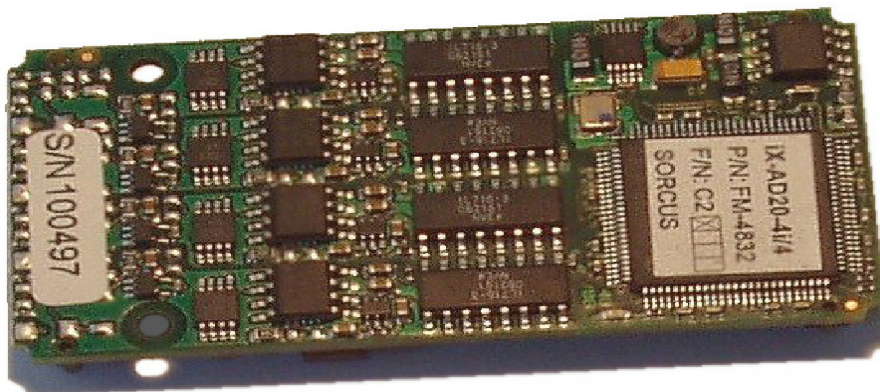


iX-AD20-4i (Typ 21)

4 bzw. 8 analoge Eingänge für
direkten Sensoranschluss



7. iX-AD20-4i

Inhaltsverzeichnis

7. iX-AD20-4i	7-1
7.1.	Beschreibung 7-2
7.2.	Anschluss von Dehnmessbrücken an das X-AD20-4i/S, X-AD20-4i/F, X-AD20-4i/4 und X-AD20-4i/E..... 7-4
7.3.	Anschluss von Thermoelementen an das X-AD20-4i/T 7-9
7.4.	Anschluss eines Temperaturmesswiderstandes Pt100, Pt1000 oder NTC 5K pro Kanal an das X- AD20-4i/R 7-10
7.5.	Anschluss von 2 Temperaturmesswiderständen Pt100, Pt1000 oder NTC 5K pro Kanal an das X- AD20-4i/2R 7-11
7.6.	Anschluss von ICP®-Sensoren an das X-AD20-4i/I..... 7-12
7.7.	Spannungsmessung mit dem X-AD20-4i/V 7-14
7.8.	Strommessung mit dem X-AD20-4i/C 7-15
7.9.	Modul-Device-Treiber 7-16
7.9.1.	Installation 7-16

7.9.2.	Kanaleigenschaftsstruktur CPS_XAD204I.....	7-16
7.9.3.	Analoge Eingänge	7-16
7.9.4.	Digitale Eingänge.....	7-20
7.9.5.	On-Board Temperatur	7-21
7.10.	Anschlusspins des Moduls (bezogen auf den Modul-Stecker A)	7-22
7.11.	Hardware Datenformat.....	7-23
7.12.	Technische Daten	7-25

7.1. Beschreibung

Das Modul X-AD20-4i ist das Nachfolgemodul zum X-AD24-4i. Trotz der Namensänderung besitzt auch dieses Modul eine Auflösung von 24 Bit. Die Variante /P ist ersetzt durch die Variante /R. Die Varianten /S, /T, /R und /2R sind mit einem langsamen AD-Wandler je Kanal (bis 15sps) ausgerüstet, die Varianten /I, /C, /V, /F, /4, und /E mit einem schnellen (bis 42 Ksps).

Zur Messung von Temperatur, Schwingung, Druck, elektrischem Widerstand, Strom oder Spannung können an das MAX-Modul bis zu vier bzw. 8 Sensorelemente je nach Variante z.B. Dehnmessbrücken (4- und 6-Leiter), Temperaturmesswiderstände (z.B. Pt100 oder Pt1000), Thermoelemente mit Kaltstellenkompensation (alle Typen) oder ICP[®]-Sensoren direkt angeschlossen werden. Jeder Kanal ist galvanisch von allen anderen Kanälen und vom Rest des Moduls und damit auch vom Trägersystem und dem X-Bus[®] getrennt (ausgenommen die Variante /I für ICP-Sensoren und die Variante /2R, bei der 2 Sensoren pro Kanal angeschlossen werden können, die aber untereinander nicht galvanisch getrennt sind). Die Wandlung erfolgt bei allen Varianten mit einer integrierten Störunterdrückung, die per Software so einstellbar ist, dass auch die 50Hz bzw. 60Hz Netzfrequenz (oder auch beide) unterdrückt wird. Mit der Einstellung des Notch-Filters ist auch die Abtastrate gekoppelt. Bei den Versionen /S, /T und /2R mit langsamem AD-Wandler entspricht dies Ergebnisraten von bis zu 7,5 sps (sps = samples per second), bei der Variante /2R 15 sps. Je nach Modulvariante kann die Wandlung auch mit bis zu 42 ksps (Varianten /V, /C, /F, /I, /E, /4) erfolgen.

Die für Dehnmessbrücken benötigte Versorgungsspannung wird direkt vom Modul geliefert und ist ebenfalls galvanisch getrennt. Zur Messung von Temperaturen können alle Typen von Thermoelementen direkt an das Modul angeschlossen werden. Linearisierung und Kaltstellenkompensation werden von der Treibersoftware vorgenommen. Für die Temperaturmessung der Kaltstelle mit Hilfe von Pt100 oder Pt1000 Messwiderständen wird eine 4-Leiter Verkabelung genutzt, um die Widerstände in den Zuleitungen zu kompensieren.

Eingangsbereiche

Alle Varianten des Moduls bieten 4 identische Kanäle mit je einem differentiellen Messeingang und einem Referenzeingang bzw. mit je 2 Eingängen (Variante /2R). Durch eine vorgeschaltete Verstärkerstufe bei den Varianten /V, /C, /I, /F, /E und /4 wird auch ein Eingangsbereich von -10V bis $+10\text{V}$ ermöglicht (z.B. bei Variante /V). Für ICP-Sensoren beträgt die on-board Spannungsversorgung $24\text{V}@4,7\text{mA}$, allerdings ist die galvan. Trennung bei dieser Variante aufgehoben. Für Strommessungen von $0\text{...}20\text{mA}$ steht die Modulvariante /C zur Verfügung.

Andere Bereiche sind auf Anfrage mit geänderter Eingangsbeschaltung je Kanal möglich.

