

Dr.K.Witmer Elektronik AG

IEEE-Option zu den Stromversorgungen
der Reihe TI

Ausgabe 1

1.	<u>Allgemeines</u>	1
1.1	Gerätebeschreibung	1
1.2	Zubehör	2
1.3	Bestimmungen	2
1.3.1	Garantiebestimmungen	2
1.3.2	Technischer Stand	2
1.4	Technische Daten	3
2.	<u>Installation</u>	5
2.1	Montage	5
2.2	Controller-Anschluss	8
3.	<u>Bedienungsanleitung</u>	9
3.1	Allgemeines	9
3.2	Bedienung Interface	11
3.2.1	Geräteadressierung	11
3.2.2	Datenausgabe an TI-Gerät	12
3.2.3	Meldungsaufbau bei Datenausgabe	13
3.2.4	Datenabfrage vom TI-Gerät	16
3.2.5	Gerätezustands-Code	17
3.2.6	Signalisierung einer Zustandsmeldung	19
3.2.7	Spezielle Funktionen	19
3.3	Verhalten der Stromversorgung	21
3.3.1	Einschaltzustand	21
3.3.2	Spannungs-/Stromprogrammierung	21
3.3.3	Betriebszustands-Ueberwachung	22
3.3.4	Programmiergeschwindigkeit	25
4.	<u>Funktionsbeschreibung</u>	27
4.1	Hardware	27
4.2	Software	27
4.3	Blockschaltbild	28
4.4	IEEE-Bus-Anpassung	29
4.5	Ausgangsschaltung	30
5.	<u>Service-Hinweise</u>	32
5.1	Aufbau	32
5.2	Abgleichhinweise	32
6.	<u>Anhang</u>	
	Diverse Schemas, Programmierbeispiele	

1. Allgemeines

1.1 Gerätebeschreibung

Die IEEE-Interface Baugruppe stellt eine zusätzliche, einbaubare Einheit dar, die es ermöglicht, die Stromversorgung der Reihe TI mittels Normschnittstelle zu steuern und zu überwachen. Diese Einheit wurde speziell für den Einsatz in automatisierten Testsystemen/Prüfeinrichtungen entwickelt.

Die eigentliche "Bedienung" erfolgt durch ein rückseitig an die Stromversorgung angeschlossenes, übergeordnetes Gerät (Testsystem, Computer, Controller). Dieser Geräteanschluss besteht aus einer Normschnittstelle (IEEE/IEC), welche Bestandteil der Interface-Baugruppe ist. Mit dem übergeordneten Gerät (im folgenden Controller genannt) kann bei der galvanisch getrennten Stromversorgung grundsätzlich Strom und Spannung gesteuert und überwacht werden. Durch den Einsatz eines Mikroprozessors kann ein übersichtlicher, anpassungsfähiger Meldungsaufbau auf Seite des Controllers erreicht werden.

1.2 Zubehör

Die normale Lieferung einer IEEE-Interface-Baugruppe umfasst folgende Zubehörteile:

- 1 Flachbandkabel mit IEEE-Stecker, Länge 345 mm
- 1 Zweiadriges Kabel mit lötbaren Enden, Länge 160 mm
- 1 Bedienungsanleitung

Für den Anschluss an einen Controller sind folgende Verbindungskabel lieferbar: (Standardlänge 1 m, andere Längen auf Anfrage)

			<u>Art.-Nr.</u>
ATEZ 100	Uebergangsstecker	IEC-IEEE	20109020
ATEZ 101	Verbindungskabel	IEC-IEC	20109021
ATEZ 102	Verbindungskabel	IEC-IEEE	20109022
ATEZ 103	Verbindungskabel	IEEE-IEEE	20109023

1.3 Bestimmungen

1.3.1 Garantiebestimmung

Die Garantieleistung unserer Geräte erstreckt sich auf Fabrikations- und Materialfehler während 2 Jahren ab Lieferdatum. Eine kostenlose Reparatur oder Austausch der Bauteile erfolgt nur nach Feststellung des Defekts in unserer Service-Abteilung. Der Versand defekter Geräte oder Geräteteile an unsere Anschrift geht zu Lasten des Absenders.

Die Garantie gibt keinesfalls Anspruch auf Austausch des kompletten Gerätes oder Erstattung des Kaufpreises. Schadenersatz oder Verlustzinsen bei längerer Reparaturzeit können nicht gewährt werden. Unsachliche Bedienung sowie mehrmalige Nacheichung der Geräte durch Alterung der Bauelemente werden als Garantieanspruch nicht anerkannt.

1.3.2 Technischer Stand

Technische Änderungen bleiben dem Hersteller jederzeit vorbehalten.

1.4 Technische Daten

max. Programmier-Geschwindigkeit	500Hz
Galvanische Trennung gegenüber dem Gehäuse und anderen Ausgangspaaren	300V
<u>Analogausgänge U/I</u>	
Ausgangsspannungsbereich	0...+10,24V
Ausgangsimpedanz	typ. 1 Ohm
Max. Belastung	<u>±</u> 10mA
Anstiegsgeschwindigkeit	0,2V/us
typ. Temperaturdrift	25 ppm/°C
Wandler-Auflösung	12 Bit = 0,025% FS = 2,5mV/Step
Max. Nichtlinearität	<u>±</u> 1 LSB = 2,5mV
Nullpunktgenauigkeit	1mV
Programmiergenauigkeit	0,05%
<u>Analogeingänge RU/RI</u>	
Zulässige Eingangsspannung	-15V...+15V
Eingangsimpedanz (Pull up)	470 k Ohm
<u>Digitalausgänge (A0...A3)</u>	
Pegel	0...12V
Art	O.C.
Sink Current	max. 200mA
<u>Digitaleingänge (D0...D1)</u>	
Pegel	0...12V
Eingangswiderstand (Pull up)	22 k Ohm
Schalt-Schwelle	3,2V

Speisespannungen:	9 VAC; 0,7 A <u>+ 15 VAC; je 0,2 A</u>
Umgebungstemperatur:	0°...40°C
Kühlung:	Luftkonvektion
Abmessungen H x B x T:	100 x 183 x 42 mm
Gewicht:	300 g
Isolationswiderstand Stromversorgung auf Erde:	typ. 1G Ohm
Spannungsfestigkeit Schnittstelle gegen Gehäuse:	100 VDC
Spannungsfestigkeit Stromversorgung gegen Gehäuse:	300 VDC
Schnittstelle:	IEEE-488 (IEC-625)
Programmierung:	ASCII-Charakter in Absolutwerte von Null bis Maximalwerte der Stromversorgung

2. Installation

2.1 Montage

Die IEEE-Interface Baugruppe ist für den Einbau in eine Witmer-Stromversorgung der Reihe TI konzipiert.

Für einen einfachen Einbau empfiehlt es sich, Boden- und Deckblech der Stromversorgung zu entfernen.

Der Einbau der Baugruppe ist wie folgt vorzunehmen:

1. Das mitgelieferte, zweiadrige Kabel für die Bus-seitige Speisespannung an die Lötösen des Transformators anlöten (siehe Fig. 2.1). Die Polarität ist unwichtig.

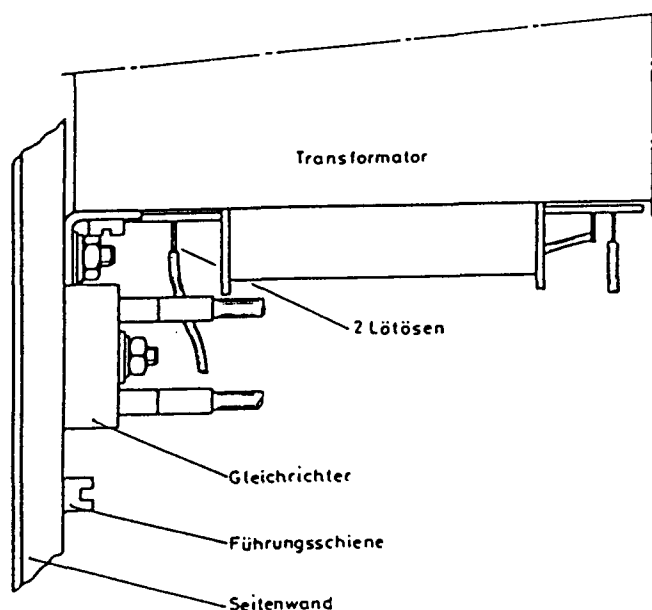


Fig. 2.1 Speisungs-Anschluss
(Stromversorgung von oben betrachtet)

2. An der Rückwand der Stromversorgung befindet sich eine Abdeckung mit der Aufschrift "REMOVE THIS LABEL WHEN INSTALLING THE IEEE-BUS-OPTION". Diese Abdeckung muss entfernt werden.
3. Das mitgelieferte Flachbandkabel mit dem IEEE-Stecker wird von hinten durch die Öffnung eingeführt. Der IEEE-Stecker wird an der Rückwand von aussen so angeschraubt, dass die Anschlüsse mit den Nummern 13 bis 24 gegen die Geräte-Unterseite zeigen.

Die Montagereihenfolge Spezial-Schraube, IEEE-Stecker, Rückwandprofil, Federring, 6-Kantmutter garantiert eine "schwimmende" Steckermontage. Das Kabel wird nun gefaltet und zwischen dem Flachprofil und Trennwand durchgeführt (siehe Fig.2.2).

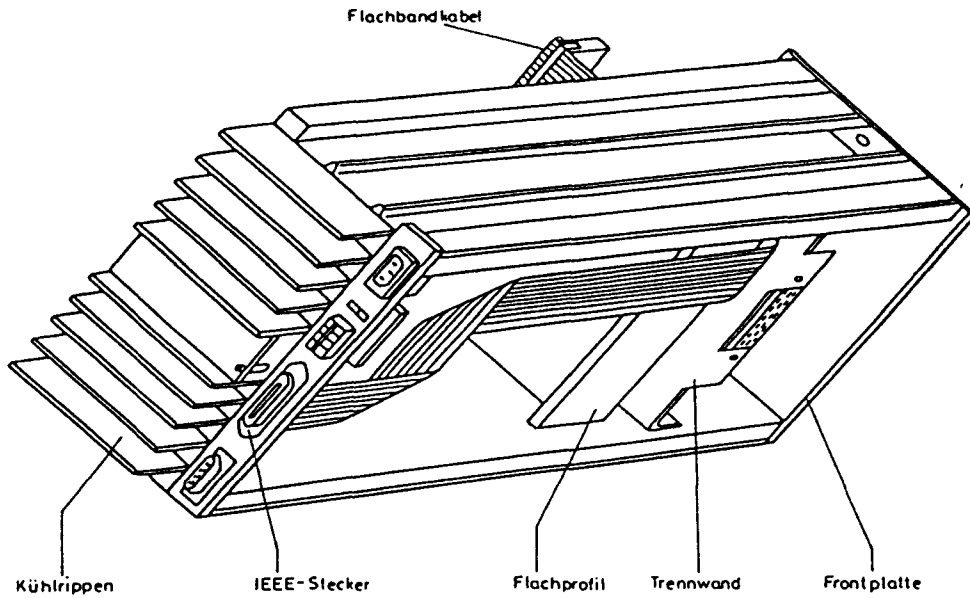


Fig. 2.2 Einbau Bus-Verbindungskabel
(Stromversorgung von unten betrachtet)

4. Die IEEE-Bus-Option wird von oben in die dafür vorgesehenen Führungsschienen eingeschoben (siehe Fig. 2.3). Bevor die Einheit am Flachprofil festgeschraubt wird, muss das zweiadrige Kabel und das Flachbandkabel an den entsprechenden Stellen auf der Printkarte eingesteckt werden. Das zweite Flachbandkabel, welches fest auf der Printkarte eingelötet ist, muss zwischen Bus-Interface und Trennwand nach oben geführt werden (siehe Fig. 2.3).

Die Einheit wird nur mit zwei Schrauben M 2,5 x 6 von oben an das Flachprofil angeschraubt.

