

Преобразователи постоянного тока GAIA Converter.

Контроль пульсаций и шумов на выходе

Некрасов Михаил
info@gaia-russia.ru

Импульсные преобразователи мощности постоянного тока по своей природе являются генераторами шума. При основной частоте переключения преобразователя мощности и ее гармониках более высокого порядка присутствуют два вида шума: кондуктивный и излучаемый.

В общем случае преобразователи мощности, использующие широтно-импульсную модуляцию, обладают постоянной частотой переключения, создающей шум в предсказуемой полосе частот, которая может способствовать затуханию. Резонансные или нулевые импульсные преобразователи создают меньше собственных шумов, но их меняющиеся в зависимости от нагрузки частоты переключения обычно создают шум в широком диапазоне ухода частоты, что затрудняет управление ими. Для любого вида преобразователей важно контролировать или измерять две самые существенные разновидности шума — излучаемый и кондуктивный.

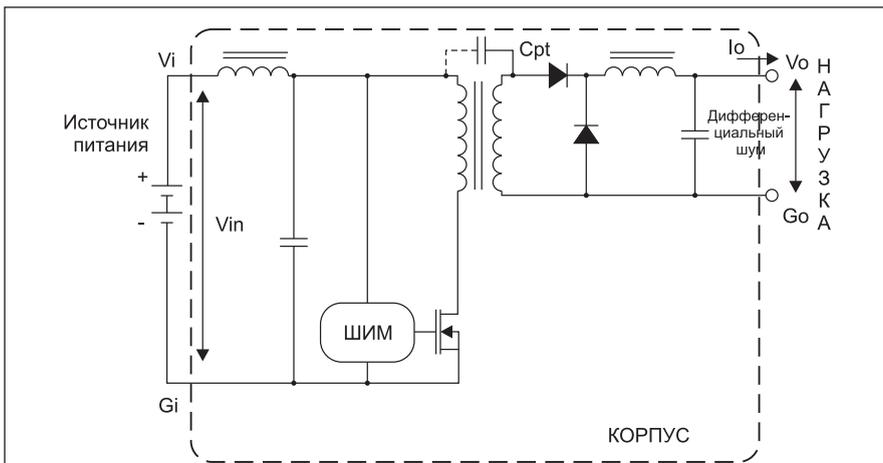


Рис. 1. Модель дифференциального шума на выходе преобразователя мощности с изолированным корпусом

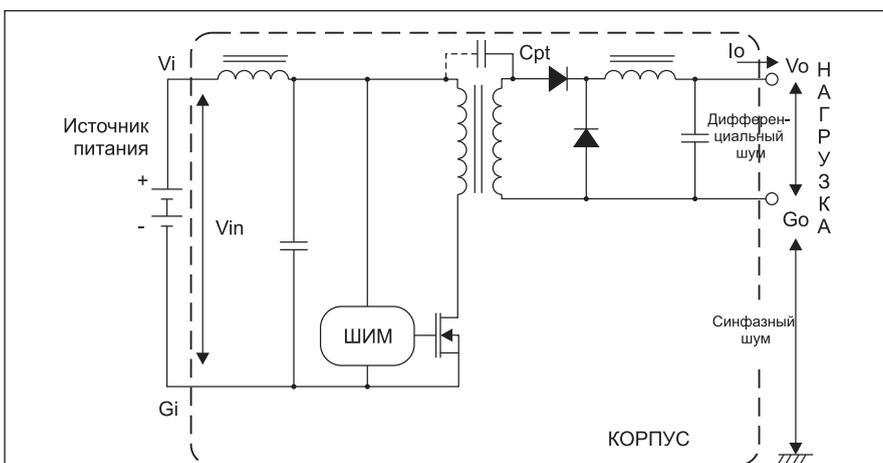


Рис. 2. Модель дифференциального и синфазного шума на выходе преобразователя мощности с изолированным корпусом

Излучаемый шум

Существуют три основных источника излучаемого шума. Основной причиной является большой перепад тока (di/dt) на выводах цепи во время переключения, порождающий магнитное излучение. Также быстрые изменения напряжения (dv/dt) могут стать причиной возникновения электрических полей, но обычно они не вызывают проблем с шумом, так как с расстоянием быстро уменьшаются. Другие явления становятся результатом составляющей 50–70 МГц синфазного шума главного переключателя.

