СИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ СЕРИИ PULSE

Brüel & Kjær

Incorporating LDS and Lochard

Что такое анализатор PULSE?

Созданный компанией Brüel & Kjær многоканальный анализатор PULSE™ является платформой для систем анализа шума и вибрации. В ней использован более чем шестидесятилетний опыт изготовления измерительной техники, а также инновационные разработки компании.

Предназначенный для решения существующих задач измерения параметров шума и вибрации, анализатор PULSE™ стал платформой перспективных анализаторов. Благодаря широкому спектру конфигураций оборудования и программного обеспечения, платформа PULSE стала сегодня, вероятно, самым популярным решением, этот факт подтверждают более десяти тысяч работающих во всем мире систем анализаторов.

Оборудование и программное обеспечение семейства анализаторов PULSE предоставляют Вам надежную основу для построения системы, решающей ваши существующие задачи и предусматривающей возможность расширения в соответствии с изменением ваших требований. Такая возможность расширения и продолжающиеся разработки нового оборудования и программного обеспечения для платформы PULSE обеспечивают в настоящее время и в перспективе целесообразность вложения в них ваших средств.

Измерения в реальном времени

Работа PULSE в реальном времени означает, что между измеряемым параметром и реакцией на него анализатора существует кратчайшая возможная связь. В процессе измерения результаты анализа мгновенно отображаются на экране, это позволяет Вам незамедлительно убедиться в достоверности получаемых данных.

Многоканальный анализ

Многоканальность анализатора PULSE означает, что Вы одновременно можете выполнять FFT (БПФ), 1/n-октавный (Constant Percentage Bandwidth, CPB – с постоянной относительной шириной полосы фильтров), порядковый, а также общий анализ уровня шума в одном и том же канале или для различных каналов и сигналов с отображением на экране результатов в реальном времени.

Использование возможностей вашего ПК

Ваш ПК выполняет функции анализатора! Анализатор PULSE позволяет Вам обрабатывать полученные при натурных измерениях данные на любом удобном для Вас рабочем месте. Платформа PULSE превращает ваш ПК в персональный анализатор, позволяя использовать быстро растущую производительность процессоров и ПК в целом для обработки сигналов в реальном времени.

Надежная основа

Гибкость применения платформы PULSE в сочетании с решениями, специализированными для конкретных отраслей промышленности, обеспечивают широкое применение платформы анализатора PULSE компании Brüel & Kjær. Система PULSE занимает лидирующие позиции в различных отраслях промышленности, включая:

- Автомобильную промышленность
- Электроакустику и телекоммуникации
- Авиационно-космическую и оборонную промышленность
- Производство потребительских товаров

АППАРАТНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ PULSE

Портативная система PULSE - 3560C

Портативный блок сбора данных, имеющий до 17 входных каналов.

Основные характеристики

- Предназначен для установки одного модуля входов и выходов и одного модуля с контроллером
- Прочный корпус рассчитан на ежедневное использование в производственных и неблагоприятных условиях
- Конструкция съемной крышки защиты передней панели от осадков предусматривает проход кабелей
- Электропитание от аккумулятора или внешнего источника постоянного тока (10 – 32 В)
- Возможно выключение охлаждающих вентиляторов для снижения шума (автоматически включаются при перегреве)
- Синхронизация моментов отсчетов с блоками интерфейсов прочего оборудования системы PULSE

Портативная система сбора данных типа 3560C оснащена аккумуляторным источником питания типа 2827, подключаемым к внешнему источнику пост. тока. Она рассчитана на установку любой комбинации 1 модуля с контроллером и 1 модуля входов и выходов. Через модуль контроллера осуществляется соединение с ПК, а через модуль входов и выходов подключаются дополнительные измерительные датчики и обеспечивается синхронизация моментов отсчетов. Например, блок типа 3560C с установленными модулем контроллера типа 7537 с 5 входными и 1 выходным каналами и модулем типа 3038 с 12 входными каналами позволяет выполнять измерения в 17 входных каналах.

Условия эксплуатации

Для работы в неблагоприятной электромагнитной обстановке, имеющей место, например, в автомобилях, требования спецификаций системы типа 3560C превышают европейские требования устойчивости к электромагнитным помехам. Система соответствует требованиям ISO 7637 1 и ISO 7637–2 “Дорожный транспорт. Кондуктивные и индуктивные электрические помехи”. Требования к механическим харатеристикам системы также высоки, она соответствует требованиям MIL STD 810C и IEC 60068 2 6.

Поскольку все портативные системы PULSE предназначены для использования вне помещений, они соответствуют требованиям устойчивости к воздействию температуры и влажности в широких диапазонах. Рабочий диапазон температур простирается от 10 до +50 °C (от +14 до 122 °F). Блок типа 3560C устойчив к воздействию осадков при установке съемной крышки передней панели и расположении панелью вверх.

Источники электропитания

Питание блоков типов 3560B и 3560C возможно от двух встроенных никель-металлгидридных аккумуляторных батарей или от внешнего источника с напряжением 10 – 32 В пост. тока. В комплекте прибора поставляется адаптер питания от сети 100 – 240 В перем. тока. Блок включается и выключается механическим выключателем на передней панели, а при использовании в одной системе нескольких блоков интерфейсов, управление функцией включения и выключения возможно от другого блока интерфейсов с использованием сигнала Multiframe[i] Control (управления системой, содержащей несколько корпусов). Третья возможность включения и выключения состоит в автоматическом включении прибора при подаче напряжения внешнего источника электропитания пост. тока. При питании от аккумуляторов, расположенные около боковых краев передней панели индикаторы отображают

состояние аккумуляторов, замена каждого аккумулятора возможна без прерывания измерений. При наличии напряжения внешнего источника питания пост. тока аккумуляторы заряжаются автоматически.

Выход напряжения пост. тока

Для питания вспомогательных устройств, например, коммутатора локальной сети или адаптера беспроводной сети для подключения дополнительных блоков входных интерфейсов, системы типов 3560B, C и D имеют защищенные предохранителем выходы напряжений 5 и 12 В пост. тока (с соединителем LEMO FGG.00.302). Кабели для этих вспомогательных устройств следует заказывать отдельно.

Бесшумная работа, охлаждение

Системы типов 3560C и 3560D: В процессе работы вентиляторы поддерживают допустимую температуру внутри блока. При выполнении измерений, на результаты которых может влиять шум вентиляторов, вентиляторы могут быть выключены командой программного обеспечения системы PULSE. При превышении наибольшей допустимой рабочей температуры охлаждающие вентиляторы включаются автоматически.

Портативный анализатор PULSE 3560B

Компактный блок сбора данных, содержащий до 5 входных каналов и один выходной канал.

Основные характеристики

- Одновременные измерения в 5 каналах в диапазоне частот до 25,6 кГц
- Компактный прочный корпус рассчитан на ежедневное использование в производственных и неблагоприятных условиях
- Работа от аккумулятора (5 часов непрерывно) или от внешнего источника пост. тока (10 − 32 В)
- Бесшумная работа при температуре до 35 °C
- Охлаждающие вентиляторы могут быть выключены для бесшумной работы (при превышении наибольшей допустимой рабочей температуры охлаждающие вентиляторы включаются автоматически)
- Синхронизация моментов отсчетов с блоками интерфейсов прочего оборудования системы PULSE

Компактная система сбора данных типа 3560B рассчитана на питание от батареи аккумуляторов или внешнего источника пост. тока. Через локальную сеть блок может быть соединен с ПК для выполнения измерений и обеспечения синхронизации моментов отсчетов. Существует восемь вариантов системы, четыре со стандартными входами и четыре с входами Dyn-X.

Источники электропитания

Питание блоков типов 3560B и 3560C возможно от двух встроенных никель-металлгидридных аккумуляторных батарей или от внешнего источника с напряжением 10 – 32 В пост. тока. В комплекте прибора поставляется адаптер питания от сети 100 – 240 В перем. тока. Блок включается и выключается механическим выключателем на передней панели, а при использовании в одной системе нескольких блоков интерфейсов, управление функцией включения и выключения возможно от другого блока интерфейсов с использованием сигнала Multiframe Control (управления системой, содержащей несколько корпусов). Третья возможность включения и выключения состоит в автоматическом включении прибора при подаче напряжения внешнего источника электропитания пост. тока. При питании от аккумуляторов, расположенные около боковых краев передней панели индикаторы отображают состояние аккумуляторов, замена каждого аккумулятора возможна без прерывания измерений. При наличии напряжения внешнего источника питания пост. тока аккумуляторы заряжаются автоматически.

Выход напряжения пост. тока

Для питания вспомогательных устройств, например, коммутатора локальной сети или адаптера беспроводной сети для подключения дополнительных блоков входных интерфейсов, системы типов 3560B, C и D имеют защищенные предохранителем выходы напряжений 5 и 12 В пост. тока (с соединителем LEMO FGG.00.302). Кабели для этих вспомогательных устройств следует заказывать отдельно.

Бесшумная работа, охлаждение

Система типа 3560B работает бесшумно с выключенными вентиляторами при окружающей температуре до 35 °C (95 °F). При значениях температуры выше указанного вентиляторы включаются, но могут быть выключены командой программного обеспечения системы PULSE.

Многоканальная портативная система PULSE типа 3560D

Многоканальный портативный блок сбора данных, имеющий до 65 входных каналов.

Основные характеристики

- Предназначен для установки до 5 модулей входов и выходов, модуля источника электропитания типа 2826 и одного модуля с контроллером
- Прочный корпус рассчитан на ежедневное использование в производственных и неблагоприятных условиях
- Электропитание от внешнего источника постоянного тока (10 – 32 В) или через адаптер от сети перем. тока
- Возможно выключение основных охлаждающих вентиляторов для снижения шума (автоматическое включение при перегреве)
- Синхронизация моментов отсчетов с блоками интерфейсов прочего оборудования системы PULSE

Система сбора данных типа 3560D состоит из системного корпуса, в который может быть установлено до 7 модулей. Одним из них должен быть модуль источника электропитания типа 2826, работающий от внешнего источника питания постоянного тока, также необходим один модуль с контроллером. Остальные 5 модулей можно произвольно выбрать из числа существующих модулей ввода и вывода. Смотрите дополнительные подробности в спецификации системы.

Источники электропитания

Системы типов 3560D и 3560E могут питаться от внешнего источника электропитания 10 − 32 В пост. тока. В комплекте прибора поставляется адаптер питания от сети 100 – 240 В перем. тока ZG 0430. Установленный в блок модуль источника питания типа 2826 включается и выключается механическим выключателем на передней панели, а при использовании в одной системе нескольких блоков интерфейсов, управление функцией включения и выключения возможно от другого блока интерфейсов с использованием сигнала Multiframe Control (управления

системой, содержащей несколько корпусов). Третья возможность включения и выключения состоит в автоматическом включении прибора при подаче напряжения внешнего источника электропитания пост. тока.

Выход напряжения пост. тока

Для питания вспомогательных устройств, например, коммутатора локальной сети или адаптера беспроводной сети для подключения дополнительных блоков входных интерфейсов, системы типов 3560B, C и D имеют защищенные предохранителем выходы напряжений 5 и 12 В пост. тока (с соединителем LEMO FGG.00.302). Кабели для этих вспомогательных устройств следует заказывать отдельно.

Бесшумная работа, охлаждение

Системы типов 3560C и 3560D: В процессе работы вентиляторы поддерживают допустимую температуру внутри блока. При выполнении измерений, на результаты которых может влиять шум вентиляторов, вентиляторы могут быть выключены командой программного обеспечения системы PULSE. При превышении наибольшей допустимой рабочей температуры охлаждающие вентиляторы включаются автоматически.

Многоканальная система PULSE типа 3560E

Многоканальный портативный блок сбора данных, имеющий до 96 входных каналов.

Основные характеристики

- Рассчитан на установку до 8 модулей входов и выходов, модуля источника питания типа 2826 и одного модуля с контроллером
- Питание от внешнего источника (10 – 32 в пост. тока) или от сети перем. тока через адаптер
- Синхронизация моментов отсчетов с блоками интерфейсов прочего оборудования системы PULSE

Система сбора данных типа 3560E состоит из системного корпуса для установки в стойку, в который может быть установлено до 10 модулей. Одним из них должен быть модуль источника питания типа 2826, работающий от внешнего источника питания постоянного тока, также необходим один модуль с контроллером. Остальные 5 модулей можно произвольно выбрать из числа существующих модулей входов и выходов.

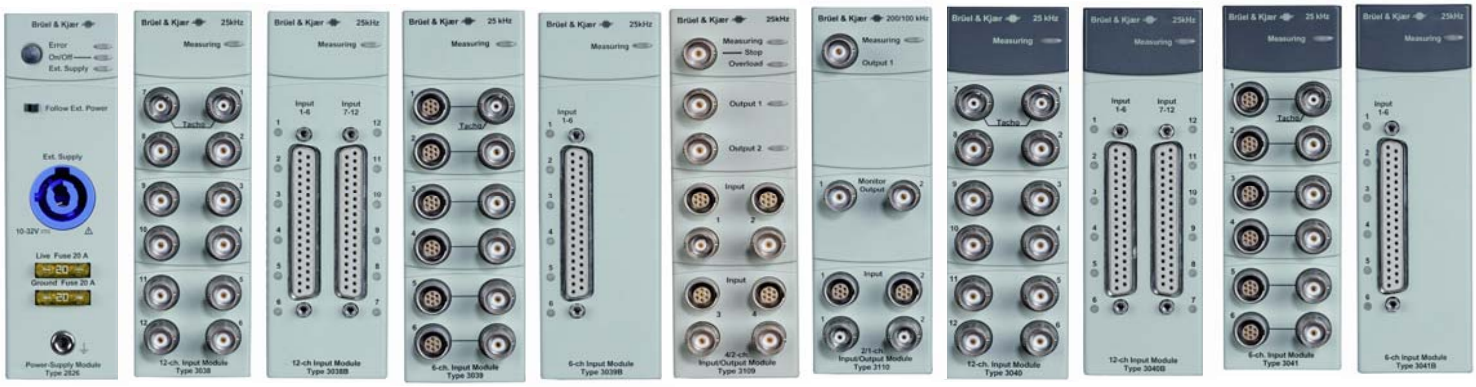
Система поставляется с комплектом для установки в стойку 19". Для монтируемых в стойке систем поставляется системный корпус 19" KQ 0155, воздуховод EA 0540 и блок вентиляторов UH 1037.

Источники электропитания

Системы типов 3560D и 3560E могут питаться от внешнего источника электропитания 10 − 32 В пост. тока. В комплекте прибора поставляется адаптер питания от сети 100 – 240 В перем. тока ZG 0430. Установленный в блок модуль источника питания типа 2826 включается и выключается механическим выключателем на передней панели, а при использовании в одной системе нескольких блоков интерфейсов, управление функцией включения и выключения возможно от другого блока интерфейсов с использованием сигнала Multiframe Control (управления системой, содержащей несколько корпусов). Третья возможность включения и выключения состоит в автоматическом включении прибора при подаче напряжения внешнего источника электропитания пост. тока.

Входные каналы

Входные каналы для многоканальных измерений шума и вибрации.



2826 3038 3038B 3039 3039B 3109 3110 3040 3040B 3041 3041B

DYN-X DYN-X DYN-X DYN-X

7536 7537 7537A 7538 7538A 7539 7539A 7540 7540A 3035 UA1365

DYN-X DYN-X DYN-X DYN-X DYN-X

Основные характеристики

- Каналы входных и выходных интерфейсов для предусилителей микрофонов и акселерометров, зарядных датчиков, датчиков CCLD и прочих датчиков, являющихся генераторами напряжения в соединительном кабеле. Поддержка датчиков с TEDS, соответствующих требованиям IEEE 1451.4
- Отображение индикаторами перегрузки также неправильной работы входных интерфейсов и обрыва соединительных кабелей датчиков
- Отображение перегрузки, в том числе на частотах вне рабочего диапазона
- Автоматическая компенсация смещения пост. тока

Функции и основные характеристики, доступные в модулях, определяются применяемым программным обеспечением, загруженным из библиотеки ПО PULSE LabShop.

Уникальные функции:

- Функция Response Equalization (REq-X) позволяет в реальном времени корректировать частотную характеристику в канале датчика с использованием калибровочных кривых конкретного датчика. Коррекция обеспечивает расширение эффективного диапазона частот, а также повышение точности измерений.
- Технология Dyn-X[ii] позволяет расширить истинный динамический диапазон измерений до 160 дБ и практически устраняет возможность перегрузки.

Независимые каналы

Входные каналы модуля могут быть настроены независимо; Вы имеете возможность независимо использовать фильтры высоких частот и выбирать чувствительность входов, а также присоединять датчики различных типов к разным каналам. Для всех каналов может быть подано поляризующее напряжение микрофонов. (Примечание: Если поляризующее напряжение подается, оно одинаково во всех микрофонных каналах модуля.

Датчики IEEE 1451.4 с TEDS

Входы модулей поддерживают датчики, соответствующие IEEE 1451.4 со стандартными электронными таблицами параметров датчика (TEDS). Эта функция обеспечивает автоматическую настройку входных интерфейсов и анализатора с использованием данных, хранимых в датчике. Эти данные могут, например, отображать чувствительность, последовательный номер, название компании-изготовителя и дату калибровки.

Контроль работоспособности интерфейсов датчиков

Во входных интерфейсах модулей используются два способа обнаружения обрывов кабелей датчиков или неправильной работы интерфейса. Для микрофонов контролируется потребляемый в цепи питания ток. Для акселерометров с предусилителем DeltaTron® (или микрофонов с предусилителем DeltaTron®) контролируется напряжение в цепи питания. При обнаружении неправильной работы интерфейса, например, обрыва кабеля, событие ошибки отображается индикатором перегрузки конкретного канала.

Существующие модули с входными интерфейсами

	Стандартные входы	**Входы с Dyn-X**
Модули входных интерфейсов		
12-канальный модуль входов	3038, 3038-B	3040, 3040-B
6-канальный модуль входов	3039, 3039-B	3041, 3041-B
6-канальный модуль входов для зарядных и CCLD датчиков	-	3035
Модули входных и выходных интерфейсов		
4/2-канальный модуль входных и выходных интерфейсов генераторов	3109	-
2/1-канальный модуль входных и выходного интерфейса генератора	3110	-
Модули входных и выходных интерфейсов с контроллером		
5/1-канальный модуль входных и выходного интерфейсов с контроллером и генератором синусоиды	7537, 7537-A (3560-B-010/020)	7538, 7538-A (3560-B-110/120)
5/1-канальный модуль входных и выходного интерфейсов с контроллером и генератором	7539, 7539-A (3560-B-030/040)	7540, 7540-A (3560-B-130/140)

Выходные каналы

Выходные каналы генераторов предназначены для возбуждения системы при измерениях шума и вибрации.

Основные характеристики

- Модуль типа 3109: 2 выходных канала: Полные возможности функциональных генераторов в диапазоне частот до 25,6 кГц
- Модуль типа 3110: 1 выходной канал: Полные возможности функционального генератора в диапазоне частот до 102,4 кГц
- Модули типов 7539, 7539 A (3560B-030/040), 7540, 7540A (3560B-130/140): 1 выходной канал: Полные возможности функционального генератора в диапазоне частот до 25,6 кГц
- Формы колебаний определяются программным обеспечением системы PULSE (смотрите документ BU 0229)
- Модули типов 7537, 7537 A (3560B-010/020), 7538, 7538A (3560B-110/120): 1 выходной канал: Колебания синусоидальной формы в диапазоне частот до 25,6 кГц; только синусоидальные колебания

Модуль типа 3109

Оба выходных канала модуля типа 3109 можно использовать в качестве генераторов сигналов в диапазоне частот от 0 до 25,6 кГц, их сигналы могут быть использованы при тестировании системы.

Модули типа 3109 построены с использованием мощного цифрового сигнального процессора и цифро-аналогового преобразователя с разрядностью 24 бита и отличаются исключительной гибкостью применения, стабильностью и точностью. Наибольшее значение выходного сигнала выбирается механическим переключателем в пределах от 5 мВ до 5 В среднекв. Меньшие значения возможны при масштабировании сигнала на входе цифро-аналогового преобразователя. Выходной сигнал подается на соединитель BNC и может использоваться как гальванически развязанный или заземленный. Возможно добавление постоянной составляющей, а любая нежелательная

постоянная составляющая сигнала удалятся автоматически. Через соединитель в верхней части модуля возможна подача сигнала аварийного останова, позволяющего немедленно выключить генераторы.

Модуль типа 3110

Выходной канал модуля типа 3110 можно использовать в качестве генератора сигналов в диапазоне частот от 0 до 102,4 кГц, его сигнал может быть использован при тестировании системы. Генератором управляет программное обеспечение PULSE.

Модули типа 3109 построены с использованием мощного цифрового сигнального процессора и цифро-аналогового преобразователя с разрядностью 24 бита и отличаются исключительной гибкостью применения, стабильностью и точностью. Наибольший уровень динамического диапазона выходного сигнала выбирается в пределах от 7 мВ до 7 В пик. Меньшие значения возможны при масштабировании сигнала на входе цифро-аналогового преобразователя. Выходной сигнал подается на соединитель BNC и может использоваться как гальванически развязанный или заземленный. Возможно добавление постоянной составляющей, а любая нежелательная постоянная составляющая сигнала удалятся автоматически.

В каждом входном канале на соединитель BNC выводится контрольный входной сигнал. Этот сигнал поступает с выхода фильтра высоких частот, соединенного со входом фильтра защиты от наложения спектров аналого-цифрового преобразователя. Наибольшая амплитуда сигнала равна 2,236 В пик. при наибольшей номинальной амплитуде входного сигнала в любом диапазоне чувствительности. Этот сигнал заземлен на корпус модуля.

Модули типов 7539, 7539 A, 7540, 7540A

Выходные каналы этих модулей 3109 можно использовать в качестве генераторов сигналов в диапазоне частот от 0 до 25,6 кГц, их сигналы могут быть использованы при тестировании системы. Модули построены с использованием мощного цифрового сигнального процессора и цифро-аналогового преобразователя с разрядностью 24 бита и отличаются исключительной гибкостью применения, стабильностью и точностью. Выходной сигнал подается на соединитель BNC и может использоваться как гальванически развязанный или заземленный. Возможно добавление постоянной составляющей, а любая нежелательная постоянная составляющая сигнала удалятся автоматически.

Модули типов 7537, 7537A, 7538, 7538A

Выходные каналы этих модулей можно использовать в качестве простых высококачественных генераторов синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,001 до 25,6 кГц. Наибольшее выходное напряжение в единственном диапазоне 5 В среднекв. поступает с выхода 24-битного цифро-аналогового преобразователя. Выходной сигнал подается на соединитель BNC и может использоваться как гальванически развязанный или заземленный.

Существующие модули с генераторами

	Стандартные входы	**Входы с Dyn-X**
Модули входных и выходных интерфейсов		
Генераторный 4/2-канальный модуль входных и выходных интерфейсов	3109	-
Генераторный 2/1-канальный модуль входных и выходного интерфейсов	3110	-
Модули входных и выходных интерфейсов с контроллерами		
5/1-канальный модуль входных и выходного интерфейсов с контроллером и генератором синусоиды	7537, 7537-A (3560-B-010/020)	7538, 7538-A (3560-B-110/120)
5/1-канальный модуль входных и выходного интерфейсов с контроллером и генератором	7539, 7539-A (3560-B-030/040)	7540, 7540-A (3560-B-130/140)

Модули с контроллером

Модули с контроллером используются в качестве интерфейса локальной сети между блоком интерфейсов PULSE и ПК, на котором установлено программное обеспечение PULSE. С использованием 12 вспомогательных входных каналов в них возможно измерение напряжения или физических параметров, например, положения, скорости ветра или температуры.

Основные характеристики

- Управление настройкой входных модулей и передачей данных от них, обеспечение синхронизации входов и блоков интерфейсов между собой
- Интерфейс RS-232 дистанционного управления для измерений интенсивности звука
- Передача данных с использованием стандартного протокола TCP/IP

Синхронизация и наращивание системы добавлением блоков

Модули с контроллерами управляют маршрутизацией передачи данных между ПК и входами и выходами модулей, а также обмениваются сигналами синхронизации и метками времени с прочими блоками интерфейсов. Эти функции обеспечивают объединение до 10 блоков в единую многоканальную систему, а также возможность одновременного включения и выключения всех блоков интерфейсов в системе.

Интерфейс RS-232

Соединитель интерфейса RS-232 на передней панели обеспечивает соединение с опциональным блоком дистанционного управления ZH 0632 для измерений интенсивности звука. Интерфейс также используется для настройки адресов локальной сети и проверки оборудования блока интерфейсов.

Вспомогательные каналы

12 каналов пост. тока, входы разведены в одном соединителе, каждый канал опрашивается 10 раз за секунду. Каналы объединены общим проводом и имеют шесть диапазонов входных сигналов от 0,1 В до 31,6 В с шагом 10 дБ.

Существующие модули с контроллером

	Стандартные входы	**Входы с Dyn-X**
Модуль Ethernet 100 Mbit с контроллером	7536	-
5/1-канальный модуль входных и выходного интерфейсов с контроллером и генератором синусоиды	7537, 7537-A (3560-B-010/020)	7538, 7538-A (3560-B-110/120)
5/1-канальный модуль входных и выходного интерфейсов с контроллером и генератором	7539, 7539-A (3560-B-030/040)	7540, 7540-A (3560-B-130/140)

LAN-XI - Новое поколение оборудования сбора данных

От 2 до более чем 1000 каналов в системе на единой платформе

Представьте себе выполнение сегодня многоканальных измерений с использованием нескольких больших систем стоечного монтажа и простейшее двухканальное измерение с использованием отдельного модуля завтра – все это с использованием единой платформы оборудования. Семейство аппаратных средств LAN-XI делает это реальностью. В соответствии с характером поставленной задачи измерений в лабораторных или натурных условиях, Вам необходимо только сконфигурировать или изменить комплект оборудования. При выполнении любых задач используется одна и та же система.

- **Неограниченная емкость - от двух до более чем 1000 каналов** Систему LAN-XI можно конфигурировать в соответствии с вашими задачами. Выбор количества каналов и объема потока данных измерения полностью осуществляется Вами. Локальная магистраль Gigabit Ethernet обеспечивает исключительно высокую пропускную способность, а при необходимости ее повышения система позволяет параллельно использовать дополнительные сетевые каналы.
- **Единая система, широкие возможности** Любой модуль представляет собой измерительную систему и может использоваться в стойке, автономно или в распределенной системе. Благодаря такой структуре используется меньше кабелей, возникает меньше ошибок и упрощается установка.
- **Использование одного кабеля** Для синхронизации моментов отсчетов Вы можете соединять модули с блоком питания системы только кабелями локальной сети, соответствующими стандарту Power over Ethernet (PoE, распределение питающего напряжения через стандартную витую пару Ethernet). При этом минимизируется количество используемых кабелей, снижаются капитальные затраты, уменьшается время простоя, упрощается обслуживание и возрастает гибкость применения системы.

- **Протокол прецизионной синхронизации времени** Синхронизация таймеров модулей в распределенной системе измерений выполняется с использованием протокола прецизионной синхронизации времени IEEE 1588, что обеспечивает коррелированную выборку данных всех измерительных датчиков.
- **Конструкция, пригодная для натурных и лабораторных измерений** Выполненные из магниевого сплава легкие прочные модули и съемные передние панели рассчитаны на жесткие условия натурных измерений.
- **Конструктивная прецизионность измерений** В системе LAN-XI органично используются такие уникальные технологии, как Dyn-X и REq-X. Благодаря этому упрощается установка, исключается возможность перегрузок, расширяется диапазон частот, а оптимизация общих характеристик позволяет не только экономить время, но в первую очередь повышает точность результатов измерения. Входы модулей поддерживают TEDS (Transducer Electronic Data Sheets, электронные таблицы параметров датчиков).
- **Бесшумная работа** Модули охлаждаются без использования встроенных вентиляторов. Снижение уровня шума означает уменьшение помех измерениям.
- **Интеллектуальное взаимодействие с пользователем** На передней панели каждого модуля входов расположен дисплей, отображающий информацию идентификации модуля и его состояние, в модуле используется широкий диапазон функций обнаружения перегрузок и отображения ненадлежащей работы входных интерфейсов. Для отображения информации каждого модуля также используется отдельная html-страница.
- **Сменные передние панели** Сменные передние панели позволяют Вам выбрать тип используемых соединителей кабелей и облегчают применение датчиков разных типов. Таким способом унифицируется оборудование.
- **Совместимость системы PULSE с I-deas** В системе LAN-XI используется метод синхронизации, аналогичный стандартам передачи цифрового звука AES/EBU, как и в вашем существующем оборудовании IDA^{e}, это позволяет Вам использовать оба метода и поддерживать измерения с синхронизацией по моментам отсчетов и фазе. Поэтому Вы используете новейшие технологии без дополнительных крупных вложений средств и необходимости смены имеющегося у Вас оборудования.

Хотя модули для системы LAN-XI разработаны призером конкурсов промышленного дизайна Стивом Макгагеном (Steve McGugan), стратегия компании Brüel & Kjær “less is more” распространяется дальше приверженности минимализму и элегантности конструкции. Для компании она имеет практический утилитарный смысл. Уменьшение количества возможных ошибок, количества необходимых кабелей, в целом возможность меньше уделять внимание оборудованию являются условиями повышения точности, увеличения гибкости и роста эффективности его использования.

Система LAN-XI типа 3660D и аккумуляторный модуль типа 2831

Системный корпус LAN-XI типа 3660D для 11 модулей входных интерфейсов

Основные характеристики

- Возможность установки до 11 модулей входов и выходов (до 66 каналов)
- Прочный корпус рассчитан на ежедневное использование в производственных и неблагоприятных условиях
- Электропитание от сети (90 − 264 В перем. тока 47 − 63 Гц) или от внешнего источника пост. тока (10 − 32 В)

- Бесшумная работа (охлаждающие вентиляторы включаются только при превышении наибольшей допустимой температуры)
- Синхронные по фазе и моментам отсчетов измерения с использованием любых интерфейсов системы PULSE, включая интерфейс IDA^{e} (усовершенствованной интеллектуальной системы сбора данных)
- Модули Plug & Play могут быть извлечены для натурных измерений с использованием отдельного модуля, а также заменены для калибровки или ремонта
- Модули в слотах могут быть зафиксированы замками или болтами

Система типа 3660D предназначена для сбора данных, она состоит из системного корпуса, вмещающего до 11 модулей, которые можно произвольно выбрать из существующих модулей ввода – вывода (смотрите Рисунок 1 и Таблицу 1). Через магистраль Gigabit Ethernet системный корпус обслуживает полную производительность всех каналов. С использованием синхронизации через кабель Ethernet системный корпус полностью аппаратносовместим с IDA^{e} и поддерживает измерения с синхронизацией по фазе и моментам отсчетов.

Входной 6-ти канальный модуль LAN-XI типа 3050A-060 с зарядовыми входами и аккумуляторным модулем типа 2831.

Источник электропитания

Система типа 3660D имеет встроенный источник электропитания с трансформатором для подключения к сети 90 − 264 В перем. тока 47 − 63 Гц, а также может работать от внешнего источника напряжения 10 − 32 В пост. тока. Кроме того, каждый системный корпус допускает установку до двух аккумуляторных модулей типа 2831, которые обеспечивают питание девяти модулей входов и выходов в течение 40 минут. Для продления автономной работы возможна замена аккумуляторов без выключения системы. Питание системного корпуса через кабель Ethernet (PoE) невозможно.

Выход напряжения пост. тока

Для питания вспомогательных устройств, например, коммутатора локальной сети или адаптера беспроводной сети для подключения дополнительных блоков входных интерфейсов, система типа 3660D имеет выход напряжения 12 В пост. тока (с соединителем EIAJ-05), оснащенный защитой по току. Кабели для этих вспомогательных устройств следует заказывать отдельно.

Бесшумная работа, охлаждение

Система работает бесшумно, если температура внутри корпуса не превышает допустимой. При превышении наибольшей допустимой рабочей температуры включаются охлаждающие вентиляторы. Эквивалентный уровень звукового давления не превышает 30 дБ на расстоянии 1 м от корпуса.

Аккумуляторный модуль типа 2831

В аккумуляторном модуле установлен литий-ионный аккумулятор с выходным напряжением 14,8 В и емкостью 6400 мА×ч. Пять светодиодных индикаторов на передней панели отображают величину остаточного заряда аккумулятора.

Аккумуляторный модуль можно зарядить в системном корпусе LAN-XI или с использованием отдельного внешнего зарядного устройства.

Размеры аккумуляторного модуля аналогичны размерам стандартного модуля входов и выходов LAN-XI.

Модули входных каналов LAN-XI

Назначение

- Входные каналы для многоканальных измерений шума и вибрации

Основные характеристики

- Во всех входных каналах используется технология Dyn-X
- Диапазон частот от 0 до 102,4 кГц
- Входные напряжения до 10 В пик., расширенный диапазон входных напряжений до 31,6 В пик.
- Наибольшая допустимая амплитуда входного напряжения 60 В пик.
- Поддержка датчиков, соответствующих IEEE 1451.4 с TEDS (электронной таблицей параметров датчика)
- Автоматическая компенсация смещения постоянного тока
- Чрезвычайно низкий шумовой порог (собственный акустический шум?)
- Использование датчиков с гальванической развязкой или заземленными выходами
- Малый уровень внеполосных паразитных шумов
- Отображение индикаторами перегрузки состояния перегрузки сигналом, неправильной работы входных интерфейсов и обрыва соединительных кабелей датчиков
- Отображение перегрузки, в том числе на частотах вне рабочего диапазона
- Полная синхронизация по фазе всех входов в системе, включая интерфейсы IDA^{e}

Такие многоцелевые входные каналы со встроенными средствами Dyn-X могут использоваться в сочетании со сменными передними панелями модулей, позволяющими присоединять встроенные предусилители существующих датчиков шума и вибрации, в том числе:

- Микрофонные предусилители с поляризующим напряжением микрофонов 0 или 200 В
- Микрофоны DeltaTron
- Бесконтактные датчики
- Акселерометры
- Акселерометры DeltaTron
- Акселерометры пост. тока (дифференциальный вход)
- Зарядовые датчики (через преобразователь DeltaTron)
- Прямые входы перем. тока и пост. тока
- Тахометры (без электропитания датчика)

Независимые каналы

Входные каналы модуля могут быть настроены независимо. Вы имеете возможность независимо использовать фильтры высоких частот и выбирать чувствительность входов, а также присоединять датчики различных типов к разным каналам. В отдельных каналах возможна подача поляризующего напряжения микрофонов.

