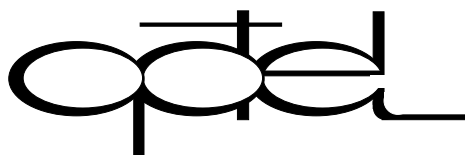


Research & Development
Ultrasonic Technology / Fingerprint recognition



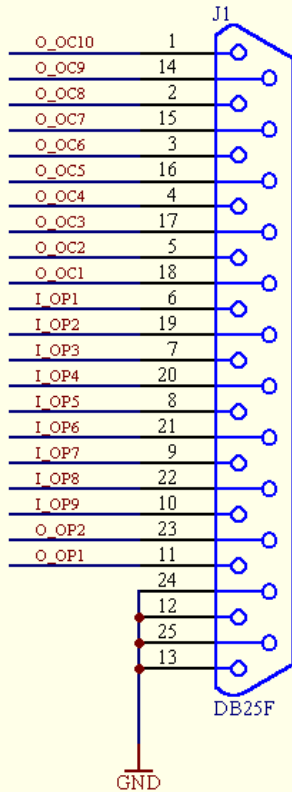
DATA SHEETS

&

Zusatzkarte
Beschreibung

<http://www.optel.pl>
email: optel@optel.pl

Beschreibung der Pinbelegung

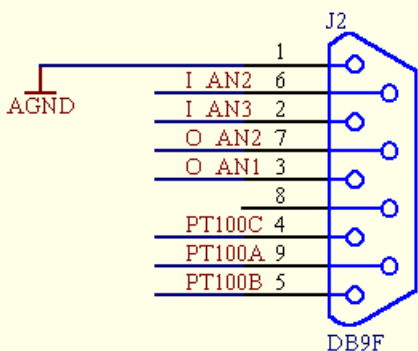


O_OC1 – Open-collector
 O_OC2 - Open - collector
 O_OC3 - Open - collector
 O_OC4 - Open - collector
 O_OC5 - Open - collector
 O_OC6 - Open - collector
 O_OC7 - Open - collector
 O_OC8 - Open - collector
 O_OC9 - Open - collector
 O_OC10 - Open - collector

I_OP1 - Opto entkoppelter Eingang
 I_OP2 - Opto entkoppelter Eingang
 I_OP3 - Opto entkoppelter Eingang
 I_OP4 - Opto entkoppelter Eingang
 I_OP5 - Opto entkoppelter Eingang
 I_OP6 - Opto entkoppelter Eingang
 I_OP7 - Opto entkoppelter Eingang
 I_OP8 - Opto entkoppelter Eingang
 I_OP9 - Opto entkoppelter Eingang

O_OP1 - Opto entkoppelter Ausgang
 O_OP2 - Opto entkoppelter Ausgang

GND – Masse



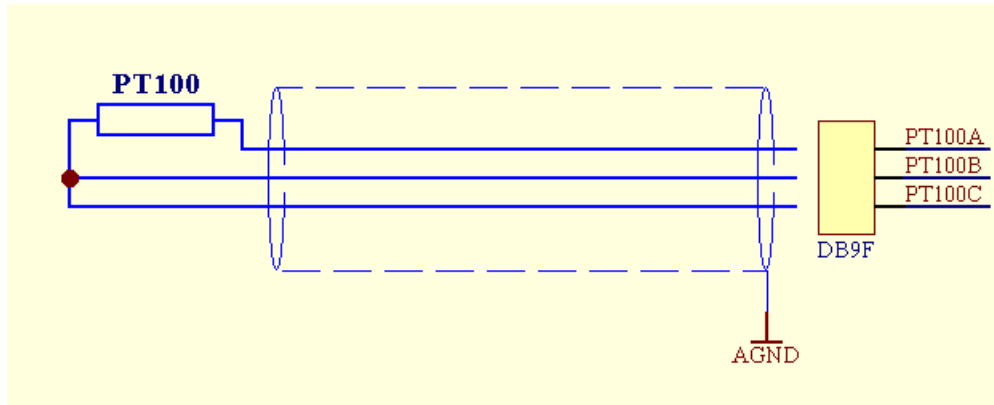
I_AN2 – Analogeingang 0-10V
 I_AN3 – Analogeingang 0-10V

O_AN1 – Analogausgang 0-10V
 O_AN2 – Analogausgang 0-10V

PT100A, PT100B, PT100C Eingänge
 für den Anschluß des PT100 Fühlers
 mit der 3 Draht methode

AGND Analogmasse (Referenzpunkt
 für die digitalen Ein- und Ausgänge und
 für die Abschirmung des PT100
 Fühlers)

Anschluss des PT100 Fühlers:



Beschreibung der Programmbefehle:

Format:

Jeder Befehl beginnt mit dem Zeichen `<@>` und endet mit `</>`.