Кондуктивный шум

Спектральный кондуктивный шум имеет две основных составляющих: дифференциальную и синфазную.

Дифференциальная составляющая — это сигнал, который возникает между выходом V_o и его возвратной линией G_o , как показано на рис. 1. В модулях преобразователей компании GAIA Converter дифференциальная составляющая шума, как правило, не превышает 150 мВ/имп.

Синфазный шум возникает между каждым из выходных контактов V_o или G_o и коррелятором электромагнитной помехи. Возможны два варианта:

- Коррелятором электромагнитной помехи может быть заземление измерительного оборудования, если корпус преобразователя не заземлен (рис. 2).

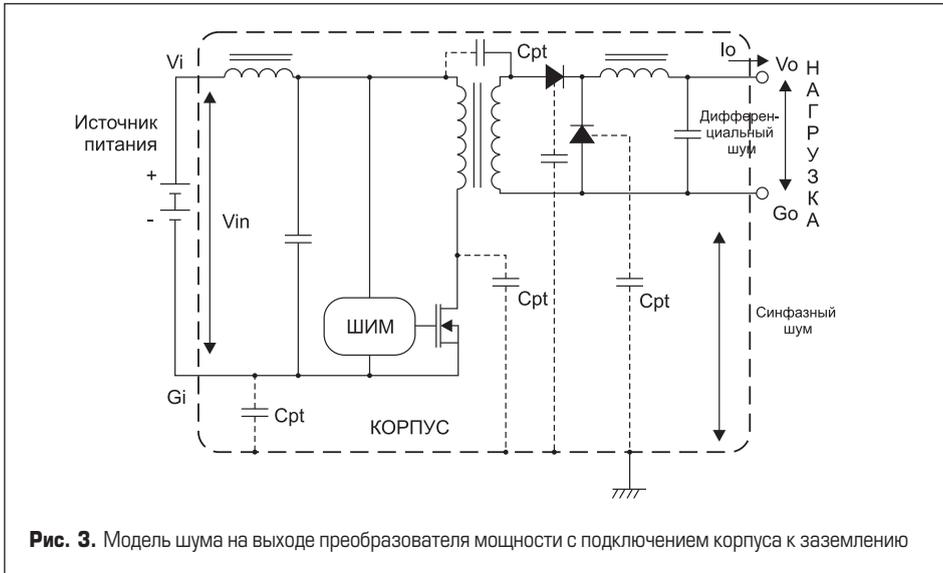


Рис. 3. Модель шума на выходе преобразователя мощности с подключением корпуса к заземлению

- Коррелятором электромагнитной помехи может быть корпус самого преобразователя, если он заземлен (Рис. 3).

Причиной кондуктивного шума являются синфазные токи, пропускаемые через паразитные емкости (Cpt), как правило, составляющие менее одной пикофарды. Эти паразитные емкости, которые, в основном, зависят от диэлектрической постоянной подложки, пропорциональны площади и обратно пропорциональны толщине подложки.

Синфазный шум может достигать величины в несколько вольт. Он может коррелировать с дифференциальным, в результате чего получится, что синфазный шум станет похож на дифференциальный и может стать причиной ложных показаний при измерении дифференциального шума. Поэтому перед проведением измерений дифференциального шума следует уменьшить величину спектра синфазного шума. Самым лучшим способом подавления синфазного шума на выходе является шунтирование силовой цепи к паразитным емкостям корпуса.

Измерения

Измерение излучаемого шума

Измерение излучаемой составляющей шума, требующее специального и громоздкого оборудования, в данной статье рассматриваться не будет.



Рис. 4. Вид подключения для проверки синфазного шума на выходе

Измерение кондуктивного шума на выходе

Измерения напряжения кондуктивного шума на выходе трудновыполнимы даже в самых благоприятных условиях. В зависимости от используемой техники результаты могут существенно различаться. Для измерений обычно применяется осциллограф с шириной полосы в дифференциальном режиме 100 МГц или более. Следует отметить, что способность осциллографа отсекал сигналы синфазного шума не безгранична, и их отрицательное влияние может быть усугублено при использовании длинных проводов заземления прибора. Последние отрицательно воздействуют

на способность осциллографов отсекал синфазные сигналы, потому что такие провода заземления обладают индуктивностью, отсутствующей в сигнальном проводе. Это различие сопротивлений приводит к захвату синфазных шумов и к взаимодействию с дифференциальными сигналами, что проявляется на осциллограмме.

