EXDUL-384E

EDV-Nr.: A-381940

EXDUL-384S

EDV-Nr.: 381920

8 A/D-Eingänge 16 Bit (single-ended) oder
4 A/D-Eingänge 16 Bit (differentiell)
8 D/A-Ausgänge 16 Bit
1 Eingang über Optokoppler
1 Ausgang über Optokoppler
Zähler 32 Bit
LCD-Anzeige (nur EXDUL-384E)

wasco®

Handbuch

Geschützte Warenzeichen

Windows®, Visual Basic®, Visual C++®, Visual C#® sind eingetragene Warenzeichen von Microsoft.
wasco® ist ein eingetragenes Warenzeichen.
EXDUL® ist ein eingetragenes Warenzeichen.
LabVIEW® ist ein eingetragenes Warenzeichen.
Bei anderen genannten Produkt- und Firmennamen kann es sich um Warenzeichen der jeweiligen Inhaber handeln.

Haftungsbeschränkung

Die Firma Messcomp Datentechnik GmbH haftet für keinerlei durch den Gebrauch des Multifunktionsmoduls EXDUL-384 und dieser Dokumentation direkt oder indirekt entstandenen Schäden.

Wichtiger Hinweis:

Dieses Handbuch wurde für die Module EXDUL-384E und EXDUL-384S erstellt. Das EXDUL-384E bietet zusätzlich eine LCD-Anzeige, alle weiteren Funktionen der Module sind identisch. Für das EXDUL-384S sind die Befehle und Funktionen, die das Display betreffen, nicht zutreffend.

wasco®

Inhaltsverzeichnis

1. Produktbeschreibung 5

2. Anschlussklemmen 6
2.1 Klemmenbelegung von CN1 6

3. Systemkomponenten 7
3.1 Blockschaltbild EXDUL-384E 7
3.2 Blockschaltbild EXDUL-384S 8
3.3 A/D-Eingänge 9
3.4 D/A-Ausgänge 9
3.5 Optokoppler-Eingang 9
3.6 Digitaler Ausgang über Optokoppler 10
3.7 Zähler 10
3.8 LCD Anzeige (nur EXDUL-384E) 10

4. Inbetriebnahme 11
4.1 Anschluss an einen USB-Port 11
4.2 Spannungsversorgung über den USB-Port 11
4.3 Spannungsversorgung über externe Spannungsquelle 11
4.4 LCD-Anzeige während der Inbetriebnahme (nur EXDUL-384E) 11
4.5 LCD-Anzeige während des Betriebs (nur EXDUL-384E) 12

5. 8 A/D-Eingänge 16 Bit 13
5.1 Single-Ended Betrieb 13
5.2 Differenz-Betrieb 14
5.3 Kombination von Single-ended und Differenz Messung 16
5.4 Eingangsspannungsbereich 16
5.5 Messmodi 18
5.6 Abgleich der A/D-Eingänge 19

6. 8 D/A-Ausgänge 16 Bit 20
6.1 Ausgangsspannungsbereich 20
6.2 Abgleich der D/A-Ausgänge 20

7. 1 Optokopplereingang 21
7.1 Pinbelegung des Eingangsoptokopplers 21
7.2 Eingangsbeschaltung 22
7.3 Eingangsstrom 22

8. 1 Optokopplerausgang 23
8.1 Pinbelegung des Ausgangsoptokopplers 23
8.2 Optokopplerdaten 23
8.3 Ausgangsbeschaltung 23

9. Informations-, LCD- und Userregister 24
9.1 Register HW-Kennung und Seriennummer 24
9.2 Speicherbereiche UserA, UserB, UserLCD1m* und UserLCD2m* 25
9.3 Display-Register UserLCD-Zeile1*, UserLCD-Zeile2* und LCD-Kontrast* 25

10. Installation der Treiber 26
10.1 Windows-Treiber 26
10.2 Linux-Treiber 26

11. Programmierung unter Windows® 27
11.1 Einführung 27
11.2 Programmierarten 27
11.3 Programmierung unter Windows mit der .NET EXDUL.dll Library 27
11.4 Programmierung mit seriellen COM-Port-Libraries 40
11.5 Modulzugriff über LabVIEW und EXDUL.dll 70

12. Programmierung unter Linux® 71
12.1 Einführung 71
12.2 Programmierung mit seriellen COM-Port-Libraries 71

13. Technische Daten 72

14. Beschaltungsbeispiele 74
14.1 Beschaltung des Optokoppler-Eingangs 74
14.2 Beschaltung des Optokoppler-Ausgangs 75
14.3 Beschaltung der D/A-Ausgänge 76
14.4 Beschaltung der A/D-Eingänge single-ended 77
14.5 Beschaltung der A/D-Eingänge differentiell 78

15. ASCII-Tabelle 79

16. Produkthaftungsgesetz 82

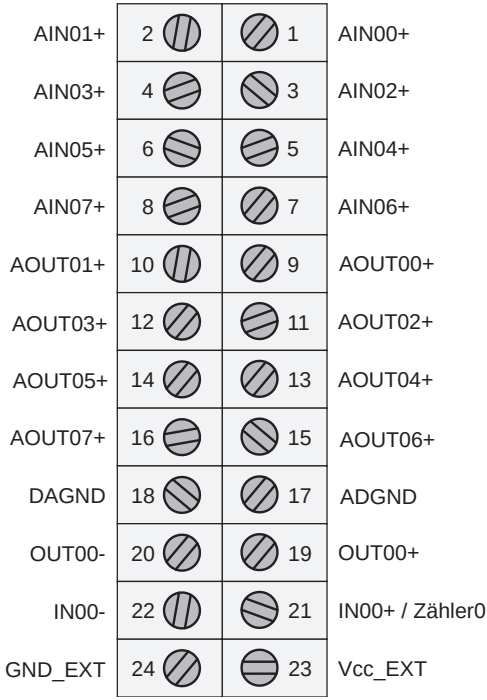
17. EG-Konformitätserklärung 84

1. Produktbeschreibung

Das EXDUL-384 verfügt über acht massebezogene oder vier differentielle 16-Bit A/D-Eingangskanäle mit einstellbaren bipolaren Eingangsspannungsbereichen (+/-0.63 V, +/-1.27 V, +/-2.55 V, +/-5.1 V, +/-10.2 V). Die Wandlungsauslösung incl. der damit verbundenen Konfiguration der A/D-Komponenten (Bereich-/Kanalauswahl) erfolgt per Software-Befehl. Die Ausgangsspannungsbereiche (+/-2.55 V, +/-5.1V, +/-10.2 V) der acht 16 Bit D/A-Ausgänge sind ebenfalls softwaremäßig wählbar. Zusätzlich verfügt das Modul über einen digitalen Eingang und einen digitalen Ausgang mit galvanischer Trennung über hochwertige Optokoppler und zusätzlichen Schutzdioden. Spezielle leistungsfähige Ausgangsoptokoppler bewältigen einen Schaltstrom von bis zu 150 mA. Der Optokopplereingang kann bei Bedarf als Zählereingang programmiert und genutzt werden. Die programmierbare LCD-Anzeige beim EXDUL-384E ermöglicht die Darstellung von I/O-Statusinformation oder programmierbaren anwenderspezifischen Daten.
Über USB oder eine externe Spannungsquelle wird das Modul mit der notwendigen Betriebsspannung versorgt. Die Anschlüsse für die externe Spannungsversorgung sind wie die Anschlüsse der Eingangs- und Ausgangsoptokoppler einer 24poligen Schraubklemmleiste zugeführt. Das kompakte Gehäuse erlaubt den Einsatz als mobiles Modul am Notebook oder als Steuermodul mit einer Montage auf DIN EN-Tragschienen im Steuerungs- und Maschinenbau.

2. Anschlussklemmen

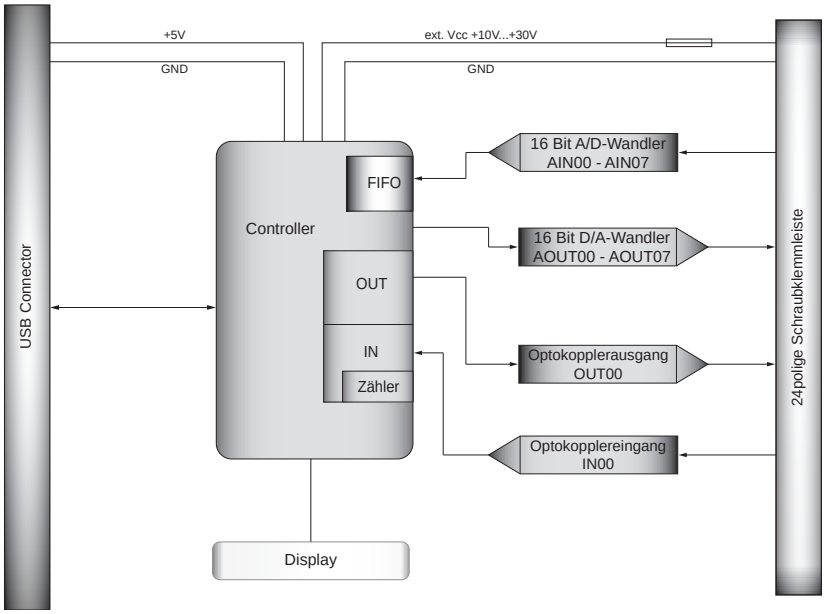
2.1 Klemmenbelegung von CN1



Vcc_EXT:
Anschlussklemme für externe Versorgungsspannung
GND_EXT:
Masse-Anschluss bei Verwendung einer externen Versorgungsspannung

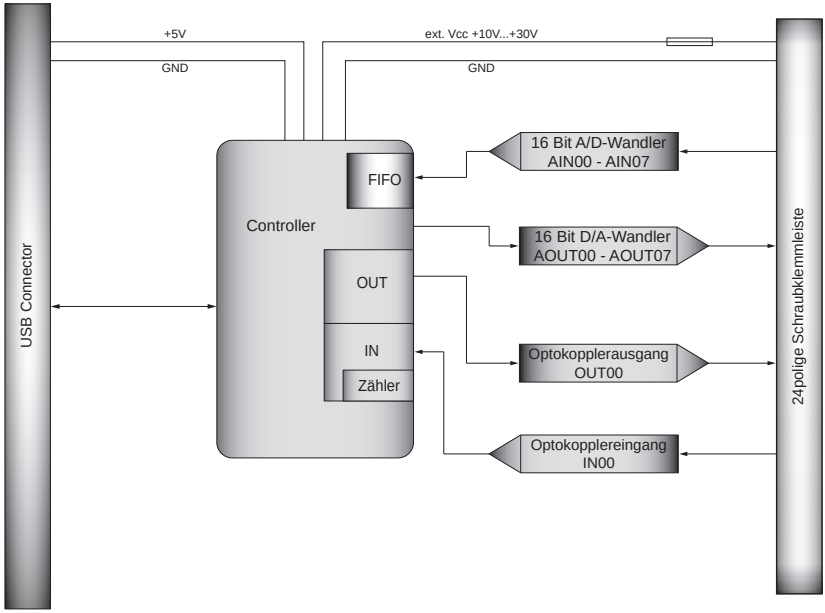
3. Systemkomponenten

3.1 Blockschaltbild EXDUL-384E



Grafik 3.1 Blockschaltbild EXDUL-384E

3.2 Blockschaltbild EXDUL-384S



Grafik 3.2 Blockschaltbild EXDUL-384S

3.3 A/D-Eingänge

8 Eingänge single-ended (se)
oder 4 Eingänge differentiell (diff)
oder kombiniert se/diff per SW wählbar
Auflösung: 16 Bit
Eingangsspannungsbereich bipolar:
+/-0.63V, +/-1.27V, +/-2.55V, +/-5.1V, +/-10.2V,
+/-20.4V (nur Differenzeingänge)
FIFO: 10000 Messwerte
Eingangswiderstand: > 500 MΩ
Überspannungsschutz: +/- 50V
Messzyklus: max. 10 µs
Abtastrate: max 100 kS/s

3.4 D/A-Ausgänge

8 Ausgänge
Auflösung: 16 Bit
Ausgangsspannungsbereich bipolar:
+/-2.55 Volt, +/-5.1 Volt, +/-10.2 Volt
Ausgangsstrom: max +/-5 mA

3.5 Optokoppler-Eingang

1 Kanal, galvanisch getrennt
Überspannungsschutz-Diode
Eingangsspannungsbereich
high = 10..30 Volt
low = 0..3 Volt
Eingangsfrequenz: max. 10 kHz

3.6 Digitaler Ausgang über Optokoppler

1 Kanal, galvanisch getrennt
Leistungsoptokoppler
Verpolungsschutz-Diode
Ausgangsstrom: max. 150 mA
Spannung-CE: max. 50 V

3.7 Zähler

1 programmierbarer Zähler 32 Bit
Zählfrequenz: max. 5 kHz

3.8 LCD Anzeige (nur EXDUL-384E)

Matrixanzeige mit 2 Zeilen und 16 Spalten zur Darstellung von 16 Zeichen je Zeile
Programmierbar zur Darstellung anwendungsspezifischer Daten oder als I/O-Zustandsanzeige

4. Inbetriebnahme

Der PC-Anschluss erfolgt einfach und unkompliziert Plug & Play über eine USB-Schnittstelle. Über USB oder eine externe Spannungsquelle wird das Modul mit der notwendigen Betriebsspannung versorgt.

4.1 Anschluss an einen USB-Port

Das EXDUL-384E / EXDUL-384S verfügt über ein USB 2.0 Interface und wird über die beiliegende USB-Anschlussleitung direkt an einen PC oder an einen USB-Hub angeschlossen. Der Anschluss erfolgt hotpluggable, d.h. das Modul ist auch im laufenden Betrieb anschließbar.

4.2 Spannungsversorgung über den USB-Port

Das Modul EXDUL-384 kann bei Bedarf ohne Einschränkungen ausschließlich über die USB-Schnittstelle versorgt werden. Dafür muss sichergestellt werden, dass der PC über das USB-Interface 500mA liefern kann.

