
В.А. КОТЕЛЬНИКОВ

СОБРАНИЕ ТРУДОВ



5

В.А. КОТЕЛЬНИКОВ

СОБРАНИЕ ТРУДОВ

В ПЯТИ ТОМАХ



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2015

ТОМ 5

В.А. КОТЕЛЬНИКОВ
А.М. НИКОЛАЕВ

ОСНОВЫ
РАДИОТЕХНИКИ

ЧАСТЬ 2

Издание второе, исправленное

*Допущено Министерством высшего образования СССР
в качестве учебника для электротехнических вузов и факультетов*



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2015

УДК 52.1
ББК 22.63
К 73

Котельников В.А. **Собрание трудов**. В 5 т. Т.5. Котельников В.А., Николаев А.М. **Основы радиотехники. Часть 2.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-9221-1601-5 (Т. 5).

Собрание трудов выдающегося российского ученого и инженера В.А. Котельникова подготовлено к 100-летию со дня его рождения. В пятый том, который завершает издание Трудов и приурочен к 10-летию его ухода из жизни, вошла 2-я часть классического двухтомного учебника «Основы радиотехники», написанного совместно с А.М. Николаевым на основе одноименного курса лекций, который В.А. Котельников читал в Московском энергетическом институте (МЭИ) в 40-е и 50-е гг. прошлого века. Изданные в 1950 г. 1-я часть (линейная радиотехника) и в 1954 г. 2-я часть (нелинейная радиотехника) явились энциклопедией инженерных теоретических знаний по радиотехнике того времени. По этому учебнику учились многие поколения студентов технических вузов как СССР, так и других стран.

Уникальная структура двухтомника, методика подачи материала, особенно фундаментальных разделов теории, делает его интересным и для нынешнего поколения студентов, аспирантов, преподавателей и инженеров, а также для всех, кого интересует история становления науки и техники в нашей стране.

Составитель — А. С. Прохоров

ISBN 978-5-9221-1601-5 (Т. 5)
ISBN 978-5-9221-1600-8

© ФИЗМАТЛИТ, 2015
© А. С. Прохоров, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Введение	9
§ 1.1. Нелинейные сопротивления	9
§ 1.2. Основные методы исследования схем с нелинейными сопротивлениями	16
Глава 2. Нелинейные сопротивления в безинерционных схемах. Ограничители. Усилители постоянного напряжения	19
§ 2.1. Содержание главы	19
§ 2.2. Анализ схем с одним нелинейным сопротивлением при известной величине управляющего параметра	20
§ 2.3. Диодный ограничитель электрических колебаний	23
§ 2.4. Одноламповые усилители постоянного напряжения	28
§ 2.5. Многоступенные усилители постоянного напряжения	34
§ 2.6. Схемы с несколькими нелинейными сопротивлениями	38
§ 2.7. Схемы с обратным воздействием	39
Глава 3. Нелинейные сопротивления в схемах с малыми переменными напряжениями. Усиление малых колебаний. Прохождение через простейшие линейные усилительные схемы синусоидальных и импульсных колебаний	46
§ 3.1. Линейные схемы замещения нелинейных сопротивлений	46
§ 3.2. Усилители с конденсаторным переходом	53
§ 3.3. Усилители с трансформаторным переходом	59
§ 3.4. Прохождение импульсов через усилители с конденсаторным и трансформаторным переходами	62

