

AHF-PRO SVG-PRO

Aktiver Oberschwingungsfilter
Static Var Generator

MODBUS 2 Kommunikations-Protokoll V102



Inhalt

- 1. Gliederung..... 4
 - 1.1 Protokoll Überblick..... 4
 - 1.2 Referenz Standard..... 4
 - 1.3 Kommunikationsprotokoll 4
 - 1.4 Physikalische Schnittstelle..... 4
 - 1.5 Datenübertragungsrate 4
 - 1.6 Zeichenformat..... 4

- 2. Datentyp..... 5
 - 2.1 Integer..... 5
 - 2.2 Float..... 5

- 3. Kommunikation..... 5

- 4. Applikationsebene/Definition des Rahmenformats..... 6
 - 4.1 Datenverifizierung..... 6
 - 4.2 Funktionscode (vom Gerät unterstützt)..... 6

- 5. Request/Response - Detaillierte Informationen 8
 - 5.1 Erfassen von Statusinformationen und Alarminformationen..... 8
 - 5.2 Erfassen von analoge Daten..... 11
 - 5.3 Erfassen der Wellenform..... 13
 - 5.4 Histogramm erfassen..... 14
 - 5.5 Informationen des Herstellers lesen..... 14
 - 5.6 Informationen des Monitorherstellers lesen..... 15
 - 5.7 Parameter des Geräts lesen (Allgemeine Einstellungen)..... 15
 - 5.8 Parameter des Geräts lesen (Parameter des Phasenwinkel-Offsets) 18
 - 5.9 Parameter des Geräts lesen (Oberwellenkompensationsparameter) 18
 - 5.10 Parameter des Geräts abfragen (keine Initialisierung)..... 21
 - 5.11 Parameter des Geräts einstellen..... 21

- 6. Anhang I: Arbeitsmodus..... 22

- 7. Anhang II: CRC-Berechnungsfunktion..... 22

- 8. Anhang III: DSP-Modul-Kommunikation 23

1. Gliederung

1.1 Protokoll Überblick

Das MODBUS-Kommunikationsprotokoll ist ein Industriestandard-Protokoll. Die Kommunikation basiert auf der Master-Slave-Kommunikation. Der Host sendet eine Anfrage, danach führt der Slave Anfrage und Antwort aus.

Die Standards des MODBUS-Kommunikationsprotokolls werden in diesem Artikel nicht beschrieben; Einzelheiten finden Sie unter MODBUS-Kommunikationsprotokollstandards.

Anwendungsbereich

Dieses Protokoll gilt für Produkte der Serien AHF/SVG, für den Datenaustausch des DSP (digital signal processor) -Moduls mit dem Monitor und für den Datenaustausch des Monitors mit der Hintergrundsoftware.

1.2 Referenz Standard

MODBUS-RTU-Kommunikationsprotokoll-Standards

1.3 Kommunikationsprotokoll

Asynchrones serielles Protokoll UART

1.4 Physikalische Schnittstelle

- Zweidraht-RS485-Schnittstelle
- Ethernet-Schnittstelle

1.5 Datenübertragungsrate

Optional zwischen 9600/ 19200/ 38400 bps, Standard ist 19200 bps.

1.6 Zeichenformat

Der Übertragungsmodus ist asynchroner Modus; Halbduplex-Modus; Startbit enthält 1 Bit; Datenbit enthält 8 Bits; Stopbit enthält 1 Bit; keine Prüfung.

2. Datentyp

2.1 Integer

Das Speicherformat für Integer ist 2 Byte. Beim Senden werden zuerst die High-Bytes D15 bis D8 und dann die Low-Bytes D7 bis D0 übertragen.

2.2 Float

Das Float-Speicherformat besteht aus vier Bytes und verwendet das IEEE32-Bit-Standard-Fließkommaformat (Standardformat der Sprache C).
Erstes Sende-High-Byte D31 bis D24, zweites D23 bis D16, drittes D15 bis D8, letztes Sende-Low-Byte D7 bis D0.

