

УДК 621.372.2.052.3.018.78

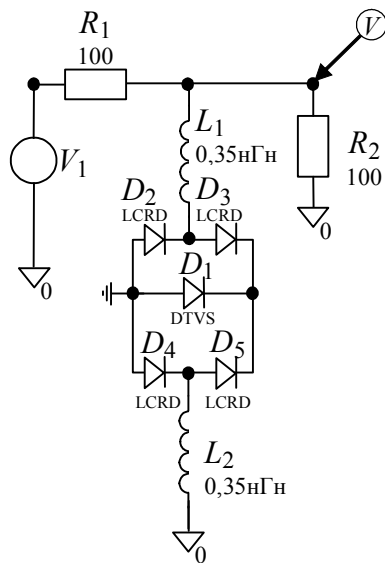
А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов, И.Е. Самотин

Модальный фильтр с TVS-сборкой для защиты сети Fast Ethernet

Приведены принципиальные схемы модального фильтра с TVS-сборкой. Для сети Fast Ethernet представлены результаты Spice-моделирования. Показаны достоинства и особенности совместного использования модального фильтра и TVS-сборки.

Ключевые слова: модальный фильтр, Spice-анализ, TVS-сборка.

Современные устройства защиты, используемые для защиты сети Fast Ethernet, состоят из нескольких уровней. Отклонение максимальной доли энергии опасного импульсного воздействия производится на первичном уровне, а последующие работают с остаточными напряжениями и токами. При этом у мощных защитных элементов ограниченный срок службы, и через некоторое время работы они требуют замены, а у быстродействующих – ограничен диапазон рабочих напряжений и токов. Следовательно, необходимо создание новых устройств защиты, способных компенсировать недостатки существующих защитных элементов. Поэтому было разработано новое устройство защиты от опасных импульсных воздействий амплитудой 500 В, состоящее из модального фильтра [1] и TVS-сборки LC03-3.3 [2] (TVS – transient voltage supressor диоды называют в отечественной литературе также «супрессорами» или «полупроводниковыми ограничителями напряжения (ПОН)»).



Цель данной работы – исследовать различные возможности совместного использования модальных фильтров и TVS-сборок.

Spice-анализ схем с модальным фильтром выполнялся в системе компьютерного моделирования DesignLab, которая позволяет приблизительно (без точного учета потерь и дисперсии) моделировать сам модальный фильтр и довольно точно (если есть точные Spice-модели) моделировать схемы с полупроводниковыми приборами защиты, а также выполнять их совместное моделирование. Рассматриваемые схемы, созданные в DesignLab, представлены на рис. 1– 4.

Рис. 1. Схема, состоящая из эквивалентных схем источника воздействия и TVS-сборки LC03-3.3