4.3 Spannungsversorgung über externe Spannungsquelle

Die Firmware des EXDUL-384E / EXDUL-384S erkennt selbständig die Spannungsversorgung über eine externe Spannungsquelle. Wird an den Klemmen Vcc_EXT und GND_EXT (siehe Klemmenbelegung) eine Spannung von +10 V...+30 V DC angelegt, schaltet das Modul sofort auf Betriebsspannung „extern“ um. Die Spannungsversorgung über den USB-Port wird automatisch unterbrochen.
Achtung: Die Spannungsversorgung des Moduls darf während des Betriebs nicht mehr gewechselt werden!

4.4 LCD-Anzeige während der Inbetriebnahme (nur EXDUL-384E)

Während der Inbetriebnahme bzw. Start des Moduls erscheint im Display eine Infoanzeige in Form des Modulnamens. Nach fünf Sekunden wird der Modulname je nach LCD-Anzeigen-Konfiguration entweder durch die I/O-Statusanzeige oder UserLCD-Anzeige ersetzt.

4.5 LCD-Anzeige während des Betriebs (nur EXDUL-384E)

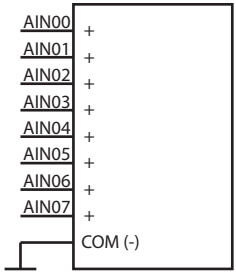
Bei der Inbetriebnahme des Moduls schaltet das Display nach ca. fünf Sekunden, je nach Einstellung, von der Infoanzeige in die I/O-Statusanzeige oder die UserLCD-Anzeige. Während der I/O-Anzeige werden in Zeile1 die aktuellen Zustände der Eingänge, in Zeile2 die Zustände der Ausgänge angezeigt. Falls beim letzten Betrieb des Moduls mit vorgesehenem Befehl der UserLCD-Modus aktiviert wurde, erscheint anstelle der I/O-Statusanzeige die UserLCD-Anzeige mit den Werten aus den Speicherbereichen UserLCD1m und UserLCD2m. Die Daten aus den beiden Registern werden solange angezeigt, bis neue Benutzerdaten über UserLCD-Zeile1 und UserLCD-Zeile2 auf die Anzeige geschrieben werden. Um einen „Screen-Burn“ zu vermeiden, wechselt die Anzeige im laufenden Betrieb etwa jede Minute für ca. fünf Sekunden von der I/O-Statusanzeige oder UserLCD-Anzeige in die Infoanzeige.

5. 8 A/D-Eingänge 16 Bit

Das EXDUL-384 verfügt über 8 gemultiplexte single-ended oder 4 differentielle 16 Bit-A/D-Eingangskanäle mit programmierbarem Eingangsspannungsbereich. Die Konfiguration für die Wandlung (Kanal, Bereich) wird in Form von zwei Bytes mit der Wandlungsauslösung durch den PC übergeben. Der Messwert wird durch das Modul nach Fehlerkorrekturen (z.B. Offsetfehler) und einer Transformation in einen Spannungswert in µV als Antwort übermittelt oder in ein FIFO abgelegt.

5.1 Single-Ended Betrieb

Im Single-Ended Betrieb stehen max. 8 Eingangskanäle zur Verfügung. Alle Eingangsspannungen werden gegen die Masse (ADGND) der A/D-Komponenten gemessen (siehe Grafik 5.1). Eine genauere Beschreibung der Beschaltung ist in Kapitel 10.4 zu finden.



Grafik 5.1 A/D-Wandler Single-ended

Wie zuvor erwähnt, wird dem Befehl zum Messen der Spannung ein Byte zur Kanalauswahl hinzugefügt. Welcher Wert für welchen Kanal einer single-ended Messung verwendet werden muss, ist aus der Tabelle 5.1 zu entnehmen.

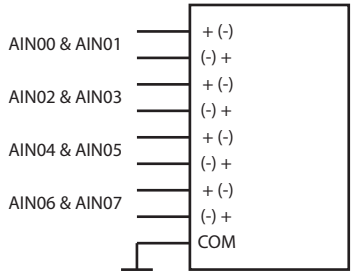
Kanal-Byte	Single-ended Kanalauswahl								
	1	2	3	4	5	6	7	8	ADGND
0_{dez}	+								-
1_{dez}		+							-
2_{dez}			+						-
3_{dez}				+					-
4_{dez}					+				-
5_{dez}						+			-
6_{dez}							+		-
7_{dez}								+	-

Tabelle 5.1 A/D-Wandler Single-ended Messung

So muss für eine single-ended Messung an Kanal 3 der Pluspol der Spannungsquelle an AIN02 und der Minuspol an ADGND angeschlossen werden. Das Kanalbyte des Befehls besitzt den Wert 2_{dez}.

5.2 Differenz-Betrieb

Im Differenz-Betrieb stehen max. 4 Eingangskanäle zur Verfügung. In der Differenz-Betriebsart gibt es für jeden Kanal jeweils einen Plus- und einen Minus-Eingang (siehe Grafik 5.2-1). Bitte beachten Sie, dass für alle Kanäle ebenfalls ein Bezug zur Masse (ADGND) hergestellt werden muss. Eine genauere Beschreibung der Beschaltung ist in Kapitel 10.5 zu finden. Durch die Differenzmessung können allgemein auftretende Störspannungen auf beiden Signalleitungen und der Analogmasse reduziert werden.



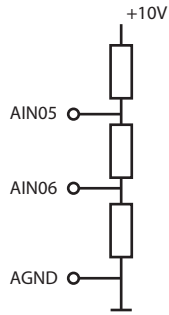
Grafik 5.2-1 A/D-Wandler differentielle Messung

Auch hier findet die Kanalauswahl über das Kanalbyte im Befehl zur Spannungsmessung statt. Die entsprechenden Werte sind aus der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Kanal-Byte	Differentielle Kanalauswahl								
	1	2	3	4	5	6	7	8	ADGND
8_{dez}	+	-							
9_{dez}	-	+							
10_{dez}			+	-					
11_{dez}			-	+					
12_{dez}					+	-			
13_{dez}					-	+			
14_{dez}							+	-	
15_{dez}							-	+	

Tabelle 5.2 A/D-Wandler differentielle Messung

Als Beispiel soll nun die Differenz zwischen zwei Spannungen an den Eingängen AIN05 und AIN06 gemessen werden. Hierfür schließen sie die erste Spannung an AIN05 und die zweite an AIN06 an (siehe Grafik 5.2-2).
Nun kann als Kanalbyte entweder der Wert 12_{dez} (AIN05+ / AIN06-) oder 13_{dez} (AIN05- / AIN06+, Ergebnis ist eine negative Differenzspannung!) verwendet werden.



Grafik 5.2-2

Achtung:
Achten Sie darauf, dass die Differenz zwischen den Eingängen innerhalb des Eingangsspannungsbereiches liegen muss. Eine Eingangsspannung an AIN05 von +10V und einer Eingangsspannung an AIN06 von -10V ergibt eine Differenz von +20V, d.h. es muss ein Eingangsspannungsbereich von +/- 20.4V gewählt werden (siehe Kap. 5.4)

5.3 Kombination von Single-ended und Differenz Messung

Bei Bedarf können die Messvarianten wie in Grafik 5.3 auch von Kanal zu Kanal variiert werden oder sogar „on the fly“ zwischen den einzelnen Messungen geändert werden.

Grafik 5.3

5.4 Eingangsspannungsbereich

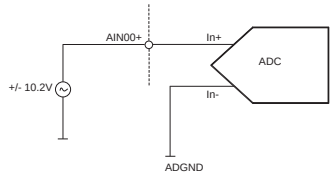
Für die Spannungsmessung stehen mehrere Eingangsspannungsbereiche zur Verfügung (+/-0.63 V, +/-1.27 V, +/-2.55 V, +/-5.1 V, +/-10.2 V). So kann der Messbereich an das Eingangssignal angepasst und somit die Messgenauigkeit optimiert werden. Für die Auswahl des Bereichs wird mit dem Messbefehl durch den PC ein Bereichsbyte an das Modul mitgesendet. Folgend sind zu den einzelnen Bereichen die dazugehörigen Bytewerte aufgelistet.

Eingangsspannungsbereich	
Bytewert	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

Tabelle 5.4 A/D-Wandler Eingangsspannungsbereiche

a) Single-Ended Messung

Wie in Grafik 5.4.1 gezeigt, wird bei einer Single-Ended-Messung das Eingangssignal im Vergleich zur Masse gemessen. Die maximal bzw. minimal zu messende Spannung bei einem Spannungsbereich von +/- 10.2V beträgt +10.2V bzw. -10.2V.

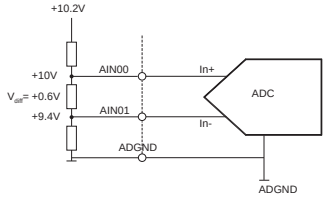


Grafik 5.4.1

Achtung: da die maximal zu messende Spannung am Analogeingang (z.B. AIN00+) 10.2V beträgt, ist der Spannungsbereich +/- 20.4V bei einer Single-Ended-Messung nicht vorhanden!

b) Differenzmessung

Bei Differenzmessungen entspricht der verwendete Eingangsspannungsbereich der maximalen Eingangsdifferenz zwischen den gewählten Eingängen. Dabei kann wie in Grafik 5.4.2 gezeigt ein Eingangsspannungsbereich von +/- 0.63V gewählt werden, obwohl an den Eingängen eine Spannung von bis zu +/- 10.2V anliegt.

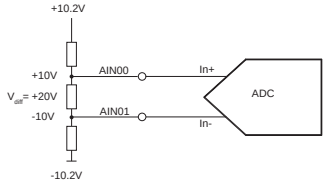


Grafik 5.4.2

Bei der Differenzmessung gibt es im Gegensatz zur Single-Ended Messung zudem einen Eingangsspannungsbereich von +/- 20.4V.

Achtung:

Für den Eingangsspannungsbereich +/-20.4V gilt die maximale bzw. minimale Eingangsspannung von +10.2V bzw. -10.2V. Nur die Differenz zwischen zwei Eingängen darf +20.4V bzw. -20.4V betragen. (Z.B. AIN00 = +10.2V und AIN01 = -10.2V, V_{diff} = 20.4V)



Grafik 5.4.3

5.5 Messmodi

Das EXDUL-384 besitzt mehrere Messmodi, um die Anwendung zu erleichtern.

5.5.1 Einfache Spannungsmessung

Bei der einfachen Spannungsmessung führt das Modul nach Erhalt des entsprechenden Befehls eine Messung an dem gewählten Eingang durch, gleicht diese ab und liefert den Wert in µV als Antwort an den Benutzer.

5.5.2 Einfache Spannungsmessung mit Mittelwertbildung

In diesem Messmodus führt das Modul an dem vom Benutzer gewählten Eingang 32 Messungen in einem Abstand von jeweils 10 µs durch, bildet einen Durchschnitt, gleicht die Messung ab und liefert das Ergebnis in µV an den Anwender.
Dieser Messmodus eignet sich vor allem für kleinere Eingangsspannungsbereiche, um Störungen wie Rauschen zu unterdrücken.

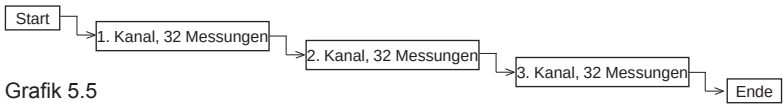
5.5.3 Blockmessung mit Mittelwertbildung

Dieser Messmodus ist für Anwendungen gedacht, in welchen Spannungen an mehreren Eingängen möglichst genau und zeitnah gemessen werden sollen. Dabei werden bei der Übergabe des Befehls an das Modul die gewünschten Kanäle (bis zu 8) mit dem jeweiligen Spannungsbereich übergeben. Nach Erhalt des Befehls beginnt das Modul jeden gewünschten Kanal nacheinander 32 mal in 10µs-Schritten abzutasten.

Dauer = Kanalanzahl*32*10µs

Nach Abschluss werden die Werte abgeglichen und in µV an den Anwender zurückgeschickt.

Beispiel:



Grafik 5.5

In diesem Beispiel sollen drei Kanäle abgetastet werden (z.B. AIN01+, AIN03+, AIN05+). Diese Kanäle werden mit dem Befehl übergeben und das Modul beginnt mit den 32 Messungen des ersten Kanals (hier AIN01+). Sobald die Messungen des ersten Kanals abgeschlossen sind, wird mit der Abtastung des 2. Kanals begonnen. Wurden alle Kanäle fertig abgetastet, (hier nach 960µs = Kanalanzahl*32*10µs), werden Offset und Gain-Fehler abgeglichen und die Spannungen in µV übergeben.

5.5.4 Mehrfachmessung

Beim Messmodus Mehrfachmessung können bis zu 8 Kanäle mehrfach (bis zu 65535 mal) abgetastet werden. Dabei werden bei der Übergabe des Befehls neben der gewünschten Abtastrate (1 - 100kS/s) die gewünschten Kanäle mit dem jeweiligen Spannungsbereich übergeben. Nach Erhalt des Befehls führt das Modul die Messungen durch und speichert abgeglichenen Werte in µV in das FIFO ab. Aus dem FIFO können diese Werte jederzeit abgeholt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das FIFO nicht überläuft. Zudem darf in diesem Zeitraum kein EXDUL-Info-Register beschrieben werden.

5.5.5 Dauermessung

Beim Messmodus Dauermessung können bis zu 8 Kanäle mit beliebigem Messbereich und mit bis zu 100kS/s im Dauerbetrieb abgetastet werden. Hierfür gibt es einen Start- und einen Stop-Befehl. Die abgeglichenen Messwerte werden in µV in ein FIFO geschrieben und können von dort jederzeit abgeholt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das FIFO nicht überläuft. Zudem darf in diesem Zeitraum kein EXDUL-Info-Register beschrieben werden.

