

# Способы подавления электромагнитных помех импульсного DC/DC-преобразователя

Copyright © 2021, Chipanalog Incorporated, перевод М. Токарь<sup>1</sup>

Импульсные DC/DC-преобразователи являются источником электромагнитных помех, влияющих на работу системы. Разработчикам устройств доступен ряд методов, в том числе оптимизация топологии печатной платы и правильное размещение элементов схемы, позволяющих снизить уровень излучаемых помех без использования экранирования. В статье на примере микросхемы трансивера CA-IS3092W от компании Shanghai Chipanalog Microelectronics рассмотрены способы подавления излучаемых электромагнитных помех встроенного импульсного DC/DC-преобразователя.

**М**икросхема CA-IS3092W представляет собой гальванически развязанный трансивер RS-485/RS-422 со встроенным изолированным импульсным DC/DC-преобразователем, выходное напряжение которого ( $V_{ISO}$ ) может составлять 3 или 5 В (рис. 1). Управление выходным напряжением осуществляется посредством переключения вывода SEL, максимальный ток нагрузки может достигать 100 мА. Встроенный DC/DC-преобразователь содержит трансформатор

небольших размеров, генератор тактовых импульсов работает на частоте около 70 МГц.

Известно, что изменение токов большой величины за короткий промежуток времени ( $di/dt$ ) является одной из причин возникновения электромагнитных помех. Путем оптимизации топологии печатной платы, а также с помощью других методов можно добиться снижения уровня излучаемых электромагнитных помех для CA-IS3092W до значений, соответствующих стандарту

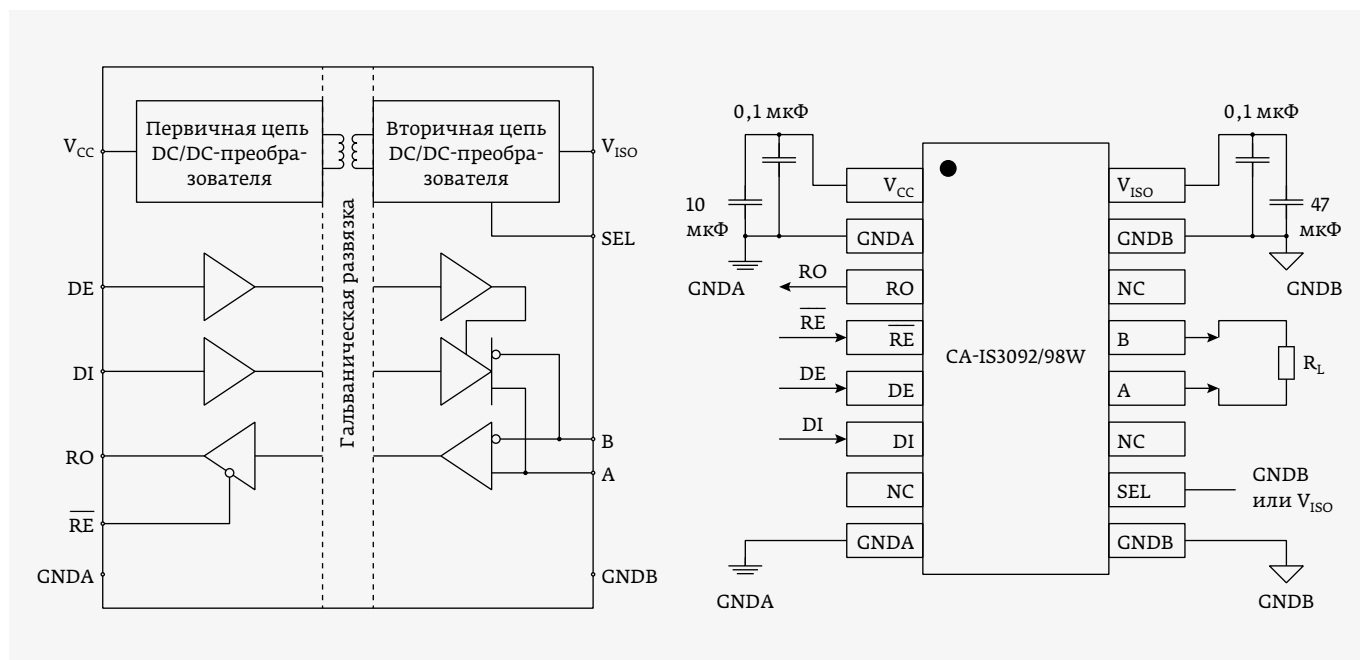
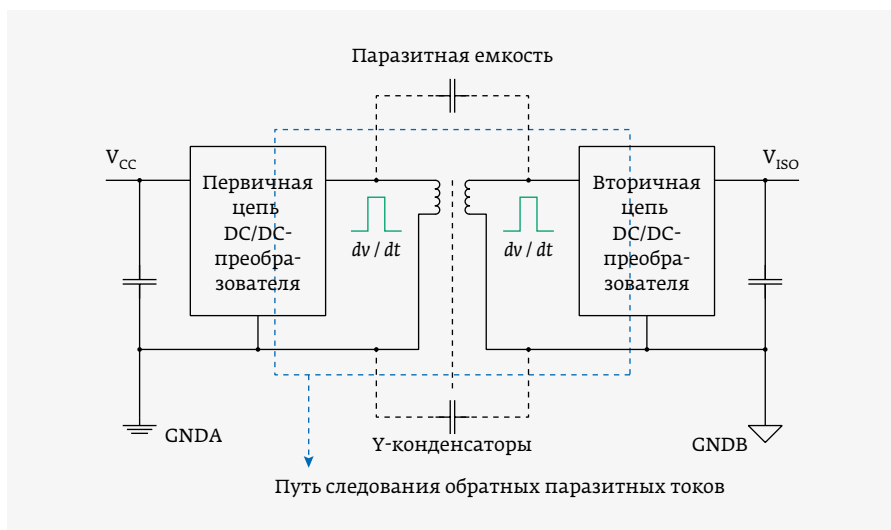


