```
TTTTT RRRR    A   M   M                f
  T   R   R  A A  MM MM               f f  t
  T   R   R A   A M M M  sss   ooo    f   ttt
  T   RRRR  A   A M M M s     o   o  fff   t
  T   R R   AAAAA M   M  sss  o   o   f    t
  T   R  R  A   A M   M     s o   o   f    t t
  T   R   R A   A M   M ssss   ooo    f     t
```

Ambühler & Müller

```
*************************************
*                                   *
*                                   *
*   A n l e i t u n g               *
*                                   *
*   z u m   A / D - W a n d l e r   *
*                                   *
*                                   *
*************************************
```

 COPYRIGHT by TRAMsoft Ambühler & Müller
Vervielfältigungen, auch auszugsweise, verboten

Inhaltsverzeichnis

Allgemeines iii

Garantie-Bedingungen iv

Anschluss . . . . . AD- 1

Software zum A/D-Wandler . . . . . AD- 2

Einlesen der Maschinen-Programme Variante a) . . . . . AD- 3

Aufzeichnen der Maschinen-Programme Variante a) . . . . . AD- 5

Einlesen der Maschinen-Programme Variante b) . . . . . AD- 6

Allgemeines zum Aufruf von Maschinen-Programmen . . . . . AD- 7

Aufruf Programm "Kanalwahl" . . . . . AD- 8

Aufruf Programm "Messwert einlesen" . . . . . AD- 9

Aufruf Programm "Ausgang löschen" AD-10

Aufruf Programm "Ausgang setzen" AD-11

Bestückung der Eingänge für Spannungsmessung AD-12

Bestückung der Eingänge für Strommessung AD-13

Kalibrierung des A/D-Wandlers AD-15

Anleitung zum Programm "Calibrate" AD-17

Technische Daten A-1

Datenblatt D-1

A l l g e m e i n e s
****

Zur Verarbeitung analoger Signale mit dem SHARP PC-1500/PC-1500A bietet TRAMsoft einen 8-Kanal 12-Bit-A/D-Wandler an. Um einen netzunabhängigen Betrieb zu gewährleisten, wurden ausschliesslich CMOS-Bauteile verwendet.

Der A/D-Wandler hat einen Grundbereich von -400 ... +400 mV bei einer Auflösung von 0.1 mV.
Der Bereich des Eingangs-Signals kann über Spannungsteiler oder Stromshunt für jeden Kanal separat gewählt werden.

Der Grundbereich wird mit einem Präzisions-Potentiometer vorkalibriert, die Endkalibrierung erfolgt durch die Software für jeden Kanal separat.

Die internen Speisespannungen des A/D-Wandlers (+5 V, -5 V, +9 V, Masse) sind auf den Anschluss-Stecker herausgeführt.
Auf Wunsch ist der A/D-Wandler mit einem TTL-Ausgang lieferbar, der zur Steuerung von Geräten benutzt werden kann. Belastbarkeit und Stecker-belegung siehe Anhang.

Der Datenaustausch zwischen Rechner und A/D-Wandler erfolgt über die mit-gelieferten Maschinen-Programme.

Die Kanalwahl und das Einlesen des Messwertes, sowie das Löschen und Setzen des TTL-Ausgangs erfolgen über den BASIC-Command CALL.

Wichtig

Damit der A/D-Wandler funktionieren kann, muss im PC-1500/PC-1500A eine Drahtbrücke eingelötet werden. Wurde diese Modifikation nicht bereits vorgenommen, so muss der Rechner an den Händler eingesandt werden.

Garantie-Bedingungen

Garantie-Leistungen:	Die Garantie erstreckt sich auf die Ausbesserung, bzw. den Ersatz defekter Bauteile sowie die Nachbesserung der Software im Rahmen der in dieser Anleitung beschriebenen Spezifikationen.
Garantie-Dauer:	6 Monate ab Rechnungsdatum
Einschränkungen:	Der Garantie-Anspruch wird abgelehnt bei: - Manipulationen am A/D-Wandler - unsachgemässem Betreiben des A/D-Wandlers, insbesondere beim Anschluss zu hoher Eingangs-Signale oder bei Ueberlastung der Speisespannung

*** Die Haftung für sämtliche Folgeschäden, die durch den ***
*** A/D-Wandler selbst oder durch dessen Anwendung verursacht ***
*** werden, wird ausdrücklich abgelehnt. ***