5.6 Abgleich der A/D-Eingänge

Das Modul wird beim Endtest unserer Produktion bei einer Umgebungstemperatur von ca. 20°C abgeglichen. Sollten bei der Endanwendung größere Temperaturabweichungen vorhanden sein, kann die A/D-Komponente des Moduls mittels nachträglichem Abgleich an die Umgebung angepasst werden. Die benötigte Software steht auf der CD bzw. im Internet zur Verfügung.

6. 8 D/A-Ausgänge 16 Bit

Das EXDUL-384 besitzt insgesamt acht Digital-Analog-Wandler-Ausgänge. Diese können mit jeweils unterschiedlichen Ausgangsspannungsbereichen betrieben werden.

6.1 Ausgangsspannungsbereich

Die D/A-Wandler-Ausgänge besitzen jeweils einen variablen Ausgangsspannungsbereich, welche über ein Bereichsbyte in einem extra vorgesehenen Befehl konfiguriert werden können. Diese Auswahl kann „on-the-fly" geändert werden, d.h. sie können bei der einen Spannungsausgabe (z.B. -7V) den Bereich bipolar +/-10.2V und bei der folgenden Ausgabe (z.B. -3V) den Bereich bipolar +/-5.1V verwenden, um eine höhere Auflösung zu erzielen.
Die Zuordnung des Bereichsbyte-Wertes und Ausgangsspannungsbereichs kann aus folgender Tabelle abgelesen werden.

Ausgangsspannungsbereich	
Bereichsbyte	bipolar
0	+/-10.2V
1	+/-5.1V
2	+/-2.55V (default)

Tabelle 6.1 D/A-Wandler Ausgangsspannungsbereiche

6.2 Abgleich der D/A-Ausgänge

Das Modul wird beim Endtest unserer Produktion bei einer Umgebungstemperatur von ca. 20°C abgeglichen. Sollten bei der Endanwendung größere Temperaturabweichungen vorhanden sein, kann die D/A-Komponente des Moduls mittels nachträglichem Abgleich an die Umgebung angepasst werden. Die benötigte Software steht auf der CD bzw. im Internet zur Verfügung.

7. 1 Optokopplereingang

Das EXDUL-384 verfügt über einen Eingangskanal, dessen galvanische Trennung mittels Optokoppler erreicht wird. Die Isolationsspannung zwischen Masse des Moduls und Eingang beträgt 500 Volt.

7.1 Pinbelegung des Eingangsoptokopplers

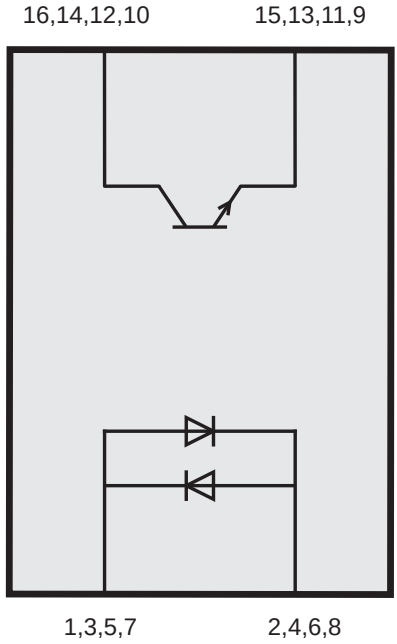


Abb. 7.1

7.2 Eingangsbeschaltung

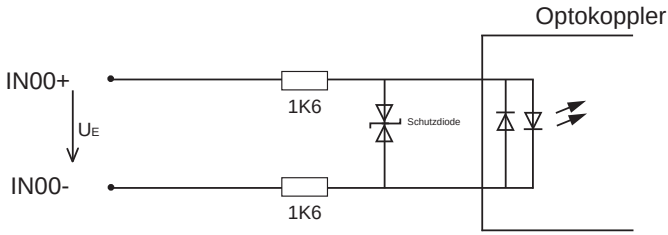


Abb. 7.2

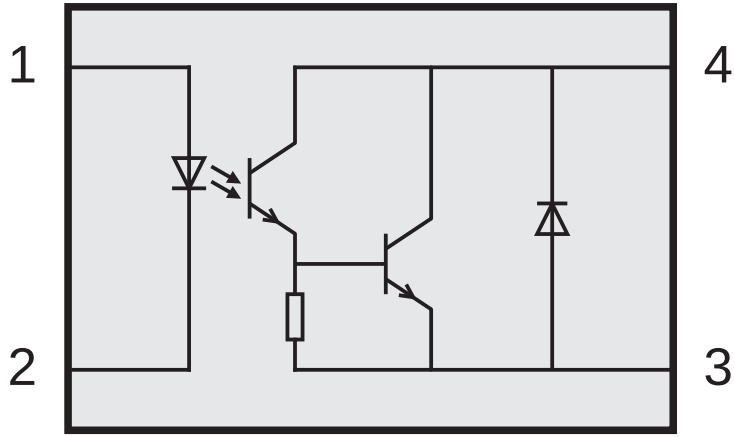
7.3 Eingangsstrom

$$I_E \approx \frac{U_E - 1{,}1V}{3200\Omega}$$

8. 1 Optokopplerausgang

Das EXDUL-Modul verfügt über einen Ausgangskanal, dessen galvanische Trennung ebenfalls mittels Optokoppler erreicht werden. Die Isolationsspannung zwischen Masse des Moduls und Ausgang beträgt 500 Volt.

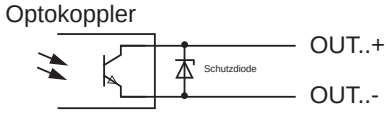
8.1 Pinbelegung des Ausgangsoptokopplers



8.2 Optokopplerdaten

Spannung-CE:	max. 50V
Spannung-EC:	0,1V
Strom-CE:	150 mA

8.3 Ausgangsbeschaltung



9. Informations-, LCD- und Userregister

9.1 Register HW-Kennung und Seriennummer

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
HW-Kennung	E	X	D	U	L	-	3	8	4			V	1	.	0	1
	45_{hex}	58_{hex}	44_{hex}	55_{hex}	$4C_{hex}$	$2D_{hex}$	33_{hex}	38_{hex}	34_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	56_{hex}	31_{hex}	$3E_{hex}$	30_{hex}	31_{hex}
S/N	1	0	4	4	0	2	6									
	31_{hex}	30_{hex}	34_{hex}	34_{hex}	30_{hex}	32_{hex}	36_{hex}									

Tabelle 9.1 Register HW-Kennung und Seriennummer

Im Register HW-Kennung ist der Modulname sowie die Version der Firmware abgelegt und kann zur Feststellung der Produkt-Identität vom User gelesen werden. In der o. a. Tabelle sind als Beispiel in der Zeile HW-Kennung jeweils der Hex-Wert und das dazugehörige ASCII-Zeichen für das Modul EXDUL-384 mit Firmware-Version 1.01 dargestellt.

Das Register Serien-Nummer kann vom Anwender lediglich gelesen werden. Die Serien-Nummer in der o. a. Tabelle dient als Formatbeispiel.
In der Zeile S/N ist jeweils der Hex-Wert und darüber das dazugehörige ASCII-Zeichen für die Serien-Nummer 1044026 dargestellt.

9.2 Speicherbereiche UserA, UserB, UserLCD1m* und UserLCD2m*

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
UserA																
	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}
UserB																
	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}
UserLCD1m*																
	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}
UserLCD2m*																
	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}	20_{hex}

In den Registern UserA, UserB, UserLCD1m* und UserLCD2m* können jeweils 16 Stellen (16 Byte) zur eigenen Verwendung genutzt werden. Die Daten bleiben beim Ausschalten erhalten, ein Default-Reset setzt diese Register in die Werkseinstellung (Auslieferungszustand) zurück. Im Auslieferungszustand steht in allen vier User-Speicherbereichen an jeder Stelle der Hex-Wert 20, der im ASCII-Code einem Leer-Zeichen entspricht. In der o. a. Tabelle sind jeweils der Hex-Wert und darüber das dazugehörige ASCII-Zeichen dargestellt.

9.3 Display-Register UserLCD-Zeile1*, UserLCD-Zeile2* und LCD-Kontrast*

Die Register UserLCD-Zeile1 und UserLCD-Zeile2 dienen bei aktivierten UserLCD-Modus zum Beschreiben der beiden LCD-Zeilen mit jeweils 16 beliebigen Zeichen. Mit Übernahme der Daten erfolgt die Anzeige im Display anstelle der Daten aus UserLCD1m* und UserLCD2m*. Die Daten in den Registern UserLCD-Zeile1 und UserLCD-Zeile2 bleiben beim Ausschalten **nicht** erhalten. Über das Register LCD-Kontrast ist der Display-Kontrast einstellbar, der auch beim Ausschalten erhalten bleibt.

*: Nur für EXDUL-384E zutreffend, bei EXDUL-384S ohne Funktion!

10. Installation der Treiber

10.1 Windows-Treiber

Achtung: ab Windows10 muss kein extra Treiber für das Modul installiert werden!

Sobald das USB-Modul EXDUL-384E / EXDUL-384S das erste Mal am PC angeschlossen wird, erkennt Windows automatisch ein neues Gerät und sucht nach einem passenden Treiber.

Geben Sie zur Treiberinstallation dem Windows-Hardwareassistenten den Ordner bzw. das Verzeichnis und den Namen der Setup-Datei „wascoxmfe_v0**x**.inf“ (anstelle von x die Versions-Nr. der INF-Datei eintragen z.B. wascoxmfe_v0**6**.inf) an.

Nach der Aktualisierung der Treiberdatenbank informiert Sie der Hardwareassistent über die erfolgreiche Installation des Treibers.

Im Windows-Gerätemanager wird das EXDUL-384E / EXDUL-384S im Verzeichnis Anschlüsse (COM/LPT) als Wasco-USB-Kommunikationsport oder Serielles USB-Gerät COMx geführt. Jedes Windowsprogramm kann auf die virtuelle Schnittstelle so zugreifen, als handle es sich um einen echten COM-Port.

10.2 Linux-Treiber

Das EXDUL-384 verwendet einen virtuellen Standard COM-Port-Treiber, welcher bei den meistern gängigen Linux-Distributionen bereits installiert ist.
Wird das Modul an die USB-Schnittstelle angeschlossen, wird das Modul im dev-Ordner aufgelistet (z.B. als ttyACM0 unter Ubuntu).

11. Programmierung unter Windows®

11.1 Einführung

Nach erfolgreicher Installation wird das EXDUL-384E / EXDUL-384S im Windows-Gerätemanager als Wasco-Communications-Port COMx geführt. Es handelt sich hierbei um ein CDC-Device (Communications Device Class), das über einen virtuellen COM-Port angesprochen wird.
Der Softwarezugriff auf diesen virtuellen COM-Port erfolgt wie über eine normale COM-Schnittstelle über Standard-Windows®-Treiber, eine Installation eines zusätzlichen Treibers ist nicht notwendig.

11.2 Programmierarten

Für den Zugriff auf das EXDUL-Modul gibt es mehrere Möglichkeiten. So kann für die Programmierung unter .NET die Library EXDUL.dll verwendet werden. Diese ermöglicht eine leichten und schnellen Einstieg, um den Zugriff auf das Modul zu programmieren.
Des Weiteren können auch serielle COM-Port-Libraries verwendet werden, welche bei vielen Programmiersprachen wie C oder Delphi vorhanden sind. Sie ermöglichen oft eine breite Einstellmöglichkeit der Schnittstelle und teilweise auch eine Eventprogrammierung (Lesepuffer muss nicht gepolled werden).
LabVIEW-Anwender können ebenfalls mit Hilfe der EXDUL.dll oder den VISA-Funktionsblöcken (Serial Port) leicht auf das Modul zugreifen.

11.3 Programmierung unter Windows mit der .NET EXDUL.dll Library

Wird für den Modul-Zugriff eine .NET-Programmiersprache verwendet (C#, C++.NET oder VB.NET), so kann die Library EXDUL.dll verwendet werden. Sie besitzt einen objektorientierten Aufbau, in welchem jedes EXDUL-Modul durch ein Objekt mit ihren Methoden dargestellt wird.
Bei der Entwicklung der Library wurde auf eine möglichst einheitliche API zwischen den unterschiedlichen EXDUL-Modulen geachtet.
Dies ermöglicht es dem Anwender, bei Bedarf ohne großen Programmieraufwand von z.B. einem USB-EXDUL-Modul auf ein Ethernet-EXDUL-Modul (z.B. EXDUL-384 -> EXDUL-584) zu wechseln.

Open:
bool Open()
Rückgabewerte: true wenn erfolgreich / false bei Fehler
Zusammenfassung: Verbindung zu Modul aufbauen

Close
void Close()
Zusammenfassung: Verbindung zu Modul schließen

Schreiben in Inforegister:
void SetModulInfo (byte type, string info)
Parameter: type: Info-Typ (siehe Handbuch)
info: Bis zu 16 Zeichen langer Info-String
Zusammenfassung: Beschreibt die Modul-Informationsregister

Infobereich	Info-Byte
UserA	0
UserB	1

Lesen aus Inforegister:
string GetModulInfo(byte type)
Parameter: type: Info-Typ (siehe Handbuch)
Rückgabewerte: Gibt das Register "type" als string zurück
Zusammenfassung: Liest die Modul-Information-Register aus

Infobereich	Info-Byte
UserA	0
UserB	1
Hardwarekennung	3
Seriennummer	4

Schreiben in LCD-Register UserLCD:
void SetUserLCD(byte *line*, string *text*)
Parameter: *line*: 0 = 1. Zeile / 1 = 2. Zeile
text: Bis zu 16 Zeichen langer LCD-Text
Zusammenfassung: Beschreibt die UserLCD-Register. Der Parameter *line* legt die Zeile (0 oder 1) fest und *text* den Text aus 16 Zeichen.