3. Kommunikation

Die Kommunikation erfolgt im Master-Slave-Modus, dabei gibt es zwei Möglichkeiten:
entweder der Monitor ist der Host und das DSP-Modul der Slave
oder die Backstage-Software ist der Host und der Monitor der Slave.

Nachdem der Host die Anfrage gesendet hat, wartet er auf die Antwort des Slaves innerhalb von 100 ms. Wenn nach dem Timeout keine Antwort erfolgt oder eine Fehlerantwort empfangen wurde, wird der Kommunikationsvorgang als fehlerhaft betrachtet.

4. Applikationsebene/Definition des Rahmenformats

4.1 Datenverifizierung

Die zyklische Redundanzprüfung (CRC) ist ein Verfahren zur Bestimmung eines Prüfwerts für Daten, um Fehler bei der Übertragung oder Speicherung erkennen zu können. Im Idealfall kann das Verfahren sogar die empfangenen Daten selbständig korrigieren, um eine erneute Übertragung zu vermeiden. Hierbei verwendet die CRC verwendet 16 Bit (2 Byte). Der CRC-Inhalt wird an das Ende der Nachricht angehängt, zuerst in den Low-Bytes und dann in den High-Bytes (vgl. Kapitel „7. Anhang II: CRC-Berechnungsfunktion“ auf Seite 22).

4.2 Funktionscode (vom Gerät unterstützt)

Funktionscode	Funktionsbeschreibung
02	Lesen von Status- und Alarminformationen des Geräts
03, 04	Lesen von analogen Daten, Kurvenform, Histogramm und Informationen des Herstellers
16	Parameter im Gerät einstellen

4.2.1 Funktionscode 02

Request Frame:

Format	Adresse	Funktionscode	Status-Bit Start Adresse		Status Anzahl		Check
			High	Low	High	Low	
Byte	1	1	1	1	1	1	2

Der Adressbereich des Geräts ist 0 bis 247, die Standardadresse ist 1. 0xFF ist die Broadcast-Adresse.

Response Frame:

Format	Adresse	Funktionscode	Byte Anzahl	Data	Check
Byte	1	1	1	2

Beispiel, um alle 61 Status- und Alarm-Analogdaten zu erhalten:

TX: 01 02 00 00 00 3D B9 DB

RX: 01 02 08 00 00 00 00 00 00 00 00 C4 12

4.2.2 Function Code 03, 04

Request Frame:

Format	Adresse	Funktionscode	Register Start Adresse		Register Menge		Check
			High	Low	High	Low	
Byte	1	1	1	1	1	1	2

Response Frame:

Format	Adresse	Funktion Code	Byte Anzahl	Data	Check
Byte	1	1	1	2

Byte-Anzahl = Register-Anzahl * 2

Zum Beispiel, um die Daten des ersten Frames (50 analoge Daten) zu erhalten:

Tx: 01 04 00 00 00 64 F1 E1

Rx: 01 04 C8 xx xxxx... CRCL CRCH

xx bedeutet die Rückmeldedaten. CRCL: Prüfcode (Low-Bytes). CRCH: Prüfcode (High-Bytes)

4.2.3 Function Code 16**Request Frame:**

Format	Adresse	Funktionscode	Register Start Adresse		Register Anzahl		Data Bytes	Data	Check
			High	Low	High	Low			
Byte	1	1	1	1	1	1	1	2

Response Frame:

Format	Adresse	Funktionscode	Register Start Adresse		Register Anzahl		Check
			High	Low	High	Low	
Byte	1	1	1	1	1	1	2

Beispiel

- Einstellen der Betriebsart als „Constant Q“
Tx:01 10 20 1c00 02 04 41 40 00 00 7E DF
Rx:01 10 20 1c 00 02 8BCE
- Einstellen der Konstanten Blindleistung als 300 (300 kvar induktive Ausgangsleistung)
Tx:01 10 20 54 00 02 04 43 96 00 00 9B 09
Rx:01 10 20 54 00 02 0B D8

