

ФИЛЬТР ПОДАВЛЕНИЯ ПОМЕХ В СИСТЕМЕ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ОТ ДАТЧИКОВ УРОВНЯ, ПОСТРОЕННОЙ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

THE FILTER OF A NOISE REDUCTION IN A DATA PROCESSING SYSTEM ON MICROCONTROLLERS FROM LEVEL SENSORS

Рязань, ООО «Контакт 1»
Ryazan, «Kontakt 1» Ltd.

The operation of content gauges in an industrial area at a high level of man-made interferences has reduced in necessity of making of the high-performance filter of a noise cutting-off. By an indirect rating of noise stability to different components of interferences on all communication channels with peripheral equipment of a content gauges the requirements to the filter were formulated. The realization it was conducted on the basis of the integrated characteristic which is taking into account not only its electric characteristics, but also cost, overall dimensions, adaptability to manufacture of coiled hardware products and singularity of devices, connected to the filter.

Работа с измерительной аппаратурой в производственной зоне очень часто ведется в условиях высокого уровня помех, которые обусловлены, как исполнительными устройствами систем управления технологическими процессами, так и электрооборудованием расположенным вблизи измерительной аппаратуры или запитываемым от одной электрической сети. Опыт эксплуатации различных систем, состоящих из распределенных по производственной зоне датчиков и преобразователей информации, показал, что на ряде промышленных объектов уровень индустриальных помех достигает величины, при которой возникают непрерывные сбои процессорного узла и перепрограммирование его памяти, полностью исключая возможность нормальной работы приборов. Достаточно назвать несколько цифр [1], чтобы оценить уровень помех, о котором идет речь. Например, ток величиной всего 10 мА и частотой 1 МГц, протекающий по проводнику длиной 4 см, на расстоянии 0,5 м наводит помеху излучения на проводнике длиной 1 см равную 46 мВ, а на рамке, площадью 1 см² – 88 мВ. Уровень импульсных помех по питающей сети может достигать величины до 6 кВ [2]. Потребность эксплуатации уровнемеров в таких условиях привела к необходимости создания высокоэффективного фильтра подавления помех.

Очевидно, что наилучшим способом борьбы с помехами является борьба с ними в источниках помех. Но это практически невыполнимое требование, т.к. означает, что все электрооборудование на объектах (двигатели, заслонки и т.д.) должно быть снабжено, по крайней мере, хорошими сетевыми фильтрами. Это в свою очередь приводит к более сложной задаче, а именно, необходимости борьбы с помехами на стороне ее «потребителя», т.е. измерительной аппаратуры.

Анализ различных типов помех [1,3] и их составляющих позволил оценить сложность и необходимость борьбы с этими составляющими. В частности, расчеты и моделирование в системе схемотехнического моделирования Micro-Cap показали, что только индуктивность шины заземления величиной 1-2 мкГн (это примерно соответствует индуктивности 1 метра контактного провода на железных дорогах) обеспечивает на корпусной шине приборов, подключенных вблизи сетевого фильтра, несимметричную составляющую помех, при которой фильтр оказывается бесполезным.

Первая и одна из основных проблем состояла в определении типа помех, с которыми предстояло бороться, т.к. создание универсального фильтра практически исключено по его стоимостным и массогабаритным характеристикам. Использование контрольно-измерительных приборов в производственной зоне чаще всего невозможно, во-первых, по причине воздействия помех непосредственно на приборы и, во-вторых, изменения помеховой обстановки при подключении приборов (новые пути распространения помех, новые контуры и т.д.). При анализе обстановки использовался косвенный метод. Поочередно подключалось предварительно отключенное периферийное оборудование (исполнительные устройства, которыми управляет уровнемер, линии передачи информации и др.) и при этом между уровнемером и подключаемым оборудованием, а также в цепь питания уровнемера включались звенья фильтров, рассчитанных на симметричную и несимметричную составляющие помех. Простейшие звенья не устраняли помехи полностью, но изменяли число сбоев при измерениях. С помощью этого удалось выяснить доминирующие составляющие по различным каналам связи с периферийным оборудованием. Очевидно, что при одновременном включении всего оборудования могло произойти

перераспределение составляющих помех, что и рассматривалось на следующем этапе оценки помеховой обстановки. После подключения к уровнемеру всех внешних устройств через фильтры, необходимость в которых определялась на первом этапе, еще раз оценивалась работоспособность системы в условиях помех. Таким образом, удалось оценить помехоустойчивость уровнемера к различным составляющим помехи по всем каналам связи с периферийным оборудованием и питающей сетью. Это и было положено в основу разработки фильтра.

Структурная схема фильтра изображена на рис.1.

