Der NDR-Klein Computer

Aufbau- und Gebrauchsanleitung

AD 8x16

ELEKTRONIKLADEN 4930 DETMOLD 18 ☎ 05232/8171

AD8x16

Diese für den NDR-Klein-Computer entwickelte Karte ermöglicht dem Rechner die Verarbeitung von physikalischen Größen, die in proportionale Spannungen wandelbar sind. Die AD 8x16-Karte verfügt über 16 getrennte Analogeingänge, die über einen Analogmultiplexer anwählbar sind. Die Spannung des betreffenden Eingangs wird innerhalb von 100us in ein 8-Bit-Wort umgewandelt, das am Ausgang zur weiteren Verarbeitung bereitgestellt wird. Die Eingangsspannung darf Werte zwischen 0 und 5V annehmen. Die Aufösung, also die kleinste registrierbare Spannungsänderung, ist dann ca. 20mV (= 5V:256). Soll die Auflösung erhöht werden, so ist der Bereich der Eingangsspannung, der durch eine Referenzspannung festgelegt ist, einzuschränken. Durch die Einschränkung des Spannungsbereiches auf 0 bis 2,5V ergibt sich dann eine Auflösung von ca 0,01V (2,5V:256).

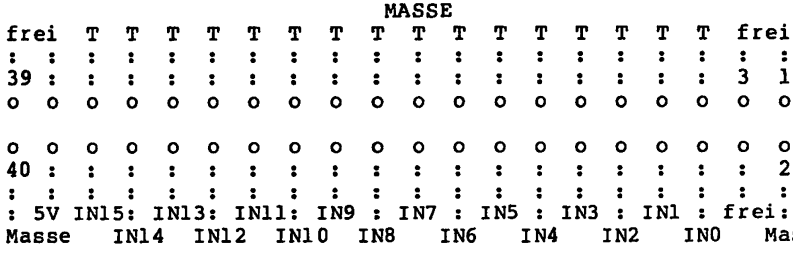
SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

Dank des Einsatzes des bewährten ADC 0816 (IC1 <Analog Digital Converter, 8 Bit breit, 16 Kanäle>) ist die Schaltung relativ einfach. Diese 40 polige integrierte Schaltung übernimmt den gesamten Wandlungsvorgang, so daß die umgebende Schaltung nur noch dazu dient, den Baustein an den Rechner "anzupassen".
Der Wandler belegt, da jeder Kanal einer I/O-Adresse entspricht, 16 Adressen. Mit dem 74LS85 (IC6 <4 Bit Vergleicher>) wird die Adreßdekodierung der AD8x16-Karte vorgenommen, wobei die Adressen E0h bis EFh verwendet werden. Der Vergleichereingang bei Adresse A4 wird hier mit 0 belegt, die restlichen Adressen bleiben auf +5V.
Wenn nun ein Schreibzugriff auf E0h bis EFh vorgenommen wird, wird der zu dieser Adresse zugehörige Kanal des ADC0816 gestartet (E0h = 1.Kanal, E1h = 2.Kanal, usw.). Beim Lesen liefert die Adresse E0h den Status. Solange Bit7 high (1) ist, dauert die Wandlung an, sobald Bit7 auf low (0) geht, kann das Ergebnis der Wandlung unter Adresse E1h gelesen werden. Der 74LS132 (IC7) ist mit Kondensator C8 und Widerstand R2 zu einem Oszillator geschaltet und erzeugt den Wandlungstakt.
Der Datenverkehr mit der CPU des Systems erfolgt über die beiden 74LS245 (IC 2, 3 <bidirektionale Bustreiber>), wobei IC 2 das Wandlungsergebnis zum Bus treibt, IC 3 das Statusbit (Bit7 <s.o.> an Pin 13 des ADC0816 liefert.

Die Stiftleiste ST1

führt die Analogeingänge des ADC0816, so daß über diese Leiste Daten an den Wandlerbaustein abgegeben werden können.

Belegung:



Die Stiftleiste ST 3

dient der Adreßdekodierung. Die Adressleitungen A4 sind auf der Karte vorgeätzt, da die Karte für diese Adreßierung konzipiert ist. Wenn Sie die Karte jedoch anders adressieren wollen, trennen Sie die vorgeätzten Leitungen auf und adressieren Sie am ST3 mit Kurzschlußsteckern.