Рис. 1. Блок-схема и схема включения CA-IS3092W

<sup>1</sup> ООО «Теллур Электроникс», инженер, m.tokar@tellur-el.ru.



**Рис. 2.** Путь следования обратных паразитных токов и шивающие Y-конденсаторы в CA-IS3092W

EN55032 class A без использования металлического экрана.

### СШИВАЮЩИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

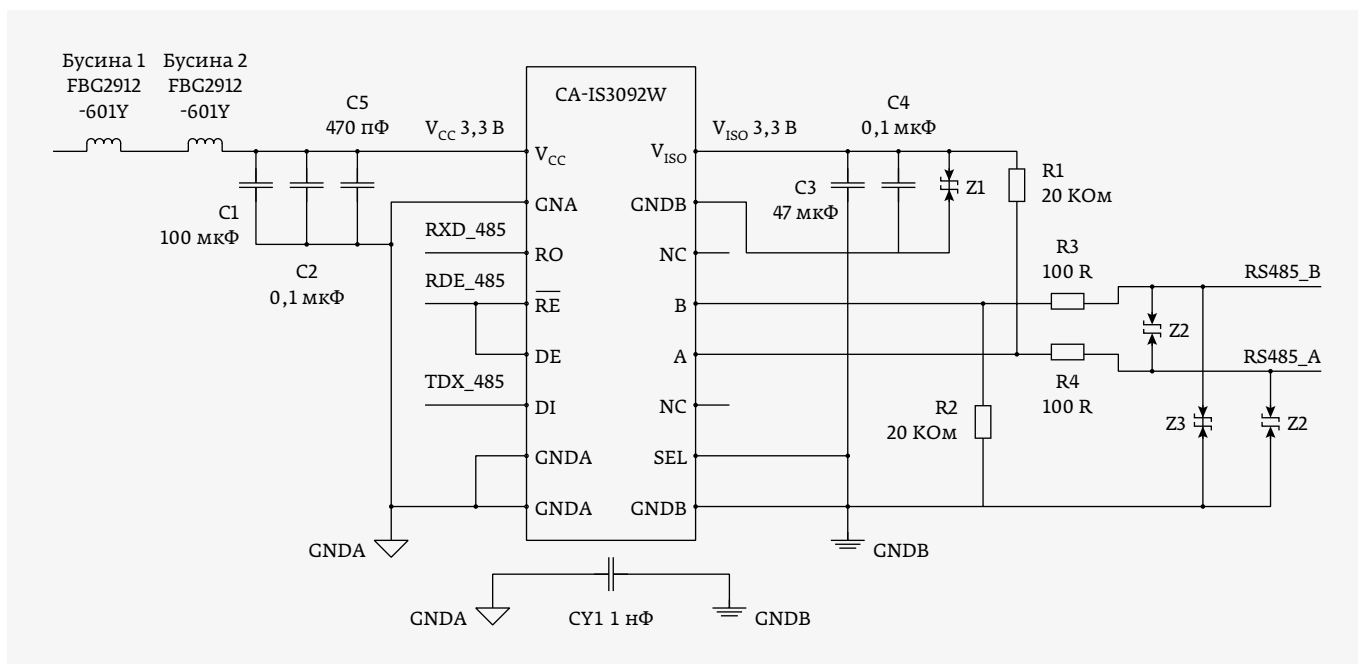
Источником электромагнитных помех является не только генератор тактовых импульсов, но также встроенный микротрансформатор. Как правило, трансформатор имеет паразитную межобмоточную емкость, через которую во вторичную цепь проникают переменные токи. В случае отсутствия пути возврата в первичную цепь

