

МНОГОКАНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ РАЗВЯЗКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИГНАЛОВ В ДВУХПРОВОДНЫХ ЛИНИЯХ СВЯЗИ

А. С. Анашкин, А. И. Гутников, Р. М. Пискунов, А. С. Краевский, В. П. Леушев, Т. А. Леушева

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

Процесс организации измерительной системы для стендовых испытаний является не тривиальной задачей, он имеет массу вопросов, которые должен решить инженер-испытатель. Как правильно осуществить безошибочное измерение сигналов? Как защититься от наводок и помех по общей шине? Как организовать жгутовые соединения? А иногда даже как не вывести из строя дорогостоящее измерительное оборудование?

Одним из таких проблемных вопросов стала задача многоканального измерения высоковольтных сигналов измерительно-вычислительным комплексом МИК-300М (НПП «Мера» г. Мытищи). Задача требовала разработки многоканального устройства гальванической развязки между объектом контроля и МИК-300М для защиты от помех.

Пример организации измерительной системы испытательного стенда приведен на рис. 1.

Для решения задачи был проведен анализ известных устройств. Гальваническая развязка, как правило, обеспечивается элементами без непосредственной электрической связи, но с возможностью передавать и ограничивать сигналы – это такие элементы, как оптопары, трансформаторы и конденсаторы. Однако данные элементы не передают непрерывные аналоговые сигналы и поэтому сначала нужно преобразовать (модулировать) аналоговый сигнал в импульсный, потом подать на элемент развязки, а затем преобразовать (демодулировать) обратно в непрерывный аналоговый сигнал (см. рис. 2). Кроме этого требовалось обеспечить:

– количество независимых каналов 8/16;



Рис. 1. Пример организации измерительной системы испытательного стенда

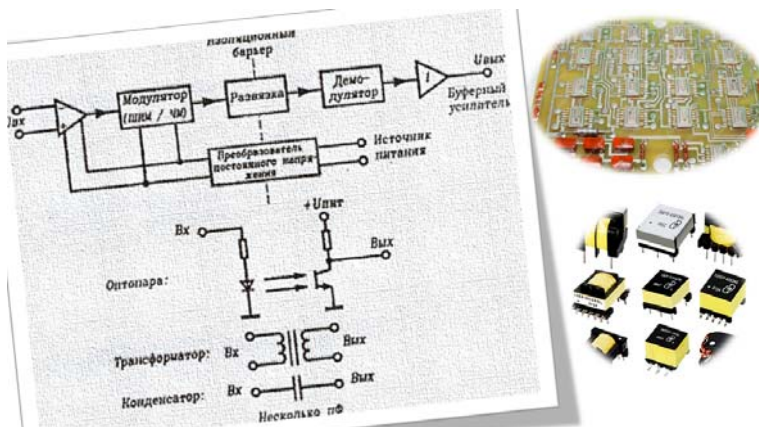
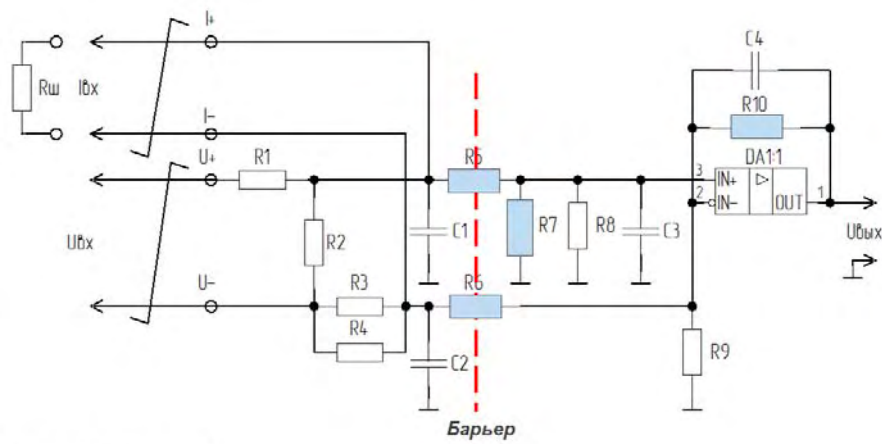


Рис. 2. Обзор принципов гальванической развязки



Патент №2682924

Рис. 3. Ноу-Хау «Фильтр нижних частот с гальванической развязкой»

