

## FRAX 101

### Анализатор частотного отклика



- Самый маленький и самый надежный прибор FRA в промышленности
- Максимально возможная повторяемость результатов с помощью надежной методики подключения кабелей и высокопроизводительных выходов
- Поддерживает все международные стандарты для измерения SFRA
- Самая высокая точность и динамический диапазон среди аналогов
- Беспроводной, работает от батарейки
- Расширенный анализ и поддержка принятия решения, встроенные в программное обеспечение
- Импорт данных из других приборов FRA

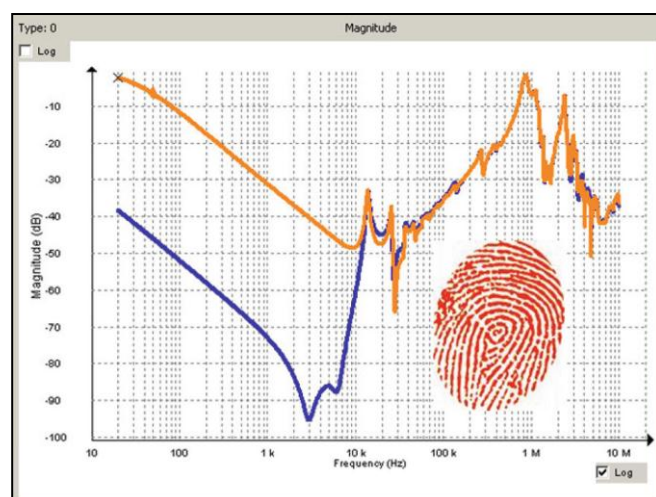
#### Описание

Силовые трансформаторы сегодня являются наиболее критичными компонентами передающих и распределительных сетей. Отказы трансформаторов приводят к огромным затратам, на внеплановое техническое обслуживание из-за неожиданных выходов из строя. Важно избежать этих ошибок и сделать их тестирование и диагностику надежной и эффективной.

Система анализа частотных характеристик (SFRA) **FRAX 101** обнаруживает потенциальные механические и электрические дефекты, которые не удастся обнаружить другими способами. Крупные предприятия и сервисные организации использовали метод FRA более десяти лет. Измерение легко выполнить, получив уникальный "отпечаток пальца" трансформатора. Измерение по сравнению с эталонным "отпечатком пальца", дает точный ответ, есть ли механические изменения в трансформаторе или нет. Отклонения указывают на геометрические и/или электрические изменения в трансформаторе.

Система FRAX 101 выявляет следующее:

- Деформация и смещение обмоток
- Витковые замыкания и обрывы
- Ослабление креплений
- Повреждение креплений
- Проблемы с сердечником
- Частичное разрушение обмоток
- Неправильное заземление сердечника
- Смещение сердечника



Сбор данных с помощью «отпечатков пальцев» - Частотный анализ (FRA) представляет собой простой способ обнаружения электромеханических проблем в силовых трансформаторах, инвестиция, которая позволит сэкономить время и деньги.

**Применение**

Силовые трансформаторы сконструированы таким образом, чтобы противостоять механическим нагрузкам, возникающим при транспортировке или при работе. Однако в ряде случаев механические усилия могут превысить предел прочности системы изоляции, что приводит к ослаблению ее диэлектрических функций.

Относительно быстрый тест, где «отпечаток пальца» отклика по сравнению с откликом после события даёт точный ответ, можно ли трансформатор безопасно вернуть в эксплуатацию или требуется дальнейшая диагностика.

**Основы метода**

Трансформатор состоит из цепочек емкостей, индуктивностей и сопротивлений и с этой точки зрения имеет сложную комплексную электрическую схему, которая имеет свою уникальную кривую отклика при подаче сигнала переменной частоты.

Метод частотных откликов базируется на сравнении между кривыми, которые характеризуют изменения объекта.

Один тест состоит из множественных замеров с дискретно меняющимися частотами.

**Практическое использование**

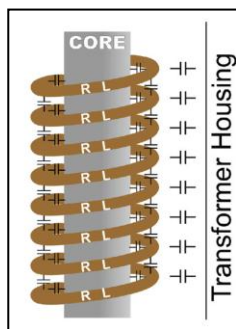
Стандартное применение метода состоит из получения эталонной кривой (кривая-образец) в момент, когда трансформатор новый, или когда известно, что он находится в хорошем состоянии. Далее все последующие измерения сравниваются с эталонным, и по отклонениям определяется характер и степень неисправностей.