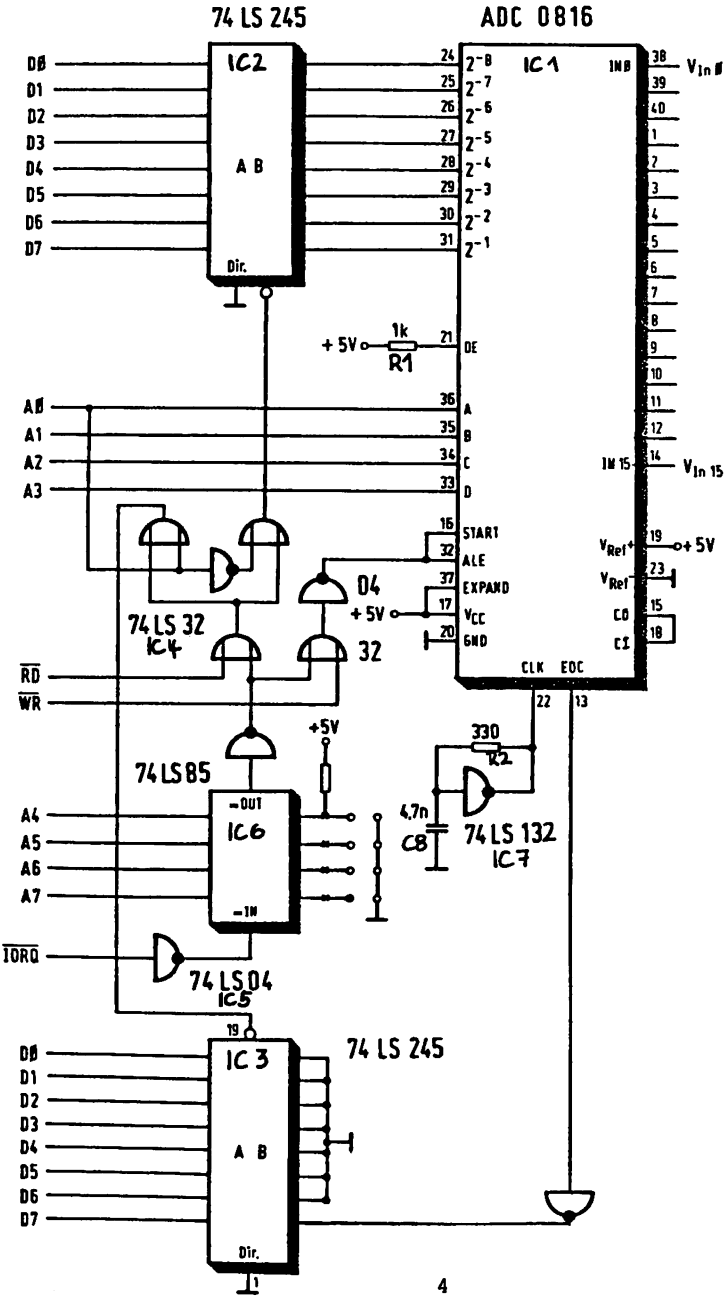
ST3

			X	X	A7
			X	X	A6
			X	X	A5
			X	X	A4

Adressbereich	A4	A5	A6	A7
00h - 0Fh	gesch.	gesch.	gesch.	gesch.
10h - 1Fh	offen	gesch.	gesch.	gesch.
20h - 2Fh	gesch.	offen	gesch.	gesch.
30h - 3Fh	offen	offen	gesch.	gesch.
40h - 4Fh	gesch.	gesch.	offen	gesch.
: :	:	:	:	:
E0h - EFh	v o r g e ä t z t			
: :	:	:	:	:
: :	:	:	:	:
F0h - FFh	offen	offen	offen	offen

Auf der Karte befindet sich ein nicht bestücktes Feld, das Sie nutzen können, wenn Sie Anpaß- oder Versuchsschaltungen auf dem Rasterfeld aufbauen wollen. Hier finden Sie oben am linken Rand des Rasterfeldes eine im Bestückungsaufdruck mit CI, CO, REF+ und +5V gekennzeichnete Punktreihe. Im Schaltplan sehen Sie, daß in der Schaltung CI (Input) mit CO (Output) verbunden sind. Hier kann bei Bedarf diese Leitung aufgetrennt werden und von den Punkten CI und CO auf das Lochrasterfeld geführt werden. REF+ ist der hierhin geführte Eingang des ADC0816 (PIN19). Er ist jetzt mit +5V verbunden. Diese Verbindung können Sie jedoch auftrennen, um z.B. auf dem Rasterfeld eine andere Referenzspannung zu erzeugen und diese zum Punkt REF+ zu führen.
Im Bestückungsdruck sehen Sie, daß die linke Reihe des Lochrasterfeldes belegt ist. Um Aufbauten auf diesem Feld zu vereinfachen, haben wir die unteren 11 Lötpunkte mit Masse verbunden, die oberen 9 mit +5V.

