

12-Bit-AD-Wandler ADG 12 mit galvanischer Trennung

8 Eingangs-Meßkanäle, die gegenüber dem PC galvanisch getrennt sind, befinden sich auf einer PC-Einsteckkarte, die Ihren Rechner zu einem universellen Meßsystem erweitert.

Allgemeines

Die Meßwerterfassung und -verarbeitung stellt einen wichtigen Bereich in der Elektronik dar, in dem der PC bei stark wachsender Verbreitung immer mehr Anwendungen findet.

Als Verbindungsglied zur meist analogen Außenwelt eignet sich in hervorragender Weise die hier vorgestellte 12-Bit-AD-Wandler-Einsteckkarte, die eine potentialfreie Messung gegenüber der PC-Masse vornimmt. Besonders bei längeren Zuleitungen und Störeinstreuungen auf die Meßwertempfänger ergibt sich das Erfordernis, eine potentialfreie Messung vorzunehmen.

Die 8 analogen Meßeingänge und die zugehörige gemeinsame Analogmasse liegen an einer 9poligen Sub-D-Buchse an.

Die eigentliche Wandlungszeit des AD-Wandlers beträgt nur 10 µs. Durch die serielle Datenübertragung von und zum PC über Optokoppler ist je nach Computertyp immer noch eine Meßrate von meh-

rerer 100 Messungen pro Sekunde mit 12-Bit-Auflösung möglich.

Der AD-Wandler ermöglicht 2 unterschiedliche Meßarten. Im Bipolar-Meßmodus lassen sich Eingangsspannungen von -2,049 bis +2,047 V messen, während im Unipolar-Bereich die Eingangsspannung zwischen 0 V und 4,096 V liegen darf.

Eine Differenzmessung ist durch Messung an 2 Kanälen nacheinander und Ver-

rechnung der Meßwerte ebenfalls möglich. Tabelle 1 zeigt die technischen Daten in übersichtlicher Form.

Optional ist die komfortable Bediensoftware ELV-Graph verfügbar zum Einlesen und zur übersichtlichen, vielfältigen grafischen Darstellung in Kurvenformen (Oszilloskopfunktionen) oder auch als Balkendiagramm. Diese Software wurde bereits im „ELVjournal“ 3/91 ausführlich beschrieben.

Tabelle 1 Technische Daten (typ.): 12 Bit-AD-Wandler ADG 12

Analogeingänge	8 Kanäle unabhängig voneinander
Auflösung:	12 Bit entspricht 4096 Schritte
Grundgenauigkeit ohne Abgleich:	typ. ±3 Digit
Genauigkeit nach Abgleich:	typ. ±1 Digit
Eingangswiderstand:	>10 MΩ
Wandlungsrate:	bis zu 300 Messungen pro Sekunde, abhängig vom Computer-Typ und Programmiersprache
Versorgung:	über integrierten DC-DC-Wandler
Meßspannungen:	-2,048 bis +2,047 V, bipolar / 0..4,095 V, unipolar
Meßeingänge:	gegenüber Erdpotential galvanisch getrennt
Überspannungsfestigkeit der Meßeingänge:	max. ±48 V

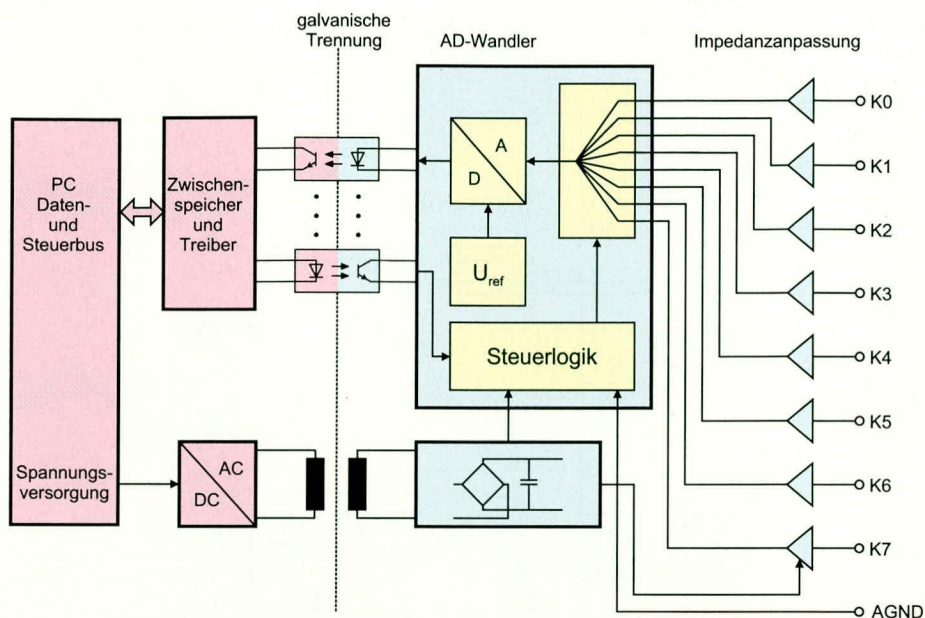
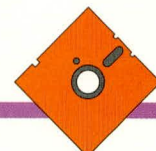