Schreiben in LCD-Register UserLCDm:
void SetUserLCDm(byte *line*, string *text*)
Parameter: *line*: 0 = 1. Zeile / 1 = 2. Zeile
text: Bis zu 16 Zeichen langer LCD-Text
Zusammenfassung: Beschreibt die UserLCDm-Register. Der Parameter *line* legt die Zeile (0 oder 1) fest und *text* den Text aus 16 Zeichen

---

Schreiben des LCD-Modes:
void SetLCDMode(byte *mode*)
Parameter: *mode*: LCD-Modus
Zusammenfassung: Setzt den LCD-Modus fest

LCD-Modus	LCD-Modus-Byte
IO-Mode	0
User-Mode	1

Lesen des LCD-Modes:
byte GetLCDMode()
Rückgabewerte: LCD-Modus
Zusammenfassung: Liest den LCD-Modus aus

LCD-Modus	LCD-Modus-Byte
IO-Mode	0
User-Mode	1

Schreiben LCD-Kontrastwert:
void SetLCDContrast(ushort *contrast*)
Parameter: *contrast*: Wert zwischen 0 und 4095 (empfohlen 800 bis 1800)
Zusammenfassung: Legt den LCD-Kontrast fest

Lesen LCD-Kontrastwert:
ushort GetLCDContrast()
Rückgabewerte: LCD-Kontrast
Zusammenfassung: Liest den LCD-Kontrast aus

Optokopplerausgang lesen:
uint GetOptoOut()
Rückgabewerte: Zustand der Optokopplerausgänge
Zusammenfassung: Liest den Zustand der Optokopplerausgänge

Optokopplerausgang schreiben:
void SetOptoOut(uint *value*)
Parameter: *value*: Zustand der Ausgänge
Zusammenfassung: Setzt die Optokopplerausgänge

Optokopplereingang lesen:
uint GetOptoIn()
Rückgabewerte: Aktueller Zustand der Optokopplereingänge
Zusammenfassung: Liest den aktuellen Zustand an den Optokoppler-eingängen

---

Zähler starten:
void StartCounter(byte *index*)
Parameter: *index*: Counter-Index
Zusammenfassung: Startet den Zähler mit der Nummer index

Zähler stoppen:
void StopCounter(byte *index*)
Parameter: *index*: Counter-Index
Zusammenfassung: Stoppt den Zähler mit der Nummer index

Zähler resetten:
void ResetCounter(byte *index*)
Parameter: *index*: Counter-Index
Zusammenfassung: Setzt den Zählerstand des Zählers mit der Nummer index zurück auf 0

Zählerstand lesen:
uint ReadCounter(byte *index*)
Parameter: *index*: Counter-Index
Rückgabewerte: Zählerstand
Zusammenfassung: Liest den Zählerstand des Zählers mit der Nummer index aus

---

Overflow-Flag lesen:
bool ReadOverflowFlagCounter(byte *index*)
Parameter: *index*: Counter-Index
Rückgabewerte: Overflowflag false = kein Overflow
true = Overflow
Zusammenfassung: Liest das Overflowflag des Zählers mit der Nummer index aus

---

Overflow-Flag rücksetzen:
void ResetOverflowFlagCounter(byte *index*)
Parameter: *index*: Counter-Index
Zusammenfassung: Setzt das Overflowflag des Zählers mit der Nummer index zurück

---

AD-Einzelmessung:

int GetADC(byte channel, byte range)

Parameter: *channel*: Kanal
range: Messbereich

Rückgabewerte: Messwert in µV

Zusammenfassung: Führt eine ADC-Messung durch.

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

AD-Einzelmessung mit Mittelwertbildung aus 32 Messungen:
public int GetADC_Mean(byte channel, byte range)
Element von EXDUL.EXDUL384

Parameter: *channel*: Kanal
range: Messbereich

Rückgabewerte: Messwert in µV

Zusammenfassung: Führt eine ADC-Messung mit einer Mittelwertbildung aus 32 Einzelmessungen durch.

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

AD-Blockmessung mit Mittelwertbildung:

int[] GetADC_BlockMean(EXDUL.ADC_CHANNEL_CONFIG_1[] *config*)

Parameter: *config*:

Rückgabewerte: Messwerte in µV

Zusammenfassung: Führt eine ADC-Blockmessung über mehrere Kanäle aus (siehe Handbuch)

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

ADC-FIFO Reset:
void ResetFIFO()

Zusammenfassung	Mit diesem Befehl wird ein Reset des FIFOs durchgeführt. Dies sollte nach einem Überlauf durchgeführt werden.

ADC-FIFO Overflowflag lesen:
bool ReadOverflowFlagFIFO()

Rückgabewert:	Overflowflag false = kein Overflow / true = Overflow
Zusammenfassung:	Liest das Overflowflag des ADC-FIFOs aus. Mit dem Auslesen wird das Flag automatisch zurückgesetzt

---

ADC-FIFO auslesen:
int[] ReadFIFO()

Rückgabewerte:	Gibt ein Array mit den Messwerten zurück. Die Größe des Arrays ist von der Messanzahl abhängig
Zusammenfassung:	Liest das ADC-FIFO aus

AD-Mehrfachmessung:

int[] GetADC_Multi(ushort *counts*, uint *samplerate*, EXDUL.ADC_CHANNEL_CONFIG_1[] *config*)

Parameter: *counts*: Anzahl der Messungen
samplerate: Abtastrate
config: Kanalkonfigurationen

Rückgabewerte: Messwert in µV

Zusammenfassung: Führt eine ADC-Mehrfachmessung über einen oder mehrere Kanäle durch. Die Messwerte können über die Funktion ReadFIFO abgeholt werden.

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

AD-Dauerabtastung starten:
void StartADC(uint *samplerate*,
EXDUL.ADC_CHANNEL_CONFIG_1[]*config*)
Parameter: *samplerate*: Abtastrate
config: Kanalkonfiguration
Zusammenfassung: Startet eine ADC-Dauerabtastung über einen oder mehrere Kanäle. Die Messwerte können über die Funktion ReadFIFO abgeholt werden. Zum Stoppen der Dauerabtastung wird die Funktion StopADC benötigt

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

AD-Dauerabtastung stoppen:
void StopADC()
Zusammenfassung: Beendet eine ADC-Dauerabtastung

DAC Ausgangsspannung setzen:
void SetDAC(byte *channel*, int *voltage*)
Parameter: *channel*: Ausgangskanal 0 bis 7
voltage: Ausgangsspannung

Zusammenfassung: Legt an dem DAC-Kanal "channel" die Spannung "voltage“ an. Die Spannung muss im eingestellten Bereich liegen.

DAC Ausgangsspannungsbereich bestimmen:
void SetDACRange(byte *channel*, byte *range*)
Parameter: *channel*: Ausgangskanal 0 bis 7
range: Spannungsbereich

Zusammenfassung: Stellt an dem DAC-Kanal "channel" den Bereich ein

---

Werksreset:
void DefaultReset()
Zusammenfassung: Setzt das Modul auf die Werkseinstellung zurück. Nach dem Befehl muss das Modul geschlossen und wieder neu geöffnet werden

11.4 Programmierung mit seriellen COM-Port-Libraries

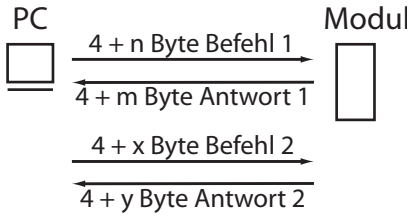
Durch die Möglichkeit mit Standard-COM-Port-Libraries auf das Modul zugreifen zu können, kann der Anwender mit einer Vielzahl an Sprachen seine Anwendung programmieren. So kann neben dem .NET-Framework auch Delphi oder C verwendet werden. Auch können Anwendungen auf vielen Linux basierten Betriebssystemen (falls ein virtueller COM-Port-Treiber vorhanden ist) entworfen werden.

11.4.1 Kommunikation mit dem EXDUL-384

Der Datenaustausch erfolgt durch Senden bzw. Empfangen von Byte-Arrays mit unterschiedlicher Länge über die virtuelle COM-Schnittstelle.

Jeder erlaubte Sendestring wird mit einem definierten Ergebnis- bzw. Bestätigungsstring beantwortet.

Vor dem Senden eines Strings muss der letzte Ergebnis- bzw. Bestätigungsstring gelesen werden.



Grafik 11 Kommunikationsmodell

11.4.2 Windows®-Funktionen für die Programmierung

Die Programmierung des EXDUL-384E / EXDUL-384S erfolgt entweder über WIN32 API Funktionen oder sehr komfortabel über ein bereits vorhandenes SerialPort Object in einer Programmiersprache. Beispielprogramme hierzu finden Sie nach der Installation der Software im Installationsverzeichnis auf Ihrem Rechner.

Windows-Funktionen für die Programmierung:

- CreateFile
- GetCommState
- SetCommState
- WriteFile
- ReadFile
- DCB-Struktur (beschreibt die Kontroll-Parameter des Devices)

11.4.3 Befehls- und Datenformat

Der Datenaustausch erfolgt durch Senden und Empfangen von Byte-Arrays. Jedes zu sendende bzw. zu empfangende Byte-Array besteht aus mindestens 4 Bytes. Dabei stellen die ersten drei Bytes den Befehl und das vierte die Anzahl der noch folgenden 4 Byte-Blöcke dar.

Befehl Byte 0	Befehl Byte 1	Befehl Byte 2	Längenbyte

Die Anzahl der 4-Byte-Blöcke variiert von Befehl zu Befehl und ist zum Teil von der zu sendenden Datenmenge abhängig. Genauere Informationen befinden sich bei den einzelnen Befehlsbeschreibungen.

11.4.4 Befehlsübersicht

Hexcode	Beschreibung
0C 00 00	Inforegister lesen und schreiben
0C 00 03	LCD-Register lesen und schreiben
08 00 00	Optokopplerausgänge lesen und schreiben
08 00 01	Optokopplereingänge bearbeiten
0A 00 00	AD-Einzelmessung
0A 00 01	AD-Einzelmessung mit Mittelwertbildung
0A 00 02	AD-Blockmessung mit Mittelwertbildung
0A 00 06	AD-FIFO Reset
0A 00 07	AD-FIFO Overflowflag auslesen
0A 00 08	AD-FIFO auslesen
0A 00 09	AD-Mehrfachmessung
0A 00 0A	AD-Dauerabtastung starten
0A 00 0B	AD-Dauerabtastung stoppen
0A 80 00	DA-Eingangsspannungsbereich konfigurieren
0A 80 01	DA-Spannungsausgabe
09 00 00	Zähler0

11.4.5 Befehlszusammensetzung

Schreiben in Inforegister

Das EXDUL-Modul stellt mehrere beschreibbare Inforegister zur Verfügung. UserA/B sind zwei 16-Byte-Bereiche für den Anwender, um Informationen in einem nicht-flüchtigen Speicher (FLASH) zu sichern. Die Register sind nur als ganzer 16-Byte-Block beschreibbar.

Infobereich	Info-Byte
UserA	0
UserB	1

Beispiel: Schreiben der Zeichenfolge EXDUL-384 in Register UserA und UserB

Byte	Senden	Empfangen	Beschreibung
0	0C	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	00	Befehlscode 3. Byte
3	05	00	Längenbyte → 20 Byte
4	00 (UserA) 01 (UserB)		Info-Byte
5	00		reserviert
6	00		reserviert
7	00		Schreibfunktion Infobereich
8	45		Daten 1. Zeichen E_{as}
9	58		Daten 2. Zeichen X_{asci}
10	44		Daten 3. Zeichen D_{asci}
11	55		Daten 4. Zeichen U_{asci}
12	4C		Daten 5. Zeichen L_{asci}
13	2D		Daten 6. Zeichen $-_{asci}$
14	33		Daten 7. Zeichen 3_{asci}
15	38		Daten 8. Zeichen 8_{asci}
16	34		Daten 9. Zeichen 4_{asci}
17	20		Daten 10. Zeichen $[Leer]_{asci}$
18	20		Daten 11. Zeichen $[Leer]_{asci}$
19	20		Daten 12. Zeichen $[Leer]_{asci}$
20	20		Daten 13. Zeichen $[Leer]_{asci}$
21	20		Daten 14. Zeichen $[Leer]_{asci}$
22	20		Daten 15. Zeichen $[Leer]_{asci}$
23	20		Daten 16. Zeichen $[Leer]_{asci}$

Lesen aus Inforegister

Das EXDUL-Modul besitzt mehrere 16-Byte breite Infobereiche, in welchen Modulinformationen wie die Seriennummer oder die Hardwarekennung stehen. Des Weiteren kann der Anwender auch die beschreibbaren User-Register auslesen.

Infobereich	Info-Byte
UserA	0
UserB	1
Hardwarekennung	3
Seriennummer	4

Info: Alle Infobereiche lassen sich nur als ganzer 16-Byte-Block auslesen.

