



УДК 621.375.132

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ

П.В. Кременской, В.Н. Радченко, И.А. Огородников

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

В данной статье рассматриваются экспериментальные исследования дифференциального усилителя. Дифференциальные усилители предназначены для точного усиления слабых сигналов. Одним из больших преимуществ дифференциальных усилителей является исключение синфазных помех из канала измерения. Экспериментальные исследования схем дифференциального усилителя позволяют проверить работоспособность участка схемы усиления и сопоставить расчетные данные номиналов элементов с результатами моделирования. Рассмотренные сигналы напряжений малой величины поступают на вход дифференциального усилителя с целью получить восьмикратное усиление. Моделирование производилось в программном продукте *Micro-Cap*, позволяющем анализировать работу схему на различных ее участках, а также производить расчет близких к реальным условиям. Результатами моделирования стали переходная характеристика и погрешности коэффициента усиления относительно расчетных

Ключевые слова: моделирование, дифференциальный усилитель, погрешность, переходная характеристика, коэффициент усиления

EXPERIMENTAL STUDIES OF A DIFFERENTIAL AMPLIFIER

P. V. Kremenskoy, V. N. Radchenko, I. A. Ogorodnikov

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novochoerkassk

This article discusses experimental studies of a differential amplifier. Differential amplifiers are designed to accurately amplify weak signals. One of the great advantages of differential amplifiers is the elimination of common mode noise from the measurement channel. Experimental studies of the differential amplifier circuits make it possible to check the operability of the amplification circuit section and compare the calculated data of the element ratings with the simulation results. The considered low voltage signals are fed to the input of the differential amplifier in order to obtain an eightfold amplification. The simulation was carried out in the *Micro-Cap* software product, which allows analyzing the operation of the circuit in its various sections, as well as calculating those close to real conditions. The simulation results were the transient response and gain errors relative to the calculated ones

Keywords: simulation, differential amplifier, error, transient response, gain

Проведем экспериментальные исследования для дифференциального усилителя. Схема дифференциального усилителя обеспечивает получение сигнала, необходимого для дальнейшей обработки. Параметром, по которому будем проверять правильность расчетов, является коэффициент усиления. По расчетам он должен быть равен 8. Входные сигналы выберем 1 и 5 мВ. Таким образом, показав, что схема работает правильно с разными входными сигналами.

Схемы были проанализированы с помощью интегрированной программной системы *Micro-Cap 9*.

В системе имеются встроенный калькулятор, графический редактор для работы со схемами, комплекс программ схемотехнического анализа и отладчик моделей компонентов. Система удобна для проектирования, изучения и анализа электронных схем умеренной сложности. Схемный редактор позволяет создать чертеж, анализирующий схему, сохранение введенной информации, возможность вывода на печать или редактирования введенных ранее схем. Редактор позволяет



анализировать переходные процессы, частотные и передаточные характеристики. График и соответствующая ему шкала изображается одним цветом.

Результаты моделирования усилителей.

В результате анализа рассчитанной схемы дифференциального и масштабирующего усилителя (рисунок 1) была получена переходная характеристика, приведенная на рисунках 2 и 3.

По полученным результатам видно, что рассчитанные значения конденсаторов и резисторов являются верными, так как обеспечивается необходимый коэффициент усиления.

