

Все описанные технические средства на основе магнитооптики (за исключением системы магнитооптического кодирования) успешно прошли апробацию и подтвердили свою конкурентоспособность и эффективность при решении практических задач ТЗИ.

Литература: 1. Levy S.V., Ostrovsky A.S., Agalidi Yu.S. Magnetic field topographical survey by space-time light modulators. SPIE Proceedings Vol. 2108 (1993). 2. Левый С.В., Агалиди Ю.С., Вишневский В.Г. Магнитооптические средства технической защиты информации. ISSN 0021 – 3470, Радиоэлектроника, 1998, №8. 3. Левый С.В., Мачнев А.М., Агалиди Ю.С., Магера В.Н., Турбин Д.А. Применение магнитооптического преобразователя для восстановления сигнала по неформатным записям. ISSN 0021 – 3470, Радиоэлектроника, 2000, №5, стр.62-66.

УДК 621.314.68:621.382.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВОГО ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩЕГО ЗАЩИТНОГО ФИЛЬТРА

Владимир Пилинский, Владимир Первой, Мария Родионова, Антон Янушевский
Национальный технический университет Украины «КПИ»

Аннотация: Разработана модель помехоподавляющего защитного фильтра по несимметричному кондуктивному пути. Модель описывает трёхзвенный фильтр с затуханием не менее 60 дБ в диапазоне частот десятки килогерц – единицы гигагерц. Показано влияние регулярных и паразитных параметров компонентов на частотную зависимость затухания фильтров.

Summary: Common – mode model of protective RFI – filter is suggested. Three – links filter with attenuation more then 60dB in the frequency range 10 kHz ... 1GHz is analysed. Influence of regular and parasitic parameters of the filter components on filter attenuation is shown.

Ключевые слова: Помехоподавляющий защитный фильтр, моделирование, затухание, паразитные параметры, энергетическая сеть.

I Постановка задачи

Один из элементов системы, через который возможен несанкционированный доступ к конфиденциальной информации – силовые кабели энергообеспечения электронно-вычислительной аппаратуры, средств телекоммуникации, оргтехники и т.п.

Эффективным средством защиты от утечки информации по цепям электропитания могут быть помехоподавляющие фильтры (ППФ) [1], на которые возложена дополнительная задача. Решение этой задачи сводится к расширению диапазона частот в полосе подавления фильтров 150кГц ... 30МГц для ППФ общего применения [2] до единиц, десятков килогерц – сотен мегагерц, единиц гигагерц с затуханием не менее 60 дБ для фильтров, предназначенных для информационной защиты в силовых цепях.

Особенность проектирования таких фильтров состоит в необходимости учёта не только регулярных, но и всех паразитных параметров компонентов фильтра и даже элементов конструкции. Ниже, на модели несимметричного кондуктивного пути трёхзвенного фильтра показано влияние этих элементов. Очевидно, что если будет известно влияние паразитных параметров на затухание фильтра, то возможно отыскание путей управления их значениями, т.е. становится реальным обеспечение необходимого значения затухания в заданном диапазоне частот.

II.1 Модель фильтра

На основе анализа материалов различных источников и собственного опыта предложена модель фильтра для несимметричного пути распространения помехи или сигнала – в зависимости от основного назначения фильтра и направления потока энергии в представляющем интерес диапазоне частот (рисунок 1). В частности, также многозвенные фильтры описаны в [3] с указанием соответствия частотной характеристики затухания положениям документа TEMPEST specification, применяемым в США для электронных средств, оперирующих с конфиденциальной информацией.

В таблице 1 даны значения регулярных и паразитных параметров элементов, принятых в модели фильтра.

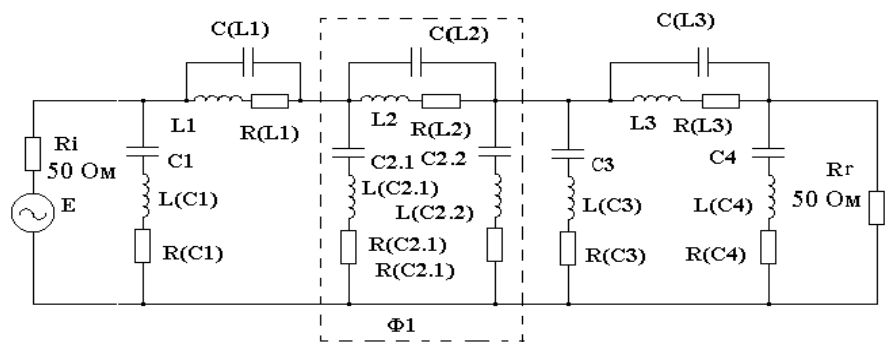


Рисунок 1 - Модель защитного помехоподавляющего фильтра для несимметричного пути.

