

УДК 621.375

ЭЛЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ ПОВТОРИТЕЛЬ

Н. А. Барабанов, А. П. Куценко, к. т. н. В. И. Старцев, к. т. н. Ю. С. Ямпольский

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса

vist@irt.opu.ua

Для диагностики и определения вибронпряженности машин широко применяются измерения с помощью пьезоэлектрических вибропреобразователей, чувствительность которых зависит от величины паразитных емкостей схемы. В работе рассматриваются схемотехнические способы уменьшения влияния паразитных емкостей электрометрических повторителей.

Ключевые слова: электрометрический повторитель, чувствительность, паразитная емкость.

Современные технологии требуют постоянного контроля параметров технологических процессов и технического состояния оборудования. Одним из важнейших является контроль параметров вибраций [1].

Наиболее распространены измерения с помощью пьезоэлектрических датчиков, которые позволяют проводить измерения с высокой точностью в широкой полосе частот при относительно больших амплитудах вибраций [2].

В качестве входного каскада при работе в тяжелых климатических условиях очень часто используется электрометрический повторитель, содержащий входной каскад на полевом транзисторе с генератором тока в истоковой цепи.

Однако такие электрометрические повторители имеют значительную входную емкость, что не позволяет получить высокую чувствительность [3].

Цель работы — построение электрометрического повторителя с минимальной входной емкостью.

Для этого в электрометрический повторитель, содержащий входной каскад на полевом транзисторе с генератором тока в истоковой цепи, введен операционный усилитель, охваченный 100%-й отрицательной обратной связью, причем исток полевого транзистора

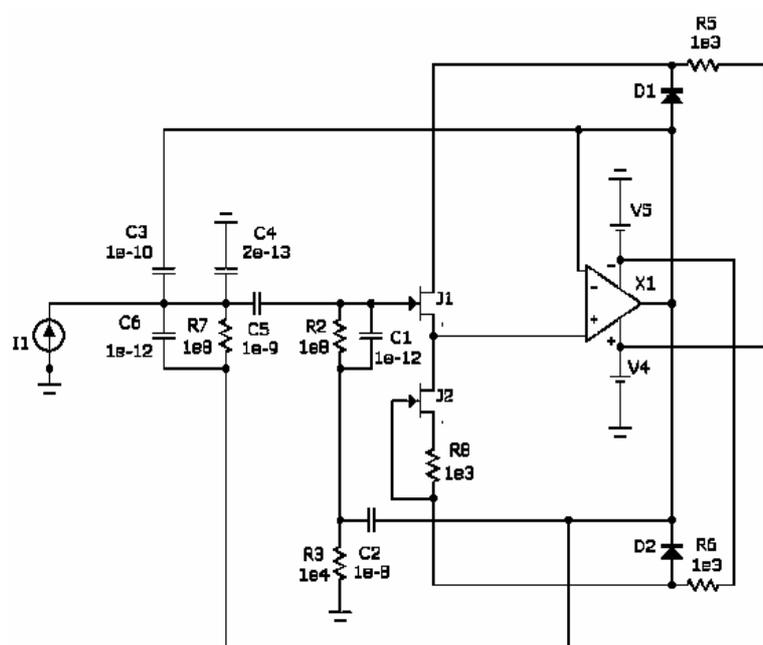


Рис. 1. Принципиальная схема электрометрического повторителя

подсоединен к неинвертирующему входу операционного усилителя, а сток — к его выходу через стабилитрон, обеспечивающий требуемое напряжение питания полевого транзистора. Генератор тока в истоковой цепи также подключен к выходу дополнительного операционного усилителя через стабилитрон, обеспечивающий требуемое напряжение питания генератора тока. Выводы стабилитронов, соединенные со стоковой цепью полевого транзистора и с генератором тока, соединены через токоограничивающие резисторы с источниками питания операционного усилителя. Устройство защищено экраном, подключенный к выходу электрометрического повторителя.

В полученной схеме входные цепи будут эквипотенциальными по переменному току, поэтому паразитные емкости не будут оказывать влияние на работу электрометрического повторителя. На рис.1 приведена электрическая принципиальная схема предложенного устройства с учетом паразитных емкостей.