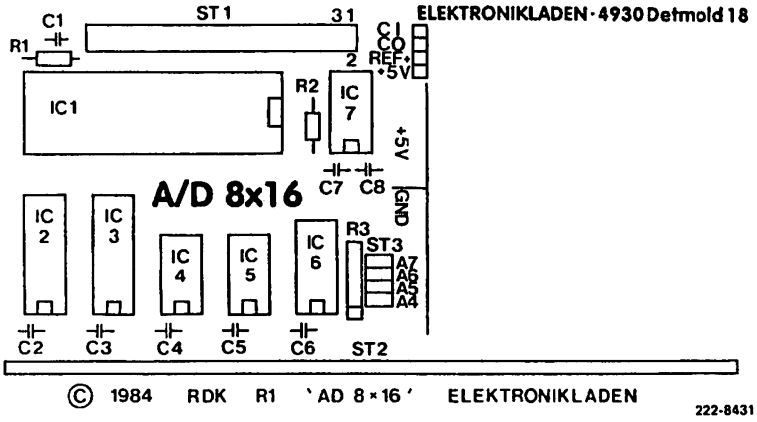
AD 8×16 - Karte


74 LS 245
ADC 0816
IC2
IC1
A B
Dir.
D0
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
+5V
1k
R1
A0
A1
A2
A3
74 LS 32
IC4
D4
32
RD
WR
74LS85
IC6
A4
A5
A6
A7
IORQ
74 LS04
IC5
IC3
74 LS 245
330
R2
4,7n
C8
74 LS 132
IC7
START
ALE
EXPAND
VCC
GND
CLK
EOC
IN0
IN15
VRef+
VRef-
CO
CI

STÜCKLISTE

Stück	Aufdruck	Beschreibung
1	IC 1	Int. Schaltung ADC0816
2	IC 2, 3	Int. Schaltung SN74LS245
1	IC 4	Int. Schaltung SN74LS32
1	IC 5	Int. Schaltung SN74LS04
1	IC 6	Int. Schaltung SN74LS85
1	IC 7	Int. Schaltung SN74LS132
7	C 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Keram. Kondensator 100nF
1	C 8	Keram. Kondensator 4,7nF
1	R 1	Widerstand 1 KOhm
1	R 2	Widerstand 330 Ohm
1	R 3	Widerstandarray 5 x 1KOhm
2	ST 1	Stiftleiste SIL 20pol, gerade
1	ST 2	Stiftleiste SIL 54pol, abgew.
2	ST 3	Stiftleiste SIL 4pol, gerade
1	zu IC 1	IC-Sockel DIL 40
2	zu IC 2, 3	IC-Sockel DIL 20
1	zu IC 6	IC-Sockel DIL 16
3	zu IC 4, 5, 7	IC-Sockel DIL 14
4		Kurzschlußbrücken
1		Leiterplatte AD8x16

