

Softwarebeschreibung Modbus RTU

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung der Standardsoftware der Modbus-RTU-Module:

Allgemein geltende Kommandos	3
MR-DO4 / MR-DOA4	6
MR-TO4	10
MR-DI4 / MR-DI4-IP	14
MR-DI10	15
MR-SI4	16
MR-DIO4/2 / MR-DIO4/2S MR-DIO4/2-IP	21
MR-TP	33
MR-AO4	41
MR-AOP4	43
MR-AI8	45
MR-CI4	53
MR-AIO4/2-IP	54
MR-SM3	73
MR-Multi I/O 12DI/7AI/2AO/8DO	80
MR-LD6	95

Allgemein geltende Kommandos

Bitrate einstellen über Modbus-Kommando

Parität und Bitrate haben die gleichen Werte wie bei der Einstellung über die Adressschalter. Wenn Parität oder Bitrate 0 ist, erfolgt keine Einstellung und Speicherung. Der Registerinhalt wird im EEPROM gespeichert.

Modbus-Funktion "06 (0x06) Write Single Register" Modbus-Funktion "16 (0x10) Write Multiple Registers"

Anforderung

Gültige Register Adresse 0x41 (65)

Gültiger Register Wert 2 Bytes

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0x53								Parität				Bitrate			

Bit 15-8: Magic-Number 0x53 = 83 zum Schutz vor versehentlichem Schreiben. Nur mit dieser Nummer wird das Kommando weiter ausgewertet.

Bit 7-4	1	2	3
Parität	even	odd	none

Bit 3-0	1	2	3	4	5	6	7	8
Bitrate	1200	2400	4800	9600	19200	38400	57600	115200

Rückmeldung

Echo der Anforderung

Beispiel für einen Frame:

Slave-Adresse	0x12	Drehschalter-Einstellung (18)
Funktion	0x06	Write Single Register
Register-Adresse Hi	0x00	
Register-Adresse Lo	0x41	Bitrate und Parität (65)
Register-Inhalt Hi	0x53	Magic-Number
Register-Inhalt Lo	0x15	Parity Even, 19200 Bit/s

Alle Geräte können mit einem Broadcast-Kommando (Slave-Adresse 0x00) gleichzeitig umgeschaltet werden. Davon wird aber abgeraten, weil es zu Problemen führen kann:

- Geräte von anderen Herstellern haben an dieser Adresse eventuell ein Register für einen anderen Zweck, das dann falsch bedient wird.

Es gibt keine Rückmeldung von den einzelnen Geräten. Die Steuerung kann also nicht sofort erkennen, ob das Kommando richtig angekommen ist.

Sicherer ist es, jedes Gerät einzeln anzusprechen und umzuschalten. Das Gerät antwortet dann noch mit der alten Einstellung von Parität und Bitrate. Erst danach wird umgeschaltet. Die Antwort kann bei gestörtem Bus allerdings verloren gehen.

Nach dem Umschalten aller Geräte sollte die Kommunikation überprüft werden. Dazu ist jede Funktion der Geräte geeignet, die eine Rückmeldung liefert. Wenn dafür eine einheitliche Funktion verwendet werden soll, die unabhängig von der Prozess-Peripherie ist, eignet sich die Funktion „Diagnostic“, Subfunktion „Return Query Data“, die die gesendeten Daten zurück schickt.

Wenn bei einem Gerät nicht bekannt ist, welche Bitrate und Parität eingestellt ist, kann man es nacheinander mit allen Kombinationen von Bitrate und Parität ansprechen, bis es antwortet. Die wahrscheinlichsten Kombinationen sollten dabei zuerst probiert werden. Die niedrigeren Bitraten sollten zuletzt probiert werden, weil sie länger dauern.

Test des Kommunikationssystems**Modbus-Funktion "08 (0x08) Diagnostics "****Unterfunktion "0 (0x0000) Return Query Data"**

Datenfeld beliebig

Rückmeldung: Echo der Anforderung

Unterfunktion "1 (0x0001) Restart Communication Option"

Datenfeld 0x0000 or 0xFF00

Rückmeldung: Echo der Anforderung

Aktion: Löscht alle Fehlerzähler und startet das Gerät neu

Unterfunktion "4 (0x0004) Force Listen Only Mode"

Datenfeld 0x0000

Keine Rückmeldung

Aktion: Keine Rückmeldung mehr bis zu einem Geräteset oder bis zur Ausführung der Funktion 08 Unterfunktion 01

Unterfunktion "10 (0x000A) Clear Counters"

Datenfeld 0x0000

Rückmeldung: Echo der Anforderung

Aktion: Löscht alle Fehlerzähler

Unterfunktion "11 (0x000B) Return Bus Message Count"

Datenfeld 0x0000

Rückmeldung: Anzahl der Nachrichten, die das Gerät auf dem Kommunikationssystem seit seinem letzten Neustart, Zähler löschen oder Powerup erkannt hat.

Unterfunktion "12 (0x000C) Return Bus Communication Error Count"

Datenfeld 0x0000

Rückmeldung: Anzahl der Fehler, die das Gerät auf dem Kommunikationssystem seit seinem letzten Neustart, Zähler löschen oder Powerup erkannt hat (CRC Fehler, Framelänge < 3 Bytes, Pritäts- oder Framingfehler)

Unterfunktion "13 (0x000D) Return Bus Exception Error Count"

Datenfeld 0x0000

Rückmeldung: Anzahl der Modbus Fehlerrückmeldungen die das Gerät seit seinem letzten Neustart, Zähler löschen oder Powerup zurückgemeldet hat.

Unterfunktion "14 (0x000E) Return Slave Message Count"

Datenfeld 0x0000

Rückmeldung: Anzahl der Nachrichten, die an das Gerät oder per Broadcast gerichtet und verarbeitet wurden, seit seinem letzten Neustart, Zähler löschen oder Powerup.

Unterfunktion "15 (0x000F) Return Slave No Response Count"

Datenfeld 0x0000

Rückmeldung: Anzahl der Nachrichten, die das Gerät erhalten hat und für die es seit seinem letzten Neustart, Zähler löschen oder Powerup keine Rückmeldung geschickt hat (weder eine normale Rückmeldung noch eine Sonderrückmeldung (exception response))

MR-DO4 / MR-DOA4

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion „01 (0x01) Read Coils“

Anforderung

Gültige Startadresse	0 .. 7
* für MR-DOA4 Adresse	4 .. 7 = 0
Gültige Anzahl Ausgänge	1 .. 8

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	1
Status der Ausgänge	Bit0 .. Bit7

Bit	Information
0	0 = Status Relais 1 AUS
	1 = Status Relais 1 EIN
1	0 = Status Relais 2 AUS
	1 = Status Relais 2 EIN
2	0 = Status Relais 3 AUS
	1 = Status Relais 3 EIN
3	0 = Status Relais 4 AUS
	1 = Status Relais 4 EIN
4*	0 = Relais 1 über den Bus geschalten
	1 = Relais 1 manuell geschalten
5*	0 = Relais 2 über den Bus geschalten
	1 = Relais 2 manuell geschalten
6*	0 = Relais 3 über den Bus geschalten
	1 = Relais 3 manuell geschalten
7*	0 = Relais 4 über den Bus geschalten
	1 = Relais 4 manuell geschalten

Modbus-Funktion "05 (0x05) Write Single Coil"

Anforderung

Gültige Adresse für die Ausgänge 0 .. 3
 Gültiger Wert 0x0000 oder 0xFF00

Rückmeldung

Echo der Anforderung

Modbus-Funktion "15 (0x0F) Write Multiple Coils"

Anforderung

Gültige Startadresse 0 .. 3
 Gültige Anzahl der Ausgänge 1 .. 4
 Gültige Anzahl an Bytes 1
 Gültiger Wert 0 oder 1 in Bit0 .. Bit3

Bit	Information
0	0 = Status Relais 1 AUS
	1 = Status Relais 1 EIN
1	0 = Status Relais 2 AUS
	1 = Status Relais 2 EIN
2	0 = Status Relais 3 AUS
	1 = Status Relais 3 EIN
3	0 = Status Relais 4 AUS
	1 = Status Relais 4 EIN

Rückmeldung

Funktionscode, Startadresse, Anzahl der Ausgänge

Modbus-Funktion "03 (0x03) Read Holding Registers"

Anforderung

Gültige Register Startadresse 0..1 oder 66
 Gültige Anzahl an Register 2 oder 1

Rückmeldung

Funktionscode, Anzahl der Bytes, Register Wert

Werte Register 0:

Bit	Information
0	0 = Status Relais 1 AUS
	1 = Status Relais 1 EIN
1	0 = Status Relais 2 AUS
	1 = Status Relais 2 EIN
2	0 = Status Relais 3 AUS
	1 = Status Relais 3 EIN
3	0 = Status Relais 4 AUS
	1 = Status Relais 4 EIN
4	0 = Relais 1 über den Bus geschalten
	1 = Relais 1 manuell geschalten
5	0 = Relais 2 über den Bus geschalten
	1 = Relais 2 manuell geschalten
6	0 = Relais 3 über den Bus geschalten
	1 = Relais 3 manuell geschalten
7	0 = Relais 4 über den Bus geschalten
	1 = Relais 4 manuell geschalten

Werte Register 1:

Bit	Information
0	0 = Relais 1 AUS - Zustand nach einem Reset oder bei Kommunikationsausfall
	1 = Relais 1 EIN - Zustand nach einem Reset oder bei Kommunikationsausfall
1	0 = Relais 2 AUS - Zustand nach einem Reset oder bei Kommunikationsausfall
	1 = Relais 2 EIN - Zustand nach einem Reset oder bei Kommunikationsausfall
2	0 = Relais 3 AUS - Zustand nach einem Reset oder bei Kommunikationsausfall
	1 = Relais 3 EIN - Zustand nach einem Reset oder bei Kommunikationsausfall
3	0 = Relais 4 AUS - Zustand nach einem Reset oder bei Kommunikationsausfall
	1 = Relais 4 EIN - Zustand nach einem Reset oder bei Kommunikationsausfall

Werte Register 66:

Zeiteinstellung für die Kommunikationsüberwachung mit einer Auflösung von 10 ms.
 Registerwert= 0 (0x0000) (Werkseinstellung): keine Kommunikationsüberwachung.
 Registerwert= 0x0001 bis 0xFFFF => 0,01 bis 655,35 Sekunden = 10,9 Minuten

Modbus-Funktion "06 (0x06) Write Single Register"

Anforderung

Gültige Register Adresse	0 oder 1 oder 66
Register Wert	Bits 0 – 3 entsprechend der Tabellen oben

Rückmeldung

Echo der Anforderung

Modbus-Funktion "16 (0x10) Write Multiple Registers"

Anforderung

Gültige Register Startadresse	0 oder 1 oder 66
Gültige Anzahl an Register	1 oder 2
Gültige Anzahl an Bytes	Anzahl an Register x 2 Byte
Register Werte	Bits 0 – 3 entsprechend der Tabellen oben

Rückmeldung

Funktionscode, Register Startadresse, Anzahl der Register

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x06
Objekt Wert	"MR-DO4"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V1.4"

MR-TO4

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion „01 (0x01) Read Coils“

Anforderung

Gültige Startadresse	0 .. 7
Gültige Anzahl Ausgänge	1 .. 8

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	1
Status der Ausgänge	Bit0 .. Bit7

Bit	Information
0	0 = Status Triac 1 AUS
	1 = Status Triac 1 EIN
1	0 = Status Triac 2 AUS
	1 = Status Triac 2 EIN
2	0 = Status Triac 3 AUS
	1 = Status Triac 3 EIN
3	0 = Status Triac 4 AUS
	1 = Status Triac 4 EIN
4*	0 = Triac 1 über den Bus geschalten
	1 = Triac 1 manuell geschalten
5*	0 = Triac 2 über den Bus geschalten
	1 = Triac 2 manuell geschalten
6*	0 = Triac 3 über den Bus geschalten
	1 = Triac 3 manuell geschalten
7*	0 = Triac 4 über den Bus geschalten
	1 = Triac 4 manuell geschalten

Modbus-Funktion "05 (0x05) Write Single Coil"

Anforderung

Gültige Adresse für die Ausgänge 0 .. 3
 Gültiger Wert 0x0000 oder 0xFF00

Rückmeldung

Echo der Anforderung

Modbus-Funktion "15 (0x0F) Write Multiple Coils"

Anforderung

Gültige Startadresse 0 .. 3
 Gültige Anzahl der Ausgänge 1 .. 4
 Gültige Anzahl an Bytes 1
 Gültiger Wert 0 oder 1 in Bit0 .. Bit3

Bit	Information
0	0 = Status Triac 1 AUS
	1 = Status Triac 1 EIN
1	0 = Status Triac 2 AUS
	1 = Status Triac 2 EIN
2	0 = Status Triac 3 AUS
	1 = Status Triac 3 EIN
3	0 = Status Triac 4 AUS
	1 = Status Triac 4 EIN

Rückmeldung

Funktionscode, Startadresse, Anzahl der Ausgänge

Modbus-Funktion "03 (0x03) Read Holding Registers"
Modbus-Funktion "06 (0x06) Write Single Register"
Modbus-Funktion "16 (0x10) Write Multiple Registers"

Holding Registers	
Adresse	Beschreibung
0	Bits 0-3 enthalten Coils 0-3, Bits 4-7 enthalten Coils 4-7 (nur Read)
1	Bits 0-3 enthalten die Grundeinstellung für Coils 0-3, Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM
2 – 5	Betriebsarten der Triac-Ausgänge 0: Direkte Steuerung über den Modbus 1: Impulsgenerator mit variabler Periode und Dauer Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM
6 – 9	Grundeinstellung der Impulsdauer Datentyp unsigned int16, Auflösung, Einheit: Promille der Impulsperiode, Wertebereich 0...1000, Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM
10 – 13	Impulsperiode Datentyp unsigned int16, Auflösung, Einheit: 10 ms Wertebereich 0...65535 für 0...655,35 s, Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM
14 – 17	Aktuelle Impulsdauer Datentyp unsigned int16, Auflösung, Einheit: Promille der Impulsperiode, Wertebereich 0...1000, wird beim Einschalten aus Register 6-9 geladen

Holding Registers	
Adresse	Beschreibung
66	<p>Zeitkonstante für die Verbindungs-Überwachung</p> <p>Beim Timeout kommt die Grundeinstellung in die Register 0 und 14-17. Die Zeit startet mit jeder an das Gerät gerichteten gültigen Nachricht neu.</p> <p>Datentyp unsigned int16, Auflösung, Einheit: 10 ms, Werkseinstellung 0 (Überwachung aus), Maximum 65535 (= 655,35 Sekunden = 10,9 Minuten), Speicherung im EEPROM</p>

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x06
Objekt Wert	"MR-TO4"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V1.5"

MR-DI4 / MR-DI4-IP

Modbus-Funktion „02 (0x02) Read Discrete Inputs“

Anforderung

Gültige Startadresse	0 .. 3
Gültige Anzahl der Eingänge	1 .. 4

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	1
Zustand der Eingänge	Bit0 .. Bit3 (Bit 4 .. 7 = 0)

Information

1= Zustand des Eingangs ist geschlossen.

0= Zustand des Eingangs ist offen.

Modbus-Funktion “04 (0x04) Read Input Registers“

Anforderung

Gültige Startadresse	0
Gültige Anzahl an Register	1

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	2
Wert im Register	Zustand der Eingänge in Bit 0..3

Modbus-Funktion “43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification“

Anforderung

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	“METZ CONNECT GmbH“
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x06
Objekt Wert	“MR-DI4“
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	“V1.4“

MR-DI10

Modbus-Funktion „02 (0x02) Read Discrete Inputs“

Anforderung

Gültige Startadresse	0 .. 9
Gültige Anzahl der Eingänge	1 .. 10

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	1 oder 2
Zustand der Eingänge	Bit0 .. Bit9

Information

1= Zustand des Eingangs ist geschlossen.

0= Zustand des Eingangs ist offen.

Modbus-Funktion “04 (0x04) Read Input Registers“

Anforderung

Gültige Startadresse	0
Gültige Anzahl an Register	1

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	2
Wert im Register	Zustand der Eingänge in Bit 0..9

Modbus-Funktion “43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification“

Anforderung

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	“METZ CONNECT GmbH“
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x07
Objekt Wert	“MR-DI10“
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	“V1.4“

MR-SI4

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion „02 (0x02) Read Discrete Inputs“

Anforderung

Gültige Startadresse	0 .. 3
Gültige Anzahl der Eingänge	1 .. 4

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	1
Zustand der Eingänge	Bit0 .. Bit3 (Bit 4 .. 7 = 0)

Information

- 1 = Zustand des Eingangs ist geschlossen.
- 0 = Zustand des Eingangs ist offen.

Modbus-Funktion “04 (0x04) Read Input Registers“

Anforderung

Gültige Startadresse	0
Gültige Anzahl an Register	21

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	2
Wert im Register	Zustand der Eingänge in Bit 0..3

Zähler-Funktionen

Folgende Modbus-Funktionen dienen zum Lesen und Schreiben der Register.
In Klammern stehen dahinter die gültigen Adressbereiche.

„04 (0x04) Read Input Registers“	(0-20)
„03 (0x03) Read Holding Registers“	(0-43)
“06 (0x06) Write Single Register“	(20-43)
“06 (0x06) Write Single Register“	(65)
“16 (0x10) Write Multiple Registers	(0-43,65)

Bei langen Datentypen mit mehreren Registern Länge folgen diese Register direkt aufeinander und das höchstwertige kommt zuerst. Diese Daten können nur komplett übertragen werden.

Input Register (Read-Only)		
Adresse	Name	Beschreibung
0 – 11	IZ	Impulszähler Datentyp uint48_t (je 3 Register)
12 – 19	BZ	Berechneter Zählerstand Datentyp uint32_t (je 2 Register)
20	INPUT	Bits 0-3 enthalten Discrete Input 0-3

Holding Register		
Adresse	Name	Beschreibung
0 – 11	IT	Kopie des Impulszählers bei Tastendruck Datentyp uint48_t (je 3 Register) (EEPROM)
12 – 19	AZ	Anfangszählerstand Datentyp uint32_t (je 2 Register) Werkseinstellung 0 (EEPROM)
20 – 23	IE	Impulse pro Einheit Datentyp uint16_t (je 1 Register) Werkseinstellung 1 (EEPROM)
24 – 27	WI	Wandlerfaktor Strom Datentyp uint16_t (je 1 Register) Werkseinstellung 1 (EEPROM)
28 – 31	WU	Wandlerfaktor Spannung Datentyp uint16_t (je 1 Register) Werkseinstellung 1 (EEPROM)
32 – 35	WP	Betriebsart bei Berechnung mit Wandlerfaktor Datentyp uint16_t (je 1 Register, nur Bit 0 gilt) Wertebereich 0...1, siehe unten Werkseinstellung 0 (EEPROM)
36 – 39	ZS	Format der Zählerstellenanzeige Datentyp uint16_t (je 1 Register) (EEPROM) High-Byte für Zählerstellen, Wertebereich 0...9, Werkseinstellung 7, größere Werte werden auf 9 begrenzt Low-Byte für Nachkommastellen, Wertebereich 0...3, Werkseinstellung 1, größere Werte werden auf 3 begrenzt
40 – 43	TA	Flag für Tastenaktivierung Datentyp uint16_t (je 1 Register, nur Flag in Bit 0) 0: Taste ist gesperrt, 1: Taste ist funktionsbereit Werkseinstellung 1 (EEPROM)
65	Bitrate	Codes für Bitrate und Parität Werkseinstellung 19200 Bit/s, Even Parity (EEPROM)

Betriebsart bei Berechnung mit Wandlerfaktor

Im Register WP ist ein Code 0...1, der zusammen mit den Wandlerfaktoren WI und WU bestimmt, wie diese in die Berechnung einbezogen werden. WP, WI und WU hängen davon ab, ob Wandler vor den Zählern geschaltet sind, ob der Zähler den Verbrauch primär oder sekundär anzeigt und ob die ausgegebenen Impulse primär oder sekundär dem Verbrauch entsprechen.

Folgende Elektrozähler-Typen sind zu unterscheiden:

Typ 1: Direkt messender Zähler, Anzeige: primär, Puls: primär

Anmerkung: Zeigt den tatsächlichen Verbrauch an
 Spezies: Hutschienenzähler mit mechanischem Rollenzählwerk, Ferraris-Zähler

Formeltyp: $WP = 0$
 Faktoren: $WI = WU = 1$

$$BZ = \left(\frac{IZ - IT}{IE} + AZ \right) \cdot WI \cdot WU, \quad BZ = \text{Zählerstand} = \text{Verbrauch}$$

Typ 2: Wandler-Zähler, Anzeige: primär, Puls: sekundär

Anmerkung: Zeigt den tatsächlichen Verbrauch an
 Spezies: Zähler mit LCD-Display
 Formeltyp: $WP = 1$
 Faktoren: WI und WU entsprechen den Wandlern

$$BZ = \left(\frac{IZ - IT}{IE} \cdot WI \cdot WU \right) + AZ, \quad BZ = \text{Zählerstand} = \text{Verbrauch}$$

Typ 3: Wandler-Zähler, Anzeige: primär, Puls: primär

Anmerkung: Zeigt den tatsächlichen Verbrauch an
 Spezies: Zähler mit LCD-Display, Multimesgeräte
 Formeltyp: $WP = 0$
 Faktoren: $WI = WU = 1$

$$BZ = \left(\frac{IZ - IT}{IE} + AZ \right) \cdot WI \cdot WU, \quad BZ = \text{Zählerstand} = \text{Verbrauch}$$

Typ 4: Wandler-Zähler, Anzeige: sekundär, Puls: sekundär

Anmerkung: Zeigt den um die Wandlerfaktoren reduzierten Verbrauch an
 Spezies: Hutschienenzähler mit mechanischem Rollenzählwerk, Ferraris-Zähler
 Formeltyp: $WP = 0$

Verbrauch und Anzeige des Wandler-Zählers sind verschieden.
Beide können mit unterschiedlicher Konfiguration (WI, WU) berechnet werden.