Anschluss des A/D-Wandlers

Verbindung PC-1500 - A/D-Wandler

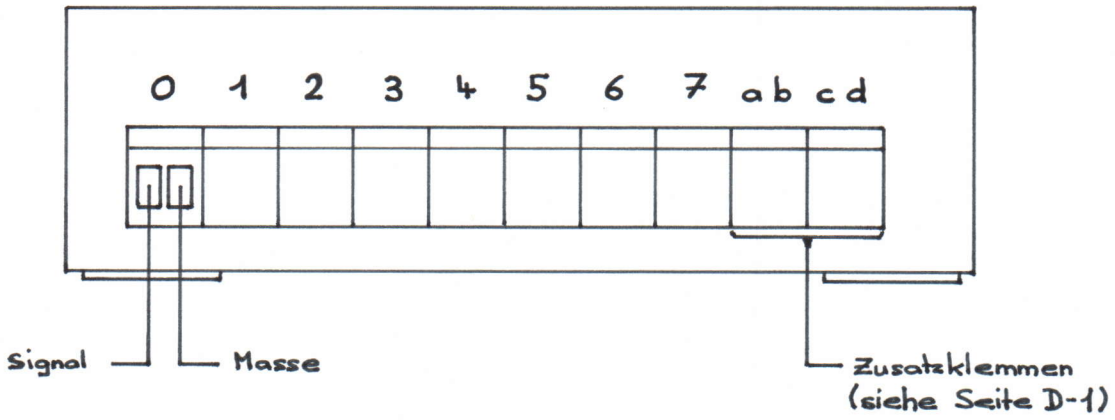
Die Verbindung erfolgt über den 60-poligen Peripherie-Stecker direkt zum SHARP PC-1500/PC-1500A, zum SHARP CE-150 oder zur TRAMsoft Expansions-Box.

Verbindung A/D-Wandler - Analog-Signal

Die 8 Analog-Signale werden über die steckbaren Schraubklemmen zugeführt. Die Masse-Leitungen (ground) sind am Stecker für jeden Kanal separat herausgeführt, sie haben aber alle das Masse-Potential des Rechners (Die Eingänge sind nicht potentialfrei).

Es besteht keine galvanische Trennung zwischen dem Rechner und den Analog-Signalen.

Gegen die Rückseite des Wandlers betrachtet, ist jeweils der rechte Anschluss des Zweiersteckers auf Masse-Potential.



Software zum A/D-Wandler

Zum A/D-Wandler werden folgende Programme mitgeliefert:

- Maschinen-Programme für Daten-Austausch zwischen Rechner und Wandler: "Kanalwahl", "Messwert einlesen", "Ausgang löschen", "Ausgang setzen".

- Programm zur Bestimmung der Kalibrierungsfaktoren.

Die Maschinen-Programme werden in zwei Versionen geliefert:

a) als Maschinen-Programm; Programmname "A/D-Wandler.OBJ"

b) als BASIC-Programm, d.h. die Maschinen-Programme sind als REM-Zeilen in ein BASIC-Programm integriert; Programmname "A/D-Wandler.BAS"

Die Variante a) ist geeignet für Anwendungen mit dem SHARP PC-1500A. Dieses Modell ist mit einem speziellen Speicher für Maschinen-Programme ausgerüstet (Adressbereich &7C01 ... &7FFF).

Die Variante b) kann sowohl mit dem SHARP PC-1500 als auch mit dem PC-1500A benutzt werden.

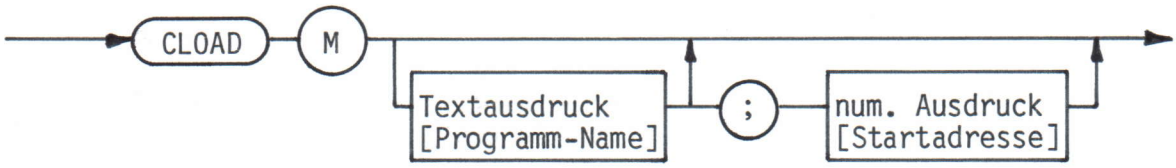
Bemerkung

Adressangaben und Zahlenwerte mit vorangestelltem "&" sind hexadezimal.

Einlesen der Maschinen-Programme Variante a)

Ein Maschinen-Programm wird mit dem BASIC-Command CLOAD eingelesen.

Syntax



Parameter Beschreibung:

- [Programm-Name]: Name des Maschinen-Programms, welches eingelesen werden soll.
- [Startadresse]: Adresse, ab welcher das Maschinen-Programm in den Speicher abgelegt werden soll. Wird keine Startadresse angegeben, so wird das Programm in den selben Adressbereich eingelesen, ab welchem es aufgezeichnet wurde.

Auf der beiliegenden Cassette wurden die vier Maschinen-Programme mit dem Programmnamen "A/D-Wandler.OBJ" ab der Adresse &7C01 ... &7C4D aufgezeichnet.

Mit der folgenden Anweisung können die Programme auf den gleichen Adressbereich eingelesen werden:

CLOAD M (ENTER) oder CLOAD M"A/D-Wandler.OBJ" (ENTER)

Damit ergeben sich folgende Startadressen für den Aufruf der Maschinen-Programme (Standard-Startadressen):

"Kanalwahl":	&7C01
"Messwert einlesen":	&7C08
"Ausgang löschen":	&7C40
"Ausgang setzen":	&7C47

Sollen die Maschinen-Programme auf einen anderen Adressbereich eingelesen werden, so muss die Startadresse angegeben werden.
Mit der folgenden Anweisung werden die Programme auf den Adressbereich &7E80 ... &7ECC eingelesen:

```
CLOAD M&7E80 (ENTER)    oder    CLOAD M"A/D-Wandler.OBJ";&7E80 (ENTER)
```