Beispiel: Infobereich UserA auslesen (User-String = „EXDUL-384“)
Gesendet wird ein 8Byte langer Block und empfangen ein 20Byte langer Block mit Inhalt von UserA bzw. UserB

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0C	Befehlscode 1. Byte	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte → 4Byte	04	Längenbyte → 16Byte
4	00 (UserA) 01 (UserB)	Info-Byte	45	Daten 1. Zeichen E_{asci}
5	00	reserviert	58	Daten 2. Zeichen X_{asci}
6	00	reserviert	44	Daten 3. Zeichen D_{asci}
7	01	Lesefunktion Infobereich	55	Daten 4. Zeichen U_{asci}
8			4C	Daten 5. Zeichen L_{asci}
9			2D	Daten 6. Zeichen $-_{asci}$
10			33	Daten 7. Zeichen 3_{asci}
11			38	Daten 8. Zeichen 8_{asci}
12			34	Daten 9. Zeichen 4_{asci}
13			20	Daten 10. Zeichen $[Leer]_{asci}$
14			20	Daten 11. Zeichen $[Leer]_{asci}$
15			20	Daten 12. Zeichen $[Leer]_{asci}$
16			20	Daten 13. Zeichen $[Leer]_{asci}$
17			20	Daten 14. Zeichen $[Leer]_{asci}$
18			20	Daten 15. Zeichen $[Leer]_{asci}$
19			20	Daten 16. Zeichen $[Leer]_{asci}$

Beispiel: Infobereich Hardwarekennung auslesen
Gesendet wird ein 8Byte langer Block und empfangen ein 20Byte langer Block mit der Hardwarekennung

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0C	Befehlscode 1. Byte	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte → 4Byte	04	Längenbyte → 16Byte
4	04	Info-Byte	45	Daten 1. Zeichen E_{asci}
5	00	reserviert	58	Daten 2. Zeichen X_{asci}
6	00	reserviert	44	Daten 3. Zeichen D_{asci}
7	01	Lesefunktion Infobereich	55	Daten 4. Zeichen U_{asci}
8			4C	Daten 5. Zeichen L_{asci}
9			2D	Daten 6. Zeichen $-_{asci}$
10			33	Daten 7. Zeichen 3_{asci}
11			38	Daten 8. Zeichen 8_{asci}
12			34	Daten 9. Zeichen 4_{asci}
13			20	Daten 10. Zeichen $[Leer]_{asci}$
14			20	Daten 11. Zeichen $[Leer]_{asci}$
15			20	Daten 12. Zeichen $[Leer]_{asci}$
16			20	Daten 13. Zeichen $[Leer]_{asci}$
17			20	Daten 14. Zeichen $[Leer]_{asci}$
18			20	Daten 15. Zeichen $[Leer]_{asci}$
19			20	Daten 16. Zeichen $[Leer]_{asci}$

Beispiel: Infobereich Seriennummer auslesen
Gesendet wird ein 8Byte langer Block und empfangen ein 20Byte langer Block mit der Seriennummer

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0C	Befehlscode 1. Byte	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte → 4Byte	03	Längenbyte → 16Byte
4	04	Info-Byte	31	Daten 1. Zeichen 1_{dez}
5	00	reserviert	30	Daten 2. Zeichen 0_{dez}
6	00	reserviert	34	Daten 3. Zeichen 4_{dez}
7	01	Lesefunktion Infobereich	34	Daten 4. Zeichen 4_{dez}
8			30	Daten 5. Zeichen 0_{dez}
9			32	Daten 6. Zeichen 2_{dez}
10			36	Daten 7. Zeichen 6_{dez}
11				reserviert
12				reserviert
13				reserviert
14				reserviert
15				reserviert
16				reserviert
17				reserviert
18				reserviert
19				reserviert

Schreiben in LCD-Register

Das EXDUL-Modul stellt mehrere beschreibbare LCD-Register zur Verfügung. UserLCD1 und UserLCD2 entsprechen den beiden Zeilen während der UserMode-LCD-Anzeige. UserLCD1m und UserLCD2m sind zwei 16-Byte-Bereiche, welche direkt in einen nicht-flüchtigen Speicher (FLASH) abgelegt werden und beim Modulstart in die Register UserLCD1m bzw. UserLCD2m geladen werden. Alle Register sind nur als ganze 16-Byte-Blöcke beschreibbar.

LCD-Befehl	LCD-Befehl-Byte
UserLCD1	0
UserLCD2	1
UserLCD1m	2
UserLCD2m	3

Beispiel: Schreiben der Zeichenfolge EXDUL-384 in Register

Byte	Senden	Empfangen	Beschreibung
0	0C	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	00	Befehlscode 2. Byte
2	03	03	Befehlscode 3. Byte
3	05	00	Längenbyte → 20 Byte
4	00 (UserLCD1) 01 (UserLCD2) 02 (UserLCD1m) 03 (UserLCD2m)		LCD-Befehl
5	00		reserviert
6	00		reserviert
7	00		Schreibfunktion
8	45		Daten 1. Zeichen E_{as}
9	58		Daten 2. Zeichen X_{asci}
10	44		Daten 3. Zeichen D_{asci}
11	55		Daten 4. Zeichen U_{asci}
12	4C		Daten 5. Zeichen L_{asci}
13	2D		Daten 6. Zeichen $-_{asci}$
14	33		Daten 7. Zeichen 3_{asci}
15	38		Daten 8. Zeichen 8_{asci}
16	34		Daten 9. Zeichen 4_{asci}
17	20		Daten 10. Zeichen $[Leer]_{asci}$
18	20		Daten 11. Zeichen $[Leer]_{asci}$
19	20		Daten 12. Zeichen $[Leer]_{asci}$
20	20		Daten 13. Zeichen $[Leer]_{asci}$
21	20		Daten 14. Zeichen $[Leer]_{asci}$
22	20		Daten 15. Zeichen $[Leer]_{asci}$
23	20		Daten 16. Zeichen $[Leer]_{asci}$

Lesen von LCD-Register

Das EXDUL-Modul stellt mehrere beschreib- bzw. lesbare LCD-Register zur Verfügung. UserLCD1 und UserLCD2 entsprechen den beiden Zeilen während der UserMode-LCD-Anzeige. UserLCD1m und UserLCD2m sind zwei 16-Byte-Bereiche, welche direkt in einen nicht-flüchtigen Speicher (FLASH) abgelegt werden und beim Modulstart in die Register UserLCD1m bzw. UserLCD2m geladen werden. Alle Register sind nur als ganze 16-Byte-Blöcke lesbar.

LCD-Befehl	LCD-Befehl-Byte
UserLCD1 & UserLCD2	0
UserLCD1m & UserLCD2m	2

Beispiel: Lesen der Zeichenfolge EXDUL-384 aus Register

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0C	Befehlscode 1. Byte	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	03	Befehlscode 3. Byte	03	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte → 20 Byte	08	Längenbyte → 20 Byte
4	00 (UserLCD1&2) 02 (UserLCD1m&2m)	LCD-Befehl	45	Daten Zeile1 1. Zeichen E_{as}
5	00	reserviert	58	Daten Zeile1 2. Zeichen X_{asci}
6	00	reserviert	44	Daten Zeile1 3. Zeichen D_{asci}
7	01	Lesefunktion von LCD-Registern	55	Daten Zeile1 4. Zeichen U_{asci}
8			4C	Daten Zeile1 5. Zeichen L_{asci}
9			2D	Daten Zeile1 6. Zeichen $-_{asci}$
10			33	Daten Zeile1 7. Zeichen 3_{asci}
11			38	Daten Zeile1 8. Zeichen 8_{asci}
12			34	Daten Zeile1 9. Zeichen 4_{asci}
13			20	Daten Zeile1 10. Zeichen $[Leer]_{asci}$
14			20	Daten Zeile1 11. Zeichen $[Leer]_{asci}$
15			20	Daten Zeile1 12. Zeichen $[Leer]_{asci}$
16			20	Daten Zeile1 13. Zeichen $[Leer]_{asci}$
17			20	Daten Zeile1 14. Zeichen $[Leer]_{asci}$
18			20	Daten Zeile1 15. Zeichen $[Leer]_{asci}$
19			20	Daten Zeile1 16. Zeichen $[Leer]_{asci}$
20			45	Daten Zeile2 1. Zeichen E_{as}
21			58	Daten Zeile2 2. Zeichen X_{asci}
22			44	Daten Zeile2 3. Zeichen D_{asci}
23			55	Daten Zeile2 4. Zeichen U_{asci}
24			4C	Daten Zeile2 5. Zeichen L_{asci}
25			2D	Daten Zeile2 6. Zeichen $-_{asci}$
26			33	Daten Zeile2 7. Zeichen 3_{asci}
27			38	Daten Zeile2 8. Zeichen 8_{asci}
28			34	Daten Zeile2 9. Zeichen 4_{asci}
29			20	Daten Zeile2 10. Zeichen $[Leer]_{asci}$
30			20	Daten Zeile2 11. Zeichen $[Leer]_{asci}$
31			20	Daten Zeile2 12. Zeichen $[Leer]_{asci}$
32			20	Daten Zeile2 13. Zeichen $[Leer]_{asci}$
33			20	Daten Zeile2 14. Zeichen $[Leer]_{asci}$
34			20	Daten Zeile2 15. Zeichen $[Leer]_{asci}$
35			20	Daten Zeile2 16. Zeichen $[Leer]_{asci}$

Schreiben des LCD-Modes

Die LCD-Anzeige des EXDUL-Moduls stellt mehrere Anzeige-Modi bereit. Diese können mit folgendem Befehl eingestellt werden. Der LCD-Modus wird in einem nicht-flüchtigen Speicher abgelegt und wird auch nach einem Neustart des Moduls verwendet

LCD-Modus	LCD-Modus-Byte
IO-Mode	0
User-Mode	1

Beispiel: Schreiben des LCD-Modes

Byte	Senden	Empfangen	Beschreibung
0	0C	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	00	Befehlscode 2. Byte
2	03	03	Befehlscode 3. Byte
3	02	00	Längenbyte → 20 Byte
4	04		LCD-Befehl LCD-Mode
5	00		reserviert
6	00		reserviert
7	00		Schreibfunktion
8	00 (IO-Mode) 01 (User-Mode)		LCD-Modus
9	00		reserviert
10	00		reserviert
11	00		reserviert

Lesen des LCD-Modes

Die LCD-Anzeige des EXDUL-Moduls stellt mehrere Anzeige-Modi bereit. Der eingestellte LCD-Modus kann mit folgendem Befehl ausgelesen werden.

LCD-Modus	LCD-Modus-Byte
IO-Mode	0
User-Mode	1

Beispiel: Lesen des LCD-Modes

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0C	Befehlscode 1. Byte	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	03	Befehlscode 3. Byte	03	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte → 20 Byte	01	Längenbyte → 20 Byte
4	04	LCD-Befehl LCD-Mode	00 (IO-Mode) 01 (User-Mode)	LCD-Modus
5	00	reserviert	00	reserviert
6	00	reserviert	00	reserviert
7	00	Lesefunktion	00	reserviert

Schreiben LCD-Kontrastwert

Über diesen Befehl ist der Display-Kontrast einstellbar. Werte zwischen 0 und 4095 werden akzeptiert. Der Display-Kontrast verringert sich mit ansteigendem Wert. Eine angenehme Darstellung wird im Bereich 800 bis 1800 erreicht.

Beispiel: Schreiben Display-Kontrast-Wert 800

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0C	Befehlscode 1. Byte	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	03	Befehlscode 3. Byte	03	Befehlscode 3. Byte
3	02	Längenbyte → 8 Byte	00	Längenbyte → 0 Byte
4	0B	LCD-Befehl LCD-Kontrast		
5	00	reserviert		
6	00	reserviert		
7	00	Schreibfunktion		
8	50	Kontrastwert (Lowbyte - 00...FF)		
9	03	Kontrastwert (Highbyte - 00...0F)		
10	00	reserviert		
11	00	reserviert		

Lesen LCD-Kontrastwert

Über diesen Befehl ist der Display-Kontrast auslesbar. Der Wert kann zwischen 0 und 4095 liegen. Der Display-Kontrast verringert sich mit ansteigendem Wert. Eine angenehme Darstellung wird im Bereich 800 bis 1800 erreicht.

Beispiel: Lesen Display-Kontrast-Wert 800

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0C	Befehlscode 1. Byte	0C	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	03	Befehlscode 3. Byte	03	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte → 20 Byte	01	Längenbyte → 20 Byte
4	04	LCD-Befehl LCD-Kontrast	50	Kontrastwert (Lowbyte - 00...FF)
5	00	reserviert	03	Kontrastwert (Highbyte - 00...0F)
6	00	reserviert	00	reserviert
7	00	Schreibfunktion	00	reserviert

Optokopplerausgang lesen

Dieser Befehl ermöglicht das Auslesen des aktuellen Zustands des Optokopplerausgangs

Beispiel: Auslesen des Optokopplerausgangszustands
Gesendet wird ein 8Byte langer Block und empfangen ein 8Byte langer Block mit dem Zustand des Optokopplerausgangs

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	08	Befehlscode 1. Byte	08	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01 (→ 4Byte)	Längenbyte	01 (→ 4Byte)	Längenbyte
4	01	r/w Byte (1→ lesen)	0w 00 (LOW an OUT00) 01 (HIGH an OUT00)	Zustand Optokopplerausgang
5	00	reserviert	00	reserviert
6	00	reserviert	00	reserviert
7	00	reserviert	00	reserviert

Optokopplerausgang schreiben

Dieser Befehl ermöglicht dem Anwender, den Ausgangsoptokoppler zu sperren oder durchzuschalten

Beispiel: Ausgabe eines Zustands am Optokopplerausgang
Gesendet wird ein 8Byte langer Block und empfangen ein 4Byte Block als Bestätigung

Byte	Senden	Empfangen	Beschreibung
0	08	08	Befehlscode 1. Byte
1	00	0	Befehlscode 2. Byte
2	00	00	Befehlscode 3. Byte
3	01 (→ 4Byte)	00	Längenbyte
4	00		r/w Byte
5	0w 00 (gesperrt) 01 (durchgeschaltet)		Optokopplerzustand
6	00		reserviert
7	00		reserviert

Optokopplereingang lesen

Dieser Befehl ermöglicht das Einlesen des aktuellen Zustands am Optokopplereingang

Beispiel: Einlesen des Zustands am Optokopplereingang
Gesendet wird ein 4Byte langer Block und empfangen ein 8Byte langer Block mit dem Zustand am Optokopplereingang

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	08	Befehlscode 1. Byte	08	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	01	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	00	Längenbyte	01 (→ 4Byte)	Längenbyte
4			0w	Zustand Optokopplereingang
5			00	reserviert
6			00	reserviert
7			00	reserviert

Zähler0

Dieser Befehl ermöglicht den Zugriff auf den Zähler0. So kann der Zähler gestartet, gestoppt, resetted und gelesen werden. Zudem besteht die Möglichkeit, das Overflow-Flag einzulesen und rückzusetzen.

