

Manometer mit Systemanschluss

0. Einführung:

Selten sind geschlossene hydraulische Systeme zu 100 % wasserdicht. Oft ist die Leckage so langsam, dass das austretende Wasser schneller verdunstet und deswegen die Leckage unbemerkt bleibt. Deswegen ist es sinnvoll den Druck solcher Systeme automatisch zu überwachen um rechtzeitig den Verlust der Flüssigkeit durch den abfallenden Systemdruck festzustellen und den Anwender zu warnen. Hier wird beschrieben wie ein Manometer mit einem Systemanschluss ausgestattet wird.

1. Funktionsweise eines Rohrfeder-Manometers:



Bild 1.1 Manometer-Front



Bild 1.2 Rückseite

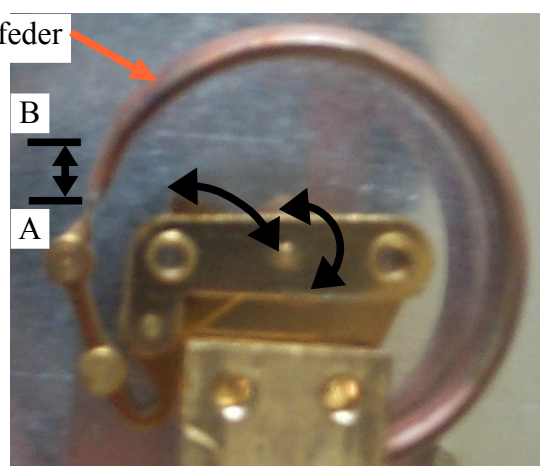


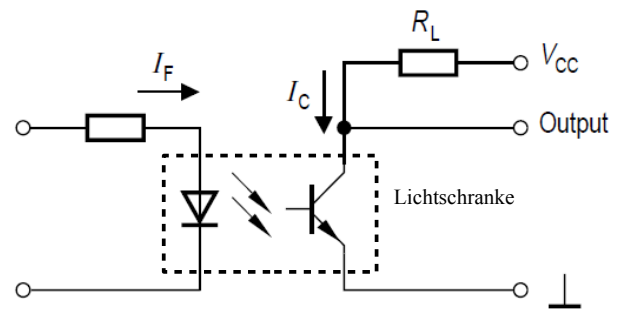
Bild 1.3 Mechanik

Öffnung

Wird der Druck des Mediums (Luft oder Wasser) innerhalb der rundlichen gebogenen, hohlen Rohrfeder erhöht, wird dabei die Feder geradegerichtet. Dabei bewegt sich das Ende der Feder von „A“ nach „B“ - mit einem Hub von in paar Millimetern. Diese quasi lineare Bewegung wird mittels einer Zahnradpartition in die Drehung der Zeigers gewandelt. Wird am Ende der Feder senkrecht zu seiner Bewegung eine reflektierende Fläche angebracht, kann die Änderung des Abstandes mittels Reflex-Lichtschranke festgestellt und elektronisch weiter verarbeitet werden.

2. Funktionsweise der Reflex-Lichtschanke SFH 9202:

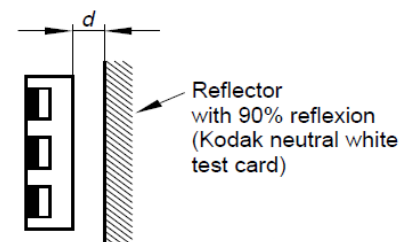
Eine Lichtschranke enthält eine Leuchtdiode (LED) und ein Fotoelement – häufig ein Fototransistor. Wird das Fotoelement beleuchtet, fließt Strom im Kollektor, dabei wird die Spannung am Output (siehe Bild 2.1) reduziert. Die Leuchtdiode erzeugt einen Lichtstrom, wenn elektrischer Strom durch sie fließt.