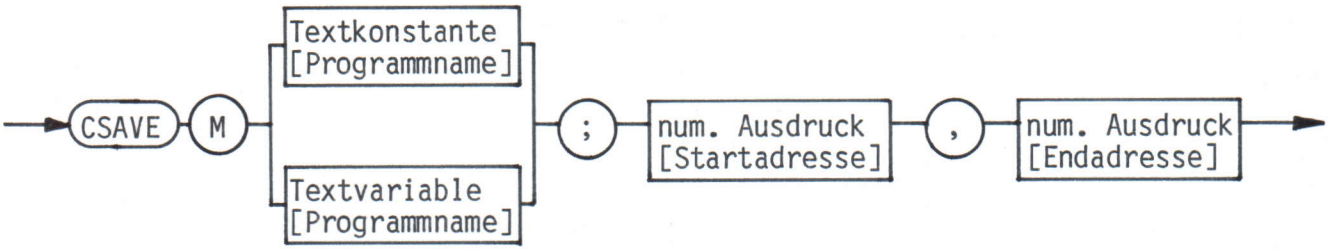
Die Startadressen für den Aufruf der Maschinen-Programme werden wie folgt berechnet (Adressen für Startadresse &7E80 in Klammern):

"Kanalwahl":	Startadresse	(&7E80)
"Messwert einlesen":	Startadresse + 7	(&7E87)
"Ausgang löschen":	Startadresse + &3F	(&7EBF)
"Ausgang setzen":	Startadresse + &46	(&7EC6)

Aufzeichnen der Maschinen-Programme Variante a)

Ein Maschinen-Programm wird mit dem BASIC-Command CSAVE aufgezeichnet.

Syntax



Parameter Beschreibung:

- [Programmname]: Name, unter dem das Maschinen-Programm auf Band aufgezeichnet werden soll.
- [Startadresse]: Adresse, ab welcher das Programm auf Band aufgezeichnet werden soll.
- [Endadresse]: Adresse, bis zur der das Programm aufgezeichnet werden soll.

Beispiel

Mit der folgenden Anweisung kann das Maschinen-Programm im Adressbereich &7C01 bis &7C4D aufgezeichnet werden:

```
CSAVE M"A/D-Wandler.OBJ";&7C01,&7C4D (ENTER)
```

Bemerkung

Beim Einlesen und Aufzeichnen können die vier Maschinen-Programme als ein Programm betrachtet werden, da sie unmittelbar hintereinander liegen.

Einlesen der Maschinen-Programme Variante b)

Die Maschinen-Programme können wie gewöhnliche BASIC-Programme mit CLOAD oder MERGE eingelesen werden:

CLOAD (ENTER) oder CLOAD "A/D-Wandler.BAS" (ENTER) bzw.

MERGE (ENTER) oder MERGE "A/D-Wandler.BAS" (ENTER)

Die Maschinen-Programme befinden sich auf den Zeilen 1,2 und 3. Werden diese Zeilen in die Anzeige gebracht oder auf dem CE-150 ausgedruckt, so entstehen wirre Zeichen, siehe nachfolgendes Listing:

Die Subroutine "K" auf Zeile 10 berechnet die Startadressen für die vier Maschinen-Programme. Sie muss deshalb unbedingt vor dem ersten Aufruf eines Maschinen-Programmes durchlaufen werden ! Sie muss aber nur einmal aufgerufen werden.

Nach dem Aufruf des Unterprogramms auf Zeile 10 enthalten:

C1: Startadresse "Kanalwahl"
C2: Startadresse "Messwert einlesen"
C3: Startadresse "Ausgang löschen"
C4: Startadresse "Ausgang setzen"

WICHTIG

- Das BASIC-Programm kann sich an einer beliebigen Stelle im Speicher befinden, die REM-Zeilen müssen aber immer an Anfang des Programm-Moduls stehen.

- Bevor ein Maschinen-Programm aufgerufen werden kann, müssen die Startadressen C1 ... C4 mit Hilfe des Unterprogramms auf Zeile 10 berechnet werden.

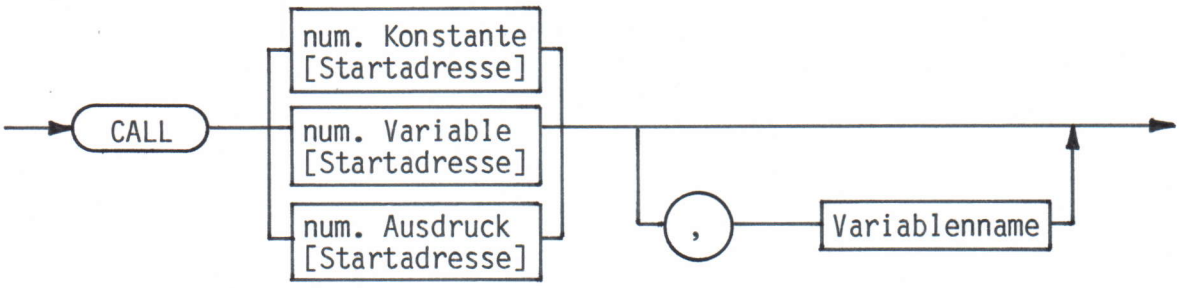
- Die Maschinen-Programme können wie ein gewöhnliches BASIC-Programm mit CSAVE aufgezeichnet werden.

- Die REM-Zeilen mit den Maschinen-Programmen können über die Schnittstelle SHARP CE-158 nicht ausgedruckt werden.

Allgemeines zum Aufruf von Maschinen-Programmen
****

Maschinen-Programme werden mit dem BASIC-Command CALL aufgerufen.