эти токи становятся синфазными, образуя дипольную антенну между выводами  $V_{ISO}$  и  $GND_B$ , которая в свою очередь может являться источником излучаемых электромагнитных помех.

При использовании микросхемы CA-IS3092W можно реализовать необходимые меры для минимизации электромагнитных помех. Шивающие Y-конденсаторы между землей первичной цепи ( $GND_A$ ) и землей вторичной цепи ( $GND_B$ ) обеспечивают возврат токов в первичную цепь DC/DC-преобразователя, что значительно снижает уровень излучаемых помех (рис. 2, 3). Конденсаторы с большей емкостью могут усилить этот эффект, а в случае необходимости повышения изоляционных свойств

DC/DC-преобразователя применяется схема без шивающих конденсаторов.

Для усиления эффекта подавления электромагнитных помех рекомендуется применять конденсаторы, созданные с использованием многослойной структуры печатной платы. Два сигнальных металлизированных слоя печатной платы достаточно большой площади образуют конденсатор. Такой конденсатор имеет чрезвычайно низкую распределенную индуктивность и улучшенные частотные характеристики.



**Рис. 3.** Схема включения CA-IS3092W со шивающим конденсатором между  $GND_A$  и  $GND_B$

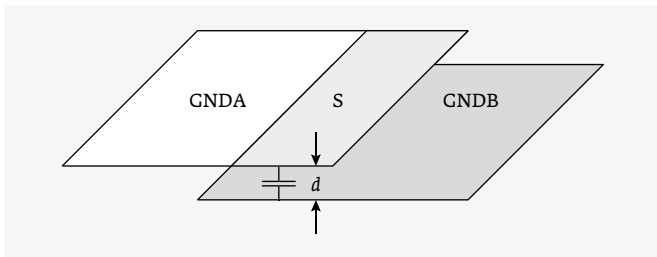


Рис. 4. Сшивающий конденсатор между GNDA и GNDB

Емкость конденсатора рассчитывается следующим образом:  $C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot S / d$ , где  $\epsilon_r$  – относительная диэлектрическая проницаемость среды между металлизированными слоями (для материала FR4  $\epsilon_r \approx 4,5$ ),  $\epsilon_0$  – абсолютная диэлектрическая проницаемость вакуума, равная  $8,854 \cdot 10^{-12}$  Ф/м,  $S$  – площадь перекрывающихся металлизированных слоев конденсатора,  $d$  – расстояние между слоями.

Для конденсатора емкостью 181,9 пФ достаточно иметь толщину металлизированного слоя 1 оз, площадь перекрывающихся слоев  $S = 0,0022$  м<sup>2</sup>, расстояние между слоями  $d$  не должно быть менее 0,4 мм:  $C = 4,5 \cdot 8,544 \cdot 0,0022 / 0,000465 = 181,9$  пФ.