Befehlslänge ist: 3 (ohne Parameter), 4, 5 oder 6 Bytes (mit Parameter).

Die Antworten der Karte setzen sich aus vier Bytes zusammen: `<@> <Y1> <Y2> </>`

Open – collector Ausgänge: `<@> <o> <value1> <value2> </>`

`<value1> [0..255]` - Muster für die Open – collector Ausgänge von 1 bis 5

MSB							OC1	OC2	OC3	OC4	OC5	LSB
-----	--	--	--	--	--	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----

`<value2> [0..255]` - Muster für die Open – collector Ausgänge von 6 bis 10

							OC6	OC7	OC8	OC9	OC10
--	--	--	--	--	--	--	-----	-----	-----	-----	------

Achtung: Ausgänge OC2 i OC7 haben doppelten Muster: 0x41 oder 65 digital.

Optoisolierte Ausgänge: `<@> <w> <value1> </>`

`<value1> [0..3]` - Muster für zwei Ausgänge

X	X	X	X	X	X	OP10	OP11
---	---	---	---	---	---	------	------

Optoisolierte Eingänge: `<@> <i> </>`

Folgende Zeichenkette wird geliefert:

`<@> <Y1> <Y2> </>`

`<Y1> [0..255]` - Muster für die optoisolierten Ausgänge von 1 bis 8

OP8	OP7	OP6	OP5	OP4	OP3	OP2	OP1
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

`<Y2> [0,1]` - Muster für den optoisolierten Ausgang 9

0	0	0	0	0	0	0	OP9
---	---	---	---	---	---	---	-----

Analogeingang:

`<@> <p> <value1> </>`

`<value1> [0..2]` Kanal des A/D Wandlers

- 0 – Temperaturmessung $temp=(Y1*256+Y2)/40.0 [^{\circ}C]$
- 1 – 1 1LSB=2,62 [mV]
- 2 – Analogeingang 2 1LSB=2,62 [mV]

gelieferte Zeichenkette `<@> <Y1> <Y2> </>`
`<Y1> [0..15]` - die ersten Bits des Wandlers (MSB)
`<Y2> [0..255]` - die letzten Bits des Wandlers

Analogausgang: `<@> <d> <value1> <value2> <value3> </>`
`<value1> [0,1]` - Kanal des D/A Wandlers
`<value2> [0..15]` - die ersten Bits des Wandlers (MSB)
`<value3> [0..255]` - die letzten Bits des Wandlers

Achtung 1: 1LSB=2,62 [mV] $U_{offset}=40[mV]$
 $U_{wyj}=(\text{<value2>*256+<value3>)*2,62 [mV]+40[mV]}$

16-bit Binärzähler, maximale Kapazität 65535:

Eingang: optoizolierter Eingang OP8.

Signalparameter: TTL, bis 500kHz.

-Start: `<@> <t> </>`
 -Stop: `<@> <h> </>`
 -Lesen: `<@> </>`

Format des zurückgegebenen Wertes:

`<@> <Y1> <Y2> </>`

-reset `<@> <r> </>`

Beschreibung des Meßsystems für Pt100 Fühler

Fühlerstrom

Es ist wichtig, daß ein geringer Strom durch den Fühler fließt. Das verhindert eventuelle Erhitzung des Fühlers. Die Stromquelle wurde auf der Basis des Operationsverstärkers in der Konfiguration des nichtinvertierenden Verstärkers verwirklicht (sogenannte schwimmende Quelle). Operationsverstärker tendiert zum Ausgleich der Potentiale an beiden Eingängen, daher kann man den Strom aus der folgenden Formel bestimmen:

$$I_{exciting} = \frac{U_{ref}}{R_{exciting}}$$

Resistor $R_{exciting}$ wird von zwei parallel geschalteten Resistoren R_6 i R_{36} gebildet. Referenzspannung 1,2V wird von dem Schaltkreis U9 MAX6120 produziert. Diese Stromquelle speist zwei gleiche (im Gleichgewichtszustand) Brückenzweige, und muß daher etwa 2x größere Leistung bringen als für den Fühler notwendig.

