

УДК 621.791.03

ББК 34.641-5

В68

А

Володин, Валентин Яковлевич.

В68 Создаем современные сварочные аппараты / В. Я. Володин. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf: 353 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-376-9

Появившись более ста лет назад, электродуговая сварка произвела технологическую революцию. К настоящему времени она практически вытеснила все остальные технологии сварки металла. В книге приводятся необходимые сведения по ручной и полуавтоматической электродуговой сварке, а также, в порядке усложнения, — описания различных сварочных источников, пригодных для повторения.

Повествование сопровождается необходимыми методиками расчета, схемами и чертежами. Большое внимание уделяется компьютерному моделированию с помощью популярной бесплатной программы LTspice.

Следуя авторским рекомендациям, читатели смогут самостоятельно сконструировать и изготовить сварочные аппараты для ручной и полуавтоматической сварки, а желающие приобрести готовое устройство — сделать правильный выбор.

Книга предназначена для широкого круга домашних мастеров, радиолюбителей, интересующихся вопросами силовой электроники и электросварки.

УДК 621.791.03

ББК 34.641-5

Электронное издание на основе печатного издания: Создаем современные сварочные аппараты / В. Я. Володин. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 352 с. — ISBN 978-5-94074-671-3. — Текст : непосредственный.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-376-9

© Володин В. Я., 2011

© Оформление, ДМК Пресс, 2011

А

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1	
Немного истории.....	11
1.1. Изобретение электросварки	11
1.2. Развитие электросварки в 20 веке	14
Глава 2	
Основы дуговой сварки.....	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
Глава 3	
Симулятор LTspice IV.....	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	57
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
4.12. Стабилизаторы дуги переменного тока	118
Особенности сварочной дуги переменного тока.....	118
Принцип действия стабилизатора дуги	119
Первая версия стабилизатора дуги	120
Детали	124
Вторая версия стабилизатора дуги	125
Детали	128

Глава 5

Сварочный источник для полуавтоматической сварки

5.1. Основы полуавтоматической сварки.....	129
5.2. Расчеты элементов схемы	132
Определение параметров и расчет силового трансформатора источника	132

Процедура настройки модели	135
Расчет омического сопротивления обмоток.....	135
Расчет индуктивности и сопротивления обмоток трансформатора.....	136
Расчет габаритных размеров трансформатора.....	138
Завершение расчета трансформатора	139
Расчет дросселя источника подпиточного тока.....	140
5.3. Описание конструкции простого источника для полуавтоматической сварки.....	141
Схема простого источника для полуавтоматической сварки	141
Детали для сварочного полуавтомата	143
Конструкция и изготовление сварочного трансформатора	144
Конструкция дросселя	145
Подключение источника.....	146

Глава 6

Сварочный источник для полуавтоматической сварки с тиристорным регулятором

147

6.1. Регулировка сварочного тока	147
6.2. Обеспечение непрерывности сварочного тока	148
6.3. Расчет сварочного трансформатора	155
6.4. Блок управления	157
6.5. Описание конструкции сварочного источника с тиристорным регулятором.....	158
Принципиальная электрическая схема	158
Детали	160
Конструкция сварочного трансформатора	160
Конструкция дросселя	162
Подключение источника.....	162

Глава 7

Электронный регулятор сварочного тока

163

7.1. Многопостовая сварка	163
---------------------------------	-----

Многоступенчатая сварка с подключением через индивидуальный балластный реостат	163
Электронный аналог балластного реостата ЭРСТ	163
7.2. Расчет основных узлов ЭРСТ	165
7.3. Описание ЭРСТ	176
Основные варианты защиты	176
Назначение основных узлов ЭРСТ	177
Принцип действия	177
Принцип работы и настройка блока А1	178
Детали	180
Принцип работы и настройка блока А2	181
Принцип действия стабилизатора	182
Детали	188
Настройка	188
Формирование внешних характеристик ЭРСТ	189
Принцип работы блока управления ЭРСТ	190
Принцип работы блока драйвера ключевого транзистора	192
Завершающая настройка ЭРСТ	194

Глава 8

Инверторный сварочный источник	196
8.1. Немного истории	196
8.2. Общее описание источника	197
8.3. Рекомендации для самостоятельного изготовления ИСИ	201
8.4. Расчет трансформатора прямоходового преобразователя	203
8.5. Изготовление трансформатора	210
8.6. Расчет мощности потерь на транзисторах преобразователя	210
8.7. Расчет дросселя фильтра сварочного тока	214
8.8. Моделирование работы преобразователя	216
8.9. Расчет трансформатора тока	217
8.10. Расчет трансформатора гальванической развязки	219
8.11. ШИМ-контроллер TDA4718A	221

8.12. Принципиальная схема блока управления инверторного сварочного источника «RytmArc»	225
8.13. Формирование нагрузочной характеристики источника	230
8.14. Методика настройки БУ	233
8.15. Выносной пульт управления (модулятор)	234
8.16. Использование альтернативного ШИМ-контроллера	239
8.17. Трансформаторный драйвер	244
8.18. Демпфирующая цепь, не рассеивающая энергию	248

Глава 9

Инверторный сварочный источник COLT-1300

254

9.1. Общее описание	254
О чем эта глава	254
Назначение	254
Основные характеристики	255
9.2. Силовая часть	255
Данные моточных узлов	260
9.3. Блок управления	262
Функциональная схема	262
Принцип действия	263
Принципиальная схема	265
Реализация функции Anty-Stick	265
Реализация функции Arc Force	267
9.4. Настройка	267

Глава 10

Полезная информация

268

10.1. Как испытать неизвестное железо?	268
10.2. Как рассчитать трансформатор?	269
10.3. Как рассчитать дроссель с сердечником?	276
Особенности расчета	276
Пример расчета дросселя № 1	279

Пример расчета дросселя № 2	280
Пример расчета дросселя № 3	283
10.4. Расчет дросселей с порошковым сердечником	285
Преимущества порошковых сердечников	285
Адрес программы Inductor Design Software и ее установка	288
Функции автоматического расчета программы Inductor Design Software	289
Дополнительные функции программы Inductor Design Software	298
Панель меню программы Inductor Design Software	299
Пример расчета дросселя в программе Inductor Design Software	302
Программа Magnetics Inductor Design Using Powder Cores.....	307
Пример расчета дросселя в программе Magnetics Inductor Design Using Powder Cores.....	310
10.5. Как рассчитать радиатор?	312
10.6. Гистерезисная модель нелинейной индуктивности симулятора LTspice.....	317
Краткое описание гистерезисной модели нелинейной индуктивности	317
Выбор параметров гистерезисной модели нелинейной индуктивности	322
10.7. Моделирование сложных электромагнитных компонентов при помощи LTspice.....	330
Проблема моделирования	330
Принцип подобия электрических и магнитных цепей	331
Двойственность физических цепей.....	333
Модель неразветвленной магнитной цепи.....	334
Моделирование разветвленной магнитной цепи.....	337
Моделирование сложной магнитной цепи	338
Адаптация модели для магнитных цепей, работающих с частичным или полным подмагничиванием.....	340
Создание модели интегрированного магнитного компонента.....	343

10.8. Как изготовить сварочные электроды?	346
---	-----

Приложение	349
-------------------------	-----

1. Параметры командной строки программы LTspice IV	349
--	-----

2. Перечень схемных элементов симулятора LTspice IV (таблица 2)	350
---	-----