

Электронные нагрузки KUNKIN Серия KL5100



Инструкция по эксплуатации

Содержание

1 Обзор устройства	4
1.1 Передняя панель.....	4
1.2. Задняя панель	7
2. Введение в функции	8
3. Работа с устройством.....	13
3.1. Основные режимы работы	13
3.1.1 Режим постоянного тока (CC).....	13
3.1.2. Режим постоянного сопротивления (CR)	14
3.1.3. Режим постоянного напряжения (CV).....	14
3.1.4. Режим постоянной мощности (CP).....	14
3.2. Динамическое тестирование	15
3.3. Проверка аккумулятора.....	15
3.4. Автоматическое тестирование (AUTO LIST)	16
3.5. Тестирование по списку (AUTO LIST).....	16
3.5.1. Настройка тестирования по списку	16
3.5.2. Этапы тестирования по списку	16
3.6. Проверка защиты от короткого замыкания (OCP TEST)	17
3.7. Проверка внутреннего сопротивления (INTERNAL RESIST).....	17
3.8. Сохранение и просмотр данных.....	18
3.9. Управление входными данными.....	18
3.9.1 Срабатывание при коротком замыкании (SHORT).....	18
3.9.2. Переключатель нагрузки.....	18
3.9.3 Рабочий диапазон электронной нагрузки	18
3.10 Защита устройства	18
3.10.1 Защита от перенапряжения (OVP).....	18
3.10.2 Защита от перегрузки по току (OCP).....	19
3.10.3 Защита от перегрузки по мощности (OPP).....	19
3.10.4 Обратная полярность	19
3.10.5 Защита от перегрева (OTP).....	19
3.11 Функция удаленного тестирования.....	19
3.12 Пороговое напряжение нагрузки	20
3.13 Другие системные настройки	21

3.13.1	Функция памяти состояния нагрузки	21
3.13.2	Функция звука кнопок	21
3.13.3	Блокировка клавиатуры	21
3.13.4	Восстановление заводских настроек	21
4.	Обмен данными.....	21
4.1	Функции связи и описание интерфейса.....	21
4.2	Настройка параметров связи	21
4.3	Протокол	22
4.4	Формат команд	26

1 Обзор устройства

1.1 Передняя панель



Общие функциональные клавиши		Быстрые функциональные клавиши (сперва нажмите клавишу Shift, далее остальные кнопки)	
ON	Клавиша включения ВКЛ/ВЫКЛ	Shift + 1	Вкл/выкл проверки на короткое замыкание (нажмите кнопку 1, чтобы включить/отключить подсветку)
CC	Переход в режим постоянного тока (CC) и настройка параметров тока	Shift + 2	Вкл/выкл проверки внутреннего сопротивления (нажмите кнопку 2, чтобы включить/отключить подсветку)
CV	Переход в режим постоянного напряжения (CV) и настройка параметров напряжения	Shift + 3	Вкл/выкл проверки батареи (нажмите кнопку 3, чтобы включить/отключить подсветку)
CW	Переход в режим постоянной мощности (CW) и настройка параметров мощности	Shift + 4	Вкл/выкл проверки защиты от сверхтоков (нажмите кнопку 4, чтобы включить/отключить подсветку)
CR	Переход в режим постоянного сопротивления (CR) и настройка параметров сопротивления	Shift + 5	Вкл/выкл динамического теста (нажмите кнопку 5, чтобы включить/отключить подсветку)

Shift	Кнопка Shift	Shift + 6	Вкл/выкл проверки по списку (нажмите кнопку 6, чтобы включить/отключить подсветку)
Menu	Переход в меню настройки	Shift + 7	Вкл/выкл сравнительного теста (нажмите кнопку 7, чтобы включить/отключить подсветку)
■	Десятичный разделитель	Shift + 8	Переход к настройке параметров
← →	Переключение между параметрами влево-право	Shift + 9	Сохранение настройки параметров
↑ ↓	Увеличение или уменьшение выбранного значения или переключение между параметрами вверх и вниз	Shift + 0	Удалить результаты функционального тестирования
Enter	Подтверждение операции	Shift + ■	Приостановка тестирования (нажмите кнопку ■, чтобы включить/отключить подсветку)
Esc	Назад/Выйти/Отменить	Shift + CV	Вкл/выкл LED режима (нажмите кнопку CV, чтобы включить/отключить подсветку)
Прочие кнопки и световые индикаторы			
← (NG)	Плохой результат теста (индикатор горит красным)	↑ (HIGH)	Плохой результат теста, превышение верхнего предельного значения (индикатор горит белым)
→ (GO)	Тестирование пройдено успешно (индикатор горит зеленым)	↓ (LOW)	Плохой результат теста, значение меньше нижнего предельного значения (индикатор горит белым)



Дисплей:

В среднем ряду показаны значения напряжения и тока

В нижнем ряду слева направо отображаются: измеренная мощность - отметка защиты (OT/OV/OP) — установленное значение нагрузки

Значение символов в верхнем ряду:

- OFF: нагрузка отключена;
- CC: режим постоянного тока;
- CV: режим постоянного напряжения;
- CR: режим постоянного сопротивления;
- CW: режим постоянной мощности;
- Batt: режим проверки аккумулятора;
- List: тестирование по списку;
- Dyna: режим динамического тестирования;
- Recall: загрузка предыдущих параметров;
- EXT: удаленное управление;
- Trig: внешний триггер;
- Sense: включено дистанционное измерение напряжения
- Error: ошибка;
- Rmt: управление внешним ПО с ПК
- Lock: кнопки заблокированы;
- Shift: активна вторая функция кнопок.

1.2. Задняя панель

Нагрузки серии KL5100 оснащены входным разъемом AC с переключателем 110AC /220AC.

Выбор входного предохранителя: 110 VAC → (1 A 250 V) 220 VAC → (0,5 A 250 V)



Также можно использовать переключатель для выбора входного напряжения :

Когда переключатель установлен в положение 220 В (на переключателе отображается значок 220 В), переменный ток 220 В ;

Когда переключатель установлен в положение 110 В (на переключателе отображается значок 110 В), переменный ток 110 В ;

Примечание: В целях соблюдения безопасности и во избежание повреждения прибора, при необходимости замены предохранителя, либо переключения входного напряжения, необходимо отключить прибор от сети.

4-х контактная клемма триггера: слева направо расположены: **sense+**, **sense-**, **TR+**, **TR-**, **sense+**, **sense-**: Измерение входного напряжения при дистанционном измерении напряжения (Voltage remote sense). Когда в меню в разделе V.config для параметра VSENSE PORT задано значение BACK, эти две клеммы необходимо подключить к «плюсу» и «минусу» входящего напряжения, в противном случае полученные результаты тестирования будут неверными. Когда для параметра VSENSE PORT задано значение FRONT, данные клеммы можно оставить свободными.