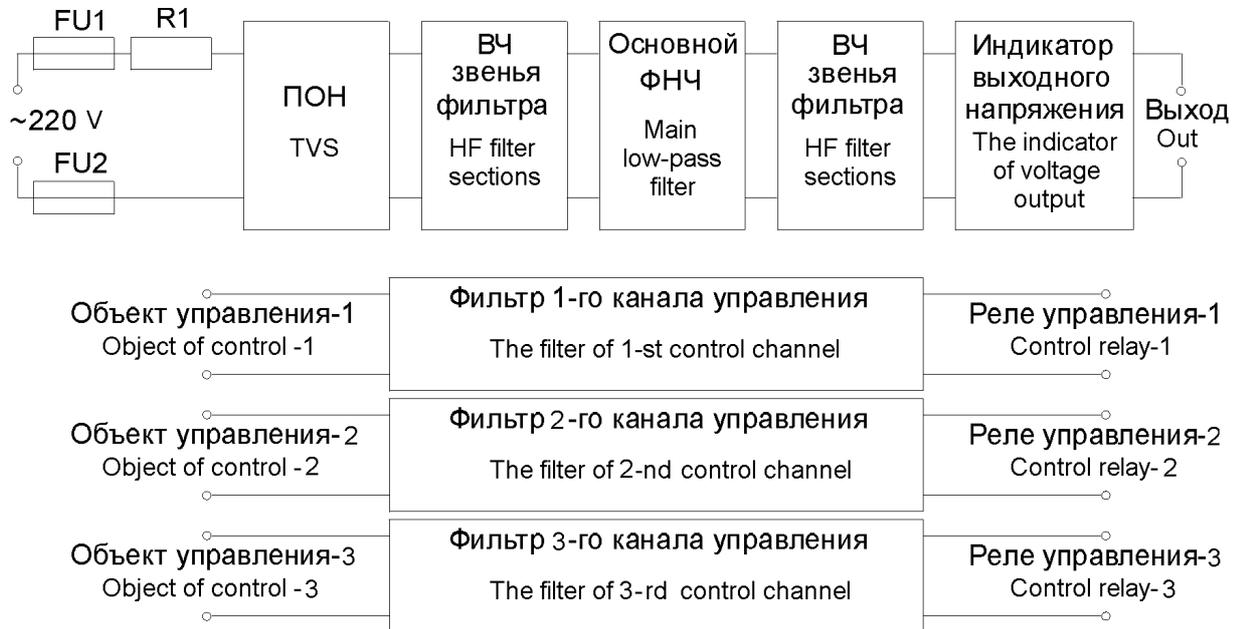


Рис.1. Структурная схема фильтра.
Fig.1. The structural scheme of the filter.

Основной канал предназначен для фильтрации преимущественно симметричной составляющей помех по питающей сети. Несимметричная составляющая фильтруется за счет индуктивностей рассеяния и распределенных паразитных емкостей между печатными проводниками и слоем сплошной металлизации одной из сторон печатной платы. В состав основного канала входят: полупроводниковый ограничитель напряжения (ПОН) на TVS диодах со временем срабатывания около 1 нс, LC-фильтр пятого порядка, дополненный звеньями, увеличивающими подавление на высоких частотах. Местоположение звеньев относительно элементов фильтра уточнялось путем моделирования в системе Micro-Cap с учетом влияния паразитных параметров на характеристики фильтра. Расчетная величина затухания для симметричной помехи на частоте 15 кГц составляет около 60 дБ, при этом на частоте 50 Гц падением напряжения на фильтре практически можно пренебречь. Путем моделирования работы фильтра в сети с заземленной нейтралью проводился анализ деформации амплитудно-частотной характеристики в условиях симметричных помех при разбросе параметров (в том числе и паразитных) индуктивно связанных катушек; наличии емкости между нагрузкой и корпусом; изменении величины нагрузки. Аналогичные вопросы рассматривались и в случае несимметричных помех. Поскольку потребляемая мощность нагрузки составляет не более 15 Ватт, стало возможно использовать согласно включенные индуктивно связанные катушки без опасения насыщения их токами нагрузки. Это в свою очередь позволило уменьшить число витков, паразитные емкости и габариты этих катушек. С другой стороны, малая потребляемая нагрузкой мощность приводит к жестким ограничениям на величины емкостей фильтра, т.к. их реактивные токи снижают величину коэффициента мощности прибора. Включение на входе фильтра токоограничивающего резистора R1 существенно улучшает работу ПОН. Ограничитель вместе с фильтром образует известную систему ШОУ (широкая полоса–ограничитель-узкая полоса), в которой ограниченная в широкополосном ПОН высоковольтная импульсная помеха подается на узкополосный фильтр.

Три идентичных блока фильтров, рассчитанных на борьбу с несимметричными высокочастотными помехами, используются в каналах управления исполнительными устройствами. Токи управления не вызывают подмагничивания сердечников катушек этих фильтров, т.к. относительно этих токов катушки включены встречно. В отсутствие этих блоков высокочастотные помехи от исполнительных устройств с замкнутых контактов управляющих реле попадали в микропроцессорную часть блока обработки и приводили к его «зависанию». При числе

исполнительных устройств менее трех блоки фильтров могут быть включены последовательно в одном канале.

При разработке фильтра был применен многофакторный подход, при котором учитывались не только его электрические характеристики, но и стоимость, габариты, технологичность изготовления точных изделий и особенности подключаемой к фильтру аппаратуры.

Результаты испытаний фильтра на объекте, где эксплуатация системы измерения уровня на основе радиоволновых датчиков была практически невозможна из-за помех от силовых исполнительных механизмов, подтвердили эффективность выбранной структуры фильтра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подавление электромагнитных помех в цепях электропитания /Г. С. Векслер, В. С. Недочетов, В. В. Пилинский и др.- К.: Техника, 1990.- 167 с.
2. В. Колосов. «Убийцы» электронной аппаратуры – электрические сети.// Живая электроника России 2000. – 2000. – С. 50-53.
3. В. Колосов, В. Мухтарулин. Устранение недопустимых воздействий на электронную аппаратуру из сетей электропитания // Современные технологии автоматизации.- 2001.- №2.-т С.80-89.