства зафиксировать на определённых численных значениях, которые выражаются в понятии номинальных параметров качества электрической энергии.

Как уже было сказано выше, все электроприёмники проектируются и изготавливаются, исходя из наилучших технико-экономических показателей их функционирования. Наилучшие технико-экономические показатели электроприёмников достигаются при потреблении ими электрической энергии с

номинальными параметрами качества. При снижении качества электрической энергии, естественно, ухудшаются технико-экономические показатели функционирования электроприёмников, а при достижении некоторого предела нарушается их работа.

При управлении режимами работы системы электроснабжения практически невозможно поддерживать параметры качества электроэнергии на уровне номинальных значений в любой момент времени. Следует также иметь в виду, что поддержание параметров качества электроэнергии на уровне номинальных значений обходится очень дорого. Поэтому необходимо обосновать и регламентировать нахождение их в определённых границах.

В основе нормирования показателей качества электроэнергии (ПКЭ) лежат следующие принципы:

- отклонение ПКЭ от своего номинального значения рассматривается как мешающее воздействие на функционирование электроприёмника, которое приводит к повышению затрат, связанных с преобразованием и использованием электрической энергии в технологическом процессе;

- границы возможного нахождения ПКЭ разделены на три зоны, исходя их технико-экономических соображений.

Первая зона - нормально-допустимые отклонения ПКЭ, при которых не наблюдаются ухудшения технико-экономических показателей функционирования электроприёмников или эти ухудшения незначительны. Эта зона предназначена для длительной нормальной работы.

Вторая зона – предельно допустимые отклонения ПКЭ, при которых наблюдаются существенные ухудшения технико-экономических показателей функционирования электроприёмников. Нахождение ПКЭ в этой зоне допускается кратковременно.

Третья зона – выход ПКЭ за предельно допустимую границу, при котором значительно ухудшается работа электроприёмников, сокращается их ресурс или нарушается функционирование. Нахождение в этой зоне является недопустимым.

Показатели качества электроэнергии нормируются в течение суточного интервала времени в виде интегральных значений с заданной вероятностью для получения достоверных и сопоставимых значений.

Нормируемые значения ПКЭ указываются не только на зажимах электроприёмников, но и в узлах электрических сетей, для того, чтобы предоставить возможность регулирования с целью достижения требуемых значений.

Нормально допустимые значения ПКЭ устанавливаются с интегральной вероятностью 0,95 на суточном интервале времени. Это означает, что в течение $0,95 \cdot 24 = 22,8$ часа ПКЭ не должны превышать нормально допустимых значений. В остальное время $0,05 \cdot 24 = 1,2$ часа эти ПКЭ могут превышать нормально допустимые, но не должны превышать предельно допустимых значений.

УДК 621.3

АСИНХРОННЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ В СОСТАВЕ НАСОСНОГО АГРЕГАТА

Копаченя С.С., Мороз Е.С.

Научный руководитель – м.т.н., старший преподаватель

Зеленко В.В.

В данной работ мы хотели рассказать о подборе и работе асинхронного электродвигателя в составе насосного агрегата.

Насосный агрегат – это единый машинный комплекс, состоящий из насоса, электродвигателя и устройства для передачи мощности от двигателя к насосу. Вал насоса соединен с электродвигателем. Электродвигатель приводит в движение вал насоса, передавая ему крутящий момент. Далее механическая энергия преобразуется в гидравлическую энергию.

Подробнее остановимся на подборе электродвигателя. Для того чтобы подобрать двигатель мы должны определить предварительную требуемую его мощность, учитывая расход и напор насоса, по формуле:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_n \cdot H_n}{1000 \cdot \eta_n} \cdot K, \text{ кВт}, \quad (1)$$

где, ρ – плотность воды, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

Q_n – номинальный расход, м³/с;

H_n – номинальный напор, м;

η_n – КПД насоса;

K – безразмерный коэффициент запаса.

В первом приближение принимаем коэффициент запаса $K = 1$.

$$N_{\text{дв}} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,4 \cdot 78,72}{1000 \cdot 0,89} \cdot 1 = 347,08 \text{ кВт}, \quad (2)$$

По полученной мощности подбираем коэффициент запаса

Таблица 1 - Коэффициент запаса

Мощность двигателя, кВт	до 20	21 ...50	51 ...300	более 300
Коэффициент запаса К	1,25	1,2	1,15	1,1

Из таблицы следует, что $K = 1,1$.

Пересчитываем мощность с учетом найденного коэффициента

$$N_{\text{дв}} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,4 \cdot 78,72}{1000 \cdot 0,89} \cdot 1,1 = 381,8 \text{ кВт}, \quad (3)$$

По данной мощности в каталогах подбираем нужный двигатель.
 Принимаем двигатель марки А 12-32-4, некоторые его характеристики:

- Масса: $m = 2400$ кг;
- Длина: $L_{дв} = 1315$ мм;
- Диаметр: $D_{дв} = 1400$ мм.
- Частота вращения: $n = 1480$ об/мин;
- КПД: 93,5%.
- Мощность: $N = 400$ кВт

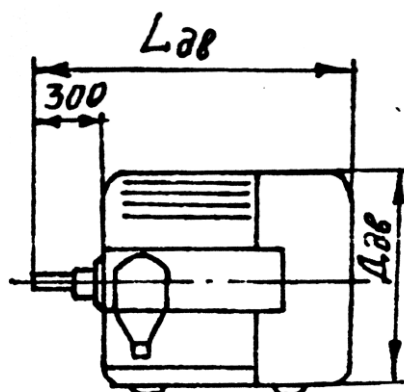


Рисунок 1. Схема электродвигателя марки А 12-32-4

Вычисленная и действительная мощности не должны отличаться более чем на 30%, в нашем случае это около 5%.

Главным условием насосного агрегата, чтобы частота вращения и мощность двигателя были больше частоты вращения и мощность самого насоса. Это делается для того, чтобы насос использовался на максимум своих возможностей и чтобы двигатель не перегревался. Если частота вращения насоса будет больше двигатель с меньшей частотой не сможет разогнать насос до нужной рабочей точки, следовательно нерациональное использование насоса.

Асинхронный электродвигатель марки А 12-32-4

Трехфазные асинхронные электродвигатели серии А и АЗ с короткозамкнутым ротором предназначены для привода промышленных механизмов, эксплуатация которых осуществляется без регулирования частоты вращения.

Прямой пуск электродвигателей серии А, АЗ обеспечивается при номинальном напряжении питающей сети (6000 В, 50 Гц), а также при снижении напряжения электросети во время пуска до величины $0,8U_{ном}$. Допускается один пуск двигателя в горячем состоянии, а также два пуска подряд в холодном состоянии. Допускается правое и левое направления вращения вала. Изменение направления вращения вала осуществляется исключительно в состоянии покоя.

Охлаждение двигателя серии А (защищенного исполнения), предназначенного для эксплуатации в закрытых помещениях с нормальной

средой, осуществляется в стандартном режиме самовентиляции. Охлаждение двигателей серии АЗ (закрытого исполнения), предназначенных для эксплуатации в закрытых помещениях с загрязненной средой, осуществляется посредством принудительной вентиляции чистым воздухом.

Короткозамкнутые асинхронные электродвигатели серий А и АЗ обладают следующими характеристиками:

- Режим работы продолжительный S1 (когда при неизменной номинальной нагрузке $P_{ном}$ работа двигателя продолжается так долго, что температура перегрева всех его частей успевает достигнуть установившихся значений $T_{уст}$)

- Способ охлаждения ICO1 (когда защищенная машина с внутренней самовентиляцией, вентилятор расположен на валу машины)

- Форма исполнения IM1001 (1-на лапах с подшипниковыми щитами 00-способ монтажа в пространстве — горизонтальное направление конца вала (если же третья цифра 8, как у маленьких двигателей, это обозначает, что эл двигатель может работать при любом направлении конца вала) 1-с одним цилиндрическим концом вала.)

- Степень защиты IP01 (От соприкосновения и попадания твердых посторонних сил специальная защита отсутствует. Капли воды, вертикально падающие на оболочку, не должны оказывать вредного воздействия на изделие.)

Почему асинхронный двигатель востребован? Из-за отсутствия скользящего момента он более надёжен и менее требователен в обслуживании. Кроме того, такой двигатель может запускаться от сети переменного тока «прямым пуском» – его можно включить коммутатором «на сеть», в результате чего двигатель запустится. А также двигатель относительно не дорогой и прост в эксплуатации.

Асинхронный двигатель применяют так же в быту: в тех устройствах, где не нужно регулировать частоту вращения. Чаще всего это так называемые «конденсаторные» двигатели или «однофазные» асинхронники. Хотя на самом деле с точки зрения электродвигателя правильнее говорить «двухфазные», просто одна фаза двигателя подключается в сеть напрямую, а вторая через конденсатор. Обычно такие двигатели применяются в вытяжных вентиляторах, холодильниках, небольших насосах.

Минус асинхронного двигателя в сложности регулирования. Асинхронный электродвигатель – это двигатель переменного тока. Если асинхронному двигателю просто понизить напряжение, не понизив частоту, то он несколько снизит скорость. Но у него увеличится так называемое скольжение (отставание частоты вращения от частоты поля статора), увеличатся потери в роторе, из-за чего он может перегреться и сгореть. До эры силовой полупроводниковой электроники и микропроцессорной техники (в прошлом веке) регулирование частотой было экзотикой – его не на чем было делать. Но сегодня регулируемый асинхронный электропривод на базе преобразователя частоты – это уже стандарт.

Литература

1. Насосы и насосные станции: Учебник / Под ред. В.Ф. Чебаевского. - М.: Агропромиздат, 1989. – 416 с.
2. Учебно-методическое пособие к курсовому проекту «Насосная станция» по дисциплине «Насосные станции» для студентов специальности Т.19.04-«Водохозяйственное строительство» Богославчик П.М., Линкевич Н.Н., Елисеев А.Е.

УДК 621.3

ГЭС: ПРИНЦИП РАБОТЫ, СХЕМА, ОБОРУДОВАНИЕ, МОЩНОСТЬ

Марченко Т.Ю.

Научный руководитель – м.т.н., старший преподаватель, Зеленко В.В.

Наверно каждый из нас представляет себе предназначение гидроэлектростанций, но не все знают, как именно работает ГЭС. Основная загадка для людей – каким образом вся эта огромная плотина без какого-либо топлива генерирует электрическую энергию. Об этом мы сегодня и поговорим. Что такое ГЭС? Гидроэлектростанция – это большой сложный комплекс, состоящий из разных зданий и сооружений, а также специального оборудования. Возводятся гидроэлектростанции на реках, где есть постоянный приток воды для наполнения плотины и водохранилища. Подобные сооружения (плотины), создаваемые при постройке гидроэлектростанции, необходимы для концентрации постоянного потока воды, который при помощи специального оборудования для ГЭС преобразовывается в электрическую энергию. И да отметим, что важную роль в плане эффективности работы ГЭС играет выбор места для строительства. Необходимо наличие пару условий: гарантированная неиссякаемая обеспеченность водой и высокий угол уклона реки.

Принцип работы ГЭС Работа гидроэлектростанции отчасти проста. Возведенные гидротехнические сооружения обеспечивают постоянный напор воды, который поступает на лопасти или лопатки турбины. Напор воды приводит турбину в движение, в результате чего она вращает генераторы. Активные части у гидрогенераторов занимают довольно малую долю ее общего объема. Большую часть объема занимают конструктивные части: опорный подшипник – подпятник, воспринимающий массу вращающихся частей генератора и турбины; направляющие подшипники, придающие оси ротора определенное положение в пространстве; верхняя и нижние крестовины, несущие на себе подпятник и подшипники, корпус статора, воздухоохладители, маслоохладители и др.

Гидроагрегаты, объединяющие турбину и генератор, являются крупнейшими из используемых в промышленности машин.

Синхронные генераторы, определяемые передаваемой активной мощностью и сопротивлениями ЛЭП и обусловливаемые сопровождающими выработку и передачу электроэнергии электромагнитными процессами (реактивной мощностью). Угол сдвига фаз, и частота вращения изменяются лишь при электромеханических переходных процессах в пределах, не нарушающих динамической устойчивости электроэнергетической системы. Последние, и вырабатывают электроэнергию, которую затем по линиям высоковольтных передач доставляют потребителю. Основная сложность подобного сооружения – обеспечение постоянного напора воды, что достигается путем возведения плотины. Благодаря ей большой объем воды концентрируется в одном месте. В некоторых случаях используют естественный ток воды, а иногда плотину и деривацию (естественное течение) применяют совместно. В самом здании находится оборудование для ГЭС,

основная задача которого заключается в преобразование механической энергии движения воды в электрическую. Эта задача возложена на генератор. Также используется и дополнительное оборудование для контроля работы станции, распределяющие устройства и трансформаторные станции. На слайде видно принципиальная схема ГЭС.

Мощности есть разные гидроэлектростанции, которые можно поделить по вырабатываемой мощности: Первые очень мощные – с выработкой более 25 МВт. Вторые это средние – с выработкой до 25 Мвт. И третьи это малые – с выработкой до 5 МВт. В нашей стране практически все ГЭС малые. Мощность ГЭС зависит в первую очередь от потока воды и КЭФ самого генератора, который на ней применяется. Но даже самая эффективная установка не сможет производить большие объемы электроэнергии при слабом напоре воды. Также стоит учитывать, что мощность гидроэлектростанции не является постоянной. В силу естественных природных причин уровень воды в дамбе может увеличиваться или уменьшаться. Все это оказывает влияние на объемы производимой электроэнергии.

Роль плотины самый ответственный, большой и вообще основная часть любой ГЭС – плотина. Невозможно понять, что такое ГЭС, не разобравшись в сути работы плотины. Они представляют собой огромные перемычки, которые удерживают поток воды. В зависимости от конструкции они могут отличаться: есть арочные, гравитационные, контрфорсные. По материалам, из которых возводятся плотины земляные, бетонные и даже деревянные. Плотины бывают глухие, сливные и станционные. Их огромное множество и большое разнообразие, но их цель всегда сводится к одному - удержание большого объема воды. Именно благодаря плотине удастся концентрировать стабильный и мощный поток воды, направляя его на лопасти турбины, которая вращает генератор. Он, в свою очередь, и производит электрическую энергию, которая подаётся на трансформатор, а дальше и в сеть. И да от напора воды будет зависеть КПД гидроэлектростанции.

Технологии. Как все мы уже знаем, принцип работы ГЭС основан на использовании механической энергии падающей воды, которая в дальнейшем с помощью турбины и генератора преобразуется в электрическую. Сами турбины могут быть установлены как в дамбе, так и возле нее, а в свою очередь с одной стороны от платины так и с двух сторон возле нее. В некоторых случаях применяют трубопровод, через который вода, находящаяся ниже уровня дамбы, проходит под высоким давлением. Индикатором мощности каждой ГЭС несколько: расход воды и гидростатический напор. Последний показатель определяется разницей высот между начальной и конечной точкой свободного падения воды. При создании проекта станции на одном из этих показателей основывают всю конструкцию. Известные сегодня технологии производства электричества позволяют получать высокий КПД около 92-94% при преобразовании механической энергии в электрическую. Иногда он в несколько раз превышает аналогичные показатели тепловых электростанций в среднем 35-40%. Столь высокая эффективность достигается за счет применяемого на гидроэлектростанции оборудования. Оно надежное и относительно простое в

использовании. К тому же за счет отсутствия топлива и выделения большого количества тепловой энергии срок службы подобного оборудования достаточно большой. Поломки здесь случаются крайне редко. Считается, что минимальный срок службы генераторных установок и вообще сооружений – около 50-55 лет. Хотя на самом деле даже сегодня вполне успешно функционируют гидроэлектростанции, которые были построены в тридцатых годах прошлого века.

Хочется добавить, что гидроэлектростанции вырабатывают так называемую (зелёную энергию), экологически чистую не загрязняющую среду энергию. У ГЭС много положительных моментов, но есть и недостатки в первую очередь — это изменение микроклимата затопление больших участков суши и плодородных земель, а пойменная почва теряет влагу. Исчезает большое количество растительности и сокращается численность рыбы.

На территории Республики Беларусь строительство первой ГЭС было начато в 1935 году и уже в 1938 году дала первый ток, вообще на территории нашей республики было построено немало гидроэлектростанций, но все они считаются малыми, это связано с тем что наша страна находится на равнинной территории, и нет больших перепадов уровней земли и русел рек. Самая мощная ГЭС в нашей стране это Витебская суммарной мощностью 40 МВт 138 миллионов киловатт-часов электроэнергии в год.

Литература

1. С.П. Гатилло, О.Б. Корбут. Гидроэлектростанции: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 04 01 «Водохозяйственное строительство», БНТУ, 55с.

УДК 696.117

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ БАШЕННЫХ КРАНОВ

Лубко А.С., Яковец Т.С.

Научный руководитель – м.т.н., старший преподаватель Зеленко В.В.

Для привода механизмов башенных кранов применяют, как правило, асинхронные электродвигатели трехфазного тока кранового типа. Эти электродвигатели предназначены для работы как в помещении, так и на открытом воздухе.

Электродвигателем называется электрическая машина, с помощью которой электрическая энергия преобразуется в механическую. По роду тока электродвигатели разделяются на электродвигатели переменного тока и электродвигатели постоянного тока. На башенных кранах применяют главным образом трехфазные асинхронные двигатели переменного тока.

Устройство и принцип работы трехфазных асинхронных двигателей.

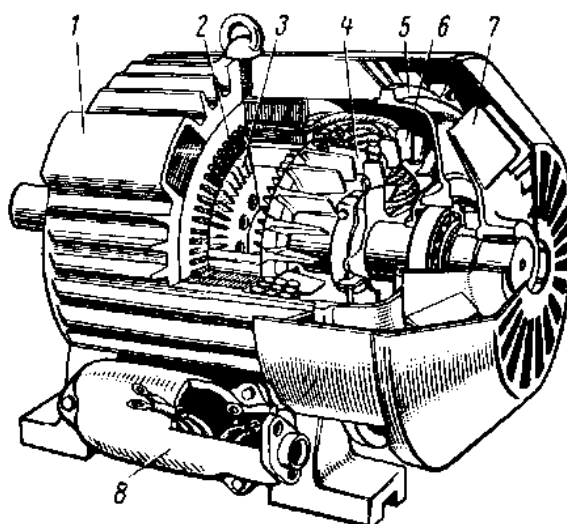


Рисунок 1. Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором
 1 — остов; 2 — статор; 3 — ротор; 4 — стержни обмотки ротора; 5 — подшипниковый щит; 6 — вентиляционные лопасти ротора; 7 — вентилятор; 8 — коробка выводов

Асинхронный двигатель имеет две основные части: неподвижную — статор и вращающуюся — ротор.

Статор состоит из чугунного или алюминиевого корпуса 3, внутри которого помещен цилиндр 4, собранный из штампованных листов электротехнической стали, изолированных лаком. На внутренней стороне цилиндра имеются пазы, в которых размещена обмотка 2, питаемая от сети переменного тока. Обмотка выполнена в виде трех катушек (или групп катушек), сдвинутых по окружности статора на равный угол друг относительно друга. На кране обычно применяют электродвигатели с обмоткой статора, рассчитанной на напряжения 380/220 В. При напряжении 380 В обмотку статора соединяют в звезду (Y), а при напряжении 220 В — в треугольник (A). Переключают обмотку статора в коробке выводов, расположенной в верхней части корпуса статора. В коробке расположены

шесть выводных концов с кабельными наконечниками, имеющими обозначение начал трехфазной обмотки С1, С2, С3 и концов С4, С5, С6.

При включении статорной обмотки в звезду концы проводов С4, С5 и С6 соединяют вместе, а к началам С1, С2, С3 присоединяют питающие провода трехфазной сети. При включении статорной обмотки в треугольник попарно соединяют выводы С1 и С6, С2 и С4, С3 и С5. К образовавшимся трем точкам присоединяют питающие провода трехфазной сети.

Ротор представляет собой цилиндр, собранный из листов электротехнической стали и укрепленный на валу. На поверхности ротора имеются пазы, в которых помещается обмотка ротора. Эта обмотка не имеет электрической связи с питающей сетью.

По типу обмотки ротора электродвигатели разделяют на электродвигатели с короткозамкнутым ротором и с фазным ротором.

В короткозамкнутом роторе обмотка состоит из отдельных стержней, заложенных в пазы и соединенных с торцовых сторон кольцами. Такая обмотка носит название беличьего колеса (беличья клетка).

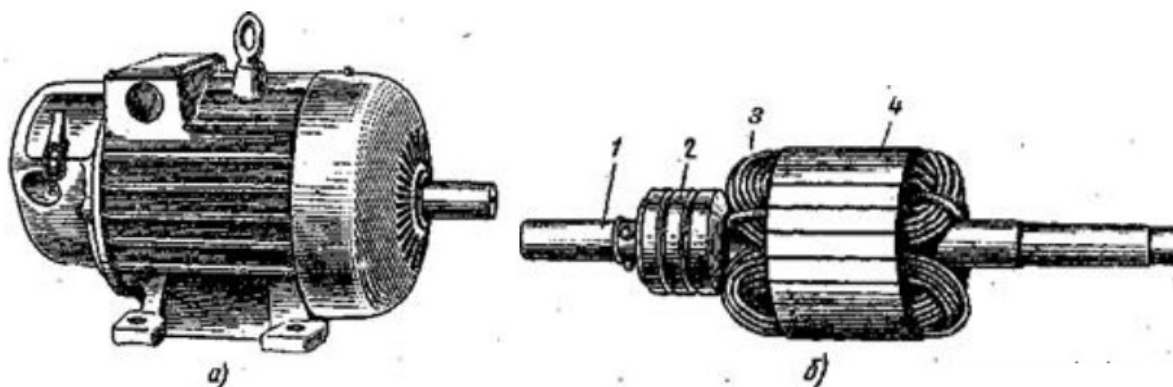


Рисунок 2. Асинхронный электродвигатель с фазным ротором: а — общий вид, б — ротор; 1 — вал, 2 — контактные кольца, 3 — обмотка ротора, 4 — пакет ротора

У двигателя с фазным ротором в пазах пакета 4 ротора уложена обмотка 3 из изолированного провода. Как и обмотка статора, она состоит из трех катушек или трех групп катушек. Начала катушек соединены в звезду на роторе, а концы подведены к трем контактными кольцам, укрепленным на валу ротора. На кольца наложены угольные (графитовые) щетки, закрепленные в неподвижных щеткодержателях. Нажимом щетки на кольцо осуществляется скользящий токосъем, т. е. вращающаяся обмотка ротора может быть соединена с неподвижным реостатом, находящимся вне двигателя.

Работа двигателя основана на явлении вращающегося магнитного поля, которое образуется при питании обмоток статора переменной трехфазной системой токов. Вращающееся магнитное поле статора пересекает проводники обмотки ротора, в связи с чем в них наводится (индуцируется) электродвижущая сила (э. д. с). Под влиянием этой силы в замкнутых проводниках ротора возникает ток. Взаимодействие тока в обмотке ротора с вращающимся магнитным полем статора создает момент, под действием

которого ротор вращается за полем статора, преодолевая приложенный к валу момент сопротивления нагрузки.

Шесть катушек обмотки дают две пары полюсов, при этом частота вращения поля статора 1500 об/мин и т. д. Рассмотренные двигатели называют асинхронными, так как у них ротор всегда вращается с меньшей скоростью по сравнению со скоростью вращения магнитного поля статора. Разница между частотами вращения поля статора и ротора характеризуется величиной S которая называется скольжением.

Во время разгона двигателя, по мере приближения частоты вращения ротора к частоте вращающегося магнитного поля статора уменьшается относительная скорость пересечения обмотки ротора вращающимся магнитным полем, соответственно уменьшаются э. д. с. и ток в роторе, а также вращающий момент. Когда момент сопротивления становится равным вращающему моменту электродвигателя, наступает состояние равновесия, при котором скорость ротора не изменяется.

Электродвигатели с короткозамкнутым ротором применяют в электроприводе, где не требуется регулирования скорости, или в качестве второго (вспомогательного) двигателя для получения пониженных скоростей механизмов крана. Недостатком электродвигателей с короткозамкнутым ротором является большой пусковой ток, в 5—7 раз превышающий ток двигателя при работе с номинальной нагрузкой.

Двигатели с фазовым ротором применяют в приводе, где требуется регулировать скорость. Включение в цепь ротора пускорегулирующего реостата позволяет уменьшить пусковой ток, увеличить пусковой момент и изменить механическую характеристику двигателя.

Устройство и принцип работы двигателя постоянного тока.

Двигатель постоянного тока также состоит из двух основных частей: неподвижного корпуса (станины) и вращающегося якоря с коллектором. На станине укреплены главные полюсы с обмоткой возбуждения и дополнительные полюсы. Главные полюсы создают основной магнитный поток, замыкающийся через якорь. Дополнительные полюсы служат для уменьшения искрения на коллекторе, вызываемого электромагнитными процессами в якоре при коммутации.

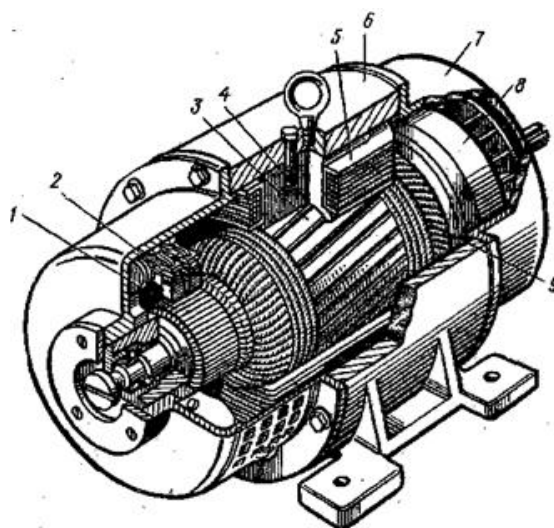


Рисунок 3. Электродвигатель постоянного тока:
 1 — коллектор, 2 — щетки, 3 — якорь, 4 — главный полюс,
 5 — катушка обмотки возбуждения, 6 — корпус, 7 — подшипниковый щит,
 8 — вентилятор, 9 — обмотка якоря

Двигатели постоянного тока тяжелее, дороже и сложнее, чем одинаковые по мощности трехфазные асинхронные двигатели. Они требуют более квалифицированного ухода и обслуживания. Достоинством двигателей постоянного тока является возможность плавного и глубокого регулирования скорости вращения, поэтому такие двигатели применяют в специальных схемах электропривода кранов для высотного строительства.

Режим работы электродвигателей. Допустимые нагрузки электродвигателя определяются его нагревом, а следовательно, зависят от режима работы. Различают три режима работы: длительный, кратковременный и повторно-кратковременный.

Длительным режимом работы, называется такой режим, при котором двигатель работает в течение длительного времени без выключения. Если двигатель работает с постоянной нагрузкой, равной номинальной мощности, то двигатель нагревается до определенной температуры, равной предельно допустимой температуре нагрева его обмоток.

Кратковременным режимом называется режим работы, при котором электродвигатель включается на некоторое время (например, на 30 мин), после чего наступает перерыв в работе до полного остывания электродвигателя.

Повторно-кратковременный режим представляет собой длительно повторяющиеся циклы. В каждом цикле последовательно чередуются включение — работа, выключение — пауза.

Согласно установленным нормам время цикла не должно превышать 10 мин. Стандартные значения ПВ равны 15; 25; 40 и 60%. Каждому из них соответствует нагрузка электродвигателя, допускаемая его нагревом при данном режиме работы.

Электродвигатели специального кранового типа предназначены для работы, как в помещении, так и на открытом воздухе. Поэтому их выполняют закрытыми, с самовентиляцией (асинхронные двигатели) или с независимой

вентиляцией (двигатели постоянного тока) и с влагостойкой изоляцией: Так как двигатели рассчитаны на тяжелые условия работы, их изготавливают повышенной прочности. Крановые электродвигатели допускают большие кратковременные перегрузки и имеют большие пусковые и максимальные моменты, которые превышают номинальные в 2,3—3,0 раза; при этом двигатели имеют относительно небольшие пусковые токи и малое время разгона. Крановые электродвигатели рассчитаны на кратковременные и повторно-кратковременные режимы работы.

Крановые асинхронные электродвигатели имеют обозначение, состоящее из букв и цифр. Буквы показывают исполнение двигателя: МТ — с фазным ротором, МТК — с короткозамкнутым ротором; первая цифра трехзначного числа (0—7) характеризует возрастающий наружный диаметр статорных листов, третья цифра (1—3)—длину сердечника статора данного габарита; вторая цифра в трехзначном числе (1) указывает, что двигатель относится к модернизированной серии; цифра, стоящая после дефиса, обозначает число полюсов машины. Двигатели с индексом В (МТВ и МТКВ) имеют нагревостойкую изоляцию класса В с допустимой температурой нагревостойкости 130° С. Двигатели с индексом F (МТF и МТКF) имеют нагревостойкую изоляцию класса F с температурой нагревостойкости 155° С. Двигатели JV1T и МТК выполняют с изоляцией класса E, с допустимой температурой нагревостойкости 120° С. Например, МТF 411—8 —крановый электродвигатель с фазным ротором 4-й величины, 1-й длины, восьмиполусный, с изоляцией класса F.

