**Инструкция к работе с прошивкой**

**Работа с интерфейсами**

**Обновление прошивки**

В прошивку устройства включен проект загрузчика, который позволяет производить обновление прошивки устройства посредством загрузки кода в память устройства. Для загрузки новой прошивки используется SD карта памяти.

**Обновление с SD карты памяти**

Для загрузки с SD карты необходимо создать файл с именем FW.info, в котором указать следующие параметры:

#Cmd: 1

#Version: 2

#SizeFW: 100

#CRC: 111

1. Параметр #Cmd – числовой параметр имеет три возможных значения

- 0 «не обновлять по SD карте» (произвести обновление из NAND или загрузку из памяти)

- 1 «обновить версию на более актуальную» (производится сравнение версий прошивки, если на диске храниться новая прошивка, то производится обновление)

- 2 «заменить прошивку» (производится обновление с диска в любом случае)

1. Параметр #Version – числовой параметр указывает версию прошивки на карте памяти
2. Параметр #SizeFW – числовой параметр указывает размер прошивки в байтах
3. Параметр #CRC – числовой параметр хранит значение контрольной суммы CRC8 для файла прошивки

Для хранения прошивки используется файл FW.bin, который содержит скомпилированный код в бинарном виде.

Для старта процесса обновления необходимо иметь данные файлы в корне карты памяти и после подачи питания ожидать работы статусных светодиодов.

**Работа с MQTT**

Для работы с MQTT в устройстве необходимо задать список из MQTT серверов. В памяти могут храниться 3 IP адреса и 3 доменных имени. Порт остается по умолчанию 1883 или может быть задан в настройках устройства. Всего 6 серверов. Переключение между ними производится при отсутствии соединения. Для работы с защищенным соединением устанавливается имя пользователя и пароль.

После подключения устройства производится подписка и/или публикация на топики. Имена топиков имеют следующую структуру:

*aaaaaaaa-1234-1234-1234-Уникальный ID/Имя канала*

Устройство подключается к следующим каналам:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Имя канала** | **Направление** | **Описание** |
| 1 | variables/channel | PUB | Поток данных о состоянии каналов сбора данных |
| 2 | attributes /calibrate | SUB | Прием настроечных и калибровочных параметров |
| 3 | attributes /main\_set | SUB | Прием надстрочных параметров контроллера |
| 4 | ctrl | PUB/ SUB | Прием и передача команд управления |
| 5 | debug | PUB/ SUB | Отладочный канал |

Идентификатор уникального ID устройства – это уникальный номер в hex формате, состоящий из 13 символов. Данный параметр уникален для любого блока управления устройством.

**Калибровка устройства**

Для корректной работы счетчика устройства необходимо настроить калибровочные коэффициенты для каждого канала и каждой фазы. Согласно диаграмме работы с устройством необходимо рассчитать коэффициенты усиления и смещения для каждого канала для действующего и полного значения СКЗ.

Согласно формуле 1.1 производится расчет значения СКЗ. Для настройки параметров используется протокол MQTT, по которому передается структура следующего вида согласно таблице 1.1:

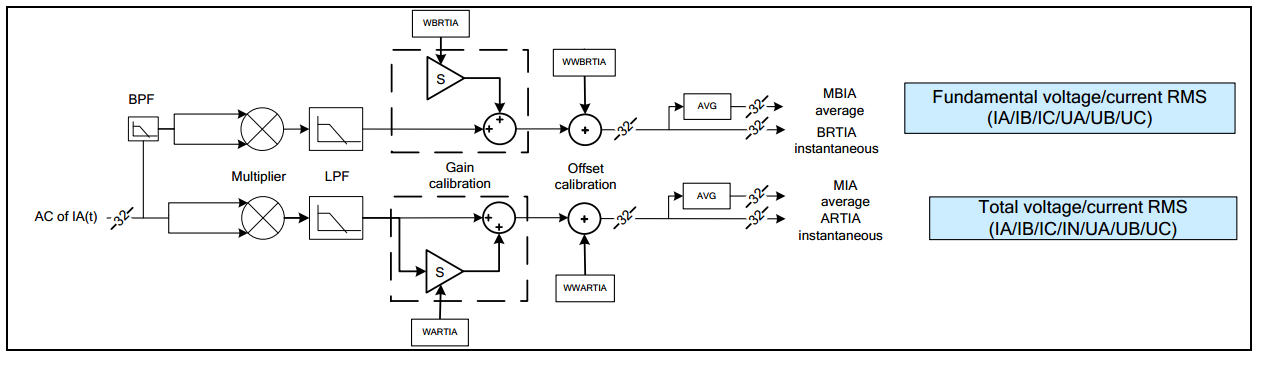


Рисунок 1.1 – диаграмма расчета действующего (Fundamental RMS) значения и полного значения СКЗ (Total RMS) тока и напряжения

