

# R&S® Scope Rider RTH — БЫСТРЫЙ ПОИСК НЕПОЛАДОК В ЭЛЕКТРОМОБИЛЯХ

Гонимая команда Elephant из Байройтского университета (Германия) искала надежный и многофункциональный портативный осциллограф для разработки и проверки систем своего гоночного электромобиля FR19 Loki. Основными задачами прибора были мониторинг и анализ данных датчиков, передаваемых по шине CAN, измерения электромагнитной совместимости (ЭМС), а также измерения в электрических системах электромобиля (низковольтной и высоковольтной). Портативный осциллограф R&S® Scope Rider RTH, оснащенный полностью изолированными входами, а также многофункциональными опциями декодирования и запуска для сигналов шин SPI, CAN, CAN-FD и SENT, показал себя как оптимальный контрольно-измерительный прибор для решения этих задач.



Рекомендации по применению  
Версия 01.00

**ROHDE & SCHWARZ**

Make ideas real



## Испытания электромобилей на выносливость

Каждый год студенческие команды многих университетов принимают участие в соревнованиях гоночных автомобилей класса Formula Student, которые проводятся на всемирно известных гоночных трассах, среди которых Хоккенхаймринг в Германии, Автодром Мост в Чехии и Автодром Ассен (трасса TT) в Нидерландах. В рамках этих соревнований проходят не только гонки, но и статические дисциплины, например оценка электротехнических решений и бизнес-планов.

Наиболее престижной дисциплиной считается гонка на выносливость, за которую присуждается почти треть от общего количества баллов. Автомобили, число которых доходит до семи, соревнуются на дистанции 22 км. Жюри также оценивает эффективность использования энергии электромобилями. Гонка на выносливость — это самая сложная задача для участников Formula Student, управляющих электромобилями. Даже незначительная потеря контакта может привести к завершению участия в гонке.

## Требования: проверка и устранение неполадок

Чтобы разработать и оптимизировать свой автомобиль в преддверии сезона 2018 года, команде гонщиков Elefant из Байройтского университета требовался прибор для измерения ЭМС и поиска неполадок в источниках напряжения и подключениях к шине CAN. Этот прибор должен был в равной степени подходить для проверки печатных плат и измерений в высоковольтной системе питания. Кроме того, нужен был прочный и компактный прибор, чтобы можно было проводить измерения как в лаборатории, так и на испытательных и гоночных трассах.



Рисунок 1 — Прочный корпус R&S®Scope Rider RTH выдерживает даже сильные удары без следов повреждения. Источник: гоночная команда Elefant

## Краткий обзор

Перед выходом электромобиля на трассу необходимо тщательно проверить его электронные системы. Гоночные электромобили класса Formula Student E не исключение. Команда Elefant из Байройтского университета разработала гоночный электромобиль FR19 Loki, оснащенный планетарным редуктором собственной разработки и новейшей технологией полного привода. Используя портативный осциллограф R&S®Scope Rider RTH, техники команды собирали данные от множества датчиков и анализировали их с помощью функции декодирования сигналов, передаваемых по шине CAN. Прибор снабжен изолированными входами, поэтому надежно измеряет ток и напряжение до 1000 В. Этот долговечный портативный осциллограф оптимально подходит для оперативной отладки бортовых электрических систем и высоковольтных систем электромобилей. Работаящий от аккумулятора, R&S®Scope Rider RTH отлично функционирует как в лаборатории, так и на гоночной трассе.

## Решение: осциллограф R&S®Scope Rider RTH

Команда Elefant отдала предпочтение портативному осциллографу R&S®Scope Rider RTH, который отвечает всем перечисленным требованиям. R&S®Scope Rider RTH крайне износостойчив и имеет изолированные входы для измерения напряжения до 1000 В (СКЗ) в категории измерений III, а также специальные функции анализа для автомобильной техники.

