

# УСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ (ЭМП) ПРИ ПОМОЩИ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

## ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE (EMI) ELIMINATION USING OSCILLOSCOPES

Маркус Хердин (Marcus Herdin), Rohde & Schwarz

В прошлом осциллографы едва ли были пригодны для борьбы с ЭМП. Им не хватало чувствительности, необходимой для обнаружения ЭМП, их функции спектрального анализа при помощи БПФ не были достаточно развиты, и они были сложны в эксплуатации.

Ситуация изменилась с появлением цифрового осциллографа R&S RTO от Роде и Шварц. Чувствительность, составляющая 1 мВ на деление, ширина полосы пропускания до 4 ГГц и очень низкие собственные шумы делают этот осциллограф идеальным для анализа сигналов в зоне индукции для обнаружения и анализа излучаемых электромагнитных помех. Результаты испытаний на электромагнитную совместимость показали значимость этого осциллографа как ценного лабораторного инструмента, позволяющего быстро обнаружить нежелательные излучения и определить причину их возникновения.



Рис. 1. Цифровой осциллограф R&S RTO с низким уровнем шума и значительными возможностями БПФ является мощным инструментом для устранения ЭМП

В данной статье рассмотрены некоторые практические примеры, демонстрирующие наиболее важные функции осциллографа для успешного устранения ЭМП.

### ОПЕРАТИВНАЯ КОНЦЕПЦИЯ БПФ ДЛЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Быстрое преобразование Фурье (БПФ) является ключом к использованию осциллографов для устранения ЭМП. Традиционная реализация БПФ в осциллографах не обеспечивает достаточную оперативную гибкость, так как отображаемая полоса частот и полоса разрешения контролируются настройками временного интервала. Это



**RONDE & SCHWARZ**

затрудняет навигацию в частотной области, а спектральный анализ требует больших временных затрат.

Опираясь на свой опыт спектрального анализа, компания Роде и Шварц решила применить в осциллографах R&S RTO интуитивный подход. В осциллографе R&S RTO оперативная концепция БПФ для спектрального анализа и обеспечивает непосредственный контроль пользователем стандартных параметров анализатора, таких как частота запуска и остановки, разрешение по полосе пропускания и тип детектора. Для автоматического расчёта необходимых настроек временного интервала осциллограф R&S RTO использует значительные возможности по обработке сигнала и объём памяти для полученных данных. Пользователи могут самостоятельно установить временные и частотные параметры в определенных пределах и легко анализировать излучаемые ЭМП во временном и частотном интервале. В результате, пользователи имеют возможность распознавать причину нежелательных излучений гораздо быстрее.

### ЦВЕТОВАЯ КОДИРОВКА СПЕКТРА ПОЗВОЛЯЕТ ОТОБРАЗИТЬ СПОРАДИЧЕСКИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Перекрытие БПФ является характерной особенностью R&S RTO, которая обеспечивает высокую чувствительность для обнаружения излучаемых ЭМП. БПФ также позволяет просмотр спектральных излучений в течение определенного периода. Осцилло-

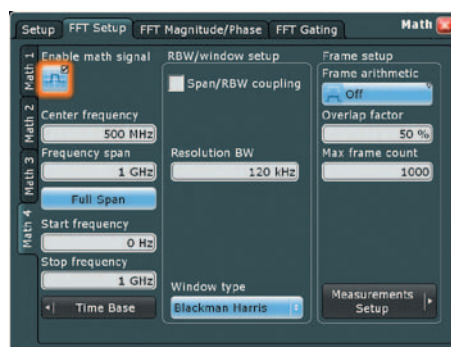


Рис. 2. Пользовательский интерфейс БПФ цифрового осциллографа R&S RTO аналогичен интерфейсу для спектрального анализа

граф делит полученный сигнал на множество сегментов до обработки БПФ и вычисляет индивидуальный спектр для каждого сегмента сигнала во временной области, что делает даже спорадические, низкоэнергетические сигналы видимыми в отдельных спектрах. Эти спектры затем получают цветовую кодировку в зависимости от частоты обнаружения и объединяют в полный спектр. Постоянные излучения, такие как линейные частоты, отличаются по цвету от редких событий, таких как