Измерение дифференциального шума необходимо производить на выходах преобразователя, чтобы снизить вероятность улавливания излучаемого шума. Для этого длина проводов, в том числе заземления, должна быть как можно меньше.

Измерение синфазного шума

Для измерения синфазного шума нужно поместить зонд осциллографа в точку подключения провода заземления зонда, при этом провод заземления должен быть присоединен либо к возвратной линии выхода Go, либо к положительному выходу Vo (рис. 4). Если шум является синфазным, «шум» все равно будет виден, даже если производить измерение в той же точке.

Измерение дифференциального шума

Для измерения дифференциального шума необходимо снизить помехи от остальных видов шумов. Есть два надежных способа. Первый состоит в замыкании входа и выхода из Gi на возвратный провод Go для заземления через высокочастотную емкость (рис. 5а: CHF1 и CHF2). Второй — это подключение высокочастотных емкостей для шунтирования паразитных емкостей (рис. 5б: CHF2 и CHF3) от Gi до корпуса и от Go до корпуса.

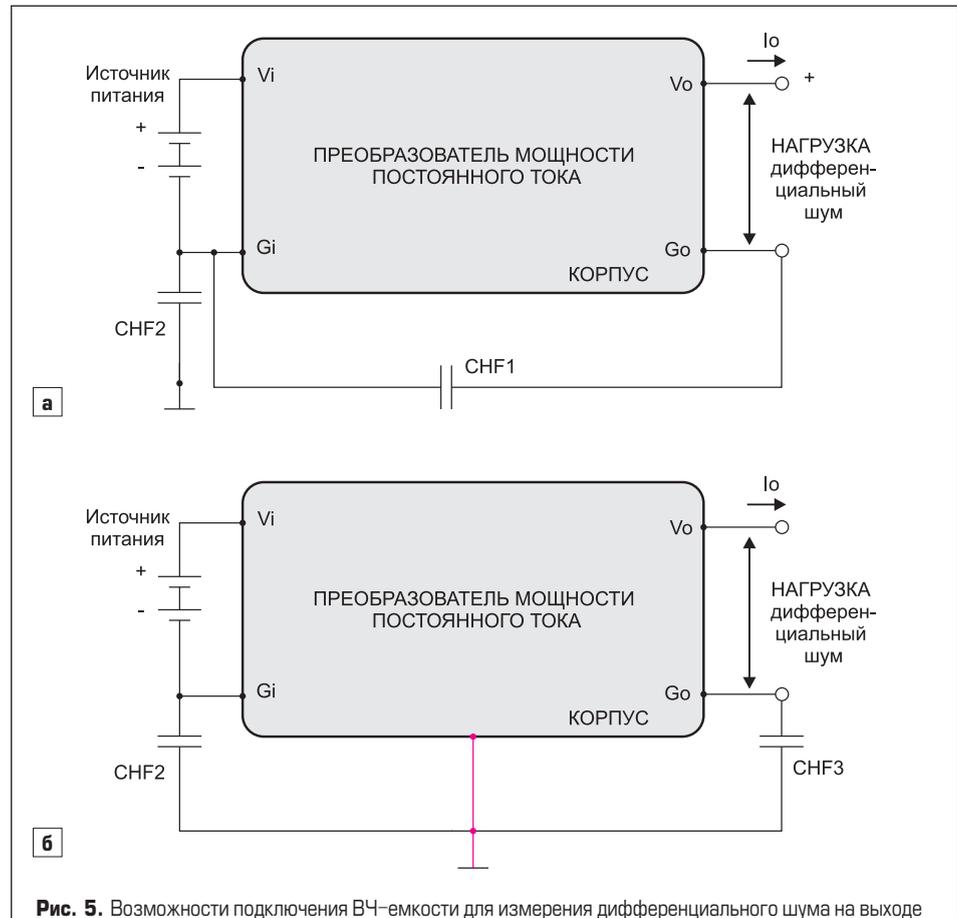


Рис. 5. Возможности подключения ВЧ-емкости для измерения дифференциального шума на выходе