4.2.4 Fehlercode**Request Frame:**

Format	Adresse	Funktionscode	Fehlercode	Check
Byte	1	1	1	2

Fehlercode = Funktionscode + 0x80

Fehlercode

- 01 Funktionscode Fehler
- 02 Adressefehler
- 03 Datenfehler
- 04 Gerätefehler
- 05 Bestätigen
- 06 aktiv

5. Request/Response - Detaillierte Informationen

5.1 Erfassen von Statusinformationen und Alarminformationen

Funktionscode = 02

Status-Startadresse = 0x0000

Status-Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung	Daten-Attribute
0x0000	1	Initialize flag	0: no Initialization, 1: Initialization	
0x0001	1	Running status	0: Standby 1: Run	
0x0002	1	Reserved		
0x0003	1	Reserved		
0x0004	1	Reserved		
0x0005	1	Reserved		
0x0006	1	Reserved		
0x0007	1	Reserved		
0x0008	1	Reserved		
0x0009	1	Reserved		
0x000A	1	Reserved		
0x000B	1	Reserved		
0x000C	1	Reserved		
0x000D	1	Reserved		
0x000E	1	Reserved		
0x000F	1	Reserved		
0x0010	1	Dry contact output 1	0: Lowlevel 1: Highlevel	
0x0011	1	Dry contact output 2	0: Lowlevel 1: Highlevel	
0x0012	1	Dry contact output 3	0: Lowlevel 1: Highlevel	
0x0013	1	Dry contact output 4	0: Lowlevel 1: Highlevel	
0x0014	1	Dry contact output 5	0: Lowlevel 1: Highlevel	
0x0015	1	Dry contact output 6	0: Lowlevel 1: Highlevel	
0x0016	1	Dry contact output 7	0: Lowlevel 1: Highlevel	
0x0017	1	Dry contact output 8	0: Lowlevel 1: Highlevel	
0x0018	1	Lightning arrester failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0019	1	Reserved		
0x001A	1	Reserved		

Status-Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung	Daten-Attribute
0x001B	1	Reserved		
0x001C	1	Reserved		
0x001D	1	Reserved		
0x001E	1	Reserved		
0x001F	1	Reserved		
0x0020	1	Reserved		
0x0021	1	Reserved		
0x0022	1	Reserved		
0x0023	1	Reserved		
0x0024	1	Reserved		
0x0025	1	Reserved		
0x0026	1	Reserved		
0x0027	1	Reserved		
0x0028	1	Inverter short-circuit failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0029	1	Output current abnormal	0: Normal 1: Abnormal	
0x002A	1	Auxiliary power failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x002B	1	Fuse failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x002C	1	Fan failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x002D	1	Inverter over-temperature	0: Normal 1: Abnormal	
0x002E	1	CT ratio setting failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x002F	1	Inverter overload failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0030	1	System failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0031	1	Input frequency abnormal	0: Normal 1: Abnormal	
0x0032	1	Input voltage abnormal	0: Normal 1: Abnormal	
0x0033	1	Input phase reverse	0: Normal 1: Abnormal	
0x0034	1	Control software compatibility failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0035	1	Controller parameter setting failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0036	1	Monitoring parameter setting failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0037	1	Capacity reading failure	0: Normal 1: Abnormal	

Status-Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung	Daten-Attribute
0x0038	1	Emergency stop	0: Normal 1: Abnormal	
0x0039	1	Busbar differential abnormal	0: Normal 1: Abnormal	
0x003A	1	CT current zero point calibration failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x003B	1	Module communication failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x003C	1	Module software compatibility failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x003D	1	Capacitor over-current	0: Normal 1: Abnormal	
0x003E	1	Soft-starter failure	0: normal, 1: abnormal	
0x003F	1	Sync signal failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0040	1	Grid voltage sampling failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0041	1	Hall censor failure	0: Normal 1: Abnormal	
0x0042	1	Busbar sampling failure	0: normal, 1: abnormal	
0x0043	1	Air switch abnormal disconnect	0: Normal 1: Abnormal	
0x0044	1	Electric operating mechanism failed to connect	0: Normal 1: Abnormal	
0x0045	1	Electric operating mechanism failed to disconnect	0: Normal 1: Abnormal	
0x0046	1	Output current unbalance	0: Normal 1: Abnormal	
0x0047	1	Harmonics exceed limits	0: Normal 1: Abnormal	
0x0048	1	Over-temperature under low load rate	0: Normal 1: Abnormal	