Syntax



[Startadresse] bezeichnet den Beginn des entsprechenden Maschinen-Programmes.

Zwischen einem BASIC- und einem Maschinen-Programm können in einer Variablen Daten übergeben werden. Ob und in welcher Richtung ein Datenaustausch stattfindet, hängt vom Maschinen-Programm ab.
Die Daten können in einer Festvariablen, einer Zweizeichen-Variablen oder in einem Element einer DIM-Variablen übergeben werden.

Definitionen

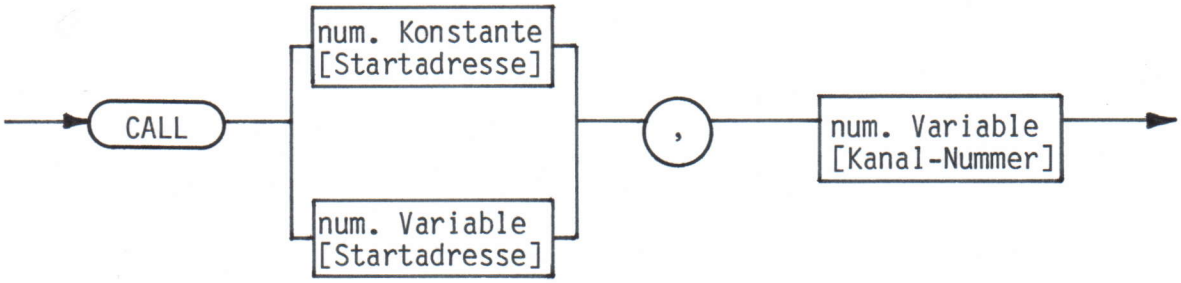
Festvariablen:	A ... Z und A$ ... Z$
Zweizeichen-Variablen:	XX, C1, AB$ usw.
DIM-Variablen:	A(3,2), KB(7), C$(1,2) usw.

```
***  WARNUNG: Im Umgang mit dem BASIC-Command CALL ist äusserste  ***
***           Sorgfalt geboten. Eine falsche Startadresse kann    ***
***           zum Abstrurz des Rechners und dadurch zum Verlust   ***
***           von Programm und Daten führen.                      ***
```

Aufruf Programm "Kanalwahl"

Dieses Programm schaltet den A/D-Wandler auf den in der Variablen angegebenen Kanal.

Syntax



Parameter Beschreibung:

- [Startadresse]: Startadresse des Maschinen-Programmes "Kanalwahl" (siehe Einlesen der Maschinen-Programme).
- [Kanal-Nummer]: Nummer des Kanals, dessen Signal dem A/D-Wandler zugeführt werden soll.
  Enthält die Variable einen Zahlenwert im Bereich 0 ... 7, so wird der entsprechende Kanal angewählt, enthält sie den Wert 8, so werden alle Kanäle abgeschaltet.
  Der Inhalt der Variablen bleibt unverändert.

Hinweis: Um nach dem Umschalten auf einen anderen Kanal ein stabiles Eingangssignal sicherzustellen, sollte der Messwert nicht unmittelbar nach der Kanalwahl eingelesen werden. Befinden sich im Programmablauf keine Anweisungen zwischen dem Aufruf "Kanalwahl" und dem Aufruf "Messwert einlesen", so sollte folgende Sequenz eingehalten werden: "Kanalwahl":WAIT 10:PRINT :"Messwert einlesen"

Beispiele:

Variante a): Standard-Startadressen: C=2:CALL &7C01,C (wählt Kanal 2)

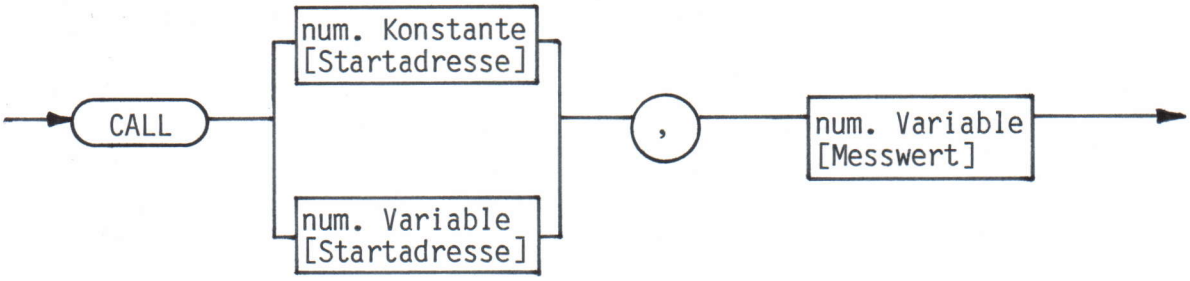
Andere Startadresse: KA=0:CALL &7E80,KA (wählt Kanal 0)

Variante b): zuerst GOSUB "K"
dann K=1:CALL C1,K (wählt Kanal 1)

Aufruf Programm "Messwert einlesen"

Dieses Programm liefert den vom A/D-Wandler bestimmten Messwert in der angegebenen Variablen.

Syntax



Parameter Beschreibung:

- [Startadresse]: Startadresse des Maschinen-Programmes "Messwert einlesen" (siehe Einlesen der Maschinen-Programme).
- [Messwert]: Zahlenwert im Bereich -4095 ... +4095. Ein Zahlenwert ausserhalb dieses Bereiches bedeutet, dass der Eingang übersteuert ist (overrange).

