

I²C-Protokollbeschreibung

1 Allgemeines

Das Protokoll I²C wurde Phillips entwickelt und spezifiziert. Die Druckmessumformer der ADZ NAGANO GmbH entsprechen dem Protokoll ohne der 10Bit-Adresserweiterung.

Der Druckmessumformer kann nur als Slave betrieben werden.

2 Abkürzungsverzeichnis

I ² C	Inter-Integrated-Circuit-Bus
SDA	Seriell Data (serielle Daten)
SCL	Seriell Clock (serielle Takt)
ACK	Acknowledge -Bit

3 Bus-Aufbau / Topologie des I²C-BUS

Der I²C- Bus ist als Linienstruktur konzipiert (vgl. **Abbildung 1**). Die Daten werden synchron über die Leitung SDA versendet und empfangen. Zur Synchronisation der Bus Teilnehmer wird die Leitung SCL verwendet.

In einem Bussystem müssen die beiden Leitungen einmal mit Pull-Up-Widerständen versehen werden. Die Pull-Up-Widerstände sind entsprechend der Buskapazität zu dimensionieren. Als Anhaltspunkt kann **Abbildung 2** herangezogen werden. Weitere Informationen können der Spezifikation [1] entnommen werden.

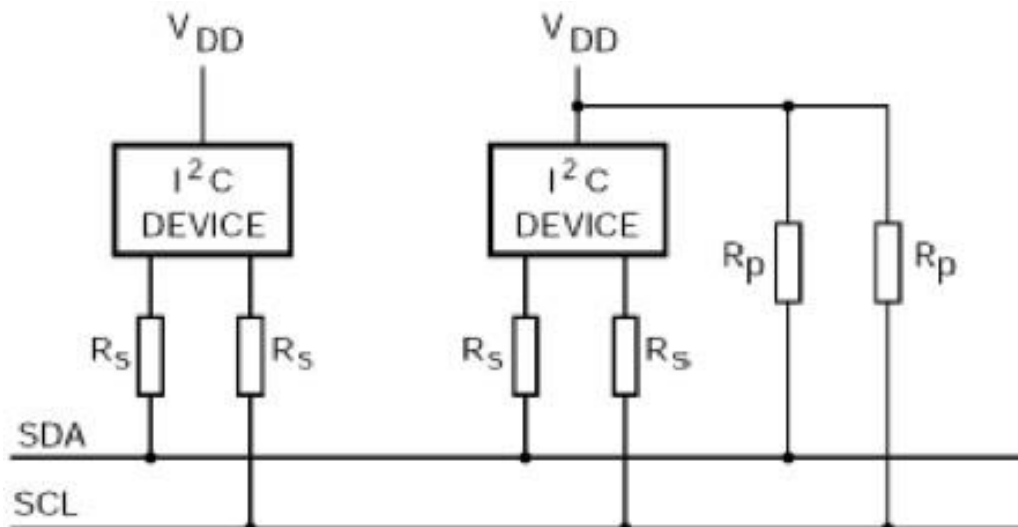


Abbildung 1: I²C-Bus in Linienstruktur mit Pull-Up-Widerständen [1]

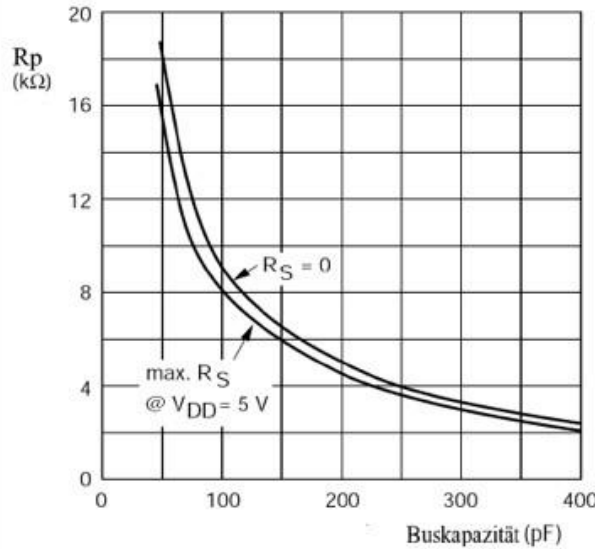


Abbildung 2: Größe des Pull-Up-Widerstands in Abhängigkeit der Buskapazität [1]

4 Übertragungsgeschwindigkeiten

Es werden die standardisierten Übertragungsgeschwindigkeiten von 100kHz bis 400kHz unterstützt

5 Aufbau der I²C-Nachricht

Der Aufbau der I²C - Nachricht ist in **Abbildung 3** dargestellt.

