

ЭЛЕКТРОННЫЕ НАГРУЗКИ АКТАКОМ – СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПЫТАНИЙ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

AKTAKOM ELECTRONIC LOADS HELP TO INCREASE EFFICIENCY OF POWER SUPPLIES TESTS

Афонский А.А. (A. Afonskiy), ЗАО «НПП ЭЛИКС»

Электронная нагрузка — это электронный прибор, предназначенный для имитации различных режимов работы нагрузки при исследовании источников питания.

В составе электронной нагрузки присутствуют стабилизатор, измеритель параметров протекающего тока и напряжения и ряд других вспомогательных узлов. Стабилизатор обеспечивает различные режимы работы нагрузки (стабилизация тока, напряжения, мощности или сопротивления). Измеритель тока и напряжения предназначен для определения текущих значений тока и напряжения и, соответственно, мощности и сопротивления. Полученные значения могут быть выведены на индикатор или переданы в управляющее устройство.



Рис. 1. Электронная нагрузка АКТАКОМ ATH-8245 (мощность до 2400 Вт)

Основной областью применения электронных нагрузок является тестирование источников вторичного и, частично, первичных источников электропитания.

Использование обычного реостата в качестве нагрузки, возможно, но очень ограничено. Маломощный реостат имеет очень ограниченную мощность рас-

Источники первичного электропитания — это устройства, которые преобразуют различные виды энергии (тепловую, механическую, химическую) в электрическую энергию. К этим видам устройств относятся генераторы, аккумуляторы, батареи, солнечные элементы и т.п.



Источники вторичного электропитания — это устройства, которые преобразовывают электроэнергию от первичных источников питания в электрическую энергию, которая и предназначена для питания разного рода электрических и радиоэлектронных устройств.



АКТАКОМ

сеивания, при этом сопротивление, очевидно, сильно зависит от температуры, что не позволяет выполнять точные измерения. Мощный реостат, выполненный, как правило, из многих витков проволоки высокого сопротивления, имеет ненормированную индуктивность, что также ограничивает возможность тестирования. Кроме того, невозможно тестирование источников питания в режимах ограничения тока, напряжения и т.д. А также невозможны различные динамические режимы испытаний.

Именно для полноценных испытаний источников питания наиболее подходят электронные нагрузки. Электронные нагрузки АКТАКОМ могут эмули-

представлено две серии электронных нагрузок постоянного тока: бюджетная и профессиональная.

Бюджетная серия электронных нагрузок АКТАКОМ представлена шестью моделями: ATH-8150, ATH-8300, ATH-8151, ATH-8301, ATH-8310 и ATH-8311. Естественно, исходя из названия данной серии понятно, что основным преимуществом этих приборов является цена. Но небольшая цена, соответственно, подразумевает и ограничение в возможностях. Хотя, трудно найти на российском рынке измерительной техники, электронные нагрузки других производителей, с мощностью потребления до 300 Вт, входным напряжением до 360 В и током до 30 А по цене от 14 до 25 тысяч рублей. Данная серия представляет разумный компромисс между ценой и возможностями

Таблица 1

СВОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОННЫХ НАГРУЗОК АКТАКОМ

Модель	ATH-8030	ATH-8036	ATH-8060	ATH-8065	ATH-8120	ATH-8125	ATH-8180	ATH-8185
Мощность	300 Вт	300 Вт	600 Вт	600 Вт	1200 Вт	1200 Вт	1800 Вт	1800 Вт
Вх. ток	0-30 А	0-15 А	0-120 А	0-30 А	0-240 А	0-60 А	0-240 А	0-120 А
Вх. напряжение	0-150 В	0-500 В	0-150 В	0-500 В	0-150 В	0-500 В	0-150 В	0-500 В
Модель	ATH-8240	ATH-8245	ATH-8360	ATH-8365	ATH-8366	ATH-8600	ATH-8605	ATH-8645
Мощность	2400 Вт	2400 Вт	3600 Вт	3600 Вт	3600 Вт	6000 Вт	6000 Вт	6000 Вт
Вх. ток	0-240 А	0-120 А	0-240 А	0-120 А	0-480 А	0-240 А	0-120 А	0-240 А
Вх. напряжение	0-150 В	0-500 В	0-150 В	0-500 В	0-150 В	0-150 В	0-500 В	0-500 В
Модель	ATH-8806	ATH-8816	ATH-8808	ATH-8818	ATH-8809	ATH-8819	ATH-8824	ATH-8834
Мощность	20 кВт	20 кВт	50 кВт	50 кВт	100 кВт	100 кВт	200 кВт	200 кВт
Вх. ток	0-500 А	0-240 А	0-500 А	0-240 А	0-500 А	0-240 А	0-1500 А	0-500 А
Вх. напряжение	0-150 В	0-500 В	0-150 В	0-500 В	0-150 В	0-500 В	0-150 В	0-500 В

