

Указания по применению

Измерение эффективности преобразования энергии в фотоэлектрических системах генерации

Отрасль: Возобновляемые и ископаемые источники энергии

Высокоточные измерители электрической мощности WT5000, WT1800E



Обзор

В фотоэлектрических системах генерации для преобразования постоянного тока, снимаемого с солнечных панелей, в широко применяемый переменный ток, используют системы регулирования мощности (СРМ) и контроллеры заряда-разряда. В число параметров, характеризующих работу системы производства электроэнергии, входят фактический объём производимой электроэнергии и эффективность преобразования.

Эффективность (КПД) преобразования коммерческих солнечных батарей варьируется в диапазоне от 10% до 20%. Минимизация потерь при преобразовании тока от солнечной батареи в переменный ток ведёт к повышению эффективности всей системы производства электроэнергии в целом.

В последние годы СРМ для аккумуляторных батарей, а также гибридные СРМ, способные управлять аккумуляторными батареями, также были выведены на рынок фотоэлектрических систем генерации для жилого сектора, системы генерации электроэнергии, подключаемые к аккумуляторным батареям, получили широкое распространение.

КПД преобразования у СРМ находится в пределах от 95% до 98%. Для повышения его на 0,1% необходима оценка системы с использованием высокоточного анализатора мощности.



Солнечные панели

Конфигурация с гибридной СРМ, управляющей АКБ

Задачи / Потребности

Методы измерения КПД преобразования СРМ описаны в ряде стандартов: IEC 61683, EN 50530, JIS C 8961 и др. При этом необходимо измерять не только максимальный КПД, но и Евро-КПД¹ и КПД-СЕС², которые дают результаты, близкие к значению КПД в реальных условиях. Евро-КПД и КПД-СЕС определяют исходя из значений КПД на разных уровнях нагрузки, начиная с низкой и вплоть до номинальной, с учётом весовых коэффициентов.

Измерение КПД преобразования СРМ

- Высокоточное измерение КПД преобразования из постоянного в переменный ток по значениям тока и напряжения до и после СРМ
- Безопасное и точное измерение высокого напряжения и большого тока

Измерение в рамках управления MPPT³

- Точное измерение пиковых значений мощности, напряжения и тока, важных для управления системой MPPT

Измерение заряда и разряда аккумуляторной батареи

- Напряжение, ток и мощность заряда / разряда, а также расчёт суммарного тока и мощности
- Точное измерение, необходимое для достижения более высокого КПД
- Проверка ряда параметров, включая суммарную мощность за период времени

Измерение качества на выходе СРМ

- Измерение напряжения и тока и расчёт мощности при продаже и покупке электроэнергии в электросети
- Измерение качества мощности (выходной уровень, частота, отклонения, и т.д.)

*1 Евро-КПД (*Euro efficiency*, КПД с частичной нагрузкой): КПД, рассчитанный путём сложения КПД при различных значениях нагрузки с учётом их весовых коэф-тов (на основе европейских климатических моделей). Евро-КПД даёт результат, близкий к КПД преобразования в реальных рабочих условиях.

*2 КПД-СЕС (*California Energy Commission*): Стандарты энергоэффективности, созданные Энергетической комиссией Калифорнии, США. Распространяемая в Калифорнии продукция должна соответствовать этим стандартам

*3 Управление системой отслеживания точки максимальной мощности (*Maximum Power Point Tracking*): функция, встроенная в СРМ и другие устройства, для отслеживания и управления напряжением и током (в совокупности) с целью обеспечения максимальной мощности фотоэлектрических генераторов при различных уровнях солнечного освещения. Инструмент MPPT преимущественно используется в крупномасштабных системах.

Решение / Предложение

Приборы YOKOGAWA WT5000 и WT1800E обеспечивают оптимальное решение для измерения КПД преобразования мощности от фотоэлектрических систем генерации.