Это наиболее надежный метод при эксплуатации. Другое применение основано на получении общей эталонной кривой для серии трансформаторов одной конструкции и дальнейшей отбраковке по допустимым уровням отклонений.

Сравнительные тесты могут быть проведены: 1) до и после транспортировки; 2) после конкретного события; 3) до и после капитального ремонта; 4) для диагностирования неисправности.

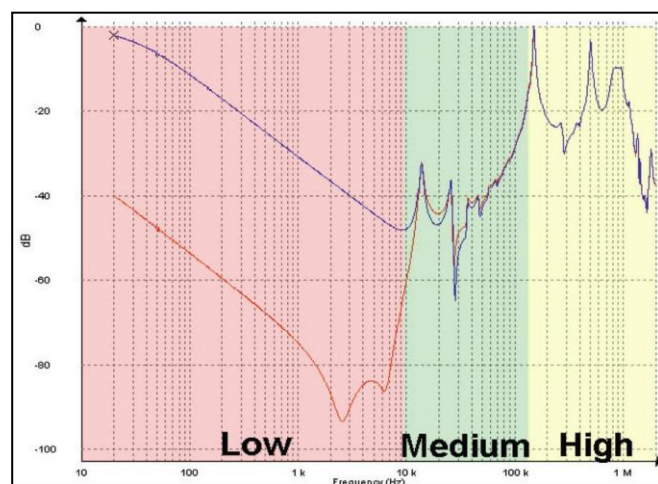
Один проведенный частотный тест может определить проблемы в обмотках, которые невозможно выявить другими методами. Данный тест – это быстрый и эффективный способ выяснить, был ли причинен серьезный вред трансформатору, или его можно смело вводить в работу. Если была выявлена проблема, результаты теста будут основанием для выяснения характера неисправности и определения дальнейших ремонтных мероприятий.

Снятие эталонных характеристик всех сетевых трансформаторов является хорошим вложением средств– это сэкономит время и деньги в случае возникновения аварийного события при определении его последствий.



**Анализ и программное обеспечение**

В основной массе случаев неисправности магнитопровода и/или обмоток отражаются в низко- и среднечастотной областях, тогда как высокочастотная область ответственна за специфичные изменения, такие как смещения обмоток. Проблемы с сердечником ведут к изменению отклика на низких частотах. Проблемы с заземлением сердечника или замыканиями ламинированных листов типично изменяют вид кривой на сверхнизких частотах. Средние частоты характеризуют осевое и радиальное смещение обмоток. Высокие частоты характеризуют проблемы, вовлекающие соединения обмоток, ввода, отпайки РПН, ПБВ.



Пример отклика по низким, средним и высоким частотам

Программное обеспечение FRAX предоставляет многочисленные возможности для эффективного анализа данных. множество тестов могут быть открыты одновременно, и пользователь имеет полный контроль на каждом этапе сравнения. Ответ можно рассматривать в традиционном отношении магнитуды от частоты и/или фазы от частоты. Пользователь может также выбрать, чтобы данные представлялись отношением сопротивления или проводимости от частоты для глубокого анализа определенных типов трансформаторов.

