

Устойчивость источников питания микропроцессорных устройств релейной защиты к мощным наносекундным импульсам

Владимир Гуревич (vladimir.gurevich@gmail.com)

В статье приведены результаты измерений степени затухания различных типов высококачественных двухкаскадных электромагнитных фильтров и определены два наилучших типа. Представлены результаты испытаний микропроцессорных реле защиты (МУРЗ) с источниками питания типа 316NN63, снабжённых одним из лучших типов фильтров. Показано, что использование в электроэнергетике таких фильтров, включаемых перед источниками питания высокочувствительной электронной аппаратуры, может существенно повысить её помехоустойчивость.

Введение

Результаты испытаний источников питания микропроцессорных реле защиты (МУРЗ) на устойчивость к мощным наносекундным импульсам (Electrical Fast Transient – EFT) были подробно описаны автором в [1]. В результате этих исследований выяснилось, что большинство типов МУРЗ, участвовавших в испытаниях, подтвердили полную устойчивость ко всем типам испытательных воздействий. За исключением одного.

Этим исключением оказался МУРЗ типа REC316 производства компании ABB с источником питания типа 316NN63. В этом устройстве частично выключались некоторые выходные напряжения и, соответственно, некоторые внутренние модули уже при амплитуде стандартного EFT, начиная с 1 кВ, с последующим автоматическим возвратом в нормальное состояние через

несколько секунд после прекращения воздействия тестовых импульсов. При этом светодиодные индикаторы на передней панели продолжали фиксировать изменение состояния МУРЗ, произошедшее под влиянием тестового импульса.

Попытка повышения помехоустойчивости этого МУРЗ с помощью специального внешнего фильтра типа FN 2090-3-06, включённого перед источником питания, не увенчалась успехом.

Постановка задачи

Номенклатура электромагнитных фильтров, представленных на рынке, довольно широка: наряду с самыми простыми и дешёвыми встречаются достаточно продвинутые двухкаскадные фильтры с хорошими характеристиками и невысокой ценой. Такие высококачественные фильтры предла-

гаются на рынке по цене \$10...40 и даже ниже (китайского производства).

Проблема выбора заключается в том, что различные производители используют различные методики и аппаратуру для измерения параметров фильтров, иногда приводят в спецификации чисто рекламные, а то и просто ошибочные сведения (с чем уже пришлось столкнуться автору).

Поэтому возникла задача произвести сравнительные испытания лучших образцов фильтров наиболее известных производителей по одной и той же методике и на одном и том же оборудовании, после чего испытать МУРЗ типа REC316 с источником питания типа 316NN63 совместно с лучшим образцом фильтра. Этот МУРЗ с указанным типом источника питания является хорошим индикатором на воздействие FET, поэтому по его реакции можно судить об эффективности фильтров.

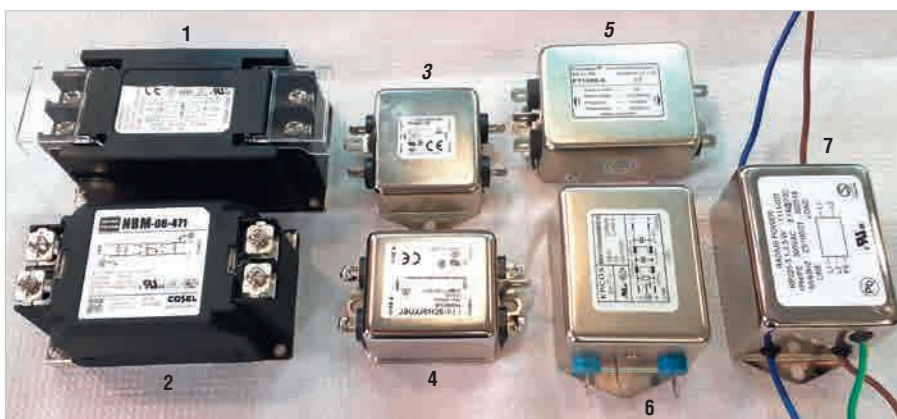


Рис. 1. Двухкаскадные ЭМС LC-фильтры различных типов с улучшенными характеристиками: 1 – 62-MTB-060-4-21 (API Technologies); 2 – NBM-06-471 (Cosel); 3 – FN2090-1-06 (Schafner); 4 – FN2060-3-06 (Schafner); 5 – FT1200-6 (Jinan Filtemc Electronic Equipment); 6 – B84113H0000M030 (Epcos); 7 – RP225-3.1.3.3-W (Radius Power)