Folgende Modulvarianten sind standardmässig lieferbar:

Typ	Sub- typ	Variante	Sensoran- schluss / Eingangsbereich	Max. Wan- delrate	Sensorver- sorgung je Kanal	AAF	Bemerkung
20	0	X-AD20-4i/S	Messbrücken / $\pm 2,5\text{ V}$	7,5 sps	5V, max. 35 mA	34 Hz	
20	1	X-AD20-4i/T	Thermoele- mente / $\pm 2,5\text{ V}$	7,5 sps	0,2 mA	34 Hz	Kompensation mit Pt100
20	2	X-AD20-4i/R	1 x Pt100, Pt1000, NTC 5K / $\pm 2,5\text{ V}$	15 sps	0,2 mA	34 Hz	ersetzt /P
20	3	X-AD20-4i/I	ICP [®] -Sensoren / $\pm 6\text{ V}$	42 ksps	24 V 4,7 mA	43 KHz	-
20	4	X-AD20-4i/C	$0\text{...}20\text{ mA}$ / $\pm 2,5\text{ V}$	42 ksps	-	43 KHz	-
20	5	X-AD20-4i/V	$-10\text{ V...}+10\text{ V}$ / $\pm 20\text{ V}$	42 ksps	-	43 KHz	-
20	6	X-AD20-4i/F	Messbrücken / $\pm 61\text{ mV}$	42 ksps	5 V, max. 35 mA	43 KHz	
20	7	X-AD20-4i/2R	2 x Pt100, Pt1000, NTC 5K / $\pm 2,5\text{ V}$	7,5 sps	2 x 0,2 mA	34 Hz	ersetzt /2P
20	8	X-AD20-4i/4	Messbrücken / 6 / 6 / 12 / 61 mV	42 ksps	5 V, max. 35 mA	43 KHz	-
20	9	X-AD20-4i/E	Messbrücken / 6 mV	42 ksps	5 V, max. 35 mA	43 KHz	-

Verwendete Wandler, Anti-Aliasing-Filter und Oversampling

Auf den Modulen werden 24 Bit AD-Wandler eingesetzt, die nach dem Sigma-Delta Verfahren arbeiten. Diese Wandler tasten das Analogsignal mit einer hohen internen Frequenz ab und führen das Wandelergebnis durch ein digitales sog. SINC⁴ (Varianten mit langsamem Wandler) bzw. SINC⁵-Filter (Varianten mit schnellem Wandler). Die Analogbandbreite des Eingangs ist niedriger als die Ergebnisrate, so dass ein einfaches Anti-Aliasing Filter ausreicht. Dieses Filter ist bei allen Kanälen und allen Varianten des Moduls vorhanden. Durch Oversampling kann die Genauigkeit der Messergebnisse erhöht werden. Das kann per Hardware (im on-board FPGA der Subtypen /I, /C, /V, /F, /4 und /E) oder per Software erfolgen. Je Oversamplingfaktor von 2 kann die Genauigkeit um den Faktor $\sqrt{2}$ (= 1,41) erhöht werden.

7.2. Anschluss von Dehnmessbrücken an das X-AD20-4i/S, X-AD20-4i/F, X-AD20-4i/4 und X-AD20-4i/E

Für Dehnmessbrücken liefern diese Module je Kanal eine galvanisch getrennte Brückenversorgung von 5 V, die mit max. 35 mA belastbar ist (siehe techn. Daten). Die Eingangsempfindlichkeit des Moduls X-AD20-4i/S beträgt +/-2,5V, die des Moduls X-AD20-4i/F beträgt +/-61 mV, die des Moduls X-AD20-4i/4 beträgt je nach Kanal +/-6 mV, +/-6 mV, +/-12 mV bzw. +/-61 mV, und die des Moduls X-AD20-4i/E +/-6 mV. Die Dehnmessbrücken können in 6- oder 4-Leiter-Technik angeschlossen werden, um Messfehler durch den Widerstand der Zuleitungen zum Sensor zu minimieren. Bei einem 4-Leiter DMS sollte der Anschluss der Sensorversorgung mit getrennten Kabeln ausgeführt werden und so dicht wie möglich an der DMS-Brücke (siehe Abb. 7.2.) mit den Referenzanschlüssen des X-AD20-4i/S (FS bzw. ZS) verbunden werden.

DMSslow

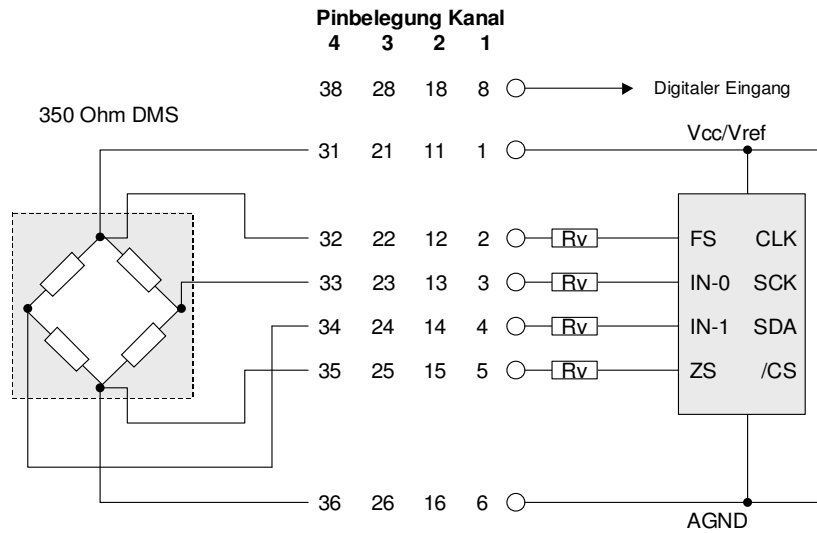


Abb. 7.1.: 6-Leiter DMS-Vollbrücke am Modul X-AD20-4i/S, R_v sind Schutzwiderstände. V_{cc}/V_{ref} beträgt 5 V.

Für schnelle Messungen kann eines der Module X-AD20-4i/F, X-AD20-4i/4 oder X-AD20-4i/E eingesetzt werden, wie in Abb. 7.2. gezeigt. Der Eingangsbereich beträgt +/-6 mV, +/-12 mV bzw. +/-61 mV, je nach Modul-Variante und Kanal. Der Anschluß an den Sensor erfolgt über 4-Leiter-Technik.

Um Dehnmessbrücken zu versorgen, die niederohmiger als 350 Ohm sind, kann eine Dehnmessbrücke an die Brückenversorgung von zwei Kanälen angeschlossen werden. Diese Brückenversorgung kann mit bis zu 70 mA belastet werden.

DMSslow

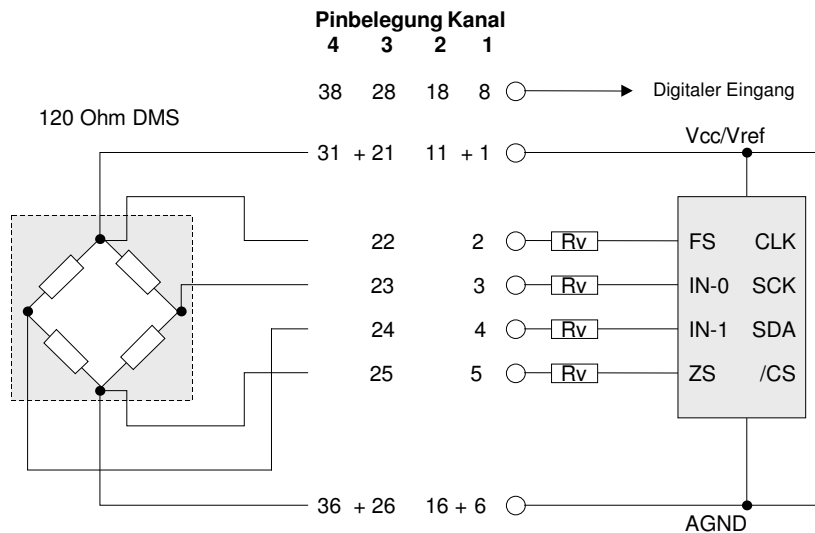


Abb. 7.2.: 6-Leiter DMS-Vollbrücke am Modul X-AD20-4i/S. Die Kanäle 1 und 3 verwenden hier zusätzlich die Sensorversorgungen der Kanäle 2 und 4, um Vcc/Vref mit bis zu 70 mA belasten zu können.