Bild 1: Blockschaltbild des 12-Bit-AD-Wandlers ADG 12

Achtung:

Die Schaltung garantiert eine galvanische Trennung bis zu einer Potentialverschiebung von ± 48 V. Zu beachten ist, daß sich die Eingangskanäle auf eine gemeinsame Masse beziehen, so daß die Meßkanäle untereinander nicht galvanisch entkoppelt sind.

Blockschaltbild

Abbildung 1 zeigt das Blockschaltbild des AD-Wandlers ADG 12. Die Schaltung ist auf einer PC-Einsteckkarte realisiert zum Einbau in einen IBM-kompatiblen PC. Dieser liefert auch die Versorgungsspannung zum Betrieb des 12-Bit-AD-Wandlers. Die Versorgungsspannung für den galvanisch getrennten Teil wird über

einen Schaltregler mit nachgeschaltetem Übertrager und anschließender Gleichrichtung bereitgestellt.

5 Optokoppler ermöglichen die digitale Verbindung zwischen dem AD-Wandler und dem Datenbuszwischen-speicher bzw. -treiber. Die analoge Eingangsspannung wird über je einen Impedanzwandler dem integrierten AD-Wandler zugeführt, welcher neben der eigentlichen AD-Wandlung noch die Referenzspannungsgenerierung und die notwendige Steuerlogik beinhaltet.

Schaltung

Die gesamte Schaltung des ADG 12 besteht aus dem in Abbildung 2 dargestellten DC-DC-Wandler, welcher die Versorgungsspannung für den galvanisch getrennten Schaltungsteil sicherstellt, während der

in Abbildung 3 dargestellte Schaltungsteil das digitale Interface zum PC und den galvanisch getrennten AD-Wandler beinhaltet.

DC-DC-Wandler

Abbildung 2 zeigt die detaillierte Schaltung des DC-DC-Wandlers mit galvanischer Trennung. Die Ansteuerung der Leistungsschalter T 1 und T 2 übernimmt der integrierte Bauelement IC 11 vom Typ 3525A. Hierbei handelt es sich um einen preiswerten und weitverbreiteten Pulsweiten-Modulator, der speziell für entsprechende Einsatzfälle entwickelt wurde.

Neben dem eigentlichen Pulsweiten-Modulator sind in dem IC auch eine Oszillatorschaltung, je eine Ausgangstreiberstufe zur direkten Ansteuerung der beiden Leistungsschalter sowie weitere für Schaltungsteile wichtige Schaltungseinheiten integriert. Insbesondere wird durch den Einsatz des 3525A ein sicheres Schalten der Leistungsschalter gewährleistet.

Die Oszillatorfrequenz und damit die Schaltfrequenz des gesamten Wandlers wird durch die Bauelemente C 18 und R 22 vorgegeben. Bei der gewählten Dimensionierung ergibt sich eine Frequenz von ca. 25 kHz.

Durch den Spannungsteiler R 31 und R 32 wird das Tastverhältnis des Ansteuersignals für die Leistungsschalter eingestellt. Mit dem nachgeschalteten 1 : 1-Transformator ergibt sich daraus eine Ausgangsspannung, die annähernd die Höhe der Eingangsspannung erreicht. Die Ansteuerung der Leistungsschalter T 1 und T 2 erfolgt direkt über die Widerstände R 23 und R 25.

Sekundärseitig ist in dem DC-DC-Wandler eine Doppelleinweggleichrichtung zur Erzeugung der +12V und -12V-Versorgungsspannung vorhanden. Bei den Dioden D 20 und D 23 handelt es sich um schnelle Schottky-Typen, wodurch die Verlustleistung kleiner als bei Silizium-

