Ingenieurbüro für Echtzeitprogrammierung

CAN-AI8-16

Dok-Rev. 1.7 vom 03.11.2017

Hardware-Rev. 1.0 vom 28.09.2011

Software-Rev 1.3 vom 03.11.2017

Inhaltsverzeichnis

1 Allgemeine Hinweise 4
1.1 Handhabung 4
1.2 Installation 4
1.3 Erklärung 4
1.4 Reparaturen 4

2 Technische Daten 5
2.1 Umgebungsbedingungen 5
2.2 Mechanische Abmessungen 5
2.3 Technische Daten 5

3 Inbetriebnahme 6
3.1 Einbau 6
3.2 Messbereiche 6
3.3 Frontansicht 6
3.4 Spannungsversorgung 6
3.5 CAN Abschlußwiderstand 7
3.6 Analoge Eingänge 7
3.7 Steckverbinder 7
3.7.1 I/O-Anschlüsse 7

4 Generic CAN Firmware 9
4.1 Einstellen der Identifier und der Baudrate 9
4.2 Betriebszustand 11
4.2.1 Fehlerzustände 11

5 CANopen® Firmware 12
5.1.1 CANopen® Objekte des Moduls 14
5.1.2 Kodierung der Wandlerwerte 14
5.1.3 Objektbereich 0x2*xxx* 14
5.1.4 Objektbereich 0x6*xxx* 15
5.1.5 Betriebszustände 16

6 Hardwarebeschreibung 17
6.1 ST4 – Serielle Schnittstelle 17

7 Kommunikation mit der CAN-AI8-16 18
7.1 Generic CAN Kommunikation 18
7.2 Zyklisches Versenden der Meßwerte 18

7.3 Meßbereich und Auflösung 18
7.4 Belegung der Identifier 19
7.4.1 Initialisierung 19
7.4.2 Parametrierung und zyklisches Versenden: 20
7.4.3 Abfrage der analogen Werte 21

8 Kalibrierung 24
8.1 Nullpunkt Kalibrierung 24
8.2 Fullscale Kalibrierung 24
8.3 Kalibrierwerte sichern 25
8.4 Abfrage ErrorCode / Zustand (ab Software Version 1.3) 26

Revisionsliste:

Rev.	Datum	Na.	Änderung
1.0	16.09.2011	Ko	Erstellung
1.1	02.03.2012	Ko	Kalibrierung ergänzt
1.2	30.03.2012	Ko	CANopen® ergänzt
1.3	26.09.2013	Kr	CanOpen Switch Beschreibung korrigiert
1.4	18.01.2017	Ko	Genauigkeit ergänzt
1.41	14.02.2017	Ha	PDF-Fehlformatierungen korrigiert
1.5	20.02.2017	Ko	Unterschied Spannungs- / Strommodul beschrieben
1.6	06.03.2017	Ha	Basic-CAN, Id-Einstellung: Beispielrechnung korrigiert
1.7	03.11.2017	Kr	Basic-CAN, Antwort auf Konf-Telegramm, Error Abfrage

1 Allgemeine Hinweise

1.1 Handhabung

1. Lesen Sie bitte zuerst sorgfältig diese Dokumentation bevor Sie die Hardware auspacken und einschalten. Sie sparen Zeit und vermeiden Probleme.
2. Beachten Sie bitte die Vorsichtsmaßnahmen bei der Handhabung elektrostatisch gefährdeter Hardware.
3. Wenn die Hardware Batterien enthält, legen Sie sie nicht auf elektrisch leitfähige Unterlagen. Die Batterie könnte kurzgeschlossen werden und Schäden verursachen.
4. Achten Sie bitte darauf, daß der spezifizierte Temperaturbereich nicht verlassen wird.

1.2 Installation

1. Überprüfen Sie, ob alle Jumper entsprechend Ihrer Anwendung gesetzt sind.
2. Schalten Sie die Spannungsversorgung der externen Anschlüsse ab, bevor Sie eine Verbindung herstellen.
3. Wenn Sie sicher sind, daß alle Verbindungen korrekt installiert sind, schalten Sie die Spannungsversorgung ein.

1.3 Erklärung

Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen, die einer Verbesserung der Schaltung oder des Produktes dienen, ohne besondere Hinweise vorzunehmen. Trotz sorgfältiger Kontrolle kann für die Richtigkeit der hier gegebenen Daten, Schaltpläne, Programme und Beschreibungen keine Haftung übernommen werden. Die Eignung des Produktes für einen bestimmten Einsatzzweck wird nicht zugesichert.