TR+, **TR-**: Функцией этих двух клемм является запуск входного сигнала. При подаче положительного напряжения между отдельными клеммами TR+ и TR- запускается нагрузка или другие специальные функции, диапазон входного напряжения составляет 5-24 В постоянного тока (DC).

2. Введение в функции

Серия нагрузок KL5100 имеет различные функции и параметры, которые необходимо настроить в меню. Если настройки выполнены некорректно, это может привести к невозможности использования устройства или неправильной работе функций. Пожалуйста, внимательно ознакомьтесь с подробным описанием меню и функций ниже, чтобы использовать нагрузку более эффективно.

Описание меню: Нажмите кнопку Menu, чтобы войти в меню. Структура меню представлена в следующей таблице:

Основное меню	Подменю	Диапазон значений	Описание функции	
A. SYSTEM Системные настройки	A.1 ADDRESS Адрес устройства	1-199	Адрес устройства для связи с ПК	
	A.2 BAUDRATE Скорость обмена		В бит/с 2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200	
	A.3 Режим работы с несколькими приборами	OFF LINE		Режим отключен
		MASTER		Режим позволяет подключать несколько устройств, один из которых выступает в качестве ведущей нагрузки, а остальные в качестве ведомой нагрузки. Работа приборов синхронизируется через порт связи. Устройство работает в режиме ведущего прибора
		SLAVE		Устройство работает в качестве ведомого прибора
	A.4 Загрузка предыдущих параметров	ON		При включении автоматически активируются параметры, которые были активны до последнего выключения
		OFF		Нагрузка выключается при включении питания
	A.5 Звук нажатия кнопок	ON		Звук нажатия кнопок включен
OFF			Звук нажатия кнопок выключен	
A.6 Подсветка	1-100		Настройка яркости подсветки в диапазоне 1-100	
A.7 Пароль	0, 1-9999		Если значение установлено не 0, оно используется как пароль для блокировки клавиатуры. Если значение установлено на 0, клавиатура разблокирована, и пароль не требуется.	
B. CONFIG Настройки функций	B.1 Порт датчика напряжения	FRONT	При автономных измерениях используются контакты на передней панели	

		BACK	При удаленных измерениях используются контакты SENSE+, SENSE на задней панели
	В.2 Входное напряжение нагрузки	0-150 В	Если входящее напряжение ниже установленного значения, вход автоматически отключается
	В.3 Скорость нарастания тока	0.1-499.9 А/мс	Скорость нарастания тока в режиме стабилизации тока (CC). Когда нагрузка включается или значение тока увеличивается, ток нагрузки не переключается мгновенно на заданное значение, а постепенно увеличивается с указанной скоростью до достижения установленного значения.
	В.4 Скорость снижения тока	0.1-499.9 А/мс	Скорость снижения тока в режиме стабилизации тока (CC). Когда нагрузка отключается или значение тока уменьшается, ток не падает мгновенно, а постепенно уменьшается с указанной скоростью до достижения установленного значения.
	В.5 LED MODE		Режим тестирования светодиодов
	В.6 CV LOOP SPEED	FAST/LOW	Скорость реакции в режиме CV. FAST — высокая скорость, LOW — низкая скорость
	В.7 Сброс к заводским настройкам	YES	При подтверждении кнопкой ENTER все параметры будут сброшены к заводским значениям
С. BATTERY Тестирование аккумулятора	С.1 Напряжение разряда	0-150 В	При достижении установленного значения вход автоматически отключается (или активируется режим разряда с половиной силы тока, если он включен)
	С.2 Режим разряда с половиной силы тока	ON/OFF	При включенной функции, если напряжение батареи впервые опускается ниже конечного напряжения разряда, нагрузка переключается на разряд с половинным током. Это вызывает небольшое увеличение напряжения батареи до уровня выше конечного напряжения разряда. Когда напряжение снова снижается ниже конечного значения, нагрузка полностью отключается, завершив разряд.

			Эта функция позволяет более полно разрядить остаточную энергию батареи.	
	C.3 Единицы емкости аккумулятора	AH/WH	Емкость аккумулятора может отображаться в AH (ампер-часы) или в WH (ватт-часы)	
	C.4 Действия после разряда	ONE ALARM	Один звуковой сигнал	
		LAST ALARM	Непрерывный звуковой сигнал до нажатия любой из кнопок	
		LEVEL OUT	На задней панели активируется сигнал PASS, который сбрасывается в начале нового цикла тестирования (в настоящей серии тестеров отсутствует выход для этого сигнала)	
D. COMPARE Автоматическое тестирование	D.1 Максимальное напряжение	0-150 В	Устанавливает верхний предел напряжения. При превышении этого значения разряд прекращается.	
	D.2 Минимальное напряжение	0-150 В	Устанавливает нижний предел напряжения. При достижении этого значения функция разряда с половинным током активируется (если включена).	
	D.3 Максимальный ток	0-60 А	Устанавливает верхний предел тока. При превышении этого значения активируется разряд с четвертью от максимального тока (если включен).	
	D.4 Минимальный ток	0-60 А	Устанавливает нижний предел тока. При достижении этого значения тест разряда завершается, и раздается короткий звуковой сигнал.	
	D.5 Сигнал оповещения	NO ALARM		Нет сигнала
		DI--DI--DI		Постоянный повтор сигнала
DI-----			Непрерывный сигнал	
LEVEL OUT			Активируется сигнал на задней панели (в настоящей серии тестеров отсутствует выход для этого сигнала)	
E. DYNAMIC Динамическое тестирование	E.1 LEVEL A CURRE	0-60 А	Ток, уровень А	
	E.2 WIDTH A TIME	0.05 мс - 99.99 с	Время для уровня А	
	E.3 LEVEL B CURRE	0-60 А	Ток, уровень В	
	E.4 WIDTH B TIME	0.05 мс - 99.99 с	Время для уровня В	
F. AUTO-LIST	F.1 LOAD LIST	1-19	Загрузка и сохранение до 19 файлов со списками шагов для тестирования	
	F.2 Редактирование	F.20 SELECT LIST	1-19	Выбор файла для редактирования

