

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Харьковский национальный университет радиоэлектроники

**ПРОБЛЕМЫ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
СОВМЕСТИМОСТИ
ПЕРСПЕКТИВНЫХ
БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ СВЯЗИ
(ЭМС – 2016)**

Сборник научных трудов второй международной
научно-технической конференции
Харьков 24 -25 мая 2016 г.

Харьков 2016

УДК 621.37/.39

Проблемы электромагнитной совместимости перспективных беспроводных сетей связи (ЭМС-2016): Сборник научных трудов второй международной научно-технической конференции, Харьков 24-25 мая 2015 г. / М-во образования и науки Украины, Харьковский национальный университет радиоэлектроники. – Харьков: ХНУРЭ, 2016. – 104 с.

В сборник включены научные доклады участников второй Международной научно-технической конференции «Проблемы электромагнитной совместимости перспективных беспроводных сетей связи» (ЭМС-2016).

Издание подготовлено кафедрой телекоммуникационных систем
<http://tcs.kharkov.ua/>

61166, Украина, Харьков, просп. Ленина, 14.
Тел./факс: +380 (57) 702-13-20,
+380 (57) 702-55-92.

E-mail: ems.conference.kture@gmail.com
<http://emc-2016-ru.weebly.com/>

© Харьковский национальный
университет радиоэлектроники, 2016

Как видно из рис. 3, удаление всего двух стержней в левой центральной части волновода позволило повысить нормированную величину потока мощности излучения, проходящего через волновод, до 0,4, а также позволило расширить полосу пропускания волновода до диапазона 1,85-2,2 мкм. Рис. 3 также показывает, что исходящий нормированный поток мощности излучения, проходящий через волновод и проходящий через всю правую границу практически совпадают (серая и оранжевая кривые в диапазоне длин волн 1,85-2,2 мкм, в пределах ФЗЗ). Отметим также, что полученная зависимость показывает, что у правой границы полосы пропускания волновода присутствуют значительные колебания исходящего потока мощности излучения.

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. L. Ouyhenart, V. Vigneras, "Photonic Crystals – Introduction, Applications and Theory", Published by InTech, pp. 267–290, March 2012.
2. J.D. Joannopoulos, R.D. Meade, and J.N. Winn, "Photonic Crystals", Princeton University Press, 1995.
3. Jiaming Jin "The finite element method in electromagnetics", John Wiley & Sons Inc., pp. 5-9, 2002.
4. A.I. Filipenko, A.N. Donskov "Influence of Geometrical Structure on the Pass Band of 2-D Photonic Crystal Filter", Telecommunications And Radio Engineering, pp. 985-993, volume 73, 2014, ISSN 0040-2508
5. A. I. Filipenko, A. N. Donskov, "Investigation of the 2-D Photonic Crystal Filter", International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL 2013), pp. 58-59, 2013. ISBN: 978-1-4799-0019-0

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭМС РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ НА ЭТАПЕ ТРАССИРОВКИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Боцман А.С., Жарикова И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Науки, каф. ТАПР, тел. (057) 702-14-86
E-mail: bas-2012@yandex.ua; тел. +38-099-901-31-85

The problems of electronic devices electromagnetic compatibility at the stage of PCB tracing are considered. In particular, the methods to reduce the impact of reverse currents in electrical circuits are analyzed.

ВВЕДЕНИЕ

Электромагнитная совместимость (ЭМС) электронной схемы определяется, главным образом, тем, как компоненты расположены друг относительно друга и как выполнены электрические соединения между самими компонентами. Каждый ток, протекающий по проводнику, порождает обратный ток такой же величины, протекающий по соответствующему проводнику [1-2].

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОБРАТНЫХ ТОКОВ

Создающаяся петля представляет собой антенну, которая может излучать электромагнитную энергию с величиной, определяющей амплитудой тока, периодом повторения сигнала и геометрическими размерами токовой петли. На рис. 1 показаны пути токов для типовой схемы [3].

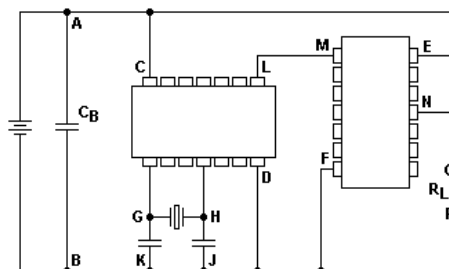


Рис. 1. Пути токов электронной схемы

Проводники, в различной степени способствующие генерации нежелательного излучения, разделены на следующие категории:

- шины питания создают петли А-С-D-B и А-E-F-B. По этим шинам передается энергия, необходимая для работы схемы. При этом потребляемая мощность не является постоянной величиной и зависит от состояний компонентов в определенный момент времени, поэтому все частотные составляющие, создающиеся этими компонентами, будут представлены на шинах питания. Из-за относительно высокого импеданса шин питания (обычно около 100 Ом) быстрые изменения токов не могут быть подавлены низким выходным сопротивлением источника питания, поэтому данная функция возлагается на разделительный (развязывающий) конденсатор C_B ;

- добавочные петли формируются сигнальными проводниками L-M-F-D и N-Q-P-F. Площади, создаваемые внутри этих петель, обычно малы, если сигналы располагаются внутри устройства. Эти шины необходимо также принимать во внимание, поскольку по таким проводникам часто передаются высокочастотные сигналы;

- петлю G-H-J-K создает схема генератора со своими компонентами. Ей должно быть уделено особое внимание, чтобы не допустить появления дополнительного излучения, потому как в этой части схемы обычно присутствуют высокочастотные сигналы. Размещение компонентов и разводка проводников в данной части схемы должны осуществляться так, чтобы минимизировать эффективные площади излучающих антенн.

МЕТОДЫ УМЕНЬШЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОМЕХ

К одному из наиболее критичных факторов, определяющих электромагнитную помеховую обстановку, можно отнести токовые выбросы. Наиболее значимым методом обеспечения ЭМС схемы является подавление помех на шинах питания.

На практике подавление помех на шинах питания рекомендуется производить включением рядом с интегральной схемой развязывающего керамического конденсатора C_B емкостью 100 нФ. Такой способ подавления помех является эффективным в цифровых системах. Тем не менее, он будет приводить лишь к незначительному уменьшению электромагнитных помех.

Также важным методом уменьшения воздействия помех на этапе трассировки печатной платы является корректное размещение электронных компонентов на ней.

На рисунке 2 показан один из предпочтительных вариантов, когда заземленная область (полигон) под интегральной схемой подключена к выводу GND ИС. Эта область обеспечивает распределение основной части линий поля, выходящих из ИС, между корпусом микросхемы и земляной областью.

Несущественно, где расположен развязывающий конденсатор – у вывода питания микросхемы V_{CC} или у ее общего вывода GND. Важно лишь то, чтобы паразитные индуктивности и эффективные площади антенн, образующихся при соединениях, были как можно меньше. Индуктивность L_{CH} , напротив, должна располагаться настолько близко к соответствующей части схемы, насколько это возможно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация ЭМС устройств начинается в первую очередь с разработки схем и выбора компонентов. Неправильные решения на ранних стадиях разработки часто могут быть скорректированы позднее лишь со значительными затратами времени и сил. Понимание принципов работы схемы абсолютно необходимо для выполнения требований ЭМС. Одним из основных условий этого является уменьшение эффективных площадей антенн. Например, в работе показано, что совершенно недостаточно иметь короткими только сигнальные проводники; проводники их возвратных токов также должны быть короткими.

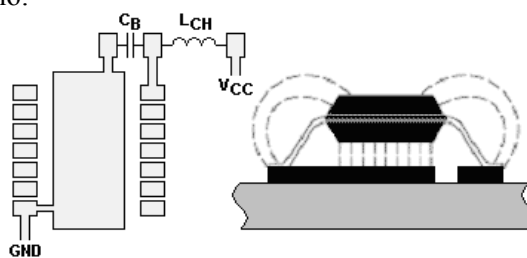


Рис. 2. Расположение ИС, C_B и L_{CH}

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Анализ электромагнитной совместимости печатных узлов радиоэлектронных средств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inotomsk.ru/products/analiz-elektromagnitnoy-sovmestimosti-pechatnykh-uzlov-radioelektronnykh-sredstv/>.
2. Невлюдова, В. В. Анализ электромагнитной совместимости компонентов радиотехнических систем на основе гибких коммутационных структур / В. В. Невлюдова, И.В. Жарикова // Первая международная научно-техническая конференция «Проблемы электромагнитной совместимости перспективных беспроводных сетей связи (ЭМС-2015)», 27 мая 2015 г., г. Харьков. – Х.: ХНУРЭ, 2015. – С. 116-118.
3. Разводка печатных плат для улучшения ЭМС [Электронный ресурс] / Texas Instruments Incorporated, 1996. – Режим доступа: <http://www.elart.narod.ru/articles/article21/article21.pdf>.
4. Картер, Б. Техника разводки печатных плат. Ч. 1 / Б. Картер // Chip News. – 2004. – №7 (90). – С.63-70.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКРАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РОТОРНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Зима И.И., Жирнов В.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина, 14, НИЦ ИИРЭСТ,
тел. (067) 922-59-02, Факс (057) 702-11-13, E-mail vzh@kture.kharkov.ua.