Таблица 1

ЭЛЕМЕНТЫ ФИЛЬТРА И ТИП ЭЛЕМЕНТА		ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
Регулярные	Паразитные	
КТП –1		
C1, C4		15000 пФ
	L(C1), L(C4)	0,112 нГн
	R(C1), R(C4)	0,003 Ом
К 73 - 2		
C3		0,22 мкФ
	L(C3)	2 мкГн
	R(C3)	1,6 Ом
Б - 14		
L2		0,05 мГн
	C(L2)	2,6 пФ
	R(L2)	0,05 мОм
C2.1, C2.2		3,8 нФ
	L(C2.1), L(C2.2)	4,6 нГн
	R(C2.1), R(C2.2)	0,1 Ом
Дроссели		
L1		15,2 мГн
	C(L1)	13 пФ
	R(L1)	0,016 Ом
L2		35,7мГн
	C(L2)	12пФ
	R(L2)	0,016 Ом

II. 2 Влияние регулярных и паразитных параметров элементов фильтра и конструкции на вносимое затухание

Моделирование реализовано на основе метода измерения “генератор – вольтметр”, без испытания под рабочим током (напряжением) [4] и проводится с использованием программного пакета Pspice 5.1.

На рисунок 2 представлена характеристика затухания фильтра $A(f)$ с учётом номинальных регулярных параметров элементов и паразитных, в соответствии с таблицей 1. На рисунке также обозначены частоты f_i , соответствующие экстремальным значениям $A_{\min}(f_m)$ и $A_{\max}(f_n)$, где m – чётные числа, включая 0; n – нечётные.

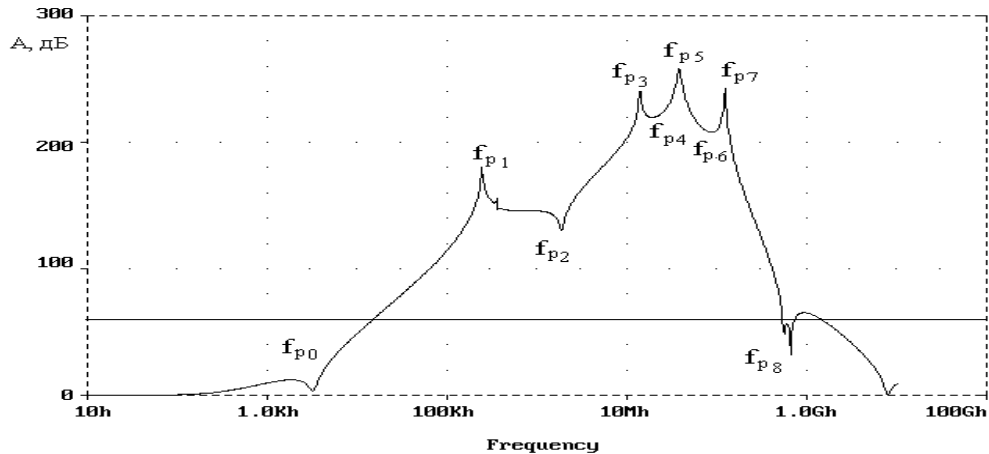


Рисунок 2 - Характеристика затухания модели фильтра по рисунок 1

На основе анализа результатов влияния различных параметров элементов фильтра на характеристику затухания $A(f)$ получены данные, позволяющие выявить элементы, преимущественно определяющие значения частот f_i , которые представлены в таблице 2.

Таблица 2

Частоты экстремума	Элементы, влияющие на частоту
f_{p0}	C3, L1, L3
f_{p1}	L1, L3, C(L1), C(L3)
f_{p2}	C2.1, C2.2, C(L1), L2, L(C3)
f_{p3}	C(L2), L2,
f_{p4}	C2.1, C2.2, C(L2), L2
f_{p5}	C2.1, C2.2, L(C2.1), L(C2.2)
f_{p6}	C1, C4, L(C2.1), L(C2.2), L(C1), L(C4)
f_{p7}	C1, C4, L(C1), L(C4)
f_{p8}	L(C1), L(C2.1), L(C2.2), L(C4), C(L1), C(L2), C(L3)

Ниже показано применение разработанной модели и методики анализа для исследования влияния регулярных и паразитных параметров фрагментов фильтра и элементов конструкции.

