

сы импульс (V_3) амплитудой в 1,3 раза меньше амплитуды исходного сигнала.

Таким образом, получено, что добавление TVS-сборки приводит к уменьшению амплитуды сигнала в конце второго отрезка в 1,3 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гизатуллин Р.М., Гизатуллин З.М. Помехоустойчивость и информационная безопасность вычислительной техники при электромагнитных воздействиях по сети электропитания. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – 142 с.

2. Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р., Калимулин И.Ф. Новые решения для обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата. – Томск: Изд-во ТУСУРа, 2016. – 288 с.

3. Модальный фильтр с TVS-сборкой для защиты сети FastEthernet / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов, И.Е. Сомотин // Доклады ТУСУРа. – 2010. – № 2(22), ч. 2. – С. 160–163.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩЕГО ФИЛЬТРА ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

И.П. Ромашов, Р.Р. Хажибеков, студенты

Научный руководитель А.М. Заболоцкий, профессор, д.т.н.

г. Томск, ТУСУР, sagittariusigor@mail.ru

В настоящее время в большинстве устройств постоянного тока используются импульсные блоки питания (ИБП). ИБП могут быть как внешними, так и встроенными. Эти устройства являются источниками интенсивных электромагнитных помех. Так как сигналы представляют собой периодическую последовательность импульсов, их спектры могут занимать диапазон частот шириной в несколько мегагерц. Также ИБП восприимчивы к влиянию внешних электромагнитных помех. В связи с этими недостатками возникает необходимость в подавлении помех, которые они генерируют и наводят в сеть питания, и защите их от внешних помех. Для этих целей используют фильтры подавления электромагнитных помех, или помехоподавляющие фильтры.

Цель данной работы – моделирование помехоподавляющего фильтра блока питания персонального компьютера.

На рис. 1 представлена фотография фильтра блока питания персонального компьютера (ПК). Этот фильтр работает как в прямом, так и обратном направлении и ослабляет как входящие, так и исходящие помехи. Конденсаторы C_{Y1} , C_{Y1} и дроссель L_Y подавляют синфазные помехи, которые воздействуют на изоляцию проводов относительно

земли и могут вести к электрическим пробоям. Также может происходить частичное или полное преобразование синфазной помехи в противофазную. Конденсатор C_X выполняет подавление противофазных помех, которые могут быть восприняты как управляющие сигналы и вызвать ложные срабатывания устройства.

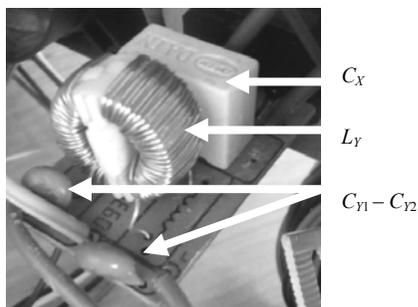


Рис. 1. Фотография помехоподавляющего фильтра блока питания ПК: C_X – конденсатор подавления противофазной помехи; C_{Y1} и C_{Y2} – конденсаторы подавления синфазной помехи; L_Y – синфазный дроссель

Принципиальная схема защиты блока питания показана на рис. 2, *а*. Емкости конденсаторов равны $C_X = C_{Y1} = C_{Y2} = 0,22$ мкФ. Индуктивности равны $L1 = L2 = 5$ мкГн. На рис. 2, *б*, *в* представлены эквивалентные схемы для общей и дифференциальной моды, емкость $C_Y = 0,11$ мкФ, индуктивность $L = 17$ мкГн. Сопротивления $R_r = R_n = 50$ Ом.

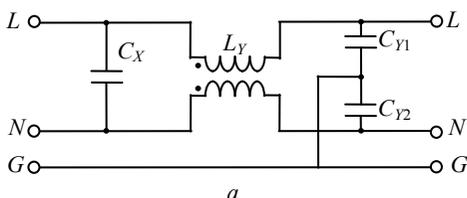


Рис. 2 (начало)

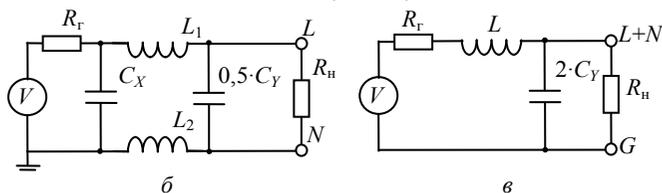


Рис. 2 (окончание). Принципиальная схема фильтра блока питания ПК (*а*); эквивалентные схемы для дифференциальной моды (*б*) и общей моды (*в*)

Полоса пропускания схемы для общей моды равна 4,4 кГц, частота среза $f_{cp} = 4,4$ кГц, максимальное затухание 40 дБ/дек. В схеме для дифференциальной моды полоса пропускания 8,2 кГц, $f_{cp} = 8,2$ кГц, максимальное затухание составляет 40 дБ/дек.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКРАНИРОВАНИЯ КОРПУСОМ С АПЕРТУРОЙ

А.А. Иванов, магистрант

Научный руководитель М.Е. Комнатнов, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, anton.ivvv@gmail.com

Экранирование металлическим корпусом широко используется как конструкторское средство обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). На ранних этапах проектирования РЭА целесообразно вычисление значения эффективности экранирования (ЭЭ) с помощью аналитических методов [1, 2]. Существенное влияние на ЭЭ корпусом оказывают апертуры, находящиеся в его стенках, что требует введения выражений, учитывающих расположение и геометрические параметры апертуры, в алгоритм расчета. Так, в работе [3] апертура во фронтальной стенке корпуса рассматривается как щелевая линия передачи (ЛП). Влияние апертуры учитывается путем введения импеданса фронтальной стенки Z_{ap} , полученного как произведение сопротивления двух короткозамкнутых отрезков ЛП и корректирующего коэффициента l/a , полученного геометрически и вводимого для согласования между корпусом и апертурой:

$$Z_{ap} = \frac{1}{2} \frac{l}{a} jZ_0 \operatorname{tg} \frac{k_0 l}{2}.$$

При этом положение апертуры оказывается ограничено центром фронтальной стенки корпуса. В работе [4] аналогичный подход расширен для обеспечения возможности смещения апертуры из центра фронтальной стенки, путем введения коэффициента связи C_m , полученного из электродинамического описания поля в корпусе и апертуре. В работе [5] предложен альтернативный подход представления фронтальной стенки корпуса с апертурой в качестве комбинации несимметричных емкостной и индуктивной диафрагм (рис. 1). Сопротивление стенки с апертурой может быть найдено как

$$Z_{ap} = \frac{1}{Y_C + Y_L + Y_1 + Y_2}, \quad (1)$$

где Y_C и Y_L – проводимости емкостной и индуктивной диафрагм; Y_1 и Y_2 – проводимости, соответствующие изменению площади поперечного сечения фронтальной стенки корпуса с полным раскрытием путем