

6100B/6105A

Electrical Power Standards

Руководство пользователя

ОГРАНИЧЕННАЯ ГАРАНТИЯ И ОГРАНИЧЕНИЕ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Для каждого продукта Fluke гарантируется отсутствие дефектов материалов и изготовления при нормальном использовании и обслуживании. Срок гарантии один год, начиная с даты поставки. На запчасти, ремонт оборудования и услуги предоставляется гарантия 90 дней. Эта гарантия действует только для первоначального покупателя или конечного пользователя, являющегося клиентом авторизованного реселлера Fluke, и не распространяется на предохранители, одноразовые батареи и на любые продукты, которые, по мнению Fluke, неправильно или небрежно использовались, были изменены, загрязнены или повреждены вследствие несчастного случая или ненормальных условий работы или обработки. Fluke гарантирует, что программное обеспечение будет работать в соответствии с его функциональными характеристиками в течение 90 дней, и что оно правильно записано на исправных носителях. Fluke не гарантирует, что программное обеспечение будет работать безошибочно и без остановки. Авторизованные реселлеры Fluke расширяют действие этой гарантии на новые и неиспользованные продукты только для конечных пользователей, но они не уполномочены расширять условия гарантии или вводить новые гарантийные обязательства от имени Fluke. Гарантийная поддержка предоставляется, только если продукт приобретен на авторизованной торговой точке Fluke, или покупатель заплатил соответствующую международную цену. Fluke оставляет за собой право выставить покупателю счет за расходы на ввоз запасных/сменных частей, когда продукт, приобретенный в одной стране, передается в ремонт в другой стране. Гарантийные обязательства Fluke ограничены по усмотрению Fluke выплатой покупной цены, бесплатным ремонтом или заменой неисправного продукта, который возвращается в авторизованный сервисный центр Fluke в течение гарантийного периода.

Для получения гарантийного сервисного обслуживания обратитесь в ближайший авторизованный сервисный центр Fluke за информацией о праве на возврат, затем отправьте продукт в этот сервисный центр с описанием проблемы, оплатив почтовые расходы и страховку (ФОб пункт назначения). Fluke не несет ответственности за повреждения при перевозке. После осуществления гарантийного ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой (ФОб пункт назначения). Если Fluke определяет, что неисправность вызвана небрежностью, неправильным использованием, загрязнением, изменением, несчастным случаем или ненормальными условиями работы и обработки, включая электрическое перенапряжение из-за несоблюдения указанных допустимых значений, или обычным износом механических компонентов, Fluke определит стоимость ремонта и начнет работу после получения разрешения. После ремонта продукт будет возвращен покупателю с оплаченной перевозкой, и покупателю будет выставлен счет за ремонт и транспортные расходы при возврате (ФОб пункт отгрузки).

ЭТА ГАРАНТИЯ ЯВЛЯЕТСЯ ЕДИНСТВЕННОЙ И ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ И ЗАМЕНЯЕТ ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ГАРАНТИИ, ПРЯМЫЕ И СВЯЗАННЫЕ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, СВЯЗАННЫЕ ГАРАНТИИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОДАЖИ ИЛИ ГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЦЕЛИ. FLUKE НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА СПЕЦИАЛЬНЫЕ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЛИ УЩЕРБ, ВКЛЮЧАЯ ПОТЕРЮ ДАННЫХ, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ КАКИХ-ЛИБО ДЕЙСТВИЙ ИЛИ МЕТОДОВ. Поскольку некоторые страны не допускают ограничения срока связанной гарантии или исключения и ограничения случайных или косвенных повреждений, ограничения этой гарантии могут относиться не ко всем покупателям. Если какое-либо положение этой гарантии признано судом или другим директивным органом надлежащей юрисдикции недействительным или не имеющим законной силы, такое признание не повлияет на действительность или законную силу других положений.

Fluke Corporation
P O Box 9090
Everett
WA 98206-9090
США

Fluke Europe BV
P O Box 1186
5602 BD
Eindhoven
Нидерланды

Fluke Precision
Measurement Ltd
Hurricane way
NR6 6JB
UK

Содержание

Глава	Название	Страница
1	Введение	1-1
1-1.	Введение	1-3
1-2.	Контактная информация о компании Fluke	1-3
1-3.	Краткое изложение общих правил техники безопасности....	1-3
1-4.	Пояснения к символам и терминам, относящимся к безопасности.....	1-4
1-5.	Защитное заземление	1-4
1-6.	Функции.....	1-5
1-7.	О настоящем руководстве.....	1-5
1-8.	Технические характеристики	1-6
1-9.	Общие технические характеристики	1-6
1-10.	Входная мощность.....	1-6
1-11.	Габариты.....	1-6
1-12.	Внешние условия эксплуатации	1-6
1-13.	Безопасность.....	1-6
1-14.	Электромагнитная совместимость	1-6
1-15.	Общие электротехнические характеристики	1-7
1-16.	Пределы по амплитуде/частоте.....	1-7
1-17.	Работа с открытым и замкнутым контуром	1-7
1-18.	Электрические характеристики.....	1-8
1-19.	Технические характеристики для напряжения	1-8
1-20.	Максимальная емкостная нагрузка канала напряжения для обеспечения стабильности на выходе	1-8
1-21.	Пределы по напряжению и нагрузка	1-8
1-22.	Амплитудные характеристики синусоидального напряжения.....	1-9
1-23.	Амплитудные характеристики напряжения постоянного тока и гармонического напряжения.....	1-10
1-24.	Искажения и шумы напряжения	1-11
1-25.	Пределы по току	1-11
1-26.	Поправка на нестабильность выхода по нагрузке	1-12
1-27.	Амплитудные характеристики синусоидального тока	1-12
1-28.	Амплитудные характеристики постоянного и синусоидального тока.....	1-14
1-29.	Искажения и шумы по току	1-15
1-30.	Напряжение на токовых клеммах.....	1-15

1-31.	Предельные значения и импедансы.....	1-15
1-32.	Характеристики для синусоидального сигнала	1-15
1-33.	Амплитудные характеристики напряжения постоянного и синусоидального тока	1-16
1-34.	Искажения напряжения и шумы напряжения на токовых клеммах	1-16
1-35.	Фазовый сдвиг между током и напряжением.....	1-17
1-36.	Многофазный режим работы.....	1-18
1-37.	Фазовый сдвиг между напряжениями.....	1-18
1-38.	Энергетические характеристики.....	1-18
1-39.	Импульсные входы	1-18
1-40.	Импульсные и стробированные входы	1-18
1-41.	Импульсный выход	1-18
1-42.	Выход строб-импульса	1-18
1-43.	Погрешность.....	1-19
1-44.	Продолжительность измерения	1-19
1-45.	Характеристики мощности.....	1-19
1-46.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105A и 6106A при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 1,0 (ppm) ^[1]	1-19
1-47.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105A и 6106A при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 0,5 (ppm) ^[1]	1-19
1-48.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 1,0 (ppm) ^[1]	1-20
1-49.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 0,5 (ppm) ^[1]	1-20
1-50.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105A и 6106A при суммарном коэффициенте гармоник 20 % и факторе мощности 1,0 (ppm) ^[1]	1-20
1-51.	Погрешность мощности для несинусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при суммарном коэффициенте гармоник 20 % и факторе мощности 1,0 (ppm) ^[1]	1-20
1-52.	Характеристики фликера при синусоидальном и прямоугольно модулированном напряжении и токе	1-21
1-53.	Характеристики флуктуирующих гармоник	1-21
1-54.	Характеристики промежуточных гармоник.....	1-22
1-55.	Характеристики провалов/выбросов	1-22
1-56.	Определение амплитудных характеристик несинусоидальных сигналов.....	1-22
1-57.	Пример с несинусоидальным напряжением.....	1-23
1-58.	Расчет погрешности кажущейся мощности (S)	1-23
1-59.	Пример расчета кажущейся мощности	1-24
1-60.	Расчет погрешности мощности (P)	1-25
1-61.	Пример расчета для мощности.....	1-25
1-62.	Библиография	1-27
2	Установка	2-1
2-1.	Введение	2-3
2-2.	Распаковка и проверка	2-3
2-3.	Перевозка прибора	2-3
2-4.	Размещение	2-3
2-5.	Рекомендации по охлаждению.....	2-4

2-6.	Электропитание	2-4
2-7.	Подсоединение к линии питания	2-4
2-8.	Подключение вспомогательных устройств	2-5
2-9.	Распределение фаз	2-7
2-10.	Подключение и порядок включения	2-7
3	Настройки.....	3-1
3-1.	Введение	3-3
3-2.	Элементы передней панели	3-3
3-3.	Область основного пользовательского интерфейса	3-6
3-4.	Ввод данных с передней панели	3-7
3-5.	Прямой/Непрямой режим	3-8
3-6.	Использование внешней клавиатуры и мыши.....	3-8
3-7.	Контрольный сигнал и клавиша F10.....	3-9
3-8.	Пример настройки	3-9
3-9.	Переключение на выход тока.....	3-10
3-10.	Включение канала тока.....	3-10
3-11.	Канал тока включен, но не действует	3-11
3-12.	Настройка канала тока L1	3-11
3-13.	Предупреждение о выходе за допустимые пределы	3-12
3-14.	Выключение выхода.....	3-13
3-15.	Двухпроводная / Четырехпроводная схема для напряжения	3-13
3-16.	Четырехпроводная измерительная схема.....	3-14
3-17.	Настройки двухпроводной / четырехпроводной схемы.....	3-14
3-18.	Элементы задней панели	3-16
4	Передняя панель	4-1
4-1.	Введение	4-3
4-2.	Включение питания	4-3
4-3.	Прогрев	4-3
4-4.	Основные процедуры настройки	4-4
4-5.	Общие настройки.....	4-5
4-6.	Частота	4-5
4-7.	Фиксация линии	4-5
4-8.	Режим редактирования сигнала с гармониками.....	4-5
4-9.	Расчет реактивной мощности	4-6
4-10.	Плавный пуск.....	4-7
4-11.	Единицы и стандарты.....	4-7
4-12.	Клеммы передней панели	4-8
4-13.	Выходные настройки задней панели	4-10
4-14.	Дополнительные настройки	4-10
4-15.	Множители для пересчета между напряжением и током..	4-10
4-16.	Программные клавиши сохранения настройки и загрузки настройки.....	4-11
4-17.	Установка даны и времени	4-11
4-18.	Настройки GPIB.....	4-11
4-19.	Настройки по умолчанию	4-11
4-20.	О системе.....	4-12
4-21.	Режим редактирования.....	4-12
4-22.	Режим прямого ввода.....	4-12
4-23.	Режим отложенного ввода	4-12
4-24.	Изменения, которые не могут быть отложены.....	4-12
4-25.	Настройка формы сигнала напряжения и тока.....	4-12
4-26.	Гармоники, постоянный ток и синусоидальный сигнал	4-14

4-27.	Определение.....	4-14
4-28.	Доступ к редактированию гармоник.....	4-14
4-29.	Характеристики модели 6100B	4-14
4-30.	Режим синусоидального сигнала /Режим гармоник	4-14
4-31.	Настройка гармоник и постоянного тока	4-16
4-32.	Режим редактирования таблиц	4-17
4-33.	Промежуточные гармоники.....	4-19
4-34.	Определение.....	4-19
4-35.	Доступ к редактированию интергармоник.....	4-19
4-36.	Характеристики модели 6100B	4-19
4-37.	Настройка интергармоник	4-19
4-38.	Fluctuating Harmonics (Флуктуирующие гармоники)	4-20
4-39.	Определение.....	4-20
4-40.	Доступ к флуктуирующим гармоникам	4-20
4-41.	Характеристики модели 6100B	4-20
4-42.	Настройка флуктуирующих гармоник.....	4-20
4-43.	Провалы и выбросы	4-21
4-44.	Определение.....	4-21
4-45.	Доступ к провалам и выбросам	4-21
4-46.	Характеристики модели 6100B	4-22
4-47.	Настройка провалов/выбросов.....	4-22
4-48.	Flicker (Фликер)	4-24
4-49.	Определение.....	4-24
4-50.	Доступ к разделу Flicker (Фликер)	4-24
4-51.	Характеристики модели 6100B	4-25
4-52.	Основные настройки фликера	4-25
4-53.	Настройка расширенных функций фликера.....	4-26
4-54.	Периодические изменения частоты	4-27
4-55.	Искажения напряжения с многократными переходами через ноль.....	4-28
4-56.	Гармоники в боковой полосе частот	4-29
4-57.	Скачки фазы.....	4-29
4-58.	Прямоугольные изменения напряжения с продолжительностью 20 %	4-30
4-59.	Копирование и вставка	4-31
4-60.	Copy (Копировать)	4-31
4-61.	Paste (Вставить)	4-31
4-62.	Опция измерения энергии.....	4-31
4-63.	Общая характеристика	4-31
4-64.	Принцип действия	4-31
4-65.	Ограничения	4-32
4-66.	Подготовка к использованию опции измерения энергии ..	4-32
4-67.	Конфигурация входных каналов и постоянной счетчика.....	4-33
4-68.	Подключите проверяемый и эталонный измерительные приборы.	4-34
4-69.	Тип энергии	4-35
4-70.	Внутренние нагрузочные сопротивления	4-35
4-71.	Постоянная счетчика импульсного выхода и нагрузочный резистор.....	4-35
4-72.	Проведение измерения	4-35
4-73.	Режимы измерения	4-35
4-74.	Свободный режим	4-36
4-75.	Режим Счетчик/Таймер	4-36
4-76.	Ждущий режим	4-37
4-77.	Пакетный режим	4-38

4-78.	Дистанционное управление опцией измерения энергии	4-39
5	Дистанционное управление	5-1
5-1.	Введение	5-5
5-2.	Использование порта IEEE-488 для дистанционного управления	5-5
5-3.	Программируемые опции	5-5
5-4.	Коды возможностей	5-6
5-5.	Адреса шины.....	5-7
5-6.	Ограниченный доступ	5-7
5-7.	Подключения	5-7
5-8.	Работа через интерфейс IEEE 488.....	5-8
5-9.	Общие сведения.....	5-8
5-10.	Условия работы.....	5-8
5-11.	Программный переход к локальному управлению (GTL или REN "ложно").....	5-9
5-12.	Сброс устройства	5-9
5-13.	Уровни сброса	5-9
5-14.	Обмен сообщениями	5-10
5-15.	Модель IEEE 488.2.....	5-10
5-16.	Подсистема прибора STATUS.....	5-10
5-17.	Входящие команды и запросы	5-11
5-18.	Функции и возможности прибора	5-11
5-19.	Исходящие ответы	5-12
5-20.	Ошибка запроса	5-12
5-21.	Запрос функций (RQS)	5-12
5-22.	Причины запроса функций	5-12
5-23.	RQS в модели IEEE 488.2	5-12
5-24.	Получение информации о состоянии устройства	5-13
5-25.	Определенные стандартом функции IEEE 488 и SCPI	5-13
5-26.	Сводная информация о статусе и SRQ	5-14
5-27.	Условия регистра событий.....	5-14
5-28.	Доступ через прикладную программу	5-14
5-29.	Основы стандарта IEEE 488.2 для отчетов о статусе приборов	5-15
5-30.	Модель IEEE 488.2.....	5-15
5-31.	Модельная структура прибора	5-16
5-32.	Регистр разряда события	5-16
5-33.	Чтение регистра разряда события	5-17
5-34.	Регистр запроса активации функций	5-17
5-35.	Считывание регистра запроса активации функций	5-17
5-36.	Определенный в IEEE 488.2 Регистр состояния событий ..	5-17
5-37.	Регистр активации состояния стандартных событий	5-19
5-38.	Чтение регистра разрешения стандартных событий	5-20
5-39.	Очередь ошибок	5-20
5-40.	Отчет о статусе прибора - Элементы SCPI	5-20
5-41.	Данные общего характера.....	5-20
5-42.	Регистры состояния SCPI.....	5-20
5-43.	Состояния SCPI, подлежащие учету	5-21
5-44.	Язык программирования SCPI	5-21
5-45.	Команды и синтаксис SCPI	5-22
5-46.	Краткое изложение команд SCPI	5-22
5-47.	Сводка команд для энергии.....	5-29
5-48.	Подробные сведения о командах подсистемы калибровки	5-30

5-49.	Подробные сведения о командах подсистемы выхода	5-32
5-50.	Подробные сведения о командах подсистемы входа	5-34
5-51.	Подробные сведения о командах подсистемы источника .	5-34
5-52.	Общие команды	5-34
5-53.	Значения мощности	5-35
5-54.	Настройка напряжения	5-38
5-55.	Постоянный ток и гармоники	5-39
5-56.	Флуктуирующие гармоники	5-41
5-57.	Промежуточные гармоники	5-42
5-58.	Провал	5-42
5-59.	Фликер	5-44
5-60.	Подсистема дополнительных функций фликера	5-45
5-61.	Состояние дополнительных функций фликера	5-45
5-62.	Конфигурирование сигнала	5-45
5-63.	Выбор гармоники в боковой полосе частот	5-46
5-64.	Выбор угла скачка фазы	5-46
5-65.	Выбор времени установления скачка фазы	5-46
5-66.	Отчет об этапе скачка фазы	5-46
5-67.	Отчет о времени после начала скачков фазы	5-47
5-68.	Текущая настройка	5-47
5-69.	Гармоники	5-49
5-70.	Флуктуирующие гармоники	5-50
5-71.	Промежуточные гармоники	5-51
5-72.	Провал	5-52
5-73.	Фликер	5-53
5-74.	Подробные сведения о командах подсистемы статуса	5-55
5-75.	Подробные сведения о командах подсистемы системы	5-57
5-76.	Подробные сведения о командах подсистемы единиц	5-58
5-77.	Дистанционное управление опцией измерения энергии	5-59
5-78.	Набор команд SCPI	5-59
5-79.	Режим работы	5-59
5-80.	Поддержание напряжения при измерении энергии	5-60
5-81.	Единицы энергии	5-60
5-82.	Представление результатов	5-60
5-83.	Результаты	5-61
5-84.	Выходной строб-импульс	5-61
5-85.	Входной строб-импульс	5-62
5-86.	Дерево последовательности прогрева	5-62
5-87.	Длительность прогрева	5-62
5-88.	Источник импульсов при прогреве	5-63
5-89.	Дерево последовательности измерений	5-64
5-90.	Продолжительность измерения	5-64
5-91.	Источник импульсов при измерении	5-64
5-92.	ENERgy: ABORt	5-65
5-93.	Дерево проверяемых приборов	5-65
5-94.	Постоянная счетчика проверяемого прибора	5-65
5-95.	Единицы постоянной счетчика проверяемого прибора	5-65
5-96.	Противодребезговый входной фильтр	5-66
5-97.	Источник проверяемого прибора	5-66
5-98.	Внутреннее сопротивление проверяемого прибора	5-66
5-99.	Дерево эталонного прибора	5-66
5-100.	Противодребезговый входной фильтр	5-66
5-101.	Постоянная счетчика эталонного прибора	5-66
5-102.	Единицы постоянной счетчика эталонного прибора	5-66
5-103.	Эталонный источник	5-67

5-104.	Внутреннее сопротивление эталонного прибора	5-67
5-105.	Дерево выходных команд	5-67
5-106.	Выходная постоянная счетчика	5-68
5-107.	Единицы выходной постоянной счетчика	5-68
5-108.	Выходное внутреннее сопротивление	5-68
5-109.	Общие команды и запросы	5-68
5-110.	Очистка состояния	5-68
5-111.	Активация состояния события	5-69
5-112.	Вызов активации состояния события	5-69
5-113.	Считывание регистра состояния события	5-69
5-114.	*IDN? (Идентификация прибора)	5-70
5-115.	Операция завершена	5-71
5-116.	Операция завершена?	5-71
5-117.	Вызов аппаратной конфигурации прибора	5-71
5-118.	Очистка состояния при включении питания	5-72
5-119.	Вызов флага очистки состояния при включении питания	5-72
5-120.	Сброс	5-73
5-121.	Запрос активации функций	5-74
5-122.	Вызов запроса активации функций	5-74
5-123.	Чтение регистра запроса функций	5-74
5-124.	Операции измерения — Полное самотестирование	5-75
5-125.	Ожидание	5-76
5-126.	Настройки устройства после *RST	5-76
5-127.	Настройки устройства по команде POWER ON (ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ)	5-77
5-128.	Данные общего характера	5-77
5-129.	Настройки при включении питания, связанные с общими командами IEEE 488.2	5-78
5-130.	Настройки *RST, связанные с общими командами IEEE 488.2	5-79
5-131.	Настройки *RST, связанные с командами SCPI	5-80
5-132.	Действия опции энергии при получении команды *RST ...	5-84
5-133.	Рабочие примеры	5-85
6	Обслуживание силами оператора	6-1
6-1.	Введение	6-3
6-2.	Проверка достоверности	6-3
6-3.	Настройка и запуск проверки достоверности	6-3
6-4.	Изменение пароля пользователя	6-4
6-5.	Доступ к предохранителю	6-4
6-6.	Очистка прибора	6-5
6-7.	Очистка воздушного фильтра	6-6
6-8.	Замена литиевой батареи	6-8
7	Калибровка	7-1
7-1.	Введение	7-3
7-2.	Методы калибровки	7-3
7-3.	Полная проверка калибровки и регулировка	7-3
7-4.	Проверка достоверности	7-3
7-5.	Частичная регулировка	7-3
7-6.	Проверка достоверности многофазной системы	7-4
7-7.	Наивысшая точность калибровки	7-4
7-8.	Измерения амплитуды	7-4
7-9.	Измерение фазы	7-4

7-10.	Влияние погрешности фазы на точность расчета мощности	7-5
7-11.	Погрешности калибровки для максимальной точности	7-6
7-12.	Необходимое оборудование	7-6
7-13.	Обзор генерации сигналов прибором 6100B	7-7
7-14.	Независимость приборов 6100B и 6101B	7-7
7-15.	Система калибровки сервисных центров Fluke	7-9
7-16.	Характеристики системы калибровки	7-12
7-17.	Преобразователи	7-12
7-18.	Вклад мультиметра в погрешность амплитуды	7-12
7-19.	Вклад мультиметра в погрешность фазы	7-13
7-20.	Погрешность фазы между напряжениями	7-13
7-21.	Погрешность фазы между током и напряжением	7-13
7-22.	Обзор регулировок	7-13
7-23.	Процесс калибровки	7-14
7-24.	Вход в режим калибровки	7-14
7-25.	Выбор конфигурации прибора	7-14
7-26.	Определение ошибки устройства 6100B	7-15
7-27.	Запуск регулировки	7-15
7-28.	Возврат переключателя калибровки в нормальное положение	7-15
7-29.	Проверка	7-16
7-30.	Точки калибровки	7-16
7-31.	Калибровка опции измерения энергии	7-19
7-32.	Прямое измерение с помощью частотомера	7-19
7-33.	Использование внешней опорной частоты	7-20

Appendices

A	Глоссарий	A-1
---	-----------------	-----

Список таблиц

Таблица	Название	Страница
1-1.	Символы.....	1-4
2-1.	Шнуры питания по странам.....	2-5
3-1.	Элементы передней панели.....	3-4
3-2.	Элементы задней панели.....	3-16
4-1.	Параметры формы сигнала.....	4-23
4-2.	Основные функции фликера.....	4-25
4-3.	Периодические изменения частоты	4-27
4-4.	Фликер с искажениями напряжения с многократными переходами ... через ноль.....	4-28
4-5.	Флуктуация напряжения	4-28
4-6.	Гармоники в боковой полосе частот	4-29
4-7.	Скачки фазы.....	4-30
4-8.	Прямоугольные изменения напряжения с продолжительностью	4-31
	20 %.....	
5-1.	Коды совместимости IEEE 488	5-6
6-1.	Допустимые сменные предохранители	6-4
7-1.	Вклад погрешности фазы в погрешность мощности.....	7-5
7-2.	Требуемая погрешность калибровки амплитуды напряжения.....	7-6
7-3.	Требуемая погрешность калибровки амплитуды тока.....	7-6
7-4.	Требуемая погрешность калибровки фазы	7-6
7-5.	Методы калибровки.....	7-7
7-6.	Число отсчетов на период	7-12
7-7.	Погрешность фазы цифрового мультиметра (в градусах).....	7-13
7-8.	Точки регулировки напряжения	7-16
7-9.	Точки регулировки тока	7-17
7-10.	Точки регулировки тока для опции 80 А (если установлена).....	7-18
7-11.	Напряжение на токовых клеммах в точках регулировки.....	7-19

Список рисунков

Рисунке	Название	Страница
2-1.	Разъемы вспомогательных устройств на задней панели 6105A.....	2-6
3-1.	Передняя панель 6100B.....	3-3
3-2.	Графический пользовательский интерфейс.....	3-6
3-3.	Меню выход Output Menu (Выбран канал напряжения L1).....	3-9
3-4.	Меню выход Output Menu (Выбран канал тока L1).....	3-10
3-5.	Программные клавиши меню Output Menu (Меню выхода).....	3-10
3-6.	Меню выхода Output Menu (Выбран канал тока L1).....	3-11
3-7.	Меню формы сигнала, основная гармоника.....	3-11
3-8.	Предупреждение о выходе за пределы совместимости.....	3-12
3-9.	Меню формы сигнала, токовый выход.....	3-13
3-10.	Четырехпроводная измерительная схема.....	3-14
3-11.	Программные клавиши верхнего уровня в меню Global Settings Menu (Общие настройки).....	3-14
3-12.	Программные клавиши настройки передней панели.....	3-15
3-13.	Элементы задней панели.....	3-16
4-1.	Главная страница настройки.....	4-4
4-2.	Программные клавиши меню общих настроек.....	4-5
4-3.	Частота, фиксация линии.....	4-5
4-4.	Расчет реактивной мощности.....	4-7
4-5.	Units and Standards Configuration (Конфигурация единиц и стандартов).....	4-8
4-6.	Front-Panel Terminal Configuration (Конфигурация клемм передней панели).....	4-9
4-7.	Reference and Signal Configuration (Конфигурация опорного сигнала).....	4-10
4-8.	Программные клавиши More Settings (Дополнительные настройки) ...	4-10
4-9.	Пересчет тока в напряжение.....	4-11
4-10.	Выбор канала.....	4-13
4-11.	Верхний уровень меню формы сигнала.....	4-13
4-12.	Режим гармоник с временной разверткой сигнала.....	4-15
4-13.	Режим гармоник с частотным спектром сигнала.....	4-16
4-14.	Программные клавиши режима редактирования гармоник.....	4-16
4-15.	Программные клавиши в режиме редактирования формы сигнала.....	4-17
4-16.	Экран редактирования таблиц.....	4-18
4-17.	Программные клавиши второго уровня режима редактирования таблиц.....	4-18
4-18.	Программные клавиши нижнего уровня редактирования таблиц.....	4-18

4-19.	Меню формы сигнала для интергармоник	4-19
4-20.	Программные клавиши для интергармоник	4-19
4-21.	Меню формы сигнала для флуктуирующих гармоник	4-20
4-22.	Программные клавиши для флуктуирующих гармоник	4-21
4-23.	Программные клавиши формы сигнала	4-21
4-24.	Меню формы сигнала для провала	4-21
4-25.	Программные клавиши верхнего уровня для выброса	4-22
4-26.	Программные клавиши формы провала	4-23
4-27.	Программные клавиши запуска провала	4-23
4-28.	Программные клавиши фликера	4-24
4-29.	Основные программные клавиши фликера	4-25
4-30.	Меню фликера (частота)	4-25
4-31.	Меню фликера (число изменений в минуту)	4-26
4-32.	Программные клавиши расширенных функций фликера	4-26
4-33.	Комбинированные изменения частоты и напряжения	4-27
4-34.	Искажения напряжения с многократными переходами через ноль	4-28
4-35.	Гармоники в боковой полосе частот	4-29
4-36.	Скачки фазы	4-30
4-37.	Прямоугольные изменения напряжения с продолжительностью 20 %	4-30
4-38.	Верхний уровень меню формы сигнала	4-32
4-39.	Режим измерения энергии	4-33
4-40.	Конфигурация входных каналов и постоянной счетчика	4-34
4-41.	Программные клавиши верхнего уровня для опции измерения энергии	4-36
4-42.	Конфигурация режима Счетчик/Таймер	4-37
4-43.	Конфигурация в ждущем режиме	4-38
4-44.	Конфигурация в пакетном режиме	4-38
5-1.	Модель обмена сообщениями IEEE 488	5-10
5-2.	Определенные стандартом функции IEEE 488 и SCPI	5-13
5-3.	Очистка состояния	5-68
5-4.	Активация состояния события	5-69
5-5.	Запрос активации состояния события	5-69
5-6.	Запрос регистра состояния события	5-70
5-7.	Идентификация прибора	5-70
5-8.	Операция завершена	5-71
5-9.	Запрос о завершении операции	5-71
5-10.	Запрос опций	5-71
5-11.	Очистка состояния при включении питания	5-72
5-12.	Запрос очистки состояния при включении питания	5-73
5-13.	Сброс	5-73
5-14.	Запрос активации функций	5-74
5-15.	Запрос активации функций	5-74
5-16.	Запрос разряда события	5-74
5-17.	Запрос измерения	5-75
5-18.	Ожидание	5-76
6-1.	Программные клавиши верхнего уровня меню формы сигнала	6-4
6-2.	Задняя панель с предохранителем	6-5
6-3.	Доступ к воздушному фильтру	6-7
7-1.	Генерация сигнала	7-8
7-2.	После регулировки фазы	7-9
7-3.	Подключения для измерения фазы	7-10
7-4.	Формы сигналов	7-11
7-5.	Верхний уровень меню формы сигнала	7-14
7-6.	Запрос пароля	7-14
7-7.	Экран регулировки прибора	7-15

Глава 1

Введение

	Наименование	Страница
1-1.	Введение	1-3
1-2.	Контактная информация о компании Fluke	1-3
1-3.	Краткое изложение общих правил техники безопасности	1-3
1-4.	Пояснения к символам и терминам, относящимся к безопасности.....	1-4
1-5.	Защитное заземление	1-4
1-6.	Функции.....	1-5
1-7.	О настоящем руководстве.....	1-5
1-8.	Технические характеристики	1-6
1-9.	Общие технические характеристики	1-6
1-10.	Входная мощность.....	1-6
1-11.	Габариты.....	1-6
1-12.	Внешние условия эксплуатации	1-6
1-13.	Безопасность.....	1-6
1-14.	Электромагнитная совместимость	1-6
1-15.	Общие электротехнические характеристики	1-7
1-16.	Пределы по амплитуде/частоте.....	1-7
1-17.	Работа с открытым и замкнутым контуром	1-7
1-18.	Электрические характеристики.....	1-8
1-19.	Технические характеристики для напряжения	1-8
1-20.	Максимальная емкостная нагрузка канала напряжения для обеспечения стабильности на выходе	1-8
1-21.	Пределы по напряжению и нагрузка	1-8
1-22.	Амплитудные характеристики синусоидального напряжения.....	1-9
1-23.	Амплитудные характеристики напряжения постоянного тока и гармонического напряжения.....	1-10
1-24.	Искажения и шумы напряжения	1-11
1-25.	Пределы по току	1-11
1-26.	Поправка на нестабильность выхода по нагрузке	1-12
1-27.	Амплитудные характеристики синусоидального тока	1-12
1-28.	Амплитудные характеристики постоянного и синусоидального тока.....	1-14
1-29.	Искажения и шумы по току	1-15
1-30.	Напряжение на токовых клеммах	1-15
1-31.	Предельные значения и импедансы.....	1-15
1-32.	Характеристики для синусоидального сигнала	1-15

1-33.	Амплитудные характеристики напряжения постоянного и синусоидального тока	1-16
1-34.	Искажения напряжения и шумы напряжения на токовых клеммах	1-16
1-35.	Фазовый сдвиг между током и напряжением.....	1-17
1-36.	Многофазный режим работы.....	1-18
1-37.	Фазовый сдвиг между напряжениями.....	1-18
1-38.	Энергетические характеристики.....	1-18
1-39.	Импульсные входы	1-18
1-40.	Импульсные и стробированные входы	1-18
1-41.	Импульсный выход	1-18
1-42.	Выход строб-импульса	1-18
1-43.	Погрешность.....	1-19
1-44.	Продолжительность измерения	1-19
1-45.	Характеристики мощности.....	1-19
1-46.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105A и 6106A при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 1,0 (ppm) ^[1]	1-19
1-47.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105A и 6106A при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 0,5 (ppm) ^[1]	1-19
1-48.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 1,0 (ppm) ^[1]	1-20
1-49.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 0,5 (ppm) ^[1]	1-20
1-50.	Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105A и 6106A при суммарном коэффициенте гармоник 20 % и факторе мощности 1,0 (ppm) ^[1]	1-20
1-51.	Погрешность мощности для несинусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при суммарном коэффициенте гармоник 20 % и факторе мощности 1,0 (ppm) ^[1]	1-20
1-52.	Характеристики фликера при синусоидальном и прямоугольно модулированном напряжении и токе	1-21
1-53.	Характеристики флуктуирующих гармоник	1-21
1-54.	Характеристики промежуточных гармоник.....	1-22
1-55.	Характеристики провалов/выбросов	1-22
1-56.	Определение амплитудных характеристик несинусоидальных сигналов.....	1-22
1-57.	Пример с несинусоидальным напряжением.....	1-23
1-58.	Расчет погрешности кажущейся мощности (S)	1-23
1-59.	Пример расчета кажущейся мощности	1-24
1-60.	Расчет погрешности мощности (P)	1-25
1-61.	Пример расчета для мощности.....	1-25
1-62.	Библиография	1-27

1-1. Введение

Эталон-калибраторы электрической мощности Fluke Electrical Power Standard, именуемые далее "приборы", являются прецизионными приборами для калибровки счетчиков электроэнергии, а также стандартами сравнения и измерительными устройствами для определения количественных и качественных характеристик электроэнергии, поставляемой потребителям. В линейку эталонов электрической мощности входят основные приборы моделей 6100В и 6105А, а также вспомогательные приборы 6101В и 6106А.

Примечание

Если не оговорено иное, то сказанное о модели "6100В" относится ко всем моделям семейства.

Любой из приборов можно использовать для измерения качества и расхода энергии в однофазной электрической цепи. При добавлении от одного до трех вспомогательных приборов 6101В или 6106А систему можно расширить до четырехфазной. Для большей гибкости основные модели 6100В и 6105А также можно настроить как вспомогательные, подключив внешний кабель. Модели 6105А и 6106А являются высокоточными модификациями соответственно моделей 6100В и 6101В.

1-2. Контактная информация о компании Fluke

Чтобы связаться с компанией Fluke, позвоните по одному из указанных ниже телефонов:

- Служба технической поддержки в США: 1-800-44-FLUKE (1-800-993-5853)
- Служба калибровки/ремонта в США: 1-888-99-FLUKE (1-888-993-5853)
- в Канаде: 1-800-36-FLUKE (1-800-363-5853)
- в Европе: +31 402-675-200
- в Японии: +81-3-3434-0181
- Сингапур: +65-738-5655
- другие страны мира: +1-425-446-5500

Или посетите сайт Fluke в Интернете: www.fluke.com.

Для регистрации Вашего продукта зайдите на <http://register.fluke.com>.

Чтобы просмотреть, распечатать или загрузить самые последние дополнения к руководству, посетите веб-сайт <http://us.fluke.com/usen/support/manuals>.

1-3. Краткое изложение общих правил техники безопасности

В настоящем руководстве содержатся сведения и предупреждения, необходимые для обеспечения безопасности работы и сохранности прибора. Если условия или способы работ отличаются от указанных, работа или техническое обслуживание могут представлять опасность. Для правильного и безопасного использования прибора необходимо, чтобы работники и обслуживающий персонал следовали установленному порядку, а также соблюдали указания по мерам предосторожности.

В настоящем руководстве **Предупреждение** указывает на условия или действия, представляющие потенциальную опасность для пользователя; **Внимание** указывает на условия или действия, могущие привести к порче прибора или проверяемого оборудования.

Предупреждение

Следуйте данным инструкциям, чтобы избежать опасности поражения электрическим током, травм или возникновения пожара.

- Не включайте прибор, если он поврежден или если предполагается, что он неисправен.
- Не работайте с прибором в условиях повышенной влажности, сырости, конденсации, пыли или угрозы взрыва.
- Если прибор используется способом, который не предусмотрен изготовителем, то эффективность защиты прибора может быть снижена.
- Если возникает подозрение, что защита прибора повреждена, то его необходимо вывести из эксплуатации и исключить возможность его несанкционированного использования. Необходимо обратиться к квалифицированным специалистам по обслуживанию и ремонту.
- Защита может быть нарушена, если, например, на приборе есть видимые повреждения или он работает неправильно.

1-4. Пояснения к символам и терминам, относящимся к безопасности.

Символы, перечисленные в Таблице 1, встречаются на приборе и в данном руководстве.

Таблица 1-1. Символы

Символ	Пояснение
	Опасное напряжение. Опасность поражения электрическим током.
	Риск. Угроза. Важная информация см. руководство.
	Заземление.
	Соответствует действующим требованиям Канадской ассоциации стандартов.
	Соответствует действующим директивам ЕС.
	Не утилизируйте данное изделие вместе с неотсортированными бытовыми отходами. Информация по утилизации имеется на вебсайте Fluke.

1-5. Защитное заземление

Класс защиты 1 - Прибор необходимо эксплуатировать с защитным заземлением, подключенным через защитный кабель или кабель питания переменного тока. Когда сетевая вилка вставляется в гнездо питания прибора на задней панели корпуса, защитное заземление должно подключаться до подключения линии переменного тока и нейтральной фазы. Если окончательное подключение к источнику переменного тока происходит в другом месте, то необходимо убедиться, что защитное заземление подключается до подключения линии переменного тока и нейтральной фазы.

Если есть вероятность, что защитное заземление может оказаться не подключенным ранее линии переменного тока и нейтральной фазы, или если выходные клеммы подключены к потенциально опасному источнику, находящемуся под напряжением, то необходимо подключить к подходящему заземлению отдельную клемму защитного заземления на задней панели корпуса.

⚠⚠ Предупреждение

Чтобы избежать опасности поражения электрическим током или травм, не отключайте провод защитного заземления намеренно и исключите возможность случайного обрыва как внутри, так и снаружи прибора. Обрыв защитного заземления может сделать прибор источником опасности. Намеренный обрыв заземления недопустим.

1-6. Функции

Прибор обеспечивает следующие функции:

- Пригодные для анализа сигналы, характеризующие мощность и энергию
- Возможность настройки на независимые фазы числом от одной до четырех
- Полный независимый контроль напряжения и тока на каждой фазе
- Пределы измерения на каждой фазе 1 кВ и 21 А (50 А при установке опции 50 А, 80 А при опции 80 А). По умолчанию на нейтральной фазе установлено ограничение эффективного напряжения 33 В. Это значение может быть изменено пользователем. Настройки форм сигналов напряжения и тока описаны далее в настоящем руководстве.
- До 100 гармоник, а также постоянная компонента по току и/или напряжению.
- Флуктуирующие гармоники и интергармоники согласно стандартам IEC 61000-4-7 и 61000-4-13, 61000-4-13 и 61000-4-14
- Провалы и выбросы согласно стандарту IEC 61000-4-11
- Фликер согласно стандарту 61000-4-15
- Одновременные события, характеризующие качество электропитания, согласно стандартам IEC 61000-4-30 и 61000-4-34
- Встроенные формы сигнала по току согласно стандартам IEC 61036 и IEC 62053 для статического испытания счетчиков электроэнергии.
- Формы сигналов, задаваемые пользователем
- Выбираемый пользователем способ расчета реактивной мощности
- Совместимость по пикам >13 В на всех токовых выходах до 21 А
- Возможность плавного пуска для обработки пускового тока, регистрируемого прибором, запитанным от сигнала напряжения
- Полные конфигурации прибора могут быть сохранены во внутреннюю память или на USB-устройство памяти для переноса на другие системы 6105A0B
- Приобретаемый дополнительно компаратор энергии (Energy Comparator) для калибровки счетчиков электроэнергии
- Выбор частоты системного тактового генератора 10 МГц или 20 МГц

1-7. О настоящем руководстве

Настоящее руководство содержит полную информацию по установке прибора Electrical Power Standard и работе с ним с передней панели или дистанционно. Оно также содержит глоссарий терминов и подробные технические характеристики. В руководстве рассматриваются следующие темы:

- Установка
- Органы управления и функции

- Работа с передней панели
- Удаленная работа (IEEE-488.2)
- Передача данных через внешний носитель
- Обслуживание силами оператора, в том числе калибровка
- Глоссарий терминов

1-8. Технические характеристики

В следующих разделах представлены общие и подробные технические характеристики.

1-9. Общие технические характеристики

1-10. Входная мощность

Напряжение	100 В - 240 В с флуктуациями до $\pm 10\%$
Броски неустановившегося напряжения	Устойчивость к импульсам (перенапряжению) по категории II стандарта IEC 60364-4-443
Частота	47 Гц – 63 Гц
Макс. энергопотребление	1000 ВА в диапазоне 100 В - 130 В, 1250 ВА в диапазоне 130 В - 260 В

1-11. Габариты

	6100B, 6101B, 6105A и 6106A	С опцией на 50 А или 80 А
Высота	233 мм (9,17 дюйма)	324 мм (12,8 дюйма)
Высота (без подставки)	219 мм (8,6 дюйма)	310 мм (12,2 дюйма)
Ширина	432 мм (17 дюймов)	432 мм (17 дюймов)
Глубина	630 мм (24,8 дюйма)	630 мм (24,8 дюйма)
Масса	23 кг (51 фунт)	30 кг (66 фунтов)

1-12. Внешние условия эксплуатации

Рабочие температуры	5 °C - 35 °C
Диапазон температур калибровки (tcal)	16 °C - 30 °C
Температура хранения	0 °C - 50 °C
Температура транспортировки	-20 °C - 60 °C <100 часов
Время прогрева	1 час
Макс. относительная влажность для безопасной работы (без конденсации)	<80 % 5 °C - 31 °C с линейным уменьшением до 50 % при 35 °C
Макс. относительная влажность при хранении (без конденсации)	<95 % 0 °C - 50 °C
Эксплуатационная высота над уровнем моря	0 м - 2000 м
Высота над уровнем моря в неработающем состоянии	0 м - 12000 м
Ударопрочность	MIL-PRF-28800F, класс 3
Вибрация	MIL-PRF-28800F, класс 3
Корпус	MIL-PRF-28800F, класс 3

1-13. Безопасность

- Соответствует CAN/CSA-C22.2 № 61010.1-04, стандартам UL № 61010-1 (2^е издание), ISA-82.02.01
Стандарт сравнения: IEC 61010-1:2001
- Только для работы в помещении, степень загрязнения 2; категория перенапряжений II
- Соответствует нормам ЕС и канадским стандартам CSA

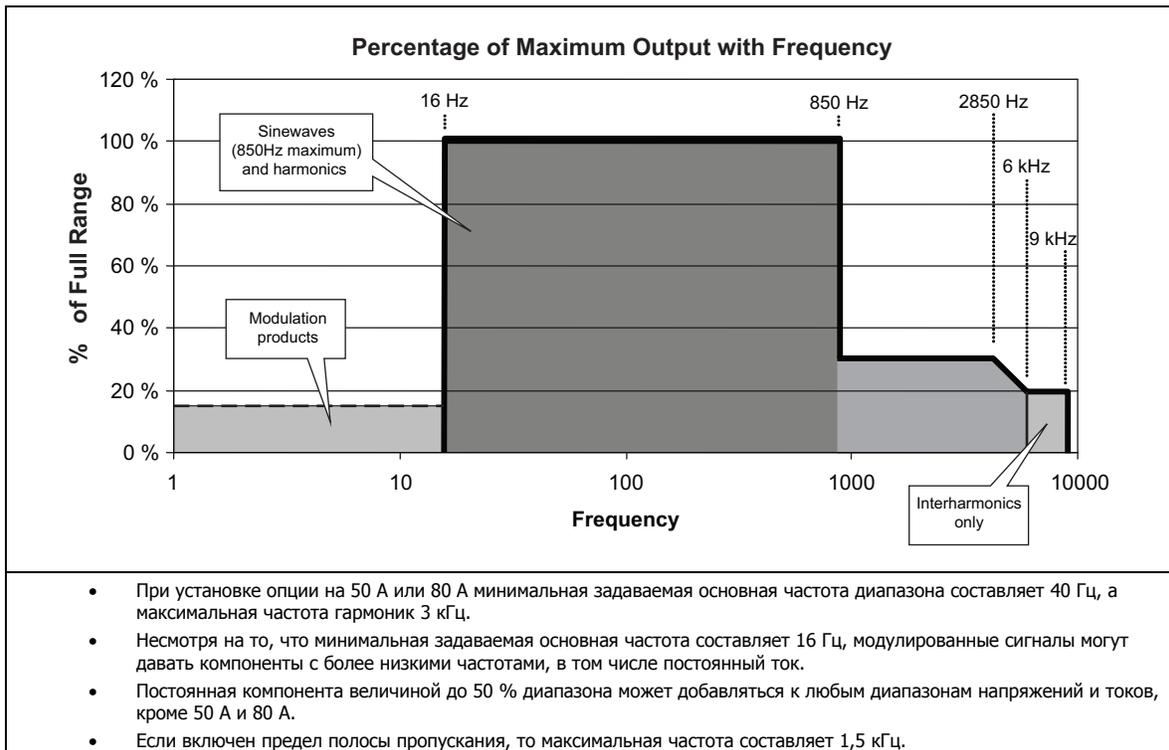
1-14. Электромагнитная совместимость

EN61326-1:2006, CISPR 11 Класс А, Правила FCC часть 15, подраздел В, класс А (оборудование класса А допускается к работе на объектах, иных, чем жилые, и подключенных непосредственно к электросети низкого напряжения жилых помещений).

1-15. Общие электротехнические характеристики

Дискретность задания напряжения/тока	6 знаков
Диапазон основных частот	16 Гц – 850 Гц
Фиксация частоты сети питания	45 Гц - 65,9 Гц по выбору пользователя
Погрешность частоты	±50 ppm
Точность установки частоты	0,1 Гц
Время прогрева до достижения максимальной точности	1 час или удвоенное время после последнего прогретого состояния
Время установления после изменения на выходе	от 0 до 10 секунд
Номинальный угол между фазами напряжения	120 °
Номинальный угол между напряжением и током на фазе	0 °
Регулировка фазового угла	±180 °, ± π радиан ^[1]
Разрешение регулировки фазового угла	0,001 °, 0,00001 радиан ^[1]
Максимальное число гармоник напряжения	100, включая 1 ^{-ю} (основная частота)
Максимальное число гармоник тока	100, включая 1 ^{-ю} (основная частота)
[1] Пересчет фазы, заданной в градусах, в фазу в радианах и обратно может быть неточным ввиду ошибок округления.	

1-16. Пределы по амплитуде/частоте



1-17. Работа с открытым и замкнутым контуром

Максимальная точность для чисто синусоидального сигнала или синусоидального сигнала с гармониками достигается при использовании аналоговых и цифровых систем с обратной связью (замкнутый контур). Если используется любая функция из следующих: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, то цифровая система автоматически переходит в режим с открытым контуром. Первоначальные показатели соответствуют указанным в столбце точности в течение 1 года и ухудшаются со временем, как указано в столбце стабильности. Максимальная точность может быть восстановлена путем кратковременного отключения одной из функций: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, или путем изменения значения синусоидального сигнала или любой гармоники для этого канала.

1-18. Электрические характеристики

Обозначенная точность включает погрешность калибровки, указанную сервисными центрами Fluke. В нижеследующих характеристиках указанная погрешность соответствует коэффициенту запаса $k = 2$, что эквивалентно доверительному уровню 96 % согласно метрологической практике.

1-19. Технические характеристики для напряжения

1-20. Максимальная емкостная нагрузка канала напряжения для обеспечения стабильности на выходе

Выход по напряжению остается стабильным при нагрузке 100 нФ, однако может потерять способность выдерживать эту нагрузку при любых сочетаниях напряжения/ частоты/ гармоник ввиду ограничений по токовой нагрузке.

1-21. Пределы по напряжению и нагрузка

Предел измерения (FR)	23 В	45 В	90 В	180 В	360 В	650 В ^[4]	1008 В
Макс. на пике ^{[1][2]}	32,5 В	63,6 В	127,2 В	254,5 В	509 В	919 В	1425 В
Максимальная нагрузка (пиковый ток) ^[3]	1 А	1 А	1 А	1 А	1 А	1 А	71 мА
Максимальная нагрузка (среднеквадратичный ток) ^[3]	500 мА	500 мА	500 мА	250 мА	150 мА	110 мА	60 мА
<p>[1] Эти значения относятся к синусоидальным, искаженным и модулированным сигналам.</p> <p>[2] Фазовый сдвиг гармоник напряжения существенно влияет на пиковое значение несинусоидального сигнала.</p> <p>[3] Чтобы получить необходимые характеристики при 4-проводном измерении, сопротивление измерительных выводов должно быть менее $1\ \Omega$, а сопротивление проводов питания менее $1,5\ \Omega$.</p> <p>[4] Только для моделей 6105A и 6101B.</p> <p>[5] Пиковый ток не может быть продолжительным и зависит от величины напряжения, при котором он задается. Этот ток не может быть достигнут, когда напряжение на выходе 0 В, но его можно достигнуть, когда напряжение приближается к пиковому уровню формы сигнала. Возможность создавать высокие пиковые токи рассчитана на измерительные устройства, которые потребляют токовые импульсы из сигнала.</p>							

1-22. Амплитудные характеристики синусоидального напряжения

Диапазоны	Частота	Напряжение ^[5]	6105A и 6106A 1-годичная погрешность, tcal ^[4] ±5 °C ± (ppm выходного значения + мВ) ^[1]		6100B и 6101B 1-годичная погрешность, tcal ^[4] ±5 °C ± (ppm выходного значения + мВ) ^[1]		6100B, 6101B, 6105A и 6106A 24-часовая стабильность с открытым контуром ± (ppm выходного значения + мВ) ^{[2][3]}	
1,0 В - 23 В	45 Гц – 65 Гц	15 В - 17 В	42	0	112	1	75	0,8
		1,0 В - 23 В	42	0,2				
	16 Гц – 850 Гц	1,0 В - 23 В	60	0,2				
3 В - 45 В	45 Гц – 65 Гц	28 В - 32 В	42	0	112	2	75	0,8
		3 В - 45 В	42	0,4				
	16 Гц – 850 Гц	3 В - 45 В	60	0,4				
6,3 В - 90 В	45 Гц – 65 Гц	56 В - 64 В	42	0	112	2,2	75	0,8
		6,3 В - 90 В	42	0,8				
	16 Гц – 850 Гц	6,3 В - 90 В	60	0,8				
13 В - 180 В	45 Гц – 65 Гц	110 В - 128 В	44	0	112	4,4	75	1,5
		13 В - 180 В	44	1,6				
	16 Гц – 850 Гц	13 В - 180 В	60	1,6				
25 В - 360 В	45 Гц – 65 Гц	215 В - 246 В	44	0	112	8,8	75	3
		25 В - 360 В	60	3,2				
	16 Гц – 850 Гц	25 В - 360 В	61	3,2				
46 В – 650 В	45 Гц – 65 Гц	425 В - 490 В	44	0	-	-	75	6
		46 В - 650 В	60	5,8				
	16 Гц – 850 Гц	46 В - 650 В	61	5,8				
70 В - 1008 В	45 Гц – 65 Гц	740 В - 850 В	44	0	150	26	75	10
		70 В - 1008 В	60	10				
	16 Гц – 850 Гц	70 В - 1008 В	61	10				

[1] Только для четырехпроводной измерительной схемы, для двухпроводной схемы к величине погрешности необходимо добавить дополнительное напряжение = 0,3 Ω х максимальный ток нагрузки.

[2] Для ±1 °C и постоянных нагрузке и подключениях.

[3] Если используется любая функция из следующих: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, то характеристики стабильности системы с открытым контуром необходимо добавить к 1-годовым характеристикам погрешности, как указано в разделе "Работа с открытым и замкнутым контуром".

[4] tcal = температура последней калибровки

[5] Выходные уровни ниже нижней границы диапазона могут быть заданы, но не указаны.

1-23. Амплитудные характеристики напряжения постоянного тока и гармонического напряжения

Диапазон	Выходное значение ^{[4][5]}	Частота	6105A и 6106A 1-годичная погрешность, tcal ^[4] $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C} \pm (\text{ppm}$ выходного значения + мВ) ^{[1][6]}		6100B и 6101B 1-годичная погрешность, tcal ^[4] $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C} \pm (\text{ppm}$ выходного значения + мВ) ^{[1][6]}		24-часовая стабильность с открытым контуром \pm (ppm выходного значения + мВ) ^{[2][3]}	
1,0 В - 23 В	0 В - 11,5 В	Постоянный ток	91	2	122	5	75	1,8
	0 В - 6,9 В	16 Гц – 850 Гц	58	1	122	1	75	0,8
		850 Гц – 6 кГц	451	1	512	1	150	0,8
3 В - 45 В	0 В - 22,5 В	Постоянный ток	91	4	122	10	75	3,3
	0 В - 13,5 В	16 Гц – 850 Гц	58	2	122	2	75	0,8
		850 Гц – 6 кГц	451	2	512	2	150	0,8
6,3 В - 90 В	0 В - 45 В	Постоянный ток	91	8	122	24	75	8
	0 В - 27 В	16 Гц – 850 Гц	60	2,2	122	2,2	75	0,8
		850 Гц – 6 кГц	451	2,2	512	2,2	150	0,8
13 В - 180 В	0 В - 90 В	Постоянный ток	91	16	122	50	75	15
	0 В - 54 В	16 Гц – 850 Гц	60	4,4	122	4,4	75	1,5
		850 Гц – 6 кГц	451	4,4	512	4,4	150	1,5
25 В - 360 В	0 В - 180 В	Постоянный ток	91	32	122	100	75	30
	0 В - 108 В	16 Гц – 850 Гц	60	12	122	12	75	3
		850 Гц – 6 кГц	451	12	512	12	150	3
46 В - 650 В	0 В - 325 В	Постоянный ток	92	60	-	-	75	65
	0 В - 195 В	16 Гц – 850 Гц	61	22	-	-	75	6
		850 Гц – 6 кГц	451	22	-	-	150	6
70 В - 1008 В	0 В - 504 В	Постоянный ток	92	100	166	300	75	100
	0 В - 302 В	16 Гц – 850 Гц	61	33	166	33	75	10
		850 Гц – 6 кГц	451	33	524	33	150	10

[1] Только для четырехпроводной измерительной схемы, для двухпроводной схемы к величине погрешности необходимо добавить дополнительное напряжение = $0,3 \Omega \times$ максимальный ток нагрузки.

[2] Для $\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ и постоянных нагрузке и подключениях.

[3] Если используется любая функция из следующих: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, то характеристики стабильности с открытым контуром необходимо добавить к 1-годовым характеристикам погрешности, как указано в разделе "Работа с открытым и замкнутым контуром".

[4] Эти характеристики применимы, только если комбинированное эффективное напряжение на выходе превышает нижнюю границу диапазона. Если комбинированное значение на выходе менее нижней границы диапазона, то выходные параметры не указываются.

[5] Максимальное значение для единичной гармоники (со 2-й по 100-ю) ниже 2850 Гц составляет 30 % диапазона. См. раздел "Пределы по амплитуде/частоте" для профилей выше 2850 Гц.

[6] tcal = температура последней калибровки

1-24. Искажения и шумы напряжения

Диапазон и частота		Максимальные нелинейные искажения ^[1] Либо:				Уровень негармонических шумов (по отношению к полному диапазону)	
Полный Диапазон	Частота	максимальное значение из		или максимальное значение из		16 Гц - 4 МГц	
		дБ	Вольт	% уставки	% диапазона	дБ	%
23 В	16 Гц – 850 Гц	-76	480 μ V (мкВ)	0,016	0,003	-66	0,05
	850 Гц – 6 кГц	-52	2,4 мВ	0,25	0,015	-66	0,05
45 В	16 Гц – 850 Гц	-76	990 μ V (мкВ)	0,016	0,003	-70	0,032
	850 Гц – 6 кГц	-52	5,0 мВ	0,25	0,015	-70	0,032
90 В	16 Гц – 850 Гц	-76	2,3 мВ	0,016	0,003	-72	0,025
	850 Гц – 6 кГц	-52	11 мВ	0,25	0,015	-72	0,025
180 В	16 Гц – 850 Гц	-76	5,0 мВ	0,016	0,003	-76	0,016
	850 Гц – 6 кГц	-52	25 мВ	0,25	0,015	-76	0,016
360 В	16 Гц – 850 Гц	-76	10 мВ	0,016	0,003	-66	0,05
	850 Гц – 6 кГц	-52	50 мВ	0,25	0,015	-66	0,05
650 В	16 Гц – 850 Гц	-76	20 мВ	0,016	0,003	-60	0,1
	850 Гц – 6 кГц	-52	100 мВ	0,25	0,015	-60	0,1
1008 В	16 Гц – 850 Гц	-76	30 мВ	0,016	0,003	-60	0,1
	850 Гц – 6 кГц	-52	151 мВ	0,25	0,015	-60	0,1

[1] нелинейные искажения, выраженные в дБ, линейно возрастают между 850 Гц и 6 кГц.

1-25. Пределы по току

Предел измерения (FR)	0,25 А	0,5 А	1 А	2 А	5 А	10 А	21 А	50 А	80 А
Макс. пиковое значение ^{[1][2]}	0,353 А	0,707 А	1,414 А	2,828 А	7,07 А	14,14 А	29,7 А	70,7	113 А
Максимальное совместимое напряжение для полного диапазона (V _{pk}) ^{[3][4]}	14 В	14 В	12,5 В	3 В	2 В				
Максимальная индуктивная нагрузка, широкая полоса ^[5]	300 μ Н (мкГн)	30 μ Н (мкГн)							
Максимальная индуктивная нагрузка, узкая полоса ^{[5][6]}	2 мГн	2 мГн	1 мГн	1 мГн	500 μ Н	360 μ Н	500 μ Н	250 μ Н	250 μ Н

- [1] Эти значения относятся к синусоидальным, искаженным и модулированным сигналам.
 [2] Фазовый сдвиг гармонического тока существенно влияет на пиковое значение несинусоидального сигнала.
 [3] При частотах выше 450 Гц прибор будет выдавать сигнал на токовый выход, который обеспечит максимальное совместимое напряжение на нагрузке, однако могут потребоваться "поправки" к показателям погрешности разделов "Амплитудные характеристики постоянного и синусоидального тока" и "Искажения тока и шумы". Расчеты поправок приводятся ниже.
 [4] Соответствие характеристик напряжения указанным будет снижено на конце подводящих проводов, ввиду активных потерь в проводах.
 [5] Выход по току остается стабильным при указанной индуктивной нагрузке, но может не поддерживать указанную индуктивность при любых сочетаниях напряжения/ частоты/ гармоник ввиду ограничений по нагрузке по напряжению. Индуктивную нагрузку, связанную с кабелями, можно снизить, уменьшив площадь контура, например, расположив кабели рядом или укоротив их.
 [6] В узкополосном режиме максимальная частота составляет 1,5 кГц.

1-26. Поправка на нестабильность выхода по нагрузке

Конечность выходного импеданса усилителя тока вызывает нестабильность выхода, которую необходимо учитывать. Пусть V_F = пиковое напряжение, развиваемое на нагрузке, при токе I_F и частоте F . Пусть I_{FR} - максимальный ток, а V_{max} максимальное совместимое пиковое напряжение для используемого диапазона.

Если $V_F/V_{max} \leq I_F/I_{FR}$, то поправка не требуется. В противном случае поправка рассчитывается следующим образом:

$$\text{если } V_F/V_{max} > I_F/I_{FR}, \text{ добавить: } \frac{I_{FR} \times F \times V_F}{20 \times V_{max}} \mu A$$

Пример: на выходе 800 Гц и эффективный ток 0,5 А в диапазоне 5 А. Характеристика по току для 6100B в разделе "Амплитудные характеристики синусоидального тока" составляет:

$$139 \text{ ppm} + 120 \mu A = 70 \mu A + 120 \mu A$$

Напряжение на выходе на пике составляет 6 В, а максимальное совместимое напряжение 14 В, например, $V_F/V_{max} > I_F/I_{FR}$. Поправка составит:

$$\frac{5 \times 800 \times 6}{20 \times 14} = 85 \mu A$$

Характеристики по току составляют:

$$70 \mu A + 120 \mu A + 85 \mu A = 275 \mu A$$

1-27. Амплитудные характеристики синусоидального тока

Диапазон (Ампер)	Частота	Текущее (А) [4]	6105A и 6106A 1-годичная погрешность, tcal [3] $\pm 5^\circ \text{C} \pm (\text{ppm}$ выходного значения + $\mu A)$		6100B и 6101B 1-годичная погрешность, tcal [3] $\pm 5^\circ \text{C} \pm (\text{ppm}$ выходного значения + $\mu A)$		24-часовая стабильность с открытым контуром $\pm (\text{ppm}$ выходного значения + $\mu A)$ [1][2]	
0,25 А	45 Гц – 65 Гц	0,1 А - 0,25 А	46	2,5	139	6	75	3
		0,25 А	46	1,5	130	6	75	3
	16 Гц – 850 Гц	0,01 А - 0,1 А	60	5	139	6	75	3
		0,1 А - 0,25 А	60	5	139	6	75	3
0,5 А	45 Гц – 65 Гц	0,2 А - 0,5 А	46	5	139	12	75	5
		0,5 А	46	3	130	12	75	5
	16 Гц – 850 Гц	0,05 А - 0,2 А	61	10	139	12	75	5
		0,2 А - 0,5 А	61	10	139	12	75	5
1 А	45 Гц – 65 Гц	0,4 А - 1,0 А	47	10	139	24	75	10
		1 А	47	6	130	24	75	10
	16 Гц – 850 Гц	0,1 А - 0,4 А	61	20	139	24	75	10
		0,4 А - 1 А	61	20	139	24	75	10
2 А	45 Гц – 65 Гц	0,8 - 2 А	46	20	139	48	75	20
		2 А	46	12	130	48	75	20
	16 Гц – 850 Гц	0,2 А - 0,8 А	61	40	139	48	75	20
		0,8 А - 2 А	61	40	139	48	75	20
5 А	45 Гц – 65 Гц	2 - 5 А	49	50	139	120	75	50
		5 А	49	30	130	120	75	50
	16 Гц – 850 Гц	0,5 А - 2 А	64	100	139	120	75	50
		2 А - 5 А	64	100	139	120	75	50

[1] Для $\pm 1^\circ \text{C}$ и постоянных нагрузке и подключениях.

[2] Если используется любая функция из следующих: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, то характеристики стабильности с открытым контуром необходимо добавить к 1-годичным характеристикам погрешности, как указано в разделе "Работа с открытым и замкнутым контуром".

[3] tcal = температура последней калибровки

[4] Выходные уровни, меньшие, чем меньшая граница диапазона, могут быть заданы, но не указаны.

[5] Время установления (TS) для диапазонов 21 А, 50 А и 80 А зависит от среднеквадратичного значения на выходе как доли полного диапазона и может быть найдено из: $TS = \%FR2 \times 180$ секунд. Величина переходного сигнала не превышает 50 ppm от FR.

