

8-Bit-AD-DA-Wandlerkarte ADA 8

8 analoge Ein- und Ausgänge auf einer PC-Einsteckkarte erweitern Ihren IBM-kompatiblen PC zum Meß- und Regelgerät.

Allgemeines

Damit ein rein digital arbeitender PC auch im Bereich der analogen Meß-, Regel- und Steuerungstechnik einsetzbar ist, sind Verbindungsglieder zur Signalkonvertierung erforderlich. Eingangsseitig werden analoge Signale mittels eines AD-Wandlers in entsprechende Digitalinformationen umgesetzt, während die digitalen Ausgangsinformationen des PCs mit einem DA-Wandler in analoge Ausgangssignale umgewandelt werden.

Mit dem hier vorgestellten, besonders günstig zu realisierenden Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandler des Typs ADA 8 kann auf einfache Weise ein PC auch analoge Informationen verarbeiten und auch wieder ausgeben.

Die PC-Einsteckkarte ADA 8 ist mit einem 8-Bit-AD-Wandler und vorgeschaltetem 8-fach-Multiplexer sowie mit einem 8-Bit-DA-Wandler mit nachgeschaltetem Multiplexer ausgestattet. Dies ermöglicht in beide Richtungen eine Genauigkeit des Meß- und Regelwertes von besser als 0,4 %.

Der integrierte AD-Wandler ermöglicht bis zu 10.000 Messungen pro Sekunde im 1-Kanal-Betrieb oder 1250 pro Sekunde im 8-Kanal-Betrieb. Der DA-Wandler arbeitet mit gleicher Geschwindigkeit.

Die PC-Einsteckkarte läßt sich so konfigurieren, daß nach Abschluß einer AD-Wandlung ein Interrupt ausgelöst wird und das im PC laufende Programm den Meßwert unmittelbar verarbeiten kann. Hier-

durch besteht als besonderes Feature auch die Möglichkeit, Meßwertaufnahmen im Hintergrund des Rechners ablaufen zu lassen.

Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, daß für die Auslösung eines PC-Interrupts nicht nur die üblichen Interrupt-Anschlüsse auf dem 8-Bit-Slot, sondern zusätzlich auch noch die erweiterten Interruptleitungen auf dem 16-Bit-Slot eines ATs zur Verfügung stehen. Dadurch ist gewährleistet, daß diese PC-Einsteckkarte auch mit anderen PC-Einsteckkarten kombinierbar ist, ohne die schon fast obligatorischen Interrupt-Konflikte.

Natürlich läßt sich die PC-Einsteckkarte auch in einen PC-XT-8-Bit-Slot einsetzen.

Zur Ausgabe besitzt die ADA 8 einen Digital-Analog-Umsetzer mit einer Auflösung von ebenfalls 8 Bit, der um eine Sample-and-Hold-Schaltung erweitert ist. Hierdurch können zusätzlich zu den vor-

stehend erwähnten 8 Eingangsspannungen gleichzeitig auch 8 Ausgangsspannungen zu Steuerzwecken ausgegeben werden.

Der Ausgangsspannungsbereich bewegt sich zwischen 0-1V und 0-5V, je nach Erfordernis der maximalen Ausgangsspannungshöhe. Wird z.B. ein Bereich zwischen 0 und 2,55V gewählt, beträgt die Auflösung genau 10mV.

Die Programmierung der ADA 8 ist recht einfach. Hierzu steht ein Pascal-Beispielprogramm zur Verfügung, das die einzelnen Verarbeitungsschritte dokumentiert. Selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit, diese Einsteckkarte über eine nahezu beliebige andere Programmiersprache anzusteuern.

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

Das Blockschaltbild

Abbildung 1 zeigt das Blockschaltbild der 8-Bit-AD-DA-Wandlerkarte ADA 8. Ganz links im Bild ist der PC-Bus zu sehen. Die Kommunikation und Pufferung der 8 Datenleitungen zwischen PC-Bus und internem Bus erfolgt über den bidirektionalen Bustreiber. Am Intern-Bus sind der AD- und DA-Wandler angeschlossen, die ihrerseits wiederum von der gemeinsamen Steuer- und Adreßdecodierlogik angesteuert werden, die am PC-Bus anliegt.

Der Analog-Ausgang des DA-Wandlers steuert über eine Pegelanpassung und einen Multiplexer jeweils eine der 8 Sample-and-Hold-Teilschaltungen an. Die 8 Analog-Ausgänge sind direkt auf den 25-poligen Steckverbinder geführt.

