

PA1000
Анализатор мощности
Руководство по эксплуатации



077-0917-00

Tektronix

PA1000
Анализатор мощности
Руководство по эксплуатации

Версия микропрограммного обеспечения 1.000.000

www.tektronix.com

077-0917-00

Tektronix

Copyright © Tektronix. Все права защищены. Лицензированные программные продукты являются собственностью компании Tektronix, ее филиалов или ее поставщиков и защищены национальным законодательством по авторскому праву и международными соглашениями.

Изделия корпорации Tektronix защищены патентами и патентными заявками в США и других странах. Приведенные в данном руководстве сведения заменяют любые ранее опубликованные. Права на изменение спецификаций и цен сохранены.

ТЕКТРОНИК и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

Как связаться с корпорацией Tektronix

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Сведения о продуктах, продажах, услугах и технической поддержке.

- В странах Северной Америки по телефону 1-800-833-9200.
- В других странах мира — см. сведения о контактах для соответствующих регионов на веб-узле www.tektronix.com.

Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует, что в течение 5 (пять) лет со дня приобретения у полномочного дистрибьютора Tektronix в приборе не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления. Если в течение гарантийного срока в изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix по своему усмотрению либо отремонтирует неисправное изделие без дополнительной платы за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо заменит это изделие на исправное. Данное гарантийное обязательство не распространяется на батарейные источники питания. Компоненты, модули и заменяемые изделия, используемые корпорацией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новые, так и восстановленные с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью корпорации Tektronix.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Упаковка и доставка неисправного изделия в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания, предоплата почтовых расходов и представление копии документа о приобретении производится владельцем изделия. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильной эксплуатацией, хранением или обслуживанием изделия. Корпорация Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме инженеров Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием изделия или подключением его к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием материалов, не рекомендованных Tektronix, а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИХ НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

[W19 – 03AUG12]

Оглавление

| | |
|--|------|
| Важная информация по безопасности | v |
| Общие правила техники безопасности | v |
| Правила техники безопасности при обслуживании | viii |
| Условные обозначения в данном руководстве | ix |
| Символы и условные обозначения в данном руководстве | ix |
| Информация о соответствии | xi |
| Соответствие требованиям по электромагнитной совместимости | xi |
| Соответствие требованиям по технике безопасности | xiii |
| Требования к защите окружающей среды | xv |
| Предисловие | xvii |
| Введение | 1 |
| Основные характеристики | 1 |
| Стандартные принадлежности | 2 |
| Дополнительные принадлежности | 2 |
| Опции обслуживания | 3 |
| Приступая к работе | 4 |
| Перед началом работы — техника безопасности | 4 |
| При включении питания | 6 |
| Элементы управления и разъемы | 7 |
| Подключение тестируемого устройства | 9 |
| Стандартные измерения | 12 |
| Навигация в системе меню | 13 |
| Регистрация данных | 14 |
| Конфигурация прибора | 16 |
| Система меню | 17 |
| Навигация | 17 |
| Режимы | 17 |
| Inputs (Входы) | 21 |
| Графики | 23 |
| Интерфейсы | 25 |
| Конфигурация системы | 26 |
| Пользовательская конфигурация | 27 |
| Просмотр | 28 |
| Подсоединение источников сигнала | 29 |
| Обзор входных разъемов | 29 |
| Подсоединение простого трансформатора тока | 30 |
| Подсоединение внешнего омического шунта | 31 |
| Подсоединение преобразователя с выходным сигналом напряжения | 33 |
| Подключение трансформатора/преобразователя напряжения | 34 |

| | |
|---|----|
| Дистанционное управление | 36 |
| Общие сведения | 36 |
| Взаимодействие с системами USB | 36 |
| Взаимодействие с системами Ethernet | 36 |
| Взаимодействие с системами GPIB | 37 |
| Сообщения о состоянии | 37 |
| Список команд | 40 |
| Стандартные команды и команды состояния IEEE 488.2 | 40 |
| Команды информации прибора | 43 |
| Команды выбора измерений и считывания | 44 |
| Команды конфигурации измерений | 46 |
| Команды настройки режима | 48 |
| Команды настройки входов | 50 |
| Команды графиков и осциллограмм | 53 |
| Команды интерфейсов | 54 |
| Команды конфигурации системы | 56 |
| Команды пользовательской конфигурации | 58 |
| Просмотр команд | 59 |
| Отправка и получение команд | 59 |
| Примеры обмена данными | 60 |
| Программное обеспечение | 63 |
| Программное обеспечение PWRVIEW PC | 63 |
| Утилита обновления микропрограммного обеспечения PA1000 | 64 |
| Технические характеристики | 66 |
| Измерительный канал | 66 |
| Вход питания | 66 |
| Условия эксплуатации и механические характеристики | 67 |
| Порты обмена данными | 67 |
| Измеряемые параметры | 69 |
| Полярность энергии | 71 |
| Погрешность измерений | 72 |
| Предметный указатель | |

Список рисунков

| | |
|--|----|
| Рис. 1: Анализатор мощности PA1000 | 1 |
| Рис. 2: Дисплей при включении..... | 6 |
| Рис. 3: Передняя панель PA1000 | 7 |
| Рис. 4: Задняя панель PA1000 | 8 |
| Рис. 5: Типовые входные разъемы PA1000..... | 9 |
| Рис. 6: Распределительная коробка | 10 |
| Рис. 7: Типичные соединения на распределительной коробке | 11 |
| Рис. 8: Стандартное окно измерений..... | 12 |
| Рис. 9: Виртуальные кнопки на экране | 12 |
| Рис. 10: Кнопки меню..... | 13 |
| Рис. 11: Зарегистрированные анализатором PA1000 данные | 15 |
| Рис. 12: Соединения трансформатора тока..... | 30 |
| Рис. 13: Соединения внешнего омического шунта | 32 |
| Рис. 14: Соединения преобразователя с выходным сигналом напряжения | 34 |
| Рис. 15: Соединения трансформатора/преобразователя напряжения..... | 35 |
| Рис. 16: Порты обмена данными..... | 36 |
| Рис. 17: Приложение PWRVIEW..... | 64 |

Список таблиц

| | |
|--|----|
| Таблица 1: Стандартные принадлежности | 2 |
| Таблица 2: Дополнительные принадлежности | 2 |
| Таблица 3: Опции обслуживания | 3 |
| Таблица 4: Измерения доступные в каждом режиме | 18 |
| Таблица 5: Фаза, измерения | 69 |
| Таблица 6: Полярность энергии | 71 |

Важная информация по безопасности

Пользователь должен соблюдать содержащиеся в этом руководстве указания и предупреждения для обеспечения безопасной работы и безопасного состояния изделия.

Информация по безопасному обслуживанию изделия содержится в конце этого раздела. (См. стр. viii, *Правила техники безопасности при обслуживании.*)

Общие правила техники безопасности

Используйте изделие только описанным способом. Во избежание травм, а также повреждений данного изделия и подключаемого к нему оборудования, необходимо соблюдать приведенные ниже правила техники безопасности. Внимательно прочтите все инструкции. Сохраните это руководство для использования в будущем.

Соблюдайте все местные и общегосударственные нормы безопасности.

Для правильной и безопасной эксплуатации изделия важно помимо изложенных в этом руководстве указаний выполнять также общепринятые процедуры безопасности.

Изделие предназначено для использования только обученным персоналом.

К работам по ремонту, техническому обслуживанию или регулировке, требующим снятия крышки, допускается только квалифицированный персонал, знакомый с возможными рисками.

Для обеспечения правильной работы прибора перед использованием проверяйте его с помощью известного источника.

Этот прибор не предназначен для обнаружения опасных напряжений.

При работе вблизи опасных оголенных проводов под напряжением пользуйтесь средствами индивидуальной защиты для предотвращения поражения электрическим током или дуговым разрядом.

Во время работы с прибором может потребоваться доступ к другим компонентам системы. Прочтите разделы по технике безопасности в руководствах по работе с другими компонентами и ознакомьтесь с мерами предосторожности и предупреждениями, связанными с эксплуатацией системы.

При встраивании этого оборудования в систему, ответственность за безопасность такой системы несет ее сборщик.

Пожарная безопасность и предотвращение травм

Используйте соответствующий шнур питания. Подключение к электросети следует выполнять только с помощью кабеля, разрешенного к использованию с данным изделием и сертифицированным для страны, в которой будет осуществляться его эксплуатация.

Не используйте поставляемый в комплекте шнур питания с другими приборами.

Используйте защитное заземление. Прибор заземляется через провод заземления шнура питания. Во избежание поражения электрическим током соответствующий контакт кабеля питания должен быть заземлен. Проверьте наличие защитного заземления, прежде чем выполнять подсоединение к выходам и входам прибора.

Отключение питания. Выключатель питания отсоединяет прибор от источника питания. Размещение выключателя см. в инструкции. Не устанавливайте прибор в положение, затрудняющее доступ к выключателю; он должен всегда оставаться доступным для пользователя для немедленного отключения в случае необходимости.

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Не подсоединяйте и не отсоединяйте пробники и испытательные выводы, когда они подключены к источнику напряжения.

Используйте только изолированные пробники напряжения, испытательные выводы и адаптеры, поставляемые с прибором или рекомендованные компанией Tektronix.

Соблюдайте ограничения на параметры разъемов. Во избежание воспламенения или поражения электрическим током соблюдайте все допустимые номиналы и маркировку на приборе. Перед подсоединением прибора просмотрите дополнительные сведения по номинальным ограничениям, содержащиеся в руководстве к прибору. Не превышайте категорию измерения (КАТ) и номинальное напряжение или ток компонента изделия, пробника или дополнительной принадлежности с минимальным номиналом. Будьте осторожны, используя испытательные выводы 1:1, поскольку напряжение на наконечнике пробника будет напрямую передаваться прибору.

Не подавайте на разъемы, в том числе на разъем общего провода, напряжение, превышающее допустимое для данного разъема номинальное значение.

Не подавайте на разъем общего провода напряжение, превышающее номинальное напряжение данного разъема.

Не используйте прибор со снятым кожухом. Использование прибора со снятым кожухом или защитными панелями не допускается. Возможно наличие опасного напряжения.

Избегайте прикосновений к оголенным участкам проводки. Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

Не пользуйтесь неисправным прибором. Если имеется подозрение, что прибор поврежден, передайте его для осмотра специалисту по техническому обслуживанию.

Отключите неисправный прибор. Не пользуйтесь прибором, если он поврежден или работает неправильно. В случае сомнений относительно безопасности прибора выключите его и отсоедините шнур питания. Четко обозначьте прибор, чтобы не допустить дальнейшей эксплуатации.

Перед использованием осмотрите пробники напряжения, испытательные выводы и принадлежности на наличие механических повреждений, а при наличии таковых замените поврежденные компоненты. Не используйте пробники или испытательные выводы, если они повреждены, имеют оголенные участки или признаки износа.

Перед использованием осмотрите прибор. Проверьте, нет ли на нем трещин и не отсутствуют ли какие-либо детали.

Используйте только допущенные запасные детали.

Используйте соответствующий плавкий предохранитель. К применению допускаются только предохранители, типы и номиналы которых соответствуют требованиям для данного прибора.

Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности. При перемещении прибора из холодного в теплое помещение возможна конденсация.

Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.

Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора. Перед чисткой прибора отключите все входные сигналы.

Обеспечьте надлежащую вентиляцию. Дополнительные сведения по обеспечению надлежащей вентиляции при установке изделия содержатся в руководстве.

Не закрывайте отверстия и щели, предназначенные для вентиляции. Не вставляйте какие-либо предметы в отверстия.

Обеспечьте безопасные рабочие условия. Устанавливайте прибор таким образом, чтобы было удобно просматривать дисплей и индикаторы.

Избегайте неправильного или продолжительного использования клавиатур, указателей и кнопочных панелей. Неправильное или продолжительное использование клавиатуры или указателя может привести к серьезной травме.

Обеспечьте соответствие рабочей зоны эргономическим стандартам. Для предотвращения туннельного синдрома проконсультируйтесь со специалистом по эргономике.

Пробники и испытательные выводы

Перед присоединением пробников или испытательных выводов подключите шнур питания от разъема питания к заземленной розетке.

Уберите с рабочего места все пробники, испытательные выводы и принадлежности, если они не используются.

Для выполнения измерений используйте только пробники, испытательные выводы и переходники соответствующей категории измерения (КАТ) и с соответствующими номинальными значениями напряжения, температуры, высоты над уровнем моря и силы тока.

Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения. Перед подсоединением или отсоединением токового пробника необходимо обесточить проверяемую цепь.

Присоединяйте опорный вывод пробника только к заземлению.

Не присоединяйте пробник тока к проводам, напряжение в которых превышает номинальное напряжение пробника тока.

Осмотрите пробник и принадлежности. Перед каждым использованием проверяйте пробник и принадлежности на наличие повреждений (надрезы, износ, дефекты корпуса пробника, принадлежностей или оболочки кабеля). При наличии повреждений не используйте эти детали.

Правила техники безопасности при обслуживании

Раздел *Правила техники безопасности при обслуживании* содержит дополнительную информацию по безопасному выполнению обслуживания изделия. К выполнению обслуживания допускается только квалифицированный персонал. Перед выполнением обслуживания прочтите разделы *Правила техники безопасности при обслуживании* и *Общие правила техники безопасности*.

Во избежание поражения электрическим током. Не прикасайтесь к незаизолированным соединениям.

Не выполняйте обслуживание в одиночку. При обслуживании и настройке прибора рядом должен находиться человек, способный оказать первую помощь и выполнить реанимационные мероприятия.

Отключите питание. Во избежание поражения электрическим током перед снятием крышек и кожухов для обслуживания выключайте прибор и отсоединяйте его от сети.

При обслуживании прибора с включенным питанием примите необходимые меры предосторожности. В данном приборе могут быть опасные напряжения и токи. Прежде чем снимать защитные панели, производить пайку или замену компонентов, отключите питание, снимите батарею (при ее наличии) и отсоедините испытательные выводы.

Проверьте безопасность после ремонта. После ремонта всегда проверяйте целостность заземления и диэлектрическую прочность.

Условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Предупреждения о действиях и условиях, представляющих угрозу для жизни или способных нанести вред здоровью.



ОСТОРОЖНО. Предостережения о действиях и условиях, способных привести к повреждению данного прибора или другого оборудования.

Символы и условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список возможных обозначений на изделии.

- Обозначение DANGER (Опасно!) указывает на непосредственную опасность получения травмы.
- Обозначение WARNING (Внимание!) указывает на возможность получения травмы при отсутствии непосредственной опасности.
- Обозначение CAUTION (Осторожно!) указывает на возможность повреждения данного изделия и другого имущества.



Если этот символ нанесен на изделие, обратитесь к руководству для выяснения характера потенциальной опасности и мер по ее предотвращению. (Этот символ может также использоваться для указания на номинальные значения в руководстве.)

Ниже приводится список символов на изделии.



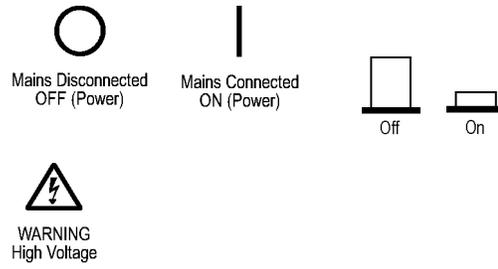
CAUTION
Refer to Manual



Protective Ground
(Earth) Terminal



Earth Terminal



Информация о соответствии

В данном разделе содержатся сведения о соответствии прибора требованиям стандартов по электромагнитной совместимости, охране здоровья и защите окружающей среды.

Соответствие требованиям по электромагнитной совместимости

Заявление о соответствии стандартам ЕС. Электромагнитная совместимость (ЭМС)

Соответствует требованиям Директивы Евросоюза по электромагнитной совместимости (2004/108/EC). Проверено на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в издании «Official Journal of the European Communities»).

EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006. Требования по электромагнитной совместимости для контрольно-измерительного и лабораторного электрооборудования. ^{1 2 3}

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А
- IEC 61000-4-2:2001. Устойчивость к электростатическим разрядам.
- IEC 61000-4-3:2002. Устойчивость к воздействию радиочастотных электромагнитных полей.
- IEC 61000-4-4:2004. Устойчивость к быстрым переходным режимам (выбросам).
- IEC 61000-4-5:2001. Устойчивость к выбросам напряжения в линии питания.
- IEC 61000-4-6:2003. Защищенность от помех по цепи питания, наведенных радиочастотными полями.
- IEC 61000-4-11:2004. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания.

EN 61000-3-2:2006. Выбросы синусоидального тока в линии питания.

EN 61000-3-3:1995. Изменения, колебания и пульсация напряжения.

Контактная информация (Европа).

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula,
Western Road,
Bracknell, RG12 1RF,
Великобритания

**Соответствие
требованиям по
электромагнитной
совместимости**

Соответствует требованиям Директивы ЕС по электромагнитной совместимости (2004/108/ЕС) при использовании с изделиями, перечисленными в спецификации. См. спецификацию ЭМС для указанных изделий. Может не соответствовать требованиям директивы при использовании с другими изделиями.

Контактная информация (Европа).

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula,
Western Road,
Bracknell, RG12 1RF,
Великобритания

- 1 Данное изделие не предназначено для применения в жилых зонах. Его использование в жилой зоне может привести к возникновению электромагнитных помех.
- 2 При подключении изделия к объекту испытания помехи могут превышать допустимые значения, указанные в данном стандарте.
- 3 Чтобы обеспечить соответствие требованиям перечисленных стандартов по электромагнитной совместимости, необходимо использовать высококачественные экранированные соединительные кабели.

**Заявление о
соответствии стандартам
Австралии/Новой
Зеландии —
электромагнитная
совместимость (ЭМС)**

Соответствует положениям об электромагнитной совместимости Закона о радиокommunikационной связи в соответствии с перечисленными ниже стандартами АСМА.

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А, в соответствии с EN 61326- 1:2006 и EN 61326-2-1:2006.

Контактная информация (Австралия/Новая Зеландия).

Baker & McKenzie
Level 27, AMP Centre
50 Bridge Street
Sydney NSW 2000, Australia (Австралия)

Соответствие требованиям по технике безопасности

В данном разделе содержатся сведения о соответствии прибора требованиям стандартов безопасности.

Заявление о соответствии требованиям ЕС к низковольтному оборудованию

Проверено на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в издании Official Journal of the European Communities).

Директива по низковольтному оборудованию (2006/95/EC).

- EN 61010-1. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 1: Общие требования.
- EN 61010-2-030. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 2-030: Особые требования к испытательным и измерительным цепям.