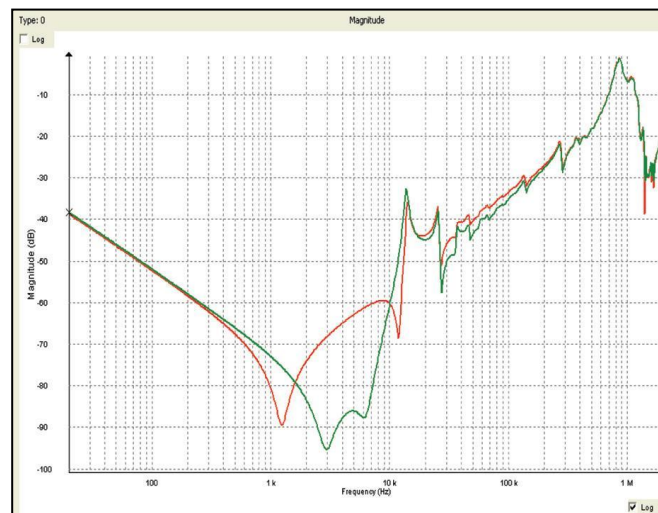
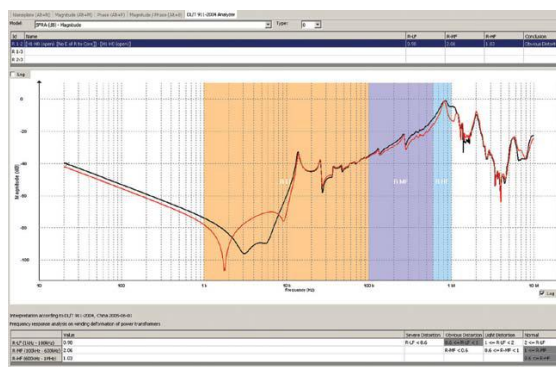
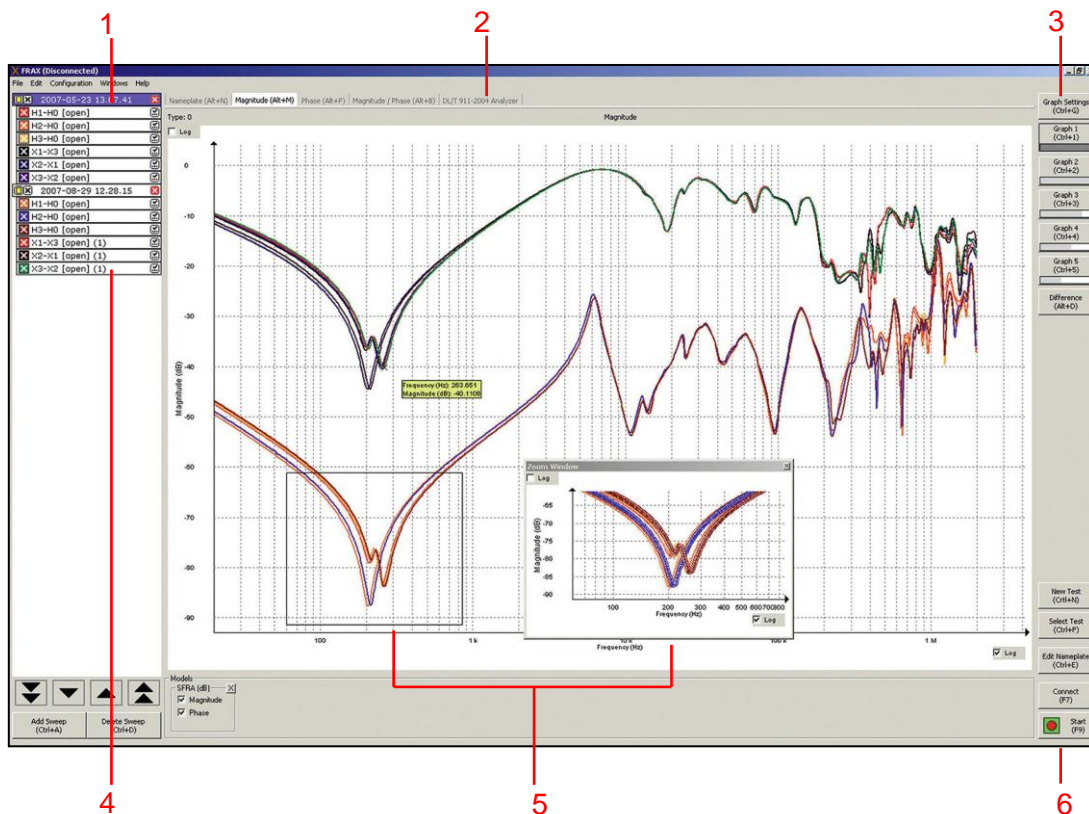


Рисунок выше иллюстрирует характеристику однофазного трансформатора после капремонта, где по ошибке не был заземлен сердечник (красная) и после подсоединения заземления (зеленая кривая). Наличие проблемы ясно отображается в области частот 1..10 кГц, также видно изменение кривой в области 10..200 кГц.