Датчики IEEE 1451.4

Входы модулей поддерживают TEDS датчиков. Это обеспечивает автоматическую настройку блока входных интерфейсов анализатора в соответствии с информацией, хранимой в датчиках. В TEDS могут храниться, например, значения чувствительности, последовательный номер, название компании-изготовителя и дата калибровки.

Перегрузки

В модулях входных интерфейсов используются два способа обнаружения обрывов кабеля датчика или неправильной работы входного интерфейса. Для микрофонов контролируется ток в цепи питания. Для акселерометров с предусилителем DeltaTron (или микрофонов с предусилителем DeltaTron) контролируется напряжение в цепи питания. При обнаружении рассогласования входного интерфейса, например, обрыве кабеля, оно отображается индикатором перегрузки конкретного канала. Состояние перегрузки входных каналов отображается при (смотрите дополнительные подробности в спецификациях):

- Перегрузке сигналом, с регулируемым порогом обнаружения
- Перегрузке предусилителя CCLD: обнаружении обрыва кабеля, короткого замыкания или недопустимых параметров рабочей точки CCLD предусилителя датчика
- Перегрузке предусилителя микрофона: обнаружении повышенного или пониженного тока, потребляемого предусилителем микрофона
- Перегрузке синфазным напряжением: возможна при гальванически изолированном входе

Подавление шумов паразитных контуров заземления

Входные цепи модулей, работающие с заземленными или гальванически изолированными и дифференциальными источниками, а также гальваническая развязка всех внешних соединений модулей (с локальной сетью, источником электропитания) обеспечивают оптимальное подавление шумов паразитных контуров заземления.

Защита входов

Если уровень входного сигнала модуля значительно превышает диапазон измерения, вход переводится в режим защиты на время не менее 0,5 с до возврата сигнала к допустимому уровню. На время срабатывания защиты вход частично отключен, его входной импеданс значительно увеличен. (Измеряемое значение значительно уменьшается, но измерение его уровня продолжается.)

Модули выходных каналов системы LAN-XI

Назначение

Выходные каналы генераторов для возбуждения системы при измерениях шума и вибрации.

Основные характеристики

- Два выходных канала: полные возможности функциональных генераторов в диапазоне частот от 0 до 51,2 кГц
- Амплитуда выходного напряжения до 10 В пик. и выходной ток до 40 мА пик.
- Формы колебаний определяются программно (смотрите ниже)
- Высокая амплитудная и частотная линейность
- Чрезвычайно низкий шумовой порог
- Выбор гальванически изолированных или заземленных выходов
- Устойчивость при комплексной нагрузке с малым импедансом
- Малый паразитный шум вне рабочего интервала частот
- Обнаружение перегрузки обоих каналов независимо (по напряжению и току), отображается мигающими красными и синими светодиодами на передней панели
- Состояние каналов генератора (включен или выключен) отображается синими светодиодами на передней панели
- Автоматическое выключение (с плавным спадом огибающей) обоих каналов одновременно при сбоях (например, потере соединения локальной сети) или перегрузке выхода
- Полное управление фазами сигналов на выходе всех модулей
- Переход в режим выключения (с плавным спадом сигнала и отключением питания выходных каскадов) при падении напряжения питания ниже наименьшего допустимого значения (для предотвращения повреждения входных каналов)

Оба выходных канала модуля типа 3160 могут использоваться в качестве высококачественных генераторов сигналов в диапазоне частот от 0 до 51,2 кГц, их сигналы могут быть использованы при тестировании системы. Модули типа 3160 построены с использованием мощного цифрового сигнального процессора, имеют малые шумы

благодаря разрядности цифро-аналогового преобразователя 24 бита. Модули 3160 отличаются исключительной гибкостью применения, стабильностью и точностью. Механическим переключателем выбирается один из двух диапазонов выходного напряжения с наибольшим выходным пиковым напряжением 316 мВ и 10 В, что обеспечивает получение напряжений от 1 мкВ до 316 мВ или до 10 В с высоким качеством сигнала. Выходной сигнал подается на соединитель BNC и может использоваться как гальванически развязанный или заземленный. Возможно добавление постоянной составляющей, а любая нежелательная постоянная составляющая сигнала удаляется автоматически.

Формы колебаний

Генераторы PULSE поддерживают следующие виды колебаний:

- Синусоида с фиксированными частотой и амплитудой (непрерывная или с импульсной огибающей)
- Синусоида с качающейся частотой
- Сумма синусоид с фиксированными частотами и амплитудами
- Сумма синусоид с качающимися частотами
- Сумма синусоиды с фиксированными частотой и амплитудой и синусоиды с качающейся частотой
- Синусоида со ступенчатым изменением параметров (для анализатора стационарных передаточных характеристик)
- Случайное колебание (непрерывное или с импульсной огибающей)
- Псевдослучайное колебание
- Периодическое случайное колебание
- Определенное пользователем колебание произвольной формы может быть подано в виде потокового сигнала или загружено в память

Диапазоны изменения сигналов

Использование только двух диапазонов механического переключателя обеспечивает изменение амплитуды в широком диапазоне значений без помех от переходных процессов при переключении диапазонов аттенюаторов. Возможно фиксирование необходимого диапазона для исключения переходных процессов. Благодаря большому динамическому диапазону, возможна генерация слабых сигналов с высокой точностью.

Линейность

Линейность установки частоты лучше ±0,1 дБ в полном диапазоне частот, линейность установки амплитуды лучше 0,1 дБ в диапазоне амплитуд не менее 80 дБ относительно наибольшего значения (316 мВ$_{пик.}$ или 10 В$_{пик.}$).

Перегрузка

Обнаружение выходных напряжений более 11 В пик. или выходных токов более 40 мА$_{пик.}$ отображается круглыми светодиодами индикаторов перегрузки выходных каналов.

Защита от перегрузки

Автоматическое выключение обоих выходов инициируется в случае значительной перегрузки (короткого замыкания на выходе), которая может привести к повреждению модуля в результате превышения допустимого значения тока. После устранения перегрузки амплитуда огибающей сигналов увеличивается плавно. Не более чем через одну секунду выключение обоих выходов инициируется также в случае потери соединения локальной сети.

ОСНОВНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ PULSE

Программа анализа FFT и CPB **Analysis**

Основной пакет программного обеспечения PULSE типа 7700 предназначен для FFT, CPB (1/n-октавного) и общего анализа шума с параллельным измерением экспоненциальных, линейных, импульсных и пиковых уровней.

Пакет ПО типа 7700 обеспечивает выполнение общих акустических и вибрационных испытаний с использованием многоканального анализа в реальном времени, общего анализа при исследованиях и разработках, а также анализа шума и вибрации с одновременным использованием нескольких каналов анализаторов и наборов частотных полос.

С использованием определяемых пользователем решений задач измерений, реализация всех ваших основных требований, включая сбор данных, измерение, анализ, калибровку, последующую обработку и создание отчетов становится удобной и управляемой.

Разнообразные возможности анализа

- Более 200 каналов измерений в реальном времени
- Многоканальный анализ обеспечивает выполнение нескольких видов анализа одних и тех же входных данных, уменьшает продолжительность испытаний и создания отчетов, а также обеспечивает состоятельность и полноту получаемых результатов, например:
  - Одновременное выполнение FFT и 1/n-октавного анализа одних и тех же данных
  - Одновременный анализ с использованием нескольких FFT анализаторов с различными параметрами, например, полосами частот, разрешением и т.д.
- Анализ сигнала в реальном времени с использованием процессора ПК. Стандартный комплект обеспечивает 75 циклов вычислений (beats) PULSE – объем ресурсов цифровой обработки сигналов в реальном времени, достаточный для выполнения:
  - шестнадцатиканального FFT анализа в полосе пропускания 25,6 кГц (с перекрытием 0 %, при 6400 линий)
  - шестиканального третьоктавного анализа в полосе пропускания 25,6 кГц
- Функциональный генератор сигналов, генерирующий разнообразные колебания синусоидальной, случайной и определенной пользователем формы (необходим модуль с генератором, смотрите BU 0228)
- Вычисление распределения и заметности тонов согласно ECMA 74 и ISO 7779
- Вычисление времени реверберации

Удобное в работе программное обеспечение

- Предназначенные для установки на компьютеры с операционными системами Microsoft® Windows 2000, Windows XP и Windows Vista пакеты ПО типов 7700, 7770 и 7771 стали основой для постоянно растущего количества приложений измерения вибрации и звука
- Простоту первоначальных установок обеспечивают специализированные интеллектуальные мастеры заданий
- Ориентированный на конкретную задачу интерфейс пользователя шаг за шагом сопровождает его действия в процессе измерения. Окна конкретных задач удобно открываются и настраиваются. Они служат наилучшим средством навигации между различными окнами настройки и отображения результатов.
- Панель управления отображением упрощает отображение сигналов и результатов их обработки
- Возможен экспорт данных в разнообразных форматах для использования во внешних приложениях
- Интеграция с Microsoft® Word и Excel облегчает быстрое автоматическое составление отчетов и последующую обработку данных
- Встроенные средства языка VBA (Visual Basic® for Applications) позволяют легко модифицировать ПО PULSE
- Обширная библиотека шаблонов проектов и технической литературы
- Средства синхронизации времени и моментов отсчетов данных IRIG-B обеспечивают привязку временных меток для различных типов устройств, поддерживающих IRIG-B, с использованием кодированного аналогового канала

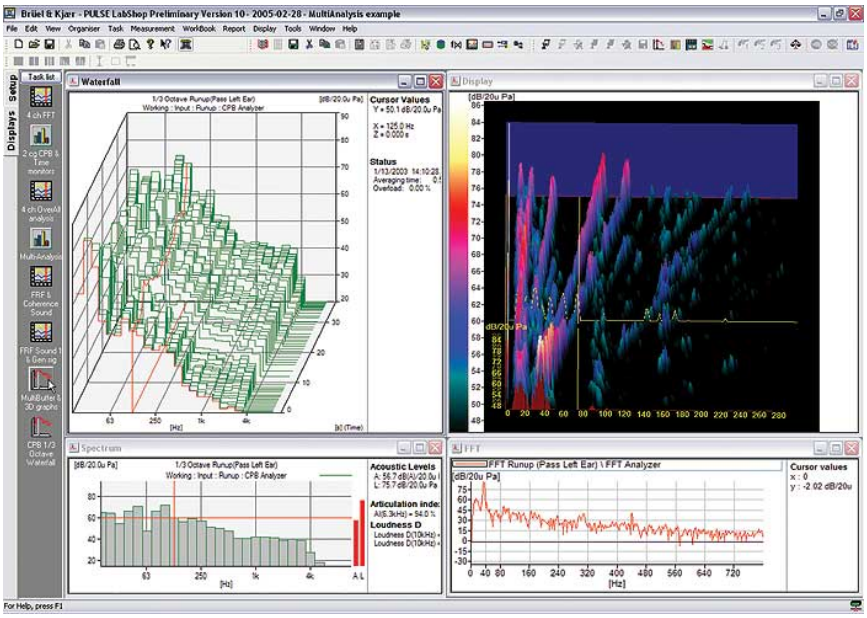
Регистрация дополнительных параметров

Результаты измерения дополнительных медленно меняющихся параметров с использованием 12 низкочастотных (с частотой выборки 10 Гц) каналов входов (доступны в модулях с контроллером локальной сети, смотрите BU 0228)

могут быть записаны совместно с динамическими основными каналами и использованы для регистрации данных или в качестве многоканального буфера меток.

Программный акселератор анализа типа 7707

Программный акселератор анализа типа 7707 позволяет повысить произведение (количество каналов реального времени) × (ширина полосы) = (производительность анализа) вашей системы PULSE без необходимости использования специализированных аппаратных средств цифровой обработки сигналов. Ограничения определяются только вычислительной мощностью вашего ПК. Дополнительную информацию о произведении (количество каналов реального времени) × (ширина полосы) при измерениях FFT, CPB, общего уровня шума и порядковым анализаторами и оценки характеристик ПК различных типов смотрите в спецификации ПО типа 7707.



В программном обеспечении PULSE отображается ориентированный на задачу интерфейс пользователя

Регистратор данных Data Recorder

Многоканальный регистратор данных типа 7708 обеспечивает запись данных временной области непосредственно на жесткий диск ПК. Подтверждение достоверности данных в реальном времени может быть выполнено во время регистрации данных при натурных измерениях.

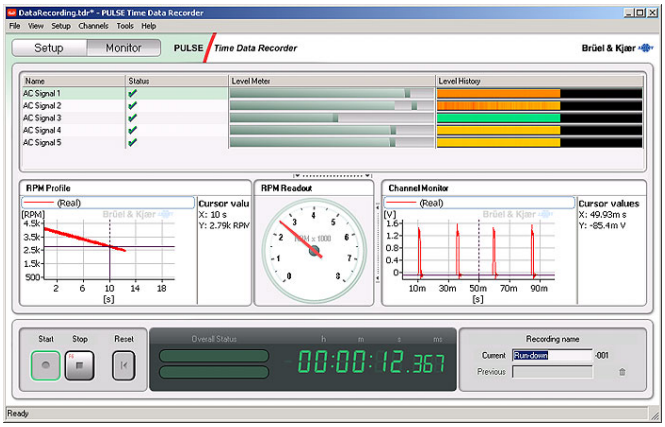
После подтверждения достоверности данных детальный последующий анализ и создание отчетов Вы можете выполнить после возвращения на рабочее место с использованием программного обеспечения PULSE. Области использования ПО типа 7708:

- повторный анализ ранее собранных данных временной области
- при натурных измерениях
- при измерениях в неблагоприятных условиях
- при ограниченном запасе времени
- при отсутствии необходимости анализа в реальном времени

Основные характеристики

- Одновременные запись на диск и индикация пиков нагрузки, перегрузок, времени и результатов FFT, позволяющая подтвердить достоверность записываемых данных
- Запись данных временной области без пропусков
- Исключительная простота использования
- Предварительная настройка (для подготовки измерения не нужен блок интерфейсов)
- Отображение огибающих временных диаграмм записываемых сигналов
- Выделение и сохранение выбранных отрезков записей при натурных измерениях
- Контроль любого канала на слух
- Конвертирование экспортируемых файлов временной области в форматы третьих сторон:
  - Universal File Format (.uff) (ASCII и двоичный)
  - Head Acoustics (.hdf)
  - Time Data Format (.tdf)
  - I-deas Time Format (.ati)
  - TEAC (.hdr)

- MATLAB (.mat)



Регистратор данных PULSE Data Recorder типа 7708 – новое приложение, предназначенное для оптимизации сбора данных временной области специально в условиях натурных измерений с использованием мобильного ПК

Редактор записей PULSE Time

Редактор записей Time File Management типа 7789 позволяет Вам прослушивать записи данных временной области, а так же импортировать, изменять, просматривать и экспортировать их.

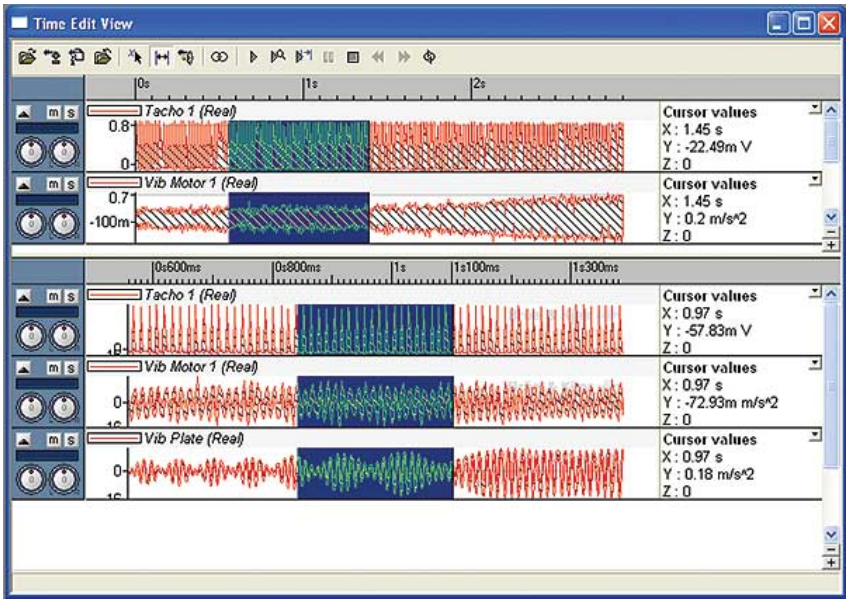
Редактор записей предоставляет шаблоны отображения задач и данных с интуитивно понятным интерфейсом пользователя. Как и в большей части приложений PULSE, ориентированный на конкретную задачу интерфейс пользователя редактора записей шаг за шагом сопровождает выполняемые действия.

НАЗНАЧЕНИЕ

- Выполнение импорта, экспорта, просмотра и редактирования записей данных временной области в файлах форматов системы PULSE (*.dat, *.pti), Universal File Format (*.uff), Time Data Format (*.tdf), Wave (*.wav), TEAC (*.hdr), MATLAB (*.mat), Head Acoustics (*.hdf), Standard Data Format (.sdf), Comma Separated Variable (.csv) (в виде текстовых таблиц) и I-deas Time Format (.ati)
- Прослушивание выбранной части записи данных временной области
- Выбор конкретных частей записей данных временной области для последующего анализа

Основные характеристики

- Работает с данными на диске ПК, обрабатывает файлы большого размера в потоковом режиме без использования избыточных объемов памяти
- Облегчает навигацию в многоканальных сигналах, как в редактируемых графиках, так и в общих списках
- Позволяет прослушивать весь исходный сигнал или отдельные каналы на выбранных интервалах времени



Использование редактора PULSE Time File Management при выборе интервалов времени и каналов записанных сигналов для последующего анализа

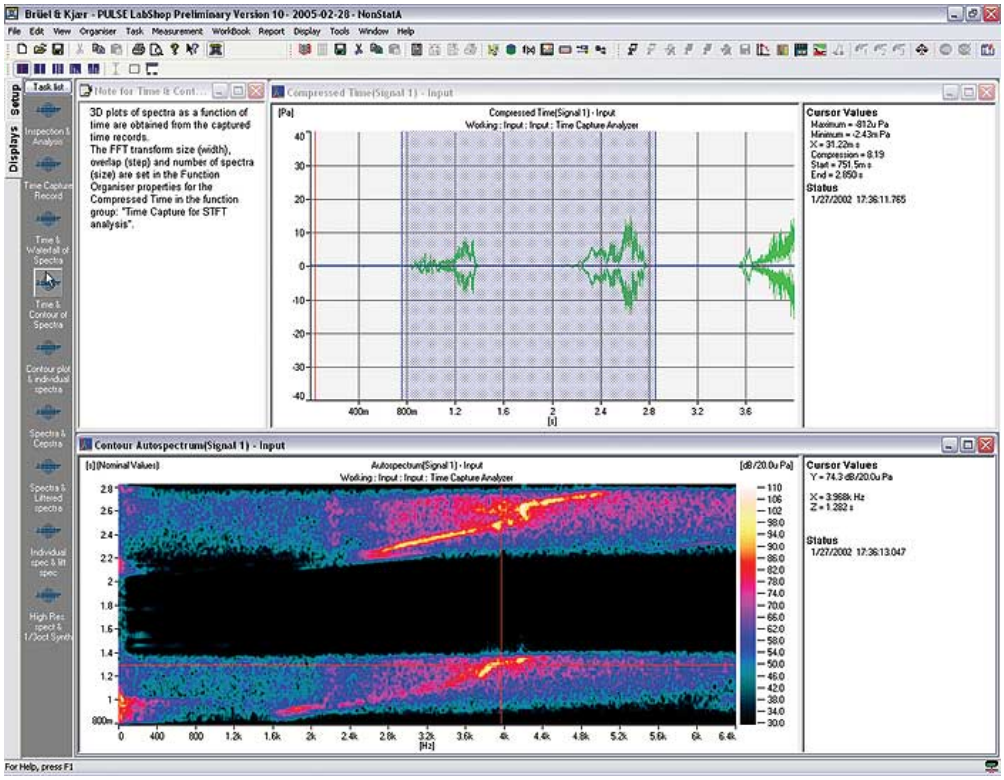
Магнитофон-анализатор данных временной области Time Capture

Назначение

- Сохранение на диске компьютера данных сигналов временной области большой продолжительности и их воспроизведение для последующего анализа или экспорта данных
- Сохранение записей временной области для порядкового анализа Волда-Калмана с использованием специализированного модуля типа 7703
- Последующая обработка и временной контроль записей временной области
- Экспорт данных, в том числе файлов сигналов (*.wav) с заданной частотой выборки

Основные характеристики

- Предварительная обработка входных данных
- Анализ всех видов выполняется при последующей обработке
- Извлечение любой выбранной части записанного сигнала
- Оконное кратковременное преобразование Фурье (Short Time Fourier analysis, STFT)



Использование магнитофона-анализатора данных временной области Time Capture и оконного кратковременного преобразования Фурье (STFT) при анализе голосовых сигналов

Программа просмотра PULSE Viewer

Программа просмотра PULSE Viewer типа 7709 предназначена для последующей обработки результатов измерения и создания отчетов удаленно от ПК, работающего с блоком интерфейсов PULSE.

Основные характеристики

- Освобождает измерительную часть системы с блоком интерфейсов для продолжения измерений, повышая эффективность ее использования
- Работает на отдельном ПК, позволяя выполнять последующую обработку и генерировать отчеты с использованием всех функций основного ПО типа 7700
- Импортирует различные комплекты измеренных данных
- Хранит данные на сетевом диске для последующей обработки на любом количестве лицензированных рабочих станций при измерениях только одним блоком интерфейсов
- Управляет хранением данных, измеренных с использованием блоков анализаторов типа 214x, ПО FFT и СРВ анализа типа 7700, ПО порядкового анализа типа 7702 и магнитофона-анализатора данных временной области типа 7705

Интеллектуальный модуль настройки проектов измерений PULSE Smart Start II

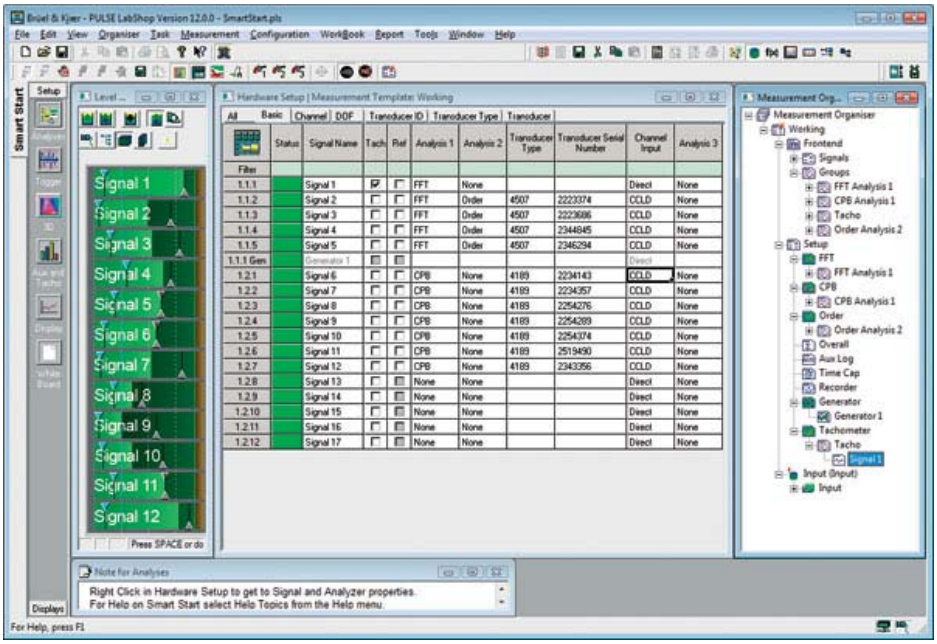
Модуль интеллектуальной настройки впервые появился в двенадцатой версии системы PULSE и стал инновационным средством упрощения настройки новых проектов анализа, без влияния на характеристики и работу существующих проектов, он построен с учетом запросов клиентов компании Brüel & Kjær и создает новое качество использования системы PULSE.

Благодаря использованию быстрых интуитивных средств установки и настройки Smart Start, PULSE стала одной из самых просто настраиваемых систем анализа в мире.

Задачно-ориентированная настройка

Две простых группы задач позволяют Вам настроить все аспекты измерения:

- **Задачи настройки:** Одна таблица для настройки анализа всех видов
  - Выбор типа анализа из раскрывающегося списка вариантов
  - Изменение и применение свойств сигналов и анализа в стиле, аналогичном интерфейсу пользователя MS Excel
  - Набор заранее определенных видов синхронизации упрощает определение синхронизации
  - Состояние сигналов и пиковые уровни контролируются в реальном времени
  - Значения частоты вращения и дополнительных сигналов отображаются в реальном времени
  - Используются шаблоны основных окон
- **Задачи отображения:**
  - Визуальное представление функций, создаваемых Smart Start и автоматически
  - Наполнение окна измерения с использованием перетаскивания функций мышью
  - Важнейшие настройки отображения доступны в контекстных меню
  - Возможность сохранения наилучших раскладок



Интерфейс программного модуля настройки проектов измерений PULSE Smart Start

УПРАВЛЕНИЕ БАЗОЙ ДАННЫХ PULSE

Управление базой данных и создание отчетов

Сбор и анализ данных часто составляют лишь часть процесса вибрационных и шумовых испытаний. Второй частью является обработка полученных результатов. При этом выполняется реальная инженерная работа – составление заключений и принятие решений.

Поскольку исследованию подлежит большой объем информации– созданный усилиями целого коллектива – для такой работы необходимы опыт и наличие специальных знаний. Поэтому первостепенное значение имеют:

- Надежное и организованное хранение данных
- Эффективный поиск во временных последовательностях данных и просмотр результатов поиска
- Доступ ко всем базам данных испытаний

- Сравнение и вычисление данных различных проектов
- Быстрое и эффективное создание отчетов

Диспетчер данных PULSE Data Manager типа 7767

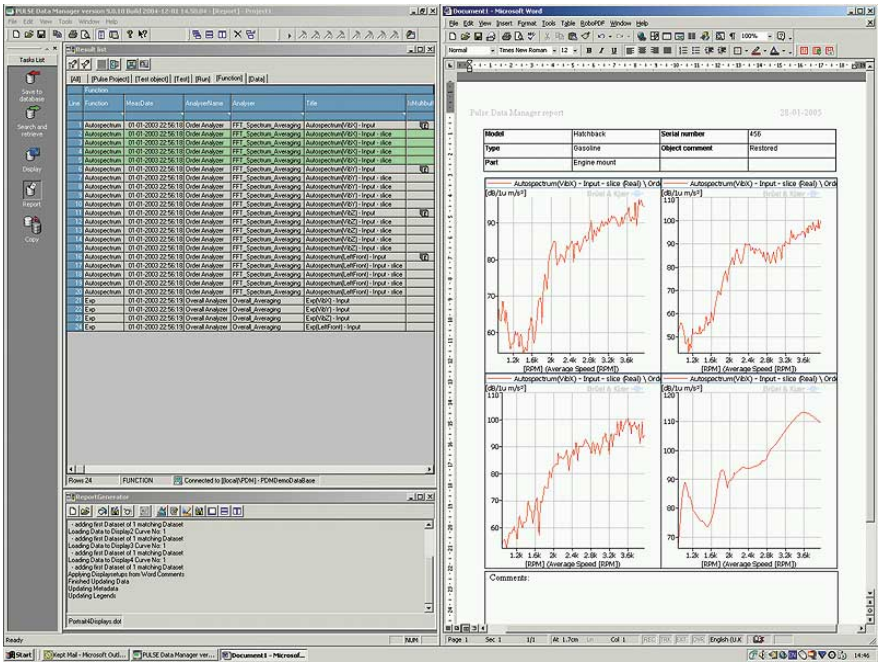
Пакет диспетчера данных PULSE Data Manager (PDM) представляет собой семейство решений управления данными, которое обеспечивает маркирование информацией любых видов (метаданными) и сохранение в базе данных результатов измерений шума и вибрации, а также данных приложений.

С использованием языка Microsoft® SQL для баз данных, диспетчер данных PULSE рационализирует обработку данных, документирование и архивирование испытаний в системе PULSE. Это программное обеспечение может использоваться независимо или в качестве компонента системы PULSE и может быть установлено автономно – на мобильном ПК для натурных исследований или в локальной сети с поддержкой множества корпоративных пользователей.

С использованием PDM возможен интуитивный поиск и извлечение любого результата или всех хранимых данных измерений для отображения, сравнения, дополнительных вычислений или создания отчетов.

Назначение

- Надежное и надлежащее хранение в централизованной базе данных маркированных данных измерений системы PULSE и ее приложений
- Хранение данных в файлах любых типов совместно с данными измерений
- Управление, сравнение и вычисление данных измерения и результатов анализа, полученных во всей организационной структуре
- Поиск и восстановление последовательностей данных для отображения, оценки, сравнения, вычисления и создания отчетов
- Быстрое и эффективное создание наглядных отчетов



Передача отчетов сразу после создания перетаскиванием данных непосредственно в MS Word. Альтернативно можно выбрать автоматизированное создание отчета одним нажатием кнопки с использованием ваших заранее определенных шаблонов

База данных записей данных временной области Time Data Recording Database

Анализ сигналов в реальном времени служит хорошим решением задачи сбора данных при разнообразных измерениях, однако существует достаточно широкое поле для варианта сбора данных временной области и выполнения анализа любых видов при последующей обработке. Даже с учетом значительного роста вычислительной мощности, не всегда возможно выполнение анализа в реальном масштабе времени, поскольку одновременно растут запросы на увеличение количества измеряемых каналов.

Кроме того, диагностика, по определению, часто подразумевает неизвестность природы устраняемой проблемы. Это может привести к пропуску и потере необходимой для устранения проблемы измеряемой информации в результате неверных предположений, сделанных при настройке анализатора. Запись данных временной области и последующая обработка результатов позволяют отложить и повторять выбор параметров выполнения анализа.

Часто ресурсы системы сбора данных временной области используется полностью только для записи данных, а для последующей обработки и анализа данные передаются на другой компьютер или сервер. Использование нового ПО регистратора данных PULSE Data Recorder обеспечивает гибкость применения и сокращение объема программного обеспечения регистрации и анализа, работающего на конкретных компьютерах, или объединение ПО на одном ПК, используемом в качестве специализированной рабочей станции для измерений и анализа.

Гибкость применения платформы оборудования PULSE позволяет сконфигурировать любое решение задачи записи от 2 до 300 каналов в мобильной реализации или для стационарного расположения в лаборатории. В большей части решений автономное электропитание или питание модуля интерфейсов от внешнего источника постоянного тока в сочетании с подключением через локальную сеть к управляющему ПК обеспечивает самый простой способ создания испытательной системы.

Как и для входных сигналов реального времени, последующая обработка может быть выполнена путем анализа потока воспроизводимых зарегистрированных исходных временных диаграмм, а также непосредственной обработкой файлов с такими данными, хранимых в современной реляционной базе данных, которую поддерживает диспетчер данных PULSE Data Manager (PDM). PDM позволяет Вам выполнять поиск комплектов данных в хранимых записях проведенных измерений по метаданным или по параметрам измерения.

Диспетчер испытаний автомобилей Automotive Test Manager

Приложение диспетчера испытаний автомобилей Automotive Test Manager (ATM) типа 7796 работает на мощной платформе PULSE и разработано специально для выполнения типовых измерений шума и вибрации при диагностике NVH (Noise, Vibration, Harshness – шум, вибрация, в том числе вибрация кузова с частотой от 30 до 300 Гц) или при стендовых испытаниях.

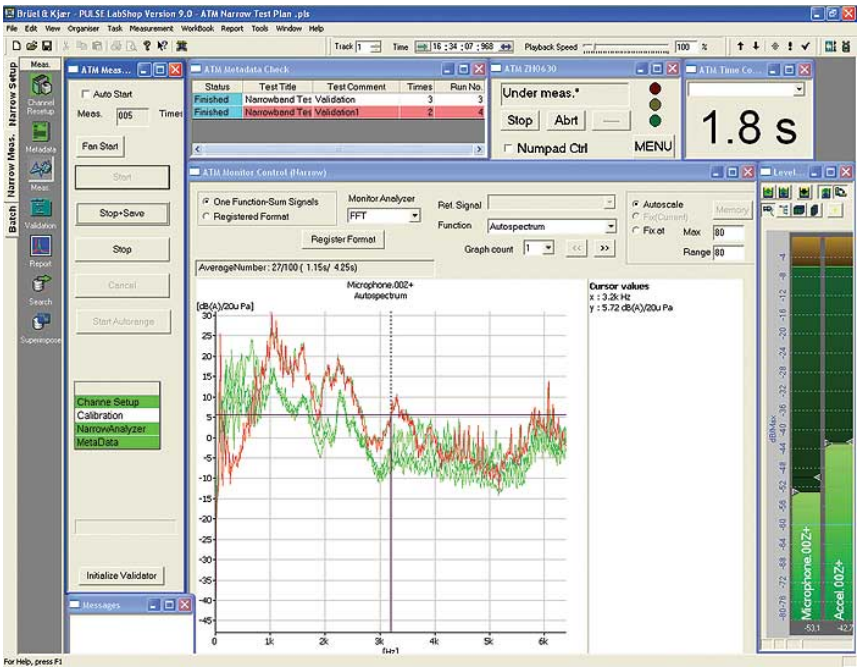
Система ATM создавалась на основе концепции простоты и высокой эффективности использования. При работе на современном оборудовании PULSE с IDA^{e} такая система становится чрезвычайно мощной, компактной и удобной, она пригодна как для натурных измерений в автомобиле, так и для испытаний в акустической камере.