1.4 Reparaturen

Sollte das Produkt defekt sein, so senden Sie es bitte frei in geeigneter Verpackung mit folgender Beschreibung an uns zurück:

- Fehlerbeschreibung
- Trat der Fehler nur unter bestimmten Bedingungen auf?
- Was war angeschlossen?
- Wie sahen die angeschlossenen Signale aus?
- Garantiereparatur oder nicht?

Alle Rechte vorbehalten. © IEP GmbH 2011-2017

2 Technische Daten

2.1 Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur (Betrieb)	0-50° C
Umgebungstemperatur (Lagerung)	-20-85° C
rel. Luftfeuchte	max. 95%, nicht kondensierend
Höhe	-300m bis +3000m

2.2 Mechanische Abmessungen

Kartengröße	90 x 85 x 22,5 mm (T x H x B)
Anschlüsse	ME-Steckersatz, Schraubklemme

2.3 Technische Daten

Versorgungsspannung:	24 Volt DC, 0.1 A
Prozessor	MB96F356
Analogeingänge:	8 Stück, 16-24 Bit, 0-5 / ±5 Volt / 0-10 / ±10 Volt optional 0/4-20 mA
Eingangswiderstand:	Der Eingangswiderstand bei Spannungsmessungen beträgt 100 KΩ Die Bürde der Stromeingänge beträgt ca. 320 Ω
Genauigkeit:	Spannung: nach Kalibrierung besser 0,01% Strom: nach Kalibrierung min. 0,1%
CAN	1x CAN, 4 polig ME-Stecker
Firmware:	CANopen® (Profil DS402) Generic CAN

3 Inbetriebnahme

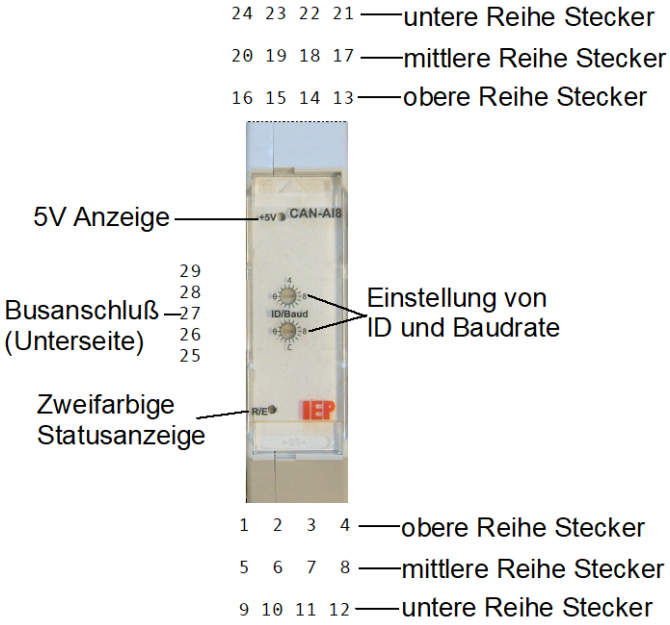
3.1 Einbau

Die CAN-AI8-16 ist zum Einbau in Schaltschränke oder ähnliche EMV-dichte Gehäuse bestimmt. Die Verkabelung ist EMV-gerecht mit abgeschirmten Kabeln durchzuführen.

3.2 Messbereiche

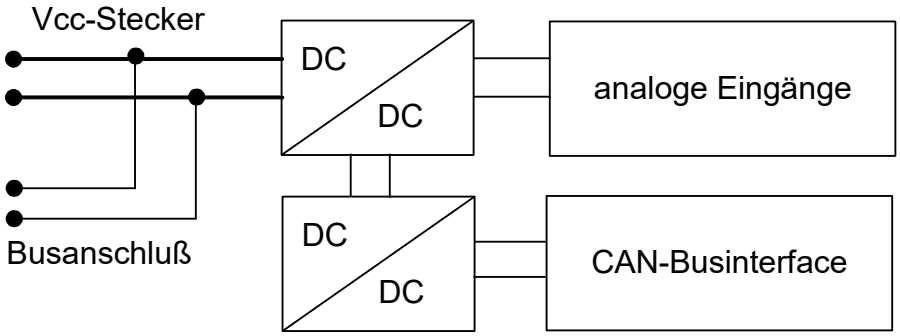
Die CAN-AI8-16 wird in 2 unterschiedlichen Ausführungen geliefert, entweder für Spannungs- oder Strommessungen. Dies ist bei der Bestellung anzugeben, da die Eingänge unterschiedlich bestückt werden. Die Stromeingänge sind mit einer 100 Ω Bürde und einem PTC als Vorsicherung bestückt.

3.3 Frontansicht



3.4 Spannungsversorgung

Die CAN-AI8-16 ist galvanisch von der Versorgungsspannung getrennt. Der CAN-Bus ist ebenfalls sowohl von der Versorgungsspannung als auch von den analogen Eingängen galvanisch getrennt. Die Versorgung kann über den Vcc-Stecker und/oder den Busanschluß erfolgen.