Faktoren: $WI = WU = 1$:
Der berechnete Zählerstand entspricht der Anzeige des Wandler-Zählers.

Faktoren: WI und WU entsprechen den Wandlern:
Der berechnete Zählerstand entspricht dem Verbrauch.

$$BZ = \left(\frac{IZ - IT}{IE} + AZ \right) \cdot WI \cdot WU, \quad BZ = \text{Zählerstand oder Verbrauch}$$

Inbetriebnahme

Der Anwender liest vor Ort den Anfangszählerstand am Stromzähler ab und drückt den Taster am MR-SI4. Mit diesem Tastendruck wird der Impulzzähler aus Register IZ in Register IT kopiert.

Der Anwender konfiguriert danach das MR-SI4 über den Modbus mit einem Serviceprogramm. Einzutragen sind

- der Anfangszählerstand, der am Zähler abgelesen wurde
- die Impulse pro Einheit,
z.B. Angabe auf dem Stromzähler 2000 Impulse pro kWh
- der Formeltyp bei Berechnung mit Wandlerfaktoren
- der Faktor für die Stromwandlung,
z.B. Angabe auf dem Wandler 200/5A → Faktor = 40
- der Faktor für die Spannungswandlung,
z.B. Angabe auf dem Wandler 20000/100V → Faktor = 200
- die Anzahl der Zählerstellen und der Nachkommastellen
- den Taster deaktivieren, damit Register IT geschützt ist

Details zur Berechnung

Der berechnete Zählerstand soll sich genau wie der Stromzähler verhalten. Dazu ist es erforderlich, dass bei Zwischenergebnissen keine Überläufe und Rundungsfehler vorkommen. Beim Zählen und der Berechnung werden deshalb besonders große Datentypen verwendet.

Alle 60 Millisekunden kann ein Impuls vom Stromzähler kommen.

Das ergibt bis zu 1.440.000 Impulse pro Tag oder etwa 526.000.000 Impulse pro Jahr.

Wenn der Impulzzähler mit 4 Bytes realisiert wäre, könnte er bis 4.294.967.295 zählen.

Er würde bei höchster Impulsfrequenz also nur für etwa 8,2 Jahre reichen.

Deshalb ist er mit 6 Bytes realisiert und kann nicht überlaufen.

Die Anzahl der Nachkommastellen wird bei der Berechnung als zusätzlicher Multiplikator mit einer Zehnerpotenz berücksichtigt. Außerdem bestimmt sie, wo bei der Anzeige von BZ und AZ das Komma zu setzen ist.

Wie beim Stromzähler, der nur eine bestimmte Anzahl von Dezimalstellen hat, wird als letzter Rechenschritt die Anzahl der Stellen begrenzt. Der berechnete Zählerstand des MR-SI4 läuft deshalb genau so oft auf 0 über, wie der Zählerstand des Stromzählers.

Berechneter Zählerstand, wenn WP = 0 ist:

$$BZ = \left(\frac{(uint96_t) (IZ - IT) * WU * WI * Zehnerpotenz [Nachkomma] / IE + (uint96_t) AZ * WU * WI}{\% Zehnerpotenz [Zählerstellen]} \right)$$

Berechneter Zählerstand, wenn WP = 1 ist:

$$BZ = \left(\frac{(uint96_t) (IZ - IT) * WU * WI * Zehnerpotenz [Nachkomma] / IE + (uint96_t) AZ}{\% Zehnerpotenz [Zählerstellen]} \right)$$

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x06
Objekt Wert	"MR-SI4"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V2.1"

MR-DIO4/2 / MR-DIO4/2S MR-DIO4/2-IP

Modbus-Funktionen

Folgende Funktionen dienen zum Lesen und Schreiben der Register. Gültige Adressbereiche stehen in Klammern, aber je nach Betriebsart haben nicht alle Register eine Funktion.

Read Discrete Inputs	(0 - 15)
Read Input Registers	(0)
Read Coils	(0 - 15)
Write Single Coil	(0 - 15)
Write Multiple Coils	(0 - 15)
Read Holding Registers	(0 - 17, 65 - 66)
Write Single Register	(0 - 17, 65, 66)
Write Multiple Registers	(0 - 17, 65, 66)

Modbus-Register

Der Zweck der Register ist hier kurz beschrieben. Unten folgt eine ausführlichere Beschreibung. Bei Betriebsarten für Brandschutz-Klappen werden die Register mit einem Takt von 100ms ausgelesen und aktualisiert.

Discrete Inputs (Read-Only)		
Adr.	Name	Beschreibung
0	Input_1	Schaltzustand von Eingang 1...4, Werte: 0: Aus, 1: Ein
1	Input_2	
2	Input_3	
3	Input_4	
8	Fault_1	Sammelfehler in Kanal 1/2 bei Betriebsart Fire_Damper: Die folgenden Einzelfehlerbits sind hier zusammengefasst.
9	Fault_2	
10	FaultRun_1	Einzelfehler Runtime_Error in Kanal 1/2 bei Betriebsart Fire_Damper: Die Klappenbewegung hat zu lange gedauert.
11	FaultRun_2	
12	FaultMan_1	Einzelfehler Manipulation in Kanal 1/2 bei Betriebsart Fire_Damper: Beide Endschalter sind gleichzeitig eingeschaltet.
13	FaultMan_2	
14	FaultCom_1	Einzelfehler Update_Error in Kanal 1/2 bei Betriebsart Fire_Damper: Vom Modbus-Master kam zu lange keine Kommunikation.
15	FaultCom_2	

Input Registers (Read-Only)		
Adr.	Name	Beschreibung
0	InputReg	Bits 0...15 enthalten Discrete Inputs 0...15

Coils		
Adr.	Name	Beschreibung
0	Relay_1	Read: Tatsächlicher Schaltzustand von Relais 1...2
1	Relay_2	Write: Beabsichtigter Schaltzustand von Relais 1...2 Werte: 0: Aus, 1: Ein
2	Hand_1	Read: Ursache des Schaltzustands von Relais 1...2
3	Hand_2	Write: --- Werte: 0: Modbus, 1: Kippschalter Kein Handbetrieb bei Betriebsarten Motorized und LimitSwitch
4	RelaySet_1	Read: Beabsichtigter Schaltzustand von Relais 1...2
5	RelaySet_2	Write: Beabsichtigter Schaltzustand von Relais 1...2 Werte: 0: Aus, 1: Ein
8	FaultReset_1	Read: 1: bleibt bis die Fehler rückgesetzt sind, 0: danach
9	FaultReset_2	Write: 0: keine Funktion, 1: alle Fehler rücksetzen Nur bei Betriebsart Fire_Damper

Holding Registers		
Adr.	Name	Beschreibung
0	OutputReg	Read: Bits 0...15 = Coils 0...15 Write: Bits 0...1 = Beabsichtigter Schaltzustand von Relais 1...2 Bits 8...9 = Alarm löschen, wenn das Bit gesetzt ist
1	RelayDefault	Bits 0...1 enthalten die Grundeinstellung für Relais 1...2, Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM, bei Betriebsart Direct_Control und Fire_Damper
2	OperMode_1	Betriebsart für Kanal 1...2, Werte 0...6 siehe unten,
3	OperMode_2	Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM
4	DriveTime_1	Maximaldauer des Öffnens der Brandschutz-Klappe, Werte: 0...6553,5 Sekunden, Auflösung 0,1 Sekunden,
5	DriveTime_2	Werkseinstellung 240 Sekunden, Speicherung im EEPROM
6	TurnOffTime_1	Maximaldauer des Schließens der Brandschutz-Klappe, Werte: 0...6553,5 Sekunden, Auflösung 0,1 Sekunden,
7	TurnOffTime_2	Werkseinstellung 35 Sekunden, Speicherung im EEPROM

Holding Registers		
Adr.	Name	Beschreibung
8	RcvHeartBeat_1	Maximaldauer zwischen Schreibzugriffen auf ActuDrive_1...2, Werte: 0...6553,5 Sekunden, Auflösung 0,1 Sekunden, Werkseinstellung 0 Sekunden, Speicherung im EEPROM
9	RcvHeartBeat_2	
10	ActuDrive_1	Die Stellung der Brandschutz-Klappe wird gesteuert, Werte: open (1), close (2)
11	ActuDrive_2	
12	ActuPos_1	Die Stellung der Brandschutz-Klappe wird gemeldet, Werte: open (1), close (2), running (3).
13	ActuPos_2	
14	ActuPos_1a	Die Stellung der zweiten Brandschutz-Klappe wird gemeldet, Werte: inactive (0), open (1), close (2)
15	ActuPos_2a	
16	AlarmCode_1	Alarm-Codes werden gemeldet und rückgesetzt, Werte: OK (1), Runtime_Error (3), Manipulation (4), Update_Error (5), Alarm (6), Alarm_a (7)
17	AlarmCode_2	
65	BaudCode	<p>Codes für Baudrate und Parität, Werkseinstellung 19200 Baud, even Parity, Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM.</p> <p>Bit 0-3: Code für die Baudrate. Code 0x01 0x02 0x03 0x04 0x05 0x06 0x07 0x08 Baud 1200 2400 4800 9600 19200 38400 57600 115200</p> <p>Bit 4-7: Code für die Parität. Code 0x10 0x20 0x30 Parität Even Odd None</p> <p>Bit 8-15: Wert 0x53 ermöglicht Änderung mit den Kommandos Write-Single/Multiple-Register. Dann dieses Register als einziges schreiben.</p>
66	BusTimeout	<p>Zeitkonstante für die Verbindungs-Überwachung bei Betriebsart Direct_Control Werte 0: inaktiv 1...65535: 0,01...655,35 Sekunden Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM</p>

Überblick über die Betriebsarten

In Register OperMode_1...2 wird die Betriebsart des jeweiligen Kanals eingestellt.
 Kanal 1: Eingang 1...2 und Relais 1, Kanal 2: Eingang 3...4 und Relais 2.

Wert	Name	Beschreibung
0	Direct_Control	Direkte Steuerung der Ein- und Ausgänge, Werkseinstellung
1	Motorized_SafetyOpen	motorbetriebene Brandschutz-Klappe, sichere Stellung offen (Entrauchungs-Klappe)
2	Motorized_SafetyClose	motorbetriebene Brandschutz-Klappe, sichere Stellung geschlossen
3	LimitSwitch_Open_Close	mechanische Brandschutz-Klappe mit AUF- und ZU-Endschalter
4	LimitSwitch_Open	2 mechanische Brandschutz-Klappen nur mit AUF-Endschalter (Schließer-Kontakt)
5	LimitSwitch_Close	2 mechanische Brandschutz-Klappen nur mit ZU-Endschalter (Öffner-Kontakt)
6	Fire_Damper	motorbetriebene Brandschutz-Klappe

Betriebsart Direct_Control

Der Zustand der Digital-Eingänge wird gemeldet (Input-Register InputReg).

Das Relais wird über den Modbus (Holding-Register OutputReg) und die Kippschalter gesteuert. Dabei haben die Kippschalter Priorität.

Es gibt keine Verknüpfung zwischen den Eingängen und dem Relais.

Nach dem Einschalten oder dem Ablauf der Verbindungs-Überwachung (Holding-Register BusTimeout) gilt die Grundeinstellung des Relais (Holding-Register RelayDefault).

Die Verbindung zum Modbus-Master kann mit einem Watchdog-Timer überwacht werden. Wenn der Master oder die Verbindung ausfällt, werden die Ausgänge in ihren Grundzustand (sicherer Zustand) geschaltet und die rote LED leuchtet. Der Timer startet mit jeder an das Gerät gerichteten gültigen Nachricht neu, nur die Geräte-Adresse ist dabei von Bedeutung, nicht der restliche Inhalt der Nachricht.

Betriebsart Fire_Damper für Brandschutzklappen

Der Zustand der Digital-Eingänge wird gemeldet (Input-Register InputReg).
An die Eingänge werden die Endschalter (Schließer-Kontakt) der Klappen angeschlossen.

Das Relais wird über den Modbus (Holding-Register OutputReg) und die Kippschalter gesteuert. Dabei haben die Kippschalter Priorität. Das Relais schaltet den Motor der Klappe. Wenn er eingeschaltet ist, wird die Klappe geöffnet, ausgeschaltet schließt sich die Klappe.

Die Eingänge und die Fehlermeldungen beeinflussen das Relais nicht.
Nur nach dem Einschalten gilt die Grundeinstellung des Relais (Holding-Register RelayDefault).

Die Brandschutzklappen werden wie folgt angeschlossen:

Brandschutzklappe 1		Brandschutzklappe 2	
Eingang 1	Endschalter AUF	Eingang 3	Endschalter AUF
Eingang 2	Endschalter ZU	Eingang 4	Endschalter ZU
Relais 1	Motor	Relais 2	Motor

Zur Unterstützung von Inbetriebnahme und Wartung gibt es eine Fehlerüberwachung (Register InputReg und OutputReg). Nur einer der unten aufgeführten Einzelfehler wird gemeldet, danach ist die Fehlererkennung gesperrt. Gleichzeitig mit dem Einzelfehler wird der Sammelfehler gemeldet. Der Fehler wird vom Modbus-Master quittiert, indem FaultReset_1...2 gesetzt wird.

Der Fehler **FaultRun_1...2** wird gemeldet, wenn die einstellbare Maximaldauer des Öffnens (DriveTime_1...2) oder Schließens (TurnOffTime_1...2) der Klappe überschritten wird. Die Zeitmessung beginnt beim Schalten des Relais. Nur außerhalb der Zeitmessung wird die Position der Klappen anhand der Endschalter geprüft und der Fehler gemeldet, wenn die Position nicht wie erwartet ist. Die Prüfung ist mit der Zeitkonstante 0 abschaltbar. Bei Handbedienung ist die Prüfung ebenfalls abgeschaltet.

Der Fehler **FaultMan_1...2** wird gemeldet, wenn beide Endschalter gleichzeitig eingeschaltet sind.

Der Fehler **FaultCom_1...2** wird gemeldet, wenn die einstellbare Maximaldauer zwischen Modbus-Kommandos überschritten wird. Damit kann eine Verbindungs-Überwachung realisiert werden. Der Timer startet mit jeder an das Gerät gerichteten gültigen Nachricht neu, nur die Geräte-Adresse ist dabei von Bedeutung, nicht der restliche Inhalt der Nachricht. Die Zeitmessung ist mit der Zeitkonstante 0 abschaltbar.

Betriebsart Motorized und LimitSwitch für Brandschutzklappen

Bei diesen Betriebsarten wird das Relais auch abhängig von den Eingängen und der Fehlerüberwachung gesteuert.

Register bei diesen Betriebsarten

ActuDrive_1...2

Nur bei Betriebsart Motorized_SafetyOpen und Motorized_SafetyClose.
In diesem Register wird die Klappenstellung gesteuert.

Werte: open (1), close (2), Grundeinstellung nach Reset ist die Normal-Position.

ActuPos_1...2

Betriebsarten Motorized_SafetyOpen, Motorized_SafetyClose und LimitSwitch_Open_Close:
In diesem Register wird die Klappenstellung rückgemeldet.

Die Rückmeldung kommt von Endschaltern AUF1, ZU1, AUF2, ZU2 (Schließer).

Werte: open (1), close (2), running (3).

Betriebsarten LimitSwitch_Open und LimitSwitch_Close:

In diesem Register wird die Klappenstellung rückgemeldet.

Die Rückmeldung kommt von Endschaltern an den Eingängen AUF1/ZU1, AUF2/ZU2
(Schließer-Kontakt bei LimitSwitch_Open, Öffner-Kontakt bei LimitSwitch_Close).

Werte: open (1), close (2).

ActuPos_1a...2a

Betriebsarten Motorized_SafetyOpen, Motorized_SafetyClose und LimitSwitch_Open_Close:
Werte: inactive (0).

Betriebsarten LimitSwitch_Open und Limit_Switch_Close:

In diesem Register wird die Stellung der zweiten Brandschutzklappe rückgemeldet.

Die Rückmeldung kommt von Endschaltern an den Eingängen AUF1a/ZU1a, AUF2a/ZU2a
(Schließer-Kontakt bei LimitSwitch_Open, Öffner-Kontakt bei LimitSwitch_Close).

Werte: open (1), close (2).

AlarmCode_1...2

In diesem Register werden Fehlerzustände gemeldet. Der erste Fehlercode (3...7) bleibt gespeichert, bis er beseitigt ist, erst danach ist eine andere Fehlermeldung möglich.
Die Werte und das Rücksetzen von Fehlern werden unten beschrieben.

Werte bei Betriebsart Motorized_SafetyOpen und Motorized_SafetyClose:

OK (1), Runtime_Error (3), Manipulation (4), Update_Error (5), Alarm (6).

Werte bei Betriebsart LimitSwitch_Open_Close:

OK (1), Manipulation (4), Alarm (6).

Werte bei Betriebsarten LimitSwitch_Open und LimitSwitch_Close:

OK (1), Alarm (6) bei Eingängen AUF1/ZU1, AUF2/ZU2,

Alarm_a (7) bei Eingängen AUF1a/ZU1a, AUF2a/ZU2a.

Alarm (6) hat Priorität vor Alarm_a (7), falls beide Klappen in Fire-Position sind.

DriveTime_1...2

Nur bei Betriebsart Motorized_SafetyOpen und Motorized_SafetyClose.

In diesem Register wird die Maximaldauer des Öffnens der Klappe eingestellt.

Bei Zeitüberschreitung wird der Alarm-Code Runtime_Error gemeldet.

Beim Wert 0 ist die Zeitmessung abgeschaltet.

Werte: 0...6553,5 Sekunden, Auflösung 0,1 Sekunden, Werkseinstellung 240 Sekunden.

TurnOffTime_1...2

Nur bei Betriebsart Motorized_SafetyOpen und Motorized_SafetyClose.

In diesem Register wird die Maximaldauer des Schließens der Klappe eingestellt.

Bei Zeitüberschreitung wird der Alarm-Code Runtime_Error gemeldet.

Beim Wert 0 ist die Zeitmessung abgeschaltet.

Werte: 0...6553,5 Sekunden, Auflösung 0,1 Sekunden, Werkseinstellung 35 Sekunden.

RcvHeartBeat_1...2

Nur bei Betriebsart Motorized_SafetyOpen und Motorized_SafetyClose.

In diesem Register wird die Maximaldauer zwischen Schreibzugriffen auf ActuDrive_1...2 eingestellt. Damit kann eine Verbindungs-Überwachung realisiert werden.

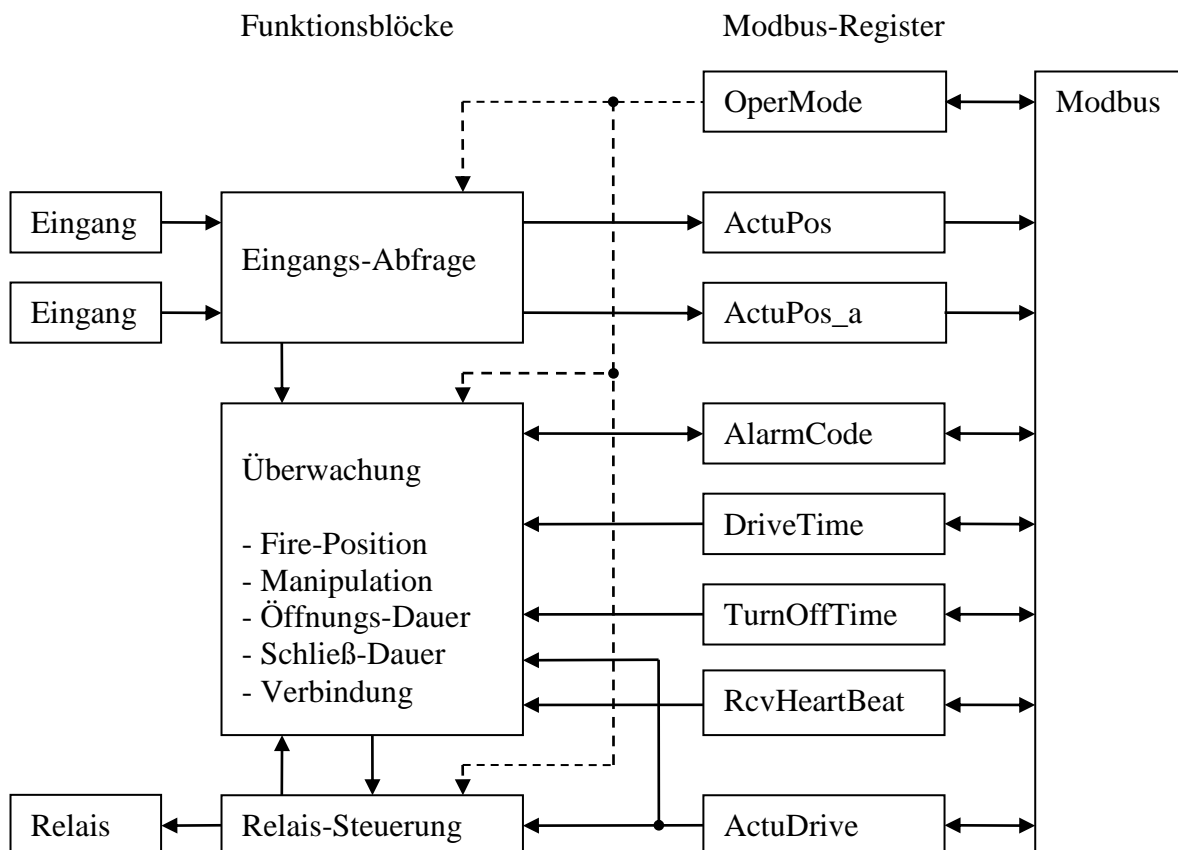
Bei Zeitüberschreitung wird der Alarm-Code Update_Error gemeldet.

