

УДК 621.375.2

ББК 32.846

A28

A28 Адаменко М. В.

Ламповые УНЧ. Секреты схемотехники. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 392 с.

ISBN 978-5-97060-012-2

В предлагаемой книге рассматриваются особенности конструкции ламповых усилителей низкой частоты.

В первой главе дан краткий обзор истории изобретения и развития электровакуумных приборов, а также приводится краткая информация о принципах действия и особенностях функционирования электронных ламп, конструктивные особенности, отечественная и европейская системы обозначений. Во второй главе изложены основополагающие сведения об особенностях функционирования усилительного каскада на электронной лампе. Рассмотрению основных схемотехнических решений, применяемых при создании любительской и промышленной низкочастотной усилительной аппаратуры, посвящена третья глава. В четвертой главе рассматриваются практические конструкции ламповых усилителей низкой частоты, выполненных на отечественных и зарубежных приемно-усилительных лампах.

При выборе схем ламповых усилителей НЧ, рекомендуемых для повторения, автор особое внимание обращал на соблюдение своеобразной преемственности, т. е. принципа «от простого – к сложному». Приведенные в первых разделах четвертой главы принципиальные схемы простых ламповых УНЧ служат основой для более сложных конструкций, рассматриваемых далее. Таким образом, начинающие радиолюбители, собрав простейший ламповый усилитель, смогут с помощью рекомендованных усовершенствований и дополнений создать высококачественные многоламповые УНЧ.

Книга предназначена для радиолюбителей, интересующихся вопросами конструирования высококачественных ламповых усилителей низкой частоты.

УДК 621.375.2

ББК 32.846

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 978-5-97060-012-2

© Адаменко М. В., 2014

© Оформление, ДМК Пресс, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	3
Список сокращений	7
От автора	8
Предисловие	9
<hr/>	
Глава 1. Приемно-усилительные радиолампы	11
1.1. Принцип действия электронной лампы	13
Движение электронов в двухэлектродной и трехэлектродной лампах	13
Принцип действия усилительной радиолампы	19
Классификация, характеристики и параметры электронных ламп	23
Особенности конструкции радиоламп	25
1.2. Основные типы приемно-усилительных ламп	33
Диод	34
Триод	39
Тетрод	53
Лучевой тетрод	63
Пентод	70
Комбинированные лампы	80
1.3. Системы обозначений ЭВП. Особенности замены приемно-усилительных ламп	83
Системы обозначений отечественных электронных ламп	83
Зарубежные системы обозначений ЭВП	91
Особенности замены приемно-усилительных ламп	99
<hr/>	
Глава 2. Электронная лампа в усилителе низкой частоты	103
2.1. Усилительный каскад на электронной лампе	104
Принцип действия усилительного каскада на электронной лампе	104
Основные способы формирования напряжения смещения	109
Основные режимы работы ламповых усилителей НЧ	113
Виды и способы включения нагрузки в ламповых усилительных каскадах	118

2.2. Искажения в ламповом усилителе НЧ.....	126
Нелинейные искажения.....	127
Частотные искажения.....	130
Фазовые искажения.....	131
2.3. Шумы в ламповом усилительном каскаде.....	132
Классификация и основные причины возникновения шумов в ламповом УНЧ.....	132
Электрические флуктуации в твердых телах.....	135
Внутренние шумы электронных ламп.....	139
Шумы и фон переменного тока промышленной частоты.....	141
Внешние воздействия. Взаимное влияние элементов.....	143
2.4. Обратная связь в ламповых усилителях НЧ.....	144
Виды обратной связи.....	144
Ослабление искажений с помощью отрицательной обратной связи.....	148
Самовозбуждение усилителей с обратной связью.....	151
2.5. Особенности усилительных каскадов на тетроре и пентоде.....	152
Усилительный каскад на пентоде.....	152
Каскад с распределенной нагрузкой.....	155
Ультралинейный каскад.....	159
Ультралинейный усилитель с катодной связью.....	161
2.6. Катодный повторитель в ламповых усилителях НЧ... 163	163
Основные свойства катодного повторителя.....	164
Режимы работы катодного повторителя.....	170
Катодный повторитель во входных каскадах.....	178
Катодный повторитель в выходных и предвыходных каскадах.....	180
2.7. Каскодный усилитель в ламповых УНЧ.....	184
Особенности каскодного усилителя.....	184
Выбор ламп для каскодного усилителя.....	188
Основные параметры каскодного усилителя.....	190
Глава 3. Схемотехнические особенности ламповых усилителей низкой частоты.....	193
3.1. Общие принципы построения усилителей низкой частоты.....	194
Назначение и основные параметры усилителей низкой частоты.....	194

Особенности классификации ламповых усилителей НЧ.....	198
3.2. Предварительные усилители	201
Особенности ламповых предварительных усилителей НЧ	202
Усилительный каскад с реостатной нагрузкой	204
Особенности усилительного каскада на пентоде	210
Катодные повторители в предварительном усилителе.....	212
Каскодные схемы в предварительном усилителе	216
3.3. Усилители мощности.....	220
Особенности ламповых выходных усилителей НЧ.....	221
Однотактные усилители мощности.....	222
Двухтактные усилители мощности с трансформаторным выходом.....	225
Двухтактные усилители мощности без выходного трансформатора.....	229
Параллельное включение ламп	235
Отрицательная обратная связь.....	239
3.4. Фазоинверсные схемы в ламповых усилителях НЧ..	242
Усилительный каскад с симметричным трансформаторным выходом.....	243
Усилительный каскад на сопротивлениях с симметричным выходом.....	245
Двухтактные самобалансирующиеся фазоинверсные каскады	248
Самобалансирующийся каскодный фазоинверсный каскад.....	252
Фазоинверсные каскады с упрощенной схемой поворота фазы.....	253
3.5. Особенности схемотехники блоков питания ламповых усилителей НЧ.....	256
Источники питания цепей анода и экранных сеток.....	256
Источники питания цепей накала.....	260
Устранение фона переменного тока	265
3.6. Регулировки в ламповых усилителях НЧ	273
Регуляторы коэффициента усиления	274
Регуляторы тембра.....	286

Глава 4. Практические конструкции ламповых усилителей низкой частоты..... 307

4.1. Простые ламповые усилители НЧ для начинающих ..	308
Одноламповые усилители низкой частоты.....	308

Усилители НЧ на двух лампах.....	325
4.2. Многокаскадные и многоламповые усилители НЧ	332
Простые двухтактные усилители низкой частоты	332
Многоламповые усилители НЧ на импортных лампах	344
4.3. Ламповые усилители низкой частоты из узлов	
и блоков промышленной радиоаппаратуры.....	356
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры III и IV	
классов.....	357
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры II класса.....	364
Ламповые УНЧ отечественной радиоаппаратуры высшего	
класса	368
Ламповые УНЧ зарубежной радиоаппаратуры.....	380
Заключение	391