Диапазон (Ампер)	Частота	Текущее (А) ^[4]	6105A и 6106A 1-годичная погрешность, tcal ^[3] ±5 °C ±(ppm выходного значения + μA)		6100B и 6101B 1-годичная погрешность, tcal ^[3] ±5 °C ±(ppm выходного значения + μA)		24-часовая стабильность с открытым контуром ±(ppm выходного значения + μA) ^{[1][2]}	
10 A	45 Гц – 65 Гц	4 - 10 A	49	100	191	240	75	50
		10 A	49	60	164	240	75	50
	16 Гц – 850 Гц	1 A - 4 A	65	200	191	240	75	100
		4 A - 10 A	65	200	191	240	75	100
21A	45 Гц – 65 Гц	8 A - 21 A	49	200	213	720	75	300
		21A	49	120	189	720	75	300
	16 Гц – 850 Гц	2 A - 8 A	69	400	213	720	75	300
		8 A - 21 A	69	400	213	720	75	300
50A	45 Гц – 65 Гц	20 A - 50 A	49	500	213	1800	500	750
		50A	49	300	189	1800	500	750
	40 Гц – 850 Гц	3,2 A - 20 A	74	1000	213	1800	500	750
		20 A - 50 A	74	1000	213	1800	500	750
80A	40 Гц – 450 Гц	8 A - 32 A	106	2800	265	2800	1000	1200
		32 A - 80 A	106	2800	250	2800	1000	1200
	450 Гц - 850 Гц	8 A - 32 A	112	2800	300	2800	1000	1200
		32 A - 80 A	118	2800	280	2800	1000	1200
<p>[1] Для ±1 °C и постоянных нагрузке и подключениях.</p> <p>[2] Если используется любая функция из следующих: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, то характеристики стабильности с открытым контуром необходимо добавить к 1-годовым характеристикам погрешности, как указано в разделе "Работа с открытым и замкнутым контуром".</p> <p>[3] tcal = температура последней калибровки</p> <p>[4] Выходные уровни, меньше, чем меньшая граница диапазона, могут быть заданы, но не указаны.</p> <p>[5] Время установления (TS) для диапазонов 21 A, 50 A и 80 A зависит от среднеквадратичного значения на выходе как доли полного диапазона и может быть найдено из: TS = %FR2 x 180 секунд. Величина переходного сигнала не превышает 50 ppm для полного диапазона.</p>								

1-28. Амплитудные характеристики постоянного и синусоидального тока

Диапазон	Ток ^[4]	Частота	6105A и 6106A 1-годичная погрешность, $t_{cal}^{[3]} \pm 5^\circ C$ $\pm(\text{ppm}$ выходного значения + μA)		6100B и 6101B 1-годичная погрешность, $t_{cal}^{[3]} \pm 5^\circ C$ $\pm(\text{ppm}$ выходного значения + μA)		24-часовая стабильность с открытым контуром $\pm(\text{ppm}$ выходного значения + μA) ^{[1][2]}	
0,01 A - 0,25 A	0 A - 0,125 A	Постоянный ток	89	25	139	75	100	11
	0 A - 0,075 A	16 Гц – 850 Гц	61	5	139	6	75	3
		850 Гц – 6 кГц	400	5	400	6	150	3
0,05 A - 0,5 A	0 A - 0,25 A	Постоянный ток	89	50	139	150	100	22
	0 A - 0,15 A	16 Гц – 850 Гц	61	10	139	12	75	5
		850 Гц – 6 кГц	400	10	400	12	150	5
0,1 A - 1 A	0 A - 0,5 A	Постоянный ток	89	100	139	300	100	45
	0 A - 0,3 A	16 Гц – 850 Гц	61	20	139	24	75	10
		850 Гц – 6 кГц	400	20	400	24	150	10
0,2 A - 2 A	0 A - 1 A	Постоянный ток	89	200	139	600	100	90
	0 A - 0,6 A	16 Гц – 850 Гц	61	40	182	48	75	20
		850 Гц – 6 кГц	400	40	400	48	150	20
0,5 A - 5 A	0 A - 2,5 A	Постоянный ток	89	500	139	1500	100	225
	0 A - 1,5 A	16 Гц – 850 Гц	61	100	139	120	75	50
		850 Гц – 6 кГц	400	100	400	120	150	50
1 A - 10 A	0 A - 5 A	Постоянный ток	89	1000	191	3000	100	450
	0 A - 3 A	16 Гц – 850 Гц	64	200	191	240	75	100
		850 Гц – 6 кГц	400	200	400	240	150	100
2 A - 21 A	0 A - 10 A	Постоянный ток	90	2000	191	6000	100	900
	0 A - 6 A	16 Гц – 850 Гц	65	400	191	720	75	300
		850 Гц – 6 кГц	400	400	400	720	150	300
5 A - 50 A	0 A - 15 A	16 Гц – 850 Гц	69	1000	250	2800	500	750
		850 Гц – 3 кГц	400	1000	400	2800	750	1200
8 A - 80 A	0 A - 24 A	16 Гц – 850 Гц	112	2000	265	2800	500	1200
		850 Гц – 3 кГц	400	2000	400	2800	750	1200

[1] Для $\pm 1^\circ C$ и постоянных нагрузке и подключениях.

[2] Если используется любая функция из следующих: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, то характеристики стабильности с открытым контуром необходимо добавить к 1-годовым характеристикам погрешности, как указано в разделе "Работа с открытым и замкнутым контуром".

[3] t_{cal} = температура последней калибровки

[4] Эти характеристики применимы, только если комбинированное эффективное напряжение на выходе превышает нижнюю границу диапазона. Если комбинированное значение на выходе менее нижней границы диапазона, то выходные параметры не указываются.

[5] Максимальное значение для единичной гармоники (со 2-й по 100-ю) ниже 2850 Гц составляет 30 % диапазона. См. раздел "Пределы по амплитуде/частоте" для профилей выше 2850 Гц.

1-29. Искажения и шумы по току

Диапазон и частота		Максимальные нелинейные искажения ^[1] Либо:				Уровень негармонических шумов (по отношению к полному диапазону)	
Полный диапазон	Частота	максимальное значение из		или максимальное значение из		16 Гц - 4 МГц	
		дБ	Амперы	% уставки	% диапазона	дБ	%
0,25 А	16 Гц – 850 Гц	-80	7,5 мА	0,01	0,003	-50	0,316
	850 Гц – 6 кГц	-60	25 мА	0,1	0,01	-50	0,316
0,5 А	16 Гц – 850 Гц	-80	15 мА	0,01	0,003	-60	0,100
	850 Гц – 6 кГц	-60	50 мА	0,1	0,01	-60	0,100
1 А	16 Гц – 850 Гц	-80	30 мА	0,01	0,003	-60	0,100
	850 Гц – 6 кГц	-60	100 мА	0,1	0,01	-60	0,100
2 А	16 Гц – 850 Гц	-80	60 мА	0,01	0,003	-65	0,056
	850 Гц – 6 кГц	-60	200 мА	0,1	0,01	-65	0,056
5 А	16 Гц – 850 Гц	-80	150 мА	0,01	0,003	-65	0,056
	850 Гц – 6 кГц	-60	500 мА	0,1	0,01	-65	0,056
10 А	16 Гц – 850 Гц	-80	300 мА (мкА)	0,01	0,003	-50	0,316
	850 Гц – 6 кГц	-60	1,0 мА	0,1	0,01	-50	0,316
21А	16 Гц – 850 Гц	-80	600 мА	0,01	0,003	-50	0,316
	850 Гц – 6 кГц	-60	2,0 мА	0,1	0,01	-50	0,316
50А	16 Гц – 850 Гц	-80	2,0 мА	0,01	0,003	-50	0,316
	850 Гц – 6 кГц	-60	5,0 мА	0,1	0,01	-50	0,316
80А	16 Гц – 850 Гц	-80	2,4 мА	0,1	0,003	-70	0,032
	850 Гц – 3 кГц	-60	8,0 мА	0,1	0,01	-70	0,032

[1] нелинейные искажения, выраженные в дБ, линейно возрастают между 850 Гц и 6 кГц.

1-30. Напряжение на токовых клеммах

1-31. Предельные значения и импедансы

Предел измерения (FR)	0,25 В	1,5 В	10 В
Макс. пиковое значение ^{[1][2]}	0,353 В	2,121 В	14,14 В
Импеданс источника	1 Ω	6,67 Ω	40,02 Ω
Минимальное значение импеданса нагрузки для обеспечения указанных характеристик ^[3]	40 кΩ	260 кΩ	1,5 МΩ

[1] Эти значения относятся к синусоидальным, искаженным и модулированным сигналам.
 [2] Фазовый сдвиг гармонического сигнала существенно влияет на пиковое значение несинусоидального сигнала.
 [3] Если нагрузка меньше указанной, необходимо рассчитать ошибку, исходя из параллельного подключения источника и нагрузки.

1-32. Характеристики для синусоидального сигнала

Диапазон	Частота	Выходной поддиапазон ^[3]	6105А и 6106А, 1-годичная точность, tcal ^[4] ±5 °С ±(ppm выходного значения + μV)		6100А и 6101А, 1-годичная точность, tcal ^[4] ±5 °С ±(ppm выходного значения + μV)		24-часовая стабильность с открытым контуром ±(ppm выходного значения + μV) ^{[1][2]}	
0,05 В - 0,25 В	45 Гц – 65 Гц	0,1 В - 0,25 В	73	10	200	10	90	15
	16 Гц – 850 Гц	0,05 В - 0,25 В	82	10	200	10	90	15
0,15 В - 1,5 В	45 Гц – 65 Гц	0,6 В - 1,5 В	53	50	200	50	75	25
	16 Гц – 850 Гц	0,6 В - 1,5 В	66	50	200	50	75	25
1 В - 10 В	45 Гц – 65 Гц	4 В - 10 В	52	200	200	200	75	150
	16 Гц – 850 Гц	4 В - 10 В	66	200	200	200	75	150

[1] Для ±1 °С и постоянных нагрузке и подключениях.
 [2] Если используется любая функция из следующих: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, то характеристики стабильности с открытым контуром необходимо добавить к 1-годовым характеристикам погрешности, как указано в разделе "Работа с открытым и замкнутым контуром".
 [3] Выходные уровни, меньшие, чем меньшая граница диапазона, могут быть заданы, но не указаны.
 [4] tcal = температура последней калибровки

1-33. Амплитудные характеристики напряжения постоянного и синусоидального тока

Диапазон	Выходное значение ^{[4][5]}	Частота	6105A и 6106A, 1-годичная точность, tcal ^[4] ±5 °C ±(ppm выходного значения + μV) ^[5]		6100B и 6101B 1-годичная погрешность, tcal ^[4] ±5 °C ±(ppm выходного значения + μV) ^[5]		24-часовая стабильность с открытым контуром ±(ppm выходного значения + μV) в час ^{[2][3]}	
0,05 В - 0,25 В	0 В - 0,125 В	Постоянный ток	91	35	200	35	100	15
	0 В - 0,075 В	16 Гц – 850 Гц 850 Гц – 6 кГц	82 400	10 30	200 1000	10 30	60 150	15 15
0,15 В - 1,5 В	0 В - 0,75 В	Постоянный ток	93	210	200	210	100	75
	0 В - 0,45 В	16 Гц – 850 Гц 850 Гц – 6 кГц	66 400	35 50	200 1000	50 50	50 150	25 25
1 В - 10 В	0 В - 5 В	Постоянный ток	93	1000	200	1000	100	450
	0 В - 3 В	16 Гц – 850 Гц 850 Гц – 6 кГц	65 400	200 300	200 1000	200 300	50 150	150 150

[1] tcal = температура последней калибровки
 [2] Для ±1 °C и постоянных нагрузке и подключениях.
 [3] Если используется любая функция из следующих: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники, то характеристики стабильности с открытым контуром необходимо добавить к 1-годовым характеристикам погрешности, как указано в разделе "Работа с открытым и замкнутым контуром".
 [4] Эти характеристики применимы, только если комбинированное эффективное напряжение на выходе превышает нижнюю границу диапазона. Если комбинированное значение на выходе менее нижней границы диапазона, то выходные параметры не указываются.
 [5] Максимальное значение для единичной гармоники (со 2-й по 100-ю) ниже 2850 Гц составляет 30 % диапазона. См. раздел "Пределы по амплитуде/частоте" для профилей выше 2850 Гц.

1-34. Искажения напряжения и шумы напряжения на токовых клеммах

Диапазон и частота		Максимальные нелинейные искажения ^[1] Либо				Уровень негармонических шумов (по отношению к полному диапазону)	
Полный диапазон	Частота	максимальное значение из		или максимальное значение из		16 Гц - 4 МГц	
		дБ	Вольты	% уставки	% диапазона	дБ	%
0,25 В	16 Гц – 850 Гц	-80	2,5 μV	0,010	0,001	-50	0,316
	850 Гц – 6 кГц	-60	25 μV	0,100	0,01	-50	0,316
1,5 В	16 Гц – 850 Гц	-80	15 μV	0,010	0,001	-60	0,100
	850 Гц – 6 кГц	-60	150 μV	0,100	0,01	-60	0,100
10 В	16 Гц – 850 Гц	-80	100 μV	0,010	0,001	-60	0,100
	850 Гц – 6 кГц	-60	1 мВ	0,100	0,01	-60	0,100

[1] нелинейные искажения в дБ линейно возрастают между 50 Гц и 6 кГц.

1-35. Фазовый сдвиг между током и напряжением

Для напряжения на токовых клеммах используются фазовые характеристики для диапазона 0,25 А - 21 А.

Для всех диапазонов напряжений (23 В - 1008 В)		6105А / 6106А, компоненты напряжения и тока >40 % диапазона		6100В / 6101В, компоненты напряжения и тока >40 % диапазона		Компоненты напряжения или тока 0,5 % - 40 % диапазона [5]	
Диапазон изменения тока	Частота	1-годовая погрешность, tcal [4] ±5 °С [1][2]	24-часовая стабильность с открытым контуром [2][3]	1-годовая погрешность, tcal [4] ±5 °С [1][2]	24-часовая стабильность с открытым контуром [2][3]	1-годовая погрешность, tcal ±5 °С [1][2]	24-часовая стабильность с открытым контуром [2][3]
0,25 А - 21 А	45 Гц – 65 Гц	0,0023 °	0,0002 °	0,003 °	0,0002 °	0,010 °	0,001 °
	16 Гц – 69 Гц	0,003 °	0,0002 °	0,003 °	0,0002 °	0,010 °	0,001 °
	69 Гц – 180 Гц	0,007 °	0,0002 °	0,009 °	0,0002 °	0,017 °	0,002 °
	180 Гц – 450 Гц	0,018 °	0,0005 °	0,023 °	0,0005 °	0,050 °	0,005 °
	450 Гц – 850 Гц	0,033 °	0,0008 °	0,043 °	0,0008 °	0,070 °	0,007 °
	850 Гц – 3 кГц	0,115 °	0,0010 °	0,150 °	0,0010 °	0,200 °	0,020 °
	3 кГц – 6 кГц	0,230 °	0,0010 °	0,300 °	0,0010 °	0,450 °	0,045 °
21 А - 50 А	45 Гц – 65 Гц	0,0023 °	0,0002 °	0,004 °	0,0003 °	0,010 °	0,001 °
	16 Гц – 69 Гц	0,003 °	0,0003 °	0,004 °	0,0003 °	0,010 °	0,001 °
	69 Гц – 180 Гц	0,007 °	0,0003 °	0,012 °	0,0003 °	0,017 °	0,002 °
	180 Гц – 450 Гц	0,018 °	0,0005 °	0,030 °	0,0005 °	0,050 °	0,005 °
	450 Гц – 850 Гц	0,033 °	0,0010 °	0,050 °	0,0010 °	0,070 °	0,007 °
	850 Гц – 3 кГц	0,115 °	0,0015 °	0,200 °	0,0015 °	0,200 °	0,020 °
	3 кГц – 6 кГц	0,230 °	0,0025 °	0,300 °	0,0025 °	0,450 °	0,045 °
20 А - 80 А	45 Гц – 65 Гц	0,003 °	0,0002 °	0,004 °	0,0005 °	0,010 °	0,001 °
	16 Гц – 69 Гц	0,003 °	0,0005 °	0,004 °	0,0005 °	0,016 °	0,002 °
	69 Гц – 180 Гц	0,008 °	0,0005 °	0,012 °	0,0005 °	0,028 °	0,003 °
	180 Гц – 450 Гц	0,025 °	0,0010 °	0,030 °	0,0010 °	0,080 °	0,008 °
	450 Гц – 850 Гц	0,050 °	0,0015 °	0,050 °	0,0015 °	0,100 °	0,010 °
	850 Гц – 3 кГц	0,250 °	0,0025 °	0,200 °	0,0025 °	0,300 °	0,030 °

[1] Погрешности фазового сдвига по току относятся к каналу напряжения на той же фазе. Например, ток на L2 соответствует напряжению на L2.
 [2] Вклад фазового угла в погрешность мощности зависит от заданного фазового угла, см. следующий раздел "Характеристики мощности".
 [3] При постоянных нагрузке и подключениях.
 [4] tcal = температура последней калибровки
 [5] Фазовые характеристики при значениях менее 0,5 % полного диапазона ухудшаются по мере приближения компонентов на выходе к пределу разрешения для цифровой системы обратной связи.

1-36. Многофазный режим работы**1-37. Фазовый сдвиг между напряжениями**

Для всех диапазонов напряжений (23 В - 1008 В)	6105A / 6106A, компоненты напряжения и тока >40 % диапазона		6100B / 6101B, компоненты напряжения и тока >40 % диапазона		Компоненты напряжения или тока 0,5 % - 40 % диапазона ^[5]	
	Частота	1-годовая погрешность, tcal ^[4] ±5 °C ^{[1][2]}	Стабильность в течение часа ^{[2][3]}	1-годовая погрешность, tcal ^[4] ±5 °C ^{[1][2]}	Стабильность в течение часа ^{[2][3]}	1-годовая погрешность, tcal ±5 °C ^{[1][2]}
16 Гц – 69 Гц	0,005 °	0,0002 °	0,005 °	0,0002 °	0,010 °	0,001 °
69 Гц – 180 Гц	0,007 °	0,0002 °	0,007 °	0,0002 °	0,017 °	0,002 °
180 Гц – 450 Гц	0,025 °	0,0005 °	0,025 °	0,0005 °	0,050 °	0,005 °
450 Гц – 850 Гц	0,043 °	0,0008 °	0,050 °	0,0008 °	0,070 °	0,007 °
850 Гц – 3 кГц	0,150 °	0,0010 °	0,170 °	0,0010 °	0,200 °	0,020 °
3 кГц – 6 кГц	0,300 °	0,0010 °	0,350 °	0,0015 °	0,450 °	0,045 °

[1] Погрешности фазового сдвига по току относятся к каналу напряжения на той же фазе. Например, ток на L2 соответствует напряжению на L2.

[2] Вклад фазового угла в погрешность мощности зависит от заданного фазового угла, см. следующий раздел "Характеристики мощности".

[3] При постоянных нагрузке и подключениях.

[4] tcal = температура последней калибровки

[5] Фазовые характеристики при значениях менее 0,5 % полного диапазона ухудшаются по мере приближения компонентов на выходе к пределу разрешения для цифровой системы обратной связи.

1-38. Энергетические характеристики**1-39. Импульсные входы**

Макс. частота	5 МГц (100 Гц для входов с противодребезговой защитой)
Минимальная ширина импульса	100 нс
Максимальное число отсчетов на канал	232-1 (4,294,967,295)

1-40. Импульсные и стробированные входы

Макс. входной нижний уровень	1 В
Мин. входной верхний уровень	3 В
Значения внутреннего сопротивления нагрузки	135 Ω и 940 Ω для номинала 4,5 В (приблизительно эквивалентно 150 Ω/1k Ω для номинала 5 В)
Макс. входное напряжение	28 В (блокировка на прибл. 30 В) ^[1]
Мин. входное напряжение	0 В (блокировка на прибл. -0,5 В) ^[1]

1-41. Импульсный выход

Схема управления	Открытый коллектор с опциональным внутренним сопротивлением 470 Ω
Частотный диапазон	1 мГц – 5 мГц
Погрешность частоты	± (10 ppm + 100 нГц)
Напряжение на внешнем сопротивлении нагрузки	30 В Макс. (блокировка) ^[1]
Втекающий ток	150 мА макс.

1-42. Выход строб-импульса

Схема управления	С открытым коллектором
Внутреннее сопротивление	Как и на стробированном входе
Напряжение на внешнем сопротивлении нагрузки	30 В Макс. (блокировка) ^[1]
Втекающий ток	1 А Макс.

[1] Защита на входе/выходе: 30 В / -0,5 В (приблизительно) фиксированная, до 120 мА на каждый сигнал или 300 мА максимум суммарно на все сигналы.

1-43. Погрешность

Точность синхронизации подсчет/время	$\pm (10 \text{ ppm} + 100 \text{ нс})$ ^[2]
Погрешность в ждущем режиме	$\pm (10 \text{ ppm} + 100 \text{ нс})$ ^[2]
Погрешность в пакетном режиме (ppm) ^[3]	$\pm (\text{выходная мощность (ppm)} + 10 \text{ ppm} + 110000/\text{Продолжительность измерения (с)})$
<p>[2] Погрешность зависит от временного периода между подачей мощности (нажатием клавиши OPER) и строб-импульсом, который становится активным, если превышает 2 секунды.</p> <p>[3] Не применяется, если включен режим "Плавный пуск".</p>	

1-44. Продолжительность измерения

Максимальная продолжительность измерения	1000 часов
--	------------

1-45. Характеристики мощности

Характеристики мощности, приведенные ниже для примера, справедливы только для эффективных среднеквадратичных значений, превосходящих 40 % диапазона по напряжению и току и для частот менее 450 Гц. Они не применимы, если на каналах напряжения или тока прибора 6100В применены любые из функций: фликер, флуктуирующие гармоники, провалы/выбросы или интергармоники.

1-46. Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105А и 6106А при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 1,0 (ppm) ^[1]

Ток	Мощность при значении тока 90 % диапазона			Мощность при значении тока 50 % диапазона		
	Напряжение в пределах от 62 % до 70 % диапазона		Диапазоны 650 В и 1008 В; от 70 % до 75 %	Напряжение от 7 % до 100 % диапазона		Диапазоны 650 В и 1008 В; от 70 % до 75 %
	от 23 В до 90 В	180 В и 360 В		от 23 В до 90 В	180 В и 360 В	
от 0 А до 2 А	62	64	64	72	74	74
от 5 А до 50 А	65	66	66	74	75	75
80 А	147	148	148	181	181	181

[1] Для характеристик энергии добавить 1 ppm
Примечание: 100 ppm = 0,01 %

1-47. Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105А и 6106А при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 0,5 (ppm) ^[1]

Ток	Мощность при значении тока 90 % диапазона			Мощность при значении тока 50 % диапазона		
	Напряжение в пределах от 62 % до 70 % диапазона		Диапазоны 650 В и 1008 В; от 70 % до 75 %	Напряжение от 7 % до 100 % диапазона		Диапазоны 650 В и 1008 В; от 70 % до 75 %
	от 23 В до 90 В	180 В и 360 В		от 23 В до 90 В	180 В и 360 В	
от 0 А до 5 А	93	94	94	100	101	101
от 10 А до 50 А	95	96	96	102	102	102
80 А	163	163	163	194	194	194

[1] Для характеристик энергии добавить 1 ppm
Примечание: 100 ppm = 0,01 %

1-48. Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 1,0 (ppm)^[1]

Текущее	Мощность при значении тока 90 % диапазона		Мощность при значении тока 50 % диапазона	
	Диапазоны от 23 В до 360 В; диапазон от 62 % до 70 %	Диапазон 1008 В; от 740 В до 850 В	Диапазоны от 23 В до 360 В; диапазон от 62 % до 70 %	Диапазон 1008 В; от 740 В до 850 В
от 0 А до 2 А	236	239	252	239
от 5 А до 50 А	236	239	252	239
80А	322	339	404	417

[1] Для характеристик энергии добавить 1 ppm
Примечание: 100 ppm = 0,01 %

1-49. Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при частотах от 45 Гц до 65 Гц; фактор мощности 0,5 (ppm)^[1]

Текущее	Мощность при значении тока 90 % диапазона		Мощность при значении тока 50 % диапазона	
	Диапазоны от 23 В до 360 В; диапазон от 62 % до 70 %	Диапазон 1008 В; от 740 В до 850 В	Диапазоны от 23 В до 360 В; диапазон от 62 % до 70 %	Диапазон 1008 В; от 740 В до 850 В
от 0 А до 5 А	246	249	262	249
от 10 А до 50 А	246	249	262	249
80А	329	346	409	423

[1] Для характеристик энергии добавить 1 ppm
Примечание: 100 ppm = 0,01 %

1-50. Погрешность мощности для синусоидального тока для моделей 6105A и 6106A при суммарном коэффициенте гармоник 20 % и факторе мощности 1,0 (ppm)^[1]

Погрешность зависит от порядков и амплитуд гармоник

Текущее	Мощность при значении тока 90 % диапазона			Мощность при значении тока 50 % диапазона		
	Напряжение в пределах от 62 % до 70 % диапазона			Напряжение от 7 % до 100 % диапазона		
	от 23 В до 90 В	180 В и 360 В	Диапазоны 650 В и 1008 В; от 70 % до 75 %	от 23 В до 90 В	180 В и 360 В	Диапазоны 650 В и 1008 В; от 70 % до 75 %
от 0 А до 5 А	97	98	98	103	105	105
от 10 А до 50 А	98	99	99	105	105	105
80 А	165	165	165	196	196	196

[1] Для характеристик энергии добавить 1 ppm
Примечание: 100 ppm = 0,01 %

1-51. Погрешность мощности для несинусоидального тока для моделей 6100B и 6101B при суммарном коэффициенте гармоник 20 % и факторе мощности 1,0 (ppm)^[1]

Погрешность зависит от порядков и амплитуд гармоник

Диапазон, В	Мощность при значении тока 90 % диапазона		Мощность при значении тока 50 % диапазона	
	от 23 В до 360 В; Диапазон от 62 % до 70 %	Диапазон 1008 В; 740 В - 850 В	Диапазоны от 23 В до 360 В; диапазон от 62 % до 70 %	Диапазон 1008 В; от 740 В до 850 В
от 0 А до 5 А	242	255	258	255
от 10 А до 50 А	242	255	258	255
80 А	326	350	408	426

[1] Для характеристик энергии добавить 1 ppm
Примечание: 100 ppm = 0,01 %

1-52. Характеристики фликера при синусоидальном и прямоугольно модулированном напряжении и токе

Диапазон уставок	±30 % от заданного значения в пределах значений из диапазона (60 % ΔV/V)	
Погрешность глубины модуляции фликер-шума	0,025 %	
Дискретность уставки глубины модуляции	0,001 %	
Форма огибающей при модуляции	Прямоугольная, квадратная или синусоидальная	
Продолжительность включения (форма = прямоугольная)	0,01 % - 99,99 %; погрешность = ±31 мкс	
Единицы модуляции:	Частота или число изменений в минуту (СРМ)	от 0,5 Гц до 40 Гц
		от 1,0 СРМ до 4800 СРМ
Погрешность частоты модуляции ^{[1][2]}	<0,13 % (1 СРМ - 4800 СРМ)	
[1] Погрешность при прямоугольной модуляции составляет ±{(10 + 31 x частота модуляции) ppm + 10 μHz}		
[2] Погрешность при синусоидальной модуляции составляет ±(50 ppm + 10 μHz)		

Погрешность индикации P_{st} и P_{inst}

Значения P_{st} и P_{inst} принимаются согласно стандарту IEC 61000-4-15 (поправка 1). Отметим, что индикация P_{st} и P_{inst} действительна только для 230 В и 120 В, 50 Гц и 60 Гц. Значения P_{st} не применимы к каналу тока.

Уставка тока	Погрешность индикации P _{st}
220 В - 240 В	±0,25 %
115 В - 125 В	±0,25 %

Следует отметить что долговременный фликер-шум (P_{lt}) можно смоделировать либо при помощи устойчивого P_{st} на подходящем промежутке времени, либо путем изменения P_{st} и расчета P_{lt} из:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^N P_{sti}^3}{N}}$$

где P_{sti} (i=1,2,3, ...) являются различными последовательными отсчетами P_{st}. См. подробные сведения в стандарте IEC61000-4-15.

Другие режимы фликера

Имеются и другие расширенные функции фликера. Погрешность этих сигналов менее 1 %:

- Изменения частоты
- Искажения напряжения с многократными переходами через ноль
- Гармоники в боковой полосе частот
- Скачки фазы
- Изменения прямоугольного напряжения с определенной продолжительностью

1-53. Характеристики флуктуирующих гармоник

Флуктуирующие гармоники возникают на выходах напряжения и тока. Флуктуирующие гармоники недоступны в каналах напряжения или тока, если на этом канале уже применена функция фликера.

Число флуктуирующих гармоник	Может флуктуировать любое число гармоник от 0 до полного числа заданных гармоник
Диапазон уставки глубины модуляции ^[1]	0 % - 100 % от номинального гармонического напряжения
Погрешность флуктуаций (модуляция 0 % -- ±30 %)	±0,025 %
Дискретность уставки глубины модуляции	0,001 %
Форма	Прямоугольная или синусоидальная
Продолжительность включения (форма = прямоугольная)	от 0,1% до 99,99%
Диапазон частот модуляции	от 0,008 Гц до 30 Гц
Погрешность частоты синусоидальной модуляции	±(50 ppm + 10 μHz)
Погрешность частоты прямоугольной модуляции	<1300 ppm ^[2]
Дискретность установки частоты модуляции	0,001 Гц
[1] Погрешность флуктуаций не задается для глубины модуляции >±30 %.	
[2] Погрешность составляет ±{(50 + 31 x частота модуляции) ppm + 10 μHz}.	

1-54. Характеристики промежуточных гармоник

интергармоники возможны на выходах напряжения и тока

Погрешность частоты	±500 ppm
Погрешность амплитуды в диапазоне 16 Гц - 6 кГц	±1 %
Погрешность амплитуды в диапазоне > 6 кГц	4 %
Максимальная величина единичной промежуточной гармоники	Максимальная величина промежуточной гармоники на частоте <2850 Гц составляет 30 % диапазона. См. раздел "Пределы по амплитуде/частоте" для профилей выше 2850 Гц.
Диапазон частот промежуточных гармоник	От 16 Гц до 9 кГц

1-55. Характеристики провалов/выбросов

Хотя провалы и выбросы исходно связаны с напряжением, прибор 6100B предоставляет аналогичную функцию на токовых выходах.

Требования к начальному пусковому импульсу	Задний фронт ТТЛ-импульса остается низким в течение 10 мкс (мкс)
Либо: Задержка начального пускового импульса ИЛИ Синхронизация фазового угла по отношению к пересечению нуля основной гармоникой канала	0 - 60 с ±31 мкс ±180 ° ±31 мкс
Мин. продолжительность провала/выброса	1 мс
Макс. продолжительность провала/выброса	1 минута
Мин. амплитуда провала	0 % от номинала выхода
Макс. амплитуда выброса	Меньшее значение из полного диапазона и 140 % номинала выхода
Период линейного нарастания/спада	Задается в диапазоне от 100 мкс (мкс) до 30 с
Оptionальный повтор с задержкой	0 - 60 с ±31 мкс
Погрешность амплитуды начального уровня	±0,025 % от уровня
Погрешность амплитуды уровня провала/выброса [1]	±0,25 % от уровня
Задержка конечного пускового импульса	0 - 60 с ±31 мкс (мкс) от начала провала/выброса
Конечный пусковой импульс	Задний фронт ТТЛ-импульса, совпадающий с концом задержки конечного пускового импульса, остающийся малым в течение от 10 мкс (мкс) до 31 мкс (мкс)
[1] Погрешность не определена ниже 10 % начального уровня или ниже минимального значения диапазона.	

1-56. Определение амплитудных характеристик несинусоидальных сигналов

Среднеквадратичное значение суммы квадратов компонентов напряжения составляет:

$$V_{RMS}^2 = \sum_{i=1}^N V_i^2 \text{ и мы полагаем симметричными погрешности } u(V)_i \text{ для каждого } V_i.$$

Учтем, что погрешности компонентов несинусоидального напряжения (или тока) сигнала для прибора 6100B являются скоррелированными и поэтому должны складываться линейно.

$$(V_{RMS} + u(V_{RMS}))^2 = \sum_{i=1}^N (V_i + u(V_i))^2$$

$$V_{RMS}^2 + 2V_{RMS}u(V_{RMS}) + u^2(V_{RMS}) =$$

$$V_1^2 + 2V_1u(V_1) + u^2(V_1) + V_2^2 + 2V_2u(V_2) + u^2(V_2) \dots V_n^2 + 2V_nu(V_n) + u^2(V_n)$$

$$\text{Однако } V_{RMS}^2 = \sum_{i=1}^N V_i^2$$

и, если погрешности относительно малы (как в 6100B), слагаемыми $u^2 V_i$ можно пренебречь. Тогда погрешность комбинированного сигнала определяется выражением:

$$2V_{RMS}u(V_{RMS}) = 2V_1 u(V_1) + 2V_2 u(V_2) \dots 2V_n u(V_n)$$

которое упрощается, давая u_c в виде суммарной погрешности:

$$u_c(V_{RMS}) = \sum_{i=1}^N c_i u(V_i)$$

где величины $c_i = \frac{V_i}{V_{RMS}}$ представляют собой коэффициенты чувствительности.

1-57. Пример с несинусоидальным напряжением

Сигнал с частотой 60 Гц и среднеквадратичным напряжением 110 В в диапазоне 168 В, сигнал содержит 10 % 95-й гармоники, 30 % 3-й гармоники, с остатком, содержащим основную частоту. Используя погрешности напряжения прибора 6100В из раздела "Амплитудные характеристики синусоидального напряжения" и "Характеристики постоянного и синусоидального напряжения", определим 1-годовую погрешность.

Среднеквадр.напряжение 3-й гармоники = $0,3 \times 110 = 33$ В

Среднеквадр.напряжение 95-й гармоники = $0,1 \times 110 = 11$ В

Среднеквадр.напряжение по основной частоте = $\sqrt{(110^2 - 33^2 - 11^2)} = 104,3552$ В

Вклад в погрешность от основной частоты:

112 ppm значения на выходе $+4,4$ мВ = $(104,3552 \times 0,000112) + 0,0044 = 0,011688 + 0,0044 = 0,016088$ В

С поправкой на коэффициент чувствительности = $0,016088 \times 104,3552 \div 110 = 0,015262$ В

Вклад в погрешность от 3-й гармоники (180 Гц):

122 ppm значения 3-й гармоники $+4,4$ мВ = $(0,000122 \times 33) + 0,0044 = 0,008426$ В

С поправкой на коэффициент чувствительности = $0,008426 \times 33 \div 110 = 0,002528$ В

Вклад в погрешность от 95-й гармоники (5700 Гц):

512 ppm значения 95-й гармоники $+4,4$ мВ = $(0,000512 \times 11) + 0,0044 = 0,010032$ В

С поправкой на коэффициент чувствительности = $0,010032 \times 11 \div 110 = 0,001003$ В

Общая погрешность:

Общая погрешность амплитуды = $0,015262 + 0,002528 + 0,010032 = 0,018793$ В

Напряжение и его погрешность = $110 \pm 0,018793$ В

1-58. Расчет погрешности кажущейся мощности (S)

Для расчета погрешности кажущейся мощности (S) для несинусоидального выходного сигнала используются следующие уравнения:

$$S = \sqrt{\sum_n V_n^2 \sum_n I_n^2} \text{ VA}$$

Для расчета погрешности кажущейся мощности (S), характеристики погрешности амплитуд гармонических компонент напряжения необходимо использовать, как указано выше в разделе "Определение амплитудных характеристик несинусоидальных сигналов". Тот же метод используется для компонент тока. Поскольку кажущаяся мощность является произведением двух разных величин, то погрешность вычисляется соответствующим образом из относительных погрешностей. Следует отметить, что компоненты напряжения и тока в приборе 6100В генерируются независимо, поэтому являются нескоррелированными.

Поскольку $S^2 = V_{RMS}^2 \cdot I_{RMS}^2$;

$$\frac{u_c^2(S)}{S^2} = \left[\frac{u(V_{RMS})}{V_{RMS}} \right]^2 + \left[\frac{u(I_{RMS})}{I_{RMS}} \right]^2$$

где $u_c(S)$ представляет собой общую погрешность кажущейся мощности,

$u(V_{RMS})$ - погрешность среднеквадратичного напряжения, и

$u(I_{RMS})$ - погрешность среднеквадратичного тока

1-59. Пример расчета кажущейся мощности

На выходе канала напряжения имеем 109 В в диапазоне 1 В при частоте 60 Гц. Добавлена 3^{-я} гармоника 15 В. На выходе канала тока имеем 7 А при 60 Гц в диапазоне 10 А с 3-й и 5-й гармониками с силой тока 0,7 А и 0,3 А соответственно. Для расчета кажущейся мощности фазовые углы несущественны. Значения погрешности напряжения приводятся в разделе "Амплитудные характеристики синусоидального напряжения" и "Характеристики постоянного и синусоидального напряжения", значения погрешности тока приводятся в разделе "Амплитудные характеристики синусоидального тока" и "Амплитудные характеристики постоянного и синусоидального тока". Используемые значения погрешностей относятся к модели 6100B.

$$\text{Среднеквадратичное значение напряжения } \sqrt{109^2 + 15^2} = 110.02727 \text{ В}$$

Вклад в погрешность от основной частоты напряжения:

$$112 \text{ ppm от } 109 \text{ В} + 4,4 \text{ мВ} = (109 \times 0,000112) + 0,0044 = 0,012208 + 0,0044 = 0,016608 \text{ В}$$

$$\text{С поправкой на коэффициент чувствительности} = 0,016608 \times 109 \div 110,02727 = 0,016453 \text{ В}$$

Вклад в погрешность от 3^{-й} гармоники напряжения:

$$122 \text{ ppm от } 15 \text{ В} + 4,4 \text{ мВ} = (15 \times 0,000112) + 0,0044 = 0,01830 + 0,0044 = 0,006230 \text{ В}$$

$$\text{С поправкой на коэффициент чувствительности} = 0,006230 \times 15 \div 110,02727 = 0,000849 \text{ В}$$

Общая погрешность напряжения:

$$\frac{u(V_{RMS})}{V_{RMS}} = \frac{0.016453 + 0.000849}{110.02727} = 0.000157 \text{ (или } 157 \text{ ppm)}.$$

$$\text{Среднеквадратичное значение тока } \sqrt{7^2 + 0.7^2 + 0.3^2} = 7.041307$$

Вклад в погрешность от основной частоты тока:

$$164 \text{ ppm от } 7 \text{ А} + 240 \text{ мА} = (7 \times 0,000164) + 0,000240 = 0,001148 + 0,000240 = 0,001388$$

$$\text{С поправкой на коэффициент чувствительности} = 0,001388 \times 7 \div 7,041307 = 0,001380 \text{ А}$$

Вклад в погрешность от 3-й гармоники тока:

$$191 \text{ ppm от } 0,7 \text{ А} + 240 \text{ мА} = (0,7 \times 0,000191) + 0,000240 = 0,000134 + 0,000240 = 0,000374$$

$$\text{С поправкой на коэффициент чувствительности} = 0,000374 \times 0,7 \div 7,041307 = 0,000037 \text{ А}$$

Вклад в погрешность от 5-й гармоники тока:

$$191 \text{ ppm от } 0,3 \text{ А} + 240 \text{ мА} = (0,3 \times 0,000191) + 0,000240 = 0,000058 + 0,000240 = 0,000297$$

$$\text{С поправкой на коэффициент чувствительности} = 0,000297 \times 0,3 \div 7,041307 = 0,000013 \text{ А}$$

Общая погрешность тока:

$$\frac{u(I_{RMS})}{I_{RMS}} = \frac{0.001388 + 0.000037 + 0.000013}{7.041307} = 0.000204 \text{ (или } 204 \text{ ppm)}.$$

$$\text{Теперь } S^2 = V_{RMS}^2 \cdot I_{RMS}^2 = 110.02727 \times 7.041307 = 774.7358 \text{ ВА}$$

Погрешность для кажущейся мощности:

$$\frac{u(S)}{S} = \sqrt{\left[\frac{u(V_{RMS})}{V_{RMS}}\right]^2 + \left[\frac{u(I_{RMS})}{I_{RMS}}\right]^2} = \sqrt{0.000157^2 + 0.000204^2} = 0.0002574$$

что дает:

$$u_c(S) = 0.0002574 \times 774.735748 = 0.1994 \text{ ВА}$$

Окончательно для кажущейся мощности и погрешности имеем: 774,7358±0,1994 ВА

1-60. Расчет погрешности мощности (P)

Действительная мощность представляет собой сумму произведений напряжения, тока и фазового множителя для каждой гармоники.

$$P = \sum V_n I_n \cos \Phi_n \text{ Ватт}$$

где n - порядок гармоники.

В расчетах погрешности мощности используется та же техника, что и ранее. Для расчета погрешности нескоррелированных компонентов напряжения, тока и фазового множителя берется среднеквадратичное значение (квадратный корень из суммы квадратов) по каждой частоте.

$$\frac{u^2(P_f)}{P_f^2} = \left[\frac{u(V_f)}{V_f} \right]^2 + \left[\frac{u(I_f)}{I_f} \right]^2 + [u(\text{phase}_f)]^2$$

где $u(x)$ - погрешность компонента x , а phase - фазовый сдвиг между током и напряжением на частоте f . Проще всего выразить каждый из этих вкладов через ppm.

Вклад в погрешность, даваемый фазовым сдвигом, зависит от угла следующим образом.

$$u(\text{phase}) = 1 - \frac{\cos(\Phi + u(\phi))}{\cos \Phi}$$

где Φ обозначает величину фазового сдвига, а $u(\phi)$ - ее погрешность.

Тогда погрешности мощности по каждой частоте, модифицированные посредством соответствующего коэффициента чувствительности c_i , линейно складываются, давая суммарную погрешность u_c (сумма является линейной, поскольку компоненты напряжения скоррелированы, что справедливо также и для тока и фазы).

$$u_c(P) = \sum_{i=1}^N c_i u(P_i)$$

1-61. Пример расчета для мощности

На выходе канала напряжения имеем 109 В в диапазоне 180 В при частоте 60 Гц с 3-й гармоникой 15 В. Напряжение 3-й гармоники имеет фазовый сдвиг 0° по отношению к основной гармонике напряжения.

На выходе канала тока имеем 7 А в диапазоне 10 А при 60 Гц с 3-й и 5-й гармониками с силой тока 0,7 А и 0,3 А соответственно. Фазовый сдвиг между основной гармоникой тока и основной гармоникой напряжения составляет 12° . 3-я гармоника тока имеет фазовый сдвиг $+25^\circ$ по отношению к основной гармонике тока, например, фазовый сдвиг между 3-й гармоникой тока и 3-й гармоникой напряжения составляет $25^\circ + (3 \times 12^\circ) = 61^\circ$. Поскольку для 5-й гармоники тока нет соответствующей 5-й гармоники напряжения, то 5-я гармоника не дает и вклада в мощность.

Значения погрешности напряжения приводятся в разделе "Амплитудные характеристики синусоидального напряжения" и "Характеристики постоянного и синусоидального напряжения", значения погрешности тока приводятся в разделе "Амплитудные характеристики синусоидального тока" и "Амплитудные характеристики постоянного и синусоидального тока". Значения погрешности фаз приводятся в разделе "Фазовый сдвиг между током и напряжением". Используемые значения погрешностей относятся к модели 6100В.

Переведа все величины в ppm, имеем для вклада в погрешность на основной частоте

$$u(V_1) = 112 \text{ ppm} + \frac{0.0044 \text{ V} \times 10^6}{109 \text{ V}} = 152 \text{ ppm}$$

$$u(I_1) = 164 \text{ ppm} + \frac{0.00024 \text{ A} \times 10^6}{7 \text{ A}} = 198 \text{ ppm}$$

$$u(\text{phase}_1) = \left(1 - \frac{\cos(12 + 0.003)}{\cos(12)} \right) \times 1e6 = 11 \text{ ppm}$$

Полная погрешность для компонентов на основной частоте составляет:

$$u(P_1) = \sqrt{152^2 + 198^2 + 11^2} = 250 \text{ ppm}$$

Мощность на основной частоте:

$$P_1 = V_1 I_1 \cos \Phi_1 = 109 \times 7 \times 0.9781476 = 746.3266 \text{ Watts} \text{ поэтому:}$$

$$u(P_1) = 250 \times 10^{-6} \times 746.3266 = 0.1866 \text{ Watts}$$

Вклад в погрешность для 3-й гармоники

$$u(V_3) = 122 \text{ ppm} + \frac{0.0044 \text{ V} \times 10^6}{15 \text{ V}} = 415 \text{ ppm}$$

$$u(I_3) = 191 \text{ ppm} + \frac{0.00024 \text{ A} \times 10^6}{0.7 \text{ A}} = 534 \text{ ppm}$$

$$u(\text{phase}_3) = \left(1 - \frac{\cos(61 + 0.009)}{\cos(61)} \right) \times 1e6 = 283 \text{ ppm}$$

Полная погрешность для компонентов на 3-й гармонике:

$$u(P_3) = \sqrt{415^2 + 534^2 + 283^2} = 733 \text{ ppm}$$

Мощность на 3-й гармонике:

$$P_3 = V_3 I_3 \cos \Phi_3 = 15 \times 0.7 \times 0.484810 = 5.0905 \text{ Watts}$$
 поэтому:

$$u(P_3) = 733 \times 10^{-6} \times 5.0905 = 0.003732 \text{ Watts}$$

Полная мощность $P = P_1 + P_3 = 746.3266 + 5.0905 = 751.4171$ Ватт

Из:

$$u_c(P) = \sum_{i=1}^N c_i u(P_i)$$

$$u_c(P) = \frac{746.3266}{751.4171} \times 0.1866 + \frac{5.0905}{751.4171} \times 0.003731 = 0.1854 \text{ Watts}$$

$Power \text{ Accuracy} = 751.4171 \pm 0.1854 \text{ Watts}$

Способы расчета реактивной мощности

При чисто синусоидальном сигнале кажущаяся мощность (S), мощность (P) и реактивная мощность (Q) связаны соотношением:

$S^2 = P^2 + Q^2$. Это соотношение называется "треугольник мощностей". Если напряжение или ток не синусоидальны, уравнение не соответствует этому треугольнику. Этим вызван ряд попыток более адекватно определить реактивную мощность (Q), но ни одно из определений не было принято. Сложность в том, что Q используется в ряде различных расчетов, в том числе для расчетов эффективности линий электропередач и падения напряжения на линии. На приборе 6100B можно выбрать определение, наилучшим образом соответствующее производственным потребностям. Поддерживаются следующие методы.

Budeanu	Fryze
Kusters and Moore	Shepherd and Zakikhani
Sharon / Czarnecki	IEEE working group

Ввиду сложности вопроса, определения этих методов выходят за пределы данного документа. В справочных целях приводятся ссылки на соответствующие документы

Реактивная мощность

Для реактивной мощности (Q) вычисляем $u \phi(Q)$ из

$$u(Q) = \left(1 - \frac{\sin(\Phi + u(\phi))}{\sin(\Phi)} \right)$$

Метод расчета реактивной мощности для несинусоидального сигнала выбирается пользователем.

1-62. Библиография

- Для расчета реактивной мощности для прибора 6100В используется следующая публикация Стефана Свенссона:
Свенссон, С., (1999), Техника измерения мощности в несинусоидальном случае, Chalmers
Другие публикации по предмету:
Ч.Будеану (1927). "Реактивная и фиктивная мощность". *Румынский национальный институт*, № 2.
Чарнецки, Л. С., (1885), "О реактивной мощности в случае несинусоидального тока", *IEEE Trans. on Inst. and Meas.* (Труды IEEE по приборам и измерениям), том 34, № 3, с. 399-404, сент.
Чарнецки, Л. С., (1987), "Что неверно в концепции реактивной мощности и мощности искажений по Будеану и почему ее следует отклонить", *IEEE Trans. on Inst. and Meas.* (Труды IEEE по приборам и измерениям),) том 36, № 3, с. 834-837, сент.
Филипски, П., (1980), "Новый подход к измерениям реактивного тока и реактивной мощности в случае несинусоидальных систем", *IEEE Trans. on Inst. and Meas.* (Труды IEEE по приборам и измерениям), том 29, № 4, с. 423-426, сент.
Фризе, З., (1932), "Активная, реактивная и полная мощность в электрических цепях с несинусоидальными током и напряжением", *Elektrotechnische Zeitschrift* (Электротехнический журнал), № 25, с. 596-99, 625-627, 700-702.
Кастерс, Н. Л. и Мур, В. Дж. М., (1980), "К определению реактивной мощности в случае несинусоидальных токов", *IEEE Transaction on Power Apparatus and Systems* (Труды IEEE по источникам и системам питания), т. PAS-99, № 5, с. 1845-1854, сент./окт.
Шарон, Д., (1973), "Определение реактивной мощности и улучшение коэффициента мощности в нелинейных системах", *PROC. IEE*, (Труды IEE), т. 120, № 6, с 704-706, июль.
Шеферд, В., Закикани, П. (1972), "Предлагаемое определение реактивной мощности для несинусоидальных систем", *PROC. IEE*, (Труды IEE), т. 119, № 9, с. 1361-1362, сент.
IEC, Реактивная мощность в несинусоидальных условиях, Отчет TC 25/wg7.

Глава 2

Установка

	Наименование	Страница
2-1.	Введение	2-3
2-2.	Распаковка и проверка	2-3
2-3.	Перевозка прибора	2-3
2-4.	Размещение	2-3
2-5.	Рекомендации по охлаждению.....	2-4
2-6.	Электропитание	2-4
2-7.	Подсоединение к линии питания	2-4
2-8.	Подключение вспомогательных устройств	2-5
2-9.	Распределение фаз	2-7
2-10.	Подключение и порядок включения	2-7

2-1. Введение

Предупреждение

Во избежание опасности поражения электрическим током или травм при работе с клеммами прибора необходимо проявлять исключительную осторожность. На клеммах и основного, и вспомогательного приборов может быть напряжение, опасное для жизни.

В настоящей главе содержатся инструкции по распаковке и установке прибора. Здесь описаны процедуры замены предохранителей, а также подключения к линии питания. Перед работой с прибором необходимо ознакомиться с содержанием данной главы.

Инструкции по подключению других кабелей, помимо сетевого, находятся в следующих главах руководства:

- Подключение выводов напряжения и тока и указания по использованию набора проводов для модели 6100B описано в Главе 4.
- Информация о подключении интерфейсной шины IEEE-488 содержится в Главе 5.

2-2. Распаковка и проверка

Прибор поставляется в контейнере, предназначенном для защиты от повреждения при транспортировке.

Тщательно проверьте прибор на наличие повреждений и незамедлительно сообщите о любом повреждении поставщику. Инструкции по проверке и претензиям находятся в контейнере.

Упаковочный лист находится в упаковке. При распаковке прибора проверьте наличие всего перечисленного стандартного оборудования и дополнительных принадлежностей, поставляемых по заказу. При обнаружении нехватки обратитесь к дистрибьютору или в ближайший сервисный центр Fluke.

2-3. Перевозка прибора

Контейнер для транспортировки можно приобрести в Fluke. Номер детали по каталогу Fluke 1887580. Контейнер пригоден в большинстве случаев, однако обеспечивает меньшую защиту от ударов, чем оригинальная картонная упаковка. Рекомендуется по возможности использовать оригинальный контейнер.

2-4. Размещение

Прибор предназначен для использования в условиях с контролируемым уровнем электромагнитного излучения, например, в поверочных и измерительных лабораториях, то есть где в непосредственной близости не используются радиопередатчики, например, мобильные телефоны.

Прибор можно устанавливать на рабочем столе, с условием, чтобы со всех сторон было достаточно места для вентиляции.

Прибор может быть установлен в стойке при помощи монтажного комплекта Fluke номер 1887571. Подробное описание монтажного комплекта и инструкции по установке находятся в монтажном комплекте. Необходимо учесть, что поток воздуха сквозь прибор идет слева направо, если смотреть спереди. При установке в стойке поток воздуха должен проходить в том же направлении.

2-5. Рекомендации по охлаждению

Осторожно

Перегрев может стать причиной повреждения, если вокруг отверстий для входа воздуха мало свободного пространства, входящий воздух слишком горячий или засорился воздушный фильтр.

Прибор должен находиться не менее, чем в 4 дюймах по обе стороны от ближайших стен или корпуса стойки. Входное и выходное отверстия должны быть свободны.

Воздух, поступающий в прибор, должен иметь температуру от 5 °C до 35 °C. Убедитесь, что ко входному отверстию не направлен поток воздуха из другого прибора.

Очищайте воздушный фильтр каждые 30 дней или чаще, если прибор используется в запыленной среде. Инструкции по очистке воздушного фильтра находятся в руководстве пользователя.

2-6. Электропитание

В приборе имеется автоматический детектор напряжения питания в диапазоне 100-240 В, поэтому от пользователя не требуется выбирать напряжение питания. Установленный предохранитель соответствует этому диапазону напряжений. Доступ к предохранителям указан в руководстве пользователя.

2-7. Подсоединение к линии питания

Предупреждение

Чтобы избежать опасности поражения электрическим током, травм или возникновения пожара, вставьте прилагаемый трехпроводной шнур питания в розетку с соответствующим заземлением.

Не пользуйтесь двухжильным адаптером или удлинительным проводом; это нарушит подключение защитного заземления. Если в силу необходимости используется двухжильный шнур питания, то защитный провод от клеммы заземления на задней панели необходимо подсоединить к заземлению перед подсоединением шнура питания или работой с измерительным прибором.

Розетки, обеспечивающие питание прибора, должны иметь аварийный выключатель, чтобы отключить питание в случае опасности.

Ток, потребляемый прибором, может превысить предел стандартного разъема 10 А IEC, поэтому на задней панели прибора имеется разъем питания на 16 А.

Соответствующий шнур питания прилагается. Убедитесь, что электрическая розетка рассчитана на максимальную мощность 1250 ВА и что прибор подключен к заземленной должным образом трехконтактной розетке.

Примечание

Типовая максимальная мощность при 115 В составляет 1000 ВА.

Если у прилагаемого шнура питания нет сетевой вилки, соблюдайте при подключении следующую цветную маркировку: фаза = коричневый, нулевой провод = синий, земля = зеленый/желтый.

Таблица 2–1. Шнуры питания по странам

Страна	Каталожный номер шнура питания Fluke
Великобритания	1998167
Европа	1998171
Австралия, Новая Зеландия, Китай	1998198
США, Япония	1998209
Другие (без вилки)	1998211

2-8. Подключение вспомогательных устройств

Модели 6100В и 6105А являются основными устройствами, способными управлять вспомогательными устройствами в любом сочетании и числом не более трех. Основные устройства 6100В и 6105А можно настроить как основные или вспомогательные, однако модели 6101В и 6106А могут работать только как вспомогательные.

Каждое вспомогательное устройство соответствует дополнительной фазе по напряжению или току. Подключения для управления выполняются при помощи прилагаемых к каждому прибору соединительных кабелей, деталь номер 2002080. На рис. 2-1 представлена схема подключений к задней панели основного прибора. На моделях 6101В и 6106А имеется один вспомогательный управляющий вход.

Старая модель 6101А может также быть добавлена в качестве вспомогательной к основным устройствам 6100В и 6105А. При обновлении микропрограммы до версии 4.10 или более новой старое устройство 6100А может выступать в качестве основного для любых из моделей 6105А, 6106А, 6100В и 6101В, используемых как вспомогательные.

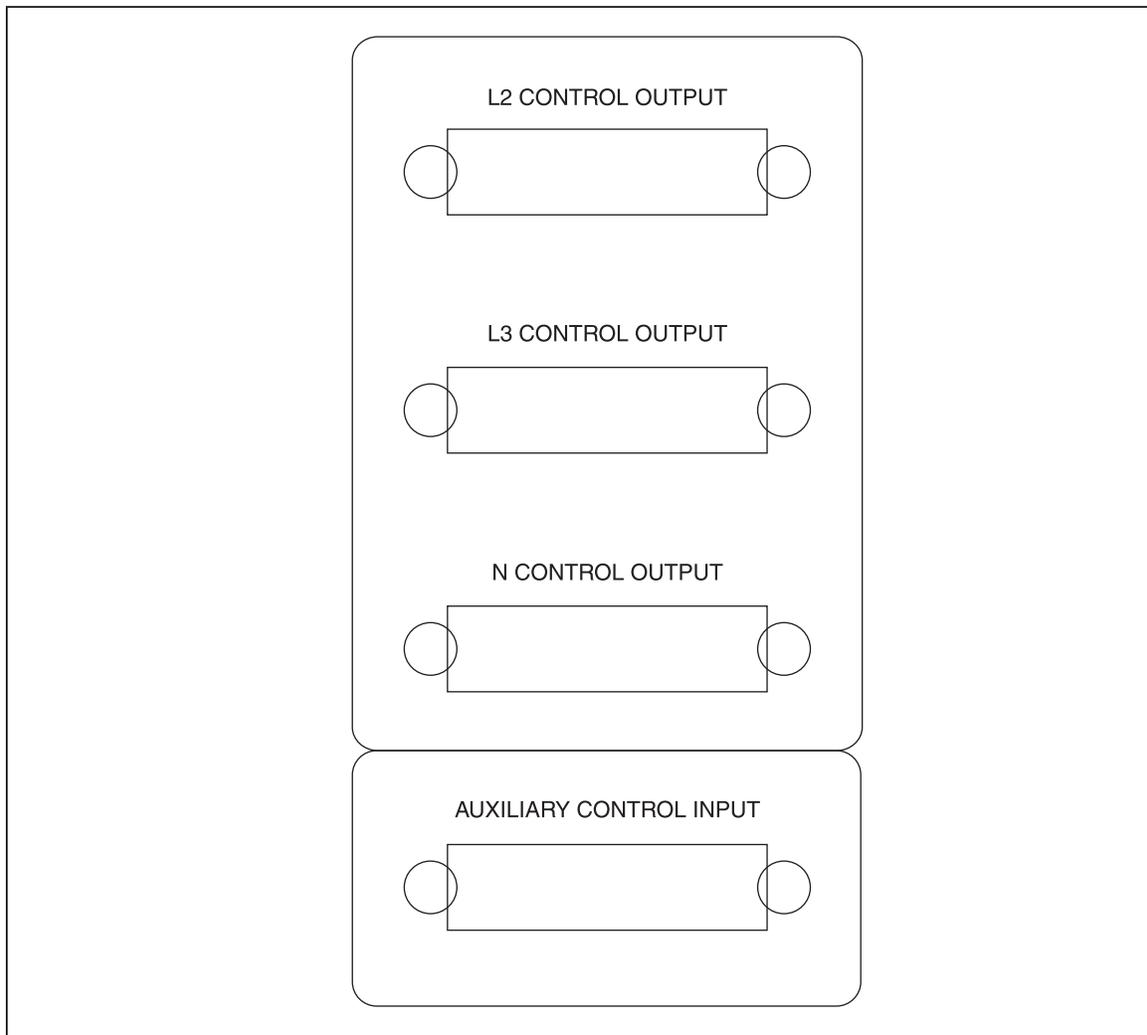


Рис. 2-1. Разъемы вспомогательных устройств на задней панели 6105A

gdw01.eps

2-9. Распределение фаз

Устройствам 6105A и 6100B в многофазной сети всегда соответствует фаза L1. Фазы вспомогательных устройств зависят от того, к каким вспомогательным управляющим разъемам они подключены. Вспомогательное устройство, подключенное к управляющему выходу L2, приобретает обозначение L2 и т.д. Описание органов управления и пользовательского интерфейса приведены в руководстве пользователя.

Настоящий раздел содержит справочные сведения по функциям и расположению элементов управления на передней и боковой панели прибора 6100B, а также краткое описание каждой функции и доступа к ней.

Полное описание работы с прибором 6100B с передней панели или при помощи дистанционного управления находится в руководстве пользователя.

Перед началом работы с прибором 6100B ознакомьтесь с этой информацией.

2-10. Подключение и порядок включения

Включение питания

При работе с многофазной системой необходимо сначала подключить кабели управления между вспомогательными и основным устройствами. Затем включить питание вспомогательных устройств и основного устройства.

Выключение питания

При выключении питания сначала выключите основное устройство. Если этот порядок будет нарушен, повреждений не будет, однако на пользовательском интерфейсе могут выводиться сообщения об ошибках.

Глава 3

Настройки

	Наименование	Страница
3-1.	Введение	3-3
3-2.	Элементы передней панели	3-3
3-3.	Область основного пользовательского интерфейса	3-6
3-4.	Ввод данных с передней панели	3-7
3-5.	Прямой/Непрямой режим	3-8
3-6.	Использование внешней клавиатуры и мыши.....	3-8
3-7.	Контрольный сигнал и клавиша F10.....	3-9
3-8.	Пример настройки	3-9
3-9.	Переключение на выход тока.....	3-10
3-10.	Включение канала тока.....	3-10
3-11.	Канал тока включен, но не действует	3-11
3-12.	Настройка канала тока L1	3-11
3-13.	Предупреждение о выходе за допустимые пределы	3-12
3-14.	Выключение выхода.....	3-13
3-15.	Двухпроводная / Четырехпроводная схема для напряжения .	3-13
3-16.	Четырехпроводная измерительная схема	3-14
3-17.	Настройки двухпроводной / четырехпроводной схемы.....	3-14
3-18.	Элементы задней панели	3-16

3-1. Введение

Настоящая глава содержит справочные сведения по элементам и расположению органов управления на передней и боковой панели, а также краткое описание каждой функции и доступ к ней.

Перед началом работы с прибором ознакомьтесь с этой информацией.

Инструкции по работе с прибором с передней панели приведены в Главе 4, а по работе с дистанционным управлением - в Главе 5.

3-2. Элементы передней панели

Элементы передней панели (включая все органы управления, дисплей, индикаторы и клеммы) показаны на рисунке 3-1. Все элементы передней панели кратко описаны в Таблице 3-1.

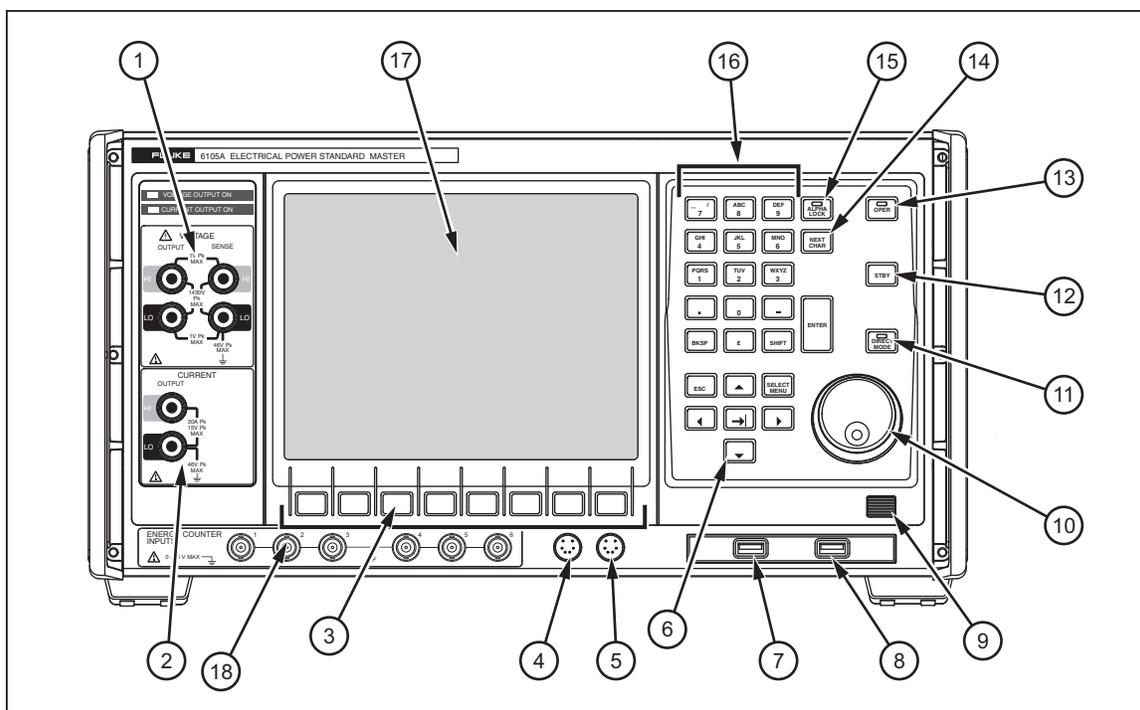


Рис. 3-1. Передняя панель 6100B

gdw03.eps

Таблица 3-1. Элементы передней панели

Номер	Описание
①	Клеммы напряжения - На приборе имеются клеммы HI и LO выходного напряжения. Для повышения точности измерительные клеммы HI и LO предусматривают внешний контроль. В меню Global Settings (Общие настройки) можно выбрать двухпроводное измерение. См. Главу 4
②	Клеммы измерения тока - Выходной ток
③	Программные клавиши - Обеспечивают непосредственный доступ к функциям настройки. При подключении внешней клавиатуры функциональные клавиши клавиатуры (F1-F8) обеспечивают те же возможности навигации. См. Главу 4
④	Разъем для клавиатуры - Разъем PS/2 для устанавливаемой по желанию внешней клавиатуры.
⑤	Разъем для мыши - Разъем PS/2 для устанавливаемой по желанию мыши.
⑥	Клавиатура навигации  переключает между тремя основными меню: Output (Выход), Global Settings (Общие настройки) и Waveform (Форма сигнала).  (escape) служит для перехода в иерархии системы управления на предыдущий уровень программных клавиш. Позволяет также выйти из всплывающих экранов.  переводит фокус с одного элемента управления на другой в пределах выбранной области меню.  и  и  и  позволяют выбирать значения в области данных и полях с выбором.
⑦ ⑧	Два порта USB - Для сохранения и перезагрузки конфигураций форм сигналов. Для подключения мыши и клавиатуры и для обновления микропрограммы.
⑨	Выключатель питания Вкл./Выкл. - Включение и выключение питания. Во включенном положении выключатель фиксируется в утопленном положении. При повторном нажатии он возвращается в исходное положение и отключает питание. Примечание: этот выключатель осуществляет электронное управление включением, а не полное отключение питания. Основной выключатель питания находится на задней панели.
⑩	Колесико двойного действия - Обеспечивает ускоренный ввод данных в поле. При вращении без нажатия выполняется прокрутка значений выделенного в данный момент числового символа в поле ввода. При вращении с нажатием выполняется перемещение курсора вдоль символов в поле ввода.
⑪	 - В режиме Direct Mode (Прямой ввод) светодиодный индикатор клавиши горит, и все изменения формы сигнала действуют немедленно. Если режим Direct Mode (Прямой ввод) неактивен, то прибор 6100B находится в режиме Deferred (отсроченного ввода). В режиме Deferred (Отложенный ввод) изменения формы сигнала сохраняются, но не применяются. Сохраненные изменения можно применить одновременно или отменить.
⑫	 (режим ожидания) - ОТКЛЮЧАЕТ выход.
⑬	 (режим работы) - ВКЛЮЧАЕТ выходы активных каналов. Светодиодные индикаторы над клеммами указывают, какие из выходов ВКЛЮЧЕНЫ.