aus Datenblatt Osram SFH 9202

Bild 2.1 Beschaltung der Reflex-Lichtschranke

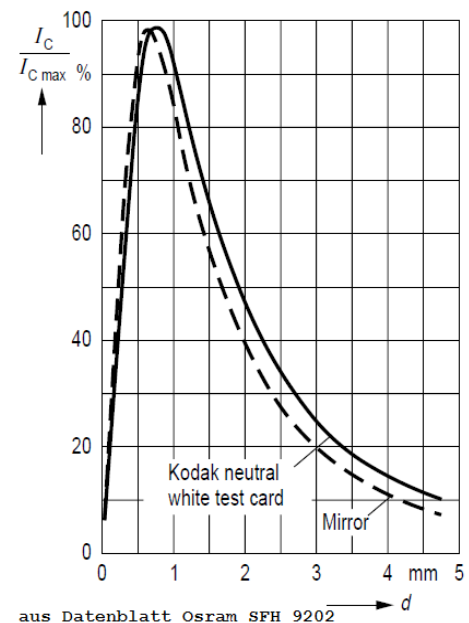
Wird eine reflektierende Fläche gegenüber einer Reflex-Lichtschranke – z.B. Osram SFH 9202 – platziert (siehe Bild 2.2), trifft der Lichtstrom der LED das Fotoelement, wobei die empfangene Lichtmenge vom Abstand „d“ abhängt.



aus Datenblatt Osram SFH 9202

Bild 2.2 Definition des Abstandes „d“

Wie in Bild 2.3 ersichtlich, wird bei einem Abstand von etwa 1 mm bis etwa 4 mm der Kollektorstrom monoton verringert. Diese Stromänderung kann entsprechend verarbeitet werden um die Änderung des Rohrfeder-Abstands festzustellen und davon den vorhandenen Druck abzuleiten.

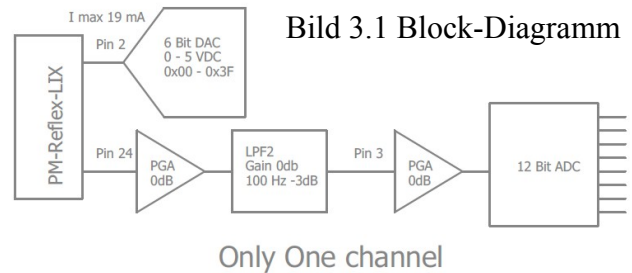


aus Datenblatt Osram SFH 9202

Bild 2.3 Der relative Kollektorstrom, abhängig von Abstand „d“

3. Signalverarbeitung im Cypress PSoC® CY8C29466:

In dem PSoC® (Programmable System on Chip) Baustein lassen sich die verschiedensten analoge und digitale Hardware-Elemente konfigurieren, wie an anderen Stellen beschrieben. Weiterhin ist der Baustein mit einem Mikrocontroller ausgestattet, der die Elemente steuert, die gewonnenen Daten verarbeitet und mittels LC-Display und einer RS-485 Schnittstelle mit der Außenwelt kommuniziert.



Ein DAC mit 6 Bit Auflösung steuert die Helligkeit der LED in der Reflex-Lichtschranke; das Signal vom Output (siehe Bild 2.1) wird über einen Tiefpass-Filter (-3 dB bei 100 Hz) geleitet und von einem ADC mit 12 Bit Auflösung digitalisiert. Aus den digitalen Werten wird dann der Druck errechnet, nach der Formel

$$\text{Druck (in Bar)} = f(x) = -1 * m * \ln(x) + b$$

[Anmerkung: $\ln(x) = \log_e(x)$]

wo die Konstanten „m“ und „b“, wie in Abschnitt 6 beschrieben, ermittelt, und im FLASH Speicher des PSoC®s gespeichert werden.

4. Der Messzyklus:

Ein Messzyklus besteht aus acht Messwerte bei abgeschalteter LED (OFF) und acht Messwerte bei eingeschalteter LED (ON). Die jeweiligen acht Messwerte werden summiert und deren Differenz ermittelt. Delta ist dann ein achtel dieser Differenz und gibt ein Maß des Abstands zwischen der Reflex-Lichtschranke und dem Reflektor, i.e. wie weit sich der Reflektor am Ende der Rohrfeder von seiner Null-Position bewegt hat.