5.2 Erfassen von analoge Daten

Funktionscode = 03, 04

Register-Startadresse= 0x0000

Register Adresse	Byte	Beschreibung	Einheit	Daten-Attribute
0x0000	4	L1 Load Current	A	
0x0002	4	L2 Load Current	A	
0x0004	4	L3 Load Current	A	
0x0006	4	L1 Load THDI	%	
0x0008	4	L2 Load THDI	%	
0x000A	4	L3 Load THDI	%	
0x000C	4	L1 Load Power Factor		
0x000E	4	L2 Load Power Factor		
0x0010	4	L3 Load Power Factor		
0x0012	4	L1 Inductor Current	A	
0x0014	4	L2 Inductor Current	A	
0x0016	4	L3 Inductor Current	A	
0x0018	4	L1 Grid Apparent Power	kVA	
0x001A	4	L2 Grid Apparent Power	kVA	
0x001C	4	L3 Grid Apparent Power	kVA	
0x001E	4	L1 Active Power	kW	
0x0020	4	L2 Active Power	kW	
0x0022	4	L3 Active Power	kW	
0x0024	4	N Line Grid Current	A	
0x0026	4	N Line Load Current	A	
0x0028	4	L1 Grid Current	A	
0x002A	4	L2 Grid Current	A	
0x002C	4	L3 Grid Current	A	
0x002E	4	L1 Grid THDI	%	
0x0030	4	L2 Grid THDI	%	
0x0032	4	L3 Grid THDI	%	
0x0034	4	L1 Grid Power Factor		
0x0036	4	L2 Grid Power Factor		
0x0038	4	L3 Grid Power Factor		
0x003A	4	Temperature 1	°C	
0x003C	4	Temperature 2	°C	
0x003E	4	Temperature 3	°C	

Register Adresse	Byte	Beschreibung	Einheit	Daten-Attribute
0x0040	4	L1 Grid Reactive Power	kVar	
0x0042	4	L2 Grid Reactive Power	kVar	
0x0044	4	L3 Grid Reactive Power	kVar	
0x0046	4	L1 Grid COSPHI		
0x0048	4	L2 Grid COSPHI		
0x004A	4	L3 Grid COSPHI		
0x004C	4	L1 Load Reactive Power	kVar	
0x004E	4	L2 Load Reactive Power	kVar	
0x0050	4	L3 Load Reactive Power	kVar	
0x0052	4	L1 Comp Current	A	
0x0054	4	L2 Comp Current	A	
0x0056	4	L3 Comp Current	A	
0x0058	4	L1 Comp Current Load Rate	%	
0x005A	4	L2 Comp Current Load Rate	%	
0x005C	4	L3 Comp Current Load Rate	%	
0x005E	4	Temperature 4	°C	
0x0060	4	Temperature 5	°C	
0x0062	4	Temperature 6	°C	
0x0064	4	L1 Load Apparent Power	kVA	
0x0066	4	L2 Load Apparent Power	kVA	
0x0068	4	L3 Load Apparent Power	kVA	
0x006A	4	L1 Load Active Power	kW	
0x006C	4	L2 Load Active Power	kW	
0x006E	4	L3 Load Active Power	kW	
0x0070	4	L1 Load COSPHI		
0x0072	4	L2 Load COSPHI		
0x0074	4	L3 Load COSPHI		
0x0076	4	L1 Grid Voltage	V	
0x0078	4	L2 Grid Voltage	V	
0x007A	4	L3 Grid Voltage	V	
0x007C	4	L1 Grid Frequency	Hz	
0x007E	4	L2 Grid Frequency	Hz	
0x0080	4	L3 Grid Frequency	Hz	
0x0082	4	L1 Grid THDU	%	