рывать работу в различных режимах, позволяют проводить необходимые измерения параметров. Благодаря возможности программирования, они могут работать по заданному закону, переходить из одного режима работы в другой, могут управляться и программироваться от персонального компьютера, а также выполнять множество других функций, о которых подробно изложено в данной статье.

В 2010 году в модельном ряду электронных нагрузок АКТАКОМ появилась новая серия программируемых электронных нагрузок постоянного тока с максимальной мощностью поглощения до 200 кВт. Таким образом, сегодня в модельном ряду АКТАКОМ

Профессиональная серия программируемых нагрузок АКТАКОМ обладает значительно большими возможностями, чем бюджетная. В модельном ряду присутствуют нагрузки с мощностью от 300 Вт (ATH-8030) до 200 кВт, с максимальным током на входе до 500 А и напряжением до 500 В. Краткие характеристики моделей приведены в таблице 1.

Профессиональные программируемые электронные нагрузки АКТАКОМ обеспечивают не только высокую точность установки параметров, но и высокую точность их измерения. Важно отметить, что базовая точность установки в режиме постоянного напряжения составляет до 0,03%, а измерения до 0,015%!

Разные максимальные входные параметры нагрузок предполагают и различное конструктивное исполнение. Очевидно, чем больше мощность электронной нагрузки, тем больше и массогабаритные параметры прибора.

Так, например, нагрузка мощностью 300 Вт АТН-8030 имеет конструктивное исполнение, представленное на рис. 2.



Рис. 2. Электронная нагрузка АКТАКОМ АТН-8030



Рис. 3. Настольные электронные нагрузки АКТАКОМ

А нагрузки свыше 6 кВт поставляются в стойке (рис 4).

Рассмотрим подробнее о режимы работы электронных нагрузок АКТАКОМ профессиональной серии. Приборы этой серии электронных нагрузок позволяют установить четыре основных



Рис. 4. Электронные нагрузки АКТАКОМ мощностью более 6 кВт

и два комбинированных режима (переход из одного основного режима в другой) работы. К основным режимам можно отнести: режим удержания постоянного тока (CC), режим удержания постоянного напряжения (CV), режим удержания постоянного сопротивления (CR) и режим удержания постоянной мощности (CW).

Комбинированными режимами работы являются: режим постоянного тока, переходящий в режим постоянного напряжения (CC+CV) и режим постоянного сопротивления, переходящий в режим постоянного напряжения (CR+CV).

Режим постоянного тока. В режиме постоянного тока через электронную нагрузку будет протекать ток в соответствии с заданным значением, вне зависимости от входного напряжения (см.

рис. 5). Если в определённый момент максимальная величина тока тестируемого источника питания превысит заданную величину тока, то напряжение тестируемого источника понизится.

Установка параметров во всех режимах может производиться, как с цифровой клавиатуры, так и при помощи регулятора, расположенного на передней панели прибора. Если какой-либо из режимов установлен неправильно, то прибор информирует пользователя об этом.

В режиме постоянного тока, как, впрочем, и в других основных режимах в имеется возможность автоматического включения и отключения нагрузки. Такая возможность призвана предотвратить возможное повреждение тестируемого источника питания. Когда напряжение тестируемого источника питания начинает увеличиваться, нагрузка автоматически перейдёт в состояние разомкнутой цепи. Нагрузка будет подстраиваться под заданное значение тока только в том случае, если напряжение тестируемого источника питания

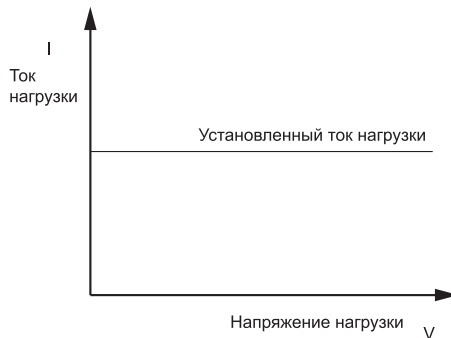


Рис. 5. Режим стабилизации тока

возросло до величины ONSET. Нагрузка автоматически разомкнет цепь, если напряжение тестируемого источника питания уменьшится до значения OFFSET. Если величина ONSET превышает величину OFFSET, нагрузка не будет включаться и отключаться слишком часто, поэтому тестируемый источник будет надёжно защищён.