Angenommen, daß der Strom des Fühlers $250\mu A$ beträgt, muß die Stromquelle $500\mu A$ bringen.

$$I_{exciting} = \frac{U_{ref}}{R_{exciting}} \Rightarrow R_{exciting} = \frac{U_{ref}}{I_{exciting}} = \frac{1,2V}{500\mu A} = 2400\Omega$$

Resistor $R_{exciting}$ ist nicht standardmäßig, es muß daher von zwei parallelgeschalteten Resistoren R_6 i R_{36} gebildet werden:

$$R_{exciting} = R_6 \parallel R_{36} = \frac{R_6 R_{36}}{R_6 + R_{36}} = 22k \parallel 2k7 = 2405\Omega,$$

das ergibt den Strom der Quelle:

$$I_{exciting} = \frac{U_{ref}}{R_{exciting}} = \frac{1,2V}{2405\Omega} = 499\mu A$$

Spannungsbereich des A/D Wandlers im Prozessor beträgt 0-2.5V, daher ist es notwendig – um die maximale Auflösung erreichen zu können – die Spannung des Fühlers so zu verstärken, daß sie an den Eingangsspannungsbereich des Wandlers angepaßt ist. Der gemessene Temperaturbereich beträgt $0^\circ C$ do $100^\circ C$. Wenn wir jetzt annehmen, daß bei 0 Grad die Brücke in Gleichgewicht ist und die Ausgangsspannung 0V beträgt, kann das durch den Resistor $R_{33} = 100\Omega$ gewährleistet werden, der den gleichen Widerstand wie der Pt100 Sensor bei 0 Grad hat. Potentiometer $POT1$ dient dazu, die Brücke in den Gleichgewichtszustand in der Temperatur von 0 Grad zu bringen, die die Eliminierung der Unterschiede in den Resistoren R_7 und R_{32} (er wird auch dazu dienen, den Einfluß des Spannungsungleichgewichts des Meßverstärkers $INA126$ zu beseitigen). Bei $100^\circ C$ beträgt die Spannung, die die Brücke nach der Verstärkung liefert 2,5V.

Da es gefordert wurde, daß auch 100°C gemessen werden, das Signal soll etwas geringer als $2,5\text{V}$ sein, so daß der Meßbereich etwas nach oben verschoben wird.

Resistanzzuwachs des $Pt100$ Fühlers beträgt etwa $0,38\Omega/^{\circ}\text{C}$. Bei 100°C beträgt es $138,50\Omega$, was $38,5\Omega/100^{\circ}\text{C}$ ergibt. Bei $250\mu\text{A}$ Strom beträgt Spannungszuwachs:

$$\Delta U = \Delta R \cdot I_{exciting} = 38,5\Omega \cdot 250\mu\text{A} = 9,625\text{mV}$$

Daraus ergibt sich die Verstärkung des Differenzverstärkers (Meßverstärkers):

$$GAIN = \frac{U_{FS}}{\Delta U} = \frac{2,5\text{V}}{9,625\text{mV}} = 259,7 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

Das kann man auch anders bestimmen, indem man die geforderte Spannungsdifferenz nach der Verstärkung durch den Spannungszuwachs an der Brücke (für 1 Grad) dividiert:

$$GAIN = \frac{\Delta U_{out}}{\Delta U_{bridge}} = \frac{\Delta U_{out}}{\Delta R \cdot I_{exciting}} = \frac{25\text{mV}}{0,39\Omega \cdot 250\mu\text{A}} = 256 \frac{\text{V}}{\text{V}}$$

Spannungsdifferenz an dem Ausgang des Fühlers, die $25\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ beträgt verursacht $2,5\text{V}$ Spannung bei 100°C .