Литература

1. Белецкий Б. Ф. Строительные машины и оборудование: Справочное пособие (для производителей, студентов строительных вузов, факультетов, техникумов).- Ростов н/Д: Феникс, 2002.-595 с.
2. Котович, А. С. Электродвигатели и двигатели внутреннего сгорания в современных автомобилях / А. С. Котович, М. А. Побыванец ; науч. рук. В.В. Зеленко // Актуальные проблемы энергетики: материалы 73-й научно-технической конференции студентов и аспирантов / Белорусский национальный технический университет, Энергетический факультет, Секция «Электротехника и электроника». – Минск: БНТУ, 2017. – С. 843-847.
3. Бердин Александр – 2007 - 2017 // Строй-Техника. Ру - информационная система по строительной технике.

УДК 621.3

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАССАЖЕРОВ

Лычковский М.И., Костюк М.Н.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Электрический массажер – самое эффективное и ценное электронное устройство для массажа мышц. Он включает в себя специальные механизмы, которые медленно нажимают и переворачивают кожу пользователя.

Электрические массажеры вошли в нашу обыденную жизнь не так давно, но заняли в ней весомую нишу. Вместо того, чтобы платить много денег на сеансах массажа в салоне, инвестировать в такое устройство намного дешевле, так как современные массажеры не хуже профессионалов решают поставленную задачу: способны быстро успокоить и обезболить, стимулировать кровообращение, снять усталость, отрегулировать функции организма.

Рассмотрим пользу такого массажа, показания и противопоказания к применению, а также существующие виды электромассажеров.

Принцип работы электромассажера

Все электрические приборы для массажа имеют различную конструкцию, но принцип работы у всех одинаков. Они состоят из двигателя и ударных механизмов или роликов, которые, при поступлении электрического тока, совершают разнообразные по силе и интенсивности движения. Это имеет положительный эффект для всего организма человека: мышцы расслабляются, прекращаются болевые ощущения улучшается кровообращение. Использование приборов помогает бороться с *отложением солей* в отделах позвоночника.

Электромассажер – это универсальное приспособление, с помощью которого можно проводить процедуры на любом участке тела.

К выбору массажера необходимо подходить с точки зрения пользы от прибора. Ведь он может использоваться как для лечебных целей, так и для профилактических. Без рекомендации врача чаще всего покупают устройство, позволяющее снять усталость.

Виды и конструкция приборов

1. **Ручной электрический массажер** – самый бесхитростный и недорогой прибор. Его корпус изготовлен из пластика. Работает устройство от розетки или от аккумуляторных батареек. Используется для выполнения самомассажа, имеет комфортную конструкцию, позволяющую делать массаж без посторонней помощи. Пример его использования изображен на рисунке 1.



Рисунок 1. Ручной электромассажер и его применение

Преимущества: в комплекте идут многофункциональные насадки, увеличивающие функциональность прибора, многоскоростной режим работы. Некоторые современные ручные массажеры оснащены *инфракрасным излучателем*, который способствует устранению отеков.

Недостатки: непродолжительность использования вследствие удержания в одной руке.

2. Подушка-массажер

Один из вариантов его исполнения изображен на рисунке 2.



Рисунок 2. Подушка-массажер

Применяется для массажа шеи и спины. Характеризуется расслабляющим действием для мышц данной области. Массажные ролики, вращающиеся во всех направлениях, обеспечивают хорошую разминку мышц. Расслаблению и снятию спазм способствует инфракрасное излучение.

3. Воротник

Вариант его применения изображен на рисунке 3.

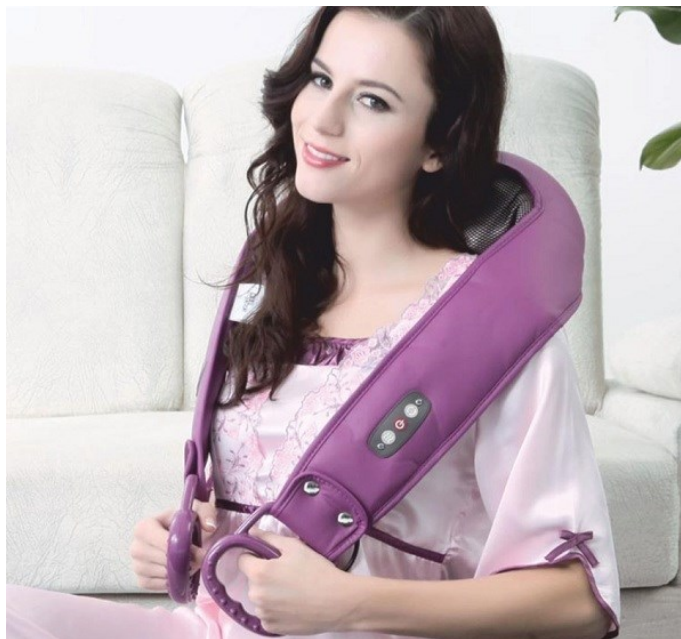


Рисунок 3. Массажер типа воротник и его применение

Массажер представлен в виде шарфа, изготовленного из мягкой ткани, который обеспечивает комфортное проведение процедуры. Во время вибрационных движений массажера нервная система успокаивается, а мышечная приходит в тонус. Теплая ткань оказывает согревающий эффект. Прибор улучшает общее самочувствие.

Преимущества: универсальность, большой выбор режимов работы, бесшумный.

4. Накидка-массажер



Рисунок 4. Накидка-массажер

Изготавливается в нескольких вариантах. Один из вариантов его исполнения изображен на рисунке 4.

Например, из ткани, натуральной или искусственной кожи. Форма данного массажера напоминает собой накидку-чехол со встроенными роликами разной формы, которая надевается на кресло. Вращающиеся ролики оказывают

массажный эффект на мышцы спины и шеи, расслабляют и возвращают человеку работоспособность.

Преимущества: возможность использования дома, на работе или в автомобиле.

5.Массажер-ранец

Пример его использования изображен на рисунке 5.



Рисунок 5. Массажер-ранец

Самым современным вариантом исполнения массажеров являются ранцы. Поэтому все модели оснащены по последнему слову техники, и имеют широкий функционал. Хороший результат достигается путем регулировки шлеек. Массажер должен плотно прилегать к поверхности спины.

Преимущества: позволяет получить массажный эффект во время прогулки на свежем воздухе.

Недостатки: питание обеспечивается только от аккумуляторов, которому необходима своевременная их зарядка.

Показания к использованию:

- постоянно переутомление и дискомфорт мышц;
- легкое искривление позвоночника;
- большие нагрузки на позвоночник и шею;
- ослабленный тонус мышц.

Массажер принесет выгоду людям, которые ежедневно занимаются спортом, а также людям, у которых сидячий образ жизни связанный с работой.

В заключении, хотелось бы сказать, что с появлением электрических массажеров, можно, почти полностью, отказаться от частых посещений врачей, работающих в данной сфере. Можно с уверенностью сказать, что электромассажеры являются не только полноценной заменой обычного массажа, но в некоторых моментах преобладают над ними. Данные приборы

нужно использовать грамотно и во многих случаях по назначению врача, тем самым они помогут владельцам стать на здоровый путь жизни.

Литература

1. Электрический массажер для спины и шеи [Электронный ресурс] // режим доступа: <http://tehnika.expert/dlya-zdorovya/massazher/elektricheskij-dlya-spiny-i-shei.html>
2. Какие существуют электрические массажеры для спины и шеи: преимущества и особенности использования [Электронный ресурс] // режим доступа: <https://sovetexpert.ru/elektricheskij-massazher-dlya-spiny-i-shei.htm>
3. Вред и польза автоматического массажа для здоровья человека [Электронный ресурс] // режим доступа: <http://zeleneet.com/vred-i-polza-avtomaticheskogo-massazha-dlya-zdorovya-cheloveka/21558/>

УДК 621.355.9

АККУМУЛЯТОРЫ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Габерник П.Н.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

На данный момент основной проблемой внедрения альтернативных технологий возобновляемой энергетики является высокая стоимость оборудования. Также, стоит принять во внимание относительно небольшую и не постоянную мощность вырабатываемой энергии. На примере можно рассмотреть ветряную электростанцию и солнечную батарею, в безветренный день или ночью соответственно производительность этой энергетики резко снижается.

Исходя из этого, основной целью энергетики является разработка и создание недорогого и долговечного аккумулятора для хранения энергии, предоставляющей нужное количество энергии в любое время.

Так же в наше время немаловажным аспектом является экологичность материалов.

Таким образом, ученые из Технологического университета в Познани (Польша) и Университета в Линчепинге (Швеция), Гжегож Мильчарек (Grzegorz Milczarek) и Олле Инганас (Olle Inganäs), разработали экологически чистый и долговечный аккумулятор, основой которого является дешевое и доступное сырье – лигнин [1].

Лигнин (от лат. lignum – дерево, древесина) – вещество, характеризующее одревесневшие стенки растительных клеток. Является составным компонентом древесины, побочным продуктом производства бумаги. В основном лигнин вырабатывается бумажной продукцией и при производстве биотоплива.

Экспериментаторов вдохновил процесс фотосинтеза для выделения лигнина из сырья, молекулы которого могут использоваться в качестве аккумуляторов, так как они богаты фенолами. Катоду требуются хиноны, образованные от фенолов, для использования их в качестве носителя заряда в батарее [2].

В конечном итоге была разработана тонкая пленка толщиной 0,5 мкм, состоящая из производных лигнина и электропроводящего полипиррола (класс органических проводящих полимеров).

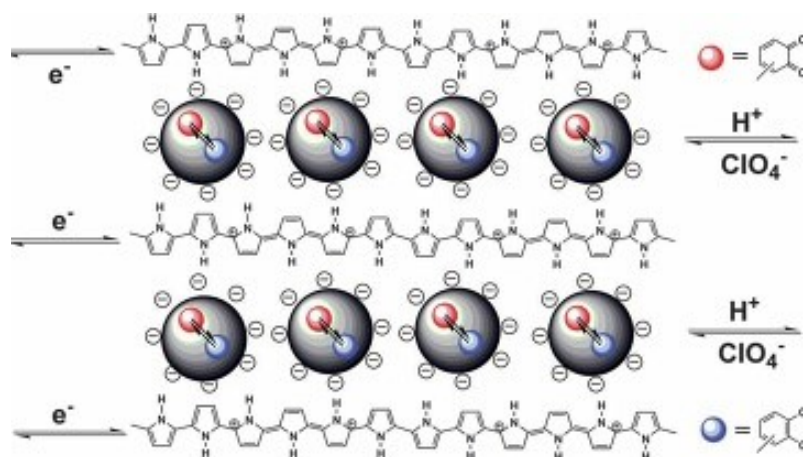


Рисунок 1. Комбинация из лигнина (шарики) и «лент» полипиррола

Такой полимерный композит (рисунок 1) может накапливать и отдавать энергию в процессе окислительно-восстановительных реакций. Пленка из данного композита может стать основой для катодов химических аккумуляторов.

Лигнин является возобновляемым и неисчерпаемым материалом, это и является преимуществом его использования для хранения электроэнергии, так как на Земле этот материал находится в избытке. Множество растений содержит в основном 20-30% лигнина, но это сырье просто сжигается, хотя может найти применение в изготовлении недорогих аккумуляторов, способных функционировать долгое время.

Несмотря на такое количество плюсов данного материала, батареи на основе древесных отходов, в данном случае мы говорим о лигнине, имеют и свои недостатки.

Основной минус аккумулятора из лигнина – это высокая саморазрядка. Батарея способна разряжаться даже в том случае, если к ней не подключен потребитель тока. Но различные производные лигнина ведут себя неодинаково в катодах аккумуляторов.

Так же недочетом является то, что данные батареи не могут похвастаться выдающимися параметрами. Но ученые стремятся усовершенствовать технологию и создать аккумулятор, способный продолжительное время сохранять энергию. Все же эти недостатки будут компенсироваться низкой ценой аккумулятора [3].

После того, как исследователи из Калифорнийского университета сообщили об эффективности преобразования энергии солнечного света в 10%, Гжегож Мильчарек и Олле Инганас решили, что эффективности органических солнечных батарей на основе древесных отходов достаточно для начала крупномасштабного производства.

Ученых ожидает дальнейшее исследование эффективных накопителей получаемой энергии на основе возобновляемых материалов. Начало по созданию аккумулятора на основе древесных отходов положено.

Таким образом, цель исследователей по созданию способа хранения электроэнергии посредством возобновляемых источников, не требующего строительства больших сетей, успешно развивается.

В конце хотелось бы немного добавить о КПД гелиосистем. Это один из основных критериев оценки эффективности преобразования солнечного света в энергию при оценке работы солнечных батарей.

Один метр квадратный фотоэлементов обеспечивает 15-20% выработки солнечного излучения. В результате для обеспечения нужного энергоснабжения требуется установка большого числа солнечных панелей значительной площади.

Для повышения КПД создаются многослойные панели. Такие конструкции состоят из материалов, расположенных слоями.

Как было отмечено ранее, для солнечных батарей на основе древесных отходов КПД составляет 10%. Аккумуляторные батареи из монокристаллического кремния имеют КПД 10-20%. Они являются самыми эффективными, но стоимость их сравнительно велика. Так же существуют батареи из аморфного кремния, из них изготавливают тонкопленочные гибкие панели. Их производство проще, но цена намного ниже. КПД составляет всего 5-6% [4].

Литература

1. Придуман аккумулятор из древесных отходов / [Электронный ресурс]. – Energy fresh, 2012. Режим доступа: <http://www.energy-fresh.ru/energoeffect/?id=3490>
2. Повный, А. Аккумулятор из древесных отходов/ [Электронный ресурс]. – А. Повный – Elektrik Info, 2012. – Режим доступа: <http://elektrik.info/main/news/953-akkumulyator-iz-drevesnyh-othodov.html>
3. Аккумулятор на древесных отходах / [Электронный ресурс]. – 1AK/BY, 2012. – Режим доступа: <https://1ak.by/news/akkumulyator-na-drevesnyh-othodah.html>
4. Каков КПД солнечных батарей? / [Электронный ресурс]. – AkkumMaster, 2018. – Режим доступа: <https://akkummaster.com/prochee/alternativnaya-energiya/kpd-solnechnyh-batarej.html>

УДК 621.397

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭКРАНОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Тишевич А.О., Ильюшёнок Д.М.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Телевизор – это электронное устройство, которое получает визуальный и звуковой сигнал и воспроизводит его для зрителя.

Функция телевизора заключается в иллюстрации графической информации с помощью, например, кинескопа, плазменной, светодиодной или жидкокристаллической (ЖК) панели. Телевизор состоит из корпуса, со встроенными в его электронными блоками. Также содержит входные и выходные разъемы, один или несколько динамиков и ручки или кнопки для управления им.

Эволюция телевидения действительно интересна, начиная со скромного начала в 1930-х годов. В последние годы технологии резко изменились. Самым ранним предком современного телевидения был восьмиугольник, который сделан еще в 1928 году. Он работал с дисковой технологией, которая вращалась на экране размером 3 дюйма.

Виды экранов телевизоров подразделяются на следующие:

1. Механический.
2. Кинескопный (с ЭЛТ).
3. *LCD*-экран (Жидкокристаллический).
4. *PDP*-экран (Плазменный).
5. Лазерный.
6. *FED*-дисплей (Дисплей с автоэлектронной эмиссией).

Рассмотрим эти экраны подробнее.

Механический телевизор

Шотландский изобретатель Джон логи Бэйрд в 1925 году построил несколько первых прототипов видеосистем, в которых использовался диск *nirkow*. 25 марта 1925 года Бэйрд представил первую публичную демонстрацию телевизионных изображений в движении (рисунок 1) в универмаге в Лондоне.



Рисунок 1. Механический телевизор

Механическое телевидение или механическая система телевидения развертки, которая полагается на механическом сканирующем устройстве, вращая диск с отверстиями в нем или вращая зеркало, для того чтобы просмотреть сцену и произвести сигнал на приемник для показа изображения.

Принцип работы механического экрана показан на рисунке 2.

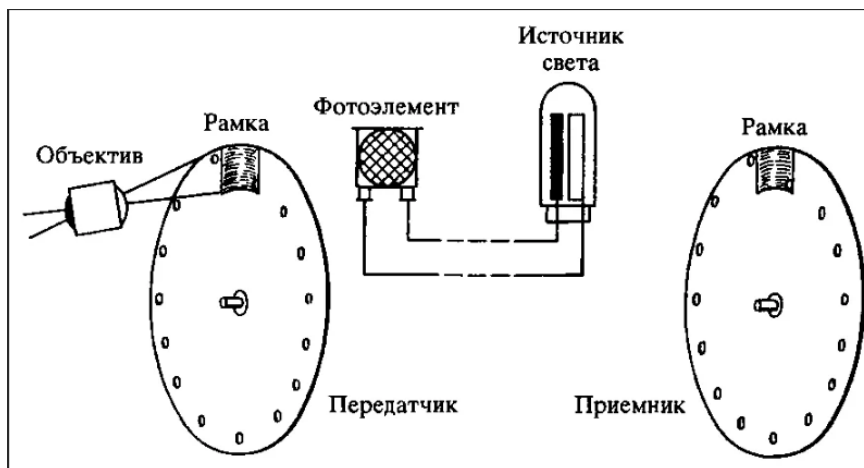


Рисунок 2. Принцип работы механического экрана

Телевизор с кинескопом

В 1920 году Владимир Зарыкин изобрел электронно-лучевую трубку, которую он назвал кинескопом и положил начало новой эре в истории телевидения.

На рисунке 3 изображено устройство электронно-лучевой трубки (ЭЛТ).

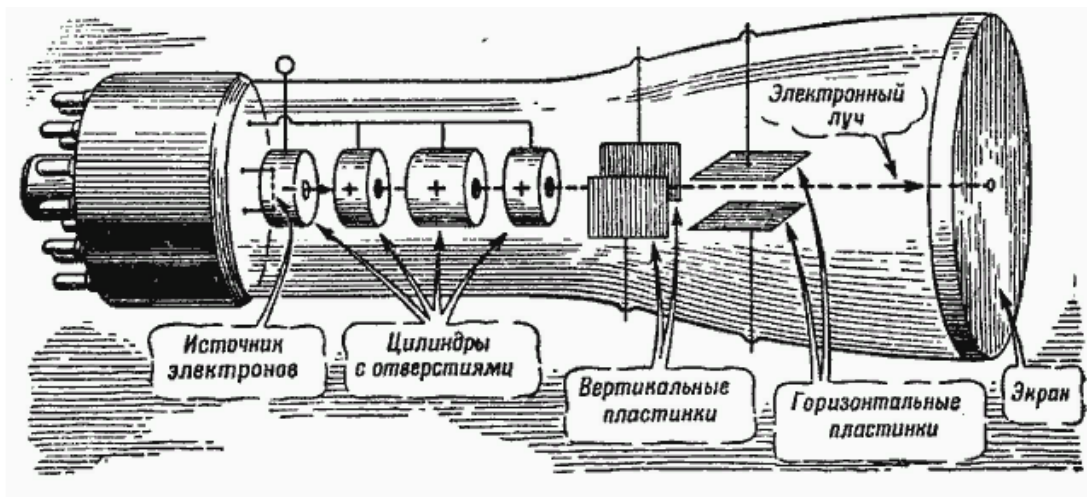


Рисунок 3. Устройство ЭЛТ

Один из вариантов телевизора с кинескопом изображен на рисунке 4.



Рисунок 4. Телевизор с кинескопом.

Жидкокристаллический экран

Разработка ЖК-дисплеев началась в лабораториях *RCA* в Принстоне, штат Нью-Джерси. В 1962 году исследователь *RCA* Ричард Уильямс обнаружил, что жидкие кристаллы проявляют некоторые интересные электрооптические характеристики. Ричард Уильямс произвел картины в тонком слое материала жидкостного кристалла путем прикладывания напряжения тока. Полученный узор состоял из длинных параллельных областей, которые он называл "доменами".

Основной принцип, лежащий в основе жидкокристаллических молекул, заключается в том, что при приложении к ним электрического тока они склонны поляризоваться. Таким образом, вызывается изменение угла отклонения света, проходящего через них. В результате части света не может пройти определенную область *LCD*-экрана. Таким образом, эта область становится темнее по сравнению с другими.

Для создания ЖК-экрана, отражающее зеркало должно быть установлено в задней части панели. Сверху удерживается электродная плоскость из оксида индия-олова, а снизу добавляется стекло с поляризационной пленкой. Вся площадь ЖК-дисплея должна быть покрыта общим электродом, а над ним должно находиться жидкокристаллическое вещество. Далее идет еще один кусок стекла с электродом в форме прямоугольника внизу и, сверху, еще одна поляризующая пленка. Следует отметить, что оба они держатся под прямыми углами. Когда нет тока, свет проходит через переднюю часть ЖК-дисплея, при этом он будет отражен зеркалом и отклонен в другую сторону.

Пример использования первых жидкокристаллических индикаторов изображен на рисунке 5.



Рисунок 5. Пример использования первых жидкокристаллических индикаторов

Следующий этап в развитии *LCD*-технологии начался в 80-х годах, когда в устройствах стали применяться *STN*-элементы с повышенной контрастностью. Затем на смену им пришли многослойные структуры, позволяющие устранить ошибки при воспроизведении цветного изображения.

На рисунке 6 изображено устройство усовершенствованного *LCD*-экрана.

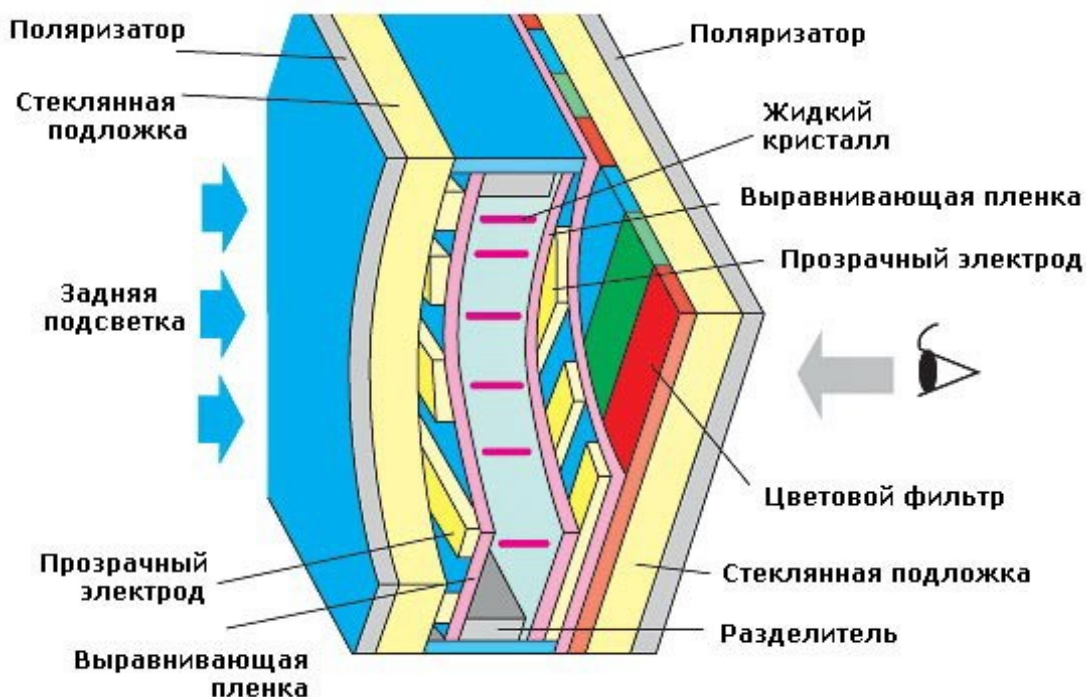


Рисунок 6. Устройство усовершенствованного *LCD*-экрана

На рисунке 6 изображен пример внешнего вида *LCD*-дисплея телевизора.



Рисунок 5. Дисплей LCD-телевизора

Преимущества LCD:

- ✓ ЖК-дисплей потребляет меньше энергии по сравнению с кинескопом.
- ✓ ЖК-дисплеи имеют низкую стоимость.
- ✓ Обеспечивает превосходный контраст.
- ✓ LCD -дисплей тоньше и легче по сравнению с электронно-лучевой трубкой и светодиодом.

Недостатки LCD -дисплея:

- Требуется дополнительные источники света.
- Диапазон температур ограничен для эксплуатации.

Плазменные экраны (PDP)

Первый плазменный дисплей был сделан в 1964 году для компьютерной системы Платона, Дональдом Битцером и Х. Джином Слоттоу из Университета Иллинойс в Урбана-Шампейн.

Принцип работы: берутся две стеклянные пластины, между которыми заполняются миллионы крошечных ячеек, содержащих такие газы, как ксенон и неон. Электроды также помещены внутри стеклянных пластин таким образом, что они расположены впереди и позади каждой ячейки. Задняя стеклянная пластина имеет специальные электроды, расположенные в таком положении, что они находятся за ячейками. Передняя стеклянная пластина имеет прозрачные электроды дисплея, которые окружены со всех сторон слоем оксида-магния, а также диэлектрическим материалом.

При подаче напряжения электроды заряжаются и вызывают ионизацию газа, в результате чего образуется плазма. Это также включает столкновение между ионами и электронами приводит к излучению света фотонами.

Состояние ионизации изменяется в зависимости от цвета плазмы и монохромной плазмы. Для последнего между электродами подается низкое напряжение. Для получения цветной плазмы задняя часть каждой ячейки должна быть покрыта люминофором. Когда фотон испускает свет, также

испускаются ультрафиолетовые лучи. Эти ультрафиолетовые лучи реагируют с люминофорами для того чтобы дать цветной свет.

Каждый пиксель имеет три составных цветных субпикселя – красного, зеленого и синего. Когда они смешаны в заданной пропорции, получается нужный цвет.

Конструкция *PDP*-дисплея изображена на рисунке 7.

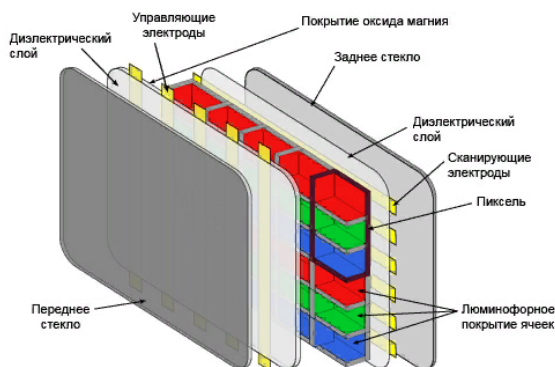


Рисунок 7. Конструкция *PDP*-дисплея

Разрешения плазменного ТВ

Разрешение плазменного дисплея варьируется от раннего расширенного определения до современных дисплеев высокой четкости. Наиболее распространенными разрешениями были 840*480 и 853*480.

С появлением телевидения высокой четкости *HDTV* разрешение также стало выше. Современные плазменные телевизоры имеют разрешение 1024*768; 1280*768; 1366*768; 1280*1080; 1920*1080, а также 4К и 4К+.

Изображение плазменного дисплея показано на рисунке 8.



Рисунок 8. *PDP*-дисплей

Преимущества плазменного дисплея:

- самый тонкий из всех дисплеев;
- очень сверхконтрастные коэффициенты [1: 2,000,000];

- небольшой вес;
- более высокие углы обзора по сравнению с другими дисплеями (178 градусов);
- Высокая четкость и, следовательно, лучшая цветопередача. (68 млрд / 236 против 16,7 млн / 224);
- очень малое размытия движения из-за высокой частоты обновления и времени отклика;
- имеет жизненный период около 100 000 часов.

Недостатки плазменного дисплея:

- стоимость намного выше по сравнению с другими дисплеями;
- потребление энергии больше;
- производит блики из-за отражения;
- эти дисплеи не доступны в размерах меньших, чем 32 дюйма;
- не может использоваться на больших высотах из-за возможного мерцания отдельной области экрана.

Лазерные телевизоры

Лазерный дисплей, это тип дисплея, который использует серию лазеров для проецирования изображения на экран. Три цветных луча лазера и вращающиеся зеркала используются для того чтобы попали на определенную область поверхности дисплея. Объединение трех цветных лучей лазеров разной яркости могут сформировать гораздо больший ассортимент цветов, чем другие типы технологий. Лазерный телевизор также является более экономичным, чем другие телевизоры.

