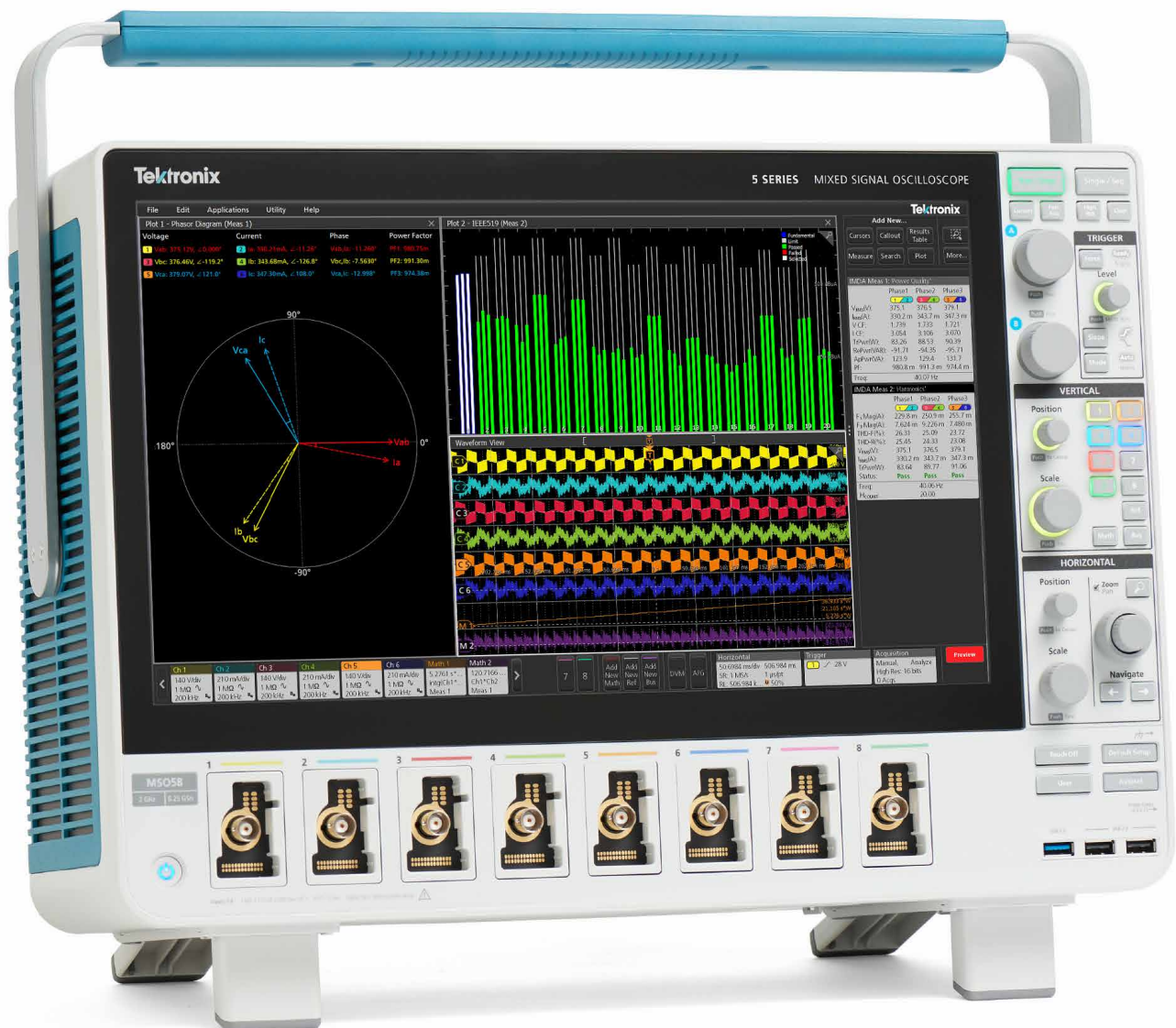


Анализ характеристик преобразователя, двигателя и привода в 3-фазной сети

Практическая спецификация серии 5/серии 5 В/серии 6 В MSO, опция 5-IMDA/6-IMDA

Получите более наглядное представление об инверторах, электродвигателях и системах приводов



Измерения и анализ в трехфазных сетях сложнее, чем в однофазных сетях. Хотя осциллографы могут регистрировать формы сигналов напряжения и тока с высокой частотой дискретизации, необходимы дальнейшие вычисления для получения основной информации о мощности на основе данных. Трехфазное решение на основе осциллографа позволяет регистрировать формы сигналов напряжения и тока трехфазной сети с более высокой частотой дискретизации, увеличенной длиной записи с использованием режима сбора данных HiRes (до 16 бит) и с поддержкой автоматизированных измерений для получения основных результатов проверки мощности. Преобразователи мощности с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), такие как частотно-регулируемые электроприводы, могут усложнить измерения, поскольку очень важно извлекать точные переходы через ноль для сигналов ШИМ, поэтому разработчикам двигателей рекомендуется использовать осциллограф для проверки и поиска неисправностей. Специальное программное обеспечение, разработанное для автоматизации анализа мощности преобразователей, двигателей и приводов, значительно упрощает важные измерения мощности трехфазной сети в системах ШИМ и помогает инженерам быстрее получить данные о конструкции. Решения для анализа преобразователей, двигателей и приводов (IMDA) от компании Tetronix помогает инженерам проектировать более совершенные и эффективные трехфазные системы электроприводов с использованием всех преимуществ расширенного пользовательского интерфейса, шести или восьми аналоговых входных каналов и режима высокого разрешения (16 бит) на MSO серии 5/серии 5 В/серии 6 В. Решение IMDA обеспечивает быстрые, точные и воспроизводимые результаты измерений электрических параметров промышленных двигателей и систем привода для асинхронных электродвигателей переменного тока, синхронных двигателей с постоянным магнитом (PMSM) и бесщеточных двигателей постоянного тока (BLDC). Его можно настроить для измерения параметров преобразователей постоянного тока в трехфазный переменный ток, например, используемых в электромобилях.

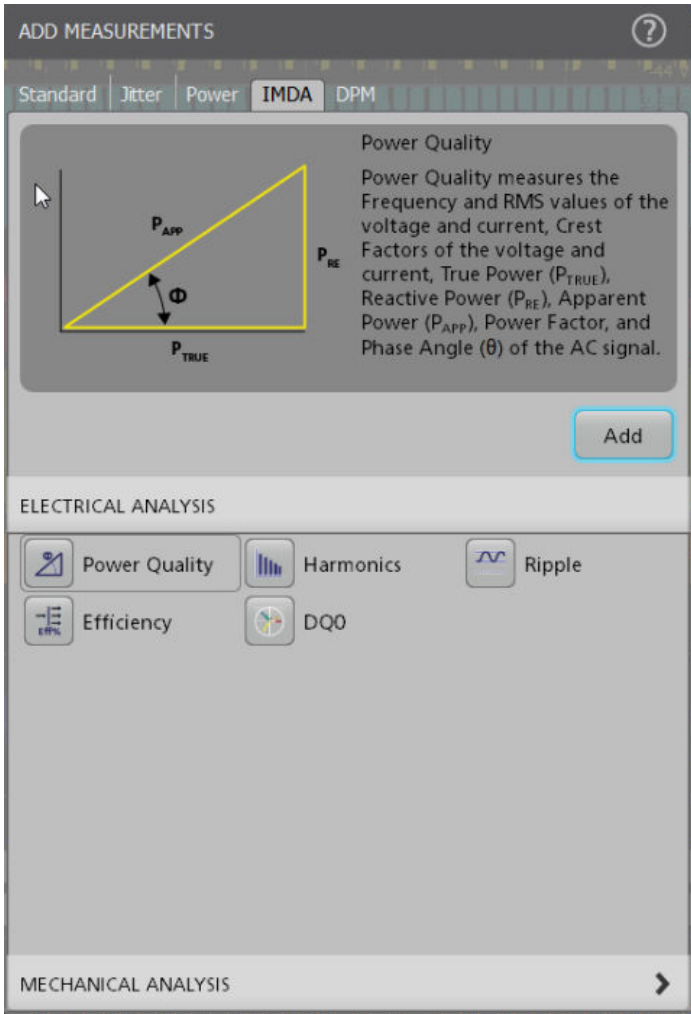
Основные функции и характеристики

- Точный анализ трехфазных ШИМ-сигналов, используемых для управления асинхронными двигателями переменного тока, двигателями BLDC и PMSM.
- Уникальные векторные диаграммы на основе данных осциллографа показывают параметры V_{RMS} , I_{RMS} , V_{MAG} , I_{MAG} и фазовые соотношения для сконфигурированных пар проводки.
- Отлаживайте конструкции электропривода, одновременно просматривая входные/выходные сигналы напряжения и тока привода во временной области с векторной диаграммой.
- Функция трехфазной автоматической настройки позволяет настроить осциллограф для получения оптимальных горизонтальных, вертикальных, пусковых параметров и параметров регистрации для получения трехфазных сигналов.

- Измеряет трехфазные гармоники в соответствии с IEC-61000-3-2, IEEE-519 или пользовательскими пределами.
- Измеряет КПД системы на основе выбранных конфигураций проводки.
- Быстрое добавление и настройка измерений с помощью интуитивно понятного интерфейса перетаскивания на MSO серии 5 /серии 5 В/ серии 6 В.
- Анализ преобразователя и трехфазных автомобильных систем для конфигурации входных цепей постоянного тока и выходных цепей переменного тока.
- Отображает отфильтрованную форму сигнала классификатора фронта ШИМ во время анализа.
- Отображает результаты проверки для каждой записи или цикла во время анализа для конкретных измерений.
- Поддерживает графики тенденции во времени и графики тенденций собранных данных для конкретных измерений.
- Поддерживает математическое преобразование «линейное в фазное» для конкретной схемы подключения.
- Поддерживает измерения DQ0 с векторными диаграммами и результирующим вектором DQ0.
- Поддерживает механические измерения с использованием датчиков Холла и сигналов QE1 (интерфейс импульсного датчика) с импульсом индекса и без него.
- Поддерживает измерение крутящего момента.
- Поддерживает выделение гармоник всех измерений по основной частоте и полному спектру.