ANALOG-DIGITAL Wandler

A/D Wandler, der sich in dem $AduC812$ befindet ist ein 12 bit Wandler, also er kann

$$K = 2^{12} - 1 = 4095$$

Werte produzieren. Interne Referenzspannungsquelle produziert $2,5\text{V}$, was dazu führt, daß 1LSB

$$1\text{LSB} = \frac{V_{ref}}{2^N - 1} = \frac{2,5\text{V}}{4095} = 610,5\mu\text{V} \quad \text{hat}$$

Es ist auch möglich, die maximale Meßgenauigkeit zu bestimmen:

$$1\text{LSB} = \frac{T_{max} - T_{min}}{2^N - 1} = \frac{100^{\circ}\text{C}}{4095} = 0,02442^{\circ}\text{C}$$

Bei der Nutzung der Fließkomaberechnungen kann diese Auflösung akzeptiert werden, um sich aber die Berechnungen zu vereinfachen, 1LSB soll einen runden Wert von $0,025^{\circ}\text{C}$ haben. Für 1°C ergibt das:

$$\frac{1^{\circ}\text{C}}{0,025^{\circ}\text{C}} = 40\text{LSB},$$

was entspricht:

$$40LSB = 40 \cdot 610,5\mu V = 24,42mV / ^\circ C$$

Bei $0^\circ C$ die Spannung an dem Verstärkerausgang soll $0V$ betragen, bei $100^\circ C$ dagegen $2,442V$. Die Verstärkung des Verstärkers muß daher korrigiert werden:

$$GAIN = \frac{U_{FS}}{\Delta U} = \frac{2,442V}{9,625mV} = 253,7 \frac{V}{V}$$

Für den Schaltkreis *INA126* die Verstärkung wird wie folgt berechnet

$$GAIN = 5 + \frac{80k\Omega}{R_G},$$

daraus folgt:

$$R_G = \frac{80k\Omega}{GAIN - 5} = \frac{80k\Omega}{254 - 5} = 321\Omega$$

Widerstand R_G bestimmt die Verstärkung des Meßverstärkers und muß in einem geringem Bereich einstellbar sein, um präzise Verstärkungseinstellung zu ermöglichen. Es setzt sich aus den Widerständen $R_{34}=270\Omega$ und $R_{35}=100\Omega$ zusammen mit dem Potentiometer $POT2=100\Omega$. Das ergibt den folgenden Regelungsbereich:

$$GAIN_1 = 5 + \frac{80k\Omega}{270\Omega} = 301,2 \frac{V}{V}$$

$$GAIN_2 = 5 + \frac{80k\Omega}{270\Omega + 50\Omega} = 255,0 \frac{V}{V}$$

$$\Delta GAIN = GAIN_1 - GAIN_2 = 46,2 \frac{V}{V}$$

(In der getesteten Schaltung betrug dieser Bereich betrug der Regelungsbereich: $2,799V - 2,395V = 0,404V$, was durch den etwas geringeren Strom, der durch den Fühler floß ($248\mu A$), sowie die Ungenauigkeiten der Widerstände verursacht wurde.)

$$\Delta GAIN = GAIN_1' - GAIN_2' = 38 \frac{V}{V}$$

KALIBRIERUNG

Die Spannungen sollen an dem Punkt *J3 (OUT)* gemessen werden.

Kalibrierung für 0°C:

An die Stelle des *Pt100* Meßfühlers soll ein $100,000 \Omega$ Resistor eingesetzt werden, was den *Pt100* Fühler in der Temperatur 0°C simuliert. Es ist auch möglich, den *Pt100* Fühler direkt zu nutzen, wenn er sich in der 0°C Umgebung befindet (z.B. eine Mischung von Wasser mit Eis). Mit dem Potentiometer *POT1* soll die Spannung an dem Verstärkerausgang genau auf den Wert 0V eingestellt werden. Das wird die Brücke ausgleichen und kompensiert auch die Ungleichgewichtsspannung des Meßverstärkers.

Kalibrierung für 100°C.

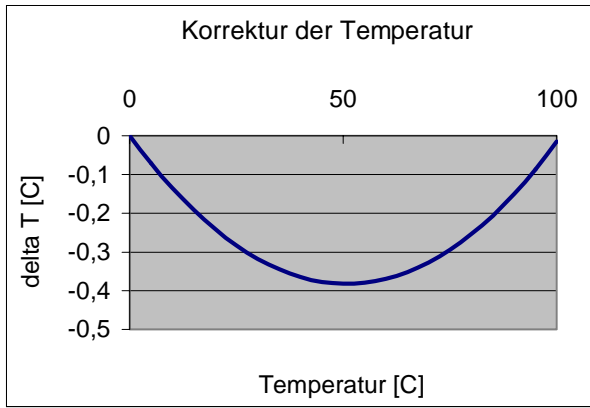
An die Stelle des *Pt100* Fühlers soll ein Resistor mit dem Wert $138,500 \Omega$ eingestezt werden, was den *Pt100* Fühler bei der Temperatur 100°C simuliert. Man kann natürlich auch den Fühler selbst ausnutzen (durch Eintauchen in ein 100°C Bad). Mit dem Potentiometer *POT2* soll die Ausgangsspannung $2,442\text{V}$ auf dem Ausgang des Verstärkers eingestellt werden. Das ergibt den Spannungszuwachs von $24,42\text{mV}/^\circ\text{C}$ an dem Verstärkerausgang, was $40\text{LSB}/^\circ\text{C}$ des A/D Wandlers entspricht. Im Falle, wenn die Referenzspannung des A/D Wandlers von $2,5\text{V}$ abweicht, kann eine Korrektur der Ausgangsspannung des Verstärkers notwendig sein, die die folgende Formel beschreibt:

$$\frac{V_{ref}}{2,5\text{V}} = k \Rightarrow U_{out} = 2,442\text{V} \cdot k$$

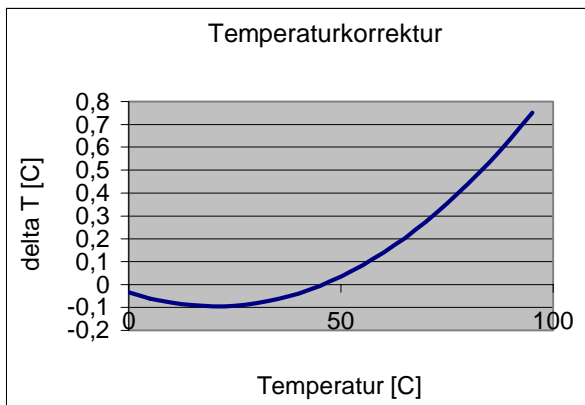
Beispielsweise, wenn die Referenzspannung für A/D Wandler $V_{ref}=2,49\text{V}$ wird ein $\text{LSB } 608\mu\text{V}$ betragen. In diesem Fall soll die Spannung an dem Ausgang des Verstärkers bei 100°C wie folgt sein:

$$U_{out} = 2,442\text{V} \cdot \frac{2,49\text{V}}{2,50\text{V}} = 2,432\text{V}$$

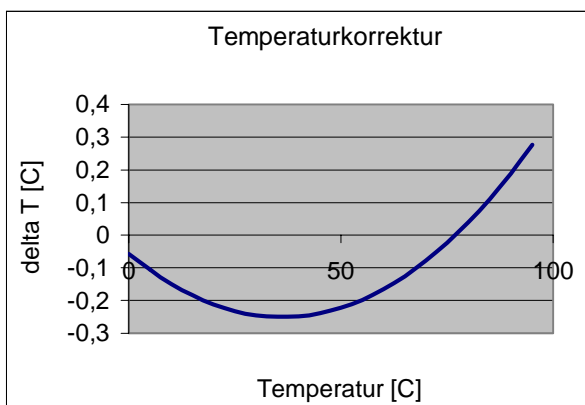
Ein Zweipunktkalibriervorgang ergibt aufgrund der Nichtlinearität des *Pt100* Fühlers eine Übereinstimmung mit seiner Charakteristig nur an zwei Stellen: 0°C und 100°C . Daraus kann man die Abweichungen in anderen Temperaturen errechnen. Die größte gibt es bei 50°C (die Hälfte des Abstands zwischen den Kalibrierpunkten) und beträgt $-0,38^\circ\text{C}$. Die graphische Darstellung dieser Abweichungen sieht wie folgt aus:



Es ist auch möglich, den Meßfühler in der Temperatur 0 und 50°C zu kalibrieren. Es ergibt die folgende Graphik:



Ähnlich für die Kalibrierung bei 80°C .



Es ist am sinnvollsten, den Verstärker in den temperaturen 0 und 100°C zu kalibrieren und in der Software die Werte zu korrigieren. In dem gesamten Meßbereich hat die die notwendige Korrektur das gleiche Vorzeichen (Minus – es wird zu hohe Temperatur angezeigt). Die Tabelle mit den Korrekturwerten sieht wie folgt aus:

Temperatur [°C]	Korrektur [°C]
0	0,00
5	-0,07
10	-0,13
15	-0,19
20	-0,24
25	-0,28
30	-0,32
35	-0,34
40	-0,36
45	-0,38
50	-0,38
55	-0,38
60	-0,37
65	-0,35
70	-0,33
75	-0,29
80	-0,25
85	-0,21
90	-0,15
95	-0,09
100	-0,01