Bild 2: Schaltung des DC-DC-Wandlers mit galvanischer Trennung

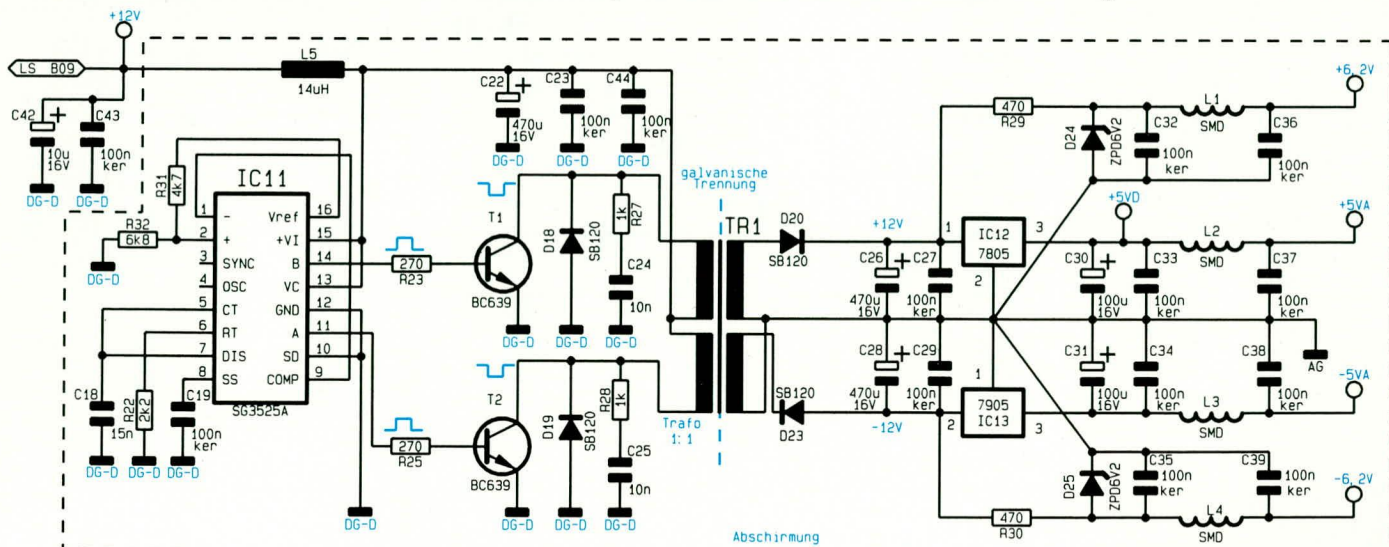
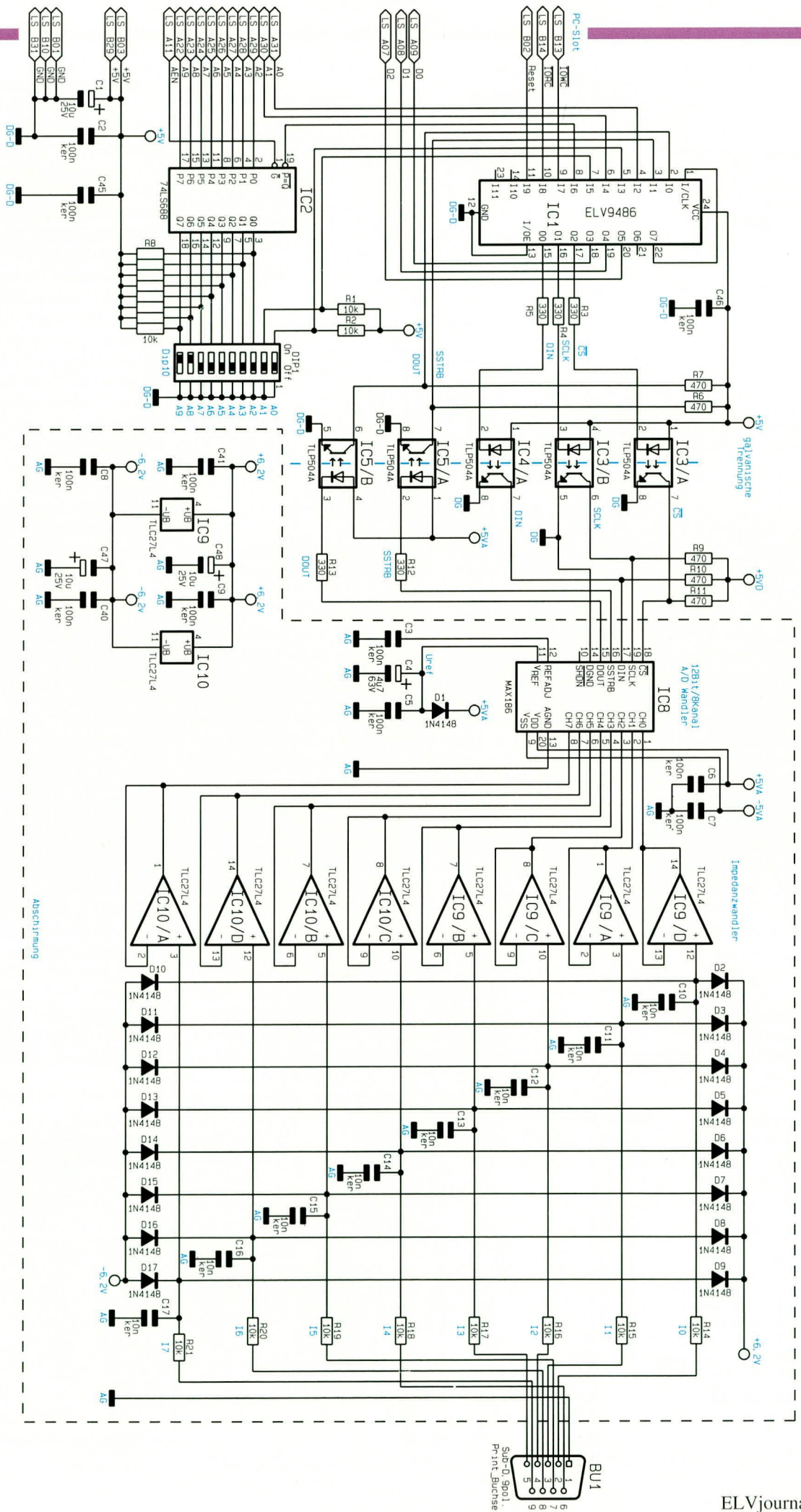