Рисунок 3 демонстрирует зависимость затухания Т - образного звена, сформированного элементами L_1 C_3 L_3 , совместно с R_i и R_r , которое обеспечивает затухание в диапазоне частот $1\text{кГц} \div 10\text{МГц}$. Здесь 0,1,...4 – точки, в которых частотная характеристика этого звена имеет экстремумы. Эти частоты определяются: в точке 0 параллельным соединением L_1 L_3 и ёмкостью конденсатора C_3 , в точках 1 и 3 собственными резонансами дросселей L_1 и L_3 , в точке 4 - паразитными параметрами параллельного соединения $C(L_1)$ $C(L_3)$ и индуктивностью $L(C_3)$, в точке 2 частота определяется [5]:

$$F = ((A \cdot f_3^2 + f_1^2)/A + 1)^{1/2},$$

где $A = C(L_1)/C(L_3)$, f_1 и f_3 - частоты собственного резонанса дросселей L_1 и L_3 , причём $f_3 > f_1$.

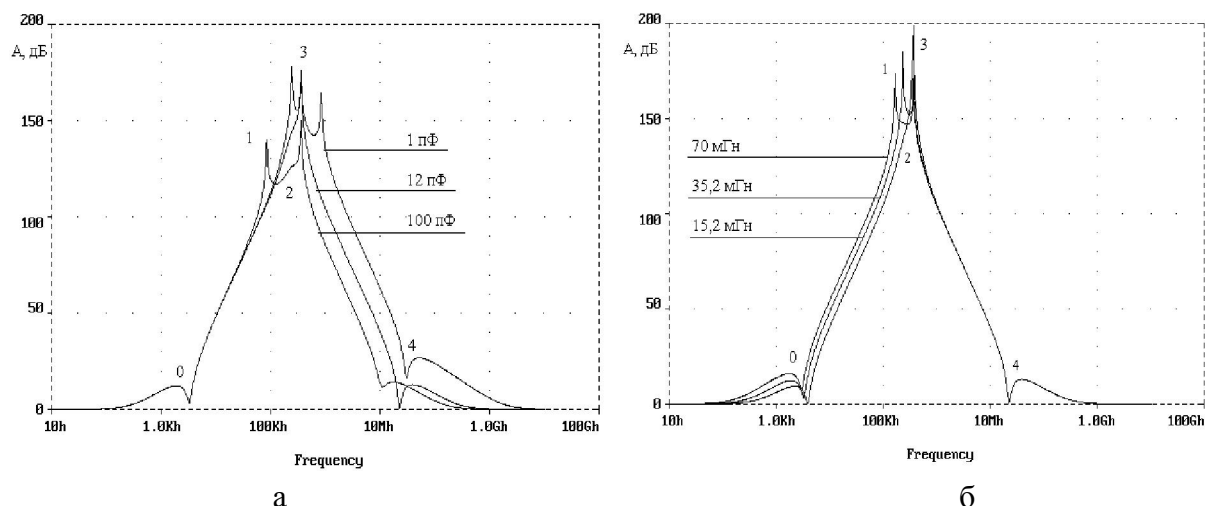


Рисунок 3 - Характеристики затухания Т – образного фильтра, образованного элементами L_1 C_3 L_3 при:
а -- изменении паразитной ёмкости дросселя $C(L_1)$ или $C(L_3)$;
б – изменении индуктивности дросселя L_1 или L_3

Дополнение звена L_1 C_3 L_3 проходными конденсаторами C_1 и C_4 расширяет характеристику затухания фильтра в область более высоких частот. На рисунок 4 показано, как на затухание $A(f)$ в области частот $10\text{МГц} \dots 1\text{ГГц}$ влияет изменение регулярных и паразитных параметров конденсаторов C_1 и C_4 , причём уменьшение паразитной индуктивности выводов расширяет полосу затухания фильтра в области высоких частот, а увеличение ёмкости конденсаторов C_1 , C_4 приводит к увеличению затухания на интервале частот $300\text{кГц} \dots 500\text{МГц}$. При выборе несимметричных конденсаторов [1] следует учитывать, что значение их ёмкости ограничено из - за допустимых по соображениям электробезопасности значений токов утечки [6].