Auf der Eingangsseite ist den 8 Analog-Eingängen jeweils ein Impedanzwandler vorgeschaltet, bevor die Signale auf einen 8fach-Multiplexer gelangen und anschließend auf den Analog-Eingang des

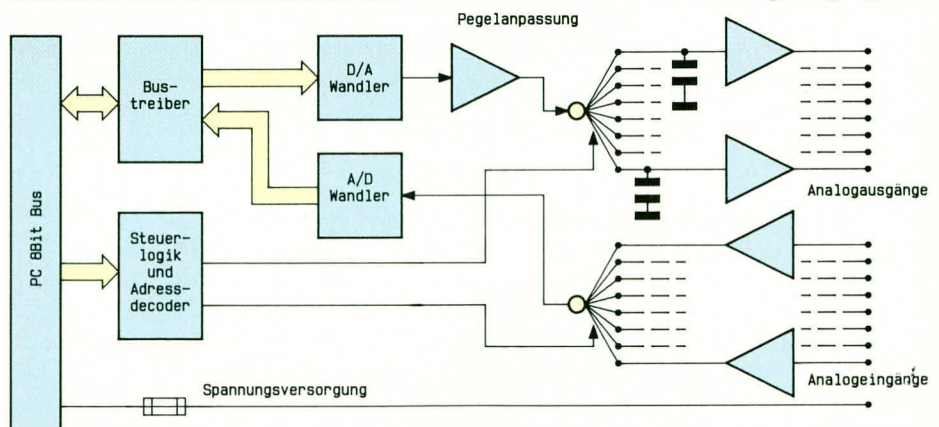


Bild 1: Blockschaltbild der 8-Bit-AD-DA-Wandlerkarte

über die I/O-Basisadresse +1 das Bit1 Low-Pegel zeigen. In allen anderen Fällen steht hier ein High-Pegel an. Durch diese Konfiguration ist eine recht eindeutige Erkennung der 8-Bit-AD-DA-Wandlertarte sichergestellt. Tabelle 1 zeigt die I/O-Adreßzuordnung.

DA-Wandler

Das Herzstück der in Abbildung 4 gezeigten Schaltung des DA-Wandlers stellt der 8-Bit-Digital-Analog-Umsetzer des Typs AD7524 dar. Dieser Baustein übernimmt direkt mit der steigenden Flanke an der WR-Steuerleitung die am Datenbus anliegende Information in einen internen Zwischenspeicher. An Pin 15 benötigt der Wandler (IC7) eine Referenzspannung von ca. 2,7V, die durch den Referenzspannungsteiler R2 und R3 zugeführt wird.

Der Baustein besitzt einen Differenzstromausgang, der über den nachgeschalteten Operationsverstärker an dessen Ausgang (IC 8A) eine Gleichspannung zwischen 0V (Digital 0) bis -2,7V (Digital 255) einstellt.

Die nachfolgende Verstärkerschaltung um IC 8B invertiert und verstärkt diese Ausgangsspannung, so daß ein Bereich von 0V (Digital 0) bis +U_{max} (Digital 255) vorliegt. Die Spannung U_{max} läßt sich mit Hilfe des Trimmers R8 in weiten Bereichen (1V - 5V) einstellen zur individuellen Anpassung an die angeschlossene Analog-Einheit. Wird z.B. 2,55V als Maximalspannung gewählt, so ergibt sich pro digitalem Schritt eine analoge Stufe von exakt 10mV zur besonders einfachen Handhabung der Steuersoftware.

Die Ausgangsspannung von IC 8B wird dem Analog-Multiplexer IC9 des Typs CD4051 zugeführt, der daraufhin diese Spannung an einen der 8 Ausgänge durchschaltet. Um welchen der 8 Ausgänge es sich dabei handelt, wird durch die Ansteuerung an den Anschlußpins A, B, C festgelegt. Die Ausgangsspannungen werden über die Haltekapazitäten C22 - C29 zu den als Impedanzwandler geschalteten Operationsverstärkern IC10 und IC11 geführt, deren Ausgänge direkt am Sub-D-Steckverbinder angeschlossen sind.