■ **Одновременное измерение параметров мощности, необходимых для измерения КПД**

Поскольку WT5000 может обрабатывать до 7 входных каналов, а WT1800E – 6, даже один прибор - WT5000 или WT1800E – позволяет измерять входной/выходной сигнал, напряжение, ток, мощность, частоту и КПД СРМ, а также отображать данные на экране. WT5000 и WT1800E могут измерять не только максимальный КПД преобразования, но и Евро-КПД и КПД-CEC.

■ **Дисплей трендов для мощности и КПД**

Колебания мощности или КПД отображаются в виде числовых значений или тренда, что более наглядно позволяет пользователям понимать ситуацию с колебаниями.

■ **Измерение больших токов до 2000 А**

Использование опциональных внешних датчиков тока позволяет измерять намного более сильные токи – до 2000 А.

■ **Измерение гармоник по IEC**

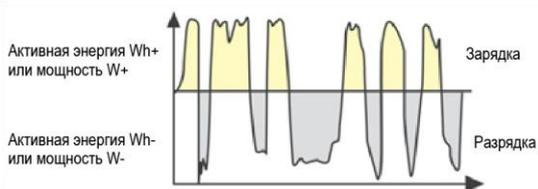
Существует возможность измерения гармоник, создаваемых СРМ, в соответствии со стандартами IEC (МЭК).

■ **Оценка работы системы МРРТ**

Пиковые значения напряжения и тока, максимальное мгновенное значение мощности (с «+» и «-» стороны, соответственно), а также значения напряжения, тока и мощности необходимы для оценки и управления с отслеживанием точки максимальной мощности.

■ **Оценка характеристик заряда/разряда батареи**

При оценке характеристик заряда/разряда батареи используют функцию интегрирования для расчёта объёмов мощности на основе мгновенных положительных и отрицательных значений.

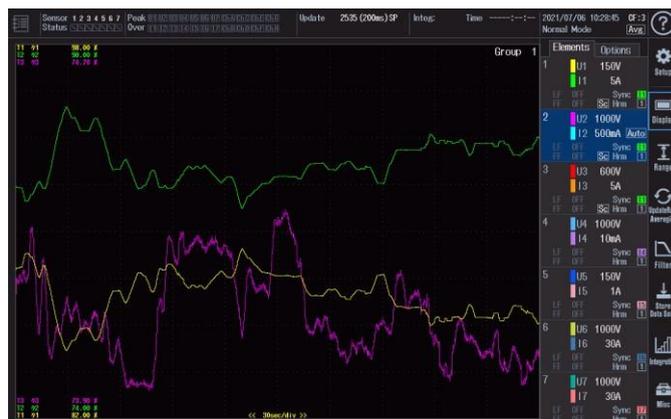


Пример дисплея числовых значений (WT5000)

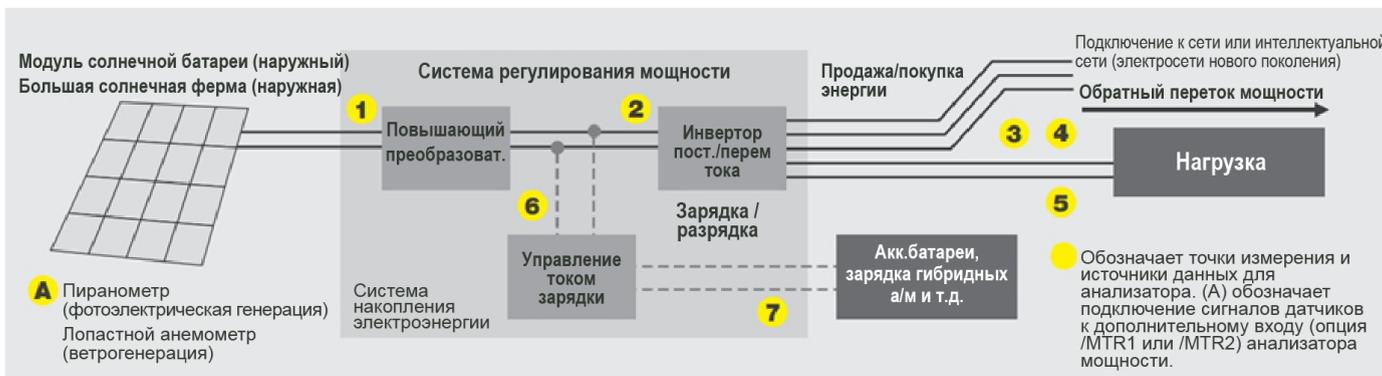
Ускв1/Искв1/P1: выход модуля солнечной батареи
Ускв2/Искв2/P2: выход повышающего преобразователя
Ускв3/Искв3/P3/λ3/fU3/Idc3/Uthd3