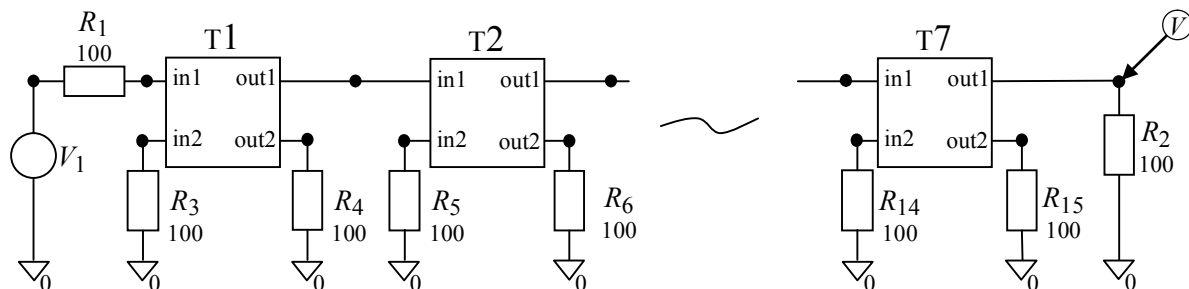


Рис. 2. Схема с модальным фильтром

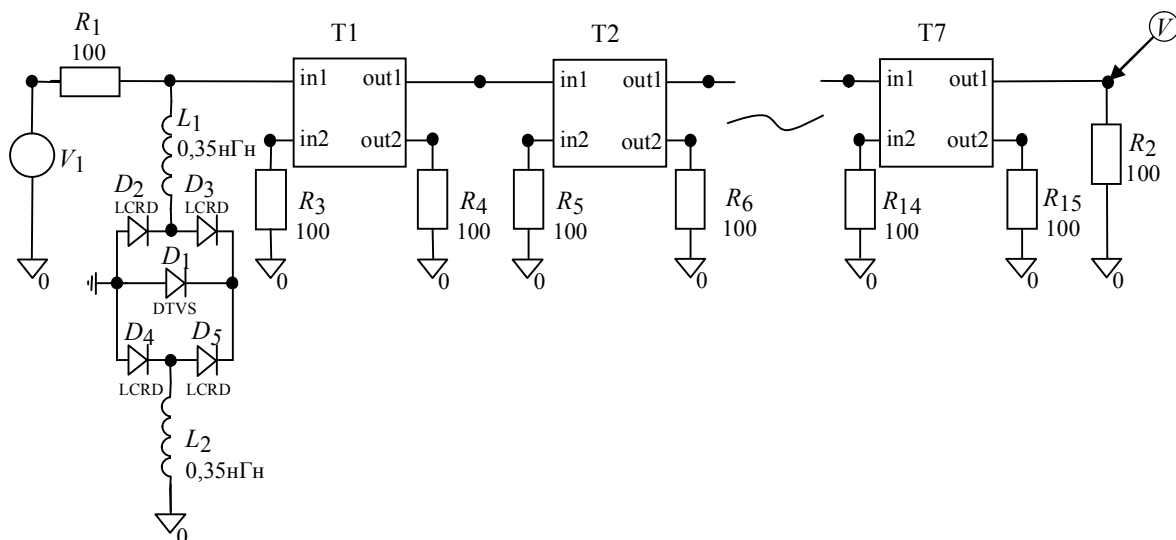


Рис. 3. Схема с TVS-сборкой и модальным фильтром

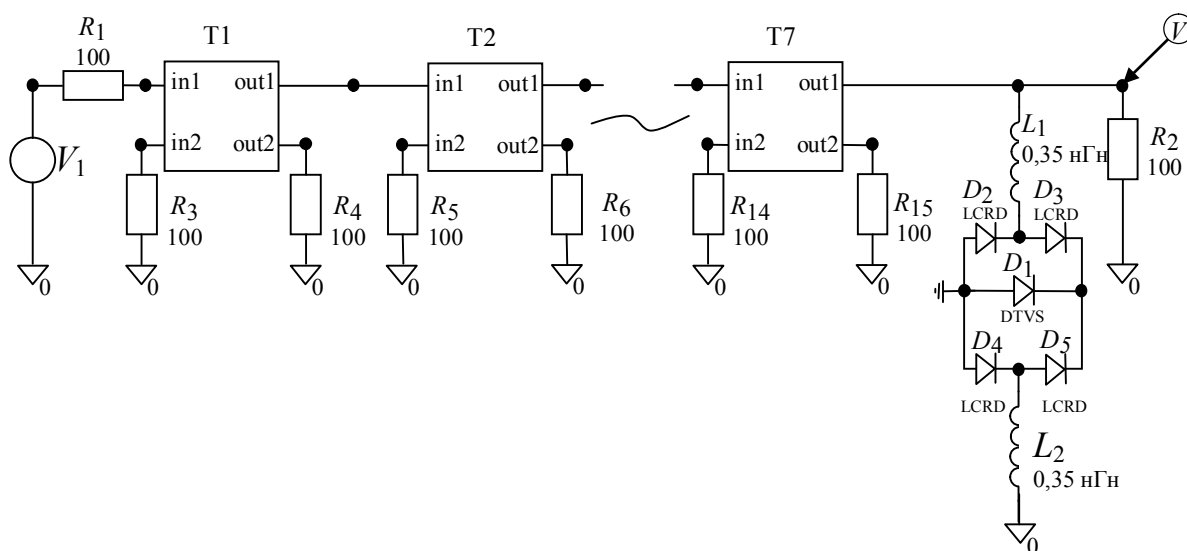


Рис. 4. Схема с модальным фильтром и TVS-сборкой

В качестве источника воздействия используется генератор импульса в форме трапеции (с равными временами фронта, плоской вершины и спада) с амплитудой ЭДС 1000 В. Длительность импульса по уровню 0,5 изменялась – 30, 150, 350 пс. Сопротивления резисторов на схеме равны 100 Ом. Паразитная индуктивность выводов TVS сборки LC03-3.3 – 0,35 нГн. Параметры модального фильтра приведены в [3]. Результаты моделирования для узла, обозначенного значком ∇ , представлены на рис. 5– 8.