Die Haltespannung an den Kondensatoren C22 - C29 könnte über einen längeren

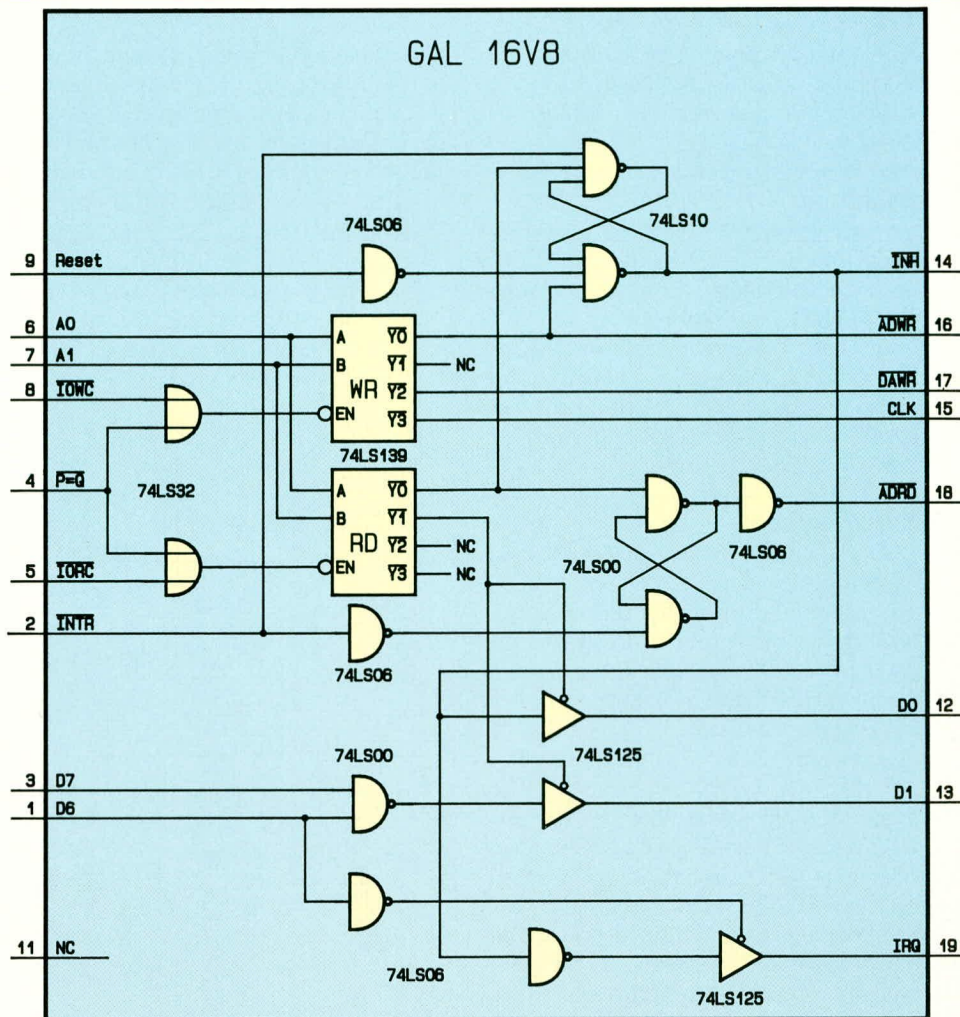


Bild 3: Innenschaltung des GALs vom Typ ELV 9348

Zeitraum wegdrieten. Damit dieses nicht passiert, muß die Steuersoftware in zyklischen Abständen die Werte an den 8 Analog-Ausgängen des Multiplexers auffrischen. Hierzu werden alle Analog-Eingänge im Multiplexbetrieb wieder mit der Sollspannung beaufschlagt.

Der DA-Wandler benötigt, nachdem ein Digitalwert übergeben wurde, einige Mikrosekunden, um den neuen Analogwert am Ausgang von IC 8B zur Verfügung zu stellen. Damit diese kurze Einschwingphase nach dem Umschalten an den jeweiligen Ausgängen zu keiner Verfälschung führt, wird während der Einschwingzeit des DA-Wandlers software-

seitig der Multiplexer abgeschaltet. Hierzu besitzt IC9 den Steuereingang Pin 6, über den der Baustein in den Tristate-Zustand versetzt wird.

AD-Wandler

Abbildung 5 zeigt den AD-Wanderteil der ADA 8-Einsteckkarte. Wesentlicher Baustein dieses Schaltungsteils ist der integrierte Analog-Digital-Wandler IC12 des Typs ADC0804, der eine Analog-Eingangsspannung von 0-5V mit einer Wandlungsrate von bis zu 10.000 Wandlungen pro Sekunde in einen entsprechenden Digitalwert umsetzt. Die Wandlungsfrequenz hängt im wesentlichen vom internen Oszillator des Bausteins ab, der durch die RC-Kombination R9 und C36 an Pin 4 und Pin 19 die Wandlungsrate bestimmt. Die Oszillatorfrequenz läßt sich an Pin 19 von IC 12 messen. Der Wandlerbaustein benötigt insgesamt 64 - 72 Taktzyklen, um eine Messung vorzunehmen. Bei ca. 10000 Wandlungen / Sekunde ist demnach eine Oszillatorfrequenz von ca. 720 kHz erforderlich. Diese Frequenz kann durch Veränderung von R 9 oder C 6 im Bereich zwischen 100 kHz und 1,46 MHz variiert werden.

