

ДЛЯ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ ТРАНСФОРМАТОРА ТРЕБУЕТСЯ МОЩНЫЙ LCR-МОСТ

Высокочастотный трансформатор является ключевым компонентом изолированных импульсных источников питания (ИИП). При создании конструкций с использованием специализированных трансформаторов важное значение для управления многими параметрами структуры, включая эффективность, максимальное номинальное напряжение для коммутационных элементов и ЭМП, имеет индуктивность рассеяния. Необходимо точное измерение этого паразитного элемента. LCR-измеритель R&S®LCX идеально подходит для этой сложной измерительной задачи.



Измерительная задача

Влияние индуктивности рассеяния трансформаторов ИИП зависит от нескольких факторов. Стремление увеличить индуктивность намагничивания трансформатора обычно приводит к увеличению индуктивности рассеяния, особенно если требуется изоляция между первичной и вторичной обмотками. Эта индуктивность рассеяния может вызывать потери мощности и влиять на ЭМП, особенно при более высоких частотах коммутации преобразователя.

Если трансформатор предназначен для работы в обратноходовом преобразователе, главный коммутатор преобразователя будет реагировать на бросок обратного напряжения от индуктивности рассеяния при выключении управляющего транзистора. Энергия, накопленная в индуктивности рассеяния, требует наличия демпфирующих цепей для ограничения напряжения в коммутационных устройствах. Для оптимизации схемы демпфирующей цепи необходимо точное измерение индуктивности рассеяния на стороне первичной обмотки трансформатора в процессе проектирования. Это обеспечивает достаточную защиту главного коммутационного элемента, а также снижает потери и количество проблем с ЭМП.

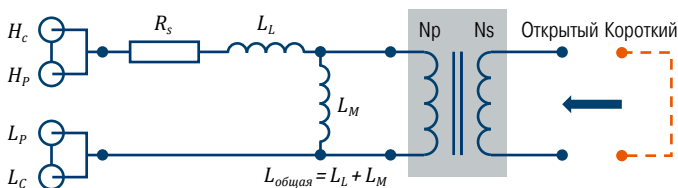
Помимо индуктивности рассеяния, для создания высококачественных конструкций важны и другие параметры, такие как индуктивность намагничивания, емкость обмотки и сопротивление обмотки.

Кроме того, на основе измеренных паразитных значений трансформатора можно получить точную имитационную модель для ускорения процесса проектирования.

Решение компании Rohde & Schwarz

LCR-измеритель R&S®LCX может точно измерять все критически важные параметры трансформатора. Для измерений индуктивности трансформатора требуется синусоидальное напряжение с подходящей частотой. Требуемая для испытаний частота формируется на основе частоты коммутации преобразователя. LCR-измеритель подает сигнал переменного тока, пока вторичная обмотка находится в разомкнутом состоянии. Это позволяет измерить первичную индуктивность $L_{общая}$.

Принцип измерения первичной индуктивности и индуктивности рассеяния



Результат измерения объединяет индуктивность намагничивания L_M и индуктивность рассеяния L_L . Первичная индуктивность трансформатора определяется проницаемостью сердечника и количеством витков в обмотке. Элемент последовательного сопротивления R_S также является результатом использования медной обмотки. Это значение также может быть измерено при подаче сигнала переменного тока или измерено по постоянному току. С его помощью можно рассчитать потери в медной обмотке.

Руководство по применению | Версия 01.00

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



Поскольку индуктивность рассеяния определяется конструкцией трансформатора, ее нельзя измерить напрямую. Для определения индуктивности рассеяния необходимо исключить индуктивность намагничивания из первичной индуктивности. Этого можно добиться путем закорачивания клемм вторичной обмотки. Короткое замыкание приводит к нулевому напряжению на выходных клеммах и нулевому напряжению индуктивности намагничивания на стороне первичной обмотки. А значит, измеренная индуктивность на клеммах первичной обмотки и является индуктивностью рассеяния.

