

Beschreibung der Meßmodule

Meßmodul Lärm

Das Meßmodul Lärm setzt den Schallpegel in eine Spannung um. Es kann direkt an der ZELLE betrieben werden, die auch die Stromversorgung des Moduls mit übernimmt.

Das Modul enthält folgende Funktionsgruppen: Das Kondensatormikrofon gibt eine der Schallintensität proportionale Wechselspannung ab, die durch den Vorverstärker verstärkt wird. Es folgt ein Filter zur Bewertung der Intensität nach der genormten A-Kurve, die der Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs angepaßt ist. Das gefilterte Signal durchläuft einen logarithmischen Gleichrichter, so daß die Ausgangsspannung logarithmisch mit der Schallintensität wächst. Sie ist damit proportional zum bewerteten Schallpegel in dB(A). Die Kalibrierung kann durch ein internes Trimpoti erfolgen.

Technische Daten:

Betriebsspannung : 4V...6V
Stromaufnahme : ca. 5mA
Meßbereich : 30dB(A) 100dB(A)
Ausgangsspannung : ca. 1,0V ... 2,5V

Die Anwendung des Meßmoduls kann z.B. in der Prozeßsprache erfolgen. Der gewählte Analogeingang wird ausgelesen und der gelesene Wert in den Pegel L umgerechnet. Die Umrechnung für Kanal 1 lautet:

$$\text{Pegel L} = ((\text{AEIN}(0)/2) - 25) \text{ dB(A)}$$

Die folgende Prozedur gibt den Geräuschpegel in dB(A) aus:

```
procedure dba;  
var a: real;  
begin  
  a := AEin(0);  
  a := a/2-25;  
  gotoxy (10,8); write ( a:10:1, ' dB(A)'); clrEol;  
end;
```

Meßmodul Temperatur/1

Das Meßmodul Temperatur setzt die Temperatur in eine proportionale Spannung um. Es kann direkt an der ZELLE eingesetzt werden und wird von dieser mit Spannung versorgt.

Das Modul besteht aus einem Temperatursensor und einem Meßverstärker. Die Ausgangsspannung steigt mit jedem Grad um 20mV. Die Kalibrierung des Moduls kann durch ein internes Trimpoti erfolgen.

Technische Daten:

Betriebsspannung : 4V...6V

Stromaufnahme : ca. 5mA
Meßbereich : -25°C ... 102°C
Auflösung : 0,5K
Ausgangsspannung : 0V...2,55V

Die Anwendung des Meßmoduls kann z.B. in der Prozeßsprache erfolgen. Der gewählte Analogeingang wird ausgelesen und der gelesene Wert in die Temperatur umgerechnet. Die Umrechnung für Kanal 2 lautet:

$$\text{Temperatur } t = ((\text{AEIN}(1) / 2) - 25) \text{ } ^\circ\text{C}$$

Die folgende Prozedur führt die Umrechnung und die Ausgabe aus:

```
procedure temp;
var t : real;
begin
  t:=      AEin(1) / 2 -25;
  gotoxy(10,12); write (t:10:1 , ' °C');clrEol;
end;
```

Temperatur/2 - NTC-Sensor

Das Meßmodul Temperatur/2 setzt die Temperatur in eine Spannung um. Es kann direkt an der Zelle eingesetzt werden und wird von dieser mit Spannung versorgt.

Das Modul besteht aus einem gekapselten NTC-Temperatursensor, der mit einem Festwiderstand einen Spannungsteiler bildet. Die Ausgangsspannung steigt mit der Temperatur nicht-linear an. Eine Linearisierung erfolgt softwaremäßig.

Technische Daten:

Betriebsspannung : 4V...6V
Stromaufnahme : ca. 0,1mA
Meßbereich : -20°C ... +60°C
Auflösung : ca. 0,5K
Meßfehler : max ca. +/- 0,5°C
Ausgangsspannung : ca. 0,3V...2,0V

Der verwendete NTC-Sensor weist einen Widerstand von 10k bei 25°C auf und garantiert eine hohe Meßgenauigkeit auch ohne Kalibrierung. Er befindet sich in Reihenschaltung mit einem Festwiderstand von 10k an der Referenzspannung der Zelle von 2,55V. Die folgende Tabelle zeigt die Abhängigkeit des Widerstandes und der Ausgangsspannung von der Temperatur:

Temperatur/°C	Widerstand/k	Spannung/V
-20	67,74	0,328
-10	42,45	0,486
0	27,28	0,684
10	17,96	0,912
20	12,09	1,154
25	10,00	1,275
30	8,313	1,392

40	5,828	1,611
50	4,161	1,801
60	3,021	1,958

Die Beziehung zwischen Sensorwiderstand und Meßspannung läßt sich aus den Gesetzen der Reihenschaltung von zwei Widerständen ableiten: $U = 2,55V \cdot 10k\Omega / (10k\Omega + R)$. Die Referenzspannung kann hier exakt mit 2,55V eingesetzt werden, weil praktisch nur ein Widerstandsverhältnis gemessen wird, Fehler der Referenzspannung also wieder herausfallen.