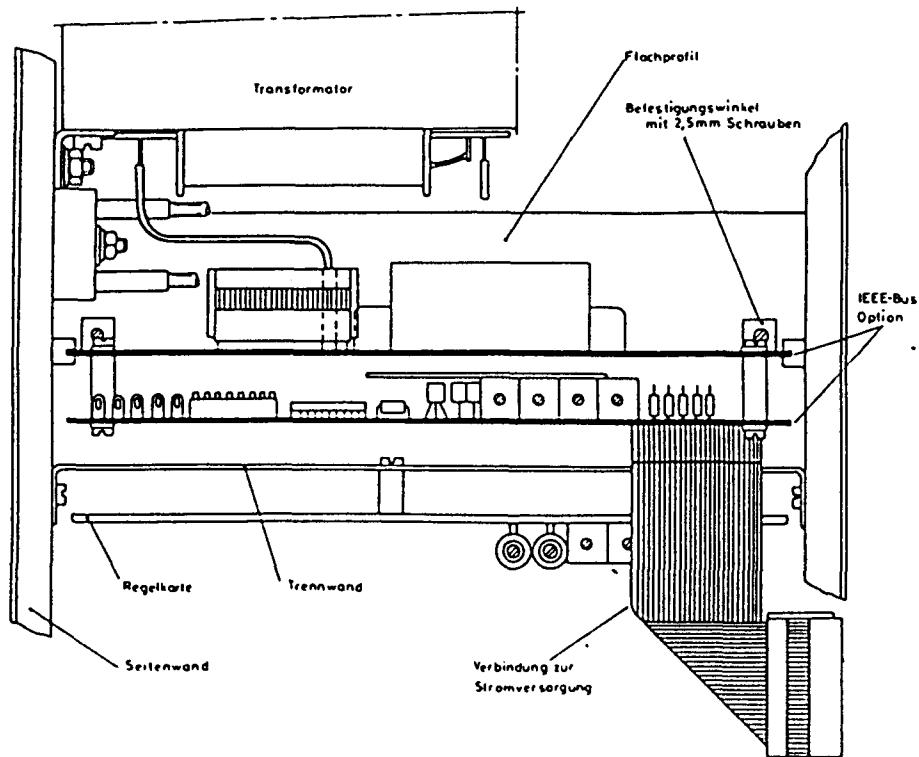


Fig. 2.3 Einbau IEEE-Bus-Option
(Stromversorgung von oben betrachtet)

5. Das zweite Flachbandkabel für die Verbindung zwischen Interface und Stromversorgung wird an der Regelkarte von der Oberseite her eingesteckt. Es ist von Vorteil, wenn dazu die Regelkarte etwas herausgezogen wird. Das Flachbandkabel muss um einen rechten Winkel gebogen werden, damit es auf den senkrecht stehenden Stecker gesteckt werden kann. (Siehe Fig. 2.4).
6. Die eingebaute IEEE-Option muss eine bestimmte Bus-Adresse-Nummer haben. Dies ist unerlässlich für den Betrieb an die IEEE-488 oder IEC-625-Bus-Verbindung.

Die Adressen-Nummer wird an einen DIL-Schalter eingestellt. Dieser Schalter ist auf die Printplatte STT 214-1 montiert. Nähere Angaben siehe Kap. 3.2.1 / Gerätebeschreibung.

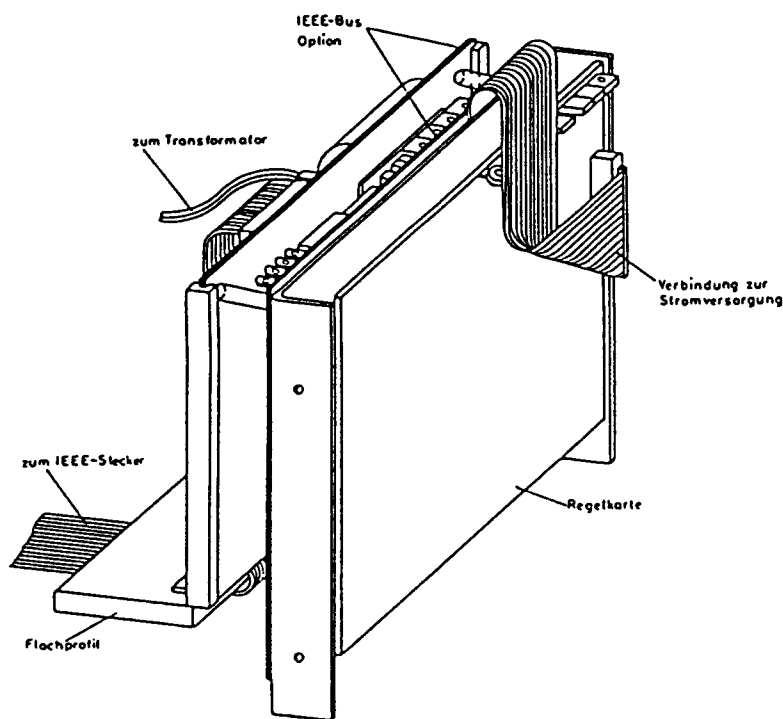


Fig. 2.4 Anordnung der Flachbandkabelführung

2.3 Controller-Anschluss

Ueber den Steckverbinder-Anschluss "Controller" auf der Geräte-Rückseite kann die Verbindung zu anderen digital arbeitenden Geräten hergestellt werden.

Die Pinbelegung entspricht standardmässig der IEEE-488-Norm. Das Gehäuse des Chassissteckers ist geerdet. Die Signal- und Masseleitungen sind jedoch bis zu einer Spannung von ca. 100 V gegen Erde isoliert.

Anschlusschema:

IEC-Bus-Stecker (D-Sub.25P)				IEEE-Bus-Stecker (HP-IB/GPIB)			
Pin-Nr.	D/A	I/O	Funktion	Pin-Nr.	D/A	I/O	Funktion
1	D	I/O	DIO 1	1	D	I/O	DIO 1
2	D	I/O	DIO 2	2	D	I/O	DIO 2
3	D	I/O	DIO 3	3	D	I/O	DIO 3
4	D	I/O	DIO 4	4	D	I/O	DIO 4
5	D	I	REN	5	D	I/O	EOI
6	D	I/O	EOI	6	D	I/O	DAV
7	D	I/O	DAV	7	D	I/O	NRFD
8	D	I/O	NRFD	8	D	I/O	NDAC
9	D	I/O	NDAC	9	D	I	IFC
10	D	I	IFC	10	D	O	SRQ
11	D	O	SRQ	11	D	I	ATN
12	D	I	ATN	12	-	-	-
13	-	-	-	13	D	I/O	DIO 5
14	D	I/O	DIO 5	14	D	I/O	DIO 6
15	D	I/O	DIO 6	15	D	I/O	DIO 7
16	D	I/O	DIO 7	16	D	I/O	DIO 8
17	D	I/O	DIO 8	17	D	I	REN
18	D	-	Gnd	18	D	-	Gnd
19	D	-	Gnd	19	D	-	Gnd
20	D	-	Gnd	20	D	-	Gnd
21	D	-	Gnd	21	D	-	Gnd
22	D	-	Gnd	22	D	-	Gnd
23	D	-	Gnd	23	D	-	Gnd
24	D	-	Gnd	24	D	-	Gnd
25	D	-	Gnd				

Legende:

I/O { INPUT zu der Stromversorgung
mit IEEE-Option
OUTPUT von der Stromversorgung
mit IEEE-Option

D/A { DIGITAL - Signal
ANALOG - Signal

Ansicht von der Geräteaussenseite:

IEC-BUS-STECKER

IEEE-BUS-STECKER

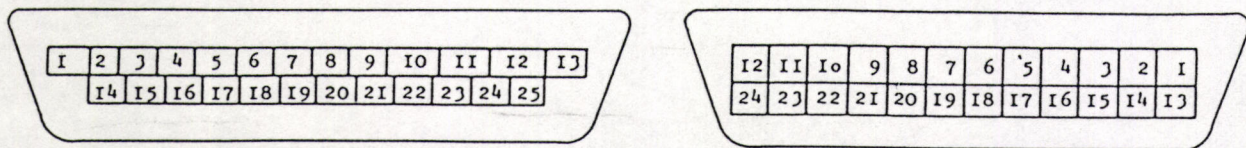


Fig. 2.1 Controller-Anschluss

3. Bedienungs-Anleitung

3.1. Allgemeines

Die "Bedienung" der Stromversorgung erfolgt von der Interface-Baugruppe via Bus-System von einem übergeordneten Controller. Dementsprechend gliedert sich die Bedienung in einen Bus/Interface-Teil und in einen nachfolgenden Stromversorgungsteil.

Programmierbeispiele im Zusammenhang mit der Stromversorgung und einigen gebräuchlichen Computertypen können dem Anhang entnommen werden.

IEEE-Bus:

Der IEEE-Bus ist eine normierte Verbindung zur Informationsübertragung zwischen verschiedenen elektronischen Geräten.

Der Informationsfluss ist bidirektional und wird mittels einer mehradrigen Leitungsverbindung übertragen (8 Datenleitungen, 8 Steuerleitungen, Masseleitungen). Als Übermittlungscode werden im IEEE-Interface ausschliesslich Zeichen des ASCII-Codes benutzt.

Das ganze Bus-System ist in zwei Normen festgehalten:

- Europäische Norm: IEC-625 (25pol. D-Sub)
- Amerikanische Norm: IEEE-488 (24pol. Delta Ribbon)

Beide Normen sind grundsätzlich äquivalent. Eine Ausnahme liegt jedoch bei der Ausführung des Verbindungsstecksystems. (siehe Kap. Controller-Anschluss).

Die TI-Geräte mit eingebauter IEEE-Option sind standardmässig nach IEEE-488 anschliessbar.

Controller:

Bei den folgenden Erläuterungen wird vorausgesetzt, dass das TI-Gerät an ein Bus-System angeschlossen wird, dessen Controller über eine höhere Programmiersprache (BASIC, PASCAL, FORTRAN, usw.) verfügt und ein entsprechendes IEEE- oder IEC-Interface vorhanden ist.

Zur Übertragung einer Meldung via IEEE-Bus sind ein oder mehrere Bus-Befehle notwendig, je nach Art der Meldung. Diese Befehle werden von der implementierten Controller-Software erzeugt und erfordern daher auch die spezifische Mnemonic des Controllers. Die Kenntnis der betreffenden Software ist somit unerlässlich.

Die aufgeführten Beispiele sind in BASIC geschrieben.

Folgendes Diagramm verdeutlicht den prinzipiellen Bedieungs- und Ueberwachungsablauf des TI-Gerätes.

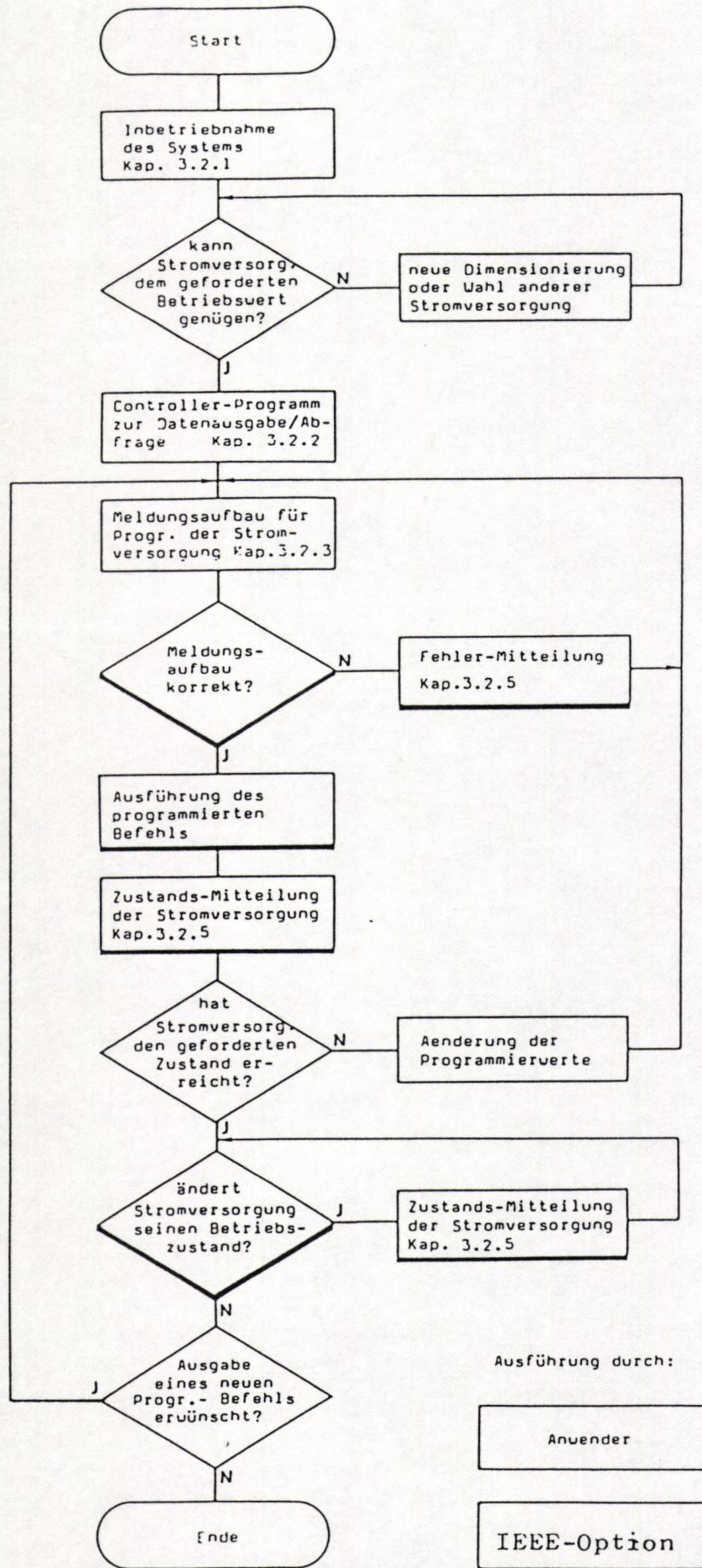


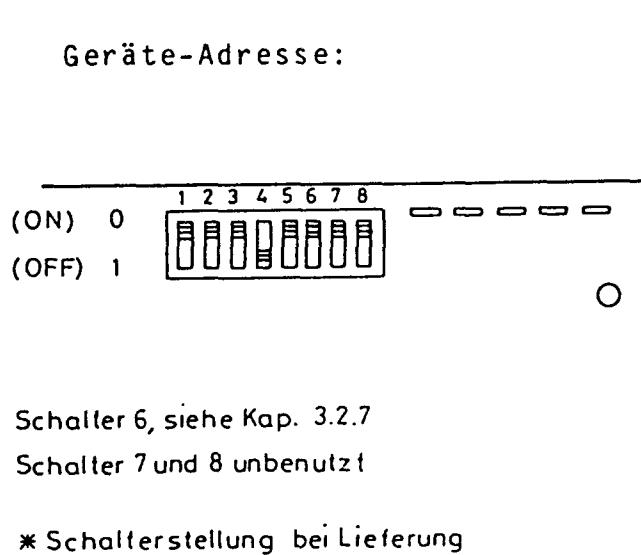
Fig. 3.1 Bedienungsablauf

3.2 Bedienung Interface

3.2.1 Geräteadressierung

Jedes der maximal 15 am IEEE-Bus angeschlossenen Geräte wird vor Inbetriebnahme des Systems durch die sog. Geräteadresse eindeutig identifiziert.