3.5 CAN Abschlußwiderstand

Der CAN-Bus muß an jedem Ende mit 120 Ω abgeschlossen werden.

3.6 Analoge Eingänge

Die analogen Eingänge sind gemeinsam galvanisch von der Versorgungsspannung getrennt. Es stehen 0-5 Volt, ±5 Volt, 0-10 Volt, ±10 Volt, alternativ 0/4-20 mA als Eingangsspannungsbereiche zur Verfügung.

3.7 Steckverbinder

3.7.1 I/O-Anschlüsse

Die I/O-Anschlüsse werden über 4 polige ME-Steckverbinder geführt:

Spannungseingänge		
Stecker		**Signal**
1	1	+V_IN1
	2	-V_IN
	3	+V_IN2
	4	-V_IN
2	5	+V_IN5
	6	-V_IN
	7	+V_IN6
	8	-V_IN
3	9	+24V Vcc
	10	GND Vcc
	11	PE
	12	PE

Spannungseingänge		
Stecker		**Signal**
4	13	+V_IN3
	14	-V_IN
	15	+V_IN4
	16	-V_IN
5	17	+V_IN7
	18	-V_IN
	19	+V_IN8
	20	-V_IN
6	21	GND Vcc
	22	GND CAN
	23	CAN_L
	24	CAN_H

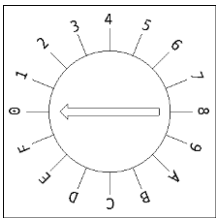
Busanschluß (Unterseite)	
	Signal
25	GND Vcc
26	+24V Vcc
27	GND CAN
28	CAN_L
29	CAN_H

Werden mehrere Module eingesetzt, kann die Spannungsversorgung und der CAN-Bus über den 5 poligen Tragschienen-Busverbinder geführt werden (Phoenix-Contact: Typ ME 22,5 TBUS 1,5/ 5-ST-3,81 KMGY).

4 Generic CAN Firmware

4.1 Einstellen der Identifier und der Baudrate

Von der CAN-AI8-16 werden 6 aufeinander folgende Identifier (Standard: 11 Bit Länge) belegt. Die Identifier und die Baudrate werden über die beiden Hex-Drehschalter auf der Frontplatte eingestellt.



Der untere Hex-Drehschalter stellt den ID-Bereich und die Baudrate ein, mit dem oberen wird die ID gewählt.

Die Bereiche der ID wurden so gelegt, dass immer ein PDO*x* Bereich aus dem CANopen® Protokoll genutzt wird, so dass ein problemloser Parallelbetrieb möglich ist, wenn der entsprechende CANopen® Bereich nicht genutzt wird.

Schalter	Baudrate	CANopen® PDO	Adressbereich
0	50 KBaud	PDO1	384 – 639 ($180 – $27F)
1	50 KBaud	PDO2	640 – 895 ($280 – $37F)
2	50 KBaud	PDO3	896 – 1151 ($380 – $47F)
3	50 KBaud	PDO4	1152 – 1407 ($480 – $57F)
4	125 KBaud	PDO1	384 – 639 ($180 – $27F)
5	125 KBaud	PDO2	640 – 895 ($280 – $37F)
6	125 KBaud	PDO3	896 – 1151 ($380 – $47F)
7	125 KBaud	PDO4	1152 – 1407 ($480 – $57F)
8	500 KBaud	PDO1	384 – 639 ($180 – $27F)
9	500 KBaud	PDO2	640 – 895 ($280 – $37F)
A	500 KBaud	PDO3	896 – 1151 ($380 – $47F)
B	500 KBaud	PDO4	1152 – 1407 ($480 – $57F)
C	1 MBaud	PDO1	384 – 639 ($180 – $27F)
D	1 MBaud	PDO2	640 – 895 ($280 – $37F)
E	1 MBaud	PDO3	896 – 1151 ($380 – $47F)
F	1 MBaud	PDO4	1152 – 1407 ($480 – $57F)

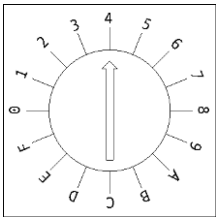
Bitte beachten Sie, dass das Standard Frameformat verwendet wird, d.h. die Identifier sind 11 Bit lang.