Рис. 2. Измерение затухания фильтра в дифференциальном режиме с помощью векторного анализатора цепей типа PLANAR TR1300/1, подключаемого к фильтру с помощью коаксиального кабеля типа RG58C с волновым сопротивлением 50 Ом

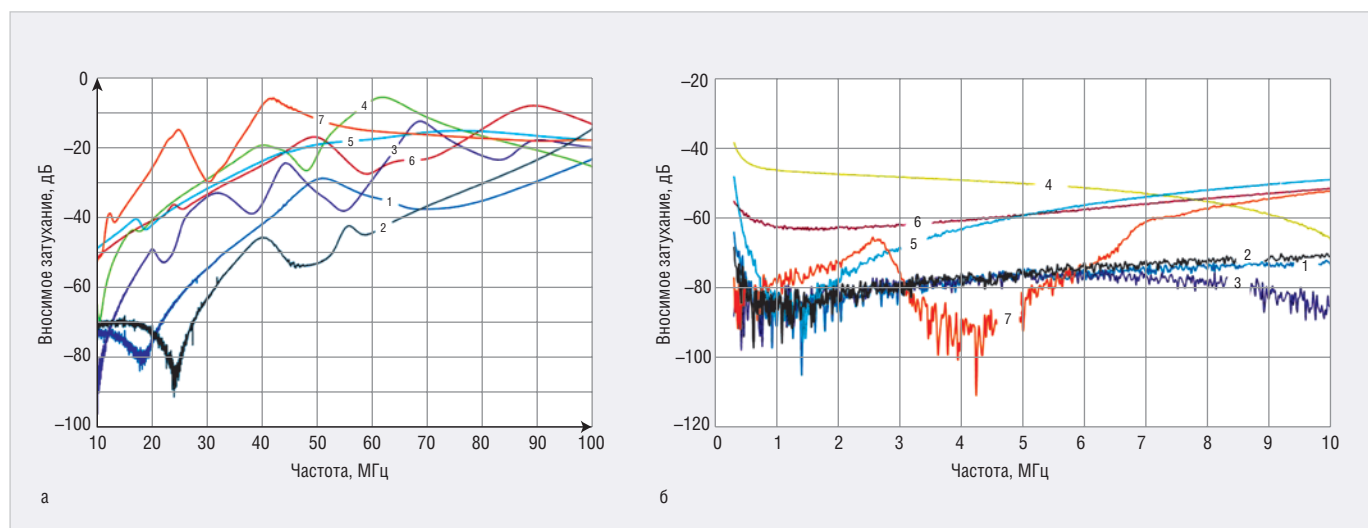


Рис. 3. Затухание, вносимое ЭМС-фильтрами различных типов, в частотных диапазонах: а) 10...100 МГц; б) 0,3...10,0 МГц

Результаты исследования

Для реализации поставленной задачи были приобретены двухкаскадные фильтры, предоставленные автору различными компаниями (см. рис. 1).

Измерения степени вносимого затухания проводились с помощью векторного анализатора цепей типа PLANAR TR1300/1 и соответствующего программного обеспечения для компьютера, совместно с которым работает этот анализатор (см. рис. 2).

Результаты измерения затухания, вносимого различными фильтрами ЭМС, представлены на графиках рисунков 3.

Как видно из полученных результатов, лучшими параметрами в требуемом частотном диапазоне – от 100 кГц до 100 МГц [2] – обладают фильтры типов 62-МТВ-060-4-21 и NBM-06-471, при этом фильтры последнего типа в три раза дешевле фильтров типа

62-МТВ-060-4-21, поэтому совместно с МУРЗ были испытаны именно эти два типа фильтров.

С помощью векторного анализатора цепей PLANAR TR1300/1 были измерены характеристики затухания, вносимого собственным источником питания типа 316NN63, а затем и последовательно соединёнными фильтрами этого источника питания и одного из дополнительных внешних фильтров (см. рис. 4).

Полученные характеристики затухания представлены на рисунке 5.

Для второго из исследованных фильтров (типа 62-МТВ-060-4-21) получены очень похожие характеристики, поэтому приводить их здесь нет смысла.

Из полученных результатов можно видеть, что существенное влияние дополнительный внешний фильтр, даже очень качественный, оказыва-

ет лишь в довольно узком частотном диапазоне (примерно от 1 до 20 МГц), и этот частотный диапазон находится далеко от частотного диапазона источника наносекундных импульсов, поэтому, на первый взгляд, вряд ли стоит ожидать изменения реакции МУРЗ на такие импульсы при использовании в качестве дополнительного даже лучшего из испытанных фильтров. Тем не менее такие испытания были проведены, и они опровергли эти ожидания (см. рис. 6).

