

ВХОДНЫЕ СЕТЕВЫЕ ФИЛЬТРЫ РАДИОПОМЕХ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ТОКА УТЕЧКИ

В.Ф. Дмитриков, Д.В. Шушпанов, Д.Н. Кушнерев

(Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича)

INPUT LINE RADIO FREQUENCY INTERFERENCE FILTERS WITH LEAKAGE CURRENT COMPENSATION

V.F. Dmitrikov, D.V. Shushpanov, D.N. Kushnerev

Энергетически высокоэффективные импульсные преобразователи обладают существенным недостатком, заключающимся в большом уровне электромагнитных помех и связанной с этим проблемой электромагнитной совместимостью (ЭМС). Для решения проблемы ЭМС импульсных преобразователей с первичной сетью используют фильтры радиопомех, ограничивающих симметричные и несимметричные помехи.

Схемы сетевых фильтров радиопомех относятся к классу фильтров низких частот (ФНЧ), реализуются в виде *Г*, *П* и *Т*-образных звеньев и используются для подавления высокочастотных кондуктивных помех, как со стороны сети, так и со стороны импульсного источника вторичного электропитания (ИВЭП) [1, 2]. Целесообразность выбора той или иной схемы определяется не только требуемым вносимым затуханием, но и значениями внутренних сопротивлений ИВЭП и первичной сети [1].

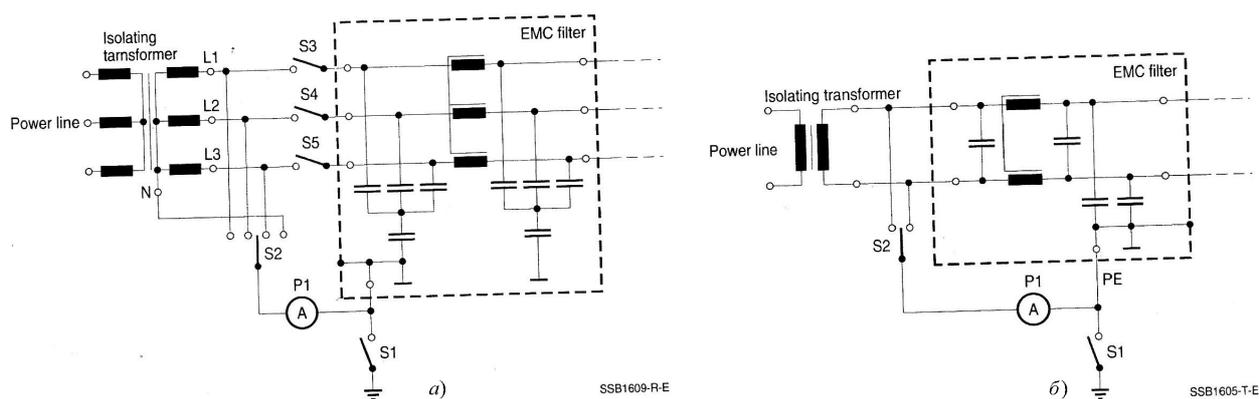


Рис. 1. Схема измерения тока утечки в ФРП в:

а) трехфазных трехпроводных сетях; б) однофазных двухпроводных сетях

Обычно для снижения уровня кондуктивных радиопомех, распространяющихся по цепям электропитания, до величин регламентированных нормативной документацией по электромагнитной совместимости (ЭМС), используются сетевые помехоподавляющие фильтры (СФ), подключаемые на входе силовых преобразователей (СП). Следует отметить, что электрическое взаимодействие каскадного соединения СФ и СП оказывает существенное влияние на режим работы аппаратуры в целом. Неправильное проектирование фильтра и силового преобразователя может привести к возникновению автоколебаний [3] и, как следствие, к потере работоспособности системы в целом.