Mit dem oberen Hex-Drehschalter wird die Adresse der CAN-AI8-16 im jeweiligen Adressbereich definiert. Es ergeben sich folgende Offsets:

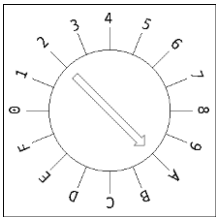
Schalter	Offset
0	168 ($A8)
1	174 ($AE)
2	180 ($B4)
3	186 ($BA)
4	192 ($C0)
5	198 ($C6)
6	204 ($CC)
7	210 ($D2)
8	216 ($D8)
9	222 ($DE)
A	228 ($E4)
B	234 ($EA)
C	240 ($F0)
D	246 ($F6)
E	252 ($FC)
F	258 ($102)

Die Basisadresse ergibt sich aus der Addition von Adressbereich und Offset:

$$\text{BasisID} = \text{Adressbereich} + \text{Offset}$$



Stehen die Hex-Drehschalter z.B. auf 4A, so ergibt sich als Adressbereich PDO3 (896) und als Offset 192. Die Adresse des Moduls ist also 896+192 = 1088 (0x440). Die Baudrate beträgt 500 KBaud.



4.2 Betriebszustand

Die +5V LED zeigt an, dass die Betriebsspannung des Moduls vorhanden ist. Die Leuchtdioden R und E signalisieren den Betriebszustand des Moduls:

Zustand	LED R	LED E
Einschalten	●	●
Datenaustausch	●	○

4.2.1 Fehlerzustände

Über verschiedene Blinkcodes werden Fehlerzustände signalisiert:

- Bei einem internen Hardwarefehler blinken die rote und die grüne LED abwechselnd, entweder mit 0.5 oder 1 Hz.
- Wenn das Modul ein falsches Konfigurationstelegramm erhält, ist die rote LED dauerhaft an, das Blinken der grünen LED zeigt die Art des Fehlers:

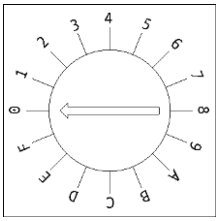
  1x Blinken: Eingangsbereich falsch gesetzt

  2x Blinken: Auflösung falsch gesetzt

  3x Blinken: Wandelzeit falsch gesetzt

5 CANopen® Firmware

Die CAN-AI8-16 arbeitet nach den CiA®-Standards DS301 V4.0.2 und DS401 V3.0. Die NodeID und die Baudrate werden über die beiden Hex-Drehschalter auf der Frontplatte eingestellt.



Der untere Hex-Drehschalter stellt den NodeID-Offset und die Baudrate ein, mit dem Oberen wird nur die NodeID gewählt.

Schalter	Baudrate	NodeID_Offset
0	10 Kbaud	0
1	10 Kbaud	16
2	20 Kbaud	0
3	20 Kbaud	16
4	50 Kbaud	0
5	50 Kbaud	16
6	125 Kbaud	0
7	125 Kbaud	16
8	250 Kbaud	0
9	250 Kbaud	16
A	500 Kbaud	0
B	500 Kbaud	16
C	800 Kbaud	0
D	800 Kbaud	16
E	1 Mbaud	0
F	1 Mbaud	16

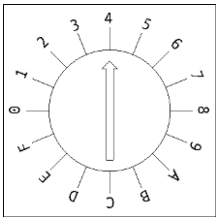
Mit dem oberen Hex-Drehschalter wird die NodeID der CAN-AI8-16 definiert. Es ergeben sich folgende Offsets:

Schalter	NodeID
0	0
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
A	10
B	11
C	12
D	13
E	14
F	15

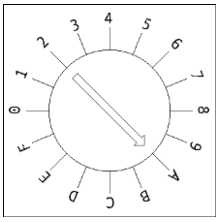
Sollte der Bereich der NodeID von 0-31 nicht ausreichen, kann über Lötjumper im CAN-AI8-16 Modul noch ein Offset von 32 bzw. 64 addiert werden. Damit können NodeID's von 0 bis 127 eingestellt werden. Wird Löt-Jumper JU6 geschlossen, addiert sich 32 auf die NodeID, mit Lötjumper JU7 werden noch 64 addiert.

Die tatsächliche NodeID ergibt sich aus der Addition von NodeID und NoteID_Offset:

$$\text{NodeID} = \text{NodeID} + \text{NodeID_Offset}$$



Stehen die Hex-Drehschalter z.B. auf 4A, so ergibt sich als NodeID_Offset `0` und als NodeID 4. Die Adresse des Moduls ist also NodeID=4. Die Baudrate beträgt `500` KBaud.



Würde jetzt noch JU6 geschlossen, betrüge die NodeID=36.

5.1.1 CANopen® Objekte des Moduls

Die implementierten CANopen® Objekte sind durch die zugehörige EDS-Datei beschrieben.

Alle RxPDOs und TxPDOs haben folgende Voreinstellungen, es sind 4 RxPDO und 6 TxPDOs möglich.