Перечень испытательной лаборатории, действительный в США

- UL 61010-1. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 1: Общие требования.
- UL 61010-2-030. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 2-030: Особые требования к испытательным и измерительным цепям.

Свидетельство, действительное в Канаде

- CAN/CSA-C22.2 № 61010-1. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 1: Общие требования.
- CAN/CSA-C22.2 № 61010-2-030. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 2-030: Особые требования к испытательным и измерительным цепям.

Дополнительные стандарты

- IEC 61010-1. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 1: Общие требования.
- IEC 61010-2-030. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. Часть 2-030: Особые требования к испытательным и измерительным цепям.

Тип оборудования

Тестовое и измерительное оборудование.

Класс безопасности

Класс 1: заземленный прибор.

Описание степеней загрязнения

Характеристика загрязнений, которые могут присутствовать как внутри прибора, так и вне его. Обычно условия внутри и вне прибора считают идентичными. Приборы следует использовать лишь в предназначенных для этого условиях.

- Степень загрязнения 1. Загрязнения отсутствуют или являются сухими и непроводящими. Приборы данной категории, как правило, защищены герметичной оболочкой или предназначены для установки в чистых помещениях.
- Степень загрязнения 2. Обычно присутствует только непроводящее загрязнение. Однако, как правило, возникает временная проводимость, вызванная конденсацией. Такие условия типичны для жилых и рабочих помещений. Непродолжительная конденсация имеет место лишь при выключенном устройстве.
- Степень загрязнения 3. Токопроводящее загрязнение или сухое непроводящее загрязнение, которое может стать токопроводящим ввиду ожидаемой конденсации. Это характерно для закрытых помещений, в которых отсутствует регулирование температуры и влажности. Место защищено от прямых солнечных лучей, дождя и ветра.
- Степень загрязнения 4. Загрязнения, обладающие постоянной проводимостью (проводящая пыль, вода или снег). Типичное расположение – на улице.

Назначение в зависимости от степени загрязнения

Степень загрязнения 2 (согласно IEC 61010-1). Рассчитано на использование исключительно внутри помещений с сухой атмосферой.

Описание категорий измерения и перенапряжения

Измерительные клеммы данного прибора могут использоваться для измерения сетевого напряжения одной или нескольких из перечисленных ниже категорий (см. номинальные значения, указанные на изделии и в руководстве).

- Категория II. Цепи, подключаемые непосредственно к проводке зданий в точках подключения (розетки и т. п.).
- Категория III. В проводке и распределительных системах зданий.
- Категория IV. У источников питания зданий.

ПРИМЕЧАНИЕ. Только цепи сетевого питания имеют категорию перенапряжения. Категорию измерения имеют только измерительные цепи. Другие цепи прибора не имеют категорий.

Категория перенапряжения сети Категория перенапряжения II (в соответствии с определением в стандарте IEC 61010-1).

Требования к защите окружающей среды

В данном разделе содержатся сведения о влиянии прибора на окружающую среду.

Утилизация прибора по окончании срока службы

При утилизации прибора и его компонентов соблюдайте указанные ниже правила.

Утилизация оборудования. Изготовление данного оборудования связано с добычей и использованием природных ресурсов. Прибор может содержать вещества, которые способны нанести ущерб окружающей среде и здоровью людей в случае его неправильной утилизации. Во избежание попадания подобных веществ в окружающую среду и для сокращения расхода природных ресурсов рекомендуется утилизировать данный прибор таким образом, чтобы обеспечить максимально полное повторное использование его материалов.



Этот символ свидетельствует о соответствии изделия применимым требованиям Директив Евросоюза об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE, 2002/96/EC) и об утилизации отработавших батарей и аккумуляторов (2006/66/EC). Более подробно сведения об утилизации изложены в разделе «Сервис и поддержка» веб-сайта компании Tektronix (www.tektronix.com).

Ограничение использования опасных веществ

Данный прибор относится к классу приборов контроля в промышленности и не требует соблюдения требования по ограничению использования опасных веществ директивы RoHS 2011/65/EU с поправками до 22 июля 2017 г.

Предисловие

В этом руководстве содержится описание настройки и эксплуатации анализатора мощности PA1000. Технические характеристики и дистанционное управление, включая команды программирования описаны в следующих разделах.

Введение

Tektronix PA1000 представляет собой мощный и универсальный прецизионный анализатор мощности. Анализатор PA1000 предназначен для точных измерений электрической мощности однофазных электрических устройств и является простым в использовании настольным прибором с возможностью дистанционного управления и передачи данных.

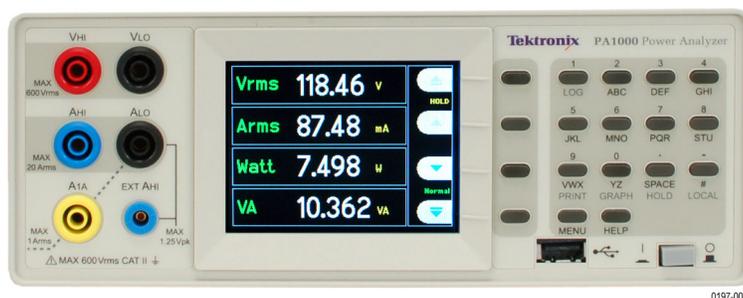


Рис. 1: Анализатор мощности PA1000

Основные характеристики

- Измерение мощности, напряжения, силы тока, полной мощности и коэффициента мощности. Неизменная точность даже при искаженном сигнале.
- Диапазон измерений от милливатт до мегаватт.
- Быстрый доступ к результатам, графикам и меню.
- Встроенный анализатор энергии (интегратор Вт-ч) для измерения потребления энергии с течением времени.
- Встроенные шунты 20 и 1 А упрощают измерения в широком динамическом диапазоне токов.
- Режим измерения резервной мощности для точного измерения низкой мощности.
- Гармонический анализатор со встроенным дисплеем спектра.
- Яркий цветной TFT-дисплей.
- Обширный набор компьютерных интерфейсов, включая GPIB, Ethernet и USB.
- Режим измерения бросков пускового тока для измерения токов при включении и других переходных пиковых токов.
- Режим балласта для измерения мощности электронного балласта ламп.
- Простая в пользовании система меню с контекстной справкой.

Стандартные принадлежности

Таблица 1: Стандартные принадлежности

| Принадлежность | | Номер по каталогу Tektronix | |
|--|---|-----------------------------|-------------|
| Комплект измерительных проводов напряжения | | PA LEADSET | |
| Кабель USB 2.0, А на В, длина 182,88 см | | 174-6053-xx | |
| Компакт-диск с документацией | | 063-4519-xx | |
| Шнур питания | Шнур питания для страны эксплуатации | | |
| | <i>Один из перечисленных ниже</i> | | |
| | Северная Америка | (Опция A0) | |
| | Европа (универсальный) | (Опция A1) | |
| | Великобритания | (Опция A2) | |
| | Австралия | (Опция A3) | |
| | Швейцария | (Опция A5) | |
| | Япония | (Опция A6) | |
| | Китай | (Опция A10) | |
| | Индия | (Опция A11) | |
| | Бразилия | (Опция A12) | |
| | Без шнура питания и адаптера переменного тока | | (Опция A99) |

Дополнительные принадлежности

Таблица 2: Дополнительные принадлежности

| Принадлежность | Номер по каталогу Tektronix |
|---|-----------------------------|
| Распределительная коробка (конфигурация вилки для Северной Америки) | BB1000-NA |
| Распределительная коробка (конфигурация вилки для Европы) | BB1000-EU |
| Распределительная коробка (конфигурация вилки для Великобритании) | BB1000-UK |
| Специальный преобразователь тока для тестирования балласта ламп | BALLAST-CT |
| Токоизмерительный зажим, 1–200 А, для анализаторов мощности Tektronix | CL200 |
| Токоизмерительный зажим, 0,1–1200 А, для анализаторов мощности Tektronix | CL1200 |
| Комплект запасных измерительных проводов для анализатора мощности Tektronix (комплект одноканальных проводов) | PA-LEADSET |

Опции обслуживания

Таблица 3: Опции обслуживания

| Опция | Описание |
|---------|---|
| Опц. С3 | Услуги по калибровке в течение 3 лет |
| Опц. С5 | Услуги по калибровке в течение 5 лет |
| Опц. D1 | Отчет с данными калибровки |
| Опц. D3 | Отчеты с данными калибровки в течение 3 лет (с опцией С3) |
| Опц. D5 | Отчеты с данными калибровки в течение 5 лет (с опцией С5) |

Приступая к работе

Перед началом работы — техника безопасности

Перед включением анализатора мощности внимательно прочтите и соблюдайте представленные ниже предупреждения.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или травмы, соблюдайте следующие правила.

- При присоединении анализатора мощности к активным цепям некоторые клеммы и детали внутри анализатора находятся под напряжением.
 - По возможности размыкайте цепи перед подсоединением к анализатору мощности.
 - Перед подсоединением цепей не допускайте превышения максимального измеряемого напряжения и максимального напряжения относительно земли ($600 V_{\text{ср. кв.}}$, КАТ. II).
 - Не используйте провода и принадлежности, не отвечающие соответствующим стандартам безопасности, поскольку это может привести к серьезной травме или смерти в результате поражения электрическим током.
 - Шунты и проводники при использовании могут выделять тепло и стать причиной ожогов.
-

Квалифицированный персонал

К работе с изделием допускается только квалифицированный персонал. Это понятие означает только лиц, знакомых с порядком установки, сборки, подключения, проверки соединений и эксплуатации анализатора и прошедших подготовку в следующих областях:

- включение и выключение, заземление и идентификация электрических цепей и служб/систем в соответствии с применимыми стандартами безопасности;
- техническое обслуживание и эксплуатация соответствующих предохранительных устройств в соответствии с применимыми стандартами безопасности;
- правила оказания первой помощи.

Убедитесь, что все лица, работающие с прибором прочли и полностью поняли положения руководства по эксплуатации и инструкций по технике безопасности.

- Установка**
- Подключение к сети должно соответствовать следующим параметрам: 100–240 В, 50/60 Гц.
 - Эти приборы можно использовать только при определенных условиях окружающей среды. Убедитесь, что условия окружающей среды соответствуют параметрам, указанным в этом руководстве.
 - Установите прибор таким образом, чтобы кабель питания был доступен в любое время и легко отсоединялся.

Перед каждым использованием

- Убедитесь, что кабели питания и соединительные кабели, а также принадлежности и подключенные к прибору устройства исправны и чисты.
- Убедитесь, что используемые с прибором принадлежности других производителей соответствуют применимым стандартам IEC61010-031/IEC61010-2-032 и подходят к диапазону измеряемого напряжения.

Порядок подключения



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или травмы, соблюдайте следующие правила.

Если измерительная цепь используется для измерения параметров питающей сети, напряжение относительно земли не должно превышать 600 В_{ср. кв.} в условиях КАТ. II.

Из соображений безопасности при подключении цепи к анализатору мощности выполняйте следующие правила.

1. Вставьте вилку шнура питания анализатора мощности в заземленную надлежащим образом розетку. После этого анализатор мощности подключен к защитному заземлению.
2. Включите анализатор мощности.
3. Подключите измерительную цепь в соответствии со всеми инструкциями, как показано на схемах подключения в данном руководстве.

- Во время использования**
- При подключении работайте группами не менее, чем по два человека.
 - При обнаружении дефектов корпуса, элементов управления, кабелей питания, соединительных проводов или подключенных устройств немедленно отсоедините прибор от источника питания.
 - При возникновении сомнений относительно безопасности прибора немедленно выключите его и соответствующие принадлежности, примите меры для предотвращения непреднамеренного включения и поручите их обслуживание квалифицированному специалисту.

При включении питания

1. Убедитесь, что анализатор мощности исправен и не имеет признаков повреждения.
2. Выполните *подключение* как описано в разделе *Перед началом работы — техника безопасности*. (См. стр. 4.)
3. После установки выключателя питания на передней панели в положение включения.
 - Запускается последовательность включения PA1000. Она занимает приблизительно 5–10 секунд.
 - Во время включения питания на экране отображается серийный номер и версия микропрограммного обеспечения PA1000.
4. После этого прибор готов к работе.



Рис. 2: Дисплей при включении

Элементы управления и разъемы

Сведения, содержащиеся в этом разделе, полезны для знакомства с порядком эксплуатации прибора.

Передняя панель

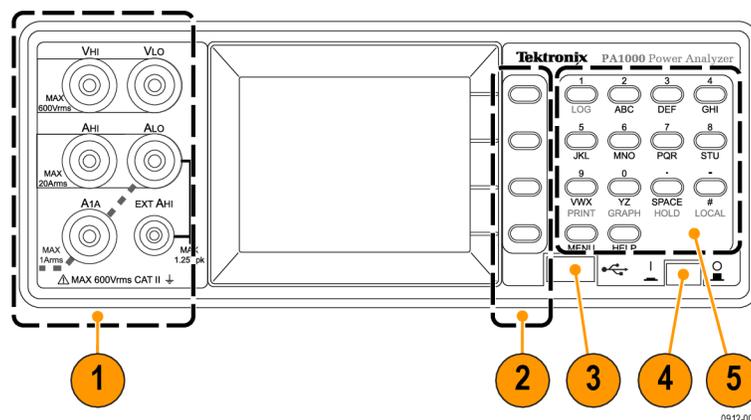


Рис. 3: Передняя панель PA1000

1. Входные гнезда типа «банан» — для безопасной работы используйте только испытательные выводы, входящие в комплект поставки прибора. Типичные соединения анализатора мощности описаны далее в этом разделе. (См. рис. 5 на странице 9.)
2. Виртуальные кнопки на экране — эти кнопки управляют функциями, появляющимися в различных окнах дисплея. (См. рис. 9 на странице 12.)
3. Разъем USB — разъем USB на передней панели для сохранения данных прибора на съемный носитель.
4. Выключатель питания — кнопочный выключатель для включения питания прибора.
5. Буквенно-цифровая клавиатура — для ввода буквенно-цифровых данных и выполнения функций, например, отображения графиков. См. *Сочетания клавиш* ниже:

Сочетания клавиш.

- Вызов главного меню: нажмите клавишу MENU (Меню) (включение и выключение)
- Вызов системной справки: нажмите клавишу HELP (Справка) (включение и выключение)
- Остановка дисплея: нажмите клавишу SPACE (Пробел) (включение и выключение)
- Просмотр графика: нажмите YZ (переключение между графиком и результатами)

- Местное управление (переключение с дистанционного): нажмите #
- Переключение регистрации данных: нажмите STU или 1

Задняя панель

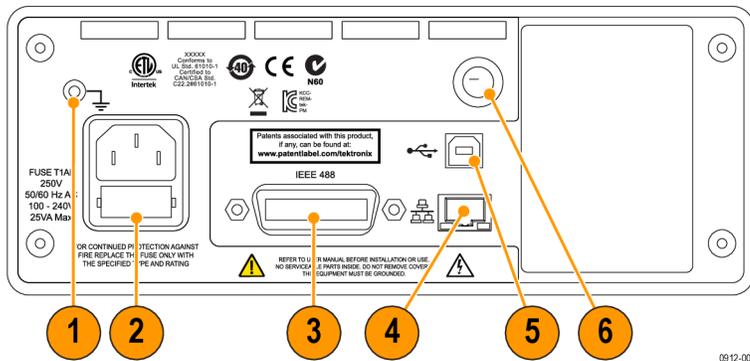


Рис. 4: Задняя панель PA1000

1. Вывод заземления — присоедините заземление от проверяемого устройства (DUT) к этому разъему на задней панели.
2. Разъем питания и сетевой плавкий предохранитель — к этому разъему подключаются шнуры питания для данной страны, поставляемые в комплекте с прибором. Сетевой плавкий предохранитель можно заменить; тип предохранителя см. в разделе *Технические характеристики*.
3. Разъем IEEE.488 (GPIB) — разъем для обмена данными с прибором по шине GPIB.
4. Разъем RJ-45 (Ethernet) — разъем для обмена данными с прибором через интерфейс Ethernet.
5. Разъем USB — разъем для обмена данными с прибором через интерфейс USB.
6. Входной плавкий предохранитель на передней панели — защищает входную цепь. Тип предохранителя см. в разделе *Технические характеристики*.

Подключение тестируемого устройства

Анализатор PA1000 способен измерять напряжение величиной до 600 В_{ср.} кв. и 20 А_{ср. кв.} или 1 А_{ср. кв.} напрямую с помощью клемм 4 мм на передней панели. Для измерений за пределами этого диапазона (более высокая или низкая мощность) см. информацию об использовании преобразователей тока и напряжения. (См. стр. 29, *Подсоединение источников сигнала*.)

Для измерения мощности подключите измерительные клеммы PA1000 параллельно напряжению питания и последовательно с током нагрузки, как показано ниже.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание травм всегда используйте безопасные кабели хорошего качества и проверяйте их на отсутствие повреждений перед использованием.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Если пиковое напряжение или ток превышают измерительную способность прибора, на экране вместо результатов появится надпись **Over Range** (Вне диапазона). В этом случае необходимо снизить уровни для обеспечения точности измерения.

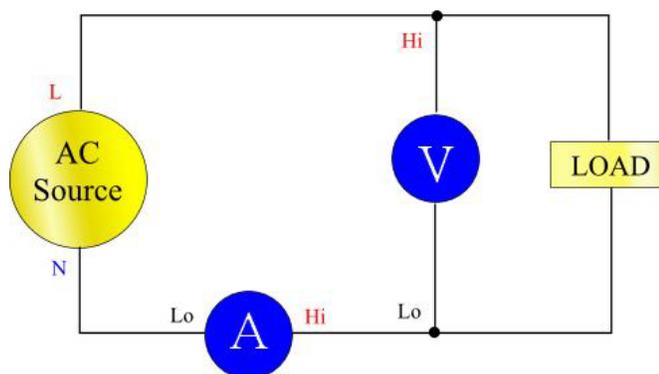


Рис. 5: Типовые входные разъемы PA1000

Распределительная коробка

Самым простым и безопасным способом подключения к проверяемому устройству является подключение через распределительную коробку Tektronix. В ней имеется линейное гнездо для подключения изделия и гнезда 4 x 4 мм для прямого подключения к клеммам PA1000, как описано выше.



Рис. 6: Распределительная коробка

Имеется три типа распределительных коробок в зависимости от типа гнезда питания: 120 В для Северной Америки, 230 В для Европы и 230 В для Великобритании. Информацию для заказа см. в разделе *Дополнительные принадлежности*. (См. таблицу 2 на странице 2.)

Подключение распределительной коробки.

1. С помощью поставляемых в комплекте PA1000 испытательных выводов выполните соединения тока и напряжения между распределительной коробкой и входными разъемами PA1000. (См. рис. 7.)