Обзор измерений

В процессе проектирования преобразователей для трехфазной сети, таких как приводы с переменной частотой вращения, необходимо выполнить ряд измерений. Пакет анализа преобразователей, двигателей и приводов для MSO серии 5/серии 5 В/серии 6 В позволяет автоматизировать основные измерения электрических параметров, сгруппированных в специальную группу. Измерения можно настроить для измерения конфигурации входной или выходной проводки.



Измерения IMDA в группе анализа электрических параметров

Измерения могут быть настроены для определения параметров 1V11 (1 фаза, 2-проводной), 2V21 (1 фаза, 3-проводной), 3V31 (3 фазы, 3-проводной), 1V11 (1 фаза, 2 проводной, пост. ток) или 3V31 (3 фазы, 3-проводной) и 3P4W (3 фазы, 4-проводной) для поддержки конфигурации питания двигателя. Измерения могут выполняться в линейном или фазном режиме для поддержки конфигураций «треугольник» или «звезда».



Настройка измерения для конфигурации входной проводки

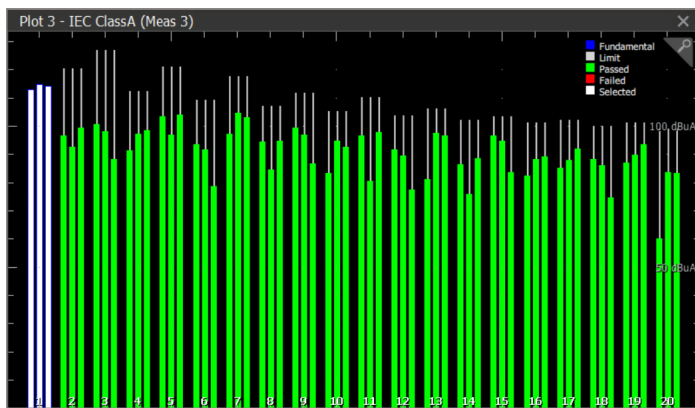
Гармоники

Формы сигналов мощности редко имеет форму классической синусоиды. Измерения гармоник позволяют разбивать несинусоидальные формы сигналов напряжения или тока на их синусоидальные компоненты, указывая частоту и амплитуду для каждого компонента.

Анализ гармоник может выполняться до 200-го порядка гармоник. Максимальный порядок гармоники можно настроить в соответствии с вашими требованиями, указав диапазон в конфигурации измерения. Для каждой фазы измеряются значения THD-F, THD-R и основные значения. Результаты измерения можно оценивать по стандарту IEEE-519 или IEC 61000-3-2 или в соответствии с пользовательскими пределами. Результаты проверки можно записать в подробный отчет, в котором будет указано состояние «годен/не годен».



Сравните результаты измерений гармоник с отраслевыми стандартами или пользовательскими пределами



Примерный график гармоник показывает соответствие результатов проверки гармоник. Каждый набор полос содержит результаты для фаз A, B и C для простой корреляции.

На графике гармоник отображаются результаты проверки для всех трех фаз, сгруппированных вместе, чтобы пользователь мог соотносить результаты проверки между фазами. Кроме того, на графике показаны визуальные результаты проверки. Полосы гармоник выделяются зеленым цветом в случае положительных результатов и красным цветом, если они выходят за пределы

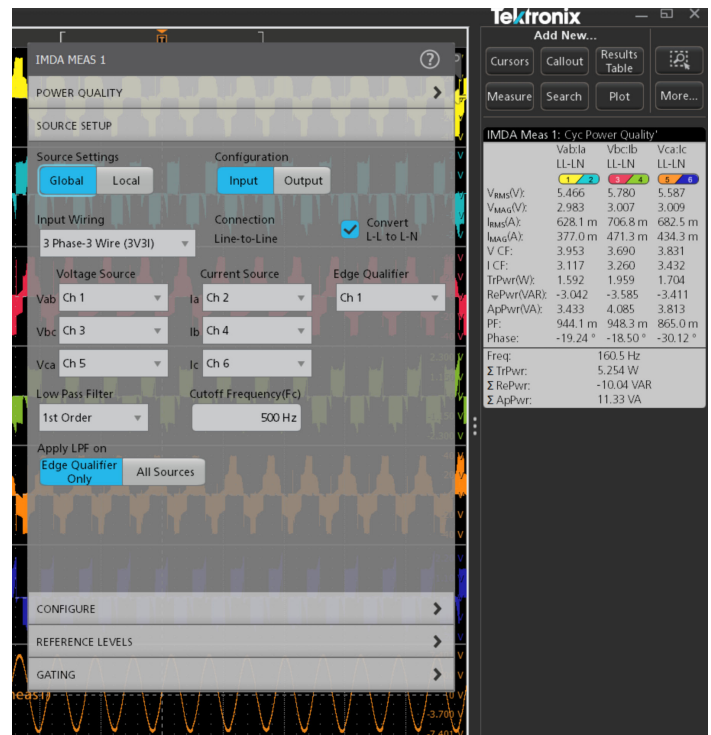
проверки. Это позволяет быстро получить представление о результатах при отладке конфигурации гармоник.

Качество электроэнергии

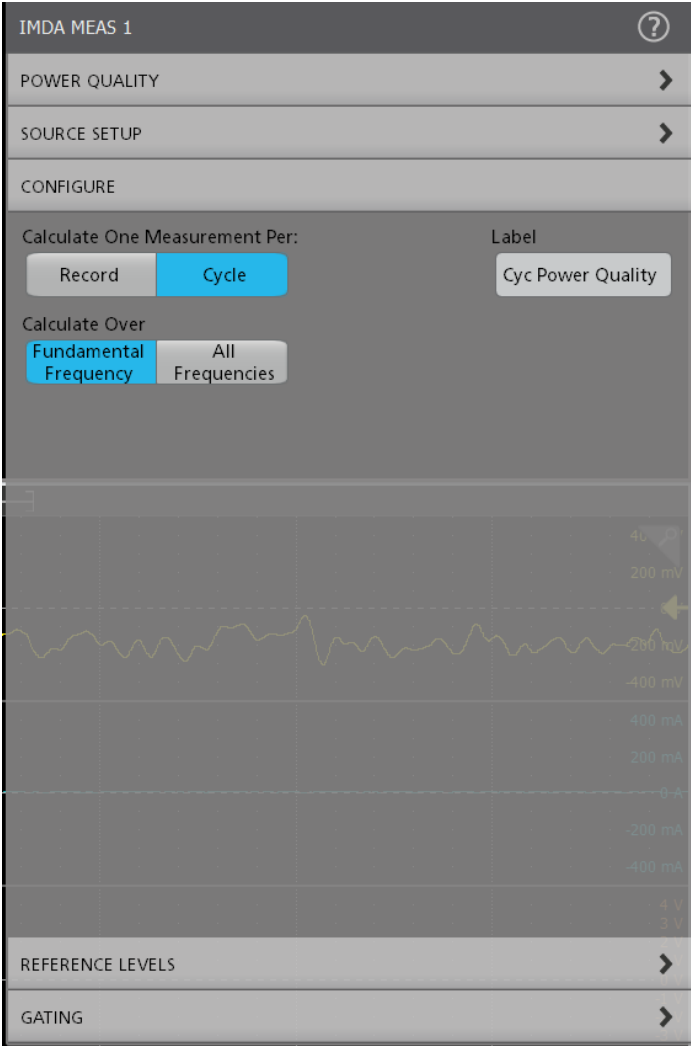
Это измерение обеспечивает важные дополнительные измерения качества электроэнергии для трехфазной сети, включая частоту и среднеквадратичные значения напряжения и тока, коэффициент амплитуды напряжения и тока, частоту ШИМ и фазовый угол для каждой фазы. Эта функция также показывает сумму активной мощности, сумму реактивной мощности и сумму компонентов полной мощности.

Кроме того, в конфигурации с фазовым режимом в этом измерении отображаются компоненты активной мощности, реактивной мощности и полной мощности всех трех фаз.

На векторной диаграмме могут быть показаны векторы напряжения и тока, чтобы можно было быстро оценить фазовый сдвиг для каждой фазы и баланс между фазами. Каждый вектор представлен среднеквадратичным значением, а фаза вычисляется методом дискретного преобразования Фурье (DFT).