Transmissiontyp : 254 Gerätespezifisch
Inhibittime : 50 ms

Mit diesen Parametern sendet das AI8-16 Modul bei Änderungen des AD-Wertes, höchstens aber alle 50 ms, seine aktuellen Werte.

5.1.2 Kodierung der Wandlerwerte

Mit 16 Bit Auflösung werden die AD-Werte wie folgt kodiert.

Bereich ±10 Volt oder ±5 Volt (signed 16 Bit)

- Max : `0x8000`
0 : `0x0000`
+ Max : `0x7FFF`

Bereich +10 Volt oder +5 Volt (unsigned 16 Bit)

0 : `0x0000`
+ Max : `0xFFFF`

Bei 24 Bit Auflösung sind die AD-Werte linksbündig im 32 Bit Objekt abgelegt, daher ergeben sich hier folgende Kodierungen.

Bereich ±10 Volt oder ±5 Volt (signed 32 Bit)

- Max : `0x80000000`
0 : `0x00000000`
+ Max : `0x7FFFFF00`

Bereich +10 Volt oder +5 Volt (unsigned 16 Bit)

0 : `0x00000000`
+ Max : `0xFFFFFF00`

5.1.3 Objektbereich 0x2*xxx*

Hier kurz die Bedeutung einzelner Parameter aus den `0x2xxx` Objektbereich:

Objekt	Subindex	Name	Bedeutung
`0x2A00`	1	Command	Absetzen von Kommandos zum AI8-16
`0x2A01`	1	Range	Einstellung des Eingangsbereiches
`0x2A01`	2	Resolution	Einstellung der Auflösung
`0x2A01`	3	FilterWord	Einstellung der Samplezeit
`0x2A01`	4	MeanCount	Einstellung der Mittelwert Bildung
`0x2A10`	1-8	Offset CH(*x*)	Auslesen der Offsetwerte Nullabgleich
`0x2A11`	1-8	Scale CH(*x*)	Auslesen der Scalewerte Fullscaleabgleich

Die Objekte `0x2A01`, 1-4 sind standardmäßig auf das 1. TxPDO (0x200 + NodeID) gemapped, damit man schneller die Einstellungen des Modul erreichen kann.

Erklärung der einzelnen Parameterwerte

Command	Bedeutung
`0`	- keine Funktion
`0x55`	Nullabgleich durchführen
`0x51`	Fullscaleabgleich durchführen
`0x5A`	Speichern der Werte im Flash

Range	Bedeutung
0	-10 Volt .. +10 Volt Eingangsbereich
1	0..+10 Volt Eingangbereich
2	-5 Volt .. +5 Volt Eingangsbereich
3	0..5 Volt Eingangsbereich

Resolution	Bedeutung
0	16 Bit Auflösung der Objekte 0x6401, 1-8 werden aktualisiert
2	24 Bit Auflösung der Objekte 0x6402, 1-8 werden aktualisiert

Der Parameter `FilterWord` bestimmt die Wandlungszeit pro Kanal. Zulässig sind Werte von 2-127. Die Wandlungszeit in µs berechnet sich nach folgender Formel:

$$\text{Wandelzeit} = (\text{FilterWord} * 128 + 249)/6.144$$

Die Kanäle 1-4 werden parallel zu den Kanälen 5-8 gewandelt, die gesamte Wandelzeit des Moduls beträgt also das Vierfache der Wandlungszeit eines Kanals.

Wird keine Mittelwertbildung gewünscht, so ist der Parameter `MeanCount` auf `0` zu setzen. Ansonsten wird die entsprechende Anzahl Meßwerte je Kanal erfaßt und der Mittelwert gebildet.

5.1.4 Objektbereich 0x6*xxx*

Wenn das Objekt `0x6423` (AI Global Int Enable) auf 1 gesetzt wird, bestimmt das Objekt `0x6421`, Subindex 1-8 das Verhalten des AI16-Moduls in Bezug auf das Verschicken von Werten:

AI Trigger	Bedeutung
1	Wenn AD-Wert < LowLimit oder AD-Wert > UpLimit
2	Wenn AD-Wert sich um mehr als Delta geändert hat
3	1 und 2 gleichzeitig
255	Immer

Inhibittime unterdrückt das Versenden nicht, daher ist es sinnvoll, den Wert für Inhibtime sehr klein oder zu 0 zu setzen!