Назначение

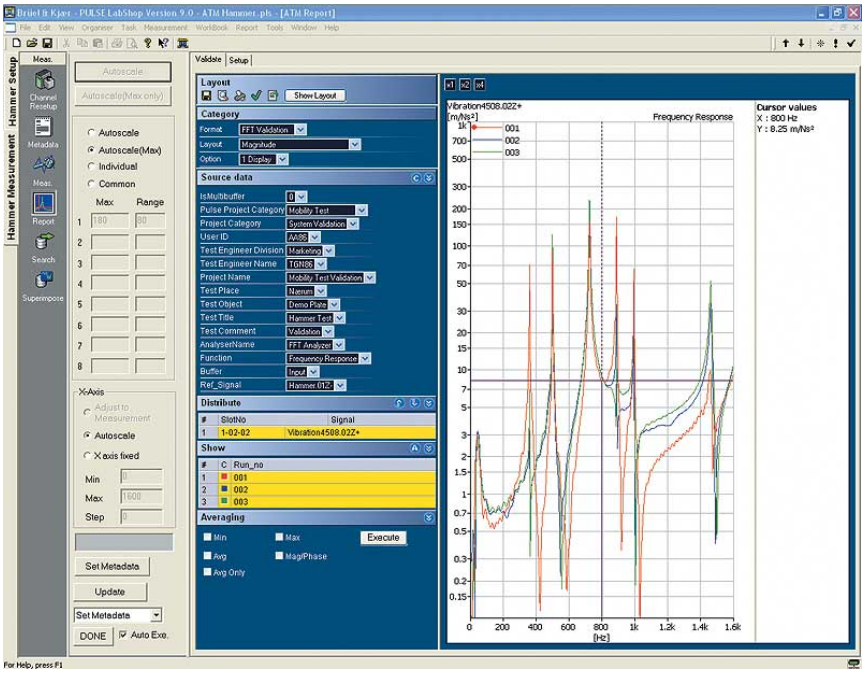
- Виброакустические испытания пользователем-неспециалистом
- Упрощение стендовых испытаний
- Упрощение выполнения типовых виброакустических испытаний, в том числе:
  - Порядковый анализ разгона и остановки
  - Порядковый анализ при постоянной скорости
  - Узкополосный анализ
  - Испытания при маневрировании
  - Анализ и фильтрация сигналов временной области
- Разностороннее решение единой системы, охватывающее все аспекты испытания и последующих работ
- Надежная процедура измерений с получением полностью доступных для анализа результатов измерения
- Удобные натурные измерения

Основные характеристики

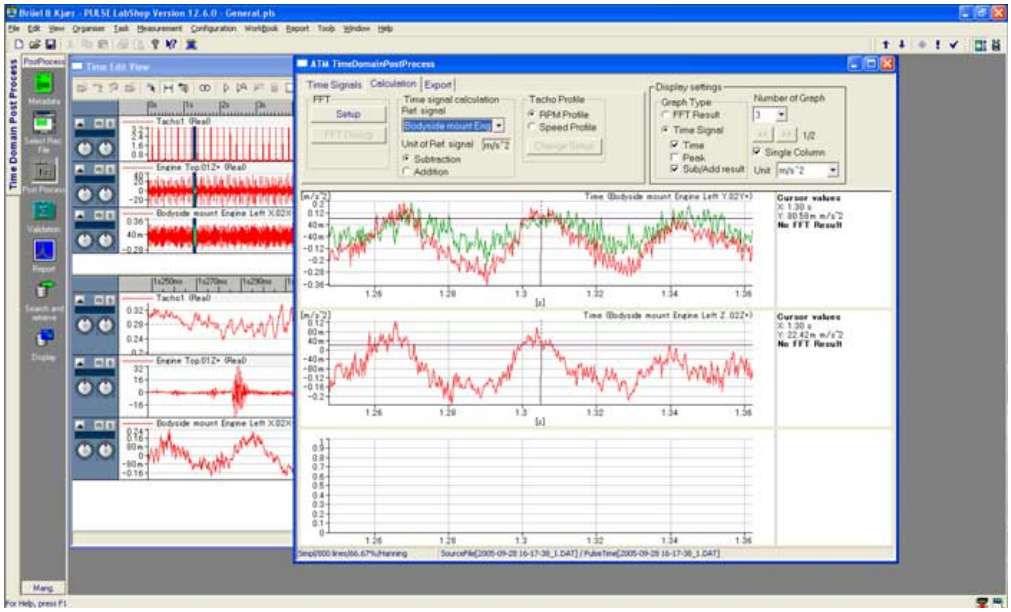
- Пошаговое управление измерениями
- Многоуровневые варианты настройки пользователем
- Простота выполнения последовательности действий
- Отображение состояния испытаний в реальном времени
- Структура средств, ориентированная на сбор и обработку данных
- Многоязыковый интерфейс пользователя
- Совместное использование результатов, хранимых в центральной базе данных
- Автоматическая маркировка результатов выбранными пользователем метаданными (заголовками)
- Работа в среде системы PULSE (многоканального анализатора реального времени)
- Масштабируемость (по количеству каналов, типам анализа, прочим характеристикам)
- Поддержка шины CAN: Измерение в ATM сигналов, передаваемых в шине CAN, совместно с основными динамическими каналами.



Определите задачи измерений на различных объектах испытаний, а затем выполните их как пакетное задание, при этом система автоматически документирует испытания.



Валидатор диспетчера данных PULSE Data Manager Validator обеспечивает воспроизведение искомых результатов испытания для подтверждения достоверности, усреднения и сравнения с выполненными ранее измерениями или образцовыми данными. Валидатор позволяет одним щелчком мыши вывести отчеты в очередь печати в настроенном формате корпоративной документации.



Вычитание сигналов временной области в шаблоне последующей обработки сигналов временной области. Результирующий сигнал может быть сохранен в файле формата *.pti для дополнительного анализа в ПО PULSE Labshop.

Приложения для акустических измерений

Измерение акустической мощности

В целях охраны труда и защиты окружающей среды ограничение значений эмиссии шума все чаще становится предметом действия нормативных документов.

Кроме того, в число потребительских критериев выбора приобретаемых товаров все чаще входит низкий уровень шума, и продукция компаний, уделяющих внимание этому параметру, получает дополнительные преимущества.

В случаях, когда эмиссия шума изделиями была значительно уменьшена (например, в отрасли оборудования для информационных технологий), выбор изделия потребителем главным образом связан с отсутствием или наименьшей заметностью тональных компонентов.

Для описания эмиссии шума могут быть использованы два взаимодополняющих параметра. Одним из них является мощность шума, этот параметр стал предпочтительным, поскольку он не зависит от конкретных условий среды измерения.

Вторым параметром служит звуковое давление излучаемого шума в определенных зонах около механического оборудования (например, в местоположении оператора).

Измерение мощности шума

Мощность шума можно определить тремя основными способами:

1. Определение мощности шума на основе измерения создаваемого источником звукового давления в свободном (или приблизительно свободном) пространстве.
2. То же, что в 1, но в диффузном поле звукового давления.
3. Непосредственное измерение интенсивности звука в произвольном поле звукового давления для определения излучаемой источником мощности шума.

Способы с измерением звукового давления чаще используются для исследований на производстве и при массовых испытаниях (с применением конкретных стандартов для оборудования информационных технологий), в то время как способы с измерением интенсивности в общем случае используются для конструкторских и натурных измерений.

Измерение мощности звука PULSE Sound Power типа 7799

ПО PULSE Sound Power Type 7799 предназначено для измерения параметров эмиссии шума механизмами, оборудованием и их частями.

Измерение мощности звука состоит в определении уровней звуковой мощности по методикам, описанным в международных стандартах, а также измерении излучаемых уровней звукового давления в указанных положениях около механизма.

Кроме того, в это решение встроены средства определения раздражающего воздействия тональных компонентов излучаемого шума, позволяющие вычислить два дополнительных параметра – соотношение тон/шум и коэффициент заметности.

Назначение

- Определение соответствия изделия спецификациям (в законодательстве или в корпоративных стандартах) излучаемого шума
- Сравнение эмиссии шума механизмами и оборудованием аналогичного или отличающегося типа (например, при стендовых испытаниях или при конструировании малошумящих изделий)
- Анализ излучаемого изделием шума в терминах идентификации и оценки заметности дискретных тонов и импульсного шума

Основные характеристики

- Всестороннее решение для определения таких параметров эмиссии шума, как уровни мощности шума и уровни звукового давления излучаемого шума
- Процедуры измерения и вычисления соответствуют основным международным стандартам ISO 3741, ISO 3742, ISO 3743 (с методикой сравнения); ISO 3744, ISO 3745, ISO 3746, ISO 9614-2 и ISO 11201, а также нормативам измерения шума оборудования для информационных технологий ISO 7779 и ECMA 74
- Пошаговое сопровождение действий пользователя в процессе измерений в диалоговых средствах настройки измерений и окнах сообщений
- Данные и результаты измерений могут быть удобно сохранены в формате книг Microsoft® Excel для создания отчетов по настроенным шаблонам и дополнительной последующей обработки
- Платформа PULSE обеспечивает исключительную точность измерения
- Масштабируемое решение

Измерения для NSI с использованием микрофонных решеток

Идентификация источников шума (Noise Source Identification, NSI) служит важным способом оптимизации эмиссии шума в разнообразных механических и электромеханических изделиях, например, двигателях и других агрегатах автомобилей и самолетов, разнообразном оборудовании, механизированном инструменте, производственном механическом оборудовании и т.д.

Цель NSI состоит в идентификации областей самых заметных источников шума на поверхности объекта для определения их положения, спектра и мощности шума. Для определения областей, в которых изменение конструкции наиболее эффективно улучшит общее излучение шума, может использоваться ранжирование областей источников.

Методы, в которых используются микрофонные решетки, обеспечивают как самый быстрый процесс измерения, так и самое высокое качество результатов. Объединение методов акустической голографии с методами фазированных решеток позволяет получать точные акустические карты с высокой разрешающей способностью в полном диапазоне слышимых частот.

Методы с анализом сигналов временной области могут использоваться для изучения переходных процессов, например, ударных воздействий и разгона механизмов, а также получения детального понимания эмиссии шума стационарными источниками, например, эмиссии шума двигателем в зависимости от угла поворота коленчатого вала. При исследовании стационарных источников может быть использована автоматизированная система позиционирования микрофонов (сканирующее устройство) для автоматических измерений в объеме, окружающем крупные источники.

Для отображения распределения эмиссии шума на истинной трехмерной поверхности объекта могут использоваться конформные методы.

Акустическая голография – STSF (Spatial Transformation of Sound Fields, пространственное преобразование звуковых полей)

Акустическая голография в поле ближней зоны (Nearfield Acoustic Holography, NAH) является методом отображения пространственного распределения источников шума путем измерения всех параметров звукового поля. Метод имеет высокую точность и позволяет вычислить любой параметр звукового поля, например, звуковое давление, интенсивность шума или колебательную скорость в любой проекции, параллельной плоскости измерения. Этот метод имеет превосходную разрешающую способность и сохраняет ее даже на низких частотах. Созданный компанией Brüel & Kjær уникальный алгоритм второго поколения SONAH (Statistically Optimal NAH, статистически оптимальная NAH) не только пятикратно уменьшает нижнюю частоту среза классической NAH, но также поддерживает использование решеток с нерегулярной конфигурацией, позволяя применять одни и те же решетки для STSF и формирования диаграммы направленности. Комбинация этих двух методов обеспечивает

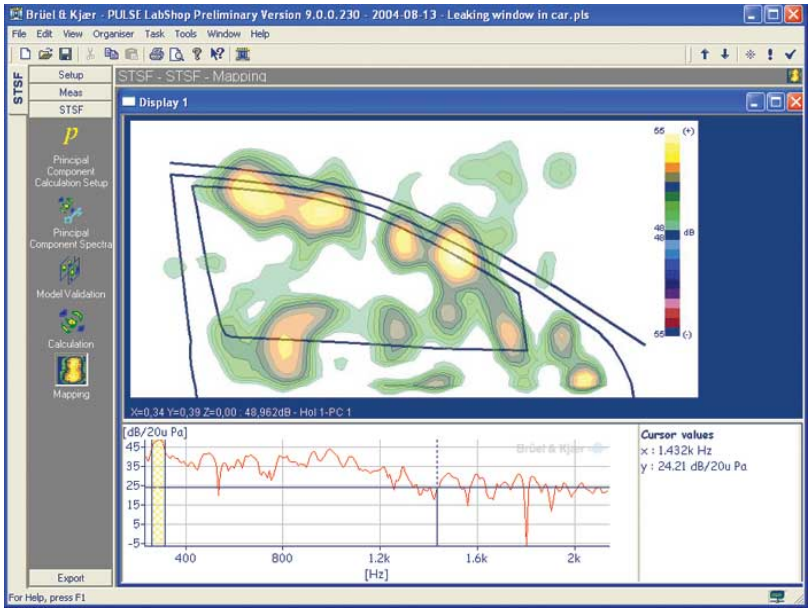
оптимальную разрешающую способность в полном диапазоне слышимых частот. Программное обеспечение STSF системы PULSE построено с использованием легко понятной древовидной структуры, в которой представлены все измерения и вычисления. Путем перетаскивания мышью элементов этой древовидной структуры, Вы можете строить графики результатов, как двумерные, так и трехмерные. Кроме того, результаты могут быть наложены на изображение объекта измерений.

Назначение

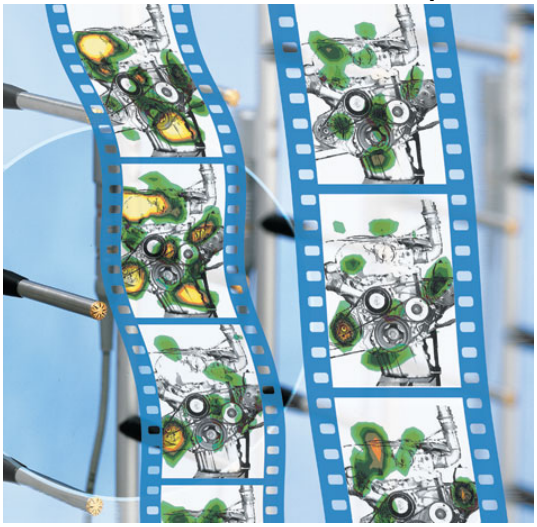
- Определение местоположений источников шума
- Отображение пространственного распределения шума объектов малого и среднего размера, например двигателей и агрегатов транспортных средств, оборудования, механизированного инструмента и т.д.
- Анализ вклада в мощность шума отдельных областей-источников
- Полностью автоматизированный процесс измерения

Основные характеристики

- Отображение пространственного распределения звукового давления, интенсивности звука и колебательной скорости
- Интуитивное создание отчетов, включая анимацию с использованием наложения карты шума на изображение объекта
- Диапазон частот от низких до средних (100 Гц – 5 кГц)
- Опции обработки нестационарных процессов: Усреднение по времени, частоте вращения, телесным углам, а также измерения шума точечных источников
- Возможность дополнения картами шума, полученными методами формирования диаграммы направленности и конформного отображения пространственного распределения

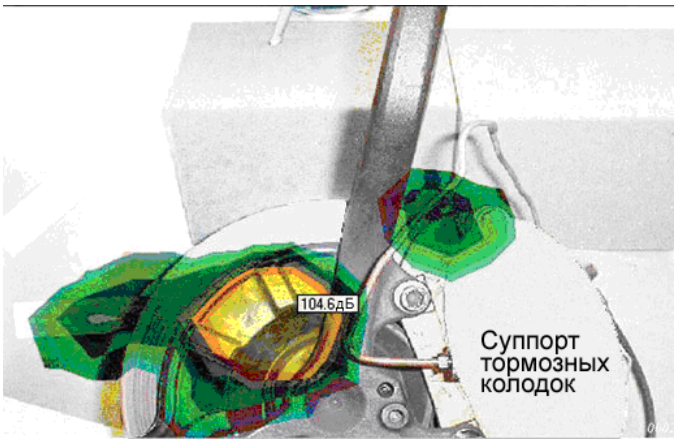


Метод STSF обеспечивает отображение пространственного распределения источников шума с высоким разрешением, результаты вычисляются для плоскости, расположенной около поверхности источника. С использованием параметра интенсивности шума, источники легко сравнивать путем ранжирования по шумовой мощности.



На основе акустической голографии сигналов временной области, STSF нестационарного шума поддерживает

отображение пространственного распределения шума, как функции времени, частоты вращения или угла поворота коленчатого вала. Это обеспечивает новое детальное понимание закономерностей поведения многих изделий.



Благодаря высокой разрешающей способности, STSF нестационарного шума позволяет также отобразить пространственное распределение шума переходных процессов и трудно воспроизводимых событий, например, скрипа тормозов.

Визуализация акустических параметров – Формирование диаграммы направленности PULSE Beamforming

Формирование диаграммы направленности является методом отображения пространственного распределения источников шума путем различения уровней звукового давления по направлениям прихода. Метод является очень быстрым, он позволяет рассчитать полную карту шума по отдельному измерению. Метод также работает на высоких частотах. Инновационные микрофонные решетки компании Brüel & Kjær могут использоваться совместно с ПО формирования диаграммы направленности PULSE Beamforming для получения акустически оптимальных результатов при обеспечении наибольшей непринужденности процесса измерения. Программное обеспечение PULSE Beamforming построено с использованием легко понятной древовидной структуры, в которой представлены все измерения и вычисления. Путем перетаскивания мышью элементов этой древовидной структуры, Вы можете строить графики результатов, как двумерные, так и трехмерные. Кроме того, результаты могут быть наложены на изображение объекта измерений.

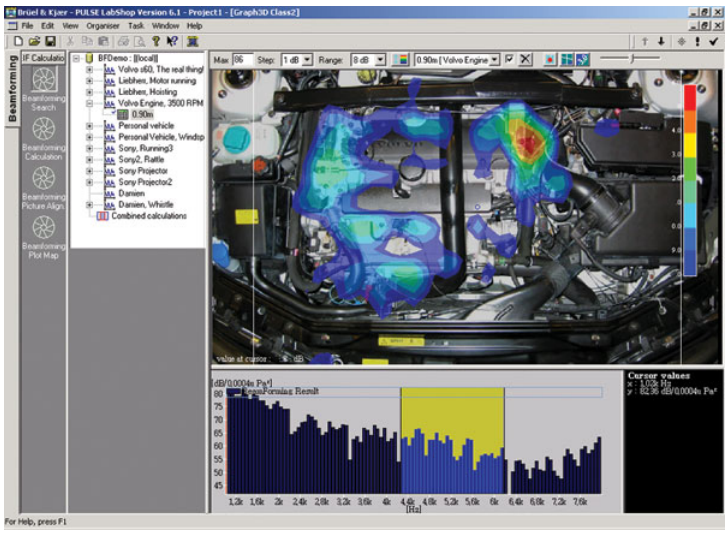
Назначение

ПО PULSE Beamforming предназначено для выполнения перечисленных ниже основных видов измерений:

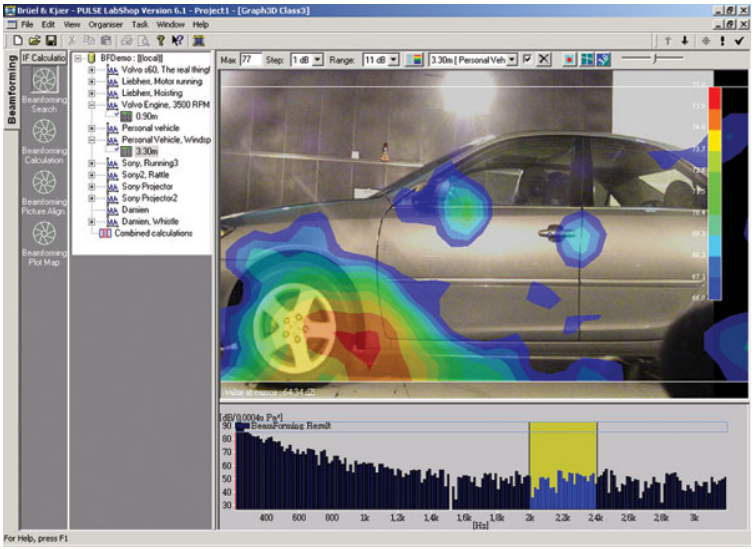
- Определение местоположения источников шума
- Отображение пространственного распределения шума, излучаемого объектами средних и больших размеров, например, транспортными средствами и их агрегатами, а так же строительной техникой
- Анализ вклада в мощность шума отдельных областей-источников
- Дистанционное измерение в условиях, когда приближение к источнику затруднительно или опасно, например, в аэродинамической трубе
- Отображение пространственного распределения на частотах выше, чем измеряются при стандартных методах определения местоположения источников шума

Основные характеристики

- Отображение пространственного распределения относительного вклада источников в звуковое давление и интенсивность звука
- Встроенные средства работы с фотокамерой
- Интуитивное создание отчетов, включая анимацию с использованием наложения карты шума на изображение объекта
- Пригодность для измерений на крупных объектах
- Диапазон от средних до высоких слышимых частот (от 0,5 до 20 кГц)
- Простой процесс измерения с одной процедурой
- Опция квазистационарного измерения: Усреднение по частоте вращения
- Опции обработки нестационарных процессов: Усреднение по времени, частоте вращения, телесным углам, а также измерения шума точечных источников
- Возможность дополнения: STSF, STSF нестационарного шума

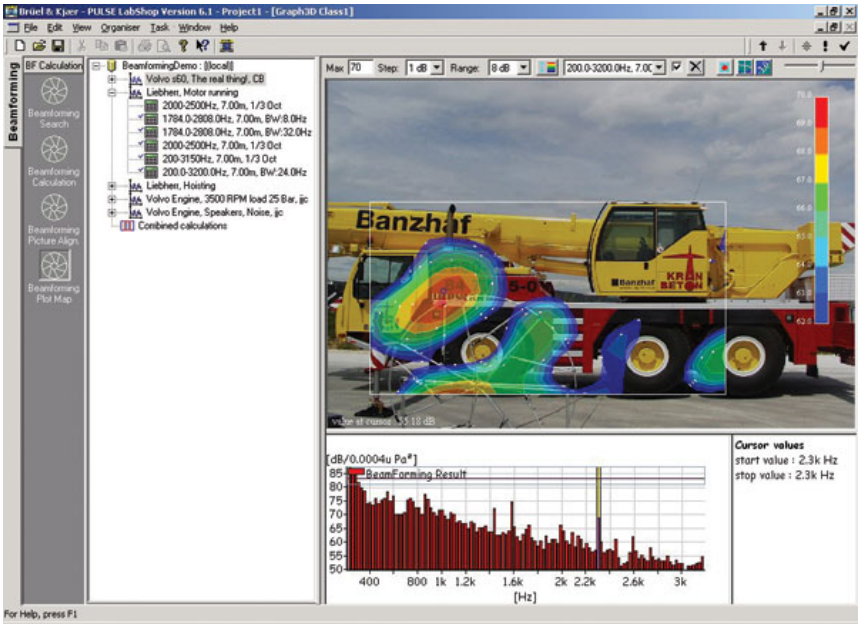


ПО формирования диаграммы направленности позволяет быстро получить пространственное распределение как стационарных, так и кратковременных источников шума. Уникальная конструкция решетки обеспечивает отсутствие ложных источников на измеренных картах даже в пространственно ограниченных объемах измерений.



С использованием совмещения карты источников и спектральных графиков, модуль ПО идентификации источников шума Noise Source Identification типа 7752 облегчает исследование пространственных спектральных характеристик источников.

Секционно-кольцевые решетки позволяют оптимизировать количество микрофонов для работы с ПО как STSF, так и формирования диаграммы направленности.



Подобно фотокамере, ПО формирования диаграммы направленности позволяет определить пространственное распределение шума крупных объектов на расстоянии.

Конформное отображение пространственного распределения шума с использованием SONAH

Конформное отображение пространственного распределения позволяет получить карту звукового давления, интенсивности звука или колебательной скорости непосредственно на реальной произвольной поверхности. Прочие методы отображения пространственного распределения обычно ограничены использованием упрощенной плоской (или сферической) аппроксимации формы объекта – по практическим причинам или из-за ограничений алгоритма. По методу локальной SONAH система вычисляет уровни шума на поверхности объекта на основе данных нескольких измерений в различных доступных распределенных вокруг объекта положениях, полученных например, с использованием позиционируемой вручную решетки со встроенным устройством определения положения.

По сравнению с картами шума, измеренными или рассчитанными при малых расстояниях от источника, карты для реального расположения объекта обеспечивают лучшую разрешающую способность и оставляют меньше возможностей для неверного истолкования. Кроме того, конформные карты проще для понимания неспециалистами.

Поскольку измерения могут быть выполнены в любых доступных местах около объекта, затраты времени на специальную подготовку источника к испытанию минимальны. Например, при измерении шума двигателя на испытательном стенде обычно существенное время расходуется на изменения путей прокладки топливных магистралей, выпускного коллектора, электрической проводки и т.д. для обеспечения беспрепятственного доступа ко всей поверхности двигателя. Теперь в этом нет необходимости.

Поскольку колебательная скорость на твердой поверхности жестко связана с реальной вибрацией самой поверхности, полученные результаты можно непосредственно использовать для совмещения с моделями конструкции.

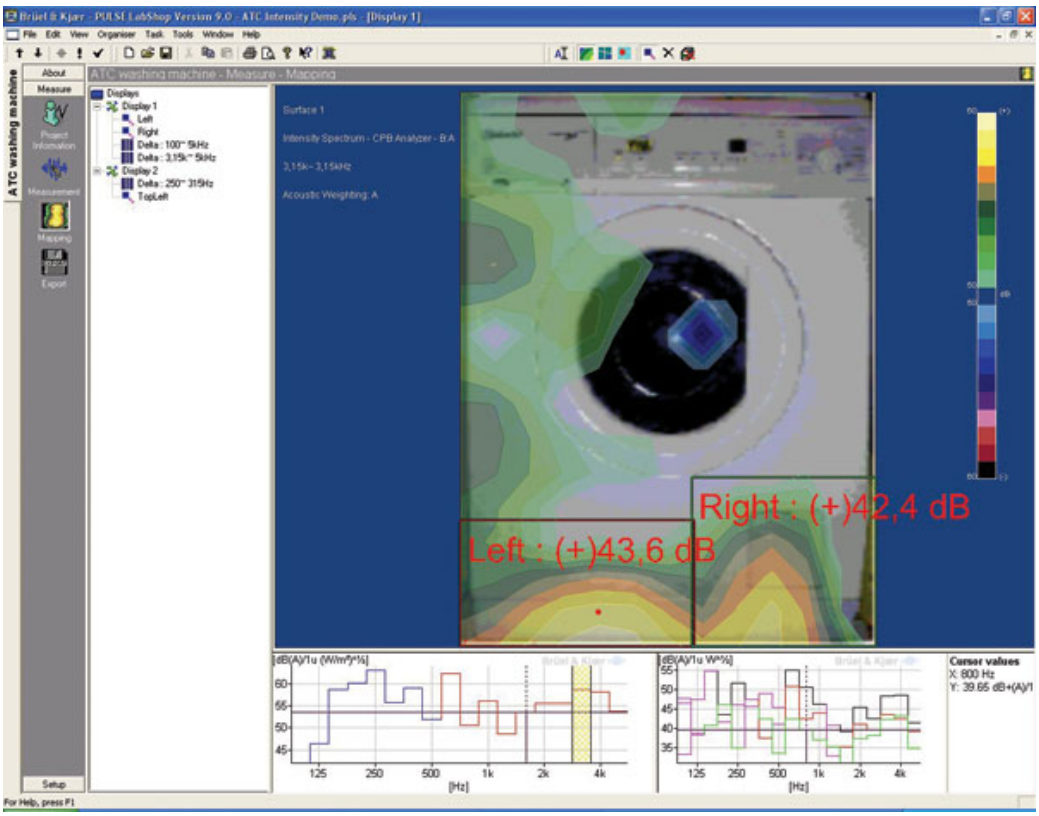
NSI - Отображение пространственного распределения интенсивности шума

Идентификация источников шума (NSI) стала важным методом оптимизации эмиссии шума разнообразными механическими и электромеханическими изделиями, например, двигателями и агрегатами транспортных средств, самолетами, оборудованием, механизированным инструментом, производственным механическим оборудованием и т.д.

Кроме того, селективные измерения интенсивности могут использоваться для уточненной идентификации внутренних первичных источников шума и процессов излучения шума. Поскольку для отображения пространственного распределения интенсивности шума необходимы измерения в большом количестве точек, их целесообразно выполнять с использованием автоматизированной системы позиционирования микрофонов (сканирующего устройства).

Основные характеристики

- Измерение и отображение пространственного распределения звукового давления, интенсивности шума и прочих непосредственно измеряемых параметров поля звукового давления
- Вычисление частных мощностей шума для ранжирования областей-источников
- Простой процесс измерения, определяемый формой объекта
- Интуитивное создание отчетов с использованием наложения карты шума на изображение объекта
- Возможность дополнения картами шума, полученными методами отображения пространственного распределения интенсивности; использование автоматизированной системы позиционирования
- Опциональное сканирующее устройство позволяет автоматизировать процесс измерения



Двумерные и трехмерные карты с наложением на изображение объекта обеспечивают наглядное документирование источников шума. Встроенная база данных для хранения результатов, сравнения карт шума и ранжирования мощностей источников шума.

Испытания материалов

С учетом современного акцента на вопросы создания контролируемой шумовой обстановки, а также расширения исследований характеристик звука, как важной характеристики конструкций, в самых разнообразных отраслях промышленности у инженеров, конструкторов и изготовителей растет интерес к акустическим испытаниям материалов. Акустическим испытанием материала называется процесс, при котором акустические свойства материала определяются в терминах поглощения, отражения, импеданса и проводимости. Существует множество различных методов определения акустических свойств материалов. Большая часть таких методов состоит в помещении образца материала в звуковое поле с известными характеристиками и измерении влияния образца на

это поле. Для обеспечения точности и воспроизводимости результатов таких испытаний были разработаны стандарты акустических испытаний материалов (например, ISO 10534-2, ASTM E 1050-98), формализующие характеристики акустической обстановки и измерительного оборудования.

Свойства акустических материалов

Коэффициент поглощения (a), где $0 \le a \le 1$, доля энергии падающей звуковой волны, поглощаемая на любой поверхности.

Комплексный коэффициент отражения (r), где $0 \le r \le 1$, отношение амплитуд звукового давления отраженной волны и падающей волны.

Комплексный акустический импеданс (Z), где $Z = R + jX$ [Па × с × $м^{-3}$], отношение звукового давления на поверхности к колебательной скорости в звуковой волне, проходящей через поверхность.

Комплексная акустическая проводимость (G), где $G = g - jb$ [$м^3$ × $Па^{-1}$ x $с^{-1}$], отношение колебательной скорости в звуковой волне, проходящей через поверхность, к звуковому давлению на поверхности.
Коэффициент потерь на прохождение (TL), отношение мощности воздушной звуковой волны, падающей на раздел сред, к мощности звуковой волны, прошедшей через раздел и распространяющейся за разделом сред [измеряется в дБ].

Акустические испытания материалов

Поиск и использование материалов, обладающих оптимальными акустическими свойствами при наименьшем весе и объеме, для повышения акустического комфорта в салоне или кабине стали одной из современных задач конструирования наземного транспорта, а также авиационной и космической техники. Защита от шума в жилых, офисных и производственных помещениях чаще всего осуществляется с использованием соответствующих шумопоглощающих материалов.

Поглощение и прохождение звука через материалы со специальными акустическими свойствами могут быть измерены в акустической трубе с распространяющейся плоской звуковой волной, такие условия обеспечивают высокую воспроизводимость условий испытания. Эти испытания позволяют определить акустические свойства материалов для подтверждения достоверности и калибровки расчетных методов определения акустических характеристик многослойных акустических систем.

ПО акустических испытаний материалов в акустической трубе PULSE Acoustic Material Testing in a Tube типа 7758

Пакет программ PULSE Acoustic Material Testing in a Tube предназначен для измерения акустических свойств материалов, используемых как для поглощения, так и для экранирования воздушных звуковых волн. Он используется совместно с комплектами акустических труб для измерения импеданса типа 4206 и 4206-A[1], комплектом акустических труб для измерения коэффициента потерь на прохождение типа 4206-T компании Brüel & Kjær и любыми другими измерительными акустическими трубами пользователя.

Назначение

- Разработка продукции для создания контролируемой шумовой обстановки
- Испытание соответствия спецификациям
- Сравнительные испытания продукции
- Выбор наилучших отделочных материалов
- Получение исходных характеристик для аналитических и числовых методов (например, FEM, BEM, SEA) вычисления поля звукового давления в акустических объемах (например, шума в кабинах транспортных средств)

Основные характеристики

- Всестороннее решение для оценки характеристик звукопоглощения и звукопроводности
- Определение нормального коэффициента поглощения и нормального сферического импеданса согласно ISO 10534-2 и ASTM E 1050
- Данные и результаты измерений могут быть удобно сохранены в формате книг Microsoft® Excel для создания отчетов по настроенным шаблонам и дополнительной последующей обработки
- Платформа PULSE обеспечивает исключительную точность измерения

Характеристики звука

[1] 4206_pd_ru.pdf на сайте переведен с английского, но не на русский. Это творение Литтеры?

В оценках общих качеств изделия постоянно растущее внимание уделяется характеристикам шума, создаваемого этим изделием. При выборе любых товаров, от автомобилей до ручных инструментов, привлекающим или отталкивающим потребителя качеством стал не только создаваемый ими уровень шума, но также и характеристики этого шума; приемлемые акустические характеристики являются фактором повышения спроса.

При оценке характеристик звука имеют значение многие факторы. Для анализа звуков изделий недостаточно традиционных методов измерений и анализа, например, измерения звукового давления с весовой функцией вида A или анализа с FFT. Ожидания потребителей и экспертные оценки также важны для определения приемлемости характеристик звука, поскольку, в конечном счете, только по реакции человека проектировщик имеет возможность оценить характеристики создаваемых изделием звуков.