4- und 6-Leiter-Technik

Bei allen Modul-Varianten mit dem schnellen AD-Wandler kann nur die 4-Leiter-Technik angewendet werden. Die Widerstände der Zuleitungen zu den Sensoren können also nicht dynamisch kompensiert werden. Hierzu ist die (einmalige) Messung des Widerstandes der Zuleitung erforderlich, deren Ergebnis dann beim Öffnen des Kanals mit angegeben werden kann. Geht man von Zuleitungen aus Kupfer aus ($\rho = 1,7 \cdot 10^{-2} \text{ (Ohm} \cdot \text{mm}^2 / \text{m)}$), ergibt sich bei einem Leitungsquerschnitt von 1 qmm und 10 m Länge ein Widerstand von 0,22 Ohm. Der Widerstand ist temperaturabhängig und ändert sich bei Erhöhung der Temperatur von 20° C auf 100° C um 31,2%, bei Änderung auf 50° C erhöht er sich um 11,7%.

Am Beispiel einer Messung an einer Dehnmessstreifenbrücke mit dem Modul X-AD20-4i/F soll der Effekt der Kompensation gezeigt werden. Die Brücke sei eine 360 Ohm-Meßbrücke mit einer Empfindlichkeit von 1,5 mV/V und 5 V Brückenspeisung durch das Modul selbst. Die Zuleitung zur Meßbrücke seien Kupferdrähte mit einem Querschnitt von 1 qmm und 10 m Länge (2x), also je 0,22 Ohm bei 20° C. Der Spannungsabfall an $2 \cdot 0,22 \text{ Ohm}$ beträgt 6,1 mV; der Fehler ohne Kompensation läge bei 0,12% bei 20° C. Gibt man die 0,22 Ohm bei Öffnen des Kanals an, so bleibt als Fehler noch die durch die Temperatur hervorgerufene Änderung, in diesem Beispiel also unter 0,014 %.

Bedingung	ohne Zuleitung	Zuleitung 1 qmm Cu bei 2 x 10 m Länge (bei 20° C)	Zuleitung 1 qmm Cu bei 2 x 10 m Länge (bei 50° C)
Widerstand der Zuleitung	2 x 0 Ohm	2 x 0,22 Ohm	2 x 0,246 Ohm
Spannungsabfall	0 mV	6,1 mV	6,8 mV
max. Uout	7,5 mV	7,4888 mV	7,4898 mV
Fehler ohne Kompensation	0 %	0,12 %	0,136 %
Fehler bei 20° C-Kompensation der Zuleitung	0 %	0 %	0,0134 %

DMSfast

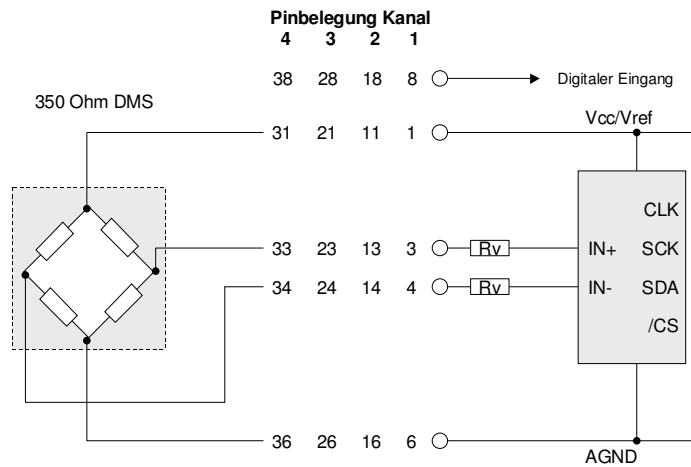


Abb. 7.3.: Anschluss einer DMS-Vollbrücke mit 4-Leiter-Technik an das Modul X-AD20-4i/F, X-AD20-4i/4 oder X-AD20-4i/E. V_{cc}/V_{ref} beträgt 5 V.

Beim Anschluss einer Halbbrücke über 6-Leiter-Technik an das Modul X-AD20-4i/S (siehe Abb. 7.3) kann eine Ergänzung zur Vollbrücke mit zwei Widerständen erfolgen, z. B. im Anschlußstecker. Der Wert dieser Widerstände muss mit dem Widerstandswert der verwendeten Halbbrücke übereinstimmen, um Offsetfehler zu minimieren.

DMShalf

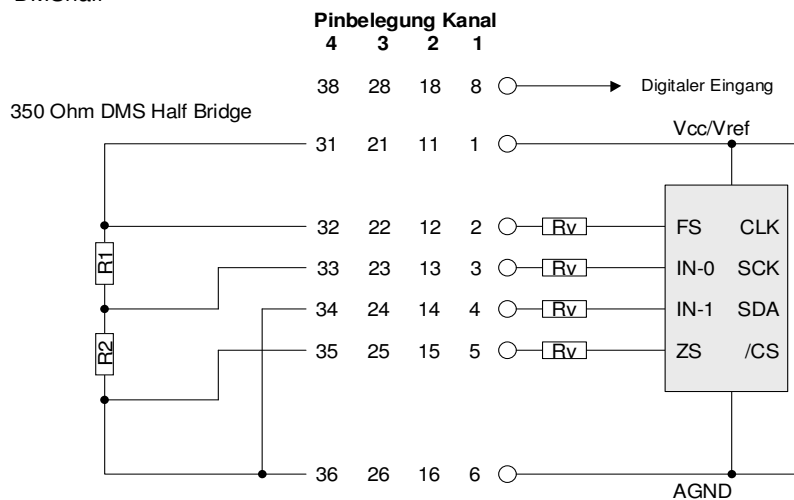


Abb. 7.4.: DMS-Halbbrücke am Modul X-AD20-4i/S. V_{cc}/V_{ref} beträgt 5 V.

7.3. Anschluss von Thermoelementen an das X-AD20-4i/T

Thermoelemente können unabhängig vom Typ direkt an das Modul angeschlossen werden. Linearisierung und Kaltstellenkompensation werden von der Treibersoftware vorgenommen.