вание файлов	F.21 LIST LENGTH	1-49		Установка числа шагов для редактируемого файла		
	F.22 TRIG MODE Режим триггера для запуска теста	KEY ON AUTO		Тест запускается кнопкой ON и выполняется до конца		
		VIN TRIG AUTO		Тест запускается при превышении порогового напряжения		
		EXT TRIG AUTO		Тест запускается при подаче сигнала запуска на порт TRIG на задней панели и выполняется до конца		
		EXT TRIG STEP		При подаче сигнала запуска на порт TRIG на задней панели выполняется только 1 шаг теста		
	F.23 STOP MODE Режим триггера для остановки теста	CONTIOUS		Без остановки (тест зациклен)		
		FAIL STOP		Тестирование прекращается при обнаружении неисправности		
		END HOLD		Тестирование завершается после выполнения всех шагов и сохраняет состояние на последнем шаге.		
		END RESET		Тестирование завершается после выполнения всех шагов, после чего устройство возвращается в состояние холостого хода.		
	F.24 SET ALL STEP Настройка всех шагов	Номер шага	1-49		Выбор шага для редактирования	
		Выбор функции	END		Конец, все файлы должны завершаться командой END	
			COMP	IL	Минимальный ток	
				IH	Максимальный ток	
				VL	Минимальное напряжение	
				VH	Максимальное напряжение	
PL				Минимальная мощность		
PH				Максимальная мощность		
RL				Минимальное сопротивление		
RH				Максимальное сопротивление		
DELAY		Задержка				
LOAD	CC	Режим стабилизации тока CC, с установкой значения тока				
	CV	Режим стабилизации напряжения CV, установкой значения напряжения				

					CW	Режим стабилизации мощности CW, с установкой значения мощности
					CR	Режим стабилизации сопротивления CR, с установкой значения сопротивления
				SLEW	UP	Скорость изменения тока
					DN	
		F.25 WHEN OUTPUT Когда выводить сигнал		DISABLE	Отключено	
				WHEN STEP	Сигнал в конце каждого шага	
				WHEN END	Сигнал после выполнения всех шагов	
		F.26 OUTPUT TYPE Тип выхода		ALARM	При отрицательном результате срабатывает звуковой сигнал	
				PULSE	Подача импульсного сигнала на контакты PASS/FAIL на задней панели (в настоящей серии тестеров отсутствует выход для этого сигнала)	
				LEVEL	Подача сигнала текущей амплитуды на контакты PASS/FAIL на задней панели (в настоящей серии тестеров отсутствует выход для этого сигнала)	
		F.27 SAVE SETTING Сохранить настройки			После редактирования файла необходимо нажать кнопку ENTER для сохранения изменений в память, в противном случае изменения будут сброшены при выключении устройства	
G. OCP TEST	G.1 START CURRENT			0-60 A	Начальное значение тока при запуске теста защиты от перегрузки по току.	
	G.2 STEP CURRENT			0.001-60 A	При тестировании защиты от перегрузки по току каждый шаг увеличивает значение тока на указанное количество.	
	G.3 STEP TIME			1-59999 мс	Интервал времени между каждым шагом увеличения тока.	
H. INTERNAL RESIS	H.1 STEP 1 CURREN			0-60 A	Ток для точки 1	
	H.2 STEP 1 TIME			0.1-999 с	Время для точки 1	
	H.3 STEP 2 CURREN			0-60 A	Ток для точки 2	
	H.4 STEP 2 TIME			0.1-999 с	Время для точки 2	

Инструкция по работе с меню:

1. **Навигация по меню:**
 - **Кнопка ENTER:** Переход на следующий уровень текущего меню (если он существует).
 - **Кнопка ESC:** Возврат на предыдущий уровень текущего меню.
 - **Кнопки влево/вправо:** Переключение между пунктами на одном уровне текущего меню.
2. **Работа с последним уровнем меню:**
 - **ENTER:** Просмотр текущего значения параметра.
 - **Кнопки вверх/вниз** (для параметров с вариантами выбора): Используются для изменения значения.
 - **Цифровые клавиши** (для числовых параметров): Используются для ввода значения.
3. **Сохранение изменений:**
 - После завершения изменения параметра нажмите **ENTER**, чтобы сохранить новое значение.
 - Нажатие **ESC** отменяет изменения, возвращая предыдущий параметр.
 - После нажатия любой из этих кнопок вы будете возвращены на предыдущий уровень меню.

3. Работа с устройством

3.1. Основные режимы работы

Нагрузка может работать в одном из 4-х режимов:

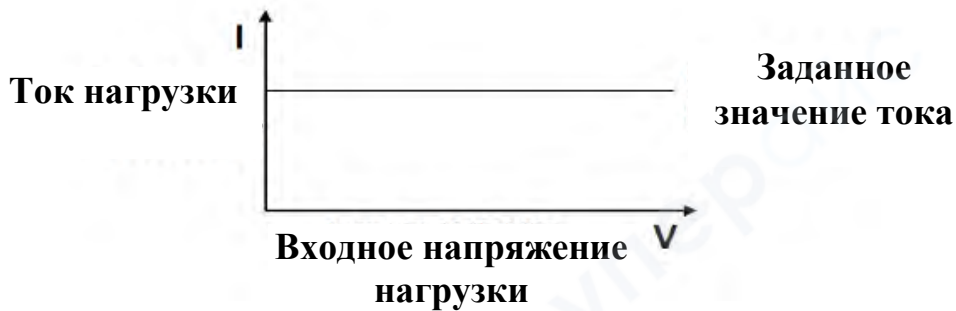
1. Режим постоянного тока (CC);
2. Режим постоянного напряжения (CV);
3. Режим постоянного сопротивления (CR);
4. Режим постоянной мощности (CW).

Выберите нужный режим кнопками CC, CV, CR, CW и введите необходимые параметры.

С помощью цифровых кнопок введите необходимое, для сохранения и выхода введенного значения нажмите кнопку ENTER. Для выхода без сохранения заданного значения нажмите кнопку ESC. После сохранения нажмите кнопку ON для включения нагрузки. Для выключения - повторно нажмите кнопку ON.

3.1.1 Режим постоянного тока (CC)

В режиме постоянного тока нагрузка потребляет заданное значение тока вне зависимости от изменения напряжения. См. Рисунок ниже.



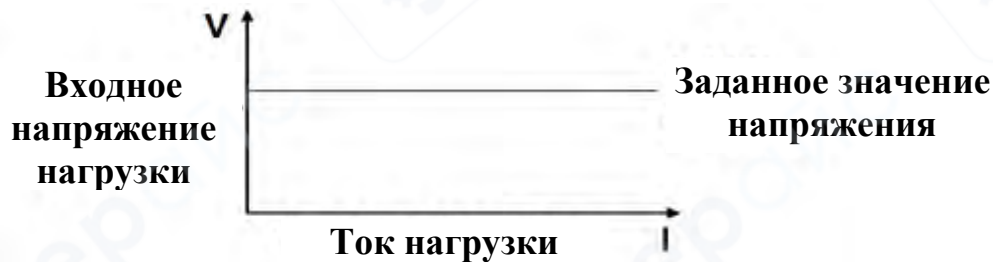
3.1.2. Режим постоянного сопротивления (CR)

В режиме постоянного сопротивления электрическая нагрузка эквивалентна постоянному сопротивлению. На рисунке ниже продемонстрировано, как в данном режиме ток линейно изменяется в зависимости от входящего напряжения.



