

# РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА НИЗКИХ ЧАСТОТАХ

Корецкий В.В., Старцев В.И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, проф. Ямпольский Ю.С.  
Одесский национальный политехнический университет, Украина  
E-mail: victorcrimea@mail.ru

**Аннотация** — Рассмотрены две схемы симметричных зарядочувствительных усилителей с коррекцией амплитудно-частотной характеристики, работающие на низких частотах, и сделаны выводы относительно целесообразности использования этих схем.

## 1. Введение

Всё шире в наше время для диагностики и определения вибронпряжённости машин, как на стадии доводки, так и на стадии эксплуатации, используются измерения с помощью пьезоэлектрических вибропреобразователей, основанных на применении схем зарядочувствительных усилителей (ЗЧУ). Но такая аппаратура имеет ряд существенных недостатков, среди которых несовершенные схемотехнические решения, а также пьезоэлектрический эффект, который оказывает негативное воздействие на работу схем ЗЧУ [1].

В докладе представлены две схемы ЗЧУ с коррекцией амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), работающие на низких частотах (НЧ), в которых устранено влияние пьезоэлектрического эффекта и улучшены метрологические характеристики.

## 2. Основная часть

Измерение параметров вибрации при наличии значительных помех — сложная задача, при решении которой необходимо применять малоинерционные симметричные первичные вибропреобразователи, симметричную и широкополосную усилительно-преобразующую и регистрирующую аппаратуру.

На этапе доводочных испытаний и штатной эксплуатации для диагностирования широко применяются «внутренние» измерения вибраций, то есть когда датчик находится в прямом контакте с рабочей средой. При такой установке датчиков повышается информативность измерений, свидетельствующих о динамической активности и техническом состоянии исследуемого оборудования. При этом датчик подвержен воздействию больших перепадов температуры, особенно на переходных режимах работы исследуемого оборудования.

Коэффициент преобразования современных пьезоэлектрических датчиков практически не зависит от воздействия температуры. Изменение температуры в месте установки датчика приводит к появлению больших пьезоэлектрических паразитных зарядов, величина которых может быть настолько значительна, что произойдёт перегрузка ЗЧУ и полная потеря информативности измерительного канала, а это очень опасно на переходных режимах. Особенно сильно этот эффект влияет при измерении вибрации в НЧ диапазоне (0,1 ... 0,3) Гц.

В разработанном ранее устройстве измерителя вибраций — ЗЧУ с двумя цепями коррекции [2] обеспечивалось недостаточное подавление помехи, что объясняется наличием двух цепей коррекции, необходимых для настройки симметричного ЗЧУ. Использование коррекции в области НЧ позволяет существенно ослабить помехи, возникающие за счет пьезоэлектрического эффекта. Этот эффект возникает в пьезоэлектрических датчиках из-за градиента темпе-

ратуры на переходных режимах работы исследуемого оборудования, но сильно зависит от точности подбора элементов в цепях коррекции АЧХ. Кроме того, сам частозависимый делитель влияет на значение нижней граничной частоты ЗЧУ и на его конструкцию.

При проведении исследований разработан симметричный зарядочувствительный усилитель с одной цепью коррекции, в котором, по сравнению с измерительным усилителем, путём введения двух операционных усилителей с параллельной обратной связью по напряжению, которые представляют собой вторую виртуальную цепь коррекции, обеспечено отсутствие второй дорогостоящей цепи коррекции. При этом в разработанной схеме симметричного ЗЧУ с одной цепью коррекции повышена защищённость от пьезоэлектрической помехи, а отсутствие суммы величин двух резисторов  $R_1$  и  $R_7$  позволило устранить большое значение ёмкости  $C_2$ . Из-за ликвидации второй цепи коррекции и устранения большого значения ёмкости  $C_2$  удалось обеспечить упрощённую настройку схемы. Теперь не нужно подбирать значения элементов для второй цепи коррекции с одинаковыми номиналами и предельной точностью, так как при незначительном разбросе в величинах элементов двух цепей коррекции ранее разработанного измерительного усилителя обеспечивалось уменьшение стабильности работы схемы и увеличивалась пьезоэлектрическая помеха, что существенно ухудшало метрологические характеристики ЗЧУ.

## 3. Заключение

Таким образом, исследования показали, что разработанный симметричный ЗЧУ с одной цепью коррекции, по сравнению с известным устройством, имеет гораздо большую стабильность и лучшие метрологические характеристики, а также гораздо меньшую себестоимость: нет необходимости в подборе и регулировании большого числа элементов с высокой точностью.

## 4. Список литературы

- [1] Старцев В.И. Выбор параметров цепи компенсации зарядочувствительного усилителя в области низких частот в системах компьютерной обработки / В.И. Старцев, А.А. Анисимов, В.В. Яйчук, Ю.С. Ямпольский // Вестник ЧГТУ: Сб. науч. тр. — Черкассы: Изд-во ЧГТУ, 2010. — №4. — С. 138 — 141.
- [2] Заявка на изобретение №а 201113649, дата подачи 21.11.2011, МПК (2011) H03F 3/70 G01P 15/09, «Вимірювальний підсилювач», публ. Б, №7, 10.04.2012.

## DESIGN OF THE OPTIMAL SCHEMES OF A CHARGE-SENSITIVE AMPLIFIER OPERATING AT LOW FREQUENCIES

Koretsky V.V., Starcev V.I.

Scientific adviser: Yampolsky Y.S.

Odessa National Polytechnic University, Ukraine

**Abstract** — Two schemes of the symmetric charge-sensitive amplifier with the correction of the frequency response, operating at low frequencies are considered. The conclusions about the usefulness of these schemes were made.