Частично причина этого заключается в том, что, когда область экрана черная, лазеры просто выключены.

Лазерный телевизор способен отображать более чем в два раза больше цветов, чем ЖК-дисплей или плазменный монитор.

По состоянию на 2017 год очень мало лазерных телевизоров доступно потребителям. Те немногие, которые были выпущены, являются дорогими и не широко доступны в розничной торговле. Большая часть информации о лазерных дисплеях поступила от опытных образцов и экспериментальных моделей.

Принцип работы лазерного телевизора изображен на рисунке 9.

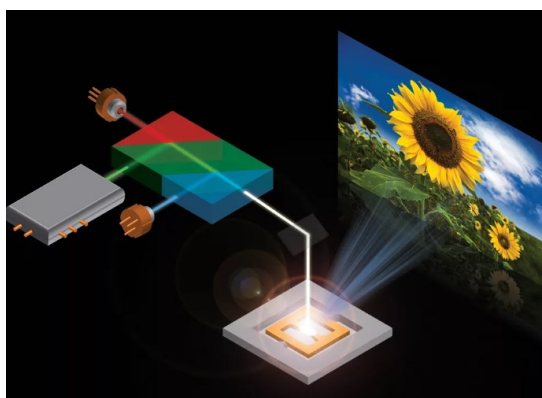


Рисунок 9. Принцип работы лазерного дисплея

Дисплей с автоэлектронной эмиссией (*FED*-дисплей)

FED-дисплей – это дисплей индикаторной панели. Он более тонкий, более яркий, энергосберегающий и более дешевый, чем жидкокристаллический дисплей. *FED*-дисплей состоит из миллионов ускоренных электронов, заряженных очень малым напряжением, по сравнению с высоким напряжением необходимым для больших экранов ЖК-дисплеев. Этими электронами управляют холодные катоды. Он имеет широкий угол обзора и обеспечивает самый яркий цвет по сравнению с другими дисплеями.

Изображение, показывающее преимущества качества изображения 60p *LCD* над *FED* 60p, показано на рисунке 10.



Рисунок 10. Изображение, показывающее преимущества качества изображения 60p *LCD* над *FED* 60p

Для наведения электронных пучков на покрытую фосфором поверхность экрана, могут быть использованы углеродные нано-трубки (УНТ). При этом еще больше повысится возможное разрешение экрана. *FED*-экран очень тонкий, он меньше дюйма. Частота обновления кадров *FED*-дисплея имеет 240 fps, что быстрее, чем в самых быстрых *HDTV*-экранах. Эту технологию можно будет применять для изготовления дисплея телевизора, ПК, ноутбука и во многих других экранах приборов.

Конструкция *FED*-дисплея изображена на рисунке 11.

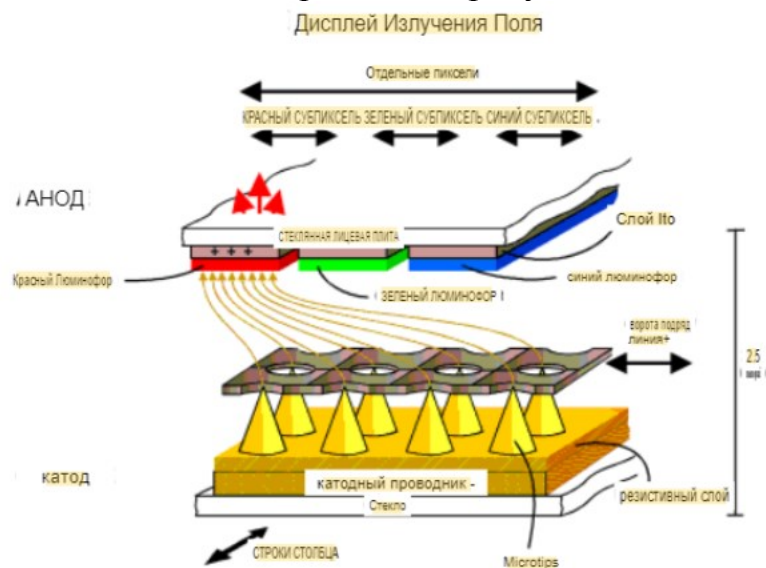


Рисунок 11. Конструкция *FED*-дисплея

Однако технология все еще находится в стадии исследования и, на данный момент, пока нет сведений о начале массового их производства.

В наше время сложно представить жизнь без телевизора. Эти устройства созданы для обеспечения удобства нашей жизни. С каждым годом появляются всё более новые технологии проектирования дисплеев их экранов.

Литература

1. Пошехонов, М. Эволюция телевизионных экранов / М. Пошехонов // [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: http://radeon.ru/articles/display/displays_evolution/ – Дата доступа 20.03.2019
2. История модернизации и развития телевизора: от простого устройства до современного телевизора [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <https://smarttvnews.ru/istoriya-modernizatsii-i-razvitiya-televizora-ot-prostogo-ustroystva-do-sovremennogo-televizora/> – Дата доступа 22.03.2019
3. Устройство и принцип работы LCD телевизора. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rem-tv.net/publ/3-1-0-37._ – Дата доступа: 03.04.2019

УДК 621.311.243

УСТРОЙСТВО НЕКОТОРЫХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Данилюк С.А., Гуринчук А.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Солнечные батареи являются одними из наиболее важных элементов фотоэлектрической системы. Они превращают энергию солнечных лучей в электрическую энергию. Одна ячейка может обеспечить приемник электрической энергии с очень низким энергопотреблением. Поэтому несколько солнечных элементов соединяются вместе, так что бы общая отдаваемая энергия увеличивалась. Как только несколько солнечных элементов соединяются вместе, то эта система начинает называться фотоэлектрическим модулем [1].

Солнечные батареи преобразуют солнечную энергию в электричество. Когда солнечный свет попадает на фотоэлектрический элемент, на его выводах начинают появляться положительные и отрицательные носители заряда. Подходящим полупроводником материалом для фотоэлектрических модулей является кремний, поскольку он недорогой и широко распространен в виде кварцевого песка и может быть получен с высокой степенью чистоты и монокристалличности. Для того, чтобы появились положительные и отрицательные носители заряда, в полупроводник добавляются примеси, т.е. посторонние атомы, из 3-й и 5-й группы материалов по таблице Менделеева. Это называется *p*- и *n*-легированием кремния. Слой кремния с трехвалентным атомом бора с *p*-присадкой имеет положительный заряд, а *n*-легированный пятивалентными атомами фосфора заряжен отрицательно.

Между *p*-слоем и *n*-легированным слоем находится пограничный слой или *p-n*-переход. При освещении солнечным светом электроны отделяются от своих атомов. Они мигрируют в *n*-слой, в то время как свободные дырки движутся в направлении *p*-слоя. Получается разность потенциалов между ними, и если подключить нагрузку потечет электрический ток [2].

Дополнительный антиотражающий слой из нитрида кремния или диоксида титана наносится на солнечный элемент для защиты батареи от воздействий окружающей среды и уменьшения отражения света.

В целом, для фотоэлектрических систем можно выделить три типа кремниевых элементов:

• Монокристаллические солнечные элементы

Монокристаллические солнечные элементы изготавливаются из монокристаллических кремниевых стержней, которые затем нарезаются на тонкие пластины. Этот производственный процесс очень сложен и дорог, но они имеют хорошую эффективность – до 20%. Например, монокристаллические элементы особенно полезны для небольших областей в энергетике, где должен быть максимально возможный способ получения электрической энергии, например, на космических кораблях.

• Поликристаллические солнечные элементы

Поликристаллические ячейки изготовлены из кремниевых блоков, которые были предварительно отлиты, а затем отверждены. В результате процесса охлаждения кристаллы кремния имеют разные размеры. Из блока вырезают пластины, которые в конечном итоге дают ячейки. Эффективность поликристаллических ячеек на 12-16% ниже, чем у монокристаллических ячеек. Поэтому они хорошо подходят для больших площадей, например, крыш домов. Цена, однако, намного дешевле, поэтому поликристаллические модули также являются самыми продаваемыми.

•Тонкопленочные солнечные батареи

Все еще относительно новой является идея использовать органические полупроводники вместо кристаллических полупроводников. Термин «органический» означает, что молекулы содержат углерод. У органического пластика есть много преимуществ в качестве исходного материала для солнечных элементов [3].

В то время как кристаллические солнечные элементы производятся на основе пластин, при производстве тонкопленочных солнечных элементов полупроводник осаждается из паровой фазы или распыляется на носитель из стекла, пластика или металла, в результате чего получается слой толщиной в микрометр, который поглощает солнечный свет. В качестве полупроводников используются аморфный кремний, теллурид кадмия или диселенид меди и индия. Слово «аморфный» означает, что атомы полупроводника находятся в неупорядоченной области и поэтому реагируют с другими атомами, такими как атомы водорода. Преимущество тонкопленочных модулей заключается в том, что они чрезвычайно легкие и, благодаря низкому использованию полупроводникового материала, также выгодны в производстве. Благодаря различным материалам носителя модули могут использоваться повсеместно – от карманных калькуляторов до одежды с фотоэлектрическими системами.

Эффективность их еще низка от 4 до 10%, но теоретически может быть улучшена путем дальнейших исследований материалов. Недостатки эффективности могут быть компенсированы тем, что полезная площадь для органических пленок значительно больше, чем для тяжелых кристаллических солнечных элементов. Теоретически их можно приклеить к любой стене, крыше, окну, машине или зонтику. Кроме того, интенсивные исследования проводятся на тандемных солнечных элементах. В принципе, это солнечные элементы, в которых, два полупроводника находятся рядом друг с другом, которые используют разные частотные интервалы спектра.

Вывод: Наибольшую эффективность демонстрируют монокристаллические кремниевые элементы, где эффективность достигает 20%. В солнечных фотоэлектрических элементах из поликристаллического кремния сегодня эффективность находится в районе 15%. Тонкопленочные элементы из аморфного кремния имеют эффективность около 7%. Это стандартные значения в производственных условиях. Значительно более высокие значения могут быть достигнуты в особых лабораторных условиях. Но значительное повышение эффективности связано с высокими затратами. Согласно современному уровню техники, экономически более выгодным является выбор

дешевых органических полупроводников. Они могут быть произведены в массовом производстве при низкой себестоимости в процессе печати на 3D-принтере.

Литература

1. Как преобразуется солнечная энергия в электричество / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://digitrode.ru/articles/1255-kak-preobrazuetsya-solnechnaya-energiya-v-elektrichestvo.html>
2. Принцип преобразования солнечной энергии в электричество / [Электронный ресурс]. – Свободная энергия – Режим доступа: <http://www.solarroof.ru/theory/28/104/>
3. Виды и типы солнечных батарей / [Электронный ресурс]. – Alternative Energy – Режим доступа: <http://batsol.ru/vidy-i-tipy-solnechnyx-batarej.html>

УДК 343.144.5

ОСНОВЫ РАБОТЫ ПОЛИГРАФА

Дедкова Т.С., Шнип Д.Д.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Полиграф, или как по-другому его называют «детектор лжи», является незаменимым помощником в области расследования. По словам создателей прибора, он должен раскрыть, говорит ли подозреваемый правду. Это очень важно во время допросов, проводимых в ходе расследования.

Статистика показывает, что подозреваемые лгут и отрицают виновность, следствием этого являются различные реакции человеческого организма, включая повышение артериального давления, выделяется пот и неконтролируемое глотание слюны, сухость во рту, учащенное глубокое дыхание. Психологи отметили, что эти явления чаще всего показывают, что человек говорит неправду. Первые эксперименты в этой сфере начались в девяностых годах двадцатого века. Современные электронные устройства позволяют правильно оценить ответы. Статистика показывает, что 85% показателей оценки верны.

Перед началом теста на детекторе лжи полиграфист прикрепляет различные безболезненные компоненты к телу субъекта, тем самым соединяя субъект с полиграфом. Эти компоненты снабжены датчиками для сбора, измерения и записи в виде графических линий физиологических данных субъекта. Они предоставляются из трех основных систем организма человека: сердечно-сосудистой системы (сердечного ритма, артериального давления, объем крови), дыхательной системы (дыхательная структура), и электродермальная система (активность потовых желез) – когда последний отвечает на ряд вопросов, касающихся конкретного события во время обследования на полиграфе.

Анализ построен на ряду вопросов, на которые требуется дать ответ «да» либо «нет». Прежде всего, задаются вопросы на различные темы, не касающиеся хода расследования, например, «вам 30 лет?» или «вас зовут Татьяна?» чтобы определить нормальную реакцию, - затем вопросы по теме. Во время ответов наблюдается изменение кривой от нормы (рисунок 1).

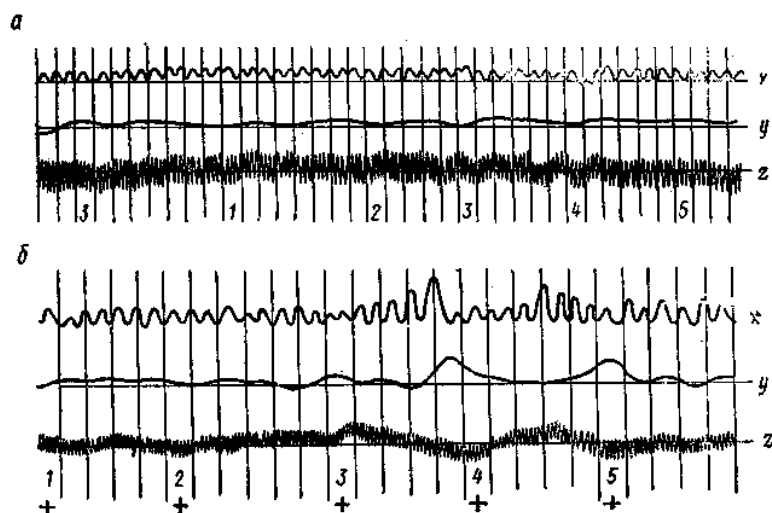


Рисунок 1. Изменение кривой от нормы

Электроды в виде петель, прикрепляются на запястье или на кисти рук. В этом случае обеспечивается большая чувствительность, но есть один нюанс: движение рук создает значительные помехи. Если это так, электроды должны быть прикреплены к запястью. Если чувствительность недостаточна, соединить две или три петли параллельно. Петли прикрепляются к коже с помощью гибкой резины, ленты или повязки. При необходимости электроды прикрепляют к ноге.

Схема и состав устройств обнаружения лжи следующие:

- Датчики. Они используются для наблюдения и снятия данных о психофизиологическом состоянии личности.
- Компьютер. Используют обычный персональный компьютер. Он записывает и обрабатывает информацию, взятую с датчиков детектора лжи.
- Компьютер также модифицирует полученную информацию в аналоговый код и передает ее на устройство вывода.
- Устройство вывода. Оно используется как осциллограф, принтер или монитор. Эти устройства представляют данные, полученные от полиграфа в виде диаграмм.

На рисунке 2 изображена небольшая часть схемы простого полиграфа. На резисторах $R1$ и $R2$ выполнен делитель напряжения, служащий для регулировки чувствительности срабатывания полиграфа. Конденсатор $C1$ играет роль сглаживающего фильтра, устраняя фон, с частотой 50 Гц. На транзисторах $VT1$ и $VT2$ выполнен компаратор напряжения. Если напряжение на базе транзистора $VT1$ больше, чем напряжение на базе транзистора $VT2$, начинает гореть зеленый светодиод $HL1$ – правда. Если наоборот, загорается красный светодиод $HL2$ – ложь. На транзисторе $VT3$ выполнен эмиттерный повторитель, для согласования датчика с компаратором.

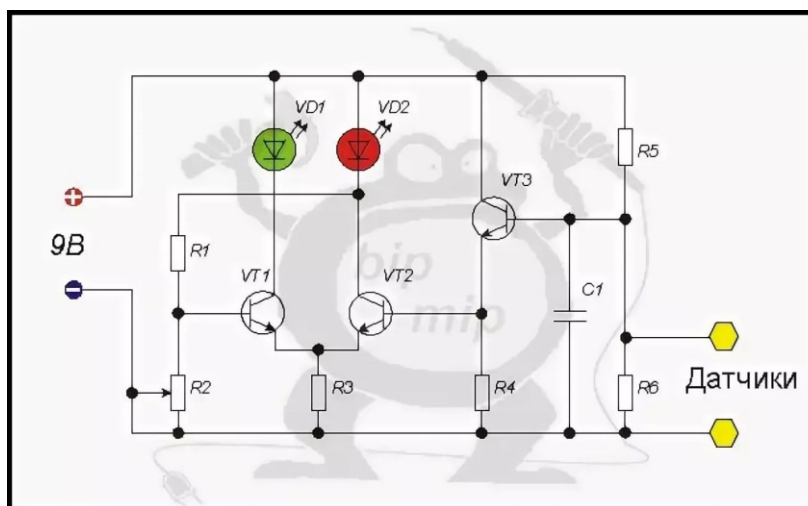


Рисунок 2. Часть схемы простого полиграфа

Полиграф – это инструмент, используемый для измерения физиологии человека. Он не может думать или судить. Экзаменатор на полиграфе отвечает за анализ, интерпретацию и оценку физиологических данных субъекта, полученных в ходе теста на детекторе лжи, а затем формулирует профессиональное мнение.

Литература

1. Схема работы полиграфа: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://psymod.ru/detector-lzhi/2156.html> – Дата доступа 16.04.2019
2. Варламов, В.А. Детектор лжи / В.А. Варламов // ООО «ПЕР СЭ-Пресс», 2004. – 120 с.

УДК 621.39

ПРИНЦИП РАБОТЫ ПУЛЬТА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Дубина А. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Закончилось то время, когда для того чтобы переключать каналы на телевизоре, регулировать звук на звуковоспроизводящем устройстве надо было вставать и подходить к переключателям на электронном устройстве. Конечно, в этом ничего плохого не было – лишний раз встать очень даже полезно для здоровья, но все же технический прогресс не стоит на месте и благодаря ему появился пульт дистанционного управления, без которого собственно сейчас не обходится управление не одним из современных электронных устройств.

ИК-пульт дистанционного управления обычно используется в домашних кинотеатрах и основан на принципе использования инфракрасного света в качестве средства связи. Телевизионный пульт в основном состоит из набора кнопок и монтажной платы. Каждая кнопка снабжена на противоположной стороне черным проводящим диском, который действует как контакт между дорожками печатной платы. Печатная плата состоит из схемы для определения соединений и обнаружения нажатия кнопки и вырабатывают сигнал по типу азбуки Морзе, который усиливается транзисторами и затем передается на инфракрасный (ИК) светодиод. ИК-светодиод подключен к концу печатной платы и излучает инфракрасный свет, который воспринимается датчиком, расположенным на приемнике телевизора.

Пульты дистанционного управления различаются по:
питанию:

- автономное;
- получаемое по кабелю (проводу).

мобильности:

- встроенный (стационарный);
- носимый.

функциональности:

- с фиксированным набором команд;
- с переключаемым набором команд (универсальный);
- с обучением набору команд (обучаемый).

каналу связи:

- механический;
- проводной;
- радиоканал;
- ультразвуковой;
- инфракрасный; и т.д.

Современные пульты дистанционного управления работают, модулируя ток инфракрасного светодиода. Последовательность импульсов, обычно 10-20 импульсов различной ширины, отправляется на затвор транзистора, который включается или выключается, модуляция обычно происходит на частоте 38 кГц. Цель модуляции заключается в том, чтобы отделить удаленный ИК-диапазон от ИК-света, который излучают другие находящиеся поблизости

устройства. Обычно это требует прямой видимости канала связи. Когда кнопка нажата, соответствующий код подключается к управлению током через ИК-светодиод, который излучает ИК-импульсы. Этот выходной сигнал принимается фотоприемником в виде световых импульсов, модулированных на частоте 38 кГц, которые в приемнике декодируются.

В приемнике есть тональный декодер, который хорошо реагирует на любые сигналы, которые удаленно отправляются на несущей частоте 38 кГц. Микропроцессор декодирует последовательность импульсов и определяет, является ли он действительным.

В конце 1980-х годов фирма *Philips* разработала протокол *RC-5* как инфракрасный (инфракрасный) протокол дистанционного управления для бытовой электроники. Его также начали использовать большинство европейских производителей, а также многие американские производители специальной аудио- и видеоаппаратуры.

ИК-пульт дистанционного управления можно использовать в таких приложениях, как управление переключением нагрузок, подключенных к сети переменного тока, например, включать свет с определенной яркостью. Основной принцип заключается в управлении переключением реле с помощью пульта дистанционного управления, который затем включает или отключает подключенную к ним нагрузку.

Небольшая хитрость, как можно в домашних условиях проверить работу вашего пульта ДУ. Человеческий глаз не может видеть в этом диапазоне, поэтому физически мы не замечаем мигание излучателя. С одной стороны это очень хорошо – сигналы управления не мешают, к примеру, просмотру телепередачи. Однако с другой стороны мы не можем визуально увидеть, работает пульт или сломался. Но это не такая уж и большая проблема. Чтобы проверить работоспособность пульта достаточно иметь под рукой мобильный телефон с камерой. Включите его в режим фотоаппарата и направьте камеру на светодиод пульта. При нажатии на любую из клавиш рабочий пульт будет выдавать периодические вспышки, которые хорошо видны на экране мобильного телефона. Вот и все.

В свою очередь технологии уже не стоят на месте, и в современных телефонах появились инфракрасные датчики для управления телевизором, магнитофоном, кондиционером и т. п. Вы можете перемещаться по телевизору *Android* с помощью телефона или планшета с помощью приложения удаленного управления *Android TV*. Для этого вам нужно лишь убедиться в том, что у вас есть этот датчик и скачать на телефон соответствующее приложение, через которое вы и будете управлять электронными устройствами.

Перед тем, как начать убедиться, что ваше устройство подключено к тому же *Wi-Fi*, что и *Android TV*. Приложение также можно настроить с помощью *Bluetooth*.

Мир не стоит на месте. Поэтому через лет 10-20-ть скорее всего мы уже не будем пользоваться таким устройством, как пульт ДУ, например, будет управлять устройствами голосом или взглядом. Но сейчас пульт ДУ очень сильно облегчает нашу повседневную жизнь.

УДК 621.314

РАЗНОВИДНОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ ЗАРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Максименко Н.А., Толканов Д.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

В наше время в автомобиле присутствуют различные дополнительные функции, благодаря которым, управление автомобилем становится более комфортным. Это система температурного контроля двигателя и салона автомобиля, радиосистемы и навигация на дороге – совсем привычное явление, но абсолютно все они сильно отстают перед самым важным прибором в транспортном средстве – аккумулятором. Его главная задача подавать ток в стартер для запуска двигателя, так же аккумулятор питает током другие электроприборы автомобиля.

Главной задачей зарядного устройства является подзарядка аккумуляторной батареи для поддержания аккумулятора в рабочем состоянии. Срок эксплуатации аккумулятора небольшой, около 6 лет, затем его приходится заменять. Время эксплуатации аккумулятора зависит от многих факторов: модели автомобиля и его технических свойств, времени простоя автомобиля; наличие низких температур в зимнее время, из-за которых работоспособность электролита аккумулятора уменьшается. Однако самый важный фактор – количество и частота зарядки.



Рисунок 1. Зарядка автомобильного аккумулятора

Имеется три режима зарядки аккумуляторных батарей:

- Подзарядка с постоянным напряжением – осуществляется благодаря поддержанию на батарее заданного напряжения. При использовании этого зарядного устройства можно как заряжать батарею до полного заряда, так и частично. Необходимо следить за процессом зарядки в

мерах безопасности (рисунок 1), но лучше при этом достать аккумулятор из автомобиля.

- Подзарядка постоянным током – сила тока не превышает 10% от емкости аккумулятора, в противном случае произойдет повышение температуры электролита, и будет выделяться большое количество пара из-за кипения электролита. Чтобы данной проблемы не возникло, нужно следить за зарядом аккумулятора. Большим минусом является необходимость персонального наблюдения. Через 25-45 минут нужно контролировать значение силы тока и регулировать ее, согласно техническим условиям, зависящим от емкости аккумуляторной батареи.
- Комбинированная подзарядка – действие этого зарядного устройства происходит таким образом: сначала поступает постоянное напряжение, обеспечивающее большой, но относительно безопасный ток зарядки; затем, через некоторое время завершение зарядки происходит номинальным током (10% от емкости батареи) до полного заряда аккумулятора.

По типу зарядных устройств выделяют:

- **Зарядные или зарядно-предпусковые, питаемые только от сети**

Они производят зарядку аккумулятора прямо от сети. В это время он может использоваться для питания других электроприборов автомобиля: звуковоспроизводящие комплексы, прикуриватели, вентиляционной печи, системы подогрева сидений автомобиля (рисунок 2).



Рисунок 2. Зарядно-предпусковое устройство

• **Автономные**

Автономные зарядно-пусковые устройства (рисунок 3) имеют собственный аккумулятор, с емкостью, обеспечивающей пуск и небольшую подзарядку аккумулятора автомобиля.

В первой ситуации аккумулятор удобно подзаряжать только тем, у кого имеется гараж, в котором подключено электричество. Если аккумулятор сел во время длительной стоянки на большом расстоянии от гаража, то второй вариант является оптимальным вариантом, позволяя отправиться в дорогу уже через 15-25 минут.



Рисунок 3. Зарядно-пусковое устройство

В зависимости от вида работы зарядные устройства делятся на следующие типы:

- Ручного использования – требуют наблюдения, а также автономной корректировки силы тока, напряжения, и времени, отведенного на зарядку;
- Автоматического использования – все процессы регулируются путем программ, каждая из которых самостоятельно определит степень заряда аккумуляторной батареи.
- Комбинированного использования – несмотря на автоматические процессы, необходимо самостоятельно наблюдать за временем зарядки.

Как у большинства зарядок, так и у импульсных зарядных устройств есть режим быстрой зарядки «BOOST». Данный режим разрешает ускоренно заряжать аккумуляторные батареи, в пределах 8-15 минут. Однако данный режим часто использовать нельзя, так как он в краткие сроки выведет батарею из строя (рисунок 4).



Рисунок 4. Режим быстрой зарядки

Преимущества и недостатки зарядных устройств

Некоторые зарядные устройства можно убрать в бардачок до тех пор, пока оно не понадобится. Так же важными преимуществами можно назвать:

- Автоматизирование зарядки – нет нужды контролировать процесс зарядки аккумулятора. Некоторые зарядные устройства содержат программы, обеспечивающие отсутствие ошибок при работе человека.
- Улучшенная защита – зарядное устройство имеет множество датчиков и преобразователей напряжения, цель которых предотвратить возможность незапланированной потери емкости аккумулятора.
- Увеличение срока эксплуатации аккумуляторных батарей – достигается благодаря полному контролю зарядки, не допуская перегрева самой аккумуляторной батареи.
- Низкая цена – из-за небольшой массы и укомплектованности, ещё и принципа работы зарядки, устройство по карману каждому владельцу автомобиля.

Несмотря на все преимущества данного агрегата, присутствует один существенный минус – это ремонт заряжающих устройств, чаще всего он обходится пользователям больших денег, на уровне покупки нового зарядного устройства.

Правильная зарядка импульсным зарядным устройством

Зарядка импульсным зарядным устройством имеет свои особенности, которые необходимо соблюдать. Соблюдение этих особенностей и нюансов гарантирует защиту батареи от неприятных поломок, и увеличит время эксплуатации аккумулятора на продолжительный период. Последовательность правильной зарядки аккумулятора: снять батарею с автомобиля – несмотря на то, что производитель гарантирует полную безопасность, когда она находится в автомобиле. Подключить зажимы к клеммам так, как показано в инструкции. Наблюдать за подзарядкой – это необходимо, несмотря на автоматизацию системы. Соблюдать инструкцию по эксплуатации зарядного устройства.

Наиболее популярные модели зарядных устройств

- Voion VL (12) В – его цена не более 30 долларов, что делает устройство вполне доступным (рисунок 5). Оно имеет дисплей, с помощью которого

можно полностью следить за процессом и делать свои поправки. Оборудован несколькими режимами работы и имеет компактный размер. Система защиты, которая сохраняет работоспособность даже при случайных коротких замыканиях на выходе и прочих неприятностях.



Рисунок 5. Зарядное устройство Voin VL

- Master Watt – украинский прибор, работоспособность данного устройства проверена несколькими поколениями аккумуляторов (Рисунок 6). Универсальное зарядное устройство, которое подходит к любым новым батареям, к каждому из которых оно находит индивидуальный подход. Полуавтомат, все-таки, нуждается в определённом контроле. Изготовитель говорит о вполне большом сроке службы – 13-20 лет. Цена данного устройства до 25 долларов.



Рисунок 6. Зарядное устройство Master Watt

- Elegant – агрегат, весом 3 килограмма, способный продолжительное время поддерживать статическое напряжение всего за 45 долларов.

