

М. А. Киреев

Практический расчет каскадов усилителей звуковой частоты на электронных лампах

Москва
Горячая линия - Телеком
2012

УДК 621.375.2
ББК 32.846.6
К43

Киреев М. А.

К43 Практический расчет каскадов усилителей звуковой частоты на электронных лампах. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 124 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-227-5.

В книге рассмотрены основные типы каскадов ламповых усилителей звуковой частоты (УЗЧ). Подробно обсуждаются практические методики расчета каждого каскада. Рассмотренный теоретический материал подкреплен практическими примерами схемного и конструктивного исполнения. Книга содержит расчетные программы, существенно облегчающие процесс расчета режимов схем и параметров радиоэлементов. Простые и доступные расчеты позволят читателю легко создать свою собственную конструкцию УЗЧ. Тексты программ доступны читателю на сайте издательства.

Для специалистов и подготовленных радиолюбителей, занимающихся разработкой высококачественных УЗЧ.

ББК 32.846.6

Адрес издательства в Интернет www.techbook.ru

Справочное издание

Киреев Михаил Анатольевич

Практический расчет каскадов усилителей звуковой частоты на электронных лампах

Редактор А. Е. Пескин
Обложка художника В. Г. Ситникова
Компьютерная верстка Ю. Н. Чернышова

Подписано в печать 12.11.2011. Формат 60×90/16.
Уч.-изд. л. 7,75. Изд. № 110227. Тираж 500 экз. (1-й завод 200 экз.)
ООО «Научно-техническое издательство «Горячая линия-Телеком»

ISBN 978-5-9912-0227-5

© М. А. Киреев, 2012

© Издательство «Горячая линия – Телеком», 2012

ВВЕДЕНИЕ

Начальный период развития радиотехники шел по пути создания простейших искровых радиостанций. Увеличение дальности радиосвязи достигалось за счет увеличения мощности радиопередатчиков, увеличения длин волн, а также размеров как передающих, так и приемных антенн. Коренные изменения в радиотехнике начали происходить с момента появления первых электронных ламп.

Понятие «электронная лампа» в широком смысле относится к любому электровакуумному прибору, электрический ток в котором создается потоком электронов, испускаемых нагретым электродом — катодом и приходящих на холодный электрод — анод. За начало отсчета развития истории ламповой радиотехники принято считать 1904 г., когда английский специалист в области радиотехники Дж.А. Флеминг предложил первый детектор на электронной лампе, принцип работы которой был основан на эффекте Эдисона — одностороннем прохождении электрического тока от нагретой до высокой температуры нити (катода) к металлической пластине (аноду). В 1907 г. американский инженер Ли де Форест получил патент на изобретенную им трехэлектродную лампу — триод, названную им «аудион». Триод Ли де Фореста состоял из угольной нити накаливания, платинового анода и зигзагообразной сетки, которую он расположил в непосредственной близости от катода. «Аудион» Ли де Фореста использовался в основном в качестве детектора и имел ограниченный коэффициент усиления, что объяснялось невысоким качеством откачки воздуха из баллона.

С 1916–1917 гг. в технике создания вакуума в баллонах электронных ламп стал использоваться диффузионный насос Лангмюра, что привело к началу использования ламп с полностью электронными процессами. В России первые электронные лампы были созданы выдающимся российским физиком Н.Д. Папалекси в 1914 г. Август 1918 г. был отмечен созданием Нижегородской радиолaborатории, где под руководством военного инженера М.А. Бонч-Вруевича было разработано не одно поколение отечественных генераторных ламп. В 20-е годы прошлого столетия появились двухсеточные лампы, а с 30-х годов в создании электронных ламп начался лавинообразный процесс создания трех-, четырех-, пятисеточных ламп в различных конструктивном исполнении баллона — металлокерамические, стеклянные, ме-

таллические. Это послужило созданию классификации электронных ламп по назначению и функциональному составу.

До 70-х годов прошлого столетия электронные лампы оставались основными активными элементами при построении приемников и передатчиков различного назначения, систем связи, радиолокации и радионавигации. В последнее время, несмотря на впечатляющие достижения твердотельных технологий, наметился возврат к ламповой схемотехнике в области звуковоспроизведения высокой верности.

Книга предназначена для радиолюбителей, занимающихся самостоятельным расчетом и изготовлением ламповых усилителей звуковой частоты.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Конструктивное исполнение радиоламп	5
2 Электровакуумный диод	11
2.1. Устройство и принцип работы диода	11
2.2. Характеристики диода	13
2.3. Статические параметры диода	15
2.4. Применение диодов	15
3 Электровакуумный триод	17
3.1. Устройство и принцип действия триода	17
3.2. Анодные характеристики триода	19
3.3. Сеточные характеристики триода	21
3.4. Графический метод определения параметров триода ..	21
3.5. Практические расчеты каскадов на триодах	24
3.5.1. Предварительный каскад	24
3.5.2. Оконечный однотоктный каскад	31
3.5.3. Оконечный двухтактный каскад	38
3.6. Фазоинверсные каскады	45
4 Экранированные лампы	54
4.1. Устройство и принцип действия тетрода	54
4.2. Закон трех вторых для тетрода	55
4.3. Статические характеристики тетрода	55
4.4. Устройство и принцип действия пентода	59
4.5. Статические характеристики пентода	61
4.6. Параметры пентодов	63
4.7. Практические расчеты каскадов на экранированных лампах	66
4.7.1. Предварительный каскад	66
4.7.2. Выходной однотоктный каскад	73
4.7.3. Выходной двухтактный каскад	81
5 Источники питания ламповых УЗЧ	88
5.1. Работа электронного стабилизатора	88
5.2. Расчет электронного стабилизатора	89

5.3. Расчет выпрямителя питающего электронный стабилизатора	94
5.4. Конструктивный расчет дросселя сглаживающего фильтра	97
5.5. Конструктивный расчет силового трансформатора	100
5.6. Практическая реализация ламповых УЗЧ	102
Приложение	117
Литература.....	122