ПРИМЕЧАНИЕ. Разъем VLO Source на распределительной коробке предназначен для выполнения измерения низкой резервной мощности.

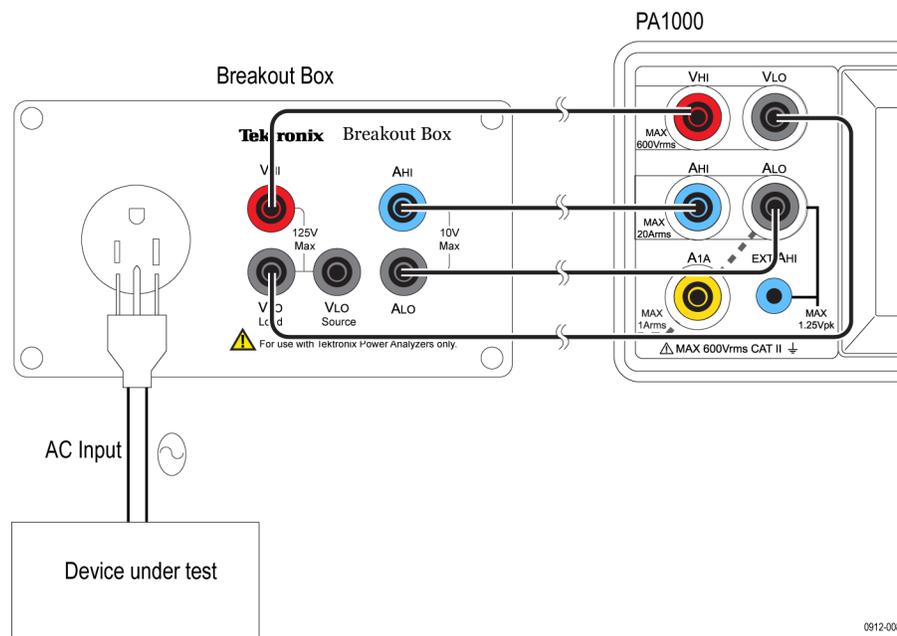


Рис. 7: Типичные соединения на распределительной коробке

2. Подключите шнур питания проверяемого устройства к розетке на распределительной коробке.
3. Подключите шнур питания к разъему Line In на распределительной коробке.
4. Включите питание проверяемого устройства и начните выполнять измерения.

Более подробные сведения о распределительной коробке см. в *Руководстве к BB1000*, которое входит в комплект поставки распределительной коробки.

Стандартные измерения

После включения подачи питания на нагрузку анализатор PA1000 готов к выполнению измерений. При подключении нагрузки нет необходимости включать или выключать анализатор PA1000.



Рис. 8: Стандартное окно измерений

В стандартном окне отображается одновременно четыре значения. В каждой строке представлен тип измерения V_{RMS} (Вср. кв.), измеренное значение (118,46) и единицы измерения V (В). Для представления единиц измерения используется стандартное техническое обозначение, например, mV (мВ) = милливольт (10^{-3}), MW (МВт) = мегаватт (10^{+6}).

К стандартным измерениям относятся V_{RMS} (Вср. кв.), A_{RMS} (Аср. кв.), мощность (Вт), частота и коэффициент мощности. Для просмотра измерений используйте четыре клавиши справа от дисплея:

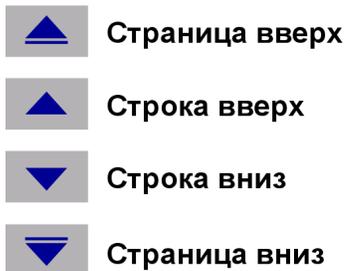


Рис. 9: Виртуальные кнопки на экране

Навигация в системе меню

Система меню обеспечивает полный доступ ко всем настройкам анализатора PA1000. Для доступа к системе меню нажмите кнопку MENU (Меню).

Для возврата в окно измерений повторно нажмите кнопку MENU (Меню). Если система меню активна, для навигации и выбора опций можно использовать четыре виртуальные кнопки на экране справа от дисплея.

| | | |
|-------------|---|----------------------|
| Кнопки меню |  | Вверх |
| |  | Вниз |
| |  | Принять |
| |  | Отклонить |
| |  | На уровень меню выше |
| |  | На уровень меню ниже |
| |  | Удалить |
| |  | OK |

Рис. 10: Кнопки меню

Выбор измерений для отображения.

Для выбора измерений для отображения:

1. Нажмите кнопку MENU (Меню) чтобы открыть меню.
2. Нажмите  для просмотра списка измерений. Измерения будут показаны с символом  в указанном порядке.
3. Используйте кнопки  и  для выбора отображаемого измерения и нажмите .
4. Измерение будет выделено красным цветом. Для перемещения измерения используйте клавиши  и .
5. Для выбора измерения нажмите кнопку **OK**.

Для удаления измерения выберите его и нажмите **X**.

Совет.

Для восстановления списка по умолчанию см. меню User Configuration (Пользовательская конфигурация). (См. стр. 27, *Пользовательская конфигурация.*)

Регистрация данных

Анализатор PA1000 позволяет сохранять данные на флэш-накопителе USB. Прибор записывает все выбранные измерения в файл в формате CSV (значения, разделенные запятыми) и сохраняет его на подключенный флэш-накопитель USB. Запись результатов выполняется каждую секунду.

Прежде чем включить регистрацию данных, подключите флэш-накопитель USB к хост-порту USB на передней панели анализатора PA1000.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Если флэш-накопитель USB извлечен в то время, как регистрация данных включена, произойдет повреждение данных.

Регистрация данных

Для запуска регистрации данных нажмите клавишу «1» на клавиатуре PA1000. О регистрации данных сигнализирует текст с названием текущего режима, который мигает каждую секунду. Для остановки регистрации данных нажмите клавишу «1» на клавиатуре PA1000.

Сохранение и формат данных

Данные регистрируются в каталоге, создаваемом анализатором PA1000 на флэш-накопителе USB. Имя созданного каталога будет состоять из пяти последних цифр серийного номера PA1000 и даты начала регистрации данных. Имя файла состоит из времени начала регистрации данных в 24-часовом формате и имеет расширение .CSV.

Например, если анализатор PA1000 с серийным номером B010100 начал регистрацию данных 28 июня 2013 г. в 15:10:56, путь к файлу будет выглядеть следующим образом:

корневой каталог\PA1000\10100\20130628\15-10-56.csv

В первой части файла содержится заголовок, содержащий серийный номер прибора и время начала регистрации данных. Во второй части файла содержатся заголовки столбцов для каждого выбранного измерения. Последующие строки содержат индексированный набор выбранных измерений в порядке, отображаемом на экране PA1000.

Основной формат данных показан ниже. Время отображается в 24-часовом формате, а дата — в формате год/месяц/день (ГГГГММДД).

Tektronix PA1000

Serial Number: B010100

Firmware Version 1.000.000

Start Date (YYYYMMDD): 2013/06/28

Start Time (24hr): 15: 10:56

| Index | V rms | A rms | Watt | Freq | PF |
|-------|---------|----------|---------|------|----------|
| 1 | 2.09E-1 | 2.90E-03 | 1.83E-4 | 0 | 3.02E-01 |
| 2 | 2.08E-1 | 2.90E-03 | 1.83E-4 | 0 | 3.03E-01 |
| 3 | 2.08E-1 | 2.91E-03 | 1.82E-4 | 0 | 3.01E-01 |
| 4 | 2.08E-1 | 2.90E-03 | 1.83E-4 | 0 | 3.02E-01 |

0912-011

Рис. 11: Зарегистрированные анализатором PA1000 данные

Требования к флэш-накопителю USB

- Флэш-накопитель USB должен быть отформатирован в файловых системах FAT12, FAT16 или FAT32.
- Размер сектора должен составлять 512 байт. Размер кластера — до 32 Кб.
- Поддерживаются только запоминающие устройства большой емкости (BOMS), поддерживающие наборы команд SCSI или AT. Более подробные сведения об устройствах BOMS см. в спецификации «Класс запоминающих устройств большой емкости для универсальных последовательных шин — транспортировка только больших объемов», ред. 1.0, опубликованной Форумом по внедрению USB.

Большинство накопителей USB отвечают перечисленным выше требованиям.

Печать Печать непосредственно с PA1000 в настоящее время не поддерживается, но может быть предусмотрена в последующих версиях программного обеспечения.

Конфигурация прибора

Для просмотра конфигурации прибора, включая версии аппаратного и программного обеспечения, серийный номер, дату последней регулировки (калибровки) и проверки выберите

System Configuration (Конфигурация системы) → Unit Configuration (Конфигурация прибора)

Описание типов регулировки (калибровки)

Окно конфигурации прибора содержит две даты калибровки, а именно:

- Last Verified (Последняя проверка) — это дата последней проверки PA1000 на соответствие техническим данным без выполнение регулировки.
- Last Adjusted (Последняя регулировка) — это дата последнего изменения данных калибровки PA1000.

Система меню

Навигация

Меню PA1000 представляет собой мощную, но простую в использовании систему управления анализатором. Сведения о доступе и использовании системы меню см. в разделе *Начало работы* этого руководства. (См. стр. 13, *Навигация в системе меню*.)

Для получения справки во время работы с анализатором PA1000 нажмите кнопку HELP (Справка).

Пункты меню Для включения и выключения отображения системы меню нажмите кнопку MENU (Меню).

Главное меню Для выбора меню нажмите кнопку .

Измерения Выбор измерений для отображения.

Для добавления нового измерения:

1. Выберите его с помощью кнопок  и  и нажмите .
2. (Опция) переместите измерения с помощью кнопок  и  (не относится к гармоникам).
3. Нажмите ОК.

Для удаления измерения выберите его и нажмите .

Совет. Для восстановления списка по умолчанию см. меню User Configuration (Пользовательская конфигурация).

Более подробные сведения о гармониках и коэффициенте искажения см. в разделе *Конфигурация системы*.

Режимы

Выбор режима Выберите эту опцию для перевода анализатора PA1000 в один из рабочих режимов. После установки каждый режим указан на дисплее на передней панели. Эти режимы описаны ниже.

Normal (Обычный). Идеально подходит для выполнения общих измерений.

Ballast (Балласт). Для измерения выходной мощности электронного балласта. Более подробные сведения см. в руководстве при применении

на сайте www.tektronix.com. Отображаемая частота является частотой переключения балласта.

Inrush (Броски). Для измерения пикового тока, возникающего при событиях любого типа. Как правило, используется для измерения пикового тока при первом включении устройства. Нажмите виртуальную клавишу на экране Reset (Сброс), чтобы обнулить значение пускового тока.

Резервная мощность. Особый режим анализатора, позволяющий пользователю устанавливать временные рамки сбора данных измерения мощности. Если установлен этот режим, измерения мощности будут обновляться по истечении каждого заданного периода. Другие измерения будут обновляться с нормальной частотой обновления дисплея 0,5 с. Отображаемые результаты измерения мощности представляют суммарную мощность, накопленную после предыдущего временного периода.

Интегратор. Для измерения потребления энергии (Вт-ч) с течением времени. Идеально подходит для определения номинальных характеристик устройств, потребление энергии которых не постоянно, например, стиральных машин и холодильников.

Замечания о смене режима

При смене режима, отображаемые измерения изменяются. Добавление измерения на экран действует только для выбранного в данный момент режима. Количество доступных измерений различается в зависимости от установленного режима. То же относится к дистанционному обмену данными, поскольку команда «FRD?», используемая для возврата результатов, возвращает отображаемые на экране результаты только в порядке отображения.

В таблице ниже представлены доступные измерения для каждого режима, а также измерения, отображаемые по умолчанию в выбранном режиме. (См. таблицу 4 на странице 18.)

Таблица 4: Измерения доступные в каждом режиме

| Измерение | Режим | | | | |
|-------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------|
| | Normal (Обычный) | Ballast (Балласт) | Inrush (Броски) | Standby Power (Резервная мощность) | Integrator (Интегратор) |
| V_{RMS} | X* | X* | X | X* | X* |
| $A_{ср. кв.}$ (Аср. кв) | X* | X* | | X* | X* |
| Watts (Вт) | X* | X* | | X* | X |
| VA (ВА) | X | X | | X | X |
| Var (реактивная мощность VAR) | X | X | | X | X |
| Freq (частота) | X* | X* | X | X* | X* |

Таблица 4: Измерения доступные в каждом режиме (прод.)

| Измерение | Режим | | | | |
|---|---------------------|----------------------|-----------------|--|----------------------------|
| | Normal (Обычный) | Ballast (Балласт) | Inrush (Броски) | Standby Power (Резервная мощность) | Integrator (Интегратор) |
| PF (коэффициент мощности) | X* | X* | | X* | X* |
| Vpk+ (положительный пик напряжения) | X | X | X* | | |
| Vpk- (отрицательный пик напряжения) | X | X | X* | | |
| Apk+ (положительный пик тока) | X | X | X* | | |
| Apk- (отрицательный пик тока) | X | X | X* | | |
| Vdc (напряжение постоянного тока) | X | X | | | |
| Vac (напряжение переменного тока) | X | X | | | |
| Vcf (амплитудный коэффициент напряжения) | X | X | | X | |
| Acf (амплитудный коэффициент тока) | X | X | | | |
| Vthd (полный коэффициент гармонических искажений) | X | X | | X | |
| Athd (полный коэффициент гармонических искажений тока) | X | X | | | |
| Z | X | | | | |
| R | X | | | | |
| X | X | | | | |
| Hr (ч) | | | | | X |

Таблица 4: Измерения доступные в каждом режиме (прод.)

| Измерение | Режим | | | | |
|---|---------------------|----------------------|-----------------|--|----------------------------|
| | Normal (Обычный) | Ballast (Балласт) | Inrush (Броски) | Standby Power (Резервная мощность) | Integrator (Интегратор) |
| Whr (Вт-ч) | | | | | X* |
| VAhrs (ВА-ч) | | | | | X |
| VAhr (ВАр-ч) | | | | | X |
| Ahr (А-ч) | | | | | X |
| V-harm (гармоническое напряжение) | X | X | | X | |
| A-harm (гармонический ток) | X | X | | | |
| V range (диапазон напряжения) | X | X | X | X | X |
| A range (диапазон тока) | X | X | X | X | X |

X = измерения доступны

X* = отображается по умолчанию

В зависимости от режима, на который выполняется переключение, могут измениться другие параметры:

- При переходе в любой режим, кроме режима бросков, для напряжения и тока будет установлен автоматический выбор диапазона.
- При переходе в режим бросков для напряжения и тока будут установлены диапазоны, заданные в настройках режима измерения бросков.

Настройка режима

Выберите режим для настройки.

Inrush setup (Настройка режима измерения бросков). Выберите начальные диапазоны напряжения и тока. Начните с максимального диапазона, установите режим и выполните измерения. Начав измерения, с помощью виртуальных кнопок на экране установите более низкий диапазон для получения более высокой точности. С помощью виртуальной клавиши на экране Reset (сброс) можно обнулить значение пускового тока.

Standby power setup (Настройка режима резервной мощности). Временные рамки — это период, течение которого анализатор PA1000 будет усреднять выборки. Обратите внимание, измерения будут обновляться только в конце периода, заданного временными рамками, за исключением $V_{ср. кв.}$,

амплитудного коэффициента напряжения, частоты, полного коэффициента гармонических искажений, величины и фазы гармонического напряжения, которые будут и далее обновляться каждые 0,5 с.

Integrator setup (Настройка интегратора). Интегратор анализатора PA1000 запускается двумя способами: вручную и с помощью таймера. При ручном запуске интегратор запускается и останавливается, когда пользователь нажимает кнопку запуска/останова и сбрасывается при нажатии на кнопку сброса.

При запуске по таймеру анализатор PA1000 использует встроенные часы реального времени для запуска интегратора в дату и время, заданные пользователем. Пользователь должен также задать продолжительность запуска по таймеру для остановки интегратора в заданное время.

Способ запуска настраивается в меню Integrator Setup (Настройка интегратора), Start Method (Способ запуска). Выберите Manual (Ручной) или Clock (Таймер) с помощью кнопки .

При выборе ручного запуска другие настройки не требуются. После выбора режима пользователь запускает интегратор с помощью клавиши запуска/останова () и сбрасывает зарегистрированные значения с помощью клавиши сброса ().

Примечание. Перед нажатием клавиши сброса () необходимо остановить интегратор. Запуск по таймеру настраивается в меню Integrator Setup (Настройка интегратора), Start Method (Способ запуска). Здесь пользователь может настроить время и дату начала, а также продолжительность. Время и дата начала вводятся в формате PA1000, настроенном на момент ввода. Продолжительность вводится в минутах в диапазоне, показанном на экране ввода даты.

Inputs (Входы)

Настройка измерительных входов — диапазон, масштаб и гашение нижнего значения.

Это меню можно использовать для настройки физических входов анализатора PA1000. Для нормальной работы (от 20 мА до 20 А_{ср. кв.} и до 600 В_{ср. кв.}) нет необходимости изменять значения по умолчанию.

Выберите Inputs (Входы) с помощью клавиш   и нажмите клавишу  для доступа к опциям.

Фиксированный и автоматический выбор диапазона

Для большинства измерений автоматический выбор диапазона является наилучшим выбором. Фиксированный диапазон может быть полезен, если напряжение или ток постоянно изменяются или сопровождаются большими пиками, из-за чего анализатор затрачивает много времени на изменение диапазона.

С помощью клавиш ▲ ▼ выберите Volts (V) или Amps (A) и нажмите кнопку ► для выбора диапазона. При изменении режима измерения диапазоны напряжения и тока часто переключаются в режим автоматического выбора.

Масштабирование

Масштабирование может использоваться для настройки значений RA1000 с учетом коэффициента преобразования преобразователя. Масштабный коэффициент действует для каждого измеренного значения входного сигнала, для которого он применяется.

Если входы 600 В, 20 А и 1 А используются напрямую, значение масштабирования напряжения и тока по умолчанию равно 1.

Для использования анализатора RA1000 с внешними преобразователями напряжения или тока введите масштабный коэффициент с учетом коэффициента преобразования.

С помощью клавиш ▲ ▼ выберите Volts (V) или Amps (A) и нажмите кнопку ► для выбора масштабного коэффициента. Более подробные сведения см. в главе *Использование внешних преобразователей напряжения и тока*.

Источник частоты

Для выполнения точных измерений анализатор RA1000 должен вначале определить частоту. Как правило, RA1000 определяет частоту по сигналу напряжения с помощью запатентованных алгоритмов. Если сигнал напряжения отсутствует или прерывается, может потребоваться выбрать ток в качестве источника частоты. Выберите Volts (V) или Amps (A) в качестве источника частоты с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите ✓ для подтверждения.