Für den Start der Analog-Digital-Wandlung benötigt IC12 einen kurzen Low-Impuls an seiner WR-Leitung (Pin 3). Ist die

Tabelle 1: I/O-Adreßzuordnung der 8Bit-AD-DA-Wandlertarte

Basisadresse	schreibend	lesend
+0	AD-Wandler starten	D0..D7: AD-Wandler-Daten lesen
+1	—	D0: AD-Wandlung fertig D1: Kartenerkennung
+2	D0..D7: Daten für den DA-Wandler	—
+3	D0..D2: Selektierung des DA-Multiplexers D3..D5: Selektierung des AD-Multiplexers D6: Freigabe des DA-Multiplexers D7: Interruptfreigabe	—

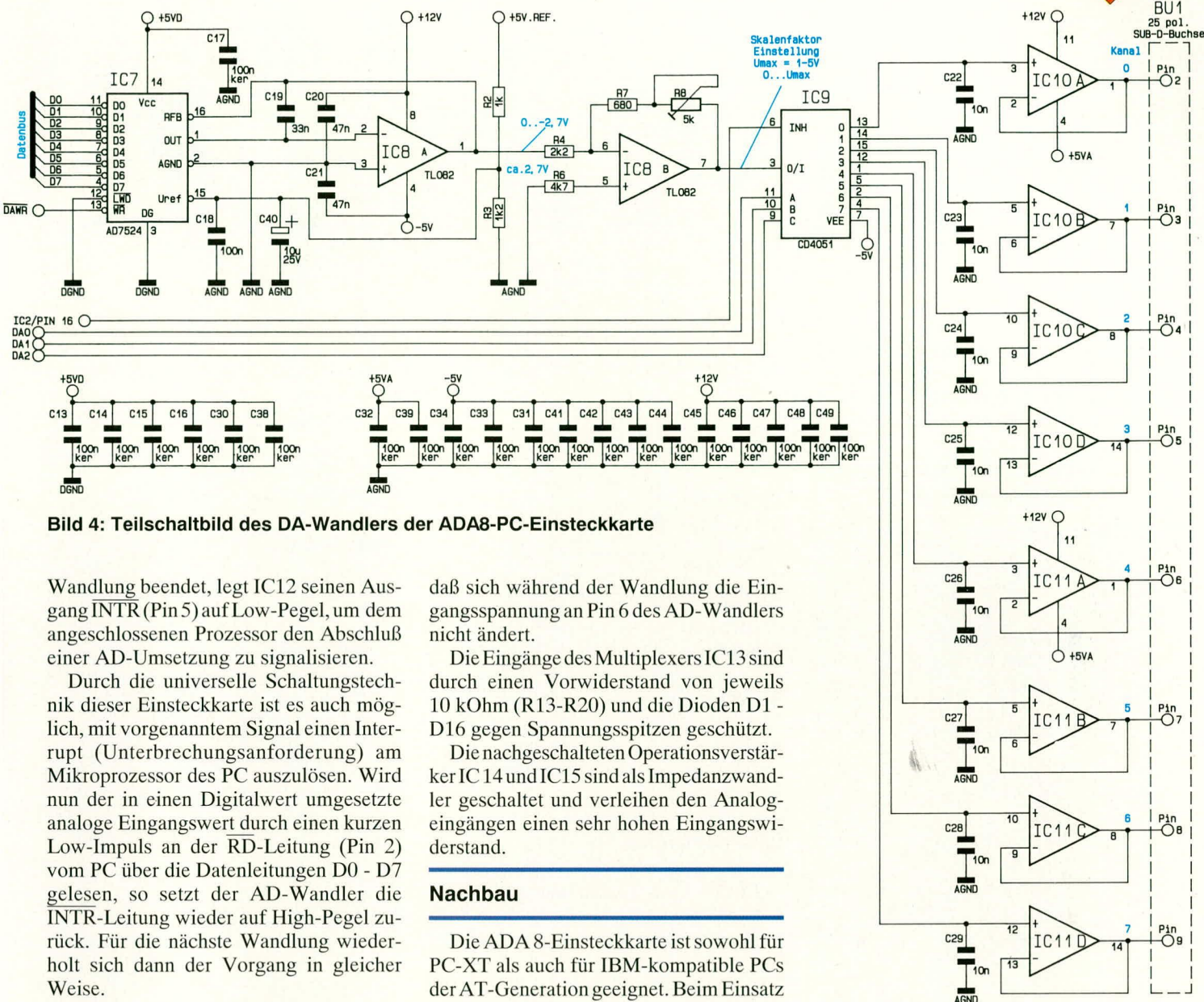


Bild 4: Teilschaltbild des DA-Wandlers der ADA8-PC-Einsteckkarte

Wandlung beendet, legt IC12 seinen Ausgang INTR (Pin 5) auf Low-Pegel, um dem angeschlossenen Prozessor den Abschluß einer AD-Umsetzung zu signalisieren.