Вариант сшивающего конденсатора, сформированного в печатной плате между перекрывающимися шинами GNDA и GNDB, показан на рис. 4. Возможна также реализация сшивающего конденсатора плавающего типа (рис. 5). Суммарная сшивающая емкость в этом случае может быть рассчитана, как сумма параллельно включенных конденсаторов C1 и C2.

Многочисленные эксперименты показывают, что использование сшивающих конденсаторов между GNDA и GNDB помогает радикально снизить уровень излучаемых электромагнитных помех.

## НАКОПИТЕЛЬНЫЕ И РАЗВЯЗЫВАЮЩИЕ КОНДЕНСАТОРЫ

Размер токовых контуров, по которым циркулируют токи, прямо пропорционален силе электромагнитного излучения. По этой причине необходимо по возможности

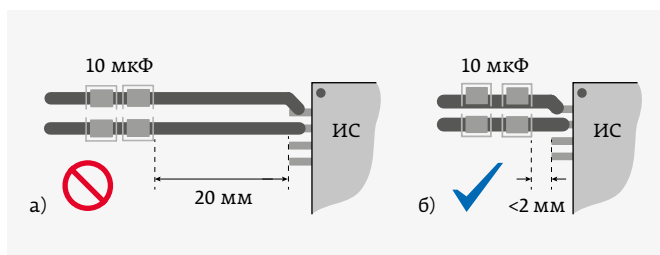


Рис. 6. Расположение развязывающих конденсаторов: а – неправильное; б – правильное

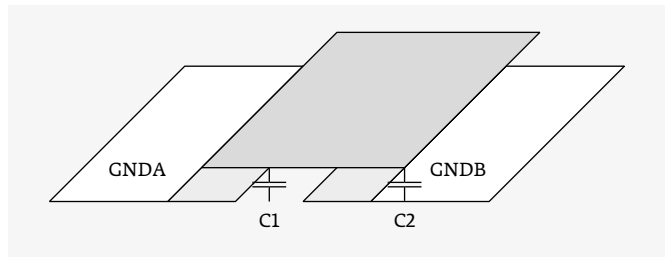


Рис. 5. Сшивающий конденсатор плавающего типа

уменьшать длину проводников на печатной плате. Накопительные конденсаторы номиналом 10 мкФ рекомендуется располагать дальше от входов, в то время как развязывающие конденсаторы должны быть как можно ближе к  $V_{CC}$  и  $V_{ISO}$  (рис. 6).

Переходные отверстия желательно размещать снаружи конденсаторов, а не прямо на дорожках питания между выводами  $V_{CC}$  или  $V_{ISO}$ . Если площадь печатной платы позволяет, рекомендуется увеличить количество переходных отверстий, чтобы обеспечить параллельное соединение и снизить общее влияние паразитных индуктивностей переходных отверстий (рис. 7).

Рекомендуется использовать конденсаторы типа MLCC с рабочей частотой, кратной примерно 70 МГц. Для расширения частотного диапазона можно использовать сразу несколько развязывающих конденсаторов различной емкости.

## ПРИМЕНЕНИЕ ФЕРРИТОВЫХ БУСИН

Ферритовые бусины различных типов характеризуются разными частотными свойствами. Узкополосные бусины отличаются быстрым откликом в определенном узком спектре частот и подходят для шумоподавления в узкой полосе частот. Широкополосные бусины характеризуются относительно широким частотным диапазоном. В любом случае все ферритовые бусины имеют свойства высокочастотного резистора – пропускают полезный низкочастотный сигнал, а нежелательный высокочастотный сигнал преобразуют в рассеиваемую тепловую энергию.