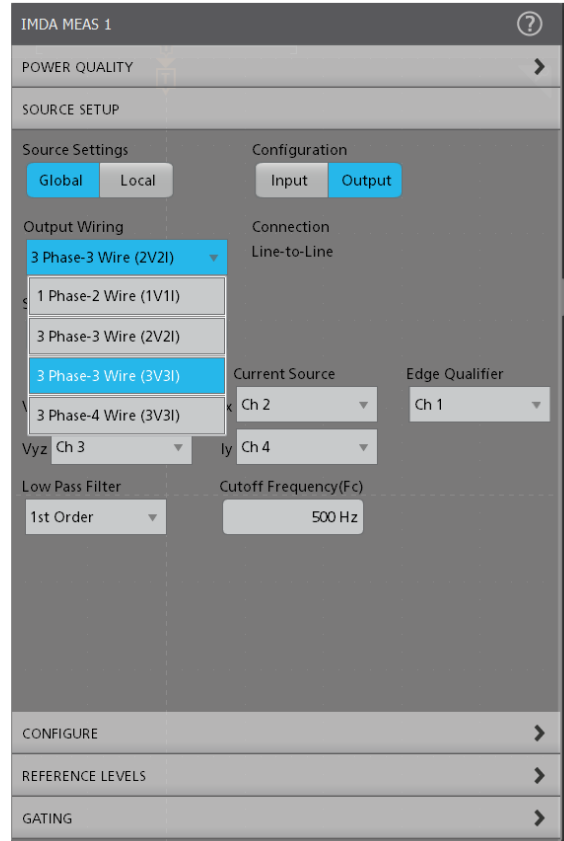


Простая настройка параметров для получения информации о качестве электроэнергии

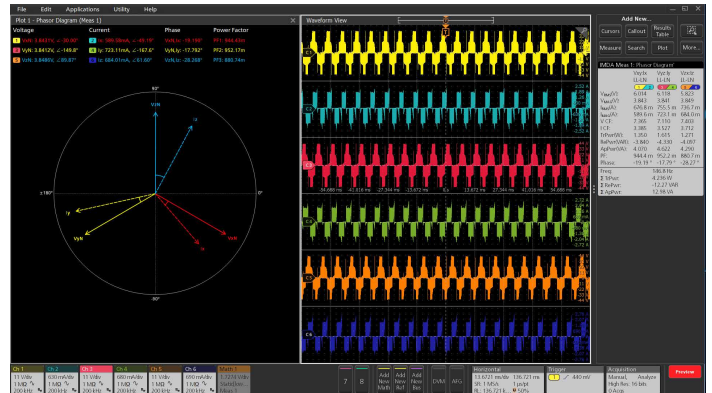


Метод расчета качества электроэнергии

Измерение качества электроэнергии можно настроить для важных измерений мощности в трехфазной сети на выходной стороне, включая частоту и среднеквадратичные значения напряжения и тока, коэффициент амплитуды напряжения и тока, частоту ШИМ, активную мощность, реактивную мощность, полную мощность, коэффициент мощности и фазовый угол для каждой фазы.



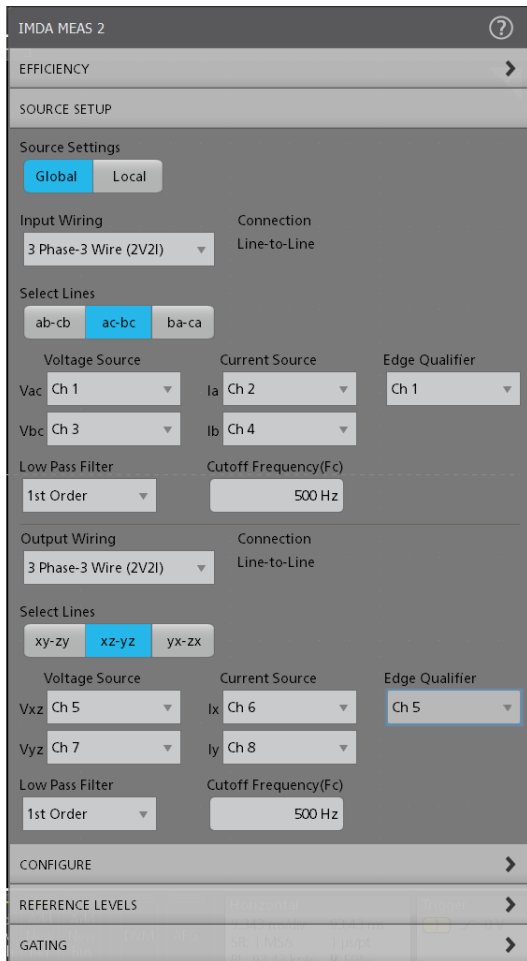
Простая настройка входов напряжения и тока при измерении качества электроэнергии для отображения векторных диаграмм



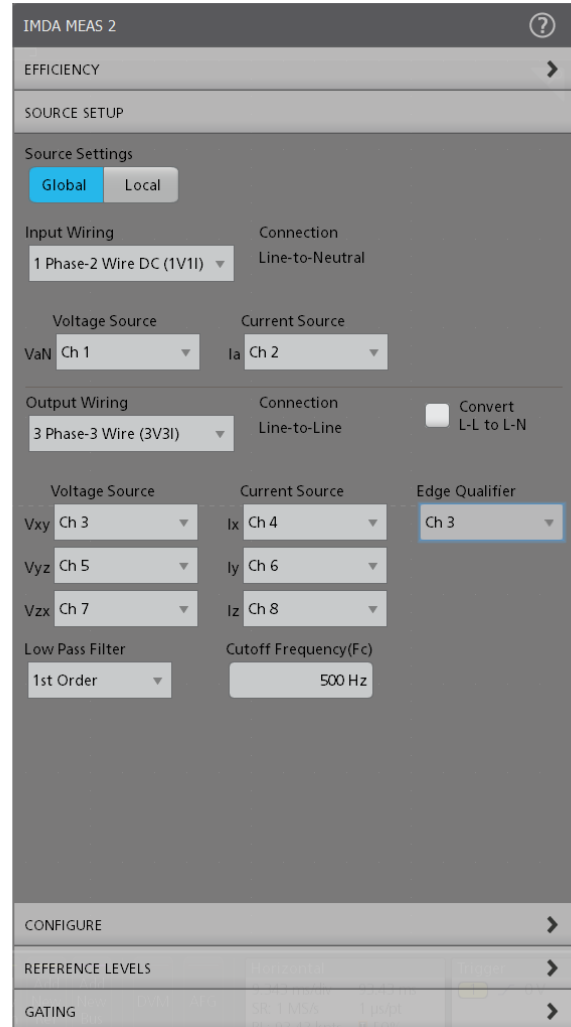
Уникальная функция векторной диаграммы на основе данных осциллографа позволяет узнать соотношение между векторами напряжения и тока

КПД

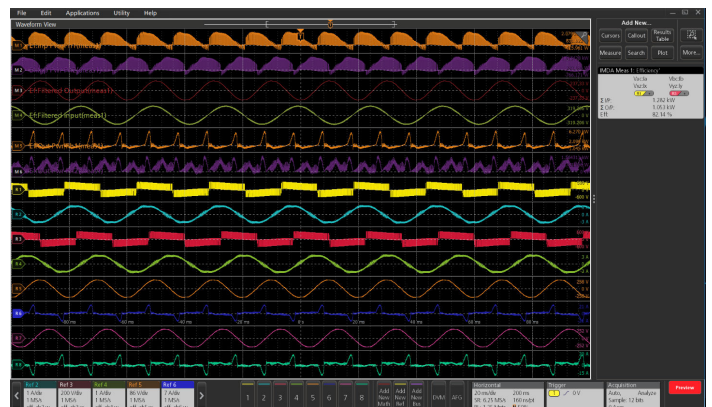
КПД — это измеренное соотношение выходной и входной мощности. Решение IMDA поддерживает КПД источника трехфазного переменного тока и конфигураций преобразователя. Используя метод 2V2I, можно измерить КПД источника трехфазного тока с помощью восьми каналов осциллографа (2 источника напряжения и 2 источника тока на стороне входа; 2 источника напряжения и 2 источника тока на стороне выхода). Решение позволяет рассчитывать КПД на каждой фазе (для конфигурации 3V3I) и общий (средний) КПД системы в зависимости от комбинаций входных и выходных проводов.



Настройте проводку и фильтры для измерения КПД промышленного двигателя



Настройте проводку и фильтры для измерения КПД топологии источников постоянного и переменного тока, наиболее подходящей для проверки преобразователя

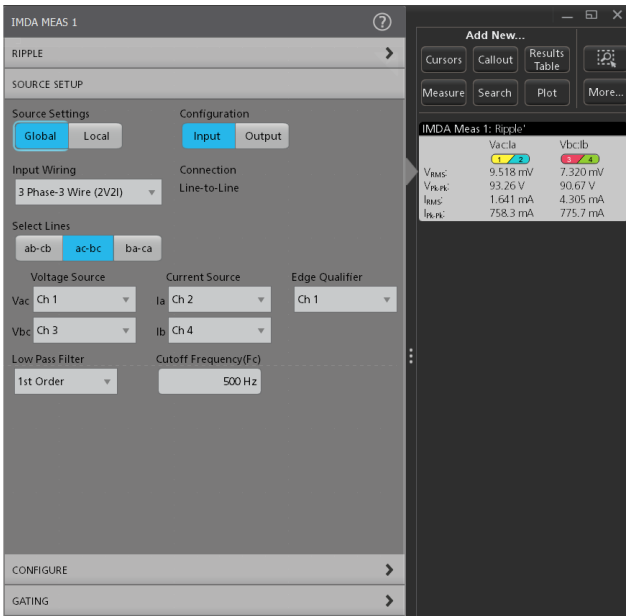


Получите полное представление об общем КПД системы

Анализ пульсации

Пульсация определяется как остаточное или нежелательное переменное напряжение на постоянной составляющей постоянного тока. Обычно она измеряется на шине постоянного тока.

Это измерение помогает понять, насколько эффективно сигнал преобразуется из переменного тока в постоянный на входной стороне, а также оценить влияние нежелательных компонентов на сигнал ШИМ на выходной стороне.



Конфигурацию анализа пульсаций можно настроить так, чтобы выполнять анализ пульсации при частоте питающей сети и при частоте переключения



Измерение пульсаций на входных сигналах постоянного тока при проверке преобразователя

Анализ Direct Quadrature Zero (DQ0)

Режим работы трехфазных машин переменного тока можно описать с помощью напряжения и тока, записанных во вращающейся системе координат, как показано ниже.

$$V_A = V_g \times \cos (w(t))$$

$$V_B = V_g \times \cos \left(\frac{w(t)-2\pi i}{3} \right)$$

$$V_C = V_g \times \cos \left(\frac{w(t)-4\pi i}{3} \right)$$

где

A, B и C представляют собой три фазы сигнала переменного тока.

«Vg» — соответствующий коэффициент усиления.