Bild 3:
Analog- und
Digitalteil des
galvanisch
getrennten
12-Bit-AD-
Wandlers



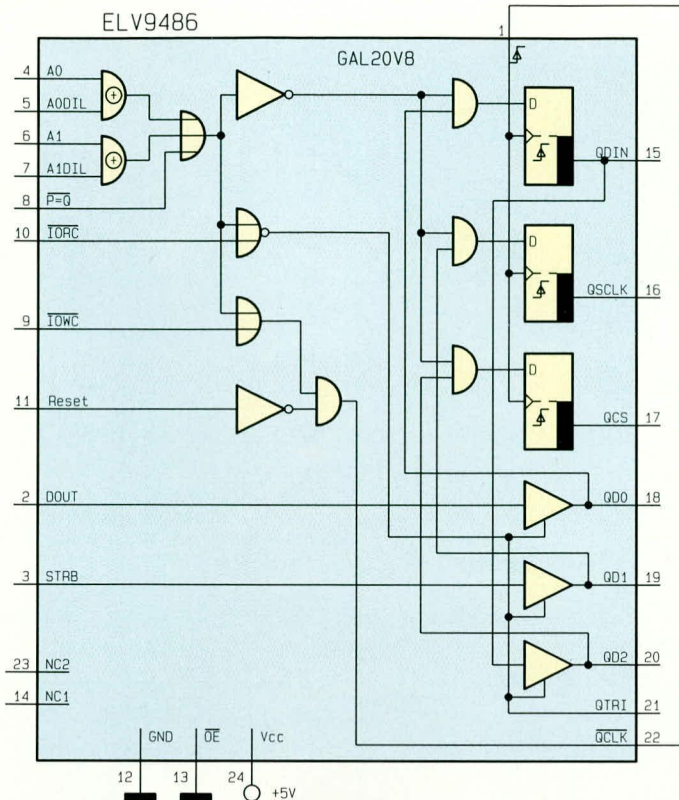


Bild 4: Innen-schaltung des GALs vom Typ ELV 9486

Dioden ist (bedingt durch die geringere Flußspannung der Schottky-Dioden).

Die beiden Spannungsregler IC 12 und IC 13 stellen die +5V- und -5V-Versorgungsspannung für den AD-Wandler zur Verfügung. Über die Widerstände R 29 und R 30 wird mit Hilfe der nachgeschalteten Z-Dioden D 24 und D 25 und dem Siebglied die +8,2V- und -8,2V-Versorgungsspannung für die Operationsverstärker IC 9 und IC 10 generiert.

Analog- und Digitalteil

Abbildung 3 zeigt den Analog- und Digitalteil des galvanisch getrennten 12-Bit-AD-Wandlers.

Die Grobadressierung übernimmt der 8-Bit-Vergleicher IC 2 des Typs 74LS688. Nur wenn die Busleitung AEN auf Low-Pegel liegt und die Pegel der Adreßleitungen A 2 bis A 9 mit den Pegeln, die an den DIL-Schaltern anstehen, übereinstimmen, liegt am Ausgang ein Low-Signal an, welches in dem nachgeschalteten Baustein IC 1 vom Typ ELV 9486 weiterverarbeitet wird.

Um den Aufwand der Schaltung zu begrenzen, wurde für den Rest des Digitalteils ein GAL des Typs ELV 9486 eingesetzt. In Abbildung 4 ist die Innenschaltung dieses Bauteils dargestellt. Die Adreßleitungen A 0 und A 1 werden mit den Zuständen der Signale an den ersten 2 DIL-Schaltern verglichen. Liegt gleichzeitig das Signal $P=Q$ an Pin 8 auf Low-Pegel, so steht die Basisadresse an der Karte an.

