

Литература

1. Комнатнов М. Е., Газизов Т. Р., Дементьев А. С. Моделирование эффективности экранирования металлической пластиной для бортовой аппаратуры космического аппарата // Доклады ТУСУРа. 2011. №2 (24), ч. 1. С. 133 – 136.
2. *Effective Permittivity of Shielding Pocomposite Materials for Microwave Frequencies* / V. Preault [et al.] // IEEE Trans. on Electromagnetic Pompatibility. 2013. Vol. 55, № 6. P. 1178 – 1186.
3. *Setup for EMI Shielding Effectiveness Tests of Electrically Pconductive Polymer Pocomposites at Frequencies up to 3.0 GHz* / R. Valente [et al.] // IEEE Access. 2017. Vol. 5. P. 16665 – 16675.
4. Donohoe J. P., Jun Xu, Pittman C. U., Jr. Variability of dual TEM cell shielding effectiveness measurements for vapor grown carbon nanofiber/vinyl ester composites // Inter. Symp. on Electromagnetic Pompatibility. 2005. Vol. 1. P. 190 – 194.

УДК 621.389

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ Н-МОСТА ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЭКРАНИРОВАННОЙ КАМЕРЫ

Собко А. А.

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Для управления традиционными мостовыми схемами типа Н-моста необходимо наличие не менее двух сигналов широтно-импульсной модуляции (ШИМ), что усложняет управление большим количеством нагрузок. Также микроконтроллеры имеют ограниченное количество выводов с аппаратной реализацией ШИМ-сигнала. Для терморегулятора [1] климатической экранированной камеры разработан Н-мост [2], управляемый одним ШИМ-сигналом. Н-мост необходим для регулирования температуры внешней поверхности ТЕМ-камеры посредством элементов Пельтье (ЭП). Регулирование температуры (нагрев/охлаждение) поверхности ТЕМ-камеры необходимо производить с высокой точностью, что задает определенные требования на параметры используемых Н-мостов. Важнейшим параметром становится правильность формы выходного сигнала Н-моста.

Цель работы – выполнить измерения параметров разработанного Н-моста в составе терморегулятора климатической экранированной камеры.

Основным отличием от традиционных схем является наличие в схеме разработанного Н-моста (рис. 1) дополнительных активного (АЕ5) и управляющего (РЕ3) элементов, которые позволяют управлять Н-мостом, используя один ШИМ-сигнал, что вдвое снижает количество используемых выводов ШИМ-сигнала микроконтроллера. Элементы РЕ1 и РЕ2 управляются простым

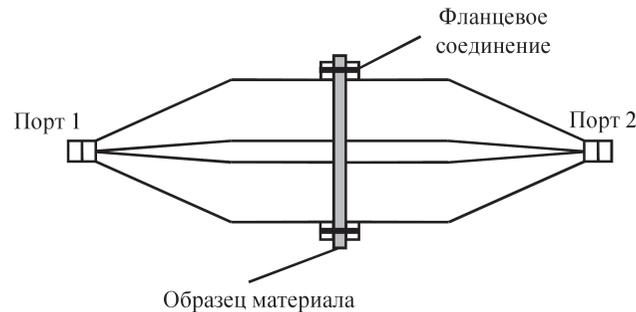


Рис. 1. Конструкция СТЕМ-камеры

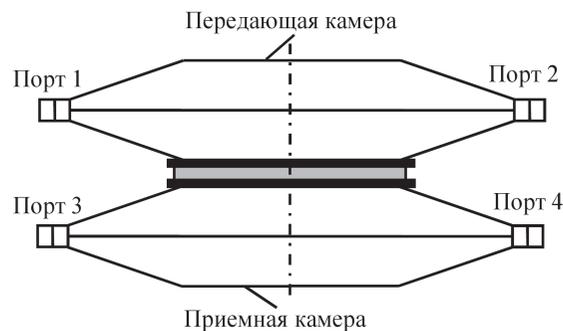


Рис. 2. Конструкция DТЕМ-камеры

ЭЭ также определяется через потери при распространении волны через образец, расположенный в апертуре. Связь между камерами описывается с помощью теории малых апертур, согласно которой распространение поля в приемной камере можно описать с помощью дипольного приближения [4]. На основе измеренных коэффициентов передачи без испытуемого образца (S_{41}^u, S_{31}^u) и с ним (S_{41}^l, S_{31}^l) ЭЭ по электрической и магнитной составляющим поля определяется как

С помощью представленных видов измерительных устройств возможно проведение быстрых и качественных измерений ЭЭ композитов, однако требуются дальнейшие исследования, направленные на расширение их рабочего диапазона.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI57417X0172.

сигналом логической единицы и управляют транзисторами АЕ1 – АЕ4, изменяющими направление протекания тока через ЭП посредством простого сигнала с уровнем логической единицы.