Beim Wert 0 ist die Zeitmessung abgeschaltet.

Werte: 0...6553,5 Sekunden, Auflösung 0,1 Sekunden, Werkseinstellung 0 Sekunden.

Überblick zu Betriebsarten für Brandschutzklappen

Beide Kanäle sind gleich, ihre Nummern sind im Bild weggelassen.



Endschalter der Brandschutzklappen

An den Eingangs-Klemmen werden die Endschalter folgendermaßen angeschlossen:

Klemmen	Klappe	Betriebsarten Motorized_SafetyOpen, Motorized_SafetyClose, LimitSwitch_Open_Close (jeweils Schließer-Kontakt)	Klappe	Betriebsarten LimitSwitch_Open (Schließer-Kontakt), LimitSwitch_Close (Öffner-Kontakt)
1 – C1	AUF1	Klappe 1 auf	AUF1/ZU1	Klappe 1
2 – C1	ZU1	Klappe 1 zu	AUF1a/ZU1a	Klappe 1a
3 – C1	AUF2	Klappe 2 auf	AUF2/ZU2	Klappe 2
4 – C1	ZU2	Klappe 2 zu	AUF2a/ZU2a	Klappe 2a

Die Betriebsarten LimitSwitch_Open und LimitSwitch_Close unterscheiden sich nur im Namen, das MR-DIO42 verhält sich in beiden identisch.

- Bei ganz offener Klappe ist der Kontakt geschlossen.
- Bei ganz geschlossener Klappe ist der Kontakt offen.
- Bei teilweise offener Klappe gilt der Zustand der entsprechenden Endlage.

Fire-Position

Die Fire-Position wird je nach Betriebsart von den Endschaltern abgeleitet.

Betriebsart	Fire-Position wenn
Motorized_SafetyClose	Klappe nicht AUF
Motorized_SafetyOpen	Klappe nicht ZU
LimitSwitch_Open_Close	Klappe nicht AUF
LimitSwitch_Open	mindestens 1 Klappe nicht AUF
LimitSwitch_Close	mindestens 1 Klappe ZU

Wenn die Position der Klappe die Fire-Position ist und noch kein anderer Alarm-Code gemeldet wird, wird im AlarmCode-Register Alarm gemeldet.

Bei den Betriebsarten LimitSwitch_Open und LimitSwitch_Close wird Alarm für die erste Klappe oder Alarm_a für die zweite Klappe gemeldet. Alarm hat Priorität vor Alarm_a.

In Betriebsart Motorized_SafetyOpen und Motorized_SafetyClose gibt es über die Fire-Position eine Selbsthaltung in der sicheren Position. Das Relais ist dann in den sicheren Zustand geschaltet. Um die Brandschutzklappe in die normale Position zu bewegen, wird erst die

normale Position in ActuDrive geschrieben und danach AlarmCode auf OK rückgesetzt. Dann beginnt der Alarm-Reset, bei dem die Selbsthaltung unterbrochen ist.

Fehler-Erkennung und Alarm-Codes

Es gibt 3 Fehlerquellen, die als Alarm-Code gemeldet werden und teilweise zu einer automatischen Steuerung der motorbetriebenen Brandschutzklappe führen.

Runtime_Error

(Betriebsart Motorized_SafetyOpen, Motorized_SafetyClose)

Die Zeit, während der die Klappe sich öffnet oder schließt, kann gemessen werden. Wenn die erlaubte Dauer überschritten wird, wird dieser Fehler gemeldet.

Die Zeitmessung mit DriveTime_1...2 beginnt, wenn das Relais eingeschaltet wird (Klappe öffnen), und endet, wenn die Endschalter die Position AUF melden.

Die Zeitmessung mit TurnOffTime_1...2 beginnt, wenn das Relais ausgeschaltet wird (Klappe schließen), und endet, wenn die Endschalter die Position ZU melden.

Die 2 Zeitmessungen sind mit dem Wert 0 einzeln abschaltbar.

Ein Fehler bleibt gespeichert, das Relais schaltet dann in die sichere Stellung.

Mögliche Ursachen: Klappe klemmt, Endschalter defekt, Eingang für Endschalter defekt, Kabel zum Endschalter unterbrochen, Kabel zum Motor unterbrochen, Motor defekt.

Manipulation

(Betriebsart Motorized_SafetyOpen, Motorized_SafetyClose, LimitSwitch_Open_Close)

Wenn beide Endschalter gleichzeitig eingeschaltet sind, wird dieser Fehler gemeldet.

In ActuPos_1...2 wird gleichzeitig der Wert running gemeldet.

Ein Fehler bleibt gespeichert, das Relais wird dann ausgeschaltet.

Mögliche Ursachen: Endschalter defekt, Eingang für Endschalter defekt, Kabel zum Endschalter kurzgeschlossen.

Update_Error

(Betriebsart Motorized_SafetyOpen, Motorized_SafetyClose)

Das Zeitintervall von Schreibzugriffen auf ActuDrive_1...2 kann überwacht werden. Wenn die erlaubte Dauer (RcvHeartBeat_1...2) überschritten wird, wird dieser Fehler gemeldet.

Die Überwachung startet auch, wenn der Fehler rückgesetzt wird oder RcvHeartBeat ungleich 0 gesetzt wird.

Die Zeitmessung ist mit dem Wert 0 abschaltbar.

Ein Fehler bleibt gespeichert, das Relais schaltet dann in die sichere Stellung.

Mögliche Ursachen: Gegenstelle am Bus außer Betrieb, Busverbindung unterbrochen (z.B. Kabel, Repeater, Switch).

Mehrere gleichzeitige Fehler

Auch wenn bei einem Kanal mehrere Fehler gleichzeitig vorliegen, erfolgt ausschließlich die Fehlerbehandlung für den zuerst erkannten Fehler. Erst wenn dieser bestätigt ist, indem er auf OK rückgesetzt worden ist (Alarm-Reset), kann wieder ein anderer Fehler erkannt werden.

Brandschutz-Klappe (Motorized_SafetyClose)

Abhängig von Alarm-Reset, Fire-Position, ActuDrive_1...2 und dem Fehlerzustand ist das Relais folgendermaßen geschaltet (Auswertung von oben nach unten):

sonstiges	ActuDrive_1...2	AlarmCode_1...2	Relais 1...2
Alarm-Reset	open (1)	OK (1)	Ein
Fire-Position	beliebig	beliebig	Aus
-	beliebig	Runtime_Error (3)	Aus
	beliebig	Update_Error (5)	Aus
	beliebig	Manipulation (4)	Aus
	open (1)	OK (1)	Ein
	close (2)	OK (1)	Aus

Initialisierung nach dem Einschalten / Rücksetzen:

ActuDrive wird auf open gesetzt. AlarmCode wird auf OK gesetzt. Der Alarm-Reset startet, um die Selbsthaltung über Fire-Position im sicheren Zustand zu unterbrechen.

Entrauchungs-Klappe (Motorized_SafetyOpen)

Abhängig von Alarm-Reset, Fire-Position, ActuDrive_1...2 und dem Fehlerzustand ist das Relais folgendermaßen geschaltet (Auswertung von oben nach unten):

sonstiges	ActuDrive_1...2	AlarmCode_1...2	Relais 1...2
Alarm-Reset	close (2)	OK (1)	Aus
Fire-Position	beliebig	beliebig	Ein
-	beliebig	Runtime_Error (3)	Ein
	beliebig	Update_Error (5)	Ein
	beliebig	Manipulation (4)	Aus
	open (1)	OK (1)	Ein
	close (2)	OK (1)	Aus

Initialisierung nach dem Einschalten / Rücksetzen:

ActuDrive wird auf close gesetzt. AlarmCode wird auf OK gesetzt. Der Alarm-Reset startet, um die Selbsthaltung über Fire-Position im sicheren Zustand zu unterbrechen.

Ansteuerung der Relais

In Betriebsart Motorized_SafetyOpen und Motorized_SafetyClose wird das Relais wie in den vorigen Kapiteln beschrieben gesteuert.

In Betriebsart LimitSwitch_Open_Close, LimitSwitch_Open und LimitSwitch_Close ist das Relais dauernd ausgeschaltet.

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01	
Conformity level	0x01	
Weitere folgen	0x00	
Next Objekt ID	0x00	
Anzahl an Objekten	0x03	
Objekt ID	0x00	
Objekt Länge	0x11	
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"	
Objekt ID	0x01	
Objekt Länge	0x0x9	0x0E
Objekt Wert	"MR-DIO4/2"	"MR-DIO4/2-IP65"
Objekt ID	0x02	
Objekt Länge	0x04	
Objekt Wert	"V1.7"	

MR-TP

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion "02 (0x02) Read Discrete Inputs"

Anforderung

Gültige Startadresse	0 .. 15
Gültige Anzahl der Eingänge	1 .. 16

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	1..2
Zustand der Eingänge	Bit0 .. Bit15

Information

Discrete Input 0-5:	Schaltzustand der Digitaleingänge, 0: Aus, 1: Ein
Discrete Input 6-7:	Rückmeldung der Transistorausgänge, 0: Aus, 1: Ein
Discrete Input 8-9:	Rückmeldung des Schaltzustands von Relais 1, 0: Aus, 2: Stufe-1 (Öffnen), 3: Stufe-2 (Schließen)
Discrete Input 10-11:	Ursache des Schaltzustands von Relais 1, bei Jalousie-Betrieb siehe Prioritäten-Tabelle, sonst 3: Kippschalter, 0: Modbus-Coils
Discrete Input 12-13:	Rückmeldung des Schaltzustands von Relais 2, 0: Aus, 2: Stufe-1 (Öffnen), 3: Stufe-2 (Schließen)
Discrete Input 14-15:	Ursache des Schaltzustands von Relais 2, bei Jalousie-Betrieb siehe Prioritäten-Tabelle, sonst 3: Kippschalter, 0: Modbus-Coils

Modbus-Funktion "04 (0x04) Read Input Registers"

Anforderung

Gültige Startadresse	0
Gültige Anzahl an Register	1

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	2
Wert im Register	Bit0 .. Bit15

Information

Siehe Information Discrete Input 0-15

Modbus-Funktion "01 (0x01) Read Coils"

Anforderung

Gültige Startadresse 0 .. 5
 Gültige Anzahl Ausgänge 1 .. 6

Rückmeldung

Anzahl der Bytes 1
 Status der Ausgänge Bit0 .. Bit5

Bit	Information
0	0 = Status Digitalausgang 1 AUS
	1 = Status Digitalausgang 1 EIN
1	0 = Status Digitalausgang 2 AUS
	1 = Status Digitalausgang 2 EIN
2-3	Status Relais 1 in Betriebsart "switch": 0: Relais Kontakt 11-14-24 offen 1: Relais Kontakt 11-14-24 offen 2: Relais Kontakt 11-14 geschlossen 3: Relais Kontakt 11-24 geschlossen
4-5	Status Relais 2 in Betriebsart "switch": 0: Relais Kontakt 31-34-44 offen 1: Relais Kontakt 31-34-44 offen 2: Relais Kontakt 31-34 geschlossen 3: Relais Kontakt 31-44 geschlossen

Modbus-Funktion "05 (0x05) Write Single Coil"

Anforderung

Gültige Adresse für die Ausgänge 0 .. 5
 Gültiger Wert 0x0000 oder 0xFF00

Rückmeldung

Echo der Anforderung

Modbus-Funktion "15 (0x15) Write Multiple Coils"

Anforderung

Gültige Startadresse	0 .. 5
Gültige Anzahl der Ausgänge	1 .. 6
Gültige Anzahl an Bytes	1
Gültiger Wert	0 oder 1 in Bit0 .. Bit5

Bit	Information
0	0 = Status Digitalausgang 1 AUS
	1 = Status Digitalausgang 1 EIN
1	0 = Status Digitalausgang 2 AUS
	1 = Status Digitalausgang 2 EIN
2-3	Status Relais 1 in Betriebsart "switch": 0: Relais Kontakt 11-14-24 offen 1: Relais Kontakt 11-14-24 geschlossen 2: Relais Kontakt 11-14 geschlossen 3: Relais Kontakt 11-24 geschlossen
4-5	Status Relais 2 in Betriebsart "switch": 0: Relais Kontakt 31-34-44 offen 1: Relais Kontakt 31-34-44 geschlossen 2: Relais Kontakt 31-34 geschlossen 3: Relais Kontakt 31-44 geschlossen

Rückmeldung

Funktionscode, Startadresse, Anzahl der Ausgänge

Modbus-Funktion "03 (0x03) Read Holding Registers"

Anforderung

Gültige Register Startadresse	0 .. 7 oder 66
Gültige Anzahl an Register	8 oder 1

Rückmeldung

Funktionscode, Anzahl der Bytes, Register Wert

Werte Register 0:

Bits 0 – 5 entsprechend der Tabellen oder Beschreibung oben

Bits 6 – 15 haben keine Funktion

Werte Register 1:

Jalousie-Kommando (im Low-Byte)

Folgende Register werden im EEPROM gespeichert.

Die Zeitkonstanten haben die Einheit 10 ms:

Werte Register 2:

Betriebsart (Low-Byte) und Flags (High-Byte)

Werkseinstellung 1, Speicherung im EEPROM

Werte Register 3:

Bits 0-5 enthalten die Grundeinstellung für Coils 0-5

Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM

Werte Register 4:

Zeitkonstante Taster kurz/lang,

Einheit 10 ms, Werkseinstellung 2 s, Speicherung im EEPROM

Werte Register 5:

Zeitkonstante kurzer Impuls,

Einheit 10 ms, Werkseinstellung 0,5 s, Speicherung im EEPROM

Werte Register 6:

Zeitkonstante langer Impuls,

Einheit 10 ms, Werkseinstellung 60 s, Speicherung im EEPROM

Werte Register 7:

Zeitkonstante Rotier-Impuls (Lamellen waagrecht stellen),

Einheit 10 ms, Werkseinstellung 1 s, Speicherung im EEPROM

Werte Register 66

Zeitkonstante für Verbindungs-Überwachung

Einheit 10 ms, Werkseinstellung 0 s, Speicherung im EEPROM

Modbus-Funktion "06 (0x06) Write Single Register"

Anforderung

Register Adresse

0 - 7 oder 66

Register Wert

entsprechend der Tabellen oben und unten

Rückmeldung

Echo der Anforderung

Modbus-Funktion "16 (0x10) Write Multiple Registers"

Anforderung

Gültige Register Startadresse

0 – 7 oder 66

Gültige Anzahl an Register

1 – 8

Gültige Anzahl an Bytes

2 x Anzahl der Register

Register Werte

entsprechend der Tabellen oben und unten

Rückmeldung

Funktionscode, Register Startadresse, Anzahl der Register

Betriebsarten

Die Betriebsart wird mit den unteren Bits des Betriebsart-Registers ausgewählt. In den oberen Bits sind weitere Flags für den Jalousie-Betrieb (Sunblind 1 / 2). In allen Betriebsarten wird beim Umschalten der Relaisausgänge zwischen Stufe 1 und Stufe 2 eine Pause von 0,5 Sekunden Aus-Zustand eingefügt.

Betriebsart 0 (Modbus AUS)

Die Digitaleingänge und Transistorausgänge werden über den Modbus abgefragt und gesteuert.

Die Relaisausgänge werden nur über die eingebauten Kippschalter gesteuert.

Funktion der Kippschalter: Oben = Stufe 1, Mitte = Aus, Unten = Stufe 2.

Betriebsart 1 (Switch 0-1-2)

Die Digitaleingänge und Transistorausgänge werden über den Modbus abgefragt und gesteuert.

Die Relaisausgänge werden über den Modbus oder die eingebauten Kippschalter gesteuert.

Funktion der Kippschalter: Oben = Aus, Mitte = Stufe 1, Unten = Stufe 2.

Betriebsart 2 (Switch 1-0-2)

Die Digitaleingänge und Transistorausgänge werden über den Modbus abgefragt und gesteuert.

Die Relaisausgänge werden über den Modbus oder die eingebauten Kippschalter gesteuert.

Funktion der Kippschalter: Oben = Stufe 1, Mitte = Aus, Unten = Stufe 2.

Betriebsart 3 (Sunblind 1)

Freie Digitaleingänge und Transistorausgänge werden über den Modbus abgefragt und gesteuert.

Die Relaisausgänge und Digitaleingänge werden zur Steuerung von 2 Jalousien verwendet.

Verwendung für AC/DC-Motoren mit getrennten Wicklungen zum Öffnen und Schließen.

Relais Klemme 11: Betriebsspannung für Motor 1

Relais Klemme 14: Motor und Endschalter 1 zum Öffnen

Relais Klemme 24: Motor und Endschalter 1 zum Schließen

Relais Klemme 31: Betriebsspannung für Motor 2

Relais Klemme 34: Motor und Endschalter 2 zum Öffnen

Relais Klemme 44: Motor und Endschalter 2 zum Schließen

Bedien-Taster und Schaltkontakte werden an die Digitaleingänge angeschlossen.

Eingang 1: Jalousie 1 öffnen

Eingang 2: Jalousie 1 schließen

Eingang 3: optionaler Wind-Kontakt (Öffner oder Schließer)

Eingang 4: Jalousie 2 öffnen

Eingang 5: Jalousie 2 schließen

Eingang 6: optionaler Tür-Kontakt (Öffner oder Schließer)

Betriebsart 4 (Sunblind 2)

Freie Digitaleingänge und Transistorausgänge werden über den Modbus abgefragt und gesteuert.

Die Relaisausgänge und Digitaleingänge werden zur Steuerung einer Jalousie verwendet. Verwendung für einen DC-Motor, der mit der Polarität die Bewegungs-Richtung ändert.

Relais Klemme 11: Motor mit Endschaltern, Öffnen +, Schließen –

Relais Klemme 14: Betriebsspannung +

Relais Klemme 24: Betriebsspannung –

Relais Klemme 31: Motor mit Endschaltern, Öffnen –, Schließen +

Relais Klemme 34: Betriebsspannung –

Relais Klemme 44: Betriebsspannung +

Bedien-Taster und Schaltkontakte werden an die Digitaleingänge angeschlossen.

Eingang 1: Jalousie öffnen

Eingang 2: Jalousie schließen

Eingang 3: optionaler Wind-Kontakt (Öffner oder Schließer)

Eingang 6: optionaler Tür-Kontakt (Öffner oder Schließer)

Jalousie-Betriebsarten (Sunblind)

Funktion der Kippschalter: Oben = Stufe 1 / Öffnen, Mitte = Aus, Unten = Stufe 2 / Schließen.

Prioritäten bei der Steuerung der Relais, Wert wird mit Relaiszustand rückgemeldet		
Priorität	Wert	Beschreibung
Höchste	3	Kippschalter im Gerät
	2	Wind- und Tür-Kontakt
	1	Jalousie-Kommando
Niederste	0	Eingänge für Bedien-Tasten

Wenn der optionale Wind-Kontakt aktiv wird, wird die Jalousie geöffnet.

Das Aktivieren des Wind-Kontakts wirkt dabei wie das Jalousie-Kommando 2.

Wenn der optionale Tür-Kontakt aktiv ist, wird das Schließen der Jalousie verhindert.

Für die Bedientasten sind verschiedene Betriebsarten und Zeitkonstanten einstellbar.

