

АНАЛИЗ И РАСЧЕТ СХЕМЫ ЛАМПОВОЙ СХЕМОТЕХНИКИ В СРЕДЕ ALTIUM DESIGNER

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Зубов А. Ю.

Киселевский О. С. – к.т.н., доцент

В настоящее время, электронные лампы продолжают использоваться в профессиональной звуковоспроизводящей аппаратуре. Это обусловлено специфичным звучанием усилителей, в которых в качестве активных элементов используются лампы, а не транзисторы. Специфическое звучание ламповых усилительных каскадов породило такое маркетинговое понятие, как «ламповый звук», ставший своего рода трэндом как в бытовой, так и профессиональной звукоусиливающей аппаратуре. В связи с возрастающей популярностью ламповых усилителей звуковой частоты и сильно завышенными ценами на подобного рода продукцию, проектирование, производство и ремонт ламповой техники снова становятся коммерчески оправданными и перспективными.

Разница в звучании [1] ламп и транзисторов вызвана отличием во вносимых в сигнал искажениях. Современные транзисторы вносят в сигнал меньше искажений, чем лампы, но лампы вносят в сигнал четные гармоники низшего порядка (в основном – 2 и 4), когда транзисторы вносят, в основном, нечетные гармоники и гармоники высших порядков [2].

При проектировании высококачественной ламповой аппаратуры, создание симуляции для расчета параметров без сборки прототипа становится актуальной, т.к. основные активные элементы – лампы, стоят дорого или труднодоступны. Данная работа рассматривает возможности моделирования ламповой схемотехники в САПР Altium Designer.

В работе, для расчета анодных характеристик лампы 12ax7 использовалось уравнение:

$$I_a = K \left(V_c + \frac{V_a}{\mu} \right)^{3/2}$$

где V_c – напряжение на сетке, V_a – напряжение на аноде, μ – коэффициент усиления.

Полученные результаты моделирования представлены на рисунке 1,а.

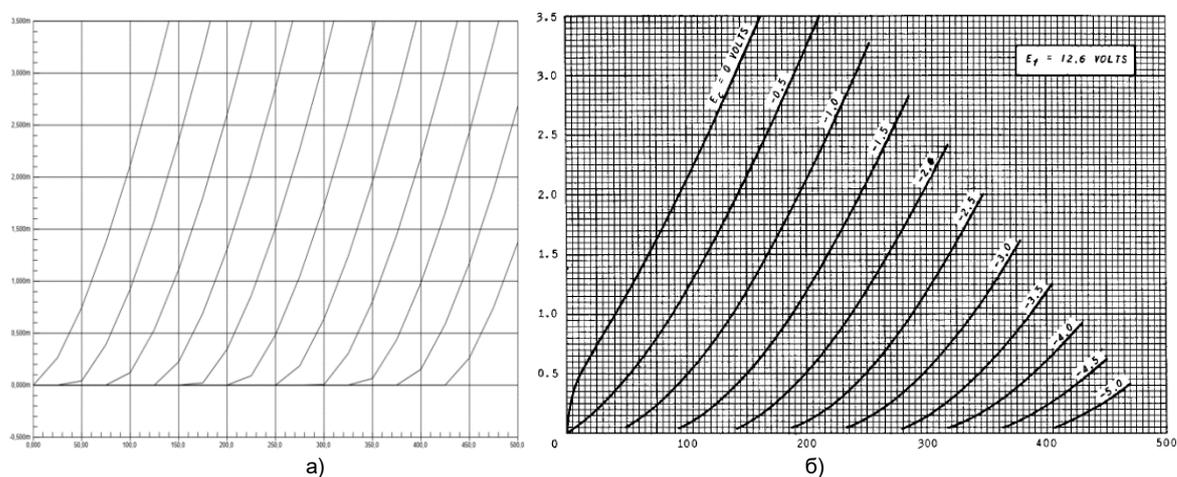


Рис. 1 – Анодные характеристики лампы 12ax7

Видно, что полученные результаты коррелируют с реальными (рисунок 1,б [3]). Это обусловлено использованием в расчетах модели уравнения, предполагающего, что сетка идеальна и ток утечки отсутствует.

В заключение можно отметить, что применение такой модели для просчета характеристик целесообразно для проверки работоспособности схемы, но для дальнейшего моделирования необходимо улучшение модели, включающей в себя моделирование тока утечки, влияния нагревателя и не идеальность сетки.

Список использованных источников:

1. Hamm R. O. Tubes versus Transistors-is there an Audible Difference //Journal of the audio engineering society. – 1973. – Т. 21. – №. 4. – С. 267-273.
2. Джонс М. Ламповые усилители. – Litres, 2017.
3. 12ax7 datasheet [Электронный ресурс] – Электронные данные. – режим доступа: vt-tech.eu