Durch die universelle Schaltungstechnik dieser Einsteckkarte ist es auch möglich, mit vorgenanntem Signal einen Interrupt (Unterbrechungsanforderung) am Mikroprozessor des PC auszulösen. Wird nun der in einen Digitalwert umgesetzte analoge Eingangswert durch einen kurzen Low-Impuls an der RD-Leitung (Pin 2) vom PC über die Datenleitungen D0 - D7 gelesen, so setzt der AD-Wandler die INTR-Leitung wieder auf High-Pegel zurück. Für die nächste Wandlung wiederholt sich dann der Vorgang in gleicher Weise.

An Pin 9 benötigt der AD-Wandler eine Referenzspannung, deren Betrag der halben maximalen Eingangsspannung entspricht. Soll z.B. in einem Bereich die Eingangsspannung von 0-1V überstrichen werden, so ist an Pin 9 eine Referenzspannung von exakt 0,5V einzustellen, gemessen gegenüber der Analog-Masse. Für den maximalen Eingangsspannungsbereich von 0-5V wären hier 2,5V anzulegen.

Der ADC0804 besitzt für die Analog-Eingangsspannung 2 Anschlußpins. In unserem Fall liegt der Eingang Vin- (Pin 7) auf Analog-Masse, d.h. die an Vin+ (Pin 6) anliegende Eingangsspannung ist auf die Analog-Masse der Schaltung bezogen.

Der vorgeschaltete Multiplexer-Baustein IC13 des Typs 4051 wählt über seine Steuereingänge A, B, C einen der Analog-Eingänge 0 bis 7 aus. Die Freigabe des Multiplexer-Bausteins IC 13 erfolgt über das GAL IC 3, das von IC 13 während der AD-Wandlung hochohmig geschaltet wird. Durch diese Maßnahme ist sichergestellt,

daß sich während der Wandlung die Eingangsspannung an Pin 6 des AD-Wandlers nicht ändert.

Die Eingänge des Multiplexers IC13 sind durch einen Vorwiderstand von jeweils 10 kOhm (R13-R20) und die Dioden D1 - D16 gegen Spannungsspitzen geschützt.

Die nachgeschalteten Operationsverstärker IC 14 und IC15 sind als Impedanzwandler geschaltet und verleihen den Analog-eingängen einen sehr hohen Eingangswiderstand.

Nachbau

Die ADA 8-Einsteckkarte ist sowohl für PC-XT als auch für IBM-kompatible PCs der AT-Generation geeignet. Beim Einsatz in PC-XT-Computern ist der Einsatz dieser Einsteckkarte ohne Probleme in einen 8-Bit-Slot möglich, wobei die 16-Bit-Zunge der Leiterplatte dann auf den ICs des Motherboards aufliegt, was aber keine Nachteile mit sich bringt. Lediglich ist darauf zu achten, daß diese Pins keine elektrische Verbindung mit anderen Bauteilen haben.

Die komplette Schaltung der ADA 8 ist auf einer 110 x 162 mm großen doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte untergebracht. An der Busrückwand der Platine befindet sich eine 25-polige Sub-D-Print-Buchse, die zur Anbindung an die analoge Außenwelt vorgesehen ist. Ebenfalls an dieser Buchse sind die Analog-Masse sowie die 4 Versorgungsspannungen des PCs zur Versorgung von Kleinverbrauchern herausgeführt.

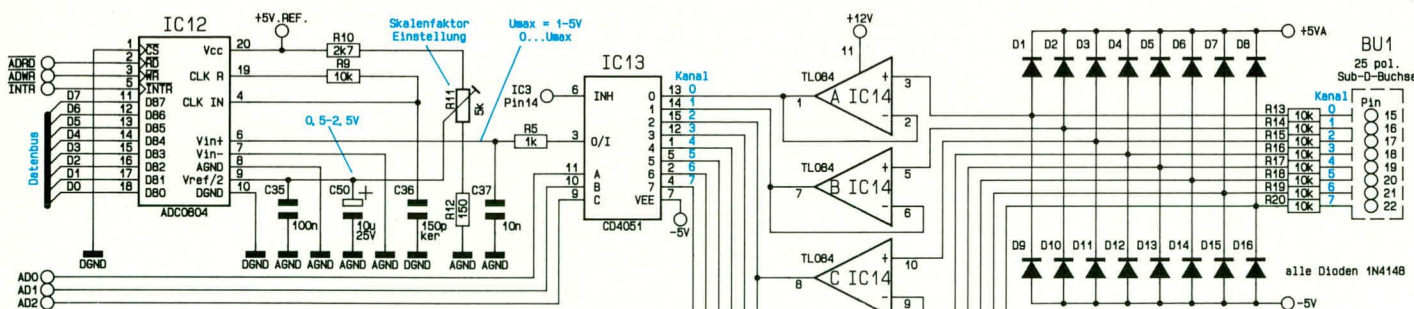
Die Bestückung der Platine wird in gewohnter Weise vorgenommen. Zunächst sind die passiven und aktiven Bauelemente anhand des Bestückungsplanes und der