Mit einem Low-Pegel an der $IOWR$ -Leitung wird ein Schreibzugriff auf der Karte aktiviert. Der logische Pegel der

dieser Ausgänge werden direkt den Leuchtdioden der Optokoppler IC 3 und IC 4 zugeführt.

Um bei einem Reset des PCs die Ausgänge definiert zu setzen (Ruhezustand), müssen die D-Flip-Flops asynchron zurückgesetzt werden. Da dieses bei einem GAL nicht möglich ist, wurden die D- und Clock-Eingänge der D-Flip-Flops mit anderen Signalen UND-verknüpft. Im Falle eines Resets liegen an den D-Eingängen jeweils Low-Pegel, und auf der Clock-Leitung wird ein Impuls erzeugt, der dann die D-Flip-Flops zurücksetzt und somit deren invertierende Ausgänge auf High-Pegel legt.

Erfolgt nun ein Lesezugriff auf die Karte, so führt $IORD$ Low-Pegel und aktiviert somit die Tristate-Treiber an Pin 18 bis Pin 20, welche die Datensignale auf den Datenbus legen. D 0 entspricht dann dem über den Optokoppler IC 5 übertragenen Datenausgangssignal DOUT des AD-Wandlers, während D 1 das STRB-Signal überträgt. D 2 überträgt den invertierten Ausgang des ersten D-Flip-Flops, um eine eindeutige Kartenerkennung zu ermöglichen.

Rechts neben den Optokopplern IC 3 bis IC 5 ist der Analog-Digital-Wandler IC 8 des Typs MAX186 dargestellt (Abbildung 3). Bei diesem Baustein handelt es sich um einen AD-Wandler mit integriertem Analog-Multiplexer, einer Referenzspannungsgenerierung und einer digitalen Schnittstelle, die direkt über die Optokoppler IC 3 bis IC 5 verbunden ist.

Der CS -Eingang Pin 18 des Bausteins

übernimmt die Selektierung des AD-Wandlers. Am DIN-Eingang Pin 17 werden vom Computer die Daten angelegt, die IC 8 über die Taktleitung SCLK (Pin 19) in das interne Schieberegister übernimmt.

In umgekehrter Richtung werden die Ausgangsdaten mit dem SCLK-Takteingang von dem internen Schieberegister des AD-Wandlers über den DOUT-Anschluß Pin 15 herausgeschoben. Die Beendigung des Analog-Digital-Wandlungsvorganges wird über den SSTRB-Anschluß Pin 16 von IC 8 gemeldet.

Die analogen Eingangsspannungen, die an den Pins 2 bis 9 der 9poligen Sub-D-Buchse anliegen, werden über die nachgeschalteten RC-Kombinationen den 4fach-Operationsverstärkern IC 9 und IC 10, die als Instrumentenverstärker geschaltet sind, zugeführt. Da die nachgeschalteten Eingänge des AD-Wandlers lediglich einen Widerstand von einigen $k\Omega$ besitzen, wurde die Voranschaltung der Operationsverstärker notwendig. Damit steigt der Eingangswiderstand der Analogeingänge auf mehrere $M\Omega$ an. Die Dioden D 2 bis D 17 verhindern eine Übersteuerung und damit Zerstörung der Operationsverstärkereingänge.

Tabelle 2 zeigt die Belegung der 9poligen Sub-D-Buchse.

Tabelle 2: Belegung der 9poligen Sub-D-Buchse der 12-Bit-AD-Wandler-Einsteckkarte