Таблица 3-1. Элементы передней панели (продолжение)

Номер	Описание
14	<p> - В режиме ввода текста (горит индикатор "Alpha Lock") текст вводится при помощи  и буквенно-цифровой клавиатуры (15). Текст вводится как на сотовом телефоне, позволяя вводить более одного символа при помощи одной буквенной клавиши, нажимая ее до появления нужного символа. Для перехода к следующей позиции нажмите клавишу .</p> <p>Нажмите  для завершения ввода текста.</p>
15	<p> - Переключение между вводом текста и цифр.</p> <p>В режиме ввода цифр индикатор кнопки "Alpha Lock" погашен. В режиме ввода текста индикатор кнопки "Alpha Lock" горит.</p>
16	<p>Буквенно-цифровая клавиатура - Обеспечивает ввод текста и чисел. Нажатием  (14) выполняется переключение между режимами ввода чисел и текста.</p> <p>В числовом режиме ввода (индикатор "Alpha Lock" погашен) с клавиатуры вводятся непосредственно цифры (клавиша E позволяет вводить порядки величин).</p> <p>В режиме ввода текста (горит индикатор "Alpha Lock") текст вводится при помощи буквенно-цифровой клавиатуры и  (13). Это происходит как на сотовом телефоне, позволяя вводить более одного символа при помощи одной буквенной клавиши.</p>
17	<p>Пользовательский интерфейс в ОС Windows - Задание форм сигналов и других функций калибратора Electrical Power Standard можно выполнять в программе для Windows.</p>
18	<p>Разъемы опции для измерения электроэнергии (если эта опция установлена) - Шесть BNC входов для приема импульсов со счетчиков электроэнергии.</p>

3-3. Область основного пользовательского интерфейса

Пользовательский интерфейс поделен на пять областей. Имеется три панели измерений, окно сообщения и контекстные программные индикаторы внизу экрана. См. рисунок 3-2.

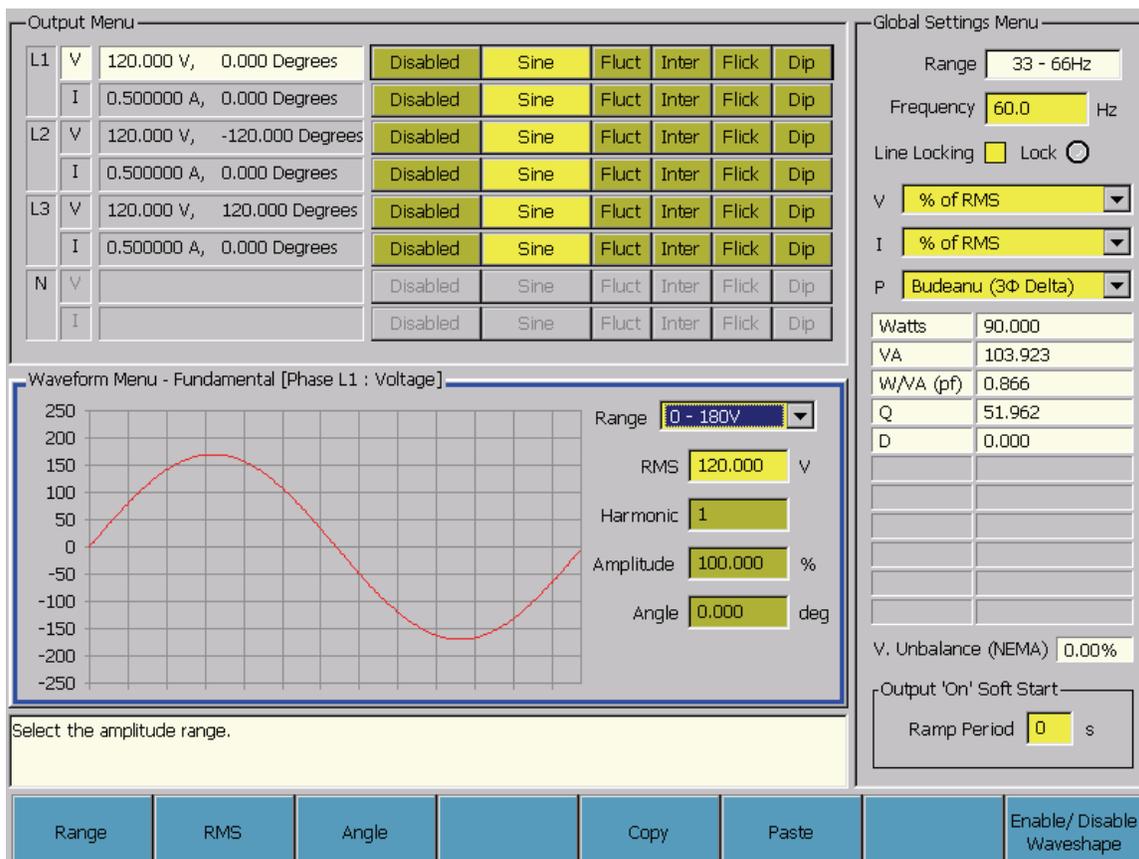


Рис. 3-2. Графический пользовательский интерфейс

Кнопка  обеспечивает последовательный доступ к полям Menu (Меню). Активное меню обозначено синей рамкой. При переходе фокуса с меню на меню соответствующим образом меняется действие контекстных программных клавиш.

- Меню Output Menu (Выходное меню) в верхней левой части экрана позволяет выбирать канал для работы в меню Waveform Menu (Меню формы сигнала). Настраиваемый канал обозначается белым фоном. Здесь показаны напряжение или ток и фазовый угол для всех подключенных фаз. В меню Output Menu (Выход) всегда показываются значения на клеммах тока и напряжения, которые там есть (или будут при нажатии кнопки .
- В меню Global Settings Menu (Общие настройки) в правой части дисплея задаются общие конфигурации основного устройства и всех подключенных вспомогательных устройств.
- В области Waveform Menu (Форма сигнала) настраивается форма сигнала для того или иного канала. В этой части пользовательского интерфейса показывается, что будет на выходе, когда настройки будут применены.

- Под областью Waveform Menu (Форма сигнала) находится окно сообщения Message Window, в котором выводятся контекстная справка, а также предупреждения и сообщения об ошибках. Фон в этой области имеет белый цвет под справкой и оранжевый под предупреждениями. К предупреждениям относятся сообщения, указывающие, что введены неверные данные или параметры выйдут за допустимые границы, если настройки будут применены. Сообщения на красном фоне обозначают серьезные ошибки.
- Внизу экрана находятся восемь программных клавиш, которые можно использовать для выполнения определенных действий. При выполнении некоторых из них могут появляться всплывающие окна. Контекст программных клавиш выводится во всплывающих окнах на экране.

3-4. Ввод данных с передней панели

Элементы, описанные в этом разделе, указаны на рисунке 3-2 и в таблице 3.

- Клавиши под экраном (③) соответствуют программным клавишам на экране. Справа от экрана находится клавиатура. На ней имеются синие клавиши навигации (⑥), буквенно-цифровые клавиши (⑬,⑭,⑮), колесико двойного действия (⑨) и клавиши управления выходом (⑩,⑪,⑫).
-  (⑥) перемещает фокус по трем областям меню.
-  (⑥) перемещает фокус по органам управления в области меню.
- На панелях меню доступ к отдельным органам управления осуществляется через программные клавиши или путем перемещения при помощи . Если нажать и удерживать  во время использования , то направление перемещения меняется на противоположное.
- Программные клавиши (③) обеспечивают доступ к элементам в области меню одним нажатием вместо кнопки .
- Иногда программные клавиши могут иметь несколько уровней управления. Когда в определенной ситуации возможно более одного действия, к дальнейшим уровням программных клавиш можно перейти путем их нажатия. Для самых сложных действий может потребоваться несколько уровней программных клавиш. Для обратного перемещения по иерархии программных клавиш используется клавиша .
-  (⑥) выполняют переход вверх по иерархии программных клавиш. Нажатие  также позволяет выйти из всплывающих экранов.
- Непосредственно редактировать можно только поля данных с желтым фоном. В некоторых из них имеются раскрывающиеся списки, в некоторых вводятся числовые данные. При переводе фокуса на раскрывающийся список его фон становится синим.  и  в группе клавиш навигации позволяют перемещаться по элементам списка. При нажатии  или  выбор осуществляется, и фокус перемещается на следующий элемент управления.
- Имеется три способа изменить значения в полях числового ввода элементов управления. Цифровые клавиши (⑮) позволяют выполнять непосредственный ввод, завершаемый нажатием  или . Каждое нажатие  (backspace) приводит к удалению одной цифры слева от точки ввода.
-  и  перемещают точку ввода данных по текущему значению.  и  позволяют увеличить или уменьшить цифру в точке ввода. Колесико (⑨) позволяет выполнять те же действия, что , ,  и . Нажмите на колесико и вращайте его для перемещения точки ввода данных. Отпустите колесико и вращайте его для увеличения/уменьшения цифры в точке ввода. Для завершения изменений необязательно нажимать  или .

- Буквенный режим (Alpha) используется для присвоения файлам имен перед сохранением в память или на внешнее USB-устройство. Переход от цифр к буквам и обратно на алфавитно-цифровой клавиатуре выполняется нажатием клавиши   горит, если выбран буквенный режим. При каждом нажатии клавиши буква в точке ввода меняется на следующую из числа трех или четырех доступных на данной клавише. Например: при первом нажатии клавиши **TUV** в режиме Alpha (буквы) выводится буква **T**. При втором нажатии - **U**, и при третьем - **V**. Чтобы повторить букву, например, ввести **TT**, нажмите  для перехода к следующей точке ввода и снова нажмите **TUV**.

3-5. Прямой/Непрямой режим

Изменения настроек прибора 6100B обычно делаются по одному за один раз. Иногда необходимо сделать несколько изменений сразу. Пусть, например, имеется трехфазная система, в которой для всех трех фаз установлено значение 120 В. При последовательном изменении напряжения для каждой фазы трехфазная система станет несбалансированной. Это может привести к нежелательным последствиям.

В режиме Direct Mode (Прямой ввод) индикатор  горит и все изменения применяются немедленно. Противоположным для режима прямого ввода является режим Deferred Mode (Отложенный ввод). В режиме отложенного ввода индикатор  не горит. Изменения в полях ввода не применяются непосредственно. В измененных полях фон становится оранжевым, а не желтым, что означает, что режим на выходе сменится после применения изменений. Изменения можно применить одним из двух способов:

1. Если выход уже включен, нажмите .
2. Нажмите программную клавишу **Apply All (Применить все)** (видна, только если фокус находится на меню вывода Output Menu).

Изменения применяются практически одновременно при нажатии  или . При применении изменений может иметь место небольшая задержка в несколько миллисекунд.

Для отмены отложенных изменений без их применения выберите программную клавишу **Undo all (Отменить все)** (когда меню вывода Output Menu находится в фокусе). При нажатии клавиши  (Прямой ввод) без применения изменений вышеуказанным способом также выполняется отмена действий отложенного ввода.

3-6. Использование внешней клавиатуры и мыши

Примечание

Подключение внешней клавиатуры и мыши к портам PS2 на передней панели необходимо выполнять перед включением прибора. Это ограничение не относится к портам USB.

В большинстве меню и всплывающих окон ввода мышь можно навести на нужное поле с данными и щелчком установить на это поле фокус. На некоторых редко используемых экранах некоторые операции с мышью невозможны, например, на всплывающих экранах калибровки/настройки.

На внешней клавиатуре можно воспроизводить большинство действий, доступных на передней панели прибора. Буквенно-цифровые символы 0-9; a-z; A-Z и знаки ".", "/", "_ " и "-" вводятся так, как если бы они вводились с клавиатуры прибора 6100B. Все остальные текстовые символы и знаки препинания с внешней клавиатуры игнорируются.

Клавиши внешней клавиатуры **Tab**, **Enter**, **Esc**, **Backspace** и стрелки курсора работают так же, как и клавиши на передней панели прибора.

Клавишей пробела внешней клавиатуры можно устанавливать и снимать флажки, находящиеся в фокусе.

Некоторым функциональным клавишам сопоставлены определенные действия. Клавиши с **F1** по **F8** действуют как и программные клавиши с первой по восьмую (слева направо). **F9** действует как  (Выбор меню) для перемещения фокуса по трем меню на панели по часовой стрелке.

3-7. Контрольный сигнал и клавиша F10

Клавиша внешней клавиатуры **F10** воспроизводит команду "OUTPut:ROSCillator" ON/OFF GPIB. При нажатии **F10** контрольный сигнал Sample Reference переключается между ON и OFF (ВКЛ. и ВЫКЛ.).

Контрольный сигнал можно использовать для синхронизации стробирующей аппаратуры в измерительной системе. См. Главу 7

3-8. Пример настройки

Для выполнения следующего тренировочного задания требуется прибор модели 6100B или 6105A. Задание состоит в том, чтобы установить токовый выход канала на значение 2,0 А. После выполнения действий по включению, приведенных выше в данном руководстве, выходные значения на канале напряжения L1 (L1 V) показаны на белом фоне. См. рисунок 3-3. Отметим, что каналы L2, L3 и N помечены серым цветом (неактивны), так как вспомогательные устройства не подключены.

Output Menu								
L1	V	120.000 V, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	0.500000 A, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L2	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L3	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
N	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip

Рис. 3-3. Меню выход Output Menu (Выбран канал напряжения L1)

gdw08.bmp

Этот пример разбит на 7 этапов:

1. Переключение на выход тока
2. Включение канала тока
3. Канал тока включен, но не действует
4. Настройка канала тока L1
5. Предупреждение о превышении допустимых пределов
6. Завершение подготовки цепи тока и включение выхода
7. Выключение выхода

Далее следуют пояснения по каждому разделу.

3-9. Переключение на выход тока

Для настройки канала тока необходимо перевести на него фокус. После включения питания фокус меню будет находиться на меню Waveform Menu (Форма сигнала) (синий контур).

1. Нажмите  (Выбор меню) (или **F9**) один раз, чтобы перевести фокус на меню Output Menu (Меню вывода).
2. Стрелкой  переведите фокус меню Output Menu (Меню вывода) на ток канала L1 (L1 I). Белый фон теперь будет под активным каналом. Оставьте фокус на токе L1. См. рисунок 3-4.



Output Menu				Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L1	V	120.000 V,	0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	0.500000 A,	0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L2	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L3	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
N	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip

Рис. 3-4. Меню выхода Output Menu (Выбран канал тока L1)

gdw10a.bmp

3-10. Включение канала тока

Канал необходимо включить до подачи выхода на клеммы прибора. По обоим каналам - тока и напряжения L1 - показывается состояние Disabled (Отключено). Перед подачей выходного сигнала на выходные клеммы соответствующий канал необходимо перевести в состояние Enabled (Включено).

Когда фокус находится на меню Output Menu (Меню вывода), можно включить канал тока L1 при помощи программных клавиш. См. рисунок 3-5.

Примечание

Если в последующем фокус меню приходится на Output Menu (Меню вывода), но программные клавиши выглядят не так, как ожидается, нажмите  для перехода на следующий уровень программных клавиш. Нажатие  ни к чему не приводит, если достигнут верхний уровень.



Enable/Disable Channel	Sine or Harmonics	Enable/Disable Fluct Harmonics	Enable/Disable Interharmonics	Enable/Disable Flicker	Enable/Disable Dip		
------------------------	-------------------	--------------------------------	-------------------------------	------------------------	--------------------	--	--

Рис. 3-5. Программные клавиши меню Output Menu (Меню выхода)

gdw06a.bmp

Нажмите программную клавишу **Enable/Disable (Включить/Отключить)**, и в строке тока L1 в меню выхода Output Menu будет Enabled (Включено). См. рисунок 3-6.

Output Menu				Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L1	V	120.000 V,	0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	0.500000 A,	0.000 Degrees	Enabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L2	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L3	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
N	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip

Рис. 3-6. Меню выхода Output Menu (Выбран канал тока L1)

gdw09a.bmp

3-11. Канал тока включен, но не действует

Выходной сигнал на выходных клеммах прибора пока еще отсутствует. Для этого систему необходимо перевести в режим Operate (Работа). Если в этот момент система была переведена в режим работы, на выходных клеммах напряжения сигнала не будет, так как канал не был активирован. Система выполнит попытку подать тока 0,5 А с токовых выходных клемм, но при этом будет выдано предупреждение, поскольку выходная цепь будет разомкнута. Это будет сделано, как только канал тока будет настроен.

3-12. Настройка канала тока L1

Для изменения настроек выходного канала сначала необходимо перевести фокус меню на меню Waveform (Форма сигнала):

1. Нажмите дважды . Фокус меню перейдет на меню Waveform (Форма сигнала). См. рисунок 3-7.

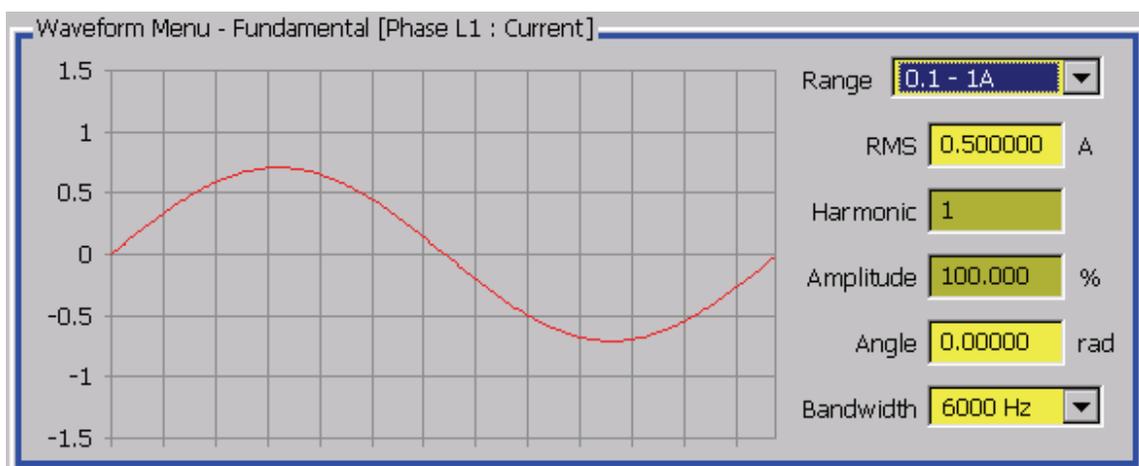


Рис. 3-7. Меню формы сигнала, основная гармоника

gdw11a.bmp

2. Фокус находится на пункте Range (Диапазон) (синий фон).
3. Стрелками  и  или колесиком установите диапазон 2 А. Нажмите **|ENTER|** или  для завершения ввода и перевода фокуса на поле RMS (Среднеквадратичное значение).

- Установите выходное значение RMS на 2,0 А при помощи органов управления, как описано выше в разделе "Ввод данных с передней панели". Учтите, что фокус переместится на управление пределом параметра Bandwidth (Полоса пропускания). Оставьте этот параметр без изменения.

3-13. Предупреждение о выходе за допустимые пределы

Если выход канала тока включен, когда цепь на клеммах тока разомкнута, то будет активировано отключение по превышению пределов напряжения. Выход будет отключен, и на экран будет выведено предупреждение на оранжевом фоне. Причиной является то, что в отсутствие нагрузки ток не может быть установлен, поскольку будет превышен предел совместимого напряжения. Напряжение на нагрузке определяется законом Ома $V = I \times Z$. При разомкнутой цепи выходное сопротивление становится очень большим и требует очень высокого напряжения. Поэтому предел 10 В прибора 6100B будет превышен, а при превышении предела совместимости будет активирована блокировка.

ВКЛЮЧИТЕ выход нажатием кнопки . Отключение сработает почти мгновенно, и будет выведено предупреждение на оранжевом фоне. См. рис. 3-8.

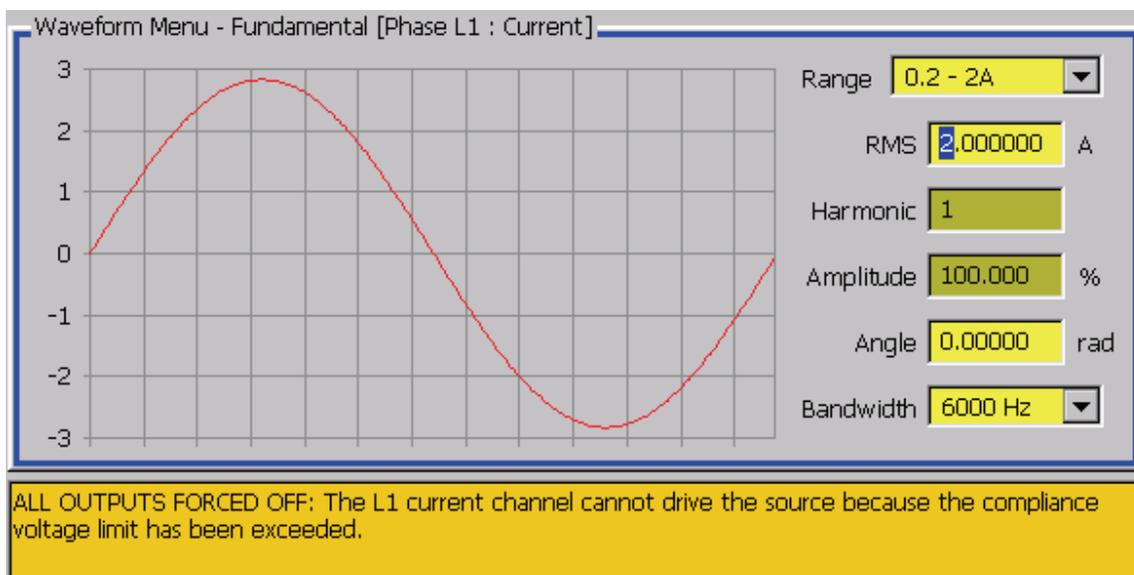


Рис. 3-8. Предупреждение о выходе за пределы совместимости

gdw12a.bmp

Завершение подготовки цепи тока и включение выхода

- Замкните коротко выходные клеммы прибора.
- Нажмите  еще раз. В это время выход останется включенным, а прибор будет в режиме работы. Отметим, что поля Output Menu Enabled (Меню выхода включено) и Sine (Синусоида) для тока на фазе L1 будут с зеленым фоном. См. рис. 3-9. Зеленый индикатор тока (над выходными клеммами) горит, и кнопка  также подсвечена зеленым.

Output Menu				Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L1	V	120.0000 V,	0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	2.000000 A,	0.000 Degrees	Enabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L2	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L3	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
N	V			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I			Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip

gdw13.bmp

Рис. 3-9. Меню формы сигнала, токовый выход

3-14. Выключение выхода

Для выключения выхода нажмите . Индикация включения погаснет.

Пример настройки завершен.

3-15. Двухпроводная / Четырехпроводная схема для напряжения

Напряжение на выходе прибора можно настроить как для двухпроводной, так и для четырехпроводной схемы измерения. По умолчанию принимается двухпроводная схема.

⚠⚠ Предупреждение

Когда канал напряжения прибора включен и работает, то на клеммах VOLTAGE SENSE (ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ) может быть полное значение напряжения, даже если клеммы не подключены к внешним элементам. Чтобы избежать опасности поражения электрическим током или травм, в этом случае необходимо проявлять осторожность.

Прибор 6100V комплектуется набором проводов для четырех- и двухпроводного подключения по напряжению. Независимо от типа конфигурации - двух- или четырехпроводной, все четыре разъема проводов должны быть обязательно подключены со стороны прибора 6100V, если провода используются. Измерительные провода всегда находятся под тем же напряжением, что и выходные провода.

Для точности измерения необходимо обеспечить правильность двух- или четырехпроводных схем. В частности, настройка четырехпроводного измерения при двухпроводном подключении вызовет ошибки напряжения около 1,2 В. При необходимости ознакомиться с четырехпроводным измерением напряжения прочтите следующее описание.

3-16. Четырехпроводная измерительная схема

При двухпроводном измерении контрольная точка для контура обратной связи управления системой находится на обратной стороне клемм. Любой ток, протекающий по соединительным проводам, идущим от клемм OUTPUT (ВЫХОД) к нагрузке, вызывает падение напряжения в проводах. В результате напряжение на нагрузке меньше, чем на клеммах, что ухудшает точность. Эта проблема решается путем применения четырехпроводной измерительной схемы, как показано на рисунке 3-10.

Входной импеданс усилителя обратной связи очень высок, поэтому через измерительные провода протекает очень малый ток. Входное напряжение на клеммах SENSE (ИЗМЕРЕНИЕ) будет поэтому в точности соответствовать напряжению на нагрузке Z_{Load} , что и используется для коррекции напряжения на клеммах OUTPUT (ВЫХОД).

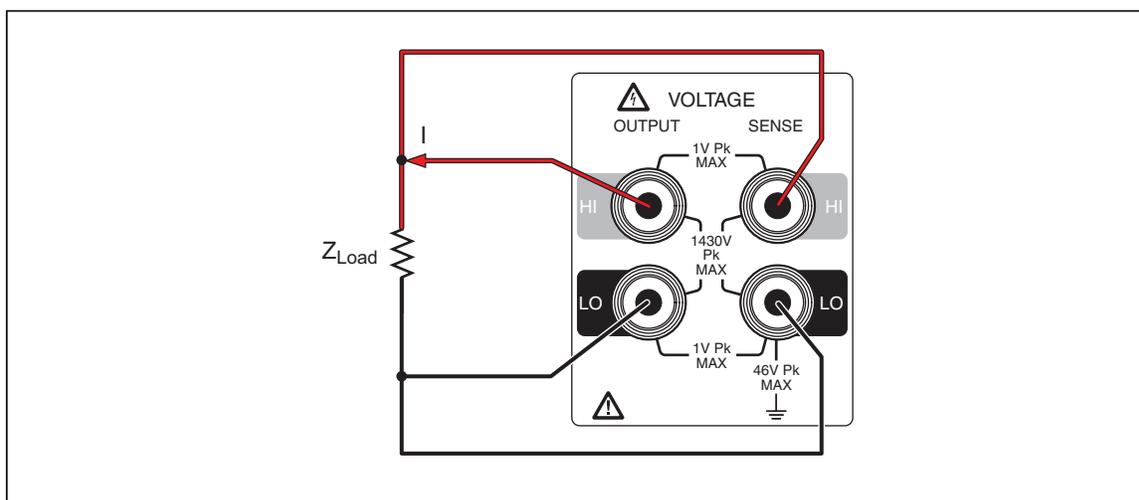


Рис. 3-10. Четырехпроводная измерительная схема

gdw08.eps

3-17. Настройки двухпроводной / четырехпроводной схемы

Двухпроводная / четырехпроводная схема может применяться ко всем подключенным основным и вспомогательным устройствам. Настройка выполняется при помощи всплывающего меню, вызываемого из меню Global Settings (Общие настройки) программными клавишами верхнего уровня. См. рис. 3-11.



Рис. 3-11. Программные клавиши верхнего уровня в меню Global Settings Menu (Общие настройки)

gdw14a.bmp

Нажмите программную клавишу **Front Panel Terminals** (Клеммы передней панели), чтобы открыть всплывающее окно. См. рис. 3-12.

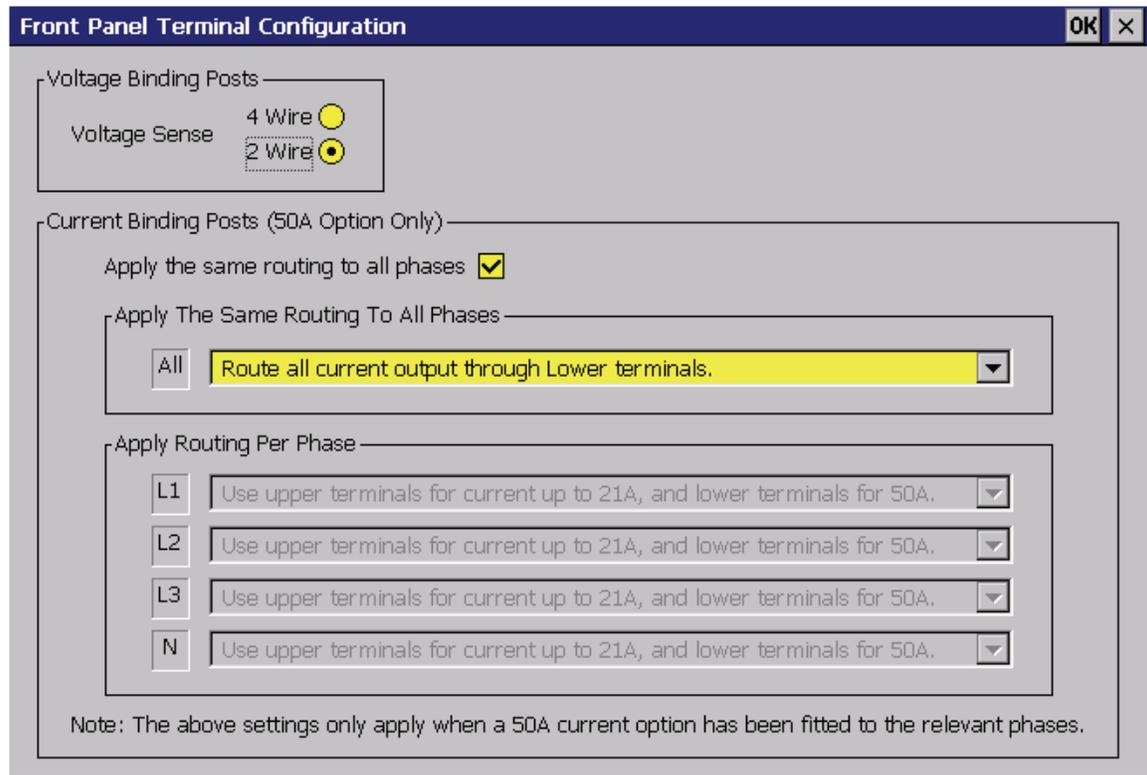
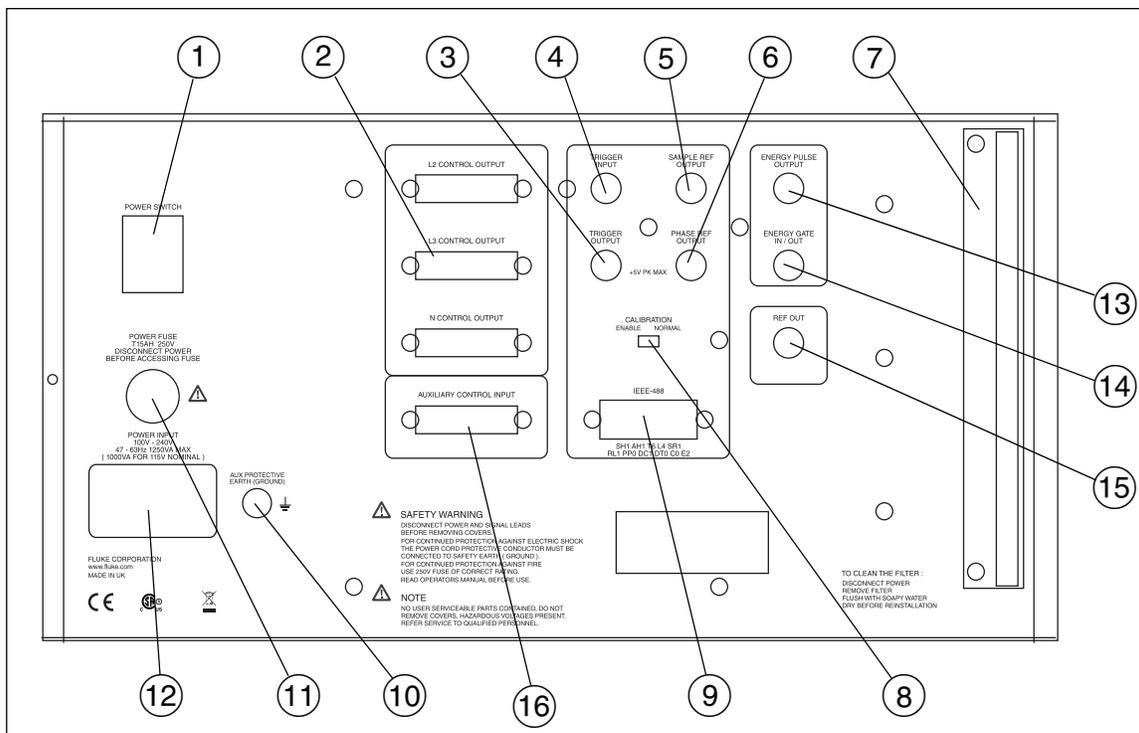


Рис. 3-12. Программные клавиши настройки передней панели

Следует отметить, что программные клавиши изменились. Выберите 2- или 4-проводную схему при помощи программных клавиш, стрелок  и  или колесика, когда фокус находится на секторе Voltage Binding Posts (Клеммы напряжения). 2-проводная схема является исходной схемой по умолчанию, однако эта настройка не сохраняется. Если выбрано 4-проводное подключение, то при следующем включении прибора он опять войдет в 4-проводной режим.

3-18. Элементы задней панели

На рисунке 3-13 и в таблице 3-2 показаны и пояснены элементы задней панели.



gdw07.eps

Рис. 3-13. Элементы задней панели

Таблица 3-2. Элементы задней панели

Номер	Описание
1	Главный выключатель питания - Именно этот выключатель в действительности отключает напряжение.
2	Разъемы управления вспомогательными устройствами - Для подключения к вспомогательным устройствам при помощи кабеля, поставляемого Fluke.
3	Выходной разъем триггера - Выходной разъем триггера имеет логический привод +5 В CMOS, создающий временную метку заднего фронта для синхронизации внешнего оборудования с функцией провала/выброса. Точка заднего фронта устанавливается параметром Trigger Output Delay (Задержка выхода триггера). После заднего фронта уровень сигнала остается низким в течение не менее 10 мкс.
4	Входной разъем триггера - Является ТТЛ-совместимым входом, который можно выбрать для инициализации провала/выброса на заднем фронте. Задний фронт может либо запустить программируемый пользователем таймер начальной задержки, либо активировать настраиваемый пользователем компаратор фазового угла выходного сигнала. Они являются взаимоисключающими. Если временная задержка завершена или если компаратор определил требуемый угол выходного сигнала, начинается участок роста падения/выброса. Для правильного распознавания сигнала на входе он должен оставаться низким в течение 10 мкс после заднего фронта.

Таблица 3-2. Функции задней панели (продолжение)

Номер	Описание
⑤	Разъем Sample Ref Output (Выход контрольного сигнала) - Контрольный сигнал может использоваться для синхронизации измерений с внутренним таймером 6100В. Если эта функция активна, контрольный сигнал обеспечивается на этом разъеме. Контрольный сигнал представляет собой активный логический сигнал заднего фронта от +5 В до 0 В на основе CMOS-схемы. Выход контрольного сигнала можно активировать из меню Global Menu (Общие настройки) или через GPIB. Если выход Sample Ref Output активен, то выходной сигнал удерживается на высоком уровне до следующего момента перехода через 0 нарастающего напряжения основной гармоники на фазе L1. Затем сигнал будет продолжаться, пока не будет отключен.
⑥	На выходном разъеме Phase Reference Output (Выход опорного сигнала) имеется логическая CMOS-схема +5 В, обеспечивающий передний фронт, синхронный с моментом перехода через 0 нарастающего напряжения основной гармоники на фазе L1. Этот сигнал имеет величину 50 %.
⑦	Воздушный фильтр - См. описание обслуживания фильтра в Главе 6.
⑧	Переключатель Calibration Enable (Включение калибровки)
⑨	Разъем IEEE 488 - Для подключения к системе GPIB.
⑩	Клемма заземления - Дополнительная клемма защитного заземления.
⑪	Предохранитель – См. описание процедуры замены предохранителя в Главе 6.
⑫	Разъем сетевого питания – Разъем на 16 А.
⑬	Разъем Energy Pulse Output (Импульсный выход для измерения энергии) (если установлен) - Если установлена опция измерения энергии, то на импульсном выходе Energy Pulse Output создаются импульсы, пропорциональные выходной мощности. См. характеристики и описание в Главе 8. Отсутствует, если опция измерения энергии не установлена.
⑭	Разъем Energy Gate In/Out (Входной/выходной разъем строб-импульса измерения энергии) (если установлен) - Двухнаправленный вход или выход управляющего строб-импульса, используемый вместе с опцией измерения энергии. См. характеристики и описание в Главе 8. Отсутствует, если опция измерения энергии не установлена.
⑮	Выход опорного сигнала, если установлена опция CLK.- TTL-совместимый 10 МГц или 20 МГц опорный выходной сигнал, генерируемый основным системным тактовым генератором. Отсутствует, если опция CLK не установлена.
⑯	Auxiliary Control Input (Дополнительный управляющий вход) - Два основных устройства (6100В/6105А) можно соединить вместе для работы в качестве основного и вспомогательного. Например, соединительный кабель можно вставить в управляющий выход L2 основного устройства и в вспомогательный управляющий вход устройства, используемого в качестве вспомогательного.

Глава 4

Передняя панель

Наименование	Страница
4-1. Введение	4-3
4-2. Включение питания	4-3
4-3. Прогрев	4-3
4-4. Основные процедуры настройки	4-4
4-5. Общие настройки.....	4-5
4-6. Частота	4-5
4-7. Фиксация линии	4-5
4-8. Режим редактирования сигнала с гармониками.....	4-5
4-9. Расчет реактивной мощности	4-6
4-10. Плавный пуск.....	4-7
4-11. Единицы и стандарты.....	4-7
4-12. Клеммы передней панели	4-8
4-13. Выходные настройки задней панели	4-10
4-14. Дополнительные настройки	4-10
4-15. Множители для пересчета между напряжением и током....	4-10
4-16. Программные клавиши сохранения настройки и загрузки настройки.....	4-11
4-17. Установка даны и времени	4-11
4-18. Настройки GPIB.....	4-11
4-19. Настройки по умолчанию	4-11
4-20. О системе.....	4-12
4-21. Режим редактирования	4-12
4-22. Режим прямого ввода.....	4-12
4-23. Режим отложенного ввода	4-12
4-24. Изменения, которые не могут быть отложены.....	4-12
4-25. Настройка формы сигнала напряжения и тока.....	4-12
4-26. Гармоники, постоянный ток и синусоидальный сигнал	4-14
4-27. Определение.....	4-14
4-28. Доступ к редактированию гармоник.....	4-14
4-29. Характеристики модели 6100В	4-14
4-30. Режим синусоидального сигнала /Режим гармоник	4-14
4-31. Настройка гармоник и постоянного тока	4-16
4-32. Режим редактирования таблиц	4-17
4-33. Промежуточные гармоники.....	4-19
4-34. Определение.....	4-19
4-35. Доступ к редактированию интергармоник.....	4-19
4-36. Характеристики модели 6100В	4-19
4-37. Настройка интергармоник	4-19

4-38.	Fluctuating Harmonics (Флуктуирующие гармоники)	4-20
4-39.	Определение.....	4-20
4-40.	Доступ к флуктуирующим гармоникам	4-20
4-41.	Характеристики модели 6100B	4-20
4-42.	Настройка флуктуирующих гармоник.....	4-20
4-43.	Провалы и выбросы	4-21
4-44.	Определение.....	4-21
4-45.	Доступ к провалам и выбросам	4-21
4-46.	Характеристики модели 6100B	4-22
4-47.	Настройка провалов/выбросов.....	4-22
4-48.	Flicker (Фликер)	4-24
4-49.	Определение.....	4-24
4-50.	Доступ к разделу Flicker (Фликер)	4-24
4-51.	Характеристики модели 6100B	4-25
4-52.	Основные настройки фликера	4-25
4-53.	Настройка расширенных функций фликера.....	4-26
4-54.	Периодические изменения частоты	4-27
4-55.	Искажения напряжения с многократными переходами через ноль.....	4-28
4-56.	Гармоники в боковой полосе частот	4-29
4-57.	Скачки фазы.....	4-29
4-58.	Прямоугольные изменения напряжения с продолжительностью 20 %.....	4-30
4-59.	Копирование и вставка	4-31
4-60.	Copy (Копировать)	4-31
4-61.	Paste (Вставить)	4-31
4-62.	Опция измерения энергии.....	4-31
4-63.	Общая характеристика	4-31
4-64.	Принцип действия	4-31
4-65.	Ограничения	4-32
4-66.	Подготовка к использованию опции измерения энергии	4-32
4-67.	Конфигурация входных каналов и постоянной счетчика.....	4-33
4-68.	Подключите проверяемый и эталонный измерительные приборы.	4-34
4-69.	Тип энергии	4-35
4-70.	Внутренние нагрузочные сопротивления	4-35
4-71.	Постоянная счетчика импульсного выхода и нагрузочный резистор.....	4-35
4-72.	Проведение измерения	4-35
4-73.	Режимы измерения	4-35
4-74.	Свободный режим	4-36
4-75.	Режим Счетчик/Таймер	4-36
4-76.	Ждущий режим	4-37
4-77.	Пакетный режим	4-38
4-78.	Дистанционное управление опцией измерения энергии	4-39

4-1. Введение

В настоящей главе описывается управление прибором 6100В с передней панели, в том числе его установка и настройка.

Перед выполнением каких-либо операций, описанных в этой главе, необходимо ознакомиться с органами управления на передней панели, дисплеем и разъемами, которые обозначены и описаны в Главе 3. Дистанционное управление прибором 6100В описано в Главе 5.

Предупреждение

Прибор может создавать напряжение, опасное для жизни. Не выполняйте подключение к выходным клеммам, когда на них подано напряжение. Перевод прибора в режим ожидания может быть недостаточным, чтобы избежать опасности удара электрическим током. Отключите от прибора кабель GPIB во избежание подачи непредсказуемых команд дистанционного управления.

4-2. Включение питания

Предупреждение

Во избежание опасности удара электрическим током убедитесь, что прибор заземлен в соответствии с указаниями, приведенными в Главе 2.

Примечание

После ВКЛЮЧЕНИЯ питания может потребоваться до 2 секунд, пока загорится основной дисплей и заработают вентиляторы охлаждения.

4-3. Прогрев

Прибор необходимо прогреть, чтобы обеспечить его соответствие характеристикам, указанным в Главе 1. Время прогрева указано в технических характеристиках в Главе 1.

4-4. Основные процедуры настройки

В Главе 3 приводится описание работы с пользовательским интерфейсом и порядок ввода текстовых и числовых параметров. По завершении запуска прибора выводится главная страница настройки. См. рисунок 4-1.

The screenshot shows the main configuration interface. At the top left is the 'Output Menu' with a table of settings for L1, L2, L3, and N phases. At the top right is the 'Global Settings Menu' with various parameters like Range, Frequency, and power values. In the center is the 'Waveform Menu' showing a sine wave graph and its parameters. At the bottom is a control bar with buttons for Range, RMS, Angle, Copy, Paste, and Enable/Disable Waveshape.

Рис. 4-1. Главная страница настройки

gdw05.bmp

На главной странице настройки в правом верхнем углу находится меню Output Menu (Меню выхода). Под ним расположено меню Waveform Menu (Меню формы сигнала), содержимое которого меняется в зависимости от изменяемого в данный момент параметра формы сигнала.

Примечание

В меню Waveform Menu отображается форма сигнала, который будет подаваться, как только канал будет включен. См. также "Edit Mode" (Режим редактирования) далее в этой главе.

Перемещение по трем меню по часовой стрелке выполняется нажатием кнопки  .T.

4-5. Общие настройки

При помощи кнопки  можно перейти в меню Global Settings (Общие настройки). См. рисунок 4-2.



Рис. 4-2. Программные клавиши меню общих настроек

gdw33.bmp

4-6. Частота

Установите требуемую выходную частоту. При попытке задать частоту за пределами активного диапазона при хотя бы одном включенном выходе будет выведено сообщение об ошибке.

4-7. Фиксация линии

Для правильной работы необходимо, чтобы фиксация линии не была выбрана, кроме случаев, когда выбранная частота та же, что и номинальная входная частота линии. Для фиксации линии отметьте флажок "Line locking". Если система зафиксирована на частоту линии, индикатор Lock (Фиксация) будет гореть зеленым светом. Красный индикатор означает, что прибор не зафиксирован на частоту линии. См. рисунок 4-3.

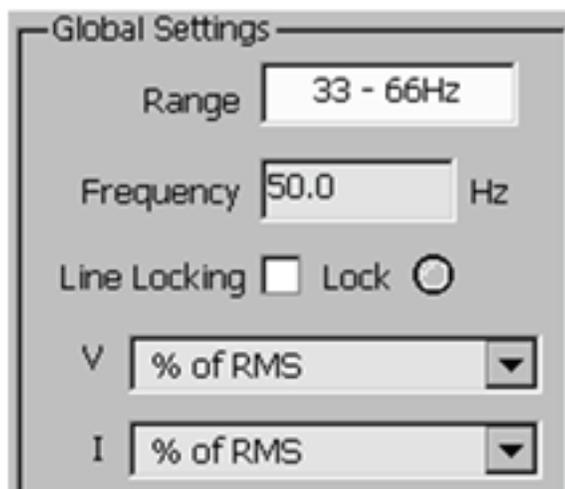


Рис. 4-3. Частота, фиксация линии

gdw06.bmp

4-8. Режим редактирования сигнала с гармониками

При необходимости перейдите в меню Global Settings (Общие настройки), нажав . Нажмите программные клавиши **V, I** и **Power Modes** для перехода к программным клавишам режима сигнала с гармониками. Вернитесь к программным клавишам верхнего уровня нажатием клавиши "Escape". Выберите метод задания напряжения и тока гармонического сигнала. Доступны следующие режимы редактирования:

- Ввод гармоник в % от среднеквадратичного значения.

Здесь среднеквадратичное значение поддерживается постоянным путем уменьшения амплитуды основной частоты по мере добавления гармоник. При изменении среднеквадратичного значения соответственно меняются и все гармоники.

- Ввод гармоник в % от значения для основной (первой) гармоники
Здесь значения для основной гармоники постоянны, а по мере добавления гармоник меняется среднеквадратичное значение.

Примечание

Если пиковое значение формы сигнала превысит максимум данного диапазона, будет выведено сообщение об ошибке.

При изменении значения для основной гармоники соответственно меняются и все гармоники.

- Ввод гармоник в дБ по отношению к основной гармонике
Этот режим аналогичен режиму ввода в % от основной гармоники.

Примечание

Значение 0 дБ недопустимо, так как оно превышает предел в 30 %, установленный для гармоник.

Максимальное значение для гармоник установлено равным -10,5 дБ

- Ввод гармоник в абсолютных среднеквадратичных значениях
По мере добавления гармоник среднеквадратичное значение выходного сигнала увеличивается.

Примечание

Если пиковое значение формы сигнала превысит максимум данного диапазона, будет выведено сообщение об ошибке.

4-9. Расчет реактивной мощности

Выберите метод расчета реактивной мощности и расчет однофазной или трехфазной мощности для нагрузки типа "звезда" или "треугольник". Расчет трехфазной мощности возможен только в том случае, когда к главному прибору подключены два или более вспомогательных. При необходимости перейдите в меню Global Settings (Общие настройки), нажав . Нажмите программные клавиши **V, I** и **Power Modes** для перехода к программным клавишам режима расчета мощности. Для возврата к программным клавишам верхнего уровня нажмите . Выберите подходящий для ваших целей метод расчета реактивной мощности. См. рисунок 4-4.

The screenshot shows a control panel with the following settings and results:

- V: % of RMS
- I: % of RMS
- P: Budeanu (3Ф Delta)
- Watts: 90.000
- VA: 103.923
- W/VA (pf): 0.866
- Q: 51.962
- D: 0.000
- V. Unbalance (NEMA): 0.00%
- Output 'On' Soft Start: Ramp Period 0 s

gdw07.bmp

Рис. 4-4. Расчет реактивной мощности

4-10. Плавный пуск

Функция плавного пуска позволяет снизить вероятность вызванных *пусковым* током внутренних неполадок вследствие перенапряжения или превышения допустимого тока. Пусковой ток возникает, когда устройство, подключенное к клеммам напряжения, получает свою эксплуатационную мощность от сигнала напряжения прибора. Поскольку при этом начинают интенсивно заряжаться конденсаторы сглаживающего фильтра системы питания, с прибора берется короткий сильный импульс тока. По достижении конденсаторами рабочего напряжения ток уменьшается. Время нарастания сигнала при плавном пуске можно установить в соответствии с потребностью в диапазоне от 0 до 10 секунд.

Время прогрева в режиме замера энергии должно превышать время плавного пуска, чтобы избежать неточности в подсчете энергии.

4-11. Единицы и стандарты

Программные клавиши **Units and Standards** (Единицы и стандарты) позволяют настроить фазовый угол (в градусах или радианах), временные промежутки провалов (в секундах или фазовых углах), фликер (издание стандарта 61000-4-15 за 2003 г. и позднее) и метод расчета разбаланса трехфазной системы (NEMA или IEC). См. рисунок 4-5.

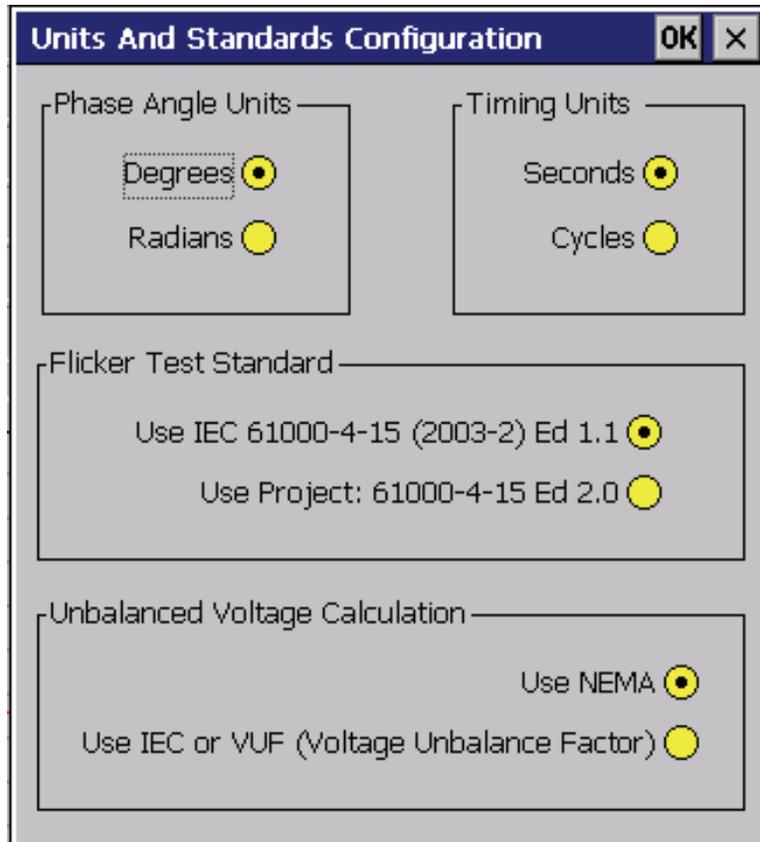


Рис. 4-5. Units and Standards Configuration (Конфигурация единиц и стандартов)

gdw42.bmp

4-12. Клеммы передней панели

Нажмите программную клавишу **Front Panel Terminals** (Клеммы передней панели), чтобы открыть всплывающий экран конфигурации клемм напряжения. Выбор клемм измерения тока возможен только при установке опции на 50 А. Токи до 21 А можно измерять либо через обычные 4 мм клеммы, либо, если это предпочтительно, через клеммы, обеспечивающие выходной ток 50 А (нижние клеммы). Фазы можно конфигурировать как отдельно, так и совместно. На рисунке 4-6 показан экран конфигурации клемм передней панели.

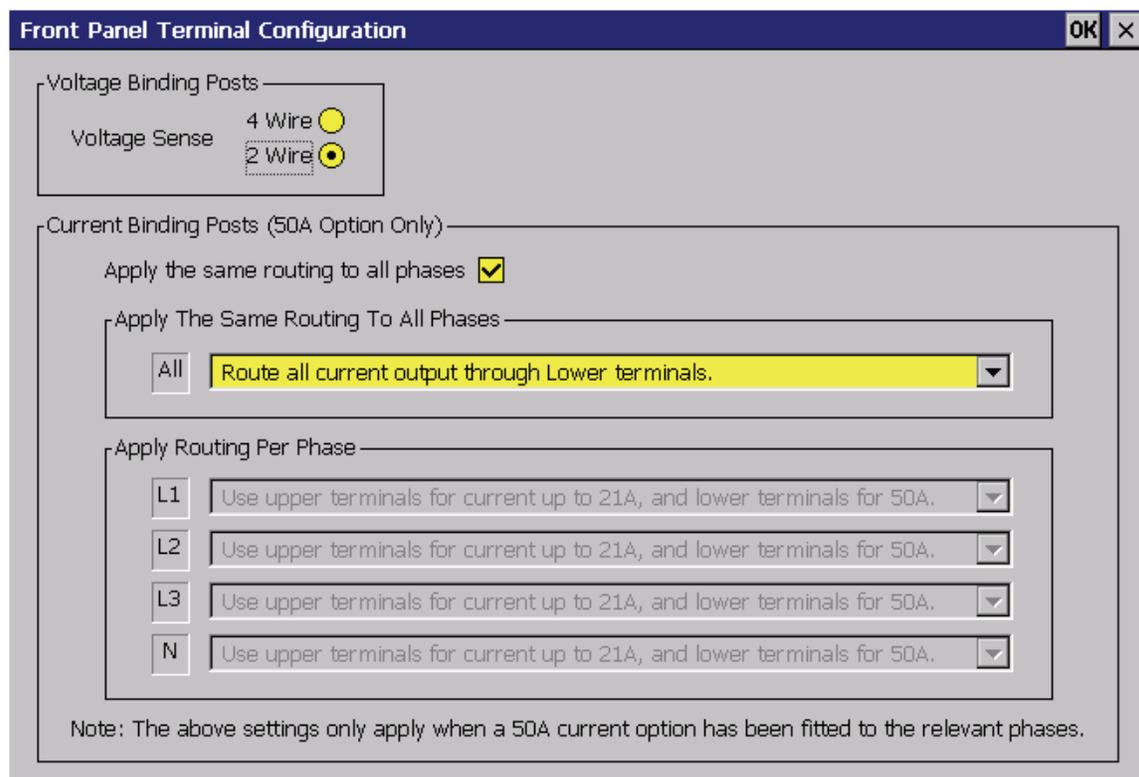


Рис. 4-6. Front-Panel Terminal Configuration (Конфигурация клемм передней панели)

Примечание

Двухпроводные / четырехпроводные конфигурации применяются ко всем подключенным основным и вспомогательным устройствам. См. рисунок 4-2. Выберите два или четыре провода при помощи программных клавиш, стрелок "Вверх/Вниз" или колесика прокрутки, когда фокус находится на группе клемм напряжения. Двухпроводная схема является исходной по умолчанию, но при этом сохраняющейся, то есть если выбрано четырехпроводное подключение, то при следующем включении прибора он опять войдет в четырехпроводной режим. Нажмите **ESC** для возврата на предыдущий уровень программных клавиш.

⚠⚠ Предупреждение

Клеммы измерения напряжения находятся под выходным напряжением, даже если выбрана двухпроводная схема.

Прибор комплектуется набором проводов для четырех- и двухпроводного подключения по напряжению. Независимо от типа конфигурации - двух- или четырехпроводной, все четыре разъема проводов должны быть обязательно подключены со стороны прибора 6100В, если провода используются. Измерительные провода всегда находятся под тем же напряжением, что и выходные провода.

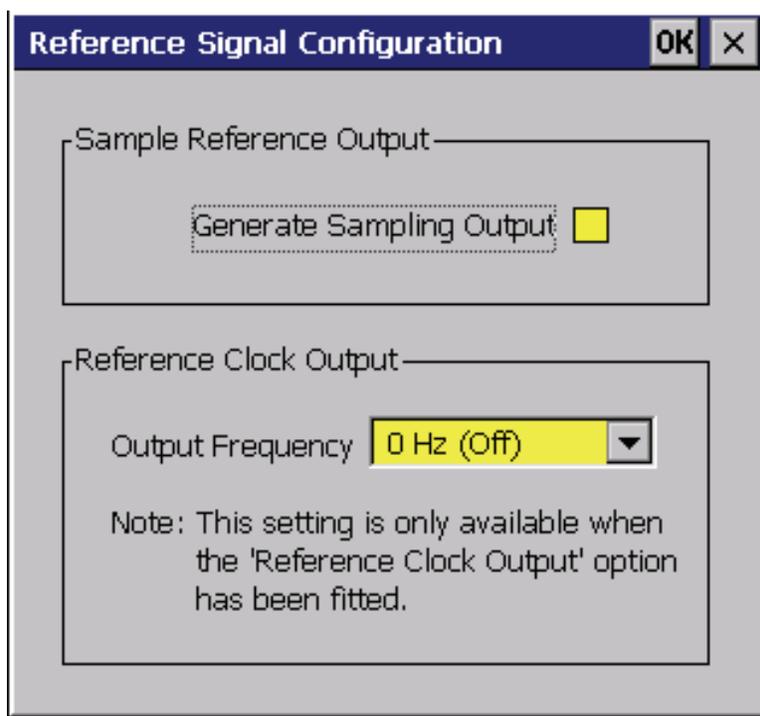
Примечание

Для точности измерения необходимо обеспечить правильность двух- или четырехпроводных схем. В частности, выбор четырехпроводного измерения при двухпроводном подключении вызовет ошибки напряжения около 1,2 В. При необходимости ознакомиться с четырехпроводным измерением напряжения прочтите соответствующее описание в Главе 3.

4-13. Выходные настройки задней панели

Экран Rear-Panel Output Settings (Выходные настройки задней панели) позволяет включать и выключать контрольный сигнал. См. описание связи между этим сигналом и опорным сигналом фазы в Главе 7. См. рисунок 4-7.

Этот всплывающий экран также позволяет управлять опцией Reference Clock Output (Выход системного тактового генератора), если он установлен). Опция Reference Clock Out (Выход системного тактового генератора) обеспечивает опорный сигнал тактового генератора процессора основного устройства, который можно использовать для синхронизации систем с прибором 6100B. Опорный сигнал можно либо отключить, либо установить на 10 МГц или 20 МГц.



gdw52.bmp

Рис. 4-7. Reference and Signal Configuration (Конфигурация опорного сигнала)

4-14. Дополнительные настройки

Программная клавиша **More Settings** (Дополнительные настройки) открывает доступ к дополнительным функциям. См. рисунок 4-8. Для возврата к программным клавишам верхнего уровня нажмите **ESC**.



gdw44.bmp

Рис. 4-8. Программные клавиши More Settings (Дополнительные настройки)

4-15. Множители для пересчета между напряжением и током

Токовый выход прибора можно настроить так, чтобы снимать с него, например, напряжение, соответствующее току на трансформаторе тока с сопротивлением нагрузки. Чтобы использовать характеристики этого выхода в расчете мощности, необходимо знать соответствие между напряжением и током. Множители для пересчета для всех подключенных фаз устанавливаются при помощи следующего всплывающего меню. См. рисунок 4-9.

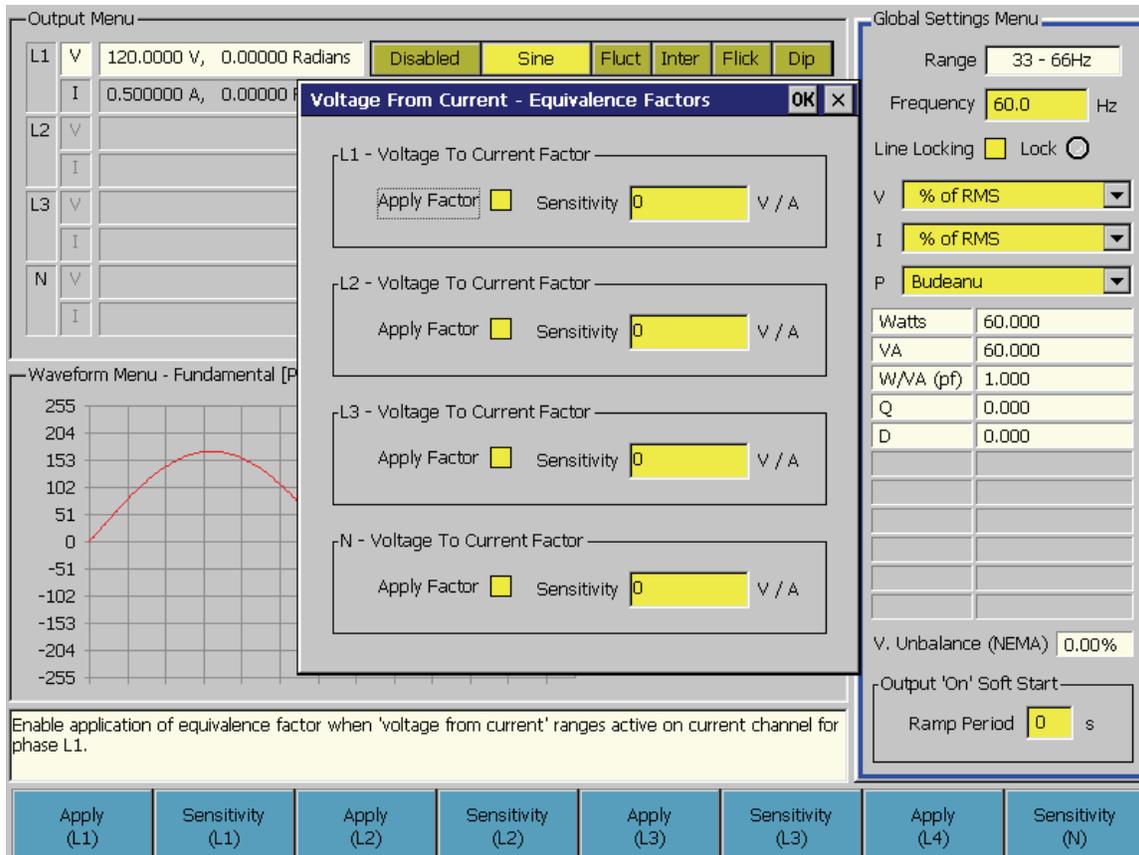


Рис. 4-9. Пересчет тока в напряжение

4-16. Программные клавиши сохранения настройки и загрузки настройки

При нажатии программной клавиши **Load Setup** (Загрузить настройку) выполняется поиск файлов настройки, ранее сохраненных во внутренней памяти или на внешнем USB-накопителе. Ранее выполненные настройки можно скопировать во внутреннюю память или на внешний носитель, переименовать или удалить. Имя файла текущей настройки можно редактировать, выбрав программную клавишу **File Name** (Имя файла) и используя буквенно-цифровую клавиатуру. Для сохранения настройки нажмите программную клавишу **Save** (Сохранить).