Оценка характеристик звука потребительских изделий

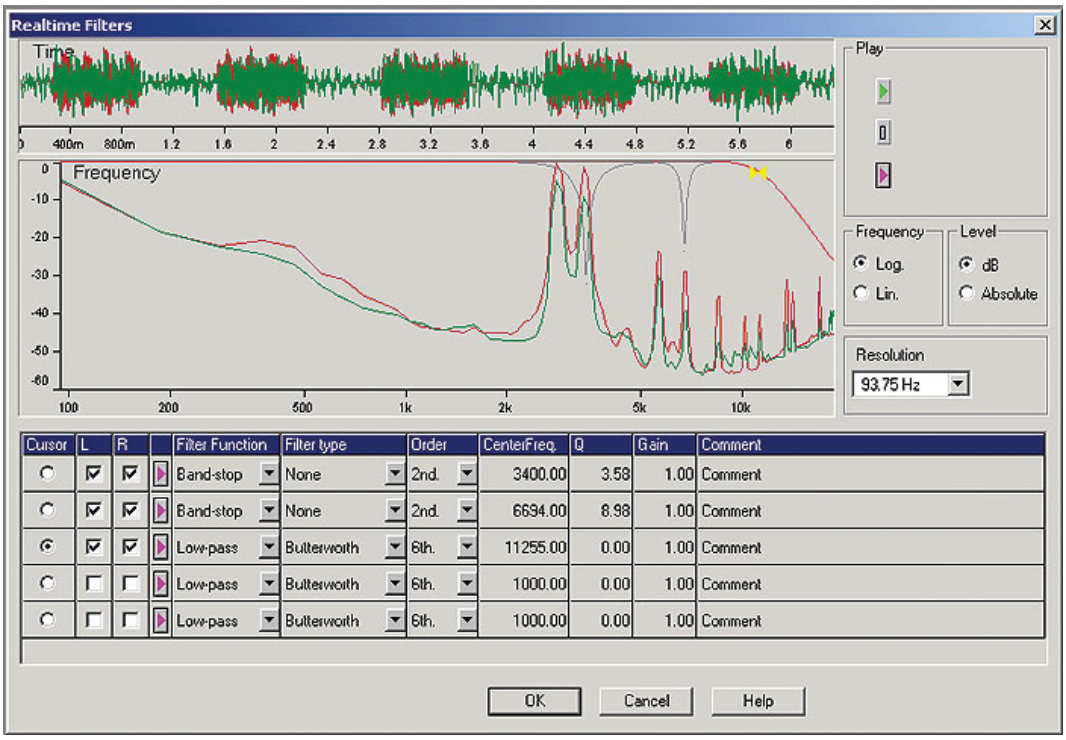
Оптимизация характеристик звука становится все более важным аспектом конструирования и разработки любых издающих шум изделий, например, автомобилей, поездов, самолетов, а также бытовых приборов любых видов.

Есть две особых причины для оптимизации характеристик звука – оптимизация звука, во-первых, для удовлетворения требований конкретной группы потребителей; во-вторых, для повышения конкурентоспособности и увеличения объема продаж товара. В большей части изделий используются разнообразные узлы сторонних изготовителей. Они должны соответствовать требованиям к качеству, включая требования к характеристикам звука.

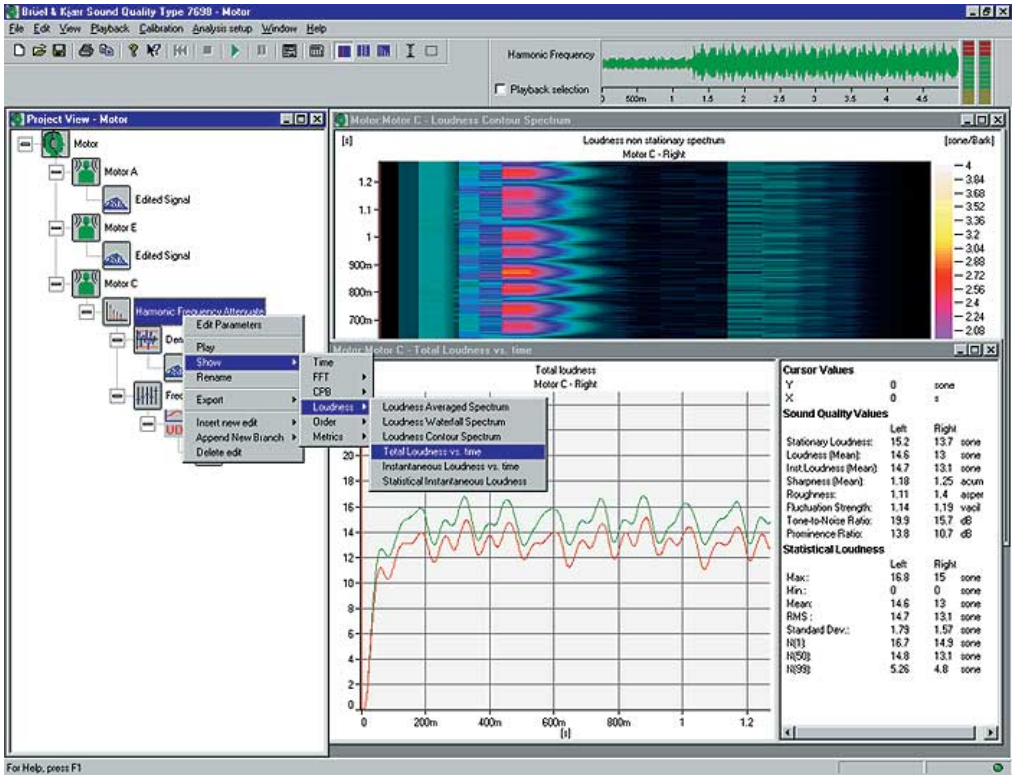
Процесс оптимизации разделяется на перечисленные ниже шаги:

- Натурная запись звука, например, в автомобиле на испытательном треке с использованием симулятора человеческого уха и торса человека (Head And Torso Simulator, HATS)
- Анализ звуков в лаборатории с использованием традиционных методов и специальных объективных метрик, например, оценки громкости по Цвигеру (Zwicker)
- Моделирование изменений звука с использованием различных обработок
- Подготовка и проведение субъективных прослушиваний
- Создание для конкретного изделия комбинированной метрики (количественных показателей), позволяющей сократить продолжительность и стоимость его разработки

Для выполнения перечисленных работ компания Brüel & Kjær предлагает полнофункциональные системы, от самых простых до самых совершенных.



Обработка звуковых сигналов возможна 18 различными способами и их комбинациями. Для фильтрации сигналов в реальном времени используются фильтры IIR (с бесконечной импульсной характеристикой). После изменения параметра Вы можете немедленно простым щелчком мыши начать прослушивание измененного звука.



С использованием модуля оценки громкости по Цвигеру можно вычислить и отобразить дополнительные метрики звука. На рисунке Вы можете видеть контурный график нестационарной громкости, график зависимости полной громкости от времени и таблицу рассчитанной метрики.

Оценка характеристик звука в автомобилях

Потребители идентифицируют звук, как основной критерий оценки полученных от общих характеристик изделия впечатлений. В автомобильной промышленности характеристики звука оценивались в течение многих десятилетий, а в настоящее время они оказались в центре внимания изготовителей потребительских товаров, офисного оборудования, механизированных инструментов, оборудования для морских судов, внедорожных транспортных средств, строительной и сельскохозяйственной техники, а также прочих изделий.

Достижение желательных характеристик звука представляет собой процесс значительно сложнее, чем простое определение факта, что измеренный звук "слишком громкий". Этот технический процесс выходит далеко за рамки основного анализа уровня звукового давления. Для него необходимы инструменты, которые позволяют идентифицировать ключевые характеристики звука, соответствующие характеристикам, воспринимаемым потребителем. Эти инструменты должны обеспечивать идентификацию тех свойств конструкции, изменение которых позволит устранить конкретные нежелательные звуки, но сохранить уместные желательные звуки.

Пакет программ анализа характеристик звука в автомобилях Automotive Sound Quality Bundle BZ-6047 состоит из четырех модулей измерения характеристик звука (Sound Quality, SQ) в автомобилях, содержащих средства, обеспечивающие диагностику источников нежелательных звуков и достижение поставленных целей конструирования:

- Основного компонента пакета Automotive SQ Core BZ-6048
- Модуля фильтров реального времени Automotive SQ Real-time Filtering BZ-6049
- Модуля определения метрик звука Automotive SQ Metrics BZ-6050
- Конструктора звука Automotive SQ Designer BZ-6051

Для высокоэффективного анализа источников и характеристик гармонических звуков (или порядкового анализа) в автомобилях, к перечисленной конфигурации можно добавить модуль фильтров Волда-Калмана Automotive SQ Vold-Kalman Filtering BZ-6052.

ПО системы экспертных оценок I-deas Jury Evaluation Software:

Система экспертных оценок I-deas Jury Evaluation Software является удобным инструментом измерения человеческих реакций на характеристики звука. Полученные в ней данные можно использовать для уменьшения или устранения нежелательных шумов в изделиях и их узлах или проектирования конструкции с желательными характеристиками звука.

С использованием индивидуальных и групповых экспертных оценок программное обеспечение позволяет Вам точно контролировать характеристики звука, суммировать реакции и обнаруживать в реальном времени ошибки, выполнять статистический анализ экспертных реакций. Часто используемые методы экспертных оценок встроены в вычислительную среду системы, обеспечивающей простоту настройки и независимое усовершенствование методов анализа и оценки.

Испытание внешнего шума транспортных средств

Установленные нормативы шума содержат строгие ограничения эмиссии внешнего шума дорожными транспортными средствами. Ограничения применяются к автомобилям, грузовикам, автобусам, мотоциклам и скутерам. Изготовители обязаны сертифицировать соответствие изготовляемых транспортных средств международным стандартам эмиссии шума; измерения выполняются согласно процедурам, определенным международными стандартами. Испытания выполняются в двух режимах: в условиях разгона транспортного средства двигателем, а также в условиях движения транспортного средства накатом с выключенным двигателем на нейтральной передаче.

Компания Brüel & Kjær предлагает готовое к непосредственному использованию решение на основе платформы многоканального анализатора PULSE. Эта мощная и легко адаптируемая система поддерживает все типовые международные стандарты испытаний.

Ваши корпоративные процедуры испытаний могут быть легко включены в состав программного обеспечения испытаний внешнего шума транспортных средств PULSE Vehicle Pass-by Test типа 7788. Использование многоканального анализа в реальном времени означает, что все результаты измерений доступны сразу после их окончания без затрат времени на дополнительную обработку. Во время испытаний может быть выполнена запись данных временной области, это обеспечивает автономное выполнение последующего анализа.

Используемый ранее стандарт ISO 362 был пересмотрен, в целях соответствия обновленной процедуре ISO 362 также была пересмотрена директива ECE 51. Это означает, что в странах-участниках упомянутых соглашений начался период введения новых редакций стандартов, и проводить испытания согласно редакции ISO 362 1998 года необходимо наряду с испытаниями соответствия новой редакции.

Современная версия ПО Vehicle Pass-by компании Brüel & Kjær полностью соответствует пересмотренной редакции ISO 362, измерение шума покрышек соответствует ISO 13325, а измерение шума выхлопа соответствует ISO 5130.

Пользователи системы измерения внешнего шума Pass-by типа 3558 могут использовать микрофоны, радар и фотоэлементы в описываемой системе непосредственно. Кроме того, владельцам систем типа 3558 предоставляется специальная торговая скидка.

Основные характеристики

- Поддержка испытаний соответствия согласно типовым используемым стандартам испытаний шума в условиях разгона транспортного средства двигателем, а также в условиях движения транспортного средства накатом с выключенным двигателем, включая ISO 362 и его последние редакции для всех типов транспортных средств. Также поддерживаются измерения соответствия стандартам, не требующие измерений параметров внутри транспортного средства, например, ISO 13325 (шум покрышек)
- Измерение наряду с внешним шумом эксплуатационных параметров транспортных средств, например, скорости вращения двигателя, передаваемых по шине CAN данных или положения акселератора
- Беспроводное соединение между ПК оператора и бортовым ПК транспортного средства может быть дополнено дисплеем для отображения сообщений водителю
- Совместимость с программным обеспечением прочих приложений PULSE для исследований конструкции с расширенными возможностями и диагностики

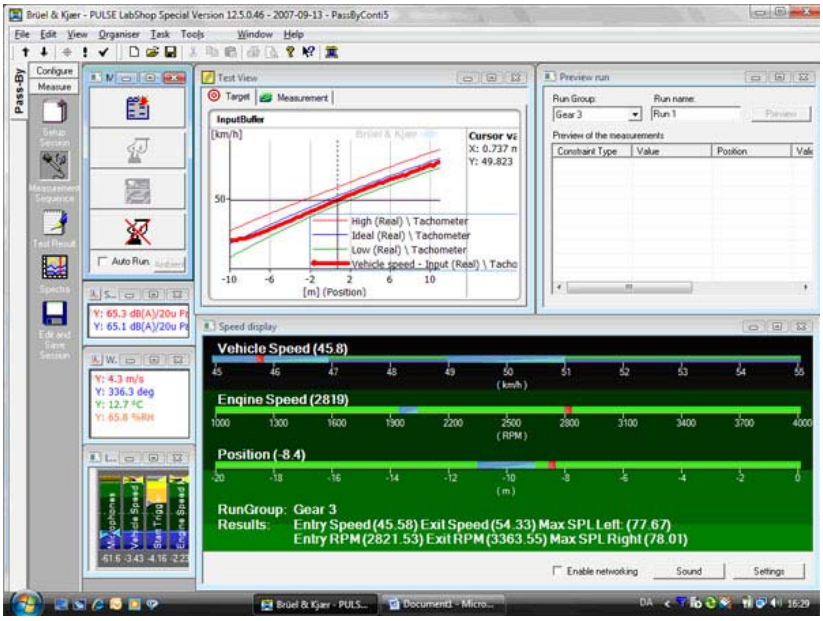
Полная поддержка новой редакции ISO 362, включая специальные функции подготовки условий испытаний для обеспечения выбора оператором необходимой начальной скорости и должной передачи КПП.

Усовершенствованное оборудование. Оборудование системы испытаний в условиях разгона транспортного средства двигателем усовершенствовано компанией Brüel & Kjær. Новое оборудование стало компактнее, прочнее и привлекательнее, отличается улучшенными характеристиками беспроводных каналов связи.

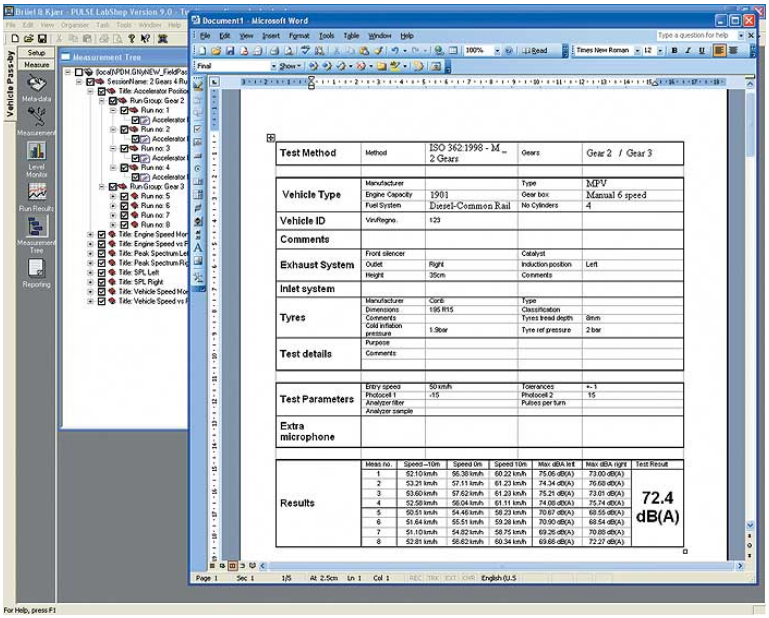
Поддержка данных, передаваемых по шине CAN.

Поддержка Req-X – коррекция частотной характеристики в реальном времени для учета влияния чехлов защиты микрофонов от потока воздуха.

Измерительная станция является интегрированным устройством, состоящим из блока интерфейсов PULSE, специального автомобильного контейнера с необходимыми соединениями и встроенным источником электропитания системы, а также блока с адаптером беспроводной сети.



Результаты нескольких измерений, отображенные с наложением, и таблица с кратким обзором результатов испытания.



Автоматически созданный отчет выполнен согласно корпоративному стандарту отчетов.

Испытания внешнего шума автомобилей в акустической камере

В последние годы многие разработчики транспортных средств (а также некоторые из поставщиков комплектующих узлов) начали использовать большие безэховые камеры со звукоотражающим полом, оснащенные блоком динамометров, на котором транспортное средство может быть установлено и испытано в рабочих режимах для измерения шума внутри и снаружи него.

Благодаря уменьшению влияния погодных условий и изменения дорожных условий, возрастает воспроизводимость условий и результатов измерений, а стационарно установленное транспортное средство можно значительно лучше оснастить измерительным оборудованием.

При использовании подобного оборудования, ПО PULSE Pass-by Noise Test позволяет выполнить модельное испытание с измерением шума автомобиля в условиях разгона транспортного средства двигателем.

Вместо проезда испытуемого транспортного средства мимо двух стационарных микрофонов, который выполняется при стандартном измерении с разгоном, при измерениях в акустической камере около испытуемого транспортного средства размещается линейка микрофонов. Транспортное средство устанавливается на блок динамометров и разгоняется двигателем аналогично выполнению натурного измерения.

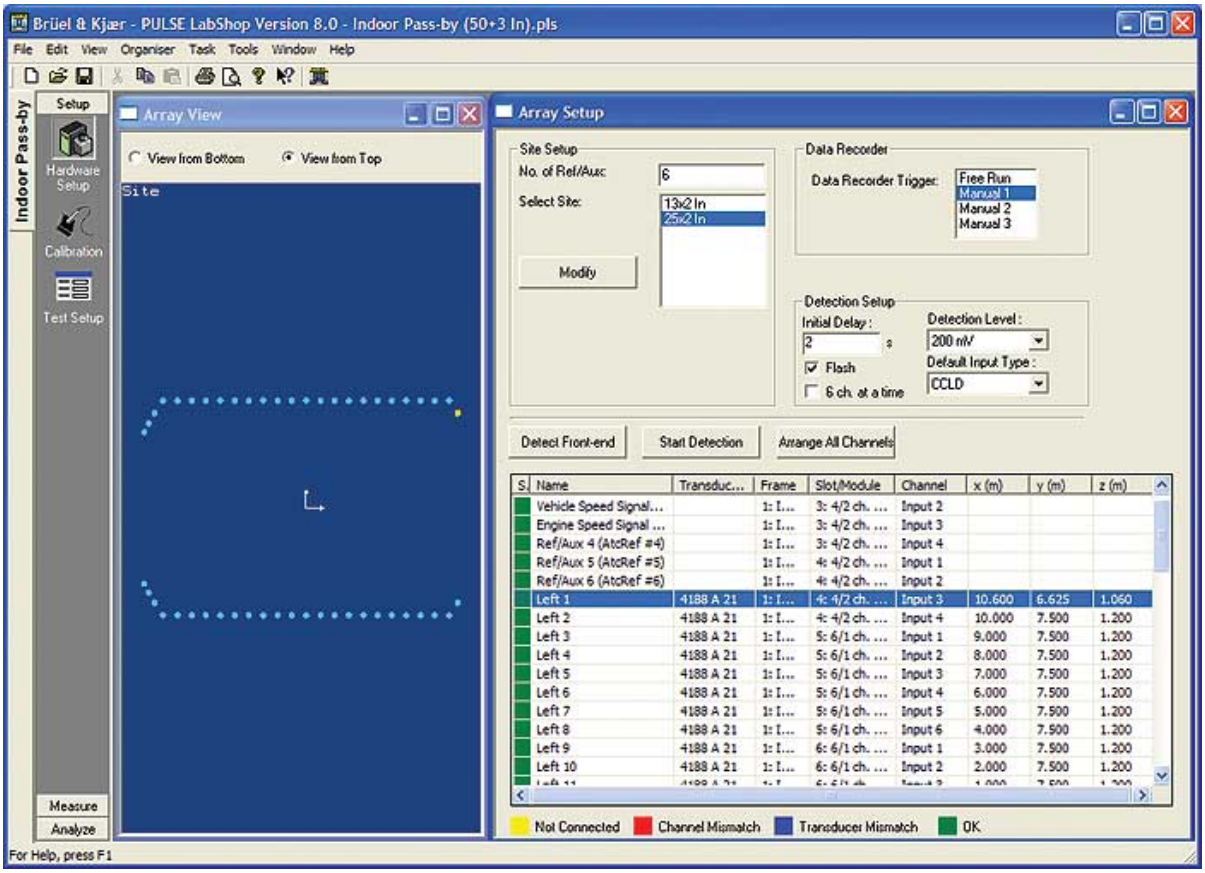
Выполняются одновременные записи внешнего шума транспортного средства во всех положениях микрофонов, сигнала таходатчика от динамометра (скорости) и любых дополнительных параметров транспортного средства.

Путем склейки отрезков временных диаграмм от соответствующих микрофонов можно создать единственную пару временных диаграмм, воспроизводящую проезд транспортного средства мимо двух стационарных микрофонов. Эта единственная запись сигнала временной области, объединенная с огибающей сигнала скорости барабанов динамометров отображает шум транспортного средства, создаваемый при измерении с проездом с разгоном двигателем мимо микрофонов.

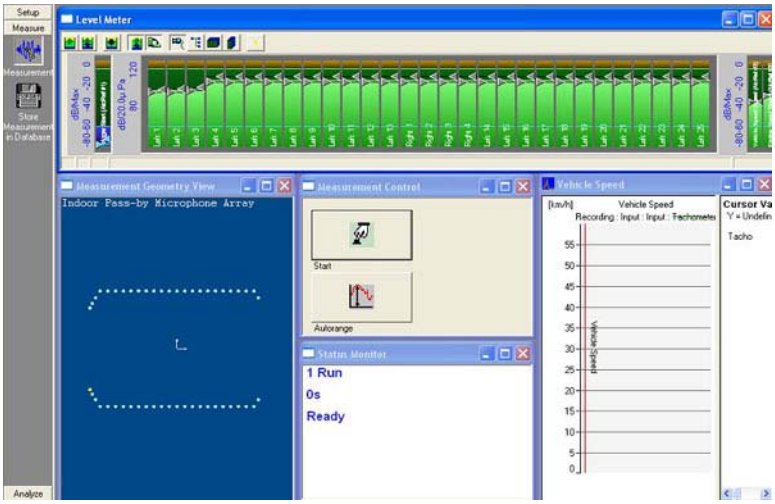
Затем эта временная диаграмма может быть воспроизведена и подана на модуль анализа системы для получения результатов моделированного испытания.

Основные характеристики

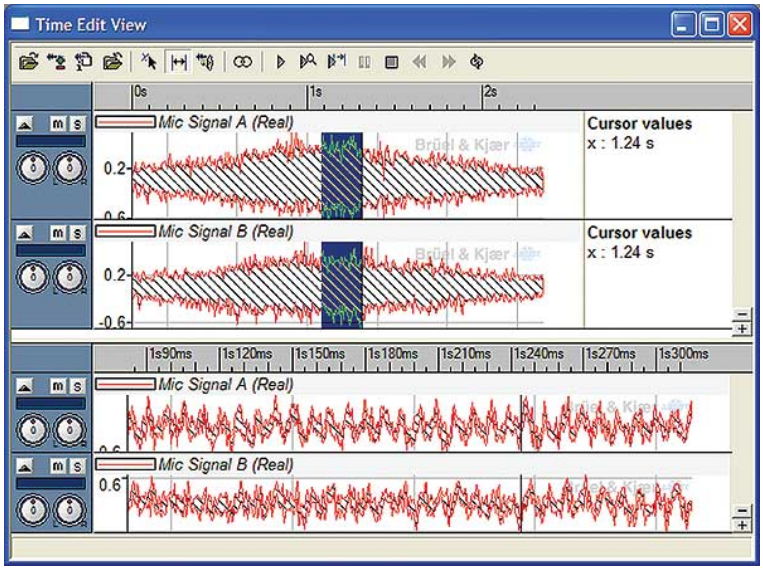
- Симуляция испытания в условиях разгона транспортного средства двигателем в полубезэховой камере в целях разработки и диагностики изделия
- Обеспечение наибольшей гибкости применения, анализ выполняется с использованием временных диаграмм внешнего шума при виртуальном проезде, синтезированных с использованием отдельных записанных сигналов
- Пригоден для измерения в местах с ограниченным доступом, в которых микрофоны не могут быть размещены на рекомендованном расстоянии 7,5 метра от продольной оси транспортного средства. Амплитуды сигналов микрофонов корректируются соответственно предположению, что шум распространяется из одной точки в каждую сторону (из левого и правого акустических центров) независимо от частоты
- Новые вычисления для различных положений акустических центров могут быть получены с использованием того же самого комплекта записей, что позволяет повысить точность соответствия результатов испытаний в камере и при проезде транспортного средства
- Временные диаграммы сигналов микрофонов, виртуальные временные диаграммы и результаты анализа могут быть сохранены раздельно в базе данных. Они могут быть воспроизведены в любое время и повторно обработаны с иными параметрами вычислений
- Полное управление ограничениями, вытекающими из условий подтверждения достоверности, согласно установленным в программе и определенным пользователем таблицам ограничений
- Поддержка вычисления параметров с обеих сторон транспортного средства одновременно, или в два шага, с использованием одной линейки микрофонов с одной стороны испытуемого транспортного средства и разворотом транспортного средства между измерениями



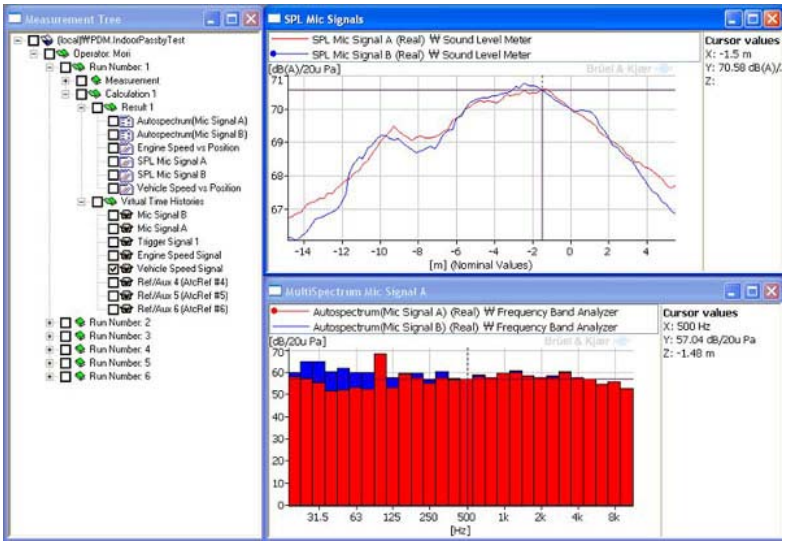
Программное обеспечение поддерживает автоматическое обнаружение каналов и уведомления о состоянии во время измерения, обеспечивающие настройку и управление началом записи.



Программа идеально приспособлена к испытательным площадкам, на которых без ее использования ограниченные размеры не позволят выполнить требования стандартов.



Возможно прослушивание сигналов временной области виртуального разгона автомобиля с использованием диспетчера файлов временной области PULSE Time File Management типа 7789



Для упрощения сравнения результатов натурных и симулированных испытаний, системы измерений разгона автомобиля в акустической камере и натурных измерений с проездом автомобиля могут использовать одну и ту же базу данных.

Измерение флуктуаций давления на поверхности

Аэродинамическая схема транспортного средства, вероятно, является важнейшим параметром, рассматриваемым как эстетической точки зрения, так и с точки зрения экономии потребляемого топлива. Поэтому измерение флуктуаций давления на поверхности непосредственно в потоке воздуха в аэродинамической трубе предоставляет конструктору аэродинамики ценную информацию.

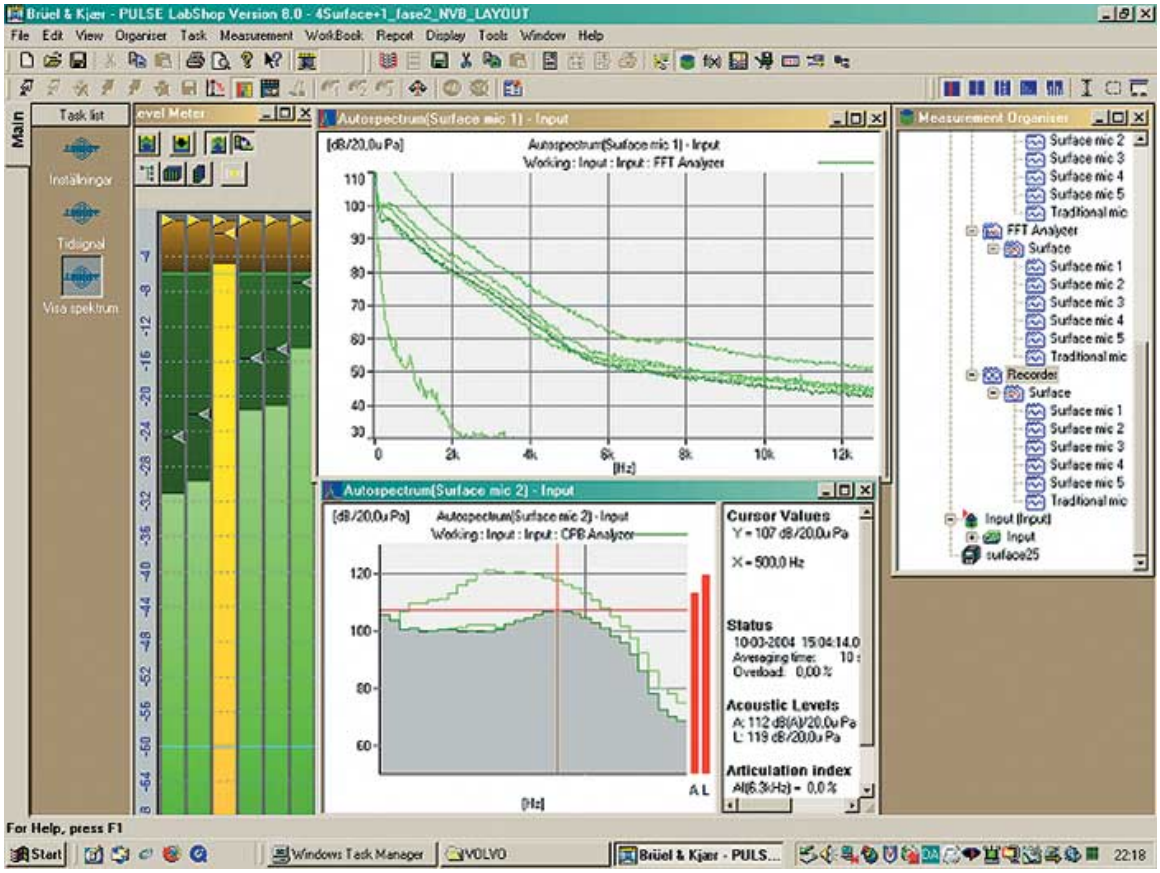
При использовании поверхностных микрофонов и проекта системы PULSE из библиотеки знаний PULSE Knowledge Library, за считанные минуты можно получить отображение пространственного распределения давления. При использовании гибких монтажных прокладок, установка микрофонов проста даже на стеклянных или изогнутых поверхностях.

В процессе испытаний выполняемый проект PULSE отображает пошаговые инструкции для оператора. В одном канале измеряется уровень шума внутри автомобиля (возможно, с использованием симулятора торса и уха человека); сигнал в канале внутреннего шума автомобиля может быть коррелирован с различными источниками шума в турбулентном потоке воздуха, например, шумом бокового зеркала заднего вида. Полный отчет может быть отправлен в очередь печати одним нажатием клавиши.

Измерение давления на поверхности позволяет дифференцировать вибрационный шум корпуса автомобиля и воздушный шум, а также обеспечивает более точное определение пути распространения шума.

При выполнении натурных измерений, возможна проверка модели модельного испытания, замыкающая таким образом взаимосвязь между модельным испытанием и полномасштабными натурными измерениями.

Поверхностные микрофоны имеют TEDS (электронную таблицу параметров датчика), гарантирующую использование последних калибровочных данных, а одна из версий системы поддерживает запатентованную компанией Brüel & Kjær процедуру CIC (калибровку инжекцией заряда) для сквозной верификации системы.



Измерители уровня и автоспектров отображают быстрый общий обзор результатов, полученных с поверхностных микрофонов и микрофона внутри автомобиля.