3.1.3. Режим постоянного напряжения (CV)

В режиме постоянного напряжения электронная нагрузка будет потреблять ток, достаточный для поддержания входного напряжения на заданном уровне.



3.1.4. Режим постоянной мощности (CP)

В режиме постоянной мощности тестер поддерживает значения тока и напряжения таким образом, чтобы поддерживать постоянную мощность. При повышении входного напряжения, значение входного тока будет падать для поддержания мощности на заданном уровне. $P (= V * I)$.



3.2 Динамическое тестирование

Нагрузки серии KUNKIN KL5100 оснащены функцией динамического тестирования, позволяющей циклически переключаться между двумя токами нагрузки. Данная функция может использоваться для проверки динамических характеристик источника питания. Перед использованием функции динамического тестирования необходимо задать нужные параметры в меню E.DYNAMIC. Список параметров: значение А, ширина импульса А, значение В, ширина импульса В. После этого необходимо нажать кнопку SHIFT на передней панели и одновременно нажать кнопку 5 для входа в режим динамического тестирования. После этого нажмите кнопку ON для запуска тестирования и циклического переключения тока между значениями А и В. Для отключения тестирования нажмите кнопку ON еще раз.



Значение А – 10А, Ширина импульса А 2,0 мС, Значение В – 5А, Ширина импульса В 3,0 мС

3.3. Проверка аккумулятора

Нагрузки серии KUNKIN KL5100 оснащены функцией проверки аккумуляторов. Необходимо установить в меню C.BATTERY: значение напряжения конца разряда END TEST VOLT (обычно это напряжение полностью разряженного аккумулятора), HALF CURRENT при необходимости разрядки при половине значения тока, единицы измерения емкости аккумулятора CAPACITY UNIT, выходной сигнал OVER SIGNAL и пр.

После этого нажмите кнопку SHIFT и одновременно кнопку 3 для активации режима проверки аккумулятора.

Обратите внимание, что данный режим может быть включен только в режиме постоянного тока CC. После запуска функции нажмите кнопку CC, установите необходимое значение тока разряда и нажмите кнопку ON для запуска процесса. Для приостановки процесса

нажмите кнопку ON еще раз. После запуска процесса нагрузка начнет непрерывную проверку входного напряжения и подсчитает потребляемое значение. зафиксирует емкость аккумулятора (единицы измерения отображаются в левом нижнем углу). Когда напряжение падает ниже установленного значения (обычно это свидетельствует о разряде аккумулятора), нагрузка автоматически отключает разрядку. (Если активирована функция разряда с половиной значения тока, при первом достижении значения напряжения конца разряда, ток уменьшается вдвое и процесс разряда продолжается. При этом напряжение может вырасти выше значения напряжения конца разряда. Только когда входящее напряжение вновь упадет ниже значения напряжения конца разряда, нагрузка прекратит разрядку. По завершении разрядки нагрузка сообщает о завершении. После отключения нагрузки на экране отображается измеренная емкость аккумулятора, значение которой непрерывно накапливается во время тестирования. Нажмите кнопку SHIFT и кнопку 0 для сброса полученного значения. Данные также автоматически будут сброшены при выходе из режима проверки аккумулятора.

3.4. Автоматическое тестирование (AUTO LIST)

Нагрузки серии KUNKIN KL5100 оснащены функцией автоматического тестирования. Необходимо установить максимальные и минимальные значения тока и напряжения в меню D. COMPARE, а также способ вывода результатов. Далее выйдите из меню, нажмите кнопку SHIFT и кнопку 7 для перехода в режим автоматического тестирования, либо для выхода из него. После запуска нагрузка будет непрерывно сравнивать фактические значения тока и напряжения с установленными предельными значениями и выдавать результат.

3.5. Тестирование по списку (AUTO LIST)

Тестирование по списку может значительно упростить проверку производственных линий. С помощью предварительно настроенной последовательности шагов можно упорядочить проверку изделия. А также оценить его качество в соответствии с результатами проверки.

Для электронной нагрузки серии KL5100 можно настроить и сохранить до 19 списков, соответствующих 19 спецификациям тестируемого изделия. В каждом списке можно задать до 49 шагов проверки, а на каждом шаге - 6 режимов нагрузки и прочие параметры.

3.5.1. Настройка тестирования по списку

Нажмите клавишу Shift, а затем цифру 6, чтобы войти в режим тестирования по списку или выйти из него.

Перед выполнением проверки необходимо сначала убедиться, что настройки списка корректны. В меню F.AUTO LIST задайте конкретные шаги тестирования. А также в подразделе LOAD LIST введите номер тестовой группы и нажмите " ENTER", для начала загрузки. После перехода в режим тестирования по списку происходит запуск в соответствии с заданными настройками, нагрузка начинает выполнять шаги по списку и выводит результаты тестирования.

3.5.2. Этапы тестирования по списку

Тестирование по списку включает в себя четыре основных операции: LOAD нагрузка, DELAY задержка, COMP сравнение, SLEW увеличение или уменьшение, а также завершение

END. С помощью данных 4-х действий и настройки параметров для каждого действия, можно настроить каждый из этапов и получить результаты тестирования.

Этапы тестирования по списку: ожидание сигнала запуска → первый этап работы (если на этом этапе выполняется нагрузка, она выполняется в соответствии с заданным значением; если происходит задержка, нагрузка сохранит параметры предыдущего этапа; если происходит сравнение, устройство сравнит текущее значение с заданными характеристиками и выдаст результат, если происходит увеличение или уменьшение, соответствующее значение нагрузки будет увеличено или уменьшено) → Второй этап... Последний этап → Завершение.



3.6. Проверка защиты от короткого замыкания (OCP TEST)

Электронные нагрузки серии KL5100 имеют функцию проверки защиты от короткого замыкания, которая используется для определения времени защиты от короткого замыкания при тестируемом напряжении. В меню G.OCP TEST установите значение START CURRENT пускового тока, STEP CURRENT ток на этапе, STEP TIME время выполнения этапа, выйдите из меню, нажмите клавишу Shift и клавишу 4, чтобы войти в режим проверки защиты от короткого замыкания или выйти из него. Для начала проверки нажмите кнопку включения. Произойдет нагрузка при заданном значении пускового тока и будет непрерывно определяться, перешел ли тестируемый источник питания в режим защиты от короткого замыкания (на основе изменения входного напряжения и тока до 0). Если защиты нет, то по истечении заданного времени этапа добавьте значение тока на этапе в соответствии с текущим значением тока нагрузки и вновь запустите отсчет времени, продолжая определять, перешел ли тестируемый источник питания в состояние защиты от короткого замыкания. Повторяйте цикл до тех пор, пока ток нагрузки не превысит точку защиты тестируемого источника питания от сверхтоков, нагрузка обнаружит, что источник питания перешел в режим защиты от короткого замыкания, в это время прекратится подача нагрузки и будет определено время от последнего шага до срабатывания защиты от короткого замыкания. Это значение является временем защиты от короткого замыкания тестируемого источника питания, а значение тяговой нагрузки на последнем этапе является точкой защиты от короткого замыкания тестируемого источника питания.