Diese kann bei der IEEE-Interface-Baugruppe an einem DIL-Schalter mit den Wertigkeiten 1-2-4-8-16 eingestellt werden. Der Adress-Schalter befindet sich auf der Karte STT 214-1.



Schalter					Adresse
5	4	3	2	1	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	4
0	0	1	0	1	5
0	0	1	1	0	6
0	0	1	1	1	7
0	1	0	0	0	8
0	1	0	0	1	9
		.			.
		.			.
1	1	1	1	0	30

Fig. 3.2 Karte STT 214-1, Teilansicht

3.2.2 Datenausgabe an das TI-Gerät

Wird das TI-Gerät als "Listener" adressiert, kann es beliebige Meldungen von einem "Talker" übernehmen. Dazu muss vom "Talker" - meistens entspricht dies dem Controller - ein Befehlsatz mit folgendem Aufbau gesendet werden:

1. Befehl zur Datenausgabe
2. Geräteadresse des TI-Gerätes
3. Meldung an Stromversorgung

Beispiele:

Controller:	1.	2.	3.
HP 85	OUTPUT	708	; M\$
CBM 3032	PRINT	#8	; M\$
HP 9825A	wrt	"pws"	, M\$
APPLE II	PRINT	"@? (: ~"	+ M\$ + "~"
SHARP MZ 80 B	WRT	8	, M\$
HP 9835 A	OUTPUT	B,8	; M\$

3.2.3 Meldungsaufbau bei Datenausgabe

Mit dem Begriff "Meldung" werden im folgenden die spezifischen Befehle für die Steuerung und Programmierung der Stromversorgungen beschrieben.

Die Stromversorgung lässt sich individuell wie folgt programmieren:

- Ausgangsspannung 0V bis maximal Wert
- Ausgangsstrom 0A bis maximal Wert
- Grenzwert für U und I zur Ueberwachung der Ausgangsparameter der Stromversorgung

Allgemeiner Aufbau einer Meldung:

Funktion	=	Wert	Abschluss
----------	---	------	-----------

Syntaxdiagramm Meldungsaufbau:

(entspricht M\$ in aufgeführten Beispielen)

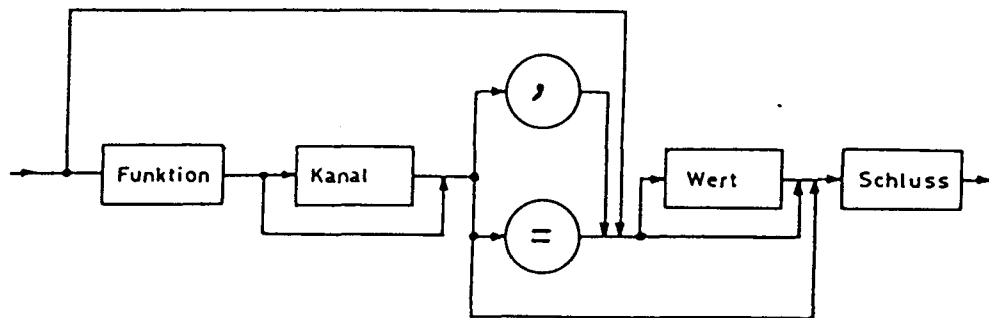


Fig. 3.3.

Wie aus dem Syntaxdiagramm ersichtlich ist, können Teile aus dieser allgemein gültigen Form, die dem TI-Gerät bereits aus vorausgegangenen Meldungen bekannt sind, weggelassen werden.

Beispiele:

U = 15
I = 1.038
U , 12.5
32.5

Funktion:

Soll eine bestimmte Funktion der Stromversorgung programmiert werden, ist im Meldungsaufbau der entsprechende Funktionscode zu verwenden.

Folgende Funktionen sind möglich:

Funktion	Funkt.-Code	Wirkung
Voltage	U	Diese Funktionsangabe versteht einen nachfolgenden Wert als Wertangabe in Volt für die <u>Ausgangsspannung</u> , die die Stromversorgung einnehmen soll.
Current	I	Diese Funktionsangabe versteht einen nachfolgenden Wert als Wertangabe in Ampère für den <u>Ausgangsstrom</u> , der bei der Stromversorgung <u>maximal</u> fließen kann.
Voltage Limit	UL	Entsprechend U. Der nachfolgend angegebene Wert wird jedoch als Grenzwert betrachtet. Beim Erreichen dieses Wertes (Wert <u>+2%</u>) entsteht eine Fehlermeldung.
Current Limit	IL	Entsprechend I. Der nachfolgend angegebene Wert wird jedoch als Grenzwert betrachtet. Beim Erreichen dieses Wertes (Wert <u>+5%</u>) entsteht eine Fehlermeldung.

Fig. 3.4.

Bemerkung:

Wird in einer Meldung die Funktionsangabe weggelassen, wird automatisch die zuletzt angegebene Funktionsangabe verstanden. (Siehe Syntax-Diagramm Fig. 3.3)

Wert:

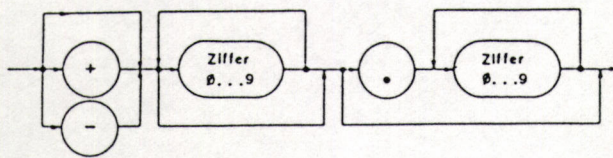
Als Wert wird die Spannung in Volt und der Strom in Ampère verstanden, mit der die Stromversorgungen programmiert wird.

Dezimalwerte werden vom Gerät in nahezu beliebiger Form entgegengenommen und interpretiert (max. 30 Zeichen).

Folgende Zeichen sind dabei zulässig:

- 0 ... 9 Ziffern
- . Dezimal-Punkt
- E Exponent folgt

Syntaxdiagramm Dezimal-Wert:

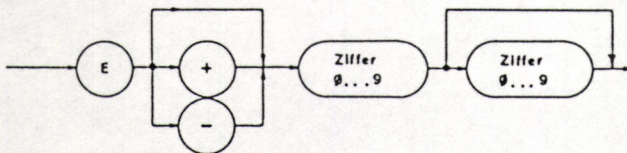


Beispiele:

- 25.17356315
- .125
- 18

Fig. 3.5

Syntaxdiagramm Exponent:



Beispiele:

- 0.0005E+5
- 252196E-04
- 100E-3

Fig. 3.6

Abschluss:

Jede Datenausgabe erfordert einen Abschluss. Bei den meisten Controllern erfolgt dieser Abschluss softwaremässig automatisch mit Senden der ASCII-Zeichen CR und/oder LF.

Eine weitere Abschlussmöglichkeit besteht im aktivieren der EOI-Leitung (End Or Identify) durch den Controller.

Andere Abschlusszeichen können nicht interpretiert werden.

3.2.4 Datenabfrage vom TI-Gerät

Wird das TI-Gerät als "Talker" adressiert, kann es spezifische Gerätezustände in codierter Form an "Listener" adressierte Geräte senden - meistens entspricht dies dem Controller. Im allgemeinen wird beim Abfragen von Geräteinformationen auf Controllerseite zwischen zwei Abfrage-Möglichkeiten unterschieden.

- Abfrage nach Gerätedaten (z.B. Ein- bzw. Ausgangswerte)
- Abfrage nach Gerätezustand (Status)

Beim TI-Gerät können beide Abfragearten angewendet werden, obwohl der Meldungsinhalt in beiden Fällen den Gerätezustand darstellt. Dies ermöglicht den Betrieb des Gerätes mit sehr unterschiedlich arbeitenden Controllern.

Es ist zu beachten, dass nach einer Abfrage nicht in jedem Fall der im TI-Gerät gespeicherte Zustands-Code gelöscht wird.

Abfrage nach "Gerätedaten"

Dazu muss vom Controller ein Befehl an das TI-Gerät gesendet werden, der dieses zum "Senden" aktiviert. Gleichzeitig bereitet sich der Controller für die Aufnahme von Daten vor. Nach der Uebermittlung eines Codes wird dieser im TI-Gerät automatisch gelöscht.

Aufbau des Befehlssatzes:

1. Befehl zu Datenaufnahme
2. Geräteadresse des TI-Gerätes
3. Zuordnung für die zu empfangenden Daten (Variable)

Beispiele:

Controller:	1.	2.	3.
HP 9825A	red	708	, V
SHARP MZ 80 B	RED	8	, V\$
HP 9835 A	ENTER	6,8	; V\$
HP 85	ENTER	708 USING "%,A";	V\$

Bemerkung zu Meldungsende:

Das TI-Gerät sendet grundsätzlich den Gerätezustand in Form eines Zeichens (Code). Das Meldungsende wird durch die aktivierte EOI-Leitung (End Or Identifiy) gekennzeichnet.

Ein "Listener" kann auch bei der Abfrage des Zustandscodes nach Einlesen von 1 Byte die Abfrage beenden und somit den Bus wieder freigeben. Dies ist vorallem sinnvoll bei Controllern, die das EOI-Signal zur Kennzeichnung des letzten Bytes einer Meldung nicht erkennen können.

Abfrage nach "Gerätezustand" (Serial Poll)

Dazu muss vom Controller ein Befehl an das TI-Gerät gesendet werden, der dieses zum "Senden" aktiviert. Gleichzeitig bereitet sich der Controller für die Aufnahme eines Zustandscodes (Status byte) vor. Nach Uebermittlung eines Codes wird dieser im TI-Gerät nicht gelöscht.

Aufbau des Befehlssatzes:

- Befehl zur Aufnahme eines Zustandscodes
- Geräteadresse des TI-Gerätes
- Zuordnung für den zu empfangenden Code (Variable)

Beispiele:

Controller:

HP 85 B=SPOLL(708)

SHARP MZ 80 B SPOL 8,B

3.2.5 Gerätezustands-Codes

Das TI-Gerät unterscheidet drei Gruppen von Zustands-Codes:

1. Programmierfehler
2. Betriebszustand der Interface-Baugruppe
3. Betriebszustand der Stromversorgungen

Die beiden Gruppen 1 und 2 stellen Fehler-Zustände dar, die im "Normalfall" nicht zu erwarten sind. Im Gegensatz dazu die 3. Gruppe, die den aktuellen Betriebszustand der Stromversorgung anzeigt. Die Zustände sind einerseits von der laufend ändernden Programmierung der Stromversorgung sowie vom momentanen Lastverhältnis abhängig. Ohne den Controller mit aufwendigen Soll-/Ist-Wert Vergleichsoperationen zu belasten, kann bei entsprechender Zustandsabfrage die Stromversorgung laufend überwacht werden (siehe auch Betriebszustandsüberwachung der Stromversorgung, Kap. 3.3.4).

Durch einen festgestellten Fehler werden alle weiteren Fehler im Gerät ignoriert. Erst nach Abfrage nach "Gerätedaten" bzw. Löschung des "alten" Zustandscodes kann ein neuer, aktueller Zustand abgefragt werden.