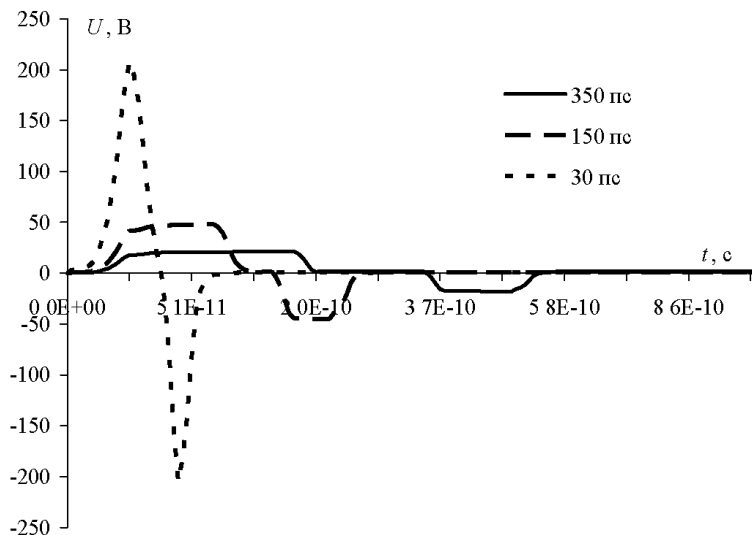


Рис. 5. Формы напряжения для рис. 1 (TVS-сборка)

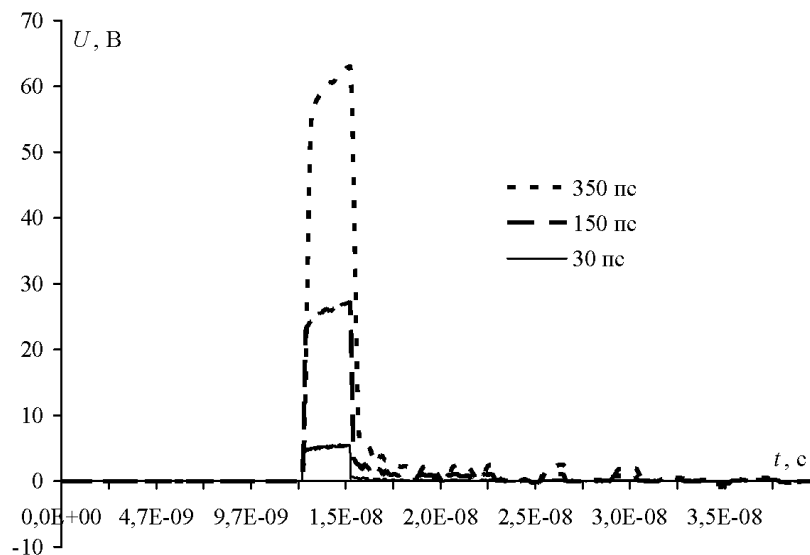


Рис. 6. Формы напряжения для рис. 2 (модальный фильтр)

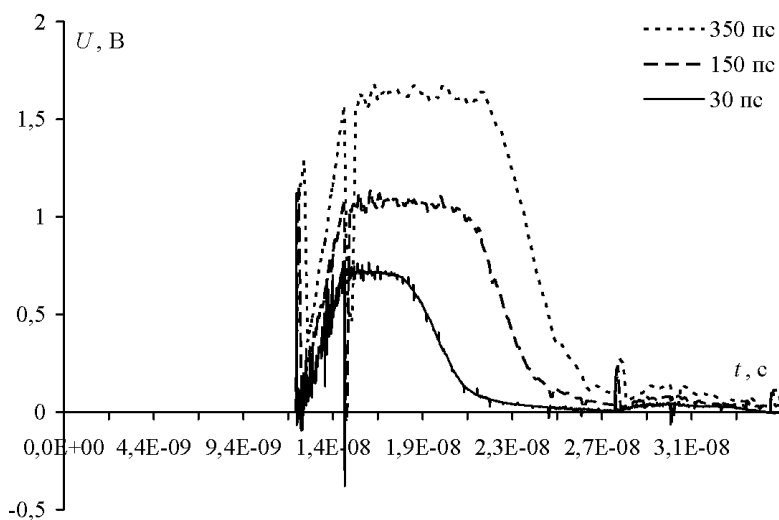


Рис. 7. Формы напряжения для рис. 3 (TVS-сборка+модальный фильтр)