Кроме того, пользователь может задать плавный запуск режима постоянного тока, который имитирует индуктивную нагрузку с величиной индуктивности, находящейся в прямой зависимости от времени нарастания. Это позволяет защитить тестируемый источник питания от выбросов в переходных процессах.

Режим постоянного тока используется в основном для тестирования ис-

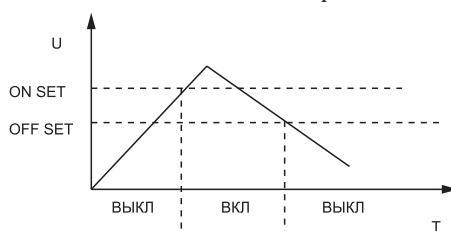


Рис. 6. Автоматическое подключение/отключение нагрузки

точников напряжения и измерения их основных параметров.

Режим постоянного напряжения. В этом режиме через электронную нагрузку будет протекать ток в соответствии с установленным значением тока на источнике питания, работающим в режиме стабилизации тока, а значение напряжения будет постоянным при изменении значения входного тока источника питания (см. рис. 8).

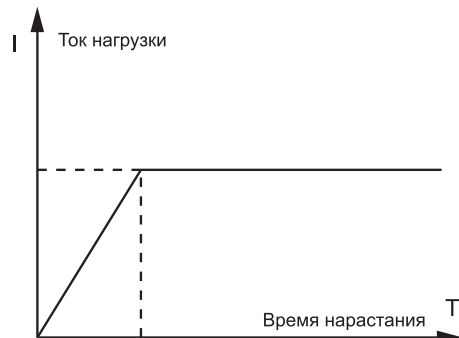


Рис. 7. Режим плавного включения тока

В режиме постоянного напряжения можно также установить функцию автоматического включения и отключения нагрузки, а кроме того установить возможность плавного нарастания напряжения. В этом режиме прибор работает как ёмкостная нагрузка, имитируя электрическую ёмкость, пропорциональную времени нарастания. В таком режиме тестируемый источник питания дополнительно защищён от выбросов тока.

Также, для дополнительной защиты тестируемого источника питания от выбросов тока в переходных процессах можно использовать комбинированный режим постоянного тока, переходящий в режим постоянного напряжения (CC+CV), который наглядно проиллюстрирован на рисунке 10.

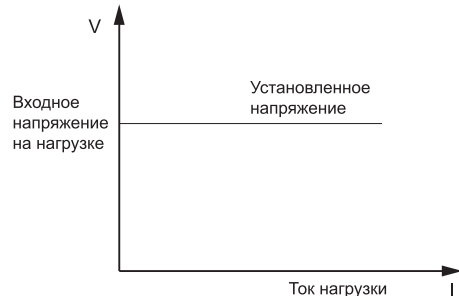


Рис. 8. Режим постоянного напряжения

Режим постоянного напряжения (CV) можно использовать для тестирования источников тока, для измерения характеристик ограничения по току источников питания и зарядных устройств.

Режим постоянного сопротивления. В этом режиме через нагрузку будет протекать ток линейно-пропорциональный входному напряжению, в соответствии с заданным сопротивлением (см. рис. 11).

А использование комбинированного режима, режим постоянного сопротивления, переходящий в режим постоянного напряжения, дополнительно по-

зволит защитить тестируемый источник питания от выбросов тока в переходных процессах (рис. 12).

Данный режим рекомендуется применять для тестирования источников питания (напряжения и тока) для измерения максимального и минимального значения выходного тока.

Режим постоянной мощности. В этом режиме электронная нагрузка потребляет постоянную мощность, см. рис. 13. При увеличении напряжения на входе нагрузка уменьшит входной ток, поэтому мощность нагрузки ($=V \cdot I$) удерживается на заданном уровне.

