

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИХ ЗАЩИТНЫХ ФИЛЬТРОВ В ДВУХ И ТРЕХПРОВОДНЫХ ОДНОФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Владимир Первой, Владимир Швайченко

Национальный технический университет Украины “КПИ”

Аннотация: Рассмотрены вопросы влияния на вносимое затухание способов подключения фильтра в двух или трехпроводную (с заземляющим проводом) электрическую сеть однофазного тока. Показано, что эффективность фильтра по несимметричному пути распространения возмущения существенно ниже в двухпроводной сети, чем в трёхпроводной. Оценено влияние параметров заземляющего провода на вносимое затухание фильтра.

Summary: Influence of the manner of the protective filter connection with two – or three – wires Mains on the filter’s attenuation is discussed. It’s shown the filter’s common – mode attenuation is lower in two – wires Mains. Dependence of the filter’s attenuation from the grounding wire parameters are analysed.

Ключевые слова: Помехоподавляющий защитный фильтр, заземление, затухание, однофазная сеть.

I Введение

Помехоподавляющие защитные фильтры – одно из основных средств предотвращения несанкционированного доступа к конфиденциальной информации через силовые цепи. Стремление расширить диапазон полосы подавления фильтра от десятков килогерц до сотен мегагерц и единиц гигагерц с затуханием – не менее 60 дБ может оказаться бесполезным, если при установке фильтра не учтены факторы, на первый взгляд не связанные с характеристиками собственно фильтра. Это относится к технике подключения фильтра, виду сети (фаза – нуль; фаза – нуль – земля), способу заземления и параметрам заземляющего проводника. В докладе освещены некоторые из этих аспектов.

II.1 Схемы и способы измерения затухания сетевых фильтров

Согласно [1, 2, 3], при измерениях затухания фильтров применяются, используя метод “генератор – вольтметр”: симметричная схема, рисунок 1, а (symmetrical – differential mode); несимметричная с параллельно соединенными проводами, рисунок 1, б (asymmetrical – common mode), несимметричная с раздельным подключением проводов, рисунок 1, в (unsymmetrical).

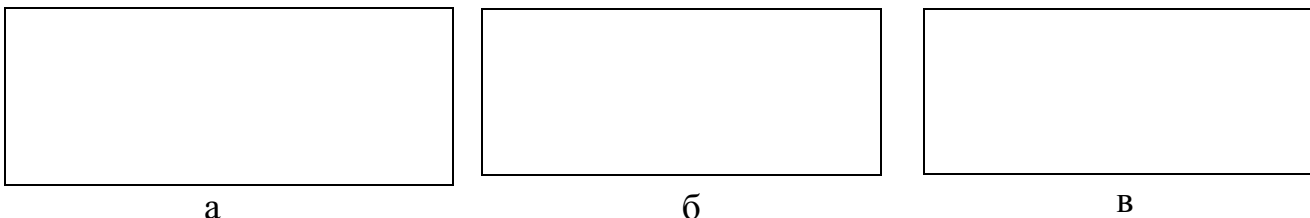


Рисунок 1 - Схемы измерения затухания фильтров согласно CISPR 17

Затухание фильтра определяется как:

$$A_{[дБ]} = 20 \lg (U_0 / 2U_2), \quad (1)$$

где U_0 – ЭДС генератора; U_2 – напряжение в нагрузочной цепи при подключенном фильтре.

Результаты таких измерений представляют лишь информацию, которая позволяет сравнить фильтры различных модификаций и производителей. Но анонсируемые частотные зависимости вносимого затухания фильтров вовсе не означают, что в реальных условиях они будут гарантированы. На этот феномен влияют:

- отличие в реальных объектах частотных зависимостей импедансов рецептора и приёмника сигнала или помехи (в зависимости от возлагаемой функции на фильтр и направления существенного для объекта потока электромагнитной энергии в интересующем диапазоне частот);

- вид сети;

- взаимное расположение фильтра, защищаемого объекта, сетевого ввода, а также другие факторы. Нормативные документы [2-4] предусматривают возможность измерения затухания фильтра в режиме под нагрузочным током. Однако и в этом режиме фильтр “не воспринимает” реальный характер импеданса источника возмущения (сигнала или помехи в отмеченном выше смысле).