Фильтр частоты

Для оптимального измерения частоты при измерении сигналов напряжения ниже 20 кГц можно включить фильтр пропускания нижних частот. Если уровень сигнала напряжения ниже 10 % диапазона и известно, что частота ниже 20 кГц, рекомендуется использовать фильтр пропускания нижних частот. Выберите Auto (Автоматически) или Low Pass (фильтр пропускания нижних частот) с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите ✓ для подтверждения.

ПРИМЕЧАНИЕ. *Фильтр частоты не влияет на измерение напряжения. Фильтр предназначен для регистрации частоты.*

Шунты Анализатор PA1000 оснащен двумя встроенными шунтами. Шунт 20 А предназначен для измерений тока от 20 мА до 20 А_{ср. кв.}. Шунт 1 А предназначен для измерений тока от 400 мкА до 1 А. Эти диапазоны можно увеличить за счет использования соответствующих преобразователей тока с мкА на mA.

Некоторые преобразователи тока (в том числе простые омические шунты) вырабатывают напряжение, пропорциональное току. На анализаторе PA1000 имеются два входа для внешних шунтов тока, вырабатывающими выходной сигнал напряжения. Поскольку вход 0 V (0 В) является общим для встроенных и внешних шунтов, одновременно можно подключать только шунты одного типа.

Выберите Internal (встроенный) (20 А), Internal (встроенный) (1 А) или External (внешний) шунт с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите ✓ для подтверждения. Более подробные сведения см. в разделе *Использование преобразователей напряжения и тока*.

Гашение Обычно включено. Выберите Disable (Отключить) для измерения малого напряжения или тока. Если гашение действует либо на напряжение, либо на ток, оно распространяется на все соответствующие измерения, включая активную мощность, полную мощность и коэффициент мощности. Выберите Disable (Отключить) или Enable (Включить) с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите ✓ для подтверждения.

Усреднение Обычно выключено. Выберите Enable (Включить), чтобы анализатор PA1000 выполнял усреднение результатов для более стабильного измерения неустойчивых сигналов. При включении глубина усреднения устанавливается на четыре. Усредняются все результаты, включая амплитуду и фазу гармоник, за исключением диапазонов (если они выбраны для отображения) и суммарных измерений (ВТ-ч, ВА-ч, ВАр-ч и ч). Выберите Disable (Отключить) или Enable (Включить) с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите ✓ для подтверждения.

Графики

Для настройки отображения графиков PA1000 выберите тип графика с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите ► для доступа к опциям.

Совет. Используйте клавишу YZ для переключения между графиком и цифровым представлением.

Осциллограмма

В этом окне отображаются осциллограммы напряжения, тока (опционально) и мощности (Вт). Масштаб графика устанавливается автоматически в зависимости от выбранного диапазона и масштабирования. Отображение графика мощности (Вт) можно отключить.

С помощью клавиш ▲ ▼ выберите Show (показать) и нажмите ✓ для отображения осциллограмм. Выберите Watts (Вт) для добавления на экран осциллограммы мощности в реальном времени.

ПРИМЕЧАНИЕ. Осциллограммы отображаются только при наличии действительного сигнала частоты. Осциллограммы постоянного тока не отображаются.

Гистограмма гармоник

Выберите гистограмму гармоник Voltage (Напряжения) или Current (Тока) с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите ► для доступа к подробной информации.

Шкала отображает максимальную амплитуду. Для обзора спектра задайте масштаб, близкий к ср. кв. значению. Для подробного просмотра меньших гармоник можно задать меньший масштаб.

Если гармоника превышает заданный масштаб, она будет отображаться с белой меткой в верхней части гистограммы.

Масштаб действует, только если формат гармоник задан в абсолютных значениях. При использовании измерений в процентном значении, масштаб автоматически устанавливается на 100 %. Значение основной гармоники (H1) отображается как 100 %.

Используйте клавиши со стрелками вправо ► и влево ◀ для выбора гармоник, амплитуда и фаза которых отображаются в верхней части экрана. Выбранная гармоника выделяется желтым цветом. С помощью клавиш ▲ ▼ выберите Show (Показать) и нажмите ✓ для отображения гистограммы гармоники (напряжения или тока).

График интегрирования

Выберите Integration graph (График интегрирования) с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите ► для настройки.

Меню Integration graph (График интегрирования) позволяет выбрать значения для отображения на графике, масштаб графика по вертикали (в выбранных для данного значения единицах) и по горизонтали (продолжительность).

Масштаб графика по горизонтали необходим только для отображения. Интегрирование будет продолжаться, пока пользователь не остановит его с помощью кнопки запуска/останова (●/●). С помощью кнопки сброса (⏏) можно сбросить суммарные значения.

ПРИМЕЧАНИЕ. Перед нажатием клавиши сброса (⏏) необходимо остановить интегратор.

После настройки графика выберите Show (Показать) для просмотра графика. Примечание. Для запуска графика анализатор PA1000 должен работать в режиме интегратора.

Интерфейсы

Это меню можно использовать для настройки интерфейсов анализатора PA1000.

Выберите интерфейс для настройки с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите клавишу ► для доступа к опциям.

Адрес GPIB

Введите адрес GPIB и нажмите ОК.

Адрес по умолчанию — 6. Адрес не изменяется после команд *RST или :DVC.

Конфигурация Ethernet

Анализатор PA1000 осуществляет обмен данными через порт Ethernet по протоколу TCP/IP.

Порт Ethernet осуществляет соединение по протоколу TCP/IP с портом 5025. Порт 5025 назначен Агентством по выделению имен и уникальных параметров протоколов (IANA) в качестве порта SCPI.

В меню IP Selection Method (Метод выбора IP) с помощью клавиш ▲ ▼ выберите динамический IP-адрес с помощью опции Set IP using DHCP (Задать IP с помощью DHCP) или фиксированный/статический IP-адрес с помощью опции Fix IP Address (Фиксированный IP-адрес) с помощью клавиши ✓.

Для просмотра текущих настроек IP-адреса выберите Static IP Settings (Настройки статического IP) в меню Ethernet Setup (Настройки Ethernet). В это меню можно ввести IP-адрес, маску подсети и шлюз по умолчанию.

Для настройки статического IP-адреса выберите Static IP Settings (Настройки статического IP) в меню Ethernet Setup (Настройки Ethernet). В это меню можно ввести IP-адрес, маску подсети и шлюз по умолчанию. После ввода данных в каждом меню нажмите кнопку ОК, чтобы применить изменения.

Режим Ethernet (статический/DHCP), IP-адрес, шлюз по умолчанию и маска подсети не изменяются после команд *RST или :DVC.

Конфигурация системы

Настройка гармоник, искажения, часов и автоматической установки нуля.

Выберите пункт меню с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите клавишу ► для доступа к опциям.

Настройка гармоник

Для гармоник напряжения и тока можно настроить ряд различных параметров. Эти настройки не зависят от выбранного режима.

- Sequence (Последовательность): все или только нечетные гармоники
- Range (Диапазон): максимальное число гармоник (до 50)
- Format (Формат): отображение гармоник в абсолютных значениях или в процентах от основной (первой) гармоники.

Настройка искажения

Для гармоник напряжения и тока можно настроить ряд различных параметров. Эти настройки не зависят от выбранного режима. Для искажения можно настроить четыре параметра.

- Formula (Формула): серия (полный коэффициент гармонических искажений) или разность (коэффициент искажений). (Значение по умолчанию — сериальная спектральная формула)
- Sequence (Последовательность): включить все гармоники или только нечетные в сериальную спектральную формулу. (По умолчанию — все гармоники)
- Range (Диапазон): максимальное число гармоник, включаемых в сериальную спектральную формулу. (значение по умолчанию — 7)
- DC (H0): включить или исключить постоянный ток в сериальную спектральную формулу. (значение по умолчанию — исключить)
- Reference (Опорный сигнал): ср. кв. или первая гармоника. (по умолчанию — ср. кв.)

Более подробные сведения об используемых уравнениях (См. стр. 69, *Изменяемые параметры.*)

Auto Zero (Автоматическая установка нуля)

Анализатор PA1000 как правило автоматически корректирует небольшие смещения по постоянному току. Эта функция называется автоматической установкой нуля.

При некоторых операциях, например измерении бросков пускового тока, функция автоматической установки нуля должны быть всегда включена.

С помощью клавиш ▲ ▼ выберите Disable (Отключить) или Enable (Включить) и нажмите ✓ для подтверждения.

Clock setup (Настройка часов)

Для внутренних часов анализатора PA1000 можно задать перечисленные ниже опции. Выберите пункт меню с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите клавишу ► для доступа к опциям.

Set Time (Настройка времени) — введите время в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения;

Set Date (Настройка даты) — введите дату в указанном формате и нажмите ОК для подтверждения;

Time Format (Формат времени) — с помощью клавиш ▲ ▼ выберите 12- или 24-часовой формат и нажмите ✓ для подтверждения.

Date Format (Формат даты) — с помощью клавиш ▲ ▼ выберите требуемый формат даты и нажмите ✓ для подтверждения.

Конфигурация прибора

В меню Unit configuration (Конфигурация прибора) отображаются версии аппаратного и программного обеспечения, серийный номер, дата последней регулировки и проверки.

Пользовательская конфигурация

Анализатор PA1000 позволяет сохранять и вызывать до пяти различных конфигураций.

Выберите пункт меню с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите клавишу ► для доступа к опциям.

Первая опция — Load Default (Загрузить конфигурацию по умолчанию). При выборе этой опции восстанавливаются заводские настройки PA1000.

Другие пункты меню Default 'CONFIGURATION n' (КОНФИГУРАЦИЯ по умолчанию n) можно использовать для сохранения и вызова настроек PA1000.

В каждой пользовательской конфигурации можно войти в подменю и выбрать:

- Apply (Применить) — применить сохраненную конфигурацию;
- Rename (Переименовать) — присвоить конфигурации значимое имя; максимальная длина имени 16 символов;
- Save Current (Сохранить текущую конфигурацию) — сохранить конфигурацию; таким образом следует завершать настройку PA1000 при выборе этой опции.

ПРИМЕЧАНИЕ. При загрузке несохраненной конфигурации появляется сообщение об ошибке. Текущая конфигурация не изменяется.

Просмотр

Выберите пункт меню с помощью клавиш ▲ ▼ и нажмите клавишу ► для доступа к опциям.

Масштабирование

С помощью функции масштабирования можно выбрать количество результатов для отображения на экране прибора. Можно выбрать значения 4 или 14. С помощью клавиш ▲ ▼ выберите отображение 4 или 14 результатов и нажмите  для подтверждения.

Подсоединение источников сигнала

Обзор входных разъемов



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание поражения электрическим током или травмы, соблюдайте следующие правила.

· Не прикасайтесь к соединениям, внутренним цепям или измерительным устройствам, подключенным к заземлению.

· Всегда соблюдайте указания относительно последовательности подключения. (См. стр. 5, Порядок подключения.)

Источники сигнала подключаются на передней панели анализатора PA1000.

напряжение

Источники сигнала напряжения до $600 V_{\text{ср. кв.}}$ можно подключать непосредственно к красному и черному гнездам 4 мм VHI и VLO на передней панели анализатора PA1000.

Ток

Источники сигнала тока до $20 A_{\text{ср. кв.}}$ можно подключать непосредственно к синему и черному гнездам 4 мм ANI и ALO на передней панели анализатора PA1000. При измерении тока менее $1 A_{\text{ср. кв.}}$, $2 A_{\text{пик}}$ подключите источник измеряемого сигнала тока к желтому A1A и черному ALO гнездам.

Вход внешнего сигнала тока

Вход внешнего сигнала тока EXT ANI рассчитан на напряжение до $1,25 V_{\text{пик}}$, пропорциональное измеряемому току. Этот вход позволяет присоединять различные внешние преобразователи тока от миллиамперных шунтов тока до мегаамперных трансформаторов тока. Для каждого типа преобразователя анализатор PA1000 можно масштабировать для считывания правильных показаний тока. (См. стр. 21, *Inputs (Входы)*.)

Выбор преобразователя тока зависит от следующих факторов:

- измеряемый ток, включая пики и переходные процессы;
- требуемая точность;
- требуемая полоса пропускания: за исключением случаев чисто синусоидальных осциллограмм требуется полоса пропускания, превосходящая основную частоту;
- наличие постоянного тока;

- удобство присоединения, т. е. использование трансформатора тока с открывающимися зажимами для быстрого соединения жгута фиксированной разводки;
- влияние преобразователя на цепь.

Подсоединение простого трансформатора тока

Для использования традиционного трансформатора тока, например серии CL Tektronix (или любого другого преобразователя с токовым выходом) соедините нормальные входы АН1 и АLO анализатора PA1000 и выходы трансформатора тока. Следуйте указаниям производителя по безопасному использованию и установке преобразователя.

Как правило, положительный выход (или Н1) отмечен стрелкой или знаком «+». Присоедините эту клемму к соответствующему входу АН1 анализатора PA1000.

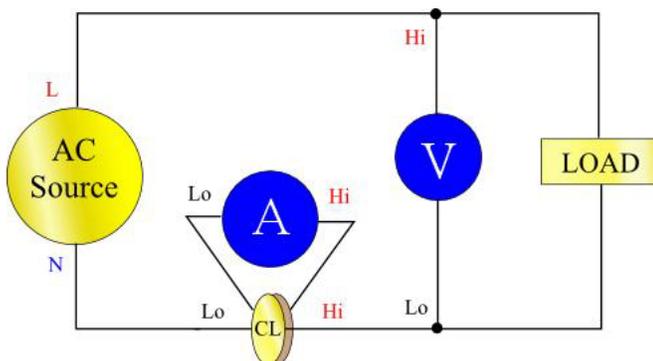


Рис. 12: Соединения трансформатора тока

Масштабирование тока

Выходной ток трансформатора тока пропорционален измеряемому току нагрузки.

Для правильного измерения с помощью PA1000 используйте функцию масштабирования анализатора для масштабирования или умножения выходного тока трансформатора.

Например, CL200 является трансформатором тока 100:1. При измерении 100 А величина сигнала на выходе составляет 100 мА. Для масштабирования PA1000 следует ввести масштабный коэффициент 1000:

Нажмите MENU (Меню)

Выберите ▲ ▼ Inputs (Входы) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Scaling (Масштабирование) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Amps (Ампер) и нажмите ►

Введите новый масштабный коэффициент (1000)

Нажмите **OK**

Нажмите MENU (Меню) для возврата в окно измерений.

Анализатор PA1000 готов к выполнению измерений с помощью трансформатора тока.

Подсоединение внешнего омического шунта

Использование омического шунта — это простой способ расширить диапазон измерений анализатора PA1000. Шунтирующий резистор подсоединяется последовательно с нагрузкой, а напряжение на шунте прямо пропорционально току.

Источники сигнала напряжения можно подсоединить непосредственно к внешним токовым входам PA1000.

Например, используется шунт сопротивлением 1 мОм для измерения 200 А_{ср.}
кв.

1. Убедитесь, что генерируемое напряжение соответствует PA1000

$$V = I \times R \text{ (Закон Ома)}$$

$$V_{\text{shunt}} = I \times R_{\text{shunt}} \text{ (} V_{\text{шунта}} = I \times R_{\text{шунта}} \text{)}$$

$$V_{\text{shunt}} = 200 \times 0.001 \text{ Ohms (} V_{\text{шунта}} = 200 \times 0,001 \text{ Ом)}$$

$$V_{\text{shunt}} = 0.2 \text{ V (} V_{\text{шунта}} = 0,2 \text{ Ом)}$$

Это в пределах диапазона 1 В для внешних токовых входах анализатора PA1000.

2. Подключите шунт последовательно с нагрузкой к входам EXT ANI и ALO, как показано на рисунке.

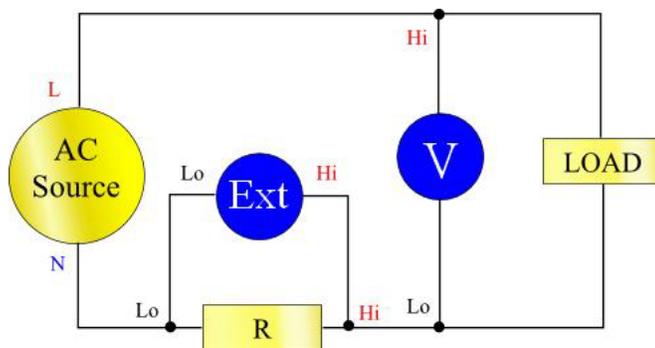


Рис. 13: Соединения внешнего омического шунта



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. АН1, А1А, EXT АН1 и АЛО соединены внутри PA1000 через шунт с низким полным выходным сопротивлением. Во избежание ошибок и риска поражения электрическим током отключите все соединения от АН1 и А1А.

3. Настройте анализатор PA1000 для измерения тока на разъемах EXT АН1 и АЛО.

Нажмите MENU (Меню)

Выберите ▲ ▼ Inputs (Входы) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Shunts (Шунты) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ External (Внешний) и нажмите ✓

Нажмите MENU (Меню) для возврата в окно измерений.

4. Масштабируйте показания, отображаемые на экране осциллографа.

Масштаб по умолчанию $1 \text{ В} = 1 \text{ А}$.

В этом примере $R = 0,001 \text{ Ом}$. Масштабный коэффициент задается в Амперах на Вольт, поэтому в этом случае масштабный коэффициент составляет 1000.

Для ввода масштабного коэффициента:

Нажмите MENU (Меню)

Выберите ▲ ▼ Inputs (Входы) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Scaling (Масштабирование) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Amps (Ампер) и нажмите ►

Введите новый масштабный коэффициент (1000)

Нажмите **ОК**

Нажмите MENU (Меню) для возврата в окно измерений.

Анализатор PA1000 готов к выполнению измерений с помощью внешнего шунта.

Подсоединение преобразователя с выходным сигналом напряжения

Эти преобразователи имеют активные цепи, позволяющие улучшить производительность при широкой полосе пропускания. Это может быть устройство на основе эффекта Холла или пояса Роговского.

Процедура подобна установке внешнего шунта, описанной выше.

1. Следуйте указаниям производителя по безопасному использованию и установке преобразователя.
2. Подключите выход напряжения к разъемам EXT-HI и A-LO канала PA1000 как описано выше.
3. Выберите Inputs – Shunts – External (Входы – шунты — внешний) как описано выше.

Нажмите MENU (Меню)

Выберите ▲ ▼ Inputs (Входы) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Shunts (Шунты) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ External (Внешний) и нажмите ✓

Нажмите MENU (Меню) для возврата в окно измерений.

4. Выберите и введите масштабный коэффициент. Эти типы преобразователей часто имеют номинал в мВ/А. Например, преобразователь с выходным сигналом 100 мВ/А эквивалентен внешнему шунтирующему резистору на 100 мОм. Для преобразования шкалы В/А в А/В инвертируйте значение. В приведенном выше примере 100 мВ/А эквивалентно 10 А/В.

