

УДК 621.391.82

ОЦЕНКА ЗАЩИЩЕННОСТИ КАНАЛОВ УТЕЧКИ ВИДЕОКАДРОВ ПАССИВНЫМИ МЕТОДАМИ ШИМ-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

С.В. ХАРЧЕНКО, В.К. ЖЕЛЕЗНЯК

*Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»,
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

Цель доклада: провести анализ тонкой структуры информационных составляющих излучающихся сигналов ШИМ-преобразователя при питании СВТ и оценить эффективность внедрения схемно-конструктивных пассивных методов ЗИ при их внедрении в ШИМ-преобразователь при питании СВТ.

Для реализации цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Провести анализ тонкой структуры информационных составляющих излучающихся сигналов.
2. Предложить схемно-конструктивные пассивные методы ЗИ ШИМ-преобразователя СВТ. Внедрить предложенные схемно-конструктивные пассивные методы ЗИ.
3. На основе разработанной в докладе «Методика оценки защищенности видеоинформации ШИМ-преобразователя средств вычислительной техники (СВТ)» методики, провести анализ эффективности предложенных методов ЗИ.

Фильтрация. Необходимость использования фильтрации обуславливается тем, что информация может утекать по электрическим КУИ в виде кондуктивных помех, а фильтрация является основным средством ослабления кондуктивных помех.

Эффективность фильтрации определяется вносимым затуханием фильтра:

$$S = 20 \lg \left| \frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} \right|, \text{ или } S = 20 \lg \left| \frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2} \right|, \quad (1)$$

где \dot{U}_1, \dot{I}_1 – напряжение и ток помех на нагрузке в исходном состоянии, \dot{U}_2, \dot{I}_2 – напряжение и ток помех на нагрузке в цепи с фильтром [2].

Основными требованиями, предъявляемыми к фильтру, являются следующие:

1. Обеспечение заданной эффективности фильтрации в требуемом частотном диапазоне $S(f)$;
2. Ограничение допустимого падения постоянного или переменного напряжения на фильтре при максимальном токе нагрузки;
3. Ограничения по требованиям техники безопасности допустимого значения реактивной составляющей тока на основной частоте;
4. Обеспечение допустимых нелинейных искажений питающего напряжения, определяющих требования к линейности фильтра;
5. Элементы фильтра должны выбираться с учетом номинальных токов и напряжений электрической цепи, а также возможных возникающих в ней бросков напряжений и токов, вызванных нестабильностью электрического режима и переходными процессами;
6. Конструктивные: эффективность экранирования, минимальные габаритные размеры и масса, обеспечение нормального теплового режима, стойкость к механическим и климатическим воздействиям, технологичность конструкции и т. д. [2]

Для ослабления широкополосной помехи на верхних частотах, в цепь прохождения сигнала следует включить те или иные разновидности фильтров нижних частот. Для ослабления узкополосной помехи используются узкополосные режекторные фильтры, а на частотах свыше 100 МГц, в качестве режекторных фильтров, часто используют полуволновые или четвертьволновые отрезки длинных линий.

Поскольку индуктивные фильтры отражают высокочастотные сигналы, они могут быть причиной стоячих волн и, следовательно, повышения уровня излучаемых помех. Кроме того, индуктивные фильтры часто резонируют, так что помехи на определенных частотах

могут даже увеличиться и данный фильтр может только усугубить ситуацию. Применение фильтров с потерями, которые превращают энергию паразитных сигналов в тепло, вышеуказанные проблемы не возникают. Простейшим таким фильтром является надетое на проводник ферритовое кольцо, которое на низких частотах является хорошим проводником, а на частотах 1–100 МГц его сопротивление равно 50–200 Ом и более

Так же необходимо подавлять дифференциальную помеху, проходящую по одной линии и синфазную помеху, проходящую по всем линиям. Для подавления синфазной помехи в фильтр питания добавляется синфазный дроссель. Дифференциальную помеху можно подавить стандартной LC сборкой.

Фильтрация кондуктивных помех исследуемого ШИМ-преобразователя питания производилась при помощи серийного сетевого фильтра, используемого в ОАО «Конструкторское бюро Дисплей», для фильтрации кондуктивных помех цепей питания видеомониторов. Типовая схема используемого фильтра представлена на рисунке 1.