Code	Zähler-Befehlscode
00	Zähler starten
01	Zähler stoppen
02	Zähler resetten
03	Zählerstand lesen
04	reserviert
05	Overflow-Flag lesen
06	Overflow-Flag rücksetzen

Zähler Start / Stop / Reset

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	09	Befehlscode 1. Byte	09	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte	01	Längenbyte
4	bb 00 01 02	Zähler Befehlscode Zähler0 starten Zähler0 stoppen Zähler0 resetten	bb	Zähler Befehlscode
5	00	reserviert	00	reserviert
6	00	reserviert	00	reserviert
7	00	reserviert	00	reserviert

Zähler lesen

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	09	Befehlscode 1. Byte	09	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte	02 (→ 8Byte)	Längenbyte
4	03	Zähler Befehlscode	03	Zähler Befehlscode
5	00	reserviert	00	reserviert
6	00	reserviert	00	reserviert
7	00	reserviert	00	reserviert
8			ww	Zählerstand Byte0
9			ww	Zählerstand Byte1
10			ww	Zählerstand Byte2
11			ww	Zählerstand Byte3

Zählerstand = Zählerstand Byte3 * 0x1000000 + Zählerstand Byte2 * 0x10000 + Zählerstand Byte1 * 0x100 + Zählerstand Byte0

Overflow-Flag lesen

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	09	Befehlscode 1. Byte	09	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte	02 (→ 8Byte)	Längenbyte
4	05	Zähler Befehlscode Overflow-Flag lesen	05	Zähler Befehlscode Overflow-Flag lesen
5	00	reserviert	00	reserviert
6	00	reserviert	00	reserviert
7	00	reserviert	0f	Overflow-Flag

Overflow-Flag rücksetzen

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	09	Befehlscode 1. Byte	09	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte	01 (→ 4Byte)	Längenbyte
4	06	Zähler Befehlscode Overflow-Flag rücksetzen	06	Zähler Befehlscode Overflow-Flag rücksetzen
5	00	reserviert	00	reserviert
6	00	reserviert	00	reserviert
7	00	reserviert	00	reserviert

AD-Einzelmessung

Der Befehl AD-Einzelmessung führt an einem gewünschten analogen Eingangskanal eine Spannungsmessung durch und liefert den Wert abgeglichen im Integerformat in µV an den PC zurück.
Dem Befehl muss der gewünschte Kanal sowie der Messbereich übergeben werden.

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

Beispiel zum Messen der Spannung an einem Eingangssignal

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01 (→ 4Byte)		01 (→ 4Byte)	Längenbyte
4	cc	Kanalbyte	ww	Messwert Byte0
5	bb	Bereichbyte	ww	Messwert Byte1
6	00		ww	Messwert Byte2
7	00		ww	Messwert Byte3

Spannung = (integer) (Byte3 * 0x1000000 + Byte2 * 0x10000 + Byte1 * 0x100 + Byte0) [µV]

AD-Einzelmessung mit Mittelwertbildung aus 32 Messungen

Der Befehl AD-Einzelmessung mit Mittelwertbildung führt an einem gewünschten analogen Eingangskanal 32 Spannungsmessungen mit einer Geschwindigkeit von 100kS/s durch, bildet den Mittelwert und liefert den Wert abgeglichen im Integerformat in µV an den PC zurück.
Dem Befehl muss der gewünschte Kanal sowie der Messbereich übergeben werden.

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

Beispiel zum Messen der Spannung an einem Eingangssignal

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	01	Befehlscode 3. Byte	01	Befehlscode 3. Byte
3	01 (→ 4Byte)	Längenbyte	01 (→ 4Byte)	Längenbyte
4	cc	Kanalbyte	ww	Messwert Byte0
5	bb	Bereichbyte	ww	Messwert Byte1
6	00	reserviert	ww	Messwert Byte2
7	00	reserviert	ww	Messwert Byte3

Spannung = (integer) (Byte3 * 0x1000000 + Byte2 * 0x10000 + Byte1 * 0x100 + Byte0) [µV]

AD-Blockmessung mit Mittelwertbildung

Mit diesem Befehl können bis zu 8 Kanäle kurz hintereinander abgetastet werden. Dabei wird jeder zu messende Kanal 32mal abgetastet, jeweils ein Mittelwert (siehe Kapitel 5.2) gebildet und als Antwort im Integerformat in µV an den PC zurückgeschickt.

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

Befehlsaufbau n = 1 8

Byte	Senden	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte
2	02	Befehlscode 3. Byte
3	(n*4)	Längenbyte (n = Kanalanzahl)
4	00	reserviert
5	00	reserviert
6	c_0c_0	Kanalbyte
7	b_0b_0	Bereichsbyte
	:	
	:	
3 + n*4	$c_{n-1}c_{n-1}$	Kanalbyte
4 + n*4	$b_{n-1}b_{n-1}$	Bereichsbyte

Byte	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte
2	02	Befehlscode 3. Byte
3	(n*4)	Längenbyte (n = Kanalanzahl)
4	w_1w_1	$Messwert_1$ $Byte0_1$
5	w_1w_1	$Messwert_1$ $Byte1_1$
6	w_1w_1	$Messwert_1$ $Byte2_1$
7	w_1w_1	$Messwert_1$ $Byte3_1$
	:	
	:	
3 + n*4	w_nw_n	$Messwert_n$ $Byte0_n$
4 + n*4 +1	w_nw_n	$Messwert_n$ $Byte1_n$
4 + n*4 +2	w_nw_n	$Messwert_n$ $Byte2_n$
4 + n*4 +3	w_nw_n	$Messwert_n$ $Byte3_n$

Beispiel:
In folgendem Beispiel sollen AIN01, AIN02 und AIN04 abgetastet werden. Der Messbereich soll bei allen Werten +/- 10.2V betragen

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	02	Befehlscode 3. Byte	02	Befehlscode 3. Byte
3	03 (→ 12Byte)	Längenbyte	03 (→ 12Byte)	Längenbyte
4	00	reserviert	w_1w_1	Messwert AIN01 $Byte0_1$
5	00	reserviert	w_1w_1	Messwert AIN01 $Byte1_1$
6	01	Kanalbyte AIN01	w_1w_1	Messwert AIN01 $Byte2_1$
7	01	Bereichsbyte +/- 10.2V	w_1w_1	Messwert AIN01 $Byte3_1$
8	00	reserviert	w_2w_2	Messwert AIN02 $Byte0_2$
9	00	reserviert	w_2w_2	Messwert AIN02 $Byte1_2$
10	02	Kanalbyte AIN02	w_2w_2	Messwert AIN02 $Byte2_2$
11	01	Bereichsbyte +/- 10.2V	w_2w_2	Messwert AIN02 $Byte3_2$
12	00	reserviert	w_3w_3	Messwert AIN04 $Byte0_3$
13	00	reserviert	w_3w_3	Messwert AIN04 $Byte1_3$
14	04	Kanalbyte AIN04	w_3w_3	Messwert AIN04 $Byte2_3$
15	01	Bereichsbyte +/- 10.2V	w_3w_3	Messwert AIN04 $Byte3_3$

Messwert AIN01 = (integer) ($Byte3_1$ * 0x1000000 + $Byte2_1$ * 0x10000 + $Byte1_1$ * 0x100 + $Byte0_1$) [µV]
Messwert AIN02 = (integer) ($Byte3_2$ * 0x1000000 + $Byte2_2$ * 0x10000 + $Byte1_2$ * 0x100 + $Byte0_2$) [µV]
Messwert AIN04 = (integer) ($Byte3_3$ * 0x1000000 + $Byte2_3$ * 0x10000 + $Byte1_3$ * 0x100 + $Byte0_3$) [µV]

ADC-FIFO Reset

Mit folgendem Befehl kann ein Reset des ADC-FIFOs durchgeführt werden. Dies sollte nach einem Überlauf erfolgen.

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	06	Befehlscode 3. Byte	06	Befehlscode 3. Byte
3	00	Längenbyte	00	Längenbyte → 0 Bytes

ADC-FIFO Overflowflag lesen

Mit folgendem Befehl kann das Overflowflag des ADC-FIFOs ausgelesen werden. Mit dem Auslesen wird das Overflowflag zurückgesetzt.

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	07	Befehlscode 3. Byte	07	Befehlscode 3. Byte
3	00	Längenbyte	01	Längenbyte → 4 Bytes
4			0w	Overflowflag 00 FIFO nicht übergelaufen 01 FIFO übergelaufen
5			00	reserviert
6			00	reserviert
7			00	reserviert

ADC-FIFO auslesen

Einige Befehle liefern die Messergebnisse nicht direkt mit dem Antwortbefehl zurück, sondern speichern die Messwerte in ein FIFO. Als Befehlsbeispiel sind die AD-Mehrfachmessung oder die Dauermessung zu nennen. Mit dem ADC-FIFO-Auslesebefehl kann das FIFO ausgelesen werden. Dabei werden die sich im FIFO befindlichen Werte direkt an die Antwort des Befehls angehängt (bis zu 255 Messwerte). Sind keine Daten im FIFO vorhanden, so wird nur eine 4Byte-Antwort an den PC zurückgeschickt.

Befehlsaufbau

Zu senden sind 4Byte, zu empfangen sind, je nach Datenmenge n im FIFO, 4 + n*4 Bytes.

n = 1 8

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	08	Befehlscode 3. Byte	08	Befehlscode 3. Byte
3	00	Längenbyte	nn	Längenbyte → n*4 Bytes
4			ww_1	$Messwert_1$ $Byte0_1$
5			ww_1	$Messwert_1$ $Byte1_1$
6			ww_1	$Messwert_1$ $Byte2_1$
7			ww_1	$Messwert_1$ $Byte3_1$
			:	
			:	
n*4			ww_n	$Messwert_n$ $Byte0_n$
n*4 + 1			ww_n	$Messwert_n$ $Byte1_n$
n*4 + 2			ww_n	$Messwert_n$ $Byte2_n$
n*4 + 3			ww_n	$Messwert_n$ $Byte3_n$

Beispiel 1:
Im FIFO sind keine Daten vorhanden

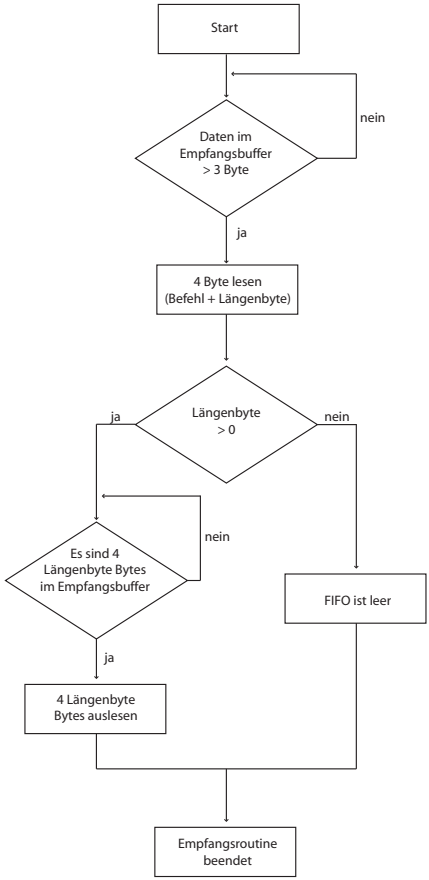
Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	08	Befehlscode 3. Byte	08	Befehlscode 3. Byte
3	00	Längenbyte	00	Längenbyte

Beispiel 2:
Im FIFO sind zwei Messwerte vorhanden

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	08	Befehlscode 3. Byte	08	Befehlscode 3. Byte
3	00	Längenbyte	2	Längenbyte → 8 Bytes
4			ww_1	$Messwert_1$ $Byte0_1$
5			ww_1	$Messwert_1$ $Byte1_1$
6			ww_1	$Messwert_1$ $Byte2_1$
7			ww_1	$Messwert_1$ $Byte3_1$
8			ww_2	$Messwert_2$ $Byte0_2$
9			ww_2	$Messwert_2$ $Byte1_2$
10			ww_2	$Messwert_2$ $Byte2_2$
11			ww_2	$Messwert_2$ $Byte3_2$

Programmierung:

- Senden: um Daten aus dem FIFO auszulesen, muss der 4Byte lange Befehl an das Modul gesendet werden.
- Empfangen der Daten: Da die Array-Länge der zu empfangenden Daten variieren kann, muss das Empfangen des gesamten Datenblocks aufgeteilt werden.



AD-Mehrfachmessung

Die AD-Mehrfachmessung ermöglicht dem Anwender, einen oder mehrere Kanäle in einem einstellbaren Takt (1 - 100000kHz) mehrfach abzutasten (bis zu 65535 mal). Die Messwerte werden vom Modul im internen FIFO abgelegt und können dort während und nach dem Abtastvorgang abgeholt werden. Die Werte werden solange im FIFO zwischengespeichert, bis sie entweder abgeholt wurden, oder ein neuer AD-Abtastbefehl aufgerufen wurde.

Achtung: Es muss sichergestellt werden, dass das FIFO schnell genug geleert werden kann, da das FIFO auf 10000 Messwerte begrenzt ist. Des Weiteren dürfen während des Vorgangs keine EXDUL-Info-Register (z.B. UserA, UserB) beschrieben werden.

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

Befehlsaufbau

n = 1 8

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	09	Befehlscode 3. Byte	09	Befehlscode 3. Byte
3	n + 2	Längenbyte	00	Längenbyte
4	ff	Abtastrate Byte0		
5	ff	Abtastrate Byte1		
6	ff	Abtastrate Byte2		
7	00	reserviert		
8	aa	Messanzahl Byte0		
9	aa	Messanzahl Byte1		
10	00	reserviert		
11	00	reserviert		
12	00	reserviert		
13	00	reserviert		
14	cc_n	$Kanalbyte_1$		
15	bb_n	$Bereichsbyte_1$		
	:			
	:			
n*4 + 8	00	reserviert		
n*4 + 9	00	reserviert		
n*4 + 10	cc_n	$Kanalbyte_n$		
n*4 + 11	bb_n	$Bereichsbyte_n$		

Abtastrate = Byte2 * 65536 + Byte1 * 256 + Byte0
Messanzahl = Byte1 * 256 + Byte0

AD-Dauerabtastung starten

Die AD-Dauerabtastung ermöglicht dem Anwender, einen oder mehrere Kanäle in regelmäßigen Zeitabständen (1s - 10µs) abzutasten. Die Messwerte werden vom Modul im internen FIFO abgelegt und können dort während und nach dem Abtastvorgang abgeholt werden. Die Werte werden solange im FIFO zwischengespeichert, bis sie entweder abgeholt wurden, oder ein neuer AD-Abtastbefehl aufgerufen wurde.
Um die Dauerabtastung zu stoppen, muss der Befehl „AD-Dauerabtastung stoppen“ an das Modul gesendet werden.