Für die Temperaturmessung mit Thermoelementen ist die Messung einer Vergleichstemperatur notwendig. Die Anordnung dieses Temperatursensors ist in einer gesonderten Application-Note (AN-107) beschrieben. Über den mitgelieferten Modul-Device-Treiber (MDD) wird eine Korrektur mit der Kaltstellentemperatur sowie eine Linearisierung je nach Thermoelementtyp vorgenommen.

Für jeden Kanal ist eine gesonderte Messung der Kaltstellenkompensation nötig und vorgesehen. Der Messfühler für die Kaltstellentemperatur ist intern über einen 25 k Ω -Vorwiderstand an die 5 V Referenzspannung des Kanals angeschlossen. Um die Eigenerwärmung des Sensors niedrig zu halten, fließen hier nur 0,2 mA. Für die Kaltstellenkompensation eignen sich Pt100 Temperatursensoren.

Die Umrechnung (Linearisierung und Kaltstellenkompensation) in die Temperatur der Messstelle wird vom MDD vorgenommen.

Thermoelement

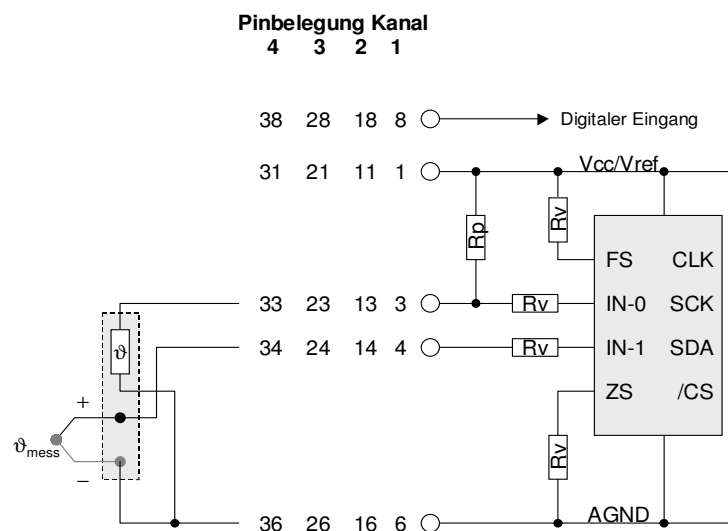


Abb. 7.5.: Thermoelement-Messung (alle Typen) mit Messung der Kaltstellentemperatur mit dem Modul X-AD20-4i/T. R_p ist der Vorwiderstand für den Pt100 Temperatursensor, der darüber mit 0,2 mA versorgt wird. R_v sind Vorwiderstände zum Schutz vor Überspannungen.

7.4. Anschluss eines Temperaturmesswiderstandes Pt100, Pt1000 oder NTC 5K pro Kanal an das X- AD20-4i/R

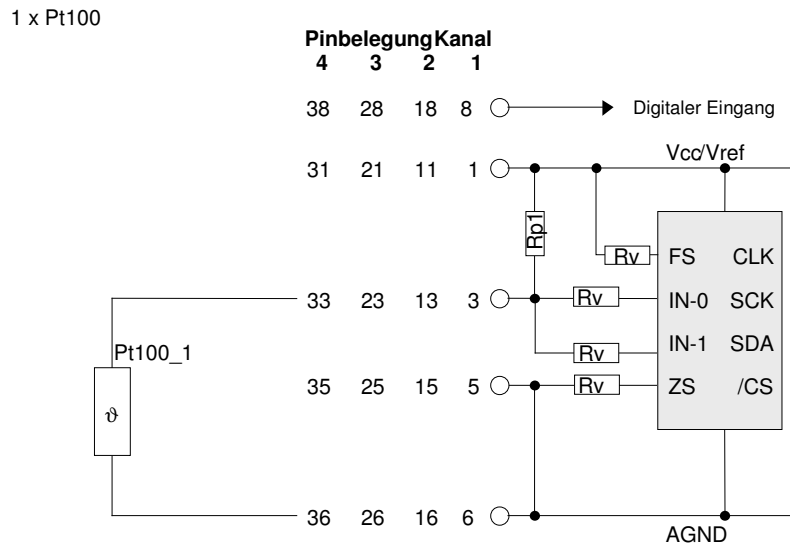


Abb. 7.6.: Messung eines Pt100, Pt1000 oder NTC 5K Sensors mit dem Modul X-AD20-4i/R. Der Sensor wird über den Vorwiderstände R_{p1} mit nur 0,2 mA versorgt, so daß die Eigenerwärmung der Sensoren gering bleibt. R_v sind Vorwiderstände zum Schutz vor Überspannungen.

Auf dem Modul wird eine Schaltung für jeden Pt100 mit einem Vorwiderstand¹ von 25 k Ω (0,1 %) verwendet. Der Pt100 hat im Bereich von -200°C bis $+850^\circ\text{C}$ die in der Tabelle 7.1 gegebenen Widerstandswerte (nach DIN43760).

Tabelle 7.1.: Widerstand eines Pt100 in Abhängigkeit von der Temperatur

Temperatur	-200°C	-100°C	0°C	100°C	200°C	400°C	800°C	850°C
Widerstand	21,16 Ω	60,25 Ω	100 Ω	138,5 Ω	175,8 Ω	247 Ω	375,5 Ω	390,3 Ω

¹ Der Strom beträgt damit max. 0,2 mA, was bei maximalem Widerstand des Sensors zu einer Verlustleistung im Sensor von ca. 0,016 mW führt.

7.5. Anschluss von 2 Temperaturmesswiderständen Pt100, Pt1000 oder NTC 5K pro Kanal an das X- AD20-4i/2R

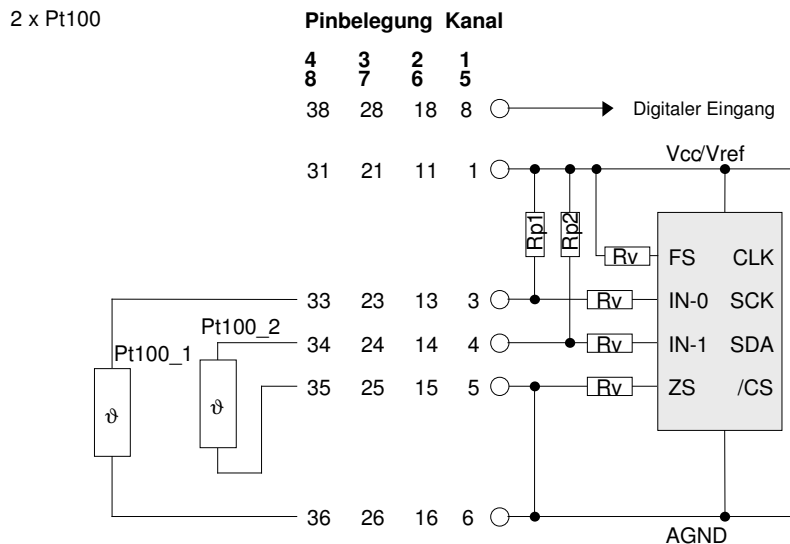


Abb. 7.7.: Messung von 2 x Pt100, 2 x Pt1000 oder 2 x NTC 5K Sensoren mit dem Modul X-AD20-4i/2R. Beide Sensoren werden über die Vorwiderstände Rp1 und Rp2 mit je nur 0,2 mA versorgt, so daß die Eigenerwärmung der Sensoren gering bleibt. Rv sind Vorwiderstände zum Schutz vor Überspannungen.