В соответствии с [4, 5] измерение тока утечки производится через аналог сопротивления человека равный 3,3 кОм. На рис. 1 представлены схема измерения тока утечки для трехфазной и однофазной сетей. При данном подключении, ток через эквивалент человека составляет 8,9–30 мА (для трехфазной сети в зависимости от вариантов измерения). Эти зна-

чения превышает максимальное значение тока утечки, разрешенное в ГОСТ МЭК 335-1-94, в несколько раз.

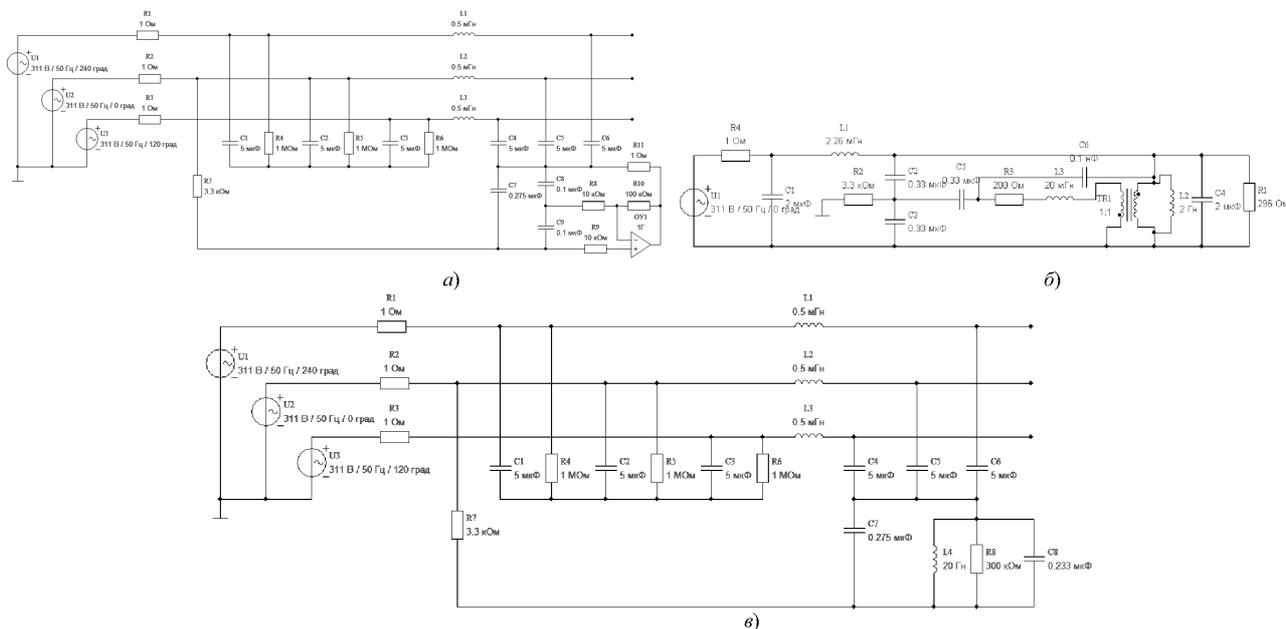


Рис. 2. . Компьютерная модель ФРП со схемой компенсации тока утечки:
 а) трехфазный ФРП с активной компенсацией; б) однофазный ФРП с активной компенсацией
 в) трехфазный ФРП с универсальной пассивной компенсацией

В работе рассмотрены активный, пассивный и модернизированный пассивный методы компенсации тока утечки (рис. 2) в фильтрах радиопомех (ФРП).

В случае использования активной схемы компенсации (рис. 2а) ток утечки уменьшается в 500–1000 раз во всех вариантах измерения тока утечки (рис. 1). Данная схема является слабочувствительной к разбросу параметров. Конденсаторы С7 – С9 могут выбираться в пределах 20% разброса номинальных значений. Резисторы R8 – R10 могут выбираться в пределах 5% разброса номинальных значений. В этом случае изменение тока утечки будет в пределах 50%.