«w(t)» — 2πi×ft.

В случае переменного тока напряжение (V) и токи (I) обычно сдвинуты по фазе на угол 120 градусов. Эти компоненты V и I отличаются по времени, таким образом, представление о точке работы в устойчивом состоянии отсутствует.

Обычно сигналы переменного тока являются реальными сигналами, но их преобразование в постоянный ток помогает получить абстрактное представление прямого квадратурного преобразования. Функция DQ0 помогает имитировать контроллер. Эта информация позволяет лучше понять, что делает контроллер, и отрегулировать его конструкцию.

Как правило, преобразования DQ0 поворачивают системы координат форм сигнала переменного тока, чтобы преобразовать эти формы в сигналы постоянного тока. Это позволяет упростить расчеты по сигналам постоянного тока перед выполнением обратного преобразования для восстановления фактических значений трехфазного переменного тока.

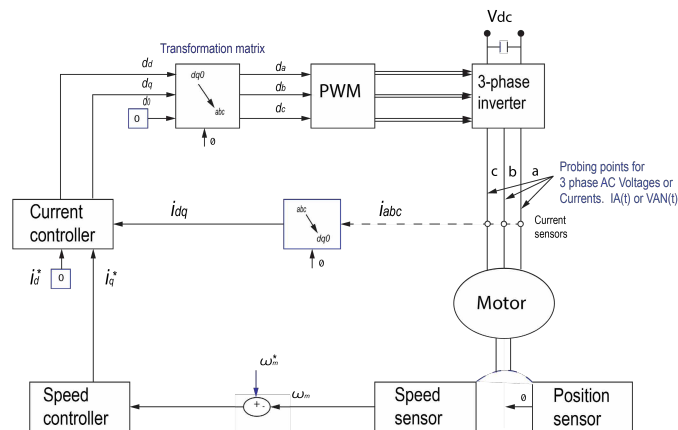
При измерении и мониторинге выходных данных системы управления разработчикам нужно аппаратное обеспечение FPGA и ASIC для обработки данных датчиков, чтобы получить информацию DQ0, а затем проверить информацию управления посредством нескольких итераций. Это решение подразумевает сложный и длительный процесс.

На практике очень сложно измерить или проверить сигналы D-Q-0. Типичное решение обеспечивает внешнее стимулирование контроллера для повторения входных сигналов контроллера и выходных сигналов аналого-цифрового контроллера (ADC) в качестве сигналов DQ0.

Для решения этой задачи пользователям приходится использовать программное приложение DQ0, чтобы понять сложные динамические явления в системах управления питанием.

Решение IMDA включает преобразование DQ0, которое поворачивает системы координат форм трехфазного сигнала, чтобы они становились сигналами постоянного тока. Вычисления этих величин постоянного тока перед их инвертированием и получением фактических результатов трехфазного переменного

тока можно упростить. Базовая схема управления показана на рисунке далее.



A basic control scheme for a permanent magnet synchronous motor

Типичная настройка соединения и точки измерения для измерения DQ0

Компания Tetronix предлагает запатентованную функцию DQ0 в категории измерения для анализа электрических параметров. Ее можно использовать в качестве дополнительного варианта с применением матрицы преобразования Кларка и Парка. Функция DQ0 доступна в качестве опции 5-IMDA-DQ0/6-IMDA-DQ0 на MSO серии 5, серии 5 В и серии 6 В.

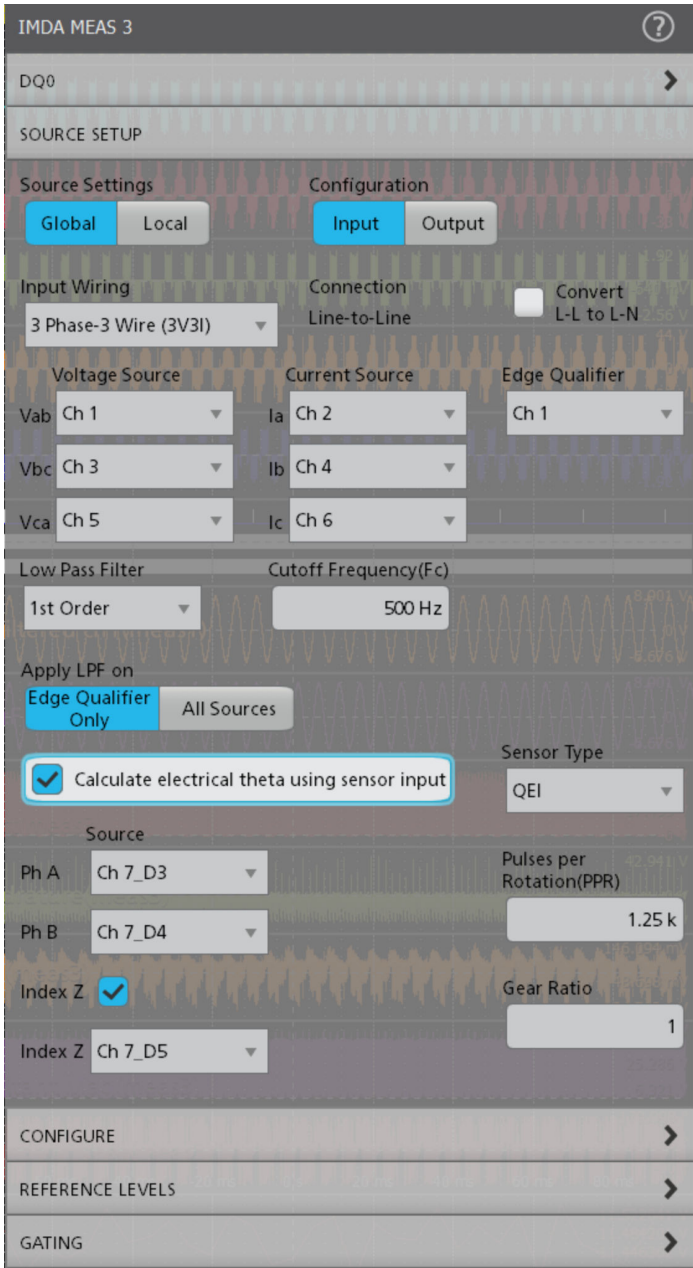
Функция DQ0 вычисляет угол (θ) в виде $2\pi \cdot f \cdot t$ и экстраполирует систему координат на основании того, где мы предполагаем наблюдать сигналы, изменяющиеся по времени. Система DQ0 (векторная диаграмма) поворачивается с требуемой скоростью и частотой и не обязательно в фазе с ротором, что помогает понять мгновенное состояние двигателя.

Это измерение поддерживается в конфигурации 3V3I, система принимает трехфазные сигналы напряжения или тока от двигателя в качестве входных сигналов и преобразует их в коэффициенты D-Q-0, которые очень полезны при отладке. Благодаря этому разработчики двигателей могут настроить схемы цепи ШИМ-контроллера.

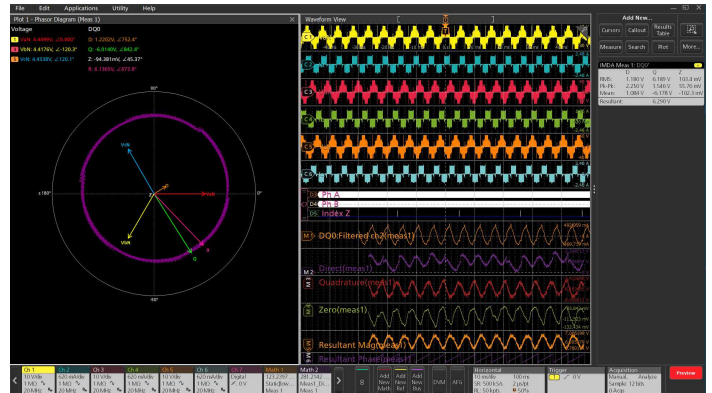
Функция вычисляет преобразование DQ0 в реальном времени путем преобразования 3-фазных сигналов выходного напряжения или тока привода. Матрица преобразования переводит изменяющиеся по времени сигналы переменного тока в компоненты постоянного тока, которые не зависят от времени. Это помогает воспроизвести то, как система управления воспринимает мгновенный крутящий момент и скорость двигателя. Преобразование DQ0 позволяет разработчикам двигателей сопоставлять производительность секции 3-фазного питания для системы управления аппаратно реализованными алгоритмами и проектирования. Перекрывающиеся векторы DQ0 и векторы 3 фаз ABC очень помогают во время отладки, поскольку позволяют разработчикам одновременно наблюдать обе оси векторов на одном и том же графике.

Для этого измерения предусмотрен разный вывод данных, например скалярные значения с величиной D и Q, среднеквадратичные значения со статистикой, производные математические кривые и векторная диаграмма. Математическая кривая предоставляет преобразованную кривую постоянного тока. Это позволяет получать различные виды выходных сигналов системы управления на одном экране.

Наблюдая за результатами DQ0, можно сделать важные выводы, например о вариациях, указывающих на пульсацию среднеквадратичных значений, о межпиковых значениях и гармониках более высокого порядка. Эти параметры непосредственно связаны с пониманием работы алгоритмов в системах управления. Без этой информации сложно понять работу систем управления двигателем.