Achtung: Es muss sichergestellt werden, dass das FIFO schnell genug geleert werden kann, da das FIFO auf 10.000 Messwerte begrenzt ist. Des Weiteren dürfen während des Vorgangs keine EXDUL-Info-Register (z.B. UserA, UserB) beschrieben werden.

Kanal:

Kanal	Kanalbyte
Single-ended	
AIN00	0
AIN01	1
AIN02	2
AIN03	3
AIN04	4
AIN05	5
AIN06	6
AIN07	7
Differenzmessung	
AIN00+ / AIN01-	8
AIN00- / AIN01+	9
AIN02+ / AIN03-	10
AIN02- / AIN03+	11
AIN04+ / AIN05-	12
AIN04- / AIN05+	13
AIN06+ / AIN07-	14
AIN06- / AIN07+	15

Messbereich:

Bereichsbyte	Spannung
0	+/- 20.4V (nur bei Differenzmessung max +/- 10.2V → GND)
1	+/-10.2V
2	+/- 5.1V
3	+/-2,55V
4	+/-1.27V
5	+/- 0.63V

Befehlsaufbau

n = 1 8

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	0A	Befehlscode 3. Byte	0A	Befehlscode 3. Byte
3	n + 1	Längenbyte	00	Längenbyte
4	ff	Abtastrate Byte0		
5	ff	Abtastrate Byte1		
6	ff	Abtastrate Byte2		
7	00	reserviert		
8	aa	reserviert		
9	aa	reserviert		
10	cc_1	$Kanalbyte_1$		
11	bb_1	$Bereichsbyte_1$		
	:			
	:			
n*4 + 4	00	reserviert		
n*4 + 5	00	reserviert		
n*4 + 6	cc_n	$Kanalbyte_n$		
n*4 + 7	bb_n	$Bereichsbyte_n$		

Abtastrate = Byte2 * 65536 + Byte1 * 256 + Byte0

AD-Dauerabtastung stoppen

Mit diesem Befehl wird die AD-Dauerabtastung gestoppt.

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	00	Befehlscode 2. Byte	00	Befehlscode 2. Byte
2	0B	Befehlscode 3. Byte	0B	Befehlscode 3. Byte
3	00	Längenbyte	00	Längenbyte

DA-Ausgangsspannungsbereich konfigurieren

Dieser Befehl ermöglicht es dem Anwender, die Ausgangsspannungsbereiche der einzelnen DAC-Kanäle zu konfigurieren. Der neue Spannungsbereich eines Kanals wird übernommen, sobald eine neue Spannung am jeweiligen Kanal ausgegeben wird.
Dem Befehl wird ein weiterer 4Byte-Block übergeben, in welchem ein Kanalbyte (0 bis 7) und ein Bereichsbyte (siehe Tabelle) enthalten ist.

Ausgangsspannungsbereich	
Bereichsbyte	bipolar
0	+/-10.2V
1	+/-5.1V
2	+/-2.55V

Befehlsaufbau

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	80	Befehlscode 2. Byte	80	Befehlscode 2. Byte
2	00	Befehlscode 3. Byte	00	Befehlscode 3. Byte
3	01	Längenbyte	00	Längenbyte
4	cc	Kanalbyte (0 ... 7)		
5	bb	Bereichsbyte		
6	00	reserviert		
7	00	reserviert		

DA-Spannungsausgabe

Mit diesem Befehl kann eine gewünschte Spannung an einem der zur Verfügung stehenden Kanäle ausgegeben werden. Dabei wird dem Befehl zum einen der zu ändernde Kanal in einem 4Byte-Block übergeben und zum anderen die Spannung in µV.

Befehlsaufbau

Byte	Senden	Beschreibung	Empfangen	Beschreibung
0	0A	Befehlscode 1. Byte	0A	Befehlscode 1. Byte
1	80	Befehlscode 2. Byte	80	Befehlscode 2. Byte
2	01	Befehlscode 3. Byte	01	Befehlscode 3. Byte
3	02	Längenbyte	00	Längenbyte
4	cc	Kanalbyte (0 ... 7)		
5	00	reserviert		
6	00	reserviert		
7	00	reserviert		
8	ww	Spannung Byte0		
9	ww	Spannung Byte1		
10	ww	Spannung Byte2		
11	ww	Spannung Byte3		

Spannung = (integer) (Byte3 * 0x1000000 + Byte2 * 0x10000 + Byte1 * 0x100 + Byte0) [µV]

11.5 Modulzugriff über LabVIEW und EXDUL.dll

Dank der EXDUL.dll kann das Modul ohne großen Aufwand in ein LabVIEW-Projekt eingebunden werden. Neben LabVIEW und der EXDUL.dll-Datei wird zudem auf dem Rechner das .NET-Framework benötigt.
Für genauere Informationen lesen Sie sich bitte das EXDUL-LabVIEW-Tutorial durch.

12. Programmierung unter Linux®

12.1 Einführung

Nach dem erfolgreichenErkennen des EXDUL-384E / EXDUL-384S durch das Betriebssystem wird das Modul im Ordner /dev als ttyACM* Gerät gelistet. Es handelt sich hierbei um ein CDC-Device (Communications Device Class), das über einen virtuellen COM-Port angesprochen wird.
Der Softwarezugriff auf diesen virtuellen COM-Port erfolgt wie über eine normale COM-Schnittstelle über einen Standard-Treiber, eine Installation eines zusätzlichen Treibers ist nicht notwendig.

12.2 Programmierung mit seriellen COM-Port-Libraries

Wurde das Modul erkannt, kann über die Standard Libraries für die serielle Schnittstellen mit ihm kommuniziert werden. Für genauere Informationen lesen Sie ab Kapitel 11.4 weiter.

13. Technische Daten

A/D-Eingänge
8 Eingänge single-ended (se)
oder 4 Eingänge differentiell (diff)
oder kombiniert se/diff per SW wählbar
Auflösung: 16 Bit
Eingangsspannungsbreich bipolar:
+/-0.63V, +/-1.27V, +/-2.55V, +/-5.1V, +/-10.2V,
+/-20.4V (nur Differenzeingänge)
FIFO: 10000 Messwerte
Eingangswiderstand: > 500 MΩ
Überspannungsschutz: +/- 50V
Messzyklus: max. 10 µs
Abtastrate: max 100 kS/s

D/A-Ausgänge
8 Ausgänge
Auflösung: 16 Bit
Ausgangsspannungsbereich
bipolar: +/-2.55 Volt, +/-5.1 Volt, +/-10.2 Volt
Ausgangsstrom: max +/-5 mA

Optokoppler-Eingang
1 Kanal, galvanisch getrennt, als Zählereingang programmierbar
Überspannungsschutz-Dioden
Eingangsspannungsbereich
high = 10..30 Volt
low = 0..3 Volt
Eingangsfrequenz: max. 10 kHz

Digitaler Ausgang über Optokoppler
1 Kanal, galvanisch getrennt
Leistungsoptokoppler
Verpolungsschutz-Dioden
Ausgangsstrom: max. 150 mA
Spannung-CE: max. 50 V

Zähler
Kanal: 1 programmierbarer Zähler 32 Bit
Zählfrequenz: max. 5 kHz

LCD Anzeige (nur EXDUL-384E)
Matrixanzeige mit 2 Zeilen und 16 Spalten zur Darstellung von 16 Zeichen je Zeile
Programmierbar zur Darstellung anwendungsspezifischer Daten oder als I/O-Zustandsanzeige

Betriebsspannung
über USB (PC muss 500mA liefern) oder
+10 V...+30 V (externe Spannungsversorgung)

USB-Schnittstelle
USB 2.0 kompatibel
USB-Anschluss Plug&Play (hotpluggable, auch im laufenden Betrieb anschließbar)

Modul-Anschlüsse
1 * 24polige Schraubklemmleiste
1 * USB-Buchse Typ B

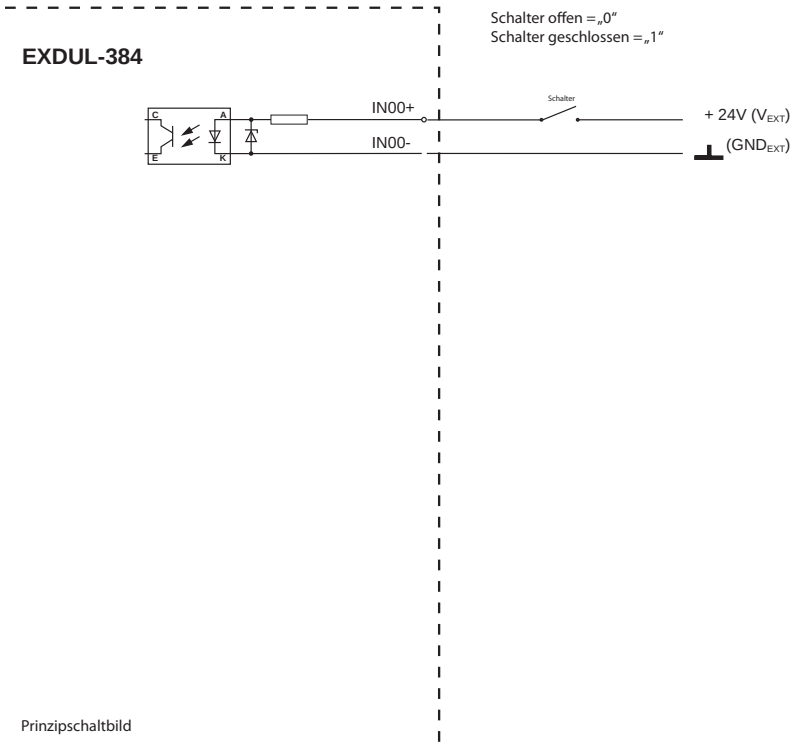
USB-Anschlussleitung
1 * USB-Stecker Typ A
1 * USB-Stecker Typ B

Abmessungen
105 mm x 89 mm x 59 mm (l x b x h)

Gehäuse
Isolierstoffgehäuse mit integrierter Schnapptechnik zur DIN EN-Hutschienen-montage
Geeignet für Aufbaumontagen, Schaltschrank- und Verteilereinbau sowie für mobile Tischeinsätze

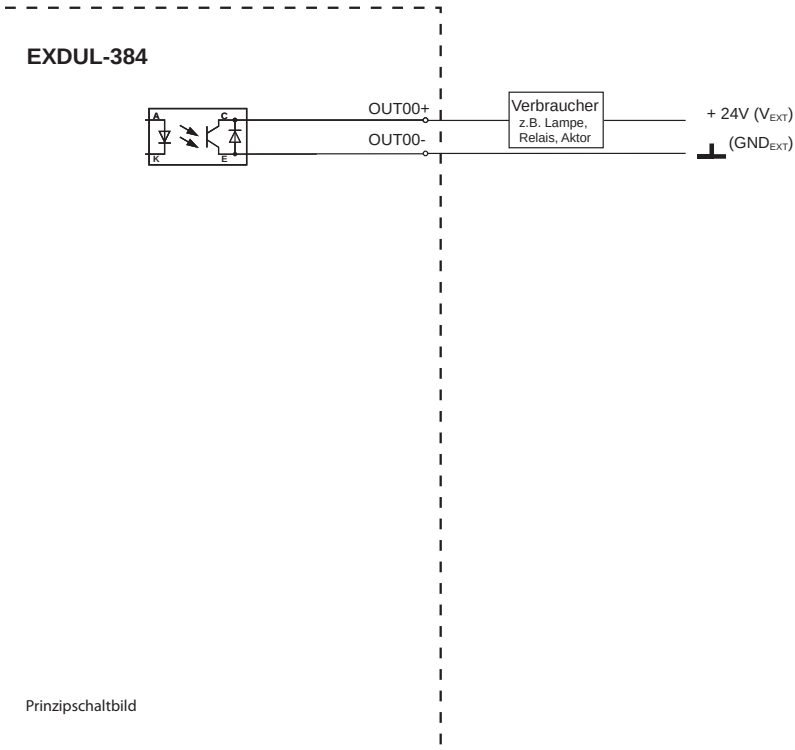
14. Beschaltungsbeispiele

14.1 Beschaltung des Optokoppler-Eingangs



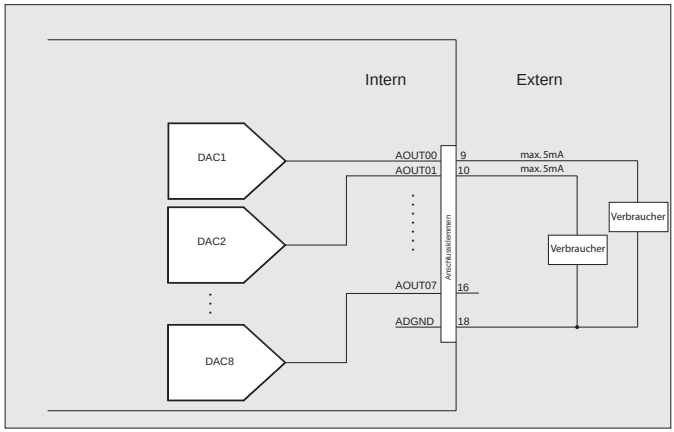
Grafik 14.1 Beschaltung des Optokopplereingangs

14.2 Beschaltung des Optokoppler-Ausgangs



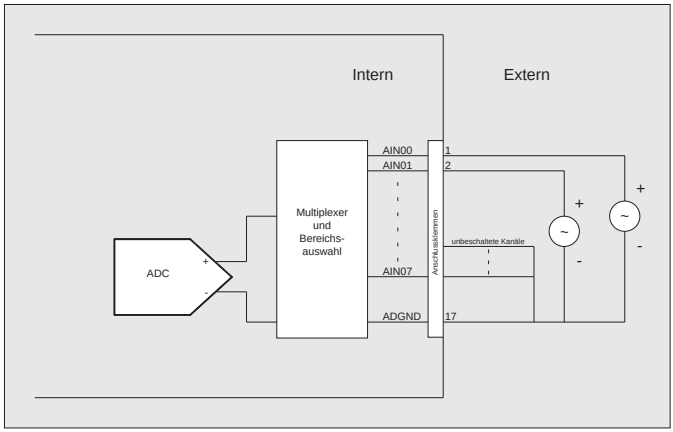
Grafik 14.2 Beschaltung des Optokoppler-Ausgangs