Главным недостаток этой схемы – необходимость высоковольтного питания усилителей. В 9 из 32 вариантов измерения тока утечки (рис. 1а, когда подключается только одна фаза) для трехфазных ИТ сетей без нейтрали [5] мы не можем организовать питание для усилителя внутри ФРП. Для таких случаев необходимо иметь резервный источник питания.

В случае использования пассивной схемы компенсации (рис. 2б), основанной на подключении трансформатора противофазным выходом для создания в данной точке равного по амплитуде и противоположного по фазе тока [6, 7], получаем уже меньшее ослабление тока утечки по сравнению с активным методом (не более сотни раз), заметную чувствительность схемы к разбросам параметров, а также влияние паразитных параметров низкочастотного трансформатора [7]. Для случая измерения тока утечки между корпусом и фазным проводом (рис. 1б) рассмотренный метод не будет компенсировать ток утечки. При измерении между корпусом и фазным проводом, ток увеличивается вдвое относительно безкомпенсационной схемы.

Метод пассивной компенсации емкостных токов утечки может быть применен в системах, где нужно минимизировать ток утечки с корпуса на землю или нейтраль. В случаях, где

необходимо дополнительно минимизировать ток утечки между фазными проводами в трехфазной схеме и корпусом данный пассивный метод применять не следует. Так как из 32 возможных комбинаций измерения тока утечки в трехфазных ИТ сетях 24 измерения производится между фазными проводами и корпусом (рис. 1а).

Другой метод компенсации токов утечки использует в качестве компенсатора «фильтр-пробку» (рис. 2в). В этом случае ток утечки уменьшается в 20–25 раз во всех вариантах измерения тока утечки (рис. 1). При практически достижимых разбросах $C7$ и $L4$ на 5% ток утечки уменьшается в 15 и 10 раз соответственно. При гостированном изменении частоты сети на 5%, ток утечки компенсируется в 5 раз.

Литература

1. Векслер Г., Недочетов В., Пилинский В. Подавление электромагнитных помех в цепях электропитания. Киев: Техника. 1990.
2. Ланцов В., Эраносян С. Электромагнитная совместимость импульсных источников питания: проблемы и пути их решения. Часть 2. // Силовая электроника. 2007, № 1.
3. Дмитриков В.Ф., Сергеев В.В., Самылин И.Н. Повышение эффективности преобразовательных и радиотехнических устройств. М.: Радио и связь, 2005. 423с.
4. ГОСТ РВ 20.57.310-98. Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методы оценки соответствия конструктивно-техническим требованиям
5. EPCOS. EMC Filters. Data Book. 2006. p. 435.
6. Цыплаков Ю.В., Щербакова В.А. Вариант построения сетевого помехоподавляющего фильтра с малым током утечки // материалы научной конференции.
7. Шушпанов Д.В., Кушнерев Д.Н. Методы снижения тока утечки в фильтрах радиопомех // X Международная научно-техническая конференции «Физика и технические приложения волновых процессов»: материалы. Самара, 2011. С. 247 - 248.

ИМПУЛЬСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор В.Ф. Дмитриков¹,
к.т.н., доцент Д.В. Шушпанов¹, студент А.А. Курпьянов¹*

(Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, Dmitrikov_VF@mail.ru)

PULSE REGULATOR FOR TELECOMMUNICATION SYSTEMS BASED ON FUEL CELLS

V.F. Dmitrikov, D.V. Shushpanov, A.A. Kupriyanov

Прямое (минуя тепловой цикл) преобразование химической энергии углеводородного топлива в электричество с помощью топливных элементов – одно из наиболее перспективных направлений современной энергетики. Жидкое органическое топливо является удобным и одним из самых энергоёмких источников и носителей энергии. Соответственно, именно органическое топливо является наиболее подходящим первичным источником энергии для выработки электричества, особенно когда важны вес и габариты систем питания. В отличие от традиционного способа преобразования химической энергии органического топлива в электричество через тепловой цикл, топливные элементы позволяют получить электричество из органического сырья в электрохимическом процессе напрямую. Соответственно, снимаются фундаментальные ограничения на КПД, присущие тепловому циклу, и в результате