Примечание

Настройки модели 6100A нельзя перенести в модель 6100B и 6105A и обратно.

4-17. Установка даты и времени

Дата и время устанавливаются программной клавишей Date and Time (Дата и время).

4-18. Настройки GPIB

На всплывающем экране GPIB Settings (Настройки GPIB) можно настроить такие параметры, как Bus address (Адрес шины), Event Status Enable (Активация состояния события, ESE), Status Register Enable (Регистр активации события, SRE) и Power On status Clear (Сброс состояния при включении питания, PSC).

4-19. Настройки по умолчанию

Клавишей **Factory Defaults** (Заводские настройки) все настройки, в том числе гармоники, возвращаются к заводским настройкам по умолчанию.

4-20. О системе

На экране About (О системе) содержится информация о текущей аппаратной и программной конфигурации.

4-21. Режим редактирования

Клавиша  управляет режимом Edit Mode (Режим редактирования). В следующем разделе приводится подробное описание режима редактирования.

4-22. Режим прямого ввода

В режиме Direct Mode (Прямой ввод) индикатор  подсвечен. Все изменения формы сигнала применяются немедленно.

4-23. Режим отложенного ввода

Если индикатор  не подсвечен, прибор находится в режиме Deferred Mode (Режим отложенного ввода). В этом режиме изменения запоминаются для последующего применения. В режиме отложенного ввода, если выходной сигнал на изменяемом канале ВКЛЮЧЕН, то изменения, затрагивающие форму сигнала, указываются на оранжевом фоне.

Примечание

Операции, которые недопустимы при ВКЛЮЧЕННОМ выходе, недопустимы также и в активном режиме отложенного ввода, даже если выход ВЫКЛЮЧЕН. Например, нельзя изменять диапазон в режиме отложенного ввода, даже при ВЫКЛЮЧЕННОМ выходе.

Для активации изменений в режиме отложенного ввода выберите в меню выхода Output Menu программную клавишу **Apply All** (Применить все) или, если выход уже ВКЛЮЧЕН, нажмите .

Все отложенные изменения отменяются при выполнении следующих действий:

- Нажатие программной клавиши **Undo All** (Отменить все),
- Нажатие  или
- Нажатие  (режим редактирования изменений сменяется на Direct - прямой)

4-24. Изменения, которые не могут быть отложены

В режиме Deferred Mode (отложенного ввода) откладываются изменения всех полей, кроме следующих:

- Фиксация линии
- Смена режима редактирования гармоник (напр., Absolute RMS (абсолютные среднеквадратичные значения), % of RMS (в процентах от среднеквадратичных значений), и т.д.)
- Метод расчета реактивной мощности
- Выбор единиц фазы (градусов/радиан)
- Выбор 2-проводного/4-проводного подключения (при включенном выходе конфигурацию клемм менять нельзя)
- Глобальные настройки времени/даты и GPIB
- Загрузка/Сохранение настроек в режиме отложенного ввода недоступны

Примечание

При переходе в режим калибровки автоматически выполняется режим прямого ввода.

4-25. Настройка формы сигнала напряжения и тока

Далее описывается настройка формы сигнала по напряжению, однако сказанное относится и к току.

При помощи кнопки  перейдите к меню Output Menu (Меню выхода) и нажимайте  и , пока не будет выделена строка напряжения или тока настраиваемого канала. По умолчанию на нейтральной фазе установлено ограничение эффективного напряжения 33 В. Канал нейтральной фазы можно при необходимости настроить на напряжение до 1000 В. См. рисунок 4-10.

⚠⚠ Предупреждение!

Чтобы избежать опасности поражения электрическим током, отсоедините клемму напряжения N-фазы "N" от всех клемм 6140A Lo пред выбором операции смены предельного значения.

Для смены предельного значения:

1. Выберите канал напряжения N-фазы в меню выхода Output Menu.
2. Выберите меню Waveform Menu (Форма сигнала).
3. Установив выход N-фазы на OFF (ОТКЛ.), установите флажок Override Limit (Изменить предельное значение).



gdw08.bmp

Рис. 4-10. Выбор канала

Примечание

Для подачи выходного сигнала на клеммы необходимо активировать канал и нажать . Если выход уже включен, но активный канал не активирован, нажмите программную клавишу **Enable/Disable Channel** (Включить/Отключить канал), чтобы подать выходной сигнал на соответствующие клеммы.

Нажмите  для перехода к меню Waveform Menu (Форма сигнала). При необходимости нажимайте  до появления программных клавиш верхнего уровня. См. рисунок 4-11. Соответствующей клавишей выберите **Edit Harmonics** (Редактировать гармоники), **Fluctuating Harmonics** (Флуктуирующие гармоники), **Interharmonics Flicker** (Фликер на интергармониках) или **Dip** (Провал).



gdw34.bmp

Рис. 4-11. Верхний уровень меню формы сигнала

4-26. Гармоники, постоянный ток и синусоидальный сигнал

В следующих разделах описано меню гармоник, постоянного тока и синусоидального сигнала.

4-27. Определение

Гармоника представляет собой целое кратное основной частоты. В приборе 6100B номер гармоники 1 обозначает основную частоту. Постоянному току соответствует гармоника с номером 0.

4-28. Доступ к редактированию гармоник

Нажатием клавиши  перейдите в меню Waveform (Форма сигнала) и нажмите программную клавишу **Edit Harmonics** (Редактировать гармоники).

4-29. Характеристики модели 6100B

Гармоники (Harmonics)	с 2-й по 100-ю до частот 6 кГц
Число одновременных гармоник	99 (включая постоянный ток и 1-ю)
Макс. амплитуда одной гармоники	Максимальная величина интергармоники на частоте <2850 Гц составляет 30 % диапазона. (См. в Главе 1 профили для частот выше 2850 Гц)
Ширина полосы для канала тока	1,5 кГц или 6 кГц (1,5 кГц или 3 кГц для опции для сильного тока, если она установлена)

Примечание

При выборе меньшей ширины полосы уменьшается число гармоник, которые можно задать, но увеличивается возможность поддержки индуктивной нагрузки.

4-30. Режим синусоидального сигнала /Режим гармоник

Программная клавиша **Enable/Disable Waveshape** (Включить/Отключить форму сигнала) переключает режимы между синусоидальным сигналом и сигналом с гармониками

Примечание

В меню выхода Output Menu будет обозначено соответственно "Sine" (Синусоидальный) или "Harmonic" (Гармоники).

В синусоидальном режиме изменять можно только поля Range (Диапазон), RMS (Среднеквадратичное) и Angle (Угол). Единственным исключением является канал напряжения L1, на котором фазовый угол фиксирован и равен 0,000 градусов. Выберите требуемое поле при помощи программных клавиш или .

В синусоидальном режиме параметр DC (постоянный ток) недоступен.

На следующем рисунке 4-12 показан режим гармоник с временной разверткой формы сигнала. Тем же настройкам соответствует и рисунок 4-13, но с представлением сигнала в виде частотного спектра.

Отметим, что на рисунке 4-10 показано напряжение на фазе L2 в режиме синусоидального сигнала. На рисунках 4-12 и 4-13 показано напряжение на фазе L1 в режиме гармоник.



gdw10.bmp

Рис. 4-12. Режим гармоник с временной разверткой сигнала

The screenshot displays three main menu sections:

- Output Menu:** A table with columns for channel (L1, L2, L3, N), type (V, I), value, phase, and a grid of control buttons (Disabled, Harmonics, Fluct, Inter, Flick, Dip).
- Global Settings Menu:** Includes Range (33 - 66Hz), Frequency (60.0 Hz), Line Locking (Lock), and dropdowns for V (% of RMS), I (% of RMS), and P (Budeanu). A table shows power metrics: Watts (51.448), VA (60.000), W/VA (pf) (0.857), Q (0.000), and D (30.872). It also has V. Unbalance (NEMA) (0.00%) and an Output 'On' Soft Start Ramp Period (0 s).
- Waveform Menu - Harmonics [Phase L1 : Voltage]:** Features a bar chart of harmonics, a THD of 60.0%, and a Range of 0 - 180V. Parameters include RMS (120.0000 V), Harmonic (9), Amplitude (13.330 %), and Angle (0.00000 rad).

At the bottom, a toolbar contains buttons: Waveform Edit, Grid Edit, Graph Display Mode, Reset Harmonics, Copy, Paste, and Enable/Disable Waveshape.

Рис. 4-13. Режим гармоник с частотным спектром сигнала

gdw11.bmp

4-31. Настройка гармоник и постоянного тока

Если в глобальных настройках задан "% от среднеквадратичного значения", то амплитуда основной гармоники автоматически корректируется по мере добавления гармоник, чтобы поддерживать постоянным среднеквадратичное значение.

Добавлять гармоники можно двумя способами. В режиме Waveform Edit (Редактирование формы сигнала) можно выбрать временное или частотное представление формы сигнала. В режиме Grid Edit (Редактирование таблиц) вид гармоник напряжения и тока показан на прилегающих таблицах. Нажмите программную клавишу **Harmonics** (Гармоники), чтобы перейти к программным клавишам режима Harmonics Edit Mode (Редактирование гармоник). См. рисунок 4-14.

The screenshot shows a toolbar with the following buttons: Waveform Edit, Grid Edit, Graph Display Mode, Reset Harmonics, Copy, Paste, and Enable/Disable Waveshape.

gnd54.bmp

Рис. 4-14. Программные клавиши режима редактирования гармоник

Для перехода в режим редактирования формы сигнала нажмите программную клавишу **Waveform Edit** (Редактирование формы сигнала). Чтобы добавить гармонику, нажмите программную клавишу **Harmonics** (Гармоники). Будет выведен новый ряд программных клавиш. Нажмите программную клавишу **Next Harmonic** (Следующая гармоника) и введите номер гармоники, амплитуду и фазовый сдвиг. По умолчанию фазовый сдвиг гармоник равен 0 градусов (0 радиан). Гармоника с номером 0 представляет собой постоянную компоненту.

При каждом изменении поля Harmonic (Гармоника) и задании ненулевой амплитуды новая гармоника добавляется к форме сигнала, что отражается на графике. На выходе гармоник появляются только в том случае, если для данного канала задан режим гармоник.

Просмотреть сделанные изменения можно при помощи программных клавиш **Previous Harmonic** (Предыдущая гармоника) и **Next Harmonic** (Следующая гармоника).

При помощи программной клавиши **Reset Harmonics** (Сброс гармоник) удаляются все гармоники из активного канала.

Для удаления одиночной гармоники из сделанных настроек задайте для нее амплитуду 0 % или используйте программную клавишу **Remove Harmonic** (Удалить гармонику). См. рисунок 4-15.



gdw12.bmp

Рис. 4-15. Программные клавиши в режиме редактирования формы сигнала

Если гармоники настроены, то они запоминаются при отключении гармоник переключателем **Sine** (Включить/Отключить форму сигнала). Это позволяет с легкостью переключаться между режимами искаженного и синусоидального выходного сигнала.

Примечание

*Переключаться между режимами сигнала с гармониками и синусоидального сигнала можно также при помощи программных клавиш меню **Output Menu** (Меню выхода).*

Примечание

*При выборе синусоидального сигнала в окне меню **Waveform** (Форма сигнала) показывается та форма сигнала с гармониками, которая была бы при включенных гармониках. Это означает, что в текущий момент выход настроен на синусоидальный сигнал, но в меню **Waveform** (Форма сигнала) показывается искаженный сигнал, как если бы гармоники, помимо основной, были ненулевыми.*

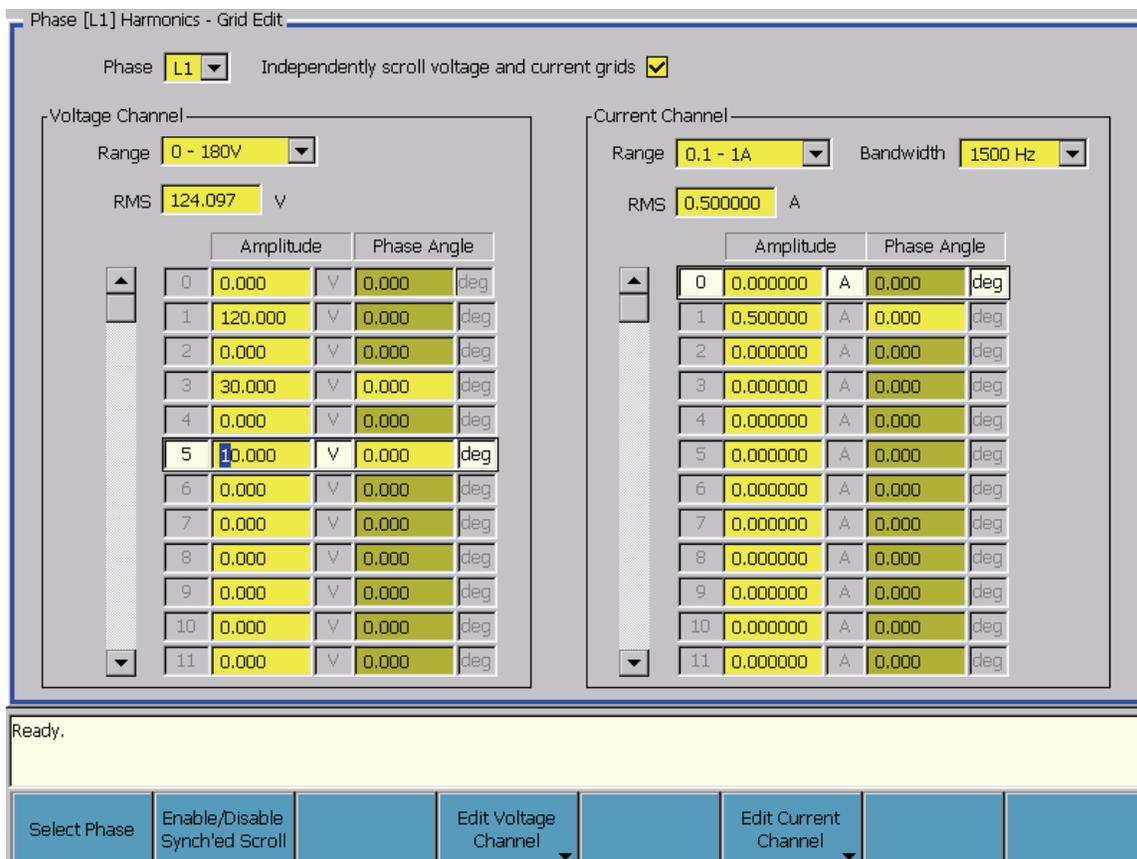
Перед тем, как разрешить изменение диапазона, прибор проверяет, будет ли среднеквадратичное значение предполагаемого выходного сигнала соответствовать допустимым границам нового диапазона. При выборе меньшего диапазона сигнал может выйти за его границы. Например: Сигнал 1 А постоянного тока задан в диапазоне 2 А в режиме с гармониками. Постоянный ток 1 А соответствует 50 % диапазона 2 А - максимально допустимого тока. Если выбрать синусоидальный режим, то значение постоянной компоненты останется тем же, но выходной сигнал преобразуется в синусоидальный. При попытке выбрать диапазон 1 А произойдет ошибка, так как если выбран режим с гармониками, то постоянная компонента искаженного сигнала (1 А) выйдет за пределы 50 % максимального диапазона для диапазона 1 А.

4-32. Режим редактирования таблиц

Примечание

В режиме редактирования таблиц показаны только настройки для выбранной фазы. Для безопасности персонала режим редактирования таблиц недоступен, если выход включен. Аналогично, в режиме редактирования таблиц выход нельзя включить.

При необходимости нажмите **[Esc]** для перехода на верхний уровень программных клавиш. Выберите программную клавишу **Grid Edit** (Редактирование таблиц). Этот режим предназначен, прежде всего, для работы с внешней клавиатурой и мышью для быстрого ввода нескольких гармоник. В режиме Grid Edit (Редактирование таблиц) можно выбирать фазы (L1, L2 и т.д.) и каналы (V или I), не перенося фокус обратно на меню Output (Вывод). Можно установить диапазон и среднеквадратичные значения для напряжения и тока для выбранной фазы. При необходимости таблицы гармоник тока и напряжения можно заблокировать совместно, чтобы выводить их в соответствующем порядке. См. рисунок 4-16.



gnd56.bmp

Рис. 4-16. Экран редактирования таблиц

При помощи программных клавиш **Edit Voltage Channel** (Редактировать канал напряжения) и **Edit Current Channel** (Редактировать канал тока) можно выбирать или редактировать каналы напряжения и тока. На рисунке 4-17 показаны программные клавиши для редактирования канала напряжения.



gdw58.bmp

Рис. 4-17. Программные клавиши второго уровня режима редактирования таблиц

При помощи внешней мыши и клавиатуры можно перемещаться по таблице и вводить значения для амплитуды и фазового угла. При желании можно также работать с передней панели прибора без внешней мыши и клавиатуры. Нажмите программную клавишу **Navigate Voltage Grid** (Перемещение по таблице напряжения), чтобы открыть программные клавиши нижнего уровня Grid Edit (Редактирование таблиц). См. рисунок 4-18.



gdw58a.bmp

Рис. 4-18. Программные клавиши нижнего уровня редактирования таблиц

После ввода параметров необходимых гармоник результирующую форму сигнала можно просмотреть, вернувшись в вышестоящее меню **Waveform Edit** (Редактирование формы сигнала).

4-33. Промежуточные гармоники

4-34. Определение

Частотная компонента периодической функции (форма сигнала переменного тока), частота которой не является целым кратным частоты работы системы (например, если основная частота равна 60 Гц, то компонента 83 Гц является интергармоникой).

4-35. Доступ к редактированию интергармоник

При помощи кнопки  перейдите к меню Waveform (Форма сигнала) и выберите программную клавишу **Edit Interharmonics** (Редактировать интергармоники). См. рисунок 4-19.

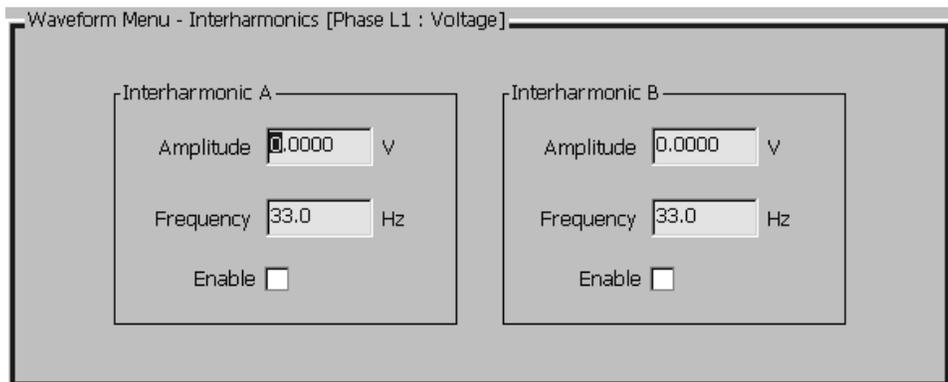


Рис. 4-19. Меню формы сигнала для интергармоник

gdw60.bmp

4-36. Характеристики модели 6100B

Максимальная величина единичной интергармоники	Максимальная величина интергармоники на частоте <2850 Гц составляет 30 % диапазона. (См. в Главе 1 профили для частот выше 2850 Гц)
Диапазон частот интергармоник	16 Гц - 9 кГц

4-37. Настройка интергармоник

Можно одновременно применить два явления, связанных с интергармониками.

Задайте необходимую амплитуду и частоту каждой интергармоники и активируйте ее, установив на ней флажок. При вводе значений, выходящих за пределы установленного диапазона, будет выведено сообщение об ошибке.

При помощи программной клавиши **Enable/Disable Waveshape** (Включить/Отключить форму сигнала) эта функция включается и выключается в меню Waveform (Форма сигнала). Возможен и другой способ: использовать программную клавишу **Enable/Disable Interharmonics** (Включить/Отключить интергармоники) в меню Output (Выход). См. рисунок 4-20.



Рис. 4-20. Программные клавиши для интергармоник

gdw14.bmp

4-38. Fluctuating Harmonics (Флуктуирующие гармоники)

В следующем разделе описываются меню Fluctuating Harmonics (Флуктуирующие гармоники)

4-39. Определение

Флуктуирующие гармоники суть те, частота которых поддерживается в гармоническом соотношении с основной частотой, но амплитуда меняется со временем. Если все компоненты формы сигнала меняются по амплитуде со временем, то это эквивалентно фликер-шуму.

4-40. Доступ к флуктуирующим гармоникам

Нажатием клавиши  перейдите в меню Waveform (Форма сигнала) и нажмите программную клавишу **Edit Fluct Harmonics** (Редактировать флуктуирующие гармоники). См. рисунок 4-21.

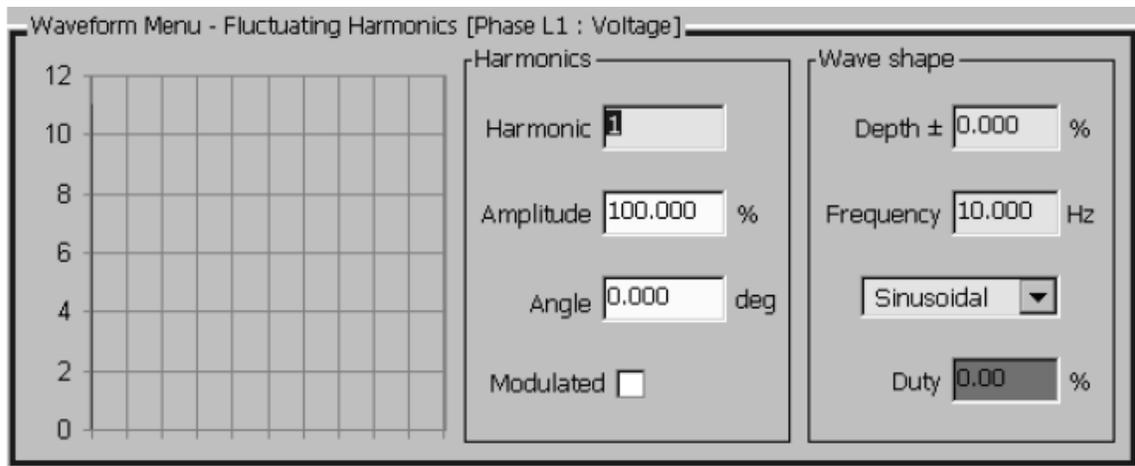


Рис. 4-21. Меню формы сигнала для флуктуирующих гармоник

gdw15.bmp

4-41. Характеристики модели 6100B

Число флуктуирующих гармоник	Может флуктуировать любое число гармоник от 0 до числа всех заданных гармоник
Диапазон уставки глубины модуляции	0 % - 100 % от номинального гармонического напряжения
Дискретность уставки глубины модуляции	0,001 %
Форма	Прямоугольная или синусоидальная
Продолжительность включения (форма = прямоугольная)	от 0,1% до 99,99%
Диапазон частот модуляции	от 0,008 Гц до 30 Гц
Дискретность установки частоты модуляции	0,001 Гц

4-42. Настройка флуктуирующих гармоник

Свойства флуктуирующих гармоник можно настроить только для существующих гармоник.

Выберите программную клавишу **Edit Fluct Harmonics** (Редактировать флуктуирующие гармоники) в меню Waveform (Форма сигнала).

Выберите гармонику, флуктуации которой требуется применить, при помощи программных клавиш **Previous Harmonic** (Предыдущая гармоника), **Next Harmonic** (Следующая гармоника) или **Harmonic** (Гармоника). Программной клавишей **Modulated** (Модулирована) устанавливается или снимается флажок

модуляции. См. рисунок 4-22.



Рис. 4-22. Программные клавиши для флуктуирующих гармоник.

Программная клавиша **Waveshape** (Форма сигнала) обеспечивает доступ к следующему меню, позволяющему управление глубиной, частотой и формой модуляции. См. рисунок 4-23.



Рис. 4-23. Программные клавиши формы сигнала

При помощи программной клавиши **Enable/Disable Waveshape** (Включить/Отключить форму сигнала) эта функция включается и выключается в меню Waveform (Форма сигнала). Возможен и другой способ: использовать программную клавишу **Enable/Disable Fluct Harmonics** (Включить/Отключить флуктуирующие гармоники) в меню Output (Выход).

4-43. Провалы и выбросы

Провалы и выбросы представляют собой прежде всего явления, связанные с напряжением, но предусмотрены в приборе 6100В и на канале тока. Примером использования провала на канале тока является установка формы сигнала в виде одиночного пакета "Burst Fired" согласно требованиям стандартов IEC 61036 и 62053. В следующих разделах описано меню провалов и выбросов.

4-44. Определение

Провал представляет собой внезапное уменьшение напряжения в какой-либо точке электрической системы, за которым следует восстановление напряжения через небольшое время, от полупериода до нескольких десятков секунд. Выброс представляет собой увеличение напряжения.

При запуске по внешнему сигналу провалы и выбросы происходят одновременно на всех каналах, на которых активирована функция провала.

4-45. Доступ к провалам и выбросам

Нажатием клавиши  перейдите в меню Waveform (Форма сигнала) и нажмите программную клавишу **Edit Dip** (Редактировать провал). См. рисунок 4-24.

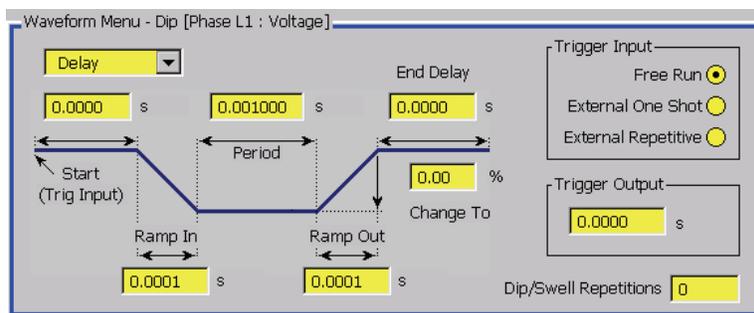


Рис. 4-24. Меню формы сигнала для провала

gdw18.bmp

4-46. Характеристики модели 6100В

Требование к запуску триггера	Задний фронт ТТЛ-импульса остается низким в течение 10 мкс на входном разьеме триггера на задней панели.
Либо:	
Задержка триггера	от 0 до 60 секунд
или	
Синхронизация фазового угла по отношению к пересечению нуля основной гармоникой канала	$\pm 180^\circ$
Мин. продолжительность провала/выброса	1 мс
Макс. продолжительность провала/выброса	1 минута
Мин. амплитуда провала	0 % от номинала выхода
Макс. амплитуда выброса	Меньшее значение из полного диапазона и 140 % от номинала выхода
Период нарастания/спада	Настраиваемый от 100 мкс до 30 секунд
Оptionальная задержка завершения	от 0 до 60 секунд ± 31 мкс
Задержка на выходе триггера	от 0 до 60 секунд с момента начала провала/выброса
Выход триггера	Задний фронт ТТЛ-импульса, совпадающий с концом задержки на выходе триггера, остающийся малым в течение от 10 мкс до 31 мкс
Повторы провалов/выбросов	От 0 до 1000

4-47. Настройка провалов/выбросов

Верхний уровень программных клавиш провалов/выбросов показан на рис. 4-25. При нажатии программной клавиши **Waveshape** (Форма сигнала) открывается нижний уровень программных клавиш для различных параметров, управляющих формой провала/выброса. Клавиша **Trigger** (Триггер) позволяет задать различные параметры триггеров провалов/выбросов. Клавиша **Dip/Swell Repetitions** (Повторы провалов/выбросов) определяет, сколько событий провалов/выбросов должно произойти, когда триггер находится в режиме External Trigger (One Shot) (Внешний триггер (однократный)). Команды **Copy** (Копировать) и **Paste** (Вставить) позволяют переносить текущие настройки на другие фазы прибора 6100В. Программными клавишами **Enable/Disable Waveshape** (Включить/Отключить форму сигнала) включается и выключается Dip/Swell (Провал/Выброс).



gdw19.bmp

Рис. 4-25. Программные клавиши верхнего уровня для выброса

Параметры формы сигнала

Начало провала/выброса можно установить на момент времени после задержки (в секундах) или на определенный фазовый угол. Все другие параметры можно установить в секундах или цикла. См. рисунок 4-26 и таблицу 4-1.



gdw20.bmp

Рис. 4-26. Программные клавиши формы провала

Таблица 4-1. Функции программных клавиш формы провала

Программная клавиша	Функция
Start On Delay	Пуск по истечении фиксированного временного интервала после внешнего триггера
Start on Phase Angle	Момент пуска определяется фазовым углом. <i>Примечание: чтобы обеспечить одновременность момента запуска на всех фазах, берется фазовый угол фазы L1 независимо от того, на какой фазе запрограммированы провалы.</i>
Start Delay or Angle	Установка выбранного значения для задержки или фазового угла.
Ramp In	Период нарастания
Period	Момент нахождения провала/выброса на заданного уровне
Ramp Out	Период спада
Change To	Значение, до которого доходит провал, в процентах от начального значения
End delay	Минимальный период до того, как станет возможно очередное срабатывание триггера.

Управление триггером

Существует три режима триггерного входа. См. рисунок 4-27.



gdw21.bmp

Рис. 4-27. Программные клавиши запуска провала

1. Свободный ход

Провал/выброс запускается внутренне, управляется параметрами настройки и повторяется бесконечно. В многофазной системе относительные моменты начала провалов каждой фазе могут быть непредсказуемыми, если продолжительность провала, включая все задержки, превышает 1 период. Иными словами, относительные фазы провалов на фазах L1, L2 и L3 могут меняться, поскольку параметры, от которых зависит продолжительность события провала, меняются, если выбран режим свободного триггера.

2. Внешний триггер (Однократный)

Провал/выброс запускается однократно внешним триггером, подключенным к входному разъему TRIGGER INPUT (ВХОД ТРИГГЕРА) на задней панели модели 6100В. Сигнал триггера должен быть ТТЛ-совместимым. Переход на нижний уровень приводит к тому, что триггер запускает первый из провалов/выбросов, заданных в настройках повторов провалов/выбросов. Триггер также можно запустить программной клавишей **Force Ext. Trigger** (Принудительный внешний триггер).

3. External Repetitive (Внешний повторяющийся)

Провал/выброс запускается единичным внешним низкоуровневым триггером, подключенным к разъему TRIGGER INPUT, и повторяется в свободном режиме, пока не будет остановлен в результате изменения любого из параметров провала/выброса.

Для управления внешним оборудованием предусмотрен выходной триггер. Сигнал этого триггера подается на разъем TRIGGER OUTPUT (ВЫХОД ТРИГГЕРА) на задней стороне корпуса прибора 6100B или 6101B и представляет собой провал или выброс. Выходной триггер может быть настроен как на тот же момент, что и входной (задержка 0 секунд), так и на задержку, заданную в поле Trigger Output (Выход триггера). Если выбран режим триггерного входа Free Running (Свободный ход) или External Repetitive (Внешний повторяющийся), то задержка выхода триггера должна быть меньше, чем общее время провала/выброса для генерируемого выходного сигнала триггера.

Если активен режим External Trigger (Внешний триггер), то нажатие программной клавиши **Force Ext. Trigger** приводит к срабатыванию триггера без внешнего сигнала на передней панели.

4-48. Flicker (Фликер)

Фликер представляет собой прежде всего явление, связанное с напряжением, но он предусмотрен в приборе 6100B и на канале тока. В следующих разделах описано меню Flicker (Фликер).

4-49. Определение

Повторяющееся изменение уровня сигнала (напряжения) в диапазоне, где оно физиологически воспринимается как мерцание (фликер). Интенсивность фликера определяется уровнем восприятия. Существуют кратковременный уровень восприятия, обозначаемый P_{st} (номинально 10 минут), и долговременный P_{lt} . Значения P_{st} действительны для напряжения 120 В и 230 В, 50 Гц и 60 Гц. Значения P_{st} с частотой модуляции, табулированной в документе IEC 61000-4-15, и иным значением $\Delta V/V$, являются допустимыми. В этом случае значение P_{st} пропорционально отношению табулированного и заданного значений $\Delta V/V$. Значения P_{st} ни в каком случае не применимы к каналу тока.

4-50. Доступ к разделу Flicker (Фликер)

Нажатием клавиши  перейдите в меню Waveform (Форма сигнала) и нажмите программную клавишу **Edit Flicker** (Редактировать фликер). Будут выведены программные клавиши фликера. На рисунке 4-28 показаны программные клавиши редактирования фликера.



Рис. 4-28. Программные клавиши фликера

gdw22.bmp

Примечание

Издание 2 стандарта для фликера IEC 61000-4-15 будет выпущено в 2010 или 2011 году. В модели 6100B предусмотрены значения P_{st} и P_{inst} для обеих поправок 2003 1,1; для групп разработчиков измерителей фликера; значения, пересматриваемые проектной группой для поправки к стандарту 2.0. Предлагаемая поправка 2.0 содержит ряд новых тестов измерителей фликера, которые в модели 6100B представлены как "расширенные" функции.

4-51. Характеристики модели 6100B

Исследование фликера распределено по двум группам функций: Basic Functions (Основные функции) и Extended Functions (Расширенные функции). В группе основных функций можно выбирать глубину и частоту прямоугольного и синусоидального сигнала, выбираемых для калибровки фликерметров при параметрах, определенных в документе IEC 61000-4-15. См. таблицу 4–2.

Таблица 4–2. Основные функции фликера

Функция		Пояснение
Задание диапазона		$\pm 30\%$ от заданного значения в пределах значений из диапазона ($60\% \Delta V/V$)
Форма огибающей при модуляции		Прямоугольная, квадратная или синусоидальная
Единицы модуляции:	Частота	От 0,05 Гц до 40 Гц
или	Изменений в минуту	от 1,0 CPM до 4800 CPM

Расширенные функции обеспечивают возможность проведения дополнительных измерений с искаженными формами сигнала и сочетаниями изменений частот, амплитуд и фазовых углов.

4-52. Основные настройки фликера

Выберите программную клавишу **Basic Functions** (Основные функции) в меню Flicker (Фликер) верхнего уровня. На панели Flicker имеется три секции. В секциях Modulation (Модуляция) и Waveform (Форма сигнала) отображаются характеристики формы сигнала. Панель Flicker severity (Интенсивность фликера) содержит значения P_{st} и P_{inst} , которые должны отображаться на измерителе фликера.

Параметры фликера могут быть заданы в пределах диапазонов, указанных в предыдущей таблице. Отметим, что единицы скорости изменения могут быть заданы как в единицах частоты (Hz - Гц), так и в числе изменений в минут (CPM). См. рисунки 4-30, 4-31 и 4-29.



Рис. 4-29. Основные программные клавиши фликера

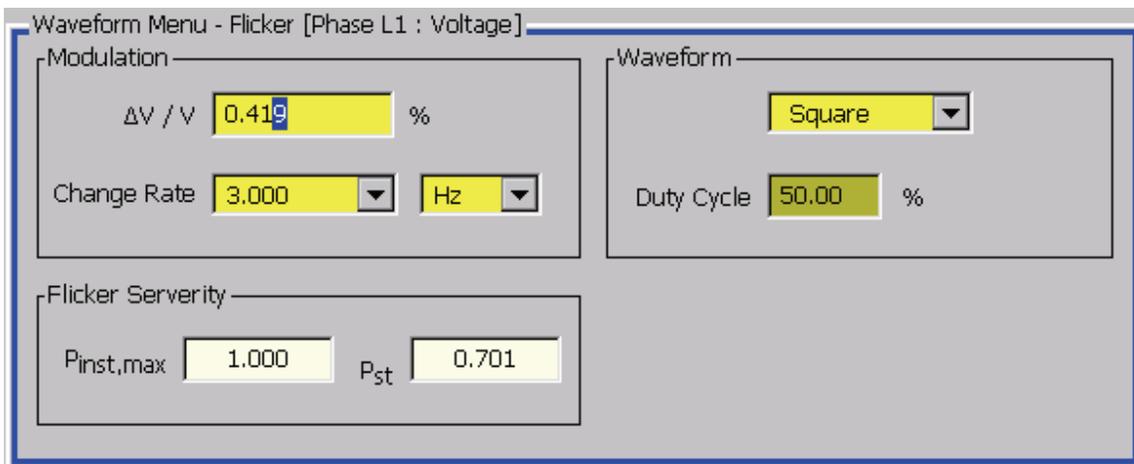
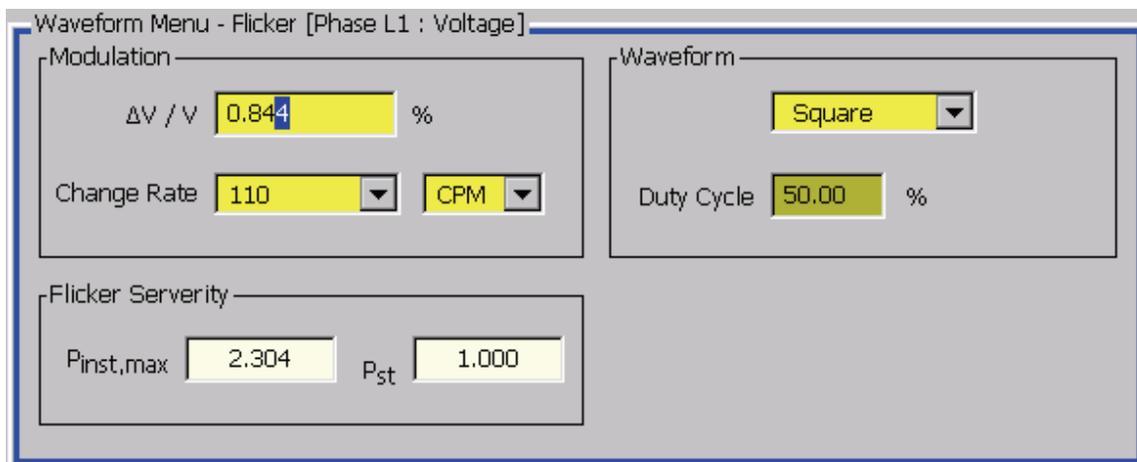


Рис. 4-30. Меню фликера (частота)



gdw24.bmp

Рис. 4-31. Меню фликера (число изменений в минуту)

P_{st} и P_{inst} не могут быть заданы непосредственно. P_{st} может быть задано только путем изменения таких параметров, как **$\Delta V/V$** , **Change Rate** (Скорость изменения) и **Waveform** (Форма сигнала), или путем изменения настроек напряжения или частоты канала. Параметр **Duty Cycle** (Продолжительность включения) не влияет на значение P_{st} .

Примечание

Значения $P_{inst,max}$ и P_{st} отмечены серым цветом (неактивны), в соответствии с тем, что комбинации параметров **$\Delta V/V$** , **Change Rate** и **Waveform** недействительны для настроек напряжения или частоты канала.

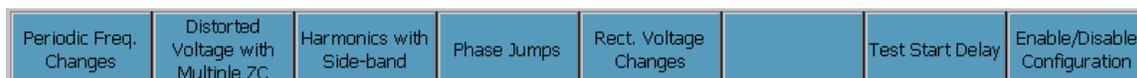
При помощи программной клавиши **Enable/Disable Waveshape (Включить/Отключить форму сигнала)** на верхнем уровне программных клавиш фликера эта функция включается или выключается в меню Waveform (Форма сигнала). Возможен и другой способ: использовать программную клавишу **Enable/Disable Flicker** (Включить/Отключить фликер) в меню Output (Выход). См. рисунок 4-28.

4-53. Настройка расширенных функций фликера

Примечание

Расширенные функции доступны только для основных частот 50 Гц и 60 Гц и настроек каналов напряжения 120 В или 230 В.

Выберите программную клавишу **Extended Functions** (Расширенные функции) в меню Flicker (Фликер) верхнего уровня. См. рисунок 4-28. Выберите функцию **Extended Flicker** (Расширенные функции фликера) из отображаемых программных клавиш. Будут выведены программные клавиши расширенных функций фликера. См. рисунок 4-32.



gdw26.bmp

Рис. 4-32. Программные клавиши расширенных функций фликера

В последующих разделах детально описаны расширенные функции.

4-54. Периодические изменения частоты

Функция фликера с периодическими изменениями частоты, см. рисунок 4-33, обеспечивает фиксированный шаблон изменений каждые 4 секунды. Частоты идут с шагом $\pm 0,25$ Гц с каждой стороны от основной частоты, а приращения напряжения составляют 1,2 В в зависимости от напряжения и настроек основной частоты. Необходимо отметить, что в многофазной системе изменения частоты $\pm 0,25$ Гц будут иметь место на каждой фазе. Изменения напряжения будут происходить только на выбранных каналах напряжения. См. таблицу 4-3.

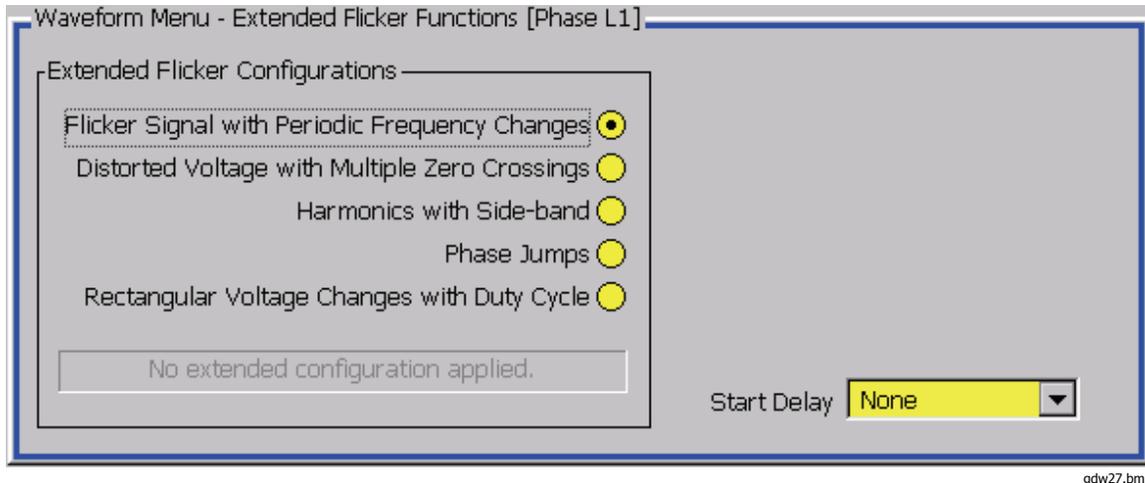


Рис. 4-33. Комбинированные изменения частоты и напряжения

Таблица 4-3. Периодические изменения частоты

120 В			230 В		
Основная частота (Гц)	Изменение частоты (Гц)	Изменение напряжения (В)	Основная частота (Гц)	Изменение частоты (Гц)	Изменение напряжения (В)
60	59,75	120,000	50	49,75	230,000
	60,25	119,266		50,25	228,812
50	49,75	120,000	60	59,75	230,000
	50,25	119,270		60,25	228,805

Наблюдаемое значение $P_{inst,max}$ должно быть равным 1,00.

4-55. Искажения напряжения с многократными переходами через ноль

Функция фликера Distorted Voltage with Multiple Zero Crossings (Искажения напряжения с многократными переходами через ноль), см. рис.4-34, состоит в выводе сигнала основной частоты с добавлением 12 "нечетных" гармоник. Фазовый угол гармоник составляет 180°. См. таблицу 4–4 и таблицу 4–5.

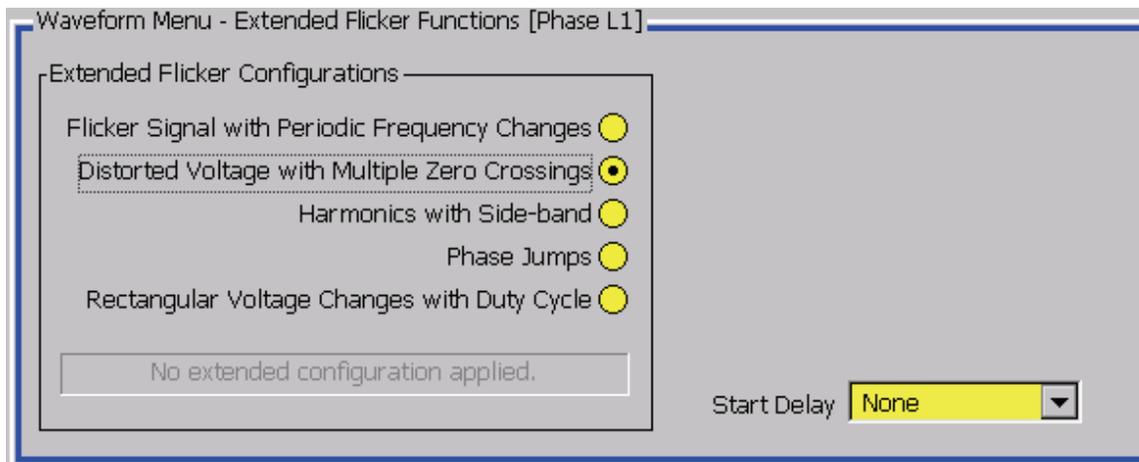


Рис. 4-34. Искажения напряжения с многократными переходами через ноль

Таблица 4–4. Фликер с искажениями напряжения с многократными переходами через ноль

Порядок гармоник	3	5	7	9	11	13	17	19	23	25	29	31
В процентах от основной	5	6	5	1,5	3,5	3,0	2,0	1,76	1,41	1,27	1,06	0,97

Сигнал имеет синусоидальную модуляцию с частотой 8,8 Гц с глубиной модуляции, зависящей от сочетания напряжения и основной частоты.

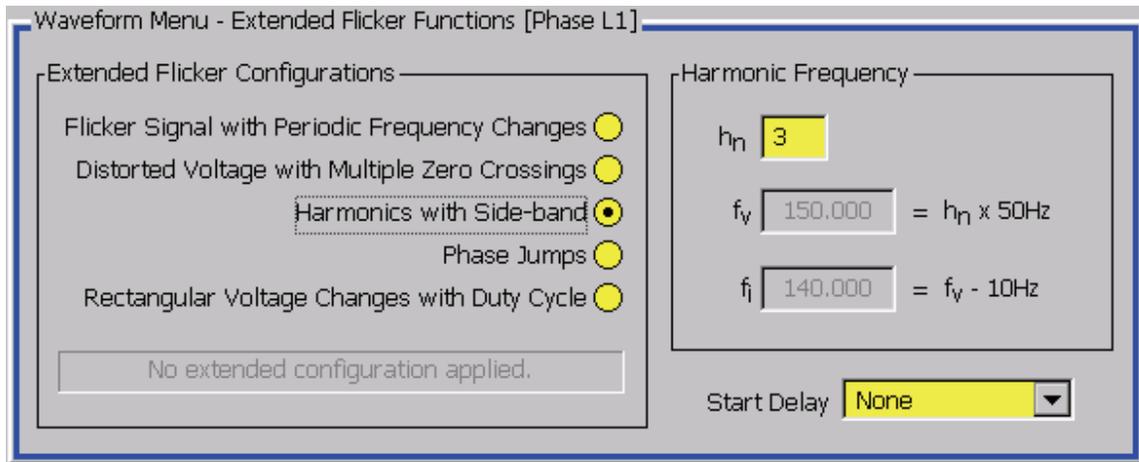
Таблица 4–5. Флуктуация напряжения

230 В		120 В	
Основная частота (Гц)	Напряжение Флуктуация %	Основная частота (Гц)	Флуктуация напряжения %
50	0,250	60	0,321
60	0,250	50	0,321

Наблюдаемая величина $P_{inst-max}$ должна быть равна 1,00.

4-56. Гармоники в боковой полосе частот

Функция фликера Harmonics with Side Bands (Гармоники в боковой полосе частот), см. рис. 4-35, позволяет изучать входную полосу частот измерителя фликера. Форма сигнала с основной частотой модулируется двумя частотами одновременно. Обе частоты имеют одну и ту же амплитуду.



gdw29.bmp

Рис. 4-35. Гармоники в боковой полосе частот

При вводе номера гармоники (h_n) задается частота гармоники (f_v) как кратное основной частоты. См. таблицу 4–6.

Применяется также модуляция с частотой интергармоники $f_i = f_v - 10$ Гц.

Например:

основная частота = 50 Гц,
 $h_n = 7, f_v = 50 * 7 = 350$ Гц,
 $f_i = 350 - 10 = 340$ Гц.

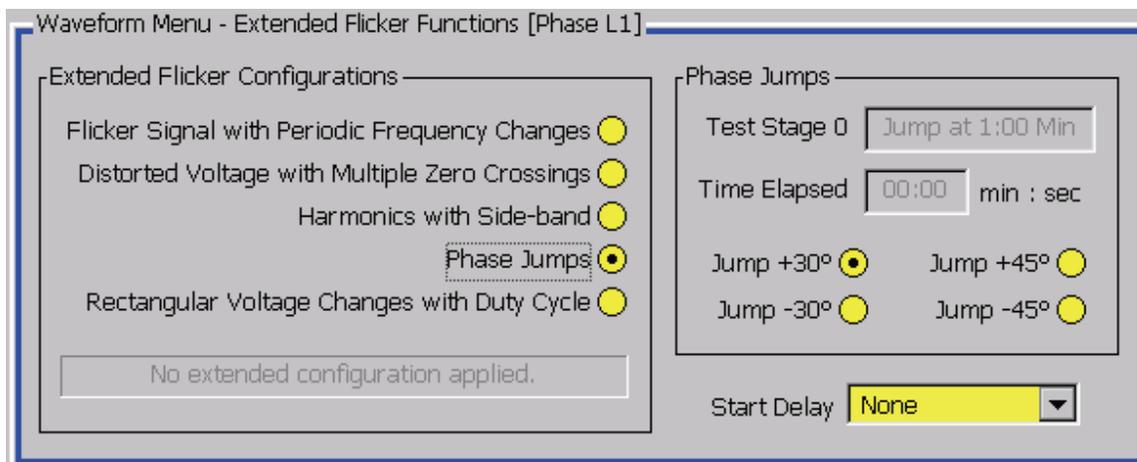
Таблица 4–6. Гармоники в боковой полосе частот

120 В			230 В		
Основная частота (Гц)	Начальные частоты (Гц)	Амплитуда на частоте модуляции (В)	Основная частота (Гц)	Изменение частоты (Гц)	Изменение напряжения (В)
60	170 & 180	4,126	50	140 & 150	3,611
50	140 & 150	4,126	60	170 & 180	3,611

Входная ширина полосы измерителя фликера представляет собой максимальную частоту f_v , на которой $P_{inst,max}$ равно 1,00.

4-57. Скачки фазы

Функция фликера Phase Jumps (Скачки фазы), см. рис. 4-36, вызывает ряд скачков фазы канала напряжения в течение 10-минутного периода. Скачки фазы происходят при пересечении нуля в сторону положительных значений через 1 минуту, 3 минуты, 5 минут, 7 минут и 9 минут после завершения переходного периода. Направление скачка фазы и его величина задаются оператором в начале последовательности. В таблице 4–7 показаны ожидаемые P_{st} для различных сочетаний напряжения, частоты и скачка фазы.



gdw30.bmp

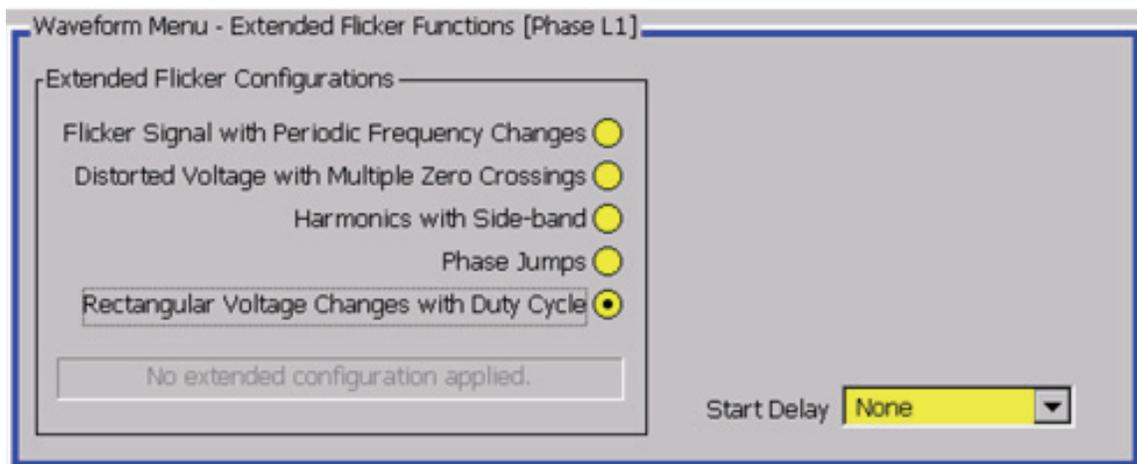
Рис. 4-36. Скачки фазы

Таблица 4–7. Скачки фазы

Угол скачка фазы, Δφ	120 В, 60 Гц (P _{st})	230 В, 50 Гц (P _{st})	120 В, 50 Гц (P _{st})	230 В, 60 Гц (P _{st})
±30 °	0,587	0,913	0,706	0,760
±45 °	0,681	1,060	0,819	0,882

4-58. Прямоугольные изменения напряжения с продолжительностью 20 %

Функция фликера Rectangular Voltage Changes with 20 % Duty Cycle (Прямоугольные изменения напряжения с продолжительностью 20 %), как показано на рис. 4-37, периодически добавляет прямоугольную модуляцию в течение 12 секунд каждые 60 секунд. Выходное напряжение немодулировано в течение оставшихся 48 секунд каждого периода. Глубина модуляции показана в таблице 4–8.



gdw31.bmp

Рис. 4-37. Прямоугольные изменения напряжения с продолжительностью 20 %

Таблица 4–8. Прямоугольные изменения напряжения с продолжительностью 20 %

230 В		120 В	
Основная частота (Гц)	Флуктуация напряжения %	Основная частота (Гц)	Флуктуация напряжения %
50	1,418	60	2,126
60	1,480	50	2,017

Наблюдаемое значение $P_{ст}$ должно быть равно 1,00.

4-59. Копирование и вставка

В каждом меню формы сигнала имеются программные клавиши **Copy** (Копировать) и **Paste** (Вставить) на верхнем уровне.

4-60. Copy (Копировать)

При нажатии клавиши **Copy** (Копировать) копия текущего активного меню волновой функции помещается в буфер. Содержимое буфера перезаписывается на новое при каждом нажатии клавиши **Copy** (Копировать). При отключении питания содержимое буфера пропадает.

4-61. Paste (Вставить)

Команда Paste (Вставить) позволяет копировать настройки из буфера в другой канал, если активное меню Waveform Menu (Форма сигнала) того же типа. Нельзя копировать из канала тока в канал напряжения.

При выполнении команды Paste (Вставить) все данные активного меню Waveform Menu (Форма сигнала) стираются.

В разделах гармоник и флуктуаций меню Waveform Menu (Форма сигнала) содержатся общие данные о гармониках, поэтому вставка данных о гармониках обновит данные, используемые в другом канале, т.е. если вставить данные раздела Harmonic (Гармоника) в другой канал, будут также вставлены настройки модуляции.

4-62. Опция измерения энергии

В настоящем разделе описана опция для измерения энергии для прибора 6100В.

4-63. Общая характеристика

Измерительные приборы вырабатывают последовательность импульсов, частота которых пропорциональна мощности на входных клеммах напряжения и тока. Общее число импульсов соответствует переданной энергии. В модели 6100В имеется шесть импульсных входов, которые можно настроить на комбинации проверяемых и эталонных измерительных приборов. Данный прибор также обеспечивает выходной поток импульсов, представляющий собой расчетную теоретическую выходную мощность системы, для обеспечения "идеального" опорного потока импульсов. Для переключения внешнего оборудования в ходе измерения или для электронного управления длительностью измерения со стороны пользователя предусмотрен стробирующий сигнал. Разъемы Energy Pulse Output (Выход импульсов энергии) и Energy Gate In/Out BNC (Вход/выход строб-импульса измерения энергии BNC) находятся на задней панели прибора.

4-64. Принцип действия

К клеммам тока и напряжения прибора 6100В подключены одно или несколько проверяемых устройств. Проводится измерение, которое включает в себя подсчет числа импульсов, полученных за определенный период. Результат сравнивается с теоретическим значением объема поставленной энергии или с опорным источником, подключенным параллельно проверяемому устройству. Продолжительность измерения задается каким-либо предельным условием, например, временем, величиной поставленной энергии, или энергии, накопленной с какого-либо из проверяемых устройств или канала эталонного измерительного прибора (выражается в единицах энергии или в числе импульсов). Входные каналы могут комбинироваться, чтобы позволить устанавливать до трех эталонных измерительных устройств с усреднением или суммированием результатов.

4-65. Ограничения

Прибор 6100В является высокоточным эталонным источником независимых напряжения и тока и фантомной мощности. В отличие от источников питания, прибор 6100В имеет цепь обратной связи, обеспечивающую требуемую форму сигнала. Нагрузки с высокой нелинейностью, например, источники питания электронных измерительных приборов, нарушают способность моделей 6100В и 6101А поддерживать требуемое состояние на выходе. Попытка обеспечить подачу мощности с линии на счетчики электроэнергии с прибора 6100В может привести к тому, что выход 6100В окажется заблокированным или неточным. Необходимо обязательно подключать вспомогательный источник энергии счетчика к подходящему внешнему источнику питания. Выходные характеристики модели 6100В приведены в Главе 1.

Расчетная теоретическая выходная мощность модели 6100В соответствует синусоидальному режиму и режиму с гармониками. При добавлении фликера, провалов, флуктуирующих гармоник или интергармоник снижается точность расчета выходной мощности и, как следствие, повышается расчетная ошибка для проверяемого прибора. Если используется эталонный измерительный прибор, то погрешность измерения зависит от характеристик эталонного прибора для несинусоидального или амплитудно-модулированного входного сигнала. Отрицательная мощность подсчитывается без учета знака. Пользователь должен учитывать конкретные обстоятельства, применение и схему подключения.

4-66. Подготовка к использованию опции измерения энергии

Задайте требуемые для измерения комбинации выходных напряжений и токов на L1 (а также L2 и L3). Обратитесь к Главам 3 и 4 за инструкциями по работе с передней панелью. Активируйте канал который будет использоваться, но не включайте выход.

Для входа в режим замера энергии перейдите в меню Waveform (Форма сигнала). Нажимайте **ESC** до появления меню программных клавиш, показанного на рисунке 4-38.



gdw35.bmp

Рис. 4-38. Верхний уровень меню формы сигнала

Нажмите программную клавишу **Energy Counting** (Подсчет энергии) для входа в режим измерения энергии.

На рисунке 4-39 показан интерфейс, который накладывается на меню Waveform (Форма сигнала).

Output Menu

L1	V	110.000 V, 0.000 Degrees	Enabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	0.500000 A, 0.000 Degrees	Enabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L2	V	110.000 V, -120.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	0.500000 A, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
L3	V	110.000 V, 120.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I	0.500000 A, 0.000 Degrees	Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
N	V		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip
	I		Disabled	Sine	Fluct	Inter	Flick	Dip

Global Settings Menu

Range: 33 - 66Hz
 Frequency: 60.0 Hz
 Line Locking: Lock
 V: Absolute RMS
 I: Absolute RMS
 P: Budeanu

Watts: 55.000
 VA: 55.000
 W/VA (pf): 1.000
 VAR: 0.000
 D: 0.000

V. Unbalance (NEMA): 0.00%

Output 'On' Soft Start:
 Ramp Period: 0 s

Energy Menu - Counted/Timed Mode (Test Running)

Counted/Timed Mode
 Accumulated Energy: % Error
 Elapsed Test Time: 0000:01:44.6
 Remaining Test Time: 0000:08:15.5

MUT	Real Power	Measured Energy	Reference	Applied Energy	% Error
Channel 1	360.00 W	8.8607 Wh	Mean All	8.4975 Wh	4.274%
Channel 2	360.00 W	8.6296 Wh	Mean All	8.4975 Wh	1.554%
Channel 3	360.00 W	8.6163 Wh	Mean All	8.4975 Wh	1.398%
Channel 4	360.00 W	8.6291 Wh	Mean All	8.4975 Wh	1.548%
Channel 5	360.00 W	7.6203 Wh	Mean All	8.4975 Wh	-10.323%
Channel 6	360.00 W	8.6117 Wh	Mean All	8.4975 Wh	1.548%

Ready.

Select Mode | Select Display Format | Select Error Calculation | Abort Test | Configure Mode Settings | Configure Meter Constants

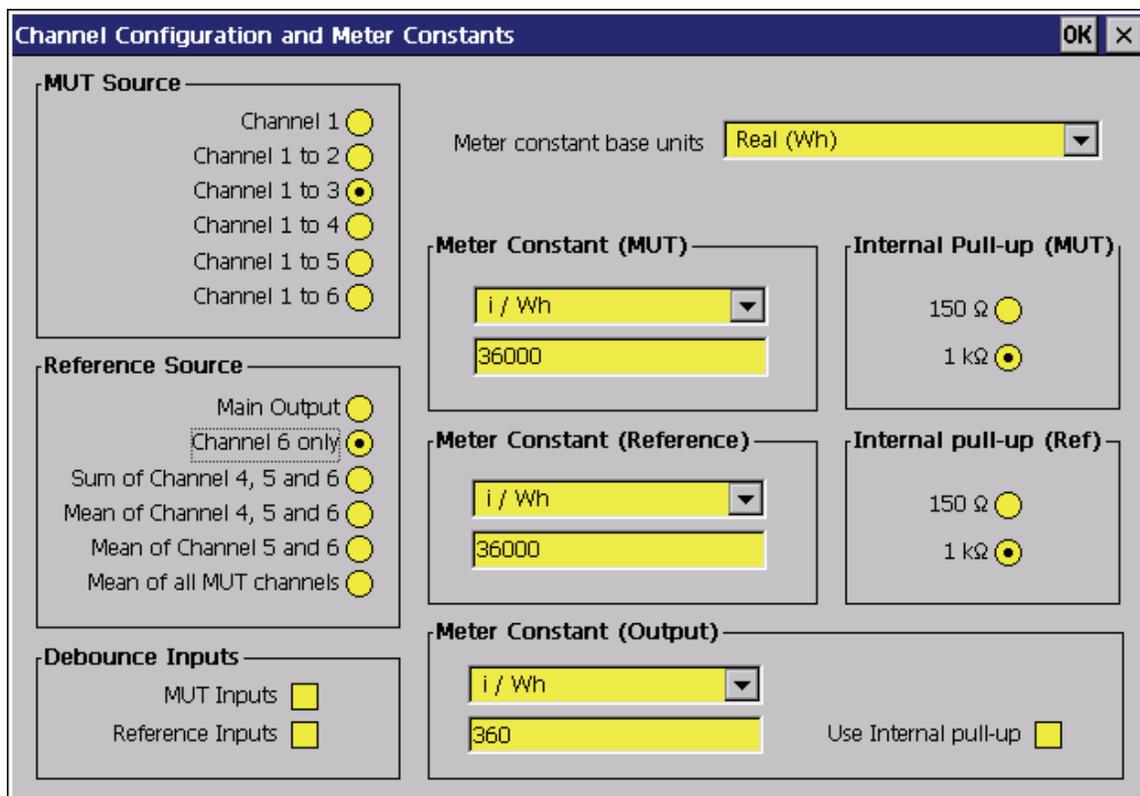
Рис. 4-39. Режим измерения энергии

gdw36.bmp

Каждая строка на экране относится к определенному каналу проверяемого устройства. На экране слева направо показаны номер канала, мгновенная мощность для этого канала, энергия, полученная с этого канала с момента начала прогрева или измерения, эталонный источник, по отношению к которому вычисляется ошибка, энергия, полученная с этого эталонного источника за период измерения проверяемого устройства, а также расчетная ошибка проверяемого устройства по отношению к эталону.

4-67. Конфигурация входных каналов и постоянной счетчика

Систему необходимо сначала настроить в соответствии с настройками проверяемого прибора и эталонного измерительного прибора. Нажмите программную клавишу **Configure Meter Constants** (Настройка констант измерительного прибора) для перехода к опциям настройки. См. рисунок 4-40.



gdw37.bmp

Рис. 4-40. Конфигурация входных каналов и постоянной счетчика

4-68. Подключите проверяемый и эталонный измерительные приборы.