Die Kanäle 1 bis 4 verwenden die Eingänge IN-0. Die Kanäle 5 bis 8 verwenden die Eingänge IN-1.

Auf dem Modul wird eine Schaltung für jeden Pt100 mit je einem Vorwiderstand² von 25 kΩ (0,1 %) verwendet. Der Pt100 hat im Bereich von -200° C bis +850° C die in der Tabelle 7.1 gegebenen Widerstandswerte (nach DIN43760).

Tabelle 7.1.: Widerstand eines Pt100 in Abhängigkeit von der Temperatur

Temperatur	-200°C	-100°C	0°C	100°C	200°C	400°C	800°C	850°C
Widerstand	21,16 Ω	60,25 Ω	100 Ω	138,5 Ω	175,8 Ω	247 Ω	375,5 Ω	390,3 Ω

² Der Strom beträgt damit max. 0,2 mA, was bei maximalem Widerstand des Sensors zu einer Verlustleistung im Sensor von ca. 0,016 mW führt.

7.6. Anschluss von ICP®-Sensoren an das X-AD20-4i/I

Das Modul kann eine Sensorstromversorgung von 4,7 mA bei 24 V liefern. Diese ist jedoch nicht galvanisch vom X-Bus getrennt (Abb. 7.6.). Die Eingangsempfindlichkeit beträgt +/-6 V.

ICP, intern 24V versorgt, nicht isol.

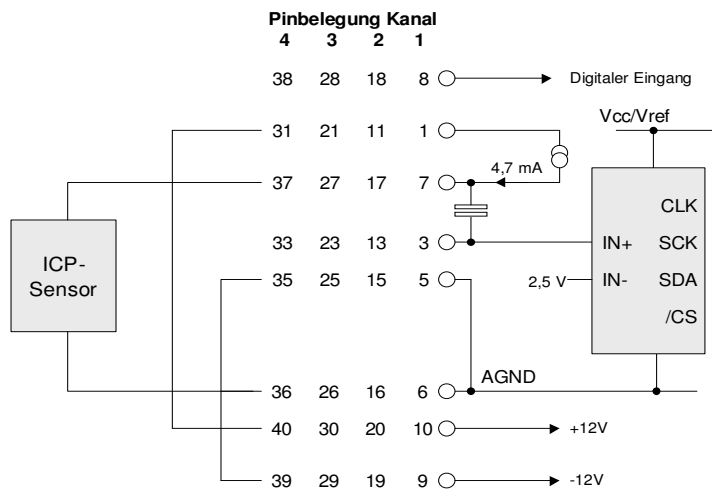


Abb. 7.8.: Anschluss eines ICP-Sensors an das Modul X-AD20-4i/I mit interner Versorgung des Sensors. Bei dieser Art der Versorgung ist die galvanische Trennung zwischen den so versorgten Modulkäufen und dem Trägersystem aufgehoben.

Jeder ICP-Sensor kann aber auch extern mit einer galvanisch getrennten 24 V Spannung versorgt werden. Dabei kann die interne Konstantstromquelle genutzt werden. Die galvanische Trennung jedes Kanals bleibt dann erhalten.

ICP, extern 24V versorgt, isol.

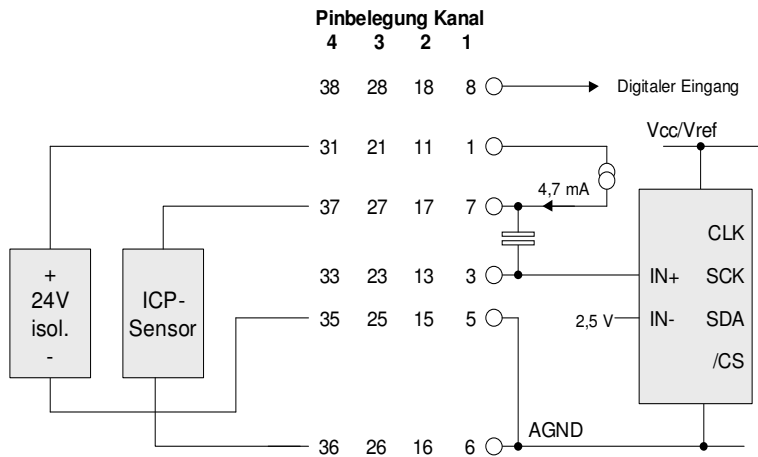


Abb. 7.9.: Anschluss eines ICP-Sensors an das Modul X-AD20-4i/I mit externer 24 V-Versorgung des Sensors. Dabei bleibt die galvanische Trennung zwischen den einzelnen Modulkänen und dem Trägersystem erhalten.

7.7. Spannungsmessung mit dem X-AD20-4i/V

Zur Messung von Spannungen mit dem X-AD20-4i/V wird die Spannungsquelle differentiell an das Modul angeschlossen. An die galvanisch getrennte Masse (Pin 6) sollte die Abschirmung des Anschlusskabels angeschlossen werden. Der maximale Eingangsspannungsbereich beträgt $-20 \dots +20 \text{ V}$.

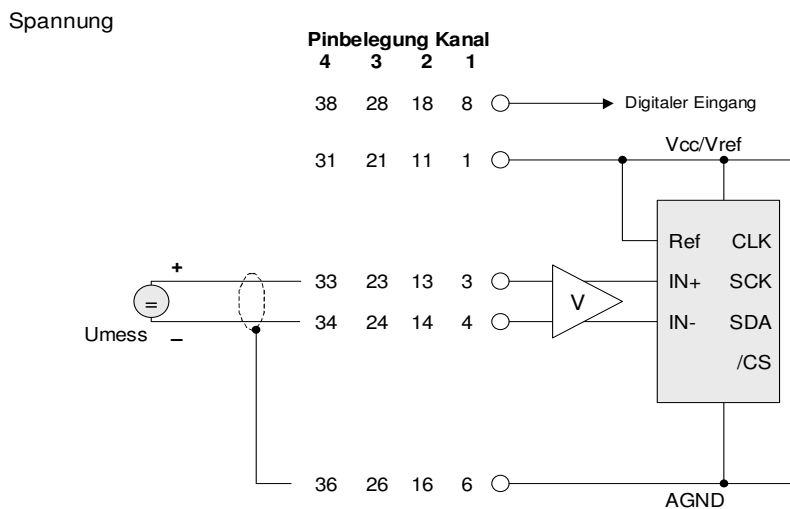


Abb. 7.10.: Spannungsmessung $\pm 10 \text{ V}$ mit dem Modul X-AD20-4i/V. Der max. Eingangsspannungsbereich beträgt $\pm 20 \text{ V}$.