Электрометрический повторитель работает следующим образом. Коэффициент передачи электрометрического повторителя на операционных усилителях в пределе стремится к единице, но всегда остается меньше, т. е. схема устойчива. Операционный усилитель не шунтирует выходную цепь электрометрического повторителя на полевом транзисторе $J1$, так как $R_{вх,Х1} \gg R_{вых,Л} = 1/S_{Л1}$, где $S_{Л1}$ — крутизна полевого транзистора, $R_{вх,Х1}$ — входное сопротивление операционного усилителя.

В этом случае компенсирующее напряжение обратной связи непосредственно передается в стоковую и истоковую цепи, чем достигается большая глубина компенсации паразитных емкостей. Кроме того, генератор тока на транзисторе $J2$ в истоковой цепи оказывается включенным в цепь обратной связи, что значительно повышает его внутреннее сопротивление. Гальваническое подключение резистора утечки $R2$ в цепи затвора полевого транзистора $J1$ к выходу повторителя позволяет получить высокое входное сопротивление в широком диапазоне частот.

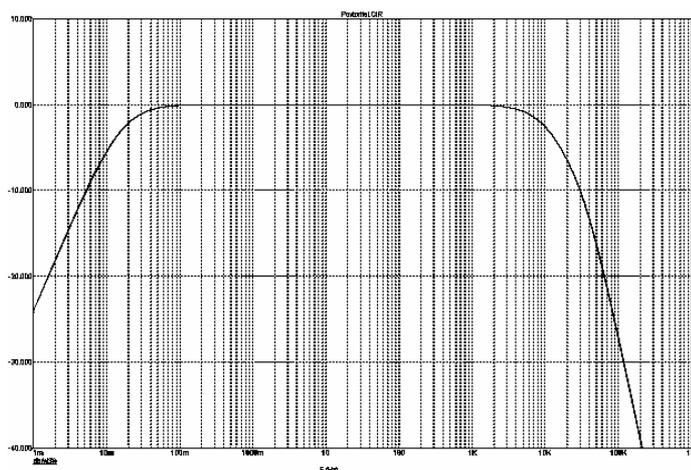


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика электрометрического повторителя

Помещение входного каскада на полевом транзисторе $J1$, в экран, связанный с выходом, позволяет устранить влияние емкости монтажа и добиться компенсации всех паразитных емкостей в $K = \mu K_0$ раз, где μ — статический коэффициент усиления полевого транзистора $J1$ (он может достигать 30—100); K_0 — коэффициент усиления операционного усилителя $X1$ без обратной связи (K_0 может достигать 10^4 — 10^5). В экспериментальном образце электрометрического повторителя была достигнута полоса пропускания, равная 10 кГц при $R_{вх} = 10^8$ Ом, $R_{вх} = 100$ пф (до компенсации) при работе от внешнего генератора тока с $R_T \gg R_2$.

На рис. 2 приведена амплитудно-частотная характеристика электрометрического повторителя. Результаты моделирования и экспериментальной проверки работы предложенного устройства полностью совпали. В качестве входного каскада могут использоваться как полевые транзисторы с $p-n$ -переходом, так и МОП-транзисторы.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Максимов В. П. Егоров И. В., Карасев В. А. Измерение, обработка и анализ быстропеременных процессов в машинах.— Москва: Машиностроение, 1987.
2. Шарапов В. М., Минаев И. Г., Бондаренко Ю. Ю. и др. Пьезоэлектрические преобразователи.— Черкассы: ЧГТУ, 2004.
3. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник.— Москва: Техносфера, 2005.

V. I. Startsev, N. A. Barabanov, A. P. Kutsenko, Yu. S. Yampolskiy
Electrometric repeater.

Piezoelectric vibration transducers, the sensitivity of which depends on the parasitic capacitance of the circuit, are widely used for diagnosis and determination of the resonant stress. The authors consider ways of reducing the impact of circuit parasitic capacitance of electrometer repeaters.

Keywords: *electrometric repeater, sensitivity, parasitic capacity.*