

ПЕРЕХОДНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАГРУЗКИ — УЛУЧШЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ УСТОЙЧИВОСТИ КОНТУРА

Проверка устойчивости работы импульсных преобразователей важна при проектировании любых источников питания. Для обеспечения устойчивости работы импульсных преобразователей зачастую применяются частотная характеристика контура и переходная характеристика нагрузки. Частотная характеристика контура приобретает все большее значение в процессе проверки конструкции, тогда как переходная характеристика нагрузки является часто применяемым методом. Улучшение переходной характеристики нагрузки возможно путем визуального представления положительного коэффициента заполнения для сигналов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) по времени. Современные осциллографы поддерживают данную функцию, одновременно помогая выявлять неизвестные эффекты преобразователей.



Осциллограф R&S®MHO 5

Измерительная задача

При проектировании источников питания требуется проверка устойчивости контуров в целях обеспечения правильной и надежной работы. На сегодняшний день для измерения устойчивости контуров преобразователей в первую очередь применяется частотная характеристика контура. Частотная характеристика контура использует анализ в режиме малых сигналов переменного тока, где слабый синусоидальный сигнал подается в контур, чтобы измерить коэффициент усиления и фазу в широком диапазоне частот в разомкнутом контуре.

Измеренные значения коэффициента усиления и фазы отображаются в зависимости от частоты на диаграмме Бode, позволяя напрямую определить интервал допуска по коэффициенту усиления, интервал допуска по фазе и частоту среза. При испытаниях с переходной характеристикой нагрузки подается большой скачок тока, после чего измеряется и анализируется характеристика напряжения. Измерения сильных сигналов выполняются в замкнутом контуре, где имеются существенные отличия от разомкнутого контура. Выходное напряжение анализируется во временной области в целях оценки и определения устойчивости работы преобразователя. В примере на рис. 1 используется понижающий преобразователь для испытаний с переходной характеристикой нагрузки.

Для быстрых изменений тока нагрузки важно иметь генератор изменений нагрузки, подключенный к выходу преобразователя. Поскольку ШИМ-сигналы управляют источниками питания через замкнутые контуры регулирования, измерение положительного коэффициента заполнения при изменении нагрузки помогает улучшить переходную характеристику нагрузки в целях визуального представления неизвестных эффектов.

Для этого измерения требуется прибор, позволяющий измерять положительный коэффициент заполнения с высокой частотой дискретизации на протяжении всего времени записи. Пошаговое измерение должно отображаться как осциллограмма по времени.

Руководство по применению | Версия 02.00

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



Решение компании Rohde & Schwarz

Осциллограф серии R&S®MXO 5 идеально подходит для решения этой сложной задачи, т. к. он способен измерять положительный коэффициент заполнения в течение длительного времени записи даже на повышенных частотах импульсов ШИМ. Здесь требуются достаточная полоса пропускания, высокая частота дискретизации и большой объем памяти. Все собранные положительные коэффициенты заполнения можно использовать для визуального представления изменений в течение всего периода сбора данных. Кривые для каждого измерения в цикле отображаются в зависимости от времени. Типичная осциллограмма переходной характеристики нагрузки представлена на рисунке 2.

На рисунке 2 изображены стандартное выходное напряжение и формы тока для трех последовательных изменений нагрузки. Положительные коэффициенты заполнения для выхода преобразователя отображаются на отдельной кривой. Теоретически эта кривая повторяет осциллограмму выходного напряжения, т. к. коэффициент заполнения регулирует источник питания для поддержания постоянного выходного напряжения.

Рис. 1: Схема измерения переходной характеристики нагрузки в понижающем преобразователе

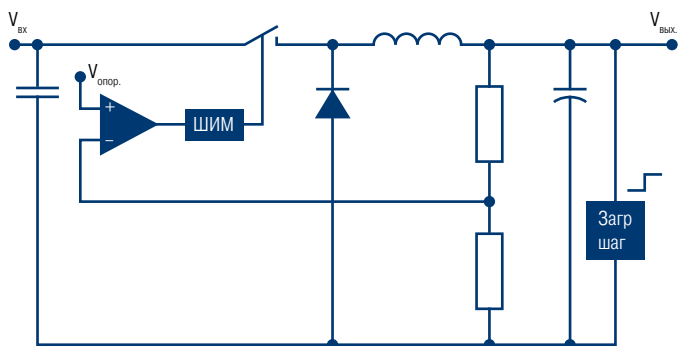
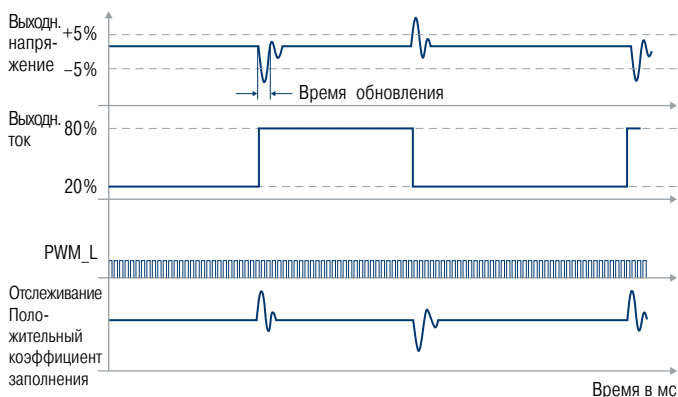


Рис. 2: Переходная характеристика нагрузки



Области применения

Для демонстрации функции отслеживания применяется импульсный преобразователь постоянного тока с полномостовой схемой и синхронным выпрямлением. Преобразователь с изолированным выходом работает с частотой переключения 100 кГц и преобразует входное напряжение 48 В в выходное напряжение 12 В. Выходной ток ограничивается до макс. 8 А, а изменение нагрузки на выходе генерируется с помощью электронной нагрузки.