3.7. Проверка внутреннего сопротивления (INTERNAL RESIST)

Электронные нагрузки серии KL5100 имеют функцию проверки внутреннего сопротивления. В меню H.INTERNAL RESIST задайте 2 различных значения тока тяговой нагрузки и ее продолжительности, выйдите из меню, нажмите клавишу Shift и клавишу 2, чтобы войти в режим проверки внутреннего сопротивления или выйти из него. Для начала проверки нажмите кнопку питания. Нагрузка будет поочередно подаваться в соответствии с

заданным значением и продолжительностью, а также произойдет измерение напряжения для расчета внутреннего сопротивления тестируемого источника питания.

3.8. Сохранение и просмотр данных

Электронные нагрузки серии KL5100 имеют функцию сохранения и просмотра данных в базовом режиме работы. Сперва настройте текущий режим работы и параметры нагрузки, которые необходимо сохранить. Нажмите клавишу Shift и клавишу 9, на дисплее отобразится номер накопителя, введите номер накопителя, и устройство сохранит текущий режим и параметры нагрузки. Нажмите клавишу Shift и клавишу 8, на дисплее отобразится номер накопителя, введите номер накопителя, устройство начнет работу в соответствии с заданными параметрами и режимом.

3.9 Управление входными данными

3.9.1 Срабатывание при коротком замыкании (SHORT)

Нагрузка может имитировать короткое замыкание. Нажмите клавишу Shift и клавишу Short, чтобы переключиться на режим короткого замыкания. Режим короткого замыкания не влияет на текущие параметры. При выходе из режима короткого замыкания нагрузка возвращается в исходное состояние. Фактическое значение тока, потребляемое нагрузкой в режиме короткого замыкания, зависит от режима работы и диапазона тока. В режимах CC, CP и CR максимальный ток короткого замыкания составляет 120% от текущего диапазона.

3.9.2. Переключатель нагрузки

Для переключения нажмите кнопку включения. Переключатель нагрузки не влияет на текущие параметры.

3.9.3 Рабочий диапазон электронной нагрузки

Электронная нагрузка должна работать в ограниченном диапазоне тока, напряжения и мощности. На графике ниже наглядно показано, что при превышении допустимых значений нагрузки срабатывает защита устройства.



Изменение режимов нагрузки

3.10 Защита устройства

Нагрузка включает в себя несколько функций защиты, описанных ниже.

3.10.1 Защита от перенапряжения (OVP)

Когда входное напряжение превышает максимально допустимое значение, включается защита от перенапряжения: в этот момент нагрузка отключается, раздается звуковой сигнал, а на экране мигает индикатор OV.

3.10.2 Защита от перегрузки по току (OCP)

В режимах CC, CP и CR, когда значение входного тока превышает верхний предел, входной ток будет ограничен максимальным предельным значением, на экране замигает индикатор ОС.

3.10.3 Защита от перегрузки по мощности (OPP)

В нормальном режиме работы, когда потребляемая мощность превышает максимально допустимое значение, мощность и ток нагрузки будут ограничены максимальным предельным значением, на экране замигает индикатор ОР.

3.10.4 Обратная полярность

При изменении полярности входного сигнала на противоположную раздастся звуковой сигнал, значение входного тока будет максимальным. Если верхний предел тока тестируемого источника питания превышает верхний предел тока нагрузки, подключение с обратной полярностью может привести к повреждению нагрузки. Если же верхний предел тока нагрузки превышает верхний предел тока источника питания, подключение с обратной полярностью может привести к отключению питания или повреждению устройства. Как только прозвучит сигнал тревоги следует немедленно прервать соединение.

3.10.5 Защита от перегрева (OTP)

Когда температура блока питания нагрузки превысит 85°C, включается защита от перегрева. В это время входная тяговая нагрузка автоматически отключается, раздается звуковой сигнал, а на экране мигает индикатор ОТ.

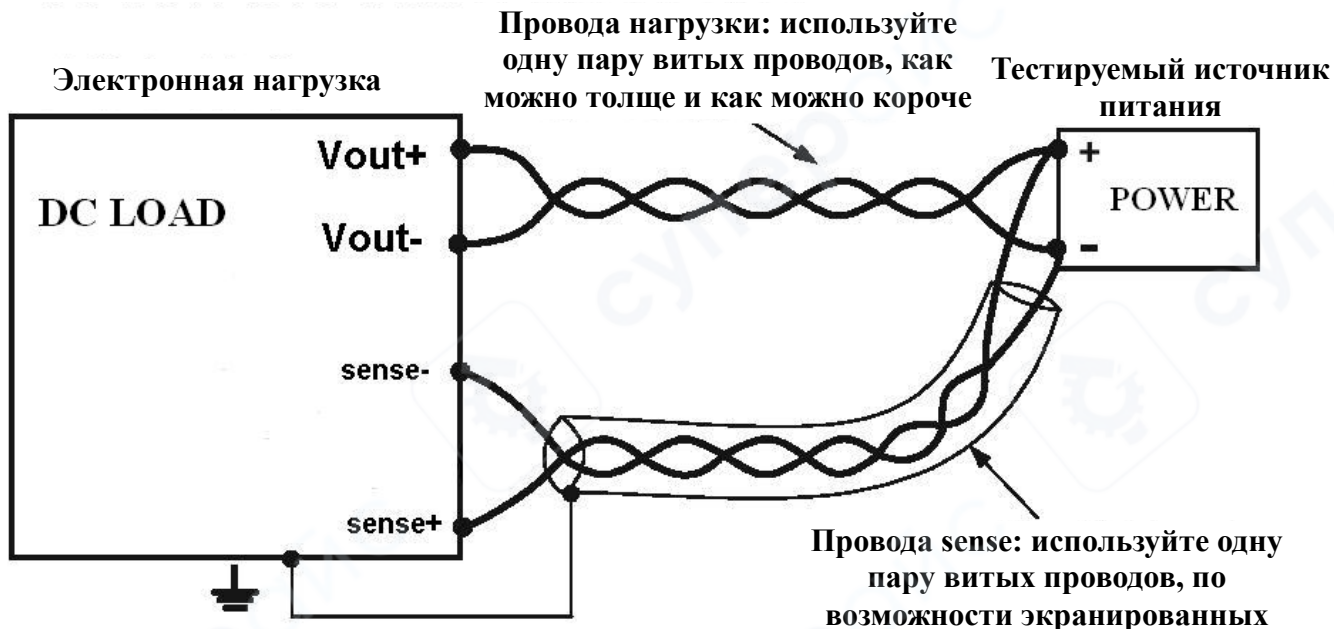
3.11 Функция удаленного тестирования

В режимах **CC**, **CV**, **CR**, **CP**, при потреблении нагрузки большого тока на соединительных проводах между тестируемым устройством и нагрузкой может возникнуть падение напряжения.