Register Adresse	Byte	Beschreibung	Einheit	Daten-Attribute
0x0084	4	L2 Grid THDU	%	
0x0086	4	L3 Grid THDU	%	
0x0088	4	Config Variable 1		
0x008A	4	Config Variable 2		
0x008C	4	Config Variable 3		
0x008E	4	Config Variable 4		
0x0090	4	Config Variable 5		
0x0092	4	Config Variable 6		
0x0094	4	Operation Time	Sec	
0x0096	4	Over 50% Load Operation Time	Sec	
0x0098	4	Below 50% Load Operation Time	Sec	
0x009A	4	Positive DC Bus Voltage	V	
0x009C	4	Negative DC Bus Voltage	V	
0x009E	4	Inductor Temperature	°C	
0x00A0	4	Capacitance Current	0.01A	

5.3 Erfassen der Wellenform

Funktionscode = 03, 04

Register-Startadresse = 0x0500

Eine vollständige Wellenform besteht aus 128 Punkten. Ein Byte repräsentiert den Wert eines Punktes. 128 Punkte werden benötigt, um eine vollständige Wellenform zu zeichnen. Die Daten werden von niedrig nach hoch übertragen, wobei das erste Byte den ersten Punkt darstellt usw.

Register Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung	Daten-Attribute
0x0500	128	L1 Voltage Waveform		
0x0540	128	L2 Voltage Waveform		
0x0580	128	L3 Voltage Waveform		
0x05C0	128	L1 Load Current Waveform		
0x0600	128	L2 Load Current Waveform		
0x0640	128	L3 Load Current Waveform		
0x0680	128	L1 Comp Current Waveform		
0x06C0	128	L2 Comp Current Waveform		
0x0700	128	L3 Comp Current Waveform		
0x0740	128	L1 Grid Current Waveform		
0x0780	128	L2 Grid Current Waveform		
0x07C0	128	L3 Grid Current Waveform		

5.4 Histogramm erfassen

Funktionscode = 03, 04

Register-Startadresse = 0x0B00

Ein komplettes Histogramm besteht aus 50 Punkten, wobei ein Byte den Wert eines Punktes repräsentiert, er muss nur einmal übertragen werden. Die Daten werden von niedrig nach hoch übertragen, wobei das erste Byte den ersten Punkt repräsentiert, und so weiter.

Register Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung	Daten-Attribute
0x0B00	80	L1 THDU Histogram		
0x0B28	80	L2 THDU Histogram		
0x0B50	80	L3 THDU Histogram		
0x0B78	80	L1 Load THDI Histogram		
0x0BA0	80	L2 Load THDI Histogram		
0x0BC8	80	L3 Load THDI Histogram		
0x0BF0	80	L1 Grid THDI Histogram		
0x0C18	80	L2 Grid THDI Histogram		
0x0C40	80	L3 Grid THDI Histogram		

5.5 Informationen des Herstellers lesen

Funktionscode = 03, 04

Register Start Adresse = 0x1000

Register Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung
0x1000	2	Protocol Version	In dezimal form E.g. 100 means V100 protocol.
0x1001	2	Software Version	In decimal form upper 12 bits represent main version lower 4 bits represent branch version. E.g. 0x0641 means that main version is 100 and branch version is 01
0x1002	2	Device Address	1 ... 247
0x1003	2	Reserved	