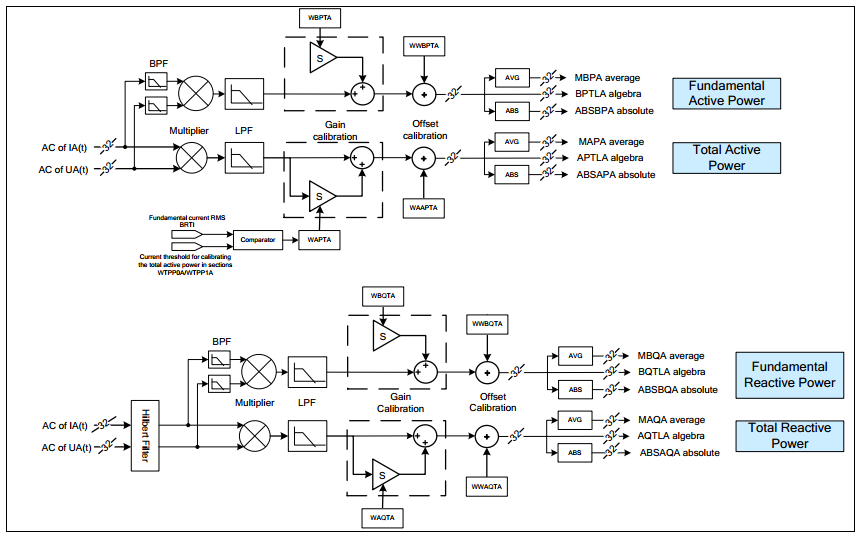


Рисунок 1.2 – диаграмма расчета действующего (Fundamental RMS) значения и полного значения СКЗ (Total RMS) активной и реактивной мощности

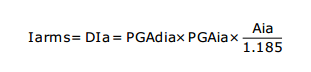
RMS=RMS’×(1+S)+C (1.1)

где RMS – искомое значение параметра

RMS’ –сырые данные из регистра данных, после обработки их внутренними усилителями согласно формулам 1.2 и 1.3

S – коэффициент усиления

C – значение смещения



(1.2)



(1.3)

где PGAdia – цифровое усиление

PGAia – аналоговое усиление

Aia – амплитуда тока или напряжения

Таблица 1.1 – калибровочные параметры

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Параметр / регистр** | **Имя атрибута** | **Тип** | **Определение** |
|  | Параметр канал | CHANNEL | uint8\_t | Номер канала |
|  | Параметр фаза | PHASE#t | Struct | Фаза, где #t – A,B,C |
| **Полное значение СКЗ (Total RMS)** | | | | |
|  | **Имя секции** | **cal\_TotalRMS** | **Struct** | **Калибровка Total RMS** |
| 1 | WARTU (0xE96C) | WARTU | uint32\_t | коэффициент усиления по напряжению |
| 2 | WARTI (0xE968) | WARTI | uint32\_t | коэффициент усиления по току |
| 3 | WAPT (0xE959) | WAPT | uint32\_t | коэффициент усиления по активной мощности |
| 4 | WAQT (0xE965) | WAQT | uint32\_t | коэффициент усиления по реактивной мощности |
| 5 | WWARTU (0xE998) | WWARTU | uint32\_t | смещение по напряжению |
| 6 | WWARTI (0xE994) | WWARTI | uint32\_t | смещение по току |
| 7 | WWAPT (0xE98E) | WWAPT | uint32\_t | смещение по активной мощности |
| 8 | WWAQT (0xE991) | WWAQT | uint32\_t | смещение по реактивной мощности |
| **Действующие значение СКЗ (Fundamental RMS)** | | | | |
|  | **Имя секции** | **cal\_FundRMS** | **Struct** | **Калибровка Fundamental RMS** |
| 1 | WBRTU (0xE979) | WBRTU | uint32\_t | коэффициент усиления по напряжению |
| 2 | WBRTI (0xE977) | WBRTI | uint32\_t | коэффициент усиления по току |
| 3 | WBPT (0xE970) | WBPT | uint32\_t | коэффициент усиления по активной мощности |
| 4 | WBQT (0xE973) | WBQT | uint32\_t | коэффициент усиления по реактивной мощности |
| 5 | WWBRTU (0xE9A5) | WWBRTU | uint32\_t | смещение по напряжению |
| 6 | WWBRTI (0xE9A2) | WWBRTI | uint32\_t | смещение по току |
| 7 | WWBPT (0xE997) | WWBPT | uint32\_t | смещение по активной мощности |
| 8 | WWBQT (0xE99F) | WWBQT | uint32\_t | смещение по реактивной мощности |
| **Калибровка граничных значений (Threshold)** | | | | |
|  | **Имя секции** | **cal\_Thrd** | **Struct** | **Калибровка Threshold** |
| 1 | ZZDCUM (0xEC1D) | ZZDCUM | uint32\_t | Граница детектирования тока |
| 2 | ZZEGYTH (0xEC1E) | ZZEGYTH | uint32\_t | Граница счета мощности |

**Вывод данных**

Устройство выводит информацию в канал топика MQTT подключения.