Подключите проверяемый прибор к каналам, начиная с канала с наименьшим номером, и далее по порядку увеличения. Например, три проверяемых прибора подключаются к каналам 1, 2 и 3. Если используются эталонные измерительные приборы, их необходимо подключать начиная с канала с наибольшим номером, и далее по порядку уменьшения. Например, единственный эталонный прибор подключается к каналу 6. Выберите из списка в левой части диалогового окна конфигурации необходимую комбинацию проверяемых и эталонных измерительных приборов. Если в качестве эталона выбран Main Output (Основной выход), то проверяемый прибор будет сравниваться с теоретическим значением выходной энергии системы. Если в качестве эталонного значения используется сумма по каналам 4, 5 и 6, то корректные эталонные входы необходимо подавать на все три эталонных канала. Использование менее чем трех входов может привести к тому, что продолжительность измерения будет завышена на один отсчет.

Для предотвращения некорректного подсчета можно применить на входах противодребезговую защиту сигнала. На входе с противодребезговой защитой быстрые изменения этого сигнала учитываться не будут. Противодребезговую защиту не следует использовать, если ожидаемые частоты импульсов входного сигнала превышают 100 Гц.

4-69. Тип энергии

Необходимо указать тип измеряемой энергии: активная (Вт-ч), эффективная (ВА-ч) или реактивная (вар-ч). Это должно соответствовать настройкам проверяемого и эталонного измерительных приборов. Затем необходимо задать постоянную счетчика. Имеется одно значение для всех проверяемых приборов и одно для всех эталонных.

Отметим, что прибор предоставляет на выбор различные способы определения реактивной мощности для несинусоидального выходного сигнала. В опциональном блоке измерения энергии 6100В для расчета ошибок всегда используется метод Будеану, если эталоном является основной выход. Если в качестве эталонного берется внешний эталонный измерительный прибор, расчеты будут зависеть от метода, используемого в эталонном приборе.

4-70. Внутренние нагрузочные сопротивления

На каждой группе входов (проверяемые и эталонные приборы) может быть нагрузочное сопротивление 150 Ω либо 1 к Ω , внутреннее по отношению к 6100В. При выборе высоких частот импульсов рекомендуется выбирать 150 Ω .

4-71. Постоянная счетчика импульсного выхода и нагрузочный резистор

Можно задать значение, которое будет определять эффективную постоянную счетчика для разъема Pulse Out (Импульсный выход). Когда идет измерение энергии, этот выход представляет собой поток импульсов, отражающих полную мощность и энергию активных выходов V/I всех приборов 6100В, входящих в систему.

Для разъема Energy Pulse Output (Импульсный выход измерения энергии) предусмотрено выбираемое пользователем внутреннее нагрузочное сопротивление. Флажком **Use Internal Pull-up** (Использовать внутреннее нагрузочное сопротивление) можно выбирать и отменять его. Флажок нагрузочного сопротивления должен оставаться снятым, кроме случаев, когда устройство, подсоединенное к выходу Energy Pulse Output, не имеет собственного нагрузочного сопротивления.

4-72. Проведение измерения

Нажмите **ENTER**, чтобы принять вновь заданные значения, или **ESC**, чтобы отменить все изменения.

Нажатием **OPER** запускается измерение. В этот момент основные выходные клеммы напряжения и тока становятся активными. Пользователь не может нажатием **ESC** уйти с экрана Energy (Энергия), если измерение активно. Для прекращения измерения нажмите **STBY**.

Во время измерения на экране Energy (Энергия) выводятся строки чисел, соответствующих пользовательской конфигурации каналов. Выводятся частота импульсов и их полное число, выраженные либо в единицах мощности и энергии, либо в единицах частоты и числа, в зависимости от выбора единиц Display Units (Отображаемые единицы). Накопленное суммарное значение сравнивается с заданным эталонным источником и выводится ошибка или процент показаний счетчика. Эти выводимые параметры можно изменить "на лету", нажав соответствующую программную клавишу для активации поля списка и изменения значения при помощи курсора. Выводятся также прошедшее и оставшееся время измерения (если оно известно). Оставшееся время может быть оценкой для некоторых комбинаций режимов.

4-73. Режимы измерения

В нормальных эксплуатационных условиях все основные выходы 6100В выключаются по завершении измерения. Если проверяемый и эталонный измерительные приборы используют прибор 6100В в качестве источника питания, они могут потерять свою конфигурацию, если между измерениями напряжение будет отключено. Если выбрано **Maintain Voltage Signal On Completion** (Сохранять напряжение по завершении) в режиме **Counted/Timed, Gated or Packet** (Счетчик/Таймер, Стробированный или пакетный), то токовые выходы будут отключены, но выходы напряжения останутся включенными.

Предупреждение!

Если выбрана опция "Maintain Voltage Signal On Completion" (Сохранять напряжение по завершении), то после завершения измерения на выходных клеммах напряжения будет высокое напряжение. При работе в этих условиях необходимо соблюдать осторожность.

Программной клавишей **Abort Test** (Прекратить измерение) можно прекратить активную последовательность измерений. Если выбрано **Maintain Voltage Signal on Completion** (Сохранять напряжение по завершении), то токовые выходы будут отключены, но выходы напряжения останутся включенными.

Программной клавишей **Abort Test** (Прекратить измерение) можно прекратить активную последовательность измерений. Если выбрано **Maintain Voltage Signal on Completion** (Сохранять напряжение по завершении), то токовые выходы будут отключены, но выходы напряжения останутся включенными.

При нажатии  будут отключены все выходы независимо от этой настройки. Для запуска нового измерения нажмите .

Примечание

Хотя настройки меню выхода, общие настройки и параметры энергии можно изменить, если активна установка "Сохранять напряжение", нельзя редактировать настройки явления без предварительного нажатия  (режим ожидания).

Доступны четыре режима измерения. Для изменения режима нажмите программную клавишу **Select Mode** (Выбрать режим), затем прокрутите циклически доступные режимы при помощи клавиш вверх/вниз. В каждом случае параметры измерения можно изменить в диалоговом окне настройки для выбранного режима, нажав программную клавишу **Configure Mode** (Настроить режим).



gdw38.bmp

Рис. 4-41. Программные клавиши верхнего уровня для опции измерения энергии

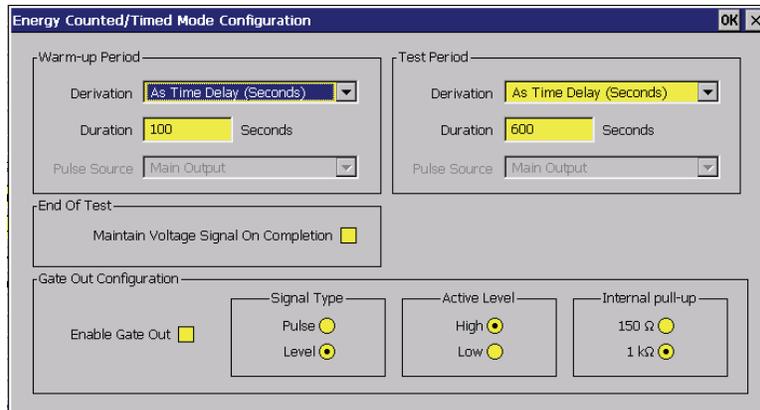
4-74. Свободный режим

В режиме Free Run (Свободный режим) мощность подается на проверяемое устройство, а подсчет ведется по импульсам, полученным с каждого из них. Измерение продолжается, пока оно не будет остановлено оператором. Этот режим предназначен только для приблизительного сравнения мощностей и может использоваться, например, для контроля проверяемого прибора в ходе настройки, или для проверки на дрейф.

4-75. Режим Счетчик/Таймер

Назначение режима Counted/Timed (Счетчик/Таймер) состоит в том, чтобы позволить проводить измерения, когда оба устройства - и 6100B, и проверяемое - полностью стабилизированы после прогрева, а выходные параметры прибора 6100B установились после включения. Минимальное время прогрева составляет 2 секунды. См. рисунок 4-42.

В этом режиме работа делится на 2 периода - прогрев и измерение. Источник питания подключается к проверяемому прибору немедленно при нажатии клавиши OPER, однако сравнение подсчетов, входящих в результат, не начинается до истечения заданного времени прогрева. Оба времени - и прогрева, и продолжительность измерения - можно задать свободно в единицах времени, энергии или числа импульсов на любом сконфигурированном канале.



gdw39.bmp

Рис. 4-42. Конфигурация режима Счетчик/Таймер

Если время прогрева задано в единицах энергии или периодах импульсов, то важно убедиться, что заданная продолжительность соответствует по меньшей мере 2 секундам, чтобы обеспечить адекватное завершение процессов установления на основном выходе.

Если длительность задана через энергию, получаемую с каналов проверяемого или эталонного приборов, то система накопит по меньшей мере указанное количество энергии на заданном канале (заданных каналах) к следующему целому периоду импульсов. Допускаются только целые периоды импульсов. Один период импульса представляет собой длительность между двумя импульсами с проверяемого или эталонного прибора. Если оба времени - и прогрева, и измерения - заданы в импульсах с одного и того же источника, то последний импульс времени прогрева считается как первый импульс времени измерения. Если для задания продолжительности измерения используется время, то оно должно охватывать не менее одного периода импульсов, в противном случае результаты измерений не будут иметь смысла.

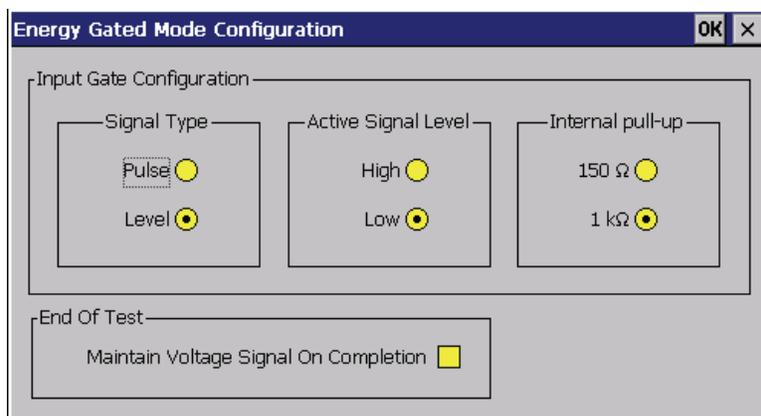
При желании можно активировать сигнал Gate Output (Выходной строб-импульс). Это будет действительно в течение всего времени текущего измерения (а не прогрева или установления). Строб-импульс может состоять из сигнала заданной длительности, или начального и конечного импульсов, и может быть с высоким или низким активным уровнем.

В режиме Counted/Timed (Счетчик/Таймер) измерения по шкалам проверяемого и эталонного приборов могут превысить результат, даваемый опцией измерения энергии прибора 6100В. Это нормальное явление, связанное с переходными процессами и прогревом, входящими в процесс измерения. Действительная продолжительность измерения и показания счетчика для достижения отображаемого результата являются точными.

4-76. Ждущий режим

В режиме Gated Mode (Ждущий режим) разъем Energy Gate (Строб-импульс энергии) на задней панели становится входом. При нажатии  мощность подается на проверяемый прибор. Будут выполнены подсчет энергии и расчет погрешности, однако пока строб-импульс не станет активным, будет считаться, что идет период прогрева. С момента активации строб-импульса счетчик сбрасывается и начинается истинное измерение. Измерение завершается и выход прибора 6100В отключается, когда строб-импульс становится неактивным.

Если период между первой подачей мощности на измеряемый прибор и активацией строб-импульса превышает 2 секунды, то погрешность режима Gated (ждущего режима) та же самая, что и для режима Counted/Timed (Счетчик/Таймер). См. рисунок 4-43.



gdw40.bmp

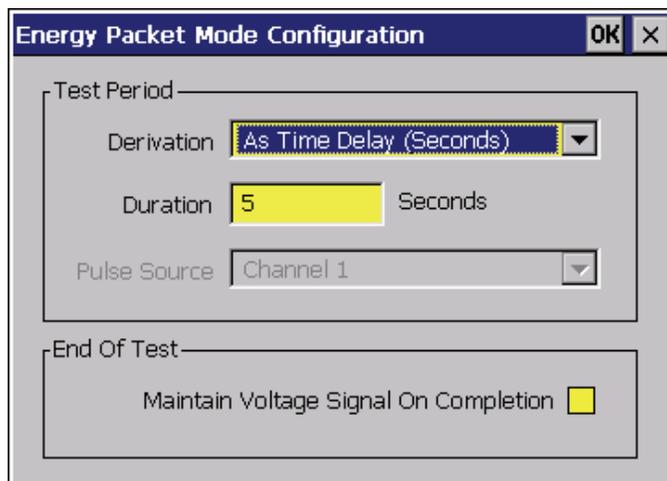
Рис. 4-43. Конфигурация в ждущем режиме

Входной строб-импульс может представлять собой пару импульсов или изменение уровня. В случае импульсов по первому из них начинается измерение, по второму завершается. В случае изменения уровня период измерения соответствует периоду, уровень импульса соответствует активному. Полярность строб-импульса можно установить на активацию по верхнему или нижнему уровню.

В ждущем режиме измерения по шкалам проверяемого и эталонного приборов могут превысить результат, даваемый опцией измерения энергии прибора 6100B. Это объясняется тем, что отсчет будет увеличиваться в период до активации строб-импульса. Отсчет, который выводится на приборе 6100B, в точности соответствует импульсам, полученным в период активности строб-импульса.

4-77. Пакетный режим

В режиме Packet Mode (Пакетный режим) мощность с клемм основного выхода подается в течение такого времени, чтобы обеспечить заданную величину переданной энергии. Этот подход имеет то преимущество, что увеличение отсчета на проверяемом приборе хорошо соответствует ожидаемой величине, в противоположность другим режимам, где есть время прогрева и установления. См. рисунок 4-44.



gdw41.bmp

Рис. 4-44. Конфигурация в пакетном режиме

Величина "пакета" энергии будет неточной ввиду времен переключения, роста и установления на основном выходе. Если в меню Global Settings (Общие настройки) активна функция **"Output "On" Soft Start"** (Плавный пуск при включении выхода), то сбой синхронизации может оказаться значительным. Тогда влияние ошибок снижается вследствие увеличения времени измерения.

4-78. Дистанционное управление опцией измерения энергии

Команды дистанционного управления приводятся в Главе 5.

Чтобы начать отсчет при помощи Energy Option, ее панель состояния должна быть выведена на прибор 6100B, если отображается другая панель определения формы сигнала, будет активирована только выходная мощность, а не счетчик/таймер энергии. Для обеспечения правильной работы рекомендуется, чтобы команда с дерева "ENERgy" была последней, поданной перед ":OUTPut ON"; любая команда с этого дерева подсистемы приведет к выводу экрана статуса энергии.

Примечание

Некоторые команды необходимо подавать в определенном порядке, что при необходимости будет указано.

Глава 5

Дистанционное управление

	Наименование	Страница
5-1.	Введение	5-5
5-2.	Использование порта IEEE-488 для дистанционного управления...	5-5
5-3.	Программируемые опции.....	5-5
5-4.	Коды возможностей.....	5-6
5-5.	Адреса шины	5-7
5-6.	Ограниченный доступ	5-7
5-7.	Подключения.....	5-7
5-8.	Работа через интерфейс IEEE 488	5-8
5-9.	Общие сведения.....	5-8
5-10.	Условия работы	5-8
5-11.	Программный переход к локальному управлению (GTL или REN "ложно")	5-9
5-12.	Сброс устройства.....	5-9
5-13.	Уровни сброса.....	5-9
5-14.	Обмен сообщениями.....	5-10
5-15.	Модель IEEE 488.2	5-10
5-16.	Подсистема прибора STATUS	5-10
5-17.	Входящие команды и запросы	5-11
5-18.	Функции и возможности прибора.....	5-11
5-19.	Исходящие ответы.....	5-12
5-20.	Ошибка запроса	5-12
5-21.	Запрос функций (RQS).....	5-12
5-22.	Причины запроса функций.....	5-12
5-23.	RQS в модели IEEE 488.2	5-12
5-24.	Получение информации о состоянии устройства.....	5-13
5-25.	Определенные стандартом функции IEEE 488 и SCPI	5-13
5-26.	Сводная информация о статусе и SRQ.....	5-14
5-27.	Условия регистра событий	5-14
5-28.	Доступ через прикладную программу.....	5-14
5-29.	Основы стандарта IEEE 488.2 для отчетов о статусе приборов	5-15
5-30.	Модель IEEE 488.2	5-15
5-31.	Модельная структура прибора	5-16
5-32.	Регистр разряда события.....	5-16
5-33.	Чтение регистра разряда события.....	5-17
5-34.	Регистр запроса активации функций.....	5-17
5-35.	Считывание регистра запроса активации функций	5-17
5-36.	Определенный в IEEE 488.2 Регистр состояния событий	5-17
5-37.	Регистр активации состояния стандартных событий	5-19

5-38.	Чтение регистра разрешения стандартных событий	5-20
5-39.	Очередь ошибок	5-20
5-40.	Отчет о статусе прибора - Элементы SCPI.....	5-20
5-41.	Данные общего характера.....	5-20
5-42.	Регистры состояния SCPI	5-20
5-43.	Состояния SCPI, подлежащие учету.....	5-21
5-44.	Язык программирования SCPI.....	5-21
5-45.	Команды и синтаксис SCPI.....	5-22
5-46.	Краткое изложение команд SCPI	5-22
5-47.	Сводка команд для энергии	5-29
5-48.	Подробные сведения о командах подсистемы калибровки.....	5-30
5-49.	Подробные сведения о командах подсистемы выхода	5-32
5-50.	Подробные сведения о командах подсистемы входа.....	5-34
5-51.	Подробные сведения о командах подсистемы источника	5-34
5-52.	Общие команды.....	5-34
5-53.	Значения мощности	5-35
5-54.	Настройка напряжения	5-38
5-55.	Постоянный ток и гармоники	5-39
5-56.	Флуктуирующие гармоники	5-41
5-57.	Промежуточные гармоники	5-42
5-58.	Провал	5-42
5-59.	Фликер.....	5-44
5-60.	Подсистема дополнительных функций фликера.....	5-45
5-61.	Состояние дополнительных функций фликера.....	5-45
5-62.	Конфигурирование сигнала	5-45
5-63.	Выбор гармоники в боковой полосе частот.....	5-46
5-64.	Выбор угла скачка фазы	5-46
5-65.	Выбор времени установления скачка фазы	5-46
5-66.	Отчет об этапе скачка фазы.....	5-46
5-67.	Отчет о времени после начала скачков фазы	5-47
5-68.	Текущая настройка.....	5-47
5-69.	Гармоники.....	5-49
5-70.	Флуктуирующие гармоники	5-50
5-71.	Промежуточные гармоники	5-51
5-72.	Провал	5-52
5-73.	Фликер.....	5-53
5-74.	Подробные сведения о командах подсистемы статуса.....	5-55
5-75.	Подробные сведения о командах подсистемы системы	5-57
5-76.	Подробные сведения о командах подсистемы единиц	5-58
5-77.	Дистанционное управление опцией измерения энергии.....	5-59
5-78.	Набор команд SCPI.....	5-59
5-79.	Режим работы	5-59
5-80.	Поддержание напряжения при измерении энергии	5-60
5-81.	Единицы энергии.....	5-60
5-82.	Представление результатов	5-60
5-83.	Результаты.....	5-61
5-84.	Выходной строб-импульс	5-61
5-85.	Входной строб-импульс.....	5-62
5-86.	Дерево последовательности прогрева.	5-62
5-87.	Длительность прогрева	5-62
5-88.	Источник импульсов при прогреве.....	5-63
5-89.	Дерево последовательности измерений	5-64
5-90.	Продолжительность измерения.....	5-64
5-91.	Источник импульсов при измерении.....	5-64
5-92.	ENERgy: ABORt	5-65

5-93.	Дерево проверяемых приборов	5-65
5-94.	Постоянная счетчика проверяемого прибора	5-65
5-95.	Единицы постоянной счетчика проверяемого прибора.....	5-65
5-96.	Противодребезговый входной фильтр	5-66
5-97.	Источник проверяемого прибора	5-66
5-98.	Внутреннее сопротивление проверяемого прибора	5-66
5-99.	Дерево эталонного прибора	5-66
5-100.	Противодребезговый входной фильтр	5-66
5-101.	Постоянная счетчика эталонного прибора.....	5-66
5-102.	Единицы постоянной счетчика эталонного прибора	5-66
5-103.	Эталонный источник	5-67
5-104.	Внутреннее сопротивление эталонного прибора	5-67
5-105.	Дерево выходных команд	5-67
5-106.	Выходная постоянная счетчика	5-68
5-107.	Единицы выходной постоянной счетчика	5-68
5-108.	Выходное внутреннее сопротивление	5-68
5-109.	Общие команды и запросы	5-68
5-110.	Очистка состояния.....	5-68
5-111.	Активация состояния события	5-69
5-112.	Вызов активации состояния события	5-69
5-113.	Считывание регистра состояния события	5-69
5-114.	*IDN? (Идентификация прибора)	5-70
5-115.	Операция завершена.....	5-71
5-116.	Операция завершена?	5-71
5-117.	Вызов аппаратной конфигурации прибора	5-71
5-118.	Очистка состояния при включении питания	5-72
5-119.	Вызов флага очистки состояния при включении питания	5-72
5-120.	Сброс.....	5-73
5-121.	Запрос активации функций.....	5-74
5-122.	Вызов запроса активации функций.....	5-74
5-123.	Чтение регистра запроса функций	5-74
5-124.	Операции измерения — Полное самотестирование.....	5-75
5-125.	Ожидание	5-76
5-126.	Настройки устройства после *RST	5-76
5-127.	Настройки устройства по команде POWER ON (ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ)	5-77
5-128.	Данные общего характера.....	5-77
5-129.	Настройки при включении питания, связанные с общими командами IEEE 488.2.....	5-78
5-130.	Настройки *RST, связанные с общими командами IEEE 488.2...	5-79
5-131.	Настройки *RST, связанные с командами SCPI.....	5-80
5-132.	Действия опции энергии при получении команды *RST	5-84
5-133.	Рабочие примеры	5-85

5-1. Введение

Примечание

Если не оговорено иное, то сказанное о модели "6100В" относится ко всем моделям семейства: основные устройства 6100В и 6105А, а также вспомогательные устройства 6101В и 6106А.

Модели 6100В и 6105А Electrical Power Standards могут работать как при дистанционном управлении с контроллера прибора, компьютера или терминала, так и непосредственно при управлении с передней панели.

Вспомогательными устройствами можно также управлять дистанционно. Однако в этом случае дистанционное управление подключается к модели 6100В, которое, в свою очередь, связывается с вспомогательными устройствами.

⚠⚠ Предупреждение

Прибор может создавать напряжение, опасное для жизни. Не прикасайтесь к выходным клеммам и не подключайтесь к ним, если прибор подключен к GPIB, во избежание возникновения опасных непредвиденных настроек.

5-2. Использование порта IEEE-488 для дистанционного управления

Прибор 6100В является полностью программируемым для использования с интерфейсной шиной в рамках стандарта IEEE 488.1 (шина IEEE-488). Интерфейс также разработан в соответствии с дополнительным стандартом IEEE-488.2. Устройства, подключенные к системной шине, предназначены для использования в качестве речевых, приемных и переговорных устройств, а также контроллеров. При работе под управлением дистанционного контроллера устройство 6100В работает исключительно как переговорное устройство на шине IEEE-488.

Более подробные сведения приведены в спецификации стандарта в публикациях ANSI/ стандарт IEEE 488.1 - 1987 и стандарт IEEE 488.2 - 1988.

Устройство соответствует требованиям стандарта IEEE 488.1 - 1987: "IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation" (Стандарт IEEE цифрового интерфейса для программируемых приборов) и IEEE 488.2 - 1988: "Codes, Formats, Protocols and Common Commands" (Коды, форматы, протоколы и общие команды).

В рамках терминологии IEEE 488.2 прибор 6100В является устройством, содержащим системный интерфейс. Оно может подключаться к системе через ее системную шину и войти в состояние программируемой коммуникации с другими подключенными к шине устройствами под управлением системного контроллера.

5-3. Программируемые опции

Прибор может программироваться через интерфейс IEEE для выполнения следующих задач:

- Изменение рабочего состояния (Функция, Источник и т.д.).
- Передача собственного состояния по шине.
- Запрос функций системного контроллера.

5-4. Коды возможностей

- Согласно требованиям стандарта IEEE 488.1, для устройства не является необходимым поддерживать весь диапазон возможностей шины.
- Согласно IEEE 488.2, устройство должно в точности соответствовать специфическому подмножеству IEEE 488.1, с минимальным набором дополнительных возможностей.

В документе IEEE 488.1 описаны и закодированы функции стандартной шины с целью предоставить производителям краткое формализованное описание общих возможностей интерфейсов.

Для стандарта IEEE 488.2 такое описание должно быть частью документации к устройству. Кодовая строка часто впечатывается на самом приборе.

Коды, относящиеся к устройству, приведены в нижеследующей таблице 5–1 вместе с кратким описанием.

Они также наносятся на задней панели прибора рядом с разъемом интерфейса. Эти коды соответствуют требованиям стандарта IEEE 488.2.

В Приложении С документа IEEE 488.1 содержится более полное описание каждого кода.

Таблица 5–1. Коды совместимости IEEE 488

Подмножество IEEE 488.1	Функция интерфейса
SH1	Подтверждение связи со стороны источника
AH1	Подтверждение связи со стороны приемника
T6	Передатчик (базовые функции передатчика, последовательный опрос, не настроен на передачу, если настроен на прием)
L4	Приемник (базовые функции приемника, не настроен на прием, если настроен на передачу)
SR1	Возможность запроса функций
RL1	Возможность работы под дистанционным/локальным управлением (в том числе локальная блокировка)
PP0	Без возможности параллельного опроса
DC1	Возможность очистки устройства
DT0	Без возможности триггера устройства
C0	Без возможности использования контроллера
E2	Драйверы с открытым коллектором и тремя состояниями

5-5. Адреса шины

Когда система IEEE 488 содержит несколько приборов, то каждому присваивается уникальный адрес, чтобы контроллер мог общаться с ними индивидуально.

Устройство 6100В имеет один первичный адрес, который может быть задан пользователем в виде уникального значения в диапазоне от 0 до 30 включительно. Он не может быть настроен на ответ по какому-либо адресу вне этого диапазона. Вторичная адресация невозможна. Прикладная программа добавляет данные к активному адресу, чтобы определить передачу или прием.

Адрес шины по умолчанию:

Стандартное значение — 18.

5-6. Ограниченный доступ

В приборе имеется три основных рабочих режима. Некоторые из этих режимов дают только ограниченную поддержку дистанционного управления:

- **Ручной режим** - Дистанционное управление охватывает все возможности ручного режима, однако для простоты программирования некоторые команды дистанционного управления не в точности повторяют операции с передней панели.
- **Режим калибровки** - Дистанционное управление доступно.
- **Режим тестирования** - Дистанционное управление недоступно, однако полное самотестирование может быть инициировано командой SCPI. Прибор может давать непосредственно ответ Pass/ Fail (Прошел/Не прошел), однако для дальнейшего исследования необходимо заново запустить Режим тестирования с передней панели.

5-7. Подключения

Приборы, снабженные интерфейсом IEEE 488, подключаются друг к другу при помощи стандартного набора соединительных кабелей, указанных в стандарте IEEE 488.1.

Гнездо интерфейса IEEE 488 находится на задней панели.

5-8. Работа через интерфейс IEEE 488

5-9. Общие сведения

Порядок действий при включении тот же, что и при локальном управлении. Прибор может быть запрограммирован на генерацию SRQ при включении питания.

5-10. Условия работы

Когда прибор работает под управлением прикладной программы, имеется два основных условия, в зависимости от того, установлен ли в прикладной программе параметр "REN" линии управления на "True" (Истинно) или "False" (Ложно):

1. REN True (Низкое значение сигнала линии REN).

К прибору можно обращаться и управлять им в ручном режиме или в режиме калибровки. Весь доступ к управлению с передней панели будет отключен, кроме программной клавиши справа внизу, обозначенной **Enable Local Usage** (Включить локальное использование). Если команда LLO (Local Lockout) была подана при значении для REN "true" (истинно), то экранная клавиша **Enable Local Usage** будет нефункциональна. Если команда LLO не была подана, то экранная клавиша **Enable Local Usage** вернется к локальному управлению, как если бы параметр REN имел значение "false" (ложно) (см. ниже 2).

Прибор будет работать в ответ на допустимые команды, выполняя любые изменения на выходе и т.д. Эти изменения будут отслеживаться на дисплее.

2. REN False (Высокое значение сигнала линии REN).

Прибор останется в состоянии Local Operation (Локальное управление), но им можно управлять, тогда как полный доступ к управлению с передней панели также сохраняется.

Прибор будет работать в ответ на такие команды, выполняя любые изменения на выходе и т.д. Не будет видимых изменений, кроме того, что представление на дисплее отслеживает изменения.

5-11. Программный переход к локальному управлению (GTL или REN "ложно")

Прикладная программа может переключить прибор в состояние локального управления (отправив команду GTL или установив значение "ложно" бита линии REN), передав пользователю ручное управление с передней панели.

Прикладная программа может вернуть себе дистанционное управление, отправив команду взамен предыдущей: Listen Address (Прослушивать адрес) с параметром REN "истинно" (обращаясь к прибору как к приемнику с значением "истинно" параметра Remote Enable (Дистанционное управление включено) линии дистанционного управления {Low} (Низкий уровень)). Тем самым будет восстановлено дистанционное управление.

5-12. Сброс устройства

Любая из команд DCL или SDC переведет прибор в следующее состояние:

- Сброс всех входных и выходных буферов IEEE 488.
- По команде IFC (Interface Clear - Очистка интерфейса) очищается задержка на шине любых аппаратно-зависимых сообщений.
- Разряд события меняется путем сброса бита MAV.

Эти команды не могут:

- Изменить какие-либо параметры и сохраненные данные в устройстве, кроме вышеуказанных.
- Прервать аналоговый выход.
- Прервать выполнение любых функций устройства, не связанных с системой IEEE 488, или повлиять на их выполнение.

5-13. Уровни сброса

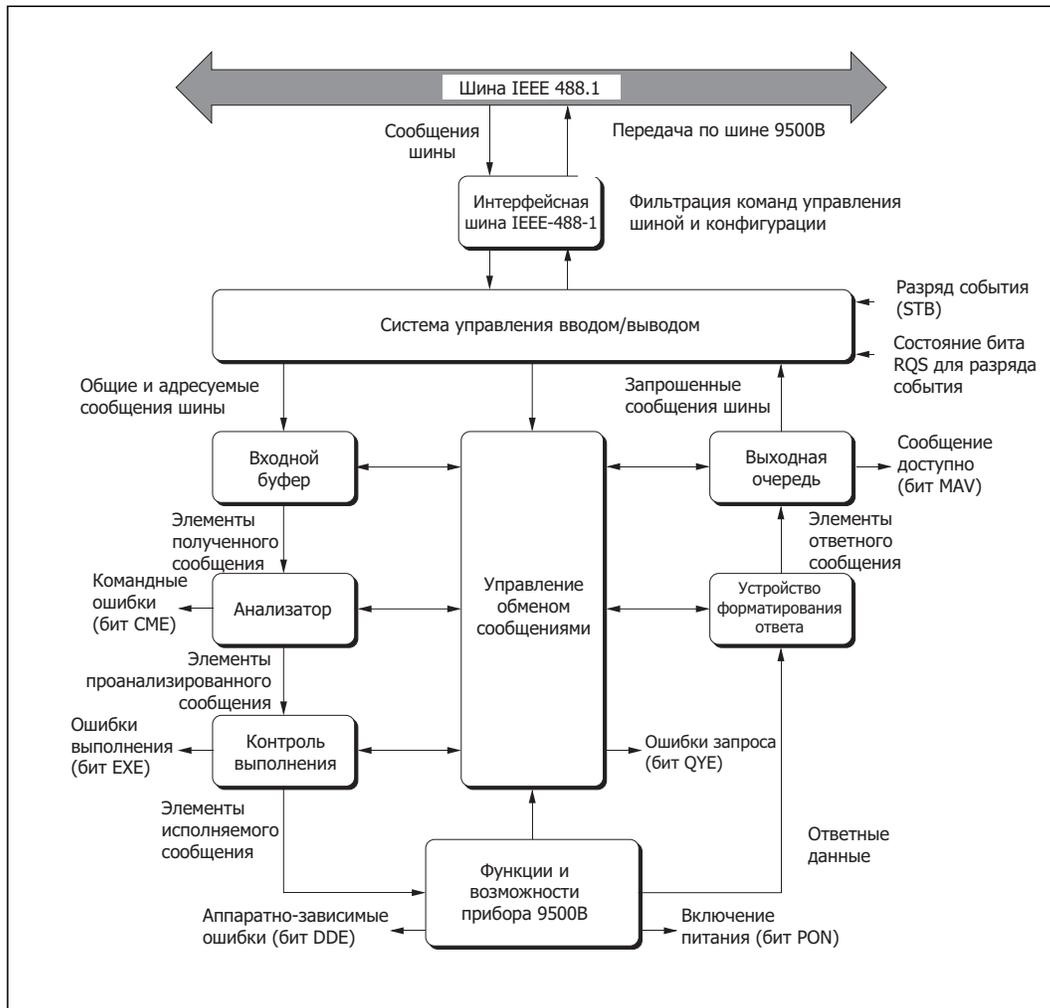
Для прикладных программ стандарт IEEE 488.2 предусматривает три уровня сброса, полный сброс системы осуществляется сбросом на всех трех уровнях, по порядку, всех устройств. В иных условиях они могут использоваться порознь или совместно:

- **IFC** Инициализация шины
- **DCL** Инициализация обмена сообщениями
- ***RST** Инициализация устройства

Действие команды *RST описано в разделе "Device Settings at Power On" (Настройки устройства при включении питания).

5-14. Обмен сообщениями

5-15. Модель IEEE 488.2



gnd54.eps

Рис. 5-1. Модель обмена сообщениями IEEE 488

В Стандарте IEEE 488.2 приводится иллюстрация модели интерфейса модели обмена сообщениями на уровне подробности, необходимом для разработчиков устройств. Большая часть информации на этом уровне интерпретации (такая, как подробные сведения о внутренних путях передачи сигнала и т.п.) является прозрачной для разработчика прикладных программ. Тем не менее, поскольку каждый тип ошибок, отмеченных в Регистре состояния события, связан с определенным этапом процесса, упрощенная модель интерфейса прибора может также быть полезной. Это показано ниже, вместе с кратким описанием работы основных блоков.

5-16. Подсистема прибора STATUS

Система управления вводом/ выводом передает сообщения из выходной очереди прибора на системную шину; и обратно, от системной шины либо во входной буфер, либо в другое predetermined место интерфейса устройства. Она принимает разряд события от системы отчета о состоянии, а также бит состояния службы запроса (Request Service), который она помещает в бит 6 ответа разряда события. Бит 6 отражает состояние интерфейса "Request Service state true" (Состояние службы запроса истинно).

5-17. **Входящие команды и запросы**

Входной буфер (**Input Buffer**) является буфером обратного магазинного типа с максимальной емкостью 1024 байта (символа).

Каждый входящий символ в системе I/O Control генерирует прерывание для процессора прибора, которое помещает его во входной буфер (Input Buffer) для изучения анализатором (Parser). Символы удаляются из буфера и преобразуются при помощи соответствующих уровней синтаксического контроля. Если скорость программирования слишком велика для анализатора (Parser) или контроля выполнения (Execution Control), то буфер будет последовательно заполняться. После заполнения буфера подтверждение связи будет приостановлено.

Анализатор (**Parser**) проверяет каждый входящий символ и его контекст сообщения на соответствие определенному стандарту общему синтаксису и синтаксису, заданному устройством. О несоответствии синтаксису сообщается как об ошибке **Command Error** путем установления значения "истинно" бита 5 (CME) определенного стандартом Регистра состояния события. См. раздел "Retrieval of Device Status Information" (Получение информации о состоянии устройства).

Execution Control (Контроль управления) получает сообщения, успешно прошедшие анализ, и определяет, могут ли они быть выполнены, исходя из текущего программного состояния функций и возможностей прибора. Если сообщение невыполнимо, то выводится сообщение об ошибке выполнения (Execution Error) путем установки состояния "истинно" бита 4 (EXE) определенного стандартом регистра состояния события. Выполнимые сообщения выполняются по порядку, изменяя функции прибора, его возможности и т.д. При выполнении команды не перекрываются, вместо этого система контроля выполнения прибора (Instrument Execution Control) обрабатывает все команды последовательно (например, ожидает действий, вытекающих из необходимости завершения предыдущей команды перед выполнением следующей).

5-18. **Функции и возможности прибора**

Блок функций и возможностей прибора содержит все характерные для данного прибора функции и возможности, принимает выполнимые элементы сообщений (Executable Message Elements) от блока контроля выполнения (Execution Control) и выполняет связанные с этим операции. Он отвечает на любой элемент, являющийся действительным запросом (Query Request) (обе команды - общие команды запросов IEEE 488.2 (Common Query) и аппаратно-зависимые команды), путем отправки всех требуемых ответных данных (Response Data) на устройство форматирования ответа (Response Formatter) (после выполнения назначенных внутренних операций).

В этом блоке обнаруживаются аппаратно-зависимые ошибки При обнаружении внутренней ошибки в работе бит 3 (DDE) регистра состояния стандартных событий устанавливается на "истинно". Номер каждой ошибки, подлежащей учету, ставится в очередь ошибок в момент возникновения ошибки.

5-19. Исходящие ответы

Устройство форматирования ответа (**Response Formatter**) извлекает данные из ответных данных (Response Data) (получаемых от блока функций и возможностей (Functions and Facilities) и действительных запросов (Query Requests). По этим данным строятся элементы ответного сообщения (Response Message Elements), которые помещаются в качестве ответных сообщений (Response Message) в выходную очередь.

Выходная очередь (**Output Queue**) действует как хранилище исходящих сообщений, пока они не будут считаны по системной шине прикладными программами. До тех пор, пока в выходной очереди содержится хотя бы один байт, об этом сообщается путем установки значения "истинно" бита 4 (Message Available MAV) в регистре разряда события. Бит 4 устанавливается на "ложно", когда очередь вывода становится пустой. См. раздел "Retrieval of Device Status Information" (Получение информации о состоянии устройства).

5-20. Ошибка запроса

Ошибка запроса (Query Error) указывает, что прикладная программа следует несоответствующему протоколу обмена сообщениями, что приводит к ситуации прерывания, незавершения или тупика: см. бит 2 в регистре состояния события.

В Стандарте определяется отклик прибора, часть которого состоит в установлении значения "истинно" для бита 2 (QYE) определенного Стандартом регистра состояния события.

5-21. Запрос функций (RQS)

5-22. Причины запроса функций

Есть две основные причины для прикладной программы для запроса функций контроллера:

- Если интерфейс обмена сообщениями прибора запрограммирован на сообщение ошибки системного программирования.
- Если прибор запрограммирован на выдачу RQS сообщений о значительных событиях.

Значительные события различны для разных типов устройств, поэтому имеется класс событий, называемых "относящиеся к данному устройству" (Device Specific). Они определяются разработчиком устройства.

5-23. RQS в модели IEEE 488.2

Разработчик прикладной программы может активировать или деактивировать событие (события), от которых требуется создавать RQS на определенных этапах прикладной программы. Модель IEEE 488.2 расширяется для включения гибкой структуры отчетов о статусе SCPI, в которой выполнены требования и разработчика устройства, и разработчика прикладной программы.

Такая структура описана в разделе "Получение информации о состоянии устройства".

5-24. Получение информации о состоянии устройства

Для любой системы, управляемой дистанционно, важна выдача обновленной информации о производительности системы. В случае системы, работающей под автоматическим управлением, контроллер требует необходимых сигналов обратной связи для его включения для выполнения задания; любой разрыв непрерывности процесса может иметь серьезные последствия.

Разработчику прикладной программы необходимо ее тестировать и дорабатывать, исходя из ее работы. Уверенность, что элементы программы корректны грамматически и синтаксически (и что в силу этого команды и запросы программы принимаются и вызывают соответствующие действия), помогает сократить число необходимых итераций для подтверждения и повысить устойчивость всей программы. Подобная информация приводится на следующих страницах.

5-25. Определенные стандартом функции IEEE 488 и SCPI

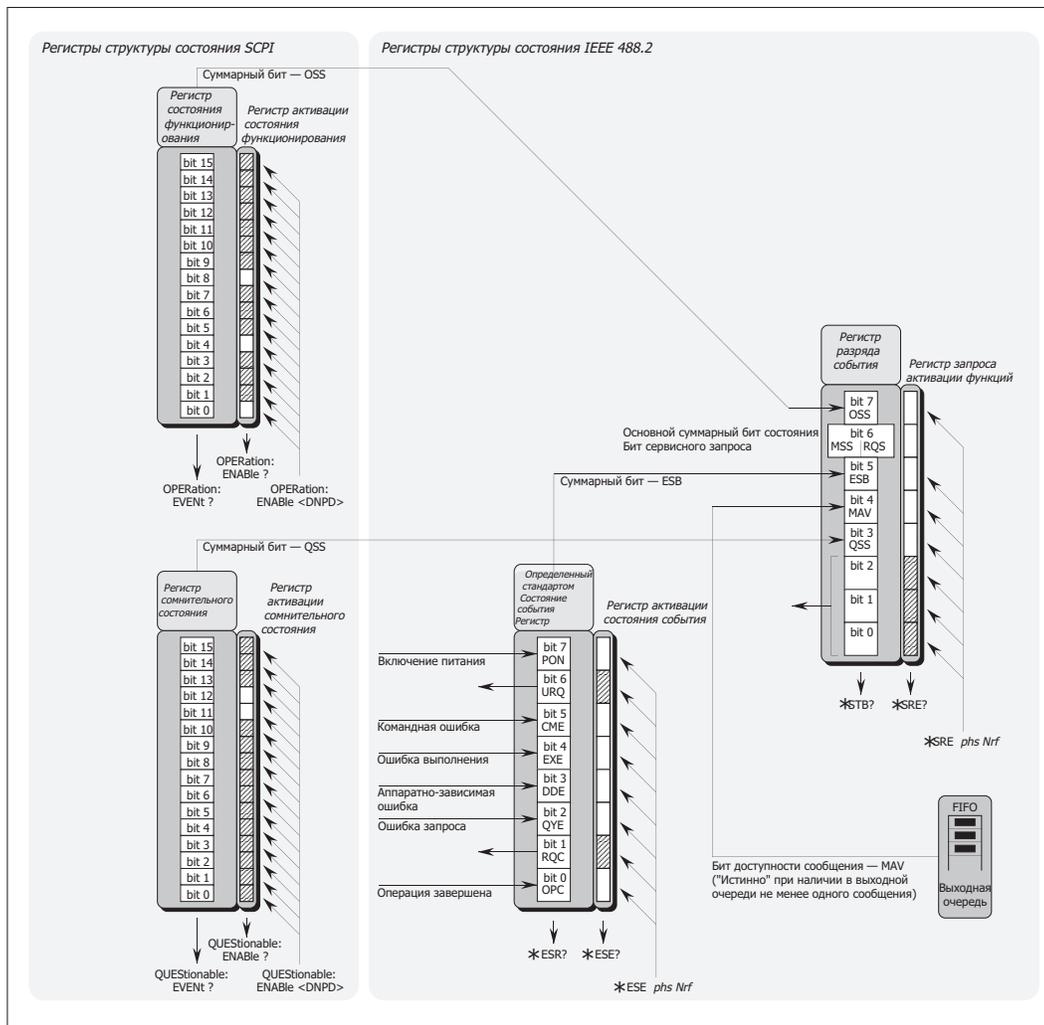


Рис. 5-2. Определенные стандартом функции IEEE 488 и SCPI

gnd55.eps

5-26. Сводная информация о статусе и SRQ

В разряд события входят четыре бита, уведомляющих о событиях в 8-битном определенном согласно IEEE 488.2 Регистре-фиксаторе состояния события (Event Status Register, ESB), оба 16-битных регистра-защелки SCPI (OSS и QSS), а также очередь вывода (Output Queue) (MAV). Если какой-либо из этих суммарных битов активирован и установлен на "истинно", то суммарный бит разряда события (MSS) также устанавливается на "истинно". Буферизованный бит RQS получает значение "истинно", если MSS получает значение "истинно", и должен перевести линию IEEE 488 SRQ в состояние "истинно" (Отметим, что на вышеприведенной диаграмме нет стрелок, указывающих на бит 6 в регистре запроса активации функций - бит 6 всегда активен).

Последующий последовательный опрос, проводимый прикладной программой, приведет к установлению того, что прибор являлся запрашивающим устройством (при повторной установке RQS на "ложно" значением MSS остается "истинно"), и выявлению, который из суммарных битов имеет значение "истинно". Команда *STB? эквивалентна команде на последовательный опрос, где последовательный опрос недоступен.

5-27. Условия регистра событий

Суммарные биты разряда события направляют прикладную программу вниз по структуре к причинным событиям.

ESB и MAV являются стандартными функциями IEEE-488, подробно описанными в документе "Instrument Status Reporting IEEE 488.2 basics" (Основы стандарта IEEE 488.2 для отчетов о статусе приборов), OSS и QSS являются функциями структуры SCPI, описанными в "Instrument Status Reporting SCPI Element" (Элемент SCPI отчета о статусе приборов).

5-28. Доступ через прикладную программу

Рисунок в начале данного подраздела дает пример основного регистра состояния события:

- **Активация событий**

Основной определенный стандартом регистр состояния события имеет второй регистр активации состояния события. Программная команда (*ESE phs Nrf) может использоваться для задания статуса битов в регистре активации. При этом активируются или деактивируются события, которые установят значение "истинно" для суммарного бита главного регистра.

- **Считывание регистра активации**

Команда запроса (*ESE?) позволяет прикладной программе считывать состояние регистра активации, и поэтому находить, какие события активированы для отчета.

- **Считывание основного регистра**

Другая команда запроса (*ESR?) считывает состояние основного определенного стандартом регистра, чтобы определить, какие события произошли (например, вызвали установку значения "истинно" для суммарного бита). При чтении этого регистра очищаются все его биты.

- **Отчет о событии**

Если необходимо направить отчет о событии через SRQ, то ее соответствующий активационный бит будет иметь значение "истинно", (используя номер Nrf). Каждый бит в определенном стандартом регистре остается в состоянии "ложно", пока не произойдет назначенное ему событие, и его состояние изменится на "истинно" и останется таковым до его сброса командой *ESR? или *CLS. Это вызовет переход суммарного бита регистра в разряде события также в состояние "истинно". Если этот бит активирован, то бит 6 разряда события (MSS/ RQS) будет установлен на значение "истинно", и прибор переведет линию SRQ шины IEEE-488 в состояние "истинно".

- **Регистры состояния SCPI**

Оба регистра состояния SCPI работают однотипно, используя соответствующие команды программы для активации регистров, и команды запроса для определения состояния регистров (в модели 6100B эти регистры не используются).

- **Последующее действие**

Таким образом, разработчик прикладной программы может либо активировать любое назначенное событие, чтобы оно вызвало SRQ, либо нет. Контроллер может быть запрограммирован на считывание разряда события, используя последовательный опрос для считывания регистра разряда события и истинного бита суммирования (ESB или MAV). Затем прикладная программа исследует структуру соответствующего события, пока не будет обнаружено причинное событие. Подробные сведения о каждом регистре приводятся в следующих параграфах и в описаниях команд.

5-29. Основы стандарта IEEE 488.2 для отчетов о статусе приборов

5-30. Модель IEEE 488.2

Рассматривается модель IEEE 488.1 в расширенной структуре с более определенными правилами. Эти правила приводят к использованию стандартных общих сообщений и предусматривают аппаратно-зависимые сообщения. Особенность структуры состоит в использовании регистров событий, каждого со своим активирующим регистром, как показано в разделе "Получение информации о состоянии устройства".

5-31. Модельная структура прибора

Стандарт IEEE 488.2 обеспечивает расширенную иерархическую структуру с разрядом события в вершине, определяющим его биты 4, 5 и 6 и их использование в качестве сводки для определенной стандартом структуры событий, что должно быть включено, если устройство претендует на соответствие стандарту. В приборе эти биты используются согласно стандарту.

Биты 0, 1, 2, 3 и 7 доступны для разработчика устройства, биты 3 и 7 используются в приборе, и они определяются согласно стандарту SCPI. Разработчик прикладной программы должен понимать, что когда бы прикладная программа ни считала разряд события, она может только принимать краткие сводки типов событий, а для получения подробных сведений о самих событиях потребуются дальнейшие сообщения с запросами. Например: следующий байт используется для раскрытия разряда события по сводке в 5 бите.

5-32. Регистр разряда события

В этой структуре разряд события содержится в регистре разряда события; биты присваиваются следующим образом:

- **Bits (биты): 0 (DIO1), 1 (DIO2) и 2 (DIO3)** не используются в разряде события инструмента. Они всегда имеют значение "ложно".
- **Bit 3 (бит 3)** суммирует состояние сомнительных данных статуса, содержащихся в регистре сомнительного статуса (QSR), биты которого представляют определенные в SCPI и аппаратно-зависимые условия в приборе. Бит QSS является истинным, если данные в QSR содержат один или несколько активных битов, которые являются истинными; или ложным, когда все активные биты этого байта являются ложными. Стандарт SCPI определяет QSR и его данные (не используется в 6100B).
- **Bit 4 (бит 4) (DIO5)** - определенный согласно IEEE 488.2 бит доступности сообщения (Message Available Bit, MAV).

Бит MAV способствует синхронизации информационного обмена с контроллером. Его значение истинно, если сообщение помещено в выходную очередь (Output Queue), и ложно, если очередь пуста. Общая команда *CLS может выполнять очистку выходной очереди (Output Queue) и бит 4 MAV регистра разряда события; если он отправляется немедленно вслед за признаком конца сообщения программы Program Message Terminator.

- **Bit 5 (бит 5) (DIO6)** - определенный согласно стандарту IEEE 488.2 бит сводки события (Event Summary Bit, ESB).

Отражает состояние разряда состояния событий, содержащегося в регистре состояния событий (ESR), биты которого представляют заданные в стандарте IEEE 488.2 условия в устройстве. Бит ESB является истинным, если байт в ESR содержит один или несколько активных битов, которые являются истинными; или ложным, когда все активные биты этого байта являются ложными.

- **Bit 6 (бит 6) (DIO7)** представляет собой сообщение Master Status Summary (MSS), и принимает значение "истинно", если один из битов с 0 по 5 или бит 7 имеет значение "истинно" (биты 0, 1 и 2 всегда имеют в приборе значение "ложно").
- **Bit 7 (бит 7) (DIO4)** представляет собой определенный SCPI бит Operation Status Summary (OSS).

Представляет собой сводку данных, содержащихся в регистре состояния функционирования прибора (Operation Status, OSR), биты которого соответствуют протекающим в данный момент в приборе процессам. Бит OSS является истинным, если данные в OSR содержат один или несколько активных битов, которые являются истинными; или ложным, когда все активные биты этого байта являются ложными. OSR не используется в модели 6100B.

5-33. Чтение регистра разряда события

По общему запросу: *STB? считывается двоичное число в регистре разряда события. Ответ имеет форму десятичного числа, представляющего собой взвешенных двоичных значений в активированных битах регистра. В приборе взвешенные двоичные значения в битах 0, 1 и 2 всегда равны нулю.

5-34. Регистр запроса активации функций

Регистр SRE представляет собой средство, используемое прикладной программой для выбора, путем активации индивидуальных суммарных битов разряда события, те типы событий, которые должны привести к выработке в приборе запроса RQS. Он содержит изменяемое пользователем изображение разряда события, где каждый бит со значением "истинно" активирует соответствующий бит разряда события.

Общая команда программы: *SRE phs Nrf выполняет выбор, где Nrf представляет собой десятичное число, двоичный вид которого является требуемым битовым шаблоном в активирующем байте.

Например:

Если RQS требуется, только когда происходит определенное стандартом событие и когда сообщение доступно в выходной очереди, то Nrf должно быть установлено на 48. Двоичное представление этого числа есть 00110000, то есть бит 4 или бит 5, когда они имеют значение "истинно", сгенерируют RQS; но с этим представлением, даже если бит 3 имеет значение "истинно", запрос RQS не будет создан. Прибор всегда присваивает значение "ложно" битам 0, 1 и 2 разряда события, поэтому они никогда не могут создать запрос RQS, независимо от состояния активации.

5-35. Считывание регистра запроса активации функций

По общему запросу: *SRE? считывается двоичное число в регистре SRE. Ответ имеет форму десятичного числа, представляющего собой взвешенных двоичных значений в регистре. Взвешенные двоичные значения битов 0, 1 и 2 всегда равны нулю.

5-36. Определенный в IEEE 488.2 Регистр состояния событий

Регистр состояния событий содержит разряд состояния событий, состоящий из битов событий, каждый из которых отсылает к соответствующей конкретной информации. Все биты являются "битами закрепления в памяти", то есть, получив значение "истинно", они не могут вернуться в состояние "ложно" до очистки регистра. Это происходит автоматически, когда он считывается по запросу *ESR?. Общая команда *CLS очищает регистр состояния событий и связанную с ним очередь ошибок, но не регистр активации состояния события.

Отметим, что, поскольку биты являются "битами закрепления в памяти", необходимо считать соответствующий подчиненный регистр структуры событий, с тем чтобы очистить его биты и позволить новому событию из того же источника быть

отправленным в отчет.

Биты регистра состояния событий называются в соответствии со следующим мнемоническим правилом:

- **Бит 0** Операция завершена (Operation Complete, OPC).

Этот бит принимает значение "истинно", только если *OPC было запрограммировано и все выбранные и отложенные операции были завершены. Поскольку прибор работает в последовательном режиме, его полезность ограничена регистрацией завершения длинных операций, таких как самопроверка.

- **Бит 1 (бит 1)** Проверка запроса (Request Control, RQC).

Этот бит в приборе не используется. Его значение всегда "ложно".

- **Бит 2 (бит 2)** Ошибка запроса (Query Error, QYE).

Значение QYE "истинно" означает, что прикладная программа следует неподходящему протоколу обмена сообщениями, что приводит к следующим ситуациям:

- **Условие прерывания (Interrupted Condition).** Когда прибор не завершил вывод ответного сообщения на запрос программы, и был прерван новым сообщением программы.
- **Условие незавершения.** Когда прикладная программа пытается прочитать ответное сообщение с прибора без предварительной отправки на прибор полного сообщения с запросом (в том числе признаком конца сообщения программы).
- **Условие тупика.** Когда входной и выходной буферы заполнены, а анализатор и контроль выполнения заблокированы.
- **Бит 3 (бит 3)** Аппаратно-зависимая ошибка (Device Dependent Error, DDE).

DDE устанавливается на *истинно*, когда обнаружена внешняя ошибка в работе, и соответствующее сообщение об ошибке добавляется в очередь ошибок. См. нижеследующее примечание об очереди ошибок:

Примечание об очереди ошибок

Очередь ошибок представляет собой последовательную стековую память. Каждой передаваемой ошибке присваивается номер по списку и к ней прилагается пояснительное сообщение, которое вводится в очередь ошибок, когда ошибка происходит. Очередь считывается уничтожением считанных записей, по принципу памяти обратного магазинного типа, с использованием команды запроса `SYSTem:ERRor?` для получения кодового номера и сообщения.

При повторном применении запроса `SYSTem:ERRor?` последовательно считываются аппаратно-зависимые, командные ошибки и ошибки выполнения, вплоть до освобождения очереди, когда будет возвращено сообщение "Пусто (Empty)" (0, "No error") .

*Рекомендуется последовательно считывать сообщения из очереди ошибок до получения сообщения "Empty". По общей команде *CLS очередь очищается.*

- **Бит 4 (бит 4)** Ошибка выполнения (Execution Error, EXE).

Сообщение об ошибке создается, если полученная команда не может быть выполнена, в силу состояния устройства или выхода параметров команды за

допустимые границы. Соответствующее сообщение об ошибке добавляется к очереди ошибок.

См. выше примечание об очереди ошибок.

- **Bit 5 (бит 5)** Ошибка команды (Command Error, CME).

CME происходит, когда полученная команда шины не удовлетворяет общим правилам синтаксиса IEEE 488.2 или синтаксису команд устройства, запрограммированному в анализаторе интерфейса прибора, и поэтому не распознается как допустимая команда. Соответствующее сообщение об ошибке добавляется к очереди ошибок. См. выше примечание об очереди ошибок.

- **Bit 6 (бит 6)** Запрос пользователя (User Request, URQ).

Этот бит не используется. Его значение всегда "ложно".

- **Bit 7 (бит 7)** Питание прибора включено (Instrument Power Supply On, PON).

Значение этого бита устанавливается на "истинно", только когда линия питания прибора только что подключена.

Будет ли SRQ генерироваться при установке значения "истинно" для бита 7, зависит от ранее запрограммированного сообщения Power On status Clear (Сброс состояния при включении питания, PSC) *PSC phs Nrf:

- Если значение Nrf равно 1, регистр "Активация состояния события" должен быть очищен при включении питания, поэтому PON не должен вызывать генерацию бита ESB в регистре разряда события, и при включении питания не будет иметь место SRQ.
- Если значение Nrf равно 0, и если регистр "Активация состояния события" имеет значение бита 7 "истинно", а регистр "Запрос активации функций" имеет значение бита 5 "истинно"; то при включении питания (изменении с "Power Off" на "Power On") будет сгенерирован SRQ. Это возможно только ввиду того, что условия активации регистра содержатся в энергонезависимой памяти и восстанавливаются при включении питания. Эта функция включается, чтобы позволить прикладной программе задать условия, такие что при мгновенном отключении питания с последующим включением (что может сбросить программирование прибора) будет создаваться SRQ.

Чтобы это обеспечить, бит 7 регистра состояния событий должен постоянно иметь значение "истинно" (посредством *ESE phs Nrf, где $Nrf \geq 128$); бит 5 регистра активации состояния события должен постоянно иметь значение "истинно" (посредством команды *SRE phs Nrf, где Nrf находится в одном из диапазонов 32 - 63, 96 - 127, 160 - 191 или 224 - 255); Сброс состояния при включении питания должен быть отключен (посредством *PSC phs Nrf, где $Nrf = 0$); и регистр состояния событий должен считываться с затиранием немедленно вслед за Power On SRQ (посредством общего запроса *ESR?).

5-37. Регистр активации состояния стандартных событий

Регистр ESE представляет собой средство для прикладной программы выбирать, из позиций битов в определенном стандартом разряде состояния событий, те события, которые, если они истинны, приведут к установке бита ESB на "истинно" в разряде события. Он содержит изменяемое пользователем изображение разряда состояния стандартных событий, где каждый бит со значением "истинно" активирует соответствующий бит разряда состояния стандартных событий.

Команда программы: *ESE phs Nrf выполняет выбор, где Nrf представляет собой десятичное число, которое, будучи преобразовано в двоичное, становится требуемым битовым шаблоном в активирующем байте.

Например:

Если бит ESB должен принимать значение "истинно" только, когда происходит ошибка выполнения или аппаратно-зависимая ошибка, то Nrf должно быть установлено на 24. Двоичное представление есть 00011000, поэтому бит 3 или бит 4, когда они имеют значение "истинно", зададут значение "истинно" бита ESB; однако, когда биты 0 - 2 или 5 - 7 имеют значения "истинно", значение бита ESB останется "ложно".

5-38. Чтение регистра разрешения стандартных событий

По общему запросу: *ESE? считывается двоичное число в регистре ESE. Ответ имеет форму десятичного числа, представляющего собой сумму взвешенных двоичных значений в регистре.

5-39. Очередь ошибок

При обнаружении ошибок в приборе они помещаются в очередь обратного магазинного типа - очередь ошибок. Она соответствует формату, описанному в *Справочнике по командам SCPI (том 2), глава 19, параграф 19.7*, хотя выявляются только ошибки. В очереди ошибок отображаются три типа ошибок: командные ошибки, ошибки выполнения и аппаратно-зависимые ошибки.

Очередь считывается с уничтожением считанных записей, как описано в *Справочнике по командам SCPI*, при помощи команды запроса "SYSTem:ERRor?". По этой команде выдаются кодовый номер и сообщение об ошибке. Запрос SYSTem:ERRor? используется для считывания ошибок в очереди вплоть до освобождения очереди (когда будет возвращено сообщение "0, No error").

5-40. Отчет о статусе прибора - Элементы SCPI

5-41. Данные общего характера

Помимо создания отчета о статусе IEEE 488.2, прибор работает с регистрами состояния функционирования и сомнительного статуса прибора при помощи команд Condition, Event и Enable.

Текущие операции прибора и качество операций отображаются в дополнительном статусе.

Структура этих двух регистров, а также природа событий, о которых идет речь в отчетах, подробно представлена в схеме в начале раздела "Определенные стандартом функции IEEE 488 и SCPI". Доступ к этим регистрам подробно описан в подсистеме STATus раздела "SCPI Commands and Syntax" (Команды и синтаксис SCPI).

5-42. Регистры состояния SCPI

Состояния SCPI делятся на две группы, для которых создаются отчеты из регистров состояния функционирования и сомнительного статуса. Каждый регистр состояния имеет собственный регистр активации, который можно использовать как маску для активации битов в регистре самого событий, подобно тому, как это сделано командой *ESE для регистра состояния стандартных событий (ESR).

Каждый регистр состояния связан со своим собственным третьим регистром условий, в котором биты не "склеены", а установлены и сбрасываются при изменении внутренних условий.

Каждым регистром активации можно управлять, чтобы задать его маску для активации выбранных битов в соответствующем регистре событий. Ко всем регистрам (событий, активации и условий) можно обратиться с помощью соответствующего запроса для отображения статуса их битов.

5-43. Состояния SCPI, подлежащие учету

В модели 6100В обычно не используется регистр событий состояния функционирования, однако он используется для аппаратного обеспечения, например, для опции счетчика энергии/таймера.

5-44. Язык программирования SCPI.

Язык Standard Commands for Programmable Instruments (Стандартные команды для программируемых приборов, SCPI) - это язык управления приборами, который выходит за пределы стандарта IEEE 488.2 и предназначен для стандартного управления множеством функций прибора.

В модели IEEE 488.2 определены наборы обязательных общих команд и дополнительных общих команд, а также метод отчета о стандартном состоянии. Язык SCPI, используемый в приборе, соответствует всем обязательным командам IEEE 488.2, но не всем дополнительным командам. Он соответствует принятому в SCPI методу отчета о статусе.

Примечание

*Команды на языке SCPI, перед которыми стоит звездочка (напр., *CLS), являются стандартными общими командами для IEEE-488.2. Соответствие команд дистанционного программирования прибора языку SCPI обеспечивает высокую степень согласованности работы с другими соответствующими приборами.*

Команды SCPI отличаются простотой в изучении, ясностью и дают возможность управлять множеством функций. Полный перечень команд прибора, а также их функции и значения представлены в алфавитном порядке в разделе "Команды и синтаксис SCPI". Общие команды IEEE 488, реализованные в приборе 6100В Electrical Power Standard, а также информация по работе с ними находятся в разделе "Общие команды и запросы".