CODE-TABELLE

ASCII	DEZ	HEX	1. <u>PROGRAMMIER-FEHLER</u>
P	80	50	Meldung kann nicht interpretiert werden
Q	81	51	Der Wertbereich wurde über- oder unterschritten
R	82	52	Der Befehl ist für diese Stromversorgung unzulässig
S	83	53	Der Eingabe-Buffer wurde überfüllt (Meldung enthält mehr als 30 Zeichen)
W	87	57	Der Bus zum Controller befindet sich in einem unerlaubten Zustand
X	88	58	Uebertragungsfehler

Fig. 3.7

2. BETRIEBSZUSTAND DER INTERFACE-BAUGRUPPE

0	48	30	Gerät in Ordnung
1	49	31	Interface-Baugruppe befindet sich in der Einschaltphase (nicht überprüft, jedoch funktionsfähig)
A	65	41	Das Programm wurde neu gestartet (FATAL ERROR)
B	66	42	Der RAM-Speicher ist defekt
C	67	43	Der ROM-Speicher ist defekt
H	72	48	Die Interface-Baugruppe ist zeitlich überlastet

Fig. 3.8

3. BETRIEBSZUSTAND DER STROMVERSORGUNG

T	84	54	Stromversorgung weicht vom geforderten Betriebszustand ab
---	----	----	---

Fig. 3.9

3.2.6 Signalisierung einer Zustandsmeldung

Wird im TI-Gerät ein Gerätezustand festgestellt, der verschieden dem ASCII-Code 0 und 1 ist, wird die spezielle Bus-Leitung SRQ (Service Request) aktiviert. Dadurch wird das Bus-System lediglich auf einen veränderten Gerätezustand aufmerksam gemacht.

Eine eventuelle nachfolgende Identifizierung und Abfrage des Gerätes wird im Programmablauf des Controller bestimmt.

Die SRQ-Leitung wird grundsätzlich nach jeder Geräteabfrage wieder inaktiv.

3.2.7 Spezielle Funktionen

Das TI-Gerät kann mit speziellen Controller-Befehlen initialisiert werden, das heisst in einen "Grundzustand" versetzt werden. Die Wirkung dieser Befehle auf das Gerät ist dabei verschiedenartig.

Initialisierungs-Möglichkeiten:

1. Die Aktivierung der Bus-Leitung IFC (Interface-Clear) durch den entsprechenden Controllerbefehl setzt lediglich die am Bus-System beteiligten Schnittstellen-Interface in den Grundzustand. Es erfolgt keine Wirkung auf die eigentlichen Gerätefunktionen.
2. Durch Ausgabe eines Controller-Befehls zur "Geräte-Rückstellung" können alle oder auch nur ein durch die Geräteadresse bezeichnetes Gerät initialisiert werden (DCL = Device Clear oder SDC = Selected Device Clear). Ob dabei die Ausgangswerte der Stromversorgungen auf Null gesetzt oder die zuletzt eingegebenen Werte beibehalten werden, ist durch einen Schiebeschalter in der Interface-Baugruppe wählbar.

Gleiche Schaltergruppe wie Geräteadresse

Schalter 6	DCL-/SDC-Funktion
0 (ON)	Ausgangswerte unverändert
1 (OFF)	Ausgangswerte auf Null

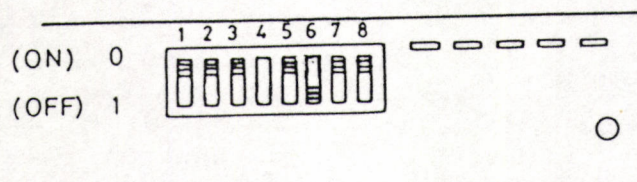


Fig. 3.10 Karte STT 214-1, Teilansicht

3. Eine weitere spezielle Form zur Initialisierung besteht darin, dass bei der normalen Datenausgabe an das TI-Gerät (siehe Kap. 3.2.2) anstelle einer Meldung an die Stromversorgung ein Zahlencode als Initialisierungsbefehl verwendet wird.

Befehlsaufbau:

1. Befehl zur Datenausgabe
2. Geräteadresse des TI-Gerätes
3. Spez. Initialisierungscode

C O D E

ASCII	DEZ	HEX	WIRKUNG DER INITIALISIERUNG
DC1	17	11	Alle Informationen aus vorangegangenen Meldungen sowie ein ev. gespeicherter Gerätezustand wird gelöscht. Die Ausgangswerte der Stromversorgung bleiben erhalten
DC2	18	12	Entsprechend DC1. Zusätzlich werden aber auch alle Ausgangswerte auf Null programmiert, unabhängig der Schalterposition 6.

Fig. 3.11

Beispiele:

Controller:

HP 85	OUTPUT 708; CHR\$(18)
CBM 3032	PRINT #8, CHR\$(18)
SHARP MZ 80 B	WRT 8, CHR\$(18)

3.3 Verhalten der Stromversorgung

Der im vorangehenden Kapitel erklärte Meldungsverkehr zwischen dem Controller und der Interface-Baugruppe ermöglicht nun die direkte Programmierung der Stromversorgung.

Im Folgenden wird als Ergänzung zur Bedienung der Stromversorgung das veränderte Verhalten des Gerätes im Zusammenhang mit der Programmierung erklärt.

3.3.1 Einschaltzustand

Nach dem Einschalten der TI-Stromversorgung (mit eingebautem IEEE-Interface) bleibt das Gerät vorerst in der Betriebsart "local", d.h. die Bedienungselemente auf der Gerätefront sind voll wirksam. Ein unerwünschtes Ansteigen der Ausgangswerte kann durch Zurückdrehen der Potentiometer oder durch Einschalten der Funktion "standby" erreicht werden.

Erst durch eine erfolgte Meldungsausgabe vom Controller an das Gerät nimmt die Stromversorgung die Betriebsart "remote control" ein und stellt den geforderten Ausgangswert ein. In dieser Betriebsart sind nebst den beiden Sollwertpotentiometern auch die beiden Schalter "standby" und "I-trip" ausser Funktion. (Diese Funktionen können nun durch entsprechenden Programmablauf im Controller realisiert werden).

Bei der ersten Programmierung nach dem Einschalten ist es von Vorteil, zuerst den Stromwert und danach den Spannungswert einzugeben. Wird dagegen zuerst der Spannungswert programmiert, während der Strom noch auf dem Wert 0 steht, kann die Stromversorgung keinen Strom für die Aufladung des Ausgangskondensators liefern. Die Spannung steigt in diesem Fall vorerst auf einen nicht definierten Wert an.

3.3.2. Spannungs-/Strom-Programmierung

Um die beiden Ausgangsgrößen der Stromversorgung zu programmieren, muss die Funktions- und Wert-Angabe im Meldungsaufbau bestimmt sein (Kap. 3.2.2/3).

Die Ausgabe dieser Daten an die Stromversorgung veranlasst diese, die geforderten Werte einzustellen.

Beispiele für TI 36/4:

I = 1

U = 10

20

30

0

I = 0.5

3.3.3 Betriebszustands-Ueberwachung

Die TI-Stromversorgung mit eingebauter IEEE-Option ist in der Lage, Abweichungen von einem geforderten Betriebszustand frühzeitig festzustellen und mittels Zustandsmeldung (Kap. 3.2.5) dem Controller mitzuteilen.

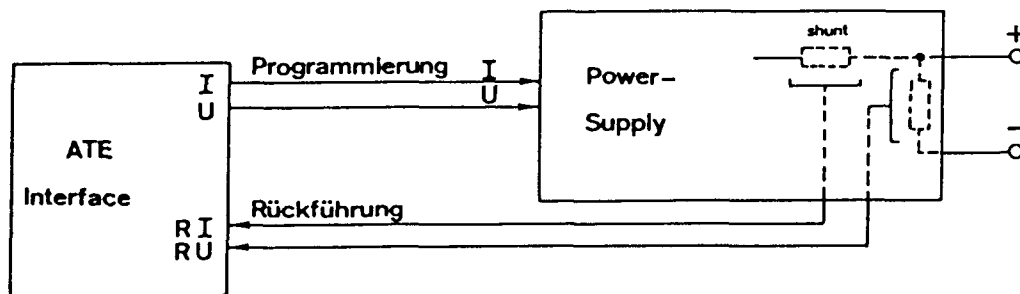


Fig. 3.12 Betriebszustands-Ueberwachung

Die effektiv vorhandenen Ausgangsgrößen der Stromversorgung (Strom und Spannung) werden getrennt an den Interface-Teil zurückgemeldet und so ausgewertet, dass der momentane Betriebszustand der Stromversorgung eindeutig bestimmt werden kann. Dadurch befindet sich die Stromversorgung in einem geschlossenen Ueberwachungskreis (LOOP) und ist bis zu den Ausgangsklemmen vollständig überwacht. Liegt die effektiv am Ausgang vorhandene Spannungs- oder Stromgröße innerhalb des Ansprechbereichs der Rückmeldungsauswertung (RU,RI), wird sie als "gleich" dem programmierten Wert (U/I) betrachtet. Daraus ergibt sich für die verschiedenen Betriebszustände der Stromversorgung folgende Zustandstabelle:

Betriebszustand d. Stromversorgung	Programmier-Funktion (siehe Kap. 3.2.3.)		Fehlermeldung "T" erfolgt wenn: (siehe Kap. 3.2.5)
	U	I	
Konstantspannung	U =	IL =	RU≠U oder RI=I
Konstantstrom	UL =	I =	RI≠I oder RU=U
Konstantspannung o. Konstantstrom (je nach Last) Normalfall, ohne "Limit"-Progr.	U =	I =	RU≠U und RI≠I
-	UL =	IL =	immer

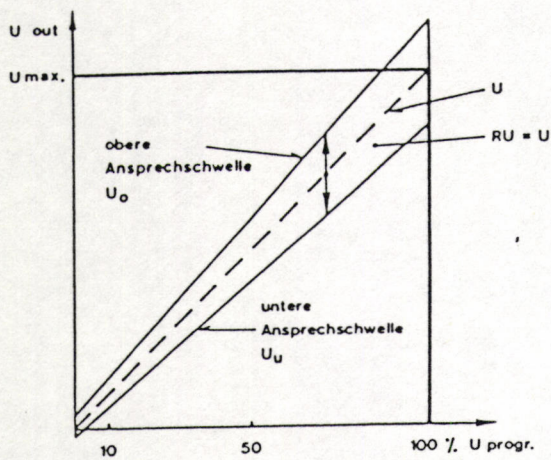
Fig. 3.13

Einer Fehlermeldung können folgende Ursachen zu Grunde liegen:

- Die Belastung der Stromversorgung verunmöglicht den programmierten Betriebszustand einzuhalten.
- Die Ueberspannungsschutzschaltung ist aktiviert (blinken der LED's).
- Stromversorgung kann eine fremd eingespiesene Leistung nicht vernichten.
- Unterdrückungszeit für die Auswertung der Rückmeldung ist zu kurz (siehe nachstehender Abschnitt).

Beide Rückmeldungen werden jede Millisekunde überprüft und ausgewertet. Um Falschmeldungen bei Einschwingvorgängen von der Stromversorgung zu vermeiden, wird automatisch nach jeder neuen Programmierung von U oder I die Auswertung für ca. 100 ms unterdrückt.

Ansprechbereich der Rückmeldungsauswertung $RU = U$ bzw. $RI = I$:
 Spannungseüberwachung:



obere Ansprechschwelle:

$$U_o = kU \cdot (0,102 \cdot U\% + 0,01)$$

untere Ansprechschwelle:

$$U_u = kU \cdot (0,098 \cdot U\% - 0,01)$$

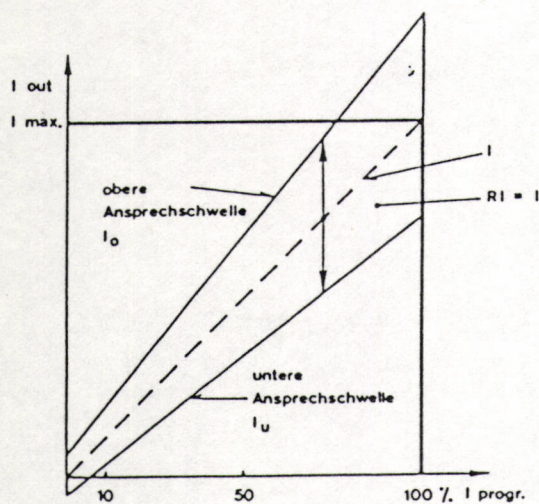
$$U_o, U_u: [V]$$

Fig. 3.14

Innerhalb der unteren und oberen Ansprechschwelle erkennt die Auswertung der Rückmeldung den Zustand:

$RU = U$ (Rückmeldung Ausgangsspannung = programmierte Spannung)

Strom-Ueberwachung:



obere Ansprechschwelle:

$$I_o = kI \cdot (0,105 \cdot I\% + 0,025)$$

untere Ansprechschwelle:

$$I_u = kI \cdot (0,095 \cdot I\% - 0,025)$$

$$I_o, I_u: [A]$$

Fig. 3.15

Innerhalb der unteren und oberen Ansprechschwelle erkennt die Auswertung der Rückmeldung den Zustand:

$RI = I$ (Rückmeldung Ausgangsstrom = programmierter Strom)

Die Faktoren kU und kI sind der Tabelle Fig. 3.16 der folgenden Seite zu entnehmen!

k_U und k_I ist abhängig von der eingesetzten Stromversorgungs-karte:

T y p	k_U	k_I
TI 36/4 ATE	3,6	0,4
TI 72/2 ATE	7,2	0,2
TI 150/1 ATE	15	0,1

Fig. 3.16

3.3.4 Programmierungsgeschwindigkeit

Die TI-Stromversorgung ist in der Lage, eine vom Controller gesendete Meldungsfolge von bis zu 500 Hz zu verarbeiten. Die Aenderungsggeschwindigkeit der Ausgangsgrösse der Stromversorgung ist je nach Stromversorgungsmodell unterschiedlich. Bei Spannungsprogrammierung ist zudem der zur Aufladung des Ausgangskondensators zur Verfügung stehende Ausgangsstrom für die Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung massgebend.