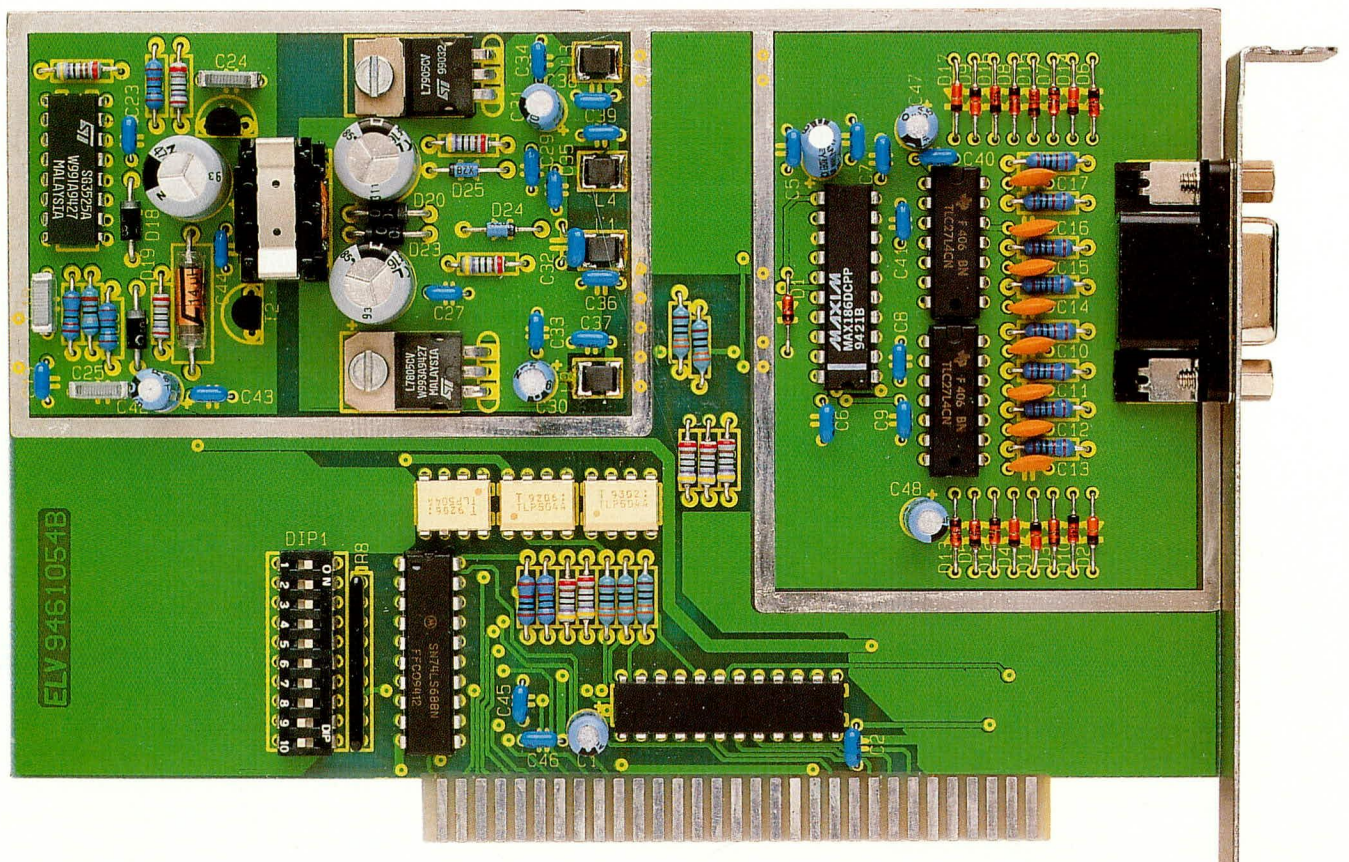
Funktion	Pin
Kanal 0	2
Kanal 1	3
Kanal 2	4
Kanal 3	5
Kanal 4	6
Kanal 5	7
Kanal 6	8
Kanal 7	9
AGND	1

Nachbau

Die Schaltung des galvanisch getrennten 12-Bit-AD-Wandlers ist auf einer 156 mm x 118 mm großen, doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte untergebracht. Die Bestückung der Platine wird in gewohnter Weise vorgenommen.

Zunächst sind die SMD-Spulen L 1 bis L 4 auf die Bestückungsseite der Leiterplatte aufzusetzen und mit einem passenden LötKolben festzulöten.

Als nächstes sind die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauelementen anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste auf die Platine zu setzen und auf der Unterseite zu verlöten. Die Anschlußbeinchen



Ansicht der fertig aufgebauten PC-Einsteckkarte des ADG 12

der beiden Spannungsregler IC 12 und IC 13 werden nach hinten abgewinkelt und mit Hilfe jeweils einer M3 x 5 mm Schraube und einer M3-Mutter auf der Platine festgeschraubt und anschließend verlötet.

Nach dem Einlöten des 9poligen Sub-D-Steckverbinders und bevor die Rückplatte am Sub-D-Steckverbinder befestigt wird, sind die Abschirmbleche vorzubereiten. Hierzu werden die Blechstreifen entlang

der Perforation abgeknickt und zunächst mit Blechschrauben mit den Abschirmdeckeln verschraubt. Anschließend ist diese Gehäusekonstruktion jeweils auf die Löt- bzw. Bestückungsseite der Leiterplatte zu setzen und mit wenigen Lötunkten zu fixieren. Nachdem die Abschirmdeckel wiederum entfernt worden sind, können die Seitenwände der Bleche großflächig mit den dafür vorgesehenen Leiterbahnen auf der Löt- und Bestückungsseite der Platine verlötet werden.