Die Anwendung des Meßmoduls kann z.B. in der Prozeßsprache erfolgen. Der gewählte Analogeingang wird ausgelesen und der gelesene Wert in die Temperatur umgerechnet. Die folgende Pascal-Funktion liefert die Meßtemperatur des Sensors:

```
FUNCTION Temperatur (eingang :Byte) :Real;
VAR  n :Byte;
BEGIN
  n:=AEin(eingang);
  CASE n OF
    000..031 : Temperatur:=-20;
    032..048 : Temperatur:=-20+10*(n-32.8)/(48.6-32.8);
    049..068 : Temperatur:=-10+10*(n-48.6)/(68.4-48.6);
    069..091 : Temperatur:= 00+10*(n-68.4)/(91.2-68.4);
    092..115 : Temperatur:= 10+10*(n-91.2)/(115.4-91.2);
    116..139 : Temperatur:= 20+10*(n-115.4)/(139.2-115.4);
    140..161 : Temperatur:= 30+10*(n-139.2)/(161.1-139.2);
    162..180 : Temperatur:= 40+10*(n-161.1)/(180.1-161.1);
    181..196 : Temperatur:= 50+10*(n-180.1)/(195.8-180.1);
  ELSE
    Temperatur := 60;
  END;
END;
```

Der Sensor läßt sich vorteilhaft mit dem Meßprogramm PRISMA einsetzen. Eine softwaremäßige Kalibrierung kann mit dem Programm KAL_TMP2.EXE erfolgen.

Meßmodul Temperatur/3 0....255°C

Das Meßmodul Temperatur/3 setzt die Temperatur in eine proportionale Spannung um. Es kann direkt an der ZELLE eingesetzt werden und wird von dieser mit Spannung versorgt.

Das Modul besteht aus einem Thermoelement-Einsteckfühler und einem Meßverstärker mit Eispunktkompensation. Die Ausgangsspannung ist 0 bei 0°C und steigt bis 2,55V bei der Endtemperatur von 255°C. Die Kalibrierung des Moduls erfolgt softwaremäßig.

Technische Daten:

Betriebsspannung : 4V...6V
Stromaufnahme : ca. 0,1mA
Meßbereich : 0°C ... 255°C
Auflösung : 1°C
Ausgangsspannung : 0V...2,55V

Die Anwendung des Meßmoduls kann z.B. in der Prozeßsprache

erfolgen. Der gewählte Analogeingang wird ausgelesen und der gelesene Wert direkt als Temperatur interpretiert.

Temperatur = AEIN(0) °C

Das Meßmodul ist besonders für den Einsatz mit dem Meßprogramm PRISMA geeignet. In PRISMA ist die Definitionsdatei TEMP3.DEF zu wählen. Eine Kalibrierung erfolgt mit dem Programm KAL_TMP3.EXE.

Im Meßverstärker befindet sich ein normalerweise geöffneter Jumper und ein Trimpotentiometer. Bei geschlossenem Jumper kann der Meßbereich verdoppelt werden, wobei die Kalibrierung mit dem Potentiometer erfolgen muß.

Meßmodul Licht

Das Meßmodul setzt die Beleuchtungsstärke in eine Spannung um. Es kann direkt an der ZELLE eingesetzt werden und wird von dieser mit Spannung versorgt.

Das Modul besteht aus einem Lichtsensor und einem logarithmischen Meßverstärker zur Vergrößerung des Meßbereichs. Das Maximum der spektralen Empfindlichkeit des Sensors liegt bei 550 nm, also beim Maximum der Empfindlichkeit des menschlichen Auges.

Technische Daten:

Betriebsspannung : 4V...6V
Stromaufnahme : ca. 5mA
Meßbereich : ca. 1 lx ... 200 000 lx
Ausgangsspannung : 0,1V...2,55V

Die Anwendung des Meßmoduls kann z.B. in der Prozeßsprache erfolgen. Der gewählte Analogeingang wird ausgelesen und der gelesene Wert in die Beleuchtungsstärke umgerechnet. Die Umrechnung für Kanal 3 lautet:

$$\text{Beleuchtungsstärke } E = 0,09 * 10^{(\text{AEIN}(2)/40)} \text{ lx}$$

Eine eventuelle Kalibrierung des Moduls erfolgt softwaremäßig durch Korrektur des Faktors 0,09.

