

Беликов Андрей Николаевич
Рыбаков Дмитрий Григорьевич

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ЭЛЕКТРОННОМ МОДУЛЕ ЗВУКОВОГО ПРЕДУСИЛИТЕЛЯ

Аннотация. Проведено моделирование тепловых процессов, протекающих в электронном модуле звукового предусилителя. Произведен анализ результатов. Установлены температуры радиоэлементов. Сделан вывод о необходимости дополнительного охлаждения.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, тепловые процессы, звуковой предусилитель.

Belikov Andrey Nikolaevich
Rybakov Dmitry Grygorievich

SIMULATION OF HEAT PROCESSES OCCURRING IN THE ELECTRONIC MODULE OF THE AUDIO PREAMPLIFIER

Annotation. The simulation of thermal processes occurring in the electronic module of the sound preamplifier has been carried out. The results were analyzed. The temperatures of radioelements are established. The conclusion about the need for additional cooling is made.

Key words: computer simulation, thermal processes, sound preamplifier.

Введение

Звуковой предусилитель – это устройство, подготавливающее звуковой сигнал к подаче на оконечный усилитель (усилитель мощности). Также предусилители используются для развязки источника сигнала и усилителя мощности, с целью защиты сигнала от затухания из-за нестабильного сопротивления входного сопротивления следующего тракта.[3]

В статье представлено компьютерное моделирование тепловых процессов, протекающих в электронном модуле звукового предусилителя, результат которого дает представление о необходимости применения дополнительных систем охлаждения на теплонагруженных элементах.

Основная часть

Для выполнения моделирования тепловых процессов, проходящих в электронном модуле целесообразно выполнить следующие 6 этапов:

1. Зададим цель моделирования, достижение которой отвечает на вопрос о необходимости применения дополнительного охлаждения на теплонагруженных элементах.

2. Проведем анализ исходных данных, в частности: схему электрическую принципиальную (представлена на рисунке 1), используемую элементную базу [4], а также внешние температурные воздействия. Согласно ГОСТ 15150-69 в

соответствии с климатическим исполнением УХЛ 4.2 предельная рабочая температура воздуха при эксплуатации устройства составляет 40°C. [5]

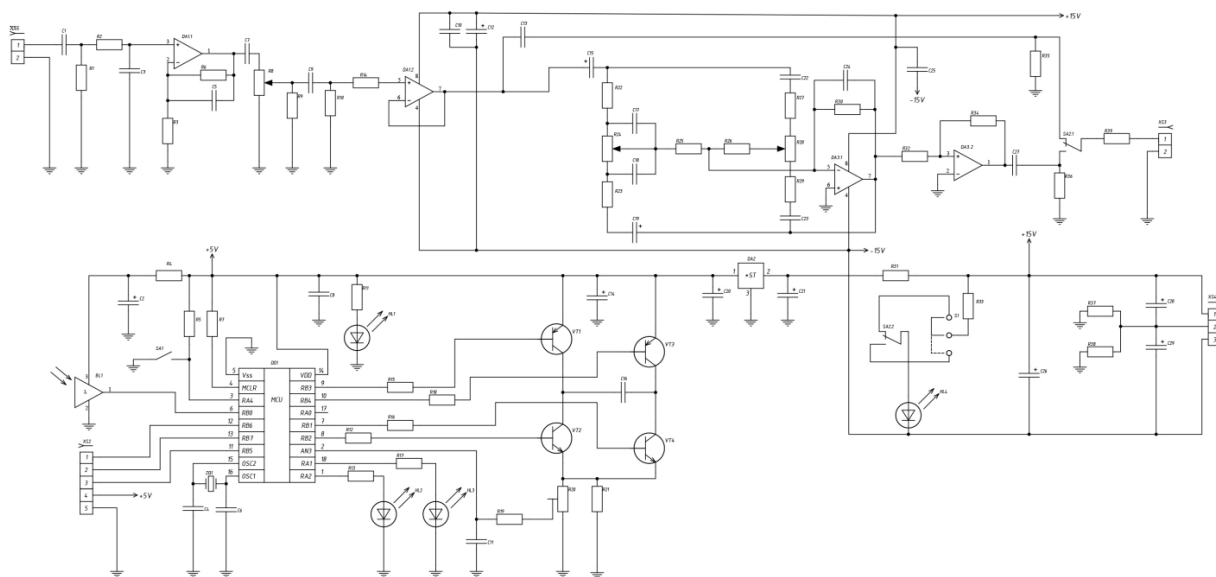


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная звукового предусилителя

3. Выберем среду компьютерного моделирования тепловых процессов. В нашем случае была выбрана среда *SolidWorks Simulation*, которая отвечает всем требованиям, необходимым для эффективного и качественного проведения моделирования.[6]

4. На основании схемы электрической принципиальной построим компьютерную модель для исследования, выполняя допустимые упрощения и аппроксимации, которые облегчат расчет, но значительно не повлияют на результаты.

5. Выполним сам эксперимент. Моделирование тепловых процессов, протекающих в модуле, включает в себя: создание проекта исследования, назначение материала печатной платы и элементов, задание граничных условий (температура окружающей среды, мощность тепловыделения элементов [7-11], теплоотдача конвекцией), построение сетки конечных элементов, расчет, получение и визуализация результатов.