5.6 Informationen des Monitorherstellers lesen

Funktionscode 03, 04

RegisterStartadresse = 0x1200

Register Adresse	Byte	Name	Bemerkung
0x1200	2	Protocol Version	In decimal form E.g. 100 means V100 protocol.
0x1201	2	Software Version	In decimal form upper 12bits represent main version lower 4 bits represent branch version. E.g. 0x0641 means that main version is 100 and branch version is 01
0x1202	2	Device Address	1 ~ 247
0x1203	2	Reserved	In decimal form 0: APF; 1: SVG; 2: ASVG; 3: SVG600
0x1204	2	Dry contact input	From low to high, every bit respectively represents dry contact input 1, dry contact input 2 and so on. 1: High level 0: Low level
0x1205	2	Dry contact output	From low to high, every bit respectively represents dry contact output 1, dry contact output 2 and so on. 1: High level 0: Low level

5.7 Parameter des Geräts lesen (Allgemeine Einstellungen)

Funktionscode = 03, 04

Register-Startadresse = 0x2000

Register-Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung
Initialisierung			
0x2000	4	Number of Slave	[1-10] Default: 1
0x2002	4	CT ratio	[0, 30000] Default: 300 (Module rebooting after setting)
0x2004	4	External transformer ratio	[0, 1.75] Default: 1.0 (Module rebooting after setting)
0x2006	4	Parallel Machine Capacity	[10, 30000] Default: 25 (Module rebooting after setting)
0x2008	4	Reserved	
0x200A	4	Reserved	
0x200C	4	Harmonic Compensation Rate	[0.01, 1] Default: 1
0x200E	4	Target Power Factor	[-1, 1] Default: 1
0x2010	4	Reserved	
0x2012	4	Reserved	
0x2014	4	Reserved	
0x2016	4	Reserved	
0x2018	4	Reserved	
0x201A	4	Reserved	

Register-Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung
Initialisierung			
0x201C	4	Working Mode	Default: 0 (Harmonic Compensation) For details, please refer to Appendix II.
0x201E	4	Power On Mode	0: Auto 1: Manual Default: 1
0x2020	4	Compensation Mode	0: Intelligent 1: Sequential 2: All Default: 1 (Module rebooting after setting)
0x2022	4	CT location	0: Grid 1: Load Default: 1 (Module rebooting after setting)
0x2024	4	Network Wiring Configuration	0: 3P4W 1: 3P3W Default: 0 (Module rebooting after setting)
0x2026	4	Reserved	
0x2028	4	CT Secondary Wiring	0: Series 1: Parallel Default: 0 (Module rebooting after setting)
0x202A	4	Reserved	
0x202C	4	Inductance Current Calibration Process	0: Capacitive Current Calibration 1: Inductive Current Calibration Default: 0 (Module rebooting after setting)
0x202E	4	Input Frequency Level	0: 50Hz 1: 60Hz Default: 50Hz
0x2030	4	PPL Enable	1: Disable 0: Enable Default: 1
0x2032	4	Input Current Abnormal Enable	1: Disable 0: Enable Default: 1
0x2034	4	Reserved	
0x2036	4	Temperature Derating Enable	1: Disable 0: Enable Default: 1
0x2038	4	Capacitive Reactive Power Compensation Enable	1: Disable 0: Enable Default: 1
0x203A	4	Reserved	
0x203C	4	Reserved	
0x203E	4	Grid Voltage Adjustment Enable	1: Disable 0: Enable Default: 1
0x2040	4	Reserved	
0x2042	4	Reserved	
0x2044	4	Reserved	
0x2046	4	Target voltage	[100, 700] Default: 230
0x2048	4	Reserved	
0x204A	4	Reserved	

Register-Adresse	Byte	Beschreibung	Bemerkung
Initialisierung			
0x204C	4	Reserved	
0x204E	4	Reserved	
0x2050	4	Reserved	
0x2052	4	Reserved	
0x2054	4	Constant reactive	[-3000.0, 3000.0] Default: 1 Accuracy: 0.1
0x2056	4	Voltage Upper Limit (%)	[0, 20%] Default: 7%
0x2058	4	Voltage Lower Limit (%)	[-20%,0] Default: 10%
0x205A	4	Reserved	
0x205C	4	THDu Limit (%)	[0, 50] Default: 0
0x205E	4	Unbalance Limit	[0, 1] Default: 0
0x2060	4	Reactive Power Tracking Control Value	[-3000.0, 3000.0] Default: 0 Keep one decimal place
0x2062	4	Reserved	
0x2064	4	Reserved	
0x2066	4	Reserved	
0x2068	4	Reserved	
0x206A	4	Low Load Energy-saving Shutdown Mode	[0.0, 100.0] (0 means disable) Default: 0 Keep one decimal place.
0x206C	4	Reserved	
0x206E	4	Reserved	

