МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАРЯДОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

К. т. н. В. И. Старцев, А. П. Куценко, Я. В. Деревягин

Одесский национальный политехнический университет
Украина, г. Одесса
v_i_starzev@yahoo.de

При измерении параметров вибрации энергетических объектов приходится иметь дело с собственными помехами измерительной аппаратуры, уровень которых зависит от свойств его элементов и определяет его предельные возможности. В работе рассматривается влияние различных схемных решений, определяющих степень подавления пироэлектрической помехи, на уровень шумов измерительной аппаратуры.

Ключевые слова: вибрация, пироэлектрические помехи, чувствительность.

Среди многочисленных факторов, влияющих на результаты измерений вибрации, особое значение имеет изменение окружающей температуры в месте размещения вибропреобразователя [1, 2]. Для сравнения эффективности мер, предпринятых для подавления пироэлектрических помех, была рассмотрена схема зарядочувствительного усилителя (ЗЧУ) без защиты от таких помех (рис. 1) и усилителей с коррекцией амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) (рис. 2) и с компенсацией пироэлектрической помехи (рис. 3). На рис. 1—3 Сд — емкость пьезоэлектрического датчика, Ск — емкость соединительного кабеля, Rвх — резистор, определяющий вместе с входными емкостями нижнюю граничную частоту ЗЧУ. Цепь обратной связи R1, R2 и Ср определяет коэффициент передачи по напряжению и служит для компенсации потери сигнала во входной цепи из-за емкости кабеля.

В [3, 4] была приведена схема ЗЧУ с АЧХ, позволяющей существенно подавить влияние пироэлектрических зарядов, возникающих под воздействием градиента температуры (рис. 2). Назначение микросхемы А2 с коэффициентом передачи равным 1 — исключение влияния резистора Rвх на частотно зависимый делитель Ср, R1-1, R1-2. Величина емкости Ср выбирается из условия получения максимально плоской АЧХ в области низких частот. В этом случае формируется скорость спада АЧХ –40 дБ/дек, что позволяет ослабить влияние низкочастотных пироэлектрических помех.

Цель данной работы — исследование влияния коэффициента коррекции АЧХ на тепловые шумы зарядочувствительного усилителя и оценка уровня защиты от воздействия пироэлектрической помехи.

Как показано в [5] основными источниками теплового шума в зарядочувствительных усилителях являются шумы операционного усилителя и измерительного резистора.

Было проведен моделирование зависимости спектральной плотности шумов усилителей от коэффициента коррекции АЧХ. Величина коэффициента коррекции определяется коэффициентом передачи частотно зависимого делителя. От величины коэффициента коррекции зависит протяженность участка АЧХ со скоростью спада –20 дБ/дек.

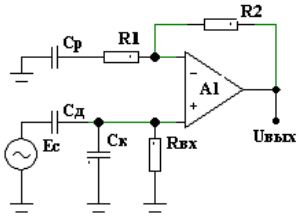

Рис. 1. ЗЧУ без коррекции АЧХ

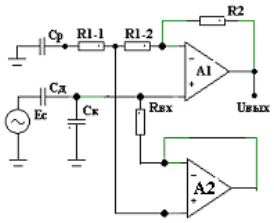

Рис. 2. ЗЧУ с коррекцией АЧХ

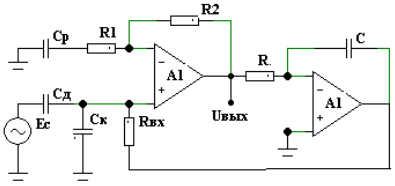

Рис. 3 ЗЧУ с компенсацией

На рис. 4 показаны АЧХ усилителя без коррекции (*1*), с коэффициентом коррекции 10 (*2*), 100 (*3*) и усилителя с компенсацией пироэлектрической помехи (*4*).

На рис. 5 показано изменение спектральной плотности шумов на границе полосы пропускания этих усилителей. Введение коррекции существенно увеличивает уровень шумов усилителей. Использование усилителя с компенсацией пироэлектрической помехи несколько снижает уровень шума.

Рис. 4. АЧХ усилителей

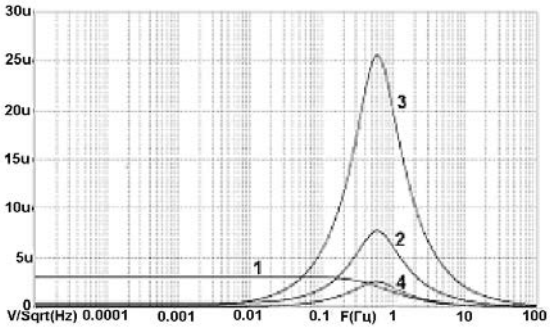

Рис. 5. Изменение спектральной плотности шумов

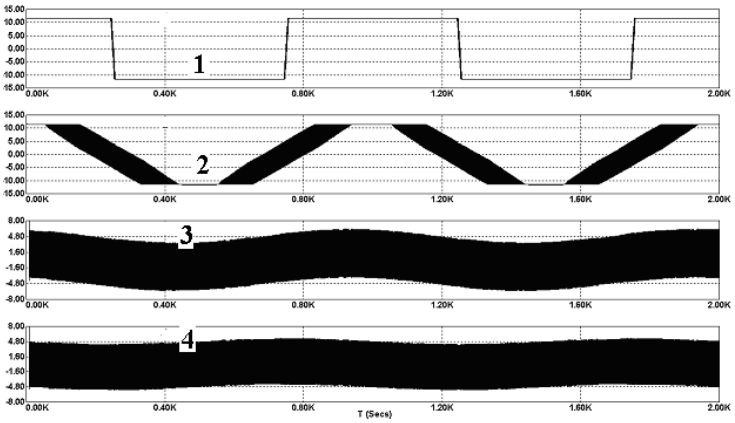

Рис. 6. Воздействие пироэлектрической помехи на ЗЧУ

На рис. 6 показано воздействие пироэлектрической помехи на ЗЧУ. Работоспособность сохранили только усилитель с коэффициентом коррекцией 100 и усилитель с компенсацией пироэлектрической помехи. Следует отметить, что одновременно с подавлением пироэлектрической помехи возрастают тепловые шумы зарядочувствительного усилителя, что может привести к снижению точности измерительной аппаратуры.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1.Максимов В.П, и др. Измерение, обработка и анализ быстропеременных процессов в машинах.— М.: Машиностроение, 1987.

2. Барфут Дж., Тейлор Дж. Полярные диэлектрики и их применение. – М.: Изд-во «Мир», 1981.

3. Патент № 89829, Україна. Вимірювальний підсилювач / Старцев В.І., Ямпольский Ю.С., Куценко О.П.— 2010.— Бюл. №5

4. Старцев В.И., Ямпольский Ю.С. Выбор параметров цепи коррекции АЧХ зарядочувствительного усилителя в области низких частот // Приборостроение и радиотехника. Вестник ЧГТУ.— 2009.— №1.

5. Илюкович А.М. Техника электрометрии.— М.: Энергия,1976.

V. I. Startsev, A. P. Kutsenko, Y. V. Dereviagin

Modelling of the charge sensitive amplifiers

When measuring vibration parameters of energy facilities, one has to deal with intrinsic interference of measuring equipment, the level of which depends on the properties of its elements and determines its critical capabilities. The authors consider the effect of various circuit designs determining the degree of pyroelectric interference suppression on the noise level of measuring equipment.

Keywords: vibration, pyroelectric interference, sensitiveness.