Вспомогательные дисплеи показывают текущее состояние аккумуляторных батарей.



Рисунок 7. Зарядное устройство Elegant

Литература

1. Импульсное зарядное устройство для всех типов АКБ [Электронный ресурс]. – 28.10.2016. – Режим доступа: <http://youtu.be/V9lw1419LJM>. – Дата доступа: 22.03.2019
2. Зарядные устройства для автомобильных аккумуляторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://130.com.ua/pusko-zaradnie-ustroystva/>. – Дата доступа: 22.03.2019
3. Импульсное зарядное устройство, простое, автомобильное [Электронный ресурс]. – 18.04.2016 // режим доступа: <http://youtu.be/Q7BbWmnOjf4/>. – Дата доступа: 22.03.2019

УДК 621.39

ПРИНЦИП РАБОТЫ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

Куликовская Д.В., Тямчик Д.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Осциллограф – это тип электронного измерительного прибора, который графически отображает изменяющиеся напряжения сигнала, как правило, в виде двухмерного графика одного или нескольких сигналов в зависимости от времени. Различные сигналы (такие как звук или вибрация) могут быть преобразованы в напряжение и отображены.

Осциллографы отображают изменение электрического сигнала во времени на калиброванной шкале. Этот сигнал можно проанализировать на наличие таких свойств, как амплитуда, частота, время нарастания, временной интервал, искажение и другие. Современные цифровые инструменты могут рассчитать и отображать эти свойства на своем дисплее. Первоначально, чтобы рассчитать эти параметры, необходимо было всматриваться в калиброванную шкалу осциллографа.

Осциллограф можно отрегулировать так, чтобы повторяющиеся сигналы можно было наблюдать на экране в виде непрерывной линии. Запоминающий осциллограф может фиксировать одно событие и отображать его непрерывно, поэтому пользователь может наблюдать события, которые в противном случае выглядели бы слишком быстрыми, чтобы их успеть зафиксировать.

Осциллографы используются в науке, медицине, машиностроении, автомобильной и телекоммуникационной промышленности. Осциллографы общего назначения используются для исследования работы электронных схем, например, учебных лабораторных работ. Осциллографы специального назначения могут использоваться для таких целей, например, как анализ работы автомобильной системы зажигания или в медицине для отображения формы сигнала пульса в виде электрокардиограммы.

Раньше осциллографы в качестве экрана использовали электронно-лучевые трубки (ЭЛТ) для отображения формы электрического сигнала и линейные усилители для получения сигналов нужной величины. Запоминающие осциллографы использовали специальные ЭЛТ-накопители для обеспечения постоянного отображения одного короткого сигнала. Сейчас применяются цифровые осциллографы с тонкими светодиодными или жидкокристаллическими дисплеями, быстрыми аналого-цифровыми преобразователями и процессорами обработки цифровых сигналов.

Цифровой осциллограф (ЦО) представляет собой сложное электронное устройство, состоящее из различных программных и электронно-аппаратных модулей, которые работают вместе для захвата, обработки, отображения и хранения данных, представляющих интерес для оператора.

ЦО часто называют цифровым запоминающим осциллографом или цифровыми осциллографами выборки и обработки сигнала.

В своей простейшей форме ЦО имеет шесть элементов: аналоговые вертикальные входные усилители, аналого-цифровые преобразователи и

цифровую память формы электрического сигнала, временную обработку сигнала, которая имеет триггер и тактовый сигнал, схемы отображения и преобразования формы сигнала, светодиодный или ЖК-дисплей и источник питания.

Цифровые осциллографы обычно анализируют сигналы и предоставляют числовые значения параметров сигнала, а также имеют визуальные средства отображения. Эти значения обычно представлены в виде средних значений, максимумов и минимумов, среднеквадратичных значений и измерителя частоты, поступающего сигнала. Они могут использоваться для исследования переходных процессов, при работе в режиме одиночной развертки или непрерывной записи поступающих на вход осциллографа сигналов.

С отображаемым следом сигнала можно манипулировать после запоминания; часть сигнала на дисплее может быть увеличена, чтобы сделать мелкие детали более заметными, или продолжительный процесс может быть исследован на одном дисплее, чтобы проконтролировать или измерить нужный параметр сигнала. Многие осциллографы позволяют анализировать сохраненный раньше сигнал пользователем.

Цифровые осциллографы могут использоваться как плоские дисплеи.

ЦО периодически измеряет изменяющийся во времени аналоговый сигнал и сохраняет в памяти форму сигнала, измеряет различные характеристики сигнала в корреляции со временем.

Используя внутренние часы, ЦО измеряет характеристики сигнала в отдельные временные промежутки или в конкретный момент времени. Мгновенные значения амплитуды затем фиксируются осциллографом в этих точках. Полученные цифровые параметры затем сохраняются в цифровой памяти.

При заданной тактовой частоте на дисплей поступают параметры сигнала из памяти устройства и, следовательно, представляются как серия точек. ЦО обеспечивают исследование оцифрованных данных, хранящихся в памяти.

Некоторые из преимуществ ЦО перед аналоговым осциллографом включают в себя возможность хранения цифровых данных для последующего просмотра, загрузки на компьютер, создания печатной копии или хранения на диске и его способность мгновенно производить измерения и анализ в данный момент времени.

ЦО также имеет возможность исследовать оцифрованную информацию, хранящуюся в его памяти, и производить автоматические измерения на основе выбранных параметров пользователя, таких как отклонение напряжения, частоты и времени нарастания.

Он также может отображать аналогичные захваченные данные различными способами. Эта возможность объясняется наличием большего количества захваченных данных, хранящихся в памяти. Он также имеет возможность обеспечить обширный вариант хранения, обработки и отображения на дисплее, такие как графики и множественные программы обработки сигнала.

ЦО идеально подходит для отображения сложных сигналов, и измерения параметров сигнала на определенных временных участках, чтобы обеспечить в цифровом виде выходные характеристики сигнала, которые отражаются на дисплее.

Двумя общими категориями ЦО являются осциллографы с одиночным захватом или эквивалентные осциллографы с выборкой сигнала в заданном промежутке времени.

Скорость аналого-цифрового преобразователя задает ограничения по скорости дискретизации однократных параметров сигнала. Размер памяти приема ЦО, ограничивает время, за которое одиночное событие можно исследовать.

Можно сделать выборку измерений повторяющихся событий в разных точках в течение определенных промежутков времени.

Основное преимущество по сравнению с аналоговым хранением состоит в том, что сохраненные формы сигналов являются такими же точными, как первоначальный сигнал. Формы сигналов могут храниться неограниченное время или записываться на внешнее устройство хранения данных и загружаться повторно. Это позволяет, например, сравнить полученную характеристику сигнала из тестируемого устройства со стандартной характеристикой, полученной при заведомо исправной работе устройства.

Литература

1. Цифровые осциллографы. Структура и принцип работы. Отображение сигнала на экране осциллографа [Электронный ресурс]: статья // StudFiles: [Сайт]. - Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/1569139/> , свободный. – Загл. с экрана.
2. Цифровые запоминающие осциллографы [Электронный ресурс]: Статья // Helpiks.org [Сайт]. – Режим доступа: <http://helpiks.org/5-88946.html> , свободный. – Загл. с экрана.

УДК 621.39

ЭВОЛЮЦИЯ ГИБКИХ ДИСПЛЕЕВ

Мигуцкая Н.А., Науменко А.М.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Приблизительно в 70-е годы прошлого века в Западной Европе и Японии начал происходить переход от постиндустриального общества к информационному обществу. Это явление было вызвано быстрым развитием науки и техники, а также появлением большого спроса на такой вид товара как информация.

В это время начинали появляться новые идеи, строиться планы и многие из них на тот момент были на грани фантастики. Среди прочих наиболее интриговала идея создания гибкого дисплея.

Технически они существовали уже тогда. Это были тканевые экраны, на которые проецировались фильмы, их всё ещё используют в кинотеатрах. Но это было не то, хотелось создать дисплей гибкий и тонкий как лист бумаги, но с очень хорошим качеством изображения. На то время это было невыполнимой задачей.

Ещё в далёком 19 веке учёными были открыты ранее неизвестные жидкости, так называемые «жидкие кристаллы», эффект которых окончательно изучить и использовать лишь спустя некоторое время. В 1970-х годах XX века с изобретением промышленного метода получения жидких кристаллов и началась эра ЖКИ-экранов. Изначально в таких экранах жидкие кристаллы располагались в полостях стеклянных пластин. Позже стекло заменили пластиком и снова вернулись к идее создания гибких дисплеев.

Приблизительно в это же время была предложена новая технология «электронных чернил», но далее лабораторных опытов дело не дошло. Суть технологии заключается в толщине силиконового листа, где находятся наполненные маслом полости, а в них пластиковые сферы, состоящие из двух заряженных частей: отрицательной – черной, и положительной – белой. На самом листе расположены электроды, разбитые на пиксели. Их включение вызывает поворот сфер определенной стороной, в зависимости от полярности подключения электродов.

В 1990-х разработки по созданию *E-link* дисплеев были возобновлены. Эта технология была слегка доработана. Маслосодержащие капсулы сохранились, но внутри плавали окрашенные в чёрный и белый заряженные частицы, взамен разноцветных сфер. В соответствии с зарядом частицы переплывают в соответствии со своим зарядом и, после подачи напряжения, лицевая сторона пикселя окрашивается в нужный цвет.

Но широкое практическое применение эта технология получила относительно недавно, в 2005 году в производстве дисплеев электронных книг. У них есть некоторые недостатки, но также и два подавляющих преимущества: малое потребление энергии и простые в управлении элементы.

Первые *E-link* дисплеи были довольно хрупкими, так как делались на стеклянных подложках, но вскоре им на смену пришли пластиковые, более

прочные, что позволило создать достаточно гибкий дисплей с хорошим разрешением.

Такие экраны имеют довольно большой радиус кривизны, их нельзя смять как ткань или бумагу, они довольно уязвимы к механическим повреждениям, но при сгибании они не переламываются. Но всё же это был не тот прототип гибкого дисплея, который известен нам из научно-фантастических фильмов. Однако некоторые прорывы в этой области уже есть.

Первый концепт смартфона с гибким дисплеем был представлен компанией *Human Media Lab* в 2011 году, так называемый *Paper Phone*. Дисплей гаджета работает на электронных чернилах и в нем использовался такой способ взаимодействия как изгиб, что на то время было ново и уникально. Датчики отслеживали кривизну дисплея и некоторые жесты, а затем выполнялись определённые действия.

Позднее ими был представлен планшет с гибким *E-link* дисплеем и смартфон *More Phone*. Данная модель при помощи изгиба корпуса сигнализировала об уведомлениях, приходящих от различных программ.

В том же 2011 году на выставке *Nokia World 2011* был представлен смартфон *Kinetic*, который также управлялся изгибом своего корпуса.

Идеей создания гибкого дисплея занялась также, и компания *Samsung* и уже в 2013 году они представили свою первую разработку в этой области. Это была запатентованная марка *YOUM*, под которой производились гибкие *AMOLED* дисплеи. Они состоят из 4 слоев и не содержат стеклянной основы – вместо нее применяется плёнка, обеспечивающая экранам заявленную гибкость.

В 2017 году компанией *Sony* были представлены часы, сделанные из сплошного *E-link* дисплея. Они были представлены в рамках выставки *CES 2017* в Лас-Вегасе. Первая модель *FES*, как и вторая, едва ли могут называться умными часами, они претендуют скорее на звание модного аксессуара, так как единственное, что они могут, это сменит окраску после тапа по ним. Тут уже есть различие между часами первого и второго поколения. Первое поколение могло похвастаться наличием только двух цветов – черным и белым. Во втором поколении к ним ещё добавляются синий, серый, коричневый и некоторые другие, что способствует увеличению количества дизайнов и стилей часов.

Нельзя не отметить также одну из передовых разработок японских учёных, совершивших прорыв в области современных технологий – создав сверхтонкий, приклеиваемый на кожу, светодиодный дисплей. Он был представлен на конференции *Annual Meeting Symposium 2018*. По заявлению производителя он хорошо сцепляется с кожей, растягивается и не отваливается. К тому же за счет материала, из которого он сделан, даже спустя несколько недель носки дисплей не вызывает раздражения или дискомфорта во время ношения. Гаджет имеет достаточно компактный размер, имея толщину 1 миллиметр, а размер 60×10 миллиметров. При этом он может растягиваться приблизительно на 45% от своей начальной площади. Он состоит из большого количества микро-светодиодов – *MicroLED*, растяжимой «проводки» и эластичной подложки. Такой экран достаточно многофункционален, обладая

модулем беспроводной связи, он также может использоваться как дополнение к смартфону. Дисплей очень удобен для просмотра уведомлений и текстовых сообщений, а также различного рода видео. Его можно использовать и в медицинских целях для изучения состояния здоровья человека.

На сегодняшний день большое количество компаний анонсируют появление гибких смартфонов «нового поколения». Но их массовое использование, на современном уровне развития технологий, является чем-то на грани фантастики. Более простые решения, когда дисплей изогнут изначально, достаточно непрактичны, дизайн ради дизайна. Но некоторые преимущества у них есть. Это их прочность, эластичность и устойчивость к сильным механическим воздействиям.

Литература

1. Mail.ru Group. Эволюция гибких дисплеев / [Электронный ресурс]. - Mail.ru Group, habr.com, 2018. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/mailru/blog/419811/>

УДК 681.586

РАЗНОВИДНОСТИ ДАТЧИКОВ ДВИЖЕНИЯ

Тамулевич Е.С., Родцевич В.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Датчики движения широко используются для различных целей. Особое применение эти устройства носят при охране предприятий и офисов, обеспечении светом территории или помещения. При их помощи можно сэкономить на использовании электроэнергии, на покупке всевозможных выключателей и выключателей. Детекторы будут включать электроприборы только в присутствии человека. Их так же называют датчиками присутствия.

Принцип действия этих устройств основан на анализе волн и полей, поступающих из окружающей среды. Они подразделяются по типу анализируемых волн и полей. Датчики бывают:

- Магнито-контактные.
- Инфракрасные пассивные.
- Инфракрасные активные.
- Радиоволновые.
- Емкостные.
- Комбинированные.

Магнито-контактный датчик (рисунок 1)

Самый простой вариант датчика движения – концевой выключатель или геркон. Геркон (герметичный контакт) это переключатель, который срабатывает при появлении магнитного поля. Магнито-контактный датчик состоит из двух частей: Магнита и магнито-управляющего контакта (геркона). Когда они сомкнуты, по геркону идет ток, если их разомкнуть, ток прервется и раздастся сигнал тревоги.



Рисунок 1. Магнито-контактный датчик

Инфракрасный датчик (рисунок 2)

Широкое применение нашли инфракрасные детекторы. Дешевизна и простота использования – очевидные плюсы данных устройств, по сравнению с

другими датчиками. Принцип их действия основывается на восприятии изменения тепла в зоне реагирования устройства.

Пассивные инфракрасные детекторы (рисунок 2) оснащены оптической линзой, линзой Френеля. Она собирает волны ИК лучей и направляет их на пироэлектрический элемент. Когда в зону обнаружения попадает человек, концентрация инфракрасных лучей на датчике повышается, далее датчик подает сигнал электрическому устройству.



Рисунок 2. Пассивный инфракрасный датчик

Инфракрасный активный (рисунок 3), его ещё называют лучевым, имеет два устройства: передатчик, излучающий инфракрасный луч и приёмник для его улавливания. Если человек пересечёт луч, сработает сигнализация.



Рисунок 3. Активный инфракрасный датчик

Радиоволновой (рисунок 4)

Принцип действия основан на восприятии радиоволн, отраженных от объекта, движущегося в зоне обнаружения. Радиоволновой датчик реагирует на движение, это охранное устройство испускает радиоволны, которые отражаются от всех предметов в комнате, когда внутри сетки появляется объект, частота волн изменится, при этом сработает сигнализация.



Рисунок 4. Радиоволновой датчик

Ёмкостной датчик (рисунок 5)

У него имеется антенна, электрические заряды накапливаются в антенне – это её электрическая ёмкость. Когда к антенне приближается человек или любое тело, которое проводит ток, ёмкость меняется, потому что часть электрических зарядов перераспределяется на тело.



Рисунок 5. Ёмкостный датчик

Инфракрасные детекторы работают следующим образом (рисунок 6).

Устройство реагирует на появление инфракрасного (ИК) света в присутствии человека. По своим физическим свойствам инфракрасный спектр света схож с видимым спектром, при попадании инфракрасного света на собирающую линзу, пироэлемент изменяет свои параметры. Плотность инфракрасного спектра зависит от испускаемой человеком температуры тела, чем выше температура – тем поток ярче.

Строение пассивного инфракрасного детектора.

В корпусе находится блок электрических устройств, обрабатывающих сигнал, поступающий от пироэлектрического ИК датчика, возникающий при попадании инфракрасного света на его поверхность, проходя через собирающую линзу Френеля. На линзу нанесена сетка, которая образует грани, направляющие ИК свет на плоскость фотоэлемента. Когда объект, излучающий инфракрасное излучение, начинает двигаться, на короткий промежуток времени фокус пропадает с фотоэлемента и сигнал пропадает. Все грани линзы

охватывают определенную область помещения. Для повышения чувствительности датчика необходимо повышать количество таких плоскостей.

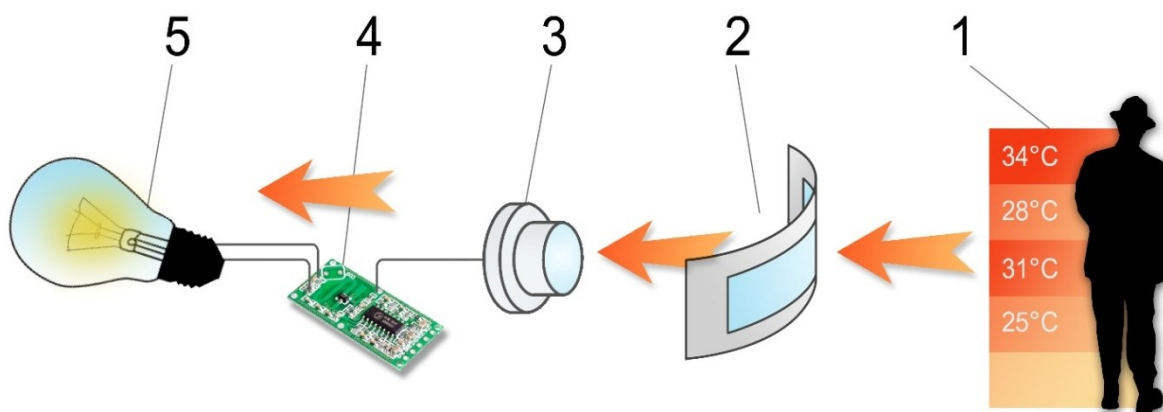


Рисунок 6. Схема работы ИК датчика.

1 – тепловой излучатель; 2 – сегментная линза; 3 – пирозлектрический ИК датчик; 4 – блок электрических устройств; 5 – потребитель энергии

В наше время использование датчиков движения, становится экономически выгодным решением для человека. В то же время, использование этих устройств становится экономически выгодным для работодателей, так как такую работу как охрана объекта, или тем более периметра, может вполне выполнить датчик движения. Для примера, уже несколько лет для охраны границы РБ и Латвии наши соседи используют исключительно датчики движения, что позволяет в свою очередь более тщательно вести наблюдение за ней, и охватить большую территорию.

Так же в нашем городе имеются множество проектов по энергосбережению, где используются датчики присутствия, в данных проектах окупаемость их составит всего 1,5-2 года.

В наше время сложно представить магазины, подъезды и офисы без этих устройств, ведь они созданы в первую очередь для обеспечения удобства, тем самым делая небольшой вклад в будущее “Умного дома”. Тема экономии электропотребления и охраны различных объектов в нашей стране является актуальной, поэтому мы должны находить оптимальные пути и новые задачи по её решению.

Литература

4. Романова, Датчики сигнализации [Электронный ресурс] // 27.04.2012 // режим доступа: youtu.be/VMF38DKD3_k
5. А. Батош, Схемы датчиков движения и принцип их работы, схемы подключения [Электронный ресурс] // режим доступа: elektrik.info/main/automation/1391-shemy-datchikov-dvizheniya.html
6. Харыбин, Как устроен датчик движения (присутствия) [Электронный ресурс] // 07.07.2011 // режим доступа: youtu.be/IQZR1DzsmR0

УДК 621.376

ЧАСТОТНАЯ И ФАЗОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ В РАДИОПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Александров В.А., Кривальцевич П.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Фазовая модуляция

Фазовая модуляция (PM) – это схема модуляции для формирования сигналов связи и их передачи. Он кодирует сигнал сообщения как изменения мгновенной фазы несущей волны. Фазовая модуляция является одной из двух основных форм угловой модуляции вместе с частотной модуляцией.

Фаза несущего сигнала модулируется в соответствии с амплитудой сигнала сообщения. Если нет модулирующего сигнала, фаза и частота несущей частоты не меняются. Фазовая модуляция может быть определена как фаза несущего сигнала, изменяемая пропорционально амплитуде входного модулирующего сигнала.

Диаграмма работы фазовой модуляции показана на рисунке 1 и рисунке 2.

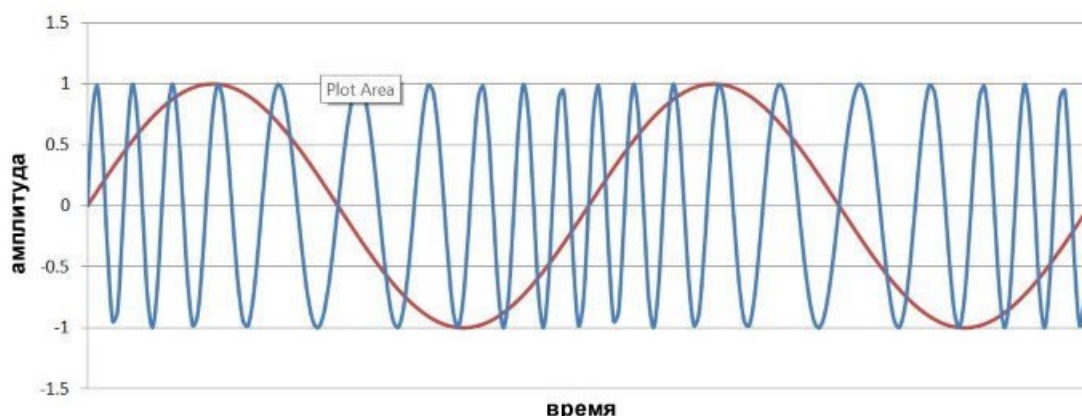


Рисунок 1. Фазовая модуляция при синусоидальной форме информационного сигнала

Отклонение несущей фазы будет больше, если амплитуда входного сигнала возрастет и наоборот. Когда амплитуда входного сигнала увеличивается, несущая подвергается фазовому опережению. Когда амплитуда входного сигнала уменьшается, несущая претерпевает фазовое отставание.

Следовательно, форма волны фазовой модуляции будет аналогична форме волны частотной модуляции во всех аспектах.

Преимущества фазовой модуляции включают следующее:

- цифровая информация передается без искажений, при достаточно высокой скорости передачи;
- улучшенная устойчивость к шуму.

К недостаткам фазовой модуляции можно отнести следующее:

- она требует два сигнала с различными фазами;
- она требует более сложного аппаратного обеспечения из-за его принципов преобразования;

- фазовая неопределенность наступает, если мы превысим индекс пи радиан модуляции.

Индекс фазовой модуляции может быть увеличен с помощью умножителя частоты.

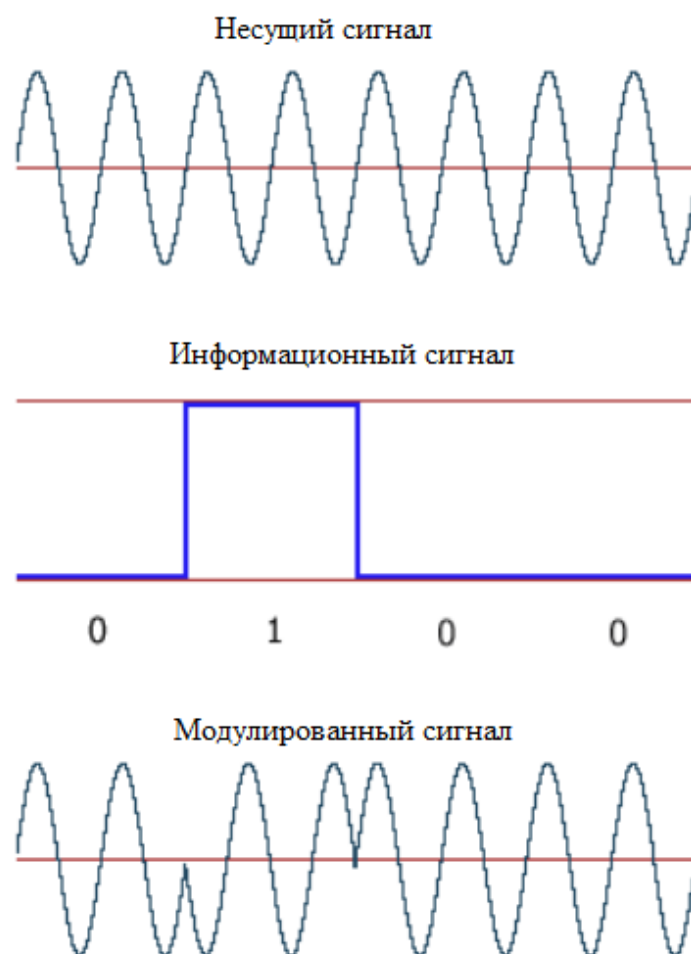


Рисунок 2. Фазовая модуляция при цифровой форме информационного сигнала

Применение фазовой модуляции

Данная модуляция очень полезна при передаче радиоволн и является важным элементом в схемах кодирования цифровой передачи.

Фазовая модуляция используется в системе передачи сигналов в военной и мирной сфере. Она помогает передавать видеосигнал вместе с аудио сигналом. В ней используются специальные приемные устройства, которые могут одновременно принимать и демодулировать аудио- и видеосигналы.

Частотная модуляция

Частотная модуляция используется во многих устройствах от вещания до связи и предлагает несколько преимуществ по сравнению с другими видами модуляции.

Хотя изменение амплитуды радиосигнала является наиболее очевидным методом его модуляции, это далеко не совершенный способ. Также возможно изменить частоту сигнала, чтобы получить частотную модуляцию. Частотная модуляция широко используется на частотах выше 30 МГц, и она особенно

хорошо известна благодаря ее использованию для радиовещания в диапазоне УКВ.

Однако это может быть не так просто, как амплитудная модуляция, тем не менее частотная модуляция дает некоторые явные преимущества. Она способна обеспечить почти свободный от помех прием, и именно по этой причине он был принят для звукового вещания в диапазоне УКВ. Эти передачи могут обеспечить высокое качество звука, и по этой причине частотная модуляция гораздо более популярна, чем более старые передачи в длинных, средних и коротких волнах.

В дополнение к широкому распространению высококачественных аудио передач FM-модуляция также используется для различных систем двусторонней радиосвязи. Будь то для систем фиксированной или мобильной радиосвязи, или для использования в портативных приложениях, FM широко используется в диапазоне УКВ (рисунок 3) и выше.

Для генерации частотно-модулированного сигнала частота несущей радиосигнала изменяется в соответствии с амплитудой входящего аудио сигнала.

Когда звуковой сигнал модулирует несущую частоту, новый радиочастотный сигнал изменяется вверх и вниз по частоте. Величина, на которую сигнал изменяется вверх и вниз, важна. Это является отклонением и обычно указывается как число отклонений в килогерцах. В качестве примера, сигнал может иметь отклонение ± 3 кГц. В этом случае несущая частота сдвигается вверх и вниз на 3 кГц.

Радиовещательные станции в диапазоне УКВ частотного спектра между 88,5 и 108 МГц используют большие значения отклонения, обычно ± 75 кГц.



Рисунок 3. FM радио

Это известно, как широкополосный FM (*WBFM*). Эти сигналы способны поддерживать высококачественные передачи, но занимают большую полосу пропускания. Обычно 200 кГц разрешено для каждой широкополосной передачи FM. Для связи используется меньшая пропускная способность. Узкополосный FM (*NBFM*) часто использует цифры отклонения около ± 3 кГц.