: выход инвертора и качество питания

η1 : КПД повышающего преобразователя
η2 : КПД инвертора
η3 : Общйй КПД СРМ



Пример дисплея трендов КПД η1/η2/η3 (WT5000)



Возможности WT5000 по одновременному измерению семи каналов

■ Отображение формы входного сигнала

Функционал приборов позволяет отображать формы входных сигналов без использования осциллографа, а при проверке реального входного сигнала могут применяться расширенные настройки, например, в части фильтрации.

Помимо этого, функция потоковой передачи данных у WT5000 (опция /DS) позволяет непрерывно передавать поток данных о форме сигнала, синхронизированных с измерениями параметров мощности, на ПК с частотой до 2 МС/с без каких-либо пропусков. Существует возможность синхронизации и потоковой передачи данных измерений параметров мощности и данных о форме сигналов напряжения/тока за тот же самый период измерений, для которого выполняется расчёт мощности. Используя формы сигналов можно проверять наличие шумов или изменения в управлении, а также выполнять подробный анализ для определения влияния шумов или изменений на параметры и значение мощности.

■ Измерение больших токов с высокой мощностью

Конструктивно, датчик тока относится к проходному типу, и ток, непосредственно протекающий через проводник, улавливается обмоткой электромагнитного сердечника датчика тока. При этом необходимо учитывать следующие моменты.

1. Датчик тока следует выбирать, исходя из номинальной силы тока и диапазона частот
2. Указания по подключению
 - Первичный проводник с током следует помещать в центр датчика тока.
 - Следует избегать взаимного влияния первичного и вторичного проводников. Вторичный – соединительный – провод должен быть как можно короче и находиться как можно дальше от первичного проводника. При этом не допускается их параллельное расположение.
 - В качестве материала для вторичного проводника рекомендуется использовать AWG24 или выше. Для измерений параметров инвертора рекомендуется витая пара является предпочтительным вариантом по сравнению с экранированным кабелем.
3. Использование функции коррекции амплитуды/фазы

При использовании датчика переменного/постоянного тока или токовых клещей, существует возможность коррекции ошибки измерения амплитуды, а также разницы фаз между сигналами напряжения и тока, что обеспечивает более точное измерение мощности.
4. Функция индивидуального нуля для компенсации смещения

Функция *Null* («ноль») выполняет сброс величины смещения до нуля в подключенном состоянии, включая внешний датчик тока. Для *Null* можно задать состояние ВКЛ., УДЕРЖ. или ВЫКЛ. отдельно для каждого входа прибора. Перед использованием функции *Null* рекомендуется выполнить компенсацию нуля (функция компенсации уровня нуля во внутреннем контуре).