Flags im Betriebsart-Register bei Jalousie-Betrieb		
Bit	Wert	Beschreibung
15	0	kein Wind-Kontakt an Eingang 3
	1	Wind-Kontakt an Eingang 3
14	0	Wind-Kontakt ist Schließer
	1	Wind-Kontakt ist Öffner
13	0	kein Tür-Kontakt an Eingang 6
	1	Tür-Kontakt an Eingang 6
12	0	Tür-Kontakt ist Schließer
	1	Tür-Kontakt ist Öffner
10-8	0-3	Kurzer Impuls beginnt mit Tastendruck
	0	Kurzer Impuls endet nach Zeitkonstante-Kurz
	1	Kurzer Impuls endet nach Minimum von Zeitkonstante-Kurz und Tastendruck
	2	Kurzer Impuls endet nach Maximum von Zeitkonstante-Kurz und Tastendruck
	3	Kurzer Impuls endet mit Tastendruck
	4	Kurzer Impuls beginnt am Ende des Tastendrucks, endet nach Zeitkonstante-Kurz Impuls dauert so lange wie der Tastendruck
	7	
	0-4	Langer Impuls beginnt nach Zeitkonstante-Taster, endet nach Zeitkonstante-Lang und endet bei kurzem Tastendruck vorzeitig Kein langer Impuls
	7	

Über den Bus ist eine gleichzeitige Steuerung beider Jalousien mit dem Jalousie-Kommando-Register möglich. Der Ablauf eines Kommandos beginnt, wenn der Register-Inhalt geändert wird.

Codierung der Jalousie-Kommandos	
0	Normal-Betrieb, Steuerung über Bedien-Tasten möglich
1	Relais ausschalten, Steuerung über Bedien-Tasten sperren (Sperre)
2	Langer Impuls zum Öffnen, dann Sperre
3	Langer Impuls zum Schließen, dann Sperre
4	Langer Impuls zum Schließen, dann Rotier-Impuls (Lamellen waagerecht), dann Sperre

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"**Anforderung**

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x05
Objekt Wert	"MR-TP"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V1.2"

MR-AO4

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion "03 (0x03) Read Holding Registers"

Holding Register 0-3:	Ausgabewerte der Ausgänge, Signed Integer16,
Holding Register 4-7:	Grundeinstellungen der Ausgabewerte

Anforderung

Gültige Register Startadresse	0..7 oder 66
Gültige Anzahl an Register	1..8 oder 1

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	2 x Anzahl der Register
Registerwerte 0..7	0x0000 bis 0xFFFF (0x7FFF = 10,24 Volt)

Einheit = $10,24V / 215 = 1V / 3200 = 0,3125 \text{ mV}$

Werte Register 66:

Zeiteinstellung für die Kommunikationsüberwachung mit einer Auflösung von 10 ms.

Registerwert= 0 (0x0000) (Werkseinstellung): keine Kommunikationsüberwachung.

Registerwert= 0x0001 bis 0xFFFF => 0,01 bis 655,35 Sekunden = 10,9 Minuten

Modbus-Funktion "06 (0x06) Write Single Register"

Anforderung

Gültige Register Adresse	0..7 oder 66
Werte Register 0..7	0x0000 bis 0xFFFF (0x7FFF = 10,24 Volt)
Wert Register 66	0x0000 bis 0xFFFF (0 to 655.35 Sekunden)

Rückmeldung

Echo der Anforderung

Modbus-Funktion "16 (0x10) Write Multiple Registers"

Anforderung

Gültige Register Startadresse	0..7 oder 66
Gültige Anzahl an Register	1..8
Gültige Anzahl an Bytes	2 x Anzahl der Register (QoR)
Werte Register 0..7	QoR x 0x0000 bis 0xFFFF (0x7FFF = 10,24 Volt)

Rückmeldung

Funktionscode, Register Startadresse, Anzahl der Register

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"**Anforderung**

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x06
Objekt Wert	"MR-AO4"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V1.4"

MR-AOP4

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion „01 (0x01) Read Coils“

Modbus-Funktion „02 (0x02) Read Discrete Inputs“

Modbus-Funktion “04 (0x04) Read Input Registers“

Anforderung

Gültige Register Startadresse 0 .. 3

Gültige Anzahl an Register 1 .. 4

Rückmeldung

Anzahl der Bytes 1

Status Bit0 .. Bit3 1 = Handbetrieb

0 = Automatikbetrieb

Modbus-Funktion “03 (0x03) Read Holding Registers“

Holding Register 0-3: Ausgabewerte der Ausgänge,
Signed Integer16,

Holding Register 4-7: Grundeinstellungen der Ausgabewerte

Anforderung

Gültige Register Startadresse 0..7 oder 66

Gültige Anzahl an Register 1..8 oder 1

Rückmeldung

Anzahl der Bytes 2 x Anzahl der Register

Werte Register 0..7 0x0000 bis 0xFFFF (0x7FFF = 10,24 Volt)

Einheit = $10,24V / 215 = 1V / 3200 = 0,3125 \text{ mV}$

Werte Register 66:

Zeiteinstellung für die Kommunikationsüberwachung mit einer Auflösung von 10 ms.

Registerwert= 0 (0x0000) (Werkseinstellung): keine Kommunikationsüberwachung.

Registerwert= 0x0001 bis 0xFFFF => 0,01 bis 655,35 Sekunden = 10,9 Minuten

Modbus-Funktion “06 (0x06) Write Single Register“

Anforderung

Gültige Register Adresse 0..7 oder 66

Werte Register 0..7 0x0000 bis 0xFFFF (0x7FFF = 10,24 Volt)

Wert Register 66 0x0000 bis 0xFFFF

(0 bis 655.35 Sekunden)

Rückmeldung

Echo der Anforderung

Modbus-Funktion "16 (0x10) Write Multiple Registers"

Anforderung

Gültige Register Startadresse	0..7 oder 66
Gültige Anzahl an Register	1..8
Gültige Anzahl an Bytes	2 x Anzahl der Register (QoR)
Werte Register 0..7	QoR x 0x0000 bis 0xFFFF (0x7FFF = 10,24 Volt)

Rückmeldung

Funktionscode, Register Startadresse, Anzahl der Register

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x07
Objekt Wert	"MR-AOP4"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V1.5"

MR-AI8

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion "04 (0x04) Read Input Registers"

Anforderung

Gültige Register Startadresse	0 .. 15
Gültige Anzahl an Register	1 .. 16 (1 .. 8 Eingänge)

Rückmeldung

Anzahl der Bytes	2 x Anzahl der Register
Registerwerte der Eingänge	Anzahl der Register x 12 Bytes

Eingang	Register	Information
1	0-1	Die Messwerte werden in je 2 Registern (4 Bytes) geliefert. Der Datentyp in den Registern kann konfiguriert werden. (Siehe Register 16-23) float Messwert benötigt 2 Register (Bild 1) signed int Messwert steht im 1. Register signed int 0 füllt 2. Register auf Solange noch keine Messung erfolgt ist, ist der Messwert 0 Aus 2 Registern zusammengesetzte Datentypen beginnen an der geraden Adresse.
2	2-3	
3	4-5	
4	6-7	
5	8-9	
6	10-11	
7	12-13	
8	14-15	

Bild 1

Byte1 Bit7	Byte1 Bit6..0	Byte2 Bit7	Byte2 Bit6..0	Byte3	Byte4
Sign	Exponent	Exponent	Mantisse	Mantisse	Mantisse

Register zur Konfiguration

Mit den 8 Konfigurations-Registern werden für die 8 Eingänge Eingangsschaltung und Messbereich, Datentyp und Einheit des Messwerts und die Sensor-Kennlinie für übliche Temperatursensoren eingestellt.

Modbus-Funktion „03 (0x03) Read Holding Registers“

Modbus-Funktion „06 (0x06) Write Single Registers“

Modbus-Funktion „16 (0x10) Write Multiple Registers“

Holding Register 0-15:	Offset-Register, wird zum Messwert in je 2 aufeinander folgenden Registern addiert, (Eingang 1 = Register 0-1) Float in beiden oder Signed Integer16 im ersten, wie beim Messwert
Holding Register 16-23:	Konfigurations-Register (EEPROM), dient zur Einstellung des Messbereichs, des Datentyps des Messwerts (Float / Integer16), der Einheit des Messwerts und der Sensor-Kennlinie (Eingang 1 = Register 16)
Holding Register 24-63:	Interpolations-Tabellen-Register (EEPROM), abwechselnd Temperatur und Widerstand, Float in je 2 aufeinander folgenden Registern.

Konfigurations-Register bei Messung von Spannung oder Widerstand

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0								0	Bereich	Nummer						

- Bit 15-8: reserviert
- Bit 7: 0 = Spannung oder Widerstand
- Bit 6-5: Bereich, bestimmt Eingangsschaltung bzw. Messbereich
- 0 0 Spannung 0-10V, Werkseinstellung
 - 0 1 Spannung 0-10V, Pullup 2k an 5V
 - 1 0 Widerstand
 - 1 1 reserviert
- Bit 4-0: Nummer, bestimmt die Darstellung des Messwerts
- Bei Spannungsmessung:
- 0 Messwert mit Datentyp float, Einheit=1V
 - 1 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit= $10,24V/2^{15}=1V/3200=0,3125mV$
 - 2-31 reserviert für andere Darstellungen
- Bei Widerstandsmessung:
- 0 Messwert mit Datentyp float, Einheit = 1 Ω
 - 1 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit = 0,1 Ω (maximal 3,2767 kΩ)
 - 2 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit = 1 Ω (maximal 32,767 kΩ)
 - 3 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit = 10 Ω (maximal 327,67 kΩ)
 - 4 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit = 100 Ω (maximal 3276,7 kΩ)
 - 5-31 reserviert für andere Darstellungen

Konfigurations-Register bei Messung von Temperatur

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0								1	Nummer						Typ

Bit 15-8:

Bit 7:

Bit 6-1:

reserviert

1 = Temperatur mit Sensor-Kennlinie

Nummer, dient zur Unterscheidung von Sensor und Messbereich

0	Sensor PT100	(-50..150°C)
1	Sensor PT500	(-50..150°C)
2	Sensor PT1000	(-50..150°C)
3	Sensor NI1000-TK5000	(-50..150°C)
4	Sensor NI1000-TK6180	(-50..150°C)
5	Sensor BALCO 500	(-50..150°C)
6	Sensor KTY81-110	(-50..150°C)
7	Sensor KTY81-210	(-50..150°C)
8	Sensor NTC-1k8	(-50..150°C)
9	Sensor NTC-5k	(-50..150°C)
10	Sensor NTC-10k	(-50..150°C)
11	Sensor NTC-20k	(-50..150°C)
12	Sensor LM235	(-40..120°C)
13	Sensor NTC-10k CAREL	(-50..110°C)

14-55 reserviert für andere Sensoren

56-61 Verwendung der Interpolations-Tabelle siehe unten

62-63 reserviert

Bit 0:

Datentyp des Messwerts

0 float, Einheit 1°C

1 signed int, Einheit 0,1°C

Konfigurations-Register bei Verwendung der Interpolations-Tabelle

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0								1	7			Bereich	Intp	Typ	

- Bit 15-8: reserviert
- Bit 7: 1 Temperatur mit Sensor-Kennlinie
- Bit 6-4: 7 Interpolations-Tabelle
- Bit 3-2: Bereich, bestimmt Eingangsschaltung bzw. Messbereich
 - 0 0 Spannung 0-10V
 - 0 1 Spannung 0-10V, Pullup 2k an 5V
 - 1 0 Widerstand
 - 1 1 reserviert
- Bit 1: Auswahl der Interpolation
 - 0 Sensor-Kennlinie ist ungefähr linear
 - 1 Sensor-Kennlinie ist ungefähr exponentiell (z. B. NTC)
- Bit 0: Datentyp des Messwerts
 - 0 float, Einheit 1°C
 - 1 signed int, Einheit 0,1°C

Die Konfigurations-Register sind oben so dargestellt, dass die Bedeutung der einzelnen Bits erkennbar ist. Für die Anwendung ist es praktischer, wenn der Registerinhalt als ganzes dargestellt ist. Dafür dient folgende Tabelle:

Dafür dient folgende Tabelle:

Dez	Hex	Messbereich Spannung oder Widerstand:	Datentyp	Einheit	Maximum
0	0x00	Spannung 0-10V	float	1V	10,24 V
1	0x01		signed int	0,3125mV	
32	0x20	Spannung/Pullup	float	1V	10,24 V
33	0x21		signed int	0,3125mV	
64	0x40	Widerstand	float	1 Ω	4 MΩ
65	0x41		signed int	0,1 Ω	3,2767 kΩ
66	0x42		signed int	1 Ω	32,767 kΩ
67	0x43		signed int	10 Ω	327,67 kΩ
68	0x44		signed int	100 Ω	3276,7 kΩ

Temperaturmessung mit Datentyp float:

Dez	Hex	Messbereich	Datentyp	Einheit	Maximum
128	0x80	Sensor PT100	float	1°C	-50..150°C
130	0x82	Sensor PT500			-50..150°C
132	0x84	Sensor PT1000			-50..150°C
134	0x86	Sensor NI1000-TK5000			-50..150°C
136	0x88	Sensor NI1000-TK6180			-50..150°C
138	0x8A	Sensor BALCO 500			-50..150°C
140	0x8C	Sensor KTY81-110 NXP			-50..150°C
142	0x8E	Sensor KTY81-210 NXP			-50..150°C
144	0x90	Sensor NTC-1k8 Thermokon			-50..150°C
146	0x92	Sensor NTC-5k Thermokon			-50..150°C
148	0x94	Sensor NTC-10k Thermokon			-50..150°C
150	0x96	Sensor NTC-20k Thermokon			-50..150°C
152	0x98	Sensor LM235			-40..120°C
154	0x9A	Sensor NTC-10k CAREL			-50..110°C

Temperaturmessung mit Datentyp signed int (Registernummer um 1 größer als oben):

Dez	Hex	Messbereich	Datentyp	Einheit	Maximum
129	0x81	Sensor PT100	signed int	0,1°C	-50..150°C
131	0x83	Sensor PT500			-50..150°C
133	0x85	Sensor PT1000			-50..150°C
135	0x87	Sensor NI1000-TK5000			-50..150°C
137	0x89	Sensor NI1000-TK6180			-50..150°C
139	0x8B	Sensor BALCO 500			-50..150°C
141	0x8D	Sensor KTY81-110 NXP			-50..150°C
143	0x8F	Sensor KTY81-210 NXP			-50..150°C
145	0x91	Sensor NTC-1k8 Thermokon			-50..150°C
147	0x93	Sensor NTC-5k Thermokon			-50..150°C
149	0x95	Sensor NTC-10k Thermokon			-50..150°C
151	0x97	Sensor NTC-20k Thermokon			-50..150°C
153	0x99	Sensor LM235			-40..120°C
155	0x9B	Sensor NTC-10k CAREL			-50..110°C

Messung mit Interpolations-Tabelle:

Dez	Hex	Messbereich	Datentyp	Interpolation
240	0xF0	Spannung 0-10V	float	linear
241	0xF1		signed int	linear
242	0xF2		float	exponentiell
243	0xF3		signed int	exponentiell
244	0xF4	Spannung/Pullup	float	linear
245	0xF5		signed int	linear
246	0xF6		float	exponentiell
247	0xF7		signed int	exponentiell
248	0xF8	Widerstand	float	linear
249	0xF9		signed int	linear
250	0xFA		float	exponentiell
251	0xFB		signed int	exponentiell

Register 24-63 (0x18-0x3F) Interpolations-Tabelle

Für Sensoren, deren Kennlinie nicht schon im Gerät fest hinterlegt ist, kann diese Tabelle zur Umrechnung und Linearisierung der Messwerte verwendet werden. Die Tabelle enthält bis zu 10 Stützstellen der Sensor-Kennlinie, zwischen denen interpoliert wird.

Beispiel: Umrechnung von Widerstand zu Temperatur bei Temperatur-Sensoren.

Der Registerinhalt wird im EEPROM gespeichert.

Die Beschreibung bezieht sich auf Temperatursensoren. Es sind aber auch andere Sensoren als für Temperatur möglich (z. B. Feuchte), und statt Widerstandsmessung ist auch Spannungsmessung möglich.

Im Konfigurations-Register sind diese Eigenschaften einstellbar:

Messbereich:	Spannung Spannung, Pullup 2k an 5 V (z.B. für LM235) Widerstand (Normalfall bei Temperatursensoren)
Interpolation:	Sensor-Kennlinie ungefähr linear Sensor-Kennlinie ungefähr exponentiell (für NTCs)
Messwert-Datentyp:	float (Einheit 1 °C) signed int (Einheit 0,1 °C)

Stützstelle	Register Temperatur	Register Widerstand
1	24-25	26-27
2	28-29	30-31
3	32-33	34-35
4	36-37	38-39
5	40-41	42-43
6	44-45	46-47
7	48-49	50-51
8	52-53	54-55
9	56-57	58-59
10	60-61	62-63

Die Stützstellen werden vom Tabellenanfang her aufgefüllt, maximal 10, und endet mit Temperatur = Widerstand = 0, wenn es weniger Stützstellen gibt. Temperatur- und Widerstandswerte müssen auf- oder absteigend sortiert sein. Somit ist die Kombination 0,0 als Stützstelle nicht erlaubt. Datentyp in den Registern: float Temperatur, float Widerstand.

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"**Anforderung**

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x06
Objekt Wert	"MR-AI8"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V1.6"

MR-CI4

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion "04 (0x04) Read Input Registers"

Input Registers	
Adresse	Beschreibung
0 – 3	Messwerte der Eingänge 1-4, Datentyp Signed Integer16, Wertebereiche: Wert 0 = 0 V ,... Wert 32767 = 10,24 V Wert 0 = 0 mA ,... Wert 32767 = 20,48 mA Wert 0 = 4 mA ,... Wert 32767 = 20,38 mA
4	Statusregister Bit 0...7: Stellung der DIP-Schalter 1...8 Bit-Wert 0 = AUS Bit-Wert 1 = EIN Bit 8...11: Status der Eingänge 1...4 Bit-Wert 0 = Spannung < 2 V oder Strom < 4 mA Bit-Wert 1 = Spannung ≥ 2 V oder Strom ≥ 4 mA

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen: 0x01
Objekt ID 0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code 0x01
Conformity level 0x01
Weitere folgen 0x00
Next Objekt ID 0x00
Anzahl an Objekten 0x03
Objekt ID 0x00
Objekt Länge 0x11
Objekt Wert "METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID 0x01
Objekt Länge 0x06
Objekt Wert "MR-CI4"
Objekt ID 0x02
Objekt Länge 0x04
Objekt Wert "V1.4"

MR-AIO4/2-IP

Modbus-Funktionen

Funktionen zum Lesen und Schreiben der Register, Adressbereiche in Klammern:

Read Input Registers (0 - 7)

Read Holding Registers (0 - 63, 65 - 66)

Write Multiple Registers (0 - 63, 65, 66)

Write Single Register (16 - 23, 65, 66)

Read Holding Registers (100 - 123, 130 - 143, 150 - 173, 180 - 193, 200 - 231)

Write Multiple Registers (100 - 123, 130 - 143, 150 - 173, 180 - 193, 200 - 231)

Datentyp float

Für den Datentyp float werden je 2 Register, also 4 Bytes gebraucht.

Bei Modbus gilt der Grundsatz, dass bei Daten mit mehreren Bytes Länge das höchstwertige zuerst übertragen wird und das niederste zuletzt (Big-Endian).

Wenn für einen Datentyp mehrere Register gebraucht werden, sollten alle gemeinsam in einem Kommando gelesen oder geschrieben werden, damit die Daten konsistent sind.

Auf die Register kann auch einzeln zugegriffen werden, dann muss allerdings vom Anwender sichergestellt werden, dass die Daten konsistent sind, z.B. mit Mehrfach-Abfragen.

Register address	Register + 0		Register + 1	
Bytes in sequence of transmission	Byte 1 High	Byte 2 Low	Byte 3 High	Byte 4 Low
Bit numbers	Bit 31-24	Bit 23-16	Bit 15-8	Bit 7-0
Bits of float values	Sign, Exp 7-1	Exp 0, Mant 22-16	Mant 15-8	Mant 7-0

Hinweis auf ein Kompatibilitäts-Problem:

Bei float sind auf dem Markt 4 verschiedene Reihenfolgen der Bytes in den Registern üblich.

Funktionsblock Analog-Ausgang (AO1-AO2)

Das MR-AIO4/2 hat 2 Analog-Ausgänge für Spannung (0-10 V). Die Ausgabewerte können je nach Konfiguration als Gleitpunktzahlen (float OutF) oder Ganzzahlen mit 16 Bit und Vorzeichen (int16_t OutI) kodiert sein.

Name	Modbus Holding Register	Adr. AO1	Adr. AO2
OutI	Wert der analogen Ausgänge, Daten Typ int16_t, Bereich: Wert 0 = 0 Volt ,... Wert 32767 = 10,24 Volt	20	21
InitOutI	Default Wert der analogen Ausgänge, Daten Typ int16_t, Werkseinstellung 0, Wird im EEPROM gespeichert	22	23
OutF	Wert der analogen Ausgänge, Daten Typ float, Einheit %, Bereich: Wert 0 % = 0 Volt ,... Wert 102,4 % = 10,24 Volt	138	188
InitOutF	Default Wert der analogen Ausgänge, Daten Typ float, Werkseinstellung 0, Wird im EEPROM gespeichert	122	172
Switch	Auswahl der Ausgangswerte: 0: Modbus Register OutI 1: Modbus Register OutF 2: Ausgang Y vom jeweiligen PID Regler Werkseinstellung 0, Wird im EEPROM gespeichert	100 Bits 4 - 5	100 Bits 6 - 7

Zur Auswahl des Ausgabewerts siehe auch Kapitel „Verschaltung der Funktionsblöcke“ am Ende.