A lecture is sanctified to the questions of defence of operators of communication and radio-location networks from influence of rotor radiations, accompanying work of transmitter devices. Basic attention is spared to screening of rotor radiations.

ВВЕДЕНИЕ

Прогресс науки и техники способствует широкому внедрению во всех областях жизнедеятельности человека новых систем, машин, приборов и материалов. Наряду с повышением производительности труда эти рукотворные нововведения могут приводить к ухудшению его гигиенических условий. Так, под действием мощных магнитных, электрических и электромагнитных полей атмосферные пары и газы, находящиеся в геомагнитном поле, излучают роторные волны магнитной и электромагнитной природы с круговой поляризацией магнитного вектора [1,2,3]. Их существование обусловлено, во-первых, электрическим зарядом частиц. Любое воздействие на заряженную частицу в околоземном пространстве сопровождается ее перемещением в геомагнитном поле. При этом любое поступательное движение становится спиральным (роторным), а спектр излучений получает соответствующую роторную составляющую. Во-вторых, в излучении роторных волн также участвуют частицы атмосферы, имеющие нескомпенсированный магнитный момент. Воздействие на частицы магнитной компоненты электромагнитных полей вызывает их квантовые магнитные переходы и испускание электромагнитной энергии в диапазонах гирромагнитных частот частиц. Для естественных условий геомагнитного поля диапазон роторных излучений протонов расположен в области сверхдлинных волн ($10^3 \dots 10^4$ Гц), а электронов – в области средних волн ($10^6 \dots 10^7$ Гц). Атмосфера как бы переизлучает СВЧ импульсы на гирромагнитных частотах частиц.

К числу объектов, способных таким образом воздействовать на атмосферу, относятся мощные радиолокаторы и системы связи. При работе таких систем оператор находится под воздействием трех излучений: зондирующего на несущей частоте и двух роторных – на гирромагнитных частотах протонов и электронов атмосферы.

Отличительной особенностью роторных излучений является резонансное воздействие на аналогичные частицы человеческого тела и окружающей среды. В

Вторая международная научно-техническая конференция
Проблемы электромагнитной совместимости перспективных беспроводных сетей
связи

Алфавитный список

- | | | |
|-------------------------|----------------------------|------------------------|
| А | З | Р |
| Ali Salem Ali 15 | Зима И.И. 33 | Разумов-Фризюк Е.А. 80 |
| Ayumen M. Al-Dulaimi 7 | Зинченко М.В. 25 | Рожнова Т.Г. 84 |
| Ali Al-Ansari 99 | Зиньковский Ю.Ф. 25 | С |
| Ayumen M. Al-Dulaimi 99 | И | Сабрекова А. И. 40 |
| В | Иваненко С.А. 23 | Сабурова С.А. 87 |
| Bespalchuk B.I. 20 | К | Сакун О.А. 64 |
| Г | Кадацкая О.И. 87 | Сеилханов Р.Л. 75 |
| Fomovskyi F.V. 20 | Колесников А.Н. 36 | Сычёва О. В. 67 |
| Н | Кулиш С.Н. 71 | Стародубцев Н.Г. 102 |
| Hevar Adnan 11 | Куля Ю.Э. 93 | Т |
| Л | Курило Д. А. 40 | Теслюк С.И. 80 |
| Loshakov V.A. 11 | Л | Токарева О.В. 57 |
| М | Лега А.С. 47 | Токарь Л. А. 91 |
| Marchenko D. 11 | Лемешко А.В. 49 | Ф |
| Martynchuk A.A. 11 | Лебедев В.О. 43, 54 | Филипенко А.И. 29 |
| У | М | Филиппенко О.И. 93 |
| Yurko A.A. 20 | Макаров С.А. 43, 54 | Фомовська О.В. 64 |
| Б | Малик Б. О. 57 | Ш |
| Безрук В.М. 23 | Москалец Н.В. 91, 95 | Шостко И.С. 93 |
| Боцман А.С. 31 | Н | |
| В | Наритник Т.М. 61 | |
| Висоцький О.В. 54 | Нгугу Нкая Сети 73 | |
| Во Зуй Фук 25 | Нетикова Л. И. 91 | |
| Водолазский М.В. 36 | Никифоров В.В. 64 | |
| Г | Новоселов С. П. 40, 47, 67 | |
| Гарагуля А.В. 36 | О | |
| Грицан Ю.В. 75 | Олейник В.П. 71 | |
| Д | П | |
| Донсков А.Н. 29 | Павліченко О.А. 43 | |
| Е | Пастушенко Н.С. 73 | |
| Еременко А.С. 49 | Поздняк В.П. 54 | |
| Ж | Пономарева А.В. 75 | |
| Жарикова И.В. 31 | Поповский В.В. 95 | |
| Жирнов В.В. 33 | | |