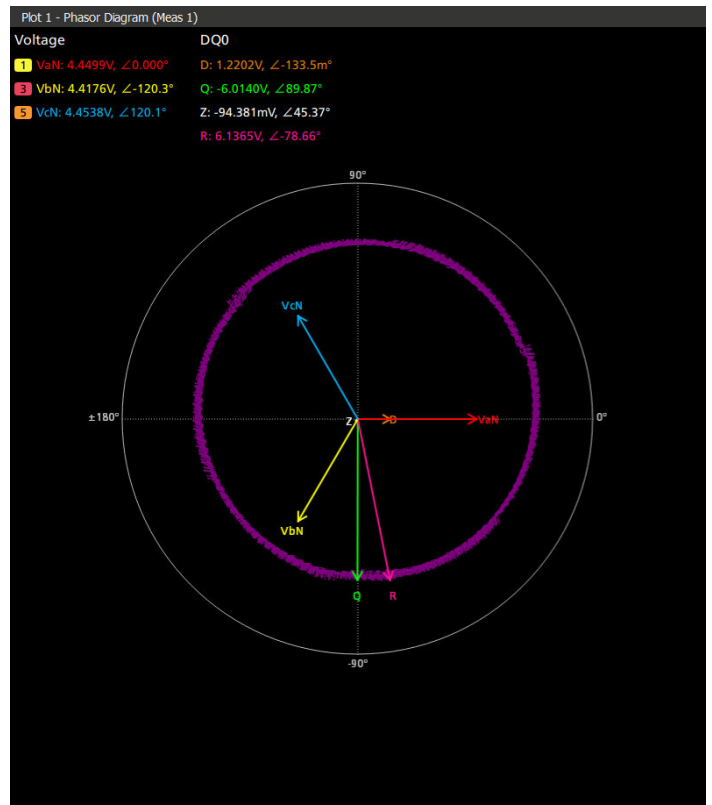


DQ0 с конфигурацией QEI



Измерение DQ0 выполняется на MSO серии 5. Результаты представлены на векторной диаграмме в виде векторов Q (зеленый), D (оранжевый) и Z (белый), а их скалярные значения показаны в поле результатов справа. Формы сигнала DQ0 отображаются в виде Math M1, Direct (фиолетовый), Quadrature (красный) и Zero (зеленый).

Усовершенствованный алгоритм DQ0 вычисляет результирующий вектор из компонентов D и Q, он отображает полученный вектор, который является суммой наложенных векторов вращений двигателя и интегрирован с мгновенным углом вращения двигателя (тета).



На графике DQ0 показан результат в виде графика стабильного вращения.

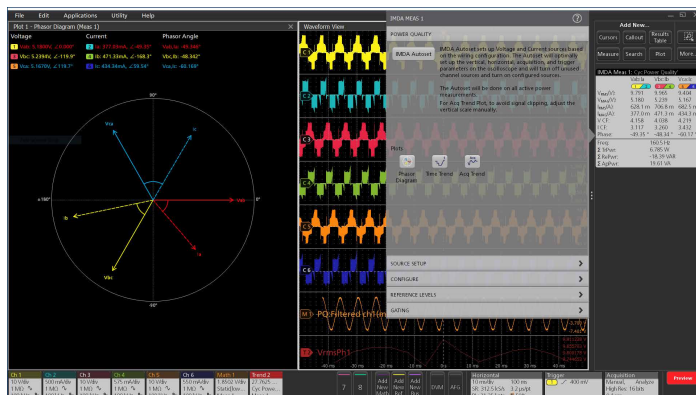
Динамические измерения с использованием анализа тенденций

Стандартным требованием при анализе электропривода является возможность просмотра ответа двигателя в течение длительного времени проверки, записей и большого количества данных, собираемых для отслеживания работы проверяемого устройства при различных условиях нагрузки. Это динамическое измерение помогает понять оптимальные конструкции и взаимозависимость между различными параметрами, такими как напряжение, ток, мощность, частота и их отклонение в зависимости от условий нагрузки. При необходимости можно вручную увеличить масштаб и просмотреть на нужной области формы сигнала результаты проверки.

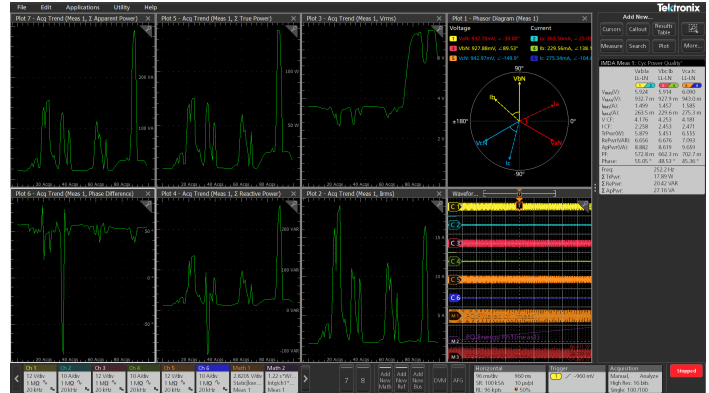
Решение IMDA предлагает два уникальных графика тенденций качества электроэнергии для удовлетворения следующих требований:

- график тенденции во времени;
- график тенденции собранных данных.

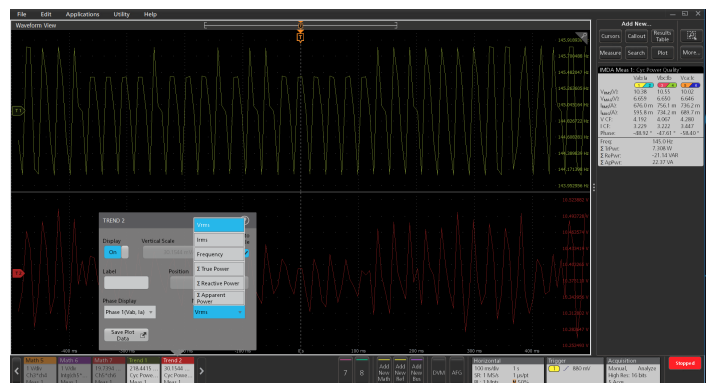
Каждый график имеет свои преимущества и может быть использован для построения графиков поддерживаемых дополнительных измерений при измерении качества электроэнергии. График тенденции во времени показывает измеренное значение за цикл или для полученной формы сигнала (запись), а график тенденции собранных данных показывает среднее измеренных значений за одну запись для каждого сбора данных. Во время конфигурации проверки можно настроить счетчик сбора данных. Это позволяет регистрировать длинные записи данных для глубокого анализа записей и понимания динамических характеристик ответа двигателя. Графики можно сохранить в формате CSV для последующей обработки.



Тенденции во времени позволяют анализировать по графику измерения мощности в одной записи сбора данных. Тенденции собранных данных позволяют построить график измеренной мощности, полученных в ходе разных сеансов сбора данных, для долгосрочной проверки.



В данном примере показаны графики тенденций собранных данных при измерении средней мощности для 100 сеансов сбора данных, в том числе среднеквадратичных значений напряжения, среднеквадратичных значений тока, разности фаз, суммы активной мощности, полной мощности и реактивной мощности.



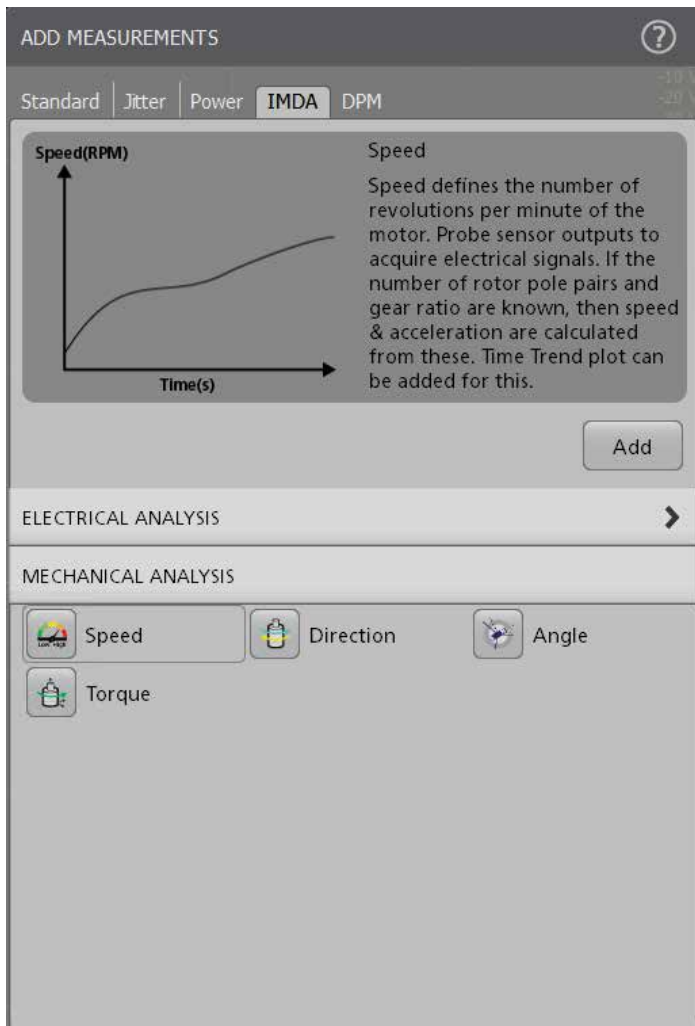
Добавьте и настройте график тенденции во времени для различных дополнительных измерений качества электроэнергии. На рисунке показаны два графика тенденций в зависимости от времени для контроля среднеквадратичных значений напряжения и параметров частоты.

Механический анализ

Группа механического анализа IMDA (опция IMDA-MECH) поддерживает выходные сигналы датчика Холла и QEI для расчета скорости, ускорения и направления. В дополнение к этим измерениям метод QEI также поддерживает измерение углов и отображает их в градусах или радианах. Результаты ускорения сообщаются при измерении скорости. Для измерения основных параметров двигателя требуется количество пар полюсов и соответствующее передаточное число. Измерение направления предполагает, что перед началом работы необходимо настроить последовательность нарастающих фронтов датчика Холла и проверить их во время работы. В случае метода QEI для измерения требуется информация о выходах QEI: фазе A, фазе B, дополнительном импульсе индекса Z и импульсах на оборот (PPR).