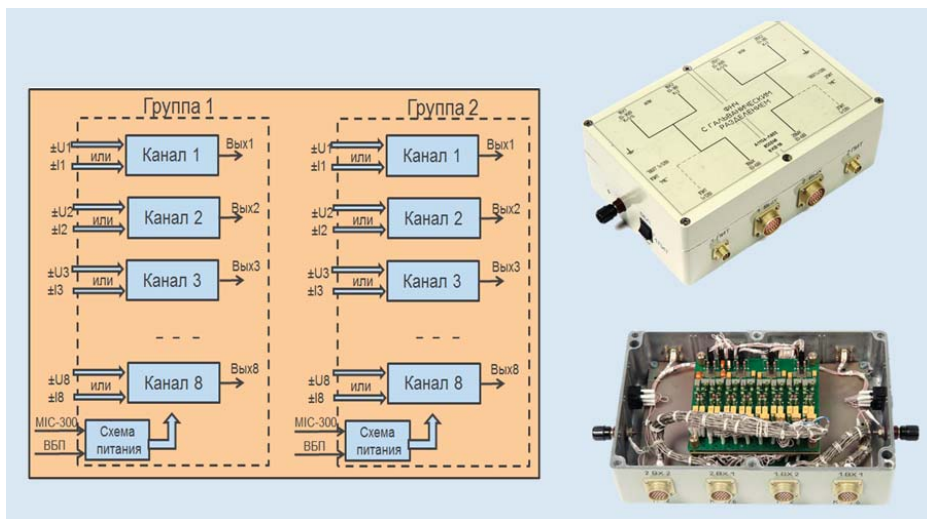


Рис. 4. Структурная схема и внешний вид устройства

- точность преобразования 0,5–1 %;
- входной динамический диапазон от 0 до 36 В;
- полосу пропускания частот от 0 до 30 кГц;
- нормированное входное сопротивление не менее 1 МОм.

Найденные устройства не подходили по функциональным требованиям.

Проанализировав устройства гальванической развязки, было выделено два важных свойства:

- 1) большое сопротивление разделения сигналов от общей шины (сопротивление гальванической развязки или сопротивление изоляции);
- 2) входное синфазное напряжение (напряжение гальванической развязки или напряжение изоляции).

Исходя из этого, предложена и разработана схема на основе дифференциального включения операционного усилителя с входными резисторами требуемой величины, обеспечивающих большие сопротивления разделения сигналов от общей шины. Для защиты от больших входных синфазных напряжений введены входные делители, которые были рассчитаны с учетом обеспечения равенства коэффициентов

передачи по инвертирующему и неинвертирующему входам, что позволило подавлять помехи, а полезный сигнал усилить.

В итоге требуемые функции были реализованы в схеме, получившей название «Фильтр нижних частот с гальванической развязкой» (ФНЧ с ГР). Она обеспечивает квазигальваническую развязку со всеми положительными свойствами гальванической развязки (см. рис. 3). На ФНЧ с ГР получен патент РФ № 2682924.

Применение дифференциального каскада позволило нормировать напряжение, реализовать фильтр нижних частот 2-го порядка, а также обеспечить возможность измерения токов через шунт ($R_{ш} = 0,1-0,5 \text{ Ом}$).

На основе разработанного каскада построено 16-канальное устройство с независимым питанием для двух групп по 8 каналов. Также предусмотрена возможность питания как от внешнего блока питания (ВБП), так и через жгут от МИК-300М. Внешний вид устройства приведен на рис. 4. Характеристики устройства приведены в таблице.

Характеристики устройства

Характеристики устройства	Значение параметра
Количество независимых каналов	16
Сопротивление разделения входных сигналов от общей шины (сопротивление гальванической развязки), МОм	1,2
Допустимое входное синфазное напряжение (напряжение гальванической развязки), В	150
Входной динамический диапазон – по входу $U_{вх}$, В – по входу $I_{вх}$, В	0–36 0–3
Выходной динамический диапазон	0–6
Точность преобразования, %	Не более 0,5
Полоса пропускания	от 0 до 30 кГц обеспечивается ФНЧ 2-го порядка
Нормированное входное сопротивление, МОм	1,1
Напряжение питания, В	$\pm (10-15)$
Диапазон температур, °С	-40...+50
Цена ЭРИ, т. руб.	15

На сегодняшний день изготовлено два опытных образца, которые проходят тестовую эксплуатацию и на ближайшее время запланировано проведение опытно-конструкторской работы. Данная работа показала пример слаженной работы различных подразделений (специальностей) и успешное их взаимодействие.

Литература

1. Пат. 2682924, РФ. Фильтр нижних частот с гальванической развязкой / Гутников А. И., Анашкин А. С. // Бюллетень изобретений. 2019. № 9.
2. Гребнев А. К., Гридин В. Н., Дмитриев В. П. Оптоэлектронные элементы и устройства / Под. ред. Гуляева Ю. В. М.: Радио и связь, 1998. С. 336.
3. Федоров А. Гальваническая развязка питания и двусторонняя передача данных на одном компоненте в SMD-корпусе // Компоненты и технологии. 2012. № 9.
4. Бакай В. Г. Гальваническая развязка сигналов датчиков и исполнительных устройств // ПиКАД. 2007. № 4.
5. Datasheet AD628.