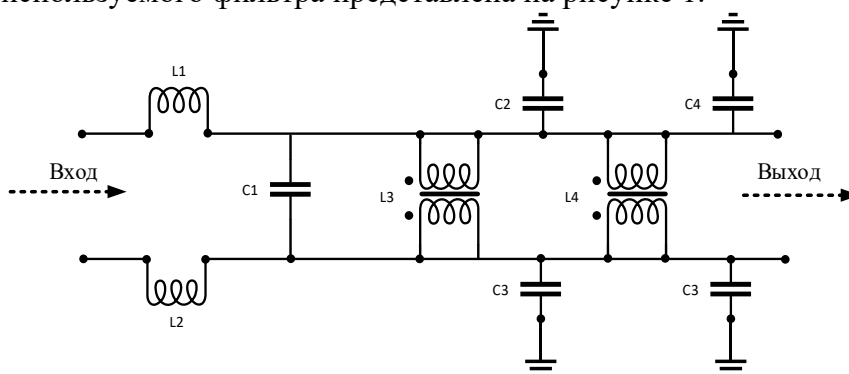


Рис. 1. Типовая схема сетевого фильтра

Данный фильтр подключался на вход ШИМ-преобразователя питания. Основная задача данного фильтра, фильтрация синфазных (за счет синфазных дросселей) и дифференциальных (за счет LC-цепочек) помех.

Экранирование. При решении задач экранирования, как только разработана структурная схема и определены необходимые уровни высокочастотных напряжений в различных ее точках, необходимо выделить цепи, чувствительные к паразитным излучениям, и возможные источники таких излучений. Обладая подобными сведениями, можно приступить к выбору материала экранов.

Коэффициент экранирования $K_{\text{э}}$ представляет собой отношение напряженности электрического $\dot{E}_{\text{э}}$ или магнитного $\dot{H}_{\text{э}}$ поля в какой либо точке защищаемого пространства при наличие экрана к напряженности \dot{E} или \dot{H} воздействующего поля в той же точке при отсутствии экрана [2]:

$$K_{\text{э}} = \frac{\dot{E}_{\text{э}}}{\dot{E}} \quad \text{или} \quad K_{\text{э}} = \frac{\dot{H}_{\text{э}}}{\dot{H}}. \quad (2)$$

Волна, падающая на экран, частично отражается, а частично проходит в экран. Амплитуды обеих составляющих зависят от поверхностного сопротивления материала, из которого выполнен экран, и волнового сопротивления падающей волны. Прошедшая волна в материале экрана частично поглощается. На выходе из толщи экрана волна опять частично отражается, а частично проходит уже в экранируемую область.

Таким образом экранирующий эффект для падающих волн легко рассчитывается по формуле:

$$S \text{ [дБ]} = R + A + B, \quad (3)$$

где R , A , B – затухание при отражении, поглощении, и внутреннем отражении соответственно, дБ [2].

Следует иметь ввиду, что установка экранов для уменьшения помех может привести к резонансам в экране, вероятность которого возрастает, когда наибольший размер экрана близок к половине длины волны излучения.

Влияние щелей и других неоднородностей экранов. Как известно, при падении на проводящий экран с прорезью волны, магнитные силовые линии поля вызывают в экране токи и, если прорезь оказывается перпендикулярно направлению наведенного тока, то на прорези возникает разность потенциалов, которая и является источником вторичного паразитного излучения экрана в пространство. Таким образом, наличие щели в экране всегда снижает его эффективность.

Заменой прорези на ряд мелких отверстий можно снизить сопротивление наведенному току, а, следовательно, и уменьшить разность потенциалов между сторонами отверстия, т. е. снизить излучения через отверстия.

Экранирование исследуемого ШИМ-преобразователя питания. Экранирование осуществлялось при помощи тонкого латунового листа, из которого был выгнут экран. Образовавшиеся щели заклеивались алюминиевой липкой лентой. Преобразователь питания вместе с сетевым фильтром оборачивался никелевой тканью в несколько слоев, и крепко ужимался. Апплеткой экранировался соединительный кабель питания ШИМ-преобразователя и видеомонитора. На концах кабеля, оплетка была по периметру плотно прижата к никелевой ленте, являющейся экраном соответственно ШИМ-преобразователя питания и монитора. Все экраны были заземлены. Сопротивление шины заземления не более 2,5 Ом.

Заземление. Очень часто причиной тех или иных помех могут быть ошибки в заземлении, поэтому этот вопрос следует рассмотреть несколько подробнее.