Чтобы обеспечить точность измерений, нагрузка оснащена разъемами для дистанционного измерения напряжения (эта функция доступна не на всех моделях). Пользователь может использовать эти разъемы для измерения напряжения на выходных клеммах тестируемого устройства.

Перед использованием функции дистанционного измерения необходимо установить в меню **B.1 VSENSE PORT** режим дистанционного измерения нагрузки.

Схема подключения дистанционного измерения напряжения электронной нагрузки



Внимание:

Если нагрузка настроена в режим дистанционного измерения, но провода для дистанционного измерения подключены некорректно, это может привести к отсутствию отображения напряжения или к неверным показаниям. Настраивайте этот режим с осторожностью.

3.12 Пороговое напряжение нагрузки

Серия нагрузок KL5100 имеет функцию защиты с использованием порогового напряжения, которая настраивается в меню **B.2 ONLOAD LEVEL**.

- Когда входное напряжение падает ниже установленного порога, нагрузка автоматически отключает разряд.
- Если входное напряжение превышает порог, нагрузка автоматически восстанавливает разряд (если нагрузка находится в состоянии **ON**).

Эта функция предназначена для предотвращения дальнейших повреждений тестируемого источника питания в случае его неисправности.

Также эту функцию можно использовать для упрощенного автоматического тестирования:

- Предварительно настройте параметры нагрузки и включите её кнопкой **ON**.
- Когда тестируемый продукт подключается к нагрузке (появляется входное напряжение), нагрузка автоматически начинает разряд.
- Когда тестируемый продукт отключается (отсутствует входное напряжение), нагрузка автоматически завершает разряд, избавляя от необходимости каждый раз нажимать кнопку **ON**.

Внимание: Если пороговое напряжение нагрузки настроено некорректно, может возникнуть ситуация, когда нагрузка находится в состоянии **ON**, но ток отсутствует. Пожалуйста, задавайте настройки с осторожностью.

3.13 Другие системные настройки

3.13.1 Функция памяти состояния нагрузки

- В меню **A.4 "INPUT RECALL"** включается или отключается функция памяти состояния нагрузки.
- Если параметр установлен в **ON**, то состояние нагрузки (включено/выключено) перед выключением устройства будет восстановлено при следующем включении. Например, если перед выключением нагрузка была в состоянии **ON**, она автоматически включится при следующем запуске с сохранением предыдущего значения нагрузки.
- Если функция памяти отключена (**OFF**), нагрузка всегда будет находиться в состоянии **OFF** при включении.

3.13.2 Функция звука кнопок

- В меню **A.5 "KEY SOUND"** включается или отключается звук кнопок.
- Если параметр установлен в **ON**, при каждом нажатии кнопки будет звучать короткий звуковой сигнал.
- Если параметр установлен в **OFF**, кнопки будут бесшумными.

3.13.3 Блокировка клавиатуры

- В меню **A.7 "PASSWORD"** можно настроить блокировку клавиатуры.
- Если пароль установлен в **0**, блокировка клавиатуры отключена.
- Если задано значение от **1 до 9999**, перед внесением любых изменений через клавиатуру необходимо ввести этот пароль (кроме кнопки **ON**).

3.13.4 Восстановление заводских настроек

- Меню **B.7 "FACTORY RESET"** используется для восстановления заводских настроек.
- Если вы не уверены в правильности текущих настроек, нажмите **ENTER** в этом меню.
- На экране появится **YES**, нажмите **ENTER** ещё раз, и все параметры меню будут восстановлены до заводских значений.

4. Обмен данными

4.1 Функции связи и описание интерфейса

Электронные нагрузки серии KL5100 имеют на задней панели последовательный интерфейс связи RS232_TTL. Для получения информации о назначении выводов (пинов) интерфейса обратитесь к разделу "Задняя панель".

4.2 Настройка параметров связи

Перед использованием функции связи необходимо:

1. В меню **A.1 ADDRESS** установить адрес связи.
2. В меню **A.2 BAUDRATE** задать скорость передачи данных (бод).

4.3 Протокол

Электронные нагрузки серии KL5100 используют протокол последовательной связи MODBUS-RTU. Все функции реализуются через чтение и запись соответствующих функциональных регистров.

Имя	Адрес	Байт	Чтение/ запись	Допустимые значения	Примечание
KEY SOUND	0x0100	1	R/W	0,1	Регистр управления звуком нажатия кнопок. 0: выключен; 1: включен.
PASSWORD	0x0102	2	R/W	0,1-9999	Регистр пароля. Диапазон числовых значений для пароля 1-9999; 0 — пароль отключен
INPUT RECALL	0x0106	1	R/W	0,1	Сохранение параметров. 0: не сохранять; 1: сохранять.
HEAT	0x0108	1	R	0,1	Регистр защиты от перегрева. 0: защита отключена; 1: защита включена
VSENSE PORT	0x010A	1	R/W	0,1	Регистр выбора порта для измерения напряжения. 0: контакты на передней панели; 1: контакты на задней панели для удаленных измерений.
SHORT	0x010C	1	R/W	0,1	Регистр контроля КЗ. 0: цепь разомкнута; 1: цепь замкнута.
LOAD ONOFF	0x010E	1	R/W	0,1	Регистр управления нагрузкой. 0: нагрузка выключена; 1: нагрузка включена.
LOAD MODE	0x0110	1	R/W	0-3	Регистр режима работы. 0: CV; 1: CC; 2: CR; 3: CW.
CV SETTING	0x0112	4	R/W	0-150000	Регистр значения напряжения в режиме CV, мВ.
CC SETTING	0x0116	4	R/W	0-30000	Регистр значения тока в режиме CC, мА
CR SETTING	0x011A	4	R/W	0-80000	Регистр значения сопротивления в режиме CR, Ом.
CW SETTING	0x011E	4	R/W	0-2500	Регистр значения мощности в режиме CW, Вт