Шина CAN

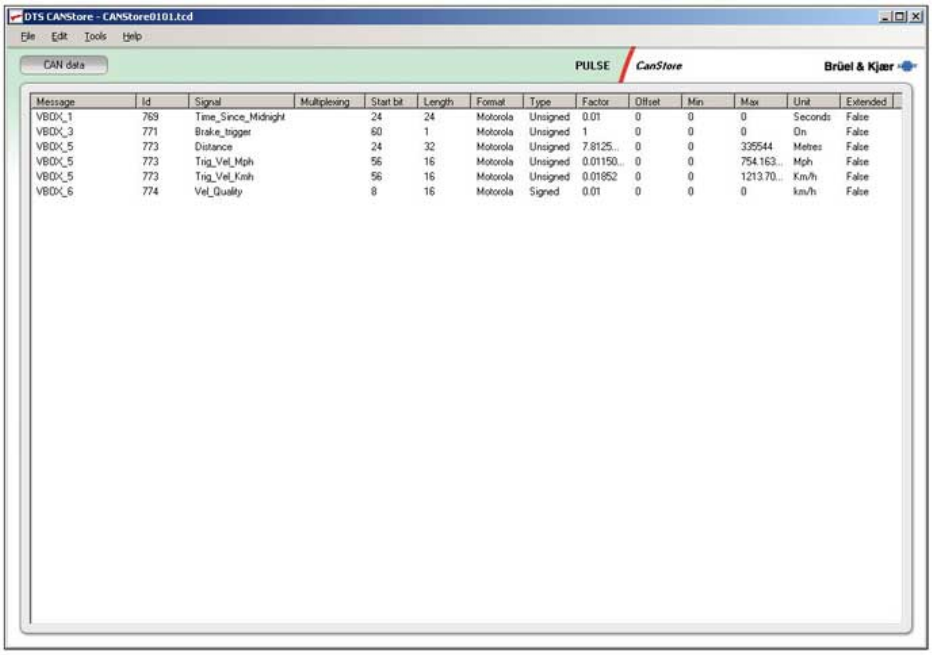
Шина CAN (Controller Area Network, шина локальной сети контроллера) представляет собой последовательную шину, предназначенную для использования в условиях производства. Она предложена в 1986 году компанией Bosch для использования в качестве бортовой сети на транспортных средствах, в настоящее время используется в многочисленных приложениях, обеспечивающих передачу данных, эксплуатационных параметров и управляющей информации при автоматизации производства, в авиационной и космической промышленности, а также на автомобилях, грузовиках и автобусах. Шина CAN стала заменой громоздких жгутов соединений двухпроводным дифференциальным кабелем (витой парой).

Программное обеспечение интерфейса шины CAN BZ-5610 для системы PULSE стало частью интегрированного решения аппаратно-программного обеспечения, оно обеспечивает считывание системой PULSE сообщений, передаваемых по шине CAN и при необходимости отображение их мгновенных, усредненных или трехмерных каскадных (профильных) графиков в стандартных окнах системы PULSE. Обработка данных CAN в системе PULSE может осуществляться, как автономных наборов данных (функций) или добавлением к оси Z (в виде меток) на трехмерных графиках сигналов. Интерфейс CAN также работает с регистратором данных, обеспечивая регистрацию данных из шины CAN в виде составной части комплекта диаграмм временной области.

Основные характеристики

- Полная интеграция данных шины CAN в систему PULSE делает их доступными всюду в системе для совместного использования различными приложениями PULSE, включая ПО Labshop типа 7700, регистратор данных PULSE Data Recorder типа 7708, диспетчер испытаний автомобилей Automotive Test Manager типа 7796 и измеритель внешнего шума транспортных средств Vehicle Pass-by типа 7788
- Модуль CANStore используется для редактирования файлов базы данных шины CAN
- Существует две аппаратных реализации – Вы выбираете для себя самую удобную
- Использование всех вычисляемых из данных шины CAN показаний тахометров для порядкового анализа
- Отображение данных реального времени шины CAN в графическом или числовом виде
- Поддержка регистрации диаграмм данных CAN временной области совместно с динамическими данными и сохранение данных шины CAN в базе данных

- Регистратор CAN Logger служит средством связи с шиной CAN, упрощающим соединение и его конфигурирование



Интерфейс модуля CanStore

Конвертер данных шины CAN в локальную сеть

Виброакустические приложения

Оценка вклада пути распространения[2] Source Path Contribution (SPC)

В современной конкурентной автомобильной промышленности, критичным является быстрое и точное определение шума и вибрации, воспринимаемых водителем и пассажирами транспортного средства. В настоящее время с учетом ожиданий потребителей разработчики автомобилей выполняют исследования NVH (Noise, Vibration, Harshness – шума, вибрации, в том числе вибрации кузова на частотах от 30 до 300 Гц) на всех этапах – от концепции до появления серийных образцов.

Разрабатывая в партнерстве с лидирующими компаниями-изготовителями автомобилей технологию оценки вклада пути распространения (SPC), и с акцентом на применимость, управление данными и управление моделью приемника пути распространения, компания Brüel & Kjær предлагает передовое решение оценки вклада пути распространения.

Направление усилий конструкторов

Предлагаемое решение не только позволяет инженерам, занятым анализом NVH автомобилей, осмысливать и анализировать вклад вибрационного и воздушного путей распространения шума в транспортных средствах, но также перестраивать и конструировать вклад звукового и вибрационного путей согласно конкретным параметрам конструирования.

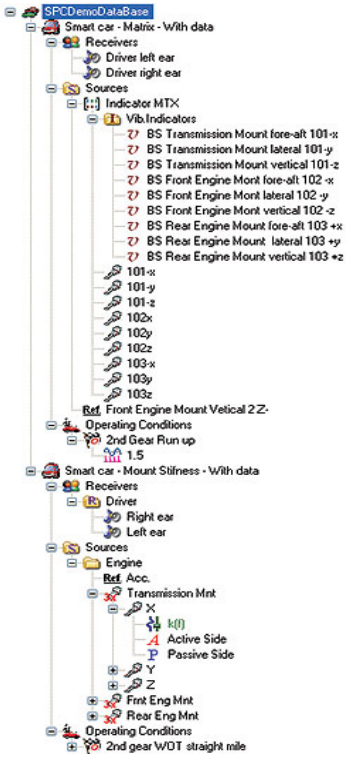
Выявление последовательности отрезков пути распространения

[2] Термин отличается от сайта.

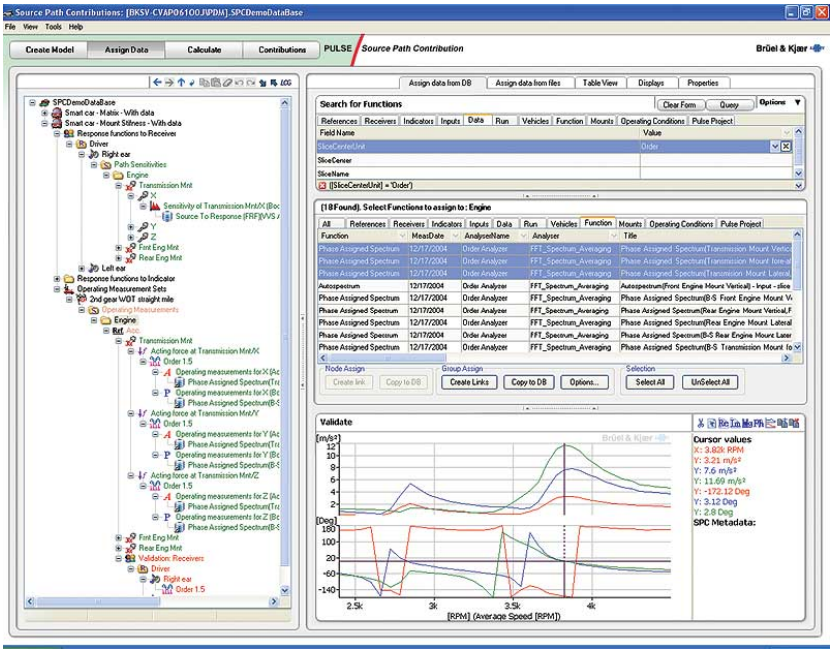
Новый интерфейс пользователя в сочетании с диспетчером данных PULSE Data Manager обеспечивает построение структуры для иерархической модели NVH транспортного средства, отражающей связи реальной конструкции. Дополнительным преимуществом такого подхода стала возможность расположения участка пути распространения шума между каждой парой точек модели, что создает базу для построения и верификации полного пути. Оценка вклада пути распространения предоставляет инженерам, занятым анализом NVH автомобилей, средства для понимания путей распространения шума и вибрации по различным путям внутри и вокруг автомобиля и ранжирования любого вклада с использованием различных методов NVH.

Полнофункциональные решения

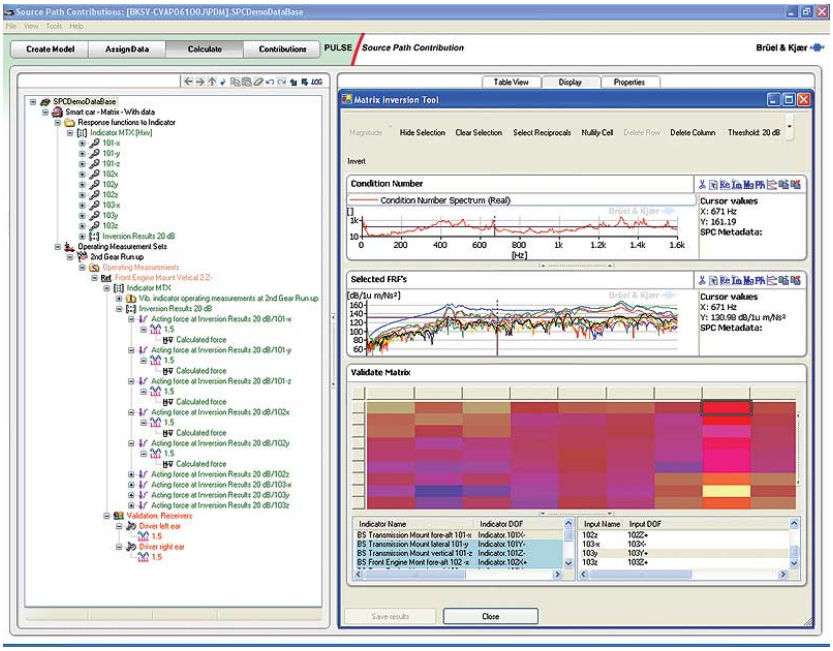
Компания Brüel & Kjær предлагает полнофункциональные решения SPC, начиная со специальных датчиков для измерения характеристик работы и корпуса, включая аппаратное оснащение и платформу обработки сигналов, и заканчивая анализом вклада путей и управлением путями распространения шума в транспортном средстве.



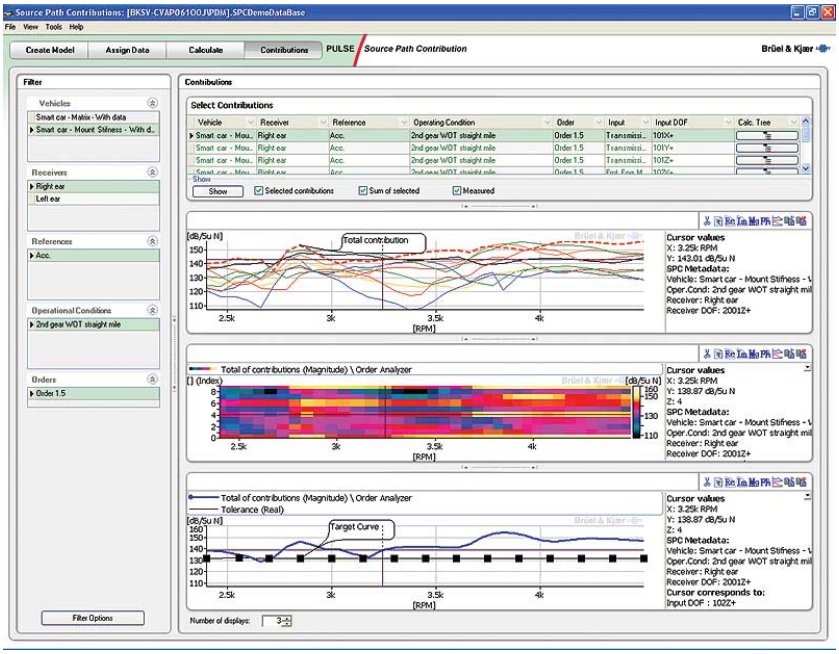
Задача создания модели состоит в создании древообразной структуры путей распространения шума и вибрации к приемнику, состоящей из последовательности участков пути.



С использованием задачи сопоставления данных из базы данных, сохраненные спектральные данные шума на опорах двигателя могут быть воспроизведены и введены в модель. После ввода текст на точках дерева изменяет цвет на зеленый.



Вычисление данных с использованием средства обращения матриц SPC для просмотра и изменения матриц перед обращением.



Задача анализа вклада позволяет Вам сосредоточиться на вкладе всех путей распространения шума, ведущих к конкретному приемнику. Возможно наглядное отображение любых отклонений от установленных направлений распространения.

Симулятор NVH транспортного средства

Симулятор NVH точно воспроизводит шум и вибрацию транспортного средства в интерактивной среде пользователя. Существует три системы:

Настольный симулятор NVH: предназначен для использования в офисе, позволяет пользователю воспроизвести звуки транспортного средства при симуляции вождения в условиях виртуального сценария, отображаемого на настольном мониторе.

Полнофункциональный симулятор NVH транспортного средства: решение с использованием проектов, в нем пользователь решает, какое транспортное средство следует использовать, следует ли симулировать вибрацию различных частей транспортного средства (например, кресла, педалей, рулевого колеса). Симулятор транспортного средства располагается перед проекционным экраном, на котором отображается виртуальный видеоряд сценария. Пользователь располагается в транспортном средстве и ощущает воздействие звука и вибрации транспортного средства, с использованием виртуального сценария, оцениваемого при 'вождении'. Симулятор реагирует на действия водителя, воспроизводятся синтезированные реалистичные звуки и вибрация, соответствующие

мгновенным параметрам транспортного средства, отображаемым в сочетании с типичным видеорядом сценария. Аналогично реальному транспортному средству, на воздействующие стимулы влияют изменения поверхности дороги, скорости транспортного средства, оборотов двигателя и положения акселератора.

Дорожный симулятор: позволяет воспроизводить гармонические звуки любой модели симулятора при вождении на дороге в реальном автомобиле.

Диагностика механизмов

В результате наличия производственных и сборочных допусков, изменений износа и нагрузки, подвижные части в любом перемещающемся механизме рано или поздно вызовут нежелательные колебания, которые в конечном счете приведут к поломке.

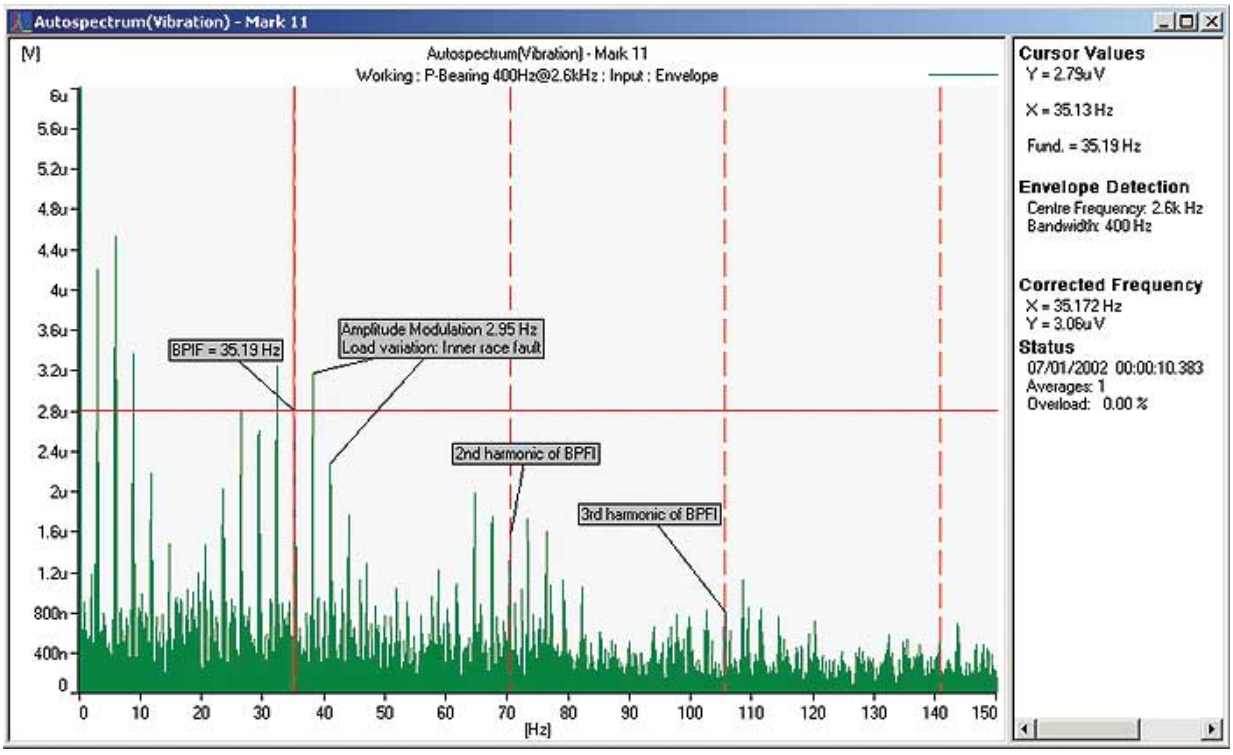
Диагностика механизмов представляет собой конфигурацию системы PULSE, содержащую основные средства измерения вибрации в перемещающихся механизмах:

- Тахометр
- Анализатор FFT
- Анализатор гармоник FFT
- Анализатор порядка гармоник со слежением
- Расширенный анализатор сигналов
- Анализатор огибающей сигналов
- Анализатор кепстра

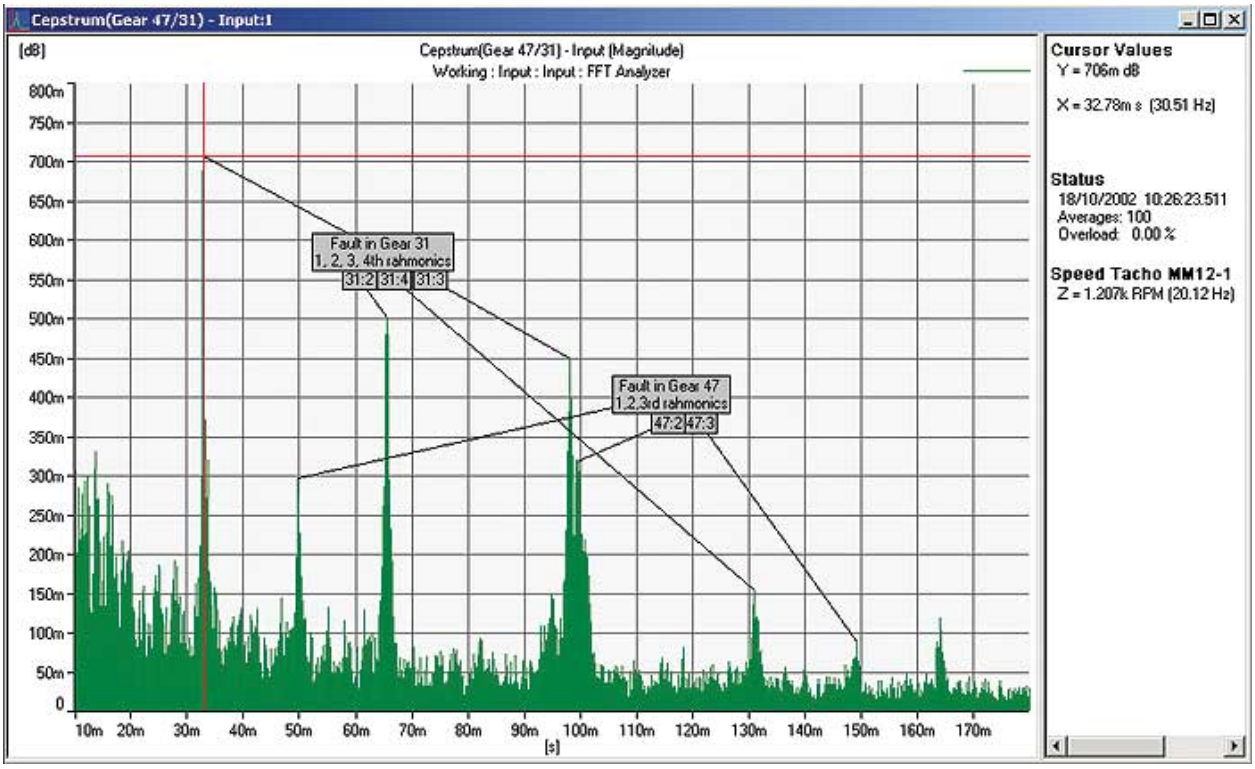
Средства могут использоваться в процедурах измерений при разгоне/остановке, а некоторые могут быть объединены, например, анализ кепстра порядковых спектров или спектров огибающей для диагностики множественных неисправностей. При дополнении ПО регистрации вспомогательных параметров PULSE Auxiliary Parameter Logging, все данные могут быть маркированы, например, значениями температуры, давления масла, положения, аэродинамической скорости и т.д., а все результаты можно отобразить в виде зависимостей от вспомогательных параметров.

Анализ всех видов может выполняться одновременно и может сопровождаться регистрацией данных в Data Recorder или диспетчере файлов временной области PULSE Time File Management. Исходные сигналы могут быть записаны для последующего анализа. Модули записи сигналов временной области Time Capture, с возможностью выполнения оконного кратковременного преобразования Фурье Short Time Fourier Transform, являются уместными расширениями при диагностике переходных процессов.

Мастер двухплоскостной балансировки PULSE Two-plane Balancing Consultant представляет собой расширение для балансировки жестких роторов.



Анализ огибающей для демодуляции амплитуды и обнаружения локальных неисправностей в подшипниках с элементами качения и редукторах.



Анализ кепстра для дифференцирования совмещенных неисправностей, которые трудно или невозможно заметить в различных первичных спектрах, то есть, при FFT, в порядковом спектре, при анализе огибающей и при анализе спектров с расширенными возможностями. Средство прекрасно подходит для анализа коробок передач.

Анализ гармоник

Во вращающихся и совершающих возвратно-поступательное перемещение механизмах изменение условий нагрузки и дисбаланс подвижных частей вызывают колебания и соответствующий звук. Колебания определяются свойствами конструкции перемещающихся и неподвижных частей механизма. Связывая спектры и диаграммы временной области с частотой перемещения подвижных частей, анализ гармоник служит инструментом выявления процессов возникновения звука и вибрации:

- Критических скоростей
- Возбуждаемых резонансов (неустойчивостей)
- Нестабильности
- Изменения нагрузки

Компания Brüel & Kjær предлагает всесторонний выбор методов анализа гармоник:

- Анализ гармоник по частотным спектрам, полученным с использованием FFT
- Анализ гармоник на основе гармонических спектров, слежение

Эти методы, работающие в реальном времени, позволяют отображать спектры (трехмерные или цветные контурные), зависимости характеристик отдельных гармоник и срезов характеристик конструкции от частоты перемещения одной или большего количества подвижных частей.

- Порядковый фильтр Волда-Калмана (Vold-Kalman)

С использованием записанных диаграмм временной области этот метод извлекает абсолютные значения и фазы отдельных гармоник; на выходе отображаются зависимости PAS (Phase Assigned Spectra, спектр с фазовой информацией) или синусоидальных сигналов на одной или большем количестве частот вращения.

Во всех методах поддерживается использование нескольких тахосигналов и сигналов датчиков напряжения, зависящего от частоты вращения, в качестве опорных, а с использованием функции автоматического слежения Autotracking™ возможно извлечение тахосигналов непосредственно из входных сигналов измерения, например, в случаях отсутствия явного непосредственного тахосигнала. В зависимости от конфигурации, после анализа соответствующего вида будут получены:

- 1/n-октавные спектры с параметром частоты вращения
- Взвешенный уровень звукового давления с параметром частоты вращения
- Огибающая сигнала скорости, частота вращения с параметром времени

Модуль регистрации вспомогательных параметров PULSE Auxiliary Parameter Logging типа 7769 позволяет маркировать все данные значениями температуры, давления масла, положения, аэродинамической скорости и т.д., а все результаты можно отобразить в виде зависимостей от вспомогательных параметров.

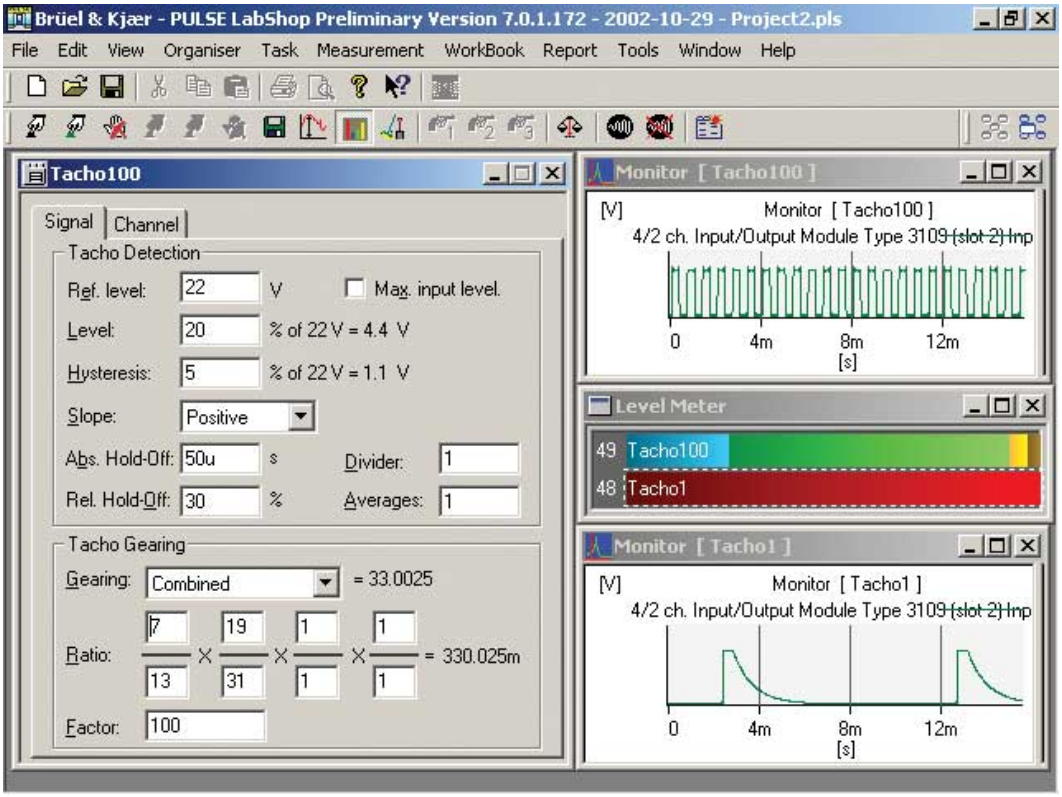
Модуль анализа гармоник Order Analysis типа 7702

ПО типа 7702 обеспечивает получение системой PULSE и системой многоканального анализатора типа 3560 данных тахометров и анализаторов гармоник, а также соответствующие функции последующей обработки, включая дополнительные виды синхронизации. Программное обеспечение включает прикладные проекты PULSE Application Projects, которые обеспечивают работу основных приложений 7702. Система может быть легко настроена для выполнения прочих задач измерения. Области использования:

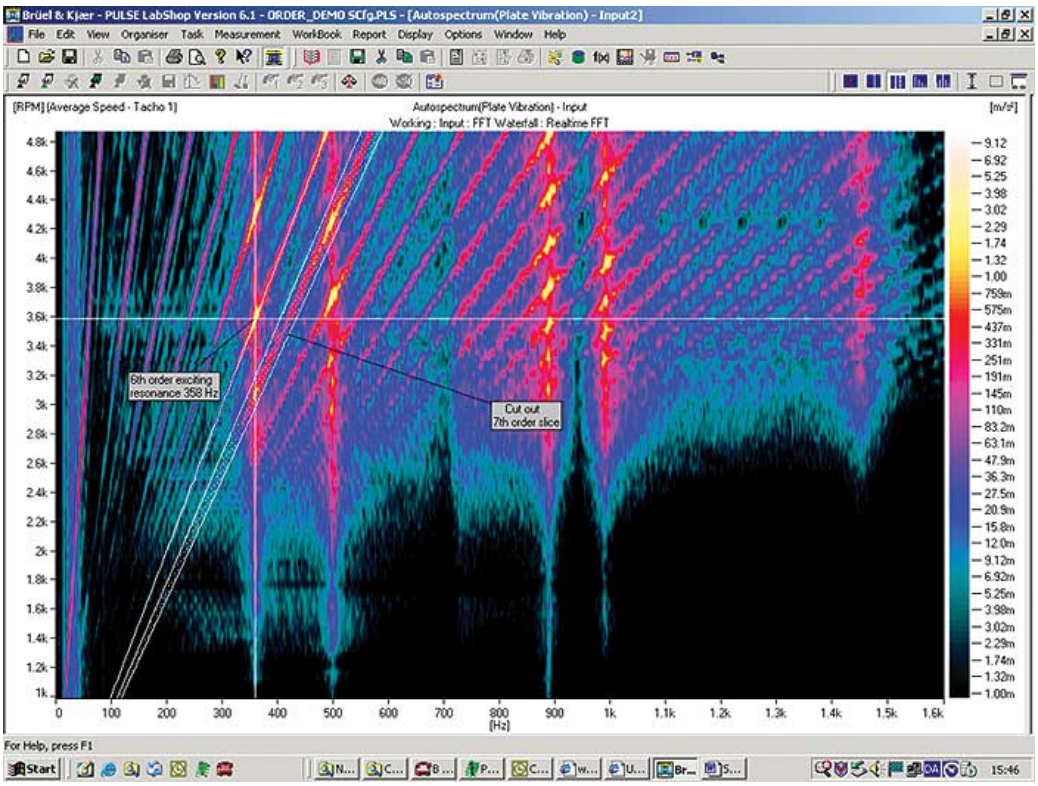
- Разделение шума, вызванного процессами перемещения, а также конструкционного шума и вибрации
- Идентификация шума, создаваемого колебаниями перемещающихся деталей
- Определение критических частот и резонансов
- Исследование нестабильности в механизмах с перемещающимися деталями

Следящий фильтр гармоник Волда-Калмана Vold-Kalman Order Tracking Filter типа 7703

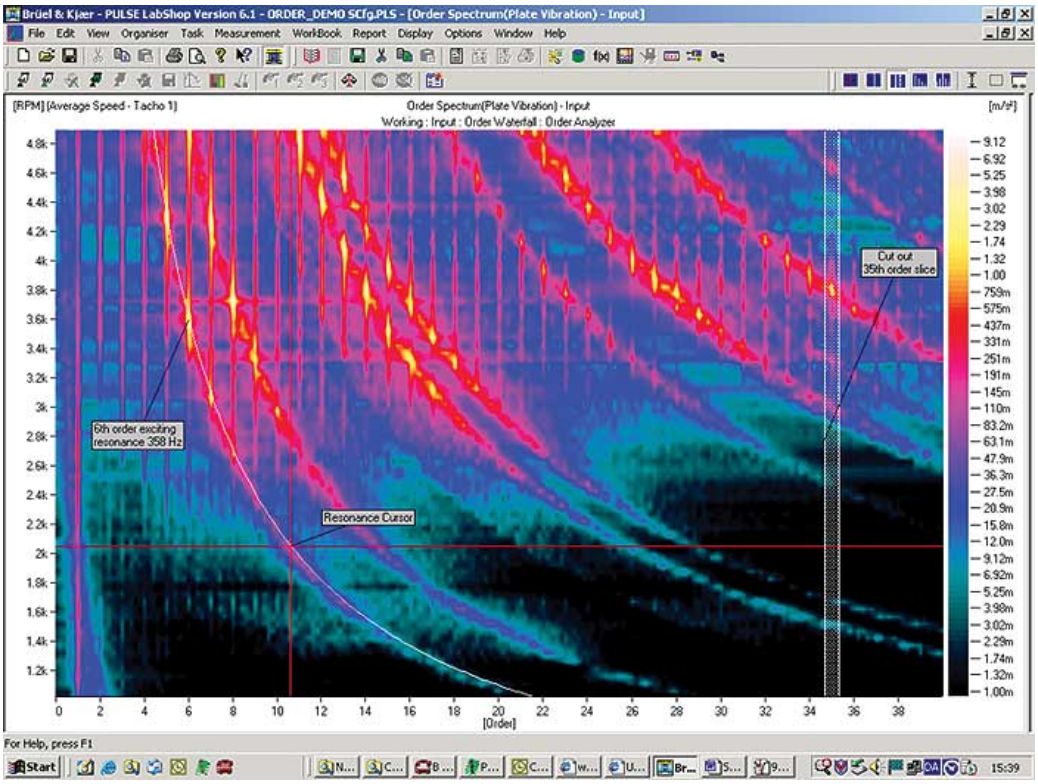
ПО типа 7703 выполняет быстродействующий анализ гармонических откликов, или гармоник, возникающих под воздействием периодических нагрузок в механических и акустических системах. Этот метод позволяет без биений выделять близко расположенные и пересекающиеся гармоники в многоосевых системах, а также обладает повышенной разрешающей способностью по частоте и номеру гармоники по сравнению с обычными методами. Возможности выделения гармоник не зависят от скорости изменения колебательной скорости (нарастания скорости).



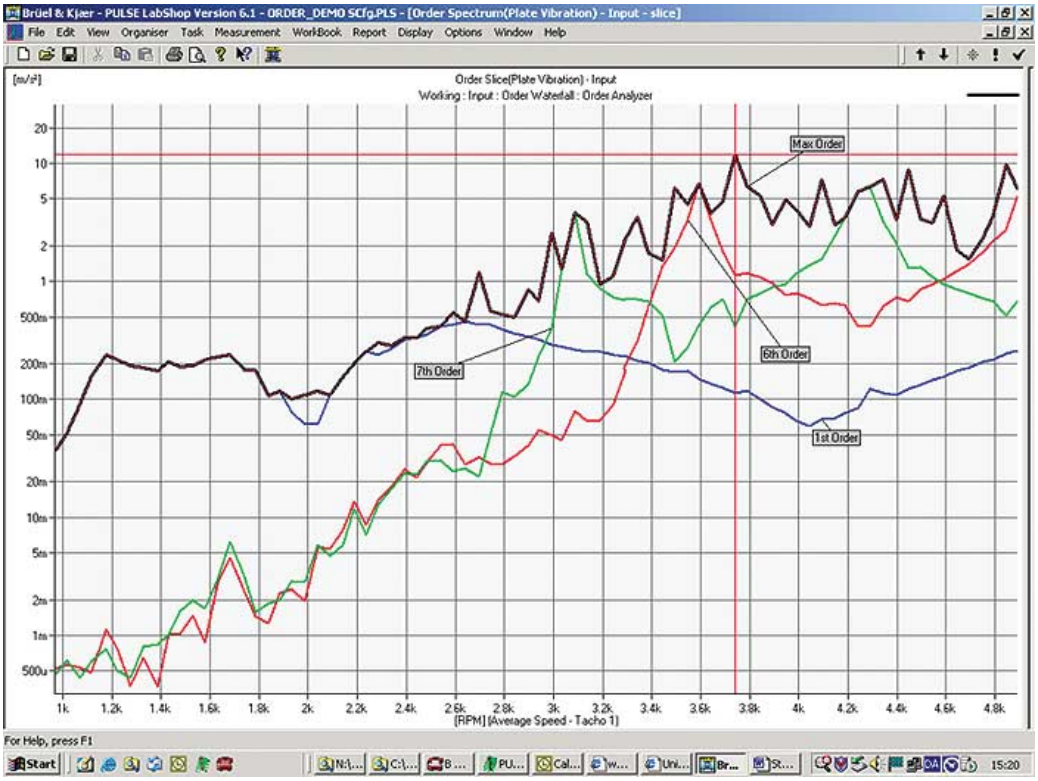
Выбор разнообразных настроек выделения тахосигнала для его точного выделения из импульсов таходатчика. Поддерживается анализ нескольких тахосигналов и анализ гармоник с использованием нескольких опорных сигналов. Функция AutotrackingTM извлекает тахосигнал из входных данных измерений.