Stückliste auf die Platine zu setzen und auf der Unterseite zu verlöten. Da sämtliche Bauelemente auf einer einzigen Platine untergebracht sind, ist der Aufbau recht einfach durchführbar. Die Bauelemente sind möglichst niedrig auf die Platine zu setzen zur Vermeidung einer späteren Berührung mit der im nächsten Slot steckenden Leiterplatte.

Es folgt das Einsetzen und Verlöten der 25-poligen Sub-D-Buchse und des Pfostensteckverbinders. Zum Abschluß der Aufbauarbeiten ist noch das Slotabdeckblech an den Sub-D-Steckverbinder anzuschrauben.

Treibersoftware

Zur ADA 8 steht eine Treibersoftware zur Verfügung, die beispielhaft die Ansteuerung dieser Einsteckkarte zeigt. Unter anderem kann auch die interruptgesteuerte AD-Wandlung vorgenommen werden,



so daß die Verarbeitung quasi im Hintergrund abläuft.

Abbildung 6 zeigt einen Bildschirmausdruck der Testsoftware, die auf einer separaten

Tabelle 2: Zuordnung der Sub-D-Steckverbinderpins

Bedeutung	Pin
DA-Wandler Kanal 0	2
DA-Wandler Kanal 1	3
DA-Wandler Kanal 2	4
DA-Wandler Kanal 3	5
DA-Wandler Kanal 4	6
DA-Wandler Kanal 5	7
DA-Wandler Kanal 6	8
DA-Wandler Kanal 7	9
AD-Wandler Kanal 0	15
AD-Wandler Kanal 1	16
AD-Wandler Kanal 2	17
AD-Wandler Kanal 3	18
AD-Wandler Kanal 4	19
AD-Wandler Kanal 5	20
AD-Wandler Kanal 6	21
AD-Wandler Kanal 7	22
GND	1, 10, 11
+5 V	14, 23, 24
-5 V	25
+12 V	12
-12 V	13

Bild 5: Teilschaltbild des AD-Wandlers der ADA8-PC-Einsteckkarte

raten Diskette vorliegt. Das Testprogramm ist übrigens auch in der ELV-Mailbox abgelegt und kann von dort kostenlos heruntergeladen werden (nur die Telefongebühren fallen an).

Inbetriebnahme

Tabelle 2 zeigt die Zuordnung der Steckverbinderpins zu der Hardware- bzw. Softwareschnittstelle für den Anschluß der Peripherie.

Nachdem der gesamte Aufbau dieser PC-Einsteckkarte nochmals sorgfältig überprüft wurde, kommen wir zur Einstellung der gewünschten I/O-Ansprechadresse mit Hilfe des 8-fach DIP-Schalters. Gemäß der

gewünschten I/O-Basisadresse sind die einzelnen Schalter einzustellen, wobei darauf zu achten ist, daß die gewählte Basisadresse nicht bereits durch eine vorhandene I/O-

Stückliste: 8-Bit-AD-DA-Wandlerkarte

Widerstände:

150Ω	.....	R12
680Ω	.....	R7
1kΩ	.....	R2, R5
1,2kΩ	.....	R3
2,2kΩ	.....	R4
2,7kΩ	.....	R10
4,7kΩ	.....	R6
10kΩ	.....	R9, R13 - R20, R41, R42
10kΩ (SIL-Array)	.....	R1, R43
PT10, stehend, 5kΩ	.....	R8, R11

Kondensatoren:

150pF	.....	C36
10nF	.....	C22 - C29, C37
33nF	.....	C19
47nF	.....	C20, C21
100nF	.....	C2, C4, C18, C35,
100nF/ker	.....	C6, C8, C10, C12 - C17,
	.....	C30 - C34, C38, C39, C41 - C49
10μF/25V	.....	C1, C3, C5, C7,
	.....	C9, C11, C40, C50