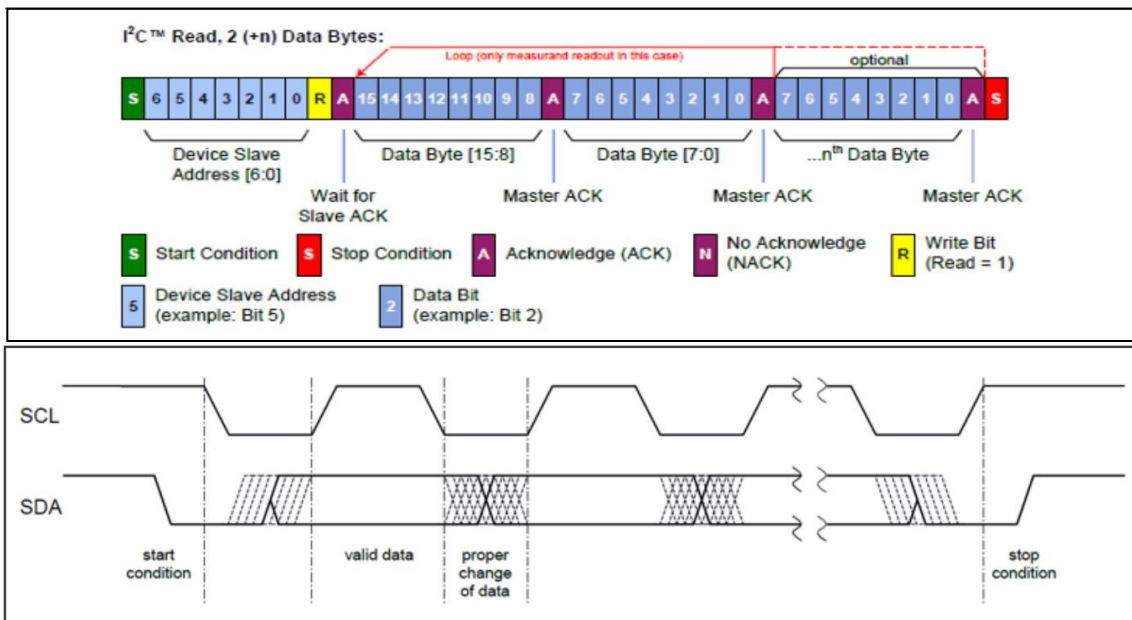


Abbildung 3: Aufbau der I²C Nachricht

Eine I²C-Nachricht beginnt immer mit einer Start-Kondition. Danach folgt das Adressbyte mit dem Read / Write-Bit, welches die Richtung der Daten angibt. Danach wird mit dem Acknowledge-Bit vom Slave der Empfang des 1. Byte bestätigt. Nun werden die Daten gesendet. Der Empfänger bestätigt mit dem ACK den Empfang des Bytes. Bei einer nicht erfolgreichen Übertragung, wird

das Senden der Nachricht abgebrochen. Eine Nachricht wird beendet, indem eine Stopp-Kondition gesendet wird.

5.1 Start-Kondition

Die Start-Kondition wird auf dem Bus dargestellt, in dem das SDA-Signal auf LOW gezogen wird, während SCL HIGH bleibt.

5.2 Stopp-Kondition

Die Stopp-Kondition wird auf dem Bus dargestellt, in dem das SDA-Signal auf HIGH gezogen wird, während SCL HIGH bleibt.

5.3 Datenübertragung

Der Pegel der Leitung SDA darf während der Datenübertragung nur geändert werden, wenn das SCL-Signal LOW ist. Eine Ausnahme sind die Start- und Stopp-Konditionen. Die SCL-Leitung wird vom Master getrieben.

6 Format der Daten

Vom Druckmessumformer können 4 Byte gelesen werden. Die ersten 2 Byte beinhalten der Druckwert, die Letzen zwei Byte den Temperaturwert. Die Daten müssen als Big Endian interpretiert werden. Die Skalierung kann dem Kennblatt entnommen werden, da sie immer vom eingestellten Druckbereich abhängig ist.