Объяснить это можно тем обстоятельством, что параметры импульса, поступающего на вход фильтра, состоящего из набора индуктивностей и ёмкостей, существенно изменяются. В результате оказывается, что эффективность таких фильтров высока даже для очень коротких импульсов наносекундного диапазона.

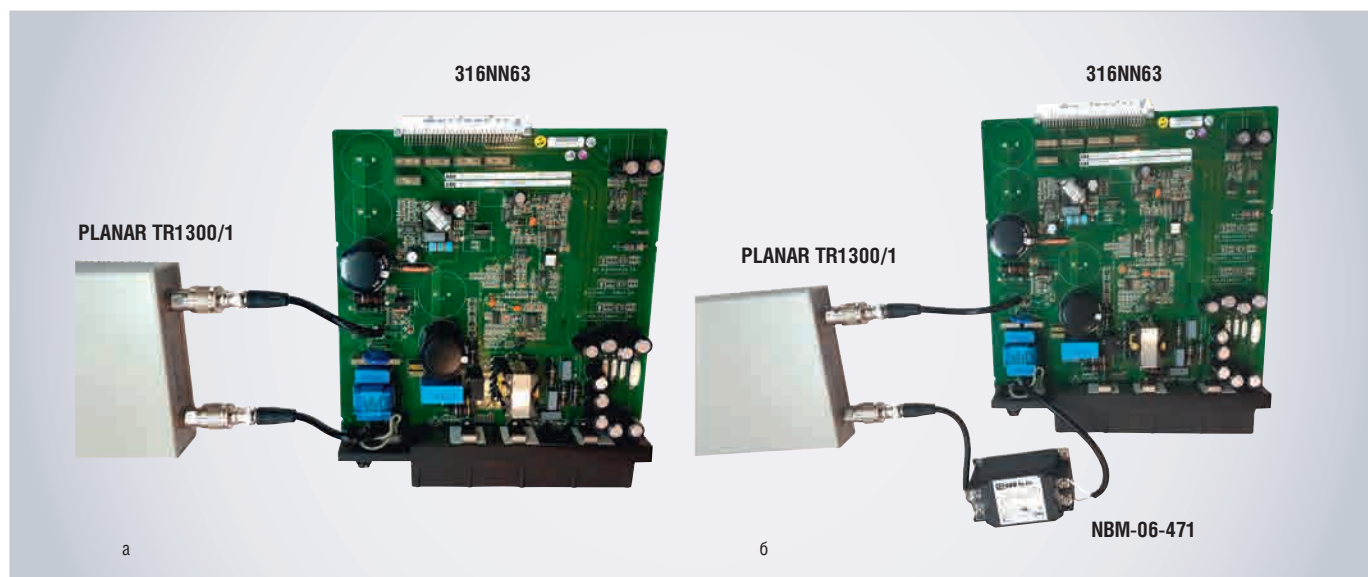


Рис. 4. Измерение затухания, вносимого собственным фильтром источника питания 316NN63 (а) и дополнительным внешним фильтром типа NBM-06-471, соединённым последовательно с 316NN63 (б)