Нажмите MENU (Меню)

Выберите ▲ ▼ Inputs (Входы) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Scaling (Масштабирование) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Amps (Ампер) и нажмите ►

Введите новый масштабный коэффициент (например, 0,1)

Нажмите **OK**

5. Нажмите MENU (Меню) для возврата в окно измерений.

Анализатор PA1000 готов к выполнению измерений с помощью трансформатора тока с выходным сигналом напряжения.

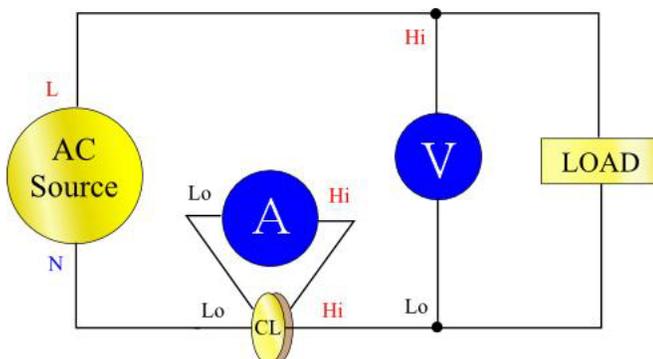


Рис. 14: Соединения преобразователя с выходным сигналом напряжения

Подключение трансформатора/преобразователя напряжения

Анализатор PA1000 можно использовать с трансформатором напряжения или другим преобразователем для расширения диапазона измерений. Следуйте указаниям производителя по безопасному использованию и установке преобразователя.

Выход преобразователя присоединяется к нормальным разъемам VHI и VLO. Как правило, положительный выход (или HI) отмечен стрелкой или знаком «+». Присоедините эту клемму к входу ANI анализатора PA1000.

Масштабирование напряжения

Трансформатор напряжения генерирует выходной сигнал напряжения, пропорциональный измеряемому напряжению.

Для правильного измерения напряжения с помощью PA1000 используйте функцию масштабирования анализатора для масштабирования или умножения выходного тока трансформатора напряжения.

Например, при измерении с помощью трансформатора напряжения 1000:1 необходимо использовать масштабный коэффициент 1000.

Нажмите MENU (Меню)

Выберите ▲ ▼ Inputs (Входы) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Scaling (Масштабирование) и нажмите ►

Выберите ▲ ▼ Volts (Вольт) и нажмите ►

Для удаления введенных значений используйте кнопку CLR.

Введите новый масштабный коэффициент (1000)

Нажмите OK.

Нажмите MENU (Меню) для возврата в окно измерений.

Анализатор PA1000 готов к выполнению измерений с помощью трансформатора напряжения.

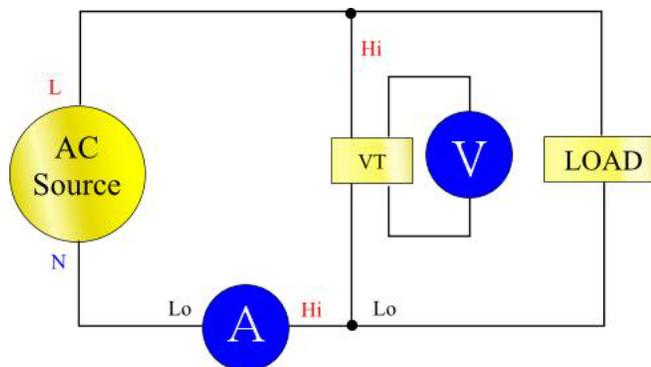


Рис. 15: Соединения трансформатора/преобразователя напряжения

Дистанционное управление

Общие сведения

Дистанционные команды позволяют использовать анализатор PA1000 для выполнения высокоскоростных, сложных или многократных измерений. Анализатор PA1000 позволяет осуществлять обмен данными по протоколам GPIB, Ethernet или USB.

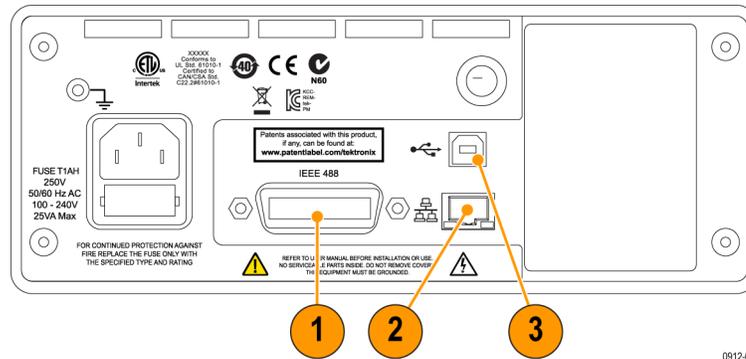


Рис. 16: Порты обмена данными

1. GPIB
2. Ethernet
3. USB

Взаимодействие с системами USB

Анализатор PA1000 поддерживает управление по USB стандарта USBTMC.

Подробное описание контактов порта с указанием скорости и информацией о соединении содержится в спецификации. (См. стр. 69, *Периферийные устройства USB*.)

Взаимодействие с системами Ethernet

Анализатор PA1000 поддерживает управления по Ethernet через сеть 10Base-T.

Более подробные сведения о подключении Ethernet см. в разделе *Порт Ethernet*. (См. стр. 69, *Порт Ethernet*.)

Более подробные сведения об адресации Ethernet см. в разделе *Конфигурация Ethernet*. (См. стр. 25, *Конфигурация Ethernet*.)

Взаимодействие с системами GPIB

В качестве опции анализатор PA1000 поддерживает управление через порт GPIB.

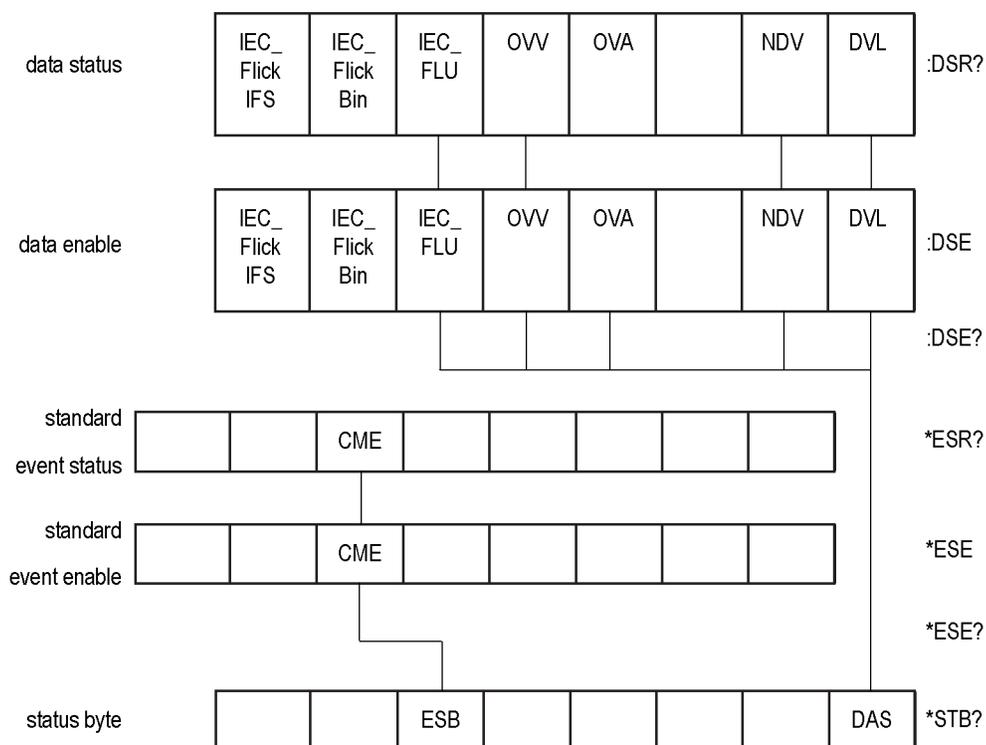
Более подробное описание контактов разъема GPIB см. в разделе *IEEE 488/GPIB*. (См. стр. 67, *IEEE 488/GPIB* .)

Сообщения о состоянии

Байт состояния Анализатор PA1000 использует байт состояния, подобный IEEE488.2. Регистр байтов состояния (STB) анализатора PA1000 содержит биты ESB и DAS. Эти два бита указывают на ненулевое состояние регистра состояний стандартных событий (ESR) или регистра состояний отображаемых данных (DSR).

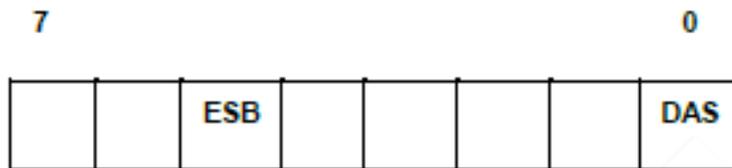
ESR и DSR имеют регистры включения, соответственно ESE и DSE, настраиваемые пользователем. Эти регистры включения действуют как маска для отображения выбранных элементов соответствующих регистров состояния в реестре байтов состояния. Установка соответствующего бита регистра включения на 1 задает прозрачность.

При считывании регистра состояния этот регистр сбрасывается на ноль.



Регистр байтов состояния (STB)

Считывается по команде *STB?.



Бит 5 — суммарный бит ESB для отображения состояния стандартных событий.

Бит 0 — суммарный бит DAS для отображения доступных данных.

Регистр состояний отображаемых данных (DSR)

Считывается по команде :DSR? или в суммарных данных *STB? бита DAS. При включении питания DSR устанавливается на ноль. По команде :DSR? биты регистра очищаются, как показано ниже.

| | | | | | | | |
|---------------|---------------|---------|-----|-----|--|-----|-----|
| IEC_Flick IFS | IEC_Flick Bin | IEC_FLU | OVV | OVA | | NDV | DVL |
|---------------|---------------|---------|-----|-----|--|-----|-----|

Бит 7 — IEC_FlickIFS. Установите для индикации наличия данных IFS в режиме пульсации IEC. Очищается при считывании.

Бит 6 — IEC_FlickBin. Установите для индикации наличия данных накопителя пульсаций IEC в режиме пульсаций IEC. Очищается при считывании.

Бит 5 — IEC_FLU. Установите для индикации наличия данных неустойчивых гармоник IEC в режиме неустойчивых гармоник IEC. Очищается при считывании.

Бит 4 — OVV. Устанавливается для указания перегрузки по напряжению. Автоматически очищается при снятии перегрузки.

Бит 3 — OVA. Устанавливается для указания перегрузки по току. Автоматически очищается при снятии перегрузки.

Бит 1 — NDV. Устанавливается для указания на появление новых данных с момента последней команды «:DSR?». Очищается при считывании.

Бит 0 — DVL. Устанавливается для указания на доступность данных. Очищается при считывании.

Регистр включения состояний отображаемых данных (DSE)

Считывание по команде :DSE? и установка по команде :DSE <значение>.

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------|-----|-----|--|-----|-----|
| IEC_FlickIFS | IEC_FlickBin | IEC_FLU | OVV | OVA | | NDV | DVL |
|--------------|--------------|---------|-----|-----|--|-----|-----|

Бит 7 — IEC_FlickIFS. Включение бита IEC_FlickIFS в DSR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Бит 6 — IEC_FlickBin. Включение бита IEC_FlickBin в DSR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Бит 5 — IEC_FLU. Включение бита IEC_FLU в DSR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Бит 4 — OVV. Включение бита OVV в DSR.

Бит 3 — OVA. Включение бита OVA в DSR.

Бит 1 — NDV. Включение бита NDV в DSR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Бит 0 — DVL. Включение бита DVL в DSR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Регистр состояний стандартных событий (ESR)

Считывается по команде *ESR? или в суммарных данных с помощью бита ESB в STB.

| | | | | | | | |
|--|--|-----|--|--|--|--|--|
| | | CME | | | | | |
|--|--|-----|--|--|--|--|--|

Бит 5 — CME. Ошибка команды, команда не распознана.

Регистр включения состояний стандартных событий (ESE)

Считывание по команде *ESE? и установка по команде :DSE <значение>. Очищается при считывании.

При недействительной команде в реестре DSR в регистре состояний стандартных событий устанавливается флажок. Флажок удаляется при считывании регистра по команде *ESR?. Недействительный запрос может привести к непрогнозируемому результату и потребовать перезагрузки прибора и/или ПК.

| | | | | | | | |
|--|--|-----|--|--|--|--|--|
| | | CME | | | | | |
|--|--|-----|--|--|--|--|--|

Бит 5 — CME. Включение бита CME в ESR. (По умолчанию включается при включении питания.)

Список команд

В описании синтаксиса команд используются следующие условные обозначения:

- квадратные скобки указывают на опциональные параметры или ключевые слова [];
- треугольные скобки указывают на значение, которое необходимо указать < >;
- вертикальная черта указывает на выбор параметров |.

Команды и ответы отправляются в виде строк ASCII с символом конца строки. Анализатор PA1000 не учитывает регистр, пробелы игнорируются за исключением случаев, когда они требуются для отделения команды от параметра.

В одной строке нельзя оправить несколько команд с разделителем «;» между командами.

Для всех команд, содержащих параметры, окончание команды следует отделить от первого параметра пробелом. Например, команда :CAL:DATE 1 будет выполнена. Команда CAL:DATE?1 приведет к ошибке истечения времени ожидания.

Нестандартные команды (с первым символом «*») должны предваряться двоеточием «:». Хотя стандарт IEEE 488.2 не требует этого, для анализатора PA1000 это обязательно. Например, команда :avg? будет выполнена, а Avg? — нет. Команда :avg:aut будет выполнена, а avg:aut — нет.

Список команд подразделяется на соответствующие разделы. Каждый раздел соответствует опции главного меню анализатора PA1000.

Стандартные команды и команды состояния IEEE 488.2

*IDN? Идентификация устройства

| | |
|---------------|--|
| Синтаксис | *IDN? |
| Формат ответа | Tektronix, PA1000, серийный номер, версия микропрограммного обеспечения |
| Описание | Серийный номер — это серийный номер главного шасси. Версия микропрограммного обеспечения — это версия комплекта микропрограммного обеспечения. |

*CLS Очистить состояние события

| | |
|-----------|--|
| Синтаксис | *CLS |
| Описание | Очищает реестр состояний стандартных событий до 0. |

***ESE Настройка регистра включения состояний стандартных событий**

| | |
|--------------|--|
| Синтаксис | *ESE <флажки> Где флажки = значения регистра включения в десятичном формате от 0 до 255 |
| По умолчанию | 32 |
| Описание | Устанавливает биты, включенные в регистре состояний стандартных событий. Регистр включения состояний использует те же определения битов, что и регистр состояний стандартных событий |

***ESE? Считать регистр включения состояний стандартных событий**

| | |
|---------------|--|
| Синтаксис | *ESE? |
| Формат ответа | 0 - 255 |
| Описание | Возвращает значение регистра включения состояний стандартных событий |

***ESR? Считать регистр состояний событий**

| | |
|---------------|---|
| Синтаксис | *ESR? |
| Формат ответа | 0 – 255 |
| Описание | Возвращает значение регистра состояний стандартных событий, объединенное оператором AND (И) со значением регистра включения состояний стандартных событий. Регистр состояний стандартных событий очищается после считывания |

***RST Сброс устройства**

| | |
|-----------|--|
| Синтаксис | *RST |
| Описание | Сбрасывает сообщения о состоянии до значений по умолчанию, выполняет то же действие, что и опция меню Load Default Configuration (Загрузить конфигурацию по умолчанию) на передней панели. |

Совет. После отправки команды *RST подождите 5–10 секунд, прежде чем подавать другие команды, чтобы все параметры по умолчанию были обработаны и установлены.

***STB? Считать байт состояния**

| | |
|------------------|---|
| Синтаксис | *STB? |
| Формат ответа | 0 – 255 |
| Описание | Возвращает значение байта состояния с маской регистра включения запросов на обслуживание. После считывания байт состояния очищается до 0. |

:DSE Установить регистр включения состояния данных

| | |
|-----------------|---|
| Синтаксис | :ESE <флажки> |
| По умолчанию | 255 |
| Описание | Устанавливает биты, включенные в регистре состояний отображаемых данных |

:DSE? Считать регистр включения состояния данных

| | |
|------------------|--|
| Синтаксис | :DSE? |
| Формат ответа | 0 – 255 |
| Описание | Возвращает значение регистра включения состояний отображаемых данных |

:DSR? Считать регистр состояния данных

| | |
|------------------|--|
| Синтаксис | :DSR? |
| Формат ответа | 0 – 255 |
| Описание | Возвращает значение регистра состояний данных, объединенное оператором AND (И) со значением регистра включения состояний данных. Регистр состояний данных очищается после считывания |

:DVC Очистить устройство

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :DVC |
| Описание | Сбрасывает конфигурацию прибора на значения по умолчанию. |

Команды информации прибора

Команды информации прибора — это команды, используемые для считывания информации о приборе помимо информации, считываемой по команде *IDN?

:CAL:DATE? Дата калибровки

| | |
|------------------|--|
| Синтаксис | :CAL:DATE? <тип данных> <Тип данных> — число от 1 до 2 |
| Формат ответа | Соответствующая дата калибровки в формате дд-мм-гггг |
| Описание | Возвращает дату калибровки PA1000. <Тип данных> может быть: 1 = дата проверки 2 = дата корректировки |

Команды выбора измерений и считывания

Эти команды связаны с выбором измерений и считыванием из результатов.

:SEL **Выбрать результаты**

Синтаксис :SEL:CLR
 :SEL:<измерение>
Где <измерение> это:
VLT — среднеквадратическое
напряжение
AMP — среднеквадратический ток
WAT — мощность (Вт)
VAS — полная мощность (ВА)
VAR — реактивная мощность (ВАр)
FRQ — частота
PWF — коэффициент мощности
VPK+ — пиковое напряжение
(положительное)
VPK — пиковое напряжение
(отрицательное)
APK+ — пиковый ток
(положительный)
APK- — пиковый ток
(отрицательный)
VDC — напряжение постоянного
тока
ADC — сила постоянного тока
VCF — амплитудный коэффициент
напряжения
ACF — амплитудный коэффициент
тока
VDF — коэффициент искажения
напряжения
ADF — коэффициент искажения
тока
IMP — полное сопротивление
RES — сопротивление
REA — реактивное сопротивление
HR — время интегрирования *1
WHR — Вт-ч *1
VAH — ВА-ч *1
VRH — ВАр-ч*1
AHR — А-ч *1
VRNG — диапазон напряжения
ARNG — диапазон тока

Выбрать результаты (прод.)