В реальных условиях, т.е. при подключении объекта к сети, схема измерения вносимого затухания фильтра представлена на рисунке 2. Здесь в качестве источника возмущения использован источник вторичного электропитания ключевого типа на основе однотактного обратного преобразователя, работающий на эквивалент нагрузки. Затухание определяется как:

$$A = U_1 - U_2, \text{ (дБ)}, \quad (2)$$

где U_1 – напряжение на измерительных зажимах эквивалента сети в децибелах относительно 1мкВ при отсутствии фильтра; U_2 – то же с фильтром.

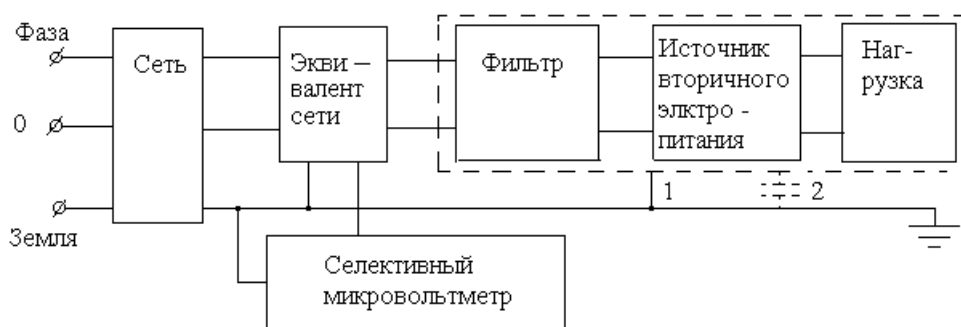
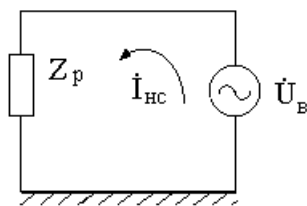


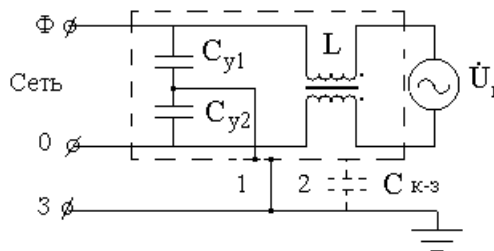
Рисунок 2

II.2 Исследование эффективности фильтра в зависимости от вида сети и заземления

Обобщённая модель несимметричного пути высокочастотного возмущения (помехи или сигнала – в зависимости от трактовки процесса) показана на рисунке 3, а, где Z_p – импеданс рецептора; U_v – источник возмущения; I_{nc} – несимметричная составляющая тока возмущения. На рисунке 3, б приведена цепь источника возмущения с помехоподавляющим Г – образным фильтром: 1 – при использовании заземления; 2 – без заземления.



а



б

Рисунок 3

Коэффициент ослабления фильтра при использовании заземления определяется выражением

$$K_{\text{[дБ]}} = 20 \lg (\omega^2 LC_y). \quad (3)$$

На частоте 150 кГц при $L = 15$ мГн, $C_{y1} = C_{y2} = C_y = 5500$ пФ указанный коэффициент составит примерно 37 дБ. Если же заземление не применяется и сеть двухпроводная, то тогда

$$K_{[дБ]} = 20 \lg [\omega^2 L ((C_y C_{к-3})(C_y + C_{к-3})^{-1})], \quad (4)$$

где $C_{к-3}$ – паразитная емкость корпус фильтра-земля.

По данным предыдущего примера и при $C_{к-3} = 100$ пФ, коэффициент ослабления на той же частоте не превысит 2,5 дБ.