Естественно, как в режиме постоянного сопротивления, так и в режиме постоянной мощности имеется возможность автоматического подключения и отключения нагрузки для предотвращения возможного повреждения проверяемого источника питания.

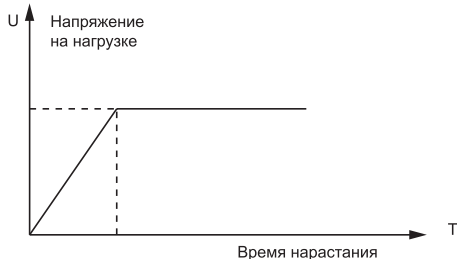


Рис. 9. Режим плавного нарастания напряжения в нагрузке

Обычно для тестирования источников питания применяется статический или динамический режим работы электронной нагрузки. В статическом режиме включение/выключение нагрузочного элемента происходит только изредка или изменение нагрузки происходит плавно. Соответственно, схема стабилизации выходного напряжения тестируемого источника питания обрабатывает это изменение и поддерживает заданное значение выходного напряжения на выходе источника питания.

В динамическом режиме работы, источник питания должен обеспечивать работу прибора в импульсном режиме между двумя нагрузочными состояниями, например, режим холостого хода — максимальный (рабочий) — холостой ход и т.д. В этом случае, в источнике пи-

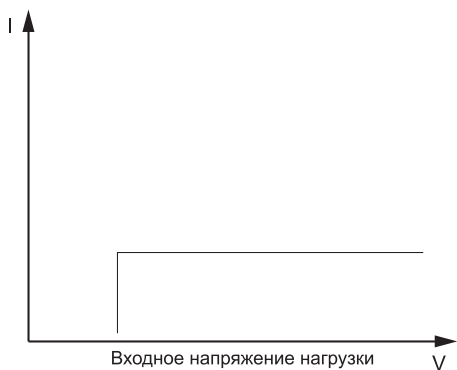


Рис. 10. Комбинированный режим постоянного тока, переходящий в режим постоянного напряжения



Рис. 11. Режим постоянного сопротивления

тания возникают переходные процессы и, именно, для тестирования таких процессов, в основном, и предназначен динамический режим работы электронных нагрузок.

В профессиональной серии электронных нагрузок АКТАКОМ существуют 3 базовых динамических режима работы: непрерывный, импульсный или переключающийся.

В непрерывном режиме нагрузка с заданным интервалом времени непрерывно переключается между двумя состояниями. На рисунке 14 наглядно показано описание данного типа работы на примере переключения между двумя уровнями тока: низким (5 А) и высоким (10 А) с интервалом работы на максимальном уровне 2 мс и минимальном — 3 мс.

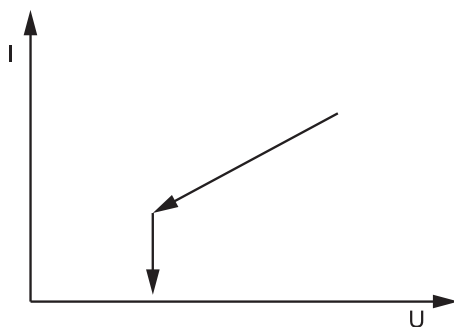


Рис. 12. Режим постоянного сопротивления, переходящий в режим постоянного напряжения

Второй динамический режим работы — импульсный. Как только нагрузка получает сигнал на срабатывание, она переключает низкий уровень на высокий и поддерживает его в течение заданного интервала времени (TWD). Далее уровень опять становится низким. Причем, следует отметить, что запускающий сигнал может быть задан как с передней панели электронной нагрузки, так и с персонального компьютера, а также срабатывание может происходить от внешнего синхросигнала TTL уровня (рис. 15).

И наконец, третий динамический режим работы — это режим срабатывания по приходившему импульсу. При приходе импульса уровень меняется с низкого на высокий, а при приходе следующего импульса переключается с высокого на низкий (рис. 16). Данный приходивший импульс может быть сформирован теми же способами, как и в случае импульсного динамического режима работы.