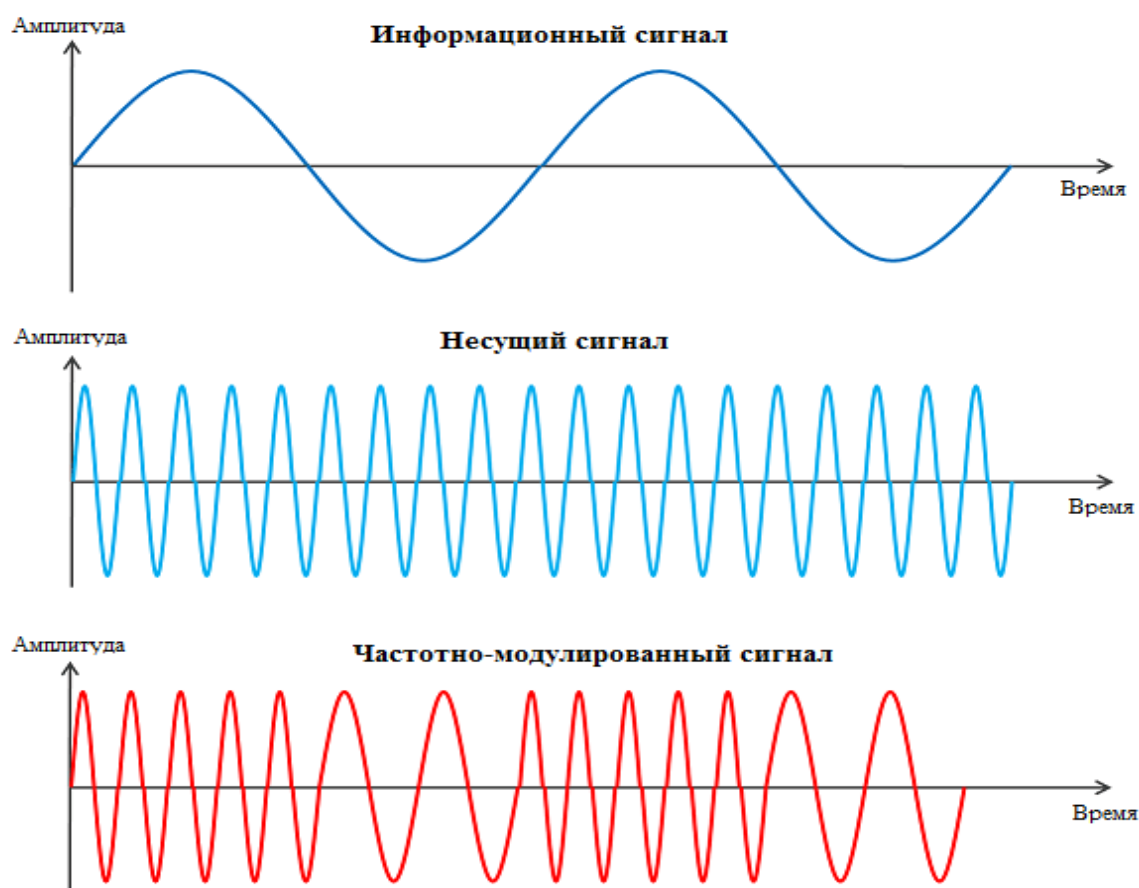


Рисунок 4. Частотная модуляция.

Это узкополосный FM, который обычно используется для двусторонней радиосвязи. Имея более узкую полосу, она не может обеспечить высокое качество широкополосных передач, но это не требуется, как, например, в мобильной радиосвязи, пример которой показан на рисунке 5.



Рисунок 5. Рация

Как и при любой форме модуляции, необходимо иметь возможность успешно демодулировать ее и восстановить исходный сигнал. *FM*-демодулятор может называться различными именами, включая *FM*-демодулятор, *FM*-детектор или *FM*-дискриминатор.

Существует ряд различных типов ЧМ-демодуляторов, но все они позволяют преобразовывать изменения частоты входного сигнала в изменения амплитуды на выходе. Они обычно подаются в аудио усилитель или, возможно, в цифровой интерфейс.

FM модуляторы

Существует множество различных методов, которые можно использовать для генерации частотно-модулированных сигналов.

Генератор с диодом-варикапом

Этот метод требует использования варикапа, подключенного в настроенную цепь генератора. Можно даже использовать варикап в схеме с кварцевым генератором. Иногда при использовании кварцевых генераторов сигнал необходимо умножать по частоте. Это применяется при узкополосной ЧМ.

Блок фазовой синхронизации

Блок фазовой синхронизации обеспечивает стабильный способ генерации при частотной модуляции.

Преимущества и недостатки частотной модуляции

Как и при любой форме модуляции, у ее использования есть несколько преимуществ и недостатков. Это необходимо учитывать перед принятием любого решения или выбора относительно его использования:

Преимущества частотной модуляции:

1. Вся мощность, передаваемая в частотной модуляции, используется, тогда, как при амплитудной модуляции большая часть мощности находится в несущем частоте.
2. Помехи в соседнем канале отсутствуют.
3. Высокое отношение сигнал/шум.

Недостатки частотной модуляции:

Требует более широкой диапазон полосы частот, чем амплитудная модуляция.

Применение частотной модуляции:

1. FM-вещание.
2. Радары.
3. Системы записи на магнитную ленту.
4. Телеметрия.
5. Двусторонние радиосистемы.
6. Музыкальный синтез.
7. Сейсморазведка.
8. Системы передачи видео.

Литература

1. Гоноровский, И.С. Частотная модуляция и ее применения / И.С. Гоноровский (Москва: Связьиздат, 1948), – Режим доступа: <http://www.nehudlit.ru/books/chastotnaya-modulyatsiya-i-ee-primeneniya.html>
2. Журавлев, В.И. Методы модуляции-демодуляции радиосигналов в системах передачи цифровых сообщений / В.И. Журавлев, Н.П. Трусевич // Научное издание. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Инсвязьиздат, 2009. – 312 с., – Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2262005/>
3. Горюнов, А.Г., Чурсин Ю.А., Телеконтроль и телеуправление / А.Г. Горюнов, Ю.А. Чурсин // 2010. – Режим доступа: http://portal.tpu.ru:7777/SHARED/a/ALEX1479/study/dis2_TKiTU/Tab2/Lekcii_TK_TU.pdf

УДК 621.3

ПРОЕКЦИОННЫЕ ДИСПЛЕИ

Волков А.С., Шевелёв В.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Современные автомобили стремятся удивить технологиями, двигателями с непосредственным впрыском, регулируемые по всем возможным осям сидениями, проекцией на лобовое стекло, мультируль и так далее. Но при внимательном рассмотрении можно заметить прообразы и прямое копирование всех вышеперечисленных идей из авиационной промышленности. Так, предмет этой статьи, проекционный дисплей, уходит корнями к первому коллиматорному прицелу (рис. 1), изобретённому ещё в 1900-ом году, разработке ИЛС в 1955-ом году и началу эксплуатации самолётов с ИЛС в 1958-ом. С этого года сформировалась проекция на лобовое стекло в примерно том виде, в котором её знают любители авиации, оставалось только заменить экран самолёта, на лобовое стекло автомобиля.

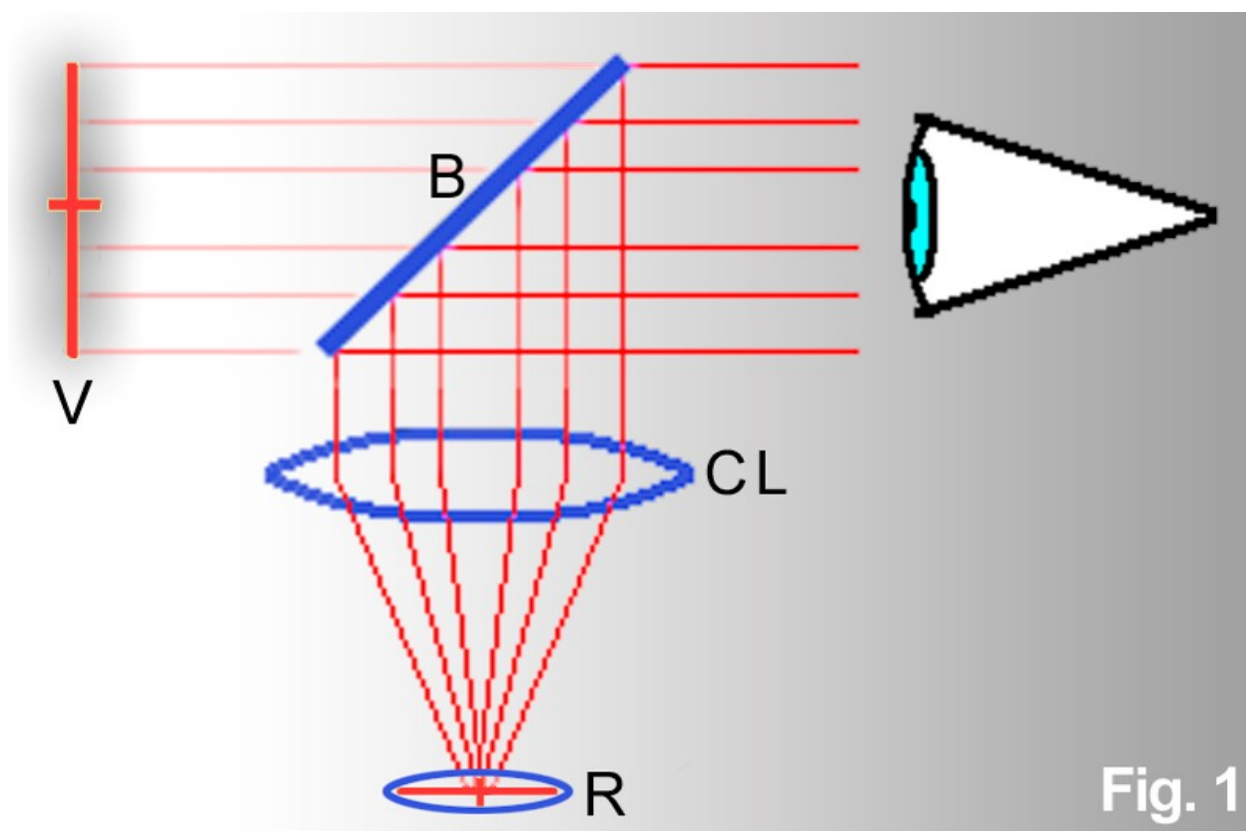


Рисунок 1. Принцип устройства коллиматора

На деле же было несколько сложнее. Для работы проекции требуется соблюдение нескольких условий: 1) Формируемое изображение должно быть коллимированно. 2) Поверхность на которую проецируется изображение должна быть абсолютно прозрачной и не мешать обзору. 3) Нужен подходящий источник света для формирования изображения.

Первая проблема была решена с появлением коллиматорных прицелов. Они появились, так как остро стояла проблема времени, затрачиваемого на аккомодацию при смене фокусировки зрения между целью и прицельными приспособлениями. Это сильно снижало эффективность прицеливания и отнимало драгоценные доли секунд. Коллиматор позволил целиться в оба глаза, не мешал обзору при выключенной подсветке, не требовал совмещения линии взгляда с линией прицеливания. Весь секрет в том, что прицельная сетка (или точка) коллиматора является изображением, спроецированным на бесконечность, и всегда видится в фокусе. Как можем заметить, сам по себе коллиматор, в определённом смысле, уже являлся проекционным дисплеем. С его внедрением были решены проблемы оптического рода и созданы первые предпосылки к изобретению *HUD*. Оставалось сделать такой прибор более многофункциональным и решить ещё много сопутствующих мелких проблем.

Посмотрите на *Blackburn Buccaneer* – это передовой штурмовик того времени, был создан уничтожать корабли противника используя фактор внезапности, для этого он должен был лететь ниже горизонта радаров противника с максимально возможной скоростью. Отсюда конструкторам пришло осознание того что отвлечение пилота на классические аналоговые приборы может привести к высоким небоевым потерям, ведь за ту секунду что пилот смотрит на приборы, самолёт мог преодолеть расстояние до трёхсот метров. Пришло понимание того что место обычного прицела должен занять многоцелевой прибор, который сможет показать одновременно прицельную сетку, скорость, высоту, авиагоризонт, курс и так далее. Британским инженерам удалось справиться с поставленной задачей, уже в 1958-ом году совершил первый вылет самолёт с столь инновационным прибором, сильно упростившим жизнь лётчикам (рис. 2). Именно поэтому, нелишним будет сравнить самолёт того самого, переломного 1958-го года с автомобилем 1958-го года, разница поражает воображение. На этом этапе стоит задуматься, что же мешало перенести, уже сформировавшуюся и даже воплощенную в жизнь идею, в автомобиле? Даже абстрагируясь от стоимости оснащения автомобиля таким устройством и от вопроса “А зачем вообще автомобилю ИЛС?” запоздалая трансформация авиационного ИЛС в автомобильный *HUD* имела другие объективные причины.

Начнём с того, что первое поколение *HUD* не отличалось технологичностью. Оно использовало электроннолучевой трубки (ЭЛТ) для формирования изображения на люминесцентном экране, и то и другое имело свои проблемы. ЭЛТ относительно громоздки, требуют сравнительно большого напряжения питания, что усложняло электрооборудование самолёта. А сам люминесцентный экран страдает от выгорания люминофора со временем.



Рисунок 2. ИЛС *Blackburn Buccaneer*, относится к первому поколению ИЛС

А закончим, вновь взглянув на типичные авто начала 1960-ых: авионика тех лет была намного совершеннее аналогичных систем автомобилей, просто потому что у автомобилей ничего подобного ещё не существовало. Именно поэтому, такая технология не имела никаких шансов прижиться в автотранспорте, ведь военные использовали её не по прихоти, а от необходимости. ИЛС не был нужен просто, потому что ему нечего было выводить, ведь не было никаких электронных систем, даже аналоговые тахометры ещё толком никуда не ставились. До внедрения электронных датчиков было ещё около 20-ти лет, изобретённая примерно тогда же шина *CAN*, получит широкое распространение в автомобилях ещё через 10 лет.

Ради усовершенствования систем управления двигателем и усовершенствования активной безопасности, автомобили начали обрастать электронными датчиками и блоками управления. Автомобили с годами стали получать всё больше и больше информации о себе, своём перемещении и о своём окружении. Пионером автомобильного проекционного дисплея стал *GM Oldsmobile Cutlass Supreme 5th gen* в 1988-ом году, но его *HUD* (рисунок 3) мог показывать только скорость и указатель поворотов. Такова была первая заводская реализация этой технологии, в уже устаревшем на сегодняшний день виде.

Дальше – больше, но с 1988-го года и примерно по 2004-ый год система не особо сильно развивалась. Развитие пришло с активным развитием интернета, появлением первых навигационных систем автомобилей и выходом на рынок *BMW E60* (рисунок 4) где проекционный дисплей заметно эволюционировал со времён 5-го *Cutlass Supreme*. В *HUD* была удачно внедрена навигационная система, пускай ещё в не очень красивой графике.

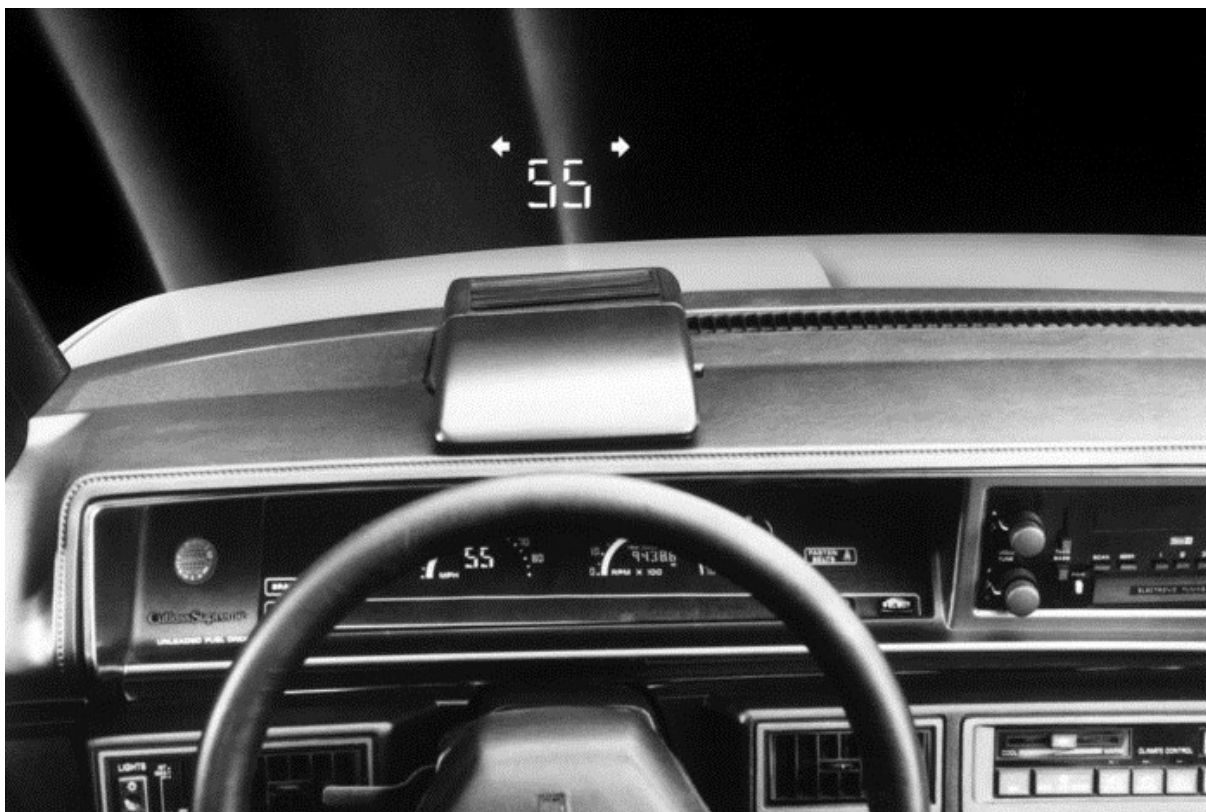


Рисунок 3. Первый автомобильный проекционный дисплей



Рисунок 4. Первая продвинутая система проекции на лобовое стекло

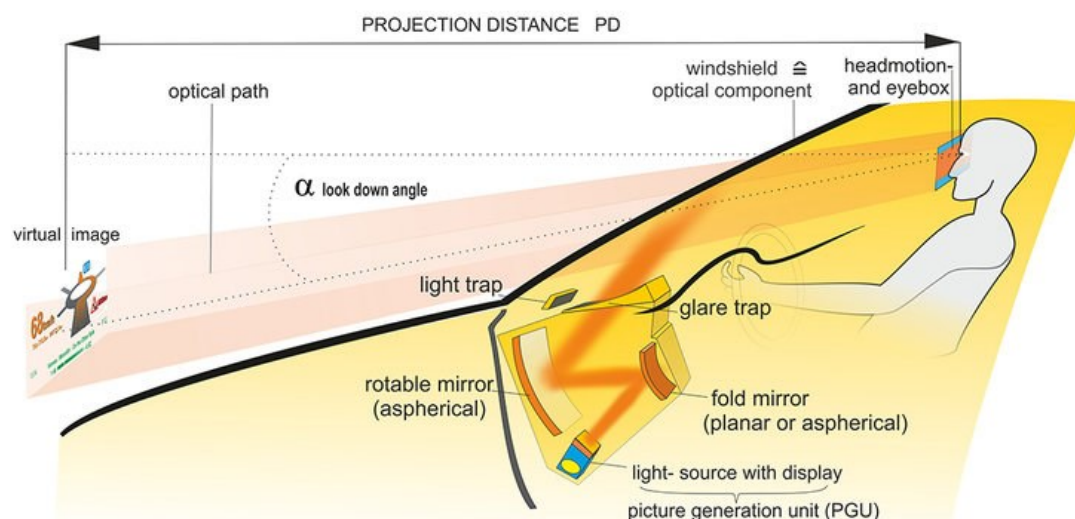


Рисунок 5. Принципиальная схема работы HUD

С 2004-го по настоящее время шла естественная эволюция этой технологии. Более красивая графика, более тесная интеграция с системами автомобиля, более широкое использование *HUD* в виде: индикации включенной передачи, режима работы АКПП, круиз контроля, ассистента полос, ассистента слепых зон и это только начало реального расцвета этой технологии, который стал возможен с началом реализации концепции *AR* (дополненной реальности).

Современные авто напичканы камерами, в том числе ИК-камерами и радарам, а наличие “экрана”, в роли которого выступает лобовое стекло – всё это, позволяет улучшать автомобили используя дополненную реальность. ИК камеры вкупе с обычными приборами, позволяют реализовать ночное зрение и ассистент полос, но ведь можно использовать получаемую информацию о разметке для подсветки её на лобовом стекле при плохих погодных условиях. То есть благодаря *HUD*, водитель сможет видеть то, чего видеть при данных условиях не может, что положительно скажется на безопасности вождения. Вспоминая, что современные системы активного круиз-контроля могут начать “игру в шашки” в плотном потоке, можно использовать *HUD* для индикации оптимальных перестроений при езде в плотном потоке. Речь не идёт об одобрении лихачества самим автомобилем, а улучшении навигации, ведь в больших городах важно вовремя занять правильную полосу, а в плотном потоке пробраться к нужной полосе может быть проблематично, особенно для неопытного водителя. Вспоминая систему подсветки фарами пешеходов, и прочих диких животных, выскакивающих на дорогу в повороте и на трассе, можно использовать проекционный дисплей для их подсветки, дабы они не стали для водителя сюрпризом в неподходящий момент.



Рисунок 6. Концепция развития HUD



Рисунок 7. Предполагаемое использование HUD для предотвращения аварийных ситуаций вызванных ограниченной обзорностью

Как мы можем видеть, технология проекционных дисплеев только начала активно развиваться, инженерам и программистам ещё только предстоит понять и реализовать все возможности этой технологии, которые поражают воображение. Будут ли автомобили такими, какими их рисует киберпанк – покажет время.

УДК 621.313

ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ПРИВОДА С АСИНХРОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ В ТРОЛЛЕЙБУСАХ

Колтун А.Ю., Масло И.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

Электропривод – это общее устройство, необходимое для осуществления преобразования электроэнергии в энергию механическую.

Для движения троллейбуса необходим тяговый электродвигатель (ТЭД). Тяговый электродвигатель (или электродвигатели, если их несколько) приводят троллейбус в движение, передавая вращающий момент ведущим колесам, и используется в процессе рекуперативного торможения. Рекуперативное торможение — это торможение, при котором электроэнергия, вырабатываемая электродвигателями, работающими в генераторном режиме, возвращается в сеть при наличии одного или нескольких троллейбусов на этой же сети. Таким образом, работоспособность троллейбуса зависит от ТЭД. Моделирование эксплуатационной надежности ТЭД проявляется важной частью безотказной работы транспортных средств.

Тяговый привод предназначен для создания тяговых и тормозных характеристик. Он содержит узлы контроля и управления сопутствующими аппаратами, и кроме того содержит системы вентиляции тягового привода и тягового двигателя.

В состав тягового привода входят основные узлы:

- блок ИПТ АКСМ33300А-720000.000	1 шт;
- блок БКПП АКСМ321-731000.000	1 шт;
- блок БКЗ АКСМ32102-725000.000-10	1 шт;
- катушка АКСМ 201-731100.000	2 шт;
- контроллер АКСМ33304-340410.000	2 шт;
- элемент сопротивления АКСМ42003А-729000.001	2 шт;
- асинхронный тяговый электрический двигатель	1 шт.

В состав привода входит любой тяговый электрический асинхронный двигатель, имеющий импульсный датчик частоты вращения. Если транспортное средство (ТС) имеет режим маневренного автономного хода, в состав привода должны входить блоки: блок ИПТ-блок инвертора переменного тока, БКПП-блок контакторов полярности, БКЗ-блок контакторов заряда, БАХ-блок автономного хода.

Блок БКПП представляет собой схему из 4-х контакторов, образующих мост и предназначен для коммутации на привод напряжения правильной полярности, а также для защиты оборудования привода и троллейбуса в аварийных ситуациях.

Блок БКПП снимает питание с электрооборудования троллейбуса при обнаружении токов утечек.

Блок БКЗ предназначен для осуществления предварительного заряда конденсатора фильтра блока ИПТ.

Блок ИПТ предназначен для преобразования постоянного напряжения контактной сети в переменный ток, необходимый для питания тягового электродвигателя и обеспечения рекуперации электрической энергии в режиме торможения.

Включение привода в режим работы от контактной сети

Перед включением привода необходимо установить штанги токоприемников троллейбуса на контактную сеть.

Включение привода начинается с подачи напряжения питания +24В на блок ИПТ, БКЗ, БКПП и БАХ (если он установлен) путем включения замка зажигания, установленного под рулевым колесом. При этом будут протестированы все цепи питания блока ИПТ и состояния контакторов блоков БКЗ, БКПП и БАХ во избежание коротких замыканий и не санкционированной подачи напряжения контактной сети.

Включить выключатель, расположенный на блоке выключателей и сигнализации в положение работа от сети. При этом в зависимости от полярности напряжения контактной сети на штангах токоприемников автоматически будет включена группа контакторов полярности или группа контакторов другой полярности.

После включения одной из групп контакторов полярности происходит заряд фильтрового конденсатора блока ИПТ, через зарядный контактор и резистор блока БКЗ до величины равной 75% от напряжения в контактной сети. После чего зарядный контактор отключается и включается линейный контактор. Заряд фильтрового конденсатора управляется алгоритмом, контролирующим правильность заряда. В том числе, если процесс заряда протекает не по установленному алгоритму, выдается ошибка и засвечивается светодиодный индикатор «авария привода» расположенный на блоке выключателей и сигнализации.

При включении одной из групп контакторов полярности напряжения подается на преобразователь – 600/380 В, блок ИПТ анализирует давление в пневматической системе, если давление в пневматической системе низкое блок ИПТ подает сигнал на включение преобразователя и сигнал на включение контактора двигателя компрессора ДК. При достижении давления в пневматической системе нормальной величины и при условии закрытого состояния дверей салоны блок ИПТ приходит сигнал, разрешающий работу привода.

Если в процессе выполнения выше описанных операций не произошло засвечивания светодиодного индикатора «Авария привода» расположенного на блоке выключателей и сигнализации, то все цепи привода включились и привод после осуществления выбора направления движения, расположенный на пульте управления водителя (готов к работе в режиме контактной сети).

Какой двигатель стоит на троллейбусах?

Т.к. в движение троллейбус приводит ТЭД, то мы рассмотрим пример и принцип работы ТЭД переменного тока, на примере модели электродвигателя ТАД-3. (рис. 1).

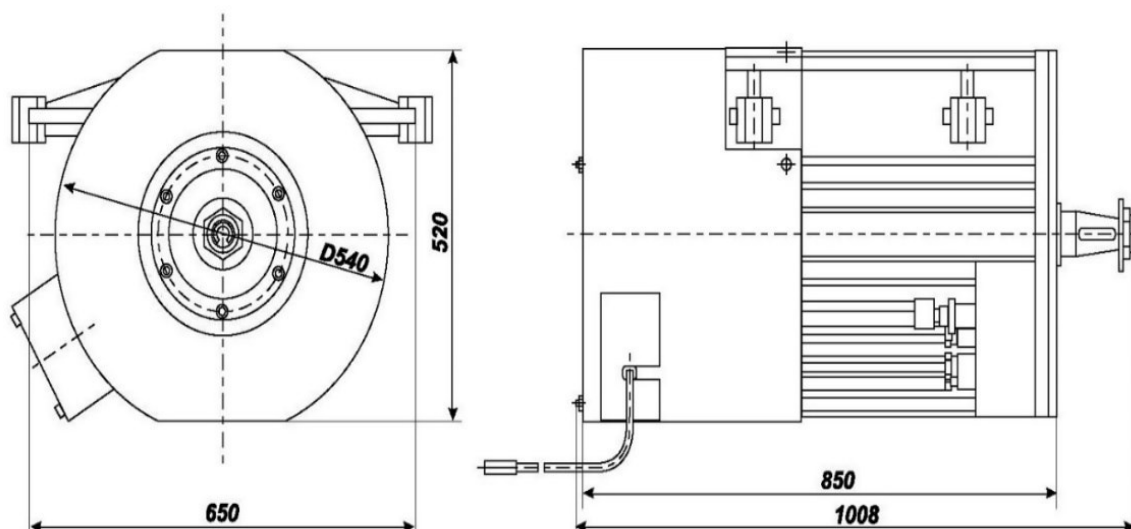


Рисунок 1. Габаритные размеры ГАД-3

Электропривод троллейбуса состоит из электрического двигателя и электронного преобразователя, и систем автоматического управления. На наших троллейбусах в данный момент стоят тяговые электродвигатели переменного тока, работа которых зависит от выдаваемых электрических характеристик преобразователя.

Тяговые асинхронные двигатели, которые применяются в качестве двигателей переменного тока, имеют рабочее напряжение 400В, все они имеют короткозамкнутый ротор и трехфазную обмотку статора, включённую по схеме “звезда”. Они имеют два датчика, которые осуществляют контроль частоты вращения и угла поворота.