VHM — гармоники напряжения
 AHM — гармоники тока
 *1 — эти результаты доступны для отображения и считывания только в режиме интегратора.

Описание :SEL определяет, какие результаты будут отображаться на экране, а также результаты, возвращаемые по команде FRD?. Для просмотра текущей выбранной команды используйте команду FRF?.
 SEL:CLR очищает все результаты.

:FRF? Считать выбранные результаты

Синтаксис :FRF?

Описание Команда FRF? возвращает список всех отображаемых результатов. Текущий результат не возвращается. Формат возвращаемого значения:
 <количество выбранных измерений>, <количество возвращенных результатов>, <измерение 1>, <измерение 2> и т. д.
 <Количество выбранных измерений> — это число измерений, выбранных с помощью кнопок передней панели или команды SEL
 <Количество возвращаемых результатов> равно количеству строк на дисплее. При выборе гармоник количество возвращаемых результатов превосходит количество выбранных результатов
 <Измерение 1> и т. д. — это название выбранного измерения.
 Возвращаемые данные будут теми же, что и метка в окне результатов.
 Для гармоник возвращаются значения Vharm и Aharm (Вгарм и Агарм)
 Возвращаемые значения отделяются запятыми

:FRD? Считать динамически изменяющиеся данные

Синтаксис :FRD?

Описание Команды FRD возвращают результаты анализатора. Результаты возвращаются в том порядке, в котором они отображаются на экране. Результаты представлены в виде чисел с плавающим десятичным разделителем, разделенных запятыми
 Последовательность определяется порядком, в котором результаты отображаются на передней панели.

Команды конфигурации измерений

Команды конфигурации измерений соответствуют меню конфигурации измерений.

:HMX:VLT/AMP

Команды для настройки отображения гармоник.

Конфигурация гармоник

| | |
|-----------|--|
| Синтаксис | :HMX:VLT:SEQ <значение> :HMX:AMP:SEQ <значение> Где <значение> равно 0 для нечетных и четных, и 1 только для нечетных. |
| Описание | Если выбраны измерения гармоник (см. :SEL), анализатор PA1000 может отображать все гармоники, или только нечетные гармоники начиная с первой по заданную. |
| Синтаксис | :HMX:VLT:RNG <значение> :HMX:AMP:RNG <значение> Где значение = максимальному количеству отображаемых гармоник в диапазоне от 1 до 50. |
| Описание | Если выбраны измерения гармоник (см. :SEL), анализатор PA1000 будет отображать все гармоники до номера, заданного <значением>. Отображаемые гармоники можно ограничить только нечетными гармониками с помощью команды последовательности гармоник. |
| Синтаксис | :HMX:VLT:FOR <значение> :HMX:AMP:FOR <значение> Где <значение> = 0 (абсолютные значения) = 1 (значения в процентах) |
| Описание | Если выбраны измерения гармоник (см. :SEL), анализатор PA1000 может отображать все гармоники (за исключением первой) в виде абсолютного значения или в процентах от основной (первой) гармоники. |

:HMX:THD

Команды настройки измерений полного коэффициента гармонических искажений.

Настройка полного коэффициента гармонических искажений

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :HMX:THD:REF <значение> Где <значение> = 0 (основной гармоники) = 1 (ср. кв.) |
| Описание | Для считывания полного коэффициента искажений (известного также как сериальная спектральная формула), в знаменателе может быть либо среднеквадратическое, либо значение основной гармоники. |

Настройка полного коэффициента гармонических искажений (прод.)

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :HMX:THD:SEQ <значение> Где <значение> = 0 для нечетных и четных = 1 только для нечетных |
| Описание | Для считывания полного коэффициента искажений (THD) (известного также как сериальная спектральная формула) могут использоваться все гармоники до указанного номера, или только нечетные гармоники. |
| Синтаксис | :HMX:THD:RNG <значение> Где <значение> = максимальному количеству отображаемых гармоник в диапазоне от 2 до 50. |
| Описание | Для считывания полного коэффициента искажений (THD) (известного также как сериальная спектральная формула) <значение > используется для указания максимального числа гармоник, используемого в формуле. |
| Синтаксис | :HMX:THD:DC <значение> Где <значение> = 0 — исключить = 1 — включить |
| Описание | Для считывания полного коэффициента искажений (THD) (известного также как сериальная спектральная формула) в формулу можно включить или исключить компонент постоянного тока. |

:HMX:THD:FML Команды настройки формул полного коэффициента гармонических искажений.

Настройка полного коэффициента гармонических искажений

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :HMX:THD:FML <значение> Где <значение>: = 0 — серия (THD) = 1 — разность (DF) |
| Описание | Для считывания полного коэффициента искажений (THD) (известного также как сериальная спектральная формула) в формулу можно включить или исключить компонент постоянного тока. |

:HMX:THD:Hz Команда включения или выключения нуля THD гармоник.

Настройка полного коэффициента гармонических искажений

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :HMX:THD:Hz <значение> Где <значение> = 0 — исключить = 1 — включить |
| Описание | Для считывания полного коэффициента искажений (THD) команда позволяет включить или исключить компонент частоты. |

Команды настройки режима

Команды настройки режима соответствуют меню Modes (Режимы). (См. стр. 17, *Режимы*.) Они используются для управления конфигурированием PA1000 для измерения параметров в определенных условиях.

:MOD **Режим**

Синтаксис :MOD:INR (режим бросков)
 :MOD:NOR (обычный режим)
 :MOD:BAL (режим балласта)
 :MOD:SBY (режим резервной мощности)
 :MOD:INT (режим интегратора)

Описание Эта команда устанавливает режим.

Синтаксис :MOD?

Формат
ответа Номер режима от 0 до 4.

Описание Эта команда возвращает ссылку на активный режим.
 Возвращаемые значения:
 0 – обычный режим;
 1 – режим балласта;
 2 – режим бросков;
 3 – режим резервной мощности;
 4 – режим интегратора;

:MOD:INR:ARNG **Диапазон бросков тока**

Синтаксис :MOD:INR:ARNG <значение>
 Где <значение> = 1–10

Описание Эта команда задает диапазон бросков тока.

:MOD:INR:CLR **Очистить броски**

Синтаксис :MOD:INR:CLR

Описание Эта команда очищает значение Апик в режиме бросков тока.

:MOD:INR:VRNG **Диапазон напряжения бросков**

Синтаксис :MOD:INR:VRNG <значение>
 Где <значение> = 1–7.

Описание Эта команда задает диапазон бросков напряжения.

:INT:CLK:DATE **Установка даты**

| | |
|-----------|--|
| Синтаксис | INT:CLK:DATE xxxxxxxx xxxxxxx означает дд_мм_гггг или мм_дд_гггг, или гггг_мм_дд в соответствии в настройках формата даты в главном меню -> System Configuration (Конфигурация системы) -> Clock (Часы) -> Date Format (Формат даты). |
| Описание | Задаёт начальную дату для интегратора при настройке запуска по таймеру. Начальная дата возвращается в текущем формате даты PA1000. |

:INT:CLK:DUR **Установка продолжительности**

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :INT:CLK:DUR <значение> (1,0 ≤ <значение> ≤ 1 000 000) |
| Описание | Задаёт продолжительность работы интегратора в минутах при настройке запуска по таймеру. |

:INT:CLK:TIME **Установка времени начала**

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :INT:CLK:TIME xx_xx_xx xx_xx_xx означает чч_мм_сс для 24-часового формата или чч_мм_сс (A или P) для 12-часового формата. |
| Описание | Задаёт время начала работы интегратора при настройке запуска по таймеру. Время возвращается в текущем формате времени PA1000. |

:INT:MAN:RUN **Запуск интегрирования**

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :INT:MAN:RUN |
| Описание | Запускает интегрирование в режиме ручного запуска. Для этого должен быть активирован режим интегратора, выбран ручной запуск, а интегрирование не должно быть запущено. |

:INT:MAN:STOP **Остановка интегрирования**

| | |
|-----------|--|
| Синтаксис | INT:MAN:STOP |
| Описание | Останавливает интегрирование в режиме ручного запуска. Для этого должен быть активирован режим интегратора, выбран ручной запуск, а интегрирование должно быть запущено. |

:INT:RESET Сброс интегрирования

Синтаксис :INT:RESET

Описание Сброс значений интегрирования. Для этого должен быть активирован режим интегрирования, а интегрирование не должно быть запущено.

:INT:START Метод запуска

Синтаксис :INT:START <значение>

<значение> = 0 → ручной запуск

<значение> = 1 → запуск по таймеру

Описание Устанавливает ручной запуск или запуск по таймеру.

Команды настройки входов

Команды настройки входов соответствуют меню Inputs (Входы). (См. стр. 21, *Inputs (Входы)*.) Они используются для управления вводом сигнала в анализатор PA1000.

:RNG Диапазоны

Синтаксис :RNG:VLT | AMP:FIX <диапазон>

:RNG:VLT | AMP:AUT

VLT = задать диапазон напряжения

AMP = задать диапазон тока

FIX = фиксированный диапазон

AUT = автоматический выбор диапазона

Где <диапазон> = номер диапазона от 1 до 10.

Описание Установка диапазона.

Номера диапазонов для каждого входа приведены ниже:

| Диапазон № | Напряжение (В) | Шунт 20 А | Шунт 1 А | Внешний шунт |
|-------------|----------------|-----------|----------|--------------|
| Авто | | | | |
| 1 | 10 В | 0,1 А | 0,002 А | — |
| 2 | 20 В | 0,2 А | 0,004 А | — |
| 3 | 50 В | 0,5 А | 0,01 А | — |
| 4 | 100 В | 1 А | 0,02 А | 0,0125 В |
| 5 | 200 В | 2 А | 0,04 А | 0,025 В |
| 6 | 500 В | 5 А | 0,1 А | 0,0625 В |
| 7 | 1000 В | 10 А | 0,2 А | 0,125 В |
| 8 | | 20 А | 0,4 А | 0,25 В |

Диапазоны (прод.)

| | | | |
|-----------------------|--|-----|---------|
| 9 | 50 A | 1 A | 0,625 В |
| 10 | 100 A | 2 A | 1,25 В |
| Синтаксис | :RNG:VLT AMP? | | |
| Возвращаемое значение | от 0 до 10. | | |
| Описание | Возвращает указание на текущий выбранный диапазон. Если установлен автоматический выбор диапазона, возвращается 0. | | |
| Синтаксис | :RNG:VLT AMP:AUT? | | |
| Возвращаемое значение | от 0 до 1. | | |
| Описание | Возвращает 0 для фиксированного диапазона и 1 для автоматического выбора диапазона. | | |

:SHU Выбор шунта

| | |
|---------------|--|
| Синтаксис | :SHU:INT :SHU:INT1A :SHU:EXT INT = задает внутренний шунт 20 A _{ср.кв.} INT1A = задает внутренний шунт 1 A _{ср.кв.} EXT = задает внешний шунт |
| Описание | Установка шунта. |
| Синтаксис | :SHU? |
| Формат ответа | от 0 до 2. |
| Описание | Возвращает настройку шунта 0 = внутренний шунт 20 A _{ср.кв.} 1 = внешний 2 = шунт 1 A _{ср.кв.} |

:FSR Настройки частоты

| | |
|-----------|--|
| Синтаксис | :FSR:VLT :FSR:AMP :FSR:EXT1 VLT = задает канал напряжения в качестве источника AMP = задает канал тока в качестве источника EXT1 = задает вход внешнего счетчика 1 в качестве источника |
| Описание | Определяет канал, используемый в качестве источника/опорного сигнала частоты. |

Настройки частоты (прод.)

| | |
|-----------------------|---|
| Синтаксис | :FSR? |
| Возвращаемое значение | от 0 до 1 |
| Описание | Возвращает настроенный источник частоты Возвращаемые значения: 0 = канал напряжения 1 = канал тока |

:SCL Масштабирование

| | |
|-----------------------|---|
| Синтаксис | :SCL:VLT AMP :SCL:VLT AMP VLT = масштабирование канала напряжения AMP = масштабирование канала тока Где <масштаб> = число от 0,0001 до 100 000. |
| Описание | Задаёт масштабный коэффициент для канала напряжения или тока. |
| Синтаксис | :SCL:VLT AMP EXT? VLT = масштабирование канала напряжения AMP = масштабирование канала тока |
| Возвращаемое значение | Число от 0,0001 до 100 000 |
| Описание | Возвращает масштабный коэффициент для канала напряжения или тока. |

:INP:FILT:LPAS Фильтр пропускания нижних частот

| | |
|-----------------------|--|
| Синтаксис | :INP:FILT:LPAS <значение> Где <значение> = 0 или 1. |
| Описание | Задаёт состояние фильтра пропускания нижних частот: <значение> = 0 -> фильтр пропускания нижних частот отключен <значение> = 1 -> фильтр пропускания нижних частот включен |
| Синтаксис | :INP:FILT:LPAS? |
| Возвращаемое значение | Возвращает состояние фильтра пропускания нижних частот: <значение> = 0 -> фильтр пропускания нижних частот отключен <значение> = 1 -> фильтр пропускания нижних частот включен |

Команды графиков и осциллограмм

:GRA:HRM:AMP:SCL Установка масштабирования гармоник тока

Синтаксис GRA:HRM:AMP:SCL <значение>
Где <значение> = 0–100.

Описание Установка масштабирования гистограммы гармоник тока

:GRA:HRM:VLT:SCL Установка масштабирования гармоник напряжения

Синтаксис GRA:HRM:VLT:SCL <значение>
Где <значение> = 0–1000.

Описание Установка масштабирования гистограммы гармоник напряжения

:GRA:HRM:AMP:SHW Отображение гистограммы тока

Синтаксис GRA:HRM:AMP:SHW

Описание Отображает гистограмму тока.

:GRA:HRM:VLT:SHW Отображение гистограммы напряжения

Синтаксис GRA:HRM:VLT:SHW

Описание Отображает гистограмму напряжения.

:GRA:HRM:HLT Выделение гармоники

Синтаксис GRA:HRM:HLT <значение>
Где <значение> = 1–50.

Описание Выделяет требуемую гармонику

Возвращаемое значение <значение> = 0 → график мощности отключен
 <значение> = 1 → график мощности включен

:GRA:WAV:WAT Осциллограмма мощности

Синтаксис :GRA:WAV:WAT <значение>

Описание Включает или выключает график мощности.

Возвращаемое значение <значение> = 0 → график мощности отключен
 <значение> = 1 → график мощности включен

:GRA:WAV:SHW Осциллограмма

| | |
|-----------|---------------------------|
| Синтаксис | :GRA:WAV:SHW |
| Описание | Отображает осциллограмму. |

Команды интерфейсов

Команды интерфейсов используются для настройки и управления различными способами обмена данными с PA1000.

:COM:IEE Конфигурация GPIB

| | |
|-----------------------|--|
| Синтаксис | :COM:IEE:ADDR <адрес> Где <адрес> = адрес в диапазоне от 1 до 30. |
| Описание | Задает адрес GPIB для PA1000. |
| Синтаксис | :COM:IEE:ADDR? |
| Возвращаемое значение | адрес в диапазоне от 1 до 30. |
| Описание | Возвращает адрес GPIB для PA1000. |

:COM:ETH Конфигурация обратного канала Ethernet

| | |
|-----------------------|---|
| Синтаксис | :COM:ETH:SUB IP GATE? SUB = маска подсети IP = IP-адрес GATE = шлюз по умолчанию |
| Возвращаемое значение | Число в формате IP-адреса v4 xxx.xxx.xxx.xxx. |
| Описание | Возвращает запрошенную информацию в формате IP-адреса. Возвращаемая информация является текущей конфигурацией. Если для присвоения используется DHCP, возвращаются значения, присвоенные DHCP-сервером. |

:COM:ETH:STAT Конфигурация статического Ethernet

| | |
|-----------|---|
| Синтаксис | :COM:ETH:STAT <значение> Где <значение> = 0 или 1. |
| Описание | Определяет, использует ли PA1000 статический или присвоенный DHCP-сервером IP-адрес. Если <значение> = 0, используется DHCP-сервер. Если <значение> = 1, используется статический IP-адрес. |
| Синтаксис | :COM:ETH:STAT? |

Конфигурация статического Ethernet (прод.)

| | |
|-----------------------|---|
| Возвращаемое значение | 0 или 1 |
| Описание | Возвращает, использует ли PA1000 статический или присвоенный DHCP-сервером IP-адрес. Если возвращенное значение = 0, используется DHCP-сервер. Если возвращенное значение = 1, используется статический IP-адрес. |
| Синтаксис | :COM:ETH:STAT:SUB IP GATE <значение ip > SUB = маска подсети IP = IP-адрес GATE = шлюз по умолчанию Где <значение ip > задается в формате xxx.xxx.xxx.xxx. |
| Описание | Эти команды используются для настройки статического IP-адреса для PA1000. |
| Синтаксис | :COM:ETH:STAT:SUB IP GATE? SUB = маска подсети IP = IP-адрес GATE = шлюз по умолчанию |
| Возвращаемое значение | IP-адрес в формате xxx.xxx.xxx.xxx |
| Описание | Эти команды возвращают настройки статического IP-адреса для PA1000. |

:COM:ETH:MAC MAC-адрес Ethernet

| | |
|-----------------------|--|
| Синтаксис | :COM:ETH:MAC? MAC = MAC-адрес |
| Возвращаемое значение | MAC-адрес в шестнадцатеричном формате, 12 символов. |
| Описание | Возвращает MAC-адрес контроллера Ethernet. MAC-адрес имеет формат: 0x0019B9635D08. |

Команды конфигурации системы

Команды конфигурации системы соответствуют меню System Configuration (Конфигурация системы). (См. стр. 26, *Конфигурация системы*.)

:BLK **Гашение**

Синтаксис :BLK:ENB — гашение включено.
 :BLK:DIS — гашение выключено.

Возвращаемое значение Нет

Описание Если гашение включено, анализатор возвращает ноль, если уровень измеренного сигнала составляет менее определенного процентного значения нижнего диапазона для выбранного канала. Если канал с гашением используется также для получения другого результата, например, мощности, к этому значению также будет применяться гашение.

Синтаксис :BLK?

Возвращаемое значение 0 = отключено; 1 = включено

Описание Возвращает состояние гашения.

:AVG **Усреднение**

Синтаксис :AVG <значение>
 Где <значение> — 0 или 1; 0 = отключено; 1 = включено

Возвращаемое значение Нет

Описание Эта команда используется для включения или выключения усреднения.

Синтаксис :AVG?

Возвращаемое значение 0 = отключено; 1 = включено

Описание Возвращает значение усреднения единиц.

:SYST:ZERO **Auto zero (Автоматическая установка нуля)**

Синтаксис :SYST:ZERO <значение>
 Где <значение> 0 — отключить, 1 — включить.