Hinweis

Das Maschinen-Programm "Messwert einlesen" übernimmt die Synchronisation zwischen dem Rechner und dem A/D-Wandler.
Fehlt aus irgend einem Grund das Bereit-Signal des Wandlers, oder ist dieser nicht angeschlossen, so bleibt das Programm in der Warteschleife hangen. In diesem Fall ist es möglich, den Rechner mit BREAK zu stoppen.
Der Zahlenwert in der Variablen "Messwert" ist nach BREAK ungültig.

Beispiele:

Variante a): Standard-Startadressen: CALL &7C08,X (Messwert in X)

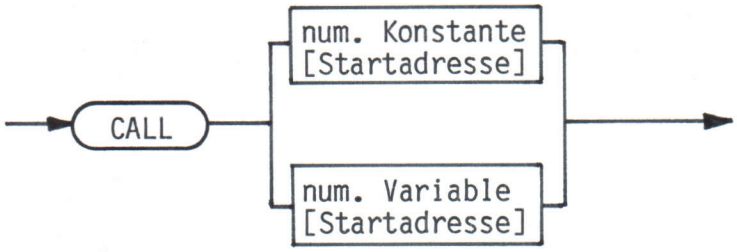
Andere Startadressen: CALL &7E87,MW(2) (Messwert in MW(2))

Variante b): zuerst GOSUB "K"
dann CALL C2,M (Messwert in M)

Aufruf des Programm "Ausgang löschen"

Dieses Programm setzt den TTL-Ausgang auf "Tief" (max. 0.4 V).

Syntax



Parameter Beschreibung: - [Startadresse]: Startadresse des Maschinen-Programmes "Ausgang löschen" (siehe Einlesen des Maschinen-Programmes).

Hinweis

Diese Programm ist nur wirksam, wenn der A/D-Wandler mit einem TTL-Ausgang ausgerüstet ist (siehe Belegung der Zusatzklemmen im Datenblatt).

Beispiele

Variante a): Standard-Startadressen: CALL &7C40 (Ausgang wird gelöscht)

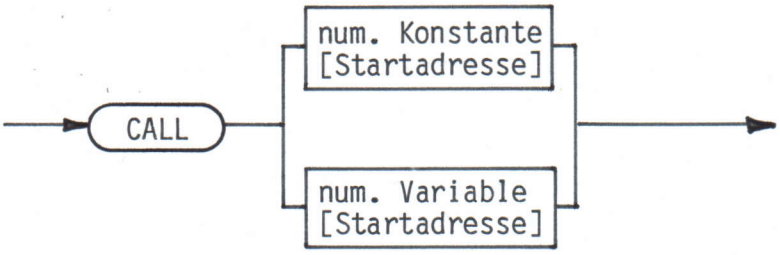
Andere Startadressen: CALL &7EBF (Ausgang wird gelöscht)

Variante b) zuerst GOSUB "K"
dann CALL C3 (Ausgang wird gelöscht)

Aufruf des Programm "Ausgang setzen"

Dieses Programm setzt den TTL-Ausgang auf "Hoch" (min. 2.4 V).

Syntax



Parameter Beschreibung: - [Startadresse]: Startadresse des Maschinen-Programmes "Ausgang setzen" (siehe Einlesen des Maschinen-Programmes).

Hinweis

Diese Programm ist nur wirksam, wenn der A/D-Wandler mit einem TTL-Ausgang ausgerüstet ist (siehe Belegung der Zusatzklemmen im Datenblatt).

Beispiele

Variante a): Standard-Startadressen: CALL &7C47 (Ausgang wird gesetzt)

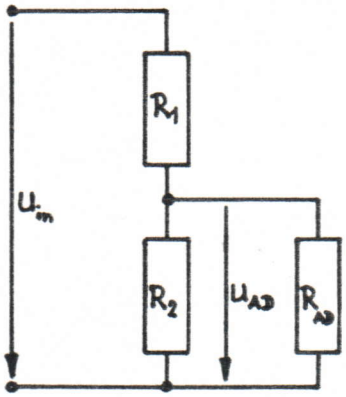
Andere Startadressen: CALL &7EC6 (Ausgang wird gesetzt)

Variante b) zuerst GOSUB "K"
dann CALL C4 (Ausgang wird gesetzt)

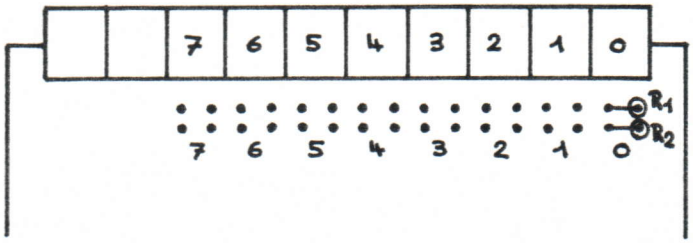
Bestückung der Eingänge für Spannungsmessung
****

Das Eingangssignal wird dem A/D-Wandler über einen Spannungsteiler zugeführt. Dabei bestimmt das Verhältnis des Spannungsteilers den Eingangsbereich des entsprechenden Kanals.