Глава 4. Электронные реле с усилителями	76
§ 4.1. Электронные реле. Общие замечания	76
§ 4.2. Общая теория электронных реле с усилителями	76
§ 4.3. Процесс скачка в электронном реле с усилителем	88
§ 4.4. Некоторые схемы электронных реле	91
Глава 5. Релаксационные генераторы с усилителями	95
§ 5.1. Релаксационные генераторы. Общие замечания.	95
§ 5.2. Релаксационные генераторы с усилителями	96
§ 5.3. Процессы в релаксационных генераторах на участках медленного изменения. Период колебания	100
§ 5.4. Ждущие релаксационные генераторы	103
§ 5.5. Схемы релаксационных генераторов с усилителями постоянного напряжения	107
§ 5.6. Симметричный релаксационный генератор	108
§ 5.7. Блокинг-генератор	112
§ 5.8. Синхронизация релаксационных генераторов	122
Глава 6. Реле и релаксационные генераторы с нелинейными сопротивлениями, имеющими спадающий участок на вольтамперной характеристике	125
§ 6.1. Нелинейные сопротивления, имеющие спадающий участок на вольтамперной характеристике.	125
§ 6.2. Реле с газоразрядной лампой	126
§ 6.3. Релаксационные генераторы с газоразрядной лампой	129
§ 6.4. Электронные реле и релаксационные генераторы, использующие динатронный эффект	134
§ 6.5. Схемы с усилителями, аналогичными нелинейным сопротивлениям со спадающим участком	138
Глава 7. Общая теория устойчивости равновесия	140
§ 7.1. Вводные замечания	140
§ 7.2. Комплексный метод составления характеристических уравнений	141
§ 7.3. Критерий Рауса–Гурвица.	147
§ 7.4. Метод амплитудно-фазовых характеристик	149

Глава 8. Воздействие на нелинейное сопротивление больших синусоидальных колебаний	158
§ 8.1. Вводные замечания	158
§ 8.2. Воздействие синусоидального напряжения на нелинейное сопротивление (общий случай).	158
§ 8.3. Аппроксимация характеристик ломаной прямой	160
§ 8.4. Аппроксимация характеристик нелинейных сопротивлений степенным рядом	165
§ 8.5. Аппроксимация характеристик нелинейных сопротивлений показательной функцией	169
§ 8.6. Одновременное воздействие на нелинейное сопротивление малого напряжения произвольной формы и большого синусоидального напряжения	172
§ 8.7. Воздействие на нелинейное сопротивление нескольких больших синусоидальных колебаний	175
Глава 9. Резонансное усиление и умножение частоты синусоидальных колебаний	181
§ 9.1. Вводные замечания	181
§ 9.2. Резонансное усиление при малых колебаниях	182
§ 9.3. Резонансное усиление при больших колебаниях	182
§ 9.4. Энергетические соотношения в резонансном усилителе	190
§ 9.5. Влияние тока сетки	192
§ 9.6. Умножение частоты	193
Глава 10. Модуляция	195
§ 10.1. Вводные замечания	195
§ 10.2. Амплитудная сеточная модуляция	197
§ 10.3. Амплитудная анодная модуляция	203
§ 10.4. Балансная модуляция	205
§ 10.5. Фазовая и частотная модуляция	208
Глава 11. Детектирование, выпрямление и преобразование частоты	210
§ 11.1. Вводные замечания	210
§ 11.2. Анодный детектор	213
§ 11.3. Диодный детектор	218
§ 11.4. Сеточный детектор	225
§ 11.5. Детектирование ЧМ и ФМ колебаний.	227
§ 11.6. Измерение напряжений высокой частоты	229

§ 11.7. Выпрямители	231
§ 11.8. Преобразователи частоты	232
Глава 12. Ламповые автогенераторы синусоидальных колебаний	235
§ 12.1. Вводные замечания	235
§ 12.2. Автогенераторы синусоидальных колебаний с усилителями (малые колебания)	236
§ 12.3. Автогенераторы синусоидальных колебаний с усилителями (большие колебания). Квазилинейный метод. Мягкий и жесткий режимы	241
§ 12.4. LC -автогенераторы синусоидальных колебаний.	249
§ 12.5. rC -автогенераторы синусоидальных колебаний.	255
§ 12.6. Автогенераторы синусоидальных колебаний с нелинейными сопротивлениями, имеющими спадающий участок на характеристике.	261
§ 12.7. Влияние гармоник на работу автогенератора синусоидальных колебаний.	264
Глава 13. Некоторые явления в автогенераторах синусоидальных колебаний. Фазовая плоскость	269
§ 13.1. Прерывистая генерация.	269
§ 13.2. Самовозбуждение добавочных (паразитных) колебаний	273
§ 13.3. Затягивание	283
§ 13.4. Захватывание	290
§ 13.5. Фазовая плоскость. Метод изоклин.	300
Приложение 1	305
Приложение 2	309