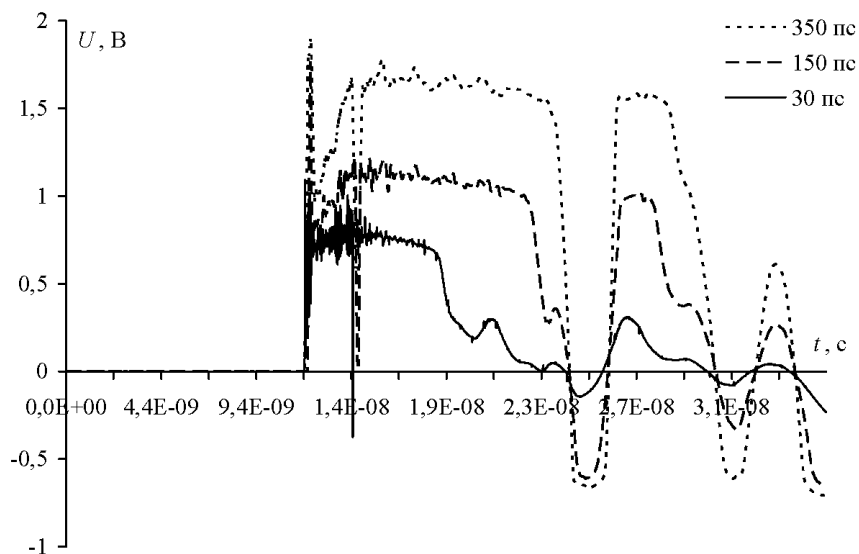


Рис. 8. Формы напряжения для рис. 4 (модальный фильтр+TVS-сборка)

Из рис. 5 видно, что после TVS-сборки при длительности импульса 30 пс появляется вторичная двухполярная помеха (из-за падения напряжения на паразитной индуктивности TVS-сборки) амплитудой 210 В, а для 350 пс – 21 В. Следовательно, для её уменьшения необходимо либо уменьшать индуктивность, что сделать не всегда возможно, либо использовать модальный фильтр. Использование только модального фильтра для подавления импульса длительностью 30 пс приводит к уменьшению импульса в 100 раз, но при увеличении длительности импульса амплитуда увеличивается (см. рис. 6). Совместное использование TVS-сборки и модального фильтра (см. рис. 7–8) приводит к максимальной амплитуде импульса ниже 2 В. Для рис. 7 чем короче импульс, тем больше амплитуда вторичной помехи после TVS-сборки, но тем сильнее модальный фильтр подавляет ее. Для рис. 8 чем короче импульс, тем меньше его амплитуда после модального фильтра, что благоприятно влияет на амплитуду помехи из-за паразитной индуктивности после TVS-сборки. Сводные данные приведены в таблице.

Длительности воздействующего импульса с ЭДС 1000 В, соответствующие значения напряжения в конце активного проводника, а также значения коэффициента ослабления

Тип схемы	$t_{0,5}$, пс	$U_{\text{вых}}$, В	$U_{\text{вых}}/U_{\text{вх}}$
Рис. 1 (TVS-сборка)	30	210	0,42
	150	30	0,06
	350	21	0,042
Рис. 2 (модальный фильтр)	30	5	0,01
	150	27	0,054
	350	63	0,126
Рис. 3 (TVS-сборка+модальный фильтр)	30	1,1	0,0022
	150	1,2	0,0024
	350	1,7	0,0034
Рис. 4 (модальный фильтр+ TVS-сборка)	30	1,09	0,0021
	150	1,76	0,0035
	350	1,9	0,0038

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в соответствии с договором № 2148 от 05.07.2010 г. в порядке реализации Постановления № 218 Правительства РФ.

Литература

1. Газизов Т.Р. Модальное разложение импульса в отрезках связанных линий как новый принцип защиты от коротких импульсов / Т.Р. Газизов, А.М. Заболоцкий // Технологии ЭМС (Москва). – 2006. – №4 (19). – С. 40–44.
2. Официальный сайт корпорации Semtech [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.semtech.com/images/datasheet/lc03_3v3.pdf, свободный (дата обращения 17.05.2010).
3. Разработка конструкции и технологии изготовления макетов модальных фильтров для сети Fast Ethernet / О.М. Кузнецова-Гаджибаева, Л.Н. Жеребцова, В.В. Поспелов и др. // Доклады ТУСУРа. – 2010. – № 2(22), ч. 2. – С. 164–168.

Заболоцкий Александр Михайлович

Науч. сотрудник каф. телевидения и управления ТУСУРа
Тел.: 8-913-824-23-06
Эл. почта: zabolotsky_am@mail.ru

Газизов Тальгат Рашитович

Канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотрудник ТУСУРа
Тел.: (382-2) 41-34-39
Эл. почта: talgat@tu.tusur.ru

Самотин Иван Евгеньевич

Аспирант каф. телевидения и управления ТУСУРа
Тел.: (382-2) 41-34-39
Эл. почта: iesam_84@mail.ru

Zabolotsky A.M., Gazizov T.R., Samotin I.E.

Modal filter with TVS-array for Fast Ethernet network protection

The circuit diagrams of modal filter with TVS-array are given. The Spice-simulation results for Fast Ethernet network are presented. Advantages and features of the combined usage of modal filter with TVS-array are shown.

Keywords: modal filter, Spice-analysis, TVS-array.