7 Standardeinstellungen der Druckmessumformer

In der folgenden Tabelle werden die Standardeinstellungen beschrieben, diese können an der jeweiligen Artikelkonfiguration abweichen. Maßgebend ist das Kennblatt, welches einen Artikel spezifiziert.

Parameter	Wert	Bedeutung
SCL clock frequency	100 kHz	Datenübertragungsgeschwindigkeit
Adresse	0x78	
Wertebereich 60.4	1000-31000 digits	Wertebereich auf den der Druckbereich skaliert wird
Wertebereich 60.14	50-26500 digits	Wertebereich auf den der Druckbereich skaliert wird
Wertebereich 60.15	1000-30000 digits	Wertebereich auf den der Druckbereich skaliert wird

8 Fehler Werte

Wenn das Bit 15 in der Drucknachricht gesetzt ist, dann ist der Wert als Fehler zu interpretieren. Folgende Fehler werden erkannt und ausgegeben.

Fehlerwert	Bedeutung
0xCAAA	Speicherfehler EEPROM
0xCF0F	Speicherfehler RAM
0xCE38	Speicherfehler Register
0xCCCC	Speicherfehler EEPROM
0xC1C7	Fehler bei der Berechnung
0xC5555	Auslösung Watchdog
0xCFCF	Sensorbrücke ist beschädigt

9 Quellenverzeichnis

[1] Stefan-Xp, „Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0),“ 24 Nov. 2016. [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3607670>.

I²C-Protocol description

10 General

The protocol I²C was developed and specified by Phillips. The ADZ transducers are compatible to this protocol but without the 10-bit address extension.

ADZ transducers can only be used in slave-mode.

11 Abbreviations

I ² C	Inter-Integrated-Circuit-Bus
SDA	Serial Data
SCL	Serial Clock
ACK	Acknowledge-bit

12 Bus-Setup / Topology of I²C-BUS

The I²C bus has a line-structure (see **Abbildung 1**). The data is transmitted and received synchronous via SDA line. SCL line is used for synchronization.

In this bus system both lines must be equipped with pull-up resistors. The dimension of these resistors must be selected depending on the bus capacity. **Abbildung 2** can be used as a rough reference and indication. More information can be verified from Specification [1].

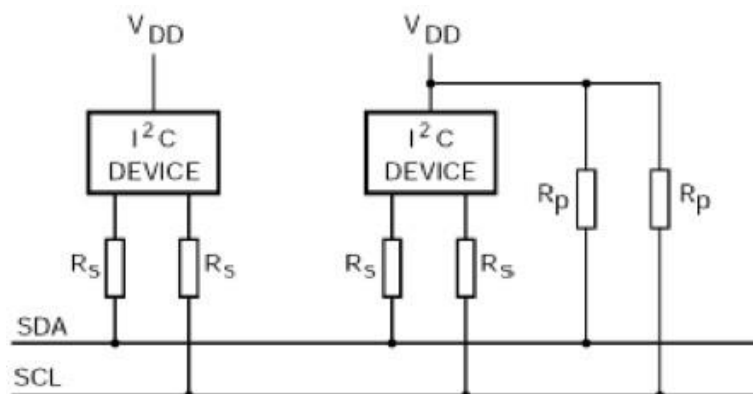


Figure 1: I²C-Bus in line-structure with Pull-Up resistors [1]

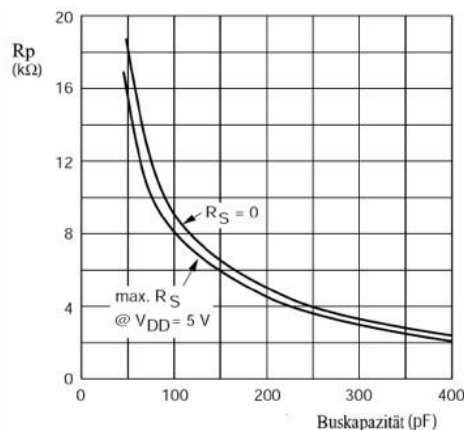


Figure 2: Size of pull-up-resistors depending on the bus-capacity [1]

13 Transmission speed

The standardized transmission speeds from 100kHz up to 400kHz are supported.

14 Setup of I²C-Message

The configuration of the I²C-message is shown below in **Abbildung 3**.