7.8. Strommessung mit dem X-AD20-4i/C

Auf dem Modul X-AD20-4i/C ist zur Strommessung ein Shunt-Widerstand R_s von $120\ \Omega$ (0,1 %) vorgesehen.

Strom 0...20mA

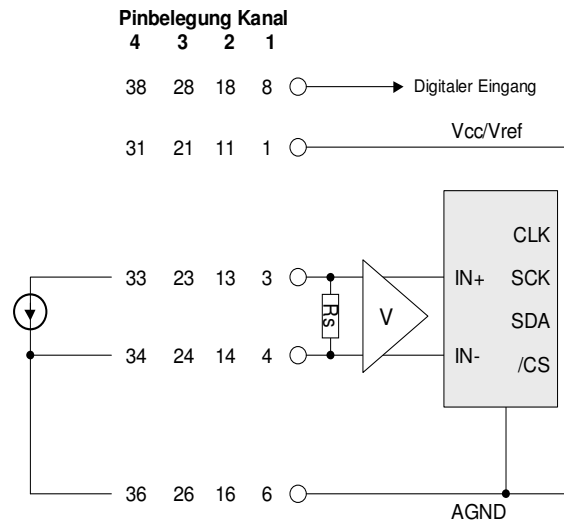


Abb. 7.11.: Strommessung 0...20 mA mit dem Modul X-AD20-4i/C. R_s ist der Shuntwiderstand von 120 Ohm. Der Eingangsspannungsbereich beträgt max. +/-2,5 V.

7.9. Modul-Device-Treiber

7.9.1. Installation

Der Modul-Device-Treiber für das OsX hat den Dateinamen mxad204i.exe. Der Modul-Device-Treiber für Windows hat den Dateinamen mxad204i.sys. Der Modul-Device-Treiber für Windows CE hat den Dateinamen mxad204i.dll und der Modul-Device-Treiber für CEoX hat den Dateinamen mxad204i_ceox.dll.

Die Installation aus einem PC-Programm (z.B. für Steckplatz 1, Layer 0), die Programm-Nr. ist abhängig vom Modul-Typ:

Error = max_load_mdd (hModul, 1, 0, 0, 0x8015, NULL, &hMDD);

Befehl in einer INS-Datei (z.B. für Steckplatz 1, Layer 0) , die Programm-Nr. ist abhängig vom Modul-Typ:

MAXLOADMDD slot=1 layer=0 progno=8015

7.9.2. Kanaleigenschaftsstruktur CPS_XAD204I

Die CPS für das Modul hat den Namen CPS_XAD204I.

7.9.3. Analoge Eingänge

Das Modul stellt 4 differenzielle oder massebezogene analoge Eingänge zur Verfügung. Um auf diese zugreifen zu können, muss folgende CPS verwendet werden:

Strukturelement	Werte	Bedeutung
<i>.usVersion</i>	1	Version dieser CPS-Definition
<i>.usDevice</i>	<i>DEVICE_AIN_DIFF</i>	Kanal auf einen analogen Differenzeingang
	<i>DEVICE_AIN_SE</i>	Kanal auf einen analogen massebezogenen Eingang
<i>.usIndexFirst</i>	0 ... 3 (0...7 für Variante /2R)	Nummer des ersten Eingangs
<i>.usIndexLast</i>	0 ... 3 (0...7 für Variante /2R)	Nummer des letzten Eingangs
<i>.usReadMode</i>	<i>IO_MODE_LATCH</i>	Die Daten werden aus einem Zwischenspeicher (Latch) gelesen (siehe auch <i>ulMode</i>)

Strukturelement	Werte	Bedeutung
<i>.usWriteMode</i>	0	reservierter Parameter
<i>.ulMode</i>	<i>XAD204I_MODE_TRIGGER</i>	Die Daten werden per DIN gelatcht (siehe auch <i>ulTrigger</i>). Nicht für die Varianten /T, /S, /R und /2R verfügbar.
	<i>XAD204I_MODE_CONTINUOUS</i>	Die Daten werden kontinuierlich gelatcht und in ein FIFO (für 500 Messwerte) geschrieben. Nicht für die Varianten /T, /S, /R und /2R verfügbar.
	<i>XAD204I_MODE_ACTUAL_VALUE</i>	Die Daten werden kontinuierlich gelatcht, der Lesedienst liefert den zuletzt gewandelten Wert
	<i>XAD204I_MODE_NEW_VALUE</i>	Im Lesedienst wird die Wandlung eines neuen Wertes abgewartet. Nicht für die Varianten /T, /S, /R und /2R verfügbar.
<i>.ulRate</i>	1..42000	Wandlungsrate in sps. Nicht für die Varianten /T, /S, /R und /2R verfügbar.
	<i>XAD204I_10_HZ_FILTER</i>	Es wird eine 10 Hz Störunterdrückung durchgeführt. Die Abtastrate für die Subtypen /T, /S und /2R beträgt 0,625 sps. Die Abtastrate für den Subtyp /R beträgt 1,25 sps. Die Abtastrate für alle anderen Subtypen beträgt 10 sps.
	<i>XAD204I_20_HZ_FILTER</i>	Es wird eine 20 Hz Störunterdrückung durchgeführt. Die Abtastrate für die Subtypen /T, /S und /2R beträgt 1,245 sps. Die Abtastrate für den Subtyp /R beträgt 2,49 sps. Die Abtastrate für alle anderen Subtypen beträgt 20 sps.
	<i>XAD204I_50_HZ_FILTER</i>	Es wird eine 50 Hz Störunterdrückung durchgeführt. Die Abtastrate für die Subtypen /T, /S und /2R beträgt 3,12 sps. Die Abtastrate für den Subtyp /R beträgt 6,24 sps. Die Abtastrate für alle anderen Subtypen beträgt 50 sps.
	<i>XAD204I_60_HZ_FILTER</i>	Es wird eine 60 Hz Störunterdrückung durchgeführt. Die Abtast-