Простота подключения при измерении больших токов

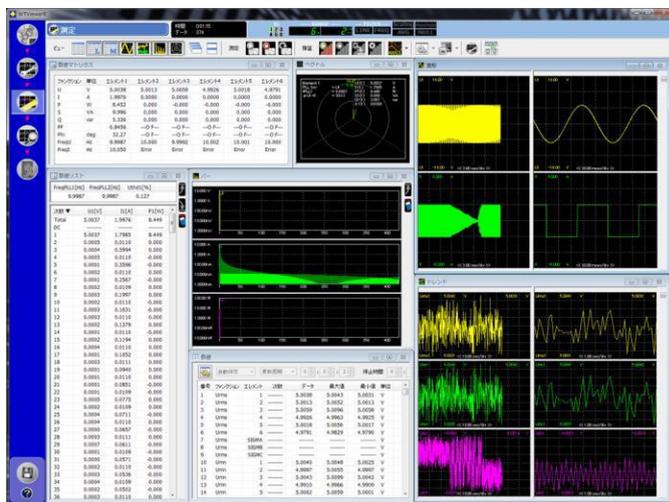
Элемент датчик тока для приборов WT5000, 760903, является входным модулем для подключения датчика переменного / постоянного тока или токовых клещей, которые используются для измерения больших токов. Благодаря этому элементу, оснащённому линией питания постоянного тока, отпадает необходимость в обеспечении внешнего питания для датчика и длительной подготовке к подключению. Всё, что нужно, это один прибор WT5000 и датчик/клещи для измерения больших токов.

WT1800E позволяет измерять большие токи при заказе опции /PD2 (мощность датчика тока), со специальным кабелем, блоком шунтирующих сопротивлений и датчиком.



Прикладное ПО WTVIEWER E

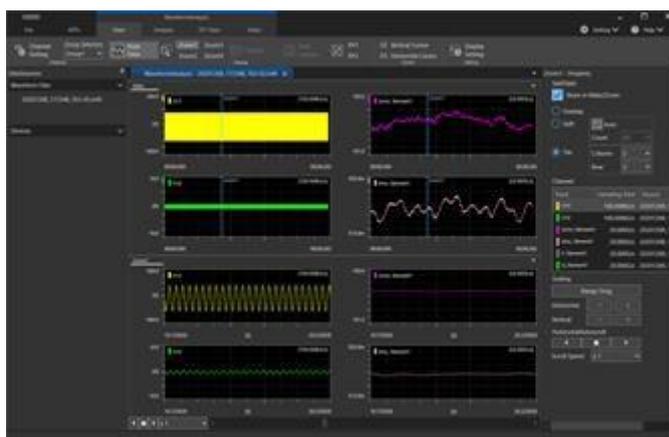
- Подключение, управление и синхронизация до 4-х анализаторов мощности
- Пользовательские вычисления на основе данных измерений от нескольких анализаторов
- Анализ данных измерений в автономном режиме
- Сохранение данных измерений (численных, форм сигнала) в двоичном формате и в формате CSV
- Потоковая передача данных для возможности получения форм сигнала с частотой 2 МВыв./с и синхронизации измеряемых форм сигнала и параметров мощности (требуется опция /DS для WT5000)