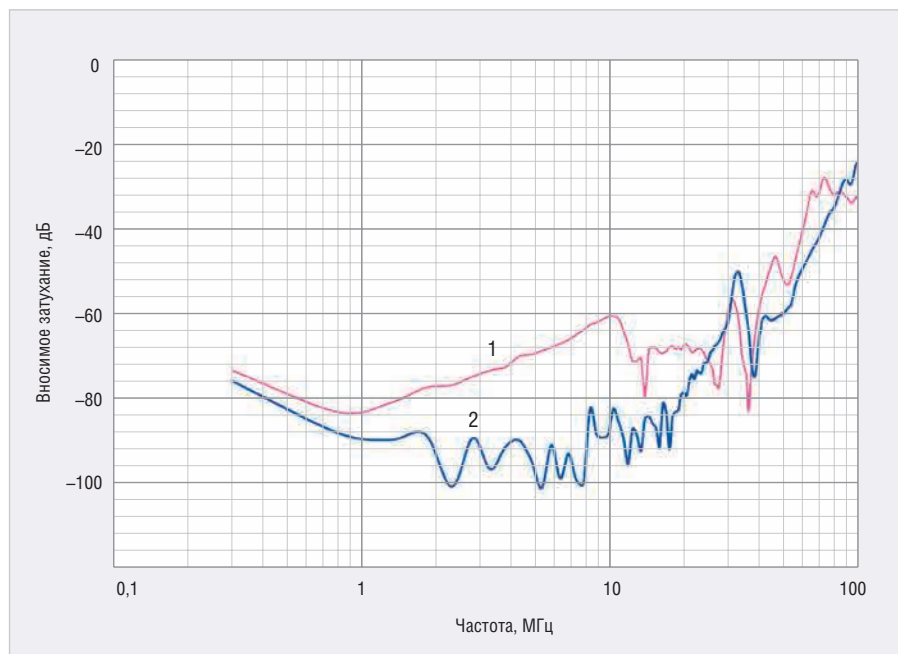


Рис. 5. Характеристики затухания: 1 — вносимого собственным фильтром источника питания 316NN63; 2 — соединёнными последовательно дополнительным внешним фильтром NBM-06-471 и собственным фильтром источника питания

При испытании МУРЗ с источником питания типа 316NN63 было установлено, что сбои в работе реле возникают:

- при подаче на вход источника питания импульса FET [1] с амплитудой 1 кВ и более;
- при подаче на вход источника питания с последовательно включённым фильтром типа NBM-06-471 импульса FET [1] с амплитудой более 2,6 кВ;
- при подаче на вход источника питания с последовательно включённым фильтром типа NBM-06-471 и варистором на его входе импульса FET [1] с амплитудой более 4 кВ.

Таким образом, проведённые исследования подтвердили эффективную работу фильтра выбранного типа в отличие от ранее использовавшихся фильтров [1], особенно совместно с варистором на входе (при предыдущих испытаниях с менее эффективными фильтрами влияние варистора не было отмечено).

Выводы

Отобранные в результате проведённого исследования электромагнитные фильтры определённых типов, включаемые перед источником питания МУРЗ и снабжённые варисторами на входе, могут существенно повысить устойчивость особо чувствительной электронной аппаратуры к мощным наносекундным импульсам (EFT), а также к ЭМИ ЯВ.

При этом отобранные типы фильтров не являются очень дорогими (\$1,5...2, тыс.) и громоздкими, предназначенными для ЭМИ ЯВ, они характеризуются вполне доступными ценами (\$40) и небольшими размерами. Такие фильтры с варисторами могут быть рекомендованы для широкого применения в электроэнергетике в случае проблем с помехоустойчивостью аппаратуры, а также для защиты от ЭМИ ЯВ.

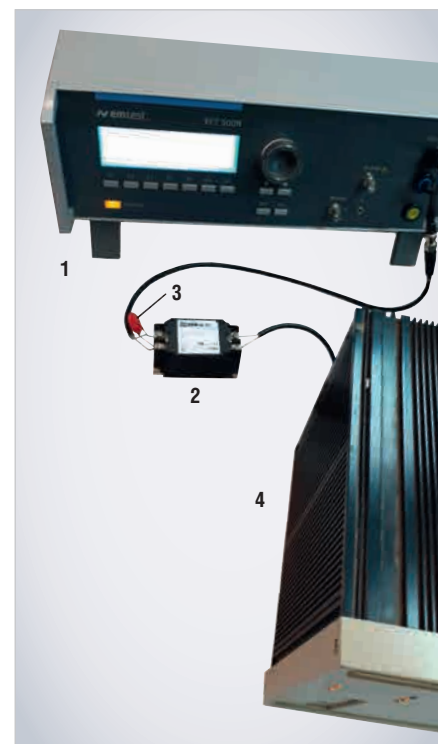


Рис. 6. Испытания устойчивости МУРЗ с источником питания типа 316NN63 и последовательно включённым внешним фильтром типа NBM-06-471 к мощным наносекундным импульсам (1 — генератор наносекундных импульсов типа EFT500N8; 2 — фильтр типа NBM-06-471; 3 — варистор; 4 — МУРЗ типа REC316 производства АББ)

Литература

1. Гуревич В. И. Устойчивость микропроцессорных устройств релейной защиты к мощным наносекундным импульсам. Релейная защита и автоматизация. 2019. № 2. С. 24–30.
2. IEC 61000-2-9 Electromagnetic compatibility (EMC). Part 2: Environment. Section 9: Description of HEMP environment. Radiated disturbance. Basic EMC publication. 1996.
3. Гуревич В. И. Электромагнитный импульс высотного ядерного взрыва и защита электрооборудования от него. М.: Инфра-Инженерия. 2019. 516 с.