Strukturelement	Werte	Bedeutung
		rate für die Subtypen /T, /S und /2R beträgt 3,74 sps. Die Abtast-rate für den Subtyp /R beträgt 7,48 sps. Die Abtastrate für alle anderen Subtypen beträgt 60 sps.
	<i>XAD204I_120_HZ_FILTER</i>	Es wird eine 120 Hz Störunterdrückung durchgeführt. Die Abtastrate für die Subtypen /T, /S und /2R beträgt 7,5 sps. Die Abtastrate für den Subtyp /R beträgt 15 sps. Die Abtastrate für alle anderen Subtypen beträgt 120 sps.
	<i>XAD204I_NO_FILTER</i>	Es wird keine Störunterdrückung durchgeführt. Es wird jeweils die maximale Abtastrate eingestellt.
<i>.ulFlags</i>	0	Keine Bedeutung
	<i>_CP_HW_FORMAT</i>	Es werden direkt die Werte vom Wandler geliefert.
	<i>_CP_SYNC_CALLBACK</i>	Nur in Echtzeitprogrammen verwendbar! Der Aufruf der Callback-Funktion erfolgt direkt. Ansonsten werden die Aufrufe gepuffert und im „Hintergrund“ (NI-Task) abgearbeitet.
<i>.ulCallbackEvents</i>		Dieser Parameter regelt, wann die Anwender-Callback-Funktion aufgerufen werden soll:
	0	es wird keine Callback-Funktion aufgerufen
	<i>XAD204I_EVENT_NEW_DATA</i>	wenn neue Wandlungsdaten bereit stehen
<i>.usOversampling</i>	1 ... 64	Oversampling: der MDD führt eine Mittelung über die letzten 1 bis 64 Messwerte durch
<i>.ulSensor</i>	0	Typ des angeschlossenen Sensors
	<i>XAD204I_SENSOR_RESISTOR</i>	Die Subtypen /R und /2R messen den Widerstand des angeschlossenen Sensors in 10000 Ohm.
	<i>XAD204I_SENSOR_UNDEFINED</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_THERMOCOUPLE_J</i>	

Strukturelement	Werte	Bedeutung
	<i>XAD204I_SENSOR_THERMOCOUPLE_K</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_THERMOCOUPLE_T</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_THERMOCOUPLE_S</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_PT100</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_PT1000</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_NTC_5K</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_USER_01</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_USER_02</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_USER_03</i>	
	<i>XAD204I_SENSOR_USER_04</i>	
<i>.ulTrigger</i>	0	Wenn der Mode
	<i>_XAD2044I_DIN_POS_EDGE</i>	<i>XAD204I_MODE_TRIGGER</i>
	<i>_XAD204I_DIN_NEG_EDGE</i>	gewählt wurde, kann hier angegeben werden, ob eine positive und/oder negative Flanke am digitalen Trigger-Eingang den analogen Eingang latchen soll.
		Dem AIN-0 ist der DIN-0, dem AIN-1 der DIN-1, ... als Trigger-eingang zugeordnet

Eingabediens Einzelkanal

Bei *.usIndexFirst = .usIndexLast* und *.ulMode ≠ XAD204I_MODE_CONTINUOUS* handelt es sich um einen Einzelkanal. Der Datentyp des Kanals ist LONG:

- **max_read_channel_long**

Eingabediens Blockkanal

Bei *.usIndexFirst ≠ .usIndexLast* und/oder *.ulMode = XAD204I_MODE_CONTINUOUS* handelt es sich um einen Blockkanal. Der Datentyp des Kanals ist LONG:

- **max_read_channel_block**

Callback-Funktion

Wenn beim Öffnen des Kanals eine Callback-Funktion angegeben wird, wird diese aufgerufen, wenn das in *ulCallbackEvents* angegebenen Ereigniss aufgetreten ist. Die Callback-Funktion bekommt einen ULONG-Wert übergeben, der die angegebene Konstante enthält.

7.9.4. Digitale Eingänge

Es steht je Kanal ein digitaler Eingang auf dem Modul zur Verfügung. Die digitalen Eingänge aller 4 Kanäle sind unabhängig voneinander. Sie können z.B. verwendet werden, um die aktuellen Meßwerte aller 4 Kanäle zum Triggerzeitpunkt zwischenzuspeichern. Um die digitalen Eingänge zu nutzen, muss folgende CPS verwendet werden:

Strukturelement	Werte	Bedeutung
<i>.usVersion</i>	1	Version dieser CPS-Definition
<i>.usDevice</i>	<i>DEVICE_DIN</i>	digitaler Eingang
<i>.usIndexFirst</i>	0..3	erster Eingang
<i>.usIndexLast</i>	0..3	letzter Eingang
<i>.usReadMode</i>	<i>IO_MODE_DIRECT</i>	die Werte werden direkt gelesen
<i>.ulCallbackEvents</i>	0	kein Callback
	<i>_XAD2044I_DIN_POS_EDGE</i>	Callback bei pos. Flanke
	<i>_XAD204I_DIN_NEG_EDGE</i>	Callback bei neg. Flanke

Eingabediens

Der Datentyp des Kanals ist UCHAR:

- `max_read_channel_uchar`

7.9.5. On-Board Temperatur

Mit folgender CPS kann ein Kanal zum Auslesen der Temperatur auf dem Modul geöffnet werden:

Strukturelement	Werte	Bedeutung
<code>.usVersion</code>	<code>1</code>	Version dieser CPS-Definition
<code>.usDevice</code>	<code>DEVICE_TEMPERATURE</code>	On-Board Temperatur

Der zugehörige Lesediens ist `max_read_channel_long`. Die Temperatur wird als Datentyp LONG zurückgegeben, 10.000 entspricht dabei 1°C.

7.10. Anschlusspins des Moduls (bezogen auf den Modul-Stecker A)

Für alle Modulvarianten gilt folgende Anschlussbelegung. Einige der Pins bleiben je nach Modulversion unbeschaltet. Für den korrekten Anschluss der Sensoren, siehe die vorherigen Kapitel.

Pin	Bedeutung	Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Kanal 4
Vx5	Ausgang für galvanisch getrennte 5 V-Versorgung für Sensoren bzw. Eingang für ext. 24 V bei /I	1	11	21	31
Ref+	Differentieller Referenzeingang FS	2	12	22	32
IN+	Differenzeingang, positiver Eingang bzw. Eingang Kanal 1	3	13	23	33
IN-	Differenzeingang, negativer Eingang bzw. Eingang Kanal 2	4	14	24	34
Ref-	Differentieller Referenzeingang ZS	5	15	25	35
GNDx	Galvanisch getrennte Masse, Bezugspotential für den digitalen Eingang	6	16	26	36
ICP	Sensorversorgung 4,7 mA @+12 V und AC-Eingang für ICP-Sensoren	7	17	27	37
DiN	Digitaler Eingang	8	18	28	38
VM12	-12 V für interne ICP-Versorgung	9	19	29	39
VP12	+12 V für interne ICP-Versorgung	10	20	30	40

7.11. Hardware Datenformat

Je nach Modultyp gibt es zwei unterschiedliche Hardwareformate.