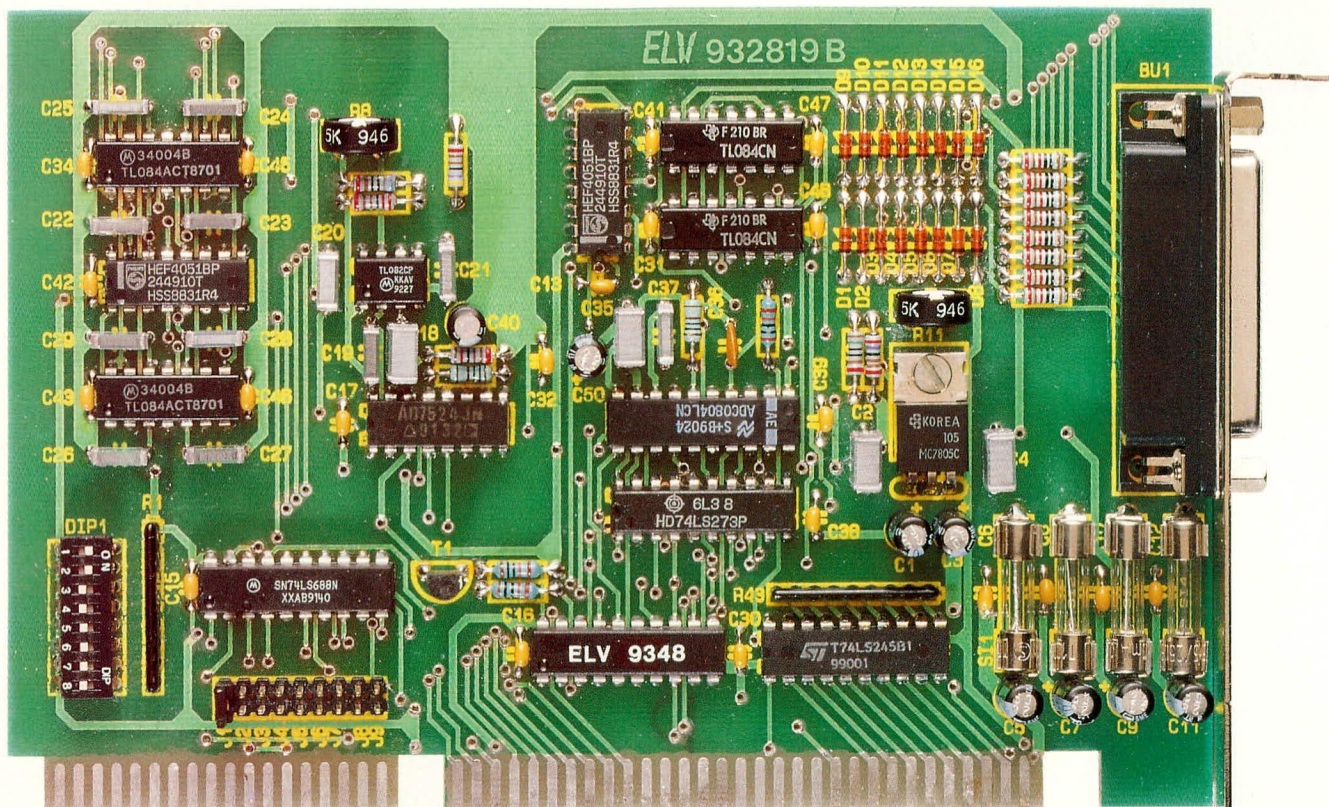
Halbleiter:

ELV9348	.....	IC3
ADC0804	.....	IC12
AD7524	.....	IC7
TL082	.....	IC8
TL084	.....	IC10, IC11, IC14, IC15
74LS245	.....	IC1
74LS273	.....	IC2
74LS688	.....	IC4
CD4051	.....	IC9, IC13
7805	.....	IC5
BC548	.....	T1
1N4148	.....	D1 - D16

