

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.3.01+004.42

Зубов
Андрей Юрьевич

Анализ и расчет электрических схем в Altium Designer

Автореферат
магистерской диссертации на соискание степени
магистра технических наук

Научный руководитель

Киселевский Олег Сергеевич

к.т.н., доцент

Минск 2018

Работа выполнена на кафедре инженерной и компьютерной графики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель: **Киселевский Олег Сергеевич**,
кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной и компьютерной графики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент: **Калтыгин Александр Львович**,
кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной графики учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Защита диссертации состоится «21» июня 2018 г. года в 9⁰⁰ часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. П.Бровки, 6, 4 уч. корп., ауд. 804, тел.: 293-89-92, e-mail: kafei@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, в технике практически повсеместно используются усилители звука, начиная от мобильных телефонов и заканчивая профессиональными акустическими системами. Звуковая техника – та отрасль, в которой продолжают использоваться электронные лампы и весьма успешно. Сегодня многие компании, занимающиеся разработкой и продажей Hi-Fi аппаратуры, предлагают широкий ассортимент усилителей звука, сконструированных с использованием как полупроводниковых элементов, таких как транзисторов или интегральных микросхемы, так и электронных ламп, причем стоимость усилителей, использующих лампы в качестве активных, усиливающих элементов, на порядок больше, по сравнению с аналогичными, но транзисторными усилителями.

Для разработки любого устройства необходимо произвести предварительный расчет его параметров, оценить их качественные показатели, моделировать или собрать прототип. Несмотря на рост популярности ламповых усилителей, программ, направленных на автоматизацию их проектирования нет. Также, автоматизация проектирования ламповой техники затруднена в связи со сложностями, возникающими при моделировании основных элементов – ламп.

В данной работе, акцент сделан на программе Altium Designer, являющимся современным радиотехническим САПР сквозного проектирования, обладающий возможностью схемотехнического моделирования. В литературе, моделированию ламп уделено немного внимания, но статей по использованию Altium Designer для моделирования ламповой техники нет совсем. Данная работа посвящена исследованию особенностей схемотехнического моделирования активных элементов ламповых звуковых усилителей в Altium Designer.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы магистерской диссертации. Актуальность работы определяется необходимостью адаптации компьютерных методов моделирования для проектирования ламповой техники.

Цель и задачи исследования. Целью работы является определение возможностей моделирования ламповой схемотехники в Altium Designer.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Анализ и актуальности применения электронных ламп.
2. Анализ схемотехники ламповых звуковых усилителей.

3. Анализ возможностей Altium Designer для моделирования.
4. Моделирование анодных характеристик лампы 12AX7.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является звуковой усилитель, использующий лампы в качестве активных элементов. Предметом исследования является поиск возможностей моделирования ламповой схемотехники современными средствами радиотехнических САПР.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие основные результаты:

1. Экономическое обоснование проектирования и изготовления ламповой звукоусиливающей аппаратуры.
2. Методика моделирования и расчета электрических схем, содержащих электровакуумные приборы с использованием современных САПР.
3. Результаты моделирования и их применение.

Личный вклад соискателя. Все основные результаты и выводы получены соискателем самостоятельно. Моделирование в Altium Designer проводилось соискателем лично. Во время работы над диссертацией были исследованы различные подходы моделированию ламповой техники и ламп в частности, была проведена адаптация такой модели и ее моделирование.

Апробация результатов диссертации. Основные теоретические результаты и законченные этапы диссертационной работы, а также результаты прикладных исследований и разработок были доложены на 54-й научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов БГУИР, 2018.

Публикации. Основные положения работы и результаты диссертации изложены в опубликованной работе, представленной в материалах научной конференции студентов, магистрантов, аспирантов БГУИР, 2018.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения и списка использованных источников, включающего 47 наименований. Общий объем диссертации составляет 57 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено современное состояние сферы звуковых усилителей, определены причины использования электронных ламп в современной звукотехнике, а также дается обоснование данного исследования.

В первой главе рассматриваются обзор и особенности ламповых усилителей звука, отличие в звучании усилителей и приводится обоснование необходимости моделирования.

Вторая глава является кратким экономическим обоснованием использования ламп в работе, где приведен краткий обзор стоимости звуковых усилителей и сделан вывод о целесообразности проектирования и изготовления ламповых звуковых усилителей.

В **третьей главе** представлены теоретические наработки, подходы, модели математического описания ламп и общая структура моделирования.

В **четвертой главе** рассматриваются практические вопросы моделирования электронных схем усилителей на базе лампы 12AX7. В частности показана возможность моделирования ламповой техники в Altium Designer и выделены основные параметры, влияющие на моделирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были определены возможности для расчета электрических схем ламповых усилителей звука в среде Altium Designer и подготовлена теоретическая база для дальнейших исследований.

Осуществлен анализ приведенных в литературе схем ламповых усилителей звука. На основании полученной информации, была обобщена схема для однотактного усилителя и выявлен элемент, на котором и было сделан акцент исследования – лампы.

Оценка возможностей Altium Designer для расчета ламповой схемотехники проведена путем моделирования анодных характеристик лампы 12AX7. Используемая для описания лампы модель, хоть и является достаточно точной, все еще не является достоверной. На основании данной информации и сравнении результатов были сделаны выводы о несовершенстве модели и проведена модификация данной модели, а также приведена обобщенная модель описания триода.

В результате работы установлено, что Altium Designer подходит для расчетов ламповых схем, но для получения корректного результата необходимо использовать улучшенные модели для описания ламп, тогда как использование стандартных моделей описания ламп, представленных также в интегрированной библиотеке Altium Designer, оправдано для оценки работоспособности схемы.

Список опубликованных работ

Анализ и расчет ламповой схемотехники в среде Altium Designer - / А.Ю. Зубов – Архив 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, 2018 г