U MEASURE	0x0122	4	R	0-150000	Регистр измеренного в реальном времени значения напряжения, мВ.
I MEASURE	0x0126	4	R	0-30000	Регистр измеренного в реальном времени значения тока, мА.
ONLOAD LEVEL	0x012A	4	R/W	0-150000	Регистр минимального напряжения, мВ. Нагрузка включается при превышении этого значения.
DYNA ONOFF	0x0132	1	R/W	0, 1	Регистр функции динамического тестирования. 0: функция выключена; 1: функция включена.
LEVEL A CURR	0x0134	4	R/W	0-30000	Значение тока А для динамического тестирования, мА.
WIDTH A TIME	0x0138	4	R/W	0-30000	Длительность импульса А для динамического тестирования, мс.
LEVEL B CURR	0x013C	4	R/W	0-65535	Значение тока В для динамического тестирования, мА.
WIDTH B TIME	0x0140	4	R/W	0-65535	Длительность импульса В для динамического тестирования, мс.
BATT ONOFF	0x0144	1	R/W	0, 1	Регистр включения функции тестирования аккумуляторов. 0: функция выключена; 1: функция включена.
END TEST VOLT	0x0146	4	R/W	0-150000	Регистр значения напряжения разряда, мВ.
CAPACITY	0x0148	4	R		Значение емкости (А-ч)
HALF CURR	0x014A	1	R/W	0, 1	Регистр включения функции разряда с половиной значения тока. 0: функция выключена; 1: функция включена. Функция используется для разряда с половиной силы тока после достижения установленного напряжения разряда.

CAPACITY_ UNIT1	0x014C	1	R/W	0, 1	Регистр единиц измерения емкости аккумулятора. 0: А-ч; 1: Вт-ч.
OVER SIGNAL	0x014E	1	R/W	0-2	Регистр оповещения о результатах. 0: однократный звуковой сигнал; 1: непрерывный звуковой сигнал; 2: непрерывный сигнал на разъеме на задней панели.
LIST ONOFF	0x0150	1	R/W	0, 1	Регистр включения функции тестирования по списку. 0: функция выключена; 1: функция включена.
LOAD LIST	0x0152	1	R/W	1-49	Регистр номера файла со списком, до 49 файлов.
SELECT LIST	0x0154	1	R/W	1-49	Регистр номера редактируемого файла со списком, до 49 файлов.
SET LENGTH	0x0156	1	R/W	1-49	Регистр числа шагов редактируемого файла со списком, до 49 шагов.
SET TRIG MODE	0x0158	1	R/W	0-2	Регистр триггера для запуска тестирования по списку. 0: нажмите ON/OFF для запуска всех шагов; 1: запуск всех шагов по импульсу, подаваемому на разъем на задней панели, 2: запуск одного шага по импульсу, подаваемому на разъем на задней панели.
SET STOP MODE	0x015A	1	R/W	0-3	Регистр режима окончания тестирования по списку. 0: циклически выполнять тестирование, пока не будет нажата кнопка ON/OFF; 1: останавливать при отрицательном результате; 2: не останавливать до последнего шага и сохранять состояние на последнем шаге; 3: выполнять до последнего шага с

					последующим отключением нагрузки.
STEP NUMBER	0x015C	1	R/W	1-49	LOAD MODE, LOAD SETTING, DELAY TIME, TEST, CONTENT, MAXIMUM, MINIMUM. Регистр текущего редактируемого шага для следующих 6 регистров: LOAD MODE, LOAD SETTING, DELAY TIME, TEST CONTENT, MAXIMUM, MINIMUM.
LOAD MODE	0x015E	1	R/W	0-8	Регистр режима нагрузки для текущего номера шага: 0: CC; 1: CV; 2: CR; 3: CW; 4: CC с плавным нарастанием; 5: CC с плавным уменьшением; 6: CV с плавным нарастанием; 7: CV с плавным уменьшением; 8: Привязка к состоянию предыдущего шага.
LOAD SETTING	0x0160	4	R/W	0-150000	Текущее значение нагрузки для номера шага STEP NUMBER или значение прироста/уменьшения, 1мА, 1мВ, 1Ω, 0.1Вт, 1мВ.
DELAY TIME	0x0164	2	R/W	0-65535	Регистр со значением задержки для текущего номера шага STEP NUMBER, 0.1 с.
TEST CONTENT	0x0166	1	R/W	0-4	Регистр режима для текущего номера шага STEP NUMBER. Доступны 4 значения: 0: ток; 1: напряжение; 2: эквивалентное сопротивление; 3: мощность; 4: второе напряжение.
MAXIMUM	0x0168	4	R/W	0-150000	Максимальное значение для выбранного режима тестирования TEST CONTENT и шага тестирования STEP NUMBER. Значение указано в мА, мВ, Ω, 0.1Вт.

MINIMUM	0x016C	4	R/W	0-150000	Минимальное значение для выбранного режима тестирования TEST CONTENT и шага тестирования STEP NUMBER. Значение указано в мА, мВ, Ω, 0.1Вт.
WHEN OUTPUT	0x0172	1	R/W	0-2	Регистр вывода результатов. 0: не выводить; 1: выводить после каждого шага; 2: выводить после завершения процесса.
OUTPUT TYPE	0x0174	1	R/W	0,1	Регистр режима выходного сигнала. 0: импульсный сигнал; 1: уровневый режим (коллектор открыт)

4.4 Формат команд

Приведенные ниже примеры команд используют значения, представленные в шестнадцатеричном формате.

Чтение значения одного регистра

Сообщение, отправляемое от хоста:

[Адрес устройства][Номер команды][Старший байт адреса регистра][Младший байт адреса регистра][Старший байт числа байтов для чтения][Младший байт числа байтов для чтения][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Ответ от устройства:

[Адрес устройства][Номер команды][Количество возвращаемых байтов данных][Данные 1][Данные 2][Данные 3][Данные 4][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Пример 1: Чтение измеренного значения напряжения на одном канале.

Запрос от хоста:

01 03 01 22 00 04 FF E5

Ответ от устройства:

01 03 04 00 01 24 F8 71 B1

(Измеренное значение напряжения: 0x000124F8, что соответствует 75000 мВ.)

Пример 2:

Чтение измеренного значения тока на одном канале.

Запрос от хоста:

01 03 01 26 00 04 3E A4

Ответ от устройства:

01 03 04 00 00 3C B4 44 EB

(Измеренное значение тока: 0x00003CB4, что соответствует 15540 мА.)