Пример экрана измерений

Интегрированная программная платформа IS8000

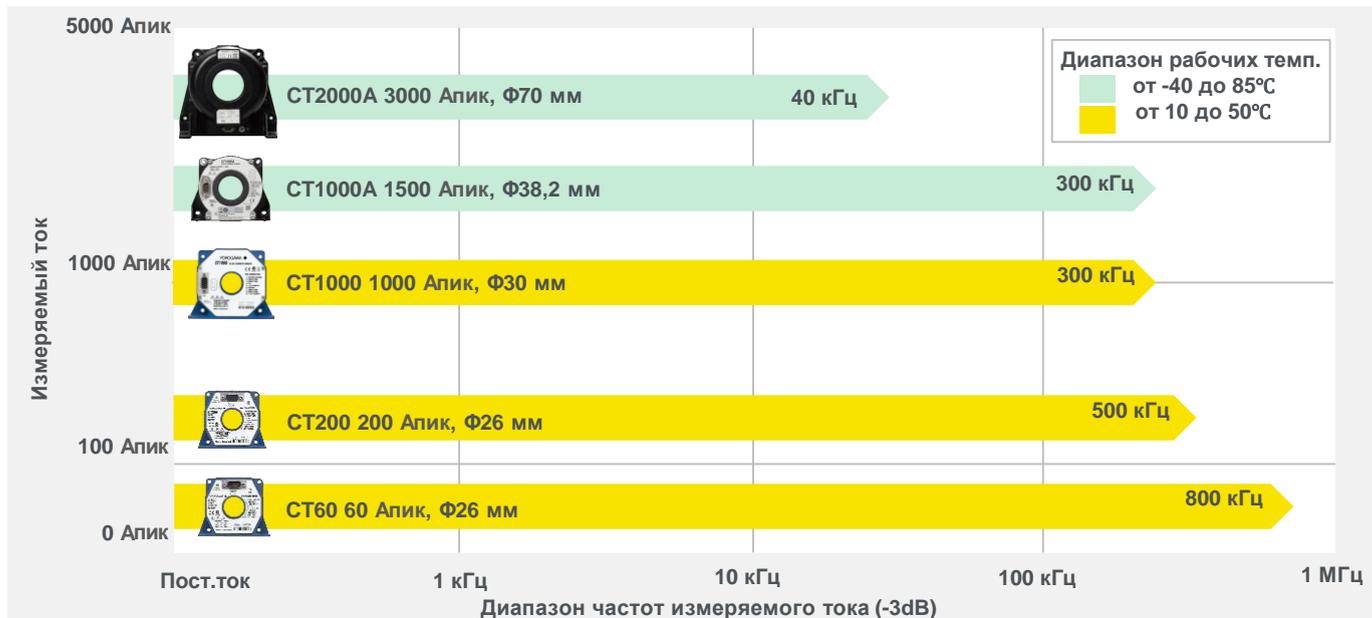
- Синхронизация измерений с осциллографом-регистратором DL950, высокоточным анализатором мощности WT5000, высокоскоростными камерами третьих поставщиков и другими приборами
- Удалённое управление через USB/Ethernet
- Математические операции с формами сигналов и их сравнительный анализ
- Измерение гармоник/фликеров согласно IEC (IS8011/IS8012)
- Сохранение в формате MDF
- Автоматическое формирование отчётов



Синхронизированное отображение форм сигналов от DL950 и данных о мощности от WT5000

Датчики переменного/постоянного тока

Выберите модель, исходя из величины измеряемого переменного/постоянного тока и диапазона частоты.



Линейка серии WT

Основные характеристики		
Количество входных каналов	от 1 до 7 (модульное решение)	1, 2, 3, 4, 5, 6
Осн. погрешность измер. мощности	±(0,01% от показаний + 0,02% от диапазона)	±(0,05% от показаний + 0,05% от диапазона)
Погреш. мощности для пост.тока	±(0,02% от показаний + 0,05% от диапазона)	±(0,05% от показаний + 0,05% от диапазона)
АЦП	18 разрядов, 10 МВыб./с	16 разрядов, 2 МВыб./с
Непрерывный максимально допустимый вход	Меньшее из значений: пиковое напряжение 1,6 кВ или среднеквадратическое от 1,5 кВ	Меньшее из значений: пиковое напряжение 1,6 кВ или среднеквадратическое от 1,5 кВ
Измеряемые параметры	U, I, P, S, Q, коэф-т мощности, КПД, фаза, U _{pk} , I _{pk} , f, W _p , q, CF, FF, импеданс, R _s , R _p , X _s , X _p , P _c , гармонические искажения	U, I, P, S, Q, коэф-т мощности, КПД, фаза, U _{pk} , I _{pk} , f, W _p , q, CF, FF, импеданс, R _s , R _p , X _s , X _p , P _c , гармонические искажения

• Кабели и клеммы для измерения высокого напряжения порядка 1500 В пост.тока пользователь обеспечивает самостоятельно.

Информация актуальна на октябрь 2021 г. Подлежит изменению без уведомления.
Авторское право © 2021, Yokogawa Test & Measurement Corporation [Ed:01/d]

ООО «Июкогава Электрик СНГ»

г. Москва, Самарская ул., д. 1, эт. 4
 Телефон: +7 (495) 737-78-68 | Факс: +7 (495) 737-78-69
 e-mail: yru-info@yokogawa.com
<https://www.yokogawa.com/cis/>