BESTÜCKUNGSDRUCK



AUFBAU

Bitte löten Sie auch hier, wie bei allen anderen Karten erst einmal die Widerstände und Kondensatoren ein. Da sich auf der Karte keine Tantalkondensatoren oder Dioden befinden, brauchen Sie hier nicht darauf zu achten, die Bauteile richtig herum einzusetzen. Winkeln Sie die Widerstände vor dem Einlöten auf das Rastermaß 10mm ab. Nachdem Sie alle R's und C's eingelötet haben, kneifen Sie bitte alle überstehenden Abschlußdrähte auf der Lötseite der Karte ab.
Nun löten Sie bitte die Steckerleisten ein. Beginnen Sie mit der Leiste ST2, der 54poligen, abgewinkelten Leiste. Da diese Leiste später in den Busstecker gesteckt wird (und da auf ganzer Länge gut passen muß), seien Sie beim Löten bitte sorgfältig. Die 54 Stifte der Leiste müssen parallel zur Karte liegen, wenn das nicht der Fall ist, paßt die Karte später nicht oder nur unter Schwierigkeiten (die leicht die Buchsen zerstören) auf den Bus. Die Steckerleiste ST1 und ST3 sind zwar doppelreihig (DIL), im Bausatzumfang finden Sie jedoch einreihige Leisten (SIL). Diese einreihigen Leisten lassen sich parallel zusammenfügen. Sie haben an einer Seite kleine Kunststoffnoppen, die, wenn man zwei Leisten zusammendrückt, einrasten und so eine sichere Verbindung schaffen. Verbinden Sie also die SIL-Reihen zu DIL-Reihen und löten Sie diese ein. Die IC-Fassungen sind der nächste Schritt. Achten Sie hier (wie immer) darauf, schon die Fassungen richtig herum einzulöten. Im Bestückungsdruck finden Sie an jedem IC ein Markierung, die angibt, wie herum später der entsprechende integrierte Schaltkreis stecken soll. Auch auf den Fassungen finden Sie entsprechende Markierungen. Löten Sie also schon die Fassungen richtig herum ein: also die Markierung der Fassungen soll genau in die Richtung zeigen, in die auch die Markierung des Bestückungsdruckes zeigt. Es ist nicht ganz so einfach, eine 40polige Fassung einzulöten. Die meisten von Ihnen kennen das sicherlich spätestens seit dem Z80, aber noch einmal: Setzen Sie die Fassung ein. Steckt die gerade in der Platte löten Sie zuerst die Eckbeinchen an. Jetzt sitzt die Fassung fest - und Sie können in aller Ruhe die restlichen 36 Pins anlöten. Stecken Sie nun die ICs ein. Achten Sie auf die Markierungen der IC-Fassungen und die Markierungen, die auf dem Kunstsoffkörper der ICs aufgebracht sind (Kerben). Wenn nun kein Lötfehler vorliegt, sollte die Karte laufen. Überprüfen Sie die Karte von der Lötsteite noch einmal auf

"kalte" Lötstellen hin. Bei ihnen ist das Lötzinn beim Lötvorgang nicht richtig erhitzt worden und dann nicht richtig "geflossen". Kalte Lötstellen geben oft keinen Kontakt, häufig geben Sie, was noch schlimmer ist, "hin und wieder" Kontakt. Das heißt, eine Karte steigt ohne "logischen" Grund manchmal aus. Man erkennt diese Lötstellen mit einer Lupe. Da hier das Lötzinn häufig nicht "geflossen" ist, glänzt das Lot oft nicht, sondern hat ein stumpfes, manchmal weißliches Aussehen Löten Sie Lötpunkte, bei denen Sie Zweifel haben noch einmal kurz nach. Kontrollieren Sie auch die Bestückungsseite gleich mit. Hin und wieder knickt bei Einstecken der ICs ein Pin ab und schiebt sich zwischen IC-Körper und IC-Fassung. Mit der Lupe sind solche Fehler allerdings schnell zu finden.

TEST

Im Grundprogramm für den 68008 (MON68K) ist ein Unterprogramm für die AD0816-Karte entahelten. Die Beschreibung dieses Unterprogrammes (GETAD8) finden Sie im Handbuch für das Programm (Rev. 4.3) S. 148. Kleinere Routinen finden Sie auch in der Zeitschrift mc, Ausgabe 7/84, in der diese Karte für den NDR-Klein-Computer vorgestellt wurde.

HÄUFIGE FEHLER

Die AD0816 ist eine Karte, auf der bisher kaum typische Fehler vorgekommen sind. Einige Kunden hatten Schwierigkeiten bei der Adressierung der Karte. Also: die Karte ist vorgeätzt auf die Adressen E0h - EFh. Wenn Sie die Karte anders adressieren wollen MÜSSEN Sie die Lötbrücken an der Steckerleiste auftrennen.

ADC0816, ADC0817 Single Chip Data Acquisition System

General Description

The ADC0816, ADC0817 (MM74C948) data acquisition components are monolithic CMOS devices with an 8-bit analog-to-digital converter, a 16-channel multiplexer and microprocessor compatible control logic. The 8-bit A/D converter uses successive approximation as the conversion technique. The converter features a high impedance chopper stabilized comparator, a 256R voltage divider with analog switch tree and a successive approximation register. The 16-channel multiplexer can directly access any one of 16 single-ended analog signals and provides the logic for additional channel expansion. Signal conditioning of any analog input signal is eased by direct access to the input of the 8-bit A/D converter.

