

Содержание

Предисловие	8
Благодарности	11
Об авторе	13
Глава 1. ВВЕДЕНИЕ: ФИЛОСОФИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ	15
В основе эффективности обнаружения неисправностей лежит правильная философия	15
Кто может дать хороший совет	17
Что нужно сначала определить для понимания причины отказа	17
Методологический и логический планы обнаружения неисправности	18
Помните о законе Мэрфи	20
Отказы в проблемных зонах схем	20
Анализ отказов	20
Поиск неисправностей по телефону	21
Перспективы автоматизированного поиска неисправностей. Компьютер как помощник и друг	22
Глава 2. ВЫБОР НЕОБХОДИМОГО ОБОРУДОВАНИЯ	24
Глава 3. НЕИСПРАВНОСТИ НА УРОВНЕ КОМПОНЕНТОВ. РЕЗИСТОРЫ И КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ	37
Характеристики резисторов	37
Согласование температурных коэффициентов	39
Переменные резисторы	39
Нельзя превышать номинальные параметры потенциометров	41
Обращайтесь осторожно с компонентами	42
Когда резистор не резистор	43
Катушки индуктивности и трансформаторы не так просты	43
Эквивалентные схемы трансформаторов	44
Защита трансформаторов от выброса напряжения	46
Перегрев катушек индуктивности	47

Глава 4. НЕИСПРАВНОСТИ НА УРОВНЕ КОМПОНЕНТОВ. ПРОБЛЕМЫ С КОНДЕНСАТОРАМИ	48
Неполярные конденсаторы	48
Фольговые конденсаторы	49
Слюдяные конденсаторы с обкладками в виде серебряной металлизации	51
Подстроечные конденсаторы	52
Поиск неисправностей в схемах с конденсаторами	52
Глава 5. МАТЕРИАЛЫ. НЕИСПРАВНОСТИ СБОРКИ И МОНТАЖА. НЕИСПРАВНОСТИ В ПЕЧАТНЫХ ПЛАТАХ, РАЗЪЕМАХ, РЕЛЕ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯХ	54
Как избежать проблем из-за печатных плат на начальном этапе	54
Утечки тока в печатной плате — причина неисправности схемы	56
Компоновка	59
Разъем Кельвина	60
Паяные соединения	62
Межсоединения	63
Реле	63
Переключатели	64
Провода и кабели	64
Глава 6. НЕИСПРАВНОСТИ СХЕМ ИЗ-ЗА ПРОБЛЕМ С ДИОДАМИ	66
Обзор неисправностей диодов	67
Стабилитроны	70
Светодиоды	71
Оптроны	71
Солнечные батареи	72
Глава 7. ОБНАРУЖЕНИЕ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ТРАНЗИСТОРОВ	74
Полевые транзисторы	75
Мощные биполярные транзисторы	76
Правило пяти секунд	79
Структура мощных биполярных транзисторов	80
Требования к проектированию силовых схем	82
Мощные полевые МОП-транзисторы	82

Глава 8. НЕИСПРАВНОСТИ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ	84
Погрешности операционных усилителей	84
Погрешности операционных усилителей при обработке синфазного сигнала	85
Тестирование CMRR операционного усилителя	86
Измерение погрешности CMRR	89
Питание операционных усилителей	90
Измерить ток смещения легче, чем импеданс	90
Правильное понимание погрешностей операционных усилителей	91
Собственные неисправности операционных усилителей	93
Принцип Роберта Писа	94
Самовозбуждение	95
Шумы	100
Техническое описание как причина возникновения неисправности	101
Методы обнаружения неисправностей в схемах с операционными усилителями	102
Глава 9. ПОДАВЛЕНИЕ ПАРАЗИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ	103
Колебания, которые не являются генерацией	105
Самовозбуждение компараторов	107
Правильно обращайтесь с компаратором	107
Шум компараторов	108
Синфазный сигнал в компараторе	109
Неустойчивые неисправности	109
Самовозбуждение буферных схем	110
Проблемы триггеров	113
Глава 10. НА ГРАНИЦЕ МЕЖДУ АНАЛОГОВОЙ И ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКОЙ	114
Таймеры	114
Цифровые интегральные схемы в аналоговых схемах	115
Неиспользуемые входы интегральных схем	115
Погрешности параметров сигнала	115
Цифровые схемы и зонды осциллографа	118
Неисправности цифро-аналоговых преобразователей	119
Неисправности аналогово-цифровых преобразователей	121

Проектирование систем с аналогово-цифровыми преобразователями	122
Преобразователи напряжение—частота и частота—напряжение	123
Схемы выборки и хранения	124
Время перехода от режима выборки к режиму хранения	124
Время обнаружения	124
Аналоговый мультиплексор	125
Глава 11. ОПОРНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ. НЕИСПРАВНОСТИ В РЕГУЛЯТОРАХ	126
Регуляторы	126
Допустимое напряжение	127
Комплексная нагрузка	127
Регуляторы с импульсным управлением	128
Регуляторы, работающие на разных уровнях мощности	128
Глава 12. НЕУСТОЙЧИВЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ	131
Техника обнаружения причины неустойчивой неисправности	131
Использование статистических методов	132
Аналоговые измерительные приборы	132
Цифровые измерительные приборы	133
Источники сигнала	134
Методологические ошибки	134
Системы и схемы	136
Как осуществить подстройку схемы без подстроечного резистора	136
Беспаечные печатные платы	138
Глава 13. ПРИМЕРЫ ОБРАЩЕНИЙ К АВТОРУ С ВОПРОСАМИ О НЕИСПРАВНОСТЯХ	139
Глава 14. ПРИМЕРЫ РЕАЛЬНЫХ СХЕМ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ В НИХ	154
Заключительные рекомендации	172
Приложение А. ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ С НЕСТАНДАРТНЫМИ ВЫВОДАМИ	173
Схемы подстройки напряжения смещения	173
Сдвоенные операционные усилители	175

Приложение Б. ПОДАВЛЕНИЕ ШУМОВ В ТРЕХВЫВОДНЫХ РЕГУЛЯТОРАХ НАПРЯЖЕНИЯ	176
Приложение В. ТЕСТИРОВАНИЕ СМЕЩЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИХ КОМПАРАТОРАХ	180
Приложение Г. КАК ПРАВИЛЬНО ЧИТАТЬ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ	184
Спецификации	184
Гарантии	184
Типичный	185
Максимально допустимые номинальные значения	185
Эксплуатационные характеристики	186
Комментарий примечаний к таблицам	186
Применение	186
Предварительный статус	189
Приложение Д. ВОЗМОЖНОСТИ SPICE	191