Выводятся следующие параметры, приведенные в таблице 2.1

Таблица 2.1 – выводимые параметры устройства

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Параметр** | **Имя атрибута** | **Тип** | **Определение** |
|  | Параметр номер канал | CH\_NUM | uint8\_t | Номер канала |
|  | Параметр фаза | PHASE#t | Struct | Фаза, где #t – A,B,C |
| **Общие параметры** | | | | |
|  | **Имя секции** | **CH\_VAL** | **Struct** | Номер текущего канала |
| 1 | Частота сети | FREQ | float | Общая частота сети |
| 2 | СКЗ тока нейтрали | RMSNI | float | Общий ток нейтрали |
| 3 | Потребленная полная мощность | CONSSP | uint64\_t | Счетчик полной мощности |
| 4 | Коэффициент мощности | COSFIS | float | Коэффициент мощности системы |
| **Фазные параметры** | | | | |
|  | **Имя секции** | **PHASEA(B)(C)** | **Struct** | Одна из фаз |
| 1 | СКЗ напряжения | RMSV | float | Значение напряжения |
| 2 | СКЗ тока | RMSI | float | Значение тока |
| 3 | СКЗ активной мощности | RMSP | float | Значение мощности |
| 4 | СКЗ реактивной мощности | RMSRP | float | Значение реактивной мощности |
| 5 | Коэффициент мощности | COSFI | float | Cos Fi |
| 6 | Потребленная полная мощность | CONSSP | uint64\_t | Счетчик полной мощности |
| 7 | Потребленная активная мощность | CONSP | uint64\_t | Счетчик активной мощности |
| 8 | Потребленная реактивная мощность | CONSRP | uint64\_t | Счетчик реактивной мощности |

**Управление устройством**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Параметр** | **Имя атрибута** | **Тип** | **Направление** | **Определение** |
| **Управление входа/выхода** | | | | | |
|  | **Имя секции** | **DG\_IO** | **struct** |  |  |
| 1 | Цифровые выхода | SET\_OUT\_#n | bool | запись | Установить значение выхода где #n – номер выхода (1 – вкл. 0 – выкл.) |
| 2 | Цифровые входа | GET\_IN\_#n | bool | чтение | Получить значение входа где #n – номер входа (1 – вкл. 0 – выкл.) |
| **Управление Modbus RTU** | | | | | |
|  | **Имя секции** | **MB\_DATA** | **struct** |  |  |
| 1 | Адрес устройства Modbus | MB\_ADDR | uint16\_t | запись | Установить адрес устройства в сети Modbus |
| 2 | Адрес регистра  Modbus | MB\_REG | uint16\_t | запись | Установить адрес регистра |
| 3 | Команда Modbus | MB\_CMD | uint8\_t | запись | Номер команды устройства |
| 4 | Значение Modbus | MB\_VAL | uint16\_t | чтение | Возвращаемое значение регистра |
| Управление счетчиком | | | | | |
|  | **Имя секции** | **CNT\_CTRL** | **struct** |  |  |
|  | Параметр канал | CHANNEL | uint8\_t |  | Номер канала |
| 1 | Сброс P счетчиков | CNT\_RES\_P#n | bool | запись | Сбросить счетчики активной мощности #n - фаза |
| 2 | Сброс Q счетчиков | CNT\_RES\_Q#n | bool | запись | Сбросить счетчики реактивной мощности #n - фаза |

**Настроечные параметры**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Параметр** | **Имя атрибута** | **Тип** | **Определение** |
| **Настройка TCP/IP Ethernet** | | | | |
|  | **Имя секции** | **NET\_SET** | **struct** |  |
| 1 | IP адрес | NET\_IP | uint32\_t | Статический IP адрес устройства |
| 2 | Маска сети | NET\_MASK | uint32\_t | Маска подсети устройства |
| 3 | IP адрес шлюза | NET\_GATEIP | uint32\_t | Адрес роутера в сети |
| 4 | Адрес NTP | NET\_NTPD | строка | Доменное имя NTP шлюза |
| 5 | IP адрес DNS | DNS#n\_IP | uint32\_t | IP адрес DNS, где #n – номер DNS сервера |
| **Настройка MQTT** | | | | |
|  | **Имя секции** | **mqtt\_set** | **struct** |  |
| 1 | IP адрес MQTT | SERV#n\_IP | uint32\_t | IP адрес MQTT сервера #n – номер сервера |
| 2 | Адрес MQTT | SERV#n\_D | строка | Домен MQTT сервера #n – номер сервера |
| 3 | Номер активного сервера | SERV\_ACTN | uint8\_t | Номер активного сервера |
| 4 | Порт сокета | PORT | uint16\_t | Порт сервера (1883) |
| 5 | Логин MQTT | USER | строка | Имя пользователя |
| 6 | Пароль MQTT | PASS | строка | Пароль пользователя |
| **Настройка протокола EMS** | | | | |
|  | **Имя секции** | **EMS\_SET** |  |  |
| 1 | Период вывода | OUT\_PER | uint32\_t | Период вывода информации по каналам, сек. |