Hardwareformat 1 (2 Kanal 20 Bit) bei den Modulversionen /S, /T, /R und /2R

Input Voltage	Bit 23	Bit 22 ⁽¹⁾	Bit 21	Bit 20	Bit 19	Bit 18	Bit 17	Bit 16	Bit 15	...	Bit 0
V_{IN}	EOC	CH SELECT	SGN	EXR	MSB						LSB
$> 9/8 \cdot V_{REF}$	0	CH0/CH1	1	1	0	0	0	1	1	...	1
$= 9/8 \cdot V_{REF}$	0	CH0/CH1	1	1	0	0	0	1	1	...	1
$= V_{REF} + 1LSB$	0	CH0/CH1	1	1	0	0	0	0	0	...	0
$= V_{REF}$	0	CH0/CH1	1	0	1	1	1	1	1	...	1
$= 3/4 V_{REF} + 1LSB$	0	CH0/CH1	1	0	1	1	0	0	0	...	0
$= 3/4 V_{REF}$	0	CH0/CH1	1	0	1	0	1	1	1	...	1
$= 1/2 V_{REF} + 1LSB$	0	CH0/CH1	1	0	1	0	0	0	0	...	0
$= 1/2 V_{REF}$	0	CH0/CH1	1	0	0	1	1	1	1	...	1
$= 1/4 V_{REF} + 1LSB$	0	CH0/CH1	1	0	0	1	0	0	0	...	0
$= 1/4 V_{REF}$	0	CH0/CH1	1	0	0	0	1	1	1	...	1
$= 0$	0	CH0/CH1	1/0 ⁽²⁾	0	0	0	0	0	0	...	0
$= -1LSB$	0	CH0/CH1	0	1	1	1	1	1	1	...	1
$= -1/8 \cdot V_{REF}$	0	CH0/CH1	0	1	1	1	1	0	0	...	0
$< -1/8 \cdot V_{REF}$	0	CH0/CH1	0	1	1	1	1	0	0	...	0

Bit 23 (EOC = End of Conversion) zeigt das Ende einer Wandlung an und muss nach einer Wandlung immer 0 sein, während der Wandlung ist das Bit = 1.

¹⁾ **Bit 22** (CH0/CH1): zeigt den gewandelten Kanal an. Wenn das Bit = 0 ist, bezieht sich das Ergebnis auf Kanal 0, wenn das Bit = 1 ist, stammt das Ergebnis von Kanal 1. Bei der Modulvariante /T misst Kanal 0 die Temperatur der Kaltstellenkompensation und Kanal 1 die Spannung vom Thermoelement.

²⁾ **Bit 21** (SIGN): Im 0-Durchgang ändert sich das Vorzeichenbit. Wenn $V_{in} > 0$, ist das Bit = 1, wenn $V_{in} < 0$, ist es = 0.

Bit 20 (EXR) zeigt eine (zulässige) Über- bzw. Unterschreitung des Eingangsbereichs an. Wenn die Eingangsspannung $> 9/8 V_{REF}$ oder $< -1/8 V_{REF}$ ist, ist das Bit = 1 und das Wandelergebnis bleibt auf einem Maximalwert.

Hardwareformat 2 (1 Kanal 24 Bit) bei den Modulversionen /V, /C, /I und /F

Die Module /V, /C, /I, /F und /E setzen den AD-Wandler ADS1252 ein. Dieser Wandler liefert ein 24 Bit Ergebnis im 2er Komplement ohne weitere Statusinformationen. Die unteren 8 Bits sind mit 0 aufgefüllt.

Eingangssignal	Wandelergebnis (Hex)
+Vollaussteuerung	0x7FFFFFF0
+ 1 LSB	0x00000100
Null	0x00000000
- 1 LSB	0xFFFFFFFF00
-Vollaussteuerung	0x80000000

7.12. Technische Daten

Die sogenannten langsamen Varianten /S, /T, /R und /2R sind mit langsamem ADC, die sog. schnellen Varianten /I, /C, /V, /F, /4 und /E mit schnellem ADC ausgerüstet.

Parameter	Randbedingungen	Wert			Einheit	Anm.
		min.	typ.	max.		
Analoge Eingänge, Anzahl	für Variante /C, /V, /F, /4 und /E		4 (differenz DC)		-	
	für Variante /I		1 (single-ended AC)		-	
	für langsame Varianten (/S, /T, /R und /2R)		8 (single-ended DC)			
Auflösung (ohne Subaveraging)	für alle Varianten			24	Bit	
Messgenauigkeit	bei Abtastrate 7,5 und 15 sps (für langsame Varianten (/S, /T, /R und /2R)		tbd		Bit	4
	bei Abtastrate 42 ksps (für schnelle Varianten)		tbd		Bit	
Analogbandbreite	für langsame Varianten (/S, /T, /R und /2R)					
	bei 50Hz Unterdrückung	0		3,02	Hz	
	bei 60Hz Unterdrückung	0		3,63	Hz	
	für schnelle Varianten		9		kHz	
Integrale Nichtlinearität	Tmin...Tmax			+/- 4	LSB	2
Differentielle Nichtlinearität	Tmin...Tmax			+/- 1,5	LSB	2
Verstärkungsfehler	Tmin...Tmax (per Software korrigierbar)			+/- 2	mV	2
Verstärkungs-Temperatur-Koeffizient	Tmin...Tmax (per Software korrigierbar)					
	für langsame Varianten		2		ppm/°C	
	für schnelle Varianten		7,5		ppm/°C	
Offset-Fehler	Tmin...Tmax (per Software korrigierbar)			+/- 4	mV	2
Ausgangsdatenrate pro Kanal	für langsame Variante /R, max.			15	sps	
	bei 60 Hz Unterdrückung			7,48	sps	
	bei 50 Hz Unterdrückung			6,24	sps	
	bei 20 Hz Unterdrückung			2,49	sps	
	bei 10 Hz Unterdrückung			1,25	sps	
	für langsame Varianten /S, /T und /2R, max.			7,5	sps	

Parameter	Randbedingungen	Wert		Einheit	Anm.
		min.	typ. max.		
	bei 60 Hz Unterdrückung			3,74	sps
	bei 50 Hz Unterdrückung			3,12	sps
	bei 20 Hz Unterdrückung			1,245	sps
	bei 10 Hz Unterdrückung			0,625	sps
	für schnelle Varianten, max.			42	ksps
	bei 50 Hz Unterdrückung			50	sps
	bei 60 Hz Unterdrückung			60	sps
Digitale Eingänge	alle Modulvarianten		4		-
	Schwelle 0→1	2,4		3,0	V
	Schwelle 1→0	1,6		2,1	V
	Hysterese	0,7		1,1	V
Temperatursensor	on-board	-55		125	°C
	Genauigkeit		+/-0,5		°C
	Auflösung bei 40° C		0,25		°C
	Alarm (einstellbar) bei 1° C Auflösung	-55		125	°C
Ausgang @ 5 V	je Kanal			35	mA
Versorgungsspannungen,					
Stromaufnahme	+3,3 V				
	Varianten /I, /C, /V, /F, /4, /E		326		mA
	Varianten /S, /T, /R, /2R		174		mA
	(gemessen ohne Sensoren)				
	+/-12 V (nicht für Variante /I)		0		mA
	+/-12 V (nur für Variante /I)		4,7		mA
Temperaturbereich,					
Betrieb		-40		+85	°C
Lagerung		-40		+85	°C

Anm. 1: x steht für einen der Kanäle A, B, C oder D,

Anm. 2: T_{min} = 0° C, T_{max.} = 70° C,

Anm. 3: ohne Software-Korrektur

Anm. 4: Maximalwert mit Oversampling.