5.1.5 Betriebszustände

Die +5V LED zeigt an, dass die Betriebsspannung des Moduls vorhanden ist. Die Leuchtdioden G und R signalisieren den Betriebszustand des Moduls:

Zustand	LED G	LED R
Einschalten (blinken LED G)		
Datenaustausch		
Watchdog angesprochen		
Störung HW-Error (blinken LED R)		

6 Hardwarebeschreibung

6.1 ST4 – Serielle Schnittstelle

Die serielle Schnittstelle dient nur der Programmierung der Controller. Sie hat folgende Belegung:

ST8	PIN	PIN	ST8
Vcc	1	2	MD2
Rx	3	4	Tx
GND	5	6	MD1

Nach dem Einschalten gibt die CAN-AI8-16 eine Versions-Meldung über die serielle Schnittstelle mit 38400 Baud aus. ACHTUNG: Die Schnittstelle stellt nur TTL-Pegel zur Verfügung. Der Anschluß einer normalen RS-232-Schnittstelle führt zur Zerstörung des Moduls.

7 Kommunikation mit der CAN-AI8-16

7.1 Generic CAN Kommunikation

Die CAN-AI8-16 arbeitet als Slave. Der Master muß entweder eine Anfrage stellen, die entsprechend beantwortet wird, oder den zyklischen Versand der Daten anfordern. Von der CAN-AI8-16 werden 4 bzw. 6 aufeinander folgende Identifier belegt. Die Basisadresse wird über die Hex-Drehschalter eingestellt (siehe cap. 4.1).

7.2 Zyklisches Versenden der Meßwerte

Bei der Initialisierung kann der Master die CAN-AI8-16 so konfigurieren, dass sie die aktuellen Messwerte zyklisch verschickt. Die Zeit wird im Konfigurationstelegramm übertragen. Sie ist in ms anzugeben, das Raster beträgt 1 ms. Sollen die aktuellen Messwerte nicht selbsttätig verschickt werden, ist die Zeit auf 0 zu setzen.

7.3 Meßbereich und Auflösung

Die CAN-AI8-16 kann per Initialisierung auf 4 verschiedene Meßbereiche eingestellt werden: 0-5 Volt, ±5 Volt, 0-10 Volt, ±10 Volt.

Die Auflösung, die über den CAN-Bus übertragen wird, kann auf 16 oder 24 Bit gesetzt werden. Intern wird immer mit der vollen Auflösung gemessen.

Weiterhin kann die Wandelzeit pro Kanal eingestellt werden. Damit wird die effektive Auflösung sowie die höchste zu erfassende Frequenz festgelegt.

Die folgende Tabelle gibt den Zusammenhang zwischen Wandlungszeit, Eingangsfrequenz, effektiver Auflösung und Eingangsbereich wieder:

Filter Word	Wandelzeit	-3db Frequenz	Eingangsbereich (Bits)			
			0-5V	±5V	0-10V	±10V
127	2686 µs	200 Hz	19,0	20,0	20,0	21,0
46	999 µs	520 Hz	18,3	19,3	19,3	20,3
22	499 µs	1040 Hz	17,7	18,7	18,7	19,7
17	395 µs	1300 Hz	17,5	18,5	18,5	19,5
8	207 µs	2500 Hz	17,0	18,0	18,0	19,0
6	166 µs	3100 Hz	16,7	17,7	17,7	18,7
2	82 µs	6300 Hz	15,3	16,3	16,3	17,3

Bei der effektiven Auflösung schwanken die untersten Bits noch, durch eine Mittelwertbildung kann dies herrausgerechnet werden. In der folgenden Tabelle ist die Auflösung (Spitze/Spitze) angegeben, bei der der Meßwert nicht mehr schwankt:

Filter Word	Wandelzeit	-3db Frequenz	Eingangsbereich (Bits)			
			0-5V	±5V	0-10V	±10V
127	2686 µs	200 Hz	16,1	17,1	17,1	18,1
46	999 µs	520 Hz	15,4	16,4	16,4	17,4
22	499 µs	1040 Hz	14,9	15,9	15,9	16,9
17	395 µs	1300 Hz	14,7	15,7	15,7	16,7
8	207 µs	2500 Hz	14,2	15,2	15,2	16,2
6	166 µs	3100 Hz	13,8	14,8	14,8	15,8
2	82 µs	6300 Hz	12,4	13,4	13,4	14,4

Der Unterschied zwischen der effektiven und der Spitze/Spitze Auflösung sind ungefähr 3 Bit, d.h. der Meßwert schwankt um ca. 8 Digits, die durch Mittelwertbildung noch gewonnen werden können.

7.4 Belegung der Identifier

Der Offset der Identifier bezieht sich auf die BasisID (Einstellung siehe 9, Kapitel 4.1). Bei den Telegrammen des Masters ist der Identifier grau hinterlegt.

7.4.1 Initialisierung

Kennung des Moduls abfragen:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
0	W	1	01

M->S: Schick mir deine Kennung?