Zum Abschluß der Aufbauarbeiten sind die Abschirmdeckel wieder mit den Schrauben zu befestigen, gefolgt von der Montage des Slot-Blech.

Stückliste:

12-BIT-AD-Wandler mit galvanischer Trennung

Widerstände:

270Ω	R23, R25
330Ω	R3 - R5, R12, R13
470Ω ...	R6, R7, R9 - R11, R29, R30
1kΩ	R27, R28
2,2kΩ	R22
4,7kΩ	R31
6,8kΩ	R32
10kΩ	R1, R2, R14 - R21
10kΩ/Array, 8fach	R8

Kondensatoren:

10nF	C10 - C17, C24, C25
15nF	C18
100nF/ker	C2, C3, C5 - C9, C19, C23, C27, C29, C32 - C46
4,7µF/63V	C4
10µF/25V	C1, C42, C47, C48
100µF/16V	C30, C31
470µF/16V	C22, C26, C28

Halbleiter:

ELV9486	IC1
---------------	-----

74LS688	IC2
TLP504A	IC3 - IC5
MAX186	IC8
TLC27L4	IC9, IC10
SG3525A	IC11
7805	IC12
7905	IC13
BC639	T1, T2
1N4148	D1 - D17
SB120	D18 - D20, D23
ZPD6,2V	D24, D25

Sonstiges:

Spule, 14µH	L5
Spule, 10µH/SMD	L1 - L4
DIP-Schalter, 10fach	DIP1
SUB-D-Buchse, 9pol	BU1
Trafo, EF 16-V1	TR1
1 Abschirmgehäuse, groß	
1 Abschirmgehäuse, klein	
2 Zylinderkopfschrauben, M3 x 5mm	
2 Muttern, M3	
1 Slotblech	

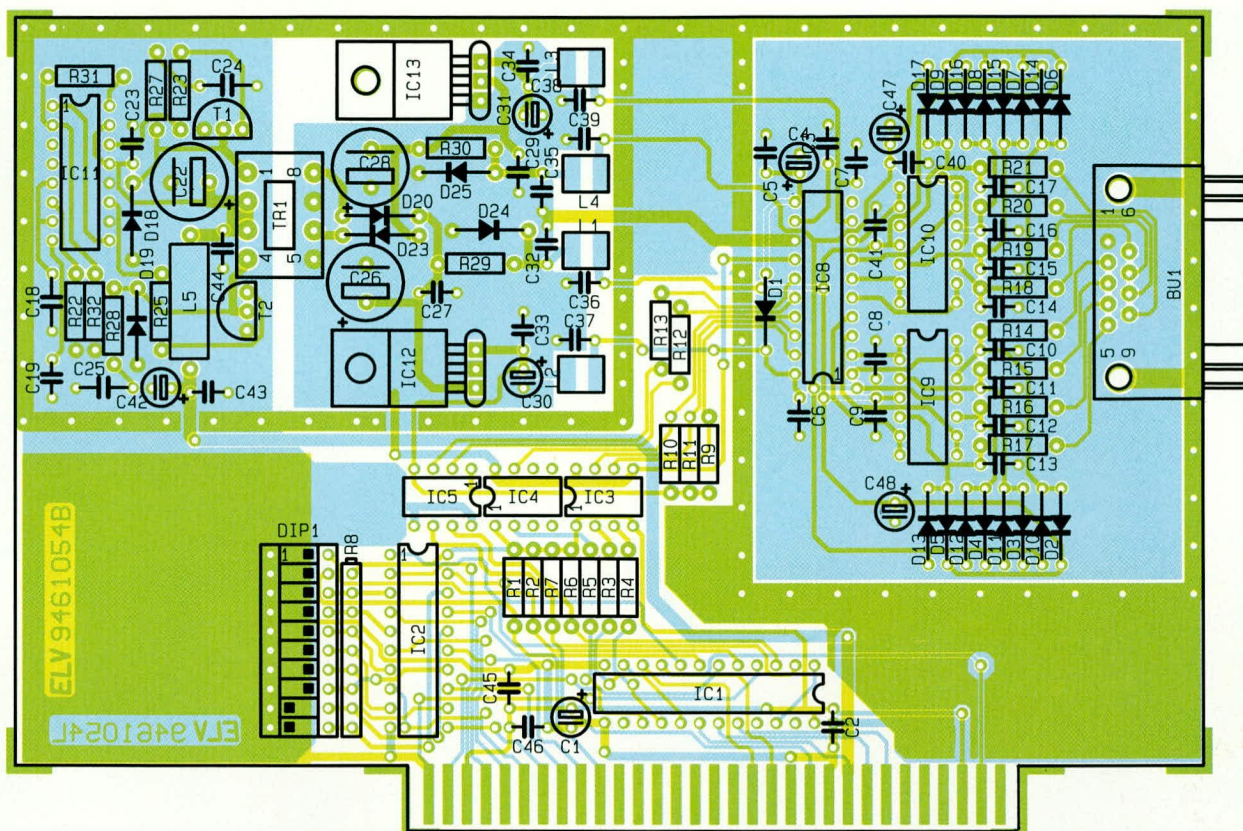
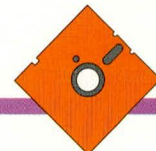
Treibersoftware

Zur ADG 12 steht eine Treibersoftware zur Verfügung, die beispielhaft die Ansteuerung dieser Schaltung zeigt. In Abbildung 5 ist ein Bildschirmausdruck der Testsoftware dargestellt.