Наряду с известными функциями защиты и безопасности заземляющая система должна: представлять собой цепь опорного источника напряжения; обеспечивать сигнальные и силовые цепи возврата; препятствовать появлению вблизи антенн высокочастотных потенциалов и свести к минимуму нежелательные паразитные связи между сигналами.

Протекание токов в системе заземления приводит к разности потенциалов, которая, для обеспечения нормальной работы оборудования, должна быть невелика по сравнению с амплитудой сигнала. Поэтому при проектировании системы заземления следует поддерживать импеданс заземления на как можно более низком уровне.

Чтобы снизить сопротивление связи, необходимо ограничивать размер системы заземления. Заземление различных устройств сложной системы в одной точке позволяет теоретически исключить влияние общего сопротивления заземления.

Оценка защищенности КУИ ШИМ-преобразователя СВТ. Исследования проводилась на основе методики оценки защищенности информации ШИМ-преобразователя СВТ, предложенной в соответствующей статье [5].

На рисунках 2 (Э КУИ) – 3 (ЭМ КУИ) предоставлены обнаруженные спектры исследуемых сигналов на нечетных гармониках информационного сигнала до и после внедрения пассивных методов ЗИ, описанных выше.

Анализ тонкой структуры информационных сигналов, а также внедрение схемно-конструктивных пассивных методов защиты информации позволил понизить порог обнаружения и повысить точность оценки защищенности ШИМ-преобразователя СВТ.