Возвращаемое значение Нет

Описание Включает или выключает функцию автоматической установки нуля для каналов.

Auto zero (Автоматическая установка нуля) (прод.)

| | |
|-----------------------|------------------------------|
| Синтаксис | :SYST:ZERO? |
| Возвращаемое значение | 0 = отключено; 1 = включено. |

:SYST:DATE Системная дата

| | |
|-----------------------|---|
| Синтаксис | :SYST:DATE? :SYST:SET:DATE <значение даты> :SYST:FOR:DATE <формат даты> Где <значение даты> — новая дата в выбранном формате, а <формат даты > — формат даты. |
| Возвращаемое значение | Дата отображается в формате, заданном пользователем с разделением «-». |
| Описание | Команда :SYST:DATE? возвращает дату анализатора в заданном пользователем формате. Пользователь может выбрать один из трех форматов: <формат даты> = 0 – мм-дд-гггг <формат даты> = 1 – дд-мм-гггг <формат даты> = 2 – гггг-мм-дд Пользователь может также установить дату анализатора с помощью команды :SYST:SET:DATE. В этом случае <значение даты> должно быть в заданном формате. Например, если задан формат «0» (мм-дд-гггг), команда будет выглядеть: :SYST:SET:DATE 10_31_2013 |

:SYST:TIME Системное время

| | |
|-----------------------|--|
| Синтаксис | <p>:SYST:TIME?</p> <p>:SYST:SET:TIME <значение времени ></p> <p>:SYST:FOR:TIME <формат времени></p> <p>Где <значение времени> — новое время в выбранном формате, а <формат времени> — формат времени.</p> |
| Возвращаемое значение | <p>Время отображается в формате, заданном пользователем; часы, минуты и секунды разделяются знаком «_». Например, 01_34_22P для 12-часового формата или 13_34_22 для 24-часового формата.</p> |
| Описание | <p>Команда :SYST:TIME? возвращает время анализатора в заданном пользователем формате. Пользователь может выбрать один из трех форматов:</p> <p><формат времени> = 0 — 12-часовой формат чч:мм:сс A/P</p> <p><формат времени> = 1 — 24-часовой формат чч:мм:сс</p> <p>Пользователь может также установить время анализатора с помощью команды :SYST:SET:TIME. В этом случае <значение времени> должно быть в заданном формате. Например, если задан формат «0» (12-часовой), команда будет выглядеть:</p> <p>:SYST:SET:TIME 08_32_20 P</p> <p>В 12-часовом формате буква «А» указывает на время до полудня, а буква «Р» — на время после полудня.</p> |

Команды пользовательской конфигурации

Эти команды связаны с меню User Configuration (Пользовательская конфигурация).

:CFG: Пользовательская конфигурация

| | |
|-----------------------|---|
| Синтаксис | <p>:CFG:LOAD <значение></p> <p>:CFG:SAVE <значение></p> <p>где <значение> — это пользовательская конфигурация 1–5 для сохранения и 0–5 для загрузки. «0» — конфигурация по умолчанию.</p> |
| Описание | <p>Эти команды используются для загрузки и сохранения 5 пользовательских конфигураций.</p> |
| Возвращаемое значение | <p>Нет.</p> |

Просмотр команд

Дисплей

| | |
|-----------|--|
| Синтаксис | :DSP:Z04 :DSP:Z14 |
| Описание | :DSP:Z04 отображает 4 результата :DSP:Z14 отображает 14 результатов |

Отправка и получение команд

Как упоминалось выше, существует несколько способов отправки команд в анализатор PA1000, однако для всех способов действуют некоторые общие правила:

- все команды должны завершаться символом конца строки (ASCII 10);
- вся возвращаемая информация должна завершаться символом конца строки (ASCII 10);
- одновременно можно отправлять только одну команду.
«:SEL:VLT;:SEL:AMP» — недействительная команда;
- для всех команд конфигурации прибора подождите 0,5 с перед отправкой следующей команды или используйте функцию управления потоком данных.
- Запуск автоматической установки нуля, который выполняется каждую минуту; новые результаты не появляются в течение приблизительно 1 секунды. По этой причине автоматическую установку нуля можно отключить.

ПРИМЕЧАНИЕ. При использовании передачи данных через интерфейс Ethernet на PA1000, в ответ на все сообщения отправляется символ конца строки, т. е. ASCII CR (0x0D). В примерах ниже символ конца строки обозначен буквами [CR].

Совет. При использовании Visual Studio или Lab-View можно использовать команду Flush, In-buffer (Очистить буфер ввода), чтобы быстро и просто удалить символ конца строки из буфера ввода. Это можно задать в программном обеспечении после каждой отправки команды чтения и записи.

Пример 1. Пользователь отправляет запрос определения состояния шунта в PA1000. Анализатор PA1000 отвечает с добавлением CR в конце строки.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ: :SHU?

PA1000: 0[CR]

Анализатор PA1000 как обычно отвечает с добавлением CR в конце строки.

Пример 2. Пользователь подает анализатору PA1000 команду отключения гашения, а анализатор отвечает символом CR.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ: :SHU:INT

PA1000: [CR]

Анализатор PA1000 отвечает символом CR.

При использовании других методов связи анализатор PA1000 не отвечает символом CR на каждое сообщение.

Примеры обмена данными

Основной выбор и возвращение результата

Результаты возвращаются с помощью команды FRD. Эта команда возвращает отображаемые на экране результаты в том же порядке, в котором они отображаются на экране. Поскольку результаты выбираются с помощью команд, они добавляются внизу списка, за исключением гармоник, которые всегда появляются в конце списка.

:SEL:CLR

Очищает все результаты

:SEL:VLT

:SEL:AMP

:SEL:FRQ

:SEL:WAT

:SEL:VAS

:SEL:VAR

:SEL:PWF

:SEL:VPK+

:SEL:APK+

:FRD? Возвращает результаты измерения Vrms, Arms, Frequency, Watts, VA, Var, power factor, Vpeak + and Vpeak- (среднеквадратического напряжения, среднеквадратического тока, частоты, мощности, полной мощности, реактивной мощности, коэффициента мощности, положительного и отрицательного пиков напряжения) в формате числа с плавающим десятичным разделителем.

:FRF? Возвращает результаты, выбранные для подтверждения с помощью метки, которая появляется на дисплее. В этом случае возвращаются результаты измерения Vrms, Arms, Freq, Watt, VA, Var, PF, Vpk+, Ark+ (среднеквадратического напряжения, среднеквадратического тока, частоты, мощности, полной мощности, реактивной мощности, коэффициента мощности, положительных пиков напряжения и тока)

Многократное возвращение результатов

Анализатор PA1000 обновляет результаты с заданной частотой. Для возвращения результатов по мере их поступления установите регистр DSE для активации бита 1, бита доступности новых данных (NDV). Затем считывайте регистр DSR с помощью команды «:DSR?» до тех пор, пока не отобразится сообщение о доступности новых данных, после чего отправьте команду «:FRD?» для получения выбранных результатов.

":DSE 2" // Это активирует бит NDV.

В то время как strDSR <> «2»

«:DSR?»

strDSR = полученные данные

WEND

«:FRD?»

Получение результатов

Гармоники

Для возвращения гармоник необходимо сначала выбрать число гармоник и объем, после чего их следует добавить в список результатов на дисплее.

| | |
|----------------|---|
| :HMX:VLT:SEQ 0 | Выбор нечетных и четных гармоник (для выбора только нечетных гармоник используйте 1). |
| :HMX:VLT:RNG 9 | Возвращение всех гармоник от 1 до 9. |
| :SEL:VHM | Добавление гармоник напряжения в список. |

Если команда :SEL:CLR не была подана после примера 1, команда :FRD? возвращает следующие результаты:

V_{RMS} , A_{RMS} , Freq, Watt, VA, Var, PF, Vpk+, Apk+, Vh1 Mag, Vh1 phase, Vh2 Mag, Vh2 phase... (среднеквадратическое напряжение, среднеквадратический ток, частота, мощность, полная мощность, реактивная мощность, коэффициент мощности, положительные пики напряжения и тока, напряжение гармоники 1 (амплитуда), напряжение гармоники 1 (фаза), напряжение гармоники 2 (амплитуда), напряжение гармоники 2 (фаза)...), напряжение гармоники 9 (амплитуда), напряжение гармоники 9 (фаза).

Программное обеспечение

Программное обеспечение PWRVIEW PC

PWRVIEW — это программное обеспечение для ПК под управлением ОС Windows, которое дополняет и расширяет функции PA1000. PWRVIEW можно загрузить бесплатно с сайта www.tektronix.com. Оно дает следующие возможности:

- обмен данными с PA1000 через любой из портов прибора;
- дистанционное изменение настроек прибора;
- передача, просмотр и сохранение данных измерений с прибора в реальном времени, включая осциллограммы, гистограммы гармоник и графики;
- регистрация данных измерений за определенный период;
- обмен данными и загрузка данных с нескольких приборов PA1000 одновременно;
- создание формул для расчета КПД преобразования энергии и других значений;
- экспорт данных измерений в файлы формата .csv для импорта в другие приложения;
- автоматизация настройки прибора, сбора данных и генерирования отчетов для основных измерений несколькими щелчками с помощью интерфейсов типа «Мастер»;
- выполнение автоматической проверки полного соответствия стандартам для низкой резервной мощности согласно IEC62301, издание 2.

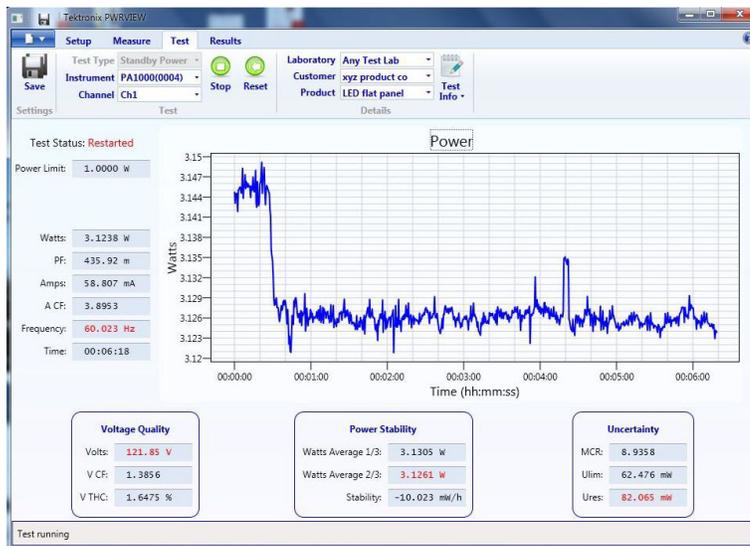


Рис. 17: Приложение PWRVIEW

Утилита обновления микропрограммного обеспечения PA1000

Конструкция анализатора PA1000 позволяет пользователю добавлять новые функции путем обновления микропрограммного обеспечения изделия. Обновление микропрограммного обеспечения осуществляется с помощью бесплатной программы для ПК, которую можно загрузить в разделе PA1000 веб-сайта Tektronix (www.tektronix.com). Просто загрузите это программное обеспечение и установите на ПК.

Загружаемое программное обеспечение совместимо с операционной системой Windows 7.

После установки запустите программное обеспечение для открытия главного окна:

Программное обеспечение поддерживает загрузку микропрограммного обеспечения через USB.

Перед загрузкой кода можно проверить корректность работы интерфейса связи, нажав кнопку USB Comms Test (Проверка интерфейса связи USB). Эта кнопка возвращает серийный номер, версию микропрограммного и аппаратного обеспечения анализатора PA1000.

Затем необходимо указать путь к главному файлу микропрограммного обеспечения и файлу справки. Эти файлы имеют имена PA1000Firmware.bin и PA1000_LanguagePack_English.txt соответственно. Этот файл можно также найти на странице PA1000 веб-сайта Tektronix.

Затем нажмите кнопку Press to Load Firmware (Нажмите для загрузки микропрограммного обеспечения).



ОСТОРОЖНО. Не отключайте питание от PA1000 в процессе загрузки.

На некоторых этапах загрузки экран PA1000 будет пустым. После завершения загрузки анализатор PA1000 автоматически перезапустится и будет готов к работе.

Технические характеристики

Измерительный канал

- Подключения напряжения**
- Измерения до 600 В_{ср. кв.}, от 0 и 10 Гц до 1 МГц, непрерывно
 - Дифференциальное входное полное сопротивление: 1 МОм параллельно с 22 пФ
 - Высокое и низкое входное полное сопротивление относительно земли: 36 пФ (типичное значение)

- Подключение тока 20 А**
- Измерения до 100 А_{пик}, 20 А_{ср. кв.}, от 0 и 10 Гц до 1 МГц, непрерывно
 - 50 А_{ср. кв.} в течение 1 секунды нерегулярно
 - 12,5 мОм
 - Высокое и низкое входное полное сопротивление относительно земли: 62 пФ (типичное значение)

- Подключение тока 1 А**
- Измерения до 2 А_{пик}, 1 А_{ср. кв.}, от 0 и 10 Гц до 1 МГц, непрерывно
 - 2 А_{ср. кв.} в течение 1 секунды нерегулярно
 - 0,6 Ом
 - Высокое и низкое входное полное сопротивление относительно земли: 62 пФ (типичное значение)
 - Защита = 1 плавкий предохранитель F1АН, 600 В

- Подключение внешнего сигнала тока**
- Измерение до 1,25 В_{пик}, от 0 и 10 Гц до 1 МГц, непрерывно
 - 50 В_{пик} в течение 1 секунды
 - Высокое и низкое входное полное сопротивление относительно земли: 62 пФ (типичное значение)

Вход питания

- Входное напряжение переменного тока = 100–240 В, 50/60 Гц
- Защита = 2 плавких предохранителя T1АН, 250 В, 5 x 20 мм
- Потребление = 25 ВА (макс.)

Условия эксплуатации и механические характеристики

| | |
|--|--|
| Размеры (типичные) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Высота: 102 мм с ножками ■ Ширина: 223 мм без ручки, 260 мм с ручкой ■ Глубина: 285 мм без ручки, 358 мм с ручкой |
| Вес (типичный) | 3,2 кг с ручкой |
| Диэлектрическая прочность | <ul style="list-style-type: none"> ■ Вход сетевого питания (фаза + нейтральный провод на землю): 1,5 кВ перем. тока ■ Входы измерения напряжения: 1 кВ_{пик} относительно земли ■ Входы измерения тока: 1 кВ_{пик} относительно земли |
| Температура хранения | От -20 до +60 °С |
| Рабочая температура | От 0 до 40 °С |
| Максимальная высота над уровнем моря при эксплуатации | 2000 м |
| Максимальная относительная влажность | 80 % при температуре до 31 °С с линейным снижением до 50 % при 40 °С |

Порты обмена данными

Анализатор PA1000 в стандартной комплектации оснащен портами IEEE488/GPIB, USB-хост, USB-клиент и Ethernet.

IEEE 488/GPIB Порт IEEE 488 совместим с 488.1. К анализатору PA1000 подходят стандартные кабели GPIB.

| Контакт | Название сигнала | Контакт | Название сигнала |
|---------|------------------|---------|------------------|
| 1 | Данные 1 | 13 | Данные 5 |
| 2 | Данные 2 | 14 | Данные 6 |
| 3 | Данные 3 | 15 | Данные 7 |

| Контакт | Название сигнала | Контакт | Название сигнала |
|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| 4 | Данные 4 | 16 | Данные 8 |
| 5 | Конец или идентификация (EOI) | 17 | Дистанционное включение (REN) |
| 6 | Достоверные данные (DAV) | 18 | GND |
| 7 | Не готов для данных (NRFD) | 19 | GND |
| 8 | Данные не приняты (NDAC) | 20 | GND |
| 9 | Интерфейс свободен (IFC) | 21 | GND |
| 10 | Запрос обслуживания (SRQ) | 22 | GND |
| 11 | Внимание (ATN) | 23 | GND |
| 12 | Заземление экрана | 24 | GND |

USB-хост

- Один порт на передней панели.
- 250 мА, питание +5 В.

Требования к флэш-накопителю USB:

- Флэш-накопитель USB должен быть отформатирован в файловых системах FAT12, FAT16 или FAT32.
- Размер сектора должен составлять 512 байт. Размер кластера — до 32 Кб.
- Поддерживаются только запоминающие устройства большой емкости (BOMS), поддерживающие наборы команд SCSI или AT. Более подробные сведения об устройствах BOMS см. в спецификации «Класс запоминающих устройств большой емкости для универсальных последовательных шин — транспортировка только больших объемов», ред. 1.0, опубликованной Форумом по внедрению USB.

| Контакт | Описание |
|---------|-------------------|
| 1 | +5 В (выход) |
| 2 | D- (вход и выход) |
| 3 | D+ (вход и выход) |
| 4 | 0 В (выход) |

Периферийные устройства USB

- USB 2.0-совместимые. Работает с любой системой USB 2.0.
- Устройство стандарта USBTMC
- Полноскоростные (12 Мбит/с).

| Контакт | Описание |
|---------|-------------------|
| 1 | Vшины (вход) |
| 2 | D- (вход и выход) |
| 3 | D+ (вход и выход) |
| 4 | 0 В (вход) |

Порт Ethernet

- IEEE 802.3-совместимый, 10Base-T
- Разъем: RJ-45 с индикаторами соединения и активности
- Соединение TCP/IP с портом 5025

| Контакт | Название сигнала |
|---------|------------------|
| 1 | Tx+ |
| 2 | Tx- |
| 3 | Rx+ |
| 4 | Общий |
| 5 | Общий |
| 6 | Rx- |
| 7 | Общий |
| 8 | Общий |

Светодиодные индикаторы состояния:

- зеленый — соединение установлено;
- желтый — передача данных активна.