Для захвата выходных сигналов датчиков могут использоваться пассивные датчики TRP1000 или высоковольтные дифференциальные датчики THDP0200/100 в зависимости от

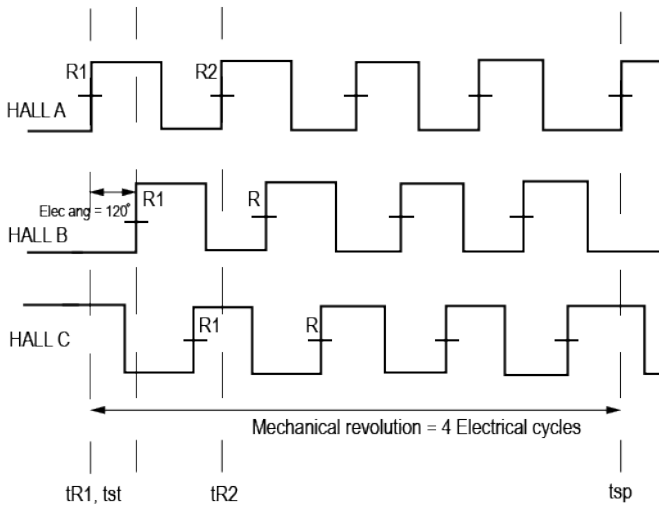
выходной мощности двигателя и уровня шума. Вместо аналоговых рекомендуется использовать цифровые каналы с логическими датчиками TLP, поскольку они создают меньше шума и помогают сохранить аналоговые каналы для других операций проверки и использовать один гибкий канал для измерения.



Механический анализ IMDA поддерживает измерения скорости (с ускорением) и направления

Измерение скорости

Переход сигнала датчика Холла, как показано на следующем рисунке.



Расчет измерения скорости с использованием трех переходов датчика Холла

Скорость определяется следующим уравнением,

$$Speed \text{ in RPM} = \left(\left(\frac{1}{T_{SP} - T_{ST}} \right) * 60 \right) * G$$

где

Разница между T_{SP} и T_{ST} определяется количеством пар полюсов.

T_{ST} — запуск при электрическом импульсе

T_{SP} — остановка при электрическом импульсе

60 — частота вращения (оборотов в минуту)

G - передаточное число.

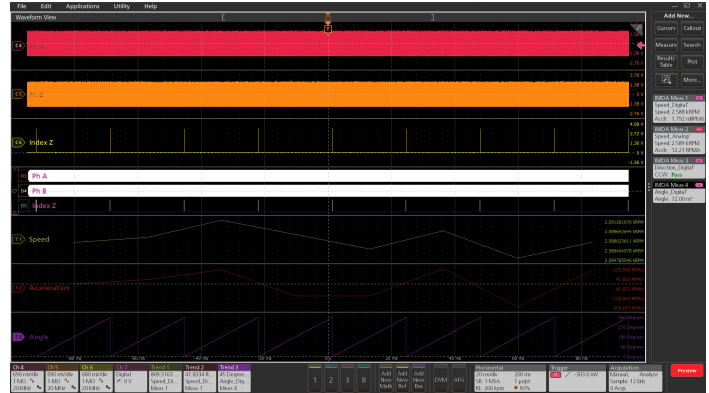
Ускорение

Ускорение — быстрота изменения скорости за единицу времени. Оно определено следующим образом:

$$AccI_r = \frac{Speed(t_{n+1}) - Speed(t_n)}{((t_{n+1}) - t_n)}$$

Поддержка скорости и направления на следующих графиках:

- Гистограмма
- Тенденция во времени
- Тенденция собранных данных



Измерение скорости и направления вращения двигателя с помощью метода QE1. Сигналы QE1 (индекс фазы A, B и Z) показаны для справки при подключении обоих аналоговых (TPP1000) и цифровых (TLP058) датчиков.

Важность графиков тенденции собранных значений скорости

График тенденции собранных данных вместе с гистограммой показывает джиттер сигнала скорости двигателя, для измерения которого в других случаях требуется специальный прибор, например детонатор. Эти данные о джиттере (колебания синхронизации фронтов) определяют стабильность скорости двигателя.

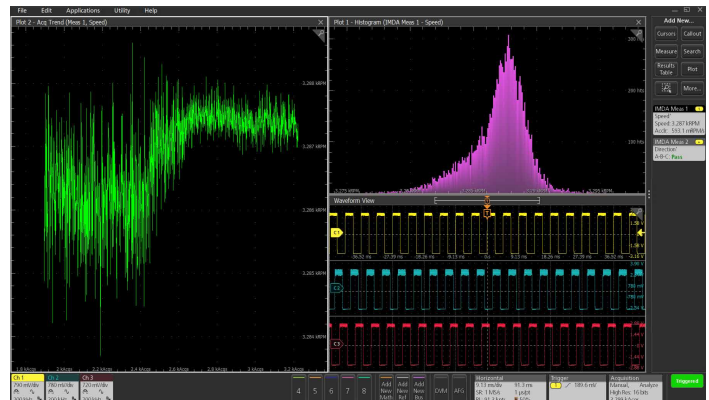


График тенденции собранных данных, на котором показан джиттер на сигнале скорости двигателя (слева), а также гистограмму (справа), которая показывает распределение скорости

Профиль запуска двигателя

Разработчики двигателей заинтересованы в изучении профиля запуска двигателя на этапе проектирования. Тенденция во времени предоставляет мгновенную информацию о скорости двигателя, которую в других случаях трудно измерить.

На следующем [графике тенденции во времени показана последовательность запуска двигателя](#), где время запуска двигателя составляет 2,3 с от выключенного до включенного состояния. Аналогично можно выполнить операцию включения-выключения и получить представление о процессе замедления, как показано на рисунке [График тенденции во времени, показывающий замедление двигателя в состояние остановки](#).

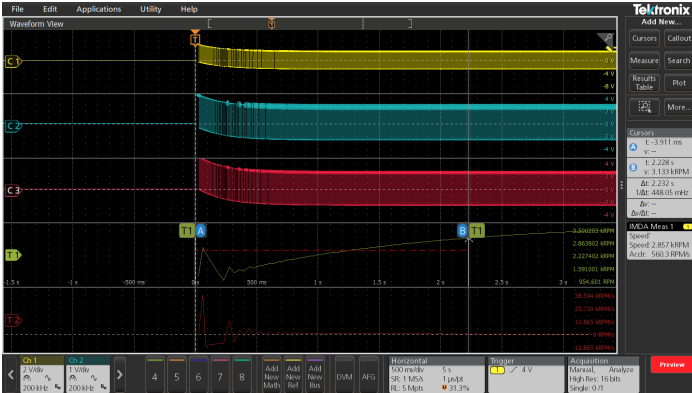


График тенденции во времени, отображающий последовательность запуска двигателя

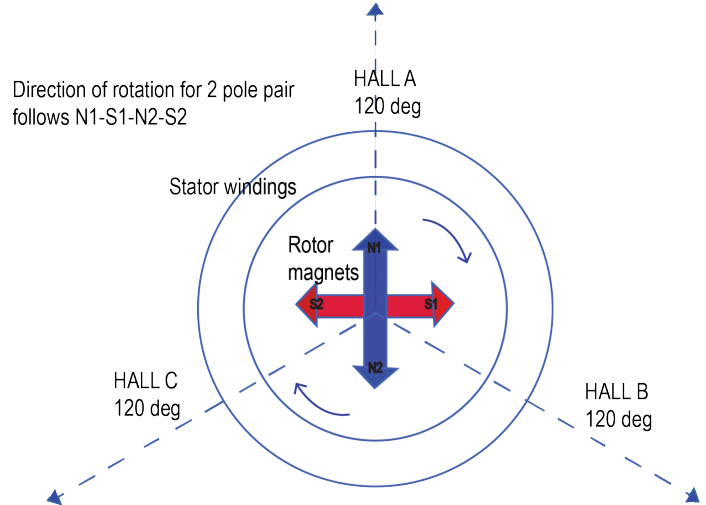


График тенденции во времени, отображающий замедление двигателя в состоянии остановки

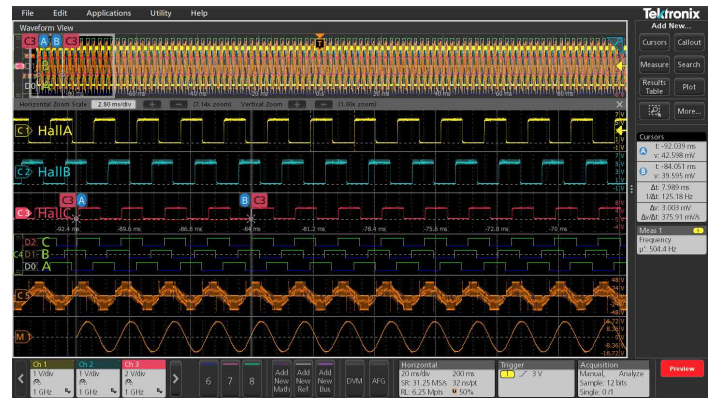
Направление

В некоторых областях применения (например, дрели, стиральные машины и электрические насосы) требуется быстрый переход в режим работы двигателя и изменение направления движения. В таком анализе полезно использовать измерение направления. Направление вращения определяется порядком нарастающих или нисходящих фронтов выходного сигнала датчика Холла. Для измерения направления необходимы все три сигнала датчика Холла. Они доступны в качестве настраиваемых параметров для измерения направления и проверяются во время работы двигателя. Как правило, последовательность A-B-C интерпретируется как движение по часовой стрелке (CW), а последовательность A-C-B интерпретируется как движение против часовой стрелки (CCW).

Например, если первый нарастающий фронт появляется от датчика Холла А, а нарастающий фронт датчика Холла В находится под углом 120 градусов, то последовательность вращения ротора определяется как А-В-С. В противном случае, если второй нарастающий фронт датчика Холла С поступает при 120 градусах, то последовательность — А-С-В.