При работе данного тягового электродвигателя используется преобразователь переменного тока.

Преобразователь преобразует постоянное напряжение, поступающее из контактной сети, в переменное напряжение, которое необходимо для работы ТЭД. Данный электропривод может работать в большом диапазоне частот и его КПД изменяется от 0,93 до 0,98. В настоящее время на троллейбусах не используются двигателями постоянного тока, так как у них есть ряд своих недостатков.

Электродвигатель типа ГАД-3 предназначен для осуществления привода ведущей оси троллейбуса.

Электродвигатель представляет собой асинхронную машину с короткозамкнутым ротором и трехфазной обмоткой статора. Электродвигатель питается от автономного инвертора напряжения.

Корпус электродвигателя сварной конструкции, выполнен из стали Ст3 В корпус запрессован сердечник статора, набранный из листов электротехнической стали. В полузакрытые пазы, выштампованные в листах

сердечника, уложена полужесткая трехфазная обмотка из провода марки ПСДКТ.

Статор (рис. 2) обмотанный дважды пропитан лаком КО-916К, вакуум-нагнетательным способом и покрыт кремнийорганической эмалью. Класс изоляции обмотки Н.



Рисунок 2. Статор ТАД-3

Ротор (рис. 3) электродвигателя состоит из сердечника, набранного из листов электротехнической стали и запрессованных между двумя нажимными шайбами. В закрытые пазы, выштампованные в листах сердечника ротора, уложены стержни обмотки ротора. По торцам к стержням запрессованы медные или алюминиевые короткозамкнутые кольца.



Рисунок 3. Ротор ТАД-3

На вал ротора насажен вентилятор с зубчатым кольцом для датчика частоты вращения.

Ротор вращается в подшипниках качения, которые установлены в подшипниковых щитах.

Подшипниковые щиты сварные, выполнены из стали Ст3.

На щите установлены 2-а датчика частоты вращения типа *IGT101DC*, концы которых выведены за пределы кожуха на длину 1330(+/-)20мм.

Вентилятор закрыт кожухом, в котором установлена защитная сетка.

Маркировка: на станине электродвигателя установлена табличка, на которой указаны основные параметры, тип, заводской номер, масса и дата выпуска.

Выводные концы электродвигателя, соединенные «звездой», маркируются на маркировочных знаках буквами:

- *U1*-начало первой фазы.
- *V1*-начало второй фазы.
- *W1*-начало третьей фазы.

Литература

1. АКСМ321-000000.000 РЭ новое 333 321 Руководство по эксплуатации (с испр. 10.08) Минск 2012.
2. АКСМ321-000000.000РЭ Руководство по эксплуатации электропривода Минск 2012.
3. Мосгортранс Режим доступа: <http://www.mosgortrans.ru/> – Дата доступа: 27.04.2019
4. Богодистый, П. Современный троллейбус: описания устройства и принципа работы / Б. Богодистый // Режим доступа: <https://naukatehnika.com/sovremennyij-trolleybus.html> naukatehnika.comnaukatehnika. – Дата доступа: 01.04.2019

УДК 621.3

МЕМРИСТОРЫ

Коржаченко А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Одним из важнейших аспектов человеческого развития всегда была память. Изначально она имела крайне примитивную форму: устная. Носителем памяти был сам человек, и с его смертью, та часть знаний, которую он не передал другим, уходя в небытие.

Настоящим прорывом в решении вопроса стала письменность. Письменные источники знания надолго укоренились в обществе и до сих пор занимают значимое место. Современный этап развития – это электронная память.

Сейчас существует множество запоминающих устройств, которые используют 3 типа памяти:

- динамическую;
- статическую;
- флэш-память.

Наряду с этими, уже ставшими традиционными типами памяти, происходит развитие резистивного типа памяти, которой включает в себя достоинства быстрой оперативной памяти и энергонезависимой перепрограммируемой памяти.

Долгое время для построения электронных схем использовались пассивные элементы, такие как конденсаторы, резисторы и индукторы, но существует и четвертый фундаментальный элемент, который называется «мемристор», который изображен на рисунке 1.

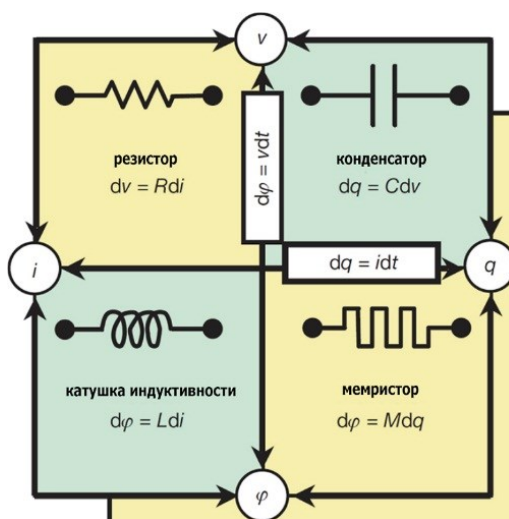


Рисунок 1. Схема мемристора

Мемристор - тип элементов резистивной памяти, пассивный элемент электрической цепи, сопротивление которым некоторым образом зависит от прошедшего через него заряда.

Работа прибора обеспечивается за счет химических превращений в тонкой (5 нм) двухслойной плёнке диоксида титана. В одном слое пленки мало кислорода. Таким образом, схему замещения можно представить, как два переменных резистора, соединенных последовательно, что изображено на рисунке 2. У одного из резисторов низкое сопротивление, у другого – более высокое.

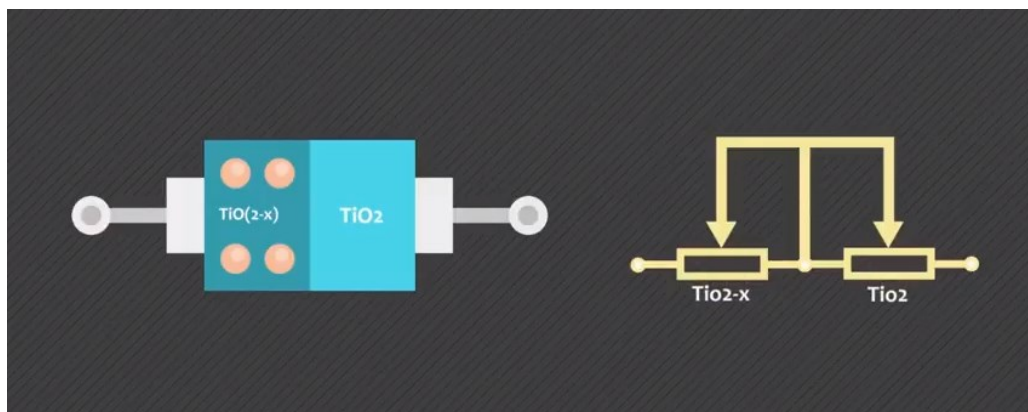


Рисунок 2. Схема замещения мемристора

При пропускании тока в прямом направлении, ионы перемещаются, граница смещается вправо и эквивалентное мемристора сопротивление уменьшается. При пропускании тока в обратном направлении, граница смещается влево и эквивалентное мемристора сопротивление сильно возрастает.

Мемристор обладает «памятью»: после изменения сопротивления, он сохраняет его даже при полном длительном отключении. Происходящее в мемристоре явление гистерезиса позволяет использовать его в качестве ячейки памяти. Гипотетически мемристоры смогут заменить транзисторы в части случаев.

Достоинство мемристора состоит в том, что он универсальный и не требует питания, а так же долго хранит информацию и отличается быстродействием.

Поведение мемристора напоминает работу биологического синапса - чем интенсивнее входной сигнал, тем выше пропускная способность синапса. Рассматривается возможность применения мемристоров для создания искусственного интеллекта.

Новый элемент на базе мемристора можно использовать для создания нейровычислительных систем и компьютеров с десятичной системой счисления. Еще можно предполагать, что память на мемристорах станет единственным типом компьютерной памяти. Благодаря свойствам мемристоров, такие компьютеры можно будет выключать и включать в любой момент, не тратя время на перезагрузку.

Следовательно, мемристоры могут совершить революцию электронных устройств, эта революция оправдана, вследствие увеличения объёма данных и усложнения способов их обработки.

Литература

1. Мемристоры [Электронный ресурс]/ ProTablePc. – Режим доступа: [http://ru.wikipedia.org. /wiki/](http://ru.wikipedia.org/wiki/). – Дата доступа: 14.04.2019
2. Мемристоры и кроссбары. Нанотехнологии для процессоров. [Электронный ресурс]/ StukLorechat.com. – Режим доступа: [https:// electronics.ru/journal/article/149/](https://electronics.ru/journal/article/149/). – Дата доступа: 14.04.2019

УДК 544.53

ИГРОВОЕ ЛАЗЕРНОЕ УСТРОЙСТВО

Малюжанец Ж.А., Стрик Е.Б.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

В настоящее время прогресс появления многочисленных развлечений для детей и взрослых безграничен. Индустрия развлечений не стоит на месте и развлекательные центры, идущие в ногу со временем, удовлетворяют потребности посетителей новейшими аттракционами, в которых игрок становится участником сюжетной линии и своими действиями может менять ход игры. А ведь никто не задумается о том, что такое изобретение, например, как, лазерный пистолет и лазерный тир можно смастерить у себя дома и тем самым порадовать себя и своих близких.

Лазер (оптический квантовый генератор) - генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного (стимулированного) излучения.

Лазерное излучение – это вынужденное (посредством лазера) испускание атомами вещества порций-квантов электромагнитного излучения.

Принцип работы. Блок управления конструктивно выполнен в корпусе игрушечного детского пистолета, функциональная схема, которого показана на рисунке 1. Блок управления содержит резистор, четыре светодиода, три выпрямительных диода, транзистор, стабилизатор напряжения, генератор запускающих импульсов, генератор модулирующих импульсов и элемент питания (в нашем случае, батарейка типа АА).

Переключатель SA1 переводится из нейтрального положения в положение 2. Напряжение питания от источника GB1, пройдя через диод VD2, подается на вход стабилизатора напряжения (DA1), а после прохождения через стабилизатор - на остальные элементы схемы, которые приводятся в состояние готовности. При этом зажигаются два светодиода (HL2 и HL3). При нажатии на спусковой крючок включается переключатель SB1, включается генератор запускающих импульсов, вместе с этим включается генератор модулирующих импульсов. После прохождения через генератор модулирующих импульсов сигнал поступает на транзистор VT1, в котором включен источник оптического излучения HL4, находящийся в коллекторной цепи. Интегральная схема DA1 является стабилизатором напряжения питания. При переводе переключателя SA3 в положение 2, источник излучения HL4 переходит в непрерывный режим работы, который используется для настройки пистолета.

Мишень для лазерного оружия. Электрическая схема мишени для лазерного оружия показана на рисунке 2. В электрическую схему мишени входит три транзистора, четыре резистора, 2 конденсатора, светодиод. При попадании луча, который исходит из пистолета, на светодиод VD1, сопротивление последнего резистора резко падает, что позволяет открыть полевой транзистор VT2

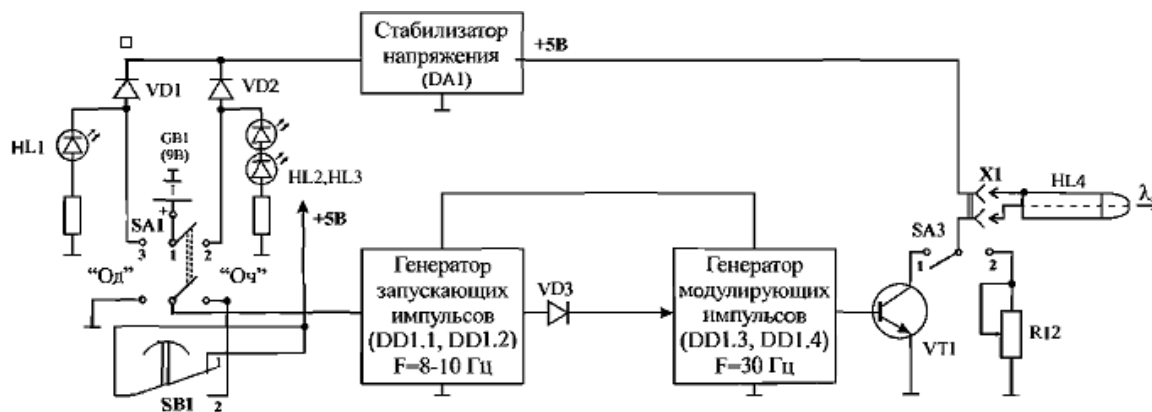


Рисунок 1. Функциональная схема лазерного пистолета

Сразу после этого открывается ключ, который собран на биполярном транзисторе *VT3*. Транзистор *VT1* включен как микромощный стабилитрон и выполняет роль защиты – он не позволит напряжению на затворе полевого транзистора превысить максимально допустимую для него величину.

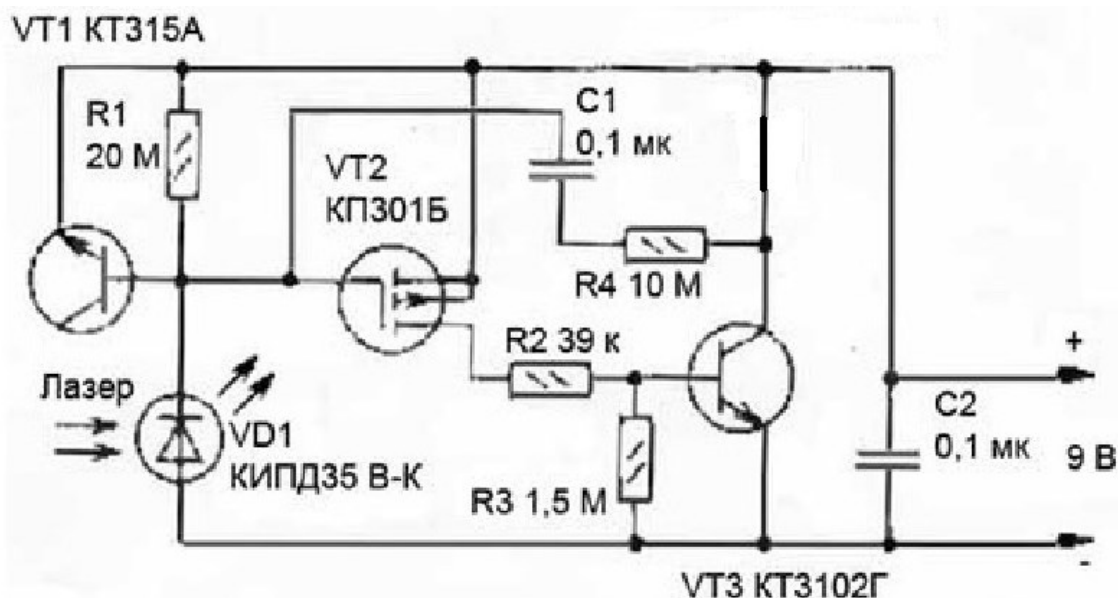


Рисунок 2. Электрическая схема мишени для лазерного оружия

В конце стоило бы сказать о достоинствах лазерного излучения и такого устройства в целом:

- монохромность излучения (строго одной длины волны);
- когерентность излучения;
- острая направленность луча (малое расхождение);
- устройство имеет яркое выделение на фоне других игр для детей;
- быстрый монтаж/демонтаж оборудования.

Литература

1. Принцип работы лазера. Основные виды лазеров. [Электронный ресурс] // Режим доступа: [<https://www.mirstankov.com/princip-raboty-lazera-osnovnye-vidy-lazerov/>]. – Дата доступа: 04.04.2018
2. А.Н. Пихтин. Оптическая и квантовая физика. – М.: Высш.шк., 2001. – 573 с.
3. О. Звелто. – М.: Мир, 1990. – 560 с.

УДК 621.383

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ БУДУЩЕГО

Коваль Д.С., Станкевич П.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Несколько десятков лет назад мы не могли представить, что шариковые ручки будут анахронизмом и на смену им придут новые гаджеты, которые помогли бы не только писать, но и выполнять другие различные функции. Сотовые, или как сейчас называют - мобильные телефоны, были не у каждого, а если и были, то большие, тяжелые, объемные. Остальные пользовались так называемыми ‘пейджерами’. Информационные технологии в наше время развиваются сверхбыстро. Через лет 10 мир может радикально измениться. Всему этому способствуют новые материалы с определенно новыми функциями и свойствами. Кремниевая технология, лежащая в основе всех информационных технологий, в наше время подходит, если так можно выразиться, к физическому пределу.

Последние полвека развитие информационных технологий на основе кремниевой технологии производилось миниатюризации элементов (интегральных схем, транзисторов и т.д.). Через несколько десятков лет латеральные размеры элементов подошли к пределу. Уменьшение до микроскопических размеров привело к тому, что переключение положений «выключено / включено», перестает функционировать. Это основная модель работы транзистора в цифровой электронике. Также из-за миниатюризации элементов микроэлектроники на единицу площади оказалось, что их значительно больше, чем необходимо для того, чтобы их функционированию в нормальном режиме не препятствовало. Поэтому стал вопрос о поиске и разработке новых материалов элементов, новых направлений, принципов работы и интегральных схем.

В данной работе мы предлагаем новый путь развития микроэлектроники – спинтроника. Современная цифровая электроника базируется на кремниевом транзисторе, который способен находиться в одном из двух состояний – логический ноль или единица. В свою же очередь в спинтронике ноль и единица задаются спином электрона, его квантовым состоянием, которое в некоторых условиях принимает ровно одно из двух значений. В соответствии с этой концепцией, согласно принципу квантования проекции спина, на выбранную ось электроны разделяют на два типа носителей тока: электроны со спином-вверх и электроны со спином-вниз. Спинтроника базируется на так называемом спине электрона, то есть присущим ему моменте импульса, который может в некоторых условиях принимать одно из двух состояний – вниз или вверх.

На этом свойстве базируется принцип «включения/выключения». Поворот спина электрона сопровождается незначительным выделением энергии. Это преимущество может оказаться решающим в процессе конкуренции в

микроэлектронике. Основным материалом, который лежит в основе этого метода – графен. Данный материал обладает уникальными свойствами:

- непроницаемость для большинства газов и жидкостей;
- очень большая теплопроводность;
- прозрачность;
- высокая гибкость;
- большая электропроводимость;
- большая механическая жесткость, он прочнее стали в сотни раз;
- его температура плавления находится выше 3000 градусов.

Если говорить о структуре, то он представляет собой материал, который выглядит как соты (рис. 1). В узлах решетки этого материала располагаются атомы углерода.

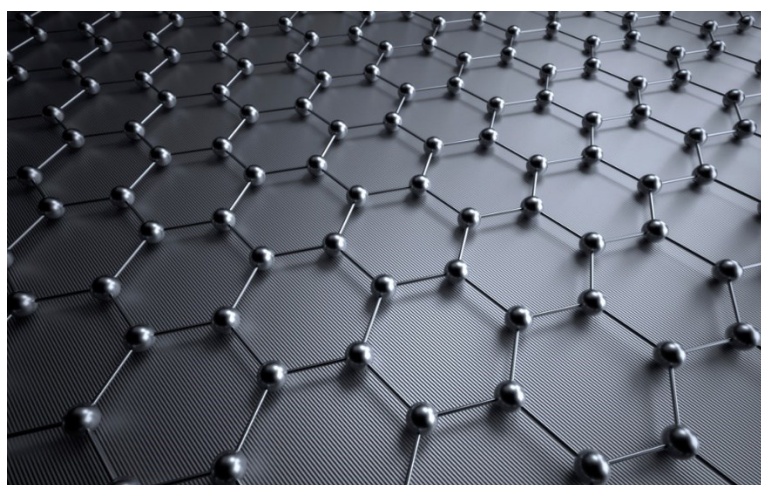


Рисунок 1. Структура графена

В свою очередь графен не обладает магнетизмом - это его главный недостаток, несмотря на его уникальные преимущества. Как нам известно, рабочий материал в данном пути развития должен быть магнитным. В мире есть структурный аналог графена – силицен. В его узлах решетки находятся атомы кремния, а не атомы углерода. Таким образом, происходит интеграция с кремниевой технологией.

Следовательно, ограничение тепловыделений становится важнее, чем значение гигагерцев. С одной стороны, снижение тепловыделения поможет скомпенсировать уменьшение тактовой частоты и обязательно общей производительности. Это значительно поможет в случае больших вычислений. Основная задача – создать спинтронный материал, который позволит внедрить новую технологию в кремниевую электронику.

Литература

1. Портал «Научная Россия». Режим доступа: [<http://catcut.net/qWMA>]. – Дата доступа: 21.03.2019
2. Интернет-газета «Известия». Режим доступа: [<http://catcut.net/sWMA>]. – Дата доступа: 21.03.2019

УДК 621.3

ОПТОВОЛОКОННЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Борбуш А.Л, Ващилов С.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Связь – неотъемлемая часть современного мира, влияющая на экономическое развитие и инвестиционную привлекательность, как отдельных регионов, так и всей страны в целом. За последнее время в области связи популярность начали набирать так называемые «Оптоволоконные системы передач».

Оптоволоконная связь – это технология, которая использует стеклянные нити для передачи данных. Оптоволоконный кабель состоит из пучка стеклянных нитей, каждая из которых способна передавать сообщения, модулированные на световые волны.

Оптоволоконные кабели – один из главных направлений научно-технического прогресса. Их используют в организации телефонной связи, радиовещании, различной технике, в кабельном телевидении и т.д.

В зависимости от района применения выделяют следующие виды оптоволоконных кабелей: для внутреннего монтажа, для установки в кабельные каналы, для укладки в грунт, для подводного монтажа.

Температурные диапазоны для внешних волоконно-оптических кабелей: температура транспортировки и хранения от -25°C до $+70^{\circ}\text{C}$, температура монтажа от -5°C до $+50^{\circ}\text{C}$, температура при эксплуатации от -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Стандартная длина поставляемых волоконно-оптических кабелей для наружной прокладки от 2000 метров до 6000 метров.

Основными элементами оптоволоконного кабеля являются: осевой элемент, оптическое волокно, пластиковые модули, полиэтиленовая оболочка, броня, что показано на рисунке 1.

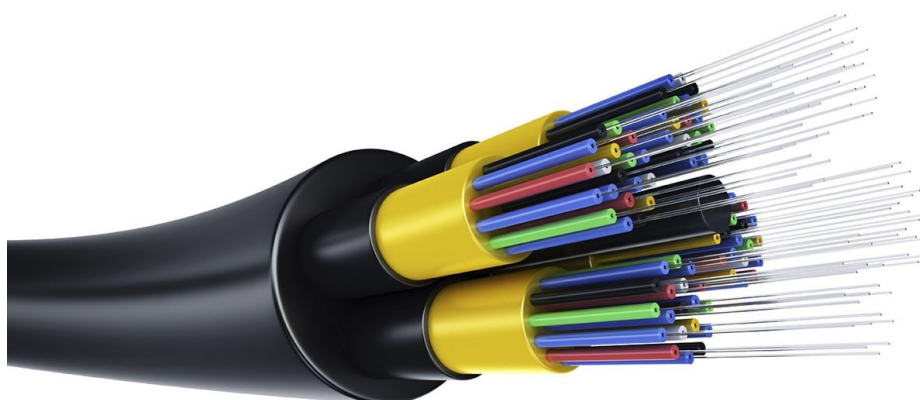


Рисунок 1. Оптоволоконный кабель

Передача данных в оптоволокне производится с помощью света. Свет, проникая в жилы оптоволокна, отражается от стыка границ жил жилы и двигается дальше. В конце пути он принимается приемником и перекодируется

в электрический сигнал. Электрический сигнал же металлических кабелей проходит в специальное устройство – конвертер, где и превращается в свет.

Оптоволокно используется вместо металлических кабелей, потому что сигналы проходят по ним с меньшей потерей; кроме того, волокна неуязвимы для электромагнитного воздействия. Так же оптоволоконные кабели очень безопасны: они не искрят и в них невозможно короткое замыкание. Оптоволоконный кабель применяется для построения таких сетей связи как:

1. городских;
2. региональных;
3. федеральных сетей.

Волоконные сети используются по ряду причин: они быстрые, надежные и имеют высокую пропускную способность.

Стоимость оптоволоконного кабеля постоянно снижается и сейчас примерно равна стоимости тонкого коаксиального кабеля.

Оптоволоконный кабель имеет и некоторые недостатки, такие как: трудности в изготовлении и состыковке кабеля, невозможность модуляции, водородная коррозия стекла, приводящая к микротрещинам световода и ухудшению его свойств.

Скорость доступа по оптоволоконным линиям теоретически почти неограниченна. Ученым пока что удалось достичь скорости 100 Гбит/с, но это не предел.

Нити оптоволокна обычно имеют толщину в 125 микрон (примерно, как человеческий волос). Ученые работают над технологией создания оптоволоконных нитей толщиной всего лишь в два нанометра. Для этого они используют паутину крошечного паучка *Stegodyphus pacificus*.

Литература:

1. Гамазин С.И. Справочник по энергосбережению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / С.И. Гамазин, Б.И. Кудрин, С.А. Цырук. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 216 с.
2. Вадутов, О.С. Электроника. Математические основы обработки сигналов: Учебник и практикум / О.С. Вадутов. - Люберцы: Юрайт, 2016. – 307 с.
3. Ермуратский, П. Все об электронике. Электротехника и электроника / П. Ермуратский, Г. Лычкина, Ю. Минкин. - М.: ДМК Пресс, 2013. – 416 с.

УДК 621.3

ПЛИТКА, ГЕНЕРИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Лагойко А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Получение электроэнергии от ходьбы еще 10 лет назад считалось невозможным. Но уже сейчас британская компания Pavegen Systems Ltd успешно производит и продает по всему миру уникальную тротуарную плитку, генерирующую электроэнергию благодаря шагающим по ней пешеходам. Кинетические плитки, которые производят энергию от человеческого движения, позволяют всем произвести возобновляемую энергию. Принцип работы плитки показан на рисунке 1.

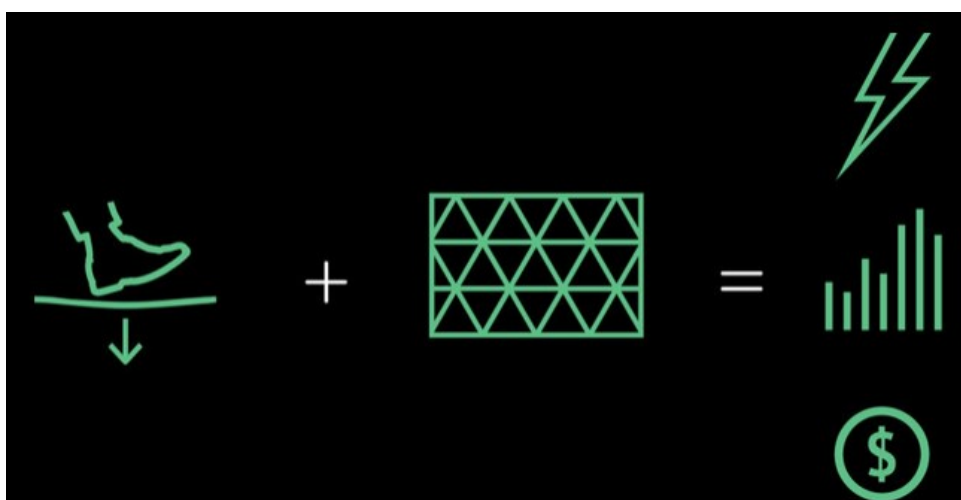


Рисунок 1. Принцип работы плитки

Кинетическая энергия – это энергия движения и поэтому может быть найдена в любом объекте, который перемещается. В повседневной жизни мы окружены движением: люди, прогуливающиеся на улицах (рисунок 2) или велосипедах. Процесс преобразования кинетической энергии в электроэнергию не является новым. Ветряные двигатели, например, производят электричество, преобразовывая кинетическую энергию ветра в электроэнергию.



Рисунок 2. Тестирование плитки первого поколения на улице

Технология, которую используют, чтобы получить кинетическую энергию, является электромеханической. Строение плитки показано на рисунке 3. Плитки разработаны таким образом, что, когда люди наступают на плитку, её поверхность вертикально снижается вниз примерно на сантиметр. Это вертикальное перемещение приводит к вращательному движению и электромагнитной индукции. Чем-то это похоже на генератор — только вместо того, чтобы использовать ветряную турбину, которую не представляется возможным установить в большом городе, применяют плитку, способную генерировать электричество посредством шага.