Funktionsblock Bus-Watchdog

Die Verbindung zum Modbus-Master kann mit einem Watchdog-Timer überwacht werden. Der Timer startet mit jeder an das Gerät gerichteten gültigen Nachricht neu. Nur die Geräte-Adresse ist dabei von Bedeutung, nicht der restliche Inhalt der Nachricht. Wenn der Master oder die Verbindung ausfällt und der Timer abläuft, werden die Ausgänge in ihre Grundeinstellung (sicherer Zustand) geschaltet und die rote LED leuchtet. Mit der Zeitkonstante 0 ist der Watchdog-Timer inaktiv.

Name	Modbus Holding Registers	Adr.
Watchdog	Zeit Konstante der Kommunikationsüberwachung, Daten Typ uint16_t, Auflösung 10 ms, Werkseinstellung 0, Wird im EEPROM gespeichert	66

Beim Einschalten des Geräts und Ablaufens des Watchdog-Timers werden diese Register kopiert:

Ausgangswert	Aktueller Wert
InitOutl_1/2 →	Outl_1/2
InitOutF_1/2 →	OutF_1/2
InitW_1/2 →	W_1/2

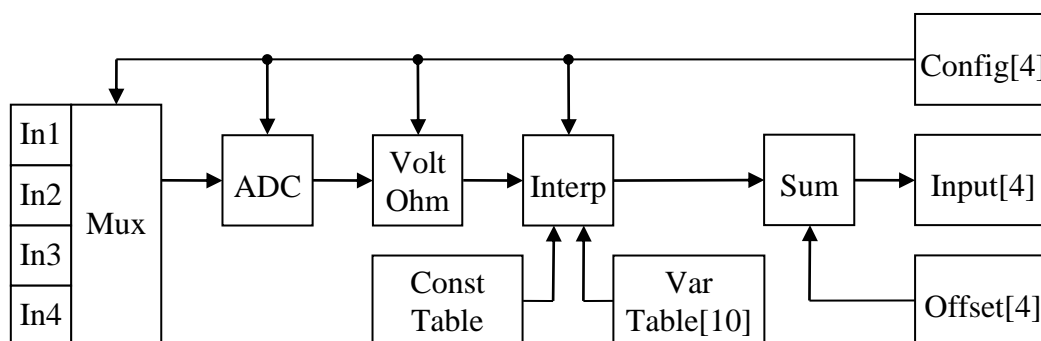
Funktionsblock Analog-Eingang (AI1-AI4) Übersicht

Das MR-AIO4/2 hat 4 universelle Analog-Eingänge
 - für Spannungs-Messung (0 V – 11,5 V)
 - und Widerstands-Messung (40 Ohm – 4 MOhm).

Eine Analog/Digital-Wandlung dauert etwa 0,2 Sekunden und an den Eingängen wird abwechselnd gemessen. An jedem Eingang wird im Abstand von etwa 1 Sekunde gemessen, beim Wechsel des Widerstands-Messbereichs dauert der Abstand aber länger, weil mehrfach gemessen wird.

Es gibt Betriebsarten zur Berechnung der Temperatur von üblichen Temperatur-Sensoren. Der Spannungs- oder Widerstands-Messwert wird dazu mit einer Werte-Tabelle und Interpolation in die Temperatur umgerechnet. Es gibt mehrere fest programmierte Tabellen für übliche Sensoren und eine frei programmierbare Tabelle mit bis zu 10 Stützstellen.

Auf den Messwert kann ein Offset addiert werden. Damit kann eine Anpassung an den Sensor und die Zuleitung oder ein Feinabgleich realisiert werden.



In1...In4	Analog-Eingänge
Mux	Eingangs-Umschalter
ADC	Analog/Digital-Wandler
Volt/Ohm	Spannung/Widerstand berechnen
Interp	Interpolation mit Werte-Tabellen

Sum Addition eines Offsets
 ConstTable Werte-Tabellen für Standard-Sensoren

Modbus-Register:

Config Konfigurations-Register
 Input Messwert-Register
 Offset Offset-Register
 VarTable Werte-Tabelle für eigenen Sensor-Typ

Modbus-Register

Daten zur Konfiguration bleiben in den Geräten auch bei Stromausfall erhalten. Sie werden in einem EEPROM gespeichert und sind unten entsprechend gekennzeichnet.

Messwerte können je nach Konfiguration als Gleitpunktzahlen (float) oder Ganzzahlen mit 16 Bit und Vorzeichen (int16_t) kodiert sein.

Name	Modbus Input Register (Read-Only)	Adr. AI1	Adr. AI2	Adr. AI3	Adr. AI4
Input	Messwerte in 2 fortlaufenden Registern, float in beiden oder int16_t im ersten Register	0	2	4	6

Name	Modbus Holding Register	AI	Adr.
Offset	Offset Register, wird dem Messwert aufaddiert, in 2 fortlaufenden Registern, float in beiden oder int16_t im ersten, siehe Messwerte, Werkseinstellung 0, wird im EEPROM gespeichert	AI1	0
		AI2	2
		AI3	4
		AI4	6
-	Frei verwendbare Register, Werkseinstellung 0, wird im EEPROM gespeichert	-	8 - 15
Config	Konfigurations-Register, Wird verwendet zur Auswahl des Messbereichs, den Daten Typ des Messwerts (float / int16_t), die Einheit des Messwertes und die Sensor Charakteristik, Werkseinstellung 0 (Volt 0-10V, float), wird im EEPROM gespeichert	AI1	16
		AI2	17
		AI3	18
		AI4	19
VarTable	Variable Umsetzungstabelle für die Interpolation, alternativ für die Temperatur und Widerstand, float in jeweils 2 fortlaufenden Registern, Werkseinstellung 0, Wird im EEPROM gespeichert	-	24 - 63

Allgemeines zum Konfigurations-Register

Mit den 4 Konfigurations-Registern werden für die 4 Eingänge Eingangsschaltung und Messbereich, Datentyp und Einheit des Messwerts und die Sensor-Kennlinie für übliche Temperatursensoren eingestellt.

Der Registerinhalt wird im EEPROM gespeichert.

Konfigurations-Register bei Messung von Spannung oder Widerstand

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0								0	Bereich	Nummer					

Bit 15-8:

reserviert

Bit 7:

0 = Spannung oder Widerstand

Bit 6-5:

Bereich, bestimmt Eingangsschaltung bzw. Messbereich

0 0 Spannung 0-10V

0 1 Spannung 0-10V, Pullup 2k an 5V

1 0 Widerstand

1 1 reserviert

Bit 4-0:

Nummer, bestimmt die Darstellung des Messwerts

Bei Spannungsmessung:

0 Messwert mit Datentyp float, Einheit=1V

1 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit= $10,24V/2^{15}=1V/3200=0,3125mV$

2-31 reserviert für andere Darstellungen

Bei Widerstandsmessung:

0 Messwert mit Datentyp float, Einheit = 1 Ω

1 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit = 0,1 Ω (maximal 3,2767 k Ω)

2 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit = 1 Ω (maximal 32,767 k Ω)

3 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit = 10 Ω (maximal 327,67 k Ω)

4 Messwert mit Datentyp signed int, Einheit = 100 Ω (maximal 3276,7 k Ω)

5-31 reserviert für andere Darstellungen

Konfigurations-Register bei Messung von Temperatur

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0								1	Nummer						Typ

Bit 15-8:

reserviert

Bit 7:

1 = Temperatur mit Sensor-Kennlinie

Bit 6-1:

Nummer, dient zur Unterscheidung von Sensor und Messbereich

0	Sensor PT100	(-50..150°C)
1	Sensor PT500	(-50..150°C)
2	Sensor PT1000	(-50..150°C)
3	Sensor NI1000-TK5000	(-50..150°C)
4	Sensor NI1000-TK6180	(-50..150°C)
5	Sensor BALCO 500	(-50..150°C)
6	Sensor KTY81-110	(-50..150°C)
7	Sensor KTY81-210	(-50..150°C)
8	Sensor NTC-1k8	(-50..150°C)
9	Sensor NTC-5k	(-50..150°C)
10	Sensor NTC-10k	(-50..150°C)
11	Sensor NTC-20k	(-50..150°C)
12	Sensor LM235	(-40..120°C)
13	Sensor NTC-10k CAREL	(-50..110°C)

13-55 reserviert für andere Sensoren

56-61 Verwendung der Interpolations-Tabelle siehe unten

62-63 reserviert

Bit 0:

Datentyp des Messwerts

0 float, Einheit 1°C

1 signed int, Einheit 0,1°C

Konfigurations-Register bei Verwendung der Interpolations-Tabelle

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0								1	7			Bereich	Intp	Typ	

Bit 15-8:	reserviert
Bit 7:	1 Temperatur mit Sensor-Kennlinie
Bit 6-4:	7 Interpolations-Tabelle
Bit 3-2:	Bereich, bestimmt Eingangsschaltung bzw. Messbereich
	0 0 Spannung 0-10V
	0 1 Spannung 0-10V, Pullup 2k an 5V
	1 0 Widerstand
	1 1 reserviert
Bit 1:	Auswahl der Interpolation
	0 Sensor-Kennlinie ist ungefähr linear
	1 Sensor-Kennlinie ist ungefähr exponentiell (z. B. NTC)
Bit 0:	Datentyp des Messwerts
	0 float, Einheit 1°C
	1 signed int, Einheit 0,1°C

Die Konfigurations-Register sind oben so dargestellt, dass die Bedeutung der einzelnen Bits erkennbar ist. Für die Anwendung ist es praktischer, wenn der Registerinhalt als ganzes dargestellt ist. Dafür dient folgende Tabelle:

Dez	Hex	Messbereich Spannung oder Widerstand	Datentyp	Einheit	Maximum
0	0x00	Spannung 0-10V	float	1V	10,24 V
1	0x01		signed int	0,3125mV	
32	0x20	Spannung/Pullup	float	1V	10,24 V
33	0x21		signed int	0,3125mV	
64	0x40	Widerstand	float	1 Ω	4 MΩ
65	0x41		signed int	0,1 Ω	3,2767 kΩ
66	0x42		signed int	1 Ω	32,767 kΩ
67	0x43		signed int	10 Ω	327,67 kΩ
68	0x44		signed int	100 Ω	3276,7 kΩ

Temperaturmessung mit Datentyp float:

Dez	Hex	Messbereich	Datentyp	Einheit	Maximum
128	0x80	Sensor PT100	float	1°C	-50..150°C
130	0x82	Sensor PT500			-50..150°C
132	0x84	Sensor PT1000			-50..150°C
134	0x86	Sensor NI1000-TK5000			-50..150°C
136	0x88	Sensor NI1000-TK6180			-50..150°C
138	0x8A	Sensor BALCO 500			-50..150°C
140	0x8C	Sensor KTY81-110 NXP			-50..150°C
142	0x8E	Sensor KTY81-210 NXP			-50..150°C
144	0x90	Sensor NTC-1k8 Thermokon			-50..150°C
146	0x92	Sensor NTC-5k Thermokon			-50..150°C
148	0x94	Sensor NTC-10k Thermokon			-50..150°C
150	0x96	Sensor NTC-20k Thermokon			-50..150°C
152	0x98	Sensor LM235			-40..120°C
154	0x9A	Sensor NTC-10k CAREL			-50..110°C

Temperaturmessung mit Datentyp signed int (Registernummer um 1 größer als oben):

Dez	Hex	Messbereich	Datentyp	Einheit	Maximum
129	0x81	Sensor PT100	signed int	0,1°C	-50..150°C
131	0x83	Sensor PT500			-50..150°C
133	0x85	Sensor PT1000			-50..150°C
135	0x87	Sensor NI1000-TK5000			-50..150°C
137	0x89	Sensor NI1000-TK6180			-50..150°C
139	0x8B	Sensor BALCO 500			-50..150°C
141	0x8D	Sensor KTY81-110 NXP			-50..150°C
143	0x8F	Sensor KTY81-210 NXP			-50..150°C
145	0x91	Sensor NTC-1k8 Thermokon			-50..150°C
147	0x93	Sensor NTC-5k Thermokon			-50..150°C
149	0x95	Sensor NTC-10k Thermokon			-50..150°C
151	0x97	Sensor NTC-20k Thermokon			-50..150°C
153	0x99	Sensor LM235			-40..120°C
155	0x9B	Sensor NTC-10k CAREL			-50..110°C

Messung mit Interpolations-Tabelle:

Dez	Hex	Messbereich	Datentyp	Interpolation
240	0xF0	Spannung 0-10V	float	linear
241	0xF1		signed int	linear
242	0xF2		float	exponentiell
243	0xF3		signed int	exponentiell
244	0xF4	Spannung/Pullup	float	linear
245	0xF5		signed int	linear
246	0xF6		float	exponentiell
247	0xF7		signed int	exponentiell
248	0xF8	Widerstand	float	linear
249	0xF9		signed int	linear
250	0xFA		float	exponentiell
251	0xFB		signed int	exponentiell

Register 24-63 (0x18-0x3F) Interpolations-Tabelle

Für Sensoren, deren Kennlinie nicht schon im Gerät fest hinterlegt ist, kann diese Tabelle zur Umrechnung und Linearisierung der Messwerte verwendet werden. Die Tabelle enthält bis zu 10 Stützstellen der Sensor-Kennlinie, zwischen denen interpoliert wird.

Beispiel: Umrechnung von Widerstand zu Temperatur bei Temperatur-Sensoren.

Der Registerinhalt wird im EEPROM gespeichert.

Die Beschreibung bezieht sich auf Temperatursensoren. Es sind aber auch andere Sensoren als für Temperatur möglich (z. B. Feuchte), und statt Widerstandsmessung ist auch Spannungsmessung möglich.

Im Konfigurations-Register sind diese Eigenschaften einstellbar:

Messbereich:	Spannung Spannung, Pullup 2k an 5 V (z.B. für LM235) Widerstand (Normalfall bei Temperatursensoren)
Interpolation:	Sensor-Kennlinie ungefähr linear Sensor-Kennlinie ungefähr exponentiell (für NTCs)
Messwert-Datentyp:	float (Einheit 1 °C) signed int (Einheit 0,1 °C)

Stützstelle	Register Temperatur	Register Widerstand
1	24-25	26-27
2	28-29	30-31
3	32-33	34-35
4	36-37	38-39
5	40-41	42-43
6	44-45	46-47
7	48-49	50-51
8	52-53	54-55
9	56-57	58-59
10	60-61	62-63

Die Stützstellen werden vom Tabellenanfang her aufgefüllt, maximal 10, und endet mit Temperatur = Widerstand = 0, wenn es weniger Stützstellen gibt. Temperatur- und Widerstandswerte müssen auf- oder absteigend sortiert sein. Somit ist die Kombination 0,0 als Stützstelle nicht erlaubt. Datentyp in den Registern: float Temperatur, float Widerstand.

Funktionsblock PID-Regler (PID1-PID2)

Allgemeines zum Regler-Typ

Das MR-AIO4/2 enthält 2 PID-Regler für Anwendungen zur Temperatur-Regelung.

T1-Filter

Ein idealer PID-Regler bereitet wegen dem Differenzier-Anteil Probleme:

- Schnelle Änderungen am Eingang führen zur Begrenzung am Regler-Ausgang, und damit zu nichtlinearem Verhalten. (Das kann eventuell auch erwünscht sein.)
- Rauschen und andere Störungen der Eingangs-Messwerte werden verstärkt.

Deshalb werden reale PID-Regler mit einem zusätzlichen T1-Filter mit kleiner Zeitkonstante T1 realisiert (PIDT1-Regler). Das Filter kann nur dem D-Anteil zugeordnet sein oder auch den P-, I- und D-Anteilen gemeinsam. Bei diesem Regler gilt es nur für den D-Anteil.

Differenzierer-Eingang

Der D-Anteil kann umschaltbar aus der Differenz von Sollwert und Istwert $\pm (X - W)$ oder direkt aus dem Istwert $\pm X$ berechnet werden. Eine schnelle Änderung des Sollwerts wirkt sich nicht auf den Ausgang aus, wenn der Istwert direkt verwendet wird.

Differential-Gleichung

Diese Differential-Gleichung dient zur Definition der Funktion und Variablen:

$$Y = Y_p + Y_i + Y_{dt}$$

$$Y_p = F_p \cdot X_w$$

$$Y_i = F_p \cdot \frac{1}{T_i} \cdot \int_0^t (X_w) d\tau$$

$$Y_{dt} + T_1 \cdot \frac{d(Y_{dt})}{dt} = F_p \cdot T_d \cdot \frac{d(X_{wd})}{dt}$$

mit	W = Sollwert	Y _i = Integral-Anteil
	X = Istwert	Y _{dt} = Differential-Anteil gefiltert
	X _w = Differenz $\pm (X - W)$	F _p = Verstärkung
	X _{wd} = X _w oder $\pm X$	T _i = Integrier-Zeitkonstante, Nachstellzeit
	Y = Regler-Ausgang	T _d = Differenzier-Zeitkonstante, Vorhaltzeit
	Y _p = Proportional-Anteil	T ₁ = Filter-Zeitkonstante

Ausgangs-Begrenzung

Der I-Anteil Y_i und der Ausgang Y werden auf die Konstanten Y_{min} und Y_{max} begrenzt. Zusätzlich wird der Ausgang Y während des Betriebs veränderbare Werte begrenzt. Regler PID1 hat den Eingang A_{min} , mit dem sein Ausgang Y nach unten begrenzt werden kann.

Regler PID2 hat den Eingang B_{max} , mit dem sein Ausgang Y nach oben begrenzt werden kann.

Dead-Range

Mit diesem Parameter können ständige kleine Änderungen am Ausgang Y vermieden werden. Diese könnten sonst zum Verschleiß eines Ventils führen, das vom Ausgang gesteuert wird. Der Ausgang Y ändert sich erst, wenn die Änderung größer als $DeadR$ ist, und bleibt sonst konstant.

Handbetrieb

Im Automatik-Betrieb wird der Wert am Ausgang Y ständig auch in Register $ManY$ gespeichert.

Wenn der Regler in den Handbetrieb gebracht wird, bleibt er auf seinem letzten Wert stehen. Durch Änderung von $ManY$ im Handbetrieb wird der Ausgang Y auf den neuen Wert gesetzt. Wenn der Handbetrieb endet, beginnt der Ausgang Y vom aktuellen Wert an zu regeln.

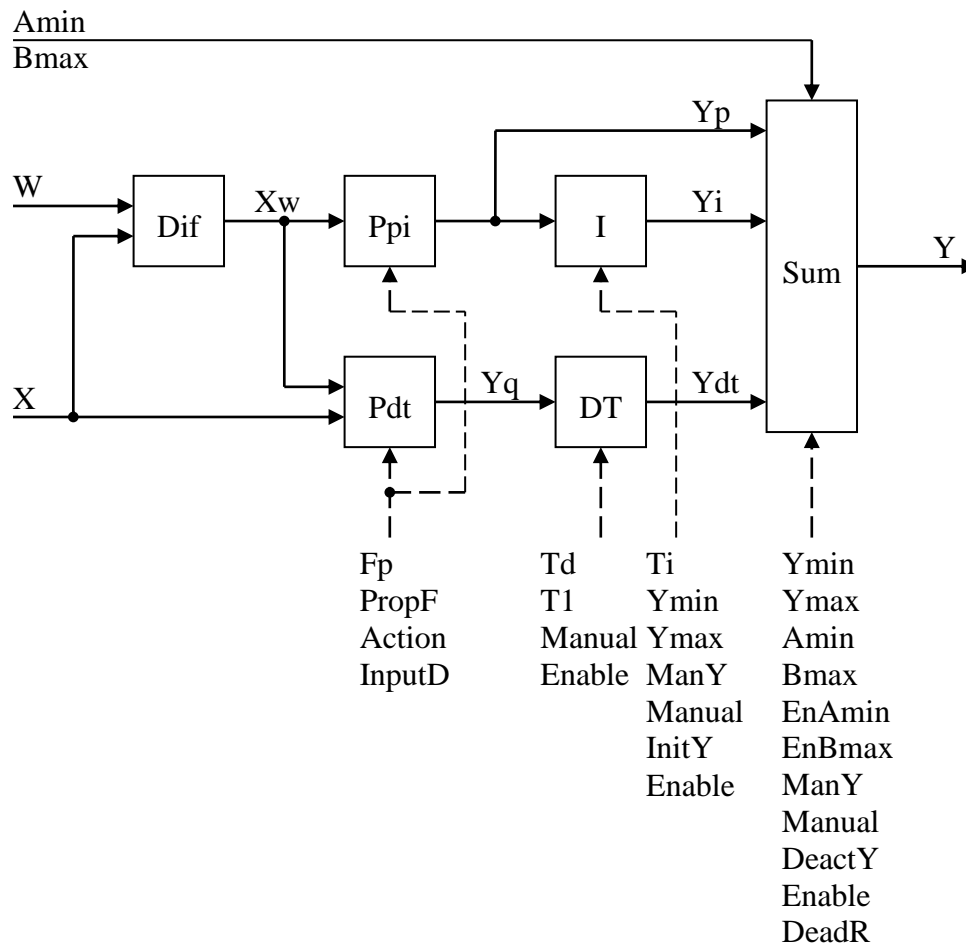
Aktivität

Der Regler kann aktiv oder inaktiv gesetzt werden.