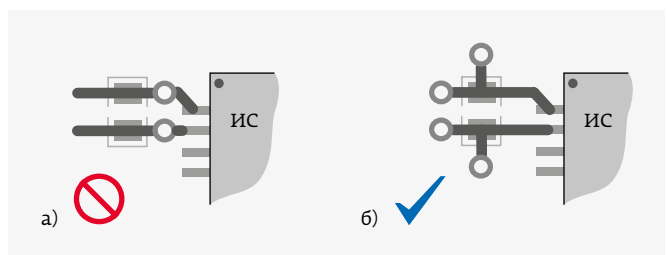
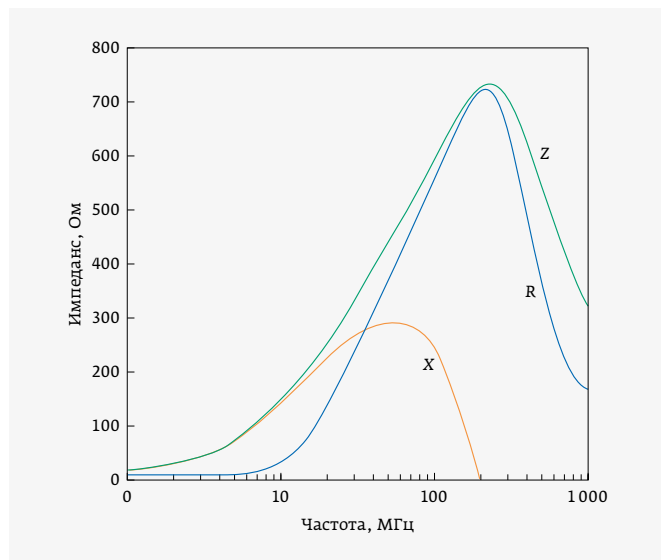


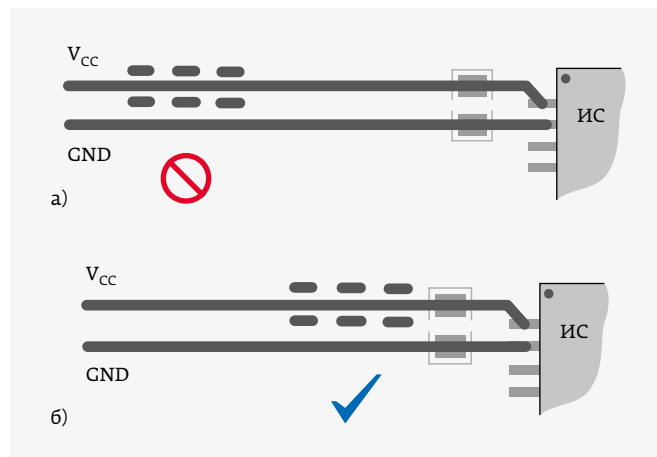
Рис. 7. Размещение переходных отверстий: а – неправильное; б – правильное



**Рис. 8.** Частотные характеристики ферритовой бусины MU1005-601Y

На рис. 8 представлены частотные характеристики ферритовой бусины MU1005-601Y от Burns.

Ферритовые бусины должны быть расположены как можно ближе к источнику нежелательных высокочастотных помех. Если подавление высокочастотной



**Рис. 9.** Расположение ферритовых бусин: а – неправильное; б – правильное

составляющей недостаточное, можно включать бусины последовательно (рис. 9). Для расширения спектра подавления возможно объединение бусин с разными частотными характеристиками.

\*\*\*

ООО «Теллур Электроникс» является официальным дистрибьютором Shanghai Chipanalog Microelectronics Co., Ltd. ●

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



### ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ. КРАТКИЙ КУРС «БЕЛОЙ МАГИИ»

Белоус А. И., Солодуха В. А., Шведов С. В.

Под общей редакцией А. И. Белоуса

Цена 1960 руб.

В монографии рассмотрены основные теоретические и практические аспекты проектирования быстродействующих электронных устройств «по полной цепочке» – от верхнего системного уровня иерархии до уровня базовых элементов и плат.

Книга ориентирована на широкий круг читателей: студентов, аспирантов, преподавателей технических университетов, инженеров, специализирующихся в области разработки и организации производств различного рода радиоэлектронных устройств, приборов и систем, к которым предъявляются требования обеспечения высокой скорости обработки и передачи данных.

М.: ТЕХНОСФЕРА,  
2020. – 872 с.,  
ISBN 978-5-94836-500-8

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)