Измеряемые параметры

Таблица 5: Фаза, измерения

| Сокращение | Описание | Единицы измерения | Формула |
|---------------------|---------------------------------|-------------------|--|
| V_{RMS} | Среднеквадратическое напряжение | Вольт (В) | $V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v_1^2 dt}$ |
| A_{RMS} (Аср. кв) | Среднеквадратический ток | Ампер (А) | $A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_1^2 dt}$ |

Таблица 5: Фаза, измерения (прод.)

| Сокращение | Описание | Единицы измерения | Формула |
|------------------------------|---|------------------------------------|---|
| F | Частота | Герц (Гц) | |
| W | Активная мощность | Ватт (Вт) | $W = \frac{1}{T} \int_0^T v_i i_i dt$ |
| PF (коэффициент мощности) | Коэффициент мощности | | $PF = \left[\frac{Watt}{V_{rms} \times A_{rms}} \right]$ |
| VA (ВА) | Кажущаяся мощность | Вольт-Ампер (ВА) | $VA = [V_{rms} \times A_{rms}]$ |
| VAr | Реактивная мощность | Вольт-Ампер реактивная (VAr) (ВАр) | $VAr = \sqrt{(VA)^2 - W^2}$ |
| V _{PK} + | Положительное пиковое напряжение | Вольт (В) | $max \{v\}$ |
| V _{PK} - | Отрицательное пиковое напряжение | Вольт (В) | $min \{v\}$ |
| A _{PK} - | Положительный пиковый ток | Ампер (А) | $max \{i\}$ |
| A _{PK} + | Отрицательный пиковый ток | Ампер (А) | $min \{i\}$ |
| V _{DC} | Напряжение постоянного тока | Вольт (В) | $V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt$ |
| A _{DC} | Постоянный ток | Ампер (А) | $A_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt$ |
| V _{CF} | Амплитудный коэффициент напряжения | | $CF = \frac{Peak Value}{RMS Value}$ |
| A _{CF} | Амплитудный коэффициент тока | | $CF = \frac{Peak Value}{RMS Value}$ |
| V _{DF} | Полный коэффициент гармонических искажений напряжения | % | $\frac{\sqrt{(H0^2)+H2^2+H3^2+H4^2+H5^2+...}}{REF}$ |

Таблица 5: Фаза, измерения (прод.)

| Сокращение | Описание | Единицы измерения | Формула |
|----------------------------|---|-------------------|--|
| V _{DF} | Коэффициент искажения напряжения | % | $\frac{\sqrt{V_{rms}^2 - H1^2}}{REF}$ |
| A _{DF} | Полный коэффициент гармонических искажений тока | % | $\frac{\sqrt{(H0^2) + H2^2 + H3^2 + H4^2 + H5^2 + \dots}}{REF}$ |
| A _{DF} | Коэффициент искажений тока | % | $\frac{\sqrt{A_{rms}^2 - H1^2}}{REF}$ |
| Z | Полное сопротивление | Ом (θ) | $Z = \frac{V_{fund}}{I_{fund}}$ |
| R | Сопротивление | Ом (Ω) | $R = \pm [Z_{err} \times \cos \theta] \pm [Z \times \cos \theta - \cos \theta \pm Vh1ph.err \pm Ah1ph.err]$ $R = \frac{Vf}{Af} \times \cos \theta (\theta = V phase - A phase)$ |
| X | Реактивное сопротивление | Ом (Ω) | $X = \pm [Z_{err} \times \sin \theta] \pm [Z \times \sin \theta - \sin \theta \pm Vh1ph.err \pm Ah1ph.err]$ $X = \frac{Vf}{Af} \times \sin \theta (\theta = V phase - A phase)$ |
| V _{h_n} | Гармоника напряжения n | Вольт (В) | $Mag = \sqrt{(Vh_n.r^2 + Vh_n.q^2)}$ $Phase = \tan^{-1} \left(\frac{Vh_n.q}{Vh_n.r} \right)$ |
| A _{h_n} | Гармоника тока n | Ампер (А) | $Mag = \sqrt{(Ah_n.r^2 + Ah_n.q^2)}$ $Phase = \tan^{-1} \left(\frac{Ah_n.q}{Ah_n.r} \right)$ |

¹ f = действительная часть основного напряжения или тока
q = мнимая или квадратурная часть напряжения или тока
Напряжение и ток основной гармоники являются комплексными числами в формате r+jq

Полярность энергии

Таблица 6: Полярность энергии

| Измерение | От -180° до -90° | От -90° до 0° | От 0° до +90° | От +90° до +180° |
|------------------------------|------------------|---------------|---------------|------------------|
| Watts (Вт) | - | + | + | - |
| PF (коэффициент мощности) | - | + | + | - |
| VAr | + | + | + | + |

Погрешность измерений

В таблице ниже представлены формулы для расчета погрешности для каждого измерения.

В представленных ниже уравнениях:

- принимается, что измеренный сигнал является синусоидой;
- F — измеренная частота в кГц;
- F_h — частота гармоники в кГц.
- h_n — номер гармоники
- V — измеренное напряжение в вольтах.
- I — измеренный ток в амперах.
- Θ — фазовый угол в градусах (т. е. фаза тока относительно напряжения).
- $Z_{EXT} = 12,5$ мОм, если выбран шунт 20 А и 0,6 Ом, если выбран шунт 1 А.

Все технические характеристики действительны для 23 ± 5 °С

Температурный коэффициент $\pm 0,02$ % показания/°С, от 0 до 18 °С, от 28 до 40 °С.

| Параметр | Технические характеристики |
|---|--|
| Напряжение – V_{rms}, V_{rnn}, V_{dc} | |
| Диапазоны | 1000 В, 500 В, 200 В, 100 В, 50 В, 20 В, 10 В _{пик} |
| $A_{ср. кв.}$ 45–850 Гц, погрешность | $\pm 0,05\%$ показания $\pm 0,05\%$ диапазона $\pm 0,05$ В |
| $V_{ср. кв.}$ 10–45 Гц, 850 Гц–1 МГц, погрешность (типичное значение) | $\pm 0,1\%$ показания $\pm 0,1\%$ диапазона $\pm (0,02 \cdot F)$ % показания $\pm 0,05$ В |
| Погрешность постоянной составляющей | $\pm 0,1\%$ показания $\pm 0,1\%$ диапазона $\pm 0,05$ В |
| Влияние синфазного сигнала (типичное значение) | 100 В, 100 кГц <500 мВ |
| Напряжение — амплитуда и фаза гармоник (типичное значение) | |
| 10 Гц–1 МГц погрешность | $\pm 0,2$ % показания $\pm 0,1$ % диапазона $\pm (0,04 \cdot F_h)$ % показания $\pm 0,05$ В |
| Фаза | $\pm 0,1 \pm [0,01 \cdot (V_{показания} / V_{диапазона})] \pm (0,2 / V_{диапазона}) \pm (0,005 \cdot F_h)$ |
| Напряжение — V_{pk+}, V_{pk-}, амплитудный коэффициент | |
| Погрешность пика | $\pm 0,5\%$ показания $\pm 0,5\%$ диапазона $\pm (0,02 \cdot F)$ % показания $\pm 0,5$ В |
| Погрешность CF | $\left[\frac{V_{PKerror}}{V_{PK}} + \frac{V_{RMSerror}}{V_{RMS}} \right] \times V_{CF}$ (действительно для амплитудного коэффициента от 1 до 10) |

| Параметр | Технические характеристики |
|---|---|
| Ток — $A_{ср. кв.}$, $A_{пост. ток}$ | |
| Диапазоны шунта 20 А | 100 А, 50 А, 20 А, 10 А, 5 А, 2 А, 1 А, 0,5 А, 0,2, 0,1 А _{пик} |
| Диапазоны шунта 1 А | 2 А, 1 А, 0,4 А, 0,2 А, 0,1 А, 0,04 А, 0,02 А, 0,01 А, 0,004, 0,002 А _{пик} |
| Диапазоны внешнего шунта | 1,25 В, 0,625 В, 0,25 В, 0,125 В, 0,0625 В, 0,025 В, 0,0125 В _{пик} |
| $A_{ср. кв.}$ 45–850 Гц, погрешность | $\pm 0,05\%$ показания $\pm 0,05\%$ диапазона $\pm (50 \text{ мкВ}/Z_{внешн.})$ |
| 10–45 Гц, 850 Гц–1 МГц, погрешность (типичное значение) | $\pm 0,1\%$ показания $\pm 0,1\%$ диапазона $\pm (0,02 * F) \%$ показания $\pm (50 \text{ мкВ}/Z_{внешн.})$ |
| Погрешность постоянной составляющей | $\pm 0,1\%$ показания $\pm 0,1\%$ диапазона $\pm (100 \text{ мкВ}/Z_{внешн.})$ |
| Влияние синфазного сигнала (типичное значение) | 100 В, 100 кГц, шунт 20 А < 15 мА |
| | 100 В, 100 кГц, шунт 1 А < 500 мкА |
| | 100 В, 100 кГц, внешний шунт < 40 мА |
| Ток — амплитуда и фаза гармоник (типичное значение) | |
| 10 Гц–1 МГц | $\pm 0,2 \%$ показания $\pm 0,1 \%$ диапазона $\pm (0,04 * F) \%$ показания $\pm (50 \text{ мкВ}/Z_{внешн.})$ |
| Фаза | $\pm 0,1 \pm [0,01 * (A_{диапазона}/A_{показания})] \pm (0,002/(A_{диапазона} * Z_{внешн.})) \pm (0,001 * Fh)$ |
| Ток — A_{pk+} , A_{pk-} , амплитудный коэффициент | |
| Погрешность пика | $\pm 0,5\%$ показания $\pm 0,5\%$ диапазона $\pm (0,02 * F) \%$ показания $\pm (0,3 \text{ мкВ}/Z_{внешн.})$ |
| Погрешность CF | $\left[\frac{A_{PKerror}}{A_{PK}} + \frac{A_{RMSerror}}{A_{RMS}} \right] \times A_{CF}$ (действительно для амплитудного коэффициента от 1 до 10) |
| Ток — погрешность броска пикового тока (типично значение) | |
| Диапазон 100 А _{пик} | 2 % диапазона ± 20 мА |
| Частота | |
| От 10 Гц до 20 кГц | 0,1 % показания, с пиками сигнала на 10 % выше и ниже уровня постоянного тока. |
| От 20 кГц до 1 МГц | 0,1 % показания, с пиками сигнала на 25 % выше и ниже уровня постоянного тока. Если в качестве источника частоты задан ток, максимальная частота составляет 22 кГц. |
| Мощность — мощность, полная мощность, реактивная мощность и коэффициент мощности | |
| Мощность, погрешность | |
| Коэффициент мощности $\neq 1$ | $(V_{rmsacc.} \times A_{rms} \times PF) \pm (A_{rmsacc.} \times V_{rms} \times PF) \pm (V_{rms} \times A_{rms} \times (\cos \theta - \cos \{\theta \pm (Vh1_{pherr} \pm Ah1_{pherr})\}))$ |
| Коэффициент мощности = 1 | $\pm 0,075 \%$ показания $\pm 0,075 \%$ диапазона |
| Полная мощность, погрешность | $(V_{rmsacc.} \times A_{rms}) + (A_{rmsacc.} \times V_{rms})$ |

| Параметр | Технические характеристики |
|--|---|
| Реактивная мощность, погрешность (типичное значение) | $\sqrt{(VA \pm VA\ error^2 - W \pm W\ error^2)} - \sqrt{(VA^2 - W^2)}$ |
| Коэффициент мощности, погрешность | $((\cos\theta - \cos\{\theta \pm (Vh1_{ph.err.} \pm Ah1_{ph.err.})\})) \pm 0,002$ |
| Искажение — DF и THD (типичное значение) | |
| DF, погрешность | $\left[\frac{RMS_{error}}{RMS} + \frac{h1_{Mag\ error}}{h1_{Mag}} \right] \div DF$ |
| THD, погрешность | $\left[\frac{h2_{Mag\ error}}{h2_{Mag}} + \frac{h3_{Mag\ error}}{h3_{Mag}} + \frac{h4_{Mag\ error}}{h4_{Mag}} + \dots etc \right] \times THD$ |
| Полное сопротивление — Z, R и X (типичное значение) | |
| Z, погрешность | $\left[\frac{V_{RMS\ error}}{V_{RMS}} + \frac{A_{RMS\ error}}{A_{RMS}} \right] \times Z$ |
| R, погрешность | $\left[\frac{Vh1_{mag\ error}}{Vh1_{Mag}} + \frac{Ah1_{Mag\ error}}{Ah1_{Mag}} + \left(\tan\theta \times (Vh1_{Ph\ error} + Ah1_{Ph\ error}) \times \frac{\pi}{180} \right) \right] \times R$ |
| X, погрешность | $\left[\frac{Vh1_{MAG\ error}}{Vh1_{MAG}} + \frac{Ah1_{MAG\ error}}{Ah1_{MAG}} + \left(\frac{Vh1_{Ph\ error} + Ah1_{Ph\ error}}{\tan\theta} \times \frac{\pi}{180} \right) \right] \times X$ |

ПРИМЕЧАНИЕ. Z_{ext} (Звнешн.) — полное сопротивление используемого внешнего шунта, не должно превышать 10 Ом.

Все указанные погрешности действительны при условии прогрева в течение не менее 30 минут.

Если частота не измеряется, сигнал рассматривается как сигнал постоянного тока в целях обеспечения точности.

Технические характеристики действительны только в случае, если входные сигналы напряжения и тока > 10 % диапазона. Исключение составляют гармоники, для которых технические характеристики действительны, если амплитуда гармоники составляет > 2 % диапазона.

Предметный указатель

В

Введение

Основные
характеристики, 1

Вход

внешний сигнал тока, 29
напряжение, 29
общие сведения, 29
токовый, 29

Выбор измерений для
отображения., 13

Г

Графики и осциллограммы

Гистограмма гармоник, 24
график интегрирования, 24
Осциллограммы, 24

Д

Дистанционное управление, 36

Взаимодействие с
системами Ethernet, 36

Взаимодействие с
системами GPIB, 37

Взаимодействие с
системами USB, 36

З

Задняя панель

Разъемы, 8

И

Измерения, 13

по умолчанию, 12

Интерфейсы, 25

Адрес GPIB, 25

Конфигурация Ethernet, 25

К

Кнопки меню, 13

Команды GPIB, 40

Выбор и возвращение
результата, 60

Выбор измерений, 44

Гармоники, 61

графики и
осциллограммы, 53

интерфейс, 54

Команды информации
прибора, 43

Конфигурация
измерений, 46

Конфигурация системы, 56

Многократное возвращение
результатов, 61

Настройка входов, 50

настройка режима, 48

Отправка и получение, 59
пользовательская

конфигурация, 58

Примеры обмена
данными, 60

Считывание измерений, 44

:AVG, 56

:BLK, 56

:CAL:DATE?, 43

:CFG:USER, 58

*CLS, 40

:COM:ETH, 54

:COM:ETH:MAC, 55

:COM:ETH:STAT, 54

:COM:IEE, 54

:DSE, 42

:DSE?, 42

:DSP, 59

:DSR?, 42

:DVC, 42

*ESE, 41

*ESE?, 41

*ESR?, 41

:FRD?, 45

:FRF?, 45

:FSR, 51

:GRA: HRM:AMP:SCL, 53

:GRA: HRM:AMP:SHW, 53

:GRA: HRM:HLT, 53

:GRA: HRM:VLT:SCL, 53

:GRA: HRM:VLT:SHW, 53

:GRA:WAV:SHW, 54

:GRA:WAV:WAT, 53

:HMX:THD:FML, 47

:HMX:THD:Hz, 47

:HMX:VLT/AMP, 46

:HMX:VLT?AMP:THD, 46

*IDN?, 40

:INP:FILT:LPAS, 52

:INT:CLK:DATE, 49

:INT:CLK:DUR, 49

:INT:CLK:TIME, 49

:INT:MAN:RUN, 49

:INT:MAN:STOP, 49

:INT:RESET, 50

:INT:START, 50

:MOD, 48

:MOD:INR:ARNG, 48

:MOD:INR:CLR, 48

:MOD:INR:VRNG, 48

:RNG, 50

*RST, 41

:SCL, 52

:SEL, 44

:SHU, 51

*STB?, 42

:SYST:DATE, 57

:SYST:TIME, 58

:SYST:ZERO, 56

Конфигурация, 16

Конфигурация прибора, 16

Конфигурация системы, 26

Auto Zero (Автоматическая
установка нуля), 27

М

Микропрограммное

обеспечение

утилиты обновления, 64

Н

- Навигация в системе меню, 13
- Настройка гармоник, 26
- Настройка искажения, 26

П

- Перед началом работы — техника безопасности, 4
- Передняя панель
 - Элементы управления и разъемы, 7
- Печать, 15
- Подключение тестируемого устройства, 9
- Подсоединение источников сигнала, 29
- Подсоединение омического шунта, 31
- Подсоединение преобразователя с выходным сигналом напряжения, 33
- Подсоединение преобразователя напряжения, 34
 - Масштабирование напряжения, 34
- Подсоединение трансформатора напряжения, 34
 - Масштабирование напряжения, 34
- Подсоединение трансформатора тока, 30
 - Масштабирование тока, 30
- Пользовательская конфигурация, 27
- Полярность энергии, 71
- Порты обмена данными, 67
- Порядок подключения, 5
- При включении питания, 6

Примеры

- Выбор и возвращение результата, 60
- Гармоники, 61
- Многokrатное возвращение результатов, 61
- обмена данными, 60
- Программное обеспечение, 63
- PWRVIEW PC, 63

Р

- Распределительная коробка
 - Соединение, 9
- Регистрация данных, 14
 - хранение и формат, 14
- Режимы, 17

С

- Система меню, 17
 - главное меню, 17
 - навигация, 17
 - пункты меню, 17
- Соединение
 - Распределительная коробка, 9
- Сообщения о состоянии, 37
 - Байт состояния, 37
 - Регистр байтов состояния, 38
 - Регистр включения состояний отображаемых данных, 39
 - Регистр выключения состояний стандартных событий, 39
 - регистр состояний отображаемых данных, 38
 - Регистр состояний стандартных событий, 39
- Сочетания клавиш, 7
- Список команд, 40
- Стандартные измерения, 12

Т

- Технические характеристики, 66
- Измерительный канал, 66
 - Подключение внешнего сигнала тока, 66
 - Подключение тока 1 А, 66
 - Подключение тока 20 А, 66
 - Подключения напряжения, 66
- Измеряемые параметры, 69
 - источник питания, 66
 - погрешность измерений, 72
 - порты обмена данными, 67
 - Периферийные устройства USB, 69
 - Порт Ethernet, 69
 - IEEE 488/GPIB, 67
 - USB-хост, 68
 - условия эксплуатации и механические характеристики, 67
 - влажность, 67
 - максимальная высота над уровнем моря при эксплуатации, 67
 - размеры, 67
 - Условия эксплуатации и механические характеристики вес, 67
 - Диэлектрическая прочность, 67
 - Рабочая температура, 67
 - Температура хранения, 67
- Требования к флэш-накопителю USB, 15, 68

У

- Установка, 5

Э

Элементы управления и разъемы, 7

А

Auto Zero (Автоматическая установка нуля), 27

С

Clock setup (Настройка часов), 27

И

IEEE 488.2

Команды состояния, 40

Стандартные команды, 40

Inputs (Входы), 21

гашение, 23

источник частоты, 22

Масштаб, 22

усреднение, 23

Фиксированный и автоматический выбор диапазона, 22

Фильтр частоты, 22

шунты, 23

U

Unit configuration (Конфигурация прибора), 27