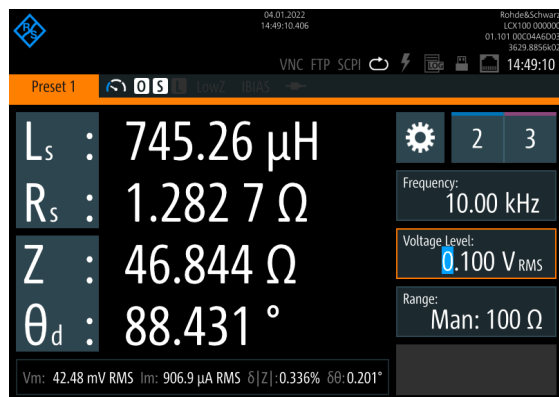
Пример применения

Специализированная конструкция трансформатора для измерения соответствующих параметров размещена в автономном силовом преобразователе с выходным напряжением 5 В при силе тока 2 А по принципу обратного хода.

Измерительные задачи

- ▶ Выполните компенсацию (измерение XX/КЗ без подключенного ИУ) ▷ Для компенсации остаточного влияния, например, кабелей
- ▶ Установите требуемую рабочую частоту и подходящий уровень испытательного напряжения
- ▶ Выберите правильный режим импеданса (низкий Z или высокий Z) ▷ Для достижения максимальной точности
- ▶ Выберите подходящую настройку диапазона, выберите правильную конфигурацию параметров (L_s и R_s/L_s и R_{DC}), подключите ИУ и начните измерение

На приведенном ниже снимке экрана показано, что первичная индуктивность равна 745,3 мкГн, и это соответствует спецификациям в технических данных.



Измерение первичной индуктивности при 10 кГц и 100 мВ (СКЗ)

Также показано, что последовательное сопротивление равно 1,283 Ом. Сопротивление постоянному току указывается в технических данных трансформатора и должно измеряться по постоянному току. Его можно измерить с помощью LCR-измерителя, выбрав параметр R_{DC} . Полученное сопротивление постоянному току составляет около 1,41 Ом.

На приведенном ниже снимке экрана показано, что индуктивность рассеяния составляет около 6,08 мкГн, и это также соответствует спецификациям в технических данных. После измерения индуктивности рассеяния можно рассчитать индуктивность намагничивания.

$$L_M = L_{общая} - L_L = 745,26 \text{ мкГн} - 6,08 \text{ мкГн} = 739,2 \text{ мкГн}$$



Измерение индуктивности рассеяния при 10 кГц и 100 мВ (СКЗ)

Заключение

LCR-измеритель R&S®LCX сочетает в себе мощные возможности и высокую точность, поэтому его удобно использовать при проектировании трансформаторов для различных импульсных преобразователей. В большинстве конструкций преобразователей необходимо контролировать индуктивность рассеяния независимо от того, рассеивается ли энергия в снабберной цепи или используется для переключения при нулевом напряжении в резонансных преобразователях. Возможность измерения различных паразитных элементов трансформатора позволяет разработчикам создавать очень точные имитационные модели. На производственной линии измерение индуктивности рассеяния обеспечивает входящий контроль качества специализированных конструкций трансформаторов.

См. также

www.rohde-schwarz.com/LCX

Обозначение	Тип	Код заказа
LCR-измеритель, 300 кГц	R&S®LCX100	3629.8856.02
LCR-измеритель, 500 кГц	R&S®LCX200	3629.8856.03
Зажим Кельвина	R&S®LCX-Z2	3638.6446.02

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
www.rohde-schwarz.com

Тренинги Rohde & Schwarz
www.training.rohde-schwarz.com
Служба поддержки Rohde & Schwarz
www.rohde-schwarz.com/support

R&S® является зарегистрированным торговым знаком компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Фирменные названия являются торговыми знаками их владельцев
PD 3683.5622.98 | Версия 01.00 | Март 2022 г. (sk)
Для создания специализированной конструкции трансформатора требуется мощный LCR-мост
Данные без допусков не влекут за собой обязательств | Допустимы изменения
© 2022 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG | 81671 Мюнхен, Германия