Анализ разгона/остановки выполняется с использованием спектров FFT. Спектры отображаются в виде функций скользящего среднего частоты вращения. Простая идентификация гармоник и резонансов конструкции. Основа для извлечения гармонических и резонансных срезов при последующей обработке.



Анализ разгона/остановки выполняется с использованием гармонических спектров. Точное измерение (без расплывания) даже для очень высоких порядков гармоник. Основа для извлечения гармонических срезов высоких порядков при последующей обработке. Всесторонняя настройка считывания показаний курсоров на кривых вспомогательных сигналов.



Срезы, то есть, порядки гармоник или реакций конструкции в зависимости от частоты перемещения. Срезы и цветовые контуры маркируются соответствующими параметрами, например, значением времени, температуры, давления масла и т.д., или отображаются в виде функций этих параметров.

Балансировка

Разбалансировка является результатом неравномерного распределения массы ротора, ее наличие вызывает появление во время работы вибрации, передающейся через подшипники другим частям механизма. Неравномерное распределение массы может возникнуть в результате дефектов материалов, ошибок конструирования, производства или сборки, а чаще всего – неисправностей, возникающих во время работы механизма.

Снижение амплитуды этих колебаний позволяет улучшить характеристики механизма и повысить рентабельность его эксплуатации; при этом можно избежать износа, а в конечном счете, усталостного разрушения. Для этого необходима балансировка ротора путем контролируемого добавления и/или удаления грузов в определенных местах ротора.

Консультант балансировки в двух плоскостях Two-plane Balancing Consultant типа 7790A поддерживает балансировку в одной плоскости и в двух плоскостях при определении характеристик баланса согласно ISO 1940–1. Процесс балансировки выполняется на месте эксплуатации, ротор располагается в своих подшипниках на опорах, а не в механизме балансировки.

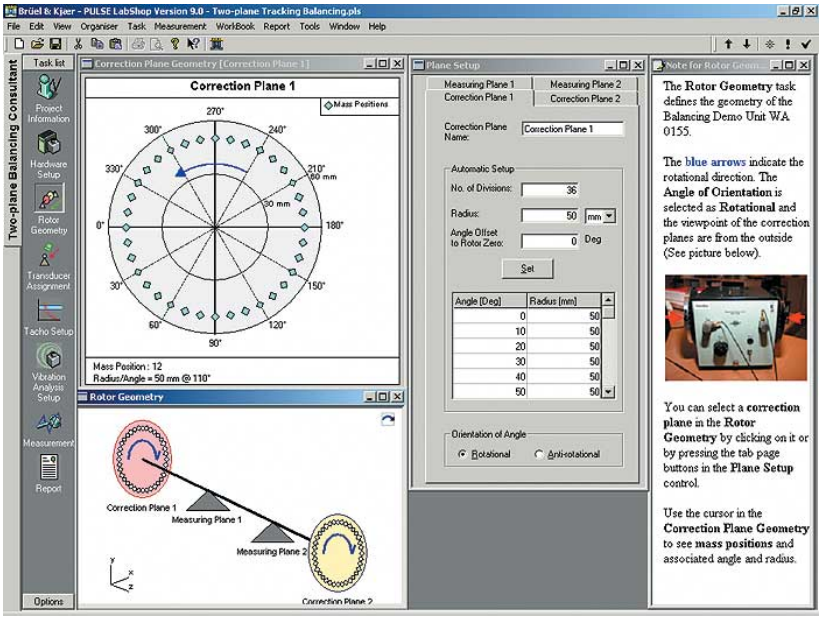
Также поддерживается тонкая балансировка с использованием параметров (коэффициентов влияния) ротора, полученных и сохраненных во время предыдущих процедур балансировки, обеспечивается быстрая коррекция малых остаточных разбалансировок в случае необходимости повторения балансировки.

Консультант балансировки имеет интуитивный ориентированный на задачу графический интерфейс пользователя; отображаются шаги, необходимые для установки, измерения и создания отчетов.

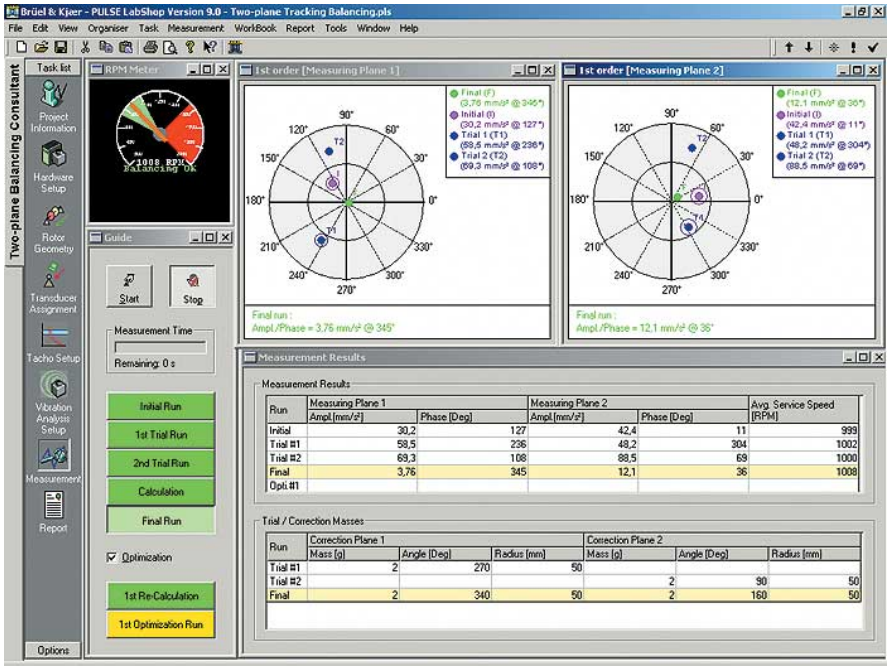
Балансировка с FFT / балансировка со следящей фильтрацией

При балансировке возможно использование частотных спектров (FFT) или порядковых спектров (следящей фильтрации). Во многих ситуациях измерения достаточно традиционной балансировки с использованием FFT. Однако в случаях переменной скорости механического оборудования и/или высоких требований к разрешению по частоте следует использовать следящую фильтрацию, чтобы устранить расплывание пиков и повысить точность результатов.

Для балансировки с использованием следящей фильтрации необходимо ПО анализа гармоник типа 7702. Поскольку балансировка и анализ гармоник производятся на одинаковых видах механического оборудования, аппаратные принадлежности для этих двух конфигураций также одинаковы.



Геометрия ротора и необходимые положения грузов в плоскостях коррекции легко определяются с использованием двумерных и трехмерных видов. Поддерживаются различные виды роторов с одной и двумя плоскостями коррекции.



Управление измерением осуществляется с панели указателя Guide с цветной индикацией состояния. Измеритель частоты вращения измеряет скорость, и на векторных графиках отображается вибрация измерительной пластины при различных прогонах.

Анализ огибающей сигналов

Анализ огибающей можно использовать для диагностики и исследования механического оборудования, в котором неисправность вызывает появление амплитудной модуляции на характерных частотах механического оборудования. В качестве примеров можно назвать неисправности в коробках передач, турбинах и индукционных электродвигателях. Анализ огибающей также служит превосходным средством диагностики локальных неисправностей, например, трещин или выкрашивания в подшипниках с элементами качения (Rolling Element Bearings, REB).

Выделением огибающей или амплитудной демодуляцией называется извлечение модулирующего сигнала из модулированного по амплитуде сигнала. Результатом является диаграмма временной области сигнала модуляции. Этот сигнал может быть изучен и интерпретирован, поскольку он находится во временной области, или он может быть подвергнут последующему частотному анализу. При анализе огибающей используется частотный спектр – FFT (быстрое преобразование Фурье) модулирующего сигнала.

Назначение

- Амплитудная демодуляция, то есть, выделение спектрального и временного представлений модулирующего сигнала
- Идентификация спектра (частоты) и времени (в какой части периода) возникновения импульсных событий в механическом оборудовании с перемещающимися деталями

Типовые области применения

- Элементы качения: идентификация трещин во внутренней обойме, внешней обойме или дефектов элементов качения и сепаратора
- Коробки передач: идентификация сломанных или треснувших зубцов с использованием обнаруженной импульсной модуляции на частоте зацепления зубцов
- Лопатки турбин: идентификация сломанных или изогнутых лопаток с использованием обнаруженной модуляции на частоте прохода лопаток
- Индукционные электродвигатели: идентификация сломанных или треснувших ламелей ротора, а также дефектов пайки с использованием обнаруженной модуляции гармоники паза с удвоенной частотой скольжения
- Возвратно-поступательное механическое оборудование: определение точного положения (времени) в периоде импульсных событий, например, открытия или закрытия клапана или зажигания

Обслуживание авиационных двигателей

Обслуживание авиационных двигателей

Для обслуживания двигателей вертолетов и оптимизации полетного времени самолетов компания Brüel & Kjær разработала систему аэродромной верификации специальных двигателей на основе оборудования системы PULSE типа 3560 B и специализированного программного обеспечения.

Измерения вибрации выполняются согласно процедурам, рекомендованным изготовителем машин TURBOMECA в Руководстве по обслуживанию. Измерения выполняются на первой гармонике сигнала вибрации с двумя опорными тахосигналами, одним от генератора и вторым от свободной турбины двигателя вертолета.

Простой интерфейс пользователя отображает указания, начиная с идентификации двигателя, включая контроль сигналов и заканчивая сравнением с пороговыми значениями (для подтверждения измерения). Интерфейс пользователя также позволяет персоналу сохранить сигнал в базе данных и создать отчет об обслуживании, в котором ясно отображается результат, как "Годен" или “Предел превышен”. Отчет можно направить непосредственно изготовителю машины наряду с записью результатов для дополнительного анализа.

Назначение

- Проверки вибрации могут быть выполнены на конкретных авиационных двигателях согласно спецификациям Turbomeca

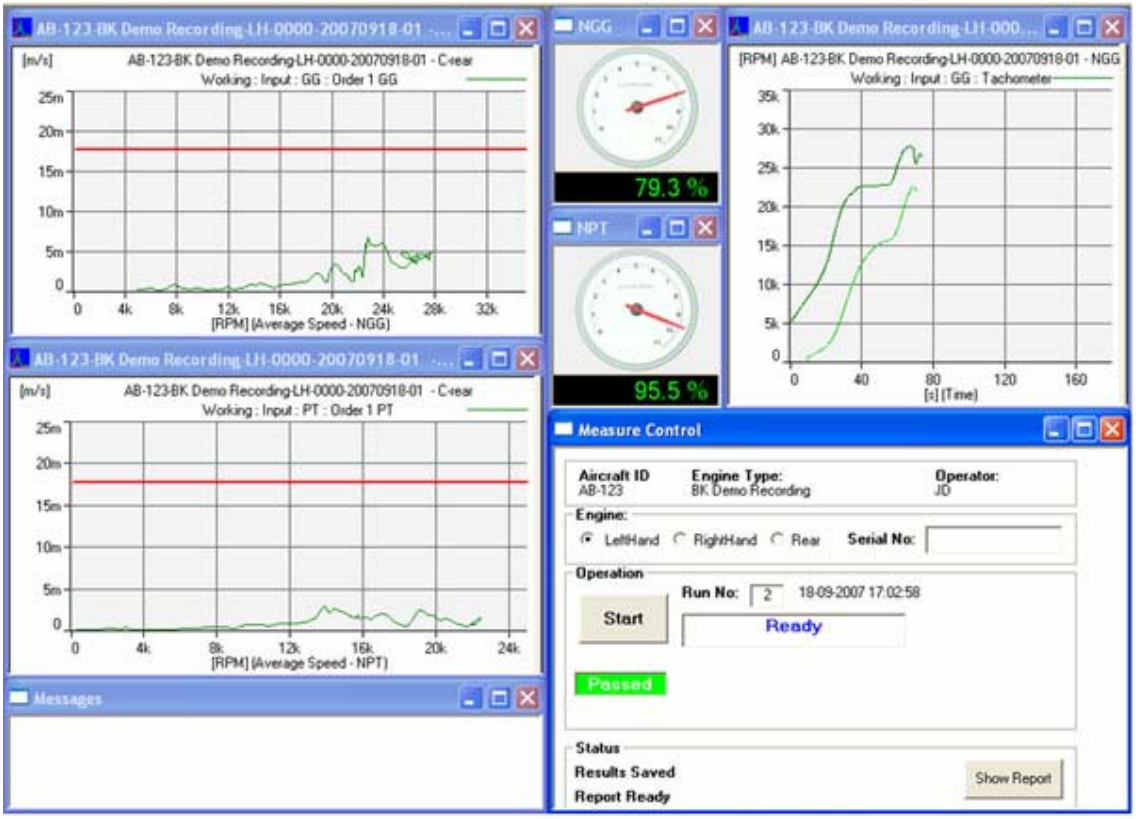
Основные характеристики

- Проверка уровней вибрации с двумя опорными сигналами тахометров, одним от газогенератора и вторым от силовой турбины двигателя
- Подача сигнала тревоги при превышении уровня ограничения
- Подача сигнала тревоги при обнаружении низкого уровня
- Автоматическое сохранение результатов в базе данных
- Контурный график (частота, скорость, уровень) облегчает диагностику неисправности
- Система может быть расширена для выполнения анализа сигналов вибрации с расширенными возможностями и измерения наклона статической характеристики регулятора оборотов
- Зарегистрированные данные можно направить Turbomeca для дополнительного анализа
- Электропитание от сети, бортовой сети или аккумулятора
- Автоматическое распознавание акселерометра и его чувствительности с использованием TEDS (электронной таблицы параметров датчика)

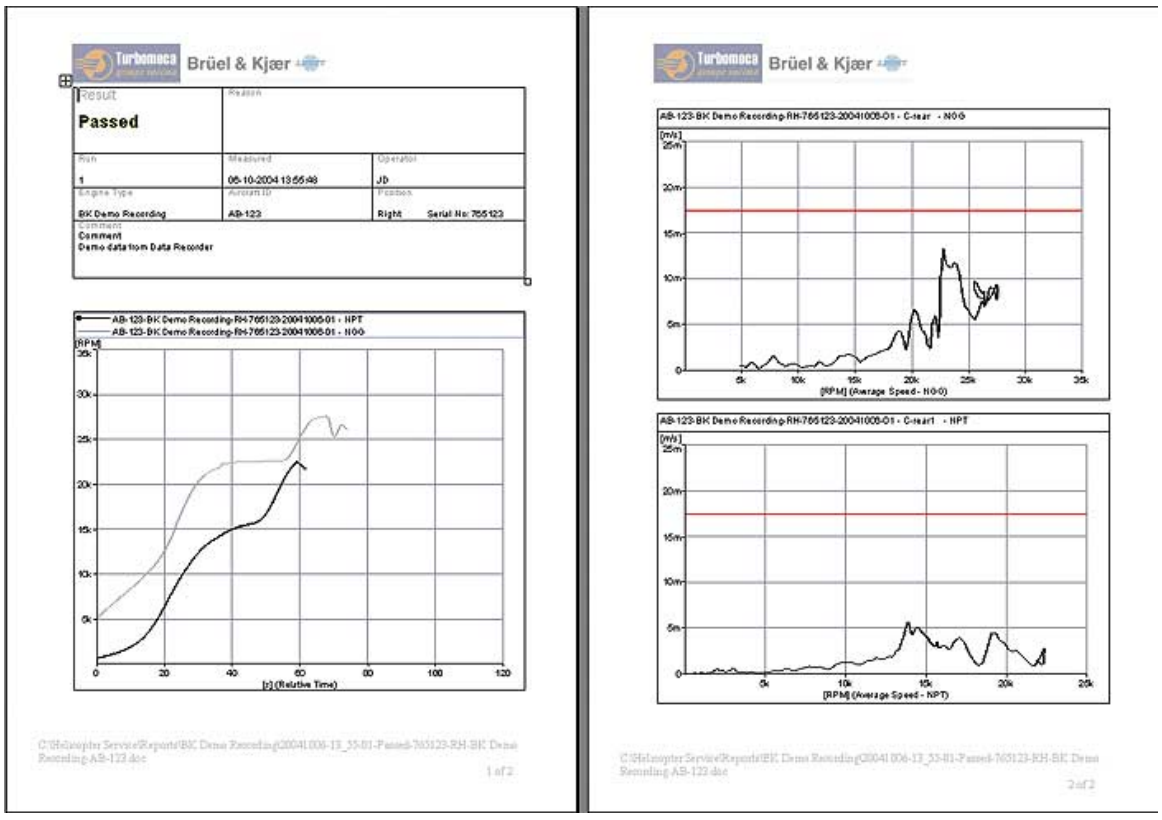
Преимущества

- Незамедлительное создание отчета согласно шаблону Turbomeca
- Только один прогон для выполнения всех необходимых измерений

Кроме основной системы необходимо использовать установочный комплект для двигателей. В настоящее время доступны комплекты для широкого диапазона двигателей, включая широко используемые двигатели Makila и Arriel. По запросу система может быть расширена для использования с прочими двигателями.



Результаты измерения на двигателе вертолета. Вверху слева: Уровень 1-ой гармоники вибрации при использовании тахосигнала от генератора. Внизу слева: Уровень 1-ой гармоники вибрации при использовании тахосигнала от турбины. Вверху справа: Кривые сигналов тахометров.



Автоматически созданный отчет в Microsoft® Word. Красные линии отображают пределы вибрации, установленные TURBOMECA.

Комплект средств диагностики механизмов

Изменение уровня вибрации, измеренного на поверхности механизма, является результатом изменения действующих внутренних сил. Эти силы, и соответствующие уровни вибрации увеличиваются в результате ухудшения параметров механизма при разбалансировке, разрегулировании, износе подшипников и шестерен.

Сильная вибрация может также стать результатом резонанса или изменения конструкции, например, в результате коррозии, трещин в корпусе и опорах, близких по частоте резонансов и т.д.

Компания Brüel & Kjær теперь представляет новый полнофункциональный комплект средств диагностики механизмов Machine Diagnostics Toolbox, состоящий из аппаратной части анализа вибрации и программных средств, позволяющих инженеру предприятия успешно диагностировать в механизмах неисправности разнообразных типов, включая вызванные иными, чем дефекты перемещающихся частей, причинами.

Мониторинг параметров механизма

Проверка уровней вибрации механизма в течение некоторого времени или постоянно, аналогично системам непрерывного мониторинга, может отобразить развитие параметров неисправности (но не характер неисправности). Этот процесс называется мониторингом параметров механизма.

Диагностика механизмов

Используя различные методы диагностики, в которых также используется измерение вибрации в качестве индикатора, можно установить первопричину ухудшения параметров механизма. Инженер предприятия имеет возможность планировать меры ее устранения в удобное время и подготовить необходимые запасные части. Методы диагностики чрезвычайно эффективны, поскольку используют информацию, содержавшуюся в сигнатуре вибрации механизма. Сигнатура получается в результате частотного и временного анализа сигнала датчика вибрации механизма, укрепленного на поверхности (или внутри) механизма. Она обеспечивает диагностику динамических неисправностей ротора, ухудшение характеристик перемещающихся компонентов, а так же неисправности конструкции. Этот процесс называется диагностикой механизмов.

Комплект средств диагностики механизмов типа 9727 работает в системе многоканального анализатора PULSE типа 3560. Это означает, что оборудование для сбора сигналов вибрации от различных датчиков вибрации доступно во многих различных версиях. Система PULSE типа 3560B имеет от 1 до 5 входных каналов, а типа 3560C имеет до 17 входных каналов. Существует оборудование, позволяющее анализировать сотни каналов. Портативная версия системы PULSE доступна в износоустойчивом атмосферостойком контейнере желтого цвета и содержит мобильный ПК. Блок интерфейсов PULSE и мобильный ПК питаются от аккумуляторов.

Блоки интерфейсов PULSE через соединители BNC/BNT получают сигналы от тахометрических зондов, акселерометров, зондов спидометров, бесконтактных зондов или непосредственно входное напряжение, поступающие от систем контроля параметров. Выполнение анализа динамики ротора при таком оснащении становится простой задачей, поскольку сигналы бесконтактных зондов могут быть получены от системы контроля параметров с использованием простых кабелей BNC-BNC.

Удобное в работе программное обеспечение диагностики

Кроме того, в комплект средств диагностики механизмов Machine Diagnostics Toolbox входят различные программные средства для всесторонней диагностики различных неисправностей механизмов. Модульность программного обеспечения и возможность выбора только необходимых пакетов программ обеспечивает адаптацию комплекта средств диагностики механизмов именно к вашим требованиям, работаете ли Вы в нефтегазовой, нефтехимической промышленности, энергетике, на цементном производстве и т.д. Программное обеспечение типа 7770 необходимо всегда в качестве базового. Все пакеты программ имеют удобный в работе ориентированный на задачу графический интерфейс пользователя. Таким образом, измерение и анализ производятся путем выполнения последовательности задач.

Электроакустика

Электроакустические испытания

Изготовители электроакустического оборудования, например, акустических систем, микрофонов, телефонов, наушников, слуховых аппаратов, гидрофонов и т.д., в течение многих лет успешно разрабатывают новые инновационные акустические конструкции и вводят их на рынок в виде высококачественных изделий.

Одной важной причиной этого успеха стала возможность непрерывного улучшения изделий и процессов. Ключевым элементом в этом процессе усовершенствования стала возможность при разработке и изготовлении новых изделий измерить и документировать акустические характеристики.

В будущем возможность характеризовать электроакустическое оборудование с использованием традиционных спецификаций характеристик, например, частотной характеристики, искажений, линейности, направленности, задержки и т.д. следует дополнить широким диапазоном прочих измерений акустики и вибрации.

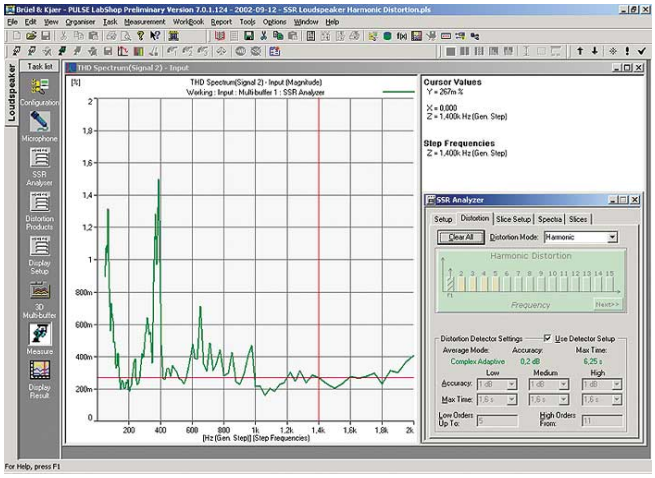
Измерения акустики и вибрации, аналогичные выполняемым при испытаниях материалов, модальный анализ и т.д., как ожидается, станут очень важными необходимыми условиями для продолжения внедрения новшеств и усовершенствований при разработке и производстве электроакустического оборудования.

ПО электроакустических измерений PULSE Electroacoustics типа 7907

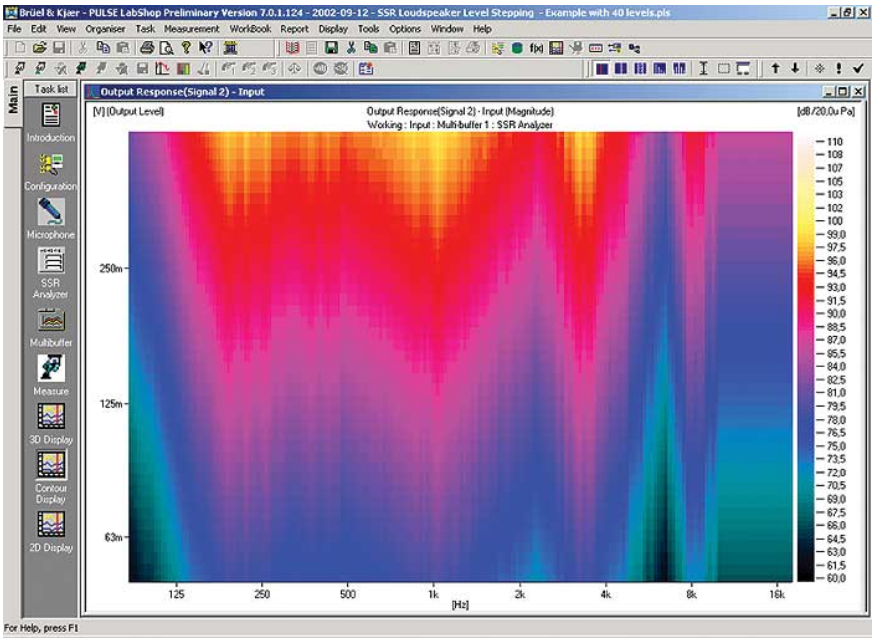
ПО электроакустических измерений PULSE типа 7907 представляет собой универсальную платформу для оценки электроакустических преобразователей. Оно содержит широкий диапазон средств анализа с расширенными возможностями, необходимых для аудиометрии в области научных исследований акустических конструкций.

ПО электроакустических измерений типа PULSE 7907 позволяет определять различные важные свойства электроакустических преобразователей. В их число входят, например, характеристика чувствительности, частотная характеристика, гармонические искажения, интермодуляционные искажения, искажения на разностных частотах, направленность, показатель громкости и т.д.

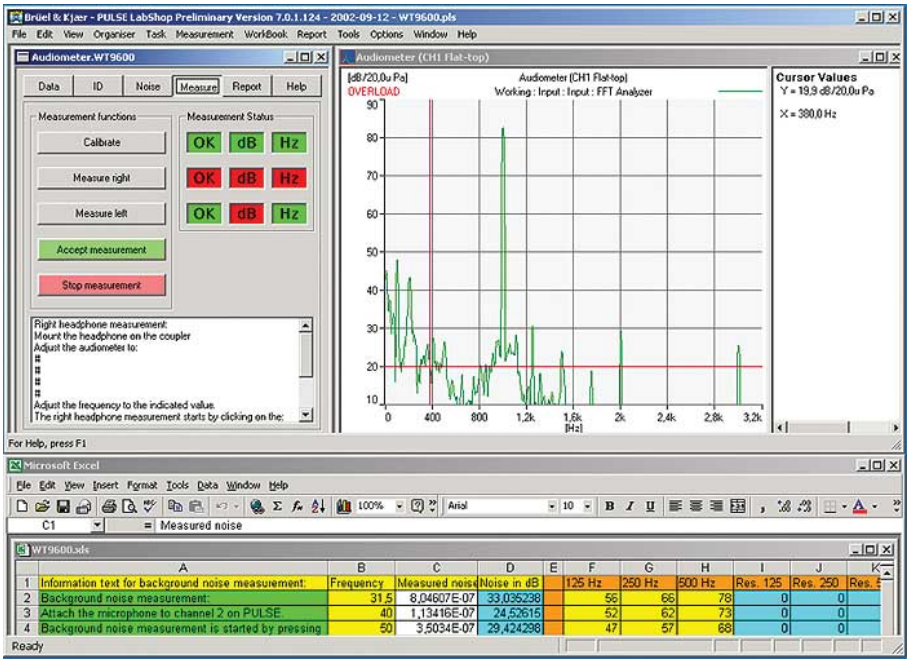
При объединении ПО электроакустических измерений PULSE типа 7907 с одним из высококачественных блоков интерфейсов системы PULSE образуется идеальная платформа аудиометрического анализатора. Кроме того, путем добавления пакетов программ эта платформа может быть расширена для выполнения вибрационного анализа, оценки качества звука, управления данными, а также записи и анализа данных временной области с расширенными возможностями.



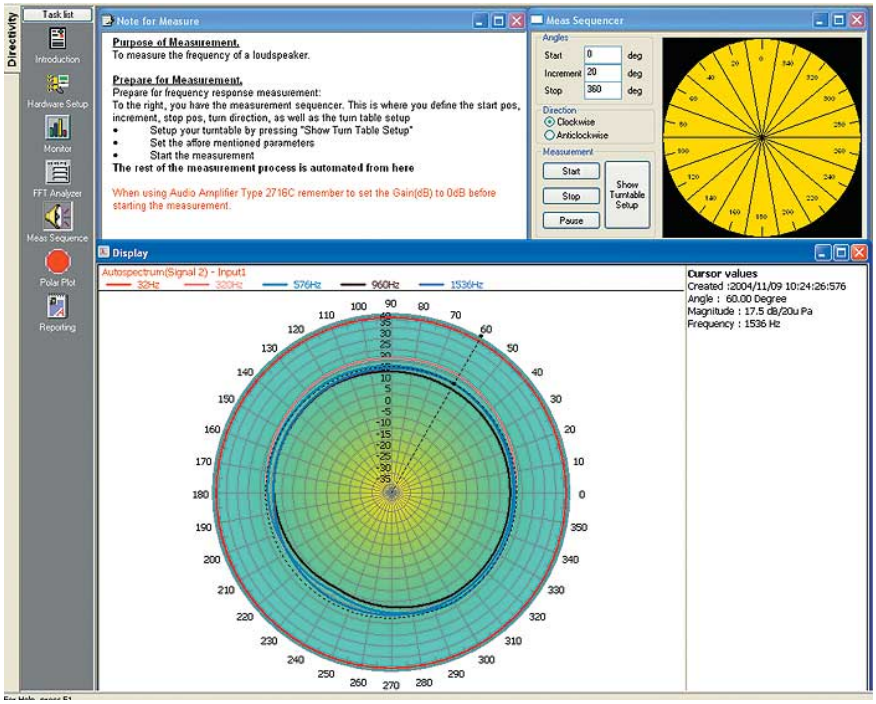
Измерения частотной характеристики и искажений выполняются с использованием анализатора стационарных характеристик (Steady State Response, SSR), результаты отображаются с присущей ему высокой точностью.



Линейность электроакустического устройства определяется с использованием анализатора SSR и отображается на контурном графике.



Измеряются аудиометрические характеристики, для оператора отображаются подлежащие выполнению шаги измерения.



Измерения направленности выполняются с использованием анализатора SSR, результаты отображаются на графике в полярных координатах.

Испытания телефонных аппаратов

С учетом непрерывного расширения всемирной сети мобильной связи, телефонный разговор может происходить практически в любом месте – в тихом офисе или в обстановке шумной улицы. Поэтому растет важность аудиометрических характеристик микрофонов телефонных трубок, поскольку пользователям в любых ситуациях необходимы отличные характеристики передачи голоса.

Работаете ли Вы с мобильной или проводной телефонной трубкой или гарнитурой, в них необходимо обеспечить высокое качество передачи голоса с использованием новейших методов акустики и обработки сигналов в электронной форме в сочетании с превосходным дизайном.

В течение нескольких десятилетий компания Brüel & Kjær играла активную роль в стандартизации отрасли телекоммуникаций, и в настоящее время обладает признанным во всем мире авторитетом в области создания стандартов испытаний телефонов. Полученный компанией опыт создания высококачественных акустических решений стал надежной основой разработки новых технологий для рынка телефонной связи.