Информация о направлении, интерпретируемая по выходным сигналам датчика Холла



Информация о направлении, полученная на осциллографе, показывает последовательность нарастающих фронтов датчиков Холла А, В, С (вращение по часовой стрелке)

Формула, используемая для определения информации о направлении:

$$\text{Порядок (по часовой стрелке)} = (A-B-C)$$

$$\text{Порядок (против часовой стрелки)} = (A-C-B)$$

Где функция *Порядок* проверяет последовательность нарастающих фронтов всех трех сигналов датчика Холла.

Чтобы упростить отладку, направление можно отобразить в виде графика тенденции собранных данных, чтобы предоставить визуальную индикацию на точной отметке времени, когда двигатель изменил направление. Такой график показан в качестве образца на следующем рисунке.

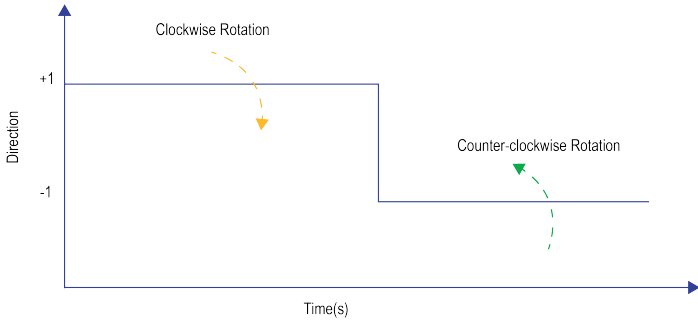


График тенденции собранных данных показывает +1 и -1 в зависимости от вращения двигателя по часовой стрелке или против часовой стрелки.

Измерение крутящего момента

Крутящий момент двигателя — это вращающая сила, создаваемая на выходном валу. Измеряется в Нм.

Система IMDA поддерживает два метода измерения крутящего момента:

1. Метод датчика:

Метод представляет собой наиболее распространенный способ измерения крутящего момента, в котором используется выходной сигнал датчика крутящего момента или датчика нагрузки. Измерение крутящего момента, создаваемого двигателями, можно выполнить, подключив датчик крутящего момента к валу двигателя. Пользователи могут регистрировать форму сигнала крутящего момента с помощью пассивного датчика напряжения. Форма сигнала напряжения пропорциональна измеренному крутящему моменту.

Пользователь должен настроить высокие и низкие значения датчика крутящего момента, а также соответствующие высокие и низкие значения выходного напряжения. Измерение изменяет масштаб полученной формы сигнала напряжения до значений крутящего момента.

Датчик нагрузки выдает значение силы. Значение крутящего момента вычисляется как произведение силы и длины плеча (расстояние).

$$\text{Torque Output} = \text{Voltage Input} \times \frac{\text{High Torque} - \text{Low Torque}}{\text{High Voltage} - \text{Low Voltage}}$$

2. Метод тока:

Спецификации многих двигателей позволяют определить крутящий момент как величину, пропорциональную приложенному среднеквадратичному току с использованием постоянной крутящего момента. Это значение представляет оценку крутящего момента.

Как правило, крутящий момент, развиваемый в любом двигателе постоянного тока, пропорционален постоянной крутящего момента, умноженной на ток якоря. В двигателе последовательного возбуждения ток возбуждения пропорционален току якоря.

Крутящий момент, создаваемый ротором, оценивается как прямо пропорциональный току якоря. Пользователь должен настроить постоянную крутящего момента двигателя.

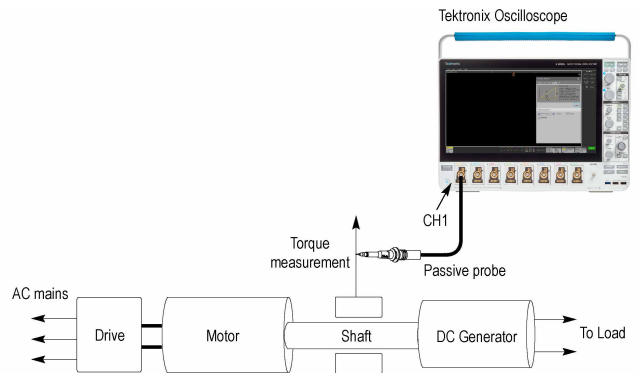
Крутящий момент = постоянная крутящего момента x Irms

Метод измерения крутящего момента поддерживает следующие графики:

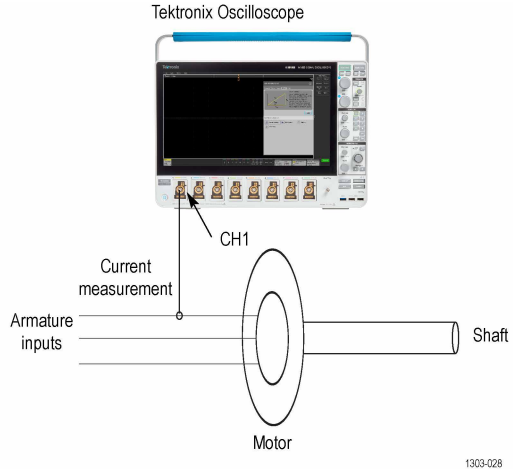
- Гистограмма
- Тенденция во времени
- Тенденция собранных данных

В состав конфигурации входят следующие единицы крутящего момента:

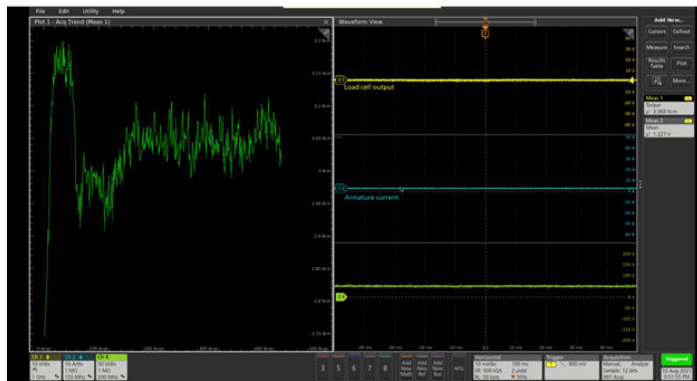
- Ньютон-метры (Н·м)
- Футо-фунты (футо-фунт)
- Дюйм-унции (дюйм-унция)
- Дюйм-фунты (дюйм-фунт)



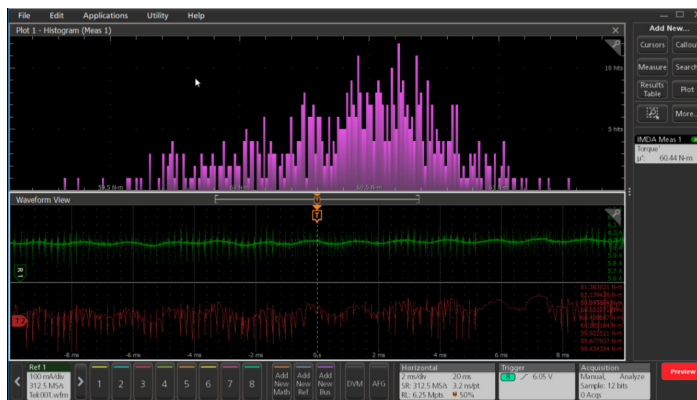
Настройка измерения крутящего момента с помощью датчика крутящего момента



Настройка измерения крутящего момента с использованием метода измерения тока якоря



На рисунке показаны результаты измерения крутящего момента в виде графика тенденции собранных данных с использованием выходного сигнала датчика нагрузки.



На рисунке показаны результаты измерения крутящего момента в виде гистограммы с использованием постоянной крутящего момента и выходного сигнала тока якоря

Создание отчетов

Программное обеспечение IMDA упрощает сбор, архивирование данных, создание документации по конструкции и процессу

разработки. Оно поддерживает создание отчетов в форматах MHT или PDF с результатами «годен/не годен» для упрощения анализа.

Measurement Report

Monday February 3 2020 10:54:56

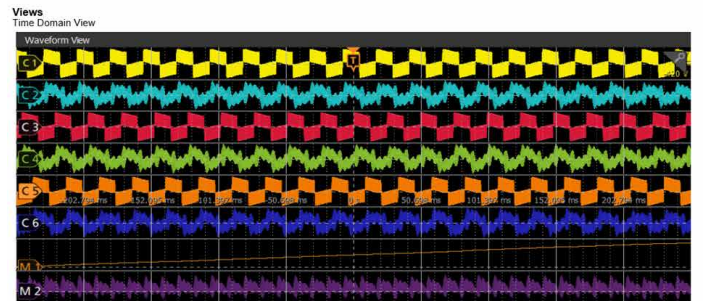
Setup Configuration

Scope Details			
Scope Model Number	Scope Serial Number	TekScope Version	Scope Calibration Status
MS058	Q100118	1.24.6	Pass

IMDA High Level Configuration

Measurement Type	Wiring	Connection	L-L to L-N
Industrial	3 Phase-3 Wire (3V3)	Line-to-Line	False