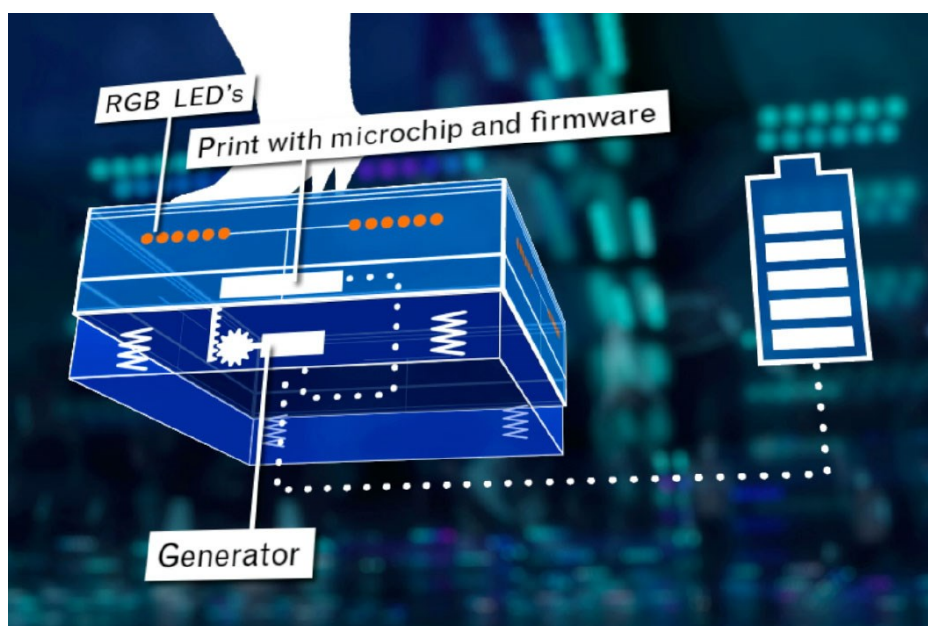


Рисунок 3. Строение плитки

Более ранние версии плиток были прямоугольными, и только производили энергию, когда чья-то нога ступала в центр плитки. Последнее поколение плитки Pavegen показано на рисунке 4. Она имеет треугольную форму, которая позволяет установить генераторы в каждый угол. Это означает, что неважно, куда вы ступаете, плитка всё равно производит 25 Вт мощности. Также плитка оснащена солнечными листами, что позволяет ей аккумулировать солнечную энергию. Эта версия плитки является более чем в 200 раз эффективнее, чем первый прототип.



Рисунок 4. Плитка нового поколения



Рисунок 5. Применение плитки нового образца

Как было уже сказано, эти плитки можно класть где угодно, например, у терминалов аэропорта, тротуары и игровые площадки, но лучше всего данная технология подходит для многолюдных пешеходных улиц современных мегаполисов (рисунок 5). Они использовались, чтобы помочь осветить футбольные поля в Бразилии и Нигерии, терминалы в аэропорту Хитроу, офисы и торговые центры в Лондоне. Плитка Ravegen 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.

Например, над первым прототипом был произведён эксперимент. Для Парижского Марафона 2013 года Ravegen установили 25-метровую полосу последнего поколения плиток, и закончилось тем, что плитки сгенерировали 4,7-кВт*ч энергии. Этого достаточно, чтобы держать светодиодную лампочку, в горячем состоянии больше месяца, но недостаточно, чтобы привести электроприборы в доме в действие. Достаточно сложно получить мощность 100 Вт от одного квадратного метра, как, например, от солнечных панелей, но для микроэлектроники, такой как часы, или возможно даже телефон, этот вид сбора и преобразования побочной энергии имеет смысл.

Также она интересна тем, что является экологически чистой технологией, то есть она использует в качестве источников топлива только человеческие шаги, тем самым не загрязняет окружающую среду.

Литература

1. The Best New Green Energy Tech Could Be Right Underfoot [Электронный ресурс]/ WIRED. – Режим доступа: <https://www.wired.com/2016/06/best-new-gren-energy-tech-right-underfoot/>. – Дата доступа: 23.02.2019
2. TECH TALK: HOW DO KINETIC TILES WORK? [Электронный ресурс]/ Energy floors. – Режим доступа: <https://www.energy-floors.com/how-do-kinetic-tiles-work/>. – Дата доступа: 23.02.2019

УДК 621.38

РЕГУЛЯТОР МОЩНОСТИ НА ТИРИСТОРЕ

Стома Д.М., Калий В.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

В ежедневной жизни порой возникает потребность регулирования небольших мощностей. Для этих целей используют симисторные или тиристорные регуляторы. Они все еще остаются актуальными потому, что схемы не содержат дорогих или редких компонентов, достаточно простые и надёжные.

Одна из областей использования тиристорных регуляторов это управление яркостью светильников. Подобные регуляторы продаются в отделах электротоваров и выглядят как настенные выключатели с вращающейся ручкой. Регуляторы могут использоваться и для регулирования оборотов электроинструмента, в таком случае регулятор встроен в кнопку управления и представляет собой маленькую коробочку, которая вставляется в рукоятку.

Также с помощью тиристорных регуляторов можно управлять мощностью вентилятора. Схема такого регулятора показана на рисунке 1.

Вентилятор является одним из самых важных, но малозаметных приборов, которые помогают создавать комфортные условия для продуктивной работы, полноценного отдыха и просто приятного времяпрепровождения. Без него не возможно функционирование компьютеров, ноутбуков, кондиционеров и холодильников, а также прочей техники. Для наиболее эффективного функционирования разнообразных устройств зачастую используют регулятор скорости вращения вентилятора.

Существует огромное количество разновидностей вентиляторов. Они являются частью систем климат-контроля, компьютеров, ноутбуков, холодильников и подобной техники, используемой в быту, офисе и на технологических производствах.

Для того чтобы держать под контролем скорость вращения лопастей вентилятора, зачастую используется маленький и, казалось бы, незначительный элемент – регулятор. Именно он дает возможность увеличить срок использования оборудования, а также снизить уровень шума в любом помещении на значительную величину.

В том случае, если кондиционер или вентилятор часто находится в режиме наибольшей мощности, которая указана производителем, это отрицательно отражается на продолжительности срока эксплуатации. Некоторые детали просто не в состоянии выдержать данный ритм и быстро выходят из строя. Из-за этого нередко встречаются рекомендации оставлять запас по мощности при выборе различных видов оборудования, с целью снизить случаи поломки в результате работы на пределе.

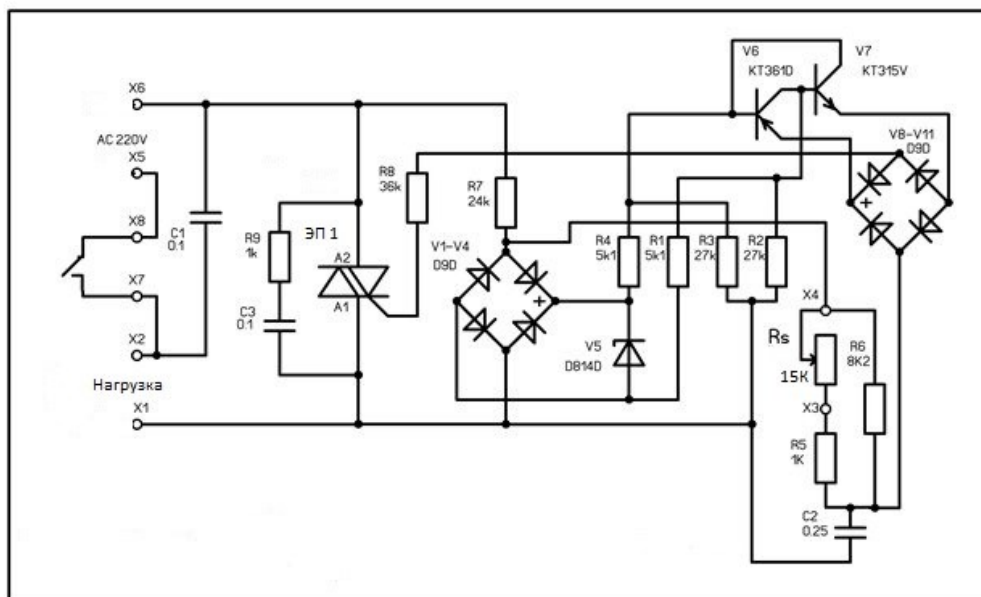


Рисунок 1. Схема регулятора мощности на тиристоре

Детали устройства:

- Диоды германиевые: Д9Д.
- Тиристор: ЭП 1.
- Транзисторы: КТ361, КТ315.
- Резистор переменный: 15 кОм.
- Резисторы постоянные: 36кОм, 27кОм, 24кОм, 8кОм, 5кОм, 1кОм.
- Стабилитрон: Д 814Д.
- Конденсаторы: 0,1 мкФ, 0,25 мкФ.

Главным звеном в рассматриваемой схеме является тиристор ЭП 1. Из транзисторов *V6-V7* (КТ361 и КТ315) получается аналог однопереходного транзистора.

Когда напряжение на конденсаторе *C2* будет равно напряжению в месте соединения резистора *R1* и *R4*, транзисторы открываются, при этом поступает сигнал, на управляющий электрод тиристора. В течение этого времени конденсатор *C2* разряжается, а тиристор открывается до последующего полупериода.

Тиристор применяют в различных приборах, включая самодельные, из-за его способности за доли секунды открываться и закрываться. Дополнительным положительным качеством является его небольшое тепловыделение.

Схема регулятора мощности на тиристоре достаточно распространена, но она имеет значительное отличие от подобных ей. Схема предусматривает выполнение таким образом, чтобы при первичном включении устройства в сеть не происходил скачок тока через тиристор.

В большинстве случаев тиристор не открывается из-за низкого значения напряжения на нём и быстротечности процесса, а в том случае, если открытие произойдет, будет закрыт при последующем переходе напряжения сети через 0.

Можно сказать, что использование однопереходного транзистора или его аналога является решением проблемы принудительного разряжения накопительного конденсатора, в завершении каждого полупериода питающей сети.

К отрицательным характеристикам данного регулятора можно отнести незначительный нагрев диодов и тиристора. В то же время такой тиристорный регулятор прекрасно выдерживает резистивную нагрузку, но при использовании индуктивной нагрузки — стабильность регулирования заметно снижается, поэтому для таких целей рационально использовать иные разновидности схем.

Литература

1. Интернет портал "Квант". Режим доступа: [<https://clck.ru/FSbfL>]. Дата доступа: [20.03.2019]
2. Радиобездна. Блог об электронных самоделках. Режим доступа: [<https://clck.ru/FSbhN>]. Дата доступа: [22.03.2019]
3. СМИ Сайт Паяльник". Форум по электронике Режим доступа: [<https://clck.ru/FSbix>]. Дата доступа: [20.03.2019]
4. Совет инженера. Интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обеспечения. Режим доступа: [<https://clck.ru/Fc8yp>]. Дата доступа: [23.03.2019]
5. Энергия. Торговая компания. Режим доступа: [<https://clck.ru/Fc92o>]. Дата доступа: [01.04.2019]

УДК 621.3

БЕСПРОВОДНЫЕ ЗАРЯДНЫЕ УСТРОЙСТВА

Лешкевич А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

Долгое время люди задумывались, как можно передавать электрическую энергию без подключения каких-либо устройств, с помощью проводов, к сети. Но этот вопрос не заставил себя ждать.

Уже в наше время происходит активное пользование данными услугами. Беспроводные зарядные устройства пользуются большим спросом и распространенностью. Есть несколько видов беспроводных зарядок:

- настольные;
- автомобильные;
- в виде подставки;
- встраиваемые;
- павербанки qi.

Более распространенными беспроводные зарядные устройства являются в круглой или прямоугольной форме, но не исключены и другие варианты. Пример беспроводного зарядного устройства круглой формы приведен на рисунке 1.



Рисунок 1. Беспроводное зарядное устройство

Эти приспособления созданы для удобства зарядки всех гаджетов. Их компактность позволяет в любой момент зарядить ваш гаджет без неудобств, потому что можно не искать провода и доступ к сети.

В основе принципа работы беспроводных зарядных устройств лежит явление электромагнитной индукции, а именно: при подключении катушки индуктивности к источнику питания, в ней, перпендикулярно виткам катушки, возникает магнитное поле. Тогда, если разместить две катушки в радиусе действия магнитного поля, при чем, одну из них подключить к источнику питания, то во второй катушке появится напряжение. Однако нужно учитывать, что две индукционные катушки не должны соприкасаться друг с другом.

Большинство современных индукционных зарядок – небольшие панели, на которых заряжаются устройства. Так же широко применяются зарядные

устройства, встроенные в машины или домашнюю мебель, что, в наше время, весьма удобно.

Беспроводные зарядные устройства не приносят вреда для здоровья человека. Их принцип действия похож на работу сигналов мобильной связи, сигнал Wi-Fi, радиосигнал, работу электрических бритв и т.д. При чем сигнал мобильной сети, более сильный и имеет непрерывный характер, в то время, как электромагнитное излучение исчезает сразу после зарядки батареи устройства.

Один из более распространенных видов беспроводных зарядных устройств – это павербанк.

Внутри корпуса устройства находится несколько батарей, подключенных параллельно, поэтому мы получаем постоянное напряжение и большую емкость. К ней прикреплена небольшая плата, к которой в свою очередь прикрепляются разъемы (порты). Плата состоит из трех основных частей:

- чип, повышающий ток индуктора преобразователя 200 мА;
- зарядное устройство чипа;
- повышающий выходной преобразователь.

Дополнительно к этим деталям еще есть сенсорный выключатель нагрузки.

Также в корпусе имеются входной и выходной разъемы, через которые можно зарядить павербанк, после чего он накапливает полученную энергию, чтобы вы могли использовать ее при необходимости зарядить свой гаджет, когда у вас нет возможности подключиться к сети питания.

Входной разъем предназначен для зарядки павербанка, а выходной непосредственно для подключения к гаджетам, которые нужно зарядить.

Павербанки также бывают различных размеров, форм и дизайна. Один из них показан на рисунке 2.



Рисунок 2. Павербанк

Литература

1. Принцип работы беспроводных зарядных устройств [Электронный ресурс]/ ProTablePc. – Режим доступа: <http://protablepc.ru/accessories/besprovodnoe-zaryadnoe-ustrojstvo.html/>. – Дата доступа: 01.03.2019
2. How does wireless charging work? Principle of operation. [Электронный ресурс]/ StukLopechat.com. – Режим доступа: <https://stuklopechat.com/tehnologii/107198-besprovodnaya-zaryadka-kak-rabotaet-princip-raboty.html/>. – Дата доступа: 01.02.2019

УДК 621.31

КРУПНЕЙШИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МИРА

Сивцов Н.А.

Научный руководитель – ассистент Жорова М.И.

Каждый год человечество производит более 25000 млрд кВт·ч электроэнергии. Это результаты работы примерно 62,5 тысяч электростанций. Их общая установленная мощность превышает 6000 ГВт. Несмотря на то, что вода обладает наибольшим потенциалом, на ее долю приходится лишь 10,6 % вырабатываемой в мире электроэнергии. Однако, 5 крупнейших электростанций мира – это гидроэлектростанции.

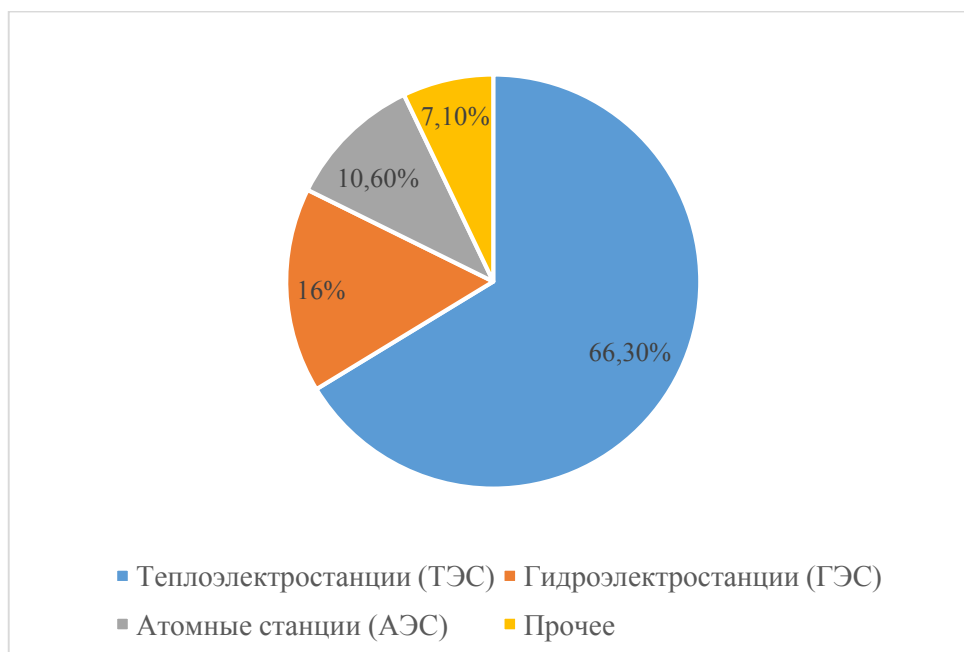


Рисунок 1. Доли вырабатываемой в мире электроэнергии электростанциями, %

Пятая по величине гидроэлектростанция «Тукуруи» расположена в Бразилии на реке Токантинс. ГЭС названа по имени города Тукуруи, существовавшего около строительной площадки.

Она была запущена в 1984 году и стала первым крупномасштабным проектом такого рода в бразильской части дождевых лесов Амазонки.

Длина дамбы «Тукуруи» составляет 11 километров и достигает 76 метров в высоту. Станция способна сбрасывать 120 тысяч кубометров воды. Это самая большая в мире пропускная способность. Объем резервуаров ГЭС составляет 45 триллионов литров, что является вторым показателем на планете. На «Тукуруи» установлено 24 генератора, мощность станции составляет 8370 МВт. Ежегодно она вырабатывает 21,4 млрд кВт·ч.

Четвертая по величине гидроэлектростанция «Гури» с установленной мощностью 10 235 МВт расположена на реке Карони в Венесуэле. «Гури» на 65 % покрывает потребность Венесуэлы в электроэнергии. Вместе с двумя другими крупными ГЭС позволяет стране производить до 82 % электроэнергии и половины всей потребляемой энергии в возобновляемом виде. Часть этой

электроэнергии Венесуэла продает Колумбии и Бразилии. Сооружение в среднем производит 47 млрд кВт·ч в год

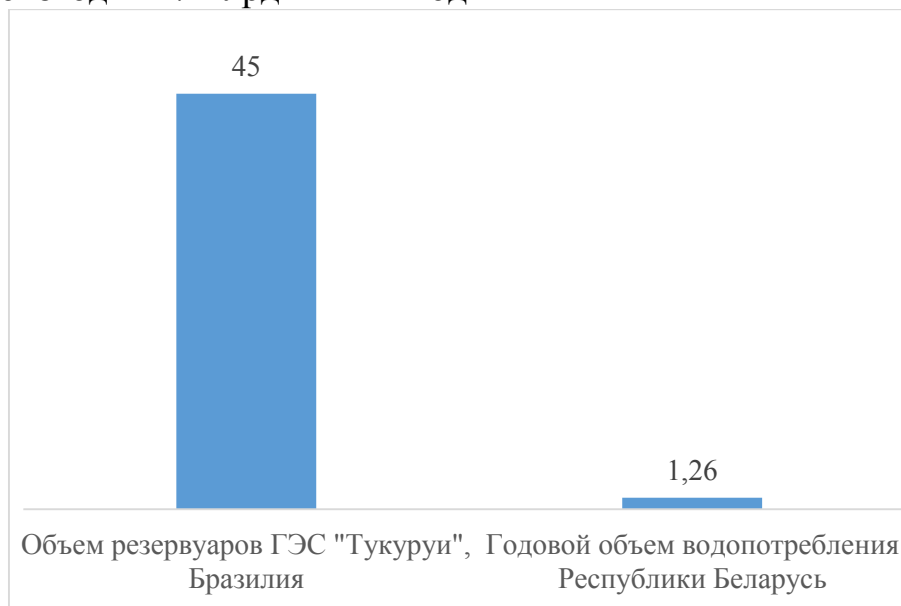


Рисунок 2. Объемы резервуаров ГЭС «Тукуруи» и годовой объем водопотребления Республики Беларусь, куб. км

Общая длина плотины «Гури» составляет 1300 м, высота 162 м. По объему резервуара это самая большая гидроэлектростанция мира – 136,2 триллиона литров. Это самый большой в Венесуэле пресноводный водоем и 11-е по величине искусственно созданное озеро на планете.

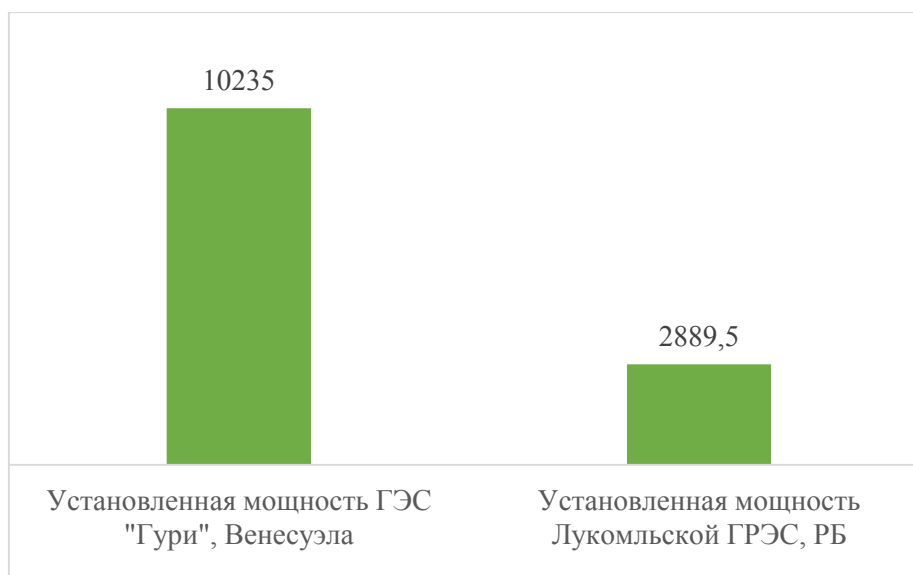


Рисунок 3. Установленные мощности ГЭС «Гури» и Лукомльской ГРЭС, МВт

В верхнем течении реки Янцзы в Китае находится третья по величине ГЭС «Силоду». Полностью она была введена в эксплуатацию в 2014 году.

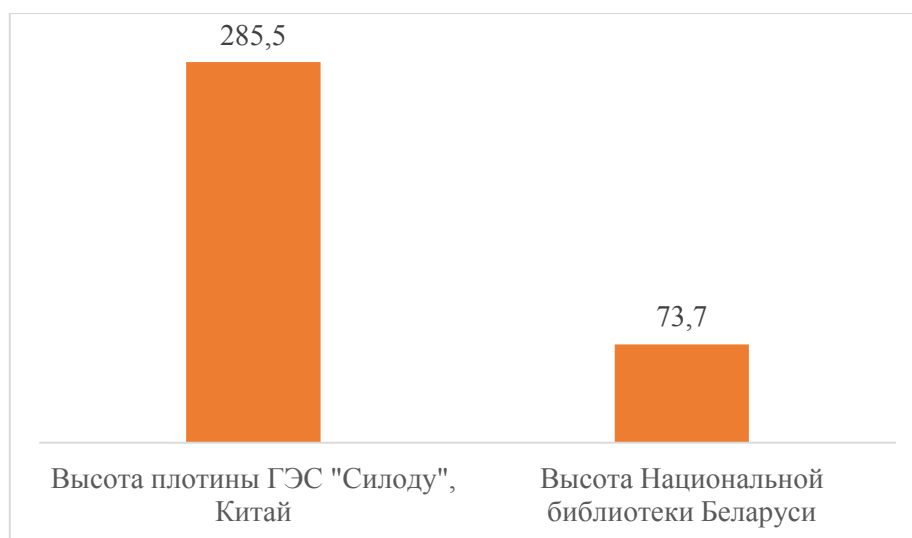


Рисунок 4. Сравнение высоты плотины ГЭС «Силоду» и Национальной библиотеки Беларуси, м

«Силоду» оборудована 18 турбинами по 770 МВт каждая. Ее общая установленная мощность составляет 13860 МВт. Ежегодная выработка электроэнергии ГЭС «Силоду» около 55,2 млрд. кВт·ч. Полная ёмкость водохранилища составляет 12,67 км³. Высота плотины 285,5 м, а ее длина 700 м.

До 2007 года крупнейшей по установленной мощности была гидроэлектростанция «Итайпу», построенная на реке Парана на границе Бразилии и Парагвая. Но на сегодняшний день это лишь вторая по величине ГЭС.

Общая установленная мощность ГЭС составляет 14000 МВт. На станции работают 20 турбин по 700 МВт каждая. Среднегодовая выработка электроэнергии станцией около 98 млрд. кВт·ч. ГЭС поставляет 71,4% потребляемого Парагваем и 16,4% потребляемого Бразилией электричества. Некоторые генераторы работают на частоте парагвайской сети, другие – на бразильской. Длина плотины составляет 7235 м, шириной 400 м и высотой 196 м.

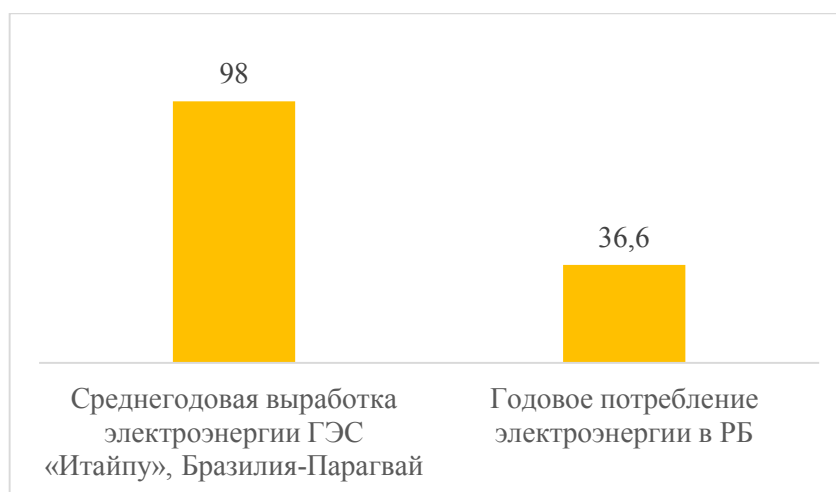


Рисунок 5. Сравнение среднегодовой выработки электроэнергии ГЭС «Итайпу» и годового потребления электроэнергии в Беларуси, млрд. кВт·ч

Самой крупной в мире по установленной мощности на данный момент является ГЭС «Три ущелья», расположенная на реке Янцзы в Китае. На "Трех ущельях" установлены 34 турбины общей мощностью в 22500 МВт.

Плотина электростанции длиной 2309 м и высотой 181 м от скального основания сделана из бетона и стали. Она весит более 65,5 млн. т. По состоянию на 2018 год, «Три ущелья» является крупнейшим по массе сооружением мира. За год ГЭС «Три ущелья» производит более 98 млрд. кВт·ч электроэнергии.

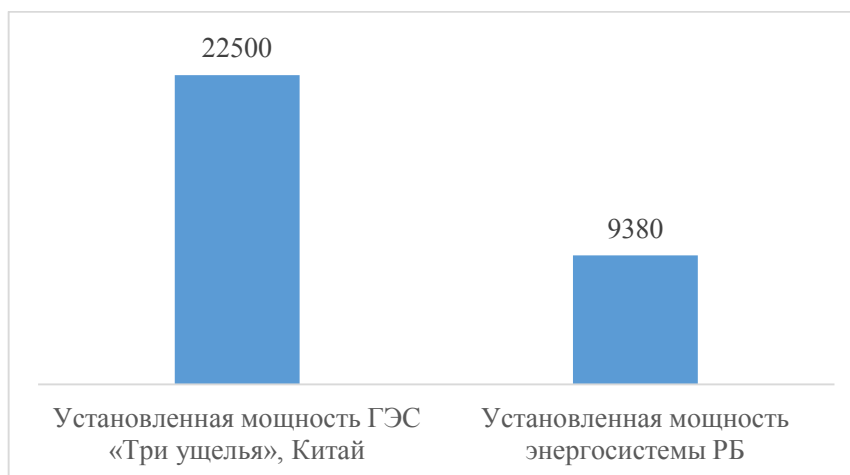


Рисунок 6. Сравнение установленных мощностей ГЭС «Три ущелья» и белорусской энергосистемы, МВт.

Предполагалось, что сооружение будет покрывать 20% потребности Китая в электричестве, но потребление росло слишком быстро. В итоге "Три ущелья" не дают и 2%.