#### Особенности и Преимущества

- Самый маленький и надежный в промышленности прибор FRA.
- Гарантированная повторяемость результатов, используя превосходные кабели технологии, что позволяет избежать введения ошибки, связанной с соединительным кабелем и позиционированием (которая является общей для оборудовании других производителей устройств FRA).
- Поддерживает все международные стандарты для измерения SFRA
- Самая высокая точность и динамический диапазон в отрасли позволяет обнаруживать даже самые небольшие электромеханические изменения в трансформаторе.
- Беспроводная связь позволяет легко работать без неудобного подключения кабелем к ПК.
- Аккумулятор позволяет работать без необходимости подведения напряжения питания.
- Расширенный анализ и инструменты поддержки программного обеспечения позволяет принимать обоснованные решения в отношении дальнейшей диагностики и/или вывода из работы трансформатора.

- Проводник для тестируемого объекта** — Неограниченное количество тестов и откликов. Полностью управляется пользователем.
- Быстрый выбор режима отображения** — Меняет вид графика, реализует дополнительные функции анализа.
- Кнопки быстрых настроек графиков** — Программируемые установки графиков позволяют менять вид графа быстро и легко.
- Настройки Отклика / Кривой** - Каждая развертка может быть индивидуально включена или выключена, можно изменить цвет, толщину и позицию.
- Динамический Zoom** - Увеличьте и перемещайте фокус на любой части кривой.
- Кнопки управления** - все необходимые функции под рукой, выберите с помощью мыши, функциональные клавиши и сенсорный экран.
- Автоматизированный анализ** сравнения двух кривых с помощью алгоритма, сравнение амплитуды, а также сдвига частоты позволяет вам определить характер изменений: серьезный, существенный, или небольшой





#### Концепция при выполнении измерений SFRA

Измерения SFRA сравниваются с течением времени или между различными объектами испытаний. Это подчеркивает необходимость проведения испытаний с высокой повторяемостью и исключением влияния внешних параметров, таких как кабели, соединения и особенности работы прибора. FRAX предлагает все необходимые возможности для того, чтобы измерять кривую внутреннего состояния трансформатора.

#### Хороший контакт

Плохой контакт может поставить под угрозу результаты теста, поэтому FRAX предлагает прочный тестовый зажим, который обеспечивает хороший контакт вводами и надежное подключение к прибору.

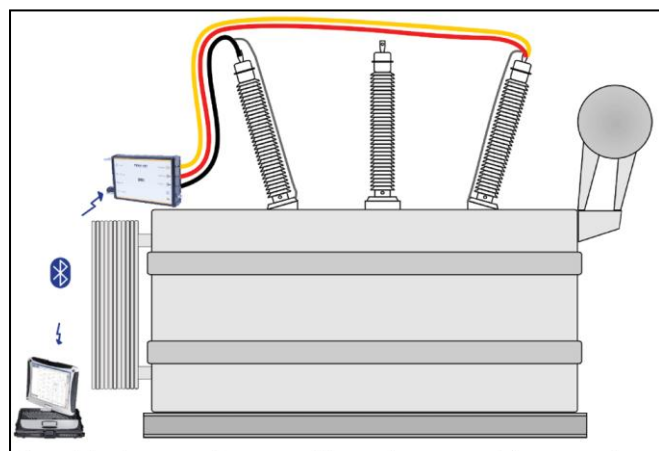


Соединения С-образной струбиной гарантированно хорошие

#### Концепция кратчайшего пути

Подключение экрана кабеля к земле должно быть одинаковым для каждого измерения на данном трансформаторе. С традиционными методами заземления возникают проблемы, когда речь идет о проведении повторяющихся измерений. Это приводит к нежелательным изменениям, изменяется отклик на высоких частотах, что затрудняет анализ.

Шинка заземления FRAX спускается с соединительной струбины по фарфоровой изоляции ввода и подключается к заземленному фланцу ввода. Этот принцип позволяет создавать одинаковые условия каждый раз при подключении к вводу независимо от того высокий он или низкий.



Жесткое соединение с помощью С-струбины и использование кратчайшего способа подключения шинки экрана к земле позволяет устранить проблемы с подключением и возникновением петель кабелей, которые в противном случае влияют на измерения.

#### Работа без проводов

FRAX 101 использует Bluetooth® 1-о класса для беспроводной связи. Bluetooth® 1-о класса позволяет работать на расстоянии до 100 м и предназначен для промышленных установок. Дополнительный внутренний аккумулятор позволяет свободно размещать прибор. Используются более короткие и более легкие кабели, когда пользователь освобожден от использования кабеля связи и кабеля питания.

Стандартный интерфейс USB (гальванически изолированный) есть в наличии, для пользователей, которые предпочитают прямое подключение к ПК.

