**Клод Галле**

# Как проектировать электронные схемы

Claude Gallès

# ASTUCES ET MÉTHODES ÉLECTRONIQUES







EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

Клод Галле

# КАК ПРОЕКТИРОВАТЬ ЭЛЕКТРОННЫЕ СХЕМЫ

ДМК ПРЕСС
издательство
Москва, 2010

**УДК 621.396.6**
**ББК 32.844**
**Г15**

**Галле К.**
Г15 Как проектировать электронные схемы. Пер. с фр. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 208 с.: ил.

**ISBN 978-5-94074-528-0**

Данная книга представляет собой сборник практических рекомендаций по проектированию, изготовлению и наладке аналоговых и цифровых электронных схем различного назначения.

Большое внимание уделено особенностям использования разнообразных электронных компонентов, вопросам разработки и изготовления печатных плат и корпусов, методике испытания устройств и поиска неисправностей. Приведено большое количество сравнительно простых цифровых и аналоговых схем. Отдельная глава посвящена решению типовых задач по программированию микропроцессоров и микроконтроллеров, представлены примеры полезных подпрограмм.

Книга адресована как начинающим любителям электроники и радиотехники, так и профессионалам.

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.

ISBN 2-10-043880-X (фр.)
ISBN 978-5-94074-528-0 (рус.)

© E.S.T.F., Paris (первое издание)
© DUNOD, Paris
© Перевод на русский язык, оформление ДМК Пресс, 2010

# СОДЕРЖАНИЕ


**1 Конструирование и сборка электронных устройств** ..... 9
Формирование батареи аккумуляторов ..... 10
Экранирование устройств ..... 11
Байонетные коаксиальные соединители ..... 11
Клавишные выключатели ..... 12
Рекомендации по монтажу схем ..... 12
Монтажные провода ..... 15
Изготовление печатной платы ..... 16
Компоненты с поверхностным монтажом ..... 20
Выбор корпуса ..... 21
Учет теплопроводности при пайке ..... 21
Наконечники для шнуров ..... 21
Соединительный элемент для девятивольтовой батарейки 22
Стойки для крепления плат ..... 22
Сращивание проводов ..... 23
Облуживание проводов ..... 23
Оформление лицевой панели ..... 24
Наконечники типа «банан» ..... 25
Крепление печатных плат ..... 25
Изоляционная трубка ..... 26
Сетка для громкоговорителя ..... 26
Монтаж выключателя ..... 27
Монтаж мощных компонентов ..... 27
Коаксиальные соединители для аудиоаппаратуры ..... 29
Подбор инструментов ..... 29
Сверление отверстий ..... 30
Защита фотодиода от помех ..... 30
Укорачивание корпуса прибора ..... 31
Телефонные соединители ..... 31
Герконовое реле ..... 31
Выбор сечения проводов ..... 32
Воздушный дроссель ..... 32
Монтаж соединителя ленточного кабеля ..... 33

Перемычки на печатной плате ... 34
Блок переключателей ... 35
Отвертка для настройки ... 36
Установка трансформаторов ... 36
Использование макетной платы ... 37

**2 Разработка электронных схем** ... 39
Зарядка аккумуляторов ... 40
Согласование КМОП и ТТЛ схем ... 41
Источник аварийного питания ... 42
Операционные усилители ... 43
Световые индикаторы ... 44
Триггеры и счетчики ... 48
Буферный усилитель ... 49
Подача звуковых сигналов ... 49
Датчик освещенности ... 50
Датчик уровня жидкости ... 50
Датчик температуры ... 51
Нагрев жидкости ... 52
Каскады с открытым коллектором ... 52
Компараторы ... 54
Двоичные счетчики ... 54
Аналого-цифровое преобразование ... 58
Цифро-аналоговое преобразование ... 60
Использование конденсаторов ... 61
Транзисторы Дарлингтона ... 63
Температурный дрейф параметров диодов ... 63
Дифференцирующая цепочка ... 64
Удвоитель напряжения ... 64
Дискретизация аналоговых сигналов ... 64
Программируемое постоянное запоминающее устройство 66
Логический вентиль Исключающее ИЛИ ... 70
Логические схемы, управляемые фронтом импульса ... 70
Предохранители ... 71
Генератор тока ... 72
Генератор напряжения с двоичным управлением ... 73
Высокое сопротивление ... 74
Гистерезис в электронике ... 75
Интегрирующая цепочка ... 76
Последовательный интерфейс ... 77
Изменение направления вращения двигателя ... 83
Использование светодиодов ... 84
Матрицирование управляющих сигналов ... 86

Аналоговый общий ... 87
Широтно-импульсная модуляция ... 89
Мощные МОП транзисторы ... 89
Шаговый двигатель ... 94
Шифратор с двоичным кодом ... 95
Применение оптопар ... 96
Фотоприемник ИК диапазона ... 97
Применение пьезоэлементов ... 98
Фазовая автоподстройка частоты ... 99
Пневматические устройства ... 101
Полная мостовая схема ... 102
Делитель напряжения ... 104
Многооборотный потенциометр ... 105
Логический вентиль ИЛИ ... 105
Логический вентиль И ... 106
Защита против инверсии полярности ... 106
Двухтактный каскад ... 106
Диодные выпрямители ... 107
Стабилизаторы напряжения ... 108
Импульсная стабилизация напряжения ... 110
Стабилизаторы на дискретных компонентах ... 113
Стабилизация тока ... 114
Особенности использования реле ... 116
Резисторные матрицы ... 117
Некоторые особенности применения резисторов ... 117
Серводвигатель в электронных устройствах ... 122
Сумматор и вычитатель аналогового типа ... 123
Синхронизация от сети ... 123
Измерение температуры ... 124
Отрицательное напряжение ... 125
Соединение обмоток трансформатора ... 126
Транзисторные матрицы ... 126
Применение симисторов ... 128
Трехфазная сеть ... 131
Применение тиристоров ... 132
Генератор, управляемый напряжением ... 132

**3 Тестирование. Измерения. Устранение неисправностей** ... 135
Искусственная нагрузка ... 136
Ремонт переключателя ... 137
Старение конденсаторов ... 137
Оснастка при измерениях ... 138

Измерение тока ... 139
Режим короткого замыкания ... 140
Демонтаж компонентов с печатных плат ... 141
Форма измеряемого сигнала ... 142
Измерение переменного тока или напряжения ... 143
Методика устранения неисправностей ... 144
Работа с мультиметром ... 148
Очистка устройства от пыли ... 148
Использование осциллографа ... 149
Утилизация компонентов ... 150
Влияние температуры и устранение неисправностей ... 151
Тестирование впаянных компонентов ... 152
Тестирование транзисторов и диодов ... 152
Достоинства практики устранения неисправностей ... 154

**4 Микроконтроллеры. Информатика** ... 155
Стандарт цифрового кодирования ASCII ... 156
Стандартные AT-команды ... 157
Системы счисления ... 160
IBM-совместимые персональные компьютеры ... 162
Стираемые программируемые запоминающие устройства 165
Форматы файлов ... 165
Энергонезависимое оперативное запоминающее устройство 167
Начальная установка микроконтроллера ... 168
Типовые подпрограммы ... 169
Формирование сигнала синхронизации ... 181
Охлаждение аппаратуры ... 182
Сторожевая схема ... 183

**5 Справочная информация** ... 185
Расположение выводов ... 186
Токи и напряжения различной формы ... 187
Схема подключения к телефонной линии ... 187
Классические импульсные устройства ... 190
Частотные фильтры ... 192
Список сокращений ... 193
Аналоги зарубежных компонентов ... 196

**Предметный указатель** ... 197