

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ЗАДАЧ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Бардамов А.В.¹, Ивандаев С.Э.¹

Научный руководитель: Ярославцев Е.В. доцент, к.т.н.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: asdarka1994@gmail.com

WIDEBAND AMPLIFIER FOR TASK OF NON-DESTRUCTIVE TESTING

Bardamov A.V.¹, Ivandaev S.E.¹

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD, Yaroslavtsev E.V.

¹Tomsk Polytechnic University

Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050

E-mail: asdarka1994@gmail.com

В статье рассмотрен ультразвуковой метод обнаружения дефектов. Выявлены основные проблемы получения информации от широкополосных микрофонов и пьезоэлектрических преобразователя. Обоснована практическая значимость применения усилителя для выходного сигнала с пьезопреобразователя. Обозначены основные требования, предъявляемые к усилителю. На основе требований было произведено имитационное моделирование усилителя, в результате которого была построена амплитудно-частотная характеристика усилителя. По полученной характеристике были сделаны выводы о работоспособности усилителя на требуемых частотах.

The article describes ultrasonic method detection of defects. The basic problems have been identified for obtaining information from wideband microphones and piezoelectric transducers. Substantiates the practical significance of using the amplifier for the output signal of the piezoelectric transducer. The main requirements imposed on the amplifier. Based on requirements was proposed by the structural and circuit diagrams of the amplifier. On the basis of the requirements, an imitation simulation of the amplifier was made, as a result of which the amplitude-frequency response of the amplifier was constructed. According to the received characteristics, conclusions were made about the operability of the amplifier at the required frequencies.

В настоящее время постоянно растет интерес к применению неразрушающих методов контроля. Основным отличием от других методов контроля является возможность оценить параметры и свойства объекта контроля (ОК) без его разрушения. Эти методы позволяют определить структуру материала, качество термической обработки, внутренние или поверхностные дефекты, геометрические формы материала, а также химический состав [1].

Существуют различные виды неразрушающего контроля, которые широко используются в технологических процессах. Однако наибольшее распространение получил ультразвуковой контроль [1]. Это объясняется более высокой чувствительностью и лучшей выявляемостью трещиноподобных дефектов, более высокой оперативностью и производительностью, меньшей стоимостью и безопасностью в работе, по сравнению с остальными методами контроля.

Впервые об ультразвуковом контроле, в нашей стране, стали упоминать в 1928 году, известным профессором С.Я. Соколовым, были сформулированы основные принципы ультразвуковой дефектоскопии, а с середины 50-х годов этот метод стал активно применяться для оценки качества продукции [2].

Ультразвуковой метод неразрушающего контроля основан на физическом принципе распространения и приема упругих колебаний в объект контроля [2]. Информативными признаками являются: амплитуда, фаза, время распространения, число импульсов, амплитудно-частотный спектр, плотность сигналов и пр. Для формирования/регистрации ультразвуковых колебаний зачастую используют пьезоэлектрические преобразователи (ПП) [3]. Для реализации обратной связи в системах УЗ неразрушающего контроля необходимо согласовать сенсор УЗ колебаний со схемами диагностики и управления. В качестве сенсора используются широкополосные микрофоны и пьезопреобразователи (ПП), которые при интенсивностях сигналов, используемых в НК на практике, имеют низкую амплитуду выходного сигнала (единицы и десятки мВ). Для согласования по уровням нужен усилитель.

Для расчета реального каскада, первым делом, необходимо произвести имитационное моделирование. Имитационное моделирование позволяет произвести анализ поведения схемы на требуемых частотах.

Целью работы является создание модели усилительного каскада на операционном усилителе.

Усилитель должен удовлетворять следующим техническим характеристикам:

напряжение питания от сети 220 В, либо автономное; полоса пропускания – 10 МГц; амплитудное значение выходного напряжения 1 В; коэффициент усиления усилителя $K_U - 25$.

Моделирование устройства производилось в пакете OrCAD Pspice с использованием схемы, приведенной на рис. 1.