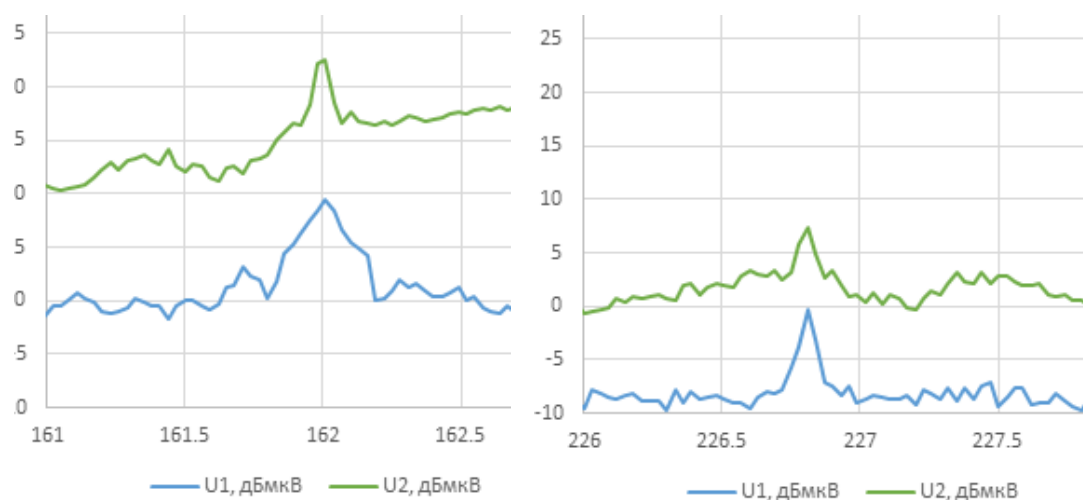


Рис. 2.1. Спектры 5-й и 7-й гармоник информационного сигнала

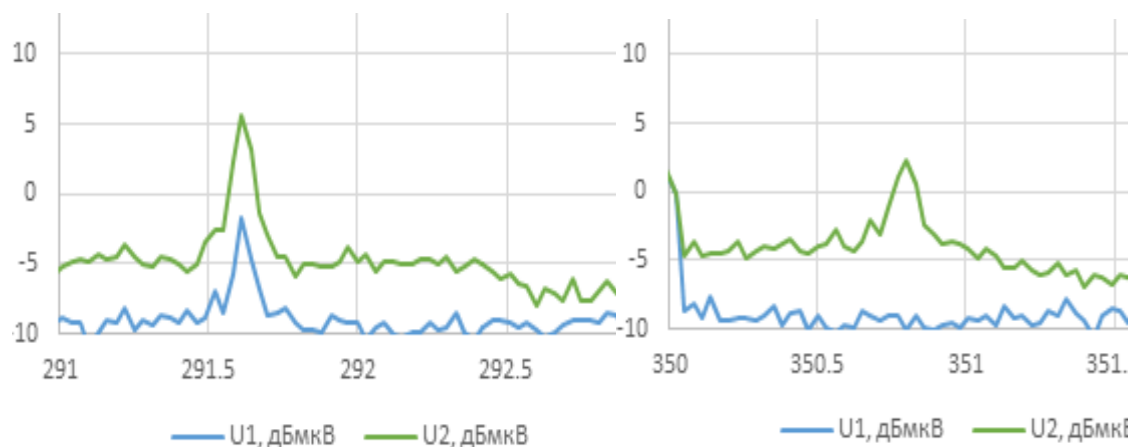


Рис. 2.2. Спектры 5-й и 7-й гармоник информационного сигнала

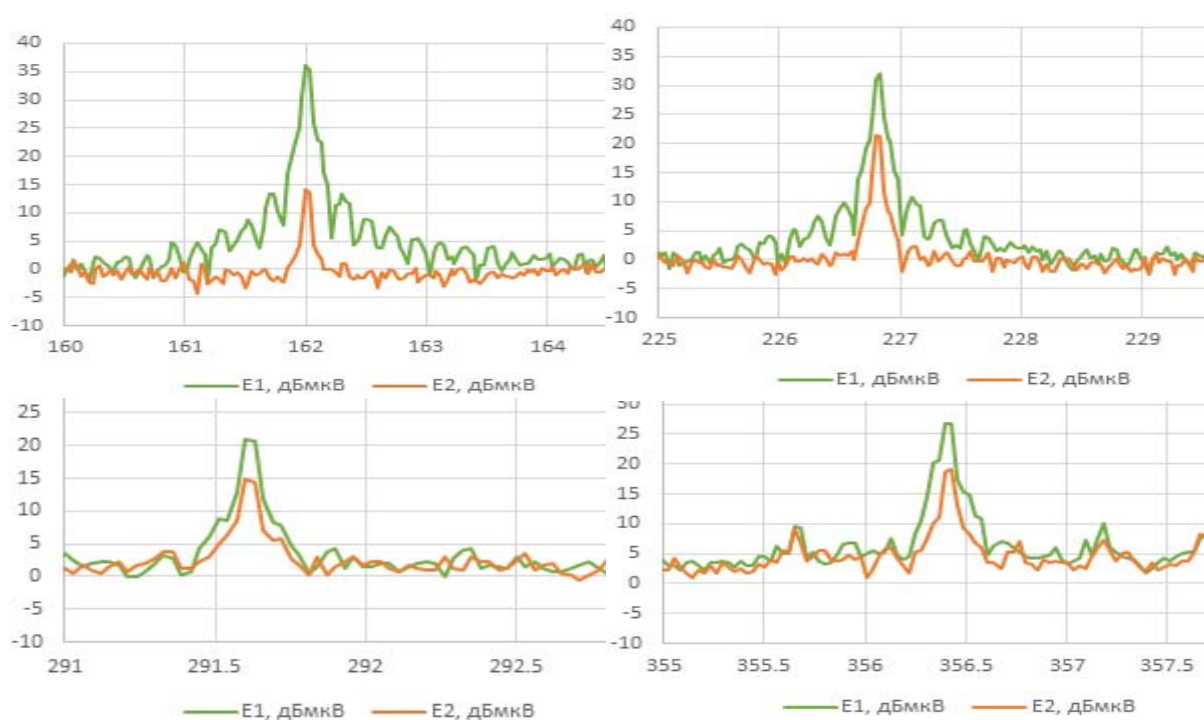


Рис. 3. Спектры 3-й, 5-й, 7-й и 9-й гармоник информационного сигнала

Список литературы

1. Железняк, В. К. Защита информации от утечки по техническим каналам : учеб. пособие / В. К. Железняк. – СПб. : ГУАП, 2006. – 188 с.
2. Князев, А. Д. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости // А. Д. Князев, Л. Н. Кечиев, Б. В. Петров. – М. : Радио и связь, 1989. – 224 с.
3. Бузов, Г. А. Защита от утечки информации по техническим каналам : учеб. пособие / Г. А. Бузов, С. В. Калинин, А. В. Кондратьев. – М. : Горячая линия – Телеком, 2005. – 416 с.
4. Уайт, Д. Электромагнитная совместимость и непреднамеренные помехи / Д. Уайт. – М. : Советское радио, 1977. – 352 с.
5. Князев, А. Д. Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств / А. Д. Князев. – М. : Радио и связь, 1984. – 336 с.