14.3 Beschaltung der D/A-Ausgänge



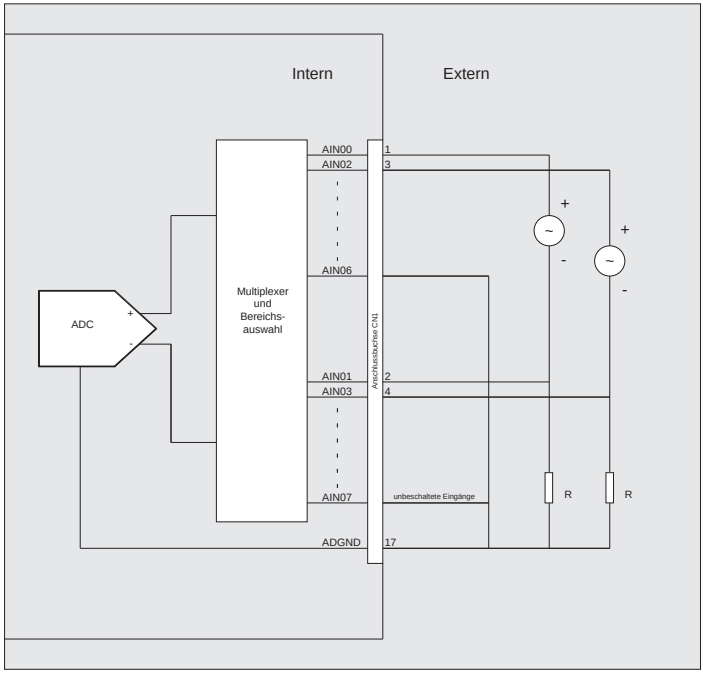
Grafik 14.3 Beschaltung der DA-Ausgänge

14.4 Beschaltung der A/D-Eingänge single-ended



Grafik 14.4 Beschaltung der AD-Eingänge (Single-ended)

14.5 Beschaltung der A/D-Eingänge differentiell



Grafik 14.5 Beschaltung der AD-Eingänge (differentiell)

15. ASCII-Tabelle

Hex	Dez	Binär	Zeichen
00	0	00000000	
01	1	00000001	
02	2	00000010	
03	3	00000011	
04	4	00000100	
05	5	00000101	
06	6	00000110	
07	7	00000111	
08	8	00001000	
09	9	00001001	
0A	10	00001010	
0B	11	00001011	
0C	12	00001100	
0D	13	00001101	
0E	14	00001110	
0F	15	00001111	
10	16	00010000	
11	17	00010001	
12	18	00010010	
13	19	00010011	
14	20	00010100	
15	21	00010101	
16	22	00010110	
17	23	00010111	
18	24	00011000	
19	25	00011001	
1A	26	00011010	
1B	27	00011011	
1C	28	00011100	
1D	29	00011101	
1E	30	00011110	
1F	31	00011111	
20	32	00100000	[Leer]
21	33	00100001	!
22	34	00100010	”
23	35	00100011	#
24	36	00100100	$
25	37	00100101	%
26	38	00100110	&
27	39	00100111	’

Hex	Dez	Binär	Zeichen
28	40	00101000	(
29	41	00101001	)
2A	42	00101010	*
2B	43	00101011	+
2C	44	00101100	,
2D	45	00101101	-
2E	46	00101110	.
2F	47	00101111	/
30	48	00110000	0
31	49	00110001	1
32	50	00110010	2
33	51	00110011	3
34	52	00110100	4
35	53	00110101	5
36	54	00110110	6
37	55	00110111	7
38	56	00111000	8
39	57	00111001	9
3A	58	00111010	:
3B	59	00111011	;
3C	60	00111100	<
3D	61	00111101	=
3E	62	00111110	>
3F	63	00111111	?
40	64	01000000	@
41	65	01000001	A
42	66	01000010	B
43	67	01000011	C
44	68	01000100	D
45	69	01000101	E
46	70	01000110	F
47	71	01000111	G
48	72	01001000	H
49	73	01001001	I
4A	74	01001010	J
4B	75	01001011	K
4C	76	01001100	L
4D	77	01001101	M
4E	78	01001110	N
4F	79	01001111	O

Hex	Dez	Binär	Zeichen
50	80	01010000	P
51	81	01010001	Q
52	82	01010010	R
53	83	01010011	S
54	84	01010100	T
55	85	01010101	U
56	86	01010110	V
57	87	01010111	W
58	88	01011000	X
59	89	01011001	Y
5A	90	01011010	Z
5B	91	01011011	[
5C	92	01011100	
5D	93	01011101	]
5E	94	01011110	^
5F	95	01011111	_
60	96	01100000	`
61	97	01100001	a
62	98	01100010	b
63	99	01100011	c
64	100	01100100	d
65	101	01100101	e
66	102	01100110	f
67	103	01100111	g
68	104	01101000	h
69	105	01101001	i
6A	106	01101010	j
6B	107	01101011	k
6C	108	01101100	l
6D	109	01101101	m
6E	110	01101110	n
6F	111	01101111	o
70	112	01110000	p
71	113	01110001	q
72	114	01110010	r
73	115	01110011	s
74	116	01110100	t
75	117	01110101	u
76	118	01110110	v
77	119	01110111	w
78	120	01111000	x
79	121	01111001	y
7A	122	01111010	z
7B	123	01111011	{

Hex	Dez	Binär	Zeichen
7C	124	01111100	|
7D	125	01111101	}
7E	126	01111110	
7F	127	01111111	
80	128	10000000	
81	129	10000001	
82	130	10000010	
83	131	10000011	
84	132	10000100	
85	133	10000101	
86	134	10000110	
87	135	10000111	
88	136	10001000	
89	137	10001001	
8A	138	10001010	
8B	139	10001011	
8C	140	10001100	
8D	141	10001101	
8E	142	10001110	
8F	143	10001111	
90	144	10010000	
91	145	10010001	
92	146	10010010	
93	147	10010011	
94	148	10010100	
95	149	10010101	
96	150	10010110	
97	151	10010111	
98	152	10011000	
99	153	10011001	
9A	154	10011010	
9B	155	10011011	
9C	156	10011100	
9D	157	10011101	
9E	158	10011110	
9F	159	10011111	
A0	160	10100000	
A1	161	10100001	
A2	162	10100010	
A3	163	10100011	
A4	164	10100100	
A5	165	10100101	
A6	166	10100110	
A7	167	10100111	

Hex	Dez	Binär	Zeichen
A8	168	10101000	
A9	169	10101001	
AA	170	10101010	
AB	171	10101011	
AC	172	10101100	
AD	173	10101101	
AE	174	10101110	
AF	175	10101111	
B0	176	10110000	
B1	177	10110001	
B2	178	10110010	
B3	179	10110011	
B4	180	10110100	
B5	181	10110101	
B6	182	10110110	
B7	183	10110111	
B8	184	10111000	
B9	185	10111001	
BA	186	10111010	
BB	187	10111011	
BC	188	10111100	
BD	189	10111101	
BE	190	10111110	
BF	191	10111111	
C0	192	11000000	
C1	193	11000001	
C2	194	11000010	
C3	195	11000011	
C4	196	11000100	
C5	197	11000101	
C6	198	11000110	
C7	199	11000111	
C8	200	11001000	
C9	201	11001001	
CA	202	11001010	
CB	203	11001011	
CC	204	11001100	
CD	205	11001101	
CE	206	11001110	
CF	207	11001111	
D0	208	11010000	
D1	209	11010001	
D2	210	11010010	
D3	211	11010011	

Hex	Dez	Binär	Zeichen
D4	212	11010100	
D5	213	11010101	
D6	214	11010110	
D7	215	11010111	
D8	216	11011000	
D9	217	11011001	
DA	218	11011010	
DB	219	11011011	
DC	220	11011100	
DD	221	11011101	
DE	222	11011110	
DF	223	11011111	
E0	224	11100000	
E1	225	11100001	
E2	226	11100010	
E3	227	11100011	
E4	228	11100100	
E5	229	11100101	
E6	230	11100110	
E7	231	11100111	
E8	232	11101000	
E9	233	11101001	
EA	234	11101010	
EB	235	11101011	
EC	236	11101100	
ED	237	11101101	
EE	238	11101110	
EF	239	11101111	
F0	240	11110000	
F1	241	11110001	
F2	242	11110010	
F3	243	11110011	
F4	244	11110100	
F5	245	11110101	
F6	246	11110110	
F7	247	11110111	
F8	248	11111000	
F9	249	11111001	
FA	250	11111010	
FB	251	11111011	
FC	252	11111100	
FD	253	11111101	
FE	254	11111110	
FF	255	11111111	

16. Produkthaftungsgesetz

Hinweise zur Produkthaftung

Das Produkthaftungsgesetz (ProdHaftG) regelt die Haftung des Herstellers für Schäden, die durch Fehler eines Produktes verursacht werden.

Die Verpflichtung zu Schadenersatz kann schon gegeben sein, wenn ein Produkt aufgrund der Form der Darbietung bei einem nichtgewerblichen Endverbraucher eine tatsächlich nicht vorhandene Vorstellung über die Sicherheit des Produktes erweckt, aber auch wenn damit zu rechnen ist, dass der Endverbraucher nicht die erforderlichen Vorschriften über die Sicherheit beachtet, die beim Umgang mit diesem Produkt einzuhalten wären.

Es muss daher stets nachweisbar sein, dass der nichtgewerbliche Endverbraucher mit den Sicherheitsregeln vertraut gemacht wurde.

Bitte weisen Sie daher im Interesse der Sicherheit Ihre nichtgewerblichen Abnehmer stets auf Folgendes hin:

Sicherheitsvorschriften

Beim Umgang mit Produkten, die mit elektrischer Spannung in Berührung kommen, müssen die gültigen VDE-Vorschriften beachtet werden.

Besonders sei auf folgende Vorschriften hingewiesen:
VDE0100; VDE0550/0551; VDE0700; VDE0711; VDE0860.
Sie erhalten VDE-Vorschriften beim vde-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin.

* Vor Öffnen eines Gerätes den Netzstecker ziehen oder sicherstellen, dass das Gerät stromlos ist.

* Bauteile, Baugruppen oder Geräte dürfen nur in Betrieb genommen werden, wenn sie vorher in ein berührungssicheres Gehäuse eingebaut wurden. Während des Einbaus müssen sie stromlos sein.

* Werkzeuge dürfen an Geräten, Bauteilen oder Baugruppen nur benutzt werden, wenn sichergestellt ist, dass die Geräte von der Versorgungsspannung getrennt sind und elektrische Ladungen, die in im Gerät befindlichen Bauteilen gespeichert sind, vorher entladen wurden.

* Spannungsführende Kabel oder Leitungen, mit denen das Gerät, das Bauteil oder die Baugruppe verbunden sind, müssen stets auf Isolationsfehler oder Bruchstellen untersucht werden. Bei Feststellen eines Fehlers in der Zuleitung muss das Gerät unverzüglich aus dem Betrieb genommen werden, bis die defekte Leitung ausgewechselt worden ist.

* Bei Einsatz von Bauelementen oder Baugruppen muss stets auf die strikte Einhaltung der in der zugehörigen Beschreibung genannten Kenndaten für elektrische Größen hingewiesen werden.

* Wenn aus den vorgelegten Beschreibungen für den nichtgewerblichen Endverbraucher nicht eindeutig hervorgeht, welche elektrischen Kennwerte für ein Bauteil gelten, so muss stets ein Fachmann um Auskunft ersucht werden.

Im Übrigen unterliegt die Einhaltung von Bau- und Sicherheitsvorschriften aller Art (VDE, TÜV, Berufsgenossenschaften usw.) dem Anwender/Käufer.

17. EG-Konformitätserklärung

Für die Erzeugnisse

EXDUL-384E EDV-Nummer A-381940
EXDUL-384S EDV-Nummer A-381920

wird hiermit bestätigt, dass sie den Anforderungen der betreffenden EG-Richtlinien entsprechen. Bei Nichteinhaltung der im Handbuch angegebenen Vorschriften zum bestimmungsgemäßen Betrieb der Produkte verliert diese Erklärung Ihre Gültigkeit.

EN 5502 Klasse B
IEC 801-2
IEC 801-3
IEC 801-4
EN 50082-1
EN 60555-2
EN 60555-3

Diese Erklärung wird verantwortlich für den Hersteller

Messcomp Datentechnik GmbH
Neudecker Str. 11
83512 Wasserburg

abgegeben durch

Dipl.Ing.(FH) Hans Schnellhammer

Wasserburg, 31.01.2018

Referenzsystem-Bestimmungsgemäßer Betrieb

Die Multifunktionsmodule EXDUL-384E und EXDUL-384S sind nicht selbständig betreibbare Geräte, dessen CE-Konformität nur bei gleichzeitiger Verwendung von zusätzlichen Computerkomponenten beurteilt werden kann. Die Angaben zur CE-Konformität beziehen sich deshalb ausschließlich auf den bestimmungsgemäßen Einsatz der Multifunktionsmodule in folgendem Referenzsystem:

Schaltschrank:	Vero IMRAK 3400	804-530061C 802-563424J 802-561589J
19" Gehäuse:	Vero PC-Gehäuse	145-010108L
19" Gehäuse:	Zusatzelektronik	519-112111C
Motherboard:	GA-586HX	PIV 1.55
Floppy-Controller:	auf Motherboard	
Floppy:	TEAC	FD-235HF
Grafikkarte:	Advantech	PCA-6443
Schnittstellen:	EXDUL-384E EXDUL-384S	A-381940 A-381920