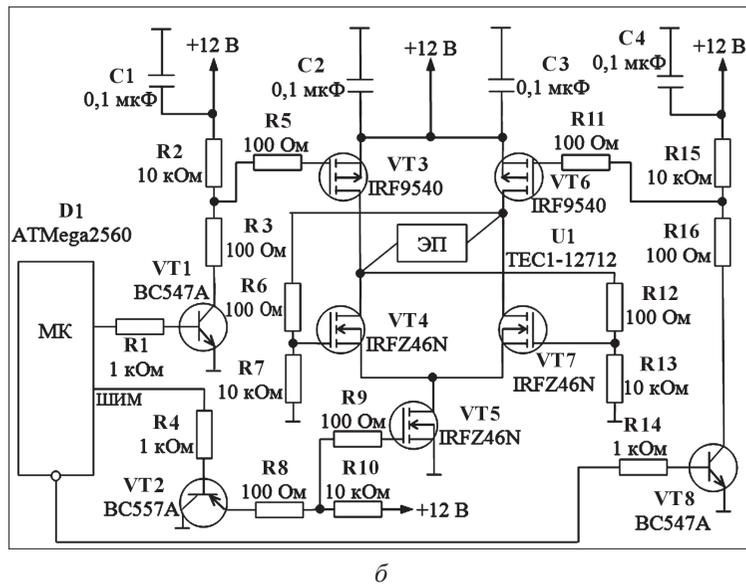
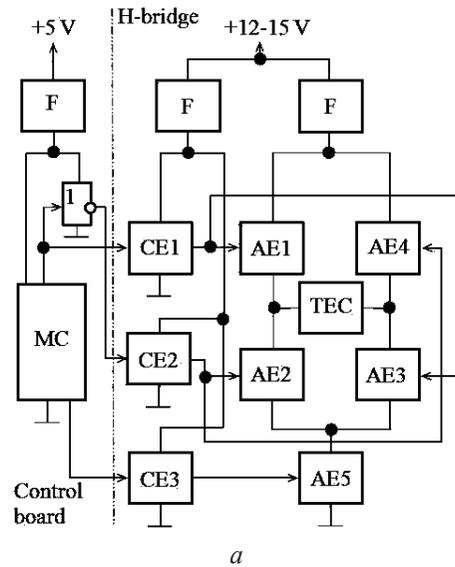


Рис. 1. Структурная (а) и принципиальная электрическая (б) схемы Н-моста

На вход Н-моста подается управляющий ШИМ-сигнал (рис. 2, а) с коэффициентом заполнения $D=90\%$, временем нарастания $t_{н1}=4\text{ мкс}$ (рис. 2, б) и амплитудой 4,7 В. Измерены параметры и форма выходного сигнала на ЭП (рис. 2, в).

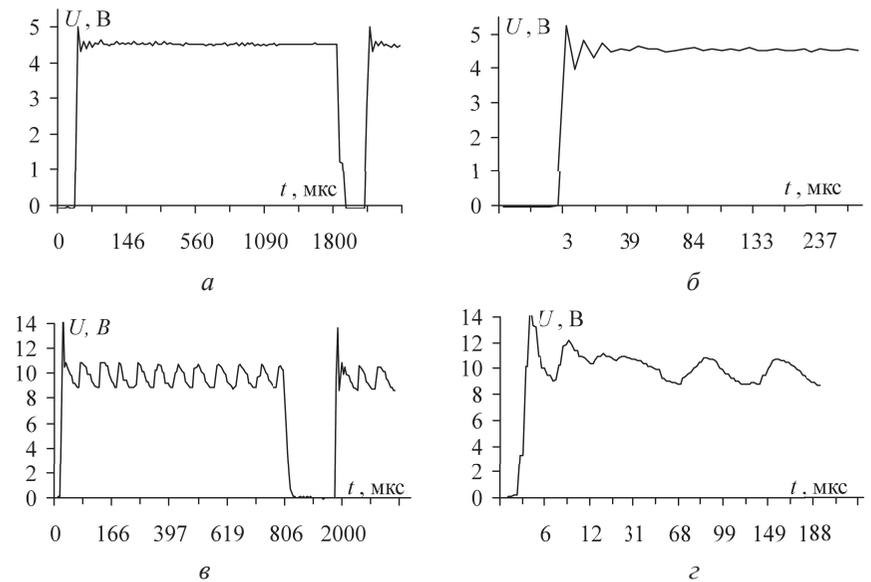


Рис. 2. Формы импульсов ШИМ на входе (а, б) и на выходе (в, г) Н-моста

Из рис. 2, г видно, что время нарастания увеличилось на 1 мкс и составило $t_{н2}=5\text{ мкс}$. Также наблюдаются пульсации длительностью 40 мкс, что может быть устранено включением конденсатора емкостью 0,1 мкФ на выходе Н-моста.

Таким образом, разработанный Н-мост может использоваться в составе терморегулятора климатической экранированной камеры после схемотехнической доработки, устраняющей пульсации плоской вершины выходного импульса.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI57417X0172.

Литература

1. Собко А. А., Комнатнов М. Е. Усовершенствование платы управления терморегулятором климатической экранированной камеры // Электронные средства и системы управления : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. Томск : В-Спектр, 2016. Т. 1-1. С. 225, 226.