Das Testprogramm ist übrigens auch in der ELV-Mailbox abgelegt und kann von dort kostenlos heruntergeladen werden (nur die Telefongebühren fallen an). Der Quellcode ist in Pascal verfaßt, läßt sich aber auch in beliebige andere Programmiersprachen umsetzen.

Inbetriebnahme und Abgleich

Vor dem Einsetzen der PC-Einsteckkar-



Bestückungsplan der PC-Einsteckkarte des 12-Bit-AD-Wandlers ADG 12

te in den PC ist zunächst die gewünschte IO-Adresse, die defaultmäßig bei 300 H liegt, mit den DIP-Schaltern einzustellen.

Die Testsoftware ist defaultmäßig ebenfalls auf die IO-Adresse 300 H eingestellt.

Bei Verwendung einer anderen IO-Adresse ist diese mit dem Programmaufruf anzugeben. Die Testsoftware erkennt automatisch nach dem Start die AD-Wandler-PC-Einsteckkarte. Die Grundgenauigkeit liegt üblicherweise bei ± 3 Digit, wobei mit ei-

nem einfachen zusätzlichen Abgleich eine Genauigkeitserhöhung auf ± 1 Digit erreichbar ist.

Hierzu sind zunächst die Offsetspannungen der Operationsverstärker und Meßeingänge abzugleichen. Dazu werden über kurze Drahtbrücken die Eingänge Pin 2 bis Pin 9 mit der Analogmasse Pin 1 verbunden. Über die Software erfolgt jetzt ein Offset-Abgleich, wobei die Offseiteinstellungen der Analogeingänge dahingehend zu verändern sind, daß als Meßwert exakt 0,000 V angezeigt wird. Anschließend sind die Kurzschlußbrücken wieder zu entfernen.

Anschließend erfolgt der Abgleich des Skalenfaktors, wozu eine Gleichspannung von ca. 4 V zwischen den Anschlußpins 1 und 2 der Sub-D-Buchse anzulegen ist. Am besten eignet sich eine 9V-Blockbatterie mit einem nachgeschalteten Spannungsteiler. Mit einem entsprechend genauen Multimeter ist nun die angelegte Spannung zu messen und der Meßwert im PC über den Einstellpunkt „Referenzspannung“ so zu verändern, daß der angezeigte Wert mit dem Meßwert vom Multimeter übereinstimmt.

Für spätere Messungen sollten die Korrekturwerte dokumentiert oder in der Software abgelegt werden.

Zum Abschluß der Inbetriebnahmearbeiten können die analogen Meßwertgeber angeschlossen und die Karte ihrer Bestimmung übergeben werden.

ELV Test- und Inbetriebnahme-Programm 12 Bit 8 Kanal A/D Wandler ADG12

AD-Wandler an der Basisadresse 0300H gefunden Messung gegen Analog-Masse galvanisch getrennt

	Single (AGND)	Unipolar	Bipolar
Kanal 0:	0.001 V	0.001 V	
Kanal 1:	1.234 V	1.234 V	
Kanal 2:	2.045 V	2.045 V	
Kanal 3:	3.185 V	Überl. V	
Kanal 4:	4.090 V	Überl. V	
Kanal 5:	1.111 V	1.111 V	
Kanal 6:	Unterl V	-0.005 V	
Kanal 7:	Unterl V	-2.030 V	

Referenzspannung : → 4.095 V

Offset Kanal 0 ..:	0 mV
Offset Kanal 1 ..:	1 mV
Offset Kanal 2 ..:	0 mV
Offset Kanal 3 ..:	0 mV
Offset Kanal 4 ..:	0 mV
Offset Kanal 5 ..:	0 mV
Offset Kanal 6 ..:	-1 mV
Offset Kanal 7 ..:	0 mV

Tasten: ↑, ↓ : Funktion wählen ESC, Enter : Programm beenden
 →, + : Wert incrementieren ←, - : Wert decrementieren

Bild 5: Bildschirmausdruck der Testsoftware zum 12-Bit-AD-Wandler ADG 12