Folgegeschwindigkeit der Ausgangsspannung:

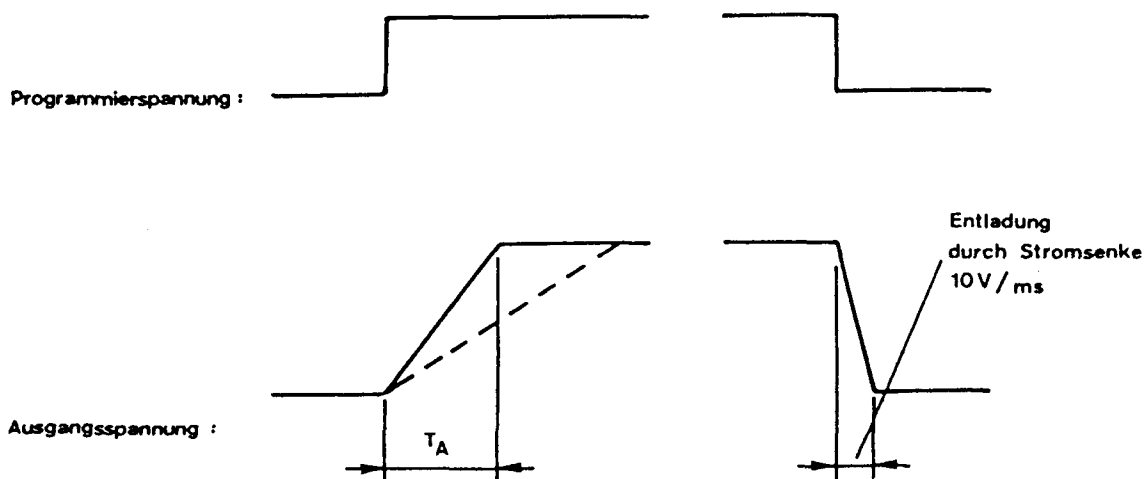


Fig. 3.17 Programmierungsgeschwindigkeit

T_A ist die typische Anstiegszeit der Ausgangsspannung bei Leerlauf und maximal programmiertem Ausgangsstrom (siehe technische Daten der Stromversorgung). Die Anstiegszeit ist je nach Lastverhältnisse und programmiertem Strom unterschiedlich.

3.3.5 "local"-Betrieb

Durch Tastendruck "local" (ca. 1 sek.) schaltet die Stromversorgung auf die manuelle Bedienung durch die Frontelemente um und verbleibt in dieser Betriebsart. Erst eine neue Meldungsausgabe an die Stromversorgung schaltet die Bedienung auf "remote control" um.

Bemerkung: Ein Wechsel der Betriebsart von "remote control" auf "local" wird von der Zustandsüberwachung festgestellt (Fehler T) und kann entsprechend ausgewertet werden.

4. Funktionsbeschreibung

4.1. Hardware (siehe Blockschaltbild Kap. 4.3)

CPU, Speicher

Ein 8 Bit-Mikroprozessor (MPS 6502) bildet das "Herz" des Gerätes. Alle Programme und Konstanten (max.8kByte) sind dauerhaft in ROM's (EPROM's) abgespeichert. Als Speicher für Variablen stehen RAM's mit einer Kapazität von 1kByte zur Verfügung.

Takt, Timer

Mit einem Quarz wird der vom Mikroprozessor generierte Takt auf genau 1MHz stabilisiert. Zwei programmierbare 16 Bit-Timer werden für Zeitberechnungen und System-Ueberwachungen eingesetzt.

Restart, Ueberwachung

Beim Einschalten des Gerätes sorgt eine "Power-Up-Restart-Schaltung" dafür, dass alle Bausteine in eine definierte Ausgangslage gebracht werden. Zur Ueberwachung des Programmablaufes ist eine spezielle Schaltung vorhanden, die beim Verlassen des normalen Programmablaufes das Gerät sofort neu startet.

Stromversorgung

Die Interface-Baugruppe wird mit einer zusätzlichen stabilisierten Spannung von 5 V versorgt. Die Versorgung der galvanisch, vom übrigen Gerät abgetrennten Ausgangsschaltung, wird der Regelkarte der Stromversorgung entnommen.

4.2. Software

Ein Betriebsprogramm (Organisationsprogramm) sorgt dafür, dass alle anfallenden Aufgaben unter Berücksichtigung von Prioritäten rechtzeitig bearbeitet werden. Durch die Aktivierung verschiedener Interrupt-Signale eignet sich die Software zur Bearbeitung von zeitintensiven, sowie von zeitkritischen Aufgaben. Das Gerät synchronisiert sich auf den von einem programmierbaren Baustein erzeugten Takt, was einen äusserst übersichtlichen zeitlich starren Ablauf zur Folge hat. Jedes Gerät enthält auch ein Prüfprogramm, das regelmässig aufgerufen wird und eigene Fehler weitgehend erkennt und lokalisiert.

4.3 Blockschahtbild Interface

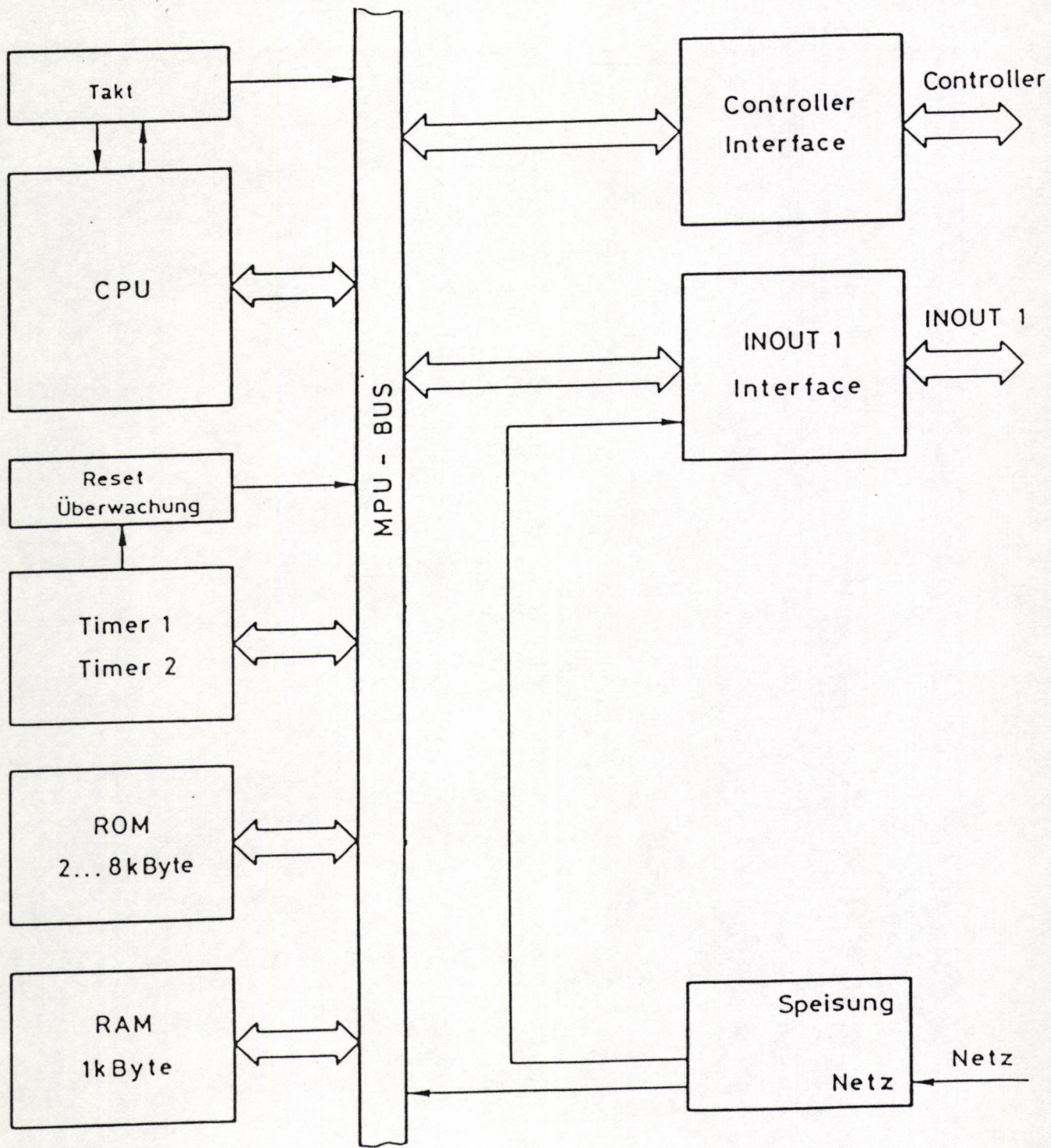


Fig. 4.1 Blockschahtbild Interface

4.4 IEEE-Bus-Anpassung

Ein speziell dafür vorgesehener LSI stellt die Verbindung zwischen IEEE-Bus und MPU-Bus her. Diverse routinemässige Abläufe (wie z.B. das Handshake-Verfahren) werden nach entsprechender Programmierung durch die CPU, vom LSI selbständig ausgeführt. Alle 16 Signalleitungen des IEEE-Buses sind gebuffert. Die verwendeten Buffer sorgen dafür, dass im stromlosen Zustand des Gerätes der IEEE-Bus nicht belastet wird.

Blockschaltbild:

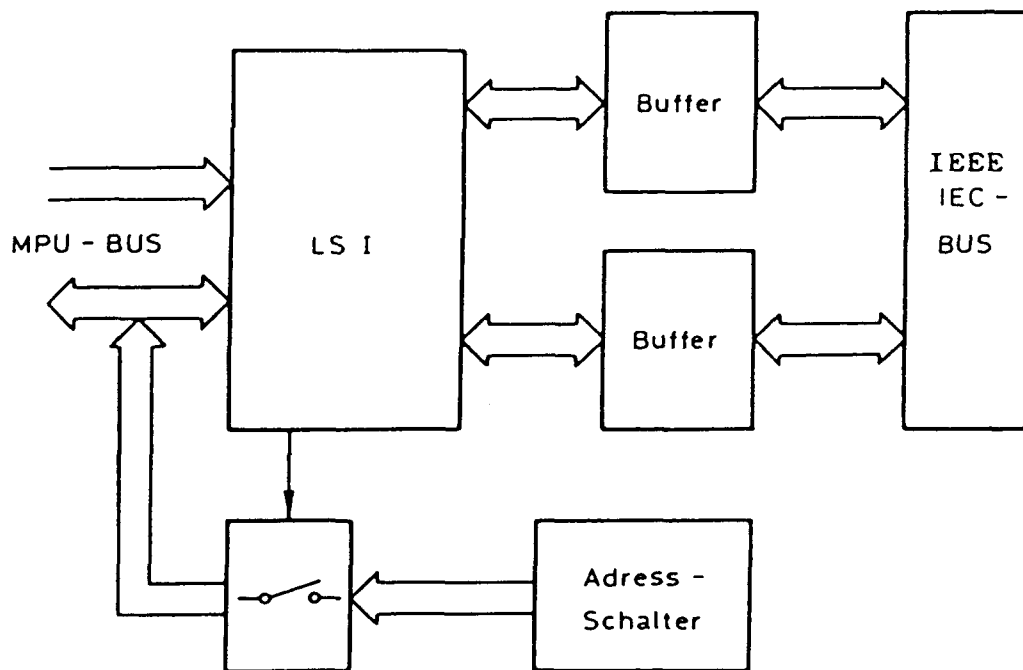


Fig. 4.2 Blockschema

4.5 Ausgangsschaltung

Die Interface-Baugruppe ist mit einer Ausgangsschaltung ausgerüstet, die nebst den beiden analog Ausgängen über 2 analoge Eingänge zur Ueberwachung der effektiven Strom- und Spannungswerte der Stromversorgung, sowie 4 digitale Aus- und 2 digitale Eingänge zur Identifikation und Steuerung verfügt.

Galvanische Trennung

Alle Aus- und Eingänge der Ausgangsschaltung sind gegenüber dem IEEE-Interfaceteil galvanisch getrennt.

