

УДК 621.391

ВЛАСНІ ТА ВЗАЄМНІ ПАРАЗИТНІ ПАРАМЕТРИ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОТИЗАВАДНИХ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ КЛЮЧОВОГО ТИПУ

В.К.Гурін, В.О.Павловський, канд.техн.наук, О.М.Юрченко, докт.техн.наук,
Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна

В роботі показано, що у схемах протизавадних фільтрів є два типи паразитних параметрів: власні паразитні та взаємні паразитні параметри. Розкрито фізичну суть цих параметрів і показано, як впливають згадані параметри на вношуване загасання фільтра у регламентованому діапазоні частот. Бібл. 3, рис. 3.

Ключові слова: протизавадний фільтр, паразитна ємність обмотки, паразитна індуктивність виводів конденсатора.

У приладах силової електроніки фільтр електромагнітних завад (протизавадний фільтр) є необхідною проміжною ланкою між силовою мережею та джерелами електроживлення. Перетворювачі напруги в системах силового електроживлення працюють у ключовому режимі. Вони генерують кондуктивні завади зі спектром, який простягається від частот перемикання до 30 МГц і вище. Стандарти з електромагнітної сумісності, наприклад, EN55022 клас А, визначають діапазон частот 150 кГц–30 МГц та граничний рівень завад, припустимий для джерел електроживлення. Щоб задовольнити вимоги цих стандартів, зазвичай необхідне застосування

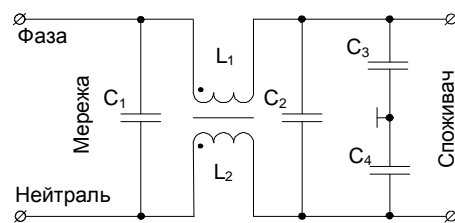


Рис. 1

одно- або дволанкових протизавадних фільтрів. Схема електрична принципова типового одноланкового протизавадного фільтра, який застосовується для джерел електроживлення, показана на рис. 1, де C_1 і C_2 – конденсатори між фазою та нейтраллю (конденсатори для зменшення симетричних завад); C_3 і C_4 – конденсатори, відповідно, між фазним проводом і корпусом та між проводом нейтралі та корпусом (для зменшення несиметричних завад); L_1 і L_2 – обмотки двопрвідного дроселя для зменшення несиметричних завад (між фазним та/або нейтральним проводом і корпусом). Дві обмотки дроселя розташовані на двох половинах кільцевого осердя з фериту, що має високу магнітну проникність. Обмотки мають рівну кількість витків і намотані так, що магнітні потоки, які спричиняє струм несиметричної завади, у обох обмотках мають однакові миттєві значення і напрямки. Тому індуктивність $L_{нс}$ для несиметричної завади є індуктивністю двох магнітно пов'язаних обмоток, увімкнених узгоджено і паралельно. У роботі проведено аналіз індуктивності $L_{нс}$ і показано, що $L_{нс} = L_1 = L_2$ (рис. 1).

В той же час, для струму симетричної завади так само, як і для силового струму, обмотки увімкнені зустрічно. Тому магнітні потоки, спричинені таким струмом, взаємно компенсуються, і сумарна індуктивність $L_{сим}$ для зменшення симетричної завади є індуктивністю розсіювання цих обмоток.

Відомо [3], що існують два типи паразитних параметрів у елементах фільтрів: власні паразитні та взаємні паразитні параметри. Власні паразитні параметри елементів, такі як еквівалентна індуктивність виводів конденсаторів та еквівалентна паразитна міжвиткова ємність котушок індуктивності, визначають характеристики цих елементів на високих частотах. Взаємні паразитні параметри існують між двома будь-якими елементами та доріжками друкованих плат, а також між різними доріжками друкованої плати. На основі схеми, показаної на рис. 1, розглянуто еквівалентні схеми фільтрів для зменшення несиметричної та симетричної завад, які містять паразитні параметри. Для зручності аналізу несиметричні конденсатори не враховують, коли розглядають фільтр для зменшення симетричних завад. Так само, при аналізі фільтра для зменшення несиметричних завад не враховують симетричні конденсатори, оскільки при вимірах по несиметричній схемі ці елементи потрібно закорочувати. Розглянуто і побудовано коефіцієнти передачі для фільтрів з ідеальними елементами та при наявності паразитних параметрів у елементах кожного фільтра: для симетричних (рис. 2) та для несиметричних завад (рис. 3).