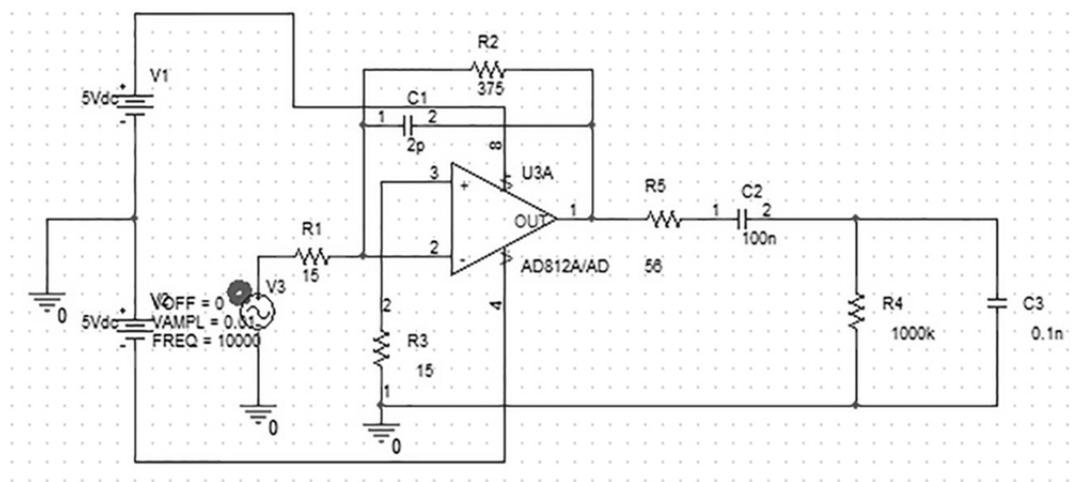


Рис. 1. Схема исследуемой модели в программе PSpice

Все элементы модели являются стандартными компонентами программы Pspice. В качестве выходного каскада выступает инвертирующая схема включения операционного усилителя. Основным достоинством применения инвертирующего включения является большая устойчивость работы, по сравнению с неинвертирующей схемой [6]. Усилитель питается постоянным двуполярным напряжением $\pm 5\text{В}$. Для задания коэффициента усиления используется соотношение:

$$K_U = -\frac{R_2}{R_1}$$

Для данной цепи были сняты АЧХ, как с частотной коррекцией, так и без нее. АЧХ представлены на рис. 2.

Результат моделирования показывает, что схема без частотной коррекции имеет меньший частотный диапазон, что не удовлетворяет техническому требованию. Для решения проблемы была введена частотная коррекция, в качестве которой выступает форсирующая подстраиваемая емкость, подключенная параллельно резистору R_2 .

Для разработки рабочего макета усилителя были: произведены оценки параметров пьезоэлемента, входной и выходной цепи усилителя с учетом паразитных составляющих. Также было произведено моделирование в программе PSpice, оценены параметры. Прделанная работа будет использована для сборки макета, который в дальнейшем будет внедрен в лабораторную систему для изучения дефектов в материалах.

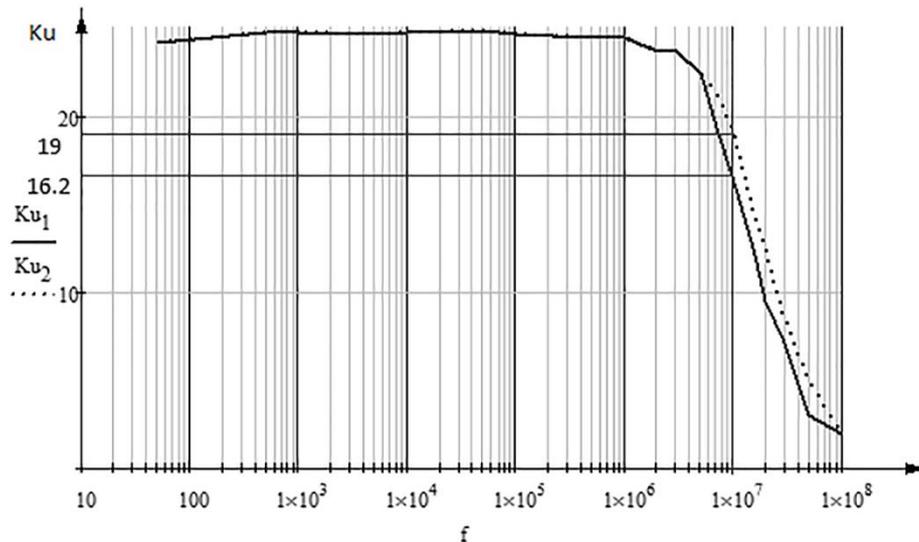


Рис. 2. АЧХ. Сплошная – без частотной коррекции, Пунктиром – с частотной коррекцией

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клюев В.В. Неразрушающий контроль. Том 3. Ультразвуковой контроль: справочник. – М.: Машиностроение, 2004. – 860 с.
2. Ермолов И.Н. Ультразвуковой контроль: учебник для специалистов. – М., 2006. – 209 с.
3. Крауткремер Г.Е. Ультразвуковой контроль материалов: справочник. – М.: Металлургия, 1991. – 673 с.
4. Кретов Е.Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в машиностроении: учебное пособие. – СПб.: Радиоавионика, 1995. – 317 с.
5. Сухоруков В.В. Акустические методы контроля: практическое пособие. – М.: Высшая школа, 1991. – 283 с.
6. Щербаков В.И. Электронные схемы на операционных усилителях. – К.: Техника, 1983. – 213 с.

СИНТЕЗ КИХ-ФИЛЬТРА МЕТОДОМ ЧАСТОТНОЙ ВЫБОРКИ

Буй Дык Бьен¹

Научный руководитель: Баранов П.Ф., доцент, к.т.н.

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: bdbtpu@gmail.com

FIR FILTER DESIGN USING FREQUENCY SAMPLING METHOD

Bien Duc Bui¹

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD, Baranov P.F.

¹Tomsk Polytechnic University
Russia, Tomsk, Lenin ave., 30, 634050
E-mail: bdbtpu@gmail.com

В настоящее время методы цифровой обработки сигналов (ЦОС) широко применяются в различных областях для решения задач фильтрации сигналов. Характерными свойствами ЦОС является высокая точность, технологичность, нечувствительность к дестабилизирующим факторам, функциональная гибкость. Статья посвящена математической модели КИХ-фильтров и процессу их синтеза методом частотной выборки.