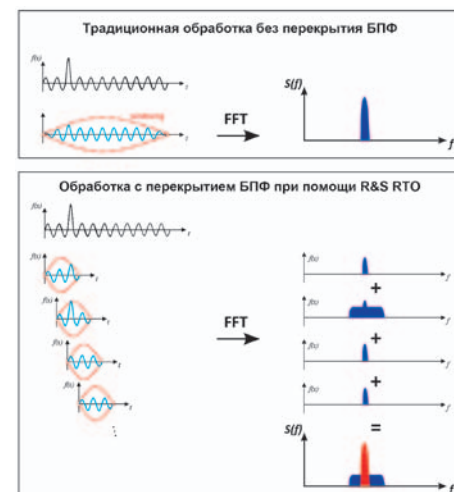


Рис. 3. Обработка БПФ с перекрытием разбивает записанный сигнал на несколько сегментов до обработки БПФ. Это обеспечивает высокую чувствительность для обнаружения спорадических ЭМП. Индивидуальные спектры получают цветовую кодировку в зависимости от частоты обнаружения

кратковременные всплески напряжения от импульсных источников питания. Спектр с полной цветовой кодировкой обеспечивает очень хороший обзор типа и частоты возникновения излучаемых ЭМП.

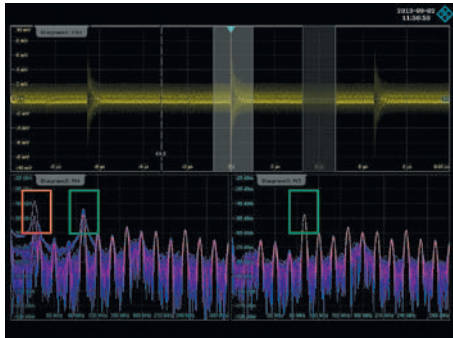
### ВРЕМЕННОЕ ОГРАНИЧЕНИЕ БПФ ДЛЯ ВРЕМЕННОЙ КОРРЕЛЯЦИИ СПОРАДИЧЕСКИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Временное ограничение БПФ позволяет пользователю ограничивать анализ БПФ рамками временной области полученного сигнала. Пользователи могут перемещать это временное окно (ворота) через весь период сбора данных, чтобы определять, какие сегменты сигнала во временной области коррелируют с теми или иными событиями в

спектре. Пользователи поэтому могут, например, определить, что нежелательные излучения от импульсных источников питания вызваны выбросами от переключающего транзистора. Используя временное ограничение БПФ, пользователи могут также наверняка определить, какие сигнальные последовательности генерируют ЭМП в результате плохой маршрутизации высокоскоростных шин данных. Выявив проблему, осциллограф можно использовать, чтобы легко и быстро проверить эффективность различных решений, таких как блокирование емкостей, дополнительная защита или перенаправление сигналов шины.

**МАСКИ ЧАСТОТЫ И ФУНКЦИЯ ВЕДЕНИЯ ЗАПИСЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА СПОРАДИЧЕСКИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

Спорадические излучения представляют одну из наиболее сложных проблем ЭМП. Эти ЭМП чрезвычайно сложно выявить, и традиционное испы-



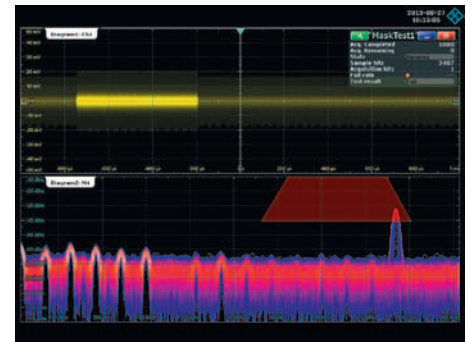
**Рис. 4.** Временное ограничение БПФ отображает спектр для определенных сегментов времени полученного сигнала. Два сегмента времени, прошедшие обработку БПФ, обозначаются серым цветом. Полученные спектры отображаются в нижней части слева и справа. Временное ограничение БПФ делает возможной корреляцию прерывистых ЭМП с сигналом во временной области. Красный квадрат показывает ту часть спектра, где возникли ЭМП, а зеленые квадраты показывают часть спектра, которая является постоянной и, следовательно, присутствует в обоих спектрах

тательное и измерительное оборудование предлагает лишь ограниченные возможности для анализа сигнала при его обнаружении. Инструмент маски R&S RTO предлагает удобное решение этой проблемы. Инструмент маски позволяет пользователям легко и гибко определять частотные маски, а также при помощи функции «остановка-при нарушении» они могут точно определять, какие сигналы нарушают эти маски. Пользователи могут настраивать параметры БПФ, такие как временное ограничение и разрешения по полосе пропускания, даже для сигналов, которые были получены ранее. Это повышает эффективность инструмента маски и позволяет пользователям детально изучать даже самые сложные для обнаружения ЭМП.