Ниже приведены экспериментальные данные для случая, когда в качестве источника возмущения использован подключённый к эквиваленту сети источник вторичного электропитания с бестрансформаторным входом на основе однотактного обратного преобразователя, рисунок 4, для фильтра типа ОФ – 15. Кривая 1 – затухание фильтра при отсутствии провода заземления, кривые 2 и 3 – когда фильтр заземлён, причём кривая 3 соответствует случаю, когда сопротивление провода заземления равно $R = 0,05$ мОм, индуктивность $L = 0,2$ мкГн, кривая 2 – сопротивление и индуктивность провода заземления в три раза выше.

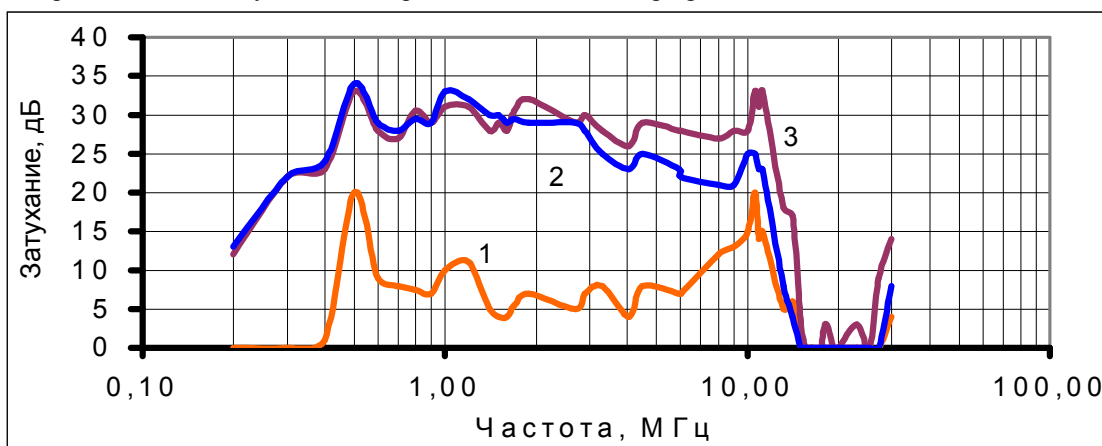


Рисунок 4

Для более тщательного изучения влияния заземляющего провода на вносимое затухание по несимметричному пути выполнено моделирование фильтра с помощью программного пакета PSpice 5.1.

На рисунке 5 представлены результаты зависимости затухания фильтра для разных параметров паразитной ёмкости $C_{к-3}$.

На рисунке 6 представлена частотная зависимость этого же фильтра, для случая, когда он заземлён, при изменении параметров индуктивности провода заземления.

