

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Глава 1</b>	
<b>Немного истории</b> .....	11
1.1. Изобретение электросварки .....	11
1.2. Развитие электросварки в 20 веке .....	14
<b>Глава 2</b>	
<b>Основы дуговой сварки</b> .....	16
2.1. Электрическая дуга .....	16
Физическая сущность .....	16
Вольтамперная характеристика .....	17
Ручная сварка на постоянном токе.....	18
Полуавтоматическая сварка на постоянном токе.....	18
Сварка на переменном токе.....	18
2.2. Процесс сварки .....	19
Сварка неплавящимся электродом .....	20
Сварка плавящимся электродом .....	20
Перенос металла .....	22
2.3. Основные характеристики источников питания сварочной дуги .....	23
<b>Глава 3</b>	
<b>Симулятор LTspice IV</b> .....	25
3.1. Моделирование работы источника питания .....	25
Возможности моделирования .....	25
Программы моделирования электронных схем.....	25
Возможности программы LTspice IV.....	26

3.2. Работа программы LTspice IV .....	28
Запуск программы .....	28
Рисуем на ПК схему простейшего мультивибратора .....	29
Определение числовых параметров и типов компонентов схемы .....	33
Моделирование работы мультивибратора .....	37
3.3. Моделирование простейшего источника питания .....	44
Низковольтный источник постоянного тока .....	44
Тестовый узел .....	54

## Глава 4

### **Сварочные источники переменного тока** .....

4.1. Особенности терминологии .....	57
4.2. Основные требования к сварочному источнику .....	58
4.3. Модель электрической дуги переменного тока .....	59
4.4. Сварочный источник с балластным реостатом (активным сопротивлением) .....	61
4.5. Сварочный источник с линейным дросселем (индуктивным сопротивлением) .....	63
4.6. Сварочный трансформатор .....	64
4.7. Как рассчитать индуктивность рассеяния? .....	67
Индуктивность рассеяния трансформатора с цилиндрическими обмотками .....	67
Индуктивность рассеяния трансформатора с разнесенными обмотками .....	69
Индуктивность рассеяния трансформатора с дисковыми обмотками .....	74
4.8. Требования к сварочному трансформатору .....	75
4.9. Классический источник переменного тока .....	76
Расчет сварочного трансформатора с развитым магнитным рассеянием .....	76
Расчет индуктивности рассеяния .....	80

Конструкция сварочного источника переменного тока.....	80
4.10. Сварочный источник Буденного.....	83
Пути уменьшения величины потребляемого тока .....	83
Конструктивно-электрическая схема сварочного источника Буденного .....	86
Общие принципы проектирования сварочного источника.....	87
Модель сварочного источника Буденного.....	89
Преодоление конструктивных ограничений сварочного источника Буденного .....	94
Определение габаритной мощности трансформатора.....	95
Выбор сердечника .....	96
Расчет обмоток .....	97
Расчет магнитного шунта.....	99
Расчет индуктивности рассеяния .....	100
Моделирование результатов расчета .....	100
Конструкция сварочного источника с альтернативной конструкцией трансформатора.....	104
4.11. Сварочный источник с резонансным конденсатором.....	107
Расчет сварочного источника с резонансным конденсатором.....	109
Расчет сварочного трансформатора .....	111
Проверка размещения обмоток в окне сварочного трансформатора .....	112
Расчет индуктивности рассеяния .....	113
Моделирование сварочного источника .....	114
4.10. Стабилизаторы дуги переменного тока .....	118
Особенности сварочной дуги.....	118
Принцип действия стабилизатора дуги.....	119
Первая версия схемы стабилизатора дуги.....	120
Вторая версия схемы стабилизатора дуги.....	122

<b>Глава 5</b>	
<b>Сварочный источник для полуавтоматической сварки</b> .....	125
5.1. Основы полуавтоматической сварки.....	125
5.2. Расчеты элементов схемы .....	128
Определение параметров и расчет силового трансформатора источника .....	128
Процедура настройки модели .....	131
Расчет омического сопротивления обмоток.....	131
Расчет индуктивности и сопротивления обмоток трансформатора .....	132
Расчет габаритных размеров трансформатора .....	134
Завершение расчета трансформатора.....	135
Расчет дросселя источника подпиточного тока .....	136
5.3. Описание конструкции простого источника для полуавтоматической сварки.....	137
Схема простого источника для полуавтоматической сварки.....	137
Детали для сварочного полуавтомата .....	139
Конструкция и изготовление сварочного трансформатора .....	140
Конструкция дросселя .....	142
Подключение источника .....	142
<b>Глава 6</b>	
<b>Сварочный источник для полуавтоматической сварки с тиристорным регулятором</b> .....	143
6.1. Регулировка сварочного тока .....	143
6.2. Обеспечение непрерывности сварочного тока .....	144
6.3. Расчет сварочного трансформатора .....	151
6.4. Блок управления .....	153
6.5. Описание конструкции сварочного источника с тиристорным регулятором.....	154