Schema



Bestückungsplan



Voraussetzungen:
- U_{AD} = -0.4 ... +0.4 V (Messbereich des A/D-Wandlers)
- R_{AD} = mindestens 1 GOhm
- R_2 = mindestens 4000 mal kleiner als R_{AD}, also maximal 250 kOhm
- R_1 = maximal 10 MOhm, da sonst Leckströme das Messergebnis beeinflussen können.

Unter diesen Voraussetzungen gilt:

$$\frac{U_{in}}{U_{AD}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} \quad \text{oder} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{U_{in}}{U_{AD}} - 1$$

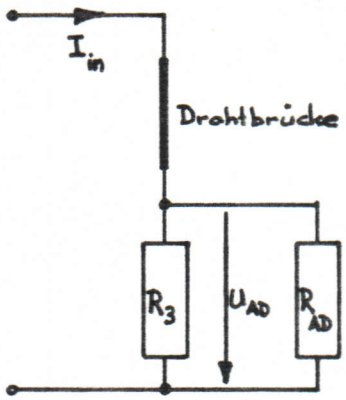
Daraus folgt:

$$R_1 = \left(\frac{U_{in}}{U_{AD}} - 1\right) * R_2$$

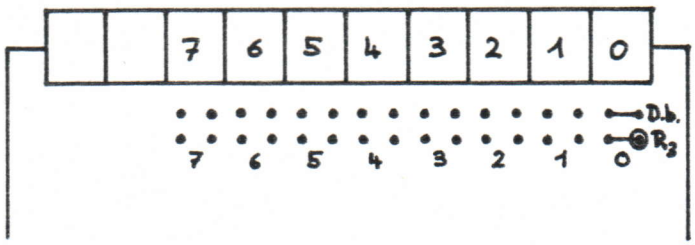
Bestückung der Eingänge für Strommessung
****

Das Eingangssignal erzeugt über einem Widerstand einen Spannungsabfall, der vom A/D-Wandler gemessen wird. Dabei bestimmt der Widerstand den Eingangsbereich des entsprechenden Kanals.

Schema



Bestückungsplan



Voraussetzungen:
- U_{AD} = -0.4 ... +0.4 V (Messbereich des A/D-Wandlers)
- R_{AD} = mindestens 1 GOhm
- R_3 = mindestens 4000 mal kleiner als R_{AD}, also maximal 250 kOhm

Unter diesen Voraussetzungen gilt:

$$U_{AD} = I_{in} * R_3$$

Daraus folgt:

$$R_3 = \frac{U_{AD}}{I_{in}}$$

Beispiele zur Berechnung der Eingangswiderstände

1) Spannungsmessung

Annahme: Der gewünschte Messbereich sei -1 ... +1 V, d.h. die Nennspannung U_{in} beträgt 1V.
R_2 sei 250 kOhm.

$$R_1 = (\frac{1}{0.4} - 1) * 250'000 = 375'000 \text{ Ohm}$$

Da dies kein günstiger Wert ist (nicht in der Standard-Reihe enthalten), muss durch Ausprobieren eine günstige Kombination gefunden werden, z.B. R_2 = 100 kOhm, R_1 = 150 kOhm.

Empfohlene Spannungsteiler:

U_{in}	0.4 V	5 V	12 V	24 V	400 V
R_1	0*	1.5 MOhm	1.8 MOhm	1.3 MOhm	10 MOhm
R_2	offen*	130 kOhm	62 kOhm	22 kOhm	10 kOhm

*) Soll der A/D-Wandler in seinem Grundbereich betrieben werden, so muss anstelle von R_1 eine Drahtbrücke eingesetzte und R_2 weggelassen werden.

1) Strommessung

Annahme: Der gewünschte Messbereich sei -10 mA ... +10 mA, d.h. der Nennstrom I_{in} beträgt 10 mA.

$$R_3 = \frac{0.4}{0.01} = 40 \text{ Ohm}$$

Empfohlene Stromshunt:

I_{in}	4 µA	20 mA	400 mA
R_3	100 kOhm	20 Ohm	1 Ohm

Kalibrierung des A/D-Wandlers
****

Die Kalibrierung des A/D-Wandlers erfolgt einerseits für den Grundbereich durch ein Präzisions-Potentiometer, anderseits für jeden Kanal separat durch die Software.

Der Grundbereich wird vor der Auslieferung kalibriert und sollte nicht mehr verändert werden.

Die Kalibrierung der einzelnen Kanäle ist erst möglich, wenn der Messbereich festgelegt und die Eingänge entsprechend bestückt sind.
Wird der A/D-Wandler für bestimmte Messbereiche bestellt, so werden die Kalibrierungsfaktoren vor der Auslieferung ermittelt und im Datenblatt D-1 aufgeführt.
Werden die Eingänge nachträglich bestückt, oder soll der Messbereich geändert werden, so müssen die Kalibrierungsfaktoren für diese Kanäle neu bestimmt werden. Dazu kann das Programm "Calibrate.BAS" auf der beiliegenden Cassette verwendet werden (siehe Anleitung zum Programm "Calibrate").