Analog Ausgangssignale

Die beiden Ausgangssignale, U und I sind gleichwertig und können unabhängig voneinander in Stufen von 2,5 mV zwischen 0 und 10,24 V programmiert werden. Das Signal U wird zur Steuerung der Spannung und das Signal I zur Steuerung des Stromes der Stromversorgung verwendet.

Blockschema Ausgangsschaltung

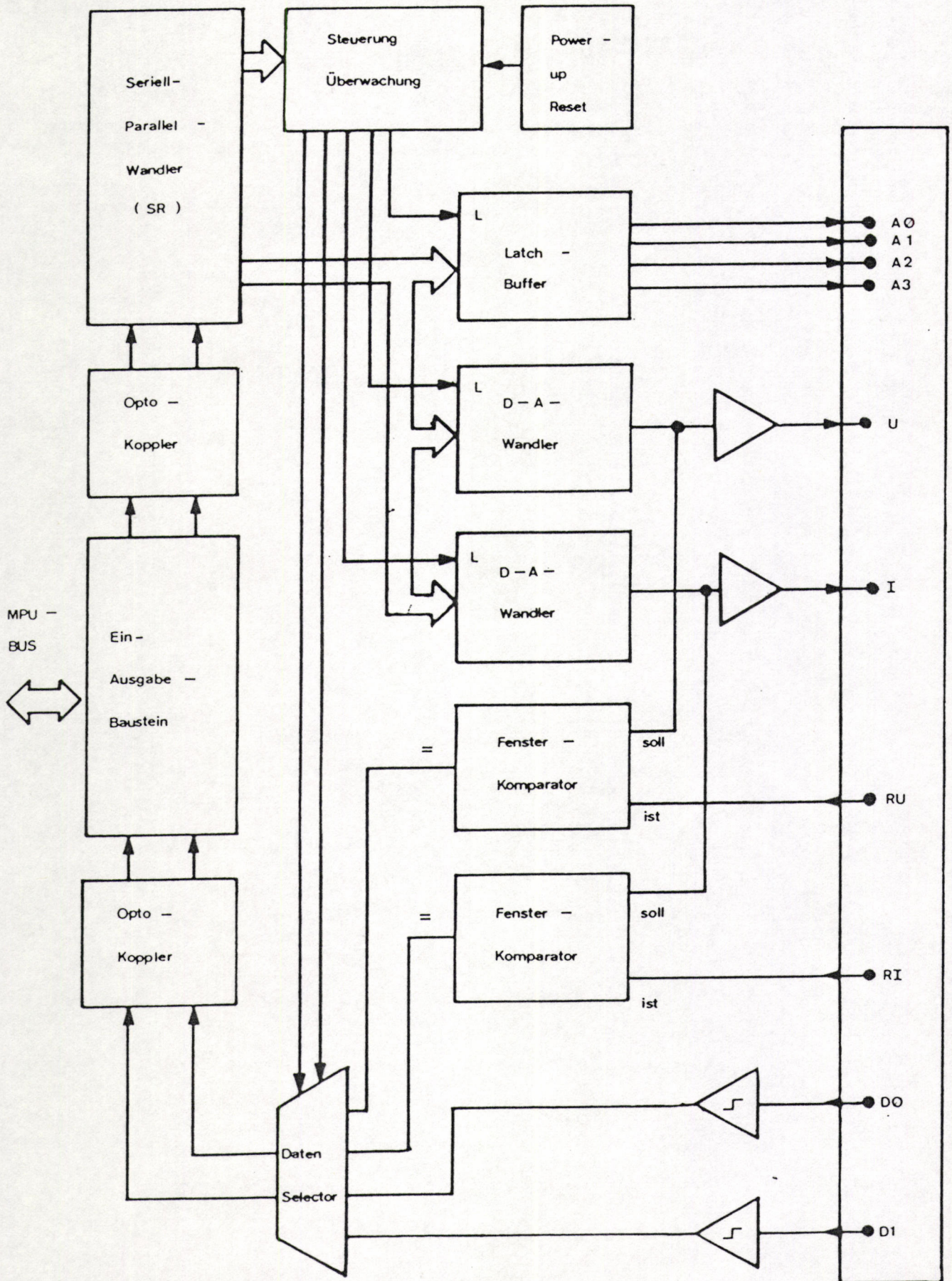
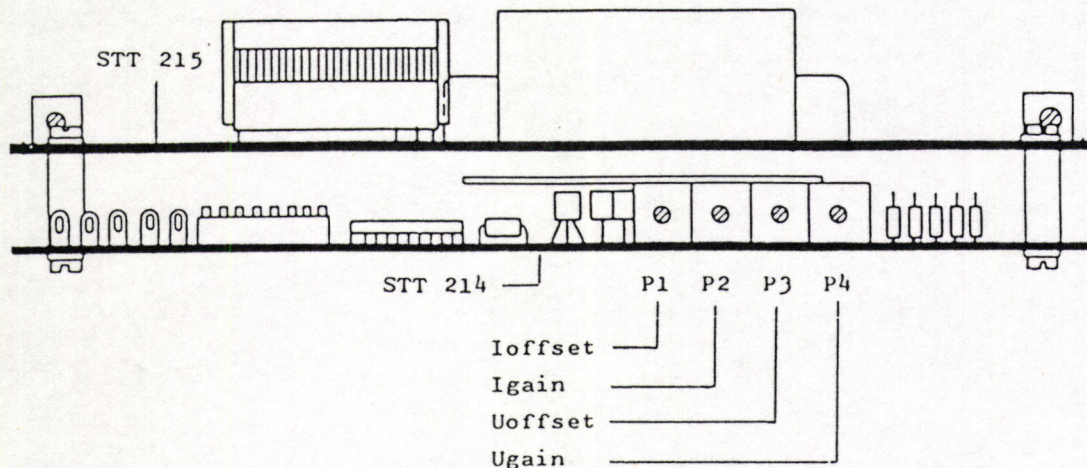


Fig. 4.3 Blockschema Ausgangsschaltung

5. Service-Hinweise

5.1 Aufbau



5.2 Abgleichhinweise

Die Interface-Baugruppe wurde bei der Endprüfung vom Hersteller auf die spezifizierten Daten kontrolliert und abgeglichen.

Wird trotzdem ein Nach-Abgleich nötig (Langzeitdrift, Reparatur usw.) ist es empfehlenswert, die Stromversorgung inklusive IEEE-Interface dem Hersteller zum genauen Abgleich zukommen zu lassen.

6. Anhang

Programmierbeispiele

Technische Unterlagen

Programmierbeispiele

1. Beispiel

Basic-Programm auf APPLE II mit GPIB-Interface 7490A.
Ueberrimmt Spannungswerte (A\$) von der Tastatur und sendet sie zum KW-Gerät (IEEE-Adresse 08). Anschliessend wird das Gerät nach Betriebszustand abgefragt und dieser auf dem Bildschirm angezeigt.

```
10 REM IEEE-Adr.Nr. 08
20 REM Listener = (
30 REM Talker = H
40 REM -----
50 INPUT A$
60 PR# 3
70 PRINT "@?(:~"+A$+"~"
80 PRINT "@"+CHR$(95)+"H:";
90 PR# 0
100 INPUT B$
110 IN# 0
120 PRINT B$
130 GOTO 50
140 END
150 END
```

2. Beispiel

Basic Programm auf HP 9825A mit GPIB-Bus-Karte Typ 98034B
(Select-Code auf Nr. 7)

Bemerkung: An HP 9825A sind zwei Geräte angeschlossen:

- a) ein KW-Gerät: 36 V / 4A (IEEE-Adresse 07)
- b) ein Digital-Voltmeter (IEEE-Adresse 08)

Zunächst wird der Stromwert auf 4 A gesetzt. Dann wird in einer Endlosschleife der Spannungswert zyklisch auf 24 V und auf 12 V gesetzt. Bei jedem Wechsel wird das Digital-Voltmeter abgefragt und der Messwert auf das Display gegeben.

```
0: dev "pws",707
1: dev "dvm",708
2: wrt "pws","I=4"
3: wrt "pws","U=24"
4: red "dvm",V
5: dsp V
6: wait 1000
7: wrt "pws","U=12"
8: red "dvm",V
9: dsp V
10: wait 1000
11: gto 2
12: end
```

3. Beispiel

Basic-Programm auf CBM 3032
IEEE-Bus-Interface auf Port 11
KW-Gerät: 72 V / 2 A, Adresse 08

Bemerkung:

Durch Drücken der Taste S wird eine einmalig ablaufenden Rampe von 0 bis 70 V gestartet. Spannungs-Inkrement = 1 V. Nach Ablauf werden alle Werte auf Null gesetzt.

```
10 REM— SPANNUNGSRAMPE —
20 REM IEEE-BUS FORT Nr.11
30 REM IEEE-GERAETEADR. 8
40 CLR
50 PRINT"Spannungsrampe"
60 PRINT"—————"
70 PRINT"S=Start"
80 GET K$: IF K#="" GOTO80
90 IF K#="S" GOTO100 ELSE 80
100 OPEN 11,8
110 I#="I1=1.5": U#="U1=0"      :REM Initialisierung
120 PRINT#8, I#
130 PRINT#8, U#
140 FOR Z=0 TO 36 STEP0.5
150 PRINT#8,Z                  :REM Rampe (Z=Spg-Wert)
160 NEXT Z
170 PRINT#8, CHR$(18)          :REM Rueckstellung
180 CLOSE 11: GOTO40
190 END
```

4. Beispiel

Basic-Programm auf HP-85 mit GPIB-Karte (Select-Code Nr. 7).
IEEE KW-Geräteadresse: 08

Bemerkung:

Ueber die Tastatur können einzelne Meldungen an die Stromversorgungen ausgegeben werden. Nach jedem Befehl erscheint der Betriebszustand auf dem Bildschirm.

```
10 REM [ DEMO KW-Geraet mit HP85 ]
20 REM [ DEMO KW-Geraet mit HP85 ]
30 REM [ DEMO KW-Geraet mit HP85 ]
40 CLEAR
50 DISP"WERT";
60 INPUT A#
70 OUTPUT 708; A#
80 ENTER 708 USING "%,A"; B#
90 DISP"STATUS=";B#
100 GOTO50
110 END
```


5. Beispiel

Basic-Programm auf SHARP MZ 80 B
Basic-Interpreter SB 6511
IEEE-Karte Typ MZ 80 B104

Bemerkung:

Zu Beginn muss über die Tastatur die IEEE-Adresse, auf welcher das KW-Gerät eingestellt ist, eingegeben werden. Alle weiteren Befehle können ebenfalls über die Tastatur eingegeben werden. Eine Meldung erscheint nur, wenn eine Änderung des Betriebszustandes vorliegt.

```
10 REM
20 REM | DEMO KW-Geraet mit SHARP MZ BOB |
30 REM
40 CONSOLE C40:GPIBM1:ICL:DCL:PRINT
50 INPUT"IEEE-BUS-Adresse (dezimal):";A:PRINT
60 PRINT"Ihre Meldung: ";:INPUT M#
70 CURSOR 14,CSRV-1: PRINT M#;STRING$(" ",18)
80 WRT A,M#
90 FOR I=0 TO 300: NEXT I
100 SPOL A,S: IF S=48 THEN140
110 IF S<>49 THEN130
120 PRINT"ATE befindet sich in der Einschaltphase":PRINT: GOTO140
130 PRINT"FEHLER ~";CHR$(S);"~ siehe Bed.-Anleitung":PRINT
140 RED A,0: GOTO60
150 END
```