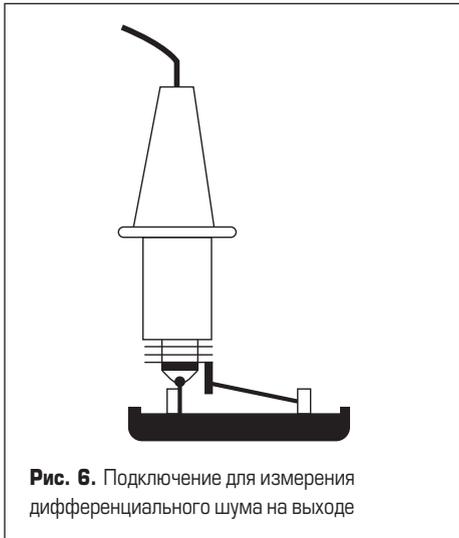


Рис. 6. Подключение для измерения дифференциального шума на выходе

Рекомендуется использовать высокочастотные емкости >10 нФ, а соединительные провода делать как можно короче. Для проведения измерения нужно поместить зонд осциллографа на Vo и провод заземления на Go, как показано на рис.6.

Модули DC/DC-преобразователей компании GAIA Converter включают в себя эффективный фильтр для снижения шума на выходе. Если специального внутреннего фильтра электромагнитных помех на выходе недостаточно для приведения уровня шумов к соответствию требованиям вашей системы, можно добавить внешний LC-модуль на выходе.

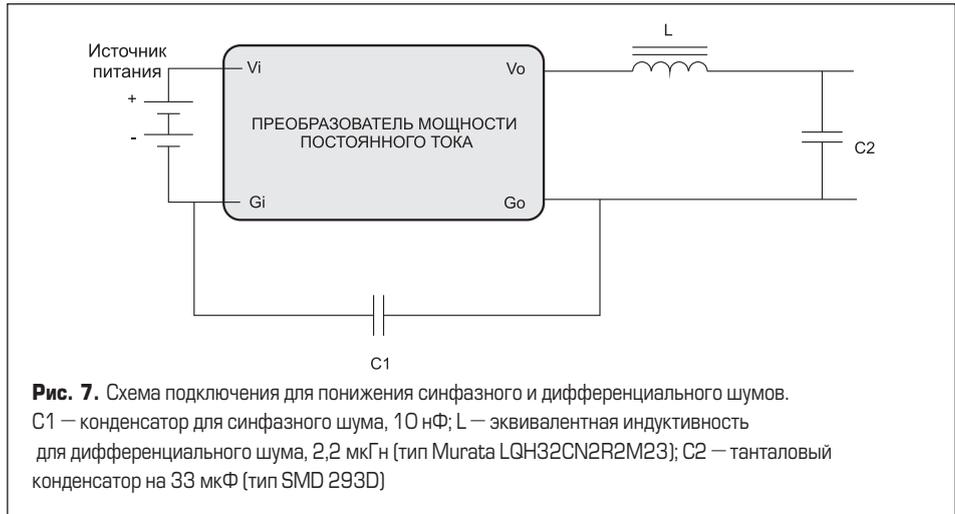


Рис. 7. Схема подключения для понижения синфазного и дифференциального шумов. C1 — конденсатор для синфазного шума, 10 нФ; L — эквивалентная индуктивность для дифференциального шума, 2,2 мкГн (тип Murata LQH32CN2R2M23); C2 — танталовый конденсатор на 33 мкФ (тип SMD 293D)

Фильтрация

Фильтрация кондуктивного синфазного шума

Для фильтрации кондуктивного шума достаточно конденсаторов. Компания GAIA Converter рекомендует использовать конденсаторы с низкими значениями эквивалентного последовательного сопротивления (ESR) и эквивалентной последовательной индуктивности (ESL) во всем диапазоне фильтруемых частот, чтобы сделать предсказуемой зависимость затухания от частоты. В соответствии с этим следует поставить конденсатор C1 (рис. 7) с входного и выходного заземлений преобразователя.

Эти подключения зашунтируют ток синфазного шума прежде, чем он войдет (на входе) и выйдет (на выходе). Чем выше частота переключения, тем ближе к корпусу преобразователя нужно поставить конденсатор.

Фильтрация кондуктивного дифференциального шума

Для уменьшения дифференциального шума на выходе необходимы емкости и индуктивности. Рекомендуемая GAIA Converter схема для преобразователей постоянного тока показана на рис. 7. Такой фильтр понизит дифференциальный шум на выходе до уровня намного ниже самых строгих требований.