Wenn er inaktiv ist, wird der Ausgang Y dauernd auf den Wert $DeactY$ gesetzt.

Wenn er aktiviert wird, beginnt der Ausgang Y mit dem Wert $InitY$ zu regeln.

Regler-Struktur



Regler-Algorithmus

(Parameter):	if (PropF) else	$F_p = (Y_{max} - Y_{min}) / F_{p_Xp}$ $F_p = F_{p_Xp}$	
Block Dif:		$X_w = X - W$	
Block Ppi:	if (Action)	$Y_p = F_p * X_w$ $Y_p = - Y_p$	
Block Pdt:	if (InputD) else if (Action)	$Y_q = F_p * X$ $Y_q = F_p * X_w$ $Y_q = - Y_q$	
Block I:	if (Enable 0 -> 1) if (Manual 1 -> 0) if (Ti > 0) if (Yi < Ymin) if (Yi > Ymax) if (!Enable) if (Manual)	$Y_i = Y_{i_1}$ $Y_i = InitY - Y_p$ $Y_i = ManY - Y_p$ $Y_i = Y_i + Y_p * T_e / T_i$ $Y_i = Y_{min}$ $Y_i = Y_{max}$ $Y_i = 0$ $Y_i = 0$	(Start PID) (Auto PID)
Block DT:	if (Td > 0) if (T1 > 0) if (!Enable) if (Manual)	$Y_d = 0$ $Y_d = (Y_q - Y_{q_1}) * T_d / T_e$ $Y_{dt} = Y_d$ $Y_{dt} = Y_{dt_1} + (Y_d - Y_{dt_1}) * T_e / T_1$ $Y_{dt} = 0$ $Y_{dt} = 0$	
Block Sum:	if (Ys < Ymin) if (Ys > Ymax) if (EnAmin) if (EnBmax) if (Manual) if (!Enable) if (!Manual)	$Y_s = Y_p + Y_i + Y_{dt}$ $Y_s = Y_{min}$ $Y_s = Y_{max}$ if (Ys < Amin) $Y_s = A_{min}$ if (Ys > Bmax) $Y_s = B_{max}$ $Y_s = ManY$ $Y_s = DeactY$ $ManY = Y_s$ if ($ Y - Y_s > DeadR$) $Y = Y_s$	(nur PID1) (nur PID2)

(Time Step Te): $Y_{i_1} = Y_i$, $Y_{q_1} = Y_q$, $Y_{dt_1} = Y_{dt}$

Modbus-Register

Die Regler-Parameter haben den Datentyp float. Sie sind dauerhaft im EEPROM gespeichert. Sie sind über folgende Modbus-Register zugänglich.

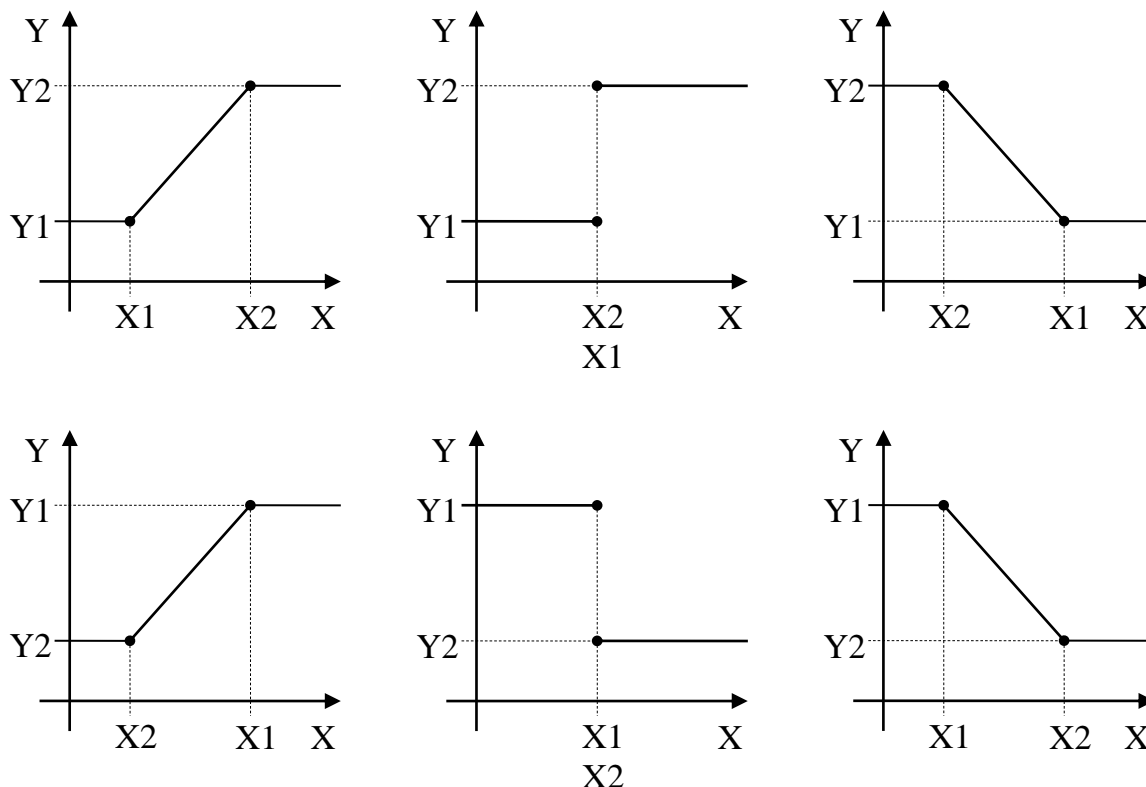
Name	Konfigurationsregister, (Modbus Holding Registers)	Adr. PID1	Adr. PID2
Mode	Option Flags für Betriebsart:	101	151
.Enable	Controlleraktivierung. 0: Controller ist inaktiv 1: Controller ist aktiv (Werkseinstellung)	Bit 0	Bit 0
.PropF	Spezifikation Proportionalitätsfaktor. 0: Verstärkung Fp (Werkseinstellung) 1: Bereich Xp	Bit 1	Bit 1
.Action	Verwendung der Differenz $X_w = \pm (X - W)$ direkt oder negiert. 0: Differenz direkt verwendet, $X_w = + (X - W)$ 1: Differenz negiert verwendet, $X_w = - (X - W)$ (Werkseinst.)	Bit 2	Bit 2
.InputD	Der differenzielle Teil kann von X_w oder X berechnet werden. 0: D-Teil berechnet von $\pm X_w$ (Werkseinstellung) 1: D- Teil berechnet von $\pm X$	Bit 3	Bit 3
.EnAmin	Minimum Eingabe Amin (nur PID1). 0: Sperren (Werkseinstellung) 1: Freigeben	Bit 4	---
.EnBmax	Maximum Eingabe Bmax (nur PID2). 0: Sperren (Werkseinstellung) 1: Freigeben	---	Bit 4
.Manual	0: Automatikbetrieb (Werkseinstellung) 1: Manueller Betrieb	Bit 5	Bit 5
Fp_Xp	Spezifikation Proportionalitätsfaktor in einem von 2 Wegen: - Verstärkung Fp (Werkseinstellung 3, Unit % / °C) - Bereich Xp (Unit °C) Beziehung: $F_p * X_p = (Y_{max} - Y_{min})$	102	152
Ti	Zeit für Integration (Werkseinstellung 300, Unit s)	104	154
Td	Zeit für die Differenzierung (Werkseinstellung 1, Unit s)	106	156
T1	Zeit für Filterung (Werkseinstellung 10, Unit s)	108	158
Ymin	Obergrenze für Ausgabe Y (Unit %)	110	160
Ymax	Untergrenze für Ausgabe Y (Unit %)	112	162
DeadR	Leerlaufbereich für Ausgabe Y, Y ändert sich in Mindestschritten von DeadR (Unit %)	114	164
DeactY	Y Wert wenn der Controller inaktiv ist. (Werks. 0, Unit %)	116	166
InitY	Y Startwert wenn der Controller aktiv geschaltet ist. (Werkseinstellung 0, Unit %)	118	168

Name	Visualisierung / Kontrollregister (Modbus Holding Registers)	Adr. PID1	Adr. PID2
Yp	Proportionaler Teil (Unit %, Nur Lesen)	130	180
Yi	Integraler Teil (Unit %, Nur Lesen)	132	182
Ydt	Differenzieller Teil, gefiltert (Unit %, Nur Lesen)	134	184
ManY	Y Wert bei manuellem Betrieb (Unit %)	142	192

Funktionsblock Lineare Abbildung mit Begrenzung (LCL1-LCL4)

Beschreibung LCL1 - LCL2

Der Funktionsblock hat den Eingang X und den Ausgang Y. Zwischen zwei Grenzen (X1, X2) werden die Eingangswerte linear auf die Ausgangswerte (Y1...Y2) abgebildet. Außerhalb der Grenzen sind die Ausgangswerte auf Y1 oder Y2 begrenzt.



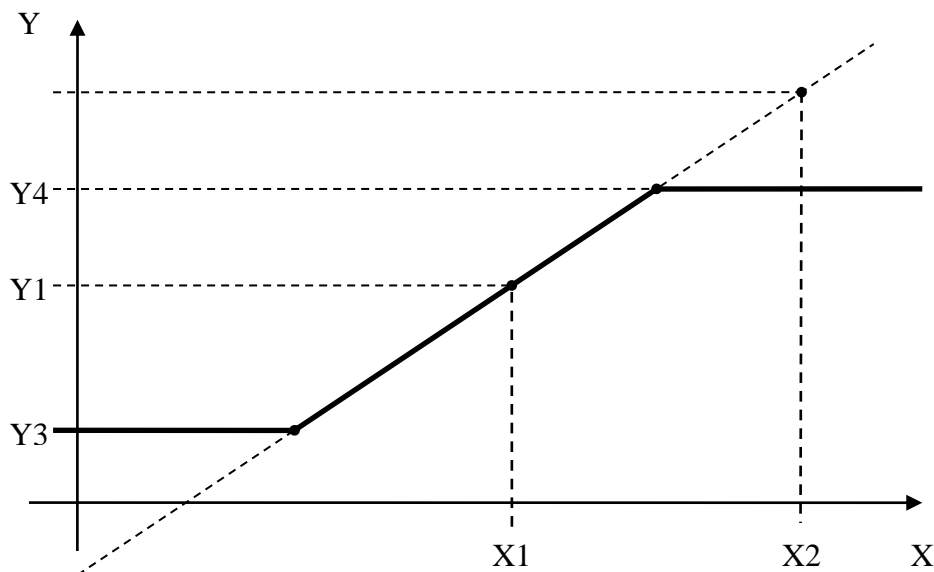
Modbus-Register

Die Parameter haben den Datentyp float. Sie sind dauerhaft im EEPROM gespeichert. Separate Holding-Register für jeden Funktionsblock LCL1...LCL2:

Name	Konfigurationsregister, gespeichert im EEPROM (Modbus Holding Registers)	Adr. LCL1	Adr. LCL2
Y1	Point1, Ausgabe Y (Werkseinstellung 0)	200	208
Y2	Point2, Ausgabe Y (Werkseinstellung 100)	202	210
X1	Point1, Eingabe X (Werkseinstellung 0)	204	212
X2	Point2, Eingabe X (Werkseinstellung 100)	206	214

Beschreibung LCL3 - LCL4

Der Funktionsblock hat den Eingang X und den Ausgang Y. Zwei Punkte (X1, Y1) und (X2, Y2) bestimmen, wie die Eingangswerte linear auf die Ausgangswerte abgebildet werden. Die Ausgangswerte werden auf Y3 (Minimum) oder Y4 (Maximum) begrenzt.

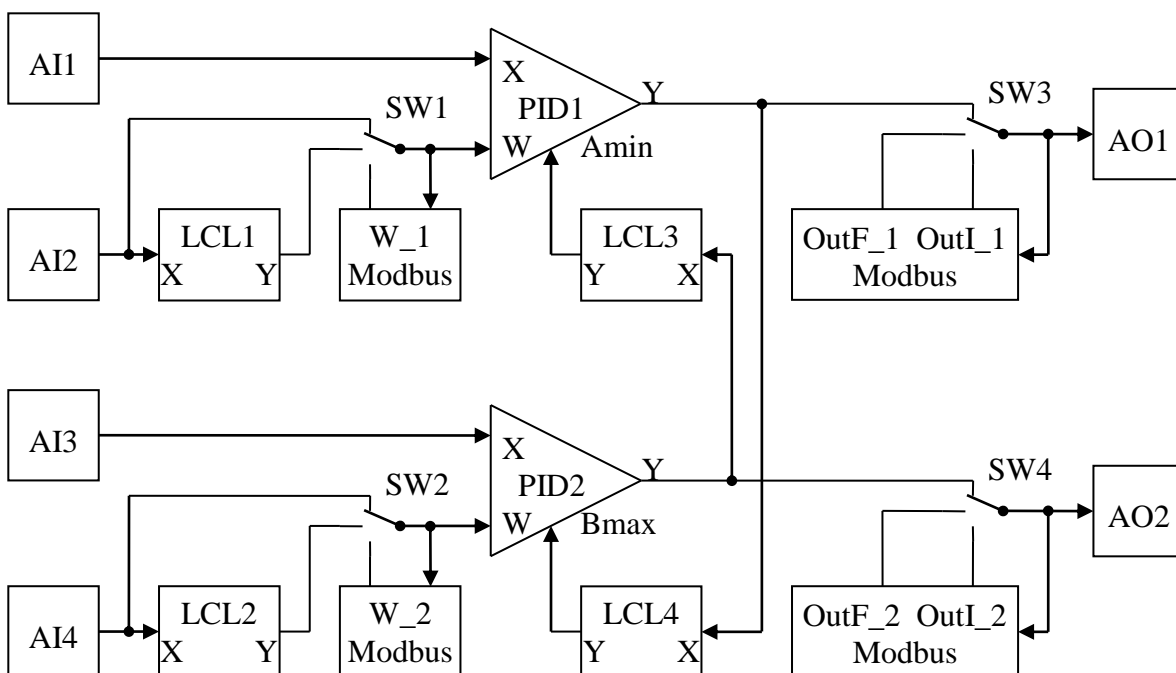


Modbus-Register

Die Parameter haben den Datentyp float. Sie sind dauerhaft im EEPROM gespeichert. Separate Holding-Register für jeden Funktionsblock LCL1...LCL4:

Name	Konfigurationsregisters, gespeichert im EEPROM (Modbus Holding Registers)	Adr. LCL3	Adr. LCL4
Y1	Point1, Ausgabe Y (Werkseinstellung 0)	216	228
Y2	Point2, Ausgabe Y (Werkseinstellung 100)	218	230
X1	Point1, Eingabe X (Werkseinstellung 0)	220	232
X2	Point2, Eingabe X (Werkseinstellung 100)	222	234
Y3	Untergrenze von Ausgabe Y (Werkseinstellung 0)	224	236
Y4	Obergrenze von Ausgabe Y (Werkseinstellung 100)	226	238

Verschaltung der Funktionsblöcke Übersicht



Sollwert und Istwert können je nach der Betriebsart von den Analog-Eingängen kommen. Diese liefern Werte in den Einheiten Volt, Ohm oder Grad Celsius. Bei Verwendung des Funktionsblocks Linear Conversion / Limit oder der frei programmierbaren Interpolations-Tabelle im Analog-Eingang ist eine Anpassung an andere Wertebereiche und Einheiten am Regler-Eingang möglich.

Wenn der Regler-Sollwert über den Modbus eingestellt wird, gibt es 2 getrennte Register:

- Der Anfangs-Sollwert InitW_1/2 wird dauerhaft im EEPROM gespeichert.
- Über den Modbus ist der Sollwert W_1/2 jederzeit schreibbar und lesbar.

Der Ausgabewert für einen Analog-Ausgang kann aus den Registern OutI und OutF oder einem PID-Regler kommen. Bei jeder Auswahl wird der ausgegebene Wert in OutI und OutF gemeldet.

Beim Einschalten des Geräts und Ablaufens des Watchdog-Timers werden diese Register kopiert:

Grundeinstellung	Aktueller Wert
InitOutI_1/2 →	OutI_1/2
InitOutF_1/2 →	OutF_1/2
InitW_1/2 →	W_1/2

Modbus-Register

Jeweils einem Ausgang und 2 Eingängen ist ein PID-Regler zugeordnet.

Ein Register enthält Felder für die im Bild gezeigten Schalter.

Andere Register enthalten den Sollwert und den Ausgangswert.

Name	Konfigurationsregister, gespeichert im EEPROM (Modbus Holding Registers)	Adr.
Switch	Signalauswahl (Werkseinstellung 0)	100
.SW1	Auswahl Sollwert W für Controller PID1: 0: Analogeingang In2 1: Analogeingang In2 mit linearer Umwandlung / Grenze LCL1 2: Modbus Register W_1 Der Sollwert W wird immer im Modbus Register W_1 angezeigt.	Bits 0 – 1
.SW2	Auswahl Sollwert W für Controller PID2: 0: Analogeingang In4 1: Analogeingang In4 mit linearer Umwandlung / Grenze LCL2 2: Modbus Register W_2 Der Sollwert W wird immer im Modbus Register W_2 angezeigt.	Bits 2 – 3
.SW3	Auswahl des Ausgabewertes für Analogausgang Out1: 0: Modbus Register OutI_1 (int16_t) 1: Modbus Register OutF_1 (float %) 2: Ausgabewert Y von Controller PID1 Der Ausgabewert wird immer in beiden Modbus Registern angezeigt.	Bits 4 – 5
.SW4	Auswahl des Ausgabewertes für Analogausgang Out2: 0: Modbus Register OutI_2 (int16_t) 1: Modbus Register OutF_2 (float %) 2: Ausgabewert Y von Controller PID2 Der Ausgabewert wird immer in beiden Modbus Registern angezeigt.	Bits 6 – 7
InitW_1	Vorgabe Sollwert für Controller PID1 (Werkseinstellung 0, Unit °C)	120
InitW_2	Vorgabe Sollwert für Controller PID2 (Werkseinstellung 0, Unit °C)	170

Name	Visualisierung / Kontrollregister (Modbus Holding Registers)	Adr.
W_1	Sollwert W für Controller PID1 (Unit °C)	136
W_2	Sollwert W für Controller PID2 (Unit °C)	186
Amin	Minimum Wert für PID1 (Unit %, Nur Lesen)	140
Bmax	Maximum Wert für PID2 (Unit %, Nur Lesen)	190

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen: 0x01
 Objekt ID 0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code 0x01
 Conformity level 0x01
 Weitere folgen 0x00
 Next Objekt ID 0x00
 Anzahl an Objekten 0x03
 Objekt ID 0x00
 Objekt Länge 0x11
 Objekt Wert "METZ CONNECT GmbH"
 Objekt ID 0x01
 Objekt Länge 0x09
 Objekt Wert "MR-AIO4/2"
 Objekt ID 0x02
 Objekt Länge 0x04
 Objekt Wert "V1.3"

MR-SM3

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion "03 (0x03) Read Holding Registers" (R)

Modbus-Funktion "04 (0x04) Read Input Registers" (R)

Modbus-Funktion "06 (0x06) Write Single Register" (W)

Modbus-Funktion "16 (0x10) Write Multiple Registers" (W)

Information

Die Input Registers 0 und 31 bis 38 sind nur für den Fertigungsprozess relevant.

Read Holding Registers (0 – 127, 256 – 383, 512 – 639, 768 - 895)

Read Input Registers (0 - 127, 256 – 383, 512 – 639, 768 - 895)

Write Single Register (0, 31, 32, 42 - 59, 65, 120 - 127)

Write Multiple Registers (42 - 59, 65, 120 - 127)

Input Register, Holding Register			
Register Adresse	Beschreibung	Datentyp Read / Write	Auflösung Einheit
0	Abgleich-Kommando Wird nur während der Produktion benötigt.	unsigned R / W	-
1 2 3	Spannung 1 Effektivwert Spannung 2 Effektivwert Spannung 3 Effektivwert	unsigned R	0,1 V
4 5 6	Strom 1 Effektivwert Strom 2 Effektivwert Strom 3 Effektivwert	unsigned R	0,01 A
7 8 9	Spannung 1 Spitzenwert Spannung 2 Spitzenwert Spannung 3 Spitzenwert	unsigned R	0,1 V
10 11 12	Strom 1 Spitzenwert Strom 2 Spitzenwert Strom 3 Spitzenwert	unsigned R	0,01 A
13 14 15	Frequenz 1 Frequenz 2 Frequenz 3	unsigned R	0,01 Hz

16	Wirkleistung 1	signed	1 W
17	Wirkleistung 2		
18	Wirkleistung 3	R	
19	Scheinleistung 1	unsigned	1 VA
20	Scheinleistung 2		
21	Scheinleistung 3	R	
22	Wirkleistung 1	signed	0,1 W
23	Wirkleistung 2		
24	Wirkleistung 3	R	
25	Scheinleistung 1	unsigned	0,1 VA
26	Scheinleistung 2		
27	Scheinleistung 3	R	
28	Blindleistung 1	signed	0,1 VAR
29	Blindleistung 2		
30	Blindleistung 3	R	
31	Abgleich-Spannung	unsigned R / W	0,01 V
32	Abgleich-Strom	unsigned R / W	0,001 A
33	Abgleich-Status-Flags 1	Bits 0-15	-
34	Abgleich-Status-Flags 2		
35	Abgleich-Status-Flags 3	R	
36	Abgleich-Status-Flags 1	Bits 16-31	-
37	Abgleich-Status-Flags 2		
38	Abgleich-Status-Flags 3	R	
39	Blindleistung 1	signed	1 VAR
40	Blindleistung 2		
41	Blindleistung 3	R	
42-43	Wirkarbeit 1	unsigned	1 Wh
44-45	Wirkarbeit 2	long	
46-47	Wirkarbeit 3	R / W	
	Wertebereich 0 ... 999.999.999 Zählt verbrauchte Wirkenergie steigend und erzeugte Wirkenergie fallend. Beginnt nach dem Einschalten mit dem Wert 0.		
48-49	Blindarbeit 1	unsigned	1 VARh
50-51	Blindarbeit 2	long	
52-53	Blindarbeit 3	R / W	
	Wertebereich 0 ... 999.999.999 Zählt verbrauchte Blindenergie steigend und erzeugte Blindenergie fallend. Beginnt nach dem Einschalten mit dem Wert 0.		