## Надежная защита и универсальность

Надежность портативного осциллографа Rohde & Schwarz подтвердилась при аварии, которая произошла в 2018 году, когда команда возвращалась с тренировочной трассы. Прицеп с гоночным электромобилем перевернулся. Электромобиль, а также большая часть инструментов и принадлежностей упали на дорогу. Гоночный электромобиль восстановлению не подлежал, но осциллограф R&S®Scope Rider RTH выдержал сильный удар и не получил повреждений. Прибор имеет степень защиты IP 51 (IEC 60529) и соответствует применимым военным стандартам стойкости к ударным воздействиям и вибрации.

R&S®Scope Rider RTH можно использовать для быстрой проверки подаваемого напряжения и соответствия сигналов, передаваемых по шинам I<sup>2</sup>C, SPI или CAN, применяемым протоколам при проверке устройств и модулей или в процессе поиска неполадок на трассе. Для применения осциллографа в автомобилестроении предусмотрен ряд опций запуска и декодирования, которые поддерживают не только протоколы традиционных шин CAN и LIN, но и функции анализа протокола односторонней полубайтовой передачи SENT (Single Edge Nibble Transmission), используемого для передачи данных от датчиков. Благодаря этим опциям пользователи могут собирать данные, информацию об определенных событиях или ошибках в быстром и медленном каналах протокола SENT. Также поддерживаются короткий и расширенный форматы сообщений и различные методы контроля с помощью проверки контрольной суммы (CRC).



Используя опцию запуска и декодирования R&S®RTH-K9 CAN-FD, основанную на опции запуска и декодирования R&S®RTH-K3 CAN, пользователи могут анализировать сигналы интерфейса CAN-FD. Скорость передачи данных последовательной шины CAN-FD (до 15 Мбит/с) значительно выше, чем у стандартной шины CAN (до 1 Мбит/с), поэтому популярность CAN-FD растет. Полностью цифровой блок запуска и декодирования работает с частотой дискретизации 1,25 млрд отсчетов/с независимо от частоты дискретизации аналогового или цифрового канала, используемого для захвата сигнала. В результате

последовательные протоколы, даже при одновременном отображении очень медленных сигналов во временной области, легко декодировать. При нажатии кнопки осциллограф отображает в табличном формате информацию об анализируемом протоколе и дополнительные сведения. Еще одно преимущество — поддержка символьных меток. Декодированные сигналы управления отображаются с заданными метками в виде обычного текста, что значительно облегчает работу с прибором.