6. Произведем анализ результатов моделирования.

В результате моделирования были получена тепловая картина нагрева электронного модуля. Результаты моделирования представлены на рисунке 2.

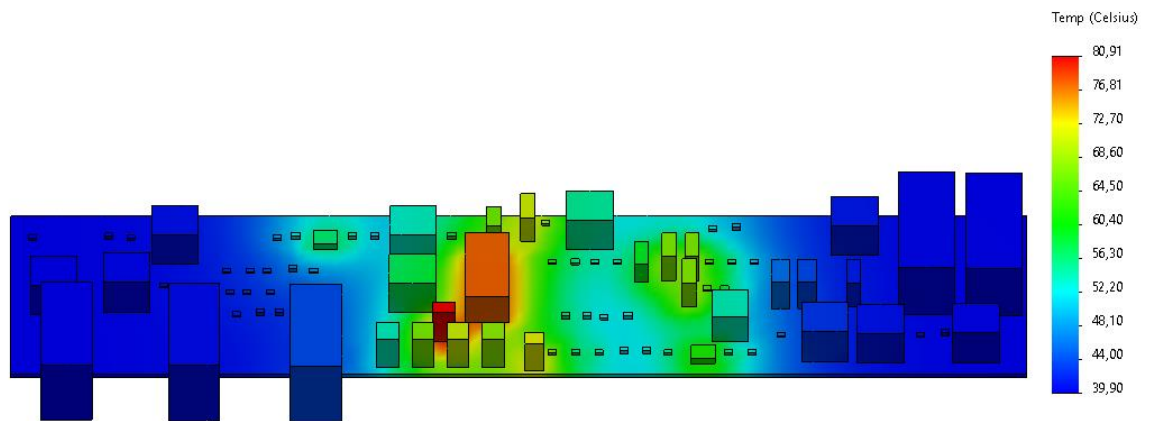


Рисунок 2 – Температурная картина поля лицевой стороны печатной платы

Исходя из полученных данных, максимальная температура наблюдается на стабилизаторе напряжения с мощностью тепловыделения 1 Вт, его температура составила 80,91°C. Данное значение температур для данного элемента является допустимым и значительно ниже, чем предельное, установленное производителем. Микроконтроллер, рассеиваемая мощность которого составляет 2 Вт за счет большей площади контакта с печатной платой имеет меньшую температуру равную 77,28°C, что входит в диапазон его рабочих температур. Другие, менее горячие элементы также имеют температуры значительно ниже предельных. Из этого можно сделать вывод о отсутствии необходимости применения дополнительного охлаждения для этого модуля.

Выводы

Выполнено моделирование тепловых процессов, протекающих в электронном модуле звукового предусилителя. Установлено, что максимальная температура самого теплонагруженного элемента находится в допустимых пределах. Необходимость применения дополнительного охлаждения отсутствует.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат: учебник / Е.В. Пирогова. – М.: Изд-во ФОРУМ, 2005. – 560 с
2. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Методы расчета тепловых режимов прибора. Москва: Радио и связь, 1990. 312 с.
3. Предусилитель // Wikipedia [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%83%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C> – Дата доступа: 14.05.2023
4. Clarke J., Ultra-low-distortion preamplifier with tone controls / J. Clarke // Practical Electronics. – 2020. – №4. – С.14–25.

5. ГОСТ 15150–69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды. – Введ. 1971-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1969. – 58 с

6. Thermal Analysis with SOLIDWORKS Simulation textbook // SolidWorks [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.solidworks.com/partner-product/thermal-analysis-solidworks-simulation-textbook> – Дата доступа: 14.05.2023

7. PIC16F87/88 Data Sheet // Microchip Technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: microchip.com/downloads/en/devicedoc/30487c.pdf – Дата доступа: 14.05.2023

8. LM833 Dual High-Speed Audio Operational Amplifier // Texas Instruments [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ti.com/lit/gpn/lm833> – Дата доступа: 14.05.2023

9. Positive voltage regulator L7805 // STMicroelectronics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://static.chipdip.ru/lib/454/DOC012454683.pdf> – Дата доступа: 14.05.2023

10. BC327 - Amplifiers Transistors PNP Silicon // ON Semiconductor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/bc327-d.pdf> – Дата доступа: 14.05.2023

11. BC337 - Amplifiers Transistors NPN Silicon // ON Semiconductor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/bc337-d.pdf> – Дата доступа: 14.05.2023

Автор: Андрей Николаевич Беликов, студент Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Беларусь, город Минск, улица Петруся Бровки 6, 220089, телефон: +375 (29) 510-42-19, email: andrech1406@gmail.com.

Автор: Дмитрий Григорьевич Рыбаков, студент Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, Беларусь, город Минск, улица Петруся Бровки 6, 220089, телефон: +375 (29) 294-52-62, email: dmitry_ryb10@mail.ru.

Author: Andrey Nikolaevich Belikov, student of BSUIR, Belarus, Minsk city, Petrusya Brovki street 6, 220089, phone: +375 (29) 510-42-19, email: andrech1406@gmail.com.

Author: Dmitry Grigorievich Rybakov, student of BSUIR, Belarus, Minsk city, Petrusya Brovki street 6, 220089, phone: +375 (29) 294-52-62, email: dmitry_ryb10@mail.ru.