Принципиальная электрическая схема.....	154
Детали.....	156
Конструкция сварочного трансформатора.....	156
Конструкция дросселя.....	158
Подключение источника .....	158

## **Глава 7**

### **Электронный регулятор сварочного тока.....**

7.1. Многопостовая сварка .....	159
Многопостовая сварка с подключением через индивидуальный балластный реостат .....	159
Электронный аналог балластного реостата ЭРСТ .....	159
7.2. Расчет основных узлов ЭРСТ.....	161
7.3. Описание ЭРСТ .....	172
Основные варианты защиты.....	172
Назначение основных узлов ЭРСТ .....	173
Принцип действия .....	173
Принцип работы и настройка блока А1.....	174
Детали.....	176
Принцип работы и настройка блока А2.....	177
Принцип действия стабилизатора .....	178
Детали.....	184
Настройка .....	184
Формирование внешних характеристик ЭРСТ.....	185
Принцип работы блока управления ЭРСТ .....	186
Принцип работы блока драйвера ключевого транзистора .....	188
Завершающая настройка ЭРСТ .....	190

## **Глава 8**

### **Инверторный сварочный источник.....**

8.1. Немного истории.....	192
---------------------------	-----

8.2. Общее описание источника .....	193
8.3. Рекомендации для самостоятельного изготовления ИСИ .....	197
8.4. Расчет трансформатора прямоходового преобразователя .....	199
8.5. Изготовление трансформатора .....	206
8.6. Расчет мощности потерь на транзисторах преобразователя .....	206
8.7. Расчет дросселя фильтра сварочного тока .....	210
8.8. Моделирование работы преобразователя .....	212
8.9. Расчет трансформатора тока .....	213
8.10. Расчет трансформатора гальванической развязки .....	215
8.11. ШИМ-контроллер TDA4718A .....	217
8.12. Принципиальная схема блока управления инверторного сварочного источника «RytmArc» .....	221
8.13. Формирование нагрузочной характеристики источника .....	226
8.14. Методика настройки БУ .....	229
8.15. Выносной пульт управления (модулятор) .....	230
8.16. Использование альтернативного ШИМ-контроллера .....	235
8.17. Трансформаторный драйвер .....	240
8.18. Демпфирующая цепь, не рассеивающая энергию .....	244

## **Глава 9**

### **Инверторный сварочный источник COLT-1300 .....**

9.1. Общее описание .....	250
О чем эта глава .....	250
Назначение .....	250
Основные характеристики .....	251
9.2. Силовая часть .....	251
Данные моточных узлов .....	256
9.3. Блок управления .....	258
Функциональная схема .....	258
Принцип действия .....	259

Принципиальная схема .....	261
Реализация функции Anty-Stick .....	261
Реализация функции Arc Force .....	263
9.4. Настройка .....	264

## **Глава 10**

### **Полезная информация .....**

10.1. Как испытать неизвестное железо? .....	265
10.2. Как рассчитать трансформатор? .....	266
10.3. Как рассчитать дроссель с сердечником? .....	273
Особенности расчета .....	273
Пример расчета дросселя № 1 .....	276
Пример расчета дросселя № 2 .....	277
Пример расчета дросселя № 3 .....	280
10.4. Расчет дросселей с порошковым сердечником .....	282
Преимущества порошковых сердечников .....	282
Адрес программы Inductor Design Software и ее установка .....	285
Функции автоматического расчета программы Inductor Design Software .....	286
Дополнительные функции программы Inductor Design Software .....	295
Панель меню программы Inductor Design Software .....	296
Пример расчета дросселя в программе Inductor Design Software .....	299
Программа Magnetics Inductor Design Using Powder Cores .....	304
Пример расчета дросселя в программе Magnetics Inductor Design Using Powder Cores .....	307
10.5. Как рассчитать радиатор? .....	309
10.5. Гистерезисная модель нелинейной индуктивности симулятора LTspice .....	314
Краткое описание гистерезисной модели нелинейной индуктивности .....	314

Подбор параметров гистерезисной модели нелинейной индуктивности .....	319
10.6. Моделирование сложных электромагнитных компонентов при помощи LTspice .....	327
Проблема моделирования .....	327
Принцип подобия электрических и магнитных цепей .....	328
Двойственность физических цепей.....	330
Модель неразветвленной магнитной цепи .....	331
Моделирование разветвленной магнитной цепи .....	334
Моделирование сложной магнитной цепи.....	335
Адаптация модели для магнитных цепей, работающих с частичным или полным подмагничиванием.....	337
Создание модели интегрированного магнитного компонента .....	340
10.7. Как изготовить сварочные электроды? .....	342