НОВОСТИ МИРА

5G ждёт

Поддержка телеком-отрасли пока откладывается: Минкомсвязь предложила урезать финансирование инфраструктурных проектов из национальной программы «Цифровая экономика» до 2024 г. на 26,4 млрд руб. и в том числе — сэкономить 2 млрд рублей, которые должны были пойти на расчистку частот для 5G.

Тем временем связь пятого поколения находит всё больше применений в мире. Специалисты ICT.Moscow проанализировали новые кейсы, о которых писали СМИ в 2019 — первой половине 2020 года. При исследовании новых практик применения 5G удалось выявить следующее:

- 5G активно применяется вместе с другими передовыми технологиями (дополнен-

ной и виртуальной реальностью, блокчейном, ИИ и др.);

- всё чаще пилотирование 5G происходит на базе существующих инфраструктурных хабов, доминирует принцип интегрированности;
- всё заметнее становится активное участие городов и государств в пилотировании и внедрении 5G.

Редакция ICT.Moscow

НОВОСТИ МИРА

ВЕДУЩИЕ ЧИПМЕЙКЕРЫ НАРАСТИЛИ ВЫРУЧКУ НА ФОНЕ СПАДА В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ОТРАСЛИ

Вопреки негативным тенденциям на рынке, связанным с последствиями COVID-19, выручка ведущих мировых чипмейкеров в январе-марте 2020 года выросла на 2,1%, сообщают аналитики Omdia. По данным специалистов, позитивной динамике способствовал спрос на компьютерные и серверные комплектующие, усилившийся с началом пандемии.

Десятка крупнейших производителей полупроводников в минувшей четверти заработала \$63,6 млрд. Для сравнения, кварталом ранее их оборот составлял \$62,2 млрд. Примечательно, что полупроводниковый рынок в целом в тот же период продемонстрировал отрицательную динамику. Мировые продажи чипов в январе-марте упали до \$110,1 млрд, тогда как в октябре-декабре показатель достигал \$112,3 млрд.

«Многие из ведущих чипмейкеров выиграли благодаря высокому спросу на ПК и серверы, который спровоцировали ограничительные меры из-за COVID-19», — отметил аналитик Omdia Рон Элвангер (Ron

Ellwanger). Микросхемы для обработки данных стали единственной полупроводниковой категорией, где специалисты зарегистрировали рост по сравнению с предыдущей четвертью. Прибавка в выручке составила чуть меньше 1%.

Существенный вклад в рост выручки ведущих полупроводниковых компаний внесли производители памяти Samsung, SK Hynix и Micron. В сумме продажи у них увеличились на 1,1%. Позитивной динамике способствовал высокий спрос на микросхемы NAND flash, используемые в твердотельных накопителях SSD. По данным Omdia, реализация флэш-памяти увеличилась почти на 7% по сравнению с заключительным кварталом 2019 года.

Среди отдельных чипмейкеров самый впечатляющий рост показали поставщик мобильных процессоров Qualcomm и китайский разработчик SoC HiSilicon. У Qualcomm выручка поднялась на 14,6%, до \$4,05 млрд, а у HiSilicon продажи увеличились более чем на 40%, до \$2,8 млрд.

Специалисты отметили, что прогрессу у Qualcomm способствуют предпринимаемые Китаем меры по развитию

5G-инфраструктуры в стране и увеличению продаж 5G-смартфонов. Что касается компании HiSilicon, которая является дочерней структурой Huawei, то она растёт вопреки санкциям Вашингтона и последствиям торговой войны США и КНР.



Интересно, что у лидера полупроводниковой отрасли Intel выручка сократилась в поквартальном выражении, несмотря на востребованность компьютерных чипов в рассматриваемый период. Аналитики объяснили это тем, что спрос вырос, прежде всего, на более доступные по цене микропроцессоры и чипсеты, поэтому оборот Intel уменьшился почти на 2% — до \$19,5 млрд.

Снижение по сравнению с предыдущим кварталом зафиксировано также у Broadcom, Texas Instruments и Nvidia.

DailyComm





Вся суть в размере!

Компактный поворотный переключатель
77-й серии



- 25 000 циклов переключения
- Соответствует: MIL-DTL-3786, MIL-STD-20
- Высота выступающей части с задней стороны панели — 4,5 мм



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 ■ INFO@PROCHIP.RU ■ WWW.PROCHIP.RU



ProChip