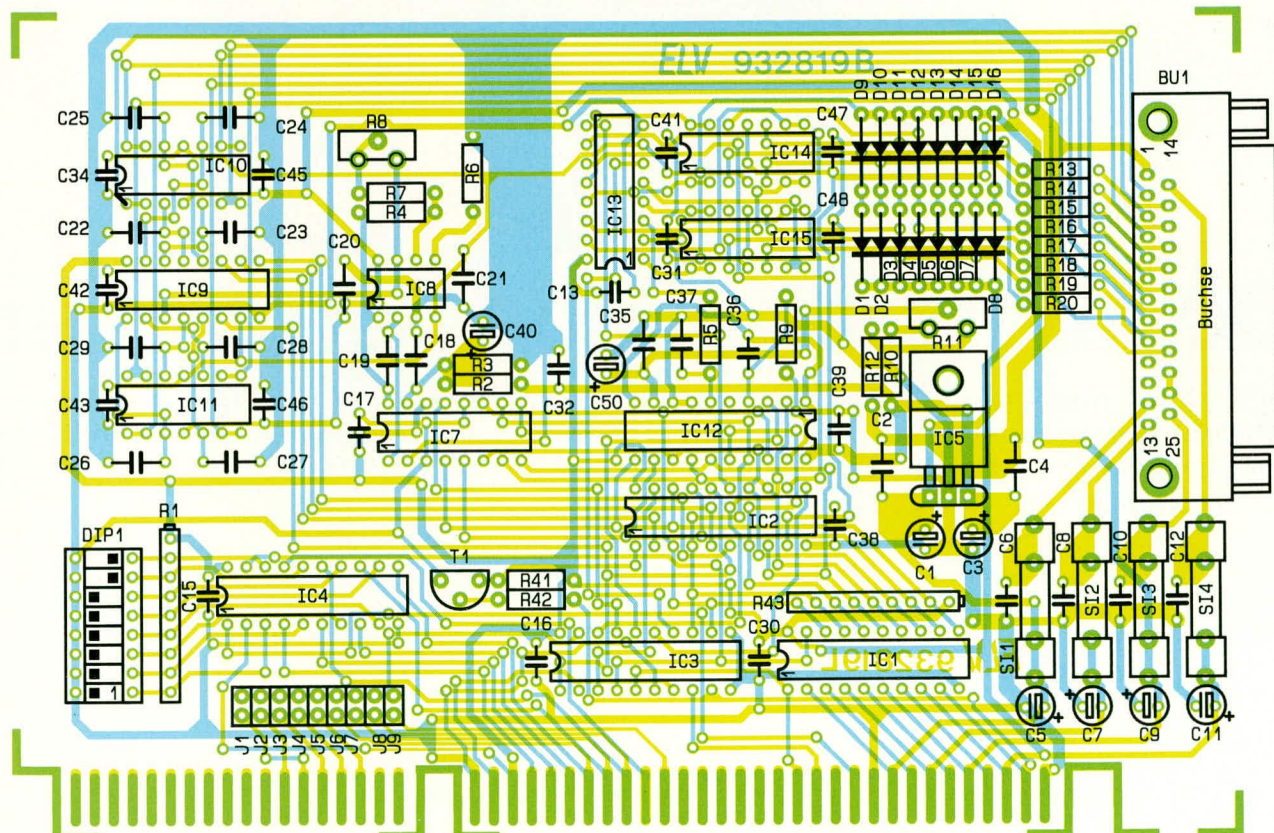
Sonstiges:

SUB-D-Buchse, 25polig, print	.....	BU1
DIP-Schalter, 8polig	.....	DIP1
Sicherung, 100mA, träge	.....	SI2, SI3
Sicherung, 630mA, träge	.....	SI1
Sicherung, 1A, träge	.....	SI4
4 Platinensicherungshalter, 2teilig	.....	
1 Stiftleiste, 2 x 9polig	.....	
1 Jumper	.....	
1 Slotblech	.....	
1 Mutter M3	.....	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6 mm	.....	

Bild 6: Bildschirmausdruck der Test- und Inbetriebnahme-Software der 8-Bit-AD-DA-Wandlerkarte



Ansicht der komplett bestückten Leiterplatte der 8-Bit-AD-DA-Wandlerkarte



Bestückungsplan der 8-Bit-AD-DA-Wandlerkarte

Einsteckkarte belegt ist. Eine genaue Vorgehensweise dieser Einstellarbeiten ist im PC-Grundlagen-Artikel im „ELVjournal“ 1/93 auf den Seiten 73-75 beschrieben.

Sofern erforderlich, wird anschließend noch der Jumper für die Interrupt-Leitungen gesetzt. Hierbei ist darauf zu achten, daß eine Kollision mit bestehenden Interrupt-Leitungen ausgeschlossen ist. Hierzu empfiehlt es sich, die Interrupt-

Einstellungen der bereits installierten PC-Einsteckkarten zu überprüfen.

Mit Hilfe einer geeigneten Treibersoftware wird der Digitalwert 255 auf den DA-Wandlerbaustein gegeben. Am Ausgang des Operationsverstärkers IC 8 B ist mit Hilfe des Trimmers R8 die gewünschte maximale Ausgangsspannung je nach Anforderung im Bereich von 1V-5V einzustellen.

Mit Hilfe des Trimmers R11 wird die

Referenzspannung für den AD-Wandler IC12 so eingestellt, daß die Hälfte der maximalen Eingangsspannung (0,5-2,5V) am Referenzspannungseingang Pin9 des AD-Wandlers anliegt.

In Verbindung mit der Treibersoftware kann jetzt eine Detailprüfung der Analog-Ein-/Ausgangsspannungen erfolgen. Sind alle Tests positiv verlaufen, kann die PC-Einsteckkarte ihren Dienst aufnehmen. **ELV**