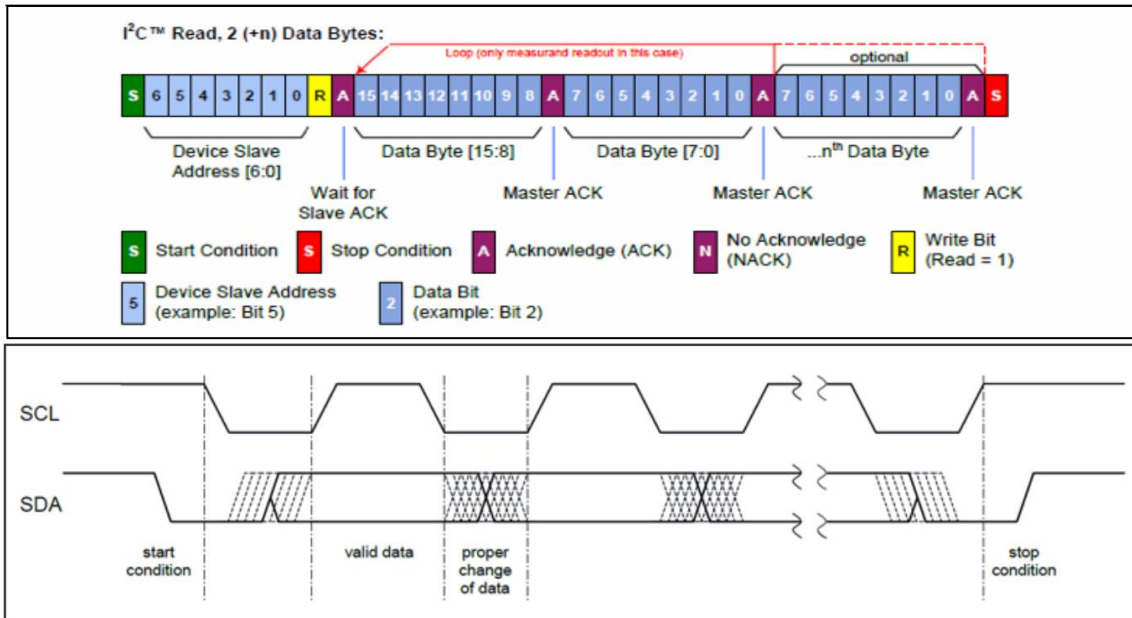


Figure 3: Configuration of an I²C-Message

An I²C message starts with a start-condition. It is followed by the address-byte including the read/write bit. The read/write bit determines the data direction. It is followed by the acknowledge-bit which confirms the receipt of the first byte. Now data will be transmitted. The receiver confirms the receipt with the ACK-bit. If the transmission is not successful the transmission is stopped. A message is terminated with a stop-condition.

14.1 Start-Condition

The Start-Condition is prepared on the bus by setting SDA to LOW while SCL remains HIGH.

14.2 Stop-Condition

The Stop-Condition is prepared on the bus by setting SDA to HIGH while SCL remains HIGH.

14.3 Data transmission

The Level of SDA line may only be changed during transmission, if SCL line is LOW.

Start and Stop conditions as an exception.

The SCL line is master driven.

15 Data format

4 byte can be read from the transducer. The first 2 byte contain the pressure value. The last two byte are temperature value. Data must be interpreted as Big Endian. The scaling must be taken from the individual datasheet, because it always depends on the specific pressure range and configuration.

16 Standard configuration of pressure transducers

The following table shows possible standard configurations and scaling. Each part number may differ and the actual scaling must be taken from the individual datasheet.

Parameter	Value	description
SCL clock frequency	100 kHz	Data transmission speed
Address	0x78	
Range 60.4	1000-31000 digits	Digital range scaled on pressure range
Range 60.14	50-26500 digits	Digital range scaled on pressure range
Range 60.15	1000-30000 digits	Digital range scaled on pressure range

17 Error Codes

If bit 15 is set in the message then the value has to be interpreted as an error code.
The following errors are detected and provided:

Error Code	Description
0xC AAA	Memory Error EEPROM
0xC F0F	Memory Error RAM
0xC E38	Memory Error Register
0xC CCC	Memory Error EEPROM
0xC 1C7	Calculation error
0xC 5555	Watchdog detection
0xC FCF	Sensor bridge damaged, bond wire

18 References

[1] Stefan-Xp, "Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0)," 24 Nov. 2016. [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3607670>.