Для сложного динамического тестирования источников питания в профессиональных программируемых электронных нагрузках АКТАКОМ имеется возможность работы по заданному списку. Работа по списку позволяет создать сложные последовательности входных сигналов с быстрой и точной установкой времени, которые могут быть синхронизированы с внутренним или внешним сигналом. Работа по списку может быть изменена редактированием значений каждого шага и времени. Параметры работы по списку включают в себя: название группы файлов

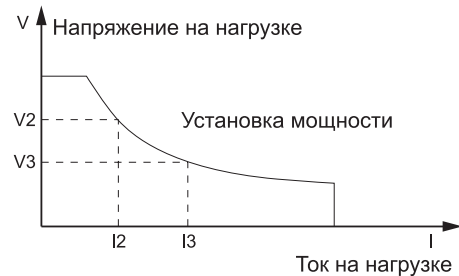


Рис. 13. Режим постоянной мощности

(до 8 групп), установку шага (максимальное число шагов 200 шагов на каждую группу), времени шага (если минимальное время кратно 0,02 мс, то диапазон 0,02 мс~1310,7 мс; если минимальное время — 2 мс, то диапазон 2 мс~131070 мс) и установку значения одного шага. Причем, по окончании тестирования пользователь может задать один из трех вариантов продолжения тестирования: повторное тестирование, остановка на последнем уровне или выключение нагрузки (рис. 17).

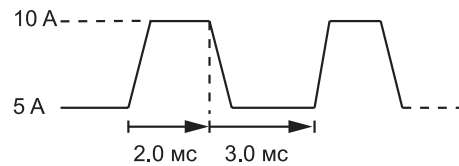


Рис. 14. Динамический режим испытаний с двумя состояниями

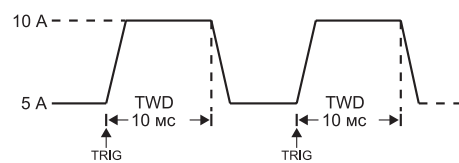


Рис. 15. Импульсный режим динамических испытаний

Кроме работы по списку в профессиональных электронных нагрузках АКТАКОМ имеется и еще один интересный режим. Это режим автоматического тестирования. При включенном автоматическом тестировании, каждый шаг может быть запрограммирован как один из 6-ти рабочих режимов: выключение нагрузки, режим постоянного тока, режим постоянного напряжения, режим постоянного сопротивления, режим постоянной мощности, режим короткого замыкания. Фактически режим автоматического тестирования позволяет тестировать различные параметры

источников питания при различных нагрузках. При этом, возможно задать 8 групп данных с 50 шагами для каждой группы. Описание автоматического тестирования для каждого из шести рабочих режимов приведено в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что программируемые электронные нагрузки АКТАКОМ могут работать и в режиме имитации короткого замыкания. Вообще, источники питания имеют очень маленькое внутреннее сопротивление и когда достигает предел по выходному току, то должны срабатывать схемы защиты.



Рис. 16. Динамический режим по синхримипульсу

Соответственно, при этом значение тока будет отображаться на индикаторе электронной нагрузки. Работа режима короткого замыкания не влияет на рабочие настройки значения тока. Когда режим короткого замыкания выключен, нагрузка возвращается в обычный режим работы.

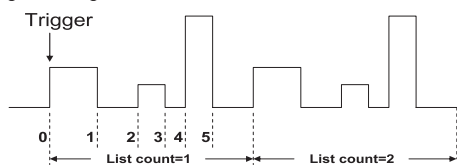


Рис. 17. Пример динамического теста

Как уже представлено ранее, электронные нагрузки АКТАКОМ могут применяться и для тестирования первичных источников питания. К таковым относятся, в том числе, аккумуляторы и батареи. Электронная нагрузка использует режим постоянного тока (CC) во время проверки производительности этих элементов питания. Когда на элементе питания будет предельно низкое напряжение, система автоматически остановит тестирование. Во время теста можно видеть напряжение элемента питания, разрядный ток, мощ-

ность и параметры элемента питания (рис. 18).

В режимах постоянного напряжения, сопротивления и мощности, при потреблении нагрузкой высокого тока, на источнике питания будет происходить падение напряжения в соединительном проводе между измеряемым источником питания и клеммами нагрузки. Чтобы обеспечить точность измерений, на задней панели электронной нагрузки установлены разъемы для дистанционного подключения внешнего вольтметра, с помощью которого можно измерять напряжение непосредственно на выходных клеммах тестируемого источника питания.