Antwort des Slave:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
1	R	3	01 xx xx

xxxx = 0022 CAN-AI8-16 Modul

xxxx = Anderes Modul

7.4.2 Parametrierung und zyklisches Versenden:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt							
0	W	8	02	ee	aa	FW	mm	0x00	ss	Ss

ee	Eingangsbereich
aa	Auflösung
FW	Filter Word
mm	Anzahl Mittelwerte 0-256
ssss	Zyklisches Versenden der Messwerte in ms, 0=kein Versenden

Antwort des Slave: (ab Software Version 1.3)

Identifier	R/W	Länge	Inhalt		
1	R	3	02	ss	ee

ss = Zustand (siehe Kapitel 8.4)

ee = ErrCode (siehe Kapitel 8.4)

Der Eingangsbereich wird mit folgenden Parametern gesetzt:

Wert	Eingangsbereich
3	0-5 Volt
2	±5 Volt
1	0-10 Volt
0	±10 Volt (default)

Für die Auflösung sind folgende Werte zulässig:

Wert	Auflösung
0	16 Bit (default)
2	24 Bit

Der Parameter `Filter Word` ist aus den obigen Tabellen zu entnehmen, zulässig sind Werte von 2-127. Die Wandlungszeit in µs berechnet sich nach folgender Formel:

$$\text{Wandelzeit} = (\text{FilterWord} * 128 + 249)/6.144$$

Die Kanäle 1-4 werden parallel zu den Kanälen 5-8 gewandelt, die gesamte Wandelzeit des Moduls beträgt also das Vierfache der Wandlungszeit eines Kanals.

Wird keine Mittelwertbildung gewünscht, so ist der Parameter `mm` auf 0 zu setzen. Ansonsten wird die entsprechende Anzahl Meßwerte je Kanal erfaßt und der Mittelwert gebildet.

Ist die Abfragefrequenz bzw. das zyklische Verschicken der Meßwerte schneller, so wird der alte gemittelte Wert ggf. mehrfach übertragen.

Wird kein Parametrierungstelegramm an das CAN-AI8-16 geschickt, so werden die Meßwerte mit 16 Bit Auflösung, Eingangsbereich ±10 Volt und einer Wandelzeit von 499 µs erfaßt. Ein selbständiges Versenden der Meßwerte findet ebenso wie die Mittelwertbildung nicht statt.

7.4.3 Abfrage der analogen Werte

Analoge Werte des Moduls abfragen:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
0	W	1	03

M->S: Schick mir deine Werte?

Antwort des Slave bei 16 Bit Auflösung:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt							
2	R	8	K1H	K1L	K2H	K2L	K3H	K3L	K4H	K4L

jeder Kanal belegt ein Wort, hier Kanal 1-4

Identifier	R/W	Länge	Inhalt							
3	R	8	K5H	K5L	K6H	K6L	K7H	K7L	K8H	K8L

jeder Kanal belegt ein Wort, hier Kanal 5-8

Antwort des Slave bei 24 Bit Auflösung:

Bei 24 Bit Auflösung werden im oberen Byte 0x00 übertragen.

Identifier	R/W	Länge	Inhalt							
2	R	8	0x00	K1H	K1M	K1L	0x00	K2H	K2M	K2L

jeder Kanal belegt 4 Byte, hier Kanal 1 und 2

Identifier	R/W	Länge	Inhalt							
3	R	6	0x00	K3H	K3M	K3L	0x00	K4H	K4M	K4L

jeder Kanal belegt 4 Byte, hier Kanal 3 und 4

Identifier	R/W	Länge	Inhalt							
4	R	6	0x00	K5H	K5M	K5L	0x00	K6H	K6M	K6L

jeder Kanal belegt 4 Byte, hier Kanal 5 und 6

Identifier	R/W	Länge	Inhalt							
5	R	6	0x00	K7H	K7M	K7L	0x00	K8H	K8M	K8L
			jeder Kanal belegt 4 Byte, hier Kanal 7 und 8							

Die analogen Werte werden im Motorola-Format übertragen, d.h. zuerst das High-Byte, dann das Low-Byte, bzw. High-Middle-Low.

Die beiden bzw. 4 Telegramme werden unmittelbar aufeinander folgend verschickt. Wurde die Betriebsart "zyklisches Versenden" gewählt, so werden die beiden bzw. 4 Telegramme ebenfalls im angegebenen Zeitabstand verschickt.