Ключевое слово	Форма параметров	Примечания
:CURRent :RANGe :RANGe? :VOLTagE :VOLTagE(?) :UNIT?	<dnpd>, <dnpd> [<cpd> {LOW HIGH}] <dpnd>, <dpnd> [<cpd>{ LOW HIGH }]	Диапазон калибровки: <dnpd> = Нижний предел, Верхний предел. Запрос диапазона калибровки. <dnpd> = low limit, high limit (нижний предел, верхний предел). Ответ либо VOLT (напряжение), либо CURR (ток). Только запрос.
:ACTual :FREQuency?	<dnpd>, <dnpd>	<dnpd> = Amplitude, Angle (Амплитуда, Угол) Примечание: Угол по отношению к основной фазе. Запрос только рабочей частоты.
:TARGet	<dnpd>[,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>]	<dnpd> = Target point (Целевая точка). Или, <dnpd> = Point (Точка), Fund Freq (Основна частота), Harmonic (Гармоника), Amplitude (Амплитуда), Angle (Угол). Примечание 1: Угол по отношению к основной фазе. Примечание 2: Вторая форма требуется только при изменении целевой точки.
:TRIGger? :STORe :DUMP?		Сделать дампы всех запоминающих устройств для активного диапазона: Point(<target data>,<actual data>), ... <target data> = Fund, Harm, Ampl, Angle (Основная частота, Гармоника, Амплитуда, Угол) <actual data> = Частота, Амплитуда, Угол
OUTPut [:STATe](?) :ROSCillator [:STATe](?) :SENSe(?) :DEFer(?) [:STATe](?) :ACTion :RAMP(?) :TIME(?) :RCLock(?) :VOLTagE :NLIMit(?)	<bool> {OFF ON 0 1} <bool> {OFF ON 0 1} <bool> {OFF ON 0 1} <bool> {OFF ON 0 1} <bool> {OFF ON 0 1} [<cpd> {APPLY UNDO}] {FAST SLOW} <dnpd> <dnpd> <cpd> {LOW HIGH}	

Ключевое слово	Форма параметров	Примечания
INPut :DIP :TRIGger		[Нет формы запроса]
[SOURce] :FREQuency(?) :LINE(?) :LOCKed?	<dnpd> <bool> {OFF ON 0 1}	
:POWer :UNBalanced? :STANdard(?)	[<cpd> { NEMA IEC }]	Только запрос.
:BUDeanu?	[<cpd>{DELTA WYE}, <cpd> { P S Q D PF}]	
:FLICKer :STANdard(?)	[<cpd> { STD1 STD2 }]	
:TERMinal [:STATe](?) :ROUte(?)	<bool> {OFF ON 0 1} <cpd>{ UPPer LOWer }	
:PHASe<x>		<x> - фаза (от 1 до 4). 1 - основная фаза.
:FITTed(?) :SERial? :MODel?		Серийный номер фазы. Номер модели фазы.
:POWer [:WATTs]? :VA? :PFACtor? :BUDeanu? :FRYZe? :KUSTers? :SHEPherd? :SHARon? :IEEE?	[<cpd> { P S Q D}] [<cpd> { P S Q}] [<cpd> { P S QC QCR QL QLR}] [<cpd> { P S SR SX SD}] [<cpd> { P S SQ SC}] [<cpd> { P S N SN P1 S1 Q1 PH SH NH}]	
:VOLTage [:STATe](?) :RANGe	<bool> {OFF ON 0 1} <dnpd>, <dnpd>	<dnpd> = Low limit, High limit (Нижний предел, Верхний предел).
:RANGe? :AMPLitude?	[<cpd> {LOW HIGH}]	Абсолютная конечная выходная амплитуда. Только запрос.
:MHARmonics [:STATe](?) :CLEar :AMPLitude(?)	<bool> {OFF ON 0 1} <dnpd>	<dnpd> = Среднеквадратичная амплитуда.

Ключевое слово	Форма параметров	Примечания
:HARMonic<y>	<dnpd>,<dnpd>	<y> - номер гармоники. <dnpd> = Амплитуда, Фаза. Примечание: амплитуда - абсолютная или в % - зависит от значения UNIT:MHAR:...
:AMPLitude(?)	<dnpd>	Абсолютная или в %
:PANGle(?)	<dnpd>	
:HARMonic<y>?	[<cpd> {AMPLitude PANGle}]	
:ALL?	[<cpd> {AMPLitude PANGle}]	Ответ имеет формат csv.
:FHARmonics		
[:STATe](?)	<bool>{OFF ON 0 1}	
:CLEar		
:FLUCtuate<y>(?)	<bool>{OFF ON 0 1}	<y> - номер гармоники.
:ALL?		Ответ в формате csv.
:MODulation	<dnpd>,<dnpd>	<dnpd> = Depth, Frequency (Глубина, Частота).
:MODulation?	[<cpd>{ DEPT h FREQuency }]	
:SHAPE(?)	<cpd>{ RECTangular SINusoidal SQUare}	
:DUTY(?)	<dnpd>	
:IHARmonics		
[:STATe](?)	<bool>{OFF ON 0 1}	
:SIGNal<y>	<bool>{OFF ON 0 1}[,<dnpd>,<dnpd>]	<y> = сигнал (1 или 2). <dnpd> = Amplitude, Frequency (Амплитуда, Частота).
:SIGNal<y>?	[<cpd>{ STATe AMPLitude FREQuency }]	
:DIP		
[:STATe](?)	<bool>{OFF ON 0 1}	
:ENVELOpe	<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>	<dnpd> = Change to (Изменить на), Ramp in (Подъем), Duration (Длительность), Ramp out (Спуск), End Delay (Задержка конца)
:ENVELOpe?	[<cpd>{CHANge RIN DURation ROUT EDELay}]	
:TRIGger		
:INPut(?)	<cpd>{ FREE EONE EREPeat}	
:ODELay(?)	<dnpd>	
:HOLDoff(?)	<cpd>{ PHASe DELay },<dnpd>	<dnpd> единицы зависят от <cpd>.
:REPeat (?)	<dnpd>	
:FLICKer		
[:STATe](?)	<bool> { OFF ON 0 1 }	
:FREQuency(?)	<dnpd>	
:UNIT(?)	<cpd> { HZ CPM }	
:DEPT h(?)	<dnpd>	
:PINS t?		
:PST?		

Ключевое слово	Форма параметров	Примечания
:SHAPE(?)	<cpd> { RECTangular SINusoidal SQUare }	
:DUTY(?)	<dnpd>	
:EFLicker		
[:STATE](?)	<bool> { OFF ON 0 1 }	
:CONFigure(?)	<cpd> { PF MZ HS PJ RV }	
:SPERiod(?)	<cpd> { OFF S5 S10 M1 M5 M10 }	
:HSIDeband		
:HARMonic(?)	<dnpd>	
:PJUMp		
:ANGLE(?)	<dnpd>	Допустимы только +/- 30,0 и +/- 45,0.
:STAGe?		
:ELAPsed?		Команда только запроса <dnpd>, <dnpd> = минута, секунда
:CURRent		
[:STATE](?)	<bool>{OFF ON 0 1}	
:RANGe	<dnpd>, <dnpd>	<dnpd> = нижний предел, верхний предел
:RANGe?	[<cpd>{ LOW HIGH }]	
:VOLTage	<dnpd>, <dnpd>	<dnpd> = нижний предел, верхний предел
:VOLTage(?)	[<cpd>{ LOW HIGH }]	
:UNIT?		Ответ либо VOLT (напряжение), либо CURR (ток). Только запрос.
:EQUivalence		
[:STATE](?)	<bool>{OFF ON 0 1}	
:FACTor(?)	<dnpd>	
:TERMinal		
:ROUTe(?)	<cpd>{ UPPer LOWer }	Применимо только при установке опции 50A
:AMPLitude?		Абсолютная конечная выходная амплитуда. Только запрос.
:BANDwidth(?)	[<cpd>{NORMAL LOW}]	
:MHARmonics		
[:STATE](?)	<bool>{OFF ON 0 1}	
:CLEar		
:AMPLitude(?)	<dnpd>	<dnpd> = Среднеквадратичная амплитуда.
:HARMonic<y>	<dnpd>, <dnpd>	<y> - номер гармоники.

Ключевое слово	Форма параметров	Примечания
:AMPLitude(?) :PANGle(?) :HARMonic<y>? :ALL?	<dnpd> <dnpd> [<cpd>{ AMPLitude PANGle }] [<cpd>{ AMPLitude PANGle }]	<dnpd> = Amplitude, Phase (Амплитуда, Фаза). Примечание: амплитуда - абсолютная или в % - зависит от значения UNIT:MHAR:...
:FHARmonics [:STATe](?) :CLEar :FLUCtuate<y>(?) :ALL? :MODulation :MODulation? :SHAPE(?) :DUTY(?)	<bool>{OFF ON 0 1} <bool>{OFF ON 0 1} <dnpd>,<dnpd> [<cpd>{ DEPT h FREQUency }] <cpd>{ RECTangular SINusoidal SQUare} <dnpd>	<y> - номер гармоники. Ответ в формате CSV. <dnpd> = Глубина, Частота.
:IHARmonics [:STATe](?) :SIGNal<y>	<bool>{OFF ON 0 1} <bool>{OFF ON 0 1}[,<dnpd>,<dnpd>]	<y> = Сигнал (1 или 2).
:SIGNal<y>?		<dnpd> = Amplitude, Frequency (Амплитуда, Частота)
:DIP [:STATe](?) :ENVELOpe	<bool>{OFF ON 0 1} <dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>	<dnpd> = Change to (Изменить на), Ramp In (Подъем), Duration (Длительность), Ramp out (Спад), End Delay (Задержка конца)
:ENVELOpe? :TRIGger :INPut(?) :ODELay(?) :HOLDoff(?) :REPeat (?)	[<cpd>{CHANge RIN DURation ROUT EDELay}] <cpd>{ FREE EONE EREPeat} <dnpd> <cpd>{ PHASe DELay },<dnpd> <dnpd>	<dnpd> единицы зависят от <cpd>.

Ключевое слово	Форма параметров	Примечания
RESults?	<cpd>	{ CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 } Отклик = <dnrd>, мощность или частота. <dnrd>, энергия или показания счетчика для проверяемого устройства. <dnrd>, энергия или показания счетчика для эталонного устройства. <dnrd> % Ошибка или % Регистрация. Примечание: Интерпретация вышеуказанного зависит от настроек ENERGY:PRESENTation. { COUNTs ENERGY } { PERRor PREGistration }
PRESENTation(?)	<cpd>, <cpd>	
:FLICKer		
[:STATe](?)	<bool>{ OFF ON 0 1 }	
:FREQuency(?)	<dnrd>	
:UNIT(?)	<cpd> [HZ CPM]	
:DEPTH(?)	<dnrd>	
:UNIT(?)	<cpd> [HZ CPM]	
:PST?		Исключено
:SHAPE(?)	<cpd>{ RECTangular SINusoidal SQUARE}	
:DUTY(?)	<dnrd>	
STATus		
:OPERation		
[:EVENT]?		Только запрос.
:ENABLE(?)	<dnrd>	
:CONDition?		Только запрос.
:QUESTionable		
[:EVENT]?		Только запрос.
:ENABLE(?)	<dnrd>	
:CONDition?		Только запрос.
:PRESet		
SYSTem		
:ERRor?		Только запрос.
:DATE(?)	<dnrd>,<dnrd>,<dnrd>	<dnrd> = Год, Месяц, День.
:TIME(?)	<dnrd>,<dnrd>,<dnrd>	<dnrd> = Час, Минута, Секунда.
:VERSion?		Только запрос.
:UNIT		
:ANGLE(?)	<cpd> {DEGrees RADIans}	Выбор влияет на все вводимые фазовые углы.
:MHARmonics		
:CURRent(?)	<cpd> {PRMS PFUNDamental DBFundamental ABSolute}	
:VOLTage(?)	<cpd> {PRMS PFUNDamental DBFundamental ABSolute}	

Ключевое слово	Форма параметров	Примечания
:DIP		
:TIME(?)	<cpd> {SECOnds CYCLes}	
:FLICKer		
:CURRent(?)	<cpd> {HZ CPM}	
:VOLTage(?)	<cpd> {HZ CPM}	

5-47. Сводка команд для энергии

Ключевое слово	Форма параметров	Примечания
[[:SOURce]		
:ENERgy		
:MODE(?)	<cpd>{ TCOunt PACKet GATE FRUN }	
:ABORT		
:WUP:DURation(?)	<cpd>{ SECOnds PPERiods WH },<dnrd>	<dnrd> - длительность в выбранных единицах
:WUP:PSOURce(?)	<cpd>{CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 SUM456 MEAN456 MEAN56 EMUT MAIN}	
:TEST:DURation(?)	<cpd>{ SECOnds PPERiods WH },<dnrd>	<dnrd> - длительность в выбранных единицах
:TEST:PSOURce(?)	<cpd>{CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 SUM456 MEAN456 MEAN56 EMUT MAIN}	
:OGATE(?)	<bool>{ OFF ON 0 1 },<cpd>{ PULSe LEVel },<cpd>{ HIGH LOW },<cpd>{ R150 R1000 }	
:IGATE(?)	<cpd>{ PULSe LEVel },<cpd>{ HIGH LOW },<cpd>{ R150 R1000 }	
:MVOLTage(?)	<cpd>{TCOunt PACKet GATE},{<bool> {OFF ON 0 1}}	<cpd> также требуемый параметр в форме запроса команды (задает режим запроса)
:UNIT(?)	<cpd>{ REAL APParent REACTive }	
:MUT:SOURce(?)	<cpd>{ CH1 CH1TO2 CH1TO3 CH1TO4 CH1TO5 CH1TO6 }	
:MUT:DEBOunce[:STATe](?)	<bool>{ OFF ON 0 1 }	
:MUT:CONStant(?)	<dnrd>	в "импульсах за единицу"
:MUT:CONStant:UNIT(?)	{IPWH IPKWH IPMWH WHP KWHP MWHP }	
:MUT:PULLup(?)	<cpd>{ R150 R1000 }	
:REFerence:SOURce(?)	<cpd>{ CH6 SUM456 MEAN456 MEAN56 MMUT MAIN }	
:MUT:DEBOunce[:STATe](?)	<bool>{ OFF ON 0 1 }	
:REFerence:CONStant(?)	<dnrd>	в "импульсах за единицу"
:REFerence:CONStant:UNIT(?)	{IPWH IPKWH IPMWH WHP KWHP MWHP }	
:REFerence:PULLup(?)	<cpd>{ R150 R1000 }	
:OUTPut:CONStant(?)	<dnrd>	в "импульсах за единицу"
:OUTPut:CONStant:UNIT(?)	{IPWH IPKWH IPMWH WHP KWHP MWHP }	
:OUTPut:PULLup[:STATe](?)	<bool>{ OFF ON 0 1 }	
:RESults?	<cpd>{ CH1 CH2 CH3 CH4 CH5 CH6 }	Отклик = <dnrd>, мощность или частота. <dnrd>, энергия или показания счетчика для проверяемого устройства. <dnrd>, энергия или показания счетчика для эталонного устройства. <dnrd> % Ошибка или % Регистрация. Примечание: Интерпретация вышеуказанного зависит от настроек ENERGY:PRESentation.
:PRESentation(?)	<cpd>{ COUNTs ENERgy },<cpd>{ PERRor PREGistration }	

5-48. Подробные сведения о командах подсистемы калибровки

Эта подсистема используется для калибровки функций и аппаратных характеристик прибора 6100B. При этом корректируются ошибки системы, связанные с дрейфом или старением прибора.

Перед любыми регулировками необходимо обеспечить доступ к калибровке.

Переключатель (на задней панели прибора 6100B с маркировкой CALIBRATION) необходимо перевести в положение ENABLE. После этого необходимо отправить команду пароля калибровки. После перехода в режим калибровки принимаются только команды калибровки; затем их можно использовать для регулировки прибора.

CALibration:SECure:PASSword <spd>

Эта команда используется для перехода в режим калибровки. Параметр <spd> представляет собой правильный пароль калибровки, зарегистрированный в программном обеспечении прибора 6100B. Пароль калибровки можно изменить только в режиме калибровки (с передней панели 6100B).

CALibration:SECure:EXIT

Эта команда используется для выхода из режима калибровки и возврата к нормальной работе, при этом любые отложенные операции регулировки будут отменены.

CALibration:PHASe<x>:VOLTage:RANGe <dnpd>,<dnpd>

Этой командой задается аппаратный диапазон канала напряжения для указанной фазы:

- Первый параметр представляет собой нижний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном.
- Второй параметр представляет собой верхний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном.

Прибор определяет наименьший диапазон, который охватывает указанные пределы.

CALibration:PHASe<x>:VOLTage:RANGe? [<cpd>{ LOW | HIGH }]

Версия по умолчанию возвращает верхний и нижний пределы текущего выбранного диапазона (разделенные запятой). При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

CALibration:PHASe<x>: VOLTage:ACTual <dnpd>,<dnpd>

Команда используется для изменения текущих значений, при которых будет проводиться калибровка:

- Первый параметр представляет собой амплитуду (интерпретируемую как абсолютное напряжение).
- Второй параметр представляет собой фазовый угол (интерпретируемый согласно активной настройке команды UNIT:ANGLE , т.е. в градусах или радианах).

CALibration:PHASe<x>: VOLTage:ACTual:FREQuency?

Команда используется для запроса частоты, при которой будет проводиться регулировка:

Примечание: Сама частота не регулируется.

CALibration:PHASe<x>:VOLTagE:TARGet<dnpd>[,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>]

Для каждой операции калибровки необходимо наметить требуемую точку калибровки (множитель). Команда используется для выбора такой точки, а также позволяет пользователю определять параметры, связанные с точкой калибровки для текущей операции:

- Первый параметр <dnpd> является целым числом (от 0 до 2), обозначающим целевую точку для регулировки.
Примечание: Он соответствует списку целевых элементов на экране регулировки прибора (в поле целевых точек), для соответствующего диапазона функциональных и аппаратных свойств.
- Последующие (и необязательные) параметры <dnpd> соответствуют основной частоте, номеру гармоники, абсолютной амплитуде и фазовому углу в этой точке. Эти параметры позволяют перемещать целевую точку. На практике заводские установки целевых точек по умолчанию не должны нуждаться в изменении, поэтому обязательной части этой команды должно быть достаточно.

После установки целевой точки регулировка прибора 6100В ограничивается значениями в пределах выбранного аппаратного диапазона напряжений и полосы частот. Для снятия этих ограничений необходимо направить одну из следующих команд:

TRIG?, EXIT или новую команду TARG.

CALibration:PHASe<x>:VOLTagE:TRIGer?

После того, как параметры для калибровки заданы в единой точке калибровки, эта команда инициирует внутренний процесс калибровки. Команда применяется к настройкам TARGet.

В ответ возвращается значение 0 при успешном исходе, и 1 при сбое. В последнем случае в очередь ошибок помещается сообщение.

Примечание

Команды калибровки канала тока те же, что и для канала напряжения, с заменой "VOLT" на "CURR".

Из этого правила имеются следующие исключения:

CALibration:PHASe<x>:CURRent:RANGe:VOLTagE <dpnd>,<dpnd>

Этой командой задается аппаратный диапазон канала тока для указанной фазы для выхода по напряжению вместо тока. Первый параметр представляет собой нижний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном. Второй параметр представляет собой верхний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном. Прибор определяет наименьший диапазон, который охватывает указанные пределы.

Для справочных целей отметим, что в настоящий момент определены следующие диапазоны:

Диапазон	Нижний предел	Верхний предел
Диапазон 0,5 В	0,05 В	0,25 В
Диапазон 1 В	0,15 В	1,5 В
Диапазон 10 В	1 В	10 В

CALibration:PHASe<x>:CURRent:RANGe:VOLTage? [<cpd>{ LOW | HIGH }]

Версия по умолчанию возвращает верхний и нижний пределы текущего выбранного диапазона (разделенные запятой). При добавлении параметров можно запросить только одно из этих значений.

CALibration:PHASe<x>:CURRent:RANGe:UNIT?

По этой команде, имеющей только форму запроса, проверяется использование диапазона нахождения напряжения по току.

Отклик:

CURRent Активен обычный диапазон по току.

VOLTage Активен диапазон определения напряжения по току.

5-49. Подробные сведения о командах подсистемы выхода**OUTPut:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}**

Эта команда включает и выключает выход прибора, в зависимости от индивидуальных настроек каналов выходов по напряжению и току на каждой фазе.

- ON или 1 - включение выхода.
- OFF или 0 - выключение выхода.

Команда запроса возвращает 1, если выход включен, и 0, если выход выключен.

OUTPut:ROSCillator[:STATe](<bool>){OFF|ON|0|1}

Команда включает или выключает генератор опорной частоты прибора.

- ON или 1 включает генерацию опорной частоты.
- OFF или 0 выключает генерацию опорной частоты.

Команда запроса возвращает 1, если генератор опорной частоты включен, и 0, если генератор опорной частоты выключен.

OUTPut:SENSe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

Команда переключает прибор по схеме 2-проводного или 4-проводного измерения.

- ON или 1 выбирает 4-проводное измерение.
- OFF или 0 выбирает 2-проводное измерение.

Команда запроса возвращает 1, если включена 4-проводная схема, и 0, если включена 2-проводная схема.

OUTPut:DEFer[:STATe](<bool>){OFF|ON|0|1}

Команда задает режим отложенного или прямого ввода.

Если активен режим отложенного ввода, то все команды, которые действуют на выходной сигнал основного устройства и фазы, заносятся в буфер до получения команды на применение или отмену операции. В этот момент или текущий выходной сигнал на всех фазах обновляется, чтобы отразить состояние, занесенное в буфер, или это состояние отменяется.

- ON или 1 включает режим отложенного ввода.
- OFF или 0 отключает режим отложенного ввода и возвращает прибор в режим прямого ввода.

Команда запроса возвращает 1, если режим отложенного ввода включен, и 0, если этот режим выключен.

Примечание

По умолчанию в приборе устанавливается режим прямого ввода.

OUTPut:DEFer:ACTion <cpd>{APPLy | UNDO}

По этой команде применяются или отменяются все буферизованные (отложенные) команды, полученные в режиме отложенного ввода.

- APPLy действует на команды, полученные после последней команды apply/undo.
- UNDO отменяет полученные после последней команды apply.

Для этой команды нет формы запроса. Если режим отложенного ввода (DEFer) не включен (не ON), возникнет конфликт настроек.

Примечание

Операции, которые недопустимы при ВКЛЮЧЕННОМ выходе, недопустимы также и в активном режиме отложенного ввода, даже если выход ВЫКЛЮЧЕН. Например, нельзя изменять диапазон в режиме отложенного ввода, даже при ВЫКЛЮЧЕННОМ выходе.

[SOURce]:OUTPut:RCLock(?) <dnpd>

Эта команда позволяет перенаправить сигнал, полученный с внутреннего задающего генератора, на заднюю панель.

Принимаются следующие значения:

- 0,0 - отменить выходной опорный сигнал.
- 10e6 - задать частоту выходного опорного сигнала 10 МГц.
- 20e6 - задать частоту выходного опорного сигнала 20 МГц.

Значение по умолчанию равно 0,0 (т.е. опорный сигнал выключен).

SOURce]:OUTPut:RAMP(?) <CPD>{ FAST | SLOW }

Если выход включен, то амплитуда выходного сигнала не мгновенно принимает новое значение; она плавно переходит к нему за небольшое время. Обычно оно составляет 10 мс; можно установить это время на 2 с, чтобы обеспечить "плавный пуск" для систем, в которых могут сработать внутренние детекторы перегрузки по напряжению/току, если скорость изменения по умолчанию слишком велика.

Время изменения выходного сигнала устанавливается на 10 мс или на 2 с.

- FAST - Устанавливается время изменения 10 мс,
- SLOW - Устанавливается время изменения 2 с.

Значение по умолчанию - FAST.

Примечание: Эта команда теряет силу при наличии команды OUTPut:RAMP:TIME

[SOURce]:OUTPut:RAMP:TIME(?) <dnpd>

Если выход включен, то амплитуда выходного сигнала не мгновенно принимает новое значение; она плавно переходит к нему за небольшое время. Обычно оно составляет 10 мс. Команда позволяет установить это время в пределах от 0 до 10 секунд, чтобы обеспечить "плавный пуск" для систем, в которых могут сработать внутренние детекторы перегрузки по напряжению/току, если скорость изменения по умолчанию слишком велика.

Значение по умолчанию равно 0.

[SOURce]:OUTPut:VOLTage:NLIMit <CPD>{ LOW | HIGH }

Команда позволяет повысить предел диапазона напряжения на канале нулевой фазы с 33 В до 1008 В.

Параметры команды:

- LOW - Максимальная амплитуда 33 В
- HIGH - Максимальная амплитуда 1008 В.

Значение по умолчанию - LOW.

Примечание: Значение HIGH предназначено для случаев, когда нулевая фаза прибора используется в качестве независимого источника питания – т.е. не включена в схему типа звезда или треугольник. Прибор может быть поврежден, если напряжение Hi N-фазы подключить к любой клемме 6140A Lo, когда выбрана амплитуда более 33 В.

5-50. **Подробные сведения о командах подсистемы входа**

INPut:DIP:TRIGger

По этой команде переключаются все явления провала/выброса, для которых выбран внешний триггер. Она действует так же, как и подача сигнала триггера на вход External Trigger BNC на задней стенке.

5-51. **Подробные сведения о командах подсистемы источника**

5-52. **Общие команды**

[SOURce]:FREQuency(?) <dnpd>

Эта команда используется для установления основной частоты для всех каналов напряжения и тока на всех фазах. Параметр <dnpd> представляет собой число, задающее требуемую основную частоту в герцах (Hz). При этом автоматически будет выбран аппаратный диапазон, оптимальный для заданной выходной частоты.

По соответствующему этой команде запросу будет возвращено значение выходной частоты. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (300 Гц представляется как 3 . 0E2).

[SOURce]:FREQuency:LINE(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

Эта команда используется для настройки фиксации частоты линии для всех каналов напряжения и тока на всех фазах.

- ON или 1 - выбор фиксации линии.
- OFF или 0 - выбор фиксации линии

По команде запроса возвращается 1, если фиксация линии включена, и 0, если фиксация линии выключена.

[SOURce]:FREQuency:LOCK?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается состояние фиксации линии:

- 1 означает, что состояние фиксации линии достигнуто.
- 0 означает, что состояние фиксации линии не достигнуто.

[SOURce]:POWer:UNBalanced?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается процентное значение разбаланса трехфазного тока. Оно вычисляется по методам IEC или NEMA.

Необходимо учесть, что если система не настроена как трехфазная, то по этому запросу возвращается нулевое значение.

[SOURce]:POWer:UNBalanced:STANdard(?) <CPD>{ NEMA | IEC }

Этой командой выбирается метод расчета значения разбаланса трехфазного тока.

[SOURce]:POWer:BUDeanu? <cpd>{DELTA|WYE}[, <cpd> { P | S | Q | D |PF}]

Эта команда имеет только форму запроса. Она возвращает значение мощности по Будеану для трехфазного тока, рассчитанную для системы, подключенной по схеме "треугольник" или "звезда".

При отсутствии второго необязательного параметра <cpd> возвращаются все значения, разделенные запятой, в порядке P, S, Q, D, PF. Если второй параметр <cpd> присутствует, то возвращается только указанное значение. Возвращаемые значения имеют стандартный научный формат.

[SOURce]:FLICKer:STANdard(?) <cpd>{ STD1 | STD2 }

Фликер может создаваться по двум стандартам, и этой командой осуществляется выбор из них.

STD1	IEC 61000-4-15 (2003-2), ред. 1.1.
STD2	IEC 61000-4-15. ред. 2.0

[SOURce]:TERMinal[:STATe](?) <bool>{OFF|ON|0|1}

Выбор клемм измерения тока возможен только при установке опции на 50 А. Токи до 21 А можно направлять либо через обычные 4 мм клеммы, либо, если это предпочтительно, через клеммы, обеспечивающие выходной ток 50 А (нижние клеммы). Фазы можно конфигурировать как отдельно, так и совместно.

Эта команда позволяет перенаправить канал тока указанной фазы через опцию 50 А.

- ON или 1 - все фазы будут перенаправлены одинаково.
- OFF или 0 - позволяет определить перенаправление для каждой фазы.

По запросу возвращается значение 1, если фазы перенаправляются одинаково, и 0, если отдельно.

Команда используется совместно с командой PHASe<x>:CURRent:TERMinal

[SOURce]:TERMinal:ROUte(?) <cpd>{ UPPer | LOWer }

По этой команде выбирается перенаправление сигнала с силой тока до 21 А.

- UPPer - на обычные клеммы 4 мм
- LOWer - на нижние клеммы 50 А

SOURce:PHASe<x>:FITTed?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается наличие или отсутствие фазы.

При наличии фазы возвращается 1, в противном случае - 0.

SOURce:PHASe<x>:SERial?

По этой команде возвращается серийный номер прибора.

Ответ имеет вид <spd>, например, "12345"

SOURce:PHASe<x>:MODEl?

По этой команде возвращается номер модели на фазе.

Ответ имеет вид <spd>, например, "6105A"

5-53. Значения мощности

SOURce:PHASe<x>:POWer:WATT?

Эта команда имеет только форму запроса и используется для вывода значения мощности на фазе в ваттах (всегда одинаково независимо от метода расчета реактивной мощности).

Прибор возвращает значение мощности на выходе указанной фазы. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (24,3 кВт представляется как 2.43E4).

SOURce:PHASe<x>:POWer:VA?

Эта команда имеет только форму запроса и используется для вывода значения мощности на фазе в вольт-амперах (всегда одинаково независимо от метода расчета мощности).

Прибор возвращает значение мощности на выходе указанной фазы. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (453,6 ВА представляется как 4.536E2).

SOURce:PHASe<x>:POWer:PFACTOR?

Эта команда имеет только форму запроса и используется для вывода значения фактора мощности на фазе (всегда одинаково независимо от метода расчета мощности).

SOURce:PHASe<x>:POWer:BUDeanu? [<cpd>{ P | S | Q | D }]

Эта команда имеет только форму запроса. По умолчанию (без параметров) возвращаются все компоненты расчета фактора мощности по методу Будеану, разделенные запятой, в порядке P, S, Q, D. При наличии параметра выбираются компоненты для возврата. Возвращаемые значения имеют стандартный научный формат.

Пример:

1.0E1, 1.141E1, 0.0E0, 0.0E0

Примечание.

P идентично WATT.

S идентично VA.

SOURce:PHASe<x>:POWer:FRYZe? [<cpd>{ P | S | Q }]

Эта команда имеет только форму запроса. По умолчанию (без параметров) возвращаются все компоненты расчета фактора мощности по методу Фризе, разделенные запятой, в порядке P, S, Q. При наличии параметра выбираются компоненты для возврата. Возвращаемые значения имеют стандартный научный формат.

Пример:

1.0E1, 1.141E1, 0.0E0

Примечание.

P идентично WATT.

S идентично VA.

SOURce:PHASe<x>:POWer:KUSTers? [<cpd>{ P | S | QC | QCR | QL | QLR }]

Эта команда имеет только форму запроса. По умолчанию (без параметров) возвращаются все компоненты расчета фактора мощности по методу Кастерса и Мура, разделенные запятой, в порядке P, S, Q. P, S, Qc, Qcr, Ql, Qlr. При наличии параметра выбираются компоненты для возврата. Возвращаемые значения имеют стандартный научный формат.

Пример:

1.0E1, 1.414E1, 0.314E0, 0.1E0, 0.207E0, 0.207E0

Примечание.

P идентично WATT.
S идентично VA.

SOURCE:PHASe<x>:POWer:SHEPherd? [<cpd>{ P | S | SR | SX | SD }]

Эта команда имеет только форму запроса. По умолчанию (без параметров) возвращаются все компоненты расчета фактора мощности по методу Шеферда и Закикани, разделенные запятой, в порядке P, S, Sr, Sx, Sd. При наличии параметра выбираются компоненты для возврата. Возвращаемые значения имеют стандартный научный формат.

Пример:

1.0E1,1.414E1,1.314E0,0.1E0,0.0E0

Примечание.

P идентично WATT.
S идентично VA.

SOURCE:PHASe<x>:POWer:SHARon? [<cpd>{ P | S | SQ | SC }]

Эта команда имеет только форму запроса. По умолчанию (без параметров) возвращаются все компоненты расчета фактора мощности по методу Шарона и Чарнецки, разделенные запятой, в порядке P, S, Sq, Sc. При наличии параметра выбираются компоненты для возврата. Возвращаемые значения имеют стандартный научный формат.

Пример:

1.0E1,1.414E1,1.314E0,0.1E0

Примечание.

P идентично WATT.
S идентично VA.

SOURCE:PHASe<x>:POWer:IEEE? [<cpd>{ P | S | N | SN | P1 | S1 | Q1 | PH | SH | NH }]

Эта команда имеет только форму запроса. По умолчанию (без параметров) возвращаются все компоненты расчета фактора мощности по методу Рабочей группы IEEE по гармоникам, разделенные запятой, в порядке P, S, N, SN, P1, S1, Q1, PH, SH, NH. При наличии параметра выбираются компоненты для возврата. Возвращаемые значения имеют стандартный научный формат.

Пример:

1.0E1,1.414E1,1.314E0,0.1E0,0.0E0,0.7E1,0.8E1,0.1E1,0.3E1,0.614E1,1.2E-3

Примечание.

P идентично WATT.
S идентично VA.

5-54. Настройка напряжения**SOURce:PHASe<x>:VOLTage:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}**

По этой команде активируется или деактивируется напряжение на указанной фазе.

- ON или 1 - канал включается.
- OFF или 0 - канал выключается.

По запросу возвращается значение 1, если канал включен, и 0, если канал выключен.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:RANGe <dpnd>,<dpnd>

Этой командой задается аппаратный диапазон канала напряжения для указанной фазы. Первый параметр представляет собой нижний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном. Второй параметр представляет собой верхний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном. Прибор определяет наименьший диапазон, который охватывает указанные пределы.

Для справочных целей отметим, что в настоящий момент определены следующие диапазоны для приборов 6100A/6101A:

Диапазон	Нижний предел	Верхний предел
Диапазон 11 В	1,0 В	16 В
Диапазон 23 В	2,3 В	33 В
Диапазон 56 В	5,6 В	78 В
Диапазон 120 В	11 В	168 В
Диапазон 230 В	23 В	336 В
Диапазон 560 В	56 В	1008 В

Для справочных целей отметим, что в настоящий момент определены следующие диапазоны для приборов 6100B/6101B:

Диапазон	Нижний предел	Верхний предел
Диапазон 15 В	0,0 В	23 В
Диапазон 30 В	0,0 В	45 В
Диапазон 60 В	0,0 В	90 В
Диапазон 120 В	0,0 В	180 В
Диапазон 230 В	0,0 В	360 В
Диапазон 560 В	0,0 В	1008 В

Для справочных целей отметим, что в настоящий момент определены следующие диапазоны для приборов 6105A/6106A:

Диапазон	Нижний предел	Верхний предел
Диапазон 15 В	0,0 В	23 В
Диапазон 30 В	0,0 В	45 В
Диапазон 60 В	0,0 В	90 В
Диапазон 120 В	0,0 В	180 В
Диапазон 230 В	0,0 В	360 В
Диапазон 480 В	0,0 В	650 В
Диапазон 560 В	0,0 В	1008 В

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:RANGe? [*<cpd>*{ LOW | HIGH }]

Версия по умолчанию возвращает верхний и нижний пределы текущего выбранного диапазона (разделенные запятой). При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:AMPLitude?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается среднеквадратичное значение выходной амплитуды для заданной фазы в вольтах.

Прибор возвращает текущее значение напряжения. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (550 В представляется как 5 . 5E2).

5-55. Постоянный ток и гармоники

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:MHARmonics:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с гармониками, на канале напряжения указанной фазы, путем переключения к синусоидальному режиму и обратно.

- ON или 1 - включается режим с гармониками, отключается синусоидальный режим.
- OFF или 0 - отключается режим с гармониками, включается синусоидальный режим.

По команде запроса возвращается 1, если режим гармоник активен, и 0, если режим гармоник неактивен.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:MHARmonics:CLEAr

По этой команде сбрасываются все гармоники, кроме основной частоты, связанные с напряжением данной фазы. Команда не имеет формы запроса.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:MHARmonics:AMPLitude(?) <dnpd>

По этой команде задается среднеквадратичное значение сигнала с гармониками. Амплитуды всех гармоники пересчитываются, чтобы сохранить форму сложного сигнала. По запросу возвращается среднеквадратичное значение.

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:MHARmonics:HARMonic<y> <dnpd>,<dnpd>

По этой команде задаются гармоники для канала напряжения указанной фазы и номеров гармоник y (0 - 100). Постоянному току соответствует нулевая гармоника. Параметры задают амплитуду (в текущих выбранных единицах амплитуды напряжения) и фазовый угол (в текущих выбранных единицах угла) соответственно. Фазовый угол для гармоники с номером 0 (постоянный ток) должен быть равен 0.

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:MHARmonics:HARMonic<y>? [<cpd>{ AMPLitude | PANGLE }]

По этому запросу возвращаются амплитуда (в текущих выбранных единицах амплитуды напряжения) и фазовый угол (в текущих выбранных единицах угла) указанной гармоники указанной фазы. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:MHARmonics:HARMonic<y>:AMPLitude?

По этому запросу возвращается амплитуда (в текущих выбранных единицах амплитуды напряжения) указанной гармоники указанной фазы.

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:MHARmonics:HARMonic<y>:PANGLE?

По этому запросу возвращается фазовый угол (в текущих выбранных единицах фазового угла) указанной гармоники указанной фазы.

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:MHARmonics:ALL? [<cpd>{ AMPLitude | PANGLE }]

По этому запросу возвращается амплитуда (в текущих выбранных единицах амплитуды напряжения) и фазовый угол (в текущих выбранных единицах угла) всех гармоник указанной фазы в виде списка, разделенного запятыми. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

Пример:

Пусть имеются следующие условия:

Гармоника	Амплитуда	Фаза
1	25,0 В	90,0 градусов
2	0,0 В	0,0 градусов
3	10,9 В	0,0 градусов
4	0,0 В	0,0 градусов
5	2,5 В	165,0 градусов

Ожидаемые ответы:

```
: SOUR : PHAS : VOLT : HARM : ALL? "2.5E1,9.0E1,0.0E0,0.0E0,1.09E1,0
.0E0,0.0E0,0.0E0,2.5E0,1.65E2"
: SOUR : PHAS : VOLT : HARM : ALL? "2.5E1,0.0E0,1.09E1,0.0E0,0.0E0,2
AMPL .5E0"
: SOUR : PHAS : VOLT : HARM : ALL? "9.0E1,0.0E0,0.0E0,0.0E0,1.65E2"
PANG
```

5-56. Флуктуирующие гармоники

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FHARmonics:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с флуктуирующими гармониками, на канале напряжения указанной фазы. Если для заданной фазы гармоники в настоящий момент не выбраны, то выводится сообщение об ошибке, где указывается, что необходимо активировать несколько гармоник перед применением флуктуаций.

- ON или 1 - активируются гармоники напряжения на указанной фазе.
- OFF или 0 - деактивируются гармоники напряжения на указанной фазе.

По команде запроса возвращается 1, если указанная флуктуация активна, и 0, если она неактивна.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FHARmonics:CLEar

По этой команде сбрасывается модуляция гармоник, связанных с напряжением данной фазы. Команда не имеет формы запроса.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FHARmonics:FLUCtuate<y>(?)<bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются флуктуации гармоники y на канале напряжения на фазе x.

По команде запроса возвращается 1, если указанная гармоника флуктуирует, и 0, если указанная гармоника не флуктуирует.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FHARmonics:ALL?

По этому запросу возвращаются состояния флуктуаций всех активных гармоник в виде строки с разделителем-запятой. Строка с разделителем-запятой содержит значения для всех гармоник. Неактивные гармоники всегда возвращают значение 0.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FHARmonics:MODulation <dnpd>,<dnpd>

По этой команде задаются параметры модуляции флуктуирующих гармоник на канале напряжения указанной фазы. Первый параметр обозначает глубину модуляции (в процентах от среднеквадратичной амплитуды напряжения). Первый параметр обозначает частоту модуляции (выраженную в герцах).

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FHARmonics:MODulation? [<cpd>{DEPTH | FREQuency}]

По этому запросу возвращается глубина и частота модуляции на канале напряжения указанной фазы. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FHARmonics:SHAPE(?)
<cpd>{RECTangular|SINusoidal|SQUare}

По этой команде выбирается форма огибающей модуляции флукутирующих гармоник на канале напряжения указанной фазы:

- RECT - модулирующий сигнал имеет прямоугольную форму.
- SIN - модулирующий сигнал имеет синусоидальную форму.
- SQU - модулирующий сигнал имеет квадратную форму.

По команде запроса возвращается SIN , если модуляция синусоидальная, и т.п.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FHARmonics:DUTY(?) <dnpd>

По этой команде задается значение продолжительности включения флукутирующих гармоник для прямоугольной модуляции на канале напряжения указанной фазы.

По команде запроса возвращается текущее значение продолжительности включения. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (10,55 представляется как 1.055E1).

5-57. Промежуточные гармоники

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:IHARmonics:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с промежуточными гармониками, на канале напряжения указанной фазы.

- ON или 1 - включаются промежуточные гармоники на канале напряжения указанной фазы.
- OFF или 0 - выключаются промежуточные гармоники на канале напряжения указанной фазы.

По команде запроса возвращается значение 1, если промежуточные гармоники включены, и 0, если промежуточные гармоники выключены.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:IHARmonics:SIGNal<y> <bool> {OFF|ON|0|1}{,<dnpd>,<dnpd>}

По этой команде задаются параметры указанных промежуточных гармоник. Параметр <bool> контролирует активность или неактивность промежуточной гармоники. Оба дополнительных параметра <dnpd> являются числовыми и задают требуемую амплитуду (в вольтах) и частоту (в герцах). <y> указывает определяемую промежуточную гармонику, поскольку прибор может генерировать 2 промежуточные гармоники одновременно.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:IHARmonics:SIGNal<y>? [<cpd>{STATe | AMPLitude | FREQuency}]

По умолчанию по этому запросу возвращаются все параметры указанной промежуточной гармоники, разделенные запятой. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

5-58. Провал

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:DIP:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с провалом, на канале напряжения указанной фазы.

- ON или 1 - указанный провал активен.
- OFF или 0 - указанный провал неактивен.

По команде запроса возвращается 1 при активном провале, и 0, если провал неактивен.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:DIP:ENVelope <dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>

По этой команде задаются параметры провала для канала напряжения указанной фазы:

- 1^{-й} параметр `dnpd` - "Change To" - Изменение значения (в процентах от полного среднеквадратичного напряжения).
- 2^{-й} параметр `dnpd` - "Ramp In" - Продолжительность участка подъема (в секундах или периодах).
- 3^{-й} параметр `dnpd` - "Duration" - Продолжительность (в секундах или периодах).
- 4^{-й} параметр `dnpd` - "Ramp Out" - Продолжительность участка спада (в секундах или периодах).
- 5^{-й} параметр `dnpd` - "End Delay" - Время задержки конца (в секундах или периодах).

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:DIP:ENVELOpe? [<cpd>{CHANe | RIN | DURation | ROUT | EDELay}]

По умолчанию по этому запросу возвращаются параметры огибающей провала для канала напряжения указанной фазы. При добавлении соответствующего параметра возвращается единственное значение:

CHANge	Значение "Change To" в процентах от полного среднеквадратичного напряжения
RIN	Период "Ramp In" в секундах или периодах в зависимости от настроек единиц провала
DURation	Параметр "Duration" в секундах или периодах в зависимости от настроек единиц провала
ROUT	Параметр "Ramp Out" в секундах или периодах в зависимости от настроек единиц провала
EDELay	Параметр "End Delay" (в секундах или периодах).

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:DIP:TRIGger:INPut(?) <cpd>{ FREE | EONE | EREPeat}

По этой команде устанавливается и запрашивается состояние режима триггера, используемого для определения события, по которому начинается провал или выброс.

- FREE используется для свободного провала/выброса.
- EONE используется для создания единичного провала/выброса, включаемого по внешнему сигналу.
- EREPeat используется для создания непрерывных провалов/выбросов, включаемых по внешнему сигналу.

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:DIP:TRIGger:HOLDoff(?) <cpd>{PHASe|DELay},<dnpd>

По этой команде выбирается, настраивается и запрашивается задержка перед началом провала/выброса по сигналу триггера.

PHASe	Задержка представляет собой фазовый угол после сигнала триггера. В этом случае <dnpd> выражается в градусах или радианах.
DELay	Задержка представляет собой временной интервал. В этом случае <dnpd> выражается в секундах или периодах.

SOURCE:PHASe<x>:VOLTage:DIP:TRIGger:ODELay(?)<dnpd>

По этой команде устанавливается и запрашивается задержка (в секундах или периодах) перед срабатываем выходного триггера, следующим за завершением провала или выброса.

SOURCE:PHASEx:VOLTage:DIP:TRIGger:REPeat(?)<dnpd>

По этой команде устанавливается и запрашивается число повторов провала в режиме внешнего триггера.

5-59. Фликер**SOURCE:PHASEx:VOLTage:FLICker:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}**

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с фликером, на канале напряжения указанной фазы.

- ON или 1 - включается фликер на канале напряжения указанной фазы.
- OFF или 0 - выключается фликер на канале напряжения указанной фазы.

По команде запроса возвращается 1, если фликер активен, и 0, если фликер неактивен.

SOURCE:PHASEx:VOLTage:FLICker:DEPTh(?) <dnpd>

По этой команде задается глубина модуляции фликера на канале напряжения указанной фазы

Параметр <dnpd> представляет собой искомую глубину модуляции в процентах от полного среднеквадратичного напряжения.

По соответствующему этой команде запросу будет возвращено текущее значение глубины модуляции. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (15,1 % представляется как 15 . 1E1).

SOURCE:PHASEx:VOLTage:FLICker:FREQuency(?) <dnpd>

По этой команде задается частота модуляции фликера на канале напряжения указанной фазы

Параметр <dnpd> представляет собой число, задающее требуемую частоту модуляции в герцах.

По команде запроса возвращается текущее значение частоты модуляции. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (440,0 Гц представляется как 4 . 40E2).

[SOURCE]:PHASEx:VOLTage:FLICker:FREQuency:UNIT(?) <cpd> {HZ | CPM }

По этой команде выбираются единицы скорости изменения:

- HZ - скорость изменения в герцах.

CPM - скорость изменения в количестве изменений в минуту.

По команде запроса возвращается HZ или CPM.

Примечание

При изменении единиц скорость изменения возвратится к значению по умолчанию 1 CPM или 0,5 Гц в зависимости от выбранных единиц.

Примечание

Команда "UNIT:FLICker:VOLTage:FREQuency(?) <cpd> {HZ|CPM}" теряет в этом случае силу, поскольку она влияет только на канал 1.

SOURCE:PHASEx:VOLTage:FLICker:PST?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается текущее значение PST. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (1,82 представляется как 1 . 82E0).

SOURce:PHASe<x>.:VOLTage:FLICKer:SHAPE(?)<cpd>{RECTangular|SINusoidal|SQUare}

По этой команде выбирается форма огибающей модуляции фликера на канале напряжения указанной фазы:

- RECT - модулирующий сигнал имеет прямоугольную форму.
- SIN - модулирующий сигнал имеет синусоидальную форму.
- SQU - модулирующий сигнал имеет квадратную форму.

По команде запроса возвращается SIN , если модуляция синусоидальная, и т.п.

SOURce:PHASe<x>:VOLTage:FLICKer:DUTY(?) <dnpd>

По этой команде задается значение продолжительности включения фликера для прямоугольной модуляции на канале напряжения указанной фазы.

По команде запроса возвращается текущее значение продолжительности включения. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (10,55 представляется как 1.055E1).

5-60. Подсистема дополнительных функций фликера

Подсистема дополнительных функций фликера позволяет генерировать сигналы согласно тестовым сценариям измерителя фликера, описанным в документе IEC 60000-4, разделы с 4.3.3 по 4.3.7.

Если какая-либо из дополнительных функций активна, то она заменяет существующее поведение выбранного явления на канале напряжения данной фазы (канал тока не затрагивается), исходные настройки будут восстановлены при отключении дополнительной функции.

5-61. Состояние дополнительных функций фликера

[SOURce]:PHASe<x>:VOLTage:EFlicker[:STATe](?) <bool> { ON | OFF | 0 | 1 }

Выключает или включает текущую выбранную конфигурацию дополнительных функций сигнала фликера (для фазы x). Если выход активен, то новая конфигурация будет немедленно к нему применена.

5-62. Конфигурирование сигнала

[SOURce]:PHASe<x>:VOLTage:EFlicker:CONFigure(?) <cpd> { PF | MZ | HS | PJ | RV }

Выбирает дополнительную функцию сигнала фликера (для фазы x).

Примечание

Состояние приборов не меняется, пока :EFlicker:STATe не будет установлено на ON (или 1). Если дополнительная функция фликера меняется, то параметр :EFlicker:STATe автоматически возвращается к значению OFF или (0).

Дополнительные функции:

- PF - Сигнал фликера с периодическими изменениями частоты (раздел 4.3.3 документа IEC 601000-4).
- MZ - Искажения напряжения с многократными переходами через ноль (раздел 4.3.43 документа IEC 601000-4).
- HS - Гармоники в боковой полосе частот (раздел 4.3.5 документа IEC 601000-4).
- PJ - Скачки фазы (раздел 4.3.6 документа IEC 601000-4).

- RV - Прямоугольные изменения напряжения с некоторой продолжительностью (раздел 4.3.7 документа IEC 601000-4).

Значение по умолчанию: PF (периодические изменения частоты).

5-63. Выбор гармоник в боковой полосе частот

[SOURCE]:PHASE<x>:VOLTage:EFLicker:HSIDeband:HARMonic(?) <dnpd>

Выбор гармоник искажений для использования при генерации гармоник с тестовым сигналом в боковой полосе.

Диапазон значений: 3-99.

Значение по умолчанию: 3.

Примечание

Это значение применимо, только если выбран параметр HSIDeband в команде :EFLicker:CONFigure.

5-64. Выбор угла скачка фазы

[SOURCE]:PHASE<x>:VOLTage:EFLicker:PJUMp:ANGLE(?) < dnpd >

Выбор фазового угла для использования в тесте с последовательностью скачков фазы: принимаются только значения +/- 30,0 градусов или +/- 45,0 градусов.

Значение по умолчанию равно +30,0.

Примечание

Это значение применимо, только если выбран параметр PJUMp при использовании команды :EFLicker:CONFigure.

5-65. Выбор времени установления скачка фазы

[SOURCE]:PHASE<x>:VOLTage:EFLicker:PJUMp:SPERiod(?) <cpd> { OFF | S5 | S10 | M1 | M5 | M10 }

Этот период выбирается перед началом последовательности скачков фазы. Выход включен в течение следующего времени:

- OFF- Задержка не применяется
- S5 - Задержка на 5 секунд.
- S10- Задержка на 10 секунд.
- M1 - Задержка на 1 минуту.
- M5 - Задержка на 5 минут.
- M10 - Задержка на 10 минут.

Значение по умолчанию - OFF.

Примечание

Это значение применимо, только если выбран параметр PJUMp при использовании команды :EFLicker:CONFigure.

5-66. Отчет об этапе скачка фазы

[SOURCE]:PHASE<x>:VOLTage:EFLicker:PJUMp:STAGe?

Выдается отчет о прохождении последовательности скачков фазы.

- Этап 0 – Период установления.
- Этап 1 – Выполняется скачок фазы по истечении 1 минуты.

- Этап 2 – Выполняется скачок фазы по истечении 3 минут.
- Этап 3 – Выполняется скачок фазы по истечении 5 минут.
- Этап 4 – Выполняется скачок фазы по истечении 7 минут.
- Этап 5 – Выполняется скачок фазы по истечении 9 минут.
- Этап 6 – Конец последовательности по истечении 10 минут.

Примечание: только запрос.

5-67. Отчет о времени после начала скачков фазы

[SOURce]:PHASe<x>:VOLTage:EFlicker:PJUMp:ELAPsed?

Выдается отчет о времени, прошедшем после начала последовательности скачков фазы: минут, секунд.

Примечание: только запрос.

5-68. Текущая настройка

SOURce:PHASe<x>:CURRent:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включается и выключается канал тока для указанной фазы.

- ON или 1 - канал включается.
- OFF или 0 - канал выключается.

По команде запроса возвращается 1, если выход включен, и 0, если выход выключен.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:RANGe <dpnd>,<dpnd>

Этой командой задается аппаратный диапазон канала тока для указанной фазы. Первый параметр представляет собой нижний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном. Второй параметр представляет собой верхний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном. Прибор определяет наименьший диапазон, который охватывает указанные пределы.

Для справочных целей отметим, что в настоящий момент определены следующие диапазоны:

Диапазон	Нижний предел	Верхний предел
Диапазон 0,25 А	0,05 А	0,25 А
Диапазон 0,5 А	0,05 А	0,5 А
Диапазон 1 А	0,1 А	1 А
Диапазон 2 А	0,2 А	2 А
Диапазон 5 А	0,5 А	5 А
Диапазон 10 А	1 А	10 А
Диапазон 21 А	2 А	21 А
Диапазон 50 А	5 А	50 А
Диапазон 80 А	8 А	80 А

SOURce:PHASe<x>:CURRent:RANGe? [<cpd>{ LOW | HIGH }]

Версия по умолчанию возвращает верхний и нижний пределы текущего выбранного диапазона (разделенные запятой). При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:RANGe:VOLTage <dpnd>,<dpnd>

Этой командой задается аппаратный диапазон канала тока для указанной фазы для выхода по напряжению вместо тока. Первый параметр представляет собой нижний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном. Второй параметр представляет собой верхний предел, который должен перекрываться указанным диапазоном. Прибор определяет наименьший диапазон, который охватывает указанные пределы.

Для справочных целей отметим, что в настоящий момент определены следующие диапазоны:

Диапазон	Нижний предел	Верхний предел
Диапазон 0,5 В	0,05 В	0,25 В
Диапазон 1 В	0,15 В	1,5 В
Диапазон 10 В	1 В	10 В

SOURce:PHASe<x>:CURRent:RANGe:VOLTage? [<cpd>{ LOW | HIGH }]

Версия по умолчанию возвращает верхний и нижний пределы текущего выбранного диапазона (разделенные запятой). При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:RANGe:UNIT?

По этой команде, имеющей только форму запроса, проверяется использование диапазона нахождения напряжения по току.

Отклик:

- CURRent Активен обычный диапазон по току.
- VOLTage Активен диапазон определения напряжения по току.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:AMPLitude?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается среднеквадратичное значение выходной амплитуды для заданной фазы в амперах (или вольтах, если этот режим активен).

По команде запроса возвращается текущее значение тока. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (14,4 А представляется как 1 . 44E1).

SOURce:PHASe<x>:CURRent:EQUivalence[:STATe](?) <bool>{OFF|ON|0|1}

Устанавливает, применяется ли нахождение напряжения по току посредством соответствующего переходного множителя.

- ON или 1 - переходной множитель включен.
- OFF или 0 - переходной множитель выключен.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:EQUivalence:FACTor(?) <dnpd>

По этой команде устанавливается значение, в вольтах или амперах, для множителя перехода от напряжения к току.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:TERMinal:ROUte(?) <cpd>{ UPPer | LOWer }

По этой команде определяется, куда перенаправляется сигнал до 21А для данной фазы. Используется совместно с командами :TERMinal:STATe and :TERMinal:ROUte.

- UPPer - на обычные клеммы 4 мм
- LOWer - на нижние клеммы 50 А

Примечание

По этой команде выдается конфликт настроек, если опция 50 A не установлена.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:BANDwidth(?) [<cpd>{ NORMAl | LOW }]

Эта команда используется для выбора предела ширины полосы для канала тока.

- NORMAL устанавливается предел 6 кГц.
- LOW устанавливается предел 1,5 кГц.

По команде запроса возвращается активное значение.

Примечание: по команде *OPT? выводится отчет о возможности выбора ширины полосы.

5-69. Гармоники

SOURce:PHASe<x>:CURRent:MHARmonic[:STATe](?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с гармониками, на канале тока указанной фазы, путем переключения к синусоидальному режиму и обратно.

- ON или 1 - включается режим с гармониками, отключается синусоидальный режим.
- OFF или 0 - отключается режим с гармониками, включается синусоидальный режим.

По запросу возвращается текущее состояние.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:MHARmonics:CLEAr

По этой команде сбрасываются все гармоники, кроме основной частоты, связанные с током данной фазы. Команда не имеет формы запроса.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:MHARmonics:AMPLitude(?) <dnpd>

По этой команде задается среднеквадратичное значение сигнала с гармониками. Амплитуды всех гармоники пересчитываются, чтобы сохранить форму сложного сигнала. По запросу возвращается среднеквадратичное значение.

SOURce:PHASe<x>:CURRent: MHARmonic:HARMonic<y> <dnpd>,<dnpd>

По этой команде задаются гармоники для канала тока указанной фазы и номеров гармоник y (1 - 100). Параметры задают амплитуду (в текущих выбранных единицах амплитуды тока) и фазовый угол (в текущих выбранных единицах угла) соответственно.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:MHARmonic:HARMonic<y>? [<cpd>{ AMPLitude | PANGLE }]

По этому запросу возвращаются амплитуда (в текущих выбранных единицах амплитуды тока) и фазовый угол (в текущих выбранных единицах угла) указанной гармоники указанной фазы. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:MHARmonics:HARMonic<y>:AMPLitude?

По этому запросу возвращается амплитуда (в текущих выбранных единицах амплитуды тока) указанной гармоники указанной фазы.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:MHARmonics:HARMonic<y>:PANGLE?

По этому запросу возвращается фазовый угол (в текущих выбранных единицах фазового угла) указанной гармоники указанной фазы.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:MHARmonic:ALL? [<cpd>{ AMPLitude | PANGle }]

По этому запросу возвращается амплитуда (в текущих выбранных единицах амплитуды тока) и фазовый угол (в текущих выбранных единицах угла) всех гармоник указанной фазы в виде списка, разделенного запятыми. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

Пусть имеются следующие условия:

Гармоник а	Амплитуда	Фаза
1	2,5 А	90,0 градусов
2	0,0 В	0,0 градусов
3	1,09 А	0,0 градусов
4	0,0 В	0,0 градусов
5	0,25 А	165,0 градусов

Ожидаемые ответы:

```
: SOUR : PHAS : CURR : HARM : ALL? " 2 . 5 E 0 , 9 . 0 E 1 , 0 . 0 E 0 , 0 . 0 E 0 , 1 . 0 9 E 0 , 0 . 0 E 0 , 0 . 0 E 0 , 0 . 0 E 0 , 2 . 5 E - 1 , 1 . 6 5 E 2 "
: SOUR : PHAS : CURR : HARM : ALL? " 2 . 5 E 0 , 0 . 0 E 0 , 1 . 0 9 E 0 , 0 . 0 E 0 , 0 . 0 E 0 , 2 . 5 E - 1 "
: SOUR : PHAS : CURR : HARM : ALL? " 9 . 0 E 1 , 0 . 0 E 0 , 0 . 0 E 0 , 0 . 0 E 0 , 1 . 6 5 E 2 "
PANG
```

5-70. Флуктуирующие гармоники

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FHARmonics:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с флуктуирующими гармониками, на канале тока указанной фазы. Если для заданной фазы гармоники в настоящий момент не выбраны, то выводится сообщение об ошибке, где указывается, что необходимо активировать несколько гармоник перед применением флуктуаций.

- ON или 1 - активируются гармоники тока на указанной фазе.
- OFF или 0 - деактивируются гармоники тока на указанной фазе.

По команде запроса возвращается 1, если указанная флуктуация активна, и 0, если она неактивна.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FHARmonics:CLEAr

По этой команде сбрасывается модуляция гармоник, связанных с током данной фазы. Команда не имеет формы запроса.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FHARmonics:FLUCtuate<y> (?)<bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются флуктуации гармоники у на канале тока на фазе x.

По команде запроса возвращается 1, если указанная гармоника флуктуирует, и 0, если указанная гармоника не флуктуирует.

SOURce:PHASe<x>:CURRent: FHARmonics:ALL?

По этому запросу возвращаются состояния флуктуаций всех активных гармоник в виде строки с разделителем-запятой. Строка с разделителем-запятой содержит значения для всех гармоник. Неактивные гармоники всегда возвращают значение 0.

SOURCE:PHASE<x>:CURRENT:FHARMONICS:MODULATION <dnpd>,<dnpd>

По этой команде задаются параметры модуляции флуктуирующих гармоник на канале тока указанной фазы. Первый параметр обозначает глубину модуляции (в процентах от среднеквадратичной амплитуды тока). Первый параметр обозначает частоту модуляции (выраженную в герцах).

SOURCE:PHASE<x>:CURRENT:FHARMONICS:MODULATION? [<cpd>{DEPTH | FREQUENCY}]

По этому запросу возвращается глубина и частота модуляции на канале тока указанной фазы. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

SOURCE:PHASE<x>:CURRENT:FHARMONICS:SHAPE(?) <cpd>{RECTANGULAR|SINUSOIDAL|SQUARE}

По этой команде выбирается форма огибающей модуляции флуктуирующих гармоник на канале тока указанной фазы:

- RECT - модулирующий сигнал имеет прямоугольную форму.
- SIN - модулирующий сигнал имеет синусоидальную форму.
- SQU - модулирующий сигнал имеет квадратную форму.

По команде запроса возвращается SIN , если модуляция синусоидальная, и т.п.

SOURCE:PHASE<x>:CURRENT:FHARMONICS:DUTY(?) <dnpd>

По этой команде задается значение продолжительности включения флуктуирующих гармоник для прямоугольной модуляции на канале тока указанной фазы.

По команде запроса возвращается текущее значение продолжительности включения. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (10,55 представляется как 1.055E1).

5-71. Промежуточные гармоники

SOURCE:PHASE<x>:CURRENT:IHARMONICS:STATE(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с промежуточными гармониками, на канале тока указанной фазы.

- ON или 1 - включаются промежуточные гармоники на канале тока указанной фазы.
- OFF или 0 - выключаются промежуточные гармоники на канале тока указанной фазы.

По команде запроса возвращается 1 , если режим промежуточных гармоник активен, и 0, если режим неактивен.

SOURCE:PHASE<x>:CURRENT:IHARMONICS:SIGNAL<y> <bool>{OFF|ON|0|1};,<dnpd>,<dnpd>

По этой команде задаются параметры указанных промежуточных гармоник. Параметр <bool> контролирует активность или неактивность промежуточной гармоники. Оба дополнительных параметра <dnpd> являются числовыми и задают требуемую амплитуду (в амперах) и частоту (в герцах). <y> указывает определяемую промежуточную гармонику, поскольку прибор может генерировать 2 промежуточные гармоники одновременно.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:IHARmonic:SIGNal<y>? [<cpd>{STATe | AMPLitude | FREQuency}}

По умолчанию по этому запросу возвращаются все параметры указанной промежуточной гармоники, разделенные запятой. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений.

5-72. Провал

SOURce:PHASe<x>:CURRent:DIP:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с провалом, на канале тока указанной фазы.

- ON или 1 - указанный провал активен.
- OFF или 0 - указанный провал неактивен.

По команде запроса возвращается 1 при активном провале, и 0, если провал неактивен.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:DIP:ENVELOpe <dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>,<dnpd>

По этой команде задаются параметры провала для канала тока указанной фазы:

- 1st dnpd (1-й параметр dnpd) - "Change To" - Изменение значения (в процентах от полного среднеквадратичного напряжения).
- 2nd dnpd (2-й параметр dnpd) - "Ramp In" - Продолжительность участка подъема (в секундах или периодах).
- 3rd dnpd (3-й параметр dnpd) - "Duration" - Продолжительность (в секундах или периодах).
- 4th dnpd (4-й параметр dnpd) - "Ramp Out" - Продолжительность участка спада (в секундах или периодах).
- 5th dnpd (5-й параметр dnpd) - "End Delay" - Время задержки конца (в секундах или периодах).

SOURce:PHASe<x>:CURRent:DIP:ENVELOpe? [<cpd>{CHANge | RIN | DURation | ROUT | EDELay}}

По умолчанию по этому запросу возвращаются параметры огибающей провала для канала тока указанной фазы. При добавлении необязательного параметра можно запросить только одно из этих значений:

CHANge	Значение "Change To" в процентах от полного среднеквадратичного напряжения
RIN	Период "Ramp In" (Подъем) в секундах или периодах в зависимости от настроек единиц провала
DURation	Параметр "Duration" (Длительность) в секундах или периодах в зависимости от настроек единиц провала
ROUT	Параметр "Ramp Out" (Спад) в секундах или периодах в зависимости от настроек единиц провала
EDELay	Параметр "End Delay" (Задержка конца) в секундах или периодах.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:DIP:TRIGger:INPut(?) <cpd>{ FREE | EONE | EREPeat}

По этой команде устанавливается и запрашивается состояние режима триггера, используемого для определения события, по которому начинается провал или выброс.

- FREE используется для свободного провала/выброса.
- EONE используется для создания единичного провала/выброса, включаемого по внешнему сигналу.

- EREPeat используется для создания непрерывных провалов/выбросов, включаемых по внешнему сигналу.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:DIP:TRIGger:HOLDoff (?) <cpd>{PHASe|DELay},<dnpd>

По этой команде выбирается, настраивается и запрашивается задержка перед началом провала/выброса по сигналу триггера:

PHASe	Задержка представляет собой фазовый угол после сигнала триггера. В этом случае <dnpd> выражается в градусах или радианах.
DELay	Задержка представляет собой временной интервал. В этом случае <dnpd> выражается в секундах или периодах.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:DIP:TRIGger:ODELay(?)<dnpd>

По этой команде устанавливается и запрашивается задержка (в секундах или периодах) перед срабатываем выходного триггера, следующим за завершением провала или выброса.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:DIP:TRIGger:REPeat(?)<dnpd>

По этой команде устанавливается и запрашивается число повторов провала в режиме внешнего триггера.