Die folgende Prozedur führt die Umrechnung und die Ausgabe aus. Der Meßwert wird über 100 Einzelmessungen gemittelt, um auch bei flimmernden Lampen eine ruhige Ausgabe zu erhalten.

```
procedure licht;
var e: real;
    a, Mittel, n : Integer;
begin
    mittel:=0;
    for n:= 1 to 100 do mittel := mittel + AEin(2);
    a := mittel div 100;
    e := 0.09*exp(a/40*2.30);
    gotoxy (10,10); write (e:10:1,' lx'); clrEol;
end;
```

Für einige Anwendungen ist die Energiedichte des Lichts wichtiger als die Beleuchtungsstärke. Das Verhältnis zwischen beiden Größen hängt von der spektralen Zusammensetzung des Lichts zusammen. Beim Licht einer Glühlampe mit der Farbtemperatur 2856K (Normlicht A nach DIN 5033) beträgt der Umrechnungsfaktor:

$$\frac{\text{Beleuchtungsstärke in Lx}}{\text{Energiedichte in W/m}^2} = 21$$

Für Sonnenlicht mit der Farbtemperatur von ca. 6000K gilt der folgende Faktor:

$$\frac{\text{Beleuchtungsstärke in Lx}}{\text{Energiedichte in W/m}^2} = 100$$

Das bedeutet z.B. für volles Sonnenlicht, daß bei einer Energiedichte von 1000 W/m² eine Beleuchtungsstärke von 100000 lx gemessen wird. Allgemein kann mit dem Meßmodul die Energiedichte des Sonnenlichts durch folgende Umrechnung bestimmt werden:

$$\text{Energiedichte} = 0,09 / 100 * 10^{(\text{AEIN}(2)/40)} \quad \text{W/m}^2$$

Meßmodule Gas/1 und Gas/2

Das Meßmodul Gas dient zur Untersuchung von Luftverschmutzungen durch brennbare Gase wie z.B. Methan, Kohlenmonoxid, Benzin usw.

Der verwendete Sensor TGS822/TGS813 besteht aus einem beheizten Halbleiter (dodiertes Zinkoxid), dessen Widerstand durch teilweise Reduktion bei Anwesenheit reduzierender Stoffe verringert wird. Der Sensor wird über die Batterie der Zelle beheizt. Er wird in Reihenschaltung mit einem Festwiderstand von 30k an der Referenzspannung der Zelle betrieben, so daß die Meßspannung mit steigender Luftverschmutzung sinkt.

Technische Daten:

Betriebsspannung	: 4V...6V
Stromaufnahme	: ca. 150mA (Heizstrom)
Meßbereich	: abhängig vom Meßgas (siehe Diagramm)
Ausgangsspannung	: ca. 0,1V ... 2,4V
Anwärmzeit	: ca. 1 min

Das Meßmodul Gas/1 (TGS822) hat eine maximale Empfindlichkeit für organische Dämpfe, während Gas/2 (TGS813) in erster Linie für brennbare Gase ausgelegt ist.

Bei Verwendung des Meßprogramms PRISMA wird mit der Definitionsdatei GAS.DEF oder GAS2.DEF der Widerstand des Sensors in kohm angezeigt. Der Widerstand für saubere Luft muß nach einer gewissen Vorheizzeit für jeden Sensor individuell bestimmt

werden. Die relative Änderung des Widerstands erlaubt die Ermittlung der Schadstoffkonzentration über das Diagramm, wenn nur ein Gas in der Luft enthalten ist. Bei Mischbelastungen z.B. durch Straßenverkehr lassen sich meist nur vergleichende Messungen durchführen. Beim gleichzeitigen Einsatz beider Sensoren kann eine gewisse Selektivität erreicht werden. Die Datei GAS2.DEF unterscheidet sich von GAS.DEF nur dadurch, daß kleinere Widerstände (höhere Konzentrationen) im Diagramm nach oben aufgetragen werden.

Änderungen der Betriebsspannung werden zwar teilweise vom Sensor kompensiert, können aber zu gewissen Meßfehlern führen. Empfohlen wird die Verwendung von NiCd-Akkus in der Zelle, da sie über eine ausreichend konstante Spannung verfügen. Durch den relativ hohen Stromverbrauch ist die Meßdauer mit Akkus auf etwa zwei Stunden begrenzt.

Meßergebnisse sind in gewissem Maße von der Vorgeschichte des Sensors abhängig. Ein neuer Sensor muß zunächst etwa eine Stunde lang in sauberer Luft betrieben werden. Nach längerer Lagerzeit sollte der Sensor vor der eigentlichen Messung einige Minuten lang eingeschaltet werden.