7.4.3.1 Kodierung der analogen Werte

Je nach gewähltem Bereich der Eingänge ergeben sich folgende Auflösungen (16 Bit):

Binärwert	Unipolar		Bipolar	
	0-5 V	0-10 V	±0-5 V	±10 V
0	0 V	0 V	-5,00000 V	-10,00000 V
7FFF	2,49996 V	4,99992 V	-0,00008 V	-0,00015 V
8000	2,50004 V	5,00008 V	0,00008 V	0,00015 V
FFFF	5,00000 V	10,00000 V	5,00000 V	10,00000 V
LSB	0,0763 mV	0,1526 mV	0,1526 mV	0,3052 mV

Mit 24 Bit Auflösung ergeben sich folgende Werte:

Binärwert	Unipolar		Bipolar	
	0-5 V	0-10 V	±0-5 V	±10 V
0	0 V	0 V	-5,00000 V	-10,00000 V
7FFFFF	2,4999999 V	4,9999997 V	-0,0000003 V	-0,0000006 V
800000	2,5000001 V	5,0000003 V	0,0000003 V	0,0000006 V
FFFFFF	5,0000000 V	10,0000000 V	5,0000000 V	10,0000000 V
LSB	0,2980 µV	0,5960 µV	0,5960 µV	1,1921 µV

Für die Strommessung sind die Eingänge auf 16 Bit Auflösung und einen Meßbereich von 0-5 Volt zu parametrieren. Dann ergeben sich folgende Meßwerte:

Binärwert	Unipolar	
	0-20 mA	4-20 mA
0	0 mA	0 mA
147A	3,99939 mA	3,99939 mA
147B	4,00015 mA	4,00015 mA
3332	9,99992 mA	9,99992 mA
3333	10,00000 mA	10,00000 mA
6666	20,00000 mA	20,00000 mA
LSB	0,763 µA	0,763 µA

8 Kalibrierung

Das CAN-AI8-16 Modul ist ab Werk kalibriert. Sollte eine Nachkalibrierung nötig sein, so ist nach der folgenden Anleitung zu verfahren.

Bitte beachten Sie, dass nach einen Firmware Update eine Kalibrierung durchgeführt werden muß!

8.1 Nullpunkt Kalibrierung

Zuerst muß die Nullpunkt-Kalibrierung durchgeführt werden. Dazu müssen alle Eingänge kurzgeschlossen sein. Um eine möglichst genaue Kalibrierung zu erhalten, sollte eine Messung im ±10V Bereich mit 24 Bit Auflösung und einem Filterwort von 127 durchgeführt werden. Nun kann mit dem folgendem Telegramm der Kalibriervorgang ausgelöst werden:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
0	W	1	0x55

M->S: Nullpunkt Kalibrierung

Antwort des Slave nach Ende der Kalibirierung:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
1	R	1	0x55

Kalibrierung fertig

8.2 Fullscale Kalibrierung

Um eine Fullscale-Kalibrierung durchführen zu können, ist eine hoch präzise Spannungsreferenz mit +5V oder +10V Ausgang nötig. Diese Spannung wird an alle Eingänge gelegt. Nun muß wieder eine Messung im +5V bzw. +10V Bereich mit 24 Bit Auflösung und einem Filterwort von 127 durchgeführt werden. Das folgende Telegramm löst die Kalibrierung aus:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
0	W	1	0x51

M->S: Fullscale Kalibrierung

Antwort des Slave nach Ende der Kalibirierung:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
1	R	1	0x55

Kalibrierung fertig

8.3 Kalibrierwerte sichern

Nachdem beide Kalibirierungen durchgeführt worden sind, müssen die Kalibrierkonstanten noch im internen Flash des CAN-AI8-16 Moduls abgelegt werden. Dazu ist das folgende Telegramm zu verschicken:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
0	W	1	0x5A
			M->S: Kalibrierkonstanten speichern

Antwort des Slave nach Ende der Kalibirierung:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
1	R	1	0x55
			Kalibrierkonstanten abgelegt

oder

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
1	R	1	0xAA
			Kalibrierkonstanten nicht abgelegt

Im 2.ten Fall ist ein Fehler beim Speichern aufgetreten und der Vorgang sollte wiederholt werden. Können die Daten auch dann nicht abgelegt werden, ist das Modul defekt.

8.4 Abfrage ErrorCode / Zustand (ab Software Version 1.3)

Zustand / ErrorCode des Moduls abfragen:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
0	W	1	EE

M->S: Schick mir deinen Zustand/ ErrorCode?

Antwort des Slave:

Identifier	R/W	Länge	Inhalt
1	R	3	EE zz cc

zz = Zustand

cc = ErrCode

Zustand	Beschreibung
1	Modul im Zustand warte INIT (Kennung abfragen)
2	Modul wartet auf Konfiguration
3	Modul ist konfiguriert und betriebsbereit
5	Modul hat einen Hardwarefehler
6	Modul Konfiguration ist fehlerhaft

ErrCode	Beschreibung
0	Modul hat keinen Fehler
1	Falsche Angabe Eingangsbereich bei Konfiguration
2	Falsche Angabe Auflösung bei Konfiguration
3	Falsche Angabe Wandelzeit bei Konfiguration
4	Konfiguration ignoriert, da nicht für Konfiguration bereit