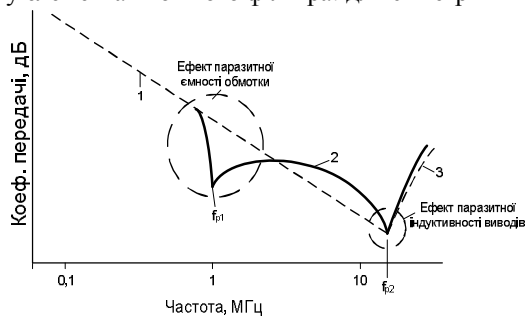


Рис. 2

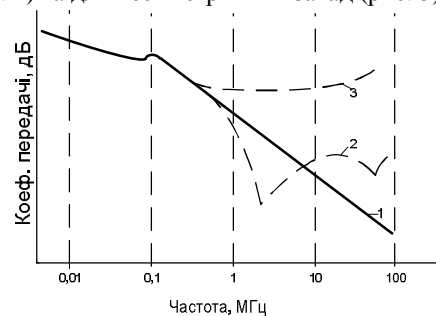


Рис. 3

Графіки були одержані шляхом електронного моделювання за допомогою пакета програм PSPICE та експериментальним шляхом.

З порівняння кривих на графіках коефіцієнта передачі фільтра для несиметричних завад видно, що виміряні значення коефіцієнта передачі в діапазоні частот до 30 МГц добре узгоджуються з результатами електронного моделювання при врахуванні власних паразитних параметрів компонентів фільтра для несиметричних завад. Це свідчить про те, що в діапазоні частот до 30 МГц загасання для несиметричної завади, що вносяться фільтром, визначають його власні паразитні параметри.

Порівняння кривих на графіках коефіцієнта передачі фільтра для симетричних завад показує, що виміряні значення коефіцієнта передачі значно відрізняються від значень, одержаних шляхом електронного моделювання, на частотах, вищих за 400...500 кГц. Це означає, загасання для симетричної завади, що вносяться фільтром, визначають взаємні паразитні параметри. Тому для покращення роботи цього фільтра на частотах, вищих за 400...500 кГц, треба в першу чергу зменшувати паразитні взаємні зв'язки, після чого слід зменшити паразитну індуктивність виводів конденсаторів.

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи. – М.: Высш. школа, 1978. – 528 с.

2. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. – М: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.

3. Wang S., R.Chen R., Van Wyk J.D., Fred.C.Lee, Odentaal W.G. Developing Parasitic Cancellation Technologies to Improve EMI Filter Performance for Switching Mode Power Supplies // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. – 2005. – Vol. 47. – No.4. – Pp. 921–929.

УДК 621.391

Собственные и взаимные паразитные параметры элементов помехоподавляющих фильтров для источников электропитания ключевого типа.

**В.К.Гурин, В.А.Павловский, канд.техн.наук, О.Н.Юрченко, докт.техн.наук,
Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина.**

В работе показано, что в схемах помехоподавляющих фильтров есть паразитные параметры двух типов: собственные и взаимные. Раскрыта физическая сущность этих параметров и показано, как они влияют на вносимое затухание фильтра в регламентированном диапазоне частот. Библ. 3, рис. 3.

Ключевые слова: помехоподавляющий фильтр, паразитная ёмкость обмотки дросселя, паразитная индуктивность выводов конденсатора.

Self-parasitic and mutual parasitic parameters in power line filters for switching mode power supplies

**V.K. Gurin, V.O. Pavlovskiy, O.M. Yurchenko,
Institute of Electrodynamics of National Academy of Sciences of Ukraine,
Peremogy, 56, Kyiv-57, 03680, Ukraine.**

It is showed that there are two types of parasitic parameters in circuits of power line filters: self-parasitics and mutual parasitics. It is showed the basic essence of those parameters and their influence on filters' insertion loss. References 3, figures 3.

Key words: EMI filters, self- parasitics, mutual parasitics, EPC, ESL.

1. Zeveke G.V., Ionkin P.A., Netushil A.V., Strahov S.V. Basics of circuit's theory. – Moskva: Energoatomizdat, 1989. – 528 p.(Rus.)

2. Bessonov L.A. Theoretical Basics of Electrotechnics: Electrical Circuits. – Moskva: Vysshaya shkola, 1978. – 528 p.(Rus.)

3. Wang S., R.Chen R., Van Wyk J.D., Fred.C.Lee, Odentaal W.G. Developing Parasitic Cancellation Technologies to Improve EMI Filter Performance for Switching Mode Power Supplies // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. – 2005. – Vol. 47. – No.4. – Pp. 921–929.

Надійшла 26.01.2012
Received 26.01.2012