5-73. Фликер

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FLICker:STATe(?) <bool>{OFF|ON|0|1}

По этой команде включаются и выключаются явления, связанные с фликером, на канале тока указанной фазы.

- ON и л и 1 - включается фликер на канале тока указанной фазы.
- OFF и л и 0 - включается фликер на канале тока указанной фазы.

По команде запроса возвращается 1, если фликер активен, и 0, если фликер неактивен.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FLICker:DEPTH(?) <dnpd>

По этой команде задается глубина модуляции фликера на канале тока указанной фазы.

Параметр <dnpd> представляет собой искомую глубину модуляции в процентах от полного среднеквадратичного тока.

По команде запроса возвращается текущее значение глубины модуляции. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (15,1 % представляется как 15.1E1).

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FLICKer:FREQuency(?) <dnpd>

По этой команде задается частота модуляции фликера на канале тока указанной фазы.

Параметр <dnpd> представляет собой число, задающее требуемую частоту модуляции в герцах.

По команде запроса возвращается текущее значение частоты модуляции.

Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (440,0 Гц представляется как 4.40E2).

[SOURce]:PHASe<x>:CURRent:FLICKer:FREQuency:UNIT(?) <cpd> { HZ | CPM }

По этой команде выбираются единицы скорости изменения:

- **Hz** - скорость изменения в герцах.

CPM - скорость изменения в количестве изменений в минуту.

По команде запроса возвращается HZ или CPM.

Примечание

При изменении единиц скорость изменения возвратится к значению по умолчанию 1 CPM или 0,5 Гц в зависимости от выбранных единиц.

Примечание

The "UNIT:FLICKer:CURRent:FREQuency(?) <cpd> {HZ|CPM}" теряет в этом случае силу, поскольку она влияет только на канал 1.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FLICKer:PST?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается текущее значение PST. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (1,82 представляется как 1.82E0).

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FLICKer:SHAPE(?) <cpd>{RECTangular|SINusoidal|SQUare}

По этой команде выбирается форма огибающей модуляции фликера на канале тока указанной фазы:

- **RECT** - модулирующий сигнал имеет прямоугольную форму.
- **SIN** - модулирующий сигнал имеет синусоидальную форму.
- **SQU** - модулирующий сигнал имеет квадратную форму.

По команде запроса возвращается SIN, если модуляция синусоидальная, и т.п.

SOURce:PHASe<x>:CURRent:FLICKer:DUTY(?) <dnpd>

По этой команде задается значение продолжительности включения фликера для прямоугольной модуляции на канале тока указанной фазы.

По команде запроса возвращается текущее значение продолжительности включения. Возвращаемое число имеет стандартный научный формат (10,55 представляется как 1.055E1).

SOURce:PHASe<x>:CURRent:TERMIal:ROUte(?) <cpd> {UPPer | LOWer}

Выбор клемм измерения тока возможен только при установке опции на 50 А. Токи до 21 А можно направлять либо через обычные 4 мм клеммы, либо, если это предпочтительно, через клеммы, обеспечивающие выходной ток 50 А (нижние клеммы).

Команда используется совместно с командой [SOURce]:TERMIal[:STATe](?) <bool> {OFF|ON|0|1}

5-74. Подробные сведения о командах подсистемы статуса

Эта подсистема используется для активации битов в регистрах функционирования и сомнительного события. Операционный регистр, а также регистры сомнительных событий, активации и условия могут опрашиваться для определения их состояния.

STATus:OPERational [:EVENT]?

По этой команде возвращается содержимое регистра Operation Event (Событие функционирования), а регистр очищается.

Регистр используется только при наличии установленной опции измерения энергии.

бит	Условие события	Примечание
8	Прогрев активен	Устанавливается 1 в течение периода прогрева. Возвращается на 0 по завершении периода.
9	Тест активен	Устанавливается 1 в течение периода теста. Возвращается на 0 по завершении периода.
10	Строб-импульс триггера отложен	Устанавливается на 1 при ожидании триггера. Возвращается на 0 при получении сигнала триггера.
11	Измерение энергии активно	Устанавливается на 1 при запуске измерения энергии. Возвращается к значению 0 по окончании измерения.

STATus:OPERational:ENABle(?) <dnpd>

По этой команде задается или возвращается маска, активирующая те биты регистра Operation Event (Событие функционирования), которые требуются для суммирования в бите 7 регистра разряда события IEEE 488.2.

Примечание: только опция таймера/счетчика энергии влияет на эти биты:

бит	Условие активации
8	Прогрев активен.
9	Тест активен.
10	Строб-импульс триггера отложен.
11	Измерение энергии активно.

STATus:OPERational:CONDition?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается содержимое регистра Operation Condition (Условия работы), который не очищается по команде.

Примечание. Этот регистр содержит переходные состояния, так как его биты не являются "битами закрепления в памяти", а устанавливаются и сбрасываются посредством указанных операций. Поэтому ответ на запрос представляет собой мгновенный "снимок" состояния регистра, в момент когда запрос был принят.

Регистр используется только при наличии установленной опции измерения энергии.

бит	Условие	Примечание
8	Прогрев активен	Устанавливается 1 в течение периода прогрева. Возвращается на 0 по завершении периода.
9	Тест активен	Устанавливается 1 в течение периода теста. Возвращается на 0 по завершении периода.
10	Строб-импульс триггера отложен	Устанавливается на 1 при ожидании триггера. Возвращается на 0 при получении сигнала триггера.
11	Измерение энергии активно	Устанавливается на 1 при запуске измерения энергии. Возвращается к значению 0 по окончании измерения.

STATus:QUESTIONable[:EVENT]?

Примечание

Прибор 6100B не заносит в этот регистр никакие биты.

По этой команде возвращается содержимое регистра Questionable Event (Сомнительное событие), а регистр очищается.

STATus:QUESTIONable:ENABLE(?) <dnpd>

По этой команде задается маска, активирующая те биты регистра Questionable Event (Сомнительное событие), которые требуются для суммирования в бите 3 регистра разряда события IEEE 488.2.

STATus:QUESTIONable:CONDition?

Примечание

Прибор 6100B не заносит в этот регистр никакие биты.

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается содержимое регистра Questionable Condition (Сомнительное условие), который не очищается по этой команде. Примечание. Этот регистр содержит переходные состояния, так как его биты не являются "битами закрепления в памяти", а устанавливаются и сбрасываются посредством указанных условий. Поэтому ответ на запрос представляет собой мгновенный "снимок" состояния регистра, в момент когда запрос был принят.

STATus:PRESet

Является обязательно командой SCPI. Цель включения команды STAT:PRESet в обязательные состоит в том, чтобы активировать все биты в определенных в SCPI аппаратно-зависимых и переходных регистрах, чтобы обеспечить "аппаратно-независимую структуру для определения общего состояния устройства".

В модели 6100B функции "переходных" регистров не требуются, поэтому доступ не

предоставляется. Команда PRES поэтому влияет только на оба аппаратно-зависимых активирующих регистра:

- Регистр Operation Event Enable (Активация события функционирования).
- Регистр Questionable Event Enable (Активация сомнительного события).

При отправке команды STAT: PRES будут установлены на значение "истинно" все биты в обоих регистрах активации. Это вызовет активацию всех битов в обоих регистрах события, поэтому все подлежащие учету аппаратно-зависимые события, учитываемые в обоих регистрах, смогут генерировать SRQ; только если эти биты 3 и 7 в регистре разряда события IEEE 488.2. IEEE 488.2 также активны.

Использование STAT: PRES в модели 6100B позволяет привести структуру отчетов о статусе в известное состояние, не только для целей соответствия SCPI, но и для обеспечения известной отправной точки для разработчиков прикладных программ.

5-75. **Подробные сведения о командах подсистемы системы SYSTem:ERRor?**

При обнаружении ошибок в приборе 6100B они помещаются в очередь обратного магазинного типа - очередь ошибок. Эта очередь соответствует формату, описанному в Справочнике по командам SCPI (том 2), хотя выявляются только ошибки. В очереди ошибок отображаются три типа ошибок, в порядке их обнаружения:

командные ошибки, ошибки выполнения и аппаратно-зависимые ошибки.

Переполнение очереди

При переполнении очереди ошибок в любое время самая ранняя ошибка остается в очереди, а самая последняя игнорируется. Последняя ошибка в очереди заменяется на сообщение об ошибке:

-350, "Queue overflow".

Назначение SYST:ERR? — Считывание очереди ошибок

Этот запрос используется для возврата любой ошибки, достигшей начала очереди ошибок, и удаления ошибки из очереди. Очередь ошибок устроена по принципу обратного магазинного типа, поэтому возвращаемая строка содержит самую раннюю ошибку в очереди.

Очередь считывается с уничтожением считанных записей, как описано в Справочнике по командам SCPI, для получения кодового номера и сообщения об ошибке. Запрос можно использовать для считывания ошибок в очереди вплоть до освобождения очереди, когда будет возвращено сообщение 0, No Error .

Ответ имеет форму строки программных данных и состоит из двух элементов: кодового номера и сообщения об ошибке.

SYSTem:DATE(?) <dnpd>,<dnpd>,<dnpd>

Эта команда используется для смены даты таймера в модели 6100B. Формат даты имеет вид ГГГГ, ММ, ДД

По запросу будет возвращена запрограммированная в настоящий момент дата ГГГГ, ММ, ДД.

SYSTem:TIME(?)<dnpd>,<dnpd>

Эта команда используется для смены текущего времени, записанного в 6100B. Любое новое время будет обновлено с энергонезависимого внутреннего 24-часового таймера реального времени.

Для задания времени используется 24-часовой формат: ЧЧ, ММ.

По запросу возвращается обновленное значение времени в момент принятия запроса в формате ЧЧ,ММ,СС.

SYSTem:VERSion?

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращается в формате <Nr2> численное значение, соответствующее номеру версии SCPI, которому соответствует 6100B. В момент написания руководства это значение равно 1999,0.

5-76. Подробные сведения о командах подсистемы единиц

UNIT:ANGLE(?) <cpd>{DEGrees|RADians}

По этой команде устанавливаются единицы, используемые для выражения во всех случаях фазового угла.

- DEG - в качестве единиц фазового угла устанавливаются градусы.
- RAD - в качестве единиц фазового угла устанавливаются радианы.

По команде запроса возвращается DEG, если в качестве единиц установлены градусы, или RAD, если в качестве единиц установлены радианы.

UNIT:MHARmonics:CURRrent(?) <cpd>{PRMS|PFUN|DBF|ABS }

По этой команде выбираются единицы амплитуды гармоник тока.

- PRMS - в качестве единиц амплитуды устанавливаются проценты от среднеквадратичной амплитуды тока.
- PFUN - в качестве единиц амплитуды устанавливаются проценты от амплитуды основной гармоники.
- DBF - в качестве единиц амплитуды устанавливаются дБ по отношению к основной гармонике.
- ABS - в качестве единиц амплитуды устанавливаются абсолютные значения.

По команде запроса возвращается PRMS, если в качестве единиц установлены проценты от среднеквадратичного значения тока, и т.д.

UNIT:MHARmonics:VOLTage(?) <cpd>{PRMS|PFUN|DBF|ABS}

По этой команде выбираются единицы амплитуды гармоник напряжения.

- PRMS - в качестве единиц амплитуды устанавливаются проценты от среднеквадратичной амплитуды напряжения.
- PFUN - в качестве единиц амплитуды устанавливаются проценты от амплитуды основной гармоники.
- DBF - в качестве единиц амплитуды устанавливаются дБ по отношению к основной гармонике.
- ABS - в качестве единиц амплитуды устанавливаются абсолютные значения.

По команде запроса возвращается PRMS, если в качестве единиц установлены проценты от среднеквадратичного значения тока, и т.д.

UNIT:DIP:TIME(?) <cpd>{SEConds|CYCLes}

По этой команде задаются единицы времени при задании параметров провала.

- SEC - в качестве единиц времени провала устанавливаются секунды.
- CYCL - в качестве единиц времени провала устанавливаются периоды.

По команде запроса возвращается SEC, если в качестве единиц времени провала установлены секунды, и т.д.

UNIT:FLICker:CURRrent:FREQUency(?) <cpd> {HZ|CPM}

По этой команде задаются единицы для скорости изменения при задании параметров

фликера для тока:

- Hz - скорость изменения в герцах.
- CPM - скорость изменения в количестве изменений в минуту.

По команде запроса возвращается HZ или CPM.

UNIT:FLICker:VOLTagE:FREQuency(?) <cpd> {HZ|CPM}

По этой команде задаются единицы для скорости изменения при задании параметров фликера для напряжения:

- Hz - скорость изменения в герцах.
- CPM - скорость изменения в количестве изменений в минуту.

По команде запроса возвращается HZ или CPM.

5-77. Дистанционное управление опцией измерения энергии

Чтобы начать отсчет при помощи опции измерения энергии, ее панель состояния должна быть выведена на прибор 6100В, если отображается другая панель определения формы сигнала, будет активирована только выходная мощность, а не счетчик/таймер энергии. Для обеспечения правильной работы рекомендуется, чтобы команда с дерева "ENERgy" была последней, поданной перед ":OUTPut ON"; любая команда с этого дерева подсистемы приведет к выводу экрана статуса энергии.

Примечание: Некоторые команды необходимо подавать в определенном порядке, что при необходимости будет указано.

5-78. Набор команд SCPI

Подсистема SCPI "[SOURce]:ENERgy" используется для дистанционного управления аппаратной опцией счетчика энергии/таймера. Механизм статуса SCPI был также расширен для поддержки опции измерения энергии (см. рис. 5-3 в главе 5, дерево команд STATus:OPERation и команды запроса в параграфах с 8-52 по 8-55).

5-79. Режим работы

ENERgy:MODE(?) <cpd> { TCOunt|PACKet|GATE|FRUN }

По этой команде выбирается рабочий режим для опции счетчика энергии/таймера.

При получении запроса на работу (":OUTPut ON") выбранный режим работы будет подсчитывать число или измерять время для потока импульсов, отображаемого на выбранных входах.

- TCOunt Режим Счетчик/Таймер.

Будут активированы выход мощности и будет разрешена их стабилизация. Импульсы энергии на выбранных входах будут подсчитываться в течение заданного времени. Затем выходы будут возвращены в режим ожидания, когда будут выполнены все критерии завершения. Это является режимом работы по умолчанию.

- PACKet Режим поставки пакетов энергии.

Выходы мощности активируются на время, необходимое прибору 6100В для поставки определенного "пакета" энергии и последующей деактивации.

- GATE Ждущий входной режим.

Выходы мощности активированы. Затем внешний сгенерированный сигнал может быть использован для стробирования подсчета импульсов энергии на выбранном входе импульсов энергии и деактивации выходов мощности.

- FRUN Свободный режим.

Свободный режим в основном предназначен для ручного использования, но возможно и дистанционное управление.

5-80. Поддержание напряжения при измерении энергии

ENERgy:MVOltage(?) <cpd> { TCOunt | PACKet | GATE}[,<bool> {OFF | ON | 0 | 1}]

Эта команда обеспечивает режимы таймера/счетчика, пакетный или со строб-импульсом для поддержания наличия тестового сигнала канала напряжения после завершения теста, вместо автоматического отключения всех активных каналов тока и напряжения.

Первый параметр определяет режим работы:

- TCOunt Режим таймера/счетчика
- PACKet Режим пакетов энергии.
- GATE Ждущий входной режим.

Второй параметр определяет, будут ли все активные каналы напряжения включены после завершения измерения.

По умолчанию все активные каналы после завершения измерения выключаются.

Для формы запроса этой команды также требуется параметр режима (напр., MVOltage? <cpd>). По этой команде сообщается, включен ли заданный режим "поддержания напряжения".

Примечание

Эта операция не поддерживает "свободный режим" энергии.

Если режим "поддержания напряжения" активирован, а измерение завершено, то по запросу :OUTPut? возвращается значение "1" или "ON", пока не будет отправлена команда :OUTPut 0.

5-81. Единицы энергии

ENERgy:UNIT(?) <cpd> { REAL|APParent|REACtive }

По этой команде задаются базовые единицы энергии, используемые в расчетах со счетчиком/таймером.

- REAL Активная мощность (Вт-ч).
- APParent Кажущаяся мощность (ВА-ч).
- REACtive Реактивная мощность (вар-ч).

5-82. Представление результатов

ENERgy:PRESentation(?) <cpd> { COUNTs|ENERgy }, <cpd> { PERRor|PREGistration }

Этой командой определяется представление выводимых результатов. Она также определяет значение полей результатов, возвращаемых по команде ":ENERgy:RESults?" .

Первый параметр определяет значение поля, отражающего накопленное значение для проверяемого прибора.

- COUNTs Число подсчетов.
- ENERgy Накопленная энергия (в базовых единицах, определенных командой "ENERgy:UNIT").

Второй параметр определяет значение поля измеренной ошибки:

- **PERRor** Ошибка в процентах = ((Показания счетчика для проверяемого прибора - показания счетчика для эталона) / показания счетчика для эталона) * 100,0.
- **PREGistration** Относительная величина в процентах = (Показания счетчика для проверяемого прибора/ показания счетчика для эталона) * 100,0.

5-83. **Результаты**

ENERgy: RESults? <cpd> { CH1|CH2|CH3|CH4|CH5|CH6 }

По этой команде, имеющей только форму запроса, возвращаются результирующие данные для выбранного канала:

- 1-й <dnpd> мгновенная мощность или частота [1] (единицы для поле мощности определяются по "ENERgy:UNITS").
- 2-й <dnpd> Накопленная проверяемым прибором энергия или показания счетчика [1].
- 3-й <dnpd> Накопленная эталонным прибором энергия или показания счетчика [1].
- 4-й <dnpd> Значение в процентах для ошибки или величины [2].
[1] Второе значение применяется, если "PRESentation" установлено на "COUNts".
[2] Второе значение применяется, если "PRESentation" установлено на "PREGistration".

Если выбранный канал неактивен, то возвращается список нулевых значений <dnpd> с разделителями-запятыми. Запрос "ENERgy: RESults?" можно направить в любое время.

Эта команда, как правило, используется совместно с командами "STATus:OPERation", поэтому данные могут считываться по основным этапам в последовательности измерений.

С использованием системы "STATus" можно контролировать следующие условия (см. параграф 51):

- Прогрев активен.
- Измерение активно.
- Входной строб-импульс триггера отложен.
- Таймер/счетчик энергии активен.

Примечания:

Единицы в поле мощности задаются активным определением "ENERgy:UNITS".

- 1 Второе значение применяется, если "PRESentation" установлено на "COUNts".
- 2 Второе значение применяется, если "PRESentation" установлено на "PREGistration".

5-84. **Выходной строб-импульс**

ENERgy: OGATe(?) <bool> { OFF|ON|0|1 }, <cpd> { PULSe|LEVel }, <cpd> { HIGH|LOW }, <cpd> { R150|R1000 }

По этой команде конфигурируется выходной строб-импульс. Параметры OGATe не учитываются, если режим работы установлен на "GATED".

Первый параметр активирует генерацию строб-импульса. Он активен, пока выходы мощности включены.

Второй параметр задает тип строб-импульса:

- PULSe Пуск/стоп по импульсу.
- LEVel Пуск/стоп по изменению уровня.

Третий параметр задает уровень строб-импульса:

- HIGH Пуск/стоп по переходу на высокий уровень.
- LOW Пуск/стоп по переходу на низкий уровень.

Четвертый параметр задает используемое внутреннее нагрузочное сопротивление:

- R150 150 Ом.
- R1000 1 кОм.

5-85. *Входной строб-импульс*

ENERgy: IGATe(?) <cpd> { PULSe|LEVel }, <cpd> { HIGH|LOW }, <cpd> { R150|R1000 }

По этой команде конфигурируется линия выходного строб-импульса. Эти параметры OGATe применяются, только если режим работы установлен на "GATED".

Первый параметр задает тип строб-импульса:

- PULSe Пуск/стоп по импульсу.
- LEVel Пуск/стоп по изменению уровня.

Второй параметр задает уровень строб-импульса:

- HIGH Пуск/стоп по переходу на высокий уровень.
- LOW Пуск/стоп по переходу на низкий уровень.

Третий параметр задает используемое внутреннее нагрузочное сопротивление:

- R150 150 Ом.
- R1000 1 кОм.

5-86. *Дерево последовательности прогрева.*

Последовательность прогрева при измерении может использоваться, чтобы провести переходные процессы в проверяемом и эталонном приборах.

Последовательность прогрева можно настраивать в любом режиме работы, но она будет применяться только в режиме работы "TCOunt". Параметры последовательности прогрева при измерении задают начальные действия, выполняемые при отправке команды "OUTPut ON". Затем будет выполнена последовательность измерения (см. 5-89).

Источник подсчитываемых импульсов может быть задан, равно как и вариант подсчета - по временному интервалу или счетчику импульсов. Доступна также опция для расчета для модели 6100 периода (на основе энергии).

Необходимо также отметить, что (если выбрано "TCOunt") всегда имеет место переходной период длительностью около 1 секунды, независимо от того, задан ли период прогрева.

5-87. *Длительность прогрева*

ENERgy: WUP: DURATION(?) { SECONDS | MINutes | HOURS | PPERiods | WH | KWH | MWH }, <dnpd>

По этой команде определяется продолжительность последовательности прогрева,

выраженная через промежуток времени, показания счетчика (в периодах импульсов), или период, определяемый через энергию.

SECOnds	Время в секундах.
MINutes	Время в минутах.
HOURs	Время в часах.
PPERiods	В периодах импульсов.
WH	Через накопленную энергию.
KWH	Через накопленную энергию.
MWH	Через накопленную энергию.

Следующие параметры в версии I опции энергии игнорируются:

COUNTs	По счетчику импульсов.
ENERgy	Через накопленную энергию.

Примечание: При использовании единиц энергии (WH, KWH, MWH) текущие применяемые пределы будут определяться постоянной счетчика, выбранной для импульсного источника.

5-88. Источник импульсов при прогреве

**ENERgy:WUP:PSOource(?) { CH1|CH2|CH3|CH4|CH5|CH6
SUM456|MEAN456|MEAN56|EMUT|MAIN }**

По этой команде задается источник импульсов, используемый как критерий для определения завершения последовательности прогрева.

Текущие доступные источники определяются выбором активного источника проверяемого и эталонного приборов.

Примечание: Если какой-либо из исходных параметров изменился после использования этой команды, будет установлено допустимое значение по умолчанию (как правило, "CH1" или "MAIN"); поэтому рекомендуется отправлять команду "MUT:WUP:PSOource" ПОСЛЕ любой команды "MUT:SOURce" или "REFerence:SOURce", во избежание непредсказуемых побочных эффектов.

Исходным параметром может быть:

- CH1 to CH6 Поток необработанных импульсов для индивидуальных каналов.
- SUM456 Сумма по каналам с 4 по 5.
- MEAN456 Арифметическое среднее для каналов с 4 по 6.
- MEAN56 Арифметическое среднее для каналов 5 и 6.
- EMUT По каждому каналу проверяемого прибора. Например, при выборе длительности прогрева 100 импульсов по меньшей мере 100 импульсов необходимо подсчитать на всех выбранных проверяемых приборах перед тем, как последовательность прогрева можно будет считать завершенной.
- MAIN Эквивалентный подсчет импульсов на выходах мощности (величина, рассчитанная из значения постоянной счетчика "OUTPut:CONStant" и настроек активной мощности).

5-89. *Дерево последовательности измерений*

Команды последовательности измерений задают начальные действия, выполняемые при отправке команды "OUTPut ON". Эти параметры применяются во всех рабочих режимах, кроме "FRUN".

Источник подсчитываемых импульсов может быть задан, равно как и вариант подсчета - по временному интервалу или счетчику импульсов. Доступна также опция для расчета для модели 6100 периода (на основе энергии).

5-90. *Продолжительность измерения*

ENERgy:TEST:DURation(?) { SEcOnDs | MINutes | HOuRs | PPERiods | WH | KWH | MWH }, <dnpd>

По этой команде задается длительность последовательности измерения в виде промежутка времени, показаний счетчика или периода, определяемого через энергию.

SEcOnDs	Время в секундах.
MINutes	Время в минутах.
HOuRs	Время в часах.
PPERiods	В периодах импульсов.
WH	Через накопленную энергию.
KWH	Через накопленную энергию.
MWH	Через накопленную энергию.

Следующие параметры в версии I опции энергии игнорируются:

COUNts	По счетчику импульсов.
ENERgy	Через накопленную энергию.

Примечание: При использовании единиц энергии (WH, KWH, MWH) текущие применяемые пределы будут определяться постоянной счетчика, выбранной для импульсного источника.

5-91. *Источник импульсов при измерении*

ENERgy:TEST:PSOUrce(?) { CH1|CH2|CH3|CH4|CH5|CH6|SUM456|MEAN456|MEAN56|EMUT|MAIN }

По этой команде задается источник импульсов, используемый как критерий для определения завершения измерения.

Текущие доступные источники определяются выбором активного источника проверяемого и эталонного приборов.

Примечание: Если какой-либо из исходных параметров изменился после использования этой команды, будет установлено допустимое значение по умолчанию (как правило, "MAIN"); поэтому рекомендуется отправлять команду "MUT:TEST:PSOUrce" после любой команды "MUT:SOUrce" или "REfERENCE:SOUrce", во избежание непредсказуемых побочных эффектов.

Исходным параметром может быть:

- CH1 to CH6 Поток необработанных импульсов для индивидуальных каналов.
- SUM456 Сумма по каналам с 4 по 5.

- MEAN456 Арифметическое среднее для каналов с 4 по 6.
- MEAN56 Арифметическое среднее для каналов 5 и 6.
- EMUT По каждому каналу проверяемого прибора. Например, при выборе длительности измерения
100 импульсов по меньшей мере 100 импульсов необходимо подсчитать на всех выбранных проверяемых приборах перед тем, как последовательность измерения можно будет считать завершенной.
- MAIN Эквивалентный подсчет импульсов на выходах мощности (величина, рассчитанная
из значения постоянной счетчика "OUTPut:CONStant" и настроек активной мощности).

5-92. **ENERgy: ABORt**

Эта команда позволяет прервать выполнение активной последовательности измерений. Ее действие аналогично действию клавиши "STBY" или отправки ":OUTPut OFF", с одним исключением: если функция выхода "Maintain Voltage" (Поддержание напряжения) была активна (ENERgy:ENERgy:MVOLTage), то каналы напряжения останутся включенными (даже если последовательность измерения была снова сброшена к началу). Если команда ":OUTPut OFF" использована для принудительной остановки измерения, то все каналы будут выключены, независимо от того, была ли задана функция "Maintain Voltage" (Поддержание напряжения).

5-93. **Дерево проверяемых приборов**

Командами проверяемых приборов настраивается источник проверяемого прибора. Типичный источник проверяемого прибора состоит из потока импульсов с каналов с 1 на 3 и т.п. с канала 4 на 6, и может также использоваться при его рассмотрении как независимого источника (напр., для "наблюдения за дрейфом").

5-94. **Постоянная счетчика проверяемого прибора**

ENERgy:MUT:CONStant(?) <dnpd>

Этой командой задается постоянная счетчика (в импульсах на единицу энергии), используемая на каналах, рассматриваемых как источники проверяемого прибора.

5-95. **Единицы постоянной счетчика проверяемого прибора**

ENERgy:MUT:CONStant:UNIT(?){ IPWH|IPKWH|IPMWH|WHPI|KWHP|MWHP }

Этой командой задаются единицы постоянной счетчика (в импульсах на единицу энергии), используемые на каналах, рассматриваемых как источники проверяемого прибора.

IPWH	Импульсов на ватт-час
IPKWH	Импульсов на киловатт-час
IPKMH	Импульсов на мегаватт-час
WHPI	Ватт-час на импульс
KWHP	Киловатт-час на импульс
KMHP	Мегаватт-час на импульс

Эти параметры не имеют краткой формы.

5-96. Противодребезговый входной фильтр

ENERgy:MUT:DEBounce[:STATe](?) <bool> { ON|OFF|0|1 }

Входы счетчиков энергии проверяемых приборов можно фильтровать для уменьшения дребезга при переключении контактов. При включенной противодребезговой защите максимальная допустимая частота импульсов составляет 100 Гц.

5-97. Источник проверяемого прибора.

ENERgy:MUT:SOURce(?) { CH1|CH1TO2|CH1TO3|CH1TO4|CH1TO5|CH1TO6|SUM123 }

По этой команде задается источник(и) импульсов, используемый(е) для определения проверяемого прибора.

Источниками могут быть:

- CH1, CH1TO2 to CH1TO6 Потоки импульсов для (независимых) каналов.
- SUM123 Сумма по каналам с 1 по 3.

Если канал запрашиваемого источника уже готов для использования как части определения эталонного источника, то определения эталонного источника будет значением по умолчанию для значения, которое не войдет в конфликт с источником для проверяемого прибора (как правило, "MAIN"). Поэтому источник проверяемого прибора рекомендуется определять перед источником эталонного прибора.

5-98. Внутреннее сопротивление проверяемого прибора

ENERgy:MUT:PULLup <cpd> { R150|R1000 }

По этой команде задается внутреннее нагрузочное сопротивление, выбираемое для эталонного прибора :

- R150 150 Ом.
- R1000 1 кОм.

5-99. Дерево эталонного прибора

Командами эталонного прибора настраивается источник эталонного прибора. Источник эталонного прибора можно создать из потоков импульсов на каналах с 4 по 6.

5-100. Противодребезговый входной фильтр

ENERgy:REFerence:DEBounce[:STATe](?) <bool> { ON|OFF|0|1 }

Входы счетчиков энергии эталонного прибора можно фильтровать для уменьшения дребезга при переключении контактов. При включенной противодребезговой защите максимальная допустимая частота импульсов составляет 100 Гц.

5-101. Постоянная счетчика эталонного прибора

ENERgy:REFerence:CONStant(?) <dnpd>

Этой командой задается постоянная счетчика (в импульсах на единицу энергии), используемая на каналах, рассматриваемых как источники эталонного прибора.

5-102. Единицы постоянной счетчика эталонного прибора

**ENERgy:REFerence:CONStant:UNIT(?) { IPWH|IPKWH|
IPMWH|WHP|KWHPI|MWHPI }**

Этой командой задаются единицы постоянной счетчика (в импульсах на единицу

энергии), используемые на каналах, рассматриваемых как источники проверяемого прибора.

IPWH	Импульсов на ватт-час
IPKWH	Импульсов на киловатт-час
IPKMH	Импульсов на мегаватт-час
WHIP	Ватт-час на импульс
KWHIP	Киловатт-час на импульс
KMHIP	Мегаватт-час на импульс

Эти параметры не имеют краткой формы.

5-103. Эталонный источник

ENERgy:REFErence:SOURce(?) { CH6|SUM456|MEAN456|MEAN56|MMUT|MAIN }

По этой команде задается источник(и) импульсов, используемый(е) для определения источника эталонного прибора.

Источниками могут быть:

- CH6 Поток импульсов от (независимого) канала 6.
- SUM456 Сумма по каналам с 4 по 6.
- MEAN456 Арифметическое среднее для каналов с 4 по 6.
- MEAN56 Арифметическое среднее для каналов 5 и 6.
- MMUT Среднее по активным источникам проверяемого прибора (обычно используется в сценариях "наблюдения за дрейфом").
- MAIN Эквивалентный подсчет импульсов на выходах мощности (величина, рассчитанная из значения постоянной счетчика "OUTPut:CONStant" и настроек активной мощности).

Примечание

Если канал запрошенного источника уже используется как часть определения источника проверяемого прибора, будет выведено сообщение об ошибке.

5-104. Внутреннее сопротивление эталонного прибора

ENERgy:REFErence:PULLup <cpd> { R150|R1000 }

По этой команде задается внутреннее нагрузочное сопротивление, выбираемое для эталонного прибора:

- R150 150 Ом.
- R1000 1 кОм.

5-105. Дерево выходных команд

Посредством выходных команд конфигурируется канал импульсного выхода. Этот канал генерирует поток импульсов, пропорциональный активным выходам мощности.

Импульсы будут генерироваться, если была выбрана опция таймера/счетчика энергии, и выход включен.

5-106. Выходная постоянная счетчика**ENERgy:OUTPut:CONStant(?) <dnpd>**

Этой командой задается постоянная счетчика (в импульсах на единицу энергии), используемая на выходном канале.

5-107. Единицы выходной постоянной счетчика
**ENERgy:OUTPut:CONStant:UNIT(?){ IPWH|IPKWH|
IPMWH|WHP|KWHPI|MWHPI }**

Этой командой задаются единицы постоянной счетчика (в импульсах на единицу энергии), используемые на каналах, рассматриваемых как источники проверяемого прибора.

IPWH	Импульсов на ватт-час
IPKWH	Импульсов на киловатт-час
IPKMH	Импульсов на мегаватт-час
WHP	Ватт-час на импульс
KWHP	Киловатт-час на импульс
KMHP	Мегаватт-час на импульс

Эти параметры не имеют краткой формы.

5-108. Выходное внутреннее сопротивление**ENERgy:OUTPut:PULLup[:STATe] <bool> { ON|OFF|0|1 }**

Этой командой определяется, будет ли выходной канал переключаться на внутренний нагрузочный резистор.

5-109. Общие команды и запросы**5-110. Очистка состояния**

Указанная структура данных состояния события измерения соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2 для этой структуры.



Рис. 5-3. Очистка состояния

***CLS** очищает все регистры и очереди событий, кроме выходной очереди.

Выходная очередь и бит MAV очищаются, если команда ***CLS** следует сразу же за признаком конца сообщения программы "Program Message Terminator"; см. документ стандарта IEEE 488.2.

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-111. Активация состояния события

Указанная структура данных состояния события соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2 для этой структуры.

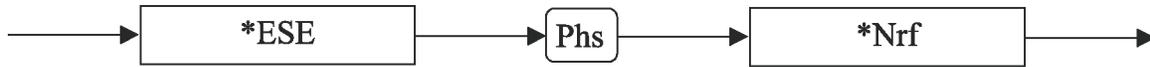


Рис. 5-4. Активация состояния события

***ESE** включает определенный стандартом бит события, который генерирует сводное сообщение в байте состояния.

Nrf является элементом данных в десятичной форме, представляющим собой целое десятичное число, эквивалентное шестнадцатеричному значению, требуемому для активации соответствующих битов в этом 8-битном регистре. Подробное определение содержится в стандарте IEEE 488.2. Следует отметить, что эти числа округляются до целого.

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-112. Вызов активации состояния события

Указанная структура данных состояния события соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2 для этой структуры.



Рис. 5-5. Запрос активации состояния события

Ошибки выполнения:

Отсутствуют

Условия сброса и включения питания

Условие включения питания зависит от условия, сохраненного общей командой ***PSC**, если 0, то регистр не очищается; если 1, то регистр очищается. Сброс не действует.

***ESE?** вызывает маску активации для событий, определенных стандартом.

Расшифровка ответа:

Возвращаемое значение, преобразованное в двоичную форму, указывает активированные биты, которые сгенерируют сводное сообщение в разряде запроса функции для этой структуры данных. Подробное определение содержится в стандарте IEEE 488.2.

5-113. Считывание регистра состояния события

Указанная структура данных состояния события соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2 для этой структуры.



Рис. 5-6. Запрос регистра состояния события

***ESR?** вызывает события, определенные стандартом.

Расшифровка ответа:

Возвращаемое значение, преобразованное в двоичную форму, указывает биты согласно определению в стандарте IEEE 488.2.

Ошибки выполнения:

Отсутствуют

5-114. *IDN? (Идентификация прибора)

Команда соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2.



Рис. 5-7. Идентификация прибора

***IDN?** вызывает сведения о производителе прибора, номер модели, серийный номер и версию микропрограммы.

Формат ответа:

Расположение символа

Fluke,6100B,XXXXXXXXXXXXX,X.XX и л и Fluke,6105A,XXXXXXXXXXXXX,X.XX

Здесь:

Данные, содержащиеся в ответе, состоят из четырех полей, разделенных запятыми, причем последние два зависят от прибора. Тип элемента данных определен в стандарте IEEE 488.2.

Расшифровка ответа:

Данные, содержащиеся в четырех полях, организованы следующим образом:

- Первое поле - производитель.
- Второе поле - модель.
- Третье поле - серийный номер.
- Четвертое поле - версия микропрограммы (может различаться для разных экземпляров прибора).

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-115. **Операция завершена**

Команда соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2.



Рис. 5-8. Операция завершена

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

***OPC** представляет собой команду синхронизации, которая генерирует сообщение о завершении операции в стандартном регистре состояния события после завершения всех отложенных операций.

5-116. **Операция завершена?**

Запрос соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2.



Рис. 5-9. Запрос о завершении операции

Расшифровка ответа:

Возвращаемое значение всегда равно 1 и помещается в выходную очередь, когда все отложенные операции завершены.

5-117. **Вызов аппаратной конфигурации прибора**

Команда соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2.



Рис. 5-10. Запрос опций

***OPT?** вызывает аппаратную конфигурацию прибора.

Формат ответа:

Данные в ответе состоят из восьми значений, разделенных запятыми, по одному для каждого канала. Значения являются бинарно- взвешенными и указывают установленные опции.

Расшифровка ответа:

Тип элемента данных есть Nr1 согласно стандарту IEEE 488.2.

В списке разделенных запятыми элементов Nr1 указываются опции, установленные на каждом канале. Список завершается символом EOI конца строки:

Фаза 1 V, Фаза 1 I, Фаза 2 V, Фаза 2 I, Фаза 3 V, Фаза 3 I, Нулевой провод V, Нулевой провод I

Бинарно-взвешенные номера представляют собой (опциональное) оборудование, установленное на каналах.

- Bit 0 Установлена опция для тока 80 А.
- Bit 1 Установлена опция ширины полосы для тока.

- Bit 2 Установлена опция таймера/счетчика энергии.
- Bit 3 Установлено обновление шунта 50 mR.
- Bit 4 Установлена опция таймера/счетчика энергии версии II.
- Bit 5 Установлена опция выхода системного тактового генератора
20 МГц.
- Bit 6 Установлена опция для тока 50 А.
- Bit 7 Не используется

Например, при наличии 6100B и 6101B, причем в последнем установлена опция 80А, результат имеет вид "0,0,0,3,0,0,0".

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-118. Очистка состояния при включении питания

Эта общая команда соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2.

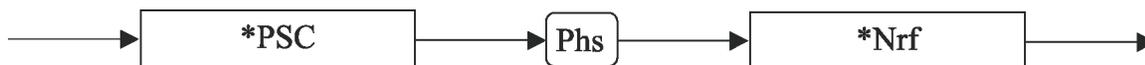


Рис. 5-11. Очистка состояния при включении питания

***PSC** устанавливает флаг, управляющий очисткой заданных регистров при включении питания.

Nrf представляет собой десятичное число, которое, при округлении до целого нулевого, устанавливает значение флага очистки при включении питания на "ложно". Это позволяет прибору обеспечить SRQ при включении питания, если бит PON в ESR в момент выключения питания активен, соответствующим битом в его регистре Enable (ESE).

Если значение округляется до целого ненулевого, то значение флага очистки при включении питания устанавливается на **истинно**, в результате чего очищаются стандартные регистры активация состояния события и запрос активации функций, поэтому прибор не сможет обеспечить SRQ при включении питания.

Примеры:

Значения ***PSC 0** или ***PSC 0,173** устанавливают для прибора состояние **обеспечивать** SRQ при включении питания.

Значения ***PSC 1** или ***PSC 0,773** устанавливают для прибора состояние **не обеспечивать** SRQ при включении питания.

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-119. Вызов флага очистки состояния при включении питания

Этот общий запрос соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2. Существующее условие флага задается командой ***PSC**.



Рис. 5-12. Запрос очистки состояния при включении питания

***PSC?** вызывает условие состояния при включении питания.

Формат ответа:

Возвращается единичный ASCII-символ.

Расшифровка ответа:

Возвращаемое значение указывает состояние сохраненного флага:

Ноль означает **ложно**. Прибор не программируется на очистку регистра разрешения состояния стандартных событий и регистра запроса активации функций при включении питания, поэтому он будет генерировать SRQ "при включении питания", если бит PON в ESR активен в момент выключения питания, посредством соответствующего бита в регистре Enable (ESE).

Единица означает **истинно**. Прибор программируется на очистку регистра разрешения состояния стандартных событий и регистра запроса активации функций при включении питания, поэтому он не сможет генерировать SRQ при включении питания.

Ошибки выполнения:

Отсутствуют

Условия сброса и включения питания

Без изменения Эти данные при выключении питания сохраняются в энергонезависимой памяти для использования при включении питания.

5-120. Сброс



Рис. 5-13. Сброс

***RST** сбрасывает прибор к состоянию, указанному для каждой применимой команды в описании команды и перечисленному в разделе "Настройки устройств при включении питания".

Условие сброса не зависит от прежнего использования прибора, за следующими исключениями:

***RST** не влияет на следующее:

- Выбранный адрес прибора.
- Данные калибровки, влияющие на характеристики.
- Условия маски SRQ.
- Состояние интерфейса IEEE 488.1.

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-121. Запрос активации функций

Указанная структура разряда события соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2 для этой структуры.

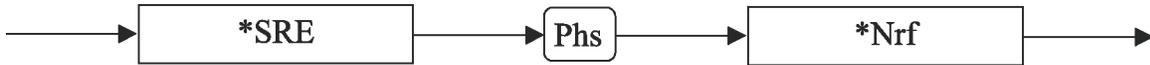


Рис. 5-14. Запрос активации функций

***SRE** активирует стандартные и заданные пользователем суммарные биты в разряде запроса функций, который генерирует запрос функций.

Nrf является элементом данных в десятичной форме, представляющим собой целое десятичное число, эквивалентное шестнадцатеричному значению, требуемому для активации соответствующих битов в этом 8-битном регистре. Подробное определение содержится в стандарте IEEE 488.2.

Следует отметить, что эти числа округляются до целого.

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-122. Вызов запроса активации функций

Указанная структура разряда события соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2 для этой структуры.



Рис. 5-15. Запрос активации функций

***SRE?** вызывает маску активации для событий, определенных стандартом.

Расшифровка ответа:

Возвращаемое значение, преобразованное в двоичную форму, указывает активированные биты, которые сгенерируют запрос функций. Подробное описание содержится в стандарте IEEE 488.2.

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Условие включения питания зависит от условия, сохраненного общей командой ***PSC**, при значении 0 регистр не очищается. При значении 1 регистр очищается. Сброс не действует.

5-123. Чтение регистра запроса функций

Указанная структура разряда события соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2 для этой структуры.

***STB?** вызывает регистр запроса функций для суммарных битов.



Рис. 5-16. Запрос разряда события

Расшифровка ответа:

Возвращаемое значение, преобразованное в двоичную форму, указывает суммарные биты для текущего состояния соответствующих структур данных. Подробное описание содержится в стандарте IEEE 488.2. Прямых методов очистки этого разряда нет. Его условие основано на очистке наложенной структуры данных состояния.

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-124. Операции измерения — Полное самотестирование

Запрос соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2.



Рис. 5-17. Запрос измерения

***TST?** вызывает выполнение полного самотестирования. Ответ генерируется после завершения тестирования.

Примечание. Эксплуатационное самотестирование действительно только при температурах $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Расшифровка ответа:

Возвращаемое значение указывает, пройдено эксплуатационное самотестирование или нет:

- **ZERO** - самотестирование завершено без обнаружения ошибок.
- **Ненулевое значение** - самотестирование не пройдено. Число обозначает номер ошибки самотестирования.

Коды ошибок можно найти только путем ручного перезапуска самотестирования.

Ошибки выполнения:

Эксплуатационное самотестирование не допускается, если калибровка успешно включена.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-125. Ожидание

Команда соответствует требованиям стандарта IEEE 488.2.



Рис. 5-18. Ожидание

***WAI** предотвращает выполнение прибором любых дальнейших команд или запросов, пока флаг *No Pending Operations Flag* (Отложенных операций нет) не будет установлен на "истинно". Эта команда обязательна для стандарта IEEE-488.2, однако не имеет большого значения для данного прибора, поскольку отсутствуют параллельные процессы, для которых требуются флаги отложенных операций.

Ошибки выполнения:

Нет.

Условия сброса и включения питания

Не применяются.

5-126. Настройки устройства после *RST

*RST сбрасывает прибор к состоянию, указанному для каждой применимой команды.

Условие сброса не зависит от прежнего использования прибора, за следующими исключениями:

*RST не влияет на следующее:

- Выбранный адрес прибора.
- Данные калибровки, влияющие на характеристики.
- Условия маски SRQ.
- Состояние интерфейса IEEE 488.1.
- Очередь ошибок.
- Настройка флага очистки состояния при включении питания.
- Содержимое следующих регистров:
 - Регистр разряда события.
 - Регистр активации разряда события.
 - Регистр состояния стандартных событий.
 - Регистр активации состояния стандартных событий.
 - Регистр состояния функционирования SCPI.
 - Регистр активации состояния функционирования SCPI.
 - Регистр сомнительного состояния SCPI.
 - Регистр активации сомнительного состояния SCPI.

*RST вызывает принудительный возврат в следующие состояния:

- Прибор возвращается в состояние "Состояние ожидания команд по завершении работы" (OCIS).
- Прибор возвращается в состояние "Состояние ожидания запросов по завершении работы" (OQIS).

Настройки, связанные с общими командами IEEE 488.2, подробно описаны в разделе "Общие команды и запросы":

- Команда "Enable Macro Command" (Активировать макрокоманду, *EMC) в приборе не используется.
- Команда "Define Device Trigger Command" (Определить команду триггера устройства *DDT) в приборе не используется.
- Параллельный опрос в приборе не используется.

5-127. Настройки устройства по команде POWER ON (ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ)

5-128. Данные общего характера

Активный режим: прибор включается в "ручном" режиме.

Идентификатор устройства I/D (Серийный номер).

Сохраняется заводской серийный номер.

Условия отчета о состоянии:

Регистр разряда события. *PSC.	Зависит от состояния
Регистр активации состояния события состояния *PSC.	Зависит от
Регистр состояния событий. *PSC.	Зависит от состояния
Регистр активации состояния событий. состояния *PSC.	Зависит от
Регистр событий состояния функционирования. состояния *PSC.	Зависит от
Регистр активации состояния функционирования. состояния *PSC.	Зависит от
Регистр событий сомнительного состояния. *PSC.	Зависит от состояния
Регистр активации сомнительного состояния. *PSC.	Зависит от состояния
Очередь ошибок. первой ошибки.	Пуста до обнаружения

5-129. Настройки при включении питания, связанные с общими командами IEEE 488.2

Программный код	Условие
*CLS	Не применимо
*ESE Nrf	Не применимо
*ESE?	Отклик зависит от состояния *PSC
*ESR?	Отклик зависит от состояния *PSC
*IDN?	Не применимо
*OPC	Не применимо
*OPC?	Не применимо
*PSC	0/ 1 Не применимо
*PSC?	Без изменения. Эти данные сохраняются при выключении питания для использования при включении питания.
*PUD	Область данных остается неизменной.
*PUD?	Область данных остается неизменной.
*RST	Не применимо
*SRE Nrf	Не применимо
*SRE?	Отклик зависит от состояния *PSC
*STB?	Отклик зависит от состояния *PSC
*TST?	Не применимо
*WAI	Не применимо

5-130. Настройки *RST, связанные с общими командами IEEE 488.2

Программный код	Условие
*CLS	Не применимо
*ESE Nrf	Не применимо
*ESE?	Сохраняется предыдущее состояние
*ESR?	Сохраняется предыдущее состояние
*IDN?	Без изменения
*OPC	Принудительный переход в состояние OPIС
*OPC?	Принудительный переход в состояние OPIQ
*OPT?	Не применимо
*PSC	0/ 1 Не применимо
*PSC?	Без изменения.
*PUD	Область данных остается неизменной.
*PUD?	Область данных остается неизменной.
*SRE Nrf	Не применимо
*SRE?	Сохраняется предыдущее состояние
*STB?	Сохраняется предыдущее состояние
*TST?	Не применимо
*WAI	Не применимо

5-131. Настройки *RST, связанные с командами SCPI

Настройка	Значение, следующее за *RST
OUTPut	
:STATe	OFF
ROSCillator	
:STATe	OFF
:SENSe	Последнее заданное вручную
:DEFer	
:STATe	OFF
:OUTPut	
:RAMP	Не изменяется
:TIME	Не изменяется
:RCLock	0,0
:VOLTage	0,0
:NLIMit	Не изменяется
SOURce	
:FREQuency	Последнее заданное вручную
:LINE	OFF
:UNBalanced	
:STANdard	Не изменяется
:FLICKer	
:STANdard	Не изменяется
:TERMinal	Не изменяется
:STATe	Не изменяется
:ROUTE	Не изменяется
:PHASe<x>	
:VOLTage	
:STATe	OFF
:RANGe	11,168
:AMPLitude	110
:MHARmonics	
:STATe	OFF
:HARMonic<y>	Гармоника 1 100%
	Гармоника 2 – 100 0%

Настройка	Значение, следующее за *RST
:FHARmonics	
:STATe	OFF
:FLUCtuate<y>	Гармоника 1 – 100 OFF
:MODulation	Глубина 0,0%
	Частота 10,0 Гц
:SHAPE	SINusoidal
:IHARmonics	
:STATe	OFF
:SIGNal<y>	Состояние OFF
	Amplitude (Амплитуда) 0,0%
	Частота 33 Гц
:DIP	
:STATe	OFF
:ENVELOpe	Change to (Изменить на) 10,0%
	Ramp In (Подъем) 0,0001 секунды
	Period (Период) 0,001 секунды
	Ramp Out (Спад) 0,0001 секунды
	End Delay (Задержка конца) 0,0 секунды
TRIGger:	
INPut:	FREE
HOLDoff:	DEL, 0,0
ODELay:	0,0
:FLICKer	
:STATe	OFF
:FREQuency	13,5 Гц
:DEPTH	0,402
:SHAPE	SQUare
:EFLICKer	
[:STATe](?)	0 или "OFF"
:CONFiguration(?)	"PF"
:HSIDeband	
:HARMonic(?)	3

Настройка	Значение, следующее за *RST
:PJUMp	
:SPERiod(?)	"OFF"
:ANGLe(?)	30,0
:CURRent	
:STATe	OFF
:RANGe	0,1 1
:VOLTage	
:EQUivalence	
: STATE	Не изменяется
: FACTor	Не изменяется
:AMPLitude	0,5
:UNIT?	CURR
:MHARmonics	
[:STATe](?)	OFF
:HARMonic<y>	Гармоника 1 100% Гармоника 2 – 100 0%
:FHARmonics	
:STATe	OFF
:FLUCtuate<y>	Гармоника 1 – 100 OFF
:MODulation	Глубина 0,0% Частота 10,0 Гц
:SHAPE	SINusoidal
:IHARmonics	
:STATe	OFF
:SIGNal<y>	State (Состояние) OFF Amplitude (Амплитуда) 0,0% Frequency (Частота) 33 Гц
:DIP	
:STATe	OFF
:ENVELOpe	Change to (Изменить на) 10,0% Ramp In (Подъем) 0,0001

Настройка	Значение, следующее за *RST
	секунды
	Period (Период) 0,001 секунды
	Ramp Out (Спад) 0,0001 секунды
	End Delay (Задержка конца) 0,0 секунды
TRIGger:	
INPut:	FREE
HOLDoff:	DEL, 0,0
ODELay:	0,0
:FLICKer	
:STATE	OFF
:FREQuency	13,5 Гц
:DEPTH	0,402
:SHAPE	SQUare
:TERMinal	Не изменяется
:UNIT	
:ANGLE	Последнее заданное вручную
:MHARmonics	
:CURRent	Последнее заданное вручную
:VOLTage	Последнее заданное вручную
:DIP	
:TIME	Последнее заданное вручную.
:FLICKer	
:CURRent	Последнее заданное вручную.
:VOLTage	Последнее заданное вручную.

5-132. Действия опции энергии при получении команды *RST

При получении команды *RST используются следующие установки по умолчанию.

Настройка	Значение, следующее за *RST
[:SOURce]	
:ENERgy	
:MODE(?)	Режим таймера/счетчика
:UNIT(?)	Активная (Вт-ч).
:OGATe(?)	Выходной строб отключен. Тип уровня строба. Активация по низкому уровню строба.
:IGATe(?)	Внутреннее сопротивление 1 кОм. Тип уровня строба. Активация по низкому уровню строба. Внутреннее сопротивление 1 кОм.
:MVOLtage(?)	0 (все режимы)
:PRESEntation(?)	Накопленная энергия % ошибки.
:RESults(?)	неприменимо
:WUP	
:DURation(?)	SEC,100
:PSOURce(?)	MAIN
:TEST	
:DURation(?)	SEC,600
:PSOURce(?)	MAIN
:MUT	
:DEBounce	
[:STATe](?)	0
:CONStant(?)	1.0e5 i/Wh
:UNIT	IPWH
:SOURce(?)	CH1
:PULLup(?)	1 кОм.
:REFerence	
:DEBounce	
[:STATe](?)	0
:CONStant(?)	1.0e5 i/Wh
:UNIT	IPWH
:SOURce(?)	MAIN
:PULLup(?)	1 кОм.
:OUTPut	
:CONStant(?)	1.0e5 i/Wh
:UNIT	IPWH
:PULLup[:STATe](?)	0

5-133. Рабочие примеры

Сводка примеров:

- Пример 1 Создать чистый сигнал переменного напряжения.
- Пример 2 Создать сигнал переменного напряжения с искажениями в виде 2^{-й} гармоники.
- Пример 3 Создать сигнал переменного напряжения с искажениями в виде флуктуирующей 2^{-й} гармоники.
- Пример 4 Создать сигнал переменного тока с фликером.
- Пример 5 Создать сигнал переменного напряжения с многочисленными искажениями в виде гармоник и фазового сдвига.
- Пример 6 Убрать гармоники.
- Пример 7 Создать многоканальный сигнал переменного тока.
- Пример 8 Создать многофазный сигнал переменного тока.
- Пример 9 Создать чистый сигнал постоянного напряжения.
- Пример 10 Создать сигнал переменного напряжения с постоянной компонентой.
- Пример 11 Создать чистый сигнал постоянного напряжения с использованием метода обхода дерева SCPI.

Пример 1.

Сконфигурировать основное устройство на выходной синусоидальный сигнал с частотой 60 Гц и среднеквадратичным напряжением 115 В, не содержащий субгармоник, искажений и фазовых сдвигов.

Установка UNIT:MHAR:VOLT (единицы основной гармоники) на ABS (абсолютное значение) позволит вводить амплитуду непосредственно в вольтах:

Сбросить все параметры к известному состоянию. *RST

Использовать абсолютные величины для гармоник напряжения.
UNIT:MHAR:VOLT ABS

Установить диапазон напряжений фазы 1 (основной).
SOUR:PHAS1:VOLT:RANG 0,180

Амплитуда и угол основной гармоники.
SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM1 115,0

Установить основную частоту: SOUR:FREQ 60

Включить выходное напряжение на этой фазе.
SOUR:PHAS1:VOLT:STAT ON

Включить выход (все фазы). OUTP:STAT ON

Пример 2.

Сконфигурировать основное устройство на выходной синусоидальный сигнал с частотой 60 Гц и среднеквадратичным напряжением 115 В, не содержащий искажений и фазовых сдвигов.

Добавить к сигналу 2^{-ю} гармонику со среднеквадратичным напряжением 10 В и фазовым сдвигом 0 °.

Сбросить все параметры к известному состоянию. *RST

Использовать абсолютные величины для гармоник напряжения.

UNIT:MHAR:VOLT ABS

Установить диапазон напряжений фазы 1 (основной).

SOUR:PHAS1:VOLT:RANG 0,180

Амплитуда и угол основной гармоники.

SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM1 115,0

Установить амплитуду (в абсолютных единицах).

SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM2 10,0

Установить основную частоту: SOUR:FREQ 60

Включить выходное напряжение на этой фазе.

SOUR:PHAS1:VOLT:STAT ON

Включить выход (все фазы). OUTP:STAT ON

Пример 3.

Создать флуктуации 2^{-й} гармоники с частотой 25 Гц, синусоидальной формы с амплитудой 30 %.

Убедиться, что выход отключен. OUTP:STAT OFF

Очистить любые имеющиеся модуляции. SOUR:PHAS1:VOLT:FHAR:CLE

Выбрать гармонику для задания флуктуаций.

SOUR:PHAS1:VOLT:FHAR:FLUC2 ON

Задать синусоидальную форму флуктуаций.
SIN

SOUR:PHAS1:VOLT:FHAR:SHAP

Задать флуктуацию.
30,25

SOUR:PHAS1:VOLT:FHAR:MOD

Включить флуктуирующие гармоники.

SOUR:PHAS1:VOLT:FHAR:STAT ON

Включить выход (все фазы). OUTP:STAT ON

Пример 4.

Аналогичным образом создать выход по току с величиной 1 А, частотой 60 Гц и фликером с параметрами 20 %, 25 Гц:

Сбросить все параметры к известному состоянию. *RST

Установить абсолютные единицы. UNIT:MHAR:CURR ABS

Установить диапазон токов фазы 1 (основной).

SOUR:PHAS1:CURR:RANG 0,2,2

Установить амплитуду (в абсолютных единицах).

SOUR:PHAS1:CURR:MHAR:HARM1 1,0

Задать частоту. SOUR:FREQ 60

Задать синусоидальную форму огибающей фликера.
SOUR:PHAS1:CURR:FLIC:SHAP SIN

Задать частоту фликера.
SOUR:PHAS1:CURR:FLIC:FREQ 25

Задать глубину фликера.
SOUR:PHAS1:CURR:FLIC:DEPT 20

Включить фликер.
SOUR:PHAS1:CURR:FLIC:STAT ON

Включить токовый выход (фаза 1). SOUR:PHAS1:CURR:STAT ON

Включить выход (все фазы). OUTP:STAT ON

Пример 5.

В этом примере показано, как установить основную, 3^{-ю} и 5^{-ю} гармоники.

Для основной гармоники задается 110 В, 60 Гц, для 3^{-й} гармоники 10 В и фазовый сдвиг 0°, для 5^{-й} гармоники 5 В и фазовый сдвиг 90°.

Сбросить все параметры к известному состоянию. *RST

Убедиться, что выход отключен. OUTP:STAT OFF

Установить абсолютные единицы. UNIT:MHAR:VOLT ABS

Задать частоту. SOUR:FREQ 60

Установить диапазон напряжений фазы 1 (основное устройство).
SOUR:PHAS1:VOLT:RANG 0,180

Установить амплитуду (в абсолютных единицах).
SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM1 110,0

Установить амплитуду и фазу 3-й гармоники. SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM3
10,0

Установить амплитуду и фазу 5-й гармоники. SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM5
5,90

Включить основные гармоники.
SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:STAT ON

Включить выход по напряжению (фаза 1). SOUR:PHAS1:VOLT:STAT
ON

Включить выход (все фазы). OUTP:STAT ON

Пример 6.

Гармоники в предыдущем примере можно очистить перед заданием новых параметров, чтобы они не взаимодействовали ни с какими новыми настройками. Это может быть полезно в случае, если полный сброс *RST не подходит.

Примечание: основная гармоника также будет очищена.

Очистка всех гармоник.
SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:CLE

Пример 7.

В этом примере показано, как настроить выход по напряжению на среднеквадратичное напряжение 110 В и частоту 60 Гц, и выход по току на 1 А и 60 Гц. Токвый выход отстает от выхода по напряжению на 90 °.

Сбросить все параметры к известному состоянию.	*RST
Убедиться, что выход отключен.	OUTP:STAT OFF
Установить абсолютные единицы напряжения. UNIT:MHAR:VOLT ABS	
Установить абсолютные единицы тока.	UNIT:MHAR:CURR ABS
Задать частоту.	SOUR:FREQ 60
Установить диапазон напряжений фазы 1 (основное устройство). SOUR:PHAS1:VOLT:RANG 0,180	
Установить амплитуду (в абсолютных единицах). SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM1 110,0	
Установить диапазон токов фазы 1 (основной). SOUR:PHAS1:CURR:RANG 0,2,2	
Задать амплитуду и фазу.	SOUR:PHAS1:CURR:MHAR:HARM1 1,-90
Включить выход по напряжению. SOUR:PHAS1:VOLT:STAT ON	
Включить выход по току.	SOUR:PHAS1:CURR:STAT ON
Включить выход (все фазы).	OUTP:STAT ON

Пример 8.

Предыдущий пример можно продублировать, используя основное устройство для подачи напряжения и вспомогательное для тока.

Сбросить все параметры к известному состоянию.	*RST
Убедиться, что выход отключен.	OUTP:STAT OFF
Отключить выход по напряжению (основное устройство).	SOUR:PHAS1:VOLT:STAT OFF
Отключить выход по току (основное устройство).	SOUR:PHAS2:CURR:STAT OFF
Задать частоту.	SOUR:FREQ 100
Установить диапазон напряжений фазы 1 (основное устройство).	SOUR:PHAS1:VOLT:RANG 0,180
Установить амплитуду (в абсолютных единицах).	SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM1 110,0
Установить диапазон по току фазы 2 (вспомогательное устройство).	SOUR:PHAS2:CURR:RANG 0.2,2
Задать амплитуду и фазу.	SOUR:PHAS2:CURR:MHAR:HARM1 1,-90
Включить выход по напряжению.	SOUR:PHAS1:VOLT:STAT ON
Включить выход по току.	SOUR:PHAS2:CURR:STAT ON
Включить выход (все фазы).	OUTP:STAT ON

Пример 9.

Сконфигурировать основное устройство на выходной сигнал в виде чистого постоянного напряжения 5 В. Следует учесть, что поскольку постоянный ток рассматривается в приборе 6100В как 0^{-я} гармоника основной частоты, эта частота должна быть задана, даже если основная гармоника имеет нулевую амплитуду.

Следует также учесть, что ранее включенные эффекты, например, провалы, промежуточные гармоники и т.п., будут оставаться активными до подачи команды *RST.

Сбросить все параметры к известному состоянию.	*RST
Использовать абсолютные величины для гармоник напряжения.	UNIT:MHAR:VOLT ABS
Установить диапазон напряжений фазы 1 (основной).	SOUR:PHAS1:VOLT:RANG 1.1,16
Включить основную гармонику (необходима для постоянного тока).	SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:STAT ON
Среднеквадратичная амплитуда (чтобы убрать основную гармонику).	SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:AMPL 0
Амплитуда постоянного сигнала (будет вычислено новое среднеквадратичное значение).	SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM0 5,0
Установить основную частоту:	SOUR:FREQ 60

Включить выходное напряжение на этой фазе. SOUR:PHAS1:VOLT:STAT
ON

Включить выход (все фазы). OUTP:STAT ON

Пример 10.

Сконфигурировать основное устройство на выходной синусоидальный сигнал с частотой 60 Гц и среднеквадратичным напряжением 10 В, с постоянной компонентой 5 В, не содержащий искажений.

Сбросить все параметры к известному состоянию. *RST

Использовать режим % rms для удобства расчета постоянной компоненты.
UNIT:MHAR:VOLT PRMS

Установить диапазон напряжений фазы 1 (основной).
SOUR:PHAS1:VOLT:RANG 1.1,16

Включить основную гармонику (необходима для постоянного тока).
SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:STAT ON

Среднеквадратичная амплитуда (чтобы убрать основную гармонику).
SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:AMPL 10

Амплитуда постоянного сигнала (будет вычислено новое среднеквадратичное значение).
SOUR:PHAS1:VOLT:MHAR:HARM0 50,0

Установить основную частоту: SOUR:FREQ 60

Включить выходное напряжение на этой фазе. SOUR:PHAS1:VOLT:STAT
ON

Включить выход (все фазы). OUTP:STAT ON

Пример 11.

В этом примере создается тот же выходной сигнал, что и в примере 9 (чистое постоянное напряжение 5 В), но при помощи метода обхода дерева SCPI и без команды *RST.

```
:FREQ 60;:UNIT:MHAR:VOLT ABS;:PHAS1:VOLT:RANG 0,23;STATE  
ON;MHAR:STAT ON;AMPL 0;CLE;HARM0 5,0;:OUTP ON
```

Глава 6

Обслуживание силами оператора

	Наименование	Страница
6-1.	Введение	6-3
6-2.	Проверка достоверности	6-3
6-3.	Настройка и запуск проверки достоверности	6-3
6-4.	Изменение пароля пользователя	6-4
6-5.	Доступ к предохранителю.....	6-4
6-6.	Очистка прибора.....	6-5
6-7.	Очистка воздушного фильтра.....	6-6
6-8.	Замена литиевой батареи	6-8

6-1. Введение

В этой главе приводится описание текущего технического обслуживания, необходимого для создания оптимальных условий работы прибора. В главе рассматриваются следующие темы:

- Изменение пароля пользователя
- Запуск проверки достоверности результатов
- Замена плавкого предохранителя
- Очистка воздушного фильтра и внешних поверхностей

Калибровка рассматривается в Главе 7.