54 55 56	<p>Wandler-Faktor Spannung 1 Werte 1...254</p> <p>Wandler-Faktor Spannung 2 Wandler-Faktor Spannung 3</p> <p>Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM. Wirkt sich nur auf Register für Arbeit (Energie) oder Register mit dem Datentyp float aus.</p>	<p>unsigned</p> <p>R / W</p>	-
57 58 59	<p>Wandler-Faktor Strom 1 Werte 1...254</p> <p>Wandler-Faktor Strom 2 Wandler-Faktor Strom 3</p> <p>Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM. Wirkt sich nur auf Register für Arbeit (Energie) oder Register mit dem Datentyp float aus.</p>	<p>unsigned</p> <p>R / W</p>	-
60 61 62	<p>Phasenwinkel 1 Phasenwinkel 2 Phasenwinkel 3</p>	<p>signed</p> <p>R</p>	1 °
65	<p>Codes für Bitrate und Parität</p> <p>Werkseinstellung 19200 Bit/s, even Parity. Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM.</p> <p>Bit 0-3: Code für die Bitrate. Code 0x01 0x02 0x03 0x04 0x05 0x06 0x07 0x08 Bit/s 1200 2400 4800 9600 19200 38400 57600 115200</p> <p>Bit 4-7: Code für die Parität. Code 0x10 0x20 0x30 Parität Even Odd None</p> <p>Bit 8-15: Wert 0x53 ermöglicht Änderung mit den Kommandos Write-Single/Multiple-Registers. Dann dieses Register als einziges schreiben.</p>	<p>unsigned</p> <p>R / W</p>	-
66-67 68-69 70-71	<p>Wirkleistung 1 Wirkleistung 2 Wirkleistung 3</p>	<p>float</p> <p>R</p>	W
72-73 74-75 76-77	<p>Scheinleistung 1 Scheinleistung 2 Scheinleistung 3</p>	<p>float</p> <p>R</p>	VA
78-79 80-81 82-83	<p>Blindleistung 1 positiv bei induktiver Last Blindleistung 2 negativ bei kapazitiver Last Blindleistung 3</p>	<p>float</p> <p>R</p>	VAR

84-85	Spannung 1 Effektivwert	float	V
86-87	Spannung 2 Effektivwert		
88-89	Spannung 3 Effektivwert	R	
90-91	Strom 1 Effektivwert	float	A
92-93	Strom 2 Effektivwert		
94-95	Strom 3 Effektivwert	R	
96-97	Spannung 1 Spitzenwert	float	V
98-99	Spannung 2 Spitzenwert		
100-101	Spannung 3 Spitzenwert	R	
102-103	Strom 1 Spitzenwert	float	A
104-105	Strom 2 Spitzenwert	R	
106-107	Strom 3 Spitzenwert		
108-109	Leistungsfaktor 1	float	-
110-111	Leistungsfaktor 2	R	
112-113	Leistungsfaktor 3		
114	Winkel von Spannung 2 gegen 1	signed	0,1 °
115	Winkel von Spannung 3 gegen 2		
116	Winkel von Spannung 1 gegen 3	R	
	Verwendung nur bei Drehstrom, Sollwerte -120° bei normaler Drehrichtung (negativ, rechts) 120° bei umgekehrter Drehrichtung (positiv, links)		
117	Betrag der Spannung des Mitsystems	unsigned	0,1 V
118	Betrag der Spannung des Gegensystems		
119	Betrag der Spannung des Nullsystems Beträge der symmetrischen Komponenten bei Drehstrom	R	
120	Toleranz Unterspannung Effektivspannung $= 230 \text{ V} * (100 \% - \text{Toleranz_Unterspannung}) / 100 \%$ Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM.	unsigned R / W	%
121	Toleranz Überspannung Effektivspannung $= 230 \text{ V} * (100 \% + \text{Toleranz_Überspannung}) / 100 \%$ Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM.	unsigned R / W	%

122	Toleranz Asymmetrie (Gegensystem) Spannung_Gegensystem / Spannung_Mitsystem = Toleranz_Asymmetrie / 100 % Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM.	unsigned R / W	%
123	Toleranz Asymmetrie (Nullsystem) Spannung_Nullsystem / Spannung_Mitsystem = Toleranz_Asymmetrie / 100 % Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM.	unsigned R / W	%
124	Grundeinstellung der Enable-Bits der Spannungs-Überwachung Wird beim Einschalten des Geräts in Register 125 kopiert. Nichtflüchtig gespeichert im EEPROM.	unsigned R / W	-
125	Enable-Bits der Spannungs-Überwachung Jedes Fehler-Bit in Register 126 hat ein Enable-Bit. Nur wenn ein Enable-Bit gesetzt ist, kann das entsprechende Fehler-Bit gesetzt werden. Die Aufzeichnung von Spannungs-Messwerten stoppt, wenn Fehler-Bits gesetzt sind.	unsigned R / W	-
126	Fehler-Bits der Spannungs-Überwachung Bit 0-2: Spannungsausfall 1-3 (< 25V) Bit 3-5: Unterspannung 1-3 Bit 6-8: Überspannung 1-3 Bit 13: Asymmetrie (Nullsystem) Bit 14: Asymmetrie (Gegensystem) Bit 15: Drehrichtung falsch Bei einem Fehler wird das entsprechende Bit automatisch gesetzt, nach Beseitigung des Fehlers aber nicht gelöscht, sondern muss über den Modbus gelöscht werden. Bits können über den Modbus auch gesetzt werden.	unsigned R / W	-
127	Status der Messwert-Aufzeichnung Bit 0: Aufzeichnung (0) läuft, (1) ist gestoppt Bit 1: Aufzeichnungsdauer (0) 100ms, (1) 200ms	unsigned R R / W	-
256- 383 512- 639 768- 895	Messwert-Aufzeichnung Spannung L1-N Messwert-Aufzeichnung Spannung L2-N Messwert-Aufzeichnung Spannung L3-N Die Kurvenform der 3 Spannungen kann über die je 128 aufgezeichneten Messwerte ermittelt werden. Die Aufzeichnung von Spannungs-Messwerten	signed R	0,1 V

	stoppt, wenn Fehler-Bits gesetzt sind, so dass die Fehlerursache danach anhand der Kurvenform ermittelt werden kann.		
--	--	--	--

Bei einer Effektivspannung < 25 V werden bei Spannung, Strom, Frequenz und Leistung die Messwerte mit 0 gemeldet.

Die Register erhalten einmal pro 1 Sekunde neue Messwerte.

Besondere Datentypen

Bei Modbus gilt der Grundsatz, dass bei Daten mit mehreren Bytes Länge das höchstwertige zuerst übertragen wird und das niedrigste zuletzt (Big-Endian). Datentypen mit mehreren Registern Länge sind unten beschrieben.

Wenn für einen Datentyp mehrere Register gebraucht werden, sollten alle gemeinsam in einem Kommando gelesen oder geschrieben werden, damit die Daten konsistent sind. Auf die Register kann auch einzeln zugegriffen werden, dann muss allerdings vom Anwender sichergestellt werden, dass die Daten konsistent sind, z.B. mit Mehrfach-Abfragen.

Datentyp unsigned long

Für diesen Datentyp werden je 2 Register, also 4 Bytes gebraucht.

Registeradressen	Register + 0		Register + 1	
Bytes in Reihenfolge der Übertragung	Byte 1 High	Byte 2 Low	Byte 3 High	Byte 4 Low
Bitnummern	Bit 31-24	Bit 23-16	Bit 15-8	Bit 7-0

Datentyp float

Für diesen Datentyp werden je 2 Register, also 4 Bytes gebraucht.

Registeradressen	Register + 0		Register + 1	
Bytes in Reihenfolge der Übertragung	Byte 1 High	Byte 2 Low	Byte 3 High	Byte 4 Low
Bitnummern	Bit 31-24	Bit 23-16	Bit 15-8	Bit 7-0
Bits der Float-Werte	Sign, Exp 7-1	Exp 0, Mant 22-16	Mant 15-8	Mant 7-0

Hinweis zu einem Kompatibilitäts-Problem:

Bei float sind auf dem Markt 4 verschiedene Reihenfolgen der Bytes in den Registern üblich.

Belegung der Anschlussklemmen

1La, 2La, 3La	Phase Zuleitung
1Lb, 2Lb, 3Lb	Phase Verbraucher
1N, 2N, 3N	Nullleiter

Am Nullleiter dürfen Zuleitung und Verbraucher nicht nur über die Leiterplatte verbunden sein, weil die Verlustleistung im Gerät sonst zu hoch wird. Die jeweils zwei Nullleiter-Klemmen müssen mit einer externen Brücke verbunden werden, wenn beide verwendet werden.

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x06
Objekt Wert	"MR-SM3"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V1.2"

MR-Multi I/O 12DI/7AI/2AO/8DO

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion „01 (0x01) Read Coils“

Modbus-Funktion „02 (0x02) Read Discrete Inputs“ (R)

Modbus-Funktion „03 (0x03) Read Holding Registers“ (R)

Modbus-Funktion „04 (0x04) Read Input Registers“ (R)

Modbus-Funktion „06 (0x06) Write Single Register“ (W)

Modbus-Funktion „16 (0x10) Write Multiple Registers“ (W)

Information

Read Discrete Inputs	(0 - 31)
Read Coils	(0 - 15)
Write Multiple Coils	(0 - 15)
Write Single Coil	(0 - 15)
Read Input Registers	(0 - 13)
Read Holding Registers	(0 - 66)
Write Multiple Registers	(0 - 66)
Write Single Register	(0 - 66)

Funktionsblock Bus-Watchdog

Die Modbus-Verbindung kann mit einem Watchdog-Timer überwacht werden. Der Timer startet mit jeder an das Gerät gerichteten gültigen Nachricht neu. Nur die Geräte-Adresse ist dabei von Bedeutung, nicht der restliche Inhalt der Nachricht. Wenn der Master oder die Verbindung ausfällt und der Timer abläuft, werden die Ausgänge in ihre Grundeinstellung (sicherer Zustand) geschaltet und die rote LED leuchtet. Mit der Zeitkonstante 0 ist der Watchdog-Timer inaktiv.

Holding Registers	
Adr.	Description
66	<p>Zeitkonstante für die Verbindungs-Überwachung</p> <p>Die Zeit gilt nur bei Steuerung der Relais über den Modbus. Beim Timeout schalten die Relais in den Inaktiv-Zustand. Die Zeit startet mit jeder an das Gerät gerichteten gültigen Nachricht neu.</p> <p>Datentyp unsigned int16, Auflösung, Einheit: 10 ms, Werkseinstellung 0 (Überwachung aus),</p> <p>Maximum 65535 (= 655,35 Sekunden = 10,9 Minuten),</p> <p>Speicherung im EEPROM</p>

Bei der Festlegung der Zeitkonstante müssen mehrere Dinge berücksichtigt werden, die gemeinsam beeinflussen, wie oft ein bestimmter Slave adressiert wird:

- Baudrate des Bussystems
- Anzahl der Slaves
- Länge der Nachrichten je Slave
- Prioritäten bei der Adressierung der Slaves
- Übertragungsfehler bewirken Timeouts und Wiederholungen
- Leistungsfähigkeit und Auslastung des Masters

Funktionsblock Digital-Eingang

Je Eingang zeigt eine gelbe LED den Schaltzustand an.

Discrete Inputs	
Adr.	Description
0 - 10	Value of digital inputs 1...11
11	Value of digital input S0 (usable as counter input)
	Value 0: off, 1: on

Input Registers / Holding Registers	
Adr.	Description
70	Value of digital inputs
	Same as Discrete Inputs 0-15

Funktionsblock Digital-Ausgang

Die Relais-Ausgänge können mit Tasten übersteuert werden, die Photo-MOS-Ausgänge nicht. Ein langer Tastendruck (> 1s) wechselt zwischen Automatik und Handbetrieb.

Ein kurzer Tastendruck (< 1s) wechselt im Handbetrieb zwischen Aus und Ein.

Je Ausgang zeigt eine gelbe LED den Schaltzustand, eine grüne den Handbetrieb an.

Coils	
Adr.	Description
0 - 3	Value of relay outputs 1...4
	Value 0: off, 1: on
4 - 7	Value of Photo-MOS outputs 1...4
	Value 0: off, 1: on

16 - 19	Operating mode of relay outputs 1...4 (read only) Value 0: automatic mode, 1: manual mode Storage in EEPROM
---------	---

Holding Registers	
Adr.	Description
71	Value of digital outputs Same as Coils 0-15
72	Operating mode (automatic, manual) of digital outputs (read only) Same as Coils 16-31 Storage in EEPROM
73	Default values of digital outputs Factory default 0 Storage in EEPROM

Funktionsblock Analog-Ausgang

Je Ausgang zeigt eine gelbe LED mit ihrer Helligkeit die Spannung an.

Holding Registers	
Adr.	Description
74 - 75	Values of analog outputs O1...O2 Data type int16, Range: value 0 = 0 Volt ,... value 32767 = 10.24 Volt
78 - 79	Default values of analog outputs O1...O2 Data type int16, Factory default 0, Storage in EEPROM

Funktionsblock Analog-Eingang

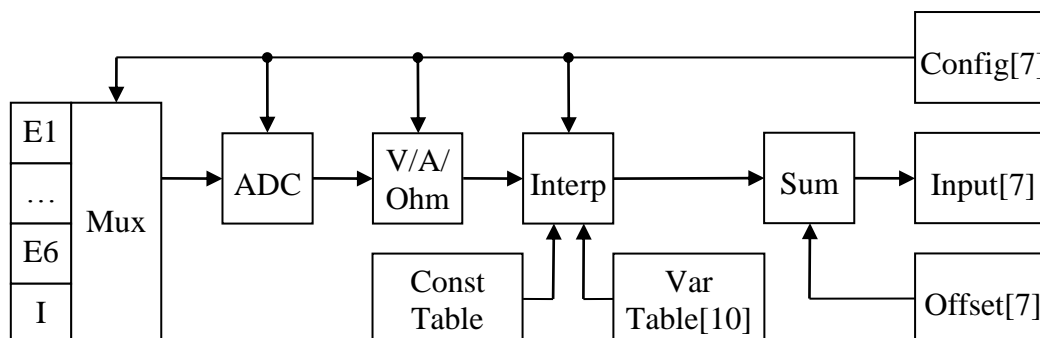
Übersicht

Die Eingänge E1 - E6 dienen universell zur Spannungs-Messung (0 – 11,5 V) und Widerstands-Messung (40 Ohm – 4 MOhm). Der Eingang I dient zur Strom-Messung (0 – 22 mA).

Eine Analog/Digital-Wandlung dauert etwa 0,2 Sekunden und an den Eingängen wird abwechselnd gemessen. An jedem Eingang wird im Abstand von etwa 1,8 Sekunden gemessen, beim Wechsel des Widerstands-Messbereichs dauert es aber länger, weil mehrfach gemessen wird.

Es gibt Betriebsarten zur Berechnung der Temperatur von üblichen Temperatur-Sensoren. Der Spannungs- oder Widerstands-Messwert wird dazu mit einer Werte-Tabelle und Interpolation in die Temperatur umgerechnet. Es gibt mehrere fest programmierte Tabellen für übliche Sensoren und eine frei programmierbare Tabelle mit bis zu 10 Stützstellen.

Auf den Messwert kann ein Offset addiert werden. Damit kann eine Anpassung an den Sensor und die Zuleitung oder ein Feinabgleich realisiert werden.



E1...E6, I	Analog-Eingänge, Klemmen E1...E6 und I
Mux	Eingangs-Umschalter
ADC	Analog-Digital-Wandler
V/A/Ohm	Spannung / Strom / Widerstand berechnen
Interp	Interpolation mit Werte-Tabellen
Sum	Addition eines Offsets
ConstTable	Werte-Tabellen für Standard-Sensoren

	Modbus-Register:
Config	Konfigurations-Register
Input	Messwert-Register
Offset	Offset-Register
VarTable	Werte-Tabelle für eigenen Sensor-Typ

Modbus-Register

Messwerte können je nach Konfiguration als Gleitpunktzahlen (float) oder Ganzzahlen mit 16 Bit und Vorzeichen (int16_t) kodiert sein.

Input Registers			
Adr.	AI	Name	Description
0	E1	Input 1...7	Measured value 2 consecutive registers, float in both or int16_t in first.
2	E2		
4	E3		
6	E4		
8	E5		
10	E6		
12	I		

Holding Registers			
Adr.	AI	Name	Description
0 - 1	E1	Offset 1...7	Offset register The offset is added to the measured value. 2 consecutive registers, float in both or int16_t in first, same data type as measured value. Factory default 0. Storage in EEPROM.
2 - 3	E2		
4 - 5	E3		
6 - 7	E4		
8 - 9	E5		
10 - 11	E6		
12 - 13	I		
14 - 15	-		
16	E1	Config 1...7	Configuration register Number (see below), used to select the - measuring range, - data type of measured value (float / int16_t), - unit of measured value, - sensor characteristic. Factory default 0 (Voltage 0-10V, float). Storage in EEPROM.
17	E2		
18	E3		
19	E4		
20	E5		
21	E6		
22	I		
23	-		

24 - 27	-	VarTable 1...10	Variable lookup table used for interpolation
28 - 31			Alternately temperature and resistance (see below).
32 - 35			Float in 2 consecutive registers each.
...			Factory default 0.
60 - 63			Storage in EEPROM.

Werte im Konfigurations-Register

Mit den Konfigurations-Registern werden Eingangsschaltung und Messbereich, Datentyp und Einheit des Messwerts und die Sensor-Kennlinie für übliche Temperatursensoren eingestellt. In folgenden Tabellen sind die Registerinhalte dezimal und hexadezimal aufgeführt.

Spannung, Strom oder Widerstand:

Dec	Hex	Measuring range	Data type	Unit	Maximum
0	0x00	Voltage 0-10V	float	1 V	11.5 V
1	0x01		int16_t	0.3125 mV	10.24 V
0	0x00	Current 0-20mA	float	1 mA	22 mA
1	0x01		int16_t	0.625 µA	20.48 mA
32	0x20	Voltage 0-10V	float	1 V	11.5 V
33	0x21	Pullup 2kΩ at 5V	int16_t	0.3125 mV	10.24 V
64	0x40	Resistance	float	1 Ω	4 MΩ
65	0x41		int16_t	0.1 Ω	3.2767 kΩ
66	0x42		int16_t	1 Ω	32.767 kΩ
67	0x43		int16_t	10 Ω	327.67 kΩ
68	0x44		int16_t	100 Ω	3276.7 kΩ

Integer-Einheit bei Spannung: $10.24V / 2^{15} = 1V / 3200 = 0.3125mV$

Integer-Einheit bei Strom: $20.48mA / 2^{15} = 1mA / 1600 = 0.625\mu A$

Temperaturmessung (Wertetabellen für die Sensoren im Anhang):

Dec	Hex	Measuring range	Data type	Unit	Range
128	0x80	Sensor PT100	float	1°C	-50..150°C
130	0x82	Sensor PT500			-50..150°C
132	0x84	Sensor PT1000			-50..150°C
134	0x86	Sensor NI1000-TK5000			-50..150°C
136	0x88	Sensor NI1000-TK6180			-50..150°C
138	0x8A	Sensor BALCO 500			-50..150°C
140	0x8C	Sensor KTY81-110 NXP			-50..150°C
142	0x8E	Sensor KTY81-210 NXP			-50..150°C
144	0x90	Sensor NTC-1k8 Thermokon			-50..150°C
146	0x92	Sensor NTC-5k Thermokon			-50..150°C
148	0x94	Sensor NTC-10k Thermokon			-50..150°C
150	0x96	Sensor NTC-20k Thermokon			-50..150°C
152	0x98	Sensor LM235			-40..120°C

Temperaturmessung mit Datentyp signed int (Registernummer um 1 größer als oben):

129	0x81	Sensor PT100	int16_t	0.1°C	-50..150°C
131	0x83	Sensor PT500			-50..150°C
...
153	0x99	Sensor LM235			-40..120°C
		Register value is 1 larger than above			

Messung mit Interpolations-Tabelle:

Dec	Hex	Measuring range	Data type	Interpolation
240	0xF0	Voltage 0-10V	float	linear
241	0xF1		int16_t	linear
242	0xF2		float	exponential
243	0xF3		int16_t	exponential
244	0xF4	Voltage 0-10V Pullup 2kΩ at 5V	float	linear
245	0xF5		int16_t	linear
246	0xF6		float	exponential
247	0xF7		int16_t	exponential
248	0xF8	Resistance	float	linear
249	0xF9		int16_t	linear
250	0xFA		float	exponential
251	0xFB		int16_t	exponential

Interpolations-Tabelle

Für Sensoren an Eingang E1-E6, deren Kennlinie nicht schon im Gerät fest hinterlegt ist, kann diese Tabelle zur Umrechnung und Linearisierung der Messwerte verwendet werden. Die Tabelle enthält bis zu 10 Stützstellen der Sensor-Kennlinie, zwischen denen interpoliert wird.