5.8 Parameter des Geräts lesen (Parameter des Phasenwinkel-Offsets)

Funktionscode = 03, 04

Register-Startadresse = 0x2500

Register-Adresse	Byte	Name	Bemerkung
Initialisierung			
0x2500	4	Fundamental phase angle offset	[-40, 40] Accuracy: 0.1 Default: 0
0x2502	4	3 rd Harmonic phase angle offset	[-180, 180] Accuracy: 0.1 Default: 0
0x2504	4	5 th Harmonic phase angle offset	[-180, 180] Accuracy: 0.1 Default: 0
0x2506	4	7 th Harmonic phase angle offset	[-180, 180] Accuracy: 0.1 Default: 0
0x2508	4	9 th Harmonic phase angle offset	[-180, 180] Accuracy: 0.1 Default: 0
0x250A	4	11 th Harmonic phase angle offset	[-180, 180] Accuracy: 0.1 Default: 0
0x250C	4	13 th Harmonic phase angle offset	[-180, 180] Accuracy: 0.1 Default: 0

5.9 Parameter des Geräts lesen (Oberwellenkompensationsparameter)

Funktionscode = 03, 04

Register-Startadresse = 0x2A00

Register-Adresse	Byte	Name	Bemerkung
Initialisierung			
0x2A00	4	2 nd Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A02	4	3 rd Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A04	4	4 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A06	4	5 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A08	4	6 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A0A	4	7 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A0C	4	8 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A0E	4	9 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A10	4	10 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A12	4	11 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A14	4	12 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0

Register-Adresse	Byte	Name	Bemerkung
Initialisierung			
0x2A16	4	13 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A18	4	14 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A1A	4	15 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A1C	4	16 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A1E	4	17 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A20	4	18 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A22	4	19 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A24	4	20 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A26	4	21 st Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A28	4	22 nd Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A2A	4	23 rd Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A2C	4	24 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A2E	4	25 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A30	4	26 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A32	4	27 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A34	4	28 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A36	4	29 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A38	4	30 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A3A	4	31 st Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A3C	4	32 nd Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A3E	4	33 rd Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A40	4	34 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A42	4	35 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A44	4	36 th Harmonic compensation de-gree	[0, 110] Default: 0
0x2A46	4	37 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0

Register-Adresse	Byte	Name	Bemerkung
Initialisierung			
0x2A48	4	38 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A4A	4	39 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A4C	4	40 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A4E	4	41 st Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A50	4	42 nd Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A52	4	43 rd Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A54	4	44 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A56	4	45 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A58	4	46 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A5A	4	47 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A5C	4	48 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A5E	4	49 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A60	4	50 th Harmonic compensation degree	[0, 110] Default: 0
0x2A62	4	Reserved	
0x2A64	4	Reserved	
0x2A66	4	Reserved	
0x2A68	4	Reserved	
0x2A6A	4	Reserved	
0x2A6C	4	Reserved	
0x2A6E	4	Reserved	
0x2A70	4	Reserved	
0x2A72	4	Reserved	
0x2A74	4	Reserved	
0x2A76	4	Reserved	