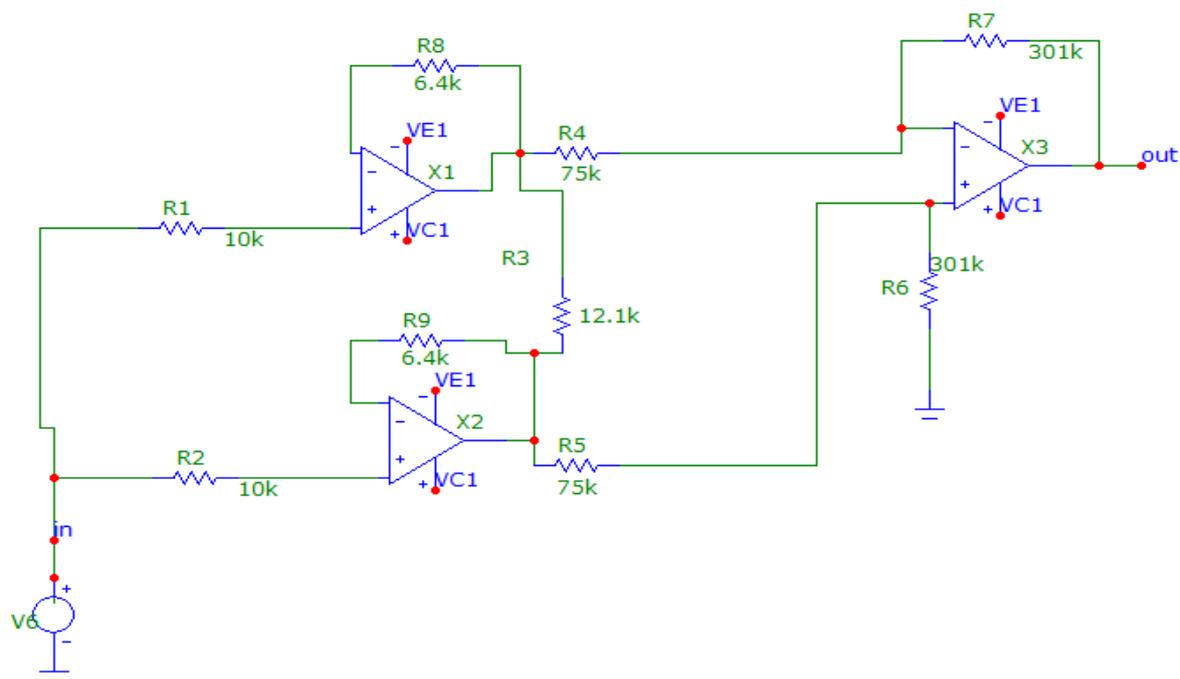


Рис. 1 – Дифференциальный усилитель

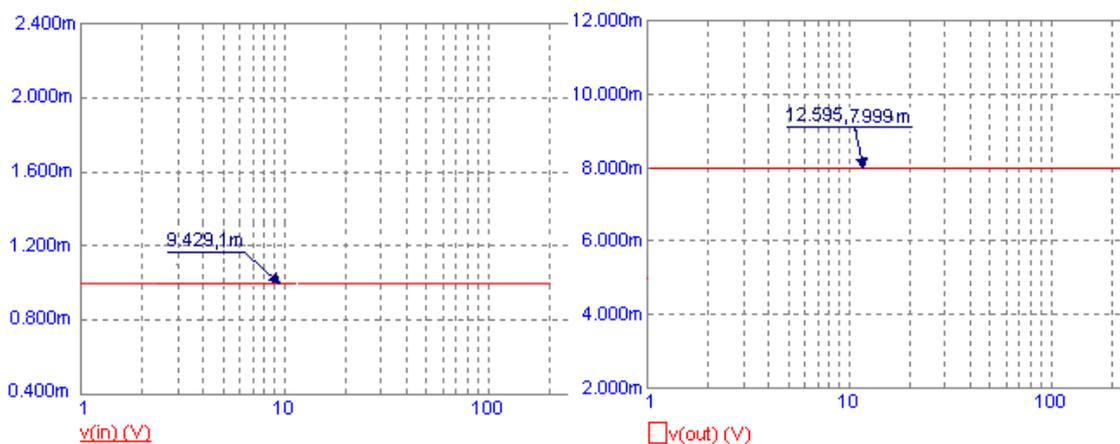


Рис. 2 – Результаты моделирования усилителей при $U_{вх} = 1$ мВ.
Слева – входной сигнал, справа – выходной сигнал.

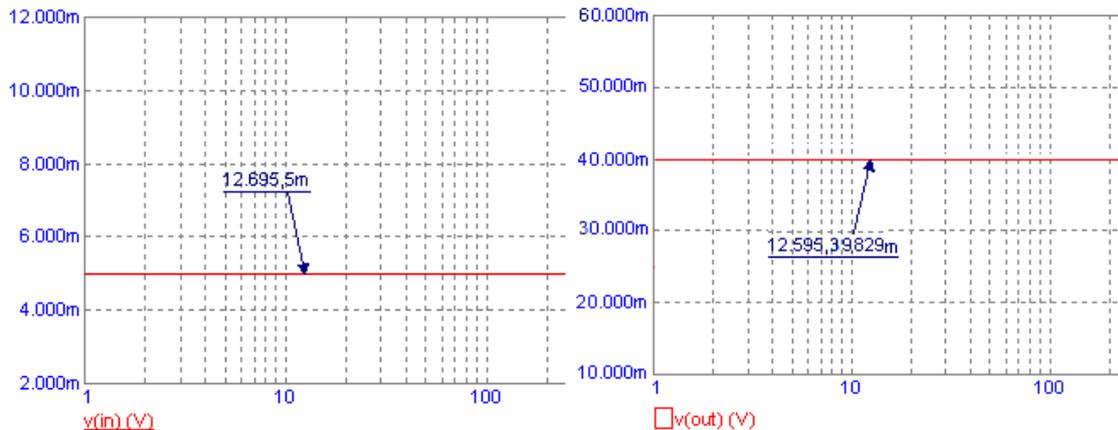


Рис. 3 – Результаты моделирования усилителей при $U_{\text{вх}} = 5$ мВ.
Слева – входной сигнал, справа – выходной сигнал.

Расчет погрешности моделирования.

Относительная погрешность коэффициента усиления определяется по формуле (3.1):

$$\delta = \frac{K_p - K_M}{K_p} \cdot 100\%, \quad (1):$$

где K_p - рассчитанный коэффициент усиления; K_M - смоделированный коэффициент усиления.

Коэффициент усиления K_M определяется по формуле (2):

$$K_M = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} \quad (2)$$

$$U_{\text{ВХ}} = 1 \text{ мВ.}$$

$$K_M = \frac{0,0799}{0,01} = 7,99.$$

$$U_{\text{ВХ}} = 5 \text{ мВ.}$$

$$K_M = \frac{0,3982}{0,05} = 7,96.$$

Рассчитаем относительную погрешность коэффициента усиления смоделированного усилителя.

$$\delta = \frac{8 - 7,99}{8} \cdot 100\% = 0,1\%.$$

$$\delta = \frac{8 - 7,96}{8} \cdot 100\% = 0,5\%.$$

Таким образом, относительная погрешность коэффициента усиления составляет 0,1%, 0,5%.