Beispiel: Umrechnung von Widerstand zu Temperatur bei Temperatur-Sensoren.

Die Beschreibung bezieht sich auf Temperatursensoren. Es sind aber auch andere Sensoren als für Temperatur möglich, und statt Widerstands-Messung ist auch Spannungs-Messung möglich.

Im Konfigurations-Register sind diese Eigenschaften einstellbar, siehe oben:

- Messbereich: Spannung
Spannung, Pullup 2kΩ an 5V (z.B. für LM235)
Widerstand (Widerstands-Temperatursensoren)
- Messwert-Datentyp: float (Einheit 1°C)
signed int (Einheit 0,1°C)
- Interpolation: Sensor-Kennlinie ungefähr linear
Sensor-Kennlinie ungefähr exponentiell (für NTC-Sensoren)

Stützstelle	Register-Adresse Temperatur	Register-Adresse Widerstand
1	24-25	26-27
2	28-29	30-31
...
10	60-61	62-63

Die Stützstellen werden vom Tabellenanfang her aufgefüllt, maximal 10 Stück. Die Tabelle endet mit Temperatur = Widerstand = 0, wenn es weniger Stützstellen gibt. Das Zahlenpaar Temperatur = Widerstand = 0 darf deshalb keine der Stützstellen sein. Temperatur- und Widerstandswerte müssen auf- oder absteigend sortiert sein. Datentyp in den Registern: float Temperatur, float Widerstand.

Funktionsblock Einschaltdauer

Die Einschaltdauer des Zähler-Eingangs S0+/S0- wird gemessen. Abtast-Intervall ist 1 ms.

Modbus-Register

Discrete Inputs	
Adr.	Description
11	Value of counter input (switch connected to digital input S0) 0: inactive (switch open), 1: active (switch closed)

Input Registers / Holding Registers	
Adr.	Description
70	Value of digital inputs (read only) Same as Discrete Inputs 0-15
82 - 83	Active time of counter input May be written to initialize second count, simultaneously resets millisecond count Data type uint32, resolution 1 second Storage in EEPROM

Funktionsblock Impulszähler

Der Impulszähler erfasst Impulse von einem Elektrizitäts-Zähler mit S0-Schnittstelle, der an den Zähler-Eingang S0+/S0- angeschlossen ist. Daneben sind auch andere Anwendungen möglich.

Modbus-Register

Discrete Inputs		
Adr.	Name	Description
11	IN_C	Value of counter input (switch connected to digital input S0) 0: off (switch open), 1: on (switch closed)

Input Registers		
Adr.	Name	Description
70	INPUT	Value of digital inputs Same as Discrete Inputs 0-15
84 - 87	IZ	Pulse counter Data type uint64 (lower 48 bits are used, highest 16 bits are 0)
88 - 89	BZ	Calculated counter reading Data type uint32

Holding Registers		
Adr.	Name	Description
84 - 87	IT	Copy of pulse counter when key was pressed Value may be overwritten Data type uint64 (lower 48 bits are used, highest 16 bits are 0) Storage in EEPROM
88 - 89	AZ	Initial calculated counter reading Data type uint32 Factory default 0 Storage in EEPROM
90	IE	Pulses per unit Data type uint16 Factory default 1 Storage in EEPROM

Holding Registers		
Adr.	Name	Description
91	WI	Ratio of current transformer Data type uint16 Factory default 1 Storage in EEPROM
92	WU	Ratio of voltage transformer Data type uint16 Factory default 1 Storage in EEPROM
93	WP	Mode of calculation with current/voltage transformer Data type: flag in bit 0 Value 0...1, see below Factory default 0 Storage in EEPROM
94	ZS	Format of counter display Data type uint16 High byte contains total counter digits, range 0...9, factory default 7, higher values are limited to 9 Low byte contains fractional counter digits, range 0...3, factory default 1, higher values are limited to 3 Storage in EEPROM
95	TA	Flag for enabling the key Data type: flag in bit 0 Value 0: key is disabled, 1: key is enabled Factory default 1 Storage in EEPROM

Betriebsart bei Berechnung mit Wandlerfaktor

Im Register WP ist ein Code 0...1, der zusammen mit den Wandlerfaktoren WI und WU bestimmt, wie diese in die Berechnung einbezogen werden. WP, WI und WU hängen davon ab, ob Wandler vor den Zähler geschaltet sind, ob der Zähler den Verbrauch primär oder sekundär anzeigt und ob die ausgegebenen Impulse primär oder sekundär dem Verbrauch entsprechen.

Der Einfluss der Gesamtstellen und Nachkommastellen wird zur Vereinfachung bei den folgenden Formeln nicht berücksichtigt. Dieser folgt weiter unten.

Folgende Elektrozähler-Typen sind zu unterscheiden:

Typ 1: Direkt messender Zähler, Anzeige: primär, Puls: primär

Anmerkung: Zeigt den tatsächlichen Verbrauch an
 Spezies: Hutschienenzähler mit mechanischem Rollenzählwerk, Ferraris-Zähler
 Formeltyp: WP = 0
 Faktoren: WI = WU = 1

$$BZ = \left(\frac{IZ - IT}{IE} + AZ \right) \cdot WI \cdot WU, \quad BZ = \text{Zählerstand} = \text{Verbrauch}$$

Typ 2: Wandler-Zähler, Anzeige: primär, Puls: sekundär

Anmerkung: Zeigt den tatsächlichen Verbrauch an
 Spezies: Zähler mit LCD-Display
 Formeltyp: WP = 1
 Faktoren: WI und WU entsprechen den Wandlern

$$BZ = \left(\frac{IZ - IT}{IE} \cdot WI \cdot WU \right) + AZ, \quad BZ = \text{Zählerstand} = \text{Verbrauch}$$

Typ 3: Wandler-Zähler, Anzeige: primär, Puls: primär

Anmerkung: Zeigt den tatsächlichen Verbrauch an
 Spezies: Zähler mit LCD-Display, Multimesgeräte
 Formeltyp: WP = 0
 Faktoren: WI = WU = 1

$$BZ = \left(\frac{IZ - IT}{IE} + AZ \right) \cdot WI \cdot WU, \quad BZ = \text{Zählerstand} = \text{Verbrauch}$$

Typ 4: Wandler-Zähler, Anzeige: sekundär, Puls: sekundär

Anmerkung: Zeigt den um die Wandlerfaktoren reduzierten Verbrauch an

Spezies: Hutschienenzähler mit mechanischem Rollenzählwerk, Ferraris-Zähler

Formeltyp: $WP = 0$

Verbrauch und Anzeige des Wandler-Zählers sind verschieden.
Beide können mit unterschiedlicher Konfiguration (WI, WU) berechnet werden.

Faktoren: $WI = WU = 1$:
Der berechnete Zählerstand entspricht der Anzeige des Wandler-Zählers.

Faktoren: WI und WU entsprechen den Wandlern:
Der berechnete Zählerstand entspricht dem Verbrauch.

$$BZ = \left(\frac{IZ - IT}{IE} + AZ \right) \cdot WI \cdot WU, \quad BZ = \text{Zählerstand oder Verbrauch}$$

Inbetriebnahme am Stromzähler

Der Anwender liest vor Ort den Anfangszählerstand am Stromzähler ab und drückt den Taster.

Mit diesem Tastendruck wird der Impulszähler aus Register IZ in Register IT kopiert.

Der Anwender konfiguriert danach den Impulszähler über den Bus mit einem Serviceprogramm. Einzutragen sind

- der Anfangszählerstand, der am Zähler abgelesen wurde
- die Impulse pro Einheit,
z.B. Angabe auf dem Stromzähler 2000 Impulse pro kWh
- der Formeltyp bei Berechnung mit Wandlerfaktoren
- der Faktor für die Stromwandlung,
z.B. Angabe auf dem Wandler 200/5A → Faktor = 40
- der Faktor für die Spannungswandlung,
z.B. Angabe auf dem Wandler 20000/100V → Faktor = 200
- die Anzahl der Zählerstellen und der Nachkommastellen
- den Taster deaktivieren, damit Register IT geschützt ist

Details zur Berechnung

Der berechnete Zählerstand soll sich genau wie der Stromzähler verhalten. Dazu ist es erforderlich, dass bei Zwischenergebnissen keine Überläufe und Rundungsfehler vorkommen. Beim Zählen und der Berechnung werden deshalb besonders große Datentypen verwendet.

Alle 60 Millisekunden kann ein Impuls vom Stromzähler kommen.

Das ergibt bis zu 1.440.000 Impulse pro Tag oder etwa 526.000.000 Impulse pro Jahr.

Wenn der Impulszähler mit 4 Bytes realisiert wäre, könnte er bis 4.294.967.295 zählen.

Er würde bei höchster Impulsfrequenz also nur für etwa 8,2 Jahre reichen.

Deshalb ist er mit 6 Bytes realisiert und kann nicht überlaufen.

Die Anzahl der Nachkommastellen wird bei der Berechnung als zusätzlicher Multiplikator mit einer Zehnerpotenz berücksichtigt. Außerdem bestimmt sie, wo bei der Anzeige von BZ und AZ das Komma einzufügen ist.

Wie beim Stromzähler, der nur eine bestimmte Anzahl von Dezimalstellen hat, wird als letzter Rechenschritt die Anzahl der Stellen begrenzt. Der berechnete Zählerstand läuft deshalb genau so oft auf 0 über, wie der Zählerstand des Stromzählers.

Berechneter Zählerstand, wenn WP = 0 ist:

$$\text{BZ} = \left((\text{uint96_t}) (\text{IZ} - \text{IT}) * \text{WU} * \text{WI} * \text{Zehnerpotenz} [\text{Nachkomma}] / \text{IE} + (\text{uint96_t}) \text{AZ} * \text{WU} * \text{WI} \right) \% \text{Zehnerpotenz} [\text{Zählerstellen}]$$

Berechneter Zählerstand, wenn WP = 1 ist:

$$\text{BZ} = \left((\text{uint96_t}) (\text{IZ} - \text{IT}) * \text{WU} * \text{WI} * \text{Zehnerpotenz} [\text{Nachkomma}] / \text{IE} + (\text{uint96_t}) \text{AZ} \right) \% \text{Zehnerpotenz} [\text{Zählerstellen}]$$

Hinweis zu anderen Anwendungen

Aus Gründen der Datenkonsistenz ist es bei Anwendung mit einem Stromzähler gewünscht, dass der Impulszähler IZ nicht löschtbar ist. Mit dem berechneten Zählerstand BZ kann man aber einen löschtbaren Zähler realisieren, indem man die Werte von IT und/oder AZ über den Bus ändert.

Einfaches Beispiel ohne die verschiedenen Faktoren:

Konfiguration mit: WP = 0, WU = WI = 1, IE = 1, Nachkomma = 0

Berechnung: $\text{BZ} = \text{IZ} - \text{IT} + \text{AZ}$

Wenn man AZ = 0 und IT = IZ schreibt, wird BZ = 0.

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"**Anforderung**

Geräte ID Code lesen:	0x01
Objekt ID	0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code	0x01
Conformity level	0x01
Weitere folgen	0x00
Next Objekt ID	0x00
Anzahl an Objekten	0x03
Objekt ID	0x00
Objekt Länge	0x11
Objekt Wert	"METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID	0x01
Objekt Länge	0x0B
Objekt Wert	"MR-Multi IO"
Objekt ID	0x02
Objekt Länge	0x04
Objekt Wert	"V1.1"

MR-LD6

I/O-Kommandos

Modbus-Funktion „01 (0x01) Read Coils“

Modbus-Funktion “03 (0x03) Read Holding Registers” (R)

Modbus-Funktion “04 (0x04) Read Input Registers” (R)

Modbus-Funktion “06 (0x06) Write Single Register” (W)

Modbus-Funktion “16 (0x10) Write Multiple Registers” (W)

Information

Read Discrete Inputs	(0 - 15)
Read Coils	(0 - 31)
Write Multiple Coils	(0 - 31)
Write Single Coil	(0 - 31)
Read Input Registers	(0 - 99)
Read Holding Registers	(0 - 99)
Write Multiple Registers	(0 - 99)
Write Single Register	(0 - 99)

Funktionsblock Bus-Watchdog

Die Modbus-Verbindung kann mit einem Watchdog-Timer überwacht werden. Der Timer startet mit jeder an das Gerät gerichteten gültigen Nachricht neu. Nur die Geräte-Adresse ist dabei von Bedeutung, nicht der restliche Inhalt der Nachricht. Wenn der Master oder die Verbindung ausfällt und der Timer abläuft, werden die Ausgänge in ihre Grundeinstellung (sicherer Zustand) geschaltet und die rote LED leuchtet. Mit der Zeitkonstante 0 ist der Watchdog-Timer inaktiv.

Holding Registers		
Adr.	Description	
66	BusTimeout	<p>Zeitkonstante für die Verbindungs-Überwachung Die Zeit gilt nur bei Steuerung der Relais über den Modbus. Beim Timeout schalten die Relais in den Inaktiv-Zustand. Die Zeit startet mit jeder an das Gerät gerichteten gültigen Nachricht neu.</p> <p>Datentyp unsigned int16, Auflösung, Einheit: 10 ms, Werkseinstellung 0 (Überwachung aus), Maximum 65535 (= 655,35 Sekunden = 10,9 Minuten), Speicherung im EEPROM</p>

Bei der Festlegung der Zeitkonstante müssen mehrere Dinge berücksichtigt werden, die gemeinsam beeinflussen, wie oft ein bestimmter Slave adressiert wird:

- Baudrate des Bussystems
- Anzahl der Slaves
- Länge der Nachrichten je Slave
- Prioritäten bei der Adressierung der Slaves
- Übertragungsfehler bewirken Timeouts und Wiederholungen
- Leistungsfähigkeit und Auslastung des Masters

Discrete Inputs (Read-Only)		
Adr.	Name	Beschreibung
0...5	LeakDetect_1 ... LeakDetect_6	Status-Bits für die erkannten Lecks Ein Bit ist gesetzt, wenn $\text{SensorResist} < \text{SensorThresh}$ ist. Beim Vergleich gilt die Hysterese $\pm 5\%$ von SensorThresh .
16...21	CableBreak_1 ... CableBreak_6	Status-Bits für die erkannten Leitungs-Unterbrechungen Ein Bit ist gesetzt, wenn $\text{ZenerVoltage} > \text{ZenerThresh}$ ist, Beim Vergleich gilt die Hysterese $\pm 2,5\%$ von ZenerThresh .

Input Registers (Read-Only)		
Adr.	Name	Beschreibung
0	LeakDetect	Status-Register für erkannte Lecks in Bit 0...5, die Bits LeakDetect_1...6 sind hier zusammengefasst
1	CableBreak	Status-Register für Leitungs-Unterbrechungen in Bit 0...5, die Bits CableBreak_1...6 sind hier zusammengefasst
2...7	SensorResist_1 ... SensorResist_6	Sensor-Widerstands-Messwerte, Auflösung, Einheit: 100 Ohm Maximum: 10000 (= 1 MOhm)
8...13	ZenerVoltage_1 ... ZenerVoltage_6	Spannungen an den Z-Dioden zur Drahtbruch- Überwachung, Auflösung, Einheit: 100 mV

Coils		
Adr.	Name	Beschreibung
0...1	Relay_1 ... Relay_2	<p>Schaltzustand eines Relais (0 = Aus, 1 = Ein), bei Leckage-Erkennung oder Niveau-Wächter nur lesbar, bei Steuerung über den Modbus auch schreibbar.</p> <p>Die Inaktiv-Zustände sind in RelayPolarity definiert, die Aktiv-Zustände sind jeweils entgegengesetzt.</p> <p>Leckage-Meldung: Aktiv-Zustand, wenn ein Leck gemeldet wird.</p> <p>Niveau-Wächter: Aktiv-Zustand, wenn beide Elektroden berührt werden, Inaktiv-Zustand, wenn keine Elektrode berührt wird, Zustand beibehalten, wenn nur eine Elektrode berührt wird.</p> <p>Steuerung über den Modbus: Grundeinstellung ist der Inaktiv-Zustand.</p>

Holding Registers		
Adr.	Name	Beschreibung
0	Relay	Schaltzustand der Relais in Bit 0...1, die Bits Relay_1...2 sind hier zusammengefasst
1	RelayPolarity	<p>Die beiden Relais haben Schließer-Kontakte, deren Schaltzustand "Aus" oder "Ein" ist. Sie werden von der Leckage-/Niveau-Überwachung mit den Zuständen "Inaktiv" oder "Aktiv" angesteuert.</p> <p>Mit diesem Register kann der Schaltzustand invertiert werden. Bit 0...1 entsprechen den Inaktiv-Zuständen der beiden Relais: 0: Inaktiv = Aus, Aktiv = Ein, 1: Inaktiv = Ein, Aktiv = Aus.</p> <p>Werkseinstellung 0b00, Speicherung im EEPROM</p>

Holding Registers		
Adr.	Name	Beschreibung
2...7	SensorThresh_1 ... SensorThresh_6	Schaltswellen für die Sensor-Widerstände Datentyp unsigned int16, Auflösung, Einheit: 100 Ohm, Werkseinstellung 200 (= 20 kOhm), Speicherung im EEPROM
8...13	ZenerThresh_1 ... ZenerThresh_6	Schaltswellen für die Z-Dioden zur Drahtbruch-Überwachung Datentyp unsigned int16, Auflösung, Einheit: 100 mV, Werkseinstellung 110 (= 11 V), Speicherung im EEPROM
14 15	Mode_1 Mode_2	Betriebsarten für Relais 1 und 2 0: Leckage-Meldung, 1: Niveau-Wächter (Eingang 1 oben, 2 unten), 2: Niveau-Wächter (Eingang 3 oben, 4 unten), 3: Niveau-Wächter (Eingang 5 oben, 6 unten), sonst: Steuerung über den Modbus. Werkseinstellung 0, Speicherung im EEPROM
16 17	LeakEnable_1 LeakEnable_2	Analog-Eingänge für die Leckage-Meldung mit Relais 1 / 2 Wenn Bit 0...5 gesetzt sind, bewirken die entsprechenden Bits in LeakDetect, dass in der Betriebsart Leckage-Meldung das Relais 1 oder 2 in den Aktiv-Zustand schaltet. Werkseinstellung 0b000111 (LeakEnable_1), Werkseinstellung 0b111000 (LeakEnable_2), Speicherung im EEPROM

Holding Registers		
Adr.	Name	Beschreibung
18	ZenerEnable	<p>Eingänge mit installierter Leitungs-Überwachung</p> <p>Nur wenn Bit 0...5 gesetzt sind, werden die entsprechenden Bits in CableBreak bei einer Leitungs-Unterbrechung gesetzt.</p> <p>Werkseinstellung 0b111111, Speicherung im EEPROM</p>
19 20	BreakEnable_1 BreakEnable_2	<p>Eingänge für die Leitungsbruch-Meldung mit Relais 1 / 2</p> <p>Wenn Bit 0...5 gesetzt sind, bewirken die entsprechenden Bits in CableBreak, dass in der Betriebsart Leakage-Meldung das Relais 1 oder 2 in den Aktiv-Zustand schaltet.</p> <p>Werkseinstellung 0b000000 (BreakEnable_1), Werkseinstellung 0b000000 (BreakEnable_2), Speicherung im EEPROM</p>

Modbus-Funktion "43 /14 (0x2B / 0x0E) Read Device Identification"

Anforderung

Geräte ID Code lesen: 0x01
Objekt ID 0x00

Rückmeldung

Geräte ID Code 0x01
Conformity level 0x01
Weitere folgen 0x00
Next Objekt ID 0x00
Anzahl an Objekten 0x03
Objekt ID 0x00
Objekt Länge 0x11
Objekt Wert "METZ CONNECT GmbH"
Objekt ID 0x01
Objekt Länge 0x06
Objekt Wert "MR-LD6"
Objekt ID 0x02
Objekt Länge 0x04
Objekt Wert "V1.0"