Функция ведения записей также помогает пользователям анализировать излучаемые ЭМП. Она использует все возможности использования памяти для сбора данных, чтобы автоматически сохранять самые последние полученные сигналы, что позволяет пользователям свободно сравнивать и анализировать предыдущие и текущие данные.

**ОСЦИЛЛОГРАФЫ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ЭМП**

Цифровые осциллографы являются важным настольным инструментом для разработчиков, анализирующих электронные схемы. Значительные возможности по обработке сигнала БПФ и высокая чувствительность на входе превратили осциллографы в эффективный инструмент для устранения ЭМП. Возможности цифрового осциллографа R&S RTO от Роде и Шварц по комплексному сбору данных и их анализу установили новый стандарт. БПФ с перекрытием и дисплей с цветовой кодировкой спектральных компонентов позволяют пользователям видеть, как часто спектральные компоненты встречаются в



**Рис. 5.** Инструмент маски R&S RTO позволяет обнаруживать спорадические излучения и изучать их в деталях

полученном сигнале, и быстро определять источник ЭМП. Благодаря оперативной концепции спектрального анализа, пользователи могут легко перемещаться в частотной области, не беспокоясь о настройках параметров времени. Полный набор сопутствующего оборудования, такого как набор компактных широкополосных пробников зоны индукции R&S HZ-15, дополняет линию продукции для устранения ЭМП.

Более подробная информация содержится на вебсайте [www.rohde-schwarz.ru](http://www.rohde-schwarz.ru).

*Previously oscilloscopes were hardly used to fight with EMI. They lacked sensitivity necessary for EMI detection, their functions of spectral analysis with the help of FFT hadn't been developed enough and were difficult in use. The situation has changed with new digital oscilloscope R&S RTO from Rohde & Schwarz. Sensitivity of 1 mV/div and 4 GHz bandwidth including very low inherent noise level make this oscilloscope perfect for signal analysis in induction zone for the detection and analysis of emitted electromagnetic interference. Find more about Rohde & Schwarz oscilloscope in the present article.*

**НОВОСТИ** на [www.kipis.ru](http://www.kipis.ru)

**НОВАЯ ОПЦИЯ ДЛЯ АНАЛИЗАТОРОВ СПЕКТРА СЕРИИ FSW**

Компания Rohde & Schwarz выпустила новую опцию для анализаторов спектра серии FSW — B500. Опция расширяет полосу анализа сигналов до 500 МГц и обеспечивает отличный динамический диапазон около 60 дБ. Это



позволяет измерять короткие времена нарастания радиоимпульсов (время нарастания опции 2,3 нс) и детектировать короткие радиоимпульсы (длительностью от 8 нс), анализировать радарные и связанные сигналы в полосе 500 МГц, проводить векторный анализ сигналов.

[www.rohde-schwarz.ru](http://www.rohde-schwarz.ru)

**НОВЫЙ 2/4 ПОРТОВЫЙ МОДУЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ ZN-Z51**

Компания Rohde & Schwarz выпустила новый 2/4 портовый модуль автоматической калибровки ZN-Z51 в коаксиальном тракте типа N или типа 3,5 мм с волновым сопротивлением 50 Ом в ди-

апазоне частот от 100 кГц до 8,5 ГГц. Возможна смешанная конфигурация портов типа N и SMA на одном модуле. Модуль автоматической калибровки ZN-Z51 имеет сменную microSD карту, на которой пользователь может сохранять необходимые характеристические данные. При использовании модуля ZN-Z51 процесс калибровки, как и в других подобных модулях, контролируется анализатором через интерфейс USB и не требует дополнительных перестыковок. Таким образом, исключаются ошибки оператора, связанные с неправильным выбором калибровочных мер, устраняется чрезмерный износ измерительных разъемов, существенно сокращается время на калибровку.

[www.rohde-schwarz.ru](http://www.rohde-schwarz.ru)