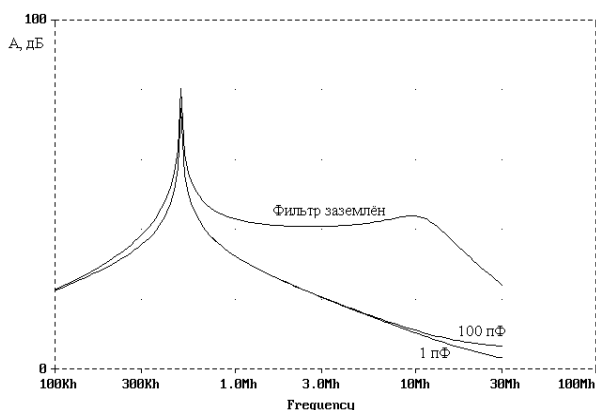


Рисунок 5

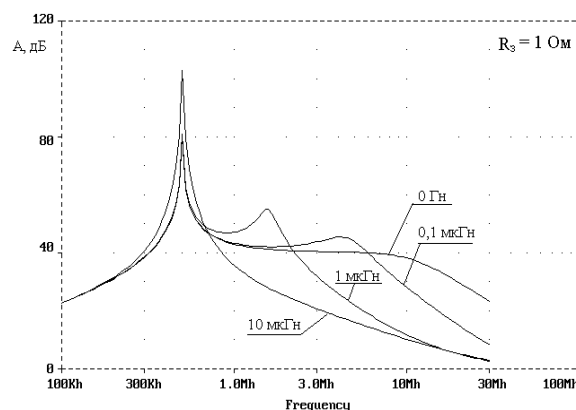


Рисунок 6

III Выводы

На характеристику затухания существенное влияние оказывают параметры цепи заземления, или при отсутствии заземления – паразитная ёмкость между корпусом фильтра и землёй.

С целью улучшения характеристики затухания фильтра необходимо стремиться к уменьшению импеданса провода заземления.

Литература: 1. Векслер Г.С., Недочетов В.С., Пилинский В.В., Родионова М.В., Темников В.А. Подавление электромагнитных помех в цепях электропитания. – К. : Техника, 1990. – 167 с. 2. ГОСТ 13661-92 Элементы и фильтры для подавления промышленных радиопомех. Методы измерения вносимого затухания. – 57 с. 3. ДСТУ3639-97 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Протизавадні фільтри. Загальні технічні умови. – 79 с. 4 CISPR 17 Methods of Measurement of the Suppression Characteristics of Passive Radio Interference Filters and Suppression Components. – 46 p.

УДК.621.791.4

ОПТИМИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО ВИБРАТОРА ТИПА ВПН-1

Юрий Задорожный, Александр Дарчук
Конструкторское бюро “Контакт”, г. Чернигов

Аннотация: Технология диффузионной сварки позволяет получать металлопьезокерамические конструкции с высоким уровнем качества. На основе мембран сконструирован пьезоэлектрический вибратор для защиты от считывания информации по виброакустическому каналу. В работе представлены результаты оптимизации характеристик конструкции вибраторов.

Summary: Technology of diffusion welding makes metaloceramic construction with high level properties. Their uses in construction low frequency Abstract vibrator. In this text presents a result optimization of amplitude frequency characteristic of vibrators.

Ключевые слова: вибратор, защита информации.

При проведении конфиденциальных переговоров требуется качественная защита информации от утечки по всем каналам: акустическим, виброакустическим, лазерным, акустоэлектрическим и т.д.

В данной работе будет идти речь о защите речевой информации по виброакустическому и лазерному каналам. К ним относится съем акустической информации через элементы строительных конструкций, в частности с окон и батарей отопления.

Защита осуществляется путем закрепления на защищаемом строительном элементе вибратора, на который подается электрический сигнал типа "белый" шум в частотном диапазоне разговорной речи. После чего защищаемый элемент приводится вибратором в колебательное движение. Так как уровень сигнала, возникающего при колебательном движении защищаемого элемента под воздействием вибратора, больше уровня сигнала, возникающего под воздействием речи человека, то информацию затруднительно снять как контактным (виброакустический канал), так и бесконтактным (лазерный канал) способом.

Условия "зашумливания" оконного стекла и батареи отопления различные. При этом с повышением частоты увеличивается энергетическая емкость процесса создания вибрации. Различные конструкции вибраторов имеют различный спектр частот. Это приводит к избыточному потреблению энергии для достижения необходимого уровня вибрации во всем спектре частот. Поэтому в этой работе ставится цель – минимизировать энергопотребление вибратора, определить оптимальную конструкцию вибратора, которая позволит установить его как на оконном стекле, так и на батарее отопления.

Измерения производили в соответствии с методикой контроля эффективности защиты речевой информации от утечки по акустическому, лазерному, и виброакустическому каналу, разработанному на предприятии ГНПП "УКРСПЕЦТЕХНИКА", г. Киев.

Измерения преобразования звукового сигнала в вибрацию производили по схеме рисунка 1.