Настройка устройства

Перед подачей изменений нагрузки на выход преобразователя необходимо выполнить несколько задач, чтобы было возможно визуальное представление положительного коэффициента заполнения в виде отдельной осциллограммы:

- ▶ Настройка каналов с выбором пробника
- ▶ Настройка схемы запуска для регистрации изменений нагрузки на выходе преобразователя
- ▶ Активация функции измерения положительного коэффициента заполнения и задание уровней процентного отношения от эталонного напряжения (например, 20%, 50%, 80%)
- ▶ Задание достаточно высокой частоты дискретизации ≥ 100 млн выборок/с для точного измерения ШИМ-сигналов с крутым фронтом
- ▶ Задание достаточного времени записи для регистрации всей последовательности (как минимум один переход от низкого к высокому току и наоборот)
- ▶ Активация функции отслеживания в меню измерения и оптимизация вертикальной шкалы

Измерение переходной характеристики нагрузки

После завершения настройки следует с помощью электронной нагрузки подать изменение нагрузки между низким значением тока (20% от макс. нагрузки) и высоким значением тока (80% от макс. нагрузки). Как только схема запуска обнаружит действительное условие запуска, на экране появятся осциллограммы, как показано на рисунке 3. В верхнем окне изображены два изменения нагрузки в различных направлениях. Выходное напряжение измеряется в канале 1, выходной ток измеряется в канале 2. Также отображаются управляющий ШИМ-сигнал (канал 3) и осциллограмма положительного коэффициента заполнения.

На увеличенном фрагменте видно, что выходное напряжение падает только на прибл. 300 мс, после чего восстанавливается устойчивое состояние. Разность между нагрузками 20% и 80% в устойчивом состоянии составляет всего лишь 2,4 мВ – это значение измеряется с помощью курсора. На осциллограмме положительного коэффициента заполнения видно изменение уровня (26% вместо 24%) после возврата преобразователя в устойчивое состояние. Эта разность отражает эффект, который не соответствует ожиданиям, описываемым на рисунке 2. Согласно определению и теории коэффициент заполнения не должен зависеть от тока нагрузки.

Рис. 3: Измерение переходной характеристики нагрузки в понижающем преобразователе



Если обратиться к теории регулирования, разность в 2% обусловлена повышенными потерями на диэлектрическую проводимость вследствие увеличения выходного тока. Повышенные потери образуются в основном в трансформаторе и выходном выпрямителе. Дополнительные потери необходимо компенсировать путем увеличения положительного коэффициента заполнения, и функция отслеживания позволит выполнить эту сложную измерительную задачу.

Заключение

Осциллограф R&S®MXO 5 идеально подходит для проверки переходных характеристик нагрузки для любых силовых преобразователей с управляющими ШИМ-сигналами, где для подробного исследования поведения системы требуется более глубокий анализ. Благодаря таким превосходным возможностям осциллографа, как большой объем памяти и функции отслеживания, пользователи могут подробно исследовать работу преобразователей.

См. также

www.rohde-schwarz.com/ru/oscilloscopes

**Сервисное обслуживание
в Rohde & Schwarz
Вы — в надежных руках!**

- ▶ По всему миру
- ▶ На месте и лично
- ▶ Индивидуально и гибко
- ▶ С бескомпромиссным качеством
- ▶ На длительную перспективу

Rohde & Schwarz

Технологическая группа компаний Rohde & Schwarz является одним из лидеров в деле создания более безопасного и подключенного мира благодаря своим передовым решениям в сфере контрольно-измерительного оборудования, технологических систем, а также сетей и кибербезопасности. Основанная более 85 лет назад группа компаний — надежный партнер для заказчиков из промышленного и государственного сектора по всему миру. Эта независимая компания, штаб-квартира которой находится в Мюнхене (Германия), имеет широкую торгово-сервисную сеть и представлена более чем в 70 странах.

www.rohde-schwarz.com

Ресурсосберегающие методы проектирования

- ▶ Экологическая безопасность и экологический след
- ▶ Энергоэффективность и низкий уровень выбросов
- ▶ Долгий срок службы и оптимизированные производственные расходы

Certified Quality Management

ISO 9001

Certified Environmental Management

ISO 14001

Тренинги Rohde & Schwarz

www.training.rohde-schwarz.com

Служба поддержки Rohde & Schwarz

www.rohde-schwarz.com/support