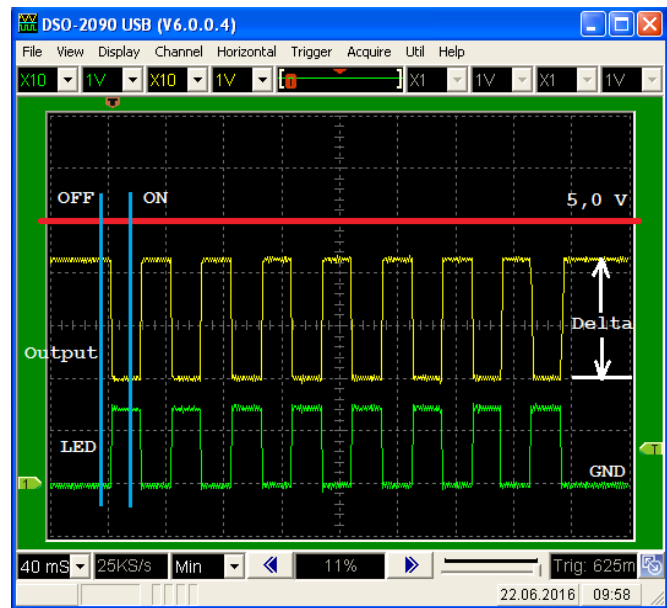


Bild 4.1 Messzyklus bei 1,4 Bar

5. Ez.Slo-Bus Befehle:

Der Ez.Slo-Bus ist an anderer Stelle beschrieben. Hier sind die Befehle für dieses Modul:

/*

.....!.....!.....!.....!.....!.....!.....!.....!.....!.....!

RS232 Interface settings:
ONE Start Bit, 8 Databits, ONE Stop Bit, NO Parity, 19200 Baud

Commands must be preceeded
by the clients address ! " # \$ % = > ?
0x21 0x22 0x23 0x24 0x25 0x3D 0x3E 0x3F

Command (ASCII)	Action
"a"	Module article number will be sent to Ez.Slo-Bus
"b"	f_Pres_b_Constant will be sent to Ez.Slo-Bus
"c"	f_Pres_m_Constant will be sent to Ez.Slo-Bus
"i"	Module identificaton will be sent to Ez.Slo-Bus
"m"	Module manufacturer will be sent to Ez.Slo-Bus
"o"	offDIGITsonDIGITS where DIGITS are the respective sum values of the eight measurement cycles "M0"
"p"	sends >Bar=x.xxxxxxxx< where x.xxxxxxxx is the value of the measured pressure
"q"	Status Query reply: Status= value of >ulng_Counter< Reset= >C_Module_Status<
"r"	sends >DAC6=xx < where xx is the DAC6 Values
"s"	Module serial number will be sent to Ez.Slo-Bus
"v"	Module software version will be sent to Ez.Slo-Bus e.g CC_SW_VERSION[] = {"PrsMtr: V16510c"}
"~"	Module address will be sent to Ez.Slo-Bus >Client x Active< where x stands for the address
any other small character	Reply: "Test abcde :>clients address<>small character<"
"Axy"	Clients Address (default 0x30 ASCII >0<) can be programmed. where >x< and >y<, having equal values greater than or equal to 0x21 (ASCII >!<) and less than or equal to 0x3F (ASCII >?<)
"Cxx"	where 00 <= xx <= 62 (62 >>> 5,0 V) Value is stored in FLASH_DAC6_ONE_VALUE_ADDR
"Dxx"	where 00 <= xx <= 99 Starts continuous >Test_DAC<. Sawtooth function. Stopped via HW Reset.
"Kx???????"	"Kalibration" will be shown on LCD in line 2 and on line 3 with x = m: "m=???????" where ??????? are 6 digits and one decimal point → recall command "c" with x = b: "b=???????" where ??????? are 6 digits and one decimal point → recall command "b" with x neither m nor b: "x???????" and on line 4: "CMD Error"
"L0"	Trigger >Get_One_ADC_Value(void)< and display result on LCD
"M0"	Measurement: LED off, ADC, LED on, ADC: eight times Result shown on LCD; value of pressure can be fetched using command "p"
"Sxxxxxxx"	Module Serial Number is programmed only once. where xxxxxxxx is greater than ASCII "00000000" and less than or equal to ASCII "99999999"

```
"X0"          Invokes Watch dog Timer.  
"Z0"          Sets >ulng_Counter< to zero
```

```
any other large  
character      >Default< will be shown on the LCD  
*/
```