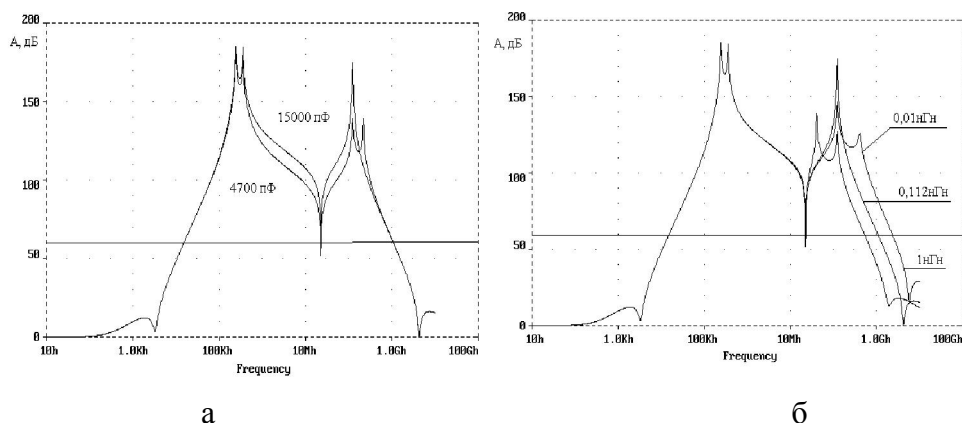


Рисунок 4 - Характеристики затухания фильтра образованного элементами C_1 L_1 C_3 L_3 и C_4
а – изменении ёмкости конденсаторов C_1 или C_4 ;
б – изменении паразитной индуктивности $L(C_1)$ или $L(C_4)$

Естественно, что на значение затухания фильтров в столь широком диапазоне частот влияют не только параметры компонентов, но и паразитные параметры, обусловленные конструкцией фильтра.

Рисунок 5 показывает (для модели фильтра по рисунку 1) влияние на характеристику затухания $A(f)$ ёмкости “вход – выход”.

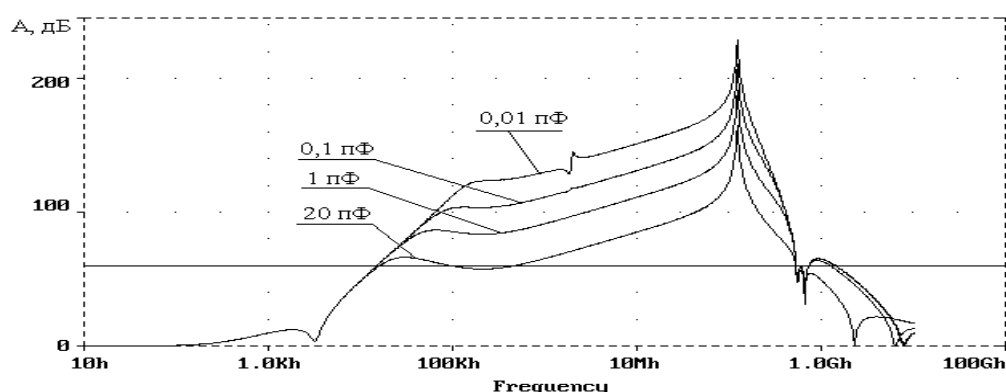


Рисунок 5 - Влияние ёмкости “вход – выход” на характеристику затухания фильтра

III Выводы

Таким образом, предложенная методика моделирования позволяет обоснованно выбрать элементы фильтра с учётом регулярных и паразитных параметров компонентов и профессионально подойти к проектированию фильтров, обеспечивающих требуемое значение вносимого затухания в широком диапазоне частот, охватывающем 4 – 5 декад.

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. EN50081 – 1 “Electromagnetic compatibility. Generic emission standart part 1. : Residential commercial and light industry. 3. Corcom: RFI Power Line Filters, 1998. – p. 88. 4. ГОСТ 13661 – 92. Совместимость технических средств электромагнитная. Пассивные помехоподавляющие фильтры и элементы. Методы измерения вносимого затухания. 5. Лютов С.А. Индустриальные помехи радиоприёму и борьба с ними. – Москва, 1952. – 320 с. 6. ГОСТ 23773 – 88 Машины вычислительные электронные цифровые общего назначения. Методы испытаний.

УДК 621.314.68:621.382.3

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНЗИСТОРНЫХ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИХ ЗАЩИТНЫХ ФИЛЬТРОВ В СЕТЯХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Дмитрий Валиков, Владимир Пилинский, Владимир Швайченко

Национальный технический университет Украины «КПИ»

Анотація: В доповіді надані результати дослідження ефективності активних транзисторних протишумових захисних фільтрів в мережі живлення змінного струму за умови поширення збуджень з мережі та витоку інформації від споживача при досягненні гарантованого загасання 60 дБ від 10 кГц до 1 ГГц. Проведена оцінка впливу паразитних параметрів. Наведені рекомендації стосовно співвідношень параметрів компонент.

Summary: In the paper results of studies active transistor radiofrequency protect filters in AC Mains with provision for possibility of influence on the consumer for the discribe information and seepage information from the consumer. Evaluation of influence of stray parameters are presented. Recommendations on the correlation of parameters a component is given.

Ключевые слова: активный транзисторный помехоподавляющий защитный фильтр (ПЗФ), компьютерное моделирование, вносимое затухание, симметричный и несимметричный пути связи.