6. Beispiel

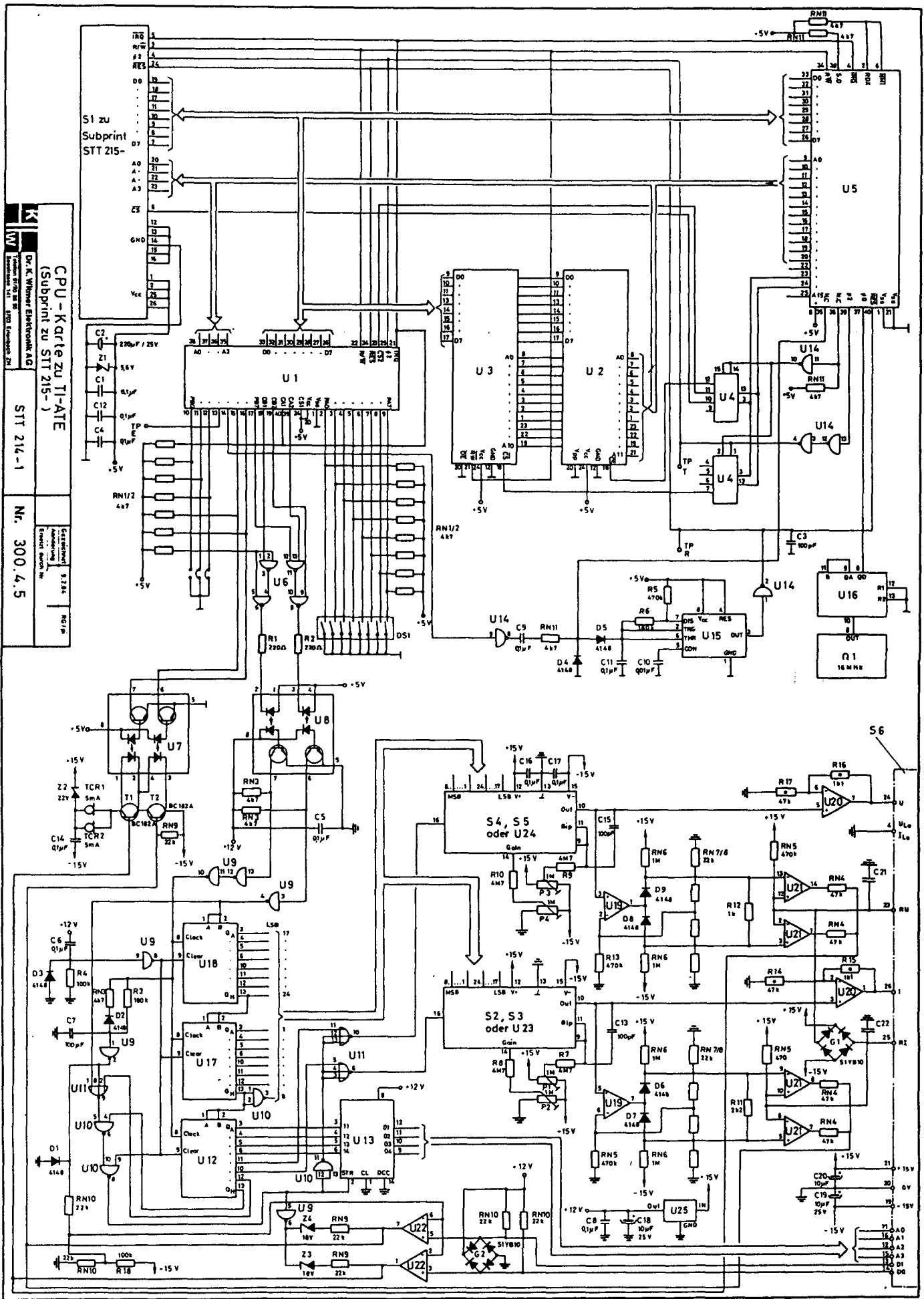
Basic-Programm auf HP 9635 A
GPIB-Option Select-Code Nr. 6
IEEE KW-Geräteadresse: 08

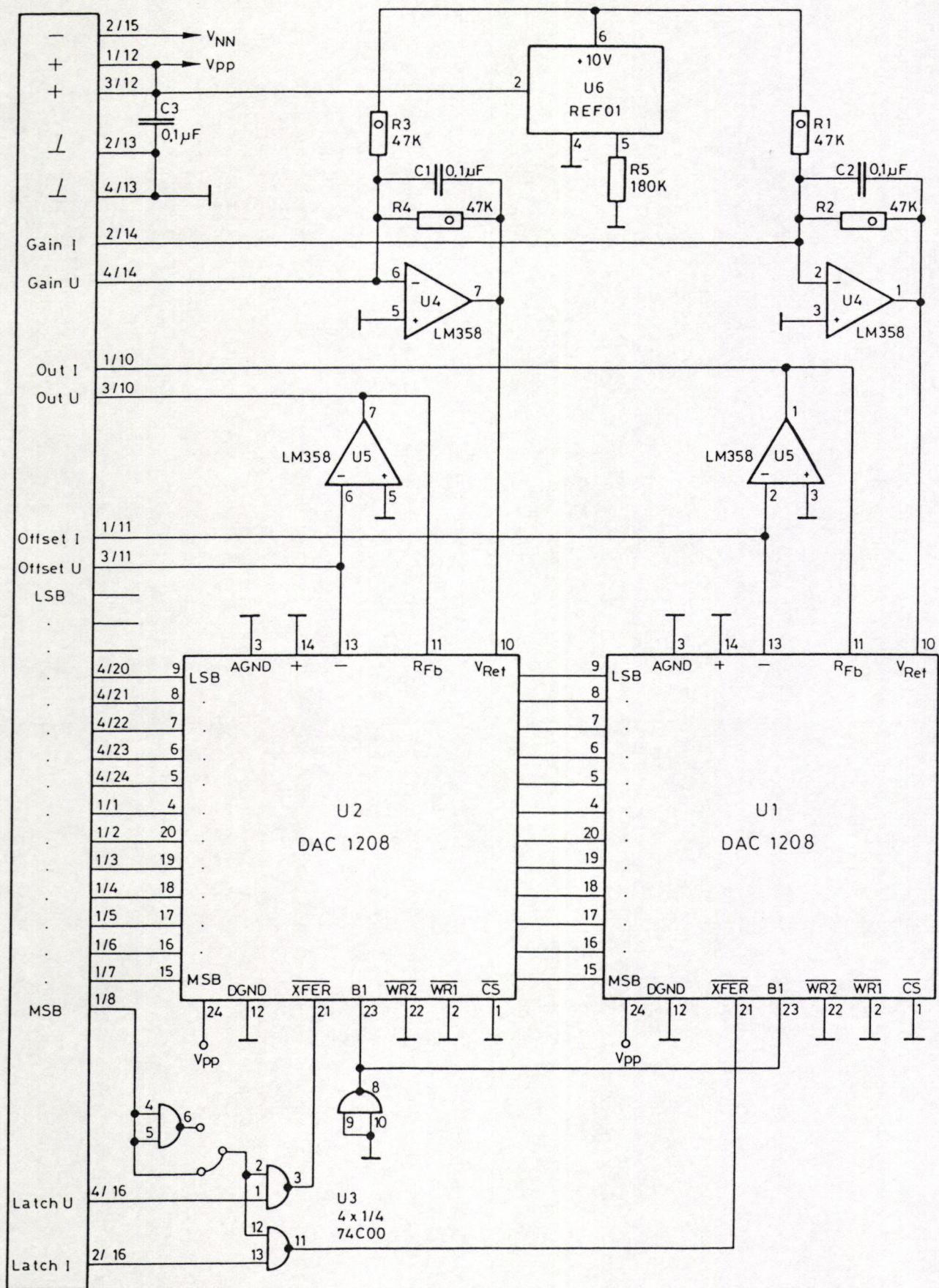
Bemerkung:

Dieses Programm ermöglicht die Eingabe von einzelnen Meldungen an das KW-Gerät. Nach jeder Eingabe wird der Betriebszustand der Stromversorgungen auf dem Bildschirm ausgegeben. Beim Auftreten von Uebertragungsfehlern (Businterrupt) erfolgt ebenfalls eine Anzeige.

```
10 REM KW-PROGR. EINZEL MELDUNGEN
20 DIM A$(100),B$(100)
30 INTEGER B,D
40 B=6: REM SELECT CODE
50 D=8: REM IEEE-ADRESSE
60 SET TIMEOUT B;1000
70 ON INT #B GOTO 130
80 INPUT "Meldung ?",A#
90 OUTPUT B,D;A#
100 ENTER B,D;B#
110 PRINT "Betriebszustand :";B#
120 GOTO 70
130 IF TIMEOUT(B) THEN GOTO 160
140 PRINT "ERROR :";ERRN
150 GOTO 50
160 PRINT "TIMEOUT"
170 GOTO 50
180 END
```


K
W
 Dr. K. Wimmer Elektronik AG
 (CPU - Karte zu TI-AE
 Subprint zu STT 215 -)
 STT 214-1
 Nr. 300.4.5
 Fertiger Bauplan
 1:2000
 1978





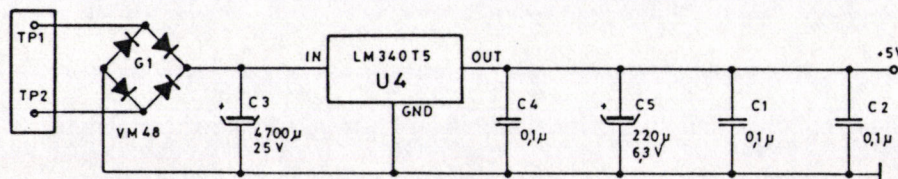
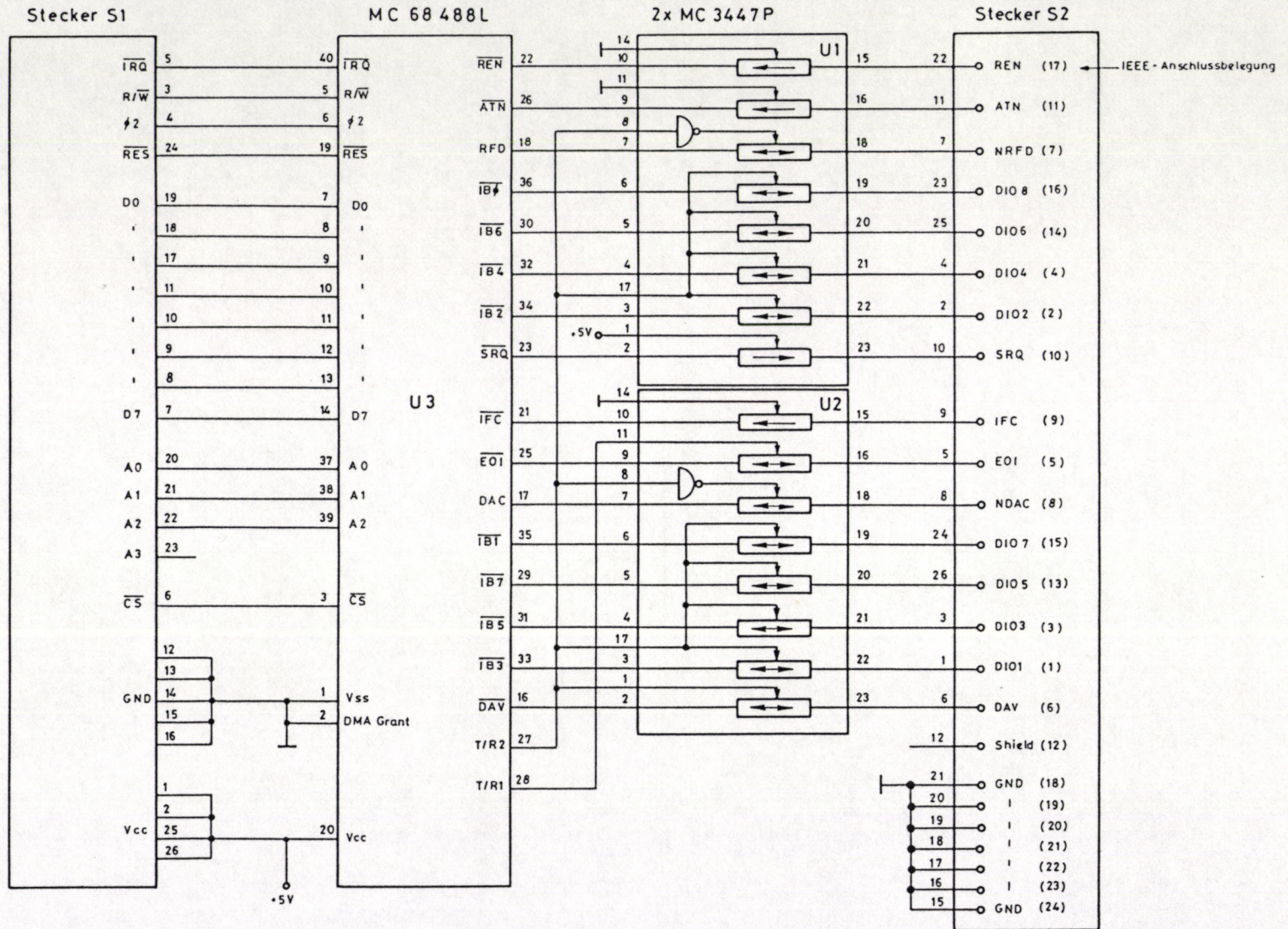
ATE - Interface Subboard OP 12 (DUO)

Masstab	Gezeichnet	1. 12. 81	R.G / th
	Aenderung		
	Aenderung		
	Aenderung		
vu	Ersetzt durch Nr.		