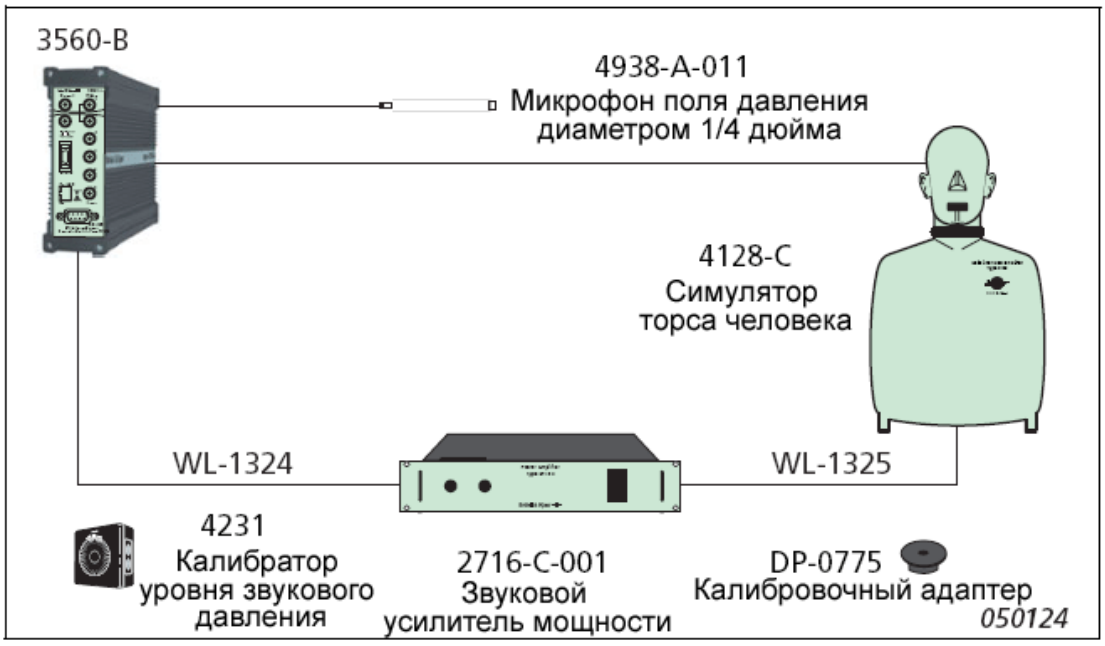
Испытание телефонов (телефонных гарнитур) может быть выполнено тремя методами измерений:

1. При установке телефона в LRGP (loudness rating guard-ring position, аудиометрический держатель с защитным кольцом для измерения показателя громкости) на макете головы человека
2. При установке телефона на HATS – симулятор торса и головы
3. При установке телефона в LRGP – в случае использования макета головы – в диффузном звуковом поле, созданном в испытательной камере

Варианты исполнения аудиометрического анализатора

Для электроакустических измерений предназначены три специальных конфигурации аудиометрического анализатора PULSE. Все эти конфигурации включают основной программный модуль электроакустических измерений PULSE Basic Electroacoustics типа 7797, а также специализированное оборудование PULSE, оптимизированное для электроакустических измерений:

- **Аудиометрический анализатор PULSE типа 3560-B-T63** с диапазоном частот анализатора 25 кГц, пятью входными каналами и одним генератором с диапазоном частот 25 кГц
- **Аудиометрический анализатор PULSE Dyn-X типа 3560-B-X63** с диапазоном частот анализатора 25 кГц, пятью входными каналами и одним генератором с диапазоном частот 25 кГц, имеет расширенный до 120 дБ динамический диапазон
- **Профессиональный аудиометрический анализатор PULSE типа 3560-C-T60** с диапазоном частот анализатора 25 кГц, пятью входными каналами и двумя генераторами с диапазоном частот 25 кГц.
- **Широкополосный аудиометрический анализатор PULSE типа 3560-C-T61** с диапазоном частот анализатора 200 кГц, двумя входными каналами и одним генератором с диапазоном частот 100 кГц



Пример конфигурации аудиометрического анализатора – Испытание телефонных трубок и гарнитур с использованием симулятора торса человека

Основной модуль электроакустических измерений PULSE типа 7797: Этот программный модуль обеспечивает измерения основной выходной характеристики и частотной характеристики с использованием анализатора стационарных сигналов PULSE SSR Analyzer. Анализатор стационарных сигналов уникален тем, что необходимая точность измерения может быть установлена пользователем до начала измерения. После этого анализатор стационарных сигналов выполнит измерение с требуемой точностью, если это возможно в срок, указанный пользователем. Другая уникальная функция анализатора стационарных сигналов – это возможность точных измерений даже в шумной акустической обстановке. По умолчанию анализатор стационарных сигналов измеряет частотную характеристику, как частное от деления входного сигнала анализатора на выходной сигнал генератора. Однако система PULSE также поддерживает измерение частотной характеристики для сигналов двух различных входов. Пользователь может устанавливать диапазон изменения частоты, шаг изменения частоты, направление изменения вверх или вниз, желательные частоты шагов, а так же уровень звука на шаге. Этот программный модуль необходим для любого из перечисленных ниже наборов программных модулей.

Модуль типа 7797 также обеспечивает модельные измерения основной выходной характеристики и частотной характеристики в свободном пространстве с использованием анализатора TSR (переходных характеристик). В методе переходных характеристик измеряется временная зависимость частотной характеристики при синусоидальном воздействии с качающейся частотой. Основным преимуществом этого метода является его способность подавлять шумы и отражения. Метод переходных характеристик позволяет оценивать акустические системы в нормальной реверберационной акустической обстановке, позволяя исключить дорогостоящие измерения в безэховой камере.

Анализатор гармонических искажений стационарных сигналов PULSE SSR Analysis, Harmonic Distortion BZ-5548: Этот программный модуль обеспечивает измерение гармонических искажений с использованием анализатора стационарных сигналов. При однократном проходе диапазона качания частоты генератора возможно параллельное измерение до 60 продуктов гармонических искажений.

Анализатор интермодуляционных искажений стационарных сигналов PULSE SSR Analysis, Intermodulation Distortion BZ-5549: Этот программный модуль обеспечивает измерение интермодуляционных искажений с использованием анализатора стационарных сигналов. При однократном проходе диапазона качания частоты генератора возможно параллельное измерение до 10 продуктов интермодуляционных искажений. Возможна установка пользователем соотношения уровней двух сигналов с различными частотами.

Анализатор искажений стационарных сигналов на разностных частотах PULSE SSR Analysis, Difference Frequency Distortion BZ-5550: Этот программный модуль обеспечивает измерение искажений на разностных частотах с использованием анализатора стационарных сигналов. При однократном проходе диапазона качания частоты генератора возможно параллельное измерение до 10 продуктов искажений с разностными частотами. Возможна установка пользователем соотношения уровней двух сигналов с различными частотами.

Измеритель характеристики направленности с отображением в полярных координатах PULSE Directivity and Polar Plot BZ-5551: Этот программный модуль управляет поворотным столом типа 9640 и отображает характеристику направленности, измеренную с использованием анализатора стационарных сигналов. Модуль также поддерживает измерения вручную под различными углами.

Контроллер последовательности PULSE Sequencer BZ-5600: Этот программный модуль автоматизирует задачи измерения, которые могут быть выполнены в системе PULSE с использованием манипуляций вручную. Контроллер последовательности PULSE базируется на таких концепциях PULSE, как шаблоны измерения, компоновка задачи, макроопределения и т.д. Этот программный модуль позволяет автоматизировать очень сложные и трудоёмкие задачи измерения с использованием средств редактирования последовательности и средств управления выполнением последовательности в PULSE Sequencer. Не владеющим программированием пользователям этот программный модуль следует рассматривать, как альтернативу избыточно мощной среде программирования Visual Basic® for Applications, которая также поддерживается PULSE.

Диспетчер данных для электроакустических приложений PULSE Data Manager for Electroacoustic Applications BZ-5601: Этот программный модуль обеспечивает сохранение и восстановление из базы данных измеренных данных. В базе данных можно легко сохранить данные, полученные с использованием анализатора стационарных сигналов PULSE SSR Analyzer, аудиометрического анализатора Audio Analyzer типа 2012 и семейства анализаторов SoundCheck BZ-5320 компании Brüel & Kjær. С использованием воспроизведенных из базы данных сигналов может быть выполнено большое количество вычислений и сравнений, независимо от происхождения этих данных. Кроме того, этот программный модуль обеспечивает удобное создание отчетов об измерениях.

Вычисление электромеханических параметров Тили-Смолла PULSE Thiele Small Parameters Calculation BZ-5604: Этот программный модуль вычисляет уместные параметры Тили-Смолла с использованием измеренного импеданса акустической системы или приемника. Вычисления могут быть выполнены методом простого импеданса, методом добавленного объема, методом добавленной массы и лазерным методом.

Анализатор гармонических искажений переходных сигналов PULSE TSR Analysis - Harmonic Distortion BZ-5742: Этот программный модуль обеспечивает измерение гармонических искажений с использованием анализатора переходных характеристик. Продукты гармонических искажений измеряются параллельно при однократном проходе диапазона качания частоты.

Динамика конструкций

Классический модальный анализ

Модальный анализ жизненно важен для понимания и оптимизации характерного динамического поведения конструкций, оптимизация позволяет создавать облегченные, усиленные конструкции с повышенной

надежностью, пониженным потреблением топлива или энергии, повышенной комфортностью и повышенной производительностью.

Модальный анализ позволяет получить математическую модель динамического поведения конструкции. Математическая модель состоит из набора форм мод (колебаний элементарного вида), каждая характеризуется частотой собственного резонанса и модальным демпфированием. Эти модальные параметры обеспечивают полное описание динамического поведения конструкции.

Экспериментальный модальный анализ базируется на определении модальных параметров при испытаниях, в отличие от аналитического модального анализа, при котором модальные параметры вычисляются с использованием конечноэлементных моделей (Finite Element Models, FEM). Существует два способа выполнения экспериментального модального анализа: классический модальный анализ и рабочий модальный анализ . При классическом модальном анализе частотные характеристики (или импульсные характеристики) вычисляются с использованием измеренных входных сил и выходных откликов конструкции. При рабочем модальном анализе только измеряются только выходные отклики (характеристики). Окружающие и рабочие воздействующие силы используются в качестве неизмеряемых входных воздействий.

Классический модальный анализ используется в широком диапазоне приложений, включая:

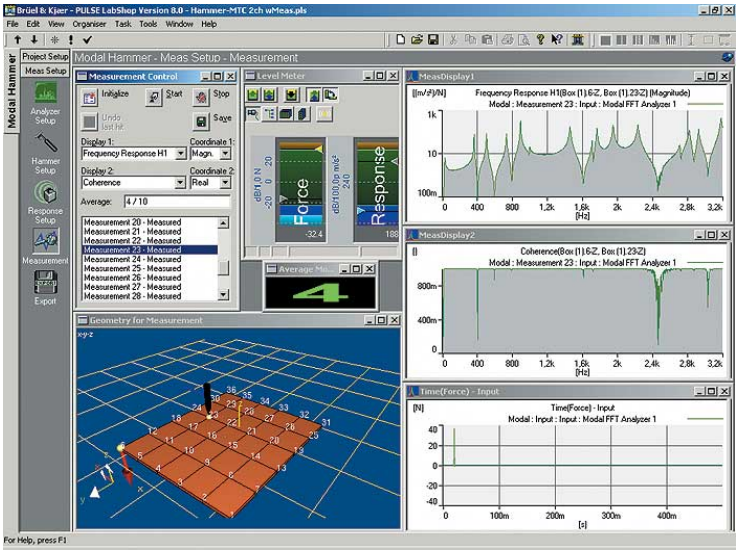
- Разнесение частот резонансов и возбуждающих воздействий
- Предсказание динамического поведения компонентов и конструкций в сборе
- Оптимизация динамических свойств конструкции (массы, жесткости, демпфирования)
- Определение воздействующих сил по измеренным реакциям
- Предсказание реакции на сложное возбуждение
- Предсказание результата модификации конструкции
- Включение демпфирования в конечноэлементные модели
- Дополнение конечноэлементных моделей
- Обнаружение и оценка повреждений

Классический модальный анализ простирается от простой проверки подвижности с использованием ударного воздействия молотками до многовибраторных испытаний больших и сложных конструкций с использованием сотен акселерометров для измерения отклика в разных точках. Решения модального анализа компании Brüel & Kjær являются легко расширяемыми и могут изменяться в соответствии с ростом ваших запросов.

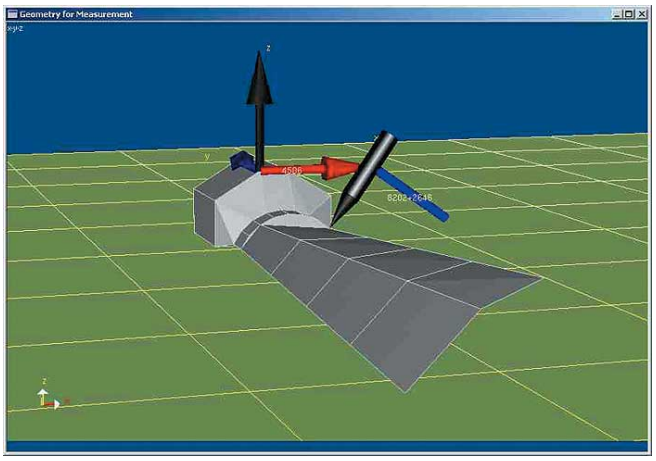
Консультанты динамических испытаний конструкций

Консультант модальных испытаний Modal Test Consultant (MTC) типа 7753 и консультант испытаний форм рабочих деформаций Operating Deflection Shapes Test Consultant (ODS TC) типа 7765 являются приложениями системы PULSE, предназначенными для упрощения и значительного сокращения расхода времени, необходимого для выполнения динамических измерений конструкций. Совместно они упоминаются, как консультанты динамических испытаний конструкций. MTC поддерживает как классический модальный анализ, так и рабочий модальный анализ.

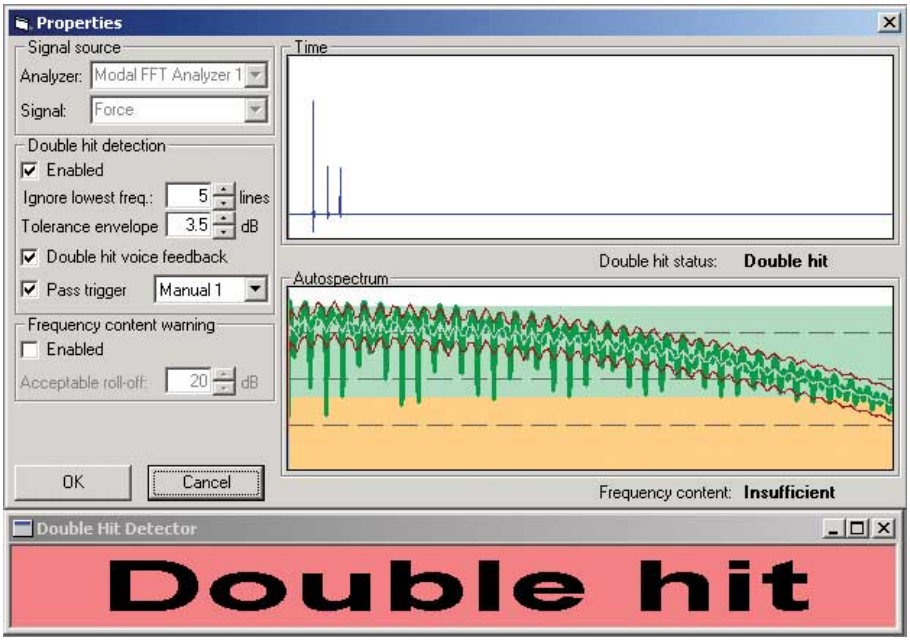
Для использования консультантов динамических испытаний конструкций необходима платформа многоканального анализатора PULSE. Ими легко управлять с использованием графического интерфейса путем сопоставления измерения непосредственно с отображаемой структурой испытуемого объекта. Эти функции, совместно с высокоэффективными средствами установки, измерения и подтверждения достоверности, делают испытание быстрым и надежным. Результаты измерения ODS могут быть отображены с анимацией непосредственно в ODS TC, а результаты измерения частотных характеристик FRF – непосредственно в MTC. Полученные данные (сигналы временной области, спектры, геометрические параметры и информация DOF (Degree-Of-Freedom, степень свободы)) могут быть использованы непосредственно в выбранном Вами пакете последующей обработки, например, I-deas® Test или ME'scopeVES™ (оба предлагаются компанией Brüel & Kjær).



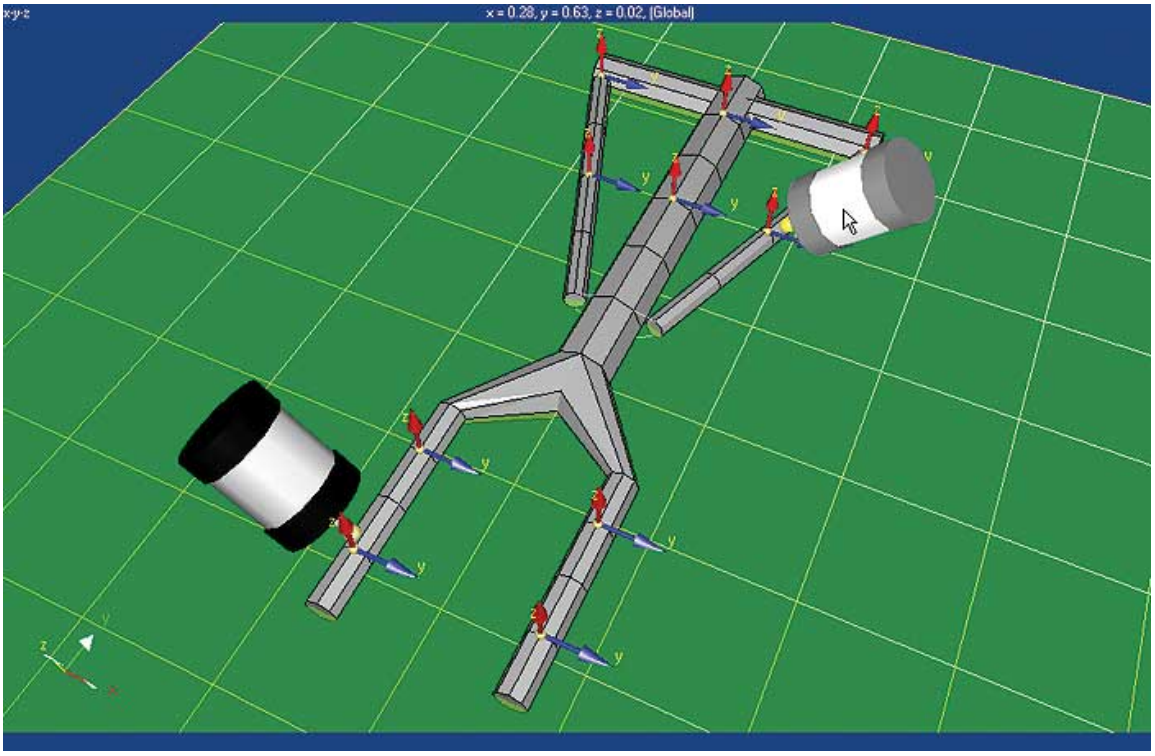
Консультант модальных испытаний управляется с использованием графического интерфейса путем сопоставления измерений непосредственно отображаемой структуре испытуемого объекта. Для пользователя отображаются указания по выполнению конкретных задач испытания.



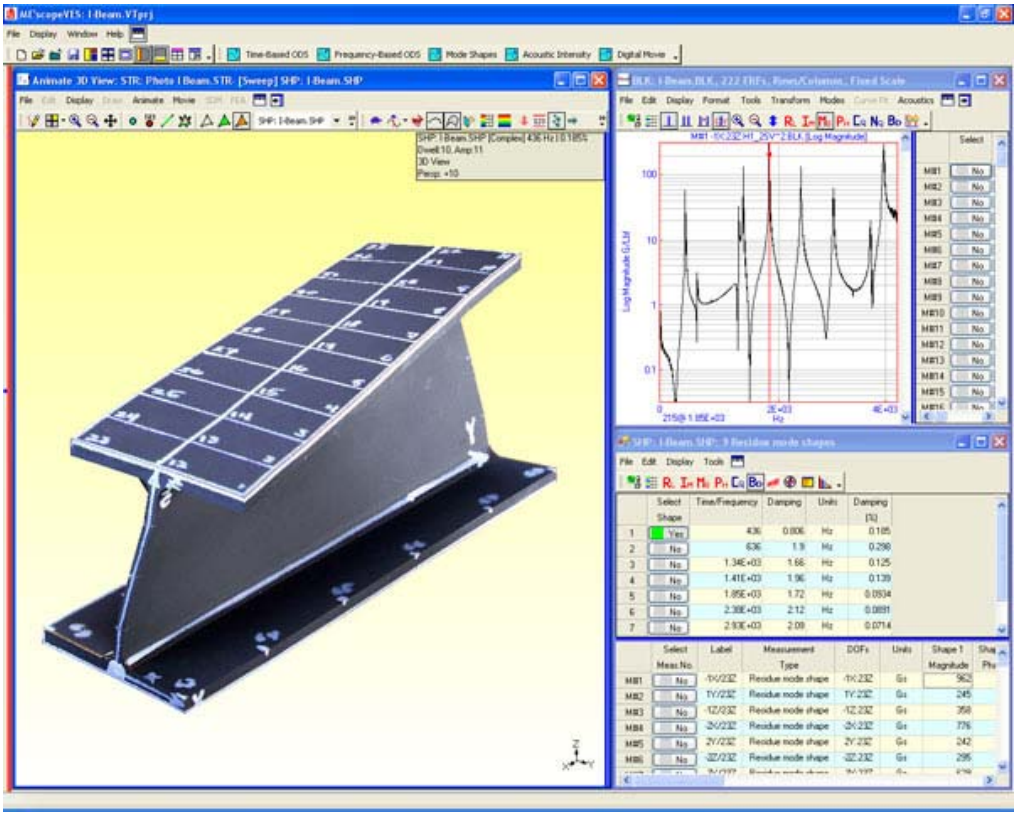
Точки, линии, поверхности или основные формы можно изменять и объединять для быстрого создания структуры испытуемого объекта. Структуры сложных объектов могут быть импортированы из программного обеспечения автоматизированного проектирования в форматах *.DXF или *.UFF.



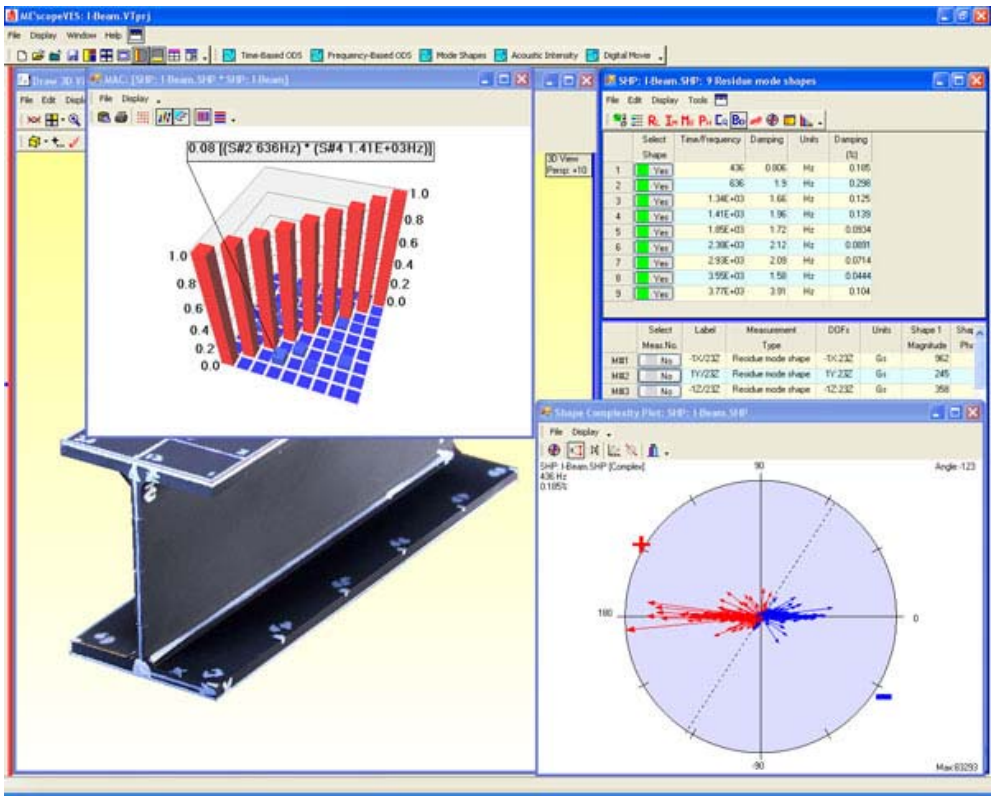
Консультант модальных испытаний включает экономящие время средства обеспечения высокой надежности полученных данных и сокращения затрат времени на испытание. В качестве примера можно назвать средство автоматического обнаружения и подавления двукратных ударов.



В системе PULSE органично используются испытания с возбуждением различных видов (анализ MIMO обеспечивает получение наборов калиброванных точных и надежных данных FRF для процесса получения модальных параметров).



FRF (АЧХ) можно отобразить с анимацией непосредственно в MTC. Получение модальных параметров может быть выполнено в пакете последующей обработки, например, ME'scopeVESTM, отображение анимированных форм мод отличается фотографической реалистичностью.



Пакет ME'scopeVESTM предлагает несколько средств повышения достоверности процесса получения модальных параметров, включая функции индикаторов мод, диаграмму устойчивости, график комплексности, MAC и COMAC.

Операционный модальный анализ

При операционном модальном анализе измеряются только выходные отклики конструкции, а в качестве неизмеряемых входных воздействий используются окружающие и возникающие при работе силы. Такой анализ используется вместо классического модального анализа с произвольным выбором воздействующих сил для точной идентификации мод в реально существующих эксплуатационных условиях, а также в ситуациях затрудненности или невозможности управления искусственным возбуждением конструкции.

Искусственное возбуждение множества гражданских строительных объектов и механических конструкций затруднительно по причине их размеров, формы или местоположения. Кроме того, гражданские строительные объекты возбуждаются окружающими силами, например, волнами (прибрежные объекты), ветром (здания) или движением транспорта (мосты), а для работающего механического оборудования характерно наличие собственной вибрации. Эти присущие силы входных возбуждений, которыми невозможно легко управлять или правильно их измерить, используются в качестве неизмеряемых входных воздействий для рабочего модального анализа. К управляемым силам, искусственно созданным при классическом модальном анализе, они были бы добавлены в качестве шума и привели бы к появлению ошибок в результатах.

Для самолетов, транспортных средств и работающего механического оборудования, следовательно, необходимо определить реальные модальные параметры с использованием реально существующих условий эксплуатации, то есть реальные граничные условия, реальные пространственные и частотные распределения сил и реальные значения сил и откликов.

Преимущества использования операционного модального анализа

Основными преимуществами операционного модального анализа являются:

- Измеренный отклик является репрезентативным для действительных режимов эксплуатации конструкции
- Измерительная установка отличается простой, непосредственностью и малыми затратами времени, поскольку используются только акселерометры
- Процедура измерения проста и близко подобна анализу рабочих форм деформации (ODS)
- Дорогостоящее время простоя может быть уменьшено благодаря выполнению испытаний на месте во время нормальной работы. Нет необходимости в каких-либо перерывах или вмешательствах в работу конструкции

Основные технологии, лежащие в основе программного обеспечения операционного модального анализа, защищены патентами. В их число входят эффективные и мощные алгоритмы декомпозиции в частотной области и декомпозиции в частотной области с расширенными возможностями.

Операционный модальный анализ Operational Modal Analysis типа 7760

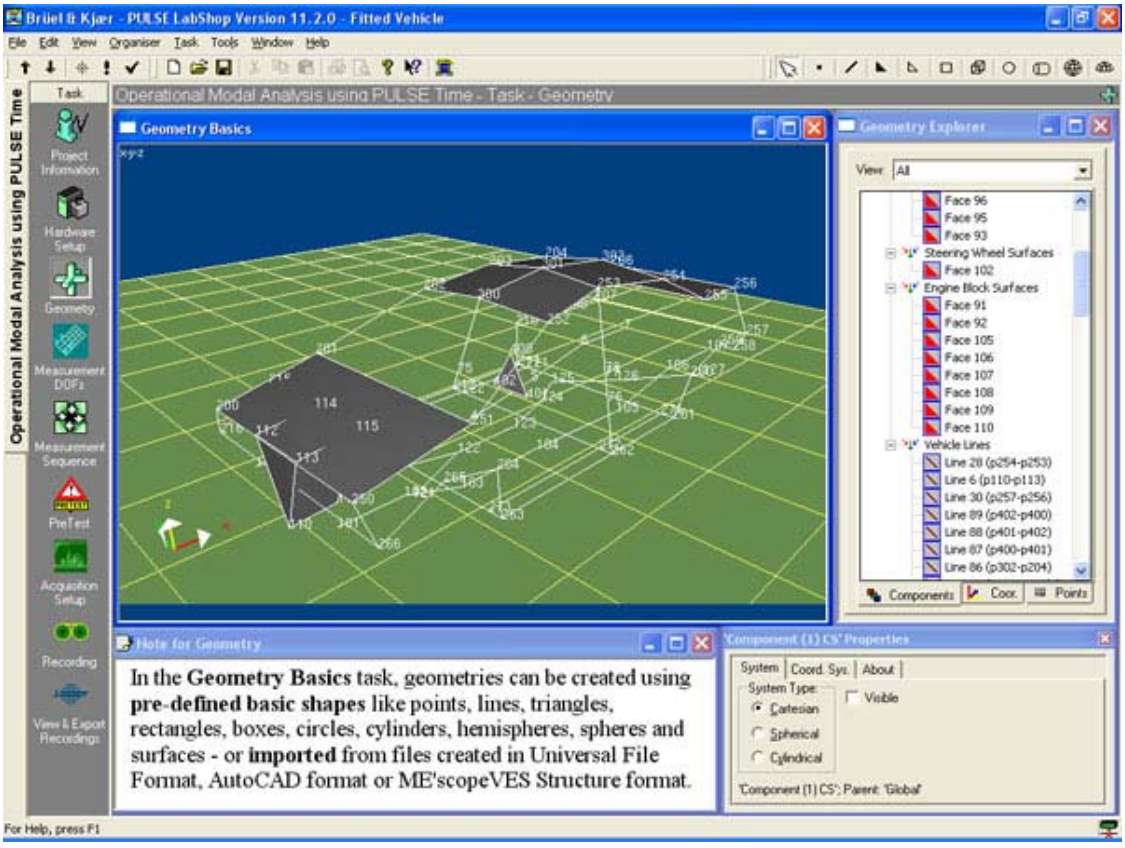
ПО типа 7760 служит эффективным средством операционного модального анализа. Оно построено с использованием мощных алгоритмов точной идентификации мод и остается исключительно удобным благодаря ориентированному на задачу интерфейсу пользователя, интуитивно понятной последовательности выполняемых действий и высокой степени автоматизации.

ПО типа 7760 доступно в трех версиях: профессиональной, стандартной и упрощенной. Версии различаются только количеством доступных методов.

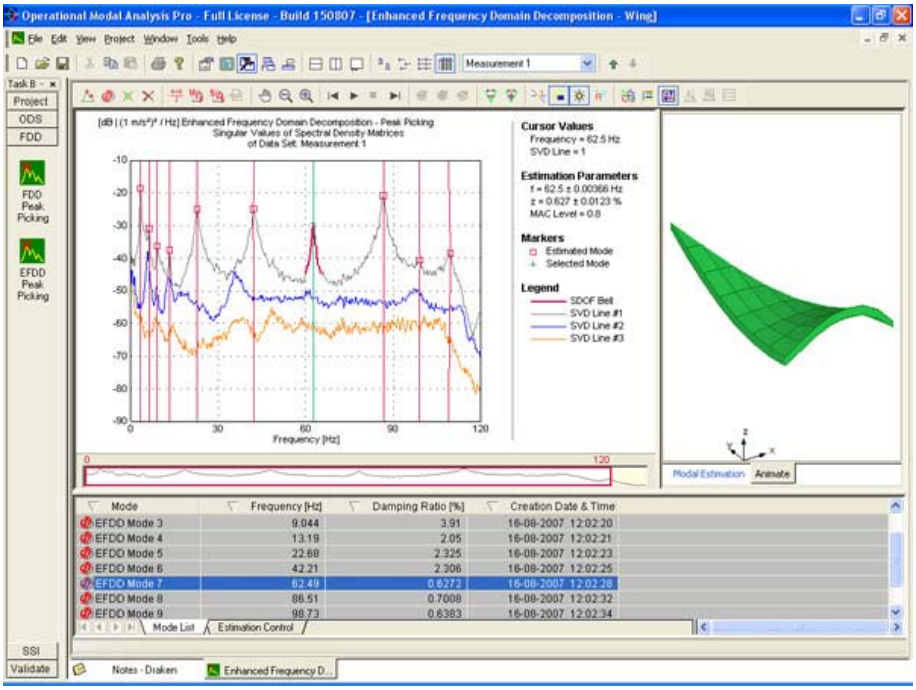
Версия	Профессиональная	Стандартная	Упрощенная
SSI-CVA	√		
SSI-PC	√		
SSI-UPC	√		
CFDD	√	√	
EFDD	√	√	
FDD	√	√	√
ODS временной области	√	√	√
ODS частотной области	√	√	√

Консультант модальных испытаний типа 7753 используется для выборки данных с искусственным возбуждением структуры, предварительного анализа и подтверждения достоверности. После измерений данные передаются в ПО ОМА типа 7760 для получения модальных параметров и их отображения. Совместно они образуют интегрированную удобную в использовании систему модальных испытаний и анализа.

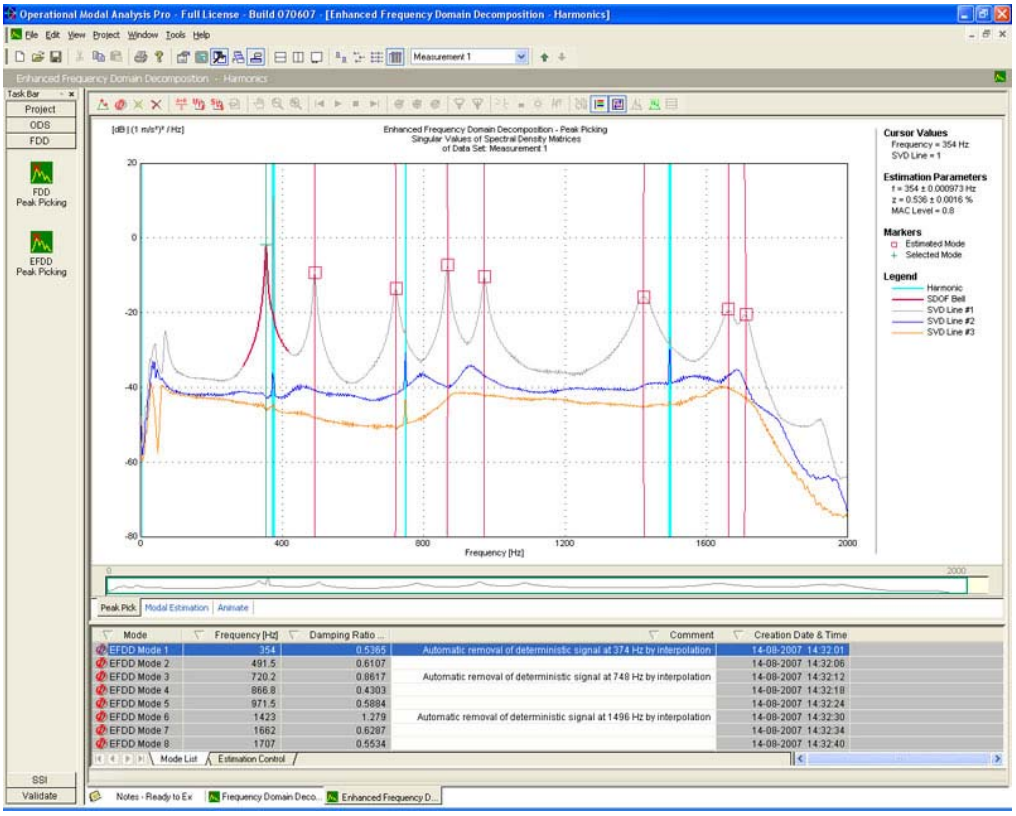
Оборудование и программное обеспечение систем операционного модального анализа компании Brüel & Kjær масштабируемы и легко модернизируемы.