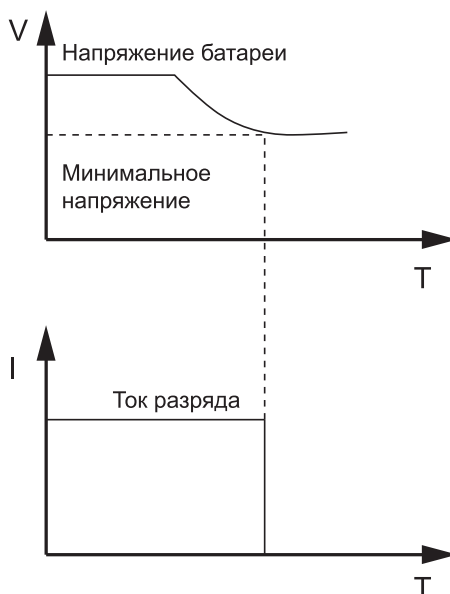


Рис. 18. Тест первичного (химического) источника питания

Электронные нагрузки АКТАКОМ имеют расширенную систему защиты от различного рода перегрузок. При достижении входным параметром максимального значения выставленного пользователем раздается звуковой сигнал и на дисплее появится соответствующее сообщение о перегрузке. Пользователь может установить защиту от перегрузки по напряжению, по току, по



Рис. 19. Рабочая панель управления электронной нагрузкой на ПК

мощности. Кроме того, профессиональные электронные нагрузки АКТАКОМ имеют встроенную защиту от неправильного подключения входных контактов (переполюсовки) и защиту от перегрева (80 °С).

Профессиональные электронные нагрузки АКТАКОМ имеют интерфейс RS-232 и снабжены адаптером RS-232-USB, что позволяет подключать их к персональному компьютеру. Пользователь может управлять и задавать режимы работы электронной нагрузки дистанционно через программное обеспечение входящее в комплект поставки (рис. 19).

Кроме управления электронной нагрузкой через стандартное программное обеспечение пользователь может включить ее в свой измерительный комплекс и полнофункционально управлять ею через определенный набор команд с использованием специализированного протокола.

Кратко подводя итоги, можно сказать, что профессиональные программируемые электронные нагрузки АКТАКОМ сочетают прецизионную точность установки параметров и их измерения с высокой функциональностью и возможностью дистанционного управления, что обеспечивает высокую эффективность испытаний источников электропитания.

В настоящее время завершаются испытания электронных нагрузок АКТАКОМ с целью утверждения типа и включения в Государственный реестр средств измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афонский А.А., Дьяконов В.П. Измерительные приборы и массовые электронные измерения. Под ред. проф. В.П. Дьяконова. М.: СОЛОН-Пресс. 2007.
2. Сайт www.aktakom.ru.
3. Афонский А.А., Суханов Е.В. «Удаленное управление приборами USB-лаборатории АКТАКОМ». Журнал контрольно-измерительные приборы и системы, 2006 г., № 5, стр. 31-32.

AKTAKOM programmable electronic loads combine precision parameters setup and measurement with high functionality and remote control possibility that provides high efficiency of power supplies tests.

РЕЖИМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СЕРИИ ЭЛЕКТРОННЫХ НАГРУЗОК АКТАКОМ

Таблица 2

Рабочий режим	Сообщение на дисплее	Пояснение
Выключения нагрузки	LOAD OFF MODE	Сравнение напряжений, когда нагрузка выключена
Режим постоянного тока	CC MODE	Выбор одного из 4-х типов: сравнение токов, сравнение напряжений, сравнение мощностей и сравнение сопротивлений
Режим постоянного напряжения	CV MODE	Выбор одного из 4-х типов: сравнение токов, сравнение напряжений, сравнение мощностей и сравнение сопротивлений
Режим постоянной мощности	CP MODE	Выбор одного из 4-х типов: сравнение токов, сравнение напряжений, сравнение мощностей и сравнение сопротивлений
Режим постоянного сопротивления	CR MODE	Выбор одного из 4-х типов: сравнение токов, сравнение напряжений, сравнение мощностей и сравнение сопротивлений
Режим короткого замыкания	SHORT MODE	Сравнение токов в режиме КЗ