Name	Measurement Src(s)	MeasT	Min'	Max'	Pk-Pk'	Std Dev'	Population	Accum Mean	Accum Min	Accum Max	Accum Pk-Pk'	Accum Std Dev'	Accum Pop
IMDA Meas 1 - Power Quality	Ch 1, Ch 2 Phase 1 (Vab, Ia)	375.12 V	375.12 V	375.12 V	0.0000 V	0.0000 V	1	375.12 V	375.12 V	375.12 V	0.0000 V	0.0000 V	1
IRMS		330.21 mA	330.21 mA	330.21 mA	0.0000 A	0.0000 A	1	330.21 mA	330.21 mA	330.21 mA	0.0000 A	0.0000 A	1
Voltage		1.7386	1.7386	1.7386	0.0000	0.0000	1	1.7386	1.7386	1.7386	0.0000	0.0000	1
Crest Factor		3.0543	3.0543	3.0543	0.0000	0.0000	1	3.0543	3.0543	3.0543	0.0000	0.0000	1
True Power		83.258 W	83.258 W	83.258 W	0.0000 W	0.0000 W	1	83.258 W	83.258 W	83.258 W	0.0000 W	0.0000 W	1
Reactive Power		-91.713 VAR	-91.713 VAR	-91.713 VAR	0.0000 VAR	0.0000 VAR	1	-91.713 VAR	-91.713 VAR	-91.713 VAR	0.0000 VAR	0.0000 VAR	1
Apparent Power		123.87 VA	123.87 VA	123.87 VA	0.0000 VA	0.0000 VA	1	123.87 VA	123.87 VA	123.87 VA	0.0000 VA	0.0000 VA	1
Power Factor		980.75 m	980.75 m	980.75 m	0.0000	0.0000	1	980.75 m	980.75 m	980.75 m	0.0000	0.0000	1
Phase Angle		-11.260	-11.260	-11.260	0.0000	0.0000	1	-11.260	-11.260	-11.260	0.0000	0.0000	1
Degrees		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1
V Phase		Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees
I Phase		-11.260	-11.260	-11.260	0.0000	0.0000	1	-11.260	-11.260	-11.260	0.0000	0.0000	1
Degrees		Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees	Degrees



Global Configuration

Gating	Jitter Separation Model	Dual Dirac Model	Display Limit Type	Standard Reference Levels	Jitter Reference Levels	Lock RJ
None	Spectroscopy	PCIExpress	Seconds	Every Acquisition	First Acquisition	false

Reference Levels Configuration

Rel Levels	Ch1, Ch2, Ch3, Ch4, Ch5, Ch6
Rel Level Type	Global
Base Top Method	MinMax
RiseHigh	90%
RiseMid	50%
RiseLow	10%
FallHigh	90%
FallMid	50%
FallLow	10%
Hysteresis	10%

Образец файла отчета по проверке IMDA со сводной информацией, подробными сведениями и соответствующими изображениями

Технические характеристики

Схема подключения	1V1I (1 фаза, 2-проводной), 2V2I (1 фаза, 3-проводной), 2V2I (3 фазы, 3-проводной), 2V2I (вход пост. тока-вых. пер. тока), 3V3I (вход пост. тока-вых. пер. тока) или 3V3I (3 фазы, 3-проводной) и 3P4W (3 фазы, 4-проводной)
Преобразование L-L в L-N (линейное в фазное)	Применимо для 3 фаз, 3-проводной схемы (3V3I) ¹
Анализ электрических цепей	Качество электроэнергии, гармоники ² Пульсация, DQ0 ³ КПД ⁴
Поддерживаемые датчики	Датчики Холла и QEI (интерфейс импульсного датчика)
Механический анализ	Скорость, ускорение, угол (метод QEI), направление и крутящий момент
Выделение гармоник	Основной и полный спектр
Трехфазная автоматическая настройка	Для всех измерений
Графики	График тенденции во времени, график тенденции собранных данных, векторная диаграмма, гистограмма гармоник ⁵ , график DQ0 и гистограмма (распределение скорости)
Отчет	Формат MHT и PDF, экспорт данных в формат CSV
Размагничивание/компенсация сдвига (статическ.)	Автоматическое обнаружение датчиков, автоматическое обнуление. В меню пользователь может выполнить сдвиг датчиков напряжения и тока, а также размагничивание датчика тока для каждого канала
Поддержка источника	Аналоговые сигналы в режиме реального времени, эталонные формы сигналы и математические формы сигнала

¹ для 3 фаз, 4-проводной схемы (3V3I), соединение всегда находится в фазном режиме, а для 3 фаз, 3-проводной схемы (2V2I) — в линейном.

² Поддерживает пользовательские пределы.

³ Применимы только к проводке по схеме 3V3I.

⁴ Только для проводки по схеме 2V2I.

⁵ Фильтр диапазона в составе конфигурации измерения.

Информация для заказа

Модели

Продукция	Опции ⁶	Поддерживаемые приборы	Доступная полоса пропускания
Новая опция заказа прибора	5-IMDA	MSO серии 5/серии 5 В (MSO56, MSO58, MSO56B, MSO58B)	<ul style="list-style-type: none"> • 350 МГц • 500 МГц • 1 ГГц • 2 ГГц
Возможность обновления продукции	SUP5-IMDA		
Плавающая лицензия	SUP5-IMDA-FL		
Новая опция заказа прибора	5-IMDA-DQ0		
Возможность обновления продукции	SUP5-IMDA-DQ0		
Плавающая лицензия	SUP5-IMDA-DQ0-FL		
Новая опция заказа прибора	5-IMDA-MECH		
Возможность обновления продукции	SUP5-IMDA-MECH		
Плавающая лицензия	SUP5-IMDA-MECH-FL		
Новая опция заказа прибора	6-IMDA	MSO серии 6 В (MSO66B, MSO68B)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 ГГц • 2,5 ГГц • 4 ГГц • 6 ГГц • 8 ГГц • 10 ГГц
Возможность обновления продукции	SUP6B-IMDA		
Плавающая лицензия	SUP6B-IMDA-FL		
Новая опция заказа прибора	6-IMDA-DQ0		
Возможность обновления продукции	SUP6B-IMDA-DQ0		
Плавающая лицензия	SUP6B-IMDA-DQ0-FL		
Новая опция заказа прибора	6-IMDA-MECH		
Возможность обновления продукции	SUP6B-IMDA-MECH		
Плавающая лицензия	SUP6B-IMDA-MECH-FL		

⁶ Для работы опций IMDA-DQ0 и IMDA-MECH требуется наличие опции IMDA в качестве обязательного условия

Пакеты программного обеспечения

Поддерживаемые приборы	Варианты пакетов	Описание
MSO Серии 5/серии 5 В	5-PRO-POWER-1Y	Пакет Pro Power с лицензией на 1 год
	5-PRO-POWER-PER	Пакет Pro Power с бессрочной лицензией
	5-ULTIMATE-1Y	Пакет Ultimate с лицензией на 1 год
	5-ULTIMATE-PER	Пакет Ultimate с бессрочной лицензией
	5-PRO-AUTO-1Y	Пакет Pro Automotive с лицензией на 1 год
	5-PRO-AUTO-PER	Пакет Pro Automotive с бессрочной лицензией
MSO Серии 6В	6-PRO-POWER-1Y	Пакет Pro Power с лицензией на 1 год
	6-PRO-POWER-PER	Пакет Pro Power с бессрочной лицензией
	6-ULTIMATE-1Y	Пакет Ultimate с лицензией на 1 год
	6-ULTIMATE-PER	Пакет Ultimate с бессрочной лицензией
	6-PRO-AUTO-1Y	Пакет Pro Automotive с лицензией на 1 год
	6-PRO-AUTO-PER	Пакет Pro Automotive с бессрочной лицензией

Рекомендуемые датчики

Модель датчика	Описание	Количество
TCP0030A или TCP0150	Датчики тока	3 для проводки 3V3I ⁷
THDP0200 или TMDP0200	Высоковольтные дифференциальные датчики	3 для проводки 3V3I ⁷



Tektronix is registered to ISO 9001 and ISO 14001 by SRI Quality System Registrar.



Product(s) complies with IEEE Standard 488.1-1987, RS-232-C, and with Tektronix Standard Codes and Formats.



Product Area Assessed: The planning, design/development and manufacture of electronic Test and Measurement instruments.

⁷ Для измерения КПД необходимо четыре.

Юго-Восточная Азия/Австралия (65) 6356 3900

Бельгия 00800 2255 4835*
Страны Центральной и Восточной Европы и Прибалтики
+41 52 675 3777
Финляндия +41 52 675 3777
Гонконг 400 820 5835
Япония 81 (120) 441 046

Ближний Восток, Азия и Северная Америка +41 52 675 3777
КНР 400 820 5835
Республика Корея +822 6917 5084, 822 6917 5080
Испания 00800 2255 4835*
Тайвань 886 (2) 2656 6688

Австрия 00800 2255 4835*

Бразилия +55 (11) 3759 7627
Страны Центральной Европы и Греция +41 52 675 3777

Франция 00800 2255 4835*
Индия 000 800 650 1835
Люксембург +41 52 675 3777

Нидерланды 00800 2255 4835*
Польша +41 52 675 3777
Россия и СНГ +7 (495) 6647564
Швеция 00800 2255 4835*
Великобритания и Ирландия 00800 2255 4835*

Балканские страны, Израиль, ЮАР и другие страны ISE
+41 52 675 3777

Канада 1 800 833 9200
Дания +45 80 88 1401

Германия 00800 2255 4835*
Италия 00800 2255 4835*
Мексика, страны Центральной, Южной Америки и Карибского
бассейна 52 (55) 56 04 50 90
Норвегия 800 16098
Португалия 80 08 12370
ЮАР +41 52 675 3777
Швейцария 00800 2255 4835*
США 1 800 833 9200

* Европейский бесплатный номер. Если он недоступен, звоните по номеру: +41 52 675 3777

Дополнительная информация. Компания Tektronix располагает обширным и постоянно расширяющимся набором руководств по применению, технических описаний и других ресурсов в помощь инженерам, работающим над передовыми технологиями. Посетите сайт www.tek.com.

Авторское право: © Tektronix, Inc. Все права защищены. Приборы Tektronix защищены патентами США и других стран, выданными и находящимися на рассмотрении. Информация в этой публикации заменяет все опубликованные ранее материалы. Компания оставляет за собой право изменения цены и технических характеристик. TEKTRONIX и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc. Все другие торговые марки являются знаками обслуживания, товарными знаками или зарегистрированными товарными знаками соответствующих компаний.