#### Импортирование и экспортирование данных

Программное обеспечение FRAX обладает возможностью загружать файлы FRA других производителей, давая возможность сравнить результаты, полученные с помощью другого прибора. FRAX может импортировать и экспортировать данные в соответствии с международным стандартом в формате XFRA, а также в стандартных форматах файлов CSV и TXT.

#### Оптимизированные настройки отклика

Программа предлагает пользователю функцию, для быстрого и эффективного тестирования. Традиционные системы SFRA используют логарифмический шаг точек измерения. В результате, контрольных точек между 20 Гц и 200 Гц так много, как и между 200 кГц и 2 МГц соответственно относительно длительное по времени измерения.

Частотная характеристика трансформатора содержит несколько резонансов в области низких частот, но также есть резонансы на высоких частотах. FRAX позволяет пользователю указать меньше точек измерения на низких частотах и больше точек измерений на высоких частотах. В результате измерение получается гораздо быстрее, развертка с большой детализацией, где это необходимо.

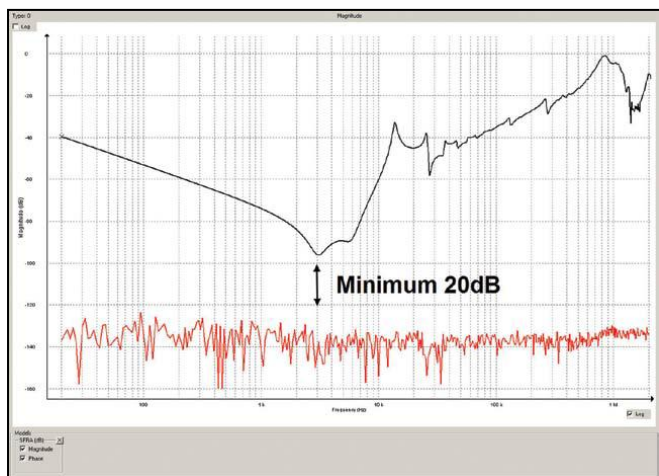
#### FTB 101

Несколько международных руководств FRA рекомендуют, проверку целостности кабелей и приборов до и после теста с использованием тестовой цепи с известным FRA откликом, которая поставляется производителем оборудования. FRAX поставляется с блоком для полевых испытаний FTB101, входящей в стандартную комплектацию, и позволяет пользователю выполнять эту важную проверку на местах в любое время для обеспечения надлежащего качества измерений.



### Динамический диапазон

Проведение точных измерений в широком диапазоне частот с высокой динамикой ставит высокие требования к испытательному оборудованию, проводам и зажимам. FRAX 101 разработан с учетом этих требований. Это прочный, способный фильтровать индуцированные помехи прибор, который отвечает всем международным стандартам и рекомендациям по динамическому диапазону и точности. Динамический диапазон FRAX 101 или порог шума отображается красным цветом ниже, черным цветом показано нормальное измерение трансформатора. Широкий динамический диапазон, низкий уровень шумов, обеспечивает точные измерения на любом трансформаторе. Отстройка около 20 дБ от самого низкого отклика до уровня шума прибора должна быть сохранена для получения точности  $\pm 1$  дБ.



Пример динамического предела FRAX 101 (красный) и измерение трансформатора (черный)

### Технические характеристики FRAX 101

Технические характеристики действительны при номинальном входном напряжении и температур окружающей среды  $+25^{\circ}\text{C}$  ( $77^{\circ}\text{F}$ ). Технические характеристики могут быть изменены без предварительного уведомления.

#### Требования к параметрам окружающей среды

Рабочая температура:	от $-20^{\circ}\text{C}$ до $50^{\circ}\text{C}$ ( $-4$ до $122^{\circ}\text{F}$ ),
Рабочая относительная влажность:	$<90\%$ , без конденсации
Температура хранения:	от $-20$ до $70^{\circ}\text{C}$
Относительная влажность при хранении:	$<90\%$ без конденсации
Стандарты CE:	
EMC	2004/108/EC
LVD	2006/95/EC

#### Основные

Напряжение питания 90-135 В переменного тока и 170-264 В переменного тока, 47-63 Гц

Габариты:

Прибор: 250 x 169 x 52 мм

Транспортный кейс: 520 x 460 x 220 мм

Масса прибора:

Прибор: 1,4 кг /3,1,

Транспортный кейс: 2,5 кг /5,5 фунта

Метод анализа частотных характеристик (FRA):	пошаговое изменение частоты (SFRA)
Диапазон частот:	0.1 Гц – 25 МГц, выбираемый пользователем
Количество точек:	По умолчанию 1046, Максимум – 32,000
Время измерения	По умолчанию 64 с, быстрое – 37 с. (20 Гц – 2 МГц)
Расположение точек:	логарифмическое, линейное, или их комбинация
Динамический диапазон / Минимальный уровень шума:	От $+20$ до $-130$ дБ
Погрешность:	$\pm 0.5$ дБ до $-100$ дБ (10 Гц – 10 МГц)

Ширина полосы пропускания по промежуточной частоте / время интегрирования:	выбирается пользователем (по умолчанию $<10\%$ )
Программное обеспечение (ПО):	FRAX для Windows 2000/XP/Vista
Соединение с ПК:	Гальванический изолированный порт USB
Интервал калибровки:	Максимум – 3 года
Стандарты:	Соответствует требованиям стандарта CIGRE, брошюра 342, "Оценка механического состояния обмоток трансформаторов, используя метод частотных характеристик (FRA)" и китайского стандарта DL/T 911-2004, "Метод частотных характеристик (FRA) обнаружения деформации обмоток силовых трансформаторов"

### Аналоговый выход

Каналы:	1
Диапазон изменения выходного напряжения стабилизированного источника тока:	0.2 – 24 В от пика до пика
Напряжение измерений при 50 Ом:	0.1 – 12 В от пика до пика
Выходной импеданс (полное сопротивление):	50 Ом
Защита:	защита от короткого замыкания

### Аналоговые входы

Каналы:	2
Дискретизация:	Одновременная
Входной импеданс:	50 Ом
Частота дискретизации:	100 000 000 точек/с

### Требования к ПК

Операционная система	Windows 2000, XP/Vista/7
Процессор	Pentium 500 МГц или выше
Оперативная память / память на жестком диске	256 МБ / 30 МБ свободного места или больше
Интерфейс	USB или беспроводной

#### Аксессуары, входящие в комплект поставки



Входящие в комплект аксессуары, показанные выше: сетевой кабель, кабель заземления, (2) шинки заземления, (2) шинки заземления (изолированные), (2) С-струбины, генераторный кабель, измерительный кабель, п блок, нейлоновый чехол, (2) Шинки заземления с зажимами и сумка для тестовых проводов.

#### Дополнительные аксессуары

- Встроенный аккумулятор обеспечивает гибкость при выполнении тестов
- FRAX Демо FDB101 является комплексной моделью трансформатора, который может быть использован для внутреннего обучения и демонстрации. Небольшой трансформатор однофазный блок с возможностью имитации нормального состояния и неисправности.



FRAX Демо FDB101

#### Информация для заказа

Наименование	Артикул
<b>FRAX-101</b>	AC-19090
<b>FRAX-101 Со встроенным аккумулятором</b>	AC-19091
Адаптер AC/DC	
Кабель питания	
Кабель защитного заземления 5 м	
Генераторный кабель 9 м	
Измерительный кабель 9 м	
Транспортная сумка	
USB кабель	
Bluetooth адаптер	
Набор крепления измерительного нулевого кабеля 3x4 м	
С-образные струбины для подключения к вводу 2 шт.	
С-образные струбины с шинками для подключения к земле 2 шт.	
Шинки с клещами для подключения к земле 2 шт. x 0,3 м.	
Полевой калибровочный блок FTB101	
Программное обеспечение	
Кейс для транспортировки	
Руководство по эксплуатации	
<b>Дополнительные принадлежности</b>	
Дополнительная батарея 4,8 А/ч	AC-90010
Набор для калибровки	AC-90020
FRAX Demo Box FDB 101	AC-90050
Набор шинок заземления с клещами 4 x 3 м.	GC-30031
FRAX Generator cable, 2xBNC, 9 m (30 ft)	GC-30040
FRAX Generator cable, 2xBNC, 18 m (60 ft)	GC-30042
FRAX Measure cable, 1xBNC, 9 m (30 ft)	GC-30050
FRAX Measure cable, 2xBNC, 18 m (60ft)	GC-30052
С-струбина	GC-80010
FRAX for Windows	SA-AC101