

# ТОЧНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПОЛНОГО ИМПЕДАНСА С РАЗВЕРТКОЙ ПО ЧАСТОТЕ, УРОВНЮ ТЕСТОВОГО СИГНАЛА И СМЕЩЕНИЮ ПО ПОСТОЯННОМУ ТОКУ

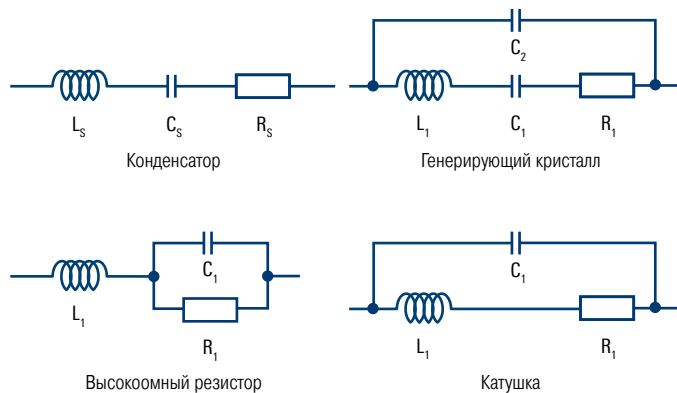
Фактический импеданс пассивных компонентов зависит от частоты, уровня сигнала и смещения по постоянному току. Это необходимо учитывать при разработке схемных решений. LCR-измеритель R&S®LCX идеально подходит для измерения этих зависимостей. А прикладная программа R&S®LCX Sweep Tool позволяет удобно проводить измерения и отображать результаты в виде графиков.



## Измерительная задача

Фактический импеданс пассивных компонентов, таких как резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности, всегда отличается от его идеального значения, поскольку зависит от технологии и размеров компонента. Существенное влияние на характеристики компонентов оказывают такие паразитные элементы, как индуктивность и сопротивление выводов, а также емкость между витками катушки. Импеданс паразитных элементов в значительной степени зависит от частоты. Все это необходимо учитывать при разработке схемных решений.

## Эквивалентные схемы пассивных компонентов



В некоторой степени характеристики пассивных компонентов зависят от амплитуды приложенного сигнала переменного тока или напряжения, а также от наложенного смещения по постоянному току. Далее описываются два примера.

## Зависимость катушки

Материал сердечника в катушках индуктивности и трансформаторах всегда ведет себя нелинейно. В слабых магнитных полях коэрцитивная сила вызывает потери гистерезиса. В сильных магнитных полях магнитный поток приближается к точке насыщения. Потери в катушке индуктивности увеличиваются с ростом амплитуды сигнала и наложенного постоянного тока.

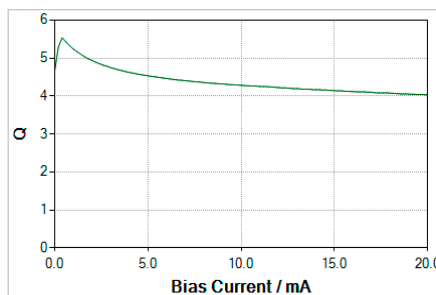


График качества катушки по току смещения

## Зависимость емкости

В керамических конденсаторах диэлектрическая постоянная диэлектрического материала с высокой проницаемостью может существенно изменяться в зависимости от напряженности приложенного поля. Соответственно, емкость конденсаторов, изготовленных из подобных материалов, изменяется вместе с приложенным напряжением смещения по постоянному току.

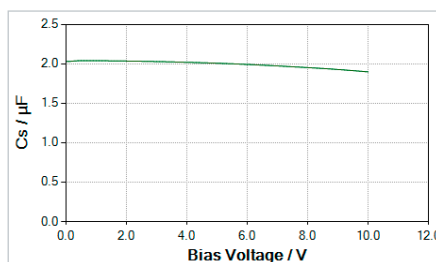


График емкости по напряжению смещения

## Решение компании Rohde & Schwarz

LCR-измерители R&S®LCX позволяют точно измерять полный импеданс пассивных компонентов в диапазоне частот от 4 Гц до 300 кГц или до 10 МГц. Функция динамического измерения импеданса, входящая в набор расширенных функций анализа в приборе R&S®LCX-K106, используется для проведения измерений с разверткой по частоте, уровню тестового сигнала или смещению по постоянному току. Результаты вносятся в файл журнала. Встроенная функция ChartView дает быстрый обзор качественных характеристик, показывающий зависимость результатов измерений от изменяемого параметра.

На веб-сайте Rohde & Schwarz можно скачать бесплатную программу R&S®LCX Sweep Tool со множеством функций настройки конфигурации и визуального представления. Эта прикладная программа позволяет дистанционно задавать на приборе R&S®LCX развертку по частоте, уровню тестового сигнала или смещению по постоянному току. Значения полного импеданса и проводимости, индуктивности, емко-

сти, качества, коэффициента потерь, сопротивления и реактивного сопротивления выводятся на графиках в зависимости от параметра развертки. Кроме того, значения импеданса и проводимости отображаются в комплексной плоскости на графиках Найквиста.