Dr. K. Witmer-Elektronik AG
 Telefon 01/915 35 61
 Seestrasse 141 8703 Erlenbach ZH

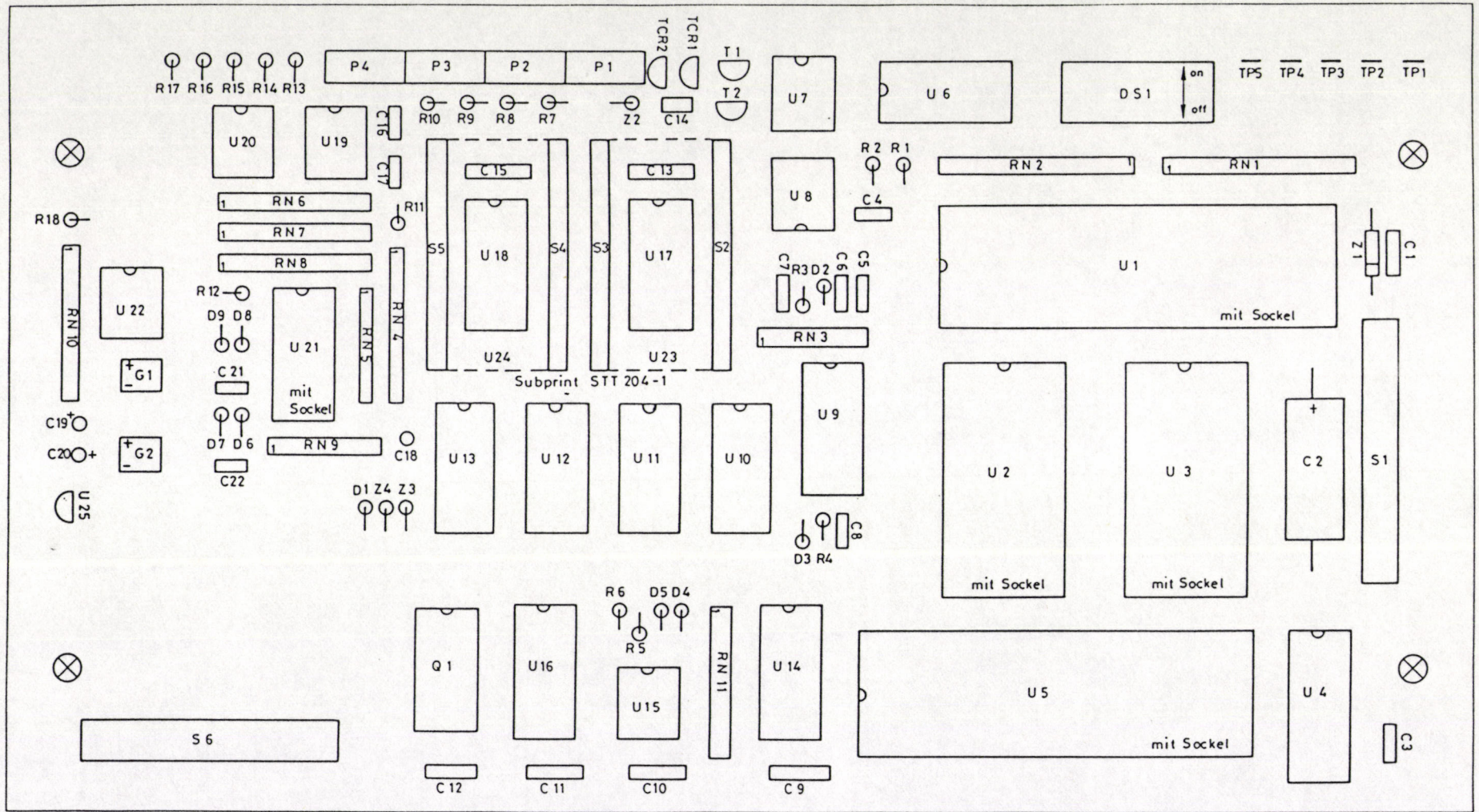
STT 204

Nr. 296 . 4 . 7



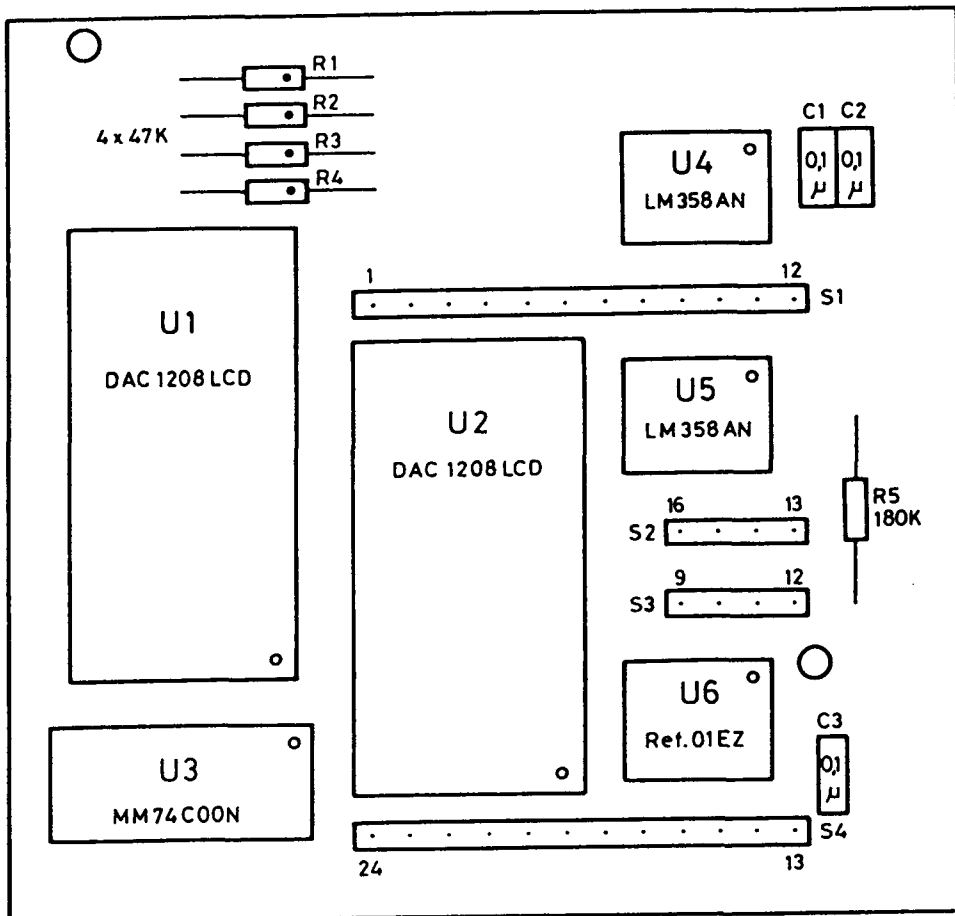
IEEE-Interface zu TI			
Masstab vu	Gezeichnet	26.1.84	RG / pi
	Aenderung	1.10.84	WZ / pi
	Aenderung		
	Aenderung		
			Ersetzt durch Nr.
Dr. K. Witmer-Elektronik AG Telefon 01/915 35 61 Seestr. 141 8703 Erlenbach ZH		STT 215-1	Nr. 300.4.4

Änderungen vorbehalten



Änderungen vorbehalten

<h3>Bestückungsplan</h3> <p>CPU - Print zu T1</p>		Masstab	Gezeichnet	19.3.84	RG / pl
			Änderung		
			Änderung		
			Änderung		
vu	Ersetzt durch Nr.				
		Dr. K. Witmer-Elektronik AG Telefon 01/915 35 61 Seestrasse 141 8703 Erlenbach ZH		STT 214-1	Nr. 300.3.6



Bestückungsplan Subprint DU0

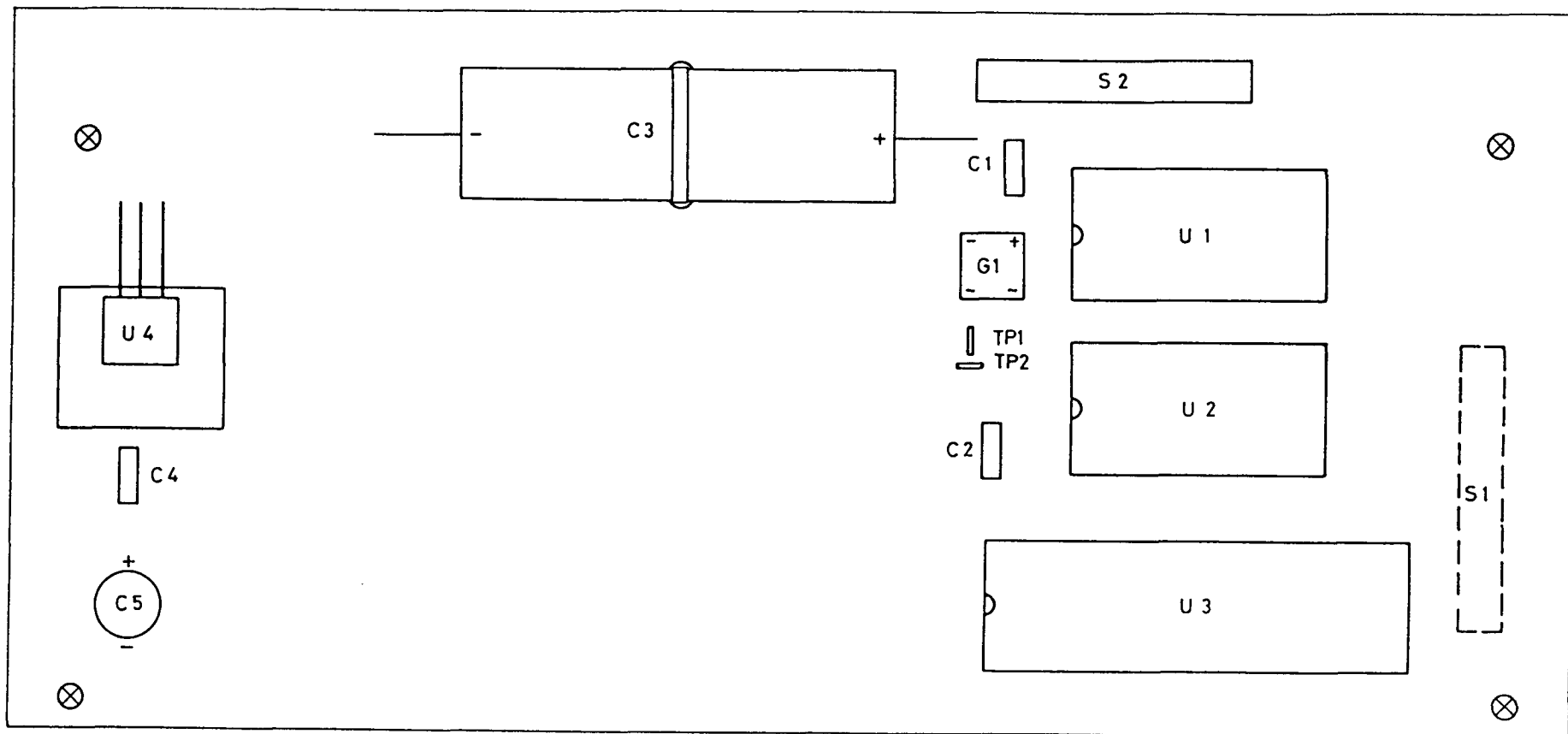
Masstab	Gezeichnet	19.2.82	R.G / th
	Aenderung		
	Aenderung		
	Aenderung		
vu	Ersetzt durch Nr.		

Dr. K. Witmer-Elektronik AG

Telefon 01/915 35 61
Seestrasse 141 8703 Erlenbach ZH

STT 204

Nr. 296.3.9



Änderungen vorbehalten

Bestückungsplan IEEE Interface zu TI		Maßstab	Gezeichnet	20. 3. 84	RG / pi
			Änderung		
			Änderung		
			Änderung		
			Ersetzt durch Nr.		
	Dr. K. Witmer-Elektronik AG		STT 215 - 1		Nr. 300.3.7
	Telefon 01/915 35 81 Seestrasse 141 8703 Erlenbach ZH				

Anschlussbelegung der integrierten Schaltung
auf die STT 214- , STT 215-

		+5V	GND ⊥	+15V	GND ⊥	+12V	+15V
U1	6522	VIA	20	1			
U2	2732	EPROM	24	12			
U3	HM6116	RAM	24	12			
U4	74155	DEKODER	16	8			
U5	6502	CPU	8	1/21			
U6	7400	4 NAND	14	7			
U7	2531	OPTO	8	5			
U8	2531	OPTO			5	8	
U9	74C14	HEX SCHMITT Trig.			7	14	
U10	7400	4 NAND	14	7			
U11	MC14025	3 NOR			7	14	
U12	74C164	SHIFT REGISTER			7	14	
U13	UCN4401A				7	13/8	
U14	74LS04	INVERTER	14	7			
U15	NE555	TIMER	8	1			
U16	74LS293	BINAR ZÄHLER	14	7			
U17	74C164	SHIFT REGISTER			7	14	
U18	74C164	SHIFT REGISTER			7	14	
U19	LM358	OP			4		8
U20	LM358	OP			4		8
U21	LM324	OP			11		4
U22	LM2903	DIF. KOMP.			4		8
U23	DAC9377	D-A WANDLER			15	13	12
U24	DAC9377	D-A WANDLER			15	13	12
U25	MC78L12	SPANNUNGSREGLER			3		1