Ein Hinweis:

Damit das Modul die Werte des Drucks anzeigen bzw. ausgeben kann, muss, nachdem der PSoC[®]-Baustein programmiert wurde, folgende Werte im FLASH gespeichert werden:

LED ON Strom <FLASH_DAC6_ONE_VALUE_ADDR>	Beispiel: <Module Adresse>C25
die „m“ Konstante und	Beispiel: <Module Adresse>Km3.61296
die „b“ Konstante	Beispiel: <Module Adresse>Kb28.7135

6. Kalibrierung:

In Bild 6.1 zeigt den Testaufbau. Er besteht aus einem Ausdehnungsgefäß (ca. 12 Liter) und einigen Rohrelementen, die miteinander dicht verschraubt sind. Das Druckmedium ist Luft, das mit einer Fahrradpumpe durch das Ventil eines Fahrradschlauches auf den gewünschten Druck gepumpt wird

Am Anfang muss der Helligkeitswert der LED so eingestellt werden, dass der ON-Wert nach einer Messung (siehe B von Bild 7.2) zwischen 5900 und 9100 Digits liegt. Ein guter Startpunkt ist der Befehl „C25“

Nachdem der Helligkeitswert der LED eingestellt wurde, wird, nach einer Messung, Delta notiert (siehe C in Bild 7.2) und in einer Tabelle bei 0,0 Bar eingetragen. Der Druck wird in 0,5 Bar Schritten erhöht und nach jedem Schritt der Wert Delta notiert und eingetragen bis der Wert 4,0 Bar erreicht ist (9 Werte).

Die Tabelle ist beispielhaft in dem Spreadsheet >Calibration_AFRISO_16612.ods< zu sehen. Es wurde ermittelt, dass eine Logarithmische Kurve

$$f(x) = -3,6129649685 \ln(x) + 28,7134709261$$

am Besten auf die Daten passt.

Die ermittelten Konstanten haben zehn Stellen nach dem Komma. Mit dieser Genauigkeit kann der Prozessor nicht rechnen. In einer zweiten Berechnung wurde eine sehr geringe Abweichung (Fehler < 0,01 %) festgestellt, wenn die Genauigkeit der Konstanten auf fünf bzw. vier Nachkommastellen reduziert wird.

Die Konstante „m“ hat den Wert 3.61296 und die Konstante „b“ hat den Wert 28.7135



Bild 6.1 Testaufbau

7. Das LC-Display:

Das LC-Display wird vom PSoC[®] angesteuert.

Nach einem Reset werden die drei im FLASH programmierten Konstanten angezeigt.

A = der eingestellte Helligkeitswert der LED; er kann Werte zwischen 0 und 62 einnehmen.

B = der Faktor „m“ und C = der Faktor „b“ aus der Formel: $\text{Druck} = (-1) * m * \ln(\text{Digits}) + b$.

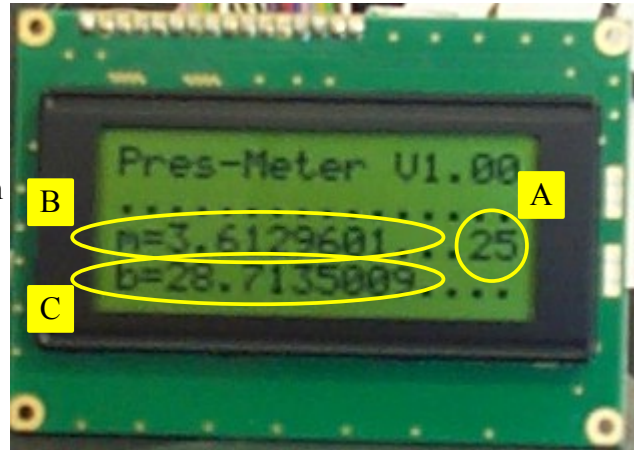


Bild 7.1 LC_Display nach einem Reset

Nach einer Messung, die durch den Befehl „M0“ getriggert wird, erscheinen Messwerte auf dem LC-Display.