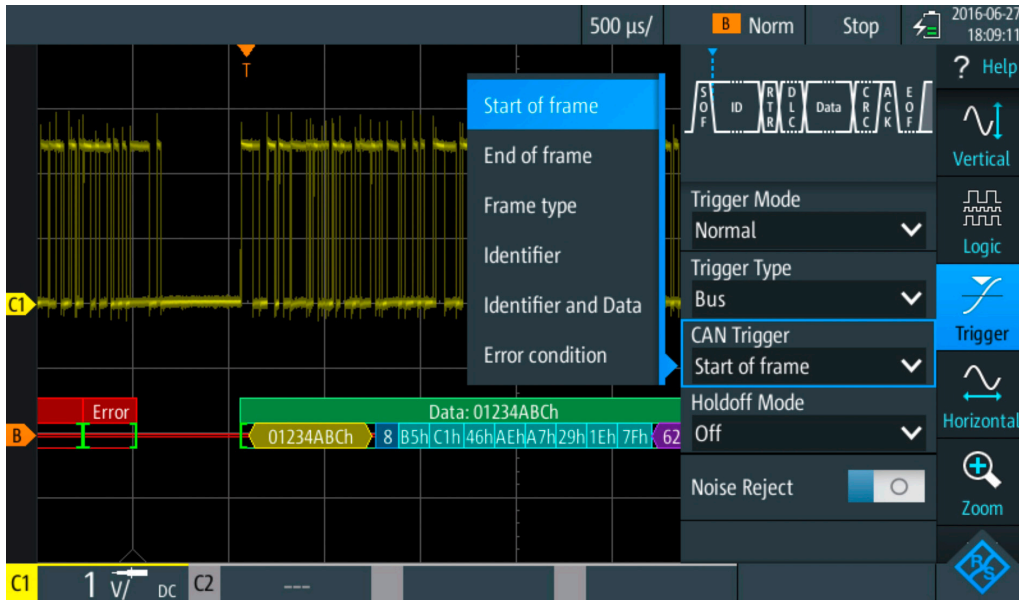


Рисунок 2 — Пользовательское меню опции запуска и декодирования R&S®RTH-K3 для сигналов шины CAN.



### Пример измерений при проверке печатных плат

R&S®Scope Rider RTH неоднократно помогал гоночной команде сократить время устранения неполадок. Применение этого портативного осциллографа значительно упростило проверку печатных плат задолго до начала гоночного сезона. Проверять, правильно ли подается напряжение в разных точках, и выявлять ошибки в обмене данными по шине с помощью этого прибора получается гораздо быстрее, чем при использовании обычного мультиметра. Также прибор применяется для отладки шин SPI и CAN. После встраивания электроники в электромобиль начинаются испытания бортовых систем.

К самой высокой части электромобиля крепится красный предупреждающий индикатор, который загорается каждый раз, когда на системы вне блока аккумуляторов подается высокое напряжение. Во время проверки обнаружена ошибка передачи данных по шине CAN. Стало ясно, что при монтаже забыли установить нагрузочное сопротивление.

Рисунок 3 — При передаче данных по шине CAN отсутствие нагрузочного сопротивления привело к сбою сигнала в шине. Источник: гоночная команда Elefant

## Пример измерений на гоночной трассе

FR19 Loki — самый быстрый электромобиль гоночной команды Elephant. Новый планетарный редуктор обеспечивает чрезвычайно эффективную передачу мощности. Система полного привода с мотор-колесами (мощностью 35 кВт каждое) и управлением вектором тяги обеспечивает оптимальное сцепление с дорожным покрытием в поворотах.

Этот автомобиль занял пятое место по результатам испытаний на выносливость на гоночной трассе в Ассене (Нидерланды). Через три недели на трассе Хоккенхаймринг в Германии возникали периодические отключения высоковольтной системы. В результате команда была вынуждена выйти из гонки. Чтобы не пропустить соревнования на Автодроме в г. Мост, которые должны были состояться несколько

дней спустя, техники сразу же приступили к поискам причины. Беглый анализ не выявил никаких ошибок в программном обеспечении. Затем с помощью осциллографа R&S®Scope Rider RTH был проведен анализ передачи данных по шине CAN. Результат тот же: ошибок нет. И только измерения в низковольтной электрической системе показали падение напряжения на линии безопасности. Высоковольтная система может быть включена только при условии, что на линии безопасности имеется напряжение. Все указывало на короткое замыкание, которое техники команды обнаружили в подвеске одного из колес. Оно было вызвано неправильной прокладкой провода линии безопасности, который перетирался рычагом подвески. Эту проблему без труда устранили. На соревнованиях в г. Мост команда Elephant заняла четвертое место в гонках на выносливость и в общем зачете.



Рисунок 4 — Отладка систем на обочине трассы с помощью опции запуска и декодирования для сигналов шины CAN. Источник: гоночная команда Elephant

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

**Rohde & Schwarz training**  
www.training.rohde-schwarz.com

**Rohde & Schwarz customer support**  
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 3608.1530.38 | Версия 01.00 | января 2020 г. (jr)  
R&S®Scope Rider RTH — быстрый поиск неполадок в электромобилях.  
Данные без допусков не влекут за собой обязательств | Допустимы изменения  
© 2020 Rohde & Schwarz GmbH Co. KG | 81671 Мюнхен, Германия



3608153038