Die einzelnen Kanäle werden kalibriert, indem pro Kanal ein Faktore ermittelt wird, mit welchem der vom A/D-Wandler gelieferte Wert multipliziert werden muss, um den effektiven Wert zu erhalten. Mit dem Skalierungsfaktor wird der korrigierte Messwert auf die gewünschte Einheit umgerechnet.
Dazu können zwei DIM-Variablen mit je 8 Elementen angelegt werden, welche zu jedem Kanal die entsprechenden Faktoren beinhalten.

Es gilt folgende Beziehung:

$$Xeff = Xad * KB(n) * KS(n)$$

wobei: Xeff = effektiver Messwert
Xad = Messwert des A/D-Wandlers
KB(n) = Kalibrierungsfaktor des entsprechenden Kanals
KS(n) = Skalierungsfaktor des entsprechenden Kanals (Formfaktor)
n = Nummer des entsprechenden Kanals

Der Kalibrierungsfaktor KB(n) korrigiert die Abweichung des Messwertes durch die Toleranz der Bauteile.

Es gilt: $KB(n) = 4000 / Xad$

wobei: Xad = Messwert des Wandlers bei Signal auf Nennwert

Mit dem Umrechnungsfaktor KS(n) wird der korrigierte Messwert auf die gewünschte Einheit umgerechnet.

Es gilt: $KS(n) = Xnenn / 4000$

wobei: Xnenn = Nennwert des Messbereichs in der gewünschten Einheit

Beispiel zur Bestimmung der Kalibrierungs- und Skalierungsfaktoren

Kanal 3 ist für den Messbereich -10 ... +10 V bestückt worden, d.h. der Nennwert Xnenn des Kanals beträgt 10 V.

Der Kalibrierungsfaktor KB(3) wird nun wie folgt bestimmt:

Am Kanal 3 des A/D-Wandlers wird eine Spannung von exakt +10 V angelegt und der vom A/D-Wandler gemessene Wert eingelesen. Dieser sollte nun im Bereich 3900 ... 4095 liegen. Wenn nicht, so sollte die Berechnung der Eingangswiderstände und die Bauelemente selbst überprüft und korrigiert werden, bis der Messwert im genannten Bereich liegt.

Wird beispielsweise der Wert 3989 eingelesen, so hat der Kalibrierungsfaktor folgenden Wert:

KB(3) = 4000 / 3989 = 1.0028

Soll nun der Messwert in der Einheit Volt angezeigt werden, so muss obiges Resultat mit folgendem Skalierungsfaktor multipliziert werden:

KS(3) = 10 / 4000 = 0.0025

Wird nun vom A/D-Wandler der Wert 2857 eingelesen, so entspricht dies einer Spannung von 7.16 V,

nämlich 2857 * 1.0028 * 0.0025 = 7.16

Hinweis:

Da der Wandler im Bereich -4095 ... +4095 funktioniert, was einem Grundbereich von -409.6 ... +409.6 mV entspricht, kann das Eingangssignal den Nennbereich bis zu 2.5% überschreiten, ohne dass der Wandler dadurch übersteuert würde.

Bedienungs-Anleitung zum Programm CALIBRATE
****

Programm-Start

Das Programm wird mit der Tastenfolge "DEF" "K" gestartet.

Frage "Kanal kalibrieren ?"

Soll der angegebene Kanal kalibriert werden, so muss "J" "ENTER" eingegeben werden, wenn nicht kann mit "ENTER" zum nächsten Kanal übergegangen werden.

Aufforderung "Max. Signal anlegen !"

Erscheint diese Aufforderung in der Anzeige des Rechners, so ist das maximale Signal (Spannung oder Strom) am entsprechenden Kanal anzulegen.
Ist ein Kanal für den Bereich +-10 V ausgelegt, so ist eine Referenz-Spannung von +10 V anzulegen.

WICHTIG: Von dieser Referenz-Spannung hängt die Genauigkeit des A/D-Wandlers ab.

Ist das Referenz-Signal angelegt, so wird der Programm-Ablauf mit "ENTER" fortgesetzt.

Kalibrierung

Der Kalibrierungsfaktor wird bestimmt, indem 10 mal der Messwert des am entsprechenden Kanal angelegten Signals eingelesen wird. Ist der Messwert ausserhalb des Bereichs 3900 ... 4095, so wird die Meldung "Kalibr. unmöglich !" angezeigt. Der Programmablauf kann mit "ENTER" fortgesetzt werden. In diesem Fall wird nochmals derselbe Kanal abgefragt.
Liegt der Messwert innerhalb des genannten Bereichs, so wird der Kalibrierungsfaktor wie folgt bestimmt: f = 4000/durchschn. Messwert.

Danach werden nochmals 10 Messwerte eingelesen und mit dem Kalibrierungsfaktor multipliziert. Liegt der errechnete Wert ausserhalb des Bereichs 3998 ... 4002, so wird die Meldung "Signal unstabil !" angezeigt.
Der Programmablauf kann mit "ENTER" fortgesetzt werden. In diesem Fall wird nochmals derselbe Kanal abgefragt.
Liegt der errechnete Wert innerhalb des genannten Bereichs, wird die Meldung "Kalibrierung ok !" kurz angezeigt, danach erscheint der ermittelte Kalibrierungsfaktor in der Anzeige.
Der Programmablauf kann mit "ENTER" fortgesetzt werden. Sind alle 8 Kanäle behandelt, so erscheint in der Anzeige das BASIC-Bereitschaftszeichen, andernfalls wird der nächste Kanal abgefragt.