A = acht mal der OFF-Wert

B = acht mal der ON-Wert

C = $\Delta = (\text{OFF-Wert} - \text{ON-Wert}) / 8$

D = $\Delta * 5,0 / 4096$ in Volt

E = $\text{Druck} = (-1) * m * \ln(\Delta) + b$ in Bar.

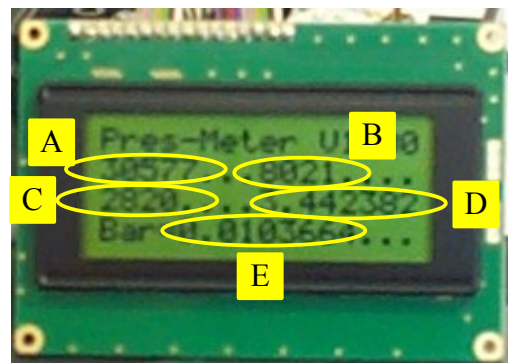
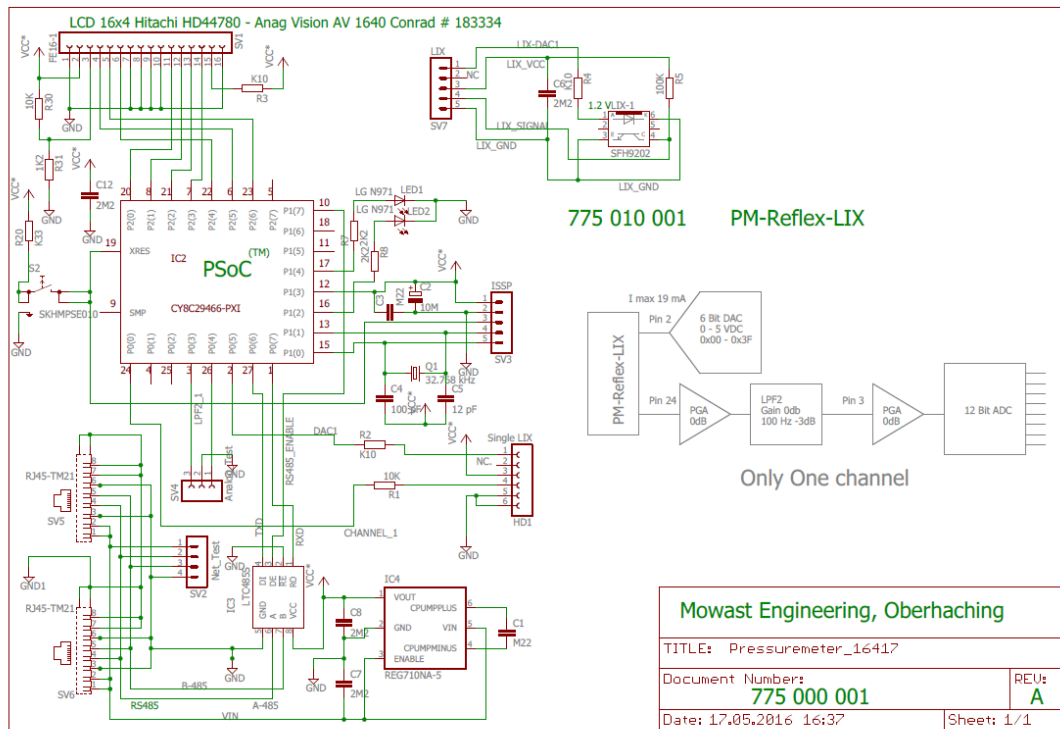
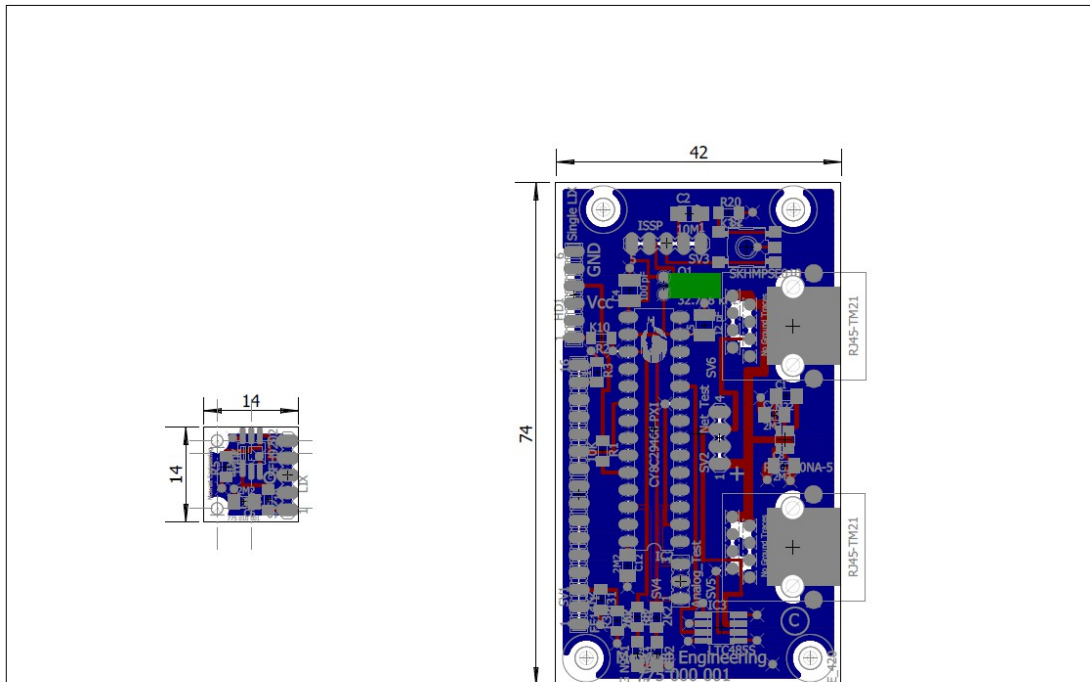