Чтение глобальных данных

Сообщение, отправляемое от хоста:

[Адрес устройства][Номер команды][Старший байт начального адреса регистра][Младший байт начального адреса регистра][Старший байт количества байтов для чтения][Младший байт количества байтов для чтения][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Ответ от устройства:

[Адрес устройства][Номер команды][Количество возвращаемых байтов данных][Биты 24-31 измеренного значения напряжения][Биты 16-23 измеренного значения напряжения][Биты 8-15 измеренного значения напряжения][Биты 0-7 измеренного значения напряжения][Биты 24-31 измеренного значения тока][Биты 16-23 измеренного значения тока][Биты 8-15 измеренного значения тока][Биты 0-7 измеренного значения тока][Звук нажатия клавиш][Биты 8-15 пароля клавиатуры][Биты 0-7 пароля клавиатуры][Состояние памяти нагрузки][Состояние защиты от перегрева][Режим удаленного измерения][Функция короткого замыкания][Состояние нагрузки][Режим нагрузки][Переключатель динамического теста][Переключатель функции батареи][Разрешение разряда при половинном токе][Единицы емкости батареи][Настройка сигнала окончания разряда][Разрешение теста по списку][Номер загружаемого файла для теста по списку][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Пример:

Запрос от хоста: 01 03 01 22 00 19 F6 25

Ответ от устройства:

01 03 18 00 XX XX XX 00 00 XX XX 00/01 XX XX 00/01 00/01 00/01 00/01 00/01 00-03
00/01 00/01 00/01 00/01 00-02 00/01 0-49 CRCH CRCL

Запись в один регистр

Сообщение, отправляемое от хоста:

[Адрес устройства][Номер команды][Старший байт адреса регистра][Младший байт адреса регистра][Старший байт количества регистров для записи][Младший байт количества регистров для записи][Количество байтов данных для записи][Данные биты 24-31][Данные биты 16-23][Данные биты 8-15][Данные биты 0-7][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Ответ от устройства:

[Адрес устройства][Номер команды][Старший байт адреса регистра][Младший байт адреса регистра][Старший байт количества регистров для записи][Младший байт количества регистров для записи][Количество байтов данных для записи][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Примеры:

1. Установка напряжения нагрузки на одном канале в 12 В:

Запрос от хоста: 01 06 01 12 00 01 04 00 00 2E E0 7B 83

Ответ от устройства: 01 06 01 12 00 01 04 4D 33

2. Установка тока нагрузки на одном канале в 10 В:

Запрос от хоста: 01 06 01 16 00 01 04 00 00 27 10 9C 84

3. Включение нагрузки на одном канале (состояние ON):

Запрос от хоста: 01 06 01 0E 00 01 04 00 00 00 01 CA 5F

4. Выключение нагрузки на одном канале (состояние OFF):

Запрос от хоста: 01 06 01 0E 00 01 04 00 00 00 0A 9E

Установка файла тестирования списка

Формат сообщения, отправляемого от хоста:

[Адрес устройства][Номер команды][Старший байт начального адреса регистра][Младший байт начального адреса регистра][Старший байт количества регистров для записи][Младший байт количества регистров для записи][Количество байтов данных для записи][Номер редактируемого файла списка][Длина списка в данной группе][Режим триггера][Режим остановки][Сигнал во время вывода][Тип выходного сигнала][Сохранение настроек][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Формат ответа от устройства:

[Адрес устройства][Номер команды][Старший байт адреса регистра][Младший байт адреса регистра][Старший байт количества регистров для записи][Младший байт количества регистров для записи][Количество байтов данных для записи][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Пример:

Хост отправляет команду для установки файла тестирования списка: 01 10 01 54 00 07 07 01 05 00 03 04 01 01 34 8A

Ответ от устройства: 01 10 01 54 00 07 07 52 67

Установка определенного шага в списке тестирования

Формат сообщения, отправляемого от хоста:

[Адрес устройства][Номер команды][Старший байт начального адреса регистра][Младший байт начального адреса регистра][Старший байт количества регистров для записи][Младший байт количества регистров для записи][Количество байтов данных для записи][Номер шага][Режим нагрузки][Значение нагрузки Bit24-31][Значение нагрузки Bit16-23][Значение нагрузки Bit8-15][Значение нагрузки Bit0-7][Объект тестирования][Старший байт времени шага][Младший байт времени шага][Верхний предел тестируемого объекта Bit24-31][Верхний предел тестируемого объекта Bit16-23][Верхний предел тестируемого объекта Bit8-15][Верхний предел тестируемого объекта Bit0-7][Нижний предел тестируемого объекта Bit24-31][Нижний предел тестируемого объекта Bit16-23][Нижний предел тестируемого объекта Bit8-15][Нижний предел тестируемого объекта Bit0-7][Выбор АС входа][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Формат ответа от устройства:

[Адрес устройства][Номер команды][Старший байт адреса регистра][Младший байт адреса регистра][Старший байт количества регистров для записи][Младший байт количества регистров для записи][Количество байтов данных для записи][Старший байт CRC][Младший байт CRC]

Пример:

Описание задачи: Настройка первого шага тестирования в режиме СС с нагрузкой 5 А, продолжительностью 3 секунды, диапазоном тестируемого тока 4.9-5.1 А, и выбором АС входа 220 В.

Команда от хоста: 01 10 01 5C 00 08 12 01 00 00 00 01 03 88 00 00 1E 00 00 13 EC 00 00 13 24 02 E2 7B

Ответ устройства: 01 10 01 5C 00 08 12 0D A1

Метод расчета CRC-16 RTU

CRC-16 RTU (Cyclic Redundancy Check) используется для проверки целостности данных. Алгоритм основан на стандарте RTU с начальным значением 0xFFFF и полиномом 0xA001.

Описание алгоритма:

1. **Начальное значение CRC:** 0xFFFF.
2. **Полином:** 0xA001 (также известен как перевернутый полином 0x8005).
3. **Процесс:**
 - Каждое входное значение байта XOR'ится с текущим значением CRC.
 - Последовательно выполняется побитовый сдвиг CRC вправо.
 - Если младший бит равен 1 после сдвига, CRC дополнительно XOR'ится с полиномом 0xA001.

Функция на C:

```
unsigned short Get_CRC16RTU(volatile unsigned char *ptr, unsigned char len)
{
    unsigned char i;          // Счетчик для побитовой обработки
    unsigned short crc = 0xFFFF; // Инициализация CRC значением 0xFFFF

    if (len == 0) len = 1;    // Если длина равна 0, установить длину 1

    while (len--)            // Пока есть данные для обработки
    {
        crc ^= *ptr;         // XOR текущего байта данных с CRC

        for (i = 0; i < 8; i++) // Выполнить 8 итераций (по количеству битов в байте)
        {
            if (crc & 1)     // Если младший бит CRC равен 1
            {
                crc >>= 1;   // Выполнить сдвиг вправо
                crc ^= 0xA001; // Выполнить XOR с полиномом
            }
            else
            {
                crc >>= 1;   // Только сдвиг вправо, если младший бит равен 0
            }
        }
    }
}
```

```
    }  
    ptr++;          // Перейти к следующему байту данных  
  }  
  return crc;      // Вернуть итоговое значение CRC  
}
```