Die Kalibrierungsfaktoren werden in der DIM-Variablen KB(0) ... KB(7) gespeichert. Eine bereits bestehende Variable mit diesem Namen wird nicht gelöscht. Dadurch ist es möglich, einzelne Kanäle zu kalibrieren, ohne bestehende Faktoren anderer Kanäle zu verändern.

```
*****************************************************************************
*****************************************************************************
**                                                                         **
**   TRAMsoft Ambuehler & Mueller                                          **
**   Ruemelbachstrasse 52, 8153 Ruemlang                                   **
**                                                                         **
*****************************************************************************
**                                                                         **
**   C A L I B R A T E   V 1 . 0                                           **
**   ===========================                                           **
**                                                                         **
*****************************************************************************
**                                                                         **
**   Ruemlang, den 29.04.84                                                **
**                                                                         **
*****************************************************************************
*****************************************************************************
```

```
  1 REM *** maschinen-programm "kanal-wahl" ***
  2 REM *** maschinen-programm "messwert einlesen" ***
  3 REM *** maschinen-programm "RESET setzen und loeschen" ***
 10 "K"CLS :C1=256*PEEK &7869+PEEK &786A+5:C2=C1+&D:C3=C2+&3E:C4=C3+7
100 ON ERROR GOTO 120
110 DIM KB(7)
120 ON ERROR GOTO 0:CH=0
130 CLS :WAIT 0:PRINT "Kanal";CH;" kalibrieren ";
140 WAIT :INPUT A$:IF A$="J"THEN 160
150 GOTO 320
160 CLS :WAIT :PRINT CH;": Max. Signal anlegen !"
200 CALL C1,CH:S=0:WAIT 0:PRINT CH;": Kalibrierung im Gang"
210 FOR I=1TO 10:CALL C2,X:S=S+X:NEXT I
220 S=S/10:IF (S<3900)OR (S>4100)THEN 400
230 KB(CH)=4000/S
240 S=0
250 FOR I=1TO 10:CALL C2,X:S=S+X:NEXT I
260 S=S/10*KB(CH):IF (S<3998)OR (S>4002)THEN 500
300 BEEP 1:WAIT 100:PRINT CH;": Kalibrierung ok !"
310 WAIT :PRINT CH;": Faktor =";KB(CH)
320 CH=CH+1:IF CH<=7THEN 130
330 END
400 BEEP 3:WAIT :CLS :PRINT CH;": Kalibr. unmoeglich !"
410 GOTO 130
500 BEEP 3:WAIT :CLS :PRINT CH;": Signal unstabil !"
510 GOTO 130
```

date = 42911.5514

psize = 725

Technische Daten

Maximale Betriebsbedingungen

Speisung -0.3 ... +6 V
Digital In -0.3 ... Speisung + 0.3 V
Temperatur 0 ... 70°C

Analog-Eingänge bei eingeschaltetem Rechner:
Spannung: +- 10*Eingangsbereich, maximal +- 400 V
Strom: +- 10*Eingangsbereich, maximal +- 400 mA

Analog-Eingänge bei ausgeschaltetem Rechner:
Spannung: +- Eingangsbereich
Strom: +- Eingangsbereich

Empfohlene Betriebsbedingungen

Speisung +5 V +-10%
Digital In 0 V ... Speisung
Temperatur 0 ... 40°C
Analog In Spannung oder Strom im Eingangsbereich (siehe Datenblatt)

Maximale Belastung der Speisespannungen

Spannung +5 V: +10 mA
Spannung -5 V: -10 mA
Spannung +9 V: +5 mA
Gesamtbelastung aller drei Spannungen: 15 mA
(Steckerbelegung siehe Datenblatt)

Spezifikationen (5V, 25°C, Grundbereich, sofern nichts anderes angegeben)

	Min	Typ	Max	Einheit
Grundbereich		409.6		mV
Auto Zero	0	0	0	
Linearitäts-Fehler	-2	+-0.2	+2	Digit
Symmetrie-Fehler	-2	+-0.2	+2	Digit
Eingangswiderstand	1			Giga-Ohm
Temperatur-Koeffizient (0 ... 40°C)*		25	60	ppm/°C
Wandlungsrate		6		1/sec
Speisestrom		4	10	mA
V In low			1.0	V
V In high	3.5			V
V Out low (I Last = 1 mA)		0.2	0.4	V
V Out high (I Last = -0.1 mA)	3.5	4.3		V
Zugriffszeit		250	400	nsec

* niedrigerer Temperatur-Koeffizient auf Anfrage lieferbar.

Datenblatt zu A/D-Wandler Nr. _____
****

Adressbereich des A/D-Wandlers: _____

Datum der Kalibrierung der Hardware: _____

Garantierter Temperatur-Koeffizient: _____

Anschlussbelegung der Zusatz-Klemmen:

Klemme a: _____

Klemme b: _____

Klemme c: _____

Klemme d: _____

Eingangsbereiche und Kalibrierungsfaktoren der 8 Kanäle:

Kanalnummer	Eingangsbereich	Kalibrierungsfaktor
0	_____	_____
1	_____	_____
2	_____	_____
3	_____	_____
4	_____	_____
5	_____	_____
6	_____	_____
7	_____	_____