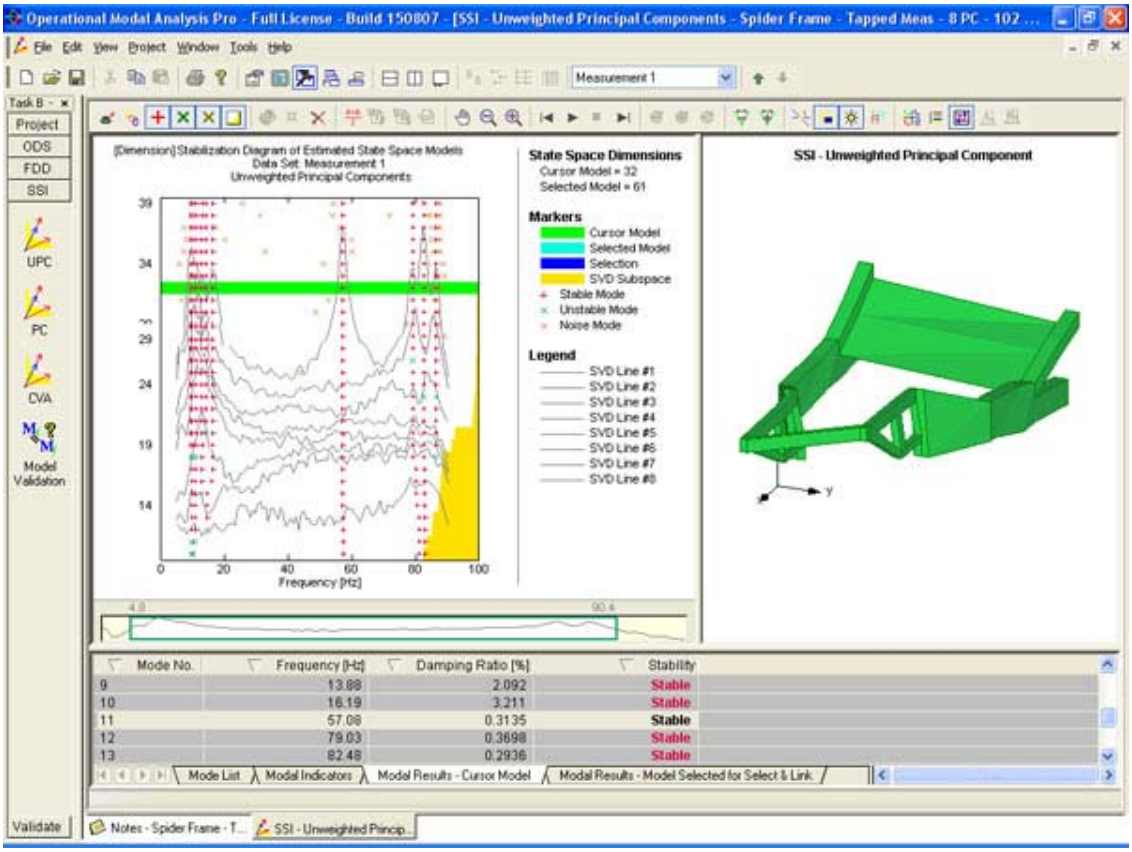
Консультант модальных испытаний типа 7753 используется для построения структуры, сбора данных при искусственном возбуждении структуры, предварительного анализа и передачи данных в ПО рабочего модального анализа типа 7760 для последующего анализа.



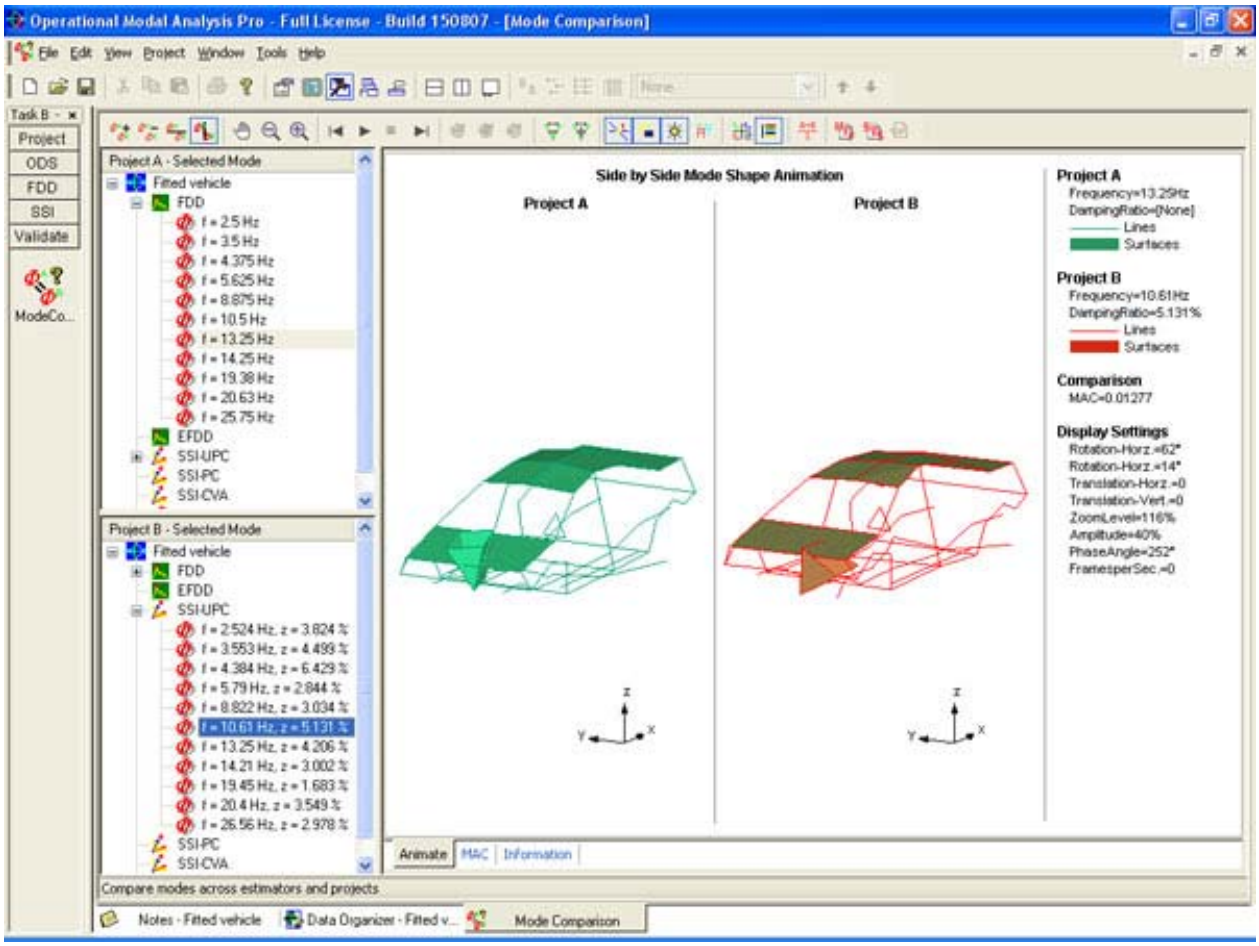
Метод выбора пиков, используемый в методах FDD, EFDD и CFDD, позволяет Вам идентифицировать моды с использованием возможности привязки к пикам. Идентифицированные моды можно выделить и немедленно отобразить с анимацией. Также поддерживается автоматизированная оценка мод.



С использованием методов EFDD и CFDD детерминированные сигналы (гармонические компоненты) идентифицируются автоматически и их влияние устраняется.



Для методов SSI используется диаграмма стабильности, обеспечивающая различение устойчивых, неустойчивых и шумовых мод. Доступны средства оптимального выбора порядка модели.



Для сравнения мод различных проектов и методов доступны множество средств подтверждения достоверности, например, анимация отображения с наложением, анимация разности и анимация на рядом расположенных видах; а также графики и таблицы MAC.

Анализ форм рабочих деформаций

Анализ форм рабочей деформации (ODS) используется для определения формы колебаний конструкции в заданных режимах эксплуатации. Измерения колебаний выполняются на конструкции в различных точках и направлениях, а форму колебаний можно отобразить в виде анимированной модели структуры конструкции или перечислить в таблице форм.

Любая ODS является комбинацией функции возбуждения, действующей на конструкцию, и динамических свойств конструкции. Функция возбуждения зависит от режима эксплуатации, на который в механическом оборудовании может влиять, например, частота вращения двигателя, его нагрузка, давление, температура или поток. Для сооружений гражданских объектов возможно также воздействие внешних сил, создаваемых морскими волнами, аэродинамическим воздействием или движением транспорта.

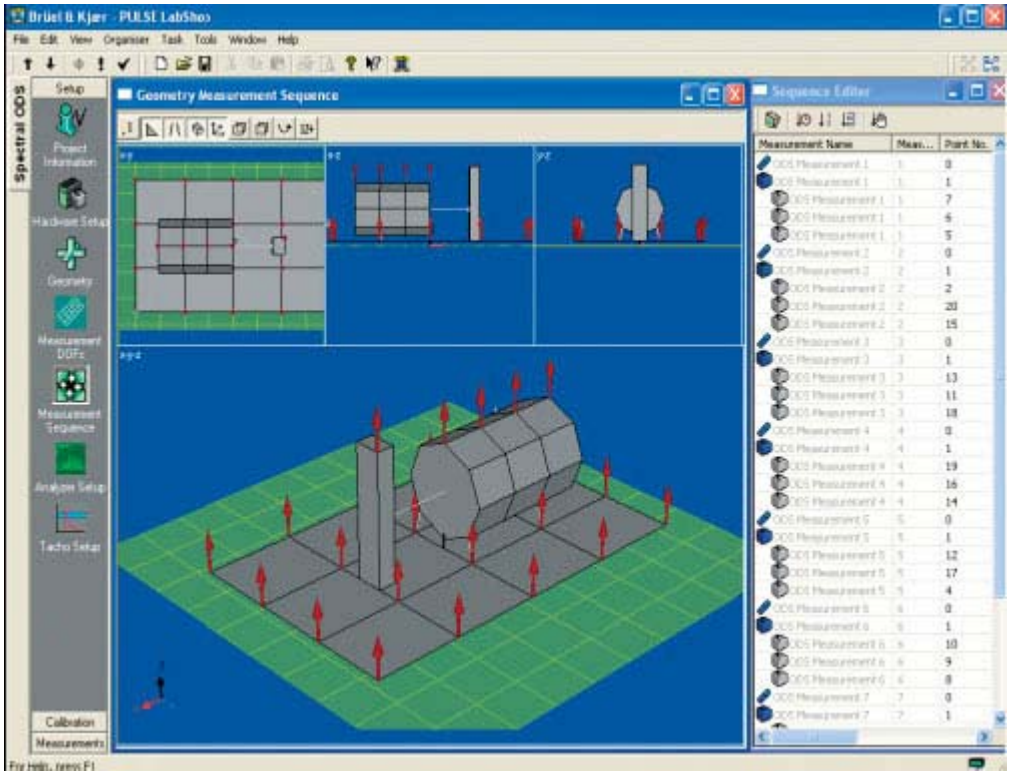
Анализ ODS может быть разделен на три типа:

- **ODS временной области** ODS временной области используется для исследования формы колебаний конструкции, как функции времени. В отличие от ODS спектральной (частотной) области и ODS разгона/остановки, при которых исследуется форма колебаний на отдельной частоте или гармонике, ODS временной области включает колебания на всех частотах анализированного диапазона частот. ODS временной области очень полезна для отображения полной ODS в данной точке в зависимости от времени, при стационарном или нестационарном сигнале, например, сигнале переходного процесса.
- **ODS спектральной области** ODS спектральной области используется для исследования формы колебаний конструкции при конкретном компоненте частоты или гармоники. Для исследования компонента частоты используется анализ с FFT, и условия должны быть стационарными. Для исследований компонента гармоники используется анализ гармоники (со следящей фильтрацией), чтобы устранить расплывание спектральных компонентов в случае почти стационарных условий. ODS различных спектральных компонентов (частот или гармоник) впоследствии извлекается, отображается в таблице форм и анимируется.
- **ODS разгона/остановки** ODS разгона/остановки используется для исследования формы колебаний конструкции для конкретных компонентов гармоник, как функции скорости вращения. Компоненты гармоник могут быть определены заранее (предварительные срезы) и/или извлечены, как срезы, например, контурных графиков (последующие срезы). ODS разгона/остановки очень полезна для отображения связи характера шума и колебаний конструкции с вращающимися частями двигателя.

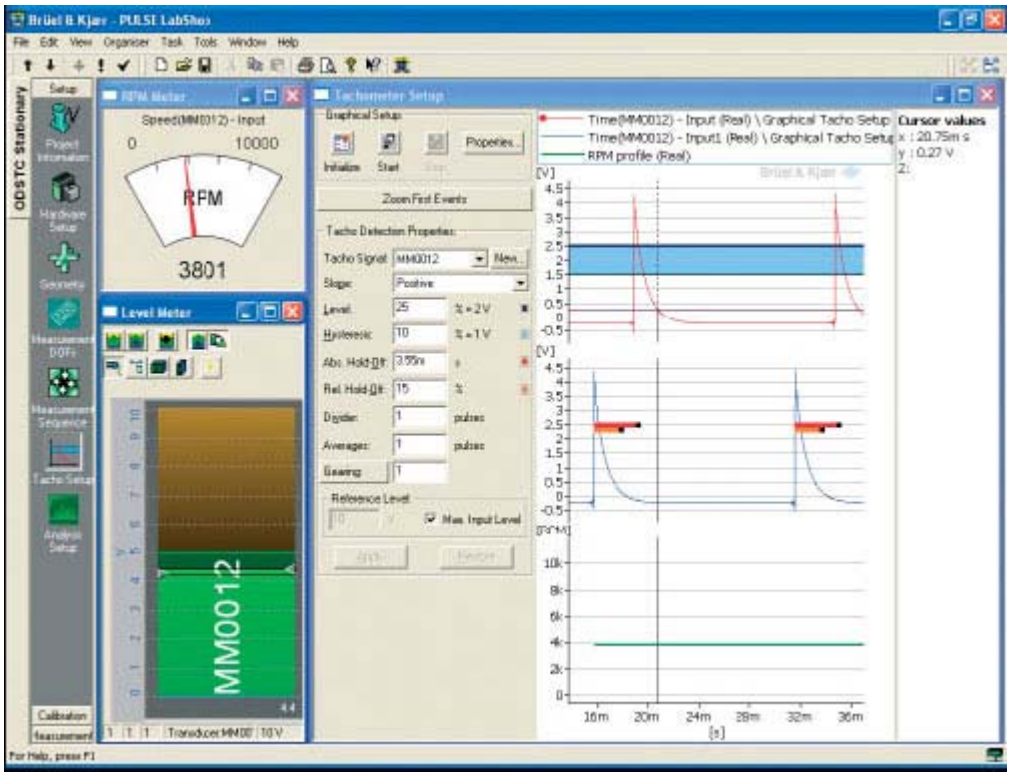
Консультанты динамических испытаний конструкции

Консультант модальных испытаний (MTC) типа 7753 и консультант испытаний форм рабочих деформаций (ODS TC) типа 7765 представляют собой приложения PULSE, предназначенные для упрощения и существенного сокращения затрат времени на выполнение динамических измерений конструкции. Вместе они упоминаются как консультанты динамических испытаний конструкций. Консультант испытания ODS поддерживает ODS временной и ODS спектральной областей и может быть дополнен опциями для ODS разгона/остановки (BZ-5612) и анимации (BZ-5613). Анализ может быть выполнен в реальном времени или при последующей обработке зарегистрированных временных диаграмм.

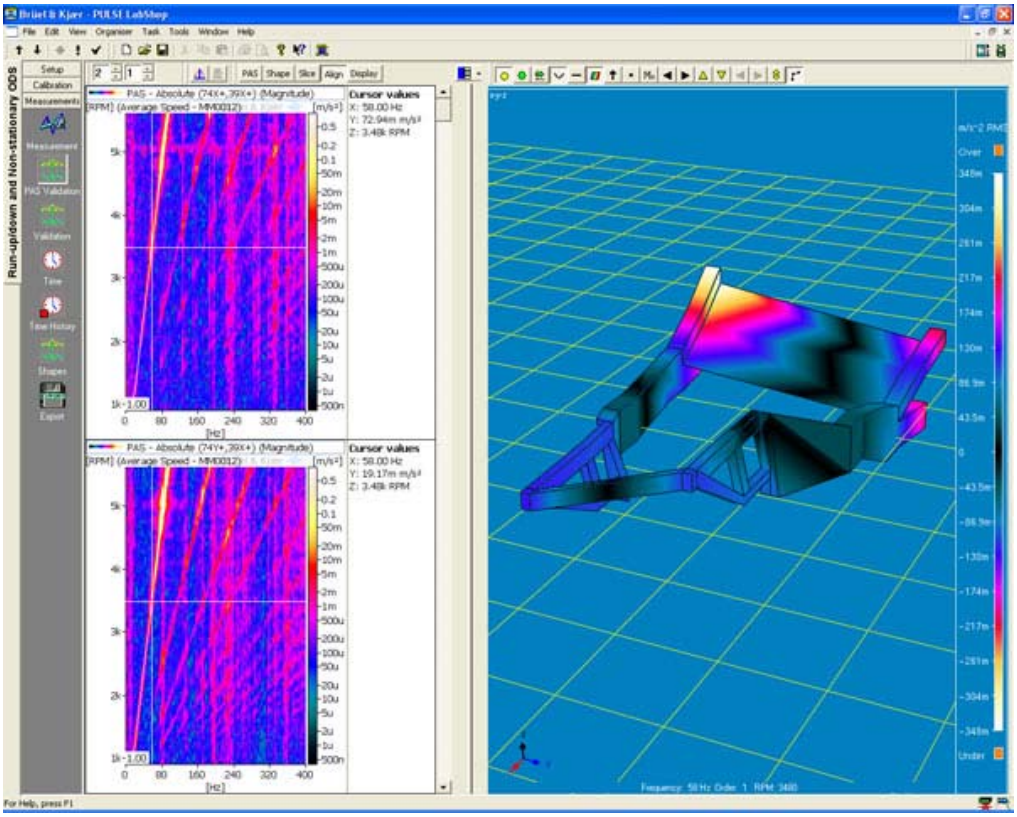
Для работы консультантов динамических испытаний конструкций необходима платформа многоканального анализатора PULSE. Они легко управляются с использованием графического интерфейса, и связывают измерение непосредственно с отображаемой структурой испытуемого объекта. Эти функции совместно с высокоэффективными средствами установки, измерения и подтверждения достоверности, делают испытание быстрым и надежным. Результаты измерения ODS можно анимировать непосредственно в ODS TC, а результаты измерения частотных характеристик (FRF) – непосредственно в MTC. Полученные данные (сигналы временной области, спектры, геометрические параметры и информация DOF (Degree-Of-Freedom, степень свободы)) могут быть использованы непосредственно в выбранном Вами пакете последующей обработки, например, I-deas® Test или ME'scopeVES™ (оба предлагаются компанией Brüel & Kjær).



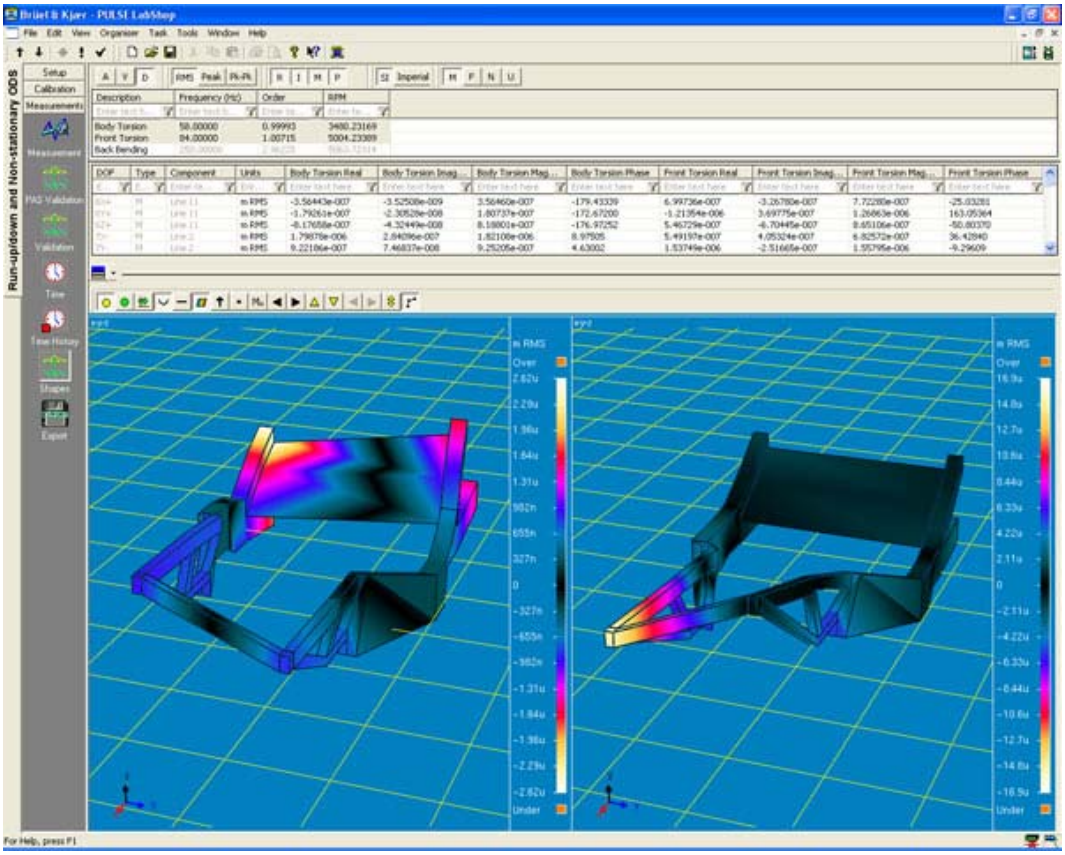
Измерения с возбуждением структуры. Структуры могут быть быстро созданы и изменены в консультанте испытаний ODS с использованием точек, ребер, поверхностей и основных форм. Сложные структуры могут быть импортированы из программного обеспечения автоматизированного проектирования в стандартных форматах.



Консультант испытаний ODS предлагает экономящие время средства обеспечения достоверности данных и сокращения затрат времени на выполнение испытаний. В качестве примера можно привести графическую настройку извлечения тахосигналов для непосредственного обнаружения тахосигнала.



Анализ ODS разгона/остановки позволяет определить формы колебаний для частот или гармоник в зависимости от частоты вращения. Для облегчения обнаружения и выбора гармоник и резонансов доступны контурные графики.



Формы колебаний можно сохранить в таблице форм в единицах перемещения, скорости и ускорения. Поддерживаются различные типы анимации и отображения, включая отображение рядом расположенных форм, отображение с наложением или анимацию их разности.

Анализ MIMO

ПО анализа MIMO Analysis типа 7764 выполняет анализ многих входных сигналов с многими выходами данных (MIMO) на больших, сложных и/или симметричных конструкциях, в которых необходимо использовать более одного возбудителя.

При больших размерах конструкций, например, для транспортных средств или самолетов, возбуждение всей конструкции в одной точке может оказаться невозможным. Решение состоит в распределении возбуждения по конструкции с использованием нескольких меньших вибраторов. При этом также уменьшается опасность нелинейного поведения конструкции.

В сложных конструкциях характерны локальные моды, для отображения которых необходимо использование множества точек возбуждения. В симметричных конструкциях существуют кратные корни (то есть, большее количество мод на одной и той же частоте). Здесь решение состоит в анализе кратных корней с использованием анализа MIMO и аппроксимации кривых с использованием множества опорных элементов. Одновременное измерение множества выходных реакций оптимизирует консистентность данных.

Назначение

- Анализ больших конструкций, для возбуждения которых необходима большая энергия
- Анализ локальных мод сложных конструкций
- Анализ симметричных конструкций с кратными корнями

Основные характеристики

- Определение функций MIMO частотных характеристик H1 и Hv, обыкновенной когерентности и многоточечной когерентности
- Количество входов ограничивается только производительностью обработки вашего ПК
- Автоматическая установка параметров при использовании совместно с консультантом модальных испытаний Modal Test Consultant типа 7753

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОСТОБРАБОТКИ ДАННЫХ PULSE REFLEX

Данный продукт разработан в тесном сотрудничестве с конечными потребителями в различных областях промышленности по всему миру, в результате чего программное обеспечение PULSE Reflex является простым в эксплуатации и позволяет достичь высокой производительности. Программное обеспечение PULSE Reflex обладает следующими возможностями:

- **Интуитивно понятный интерфейс пользователя.**
- **Мощные средства управления данными.**
- **Расширенные возможности создания отчетов.**

Интуитивно понятный интерфейс пользователя

При разработке программного обеспечения PULSE Reflex уделялось внимание возможности расположения основных функций удобным образом. Путем объединения различных операций в группы в определенной области экрана пользователь может управлять их отображением, делать их видимыми или невидимыми, что позволяет максимально эффективно использовать экранное пространство в зависимости от текущей задачи.

Программное обеспечение PULSE Reflex предоставляет пользователю функциональный и одновременно простой в работе раздел записи примечаний, который дает возможность записывать в него все необходимые комментарии в любой момент времени. Кроме того, в него можно включить звуковые файлы, фотографии или видео и связать их между собой в проекте таким образом, чтобы в последствии обратиться к ним и восстановить в памяти, как было принято то или иное важное решение.

Мощные средства управления данными

В области поиска неисправностей среди большого количества испытаний программа PULSE Reflex обладает наибольшей эффективность, высокой производительностью и дает результаты высокого качества. Оно позволяет выполнять быстрый поиск в большом объеме данных, фильтровать или сортировать данные, предназначенные для дальнейшей обработки, например, для статистического анализа, частотного анализа или для оценки модального параметра.

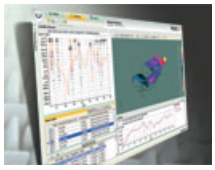
Расширенные возможности создания отчетов

Система создания отчетов программы PULSE Reflex имеет улучшенную производительность. Быстрая процедура создания отчета не требует дополнительных усилий независимо от формата отчета, стиля представления информации или наличия электронных таблиц, позволяет устанавливать связь с отображением на экране, результатами анализа, файлами мультимедиа и примечаниями к проекту, что дает возможность пользователю сконцентрироваться на выполнении анализа данных.

Программное обеспечение PULSE Reflex предоставляет следующие возможности:

PULSE Reflex Core – Центральная программа постобработки данных

- Увеличение производительности.
- Эффективность и простота в работе.



Модальный анализатор PULSE Reflex Modal Analysis

- Принятие решений на основе результатов, достоверность которых подтверждена.
- Расширенные возможности модального анализа, работа с которыми не требует сложных действий.
- Максимальная отдача от решений, принятых на основе полученных данных.

Модуль акустики зданий анализатора PULSE Reflex

- Быстрота анализа, сохранения данных и создания отчетов.
- Функции комбинирования, сравнения и принятия решений.
- Соответствие требованиям стандартов.

Программное обеспечение PULSE Reflex является значительным шагом в развитии наиболее популярной в мире платформы анализа звука и вибрации. Совместно с новыми приложениями – Core, Modal Analysis и Building Acoustics – программное обеспечение PULSE Reflex позволяет расширить возможности измерения и анализа данных программ постобработки данных мирового класса.

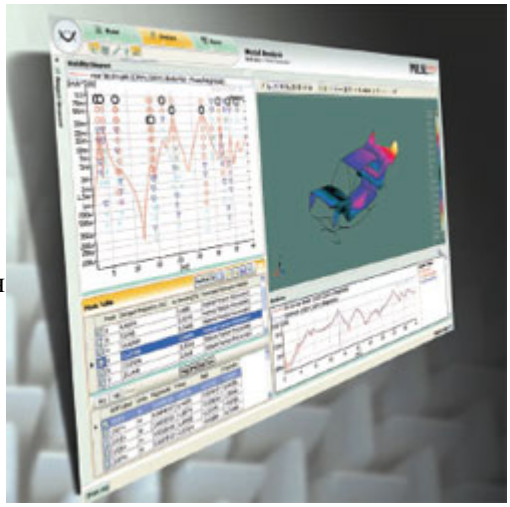
Описание приложения PULSE Reflex Core

Программа PULSE Reflex Core представляет собой ядро обработки данных вне реального масштаба времени, позволяющее сохранять данные как во временной, так и в частотной области. В области поиска неисправностей среди большого количества испытаний программа PULSE Reflex Core обладает наибольшей эффективность, высокой производительность и дает результаты высокого качества. Пользователь имеет возможность быстрого просмотра или прослушивания большого числа сигналов, выбора нескольких записей или областей записей сигналов во временной области, подлежащих дальнейшей обработке, такой как фильтрация, статистический анализ, спектральный анализ, порядковый анализ. Программное обеспечение также позволяет вводить примечания и связывать их с данными, что облегчает работу и принятие решений в ответственных рабочих проектах. Результаты каждого этапа отображаются на экране, кроме того, при продолжении работы они используются для создания отчета. Увеличение производительности приносит особенно заметные результаты в проектах, работа над которыми ограничена по времени, независимо от того, выполняется ли задача редактирования, фильтрации или анализа.

Эффективность и простота в работе:

- Простое создание и управление процессом анализа при помощи графического представления функциональных элементов, таких как тахометр, КИХ-фильтрация, БПФ-анализ и порядковый анализ.
- Быстрая и простая работа со сложными анализируемыми данными. Для стандартных, сложных приложений постобработки данных, таких как анализ данных, изменяющихся во времени, специальные вспомогательные элементы позволяют комбинировать функциональные элементы заранее определенным способом.
- Вычисление результатов электронным калькулятором осуществляется при помощи широкого спектра математических и статистических функций, а также при помощи функций редактирования.

Модальный анализатор PULSE Reflex Modal Analysis



Модальный анализатор PULSE Reflex Modal Analysis руководит действиями пользователя на этапах оценки достоверности измерений, оценки модального параметра, выбора мод, анализа достоверности и создания отчета.

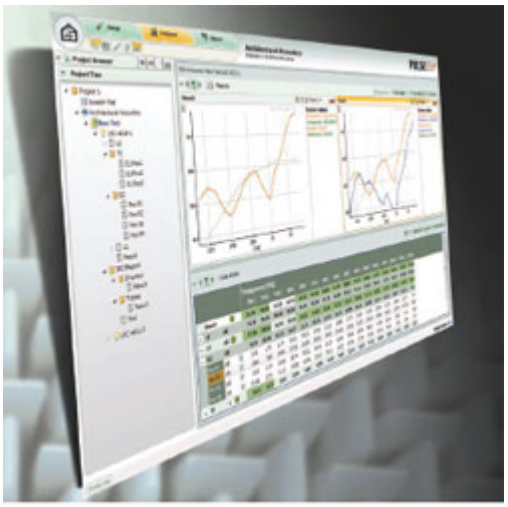
Принятие решений на основе результатов, достоверность которых подтверждена:

- Получение точных и достоверных результатов даже в случае наиболее высоких требований при помощи постановки задачи для лучших в своем классе функций отображения и аппроксимации информации. При условии применения верной аппроксимации работа с модами слабого возбуждения, с модами с сильным затуханием, с кратными корнями и при несоответствии данных АЧХ, больше не представляет серьезных трудностей.
- Получение результатов высокого качества, достоверность которых подтверждается применением расширенного ряда эффективных инструментов анализа данных, таких как кластерные диаграммы и комплексные плоскости.

Расширенные возможности модального анализа, работа с которыми не требует сложных действий:

- Ускорение и упрощение выбора реальных физических мод осуществляется за счет применения наглядных диаграммы устойчивости, которые делают работу простой даже для нового пользователя, не обладающего богатым опытом.
- Применение функции автоматического выбора мод позволяет сохранить высокую производительность даже в случае работы с повторяющимися испытаниями на проводимость и при исследованиях неизвестных структур, а также обеспечить получение результатов, не подверженных влиянию со стороны пользователя.

Модуль акустики зданий анализатора PULSE Reflex



Быстрота анализа, сохранения данных и создания отчетов:

Программа PULSE Reflex позволяет ускорить анализ концепции построения акустики здания, а также сохранять, просматривать, сравнивать, обрабатывать данные и создавать отчеты о лабораторных и полевых испытаниях звуковой изоляции.

Функции комбинирования, сравнения и принятия решений:

- Определение параметров до и после перестройки или восстановления части стен является интуитивно понятной процедурой, в которой используется интерактивный экран, непосредственно отображающий влияние звуковой изоляции.

Соответствие требованиям стандартов:

- Интуитивно понятые функции анализа данных программы PULSE Reflex позволяют не заботиться о том, что результаты измерений и отчеты формата Word, Excel или PowerPoint, создаваемые на одном из 15 языков, полностью соответствуют национальным и международным стандартам в области акустики зданий.

Официальный представитель
компании Брюль и Къер
В Российской Федерации

ООО «АСМ тесты и измерения»
127287, Москва
Петровско-Разумовский проезд, 29
Тел. +7 495 665 75-98, факс +7 495 733 90 48
e-mail: info@asm-tm.ru