## Заключение

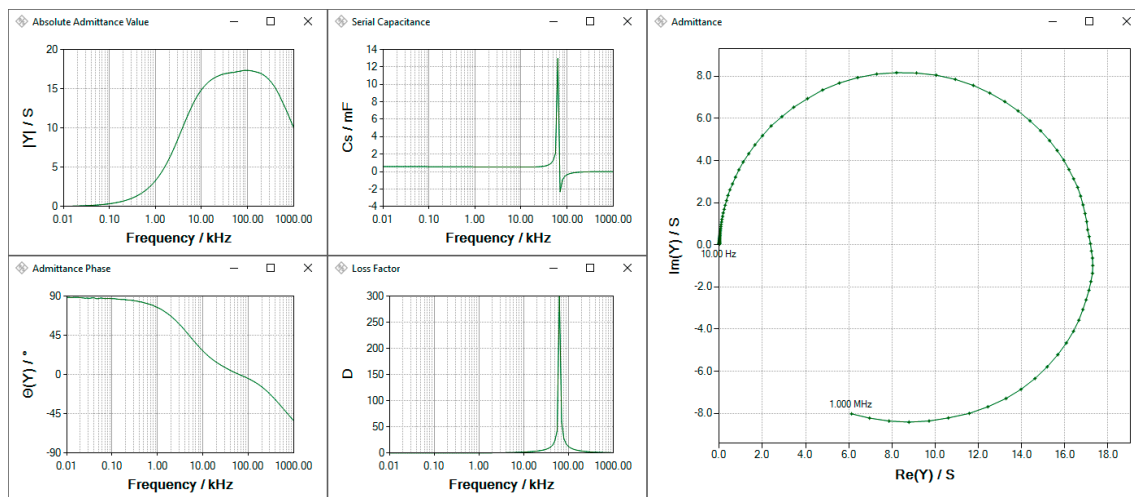
LCR-измерители R&S®LCX — это идеальное решение для точного измерения полного импеданса, сопротивления, индуктивности и емкости пассивных компонентов, а также их зависимости от частоты, уровня сигнала и смещения по постоянному току. Дополнительные преимущества дает прикладная программа R&S®LCX Sweep Tool (руководство по применению 1GP132) с удобными функциями автоматизации и составления графиков. Для решения задач повышенной сложности рекомендуется использовать LCR-измерители R&S®LCX вместе с анализатором импеданса MFIA от Zurich Instruments.

## См. также

[www.rohde-schwarz.com/LCX](http://www.rohde-schwarz.com/LCX)  
[www.rohde-schwarz.com/1GP132](http://www.rohde-schwarz.com/1GP132)

### Программа Sweep Tool

Параметры развертки	частота, уровень напряжения, уровень тока, напряжение смещения по постоянному току, ток смещения по постоянному току
Графики импеданса и проводимости	амплитуда, фаза, действительная часть, мнимая часть, график Найквиста
Графики измеряемых значений	индуктивность, емкость, сопротивление, качество, коэффициент потерь, последовательное сопротивление, параллельное сопротивление, реактивное сопротивление



Графики проводимости, емкости и коэффициента потерь электролитического конденсатора в зависимости от частоты

Обозначение	Тип	Код заказа
LCR-измеритель, 300 кГц	R&S®LCX100	3629.8856.02
LCR-измеритель, 500 кГц	R&S®LCX200	3629.8856.03
Расширение диапазона частот до 1 МГц для R&S®LCX200	R&S®LCX-K201	3630.1880.03
Расширение диапазона частот до 10 МГц для R&S®LCX200	R&S®LCX-K210	3630.1900.03
Расширенные функции анализа	R&S®LCX-K106	3630.1922.03
Измерительная плата для приборов с аксиальными и радиальными выводами	R&S®LCX-Z1	3639.2296.02
Измерительный кабель с зажимами Кельвина	R&S®LCX-Z2	3638.6446.02
Измерительная плата для SMD-компонентов	R&S®LCX-Z3	3639.2509.02
Измерительные щипцы для SMD-компонентов	R&S®LCX-Z4	3639.2515.02

**Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**  
[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)

**Тренинги Rohde & Schwarz**  
[www.training.rohde-schwarz.com](http://www.training.rohde-schwarz.com)

**Служба поддержки Rohde & Schwarz**  
[www.rohde-schwarz.com/support](http://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 3683.6770.98 | Версия 01.00 | Июнь 2022 г. (sk)  
 Точное измерение полного импеданса с разверткой по частоте, уровню тестового сигнала и смещению по постоянному току  
 Данные без допусков не влекут за собой обязательств | Допустимы изменения  
 © 2022 Rohde & Schwarz GmbH Co. KG | 81671 Мюнхен, Германия