Интересный факт, что работа китайской ГЭС «Три ущелья» увеличила продолжительность земных суток. Поднимая 39 миллиардов килограмм воды на высоту в 175 метров над уровнем моря и удаляя эту массу воды от центра Земли, китайцы увеличили момент инерции нашей планеты. Вращение замедлилось, а сутки стали длиннее на 0,06 микросекунды. Планета слегка сплюснулась у полюсов и закруглилась посередине.

В ближайшие несколько лет будут достроены три большие ГЭС, которые изменят этот список. На втором месте окажется станция китайская «Байхэтань», строительство которой планируют закончить в 2021 году. Ее установленная мощность составит 16000 МВт. В пятерку также войдет бразильская ГЭС «Белу Монти», которая частично введена в эксплуатацию в мае 2016 года. Закончить ввод планируют к концу 2019 года. После этого установленная мощность бразильской ГЭС составит 11233 МВт. В 2021 в Китае запустят еще одну крупную гидроэлектростанцию «Удундэ». Ее проектная мощность составит 10200 МВт.

Литература

1. Водопотребление в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya->

- sreda/okruzhayuschaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/c-vodnye-resursy/c-3-vodopotreblenie/ – Дата доступа: 11.04.2019
2. Лукомльская ГРЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> – Дата доступа: 11.04.2019
 3. Топ-7 крупнейших электростанций мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://businessviews.com.ua/ru/tech/id/top-7-krupnejshih-elektrostancij-mira-1690/> – Дата доступа: 10.04.2019
 4. Три ущелья_(электростанция) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Три_ущелья_\(электростанция\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Три_ущелья_(электростанция)) – Дата доступа: 12.04.2019
 5. Тукуруи ГЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Тукуруи_ГЭС – Дата доступа: 10.04.2019

УДК 621.315

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Погодский В.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Линейные электродвигатели обеспечивают высокую точность позиционирования объектов, не требуют применения механической передачи, и обеспечивают высокую экономичность работы

Рассмотрим особенности различных типов линейных двигателей

1. Линейный асинхронный двигатель (Рис. 1)

Статор и ротор линейного асинхронного двигателя представляют плоскую конструкцию. При подключении обмотки статора такого двигателя к сети трёхфазного переменного тока, ось магнитного поля будет перемещаться вдоль воздушного зазора со скоростью V , пропорциональной частоте питающего напряжения f и длине полюсного деления t : $V = 2nf$. Это перемещающееся магнитное поле пересекает проводники обмотки ротора и индуцирует в них ЭДС, под действием которой по обмотке начнут протекать токи. При взаимодействии токов обмотки ротора с магнитным полем статора, приведёт к появлению силы, действующей, по правилу Ленца, в направлении перемещения магнитного поля. Как и в обычном асинхронном двигателе, перемещение элемента происходит с некоторым скольжением относительно поля $S = (V - v)/V$, где v — скорость движения элемента. Номинальное скольжение линейного двигателя равно 2 - 6%.

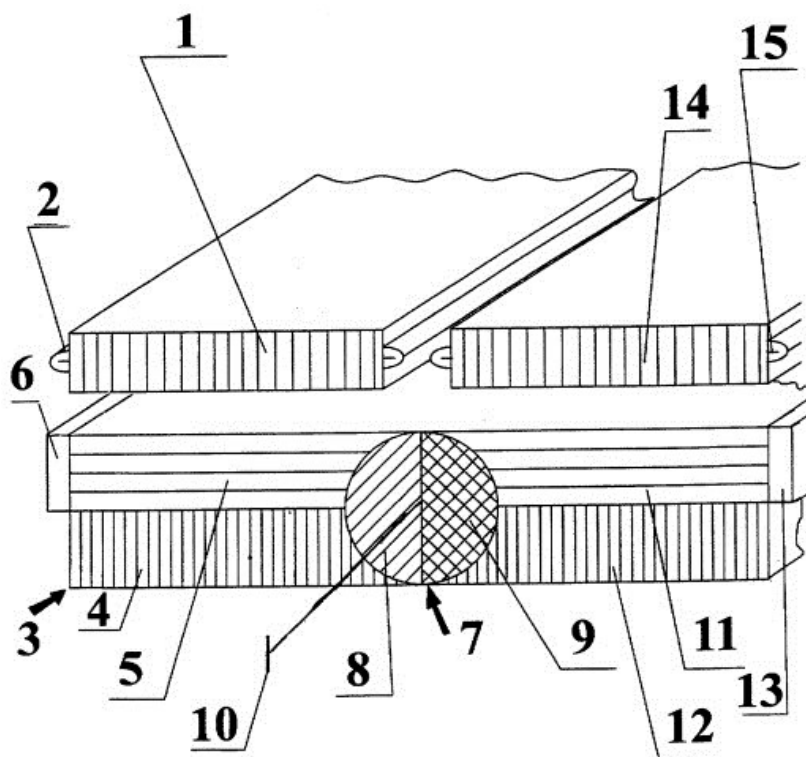


Рисунок 1 Асинхронный линейный двигатель

Для увеличения пускового усилия увеличивают активное сопротивление обмотки вторичного элемента, замыкая, например, по одному стержню 5 в каждом пазу вторичного элемента. Для этого замыкающий цилиндр 7 при помощи рукоятки 10 поворачивают вокруг своей оси так, чтобы он замыкал по одному стержню 5. Для регулирования скорости движения индуктора, состоящего из сердечника 1 и обмотки 2, изменяют число замкнутых стержней 5 вращением замыкающего цилиндра 7. Замыкающий цилиндр 7 может замыкать одновременно все стержни 5 основной и стержни 11 дополнительной короткозамкнутых обмоток. При этом основной индуктор, состоящий из сердечника 1 с обмоткой 2, и дополнительный индуктор, состоящий из сердечника 14 с обмоткой 15, будут двигаться с одинаковыми скоростями. Для этого к источнику трехфазного напряжения подключается обмотка 15 дополнительного индуктора. При этом создается бегущее магнитное поле, пересекающее стержни 11 и наводящее в них ЭДС и токи. При взаимодействии этих токов с бегущим магнитным полем дополнительного индуктора будет создаваться тяговое усилие, перемещающее дополнительный индуктор в сторону, противоположную бегущему магнитному полю. Если обе короткозамкнутые обмотки (стержни 5 и стержни 11) будут замкнуты полностью электропроводящей частью 8 цилиндра 7, то основной и дополнительный индуктор будут двигаться с одинаковыми скоростями.

Для остановки обоих индукторов поворачивают цилиндр 7 так, что стержни 5 и 11 короткозамкнутых обмоток сопрягаются изоляционной частью 9 цилиндра 7.

Если поворотный цилиндр 7 установить так, что его электропроводящая часть 8 будет замыкать в короткозамкнутых обмотках, состоящих из стержней 5 и 11, не одинаковое количество стержней, то основной и дополнительный индуктор будут двигаться с разными скоростями. Основной индуктор будет двигаться с большей скоростью, так как его короткозамкнутая обмотка, состоящая из стержней 5, имеет меньшее активное сопротивление, чем дополнительная обмотка, состоящая из стержней 11, у которой при этом замкнуто меньшее число стержней 11 и имеющая большее активное сопротивление.

Предназначен для асинхронных электроприводов с прямолинейным и возвратно-поступательным движением рабочих органов.

2. Линейный синхронный электродвигатель (Рис. 2)

Вторичная часть выполняется в виде ферромагнитных пакетов, уложенных дискретно с постоянным шагом вдоль протяженной путевой структуры, состоящей из участков разгона, равномерного движения и торможения, и первичную часть, расположенную с зазором под обмоткой 6 проходит по яруму и стержням 4 магнитопровода 1 и через воздушные зазоры замыкается на ферромагнитных пакетах 7 и 9 вторичной части. Переменная составляющая потока Φ_v в воздушном зазоре, образованная за счет дискретного расположения ферромагнитных пакетов, и имеющая период изменения 2τ , взаимодействует с током обмотки якоря 4 и создает тяговое усилие по принципу однополярного индукторного двигателя. Поскольку обмотки 6 возбуждения соседних

индукторов запитаны токами противоположного направления, то индукторы создают в зазоре переменнопольярный поток возбуждения с периодом изменения 2τ , который взаимодействует с переменным током дополнительной обмотки якоря 8 и создает дополнительное тяговое усилие по принципу синхронного двигателя.

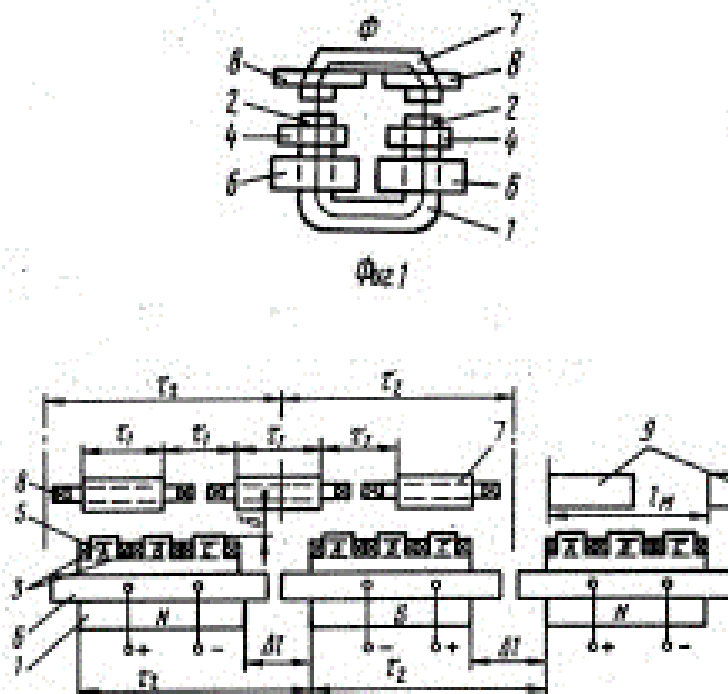


Рисунок 2 Конструкция линейного синхронного двигателя

При этом дополнительная обмотка якоря 8 питается от источника, расположенного на путевой структуре. Дополнительное тяговое усилие может составлять 2-3 значения номинального тягового усилия двигателя.

Использование: в тяговом приводе. и электромагнитном подвесе экипажей наземного транспорта.

3. Линейный электромагнитный двигатель (Рис. 3)

Содержит цилиндрический статор 1 с размещенной внутри катушкой 2 и якорем 3, выполненным в форме цилиндра 4 с дисковой частью 5. К статору примыкает направляющий корпус 6 из ферромагнитного материала с меньшей площадью поперечного сечения по отношению к статору 1. Двигатель содержит также крышку направляющего корпуса 7, подшипники скольжения 8, 9, возвратную пружину 10 и демпфирующую шайбу 11. Направляющий корпус 6 в верхней части, примыкающей к крышке 7, выполнен с внутренним кольцевым выступом, сопряженным по диаметру с боковой поверхностью дисковой части 5 якоря 3. Указанный внутренний кольцевой выступ направляющего корпуса 6 связан с боковой поверхностью дисковой части 5 якоря 3 через технологический зазор Δ , что обеспечивает прохождение магнитного потока и бесконтактное электромагнитное удержание якоря 3 на начальном этапе его движения. Линейный электромагнитный двигатель может быть использован в линейных электромагнитных двигателях для привода

электромагнитных прессов, молотов и других импульсных устройств с поступательным движением рабочих органов.

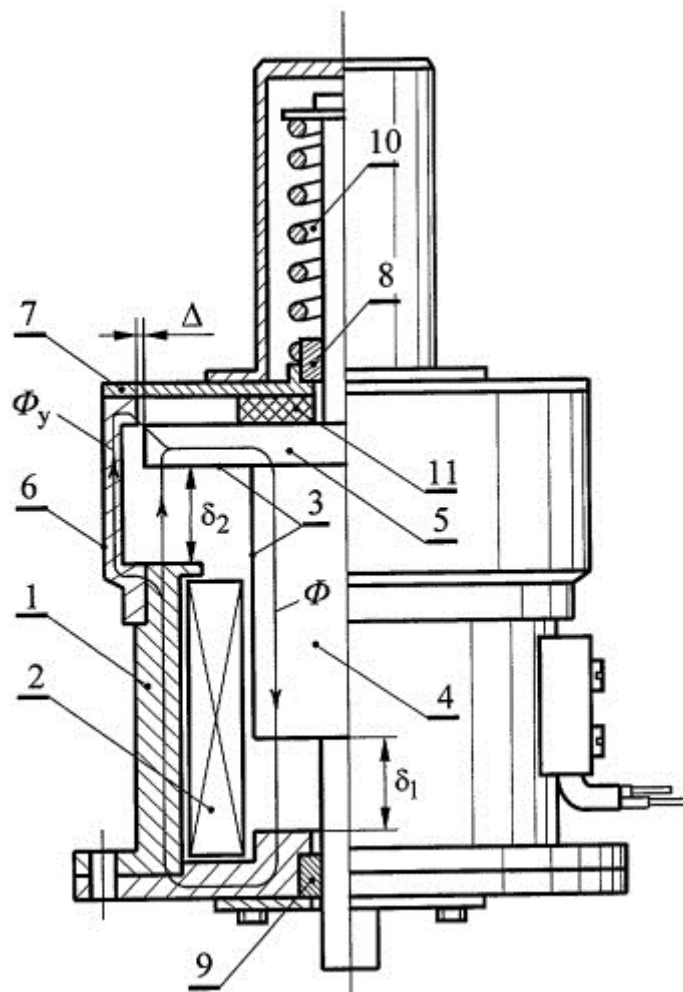


Рисунок 3 Конструкция линейного электромагнитного двигателя

4. Линейный магнитоэлектрический двигатель (Рис.4).

Двигатель содержит индуктор 1 с постоянными магнитами, закрепленными подвижно, якорь в виде катушки 3, намотанный на сердечник 4, и направляющие в виде корпуса 5 со съемной крышкой 6, внутри корпуса 5 устанавливаются якорь и индуктор 1. С внешней стороны на магнитопровод надевается сепаратор 8, разделяющий и удерживающий стальные шарики 9. Индуктор перемещается вдоль стенок корпуса (направляющих), опираясь на стальные шарики. В продольных стенках корпуса 5 выполнены пазы на длину перемещения индуктора, через которые проходят втулки 10, закрепленные на индукторе 1. Позволяет повысить надежность работы двигателя в условиях внешних ударных механических воздействий.

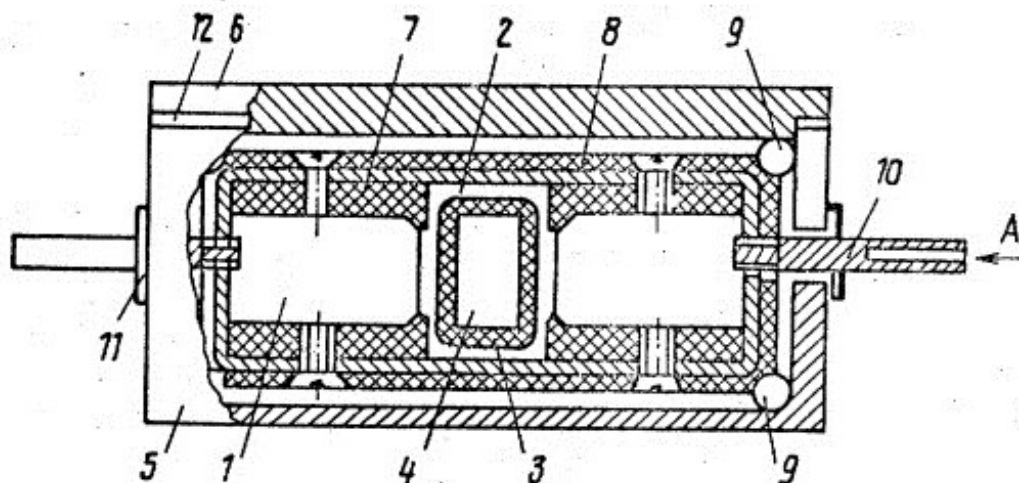


Рисунок 4 Конструкция линейного магнитоэлектрического двигателя

Все линейные двигатели можно разделить на две категории:

- двигатели низкого ускорения
- двигатели высокого ускорения

Основное преимущество таких двигателей состоит в отсутствии кинематических цепей для преобразования вращательного движения в линейное, что существенно упрощает конструкцию приводимого в движение механизма и повышает его КПД. При их работе, даже с учетом высокой эффективности, выделяется много тепла, поэтому нередко используется воздушное или жидкостное охлаждение. По сравнению с винтовыми приводами, линейные двигатели более долговечны, со временем не теряют точности, а также не имеют осевого люфта и почти не создают вибраций.

Линейные двигатели широко используются в прецизионном автоматизированном оборудовании. Это обрабатывающие центры, металлорежущие станки с ЧПУ, например, токарные, сверлильные и фрезерные, лазерные станки для прецизионной резки различных материалов от металла до тканей. Кроме того, линейные двигатели применяются в многокоординатных системах и роботах, на сборочных производствах, при производстве полупроводников.

УДК 621.583

ПРИНЦИП РАБОТЫ И ОСНОВЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПЛК

Леганьков Д.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Жуковская Т.Е.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК)

До появления твердотельных логических схем разработка систем логического управления основывались на электромеханических реле. По сей день реле не устарели в своем предназначении, но все же в некоторых своих прежних функциях они заменены контроллером.



В современной промышленности существует большое количество различных систем и процессов, требующих автоматизации, но теперь такие системы редко проектируются из реле. Современные производственные процессы нуждаются в устройстве, которое запрограммировано на выполнение различных логических функций. В конце 1960-х годов американская компания «Bedford Associates» разработала компьютерное устройство, названное MODICON (Modular Digital Controller). Позже название устройства стало названием подразделения компании, спроектировавшей, сделавшей и продавшей его.

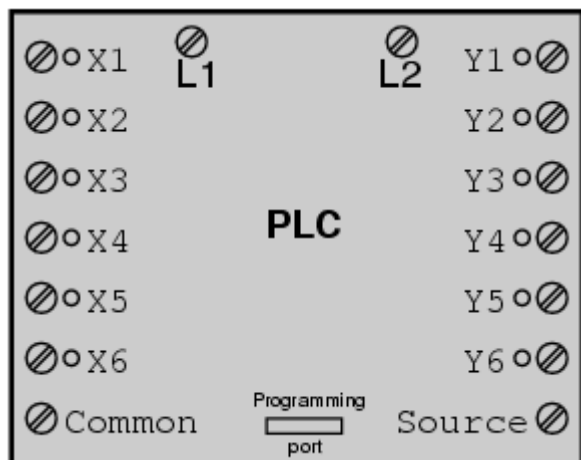
Другие компании разработали собственные версии этого устройства, и, в конце концов, оно стало известно, как ПЛК, или программируемый логический контроллер. Целью программируемого контроллера, способного имитировать работу большого количества реле, была замена электромеханических реле на логические элементы.

ПЛК имеет набор входных клемм, с помощью которых можно контролировать состояние датчиков и выключателей. Также имеются выходные клеммы, которые сообщают «высокий» или «низкий» сигнал индикаторам питания, электромагнитным клапанам, контакторам, небольшим двигателям и другим самоконтролируемым устройствам.

ПЛК легки в программировании, так как их программный язык напоминает логику работы реле. Так обычный промышленный электрик или инженер-

электрик, привыкший читать схемы релейной логики, будет чувствовать себя комфортно и при программировании ПЛК на выполнение тех же функций.

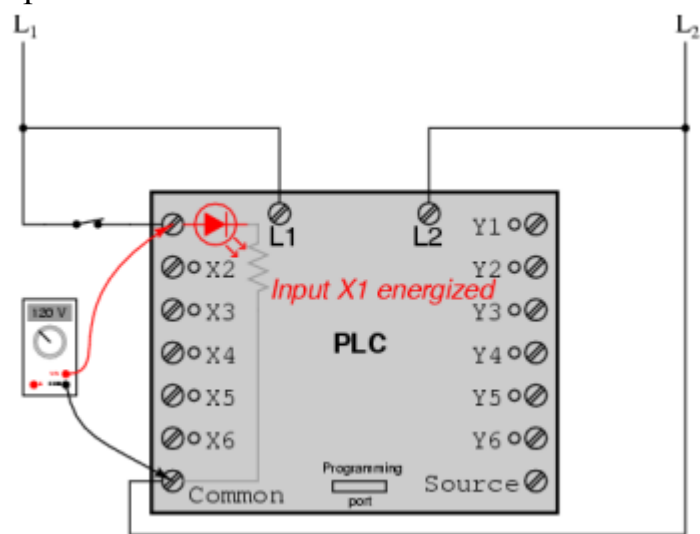
Подключение сигналов и стандартное программирование несколько отличаются у разных моделей ПЛК, но они достаточно схожи, что позволяет разместить здесь «общее» введение в программирование этого устройства.



Следующая иллюстрация показывает простой ПЛК, а точнее то, как он может выглядеть спереди. Две винтовые клеммы, обеспечивающие подключение для внутренних цепей ПЛК напряжением до 120 В переменного тока, помечены *L1* и *L2*.

Шесть винтовых клемм, расположенных с левой стороны, обеспечивают подключение для входных устройств. Каждая клемма представляет свой входной канал (X).

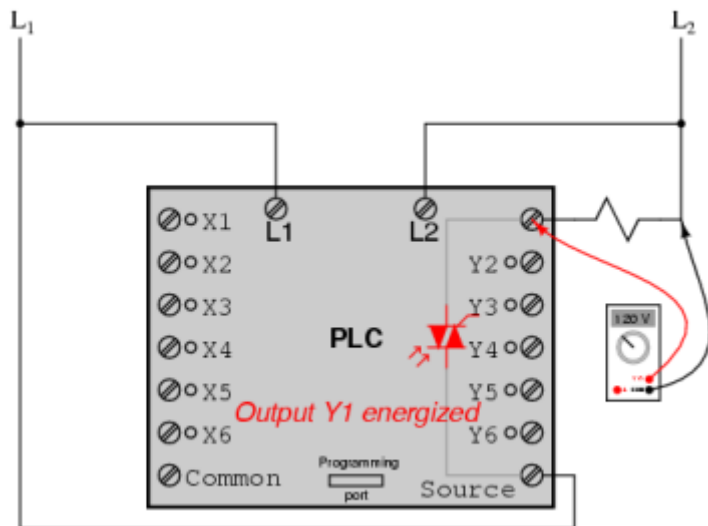
Винтовая клемма («общее» подключение) расположенная в левом нижнем углу обычно подключается к L2 (нейтральная) источника тока напряжением 120 В переменного тока.



Внутри корпуса ПЛК, связывающего каждую входную клемму с общей клеммой, находится оптоизолятор устройства (светодиод), который обеспечивает электрически изолированный «высокий» сигнал для схемы компьютера (фототранзистор интерпретирует свет светодиода), когда 120-тивольтовый переменный ток устанавливается между соответствующей входной

клеммой и общей клеммой. Светодиод на передней панели ПЛК дает возможность понять, какой вход находится под напряжением:

Выходные сигналы генерируются компьютерной схмотехникой ПЛК, активируя переключающее устройство (транзистор, тиристор или даже электромеханическое реле) и связывая клемму «Источник» (правый нижний угол) с любым помеченным буквой Y выходом. Клемма «Источник» обычно связывается с L1. Так же, как и каждый вход, каждый выход, находящийся под напряжением, отмечается с помощью светодиода:

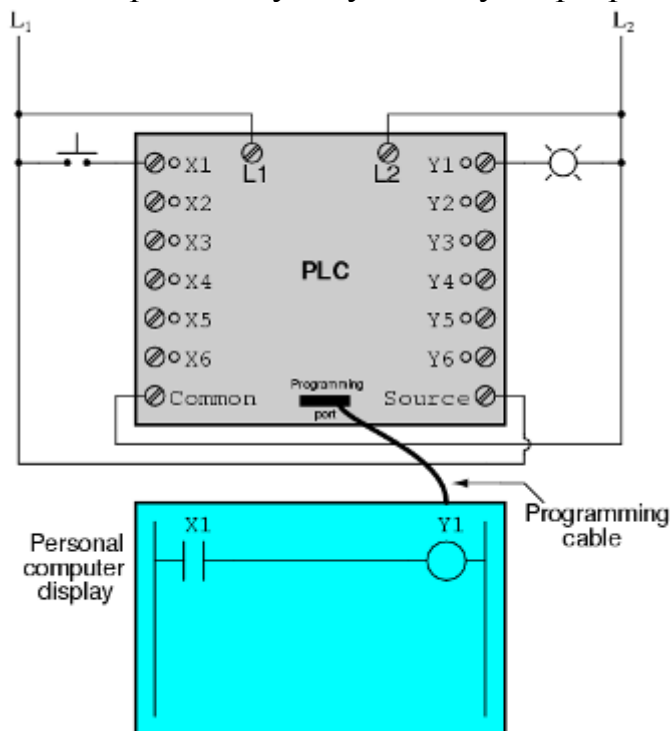


Таким образом, ПЛК может подключаться к любым устройствам, таким как переключатели и электромагниты.

Основы программирования ПЛК

Современная логика системы управления установлена в ПЛК посредством компьютерной программы. Эта программа определяет, какие выходы находятся под напряжением и при каких входных условиях. Хотя сама программа напоминает схему логики реле, в ней не существует никаких контактов переключателя или катушек реле, действующих внутри ПЛК для создания связей между входом и выходом. Эти контакты и катушки мнимые. Программа пишется и просматривается с помощью персонального компьютера, подключенного к порту программирования ПЛК.

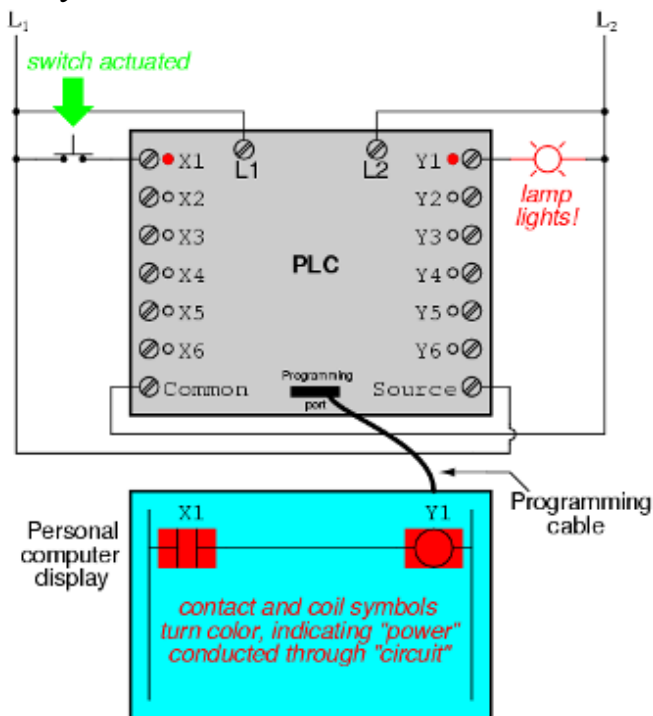
Рассмотрим следующую схему и программу ПЛК:



Когда кнопочный переключатель не задействован (находится в не нажатом состоянии), сигнал не посылается на вход X1. В соответствии с программой,

которая показывает «открытый» вход X1, сигнал не будет посылаться и на выход Y1. Таким образом, выход Y1 останется обесточенным, а индикатор, подключенный к нему, погасшим.

Если кнопочный переключатель нажат, сигнал будет отправлен к входу X1. Все контакты X1 в программе примут активированное состояние, как будто они являются контактами реле, активированными посредством подачи напряжения катушке реле, названной X1. В этом случае открытый контакт X1 будет «закрыт» и отправит сигнал к катушке Y1. Когда катушка Y1 будет находиться под напряжением, выход Y1 осветится лампочкой, подключенной к нему.



Следует понимать, что контакт X1 и катушка Y1 соединены с помощью проводов, а «сигнал», появляющийся на мониторе компьютера, виртуальный. Они не существуют как реальные электрические компоненты. Они присутствуют только в компьютерной программе - часть программного обеспечения - и всего лишь напоминают то, что происходит в схеме реле.

Не менее важно понять, что компьютер, используемый для написания и редактирования программы, не нужен для дальнейшего использования ПЛК. После того, как программа была

загружена в программируемый контроллер, компьютер можно отключить, и ПЛК самостоятельно будет выполнять программные команды. Мы включаем монитор персонального компьютера в иллюстрации для того, чтобы вы поняли связь между реальными условиями (замыкание переключателя и статусы лампы) и статусы программы (сигналы через виртуальные контакты и виртуальные катушки).

Истинная мощь и универсальность ПЛК раскрывается, когда мы хотим изменить поведение системы управления. Поскольку ПЛК является программируемым устройством, мы можем изменить, команды, которые мы задали, без перенастройки компонентов, подключенных к нему. Предположим, что мы решили функцию «переключатель – лампочка» перепрограммировать наоборот: нажать кнопку, чтобы выключить лампочку, и отпустить ее, чтобы включить.