2. *H*-мост на мощных полевых транзисторах, управляемый одним ШИМ-сигналом / А. А. Собко [и др.] // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2016 : сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф. : в 4 т. Рязань, 2016. Т. 1. Р. 15 – 17.

УДК 621.3

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЫЧКИ МЕЖДУ ПРОВОДНИКАМИ НА ФОРМУ И АМПЛИТУДУ СВЕРХКОРОТКОГО ИМПУЛЬСА В ВИТКЕ МЕАНДРОВОЙ ЛИНИИ

Носов А. В.

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Защита бортовой радиоэлектронной аппаратуры от различных воздействий (как внутрисистемных, так и внешних) становится все актуальнее. Наиболее важной представляется защита от импульсов с длительностью, близкой к наносекундному диапазону [1]. Для этого используются как схемотехнические, так и конструктивные решения, имеющие вместе с тем ряд недостатков, основными из которых являются малая мощность и быстродействие реализующих их устройств [2].

Исходя из вышесказанного, предложен подход, основанный на разложении сверхкороткого импульса в витке меандровой линии задержки на последовательность импульсов меньшей амплитуды [3]. Однако данные исследования выполнены без учета перемычки между проводниками, которая может оказать влияние на форму и амплитуду импульса на выходе линии. Таким образом, для достижения поставленной цели необходимо построить поперечное сечение исследуемой линии [4] с учетом перемычки между проводниками (рис. 1), задать сверхкороткий импульс в качестве воздействующего и вычислить отклик на заданное воздействие.

Параметры поперечного сечения исследуемой линии следующие: $w=300$ мкм, $t=105$ мкм, $s=23$ мкм, $h=510$ мкм, $\epsilon_{rc}=10$. Длина линии и перемычки между проводниками $l = 45$ м и $l_{\pi} = s$ соответственно.

Значения сопротивлений $R1$ и $R2$ приняты равными среднему геометрическому значению волновых сопротивлений четной и нечетной мод линии $(Z_c Z_o)^{0,5} \approx 35,76$ Ом. Значения емкостей $C1$ и $C2$ вычислены по формуле емкости плоского конденсатора и составляют $0,0156$ пФ:

$$C_1, C_2 = \epsilon_0 \epsilon_{rc} \frac{s}{d}. \quad (1)$$

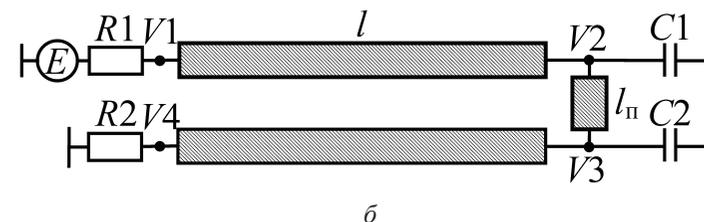
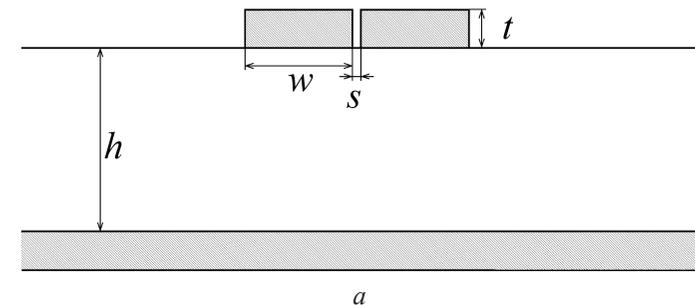


Рис. 1. Поперечное сечение (а) и схема соединений (б) исследуемой линии

После преобразований выражение (1) для исследуемой структуры примет вид

$$C_1, C_2 = \epsilon_0 \epsilon_{rc} \frac{w^2}{h}. \quad (2)$$

Формы сигнала в конце исследуемой линии определены с учетом перемычки и без нее. Из рис. 2 видно, что учет перемычки при моделировании практически не оказывает влияния на форму и амплитуду сигнала на выходе линии. Амплитуда с учетом перемычки и емкостей возрастает на 2 мВ, а задержки импульсов нечетной и четной мод по уровню 0,5 увеличиваются на 1 и 2 пс соответственно. Стоит отметить, что учет перемычки без учета емкостей не оказывает влияния на формы и амплитуды импульсов на выходе исследуемой линии.

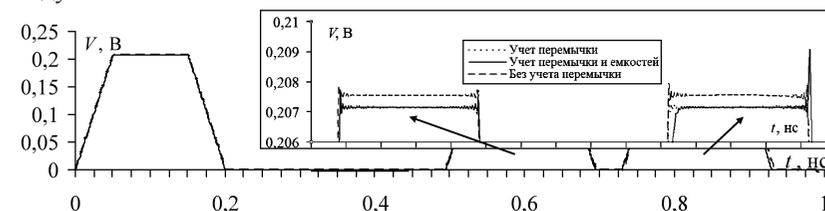


Рис. 2. Формы сигналов на выходе исследуемой линии