5.10 Parameter des Geräts abfragen (keine Initialisierung)

Funktionscode = 03, 04

Register-Startadresse = 0x2C00

Endadresse = 0x30ff

Register-Adresse	Byte	Name	Bemerkung
No Initialisierung			
0x2C00	4	L1 Input Voltage Calibration	Greater than 0
0x2C02	4	L2 Input Voltage Calibration	Greater than 0
0x2C04	4	L3 Input Voltage Calibration	Greater than 0
0x2C06	4	Reserved	Greater than 0
0x2C08	4	L1 Inductance Current Calibration	Greater than 0
0x2C0A	4	L2 Inductance Current Calibration	Greater than 0
0x2C0C	4	L3 Inductance Current Calibration	Greater than 0
0x2C0E	4	L1 CT Current Calibration	Greater than 0
0x2C10	4	L2 CT Current Calibration	Greater than 0
0x2C12	4	L3 CT Current Calibration	Greater than 0
0x2C14	4	L1 Inverter Current Calibration	Greater than 0
0x2C16	4	L2 Inverter Current Calibration	Greater than 0
0x2C18	4	L3 Inverter Current Calibration	Greater than 0
0x2C1A	4	Clear Fault	Pass 1
0x2C1C	4	CT Zero Point Calibration Enable	Pass 1 (Module rebooting after setting)
0x2C1E	4	Power On	Pass 1
0x2C20	4	Power Off	Pass 1
0x2c22	4	Reserved	
0x2c24	4	Reserved	
0x2c26	4	Reserved	

5.11 Parameter des Geräts einstellen

Der Parameter wird durch einen 4 Byte langen Fließkommawert dargestellt. Daher wird der Funktionscode 16 verwendet, um einen einzelnen Parameter und eine Vielzahl von Parametern einzustellen, einschließlich allgemeiner Parameter, Phasenwinkel-Offset-Parameter, Oberwellenkompensationsparameter (keine Initialisierungsparameter).

6. Anhang I: Arbeitsmodus

Die Geräte haben verschiedene Arbeitsmodi.

H: Oberwellenkompensation; Q: Blindleistungskompensation; B: Lastausgleich

Gerät	Arbeitsmodus
AHF	0: H; 1: H+Q; 2: H+Q+B; 3: Auto-aging; 4: H+B+Q; 5: H+B; 6: Q+H; 7: Q+H+B; 8: Q+B+H; 9: B+H; 10: B+H+Q; 11: B+Q+H
SVG	1: Q; 2: Q+B; 3: Auto-aging; 4: B+Q; 5: B; 12: Constant Q

7. Anhang II: CRC-Berechnungsfunktion

Parameter übergeben:

Puffer: Array-Zeiger

Länge: Datenlänge

Rückgabewert: 16 bit CRC

```

unsigned short calculateCRC16(const unsigned char * buffer, int length)
{
    unsigned short InitCrc = 0xffff;
    unsigned short Crc = 0;
    inti = 0;
    int j = 0;
    if ((buffer == 0) || (length <= 0))
    {
        return 0;
    }

    for(i=0; i<length; i++)
    {
        InitCrc ^= buffer[i];
        for(j=0; j<8; j++)
        {
            Crc = InitCrc;
            InitCrc>>= 1;
            if(Crc&0x0001)
                InitCrc ^= 0xa001;
        }
    }

    return InitCrc;
}

```

8. Anhang III: DSP-Modul-Kommunikation

- Bei analogen Daten sollten nicht mehr als 50 Daten pro Frame übertragen werden. Wenn im letzten Frame weniger als 50 Daten vorhanden sind, kann dieser entsprechend der tatsächlichen Anzahl genommen werden.
- Die Parametereinstellung unterstützt die Einstellung eines einzelnen und auch mehrerer Parameter. Für die Einstellung mehrerer Parameter muss Folgendes festgelegt werden:
 - Startadresse
 - bis zu 60 Daten pro Frame (entsprechend der Klassifizierung allgemeine Parameter, Phasenwinkel-Offset-Parameter, Oberwellenkompensationsparameter, keine Initialisierungsparameter)Wenn im letzten Frame weniger als 60 Daten vorhanden sind, kann dieser entsprechend der tatsächlichen Anzahl genommen werden.
- Die Histogramm Daten aller drei Phasen werden auf einmal gelesen.
- Die Baudrate der Modulkommunikation ist fest auf 19200 bps eingestellt.