Bild 7.2 LC_Display nach einer Messung

8. Stromlauf und Platine:



31.05.2016 12:14 F:\Baugruppen\Ez.Slo_485_Bus\Node_PressureMeter\Pressuremeter_16417.sch (Sheet: 1/1)



31.05.2016 12:11 f=1.70 F:\Baugruppen\Ez.Slo_485_Bus\Node_PressureMeter\Pressuremeter_16417.brd

Die Platine passt in das Gehäuse der Fa. BoPla Typ E-420 – Ausschnitte: siehe Datei
>Gehäuse_Pressuremeter_16627.pdf<

9. Software:

Die Software für den Baustein CY8C29466 wurde mit dem PSoC[®] Designer 5.4 der Fa. Cypress entwickelt. Mit diesem Werkzeug werden sowohl die analogen- bzw. digitalen Elemente konfiguriert wie auch das „C“-Programm geschrieben.

Die dazu gehörigen Dateien sind in >PressureMeter_V10.rar< enthalten.

10. Erweiterungselemente:

An dem Manometer werden zusätzliche Teile befestigt:

Reflektor-Holder Art. Nr. 775 015 001

Reflektor gesamt Art. Nr. 775 023 001

FBG: PM-Reflex-LIX Art. Nr. 775 010 001

Bracket Art. Nr. 775 030 001

Zur Montage des Reflektor-Holders wird ein Teil benötigt:

Klebe-Abstand Art. Nr. 775 027 001

Die Details sind in dem Bericht >Reflex_Fixture_16602.pdf< enthalten.

11. Temperaturgang-Kompensation:

Naturgemäß hat die Reflex-Lichtschranke einen geringen Temperaturgang: etwa 7% bei ΔT von 20 C. Weitere Elemente im PSoC[®] könnten diesen – wie folgt – korrigieren: die Spannung an der LED während der Leucht Phase ist abhängig von der LED-Temperatur. Diese Spannung könnte von einem weiteren 12 Bit ADC digitalisiert und diese Werte in einem Kompensations-Algorithmus verwendet werden.