6-2. Проверка достоверности

Проверка достоверности необходима для подтверждения отсутствия значительных неполадок в работе прибора. Проверка подключенных вспомогательных устройств запускается с основного прибора 6100В. Проверка не предназначена для определения периодичности технического обслуживания, поскольку выполняемые в ходе ее измерения являются грубыми по сравнению с измерениями в ходе текущей калибровки и регулировки.

Примечание

Некоторые температурные тесты (Pic) могут давать ошибки до 100 %, что является нормальным и не требует принятия особых мер.

6-3. Настройка и запуск проверки достоверности

Перейдите в меню Waveform Menu (Форма сигнала) при помощи кнопки . При необходимости нажимайте кнопку  до появления верхнего уровня меню программных клавиш. См. рисунок 6-1.

Выберите клавишу **Support Functions** (Функции технической поддержки), **Diagnostic tools** (Средства диагностики) и введите пароль пользователя. Нажмите программную клавишу **Run Self Tests** (Запустить самопроверку).

Программные клавиши, связанные с всплывающим меню самопроверки, позволяют выполнить следующие действия:

- Нажать клавишу Select Test Channels (Выбрать каналы для проверки) и выбрать каналы для проверки, например, L1 Voltage (Напряжение), L1 Current (Ток) ... N Current (Ток)
- Выбрать компонент канала для проверки, например, все панели, панель цифровой обработки сигналов, панель управления, первую или вторую вспомогательные панели
- Запустить самопроверку
- Сохранить результаты проверки на внешний носитель через порт USB

После настройки требуемого режима нажмите клавишу **Start Self Test** (Начать самопроверку) для ее запуска.

Примечание

При переходе в различные меню помните, что клавиша  позволяет перемещаться по иерархии программных клавиш.

По окончании проверки в меню самопроверки отображается отчет.

Меню Test Pathway (Порядок тестирования) позволяет получить более подробные результаты проверки, однако этот инструмент обычно предназначен для сервисных центров. Хотя функции меню Test Pathway и доступны, их техническое описание выходит за рамки данного руководства и здесь не приводится.

6-4. Изменение пароля пользователя

Перейдите в меню Waveform Menu (Форма сигнала) при помощи клавиши . При необходимости нажимайте кнопку  до появления верхнего уровня меню программных клавиш. См. рис. 6-1.



Рис. 6-1. Программные клавиши верхнего уровня меню формы сигнала

Выберите клавишу **Support Functions** (Функции технической поддержки), **Diagnostic tools** (Средства диагностики) и введите пароль пользователя. При поставке прибора 6100B паролем по умолчанию является "12321".

Выберите клавишу **Change Password** (Изменить пароль) для вывода всплывающего меню смены пароля калибровки. Введите текущий пароль, затем новый пароль, и повторите новый пароль. Нажмите клавишу , чтобы сменить пароль (или  для отмены этой операции).

6-5. Доступ к предохранителю

Сетевой плавкий предохранитель доступен со стороны задней панели. См. рисунок 6-2.

Предупреждение

Чтобы избежать опасности поражения электрическим током или травм, перед доступом к предохранителю убедитесь, что выключатель питания на задней стороне прибора выключен, а шнур прибора вынут из розетки.

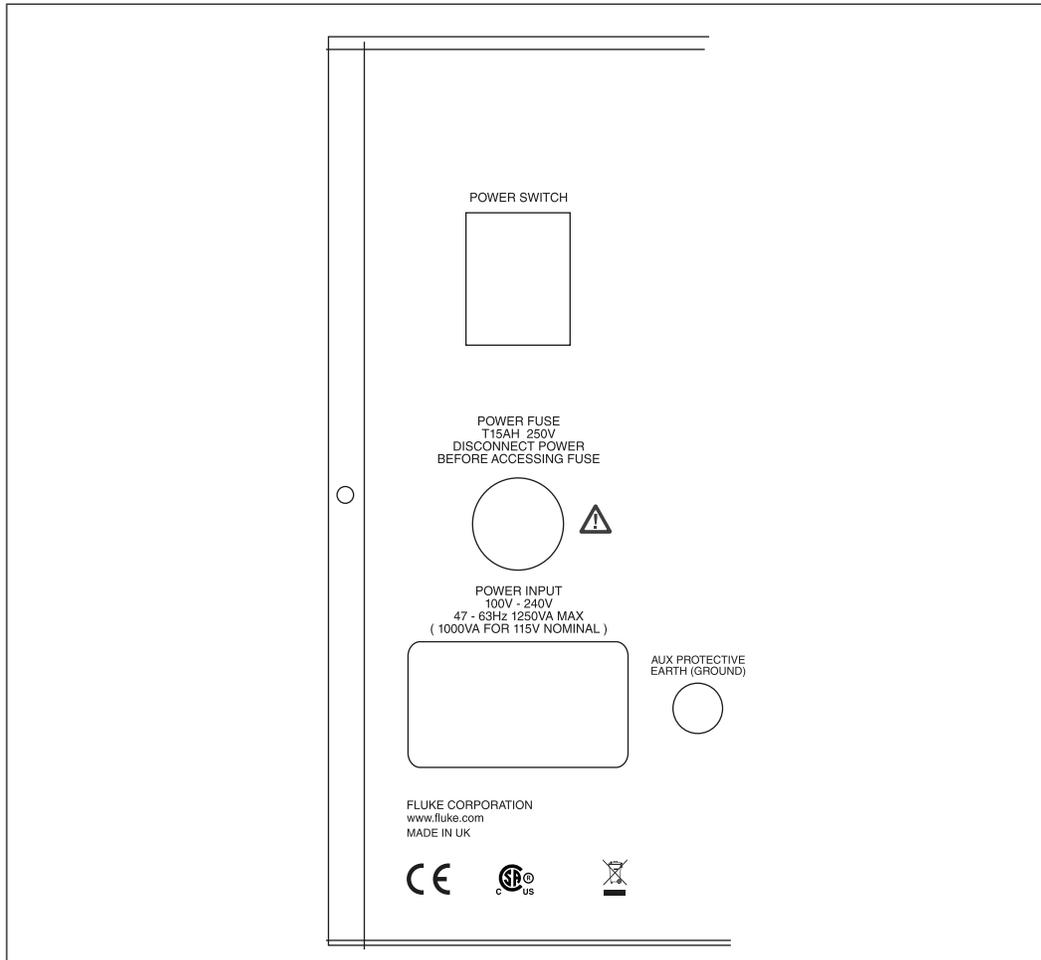
Для доступа к предохранителю выполните следующие действия:

1. Отключите шнур питания от сети.
2. Обычной отверткой поверните держатель предохранителя против часовой стрелки, чтобы освободить колпачок и предохранитель.

Для замены используйте только предохранитель, указанный в Таблице 6–1.

Таблица 6–1. Допустимые сменные предохранители

Описание	Номер детали	Характеристики
Номер детали Fluke и ее описание:	1998159	T15AH 250 В 32 мм
Изготовитель предохранителя и номер детали:	Bussmann	MDA-15



gdw033.eps

Рис. 6-2. Задняя панель с предохранителем

6-6. Очистка прибора

Для очистки внешней поверхности прибора используйте мягкую ветошь, слегка смоченную в воде или в растворе мягкого неабразивного чистящего средства, не повреждающего пластмассу.

⚠ Предостережение

Не применяйте при очистке ароматические углеводороды или хлорированные растворители. Они могут повредить имеющиеся в приборе пластмассовые детали.

6-7. Очистка воздушного фильтра

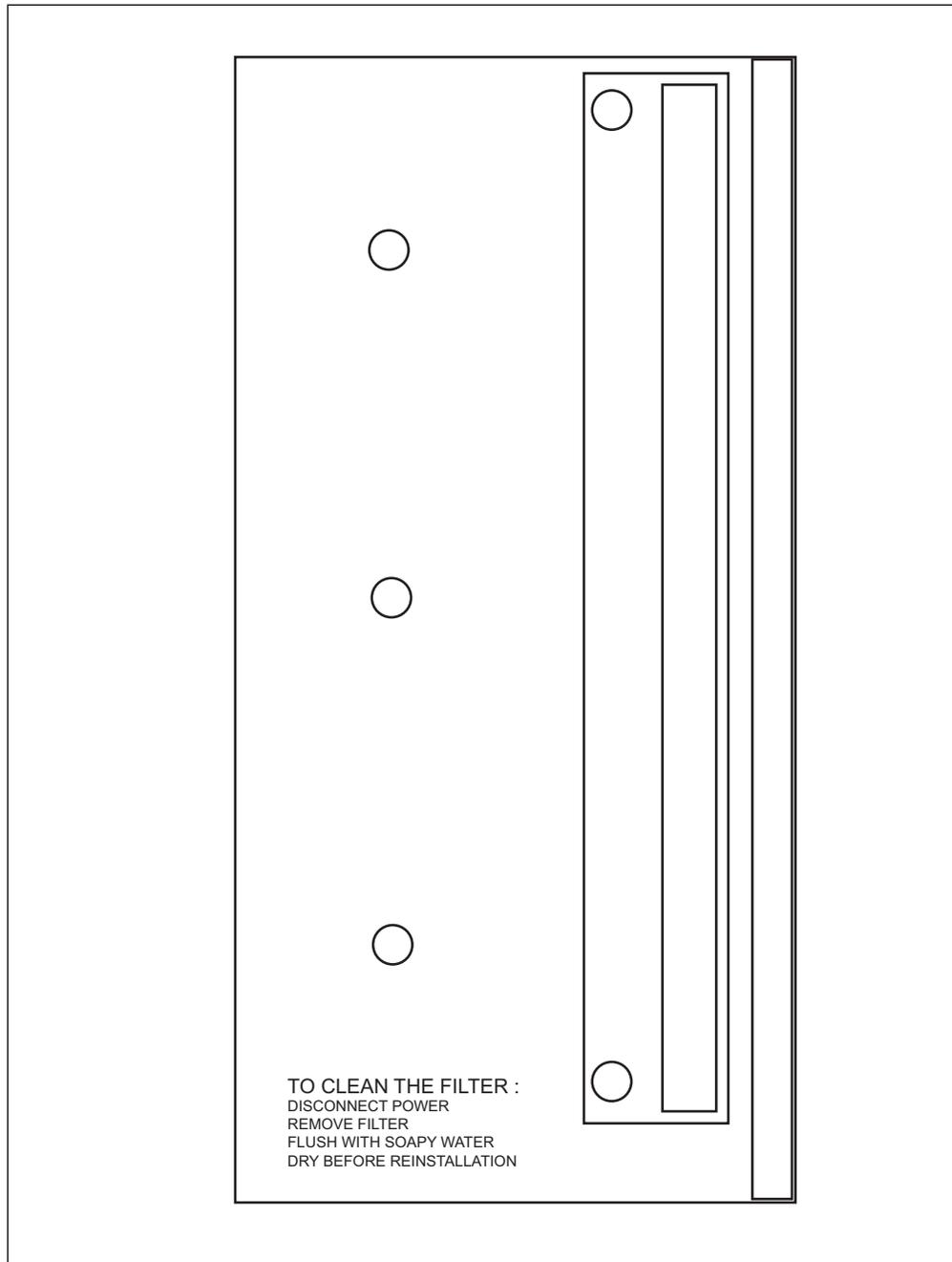
⚠ Осторожно

Перегрев может стать причиной повреждения, если вокруг отверстий для вентилятора мало свободного места, выходящий воздух слишком горячий или фильтр засорился.

Воздушный фильтр необходимо снимать и очищать каждые 30 дней или чаще, если прибор используется в запыленной среде. Доступ к воздушному фильтру осуществляется с задней панели прибора.

Для очистки воздушного фильтра выполните следующие действия. См. Рис. 6-3:

1. Отключите шнур питания от сети.
2. Доступ к воздушному фильтру осуществляется с задней стороны прибора. Если прибор находится на рабочем столе, убедитесь в наличии сзади прибора 24 дюймов свободного места, необходимого для извлечения фильтра.
3. Извлеките фильтр, отвинтив два винта с накатанной головкой снизу и сверху вертикальной панели, закрывающей фильтр. Извлеките фильтр из прибора.
4. Очистите фильтр, промыв его в мыльной воде. Промойте и тщательно просушите фильтр перед установкой его на место.
5. Установите фильтр и завинтите винты.



gdw53.eps

Рис. 6-3. Доступ к воздушному фильтру

6-8. Замена литиевой батареи

Питание компьютера в данном приборе осуществляется от литиевой батареи (3В, 180 мА-ч, элемент CR2023). Время работы батареи составляет не менее 10 лет. По прошествии этого времени настройки компьютера и дата могут быть потеряны. Замена батареи осуществляется квалифицированным специалистом Fluke на аналогичную батарею, рекомендованную лабораторией UL.

Примечание

В данном инструменте используется литиевая батарея.

Не выбрасывайте ее в общие твердые отходы. Использованные батареи должны утилизироваться соответствующими службами по переработке отходов и обращению с опасными материалами.

Для получения информации по утилизации обращайтесь в сервисный центр Fluke.

Предостережение

Не оставляйте батареи без использования на длительное время ни в приборе, ни в месте хранения. Если батарея не использовалась в течение шести месяцев, проверьте ее уровень заряда, после чего зарядите или утилизируйте.

Глава 7

Калибровка

	Наименование	Страница
7-1.	Введение	7-3
7-2.	Методы калибровки	7-3
7-3.	Полная проверка калибровки и регулировка	7-3
7-4.	Проверка достоверности	7-3
7-5.	Частичная регулировка	7-3
7-6.	Проверка достоверности многофазной системы	7-4
7-7.	Наивысшая точность калибровки	7-4
7-8.	Измерения амплитуды	7-4
7-9.	Измерение фазы	7-4
7-10.	Влияние погрешности фазы на точность расчета мощности	7-5
7-11.	Погрешности калибровки для максимальной точности	7-6
7-12.	Необходимое оборудование	7-6
7-13.	Обзор генерации сигналов прибором 6100В	7-7
7-14.	Независимость приборов 6100В и 6101В	7-7
7-15.	Система калибровки сервисных центров Fluke	7-9
7-16.	Характеристики системы калибровки	7-12
7-17.	Преобразователи	7-12
7-18.	Вклад мультиметра в погрешность амплитуды	7-12
7-19.	Вклад мультиметра в погрешность фазы	7-13
7-20.	Погрешность фазы между напряжениями	7-13
7-21.	Погрешность фазы между током и напряжением	7-13
7-22.	Обзор регулировок	7-13
7-23.	Процесс калибровки	7-14
7-24.	Вход в режим калибровки	7-14
7-25.	Выбор конфигурации прибора	7-14
7-26.	Определение ошибки устройства 6100В	7-15
7-27.	Запуск регулировки	7-15
7-28.	Возврат переключателя калибровки в нормальное положение	7-15
7-29.	Проверка	7-16
7-30.	Точки калибровки	7-16
7-31.	Калибровка опции измерения энергии	7-19
7-32.	Прямое измерение с помощью частотомера	7-19
7-33.	Использование внешней опорной частоты	7-20

7-1. Введение

В этой главе приводится описание процедуры калибровки прибора и опции измерения энергии.

7-2. Методы калибровки

7-3. Полная проверка калибровки и регулировка

Для обеспечения полного соответствия прибора 6100В техническим характеристикам рекомендуется проводить его ежегодную калибровку и регулировку. При необходимости регулировки прибора его необходимо отрегулировать на номинальные значения во всех точках регулировки, указанных в следующих таблицах.

7-4. Проверка достоверности

Если прибор эксплуатируется главным образом при частотах электросети, можно использовать коммерческие стандарты измерения мощности, сопоставимые по точности с приборами 6100В и 6105А. Их можно использовать для проверки точности прибора 6100В. Для контроля как однофазной, так и многофазной системы 6100В достаточно однофазного устройства. Примерами таких устройств являются модели Radian Research RD-22, ZERA COM 1003 и MTE K2006. Следует иметь в виду, что результаты таких измерений имеют погрешности, намного превышающие погрешности, требуемые при полной проверке соответствия приборов 6100В и 6105А их характеристикам.

В качестве примера рассмотрим измерение мощности, выполненное при помощи измерительного прибора RD-22 при 120 В, 5 А, 60 Гц с коэффициентом мощности 0,5. Заявленная ошибка составляет 0,006 %.

В характеристиках прибора RD-22 указана погрешность 0,01 %. Следовательно, погрешность измерения прибора 6105А будет не менее 0,01 %. Характеристики прибора 6105А после калибровки в сервисном центре Fluke также даются с погрешностью 0,01 %; однако при погрешности калибровки в 0,01 %, очевидно, необходимо увеличить погрешность прибора 6105А. В качестве нового предела погрешности прибора 6105А разумно взять среднее квадратичное результата (Result) и погрешности измерения (Uncert).

В приведенном примере: $New_spec = \sqrt{0.01^2 + 0.006^2} = 0.012\%$

Следует учесть, что измерения напряжения, силы тока и фазового угла не проводятся по отдельности. Этот способ основан на этих трех параметрах, которые в приборе 6105А являются независимыми. Крайне маловероятно, что все они будут дрейфовать согласованно, сохраняя правильность измеренного значения мощности.

7-5. Частичная регулировка

Описанная выше проверка достоверности не обеспечивает достаточной информации для выбора параметра, который необходимо отрегулировать. Фазовый угол - это параметр, необходимость изменения которого наименее вероятна, кроме случаев выявленной ошибки. Фазовый угол также является параметром, который сложнее всего измерить с необходимой точностью. В приборе ZERA COM 1003 предусмотрена возможность вывода результатов измерения напряжения и тока; следовательно, можно решить, какой параметр следует отрегулировать. Для регулировки выполните описанные ниже действия, а затем проверьте регулировку путем выполнения контрольного измерения мощности, как описано выше.

7-6. Проверка достоверности многофазной системы

Для проверки многофазной системы можно использовать модифицированную версию проверки достоверности. Перед любыми регулировками рекомендуется выполнить проверку всех фаз. Проверка прибора 6135A с помощью трехфазного измерительного устройства, несомненно, является самым простым рекомендуемым способом измерения, однако использование однофазного устройства может дать лучшие результаты, в зависимости от точности измерений. Рассмотрим проверку трехфазной системы 6135A с помощью однофазного измерительного устройства. Главным преимуществом этого способа является сравнение четырех устройств между собой. Нет причин, чтобы различные фазы многофазной системы значительно дрейфовали с одинаковой скоростью и направлением. Данные, полученные при проверке трех фаз с помощью одного и того же прибора, имеют высокую степень достоверности. Если результат для одной фазы отличается от результата для других фаз, то весьма вероятно, что эта характеристика наиболее удалена от указанной. Однако, если все результаты близки, следует проверить точность измерительного устройства.

Если регулировка необходима, то для получения дополнительной информации о отдельных каналах напряжения и тока можно провести перекрестную проверку. Хотя она и займет больше времени, однако позволит с большей достоверностью выбрать необходимую регулировку:

1. Установить напряжение канала L1 и каналы тока на требуемые уровни.
2. Установить угол тока фазы L1 на ноль.
3. Установить угол напряжения фазы L2 на ноль.
4. Установить требуемую амплитуду тока фазы L2.
5. Установить угол тока фазы L2 на ноль.

Теперь напряжение L1 и ток L2 будут в фазе. Измерьте мощность и запишите результат измерения. Повторяйте эти действия, пока все выходы тока не будут измерены со всеми выходами напряжения (шесть измерений). Простой анализ результатов позволит выяснить, какие из токов и напряжений дальше всех от заявленных характеристик и какие из них требуют настройки.

7-7. Наивысшая точность калибровки

7-8. Измерения амплитуды

Тщательная проверка прибора 6100B показала, что при правильной регулировке фазы и усиления каждого канала напряжения или тока все прочие технические характеристики будут соблюдены. Поэтому калибровка 6100B/6105A может быть выполнена при помощи синусоидальных сигналов. Однако пользователям следует учесть, что данный прибор оптимально подходит для использования в стробирующей измерительной системе. У некоторых приборов, рассчитанных на измерение среднеквадратичных значений, входная полоса по переменному току имеет ширину во много МГц, что не позволяет отбросить негармонические компоненты. Поэтому приборы такого типа могут показывать значения амплитуды, отличные от значений, полученных при использовании стробирующей техники. Преимуществом стробирующих систем, использующих анализ Фурье, является выделение необходимого сигнала из шума и получение точных сведений о фазе.

7-9. Измерение фазы

Существует множество способов измерения амплитуды и фазы между выходными каналами прибора Electrical Power Standard. Амплитуды напряжения и тока могут быть определены независимо друг от друга, однако для измерения фазового угла

требуется каким-либо способом провести их сравнение. Путем сравнения выходов напряжения и тока на приборе 6100В при помощи измерителя фазы по пересечению нуля можно получить информацию о фазе для данного устройства. Однако этот способ имеет два недостатка.

- При сравнении точек пересечения нуля двумя сигналами в этих точках возникают шумы; однако стробирующие техники получают информацию по меньшей мере с двух точек формы сигнала.
- При измерении только фазового угла между напряжением и током одного устройства невозможно произвести независимую калибровку приборов 6100В и 6105А. Каждое дополнительное устройство 6101В требует калибровки со своим основным устройством 6100В для получения информации по сопоставлению напряжений.

Если эти недостатки допустимы для калибровки устройства 6100В, возможны погрешности фаз порядка 0,050 градусов при измерении по пересечению нуля.

Примечание

Измерители фаз, работающие по принципу пересечения нуля, могут дать ошибочные результаты при наличии четных гармоник, так как последние могут сместить точку пересечения нуля сложным сигналом относительно точки пересечения нуля основной гармоникой. С другой стороны, стробирующие техники могут дать погрешность фазы на уровне до 0,0008 градусов и невосприимчивы к другим гармоникам, влияющим на измерение.

7-10. Влияние погрешности фазы на точность расчета мощности

Поскольку мощность = $V \cdot I \cdot \cos(A)$, вклад в погрешность, даваемый фазовым сдвигом, может быть показан на следующем примере:

Если погрешность фазы $\pm 0,05$ градусов, при номинальном факторе мощности $PF = 0,5$, то $\cos(A)$ может меняться в пределах $\cos(59,95)$ и $\cos(60,05)$, то есть от 0,5008 до 0,4992. Это дает пределы

$$\frac{0.5008 - 0.4992}{0.5} * 100\% = 0.3 \%$$

Если Φ - величина фазового угла заданной фазы, а $u(\phi)$ - ее погрешность, то в общем случае вклад погрешности фазы в погрешность мощности $u(P)$ имеет вид:

$$u(P) = \left(1 - \frac{\cos(\Phi + u(\phi))}{\cos(\Phi)}\right) \times 100 \%$$

В таблице 7-1 показано, как погрешность фазы влияет на погрешность мощности при различных коэффициентах мощности.

Таблица 7-1. Вклад погрешности фазы в погрешность мощности

Погрешность фазы	PF = 1,0	PF = 0,75	PF = 0,5	PF = 0,25
0,0008 °	±0,000 %	±0,001 %	±0,002 %	±0,005 %
0,050 °	±0,000 %	±0,077 %	±0,151 %	±0,338 %

7-11. Погрешности калибровки для максимальной точности

Ниже приведены погрешности измерения, максимально соответствующие техническим характеристикам прибора 6105А. Использование оборудования с более низким уровнем точности допустимо, но оно повлияет на точность прибора 6105А. Указанные погрешности калибровки соответствуют доверительной вероятности 95 %. См. таблицы 7–2, 7–3, и 7–4.

Таблица 7–2. Требуемая погрешность калибровки амплитуды напряжения

	ppm от диапазона
1 В - 1008 В, 16 Гц - 450 Гц	<26
1 В - 1008 В, 450 Гц - 6 кГц	<30
1 В - 1008 В, 6 кГц - 9 кГц	<1 %

Таблица 7–3. Требуемая погрешность калибровки амплитуды тока

	ppm от диапазона
0,25 А - 10 А, 16 Гц - 450 Гц	<27
10 А - 50 А, 16 Гц - 450 Гц	<42
0,25 А - 10 А, 450 Гц - 6 кГц	<36
10 А - 50 А, 450 Гц - 6 кГц	<58
0,25 А - 50 А, 6 кГц - 9 кГц	<1 %

Таблица 7–4. Требуемая погрешность калибровки фазы

Частота	Погрешность измерения фазы	
	Между током и напряжением	Между напряжениями
16 Гц - 69 Гц	0,0008 °	0,002 °
69 Гц - 180 Гц	0,0013 °	0,005 °
180 Гц - 450 Гц	0,0038 °	0,014 °
450 Гц - 3 кГц	0,0375 °	0,098 °
3 кГц - 6 кГц	0,0750 °	0,195 °

7-12. Необходимое оборудование

Для двух способов калибровки устройства 6100В есть два списка оборудования. Способ компании Fluke используется в сервисных центрах Fluke, а его погрешности измерений максимально соответствуют техническим характеристикам прибора 6100В.

Альтернативный способ, не используемый сервисным центром Fluke, не позволит достичь максимального соответствия указанным техническим характеристикам прибора 6100В, особенно в отношении точности фазы и мощности. При использовании альтернативного способа потребуется провести самостоятельный анализ погрешностей. См. таблицу 7–5.

Таблица 7–5. Методы калибровки

Измерение	Метод компании Fluke	Альтернативный метод
Управление системой	Пользовательское приложение для Microsoft Windows	Ручное управление или пользовательская автоматика
Стробирование	Прибор Fluke HP3458A/HFL с опцией расширения памяти в режиме стробирования по постоянному току.	Стробирующее измерительное устройство с соответствующим программным обеспечением.
Преобразователи амплитуды напряжения	Делитель напряжения переменного тока, настроенный с малыми известными ошибками фазового сдвига	Делители напряжения переменного тока, при необходимости
Преобразователи амплитуды тока	Токовые шунты переменного тока А40В с малыми известными ошибками фазового сдвига	Токовые шунты переменного тока А40В, при необходимости
Фазовый угол между напряжением и опорным сигналом фазы	Определяется по измерениям амплитуды напряжения	Пользовательская разработка или измерение фазового угла между напряжением и током
Фазовый угол между током и опорным сигналом фазы	Определяется по измерениям амплитуды тока	Пользовательская разработка или измерение фазового угла между напряжением и током
Фазовый угол между напряжением и током	Определяется из углов по отношению к опорному сигналу фазы	Измеритель фазы модели Clarke-hess 6000 или подобное устройство, а также подходящие шунты.

7-13. Обзор генерации сигналов прибором 6100В

Обзор системы генерации сигналов 6100В необходим для дальнейшего рассмотрения метода калибровки компании Fluke.

В систему Electrical Power Standard входит устройство 6100В, дающее одну фазу по напряжению и току, и до трех дополнительных устройств 6101В. Каналы напряжения и тока независимы друг от друга по амплитуде, однако связаны общим внутренним опорным сигналом фазы. Заводская настройка калибровки фазы прибора 6100В выполняется независимо от каналов напряжения и тока по отношению к опорному сигналу фазы.

Для рассмотрения способов калибровки необходимо понимание методов генерации прибором 6100В выходных сигналов.

7-14. Независимость приборов 6100В и 6101В

При добавлении до трех дополнительных устройств 6101В обеспечиваются дополнительные фазы. Каждое дополнительное устройство 6101В сохраняет свои собственные константы калибровки, однако его конфигурация и калибровка происходит через устройство 6100В. Основное устройство 6100В передает опорный сигнал фазы на дополнительные устройства 6101В, таким образом

связывая фазы всех выходных каналов.

Поскольку фаза всех сигналов генерируется из одной общей фазы, калибровка дополнительного устройства 6101B не зависит от контролирующего его основного устройства 6100B.

Далее приводится описание канала напряжения (L1) устройства 6100B. В отличие от всех остальных каналов, фазовый угол канала напряжения L1 не может отличаться от нуля, за исключением режима калибровки.

Цифровое представление требуемого выходного сигнала преобразуется в аналоговый сигнал и усиливается. При цифро-аналоговом преобразовании с последующим усилением образуется фазовый сдвиг, и выходной сигнал на клеммах запаздывает по отношению к сигналу в цифровой форме. Рис. 7-1 представляет собой схему соотношений между опорным сигналом фазы, сигналом в цифровой форме и аналоговым выходным сигналом.

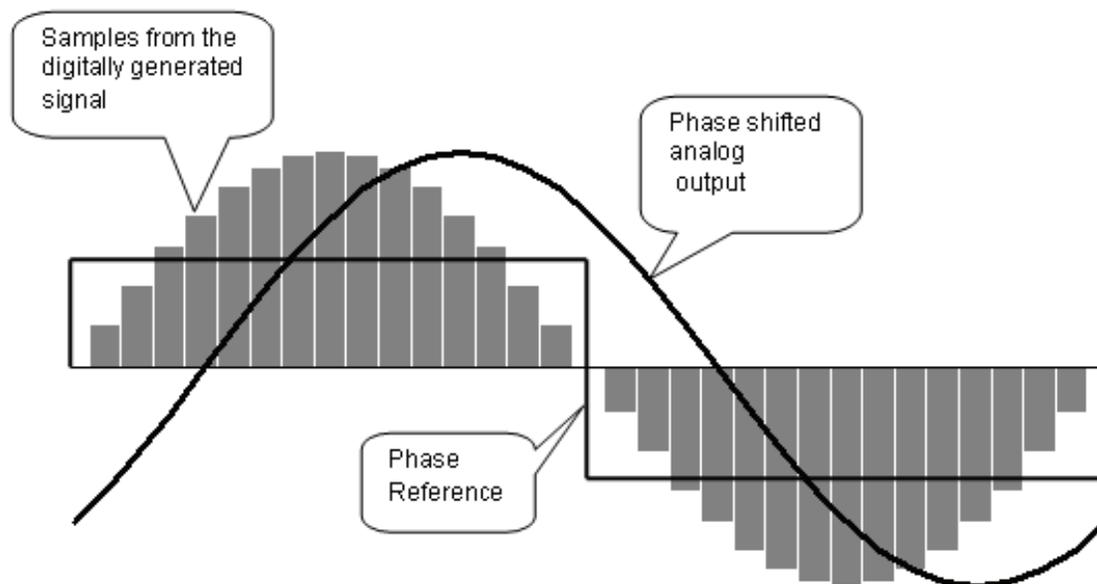


Рис. 7-1. Генерация сигнала

gnd47.bmp

Калибровка фазы имеет целью исключить фазовый сдвиг между опорным сигналом фазы и аналоговым выходным сигналом. На рисунке 7-2 показан сигнал в цифровой форме, смещенный с целью выровнять аналоговый выход по опорному сигналу фазы. На практике останется небольшая погрешность фазы, определяемая точностью измерения.

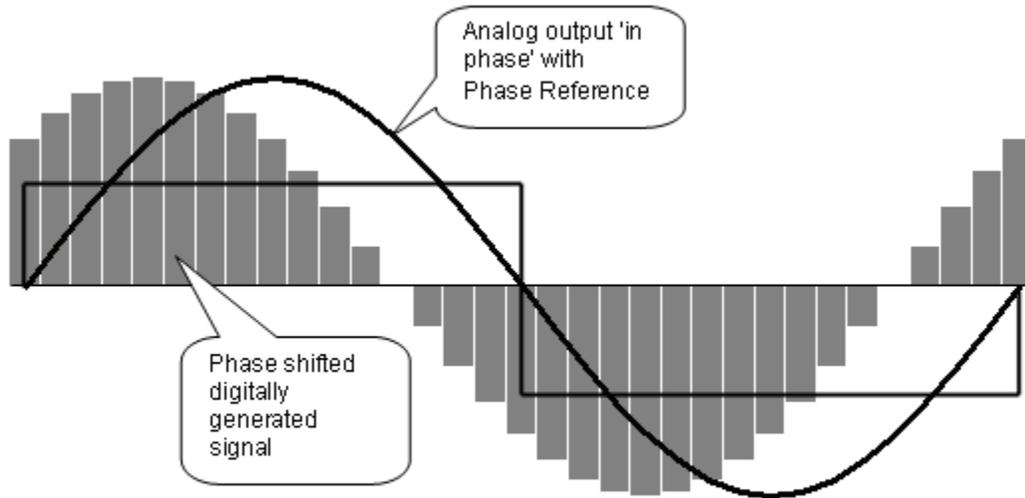


Рис. 7-2. После регулировки фазы

gnd48.bmp

Если аналоговые сигналы на обоих каналах - тока и напряжения - находятся в фазе с опорным сигналом, то соотношение фаз между напряжением и током известно с определенной погрешностью, имеющей вид суммы остаточных погрешностей калибровки напряжения и тока.

Фазовые сдвиги относительно опорного сигнала для каналов напряжения, иных чем L1, по умолчанию не равны нулю. Однако применяется тот же принцип, а фазовый сдвиг между аналоговым сигналом и опорным сигналом фазы устанавливается на соответствующее ненулевое значение.

7-15. Система калибровки сервисных центров Fluke

Как указано выше, в системе калибровки Fluke канал напряжения и канал тока порознь сравниваются с опорным сигналом фазы. Анализ Фурье дискретизированных аналоговых сигналов дает информацию об амплитуде и фазе, используемую для калибровки и регулировки. Цифровой мультиметр запускается по внешнему сигналу устройства 6100В. Сигнал триггера, контрольный сигнал фазы, находится в фиксированном соотношении по фазе с основной фазой системы и управляет началом периода дискретизации. Таким образом, соотношение фаз аналоговых сигналов привязано к основной фазе и известно.

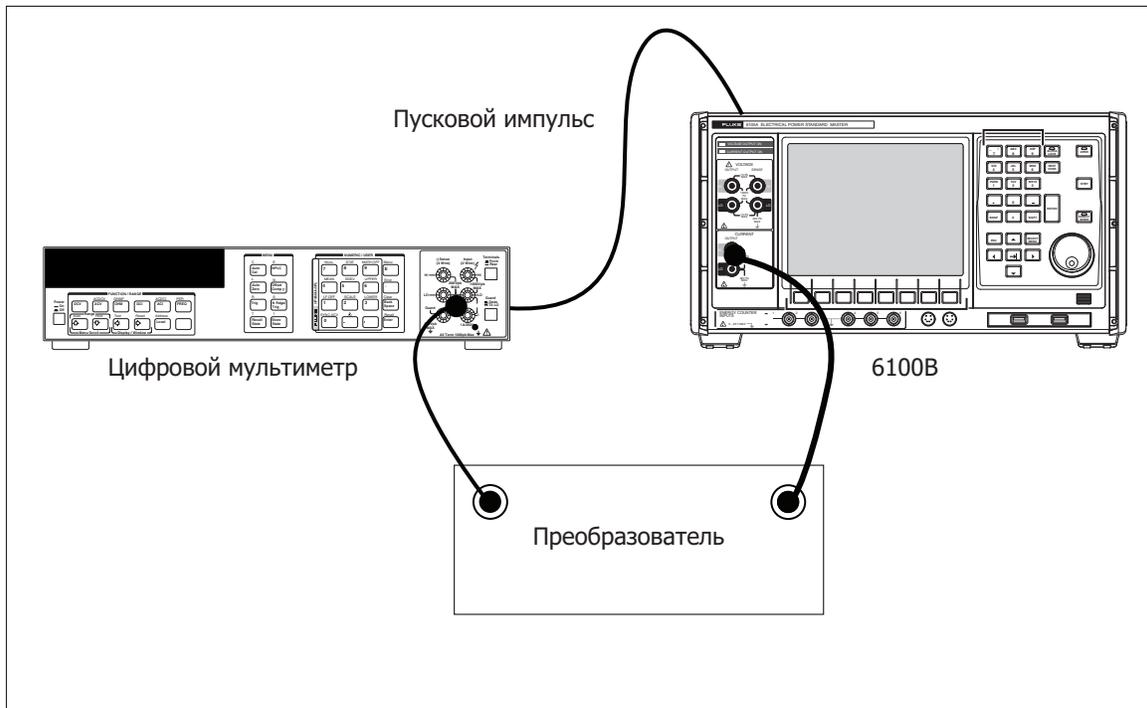


Рис. 7-3. Подключения для измерения фазы

gnd56.eps

На рис. 7-3 показано подключение прибора 6100B, цифрового мультиметра и преобразователя. Следует отметить, что делители напряжения и шунты используются для деления входного сигнала цифрового мультиметра для достижения оптимальных показателей. Для калибровки напряжения и тока используется один и тот же мультиметр.

Контрольный сигнал и опорный сигнал фазы подаются на заднюю панель прибора 6100B. На рис. 7-4 показано соотношение между этими сигналами и аналоговым выходом. Включение и выключение контрольного сигнала производится по командам GPIB. Импульсы контрольного сигнала после команды включения (ON) не появляются до момента пересечения нуля опорного сигнала фазы в сторону увеличения. В этом случае первый задний фронт является одновременным с передним фронтом опорного сигнала. Цифровой мультиметр выполняет дискретизацию аналогового сигнала на каждом заднем фронте "триггера", тем самым синхронизируя строб с аналоговым выходом.

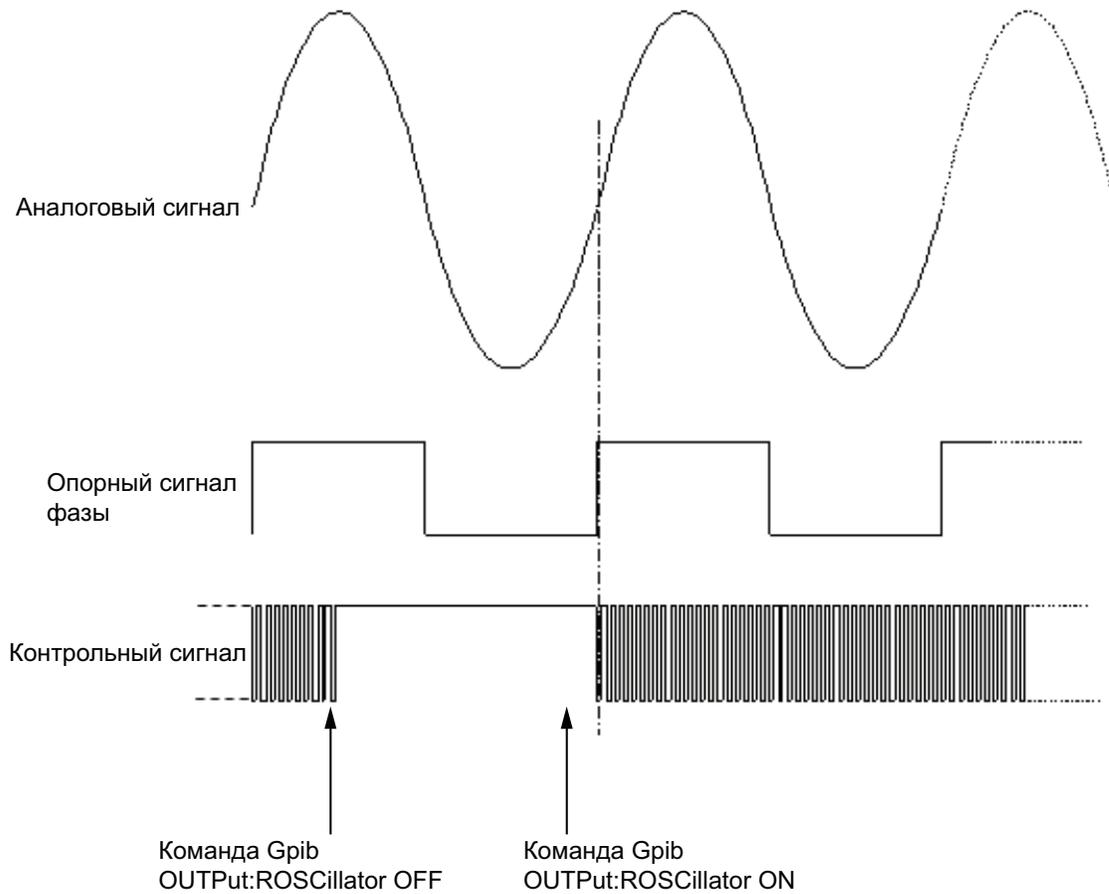


Рис. 7-4. Формы сигналов

gdw49.eps

Мультиметр запрограммирован с помощью системного программного обеспечения на регистрацию необходимого числа точек, поэтому, на протяжении минимально необходимого времени, синхронизация команды отключения контрольного сигнала не является критичной. Частота контрольного сигнала всегда является двоичным кратным основной аналоговой частоты, что упрощает задачу анализа данных дискретизации.

7-16. Характеристики системы калибровки

Преобразователи используются для преобразования различных выходных напряжений и токов прибора 6100B к номиналу 800 мВ. Цифровой мультиметр Fluke HP3458A/HFL с опцией расширения памяти используется на диапазоне 1,2 В постоянного тока для всех измерений, чтобы уменьшить вклад относительной ошибки фазы от мультиметра, так как ошибки мультиметра одинаковы для напряжения и тока. Для каждого измерения мультиметр запрограммирован на регистрацию 65536 отсчетов с интервалом 6 мкс и разрешением 18 бит. В следующей таблице 7–6 показаны отсчеты для периода основной частоты и минимальное число отсчетов для максимально допустимой частоты гармоники.

Таблица 7–6. Число отсчетов на период

Основная частота прибора 6100B (Гц)	Число импульсов контрольного сигнала на период основной частоты	Минимальное число отсчетов на период для максимально допустимой частоты гармоники.
16 - 32	2048	20
32 - 69	1024	10
69 - 128	512	5
128 - 256	256	5
256 - 512	128	5
512 - 850	64	5

7-17. Преобразователи

Все преобразователи дают максимальное выходное среднеквадратичное напряжение 800 мВ. Преобразователь с переключаемыми диапазонами напряжения встраивается в устройство управления переключением системы для обеспечения полной автоматизации. Имеется 6 диапазонов напряжения с параллельным емкостным делителем для компенсации паразитной емкости и входной емкости цифрового мультиметра. Погрешность фазы делителя напряжения обычно составляет 0,0002 ° при 60 Гц, 0,002 ° при 1500 Гц. Пять специальных коаксиальных шунтов используются для токов 0,5 А, 2 А, 10 А, 20 А и 80 А.

Шунты рассчитаны на коэффициент взаимной индукции $0,5 \text{ нГн} \pm 0,5 \text{ нГн}$. Обычно погрешность ошибки фазового сдвига шунтов составляет 0,0003 ° при 60 Гц и 0,013 ° при 1500 Гц. При нахождении системы калибровки в среде с контролируемой температурой вклад преобразователей в погрешность измерения составляет менее 1 ppm.

7-18. Вклад мультиметра в погрешность амплитуды

Усиление и полоса частот мультиметра и вносят вклад в ошибки амплитуды. Эти ошибки рассчитываются, и в сочетании с ошибками преобразователя служат для расчета поправок к амплитуде.

7-19. Вклад мультиметра в погрешность фазы

Различные вклады мультиметра в погрешность фазы значительно превышают вклад преобразователей. Некоторые из этих вкладов не проявляются при измерениях фазы между током и напряжением, однако это не относится к измерениям фазы между напряжениями в многофазной системе. Основными систематическими источниками вклада мультиметра в погрешности фазы является ширина полосы, неопределенность времени выборки и задержка триггера. В таблице 7–7 показаны погрешности фазового сдвига, полученные в системе Fluke после компенсации фазовых погрешностей мультиметра.

Таблица 7–7. Погрешность фазы цифрового мультиметра (в градусах)

Частота	Погрешность ширины полосы пропускания	Погрешность триггера	Погрешность дискретизации	Общая погрешность	Увеличенная погрешность (k = 2)
60 Гц	0,0004	0,0008	0,0000	0,0009	0,0018
6 кГц	0,0441	0,0786	0,0001	0,0901	0,1802

7-20. Погрешность фазы между напряжениями

В сервисном центре Fluke погрешности системы компенсируются путем применения поправок. К этим значениям следует добавить погрешность, возникшую из-за краткосрочной стабильности мультиметра и шума измерения, а также погрешность, возникшую в преобразователях напряжения и тока, однако при типичных значениях $0,00023^\circ$ они пренебрежимо малы. Поэтому погрешность калибровки фазы между напряжениями для устройств 6100В и 6101В, откалиброванных в различных сервисных центрах, будет находиться в пределах погрешностей, указанных в вышеприведенной таблице 7–7.

7-21. Погрешность фазы между током и напряжением

Фаза на токовом выходе устройства 6100В или 6101В указывается по отношению к каналу напряжения того же прибора. Использование одного и того же мультиметра для измерения напряжения и тока по отношению к общему контрольному сигналу означает, что все связанные с мультиметром погрешности, кроме краткосрочной стабильности и шума измерения, отсутствуют. Остающиеся вклады (типично $0,00023^\circ$) в сочетании с вкладом преобразователя дают полную увеличенную погрешность системы $0,0008^\circ$ для фазы между током и напряжением.

7-22. Обзор регулировок

Для калибровки в точке регулировки необходимо войти в режим калибровки, а затем для каждой точки калибровки:

- Выбрать требуемую конфигурацию прибора
- Путем измерения определить ошибку устройства 6100В
- Запустить регулировку

Амплитуды 95^{-ой} гармоники находятся за пределами обычного ряда гармоник, и могут быть заданы только в режиме калибровки. В завершение необходимо проверить, находятся ли остаточные ошибки в допустимых пределах, и внести полученное значение в сертификат калибровки.

7-23. Процесс калибровки

Прибор можно отрегулировать в программной конфигурации. Выберите клавишу Support Functions (Функции поддержки)/Adjust Instrument (Настроить прибор). См. рисунок 7-5.

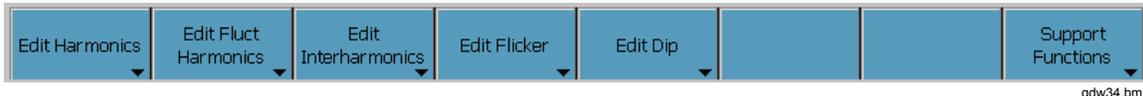


Рис. 7-5. Верхний уровень меню формы сигнала

7-24. Вход в режим калибровки

Для выполнения калибровки переключатель калибровки устройства 6100B (или 6101B) должен находиться в положении Enable (Включен). См. рис. 3-9 и таблицы 3-2. При выводе подсказки введите пароль (Password). См. рисунок 7-6.

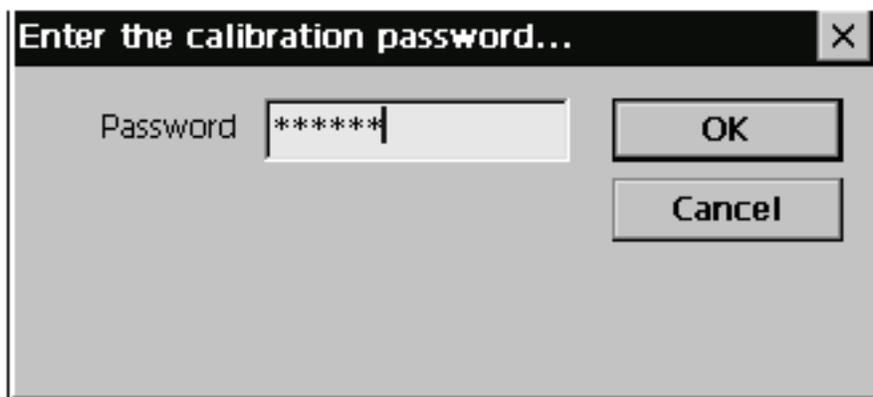


Рис. 7-6. Запрос пароля

Пароль по умолчанию "12321". Этот пароль можно изменить при помощи программной клавиши Change Password (Изменить пароль). См. Главу 6 В пароле можно использовать любые алфавитно-цифровые символы, доступные на передней панели устройства 6100B.

7-25. Выбор конфигурации прибора

Чтобы выбрать конфигурацию прибора, обратитесь к рис. 7-7 и выполните следующие действия:

1. Выберите прибор (L1, L2, и т.п.) и канал, который требуется отрегулировать с помощью меню выхода Output Menu
2. Выберите требуемый диапазон
3. Выберите требуемый целевой объект
4. Для калибровки напряжения убедитесь, что выбрана 4-проводная схема.

Примечание

При входе в режим калибровки фиксация линии отключается. При выходе из режима калибровки она возвращается в предыдущее состояние.

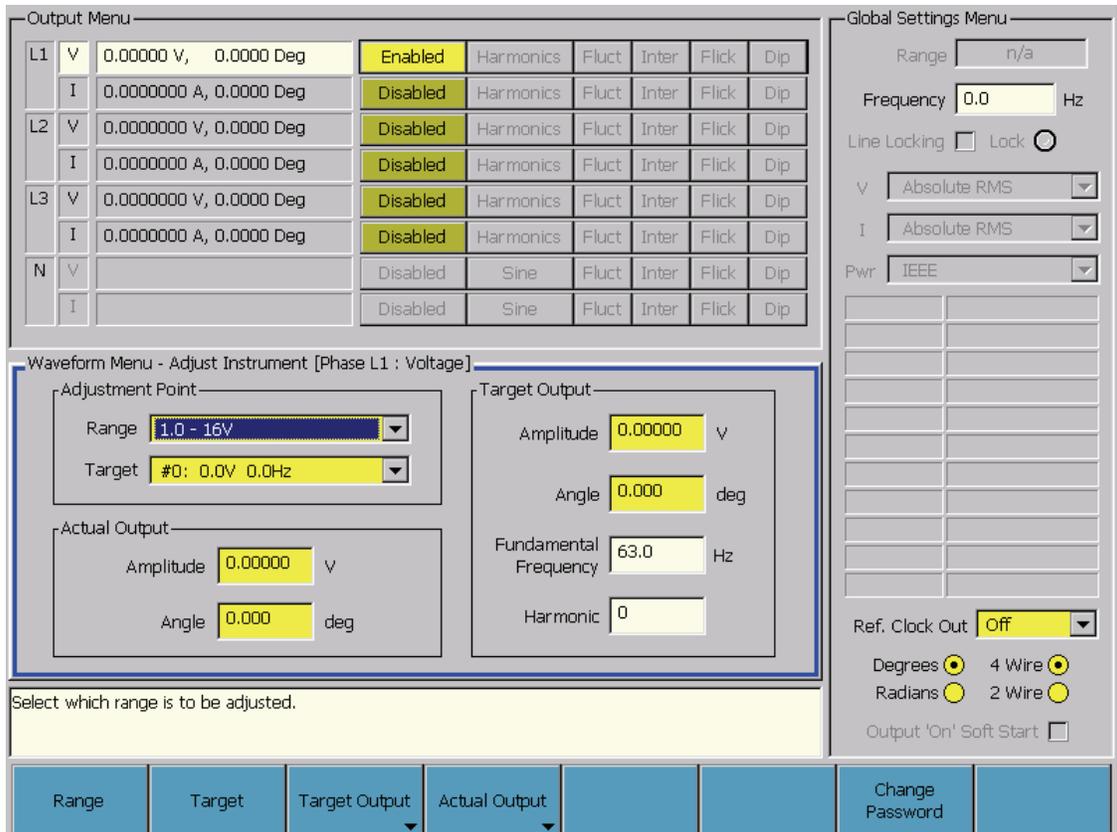


Рис. 7-7. Экран регулировки прибора

gdw51.bmp

7-26. Определение ошибки устройства 6100В

Убедитесь в правильности конфигурации измерительного оборудования и подключений, после чего включите прибор 6100В/6101В. Подождите завершения переходных процессов в приборе 6100В/6101В и измерительном оборудовании, после чего для каждого регулируемого компонента:

1. Отметьте разность (D) между целевым (T) и измеренным значением (M): $D=T-M$
2. Вычислите требуемое фактическое значение = $T+D$ (то же, что $2T-M$)
3. Введите фактическое значение в поле Actual field

7-27. Запуск регулировки

Нажмите Accept adjustment (Принять регулировку).

Устройство 6100В сохранит константы калибровки амплитуды и фазы.

Подождите завершения переходных процессов в приборе 6100В/6101В и измерительном оборудовании.

Если остаточные ошибки находятся в допустимых пределах, внесите значения амплитуды и фазы в сертификат калибровки.

В противном случае повторяйте процесс калибровки до тех пор, пока результаты проверки не окажутся в допустимых пределах.

7-28. Возврат переключателя калибровки в нормальное положение

По окончании калибровки верните переключатель включения калибровки в обычное положение (Normal).

7-29. Проверка

На том же оборудовании проверьте соответствие настроек техническим характеристикам устройства, указанным в Главе 1.

7-30. Точки калибровки

В следующей таблице приведены точки калибровки.

Таблица 7–8. Точки регулировки напряжения

Диапазон (Вольт)	Основная частота (Гц)	Номер гармоники	Частота (Гц)	Точка	Уставка выходного уровня (Вольт)	Уставка выходного фазового угла (Градусов)
23	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	16,000	0
		15	855	Усиление	16,000	0
	63	95	5985	Усиление	16,000	0
45	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	30,000	0
		15	855	Усиление	30,000	0
	63	95	5985	Усиление	30,000	0
90	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	60,000	0
		15	855	Усиление	60,000	0
	63	95	5985	Усиление	60,000	0
180	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	120,000	0
		15	855	Усиление	120,000	0
	63	95	5985	Усиление	120,000	0
360	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	240,000	0
		15	855	Усиление	240,000	0
	63	95	5985	Усиление	240,000	0
650 (только 6105A и 6106A)	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	460,000	0
		15	855	Усиление	460,000	0
	63	95	5985	Усиление	400,000	0
1008	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	800,000	0
		15	855	Усиление	800,000	0
	63	95	5985	Усиление	400,000	0

Таблица 7–9. Точки регулировки тока

Диапазон (Ампер)	Основная частота (Гц)	Номер гармоники	Частота (Гц)	Точка	Уставка выходного уровня (Ампер)	Уставка выходного фазового угла (Градусов)
0,25	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	0,225	0
		15	855	Усиление	0,225	0
	63	48	3024	Усиление	0,200	0
		95	5985	Усиление	0,125	0
0,5	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	0,450	0
		15	855	Усиление	0,450	0
	63	48	3024	Усиление	0,400	0
		95	5985	Усиление	0,250	0
1	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	0,900	0
		15	855	Усиление	0,900	0
	63	48	3024	Усиление	0,800	0
		95	5985	Усиление	0,500	0
2	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	1,800	0
		15	855	Усиление	1,800	0
	63	48	3024	Усиление	1,600	0
		95	5985	Усиление	1,000	0
5	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	4,500	0
		8	456	Усиление	4,500	0
	63	15	855	Усиление	4,500	0
		48	3024	Усиление	4,000	0
95	5985	Усиление	2,500	0		
10	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	9,000	0
		8	456	Усиление	9,000	0
		15	855	Усиление	9,000	0
		27	1539	Усиление	8,000	0
	63	48	3024	Усиление	8,000	0
		69	4347	Усиление	5,000	0
		80	5040	Усиление	5,000	0
		95	5985	Усиление	5,000	0

Диапазон (Ампер)	Основная частота (Гц)	Номер гармоники	Частота (Гц)	Точка	Уставка выходного уровня (Ампер)	Уставка выходного фазового угла (Градусов)
21	57	0	0	Смещение по пост. току	0,000	0
		1	57	Усиление	18,000	0
		8	456	Усиление	18,000	0
		15	855	Усиление	18,000	0
	63	27	1539	Усиление	16,000	0
		48	3024	Усиление	16,000	0
		69	4347	Усиление	10,000	0
		80	5040	Усиление	10,000	0
		95	5985	Усиление	10,000	0
50	57	1	57	Усиление	45,000	0
		6	342	Усиление	45,000	0
		15	855	Усиление	45,000	0
	63	48	3024	Усиление	20,000	0
		95	5985	Усиление	20,000	0
80	57	1	57	Усиление	64,000	0
		6	342	Усиление	64,000	0
		15	855	Усиление	64,000	0
		48	3024	Усиление	20,000	0
	63	95	5985	Усиление	20,000	0

Таблица 7–10. Точки регулировки тока для опции 80 А (если установлена)

Диапазон (Ампер)	Частота (Гц)	Номер гармоники	Настройка	Вклад 6100B	Стандартное отклонение	Общее допустимое отклонение при поверке (Высокое)	Общее допустимое отклонение при поверке (Низкое)	Результат
8 – 0,80	57	1	Амплитуда	64A	±8 мА			
			Фаза	0°	±0,0005°			
	2961	47	Амплитуда	64A	±11 мА			
			Фаза	0°	±0,002°			

Таблица 7–11. Напряжение на токовых клеммах в точках регулировки

Диапазон (Вольт)	Основная частота (Гц)	Номер гармоник и	Частота (Гц)	Точка	Уставка выходного уровня (Вольт)	Уставка выходного фазового угла (Градусов)
0,25	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	0,225	0
		15	855	Усиление	0,225	0
	63	48	3024	Усиление	0,200	0
		95	5985	Усиление	0,125	0
1,5	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	1,350	0
		15	855	Усиление	1,350	0
	63	48	3024	Усиление	1,200	0
		95	5985	Усиление	0,750	0
10	57	0	0	Смещение по пост.току	0,000	0
		1	57	Усиление	8,000	0
		15	855	Усиление	8,000	0
	63	48	3024	Усиление	7,100	0
		95	5985	Усиление	4,500	0

7-31. Калибровка опции измерения энергии

Опция измерения энергии не подлежит регулировке. Показатели опции зависят от точности встроенного кварцевого генератора. Ее измерение и проверка могут выполняться двумя способами:

7-32. Прямое измерение с помощью частотомера

Необходимое оборудование: частотомер с точностью 2,5 ppm или выше на измеряемой частоте.

1. Подключите частотомер к разъему Energy Pulse Out (Выход импульсов энергии).
2. При помощи опции Конфигурация каналов (см. раздел "Подготовка к использованию опции измерения энергии") установите постоянную счетчика для импульсного выхода, что приведет к известной выходной частоте для полной мощности системы. Для большинства частотомеров необходимо установить флажок Use Internal Pull-up (Использовать внутреннее нагрузочное сопротивление). Например, включить устройство 6100В и установить на нем синусоидальное напряжение и ток со среднеквадратичными значениями 10 В и 1 А и нулевой фазовый угол, что дает активную среднеквадратичную мощность 10 Вт. Установите выходную постоянную счетчика на 360000 имп/вт-ч для получения выходной частоты 1 кГц.
3. Закоротите выходные клеммы тока и убедитесь, что ничего не подключено к выходным клеммам напряжения. Выберите режим измерения Free Run (Свободный) и нажмите OPER.

4. Убедитесь, что частотомер показывает ожидаемую частоту $\pm(10 \text{ ppm}$ - точность частотомера в ppm).
5. Завершите измерение нажатием кнопки .

7-33. Использование внешней опорной частоты

Необходимое оборудование: источник импульсов с точностью частоты 2,5 ppm или выше.

1. Подключите любой канал импульсного входа к высокоточному эталонному генератору на частоте между 10 Гц и 5 МГц. Источник должен быть пригодным для подачи сигнала на импульсный вход. См. характеристики импульсного входа в Главе 1.
2. Активируйте канал напряжения. Для безопасности убедитесь, что ничего не подключено к клеммам напряжения.
3. При помощи опции Конфигурация каналов (см. раздел "Подготовка к использованию опции измерения энергии") выберите проверяемый источник в качестве независимого канала "Channel 1 to 6 independent".
4. Нажмите Enter, чтобы принять конфигурацию каналов и выбрать Display Units (Отображаемые единицы) для подсчета.
5. Запустите измерение Free Run (Свободный режим) нажатием клавиши OPER.
6. Убедитесь, что частота, отображаемая для выбранного канала импульсного входа, находится в пределах $\pm(10 \text{ ppm}$ - точность частоты источника импульсов в ppm) от подаваемой частоты.
7. Завершите измерение нажатием кнопки .

Приложение А

Глоссарий

А-1. Введение

Глоссарий терминов и сокращений, используемых в данном руководстве и в упоминаемых в нем документах.

Регулировка	Операция, при которой устанавливаются или изменяются выходные параметры калибратора (или показания проверяемого прибора) для достижения минимальной ошибки по отношению к опубликованным характеристикам.
Калибровка	Измерения, проводимые над калибратором (или проверяемым прибором) в сравнении с заданным и контролируемым эталоном при помощи установленного, задокументированного и контролируемого процесса с целью определения ошибки калибратора (или проверяемого прибора). При этом неявно подразумевается возможность определить погрешность процесса измерения согласно руководству ИСО по определению погрешностей измерений
Канал	Каждый выход (по напряжению или току) является каналом. Канал тока и канал напряжения вместе образуют фазу.
Провал	См. Провал напряжения
Искажения	Любое устойчивое отклонение формы сигнала от заданной.
EUT	Проверяемое оборудование
Первая гармоника	Первая гармоника формы сигнала соответствует его основной частоте. В модели 6100В 1-я гармоника формы сигнала может иметь нулевую амплитуду.
Фликер	Повторяющееся изменение уровня сигнала (напряжения) в диапазоне, где оно физиологически воспринимается как мерцание (фликер).

Флуктуация	Изменение амплитуды формы сигнала, которое не влияет на содержание гармоник или соотношение фаз в форме сигнала.
Гармоники	Колебания с частотами, являющимися целым кратным основной частоты
IEC 61868	Оценка интенсивности фликера
IEC 61000-3-2	Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе)
IEC 61000-3-3	Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения (с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе)
IEC 61000-4-7	Общее руководство по измерениям гармоник и интергармоник
IEC 61000-4-11	Провалы напряжения, кратковременные прерывания и изменения напряжения
IEC 61000-4-14	Устойчивость к колебаниям напряжения электропитания
IEC 61000-4-15	Фликерметр. Технические условия на функциональные характеристики и конструкцию
IEC 61000-4-30 (черновик)	
Интергармоника	Частотная компонента периодической функции (форма сигнала переменного тока), частота которой не является целым кратным частоты, на которой работает системы.
Обрыв	Обрыв для однофазного напряжения - если среднеквадратичное значение ($1/2$) ниже, чем 10% от указанного. Обрыв для трехфазной системы - если значения для всех трех фаз одновременно ниже, чем 10% от указанного.
Погрешность измерения	В настоящем документе погрешность измерения представляет собой вклад в погрешность вследствие разрешающей способности прибора и случайного характера показаний, вызванных "шумом".
MUT	Проверяемый прибор (в главе "Опция измерения энергии").
Номинальное напряжение	Номинальное напряжение представляет собой опорное напряжение.
Фаза	Фаза представляет собой сочетание канала напряжения и канала тока. Фазы обозначаются L1, L2 и L3. L1 является основной фазой в многофазной системе. Нейтральная фаза обозначается N.
Фазовый угол	Фазовый угол представляет собой разностный угол между двумя соответствующими точками двух форм сигналов, если их частоты равны или кратны.

Pst	Кратковременный индикатор фликера, Pst = 1 принимается за условный порог чувствительности.
Основной канал	Основной является канал напряжения фазы L1
Опорное напряжение	Опорное напряжение представляет собой напряжение, используемое в расчетах глубины провалов и высоты выбросов.
Форма среднеквадратичного (эффективного) напряжения	Временная зависимость изменения среднеквадратичного напряжения, оцениваемого для каждого последующего полупериода между точками перехода напряжения источника через ноль.
RMS(1/2)	Текущее мгновенное среднеквадратичное напряжение: изменяющееся значение среднеквадратичного напряжения, измеряемое точно по периоду и обновляемое после каждого полупериода.
Провал	См. Провал напряжения
Кратковременный обрыв	Пропадание напряжения питания на время, обычно не превышающее 1 минуты.
Выброс	См. Выброс напряжения
Суммарный коэффициент гармоник	Суммарный коэффициент гармоник
Суммарный ток гармоник	Суммарное среднеквадратичное значение компонентов гармоник тока.
Провал напряжения	Внезапное уменьшение напряжения в какой-либо точке электрической системы, за которым следует восстановление напряжения через небольшое время, от полупериода до нескольких секунд.
Флуктуация напряжения	Последовательность изменений среднеквадратичного напряжения, оцениваемого для каждого последующего полупериода между точками перехода напряжения источника через ноль.
Выброс напряжения	Внезапное увеличение напряжения в какой-либо точке электрической системы, за которым следует восстановление напряжения через небольшое время, от полупериода до нескольких секунд.