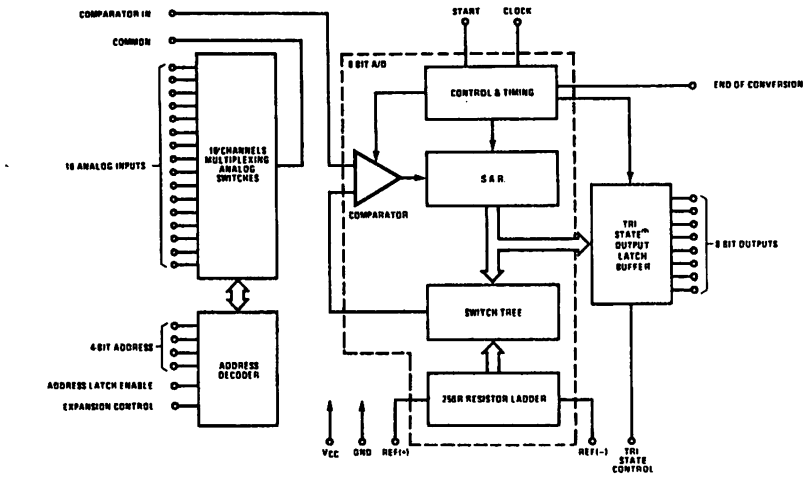
The device eliminates the need for external zero and full-scale adjustments and features an absolute accuracy ≤ 1 LSB including quantizing error. Easy interfacing to microprocessors is provided by the latched and decoded address inputs and latched TTL TRI-STATE® outputs.

The design of the ADC0816, ADC0817 has been optimized by incorporating the most desirable aspects of several A/D conversion techniques. The ADC0816, ADC0817 offers high speed, high accuracy, minimal temperature dependence, excellent long-term accuracy and repeatability, and consumes minimal power. These features make this device ideally suited to applications such as process control, industrial control, and machine control. For similar performance except 8-channel multiplexer in a 28-pin package, see ADC0808 data sheet.

Features

- Total unadjusted error $< \pm 1/2$ LSB
- Linearity error $< \pm 1/2$ LSB
- No missing codes
- Guaranteed monotonicity
- No offset adjust required
- No scale adjust required
- Conversion time of 100 μs
- Easy microprocessor interface
- Latched TRI-STATE output
- Latched address input
- Ratiometric conversion
- Single 5V supply
- Low power consumption—15 mW
- Full military temperature range available

Block Diagram



DC Electrical Characteristics (Continued)

DESIGN GUIDELINES

PARAMETER		CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{LAD}	Voltage Across Ladder	From Ref(+) to Ref(−)	0.512	5.12	5.25	V
$V_{REF(+)}$	Voltage, Top of Ladder	Measured at Ref(+)		V_{CC}	$V_{CC}+0.1$	V
$\frac{V_{REF(+)}+V_{REF(-)}}{2}$	Voltage, Center of Ladder	Measured at $R_{LADDER}/2$	$\frac{V_{CC}}{2}-0.1$	$\frac{V_{CC}}{2}$	$\frac{V_{CC}}{2}+0.1$	V
$V_{REF(-)}$	Voltage, Bottom of Ladder	Measured at Ref(−)	−0.1	0		V

AC Electrical Characteristics

$T_A = 25°C$, $V_{CC} = V_{REF(+)} = 5V$, $V_{REF(-)} = GND$

PARAMETER		CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t_{WS}	Start Pulse Width	*(Figure 5)*	200	100		ns
t_{WALE}	Minimum ALE Pulse Width	*(Figure 5)*	200	100		ns
t_S	Address Set-Up Time	*(Figure 5)*	50	25		ns
t_H	Address Hold Time	*(Figure 5)*	50	25		ns
t_D	Analog MUX Delay Time From ALE	Common Tied to Comparator In $R_S + R_{ON} \leq 5\ k\Omega$, $C_L = 10\ pF$		1	2.5	μs
t_{1H}, t_{H0}	TRI-STATE Control to Q Logic State	$C_L = 50\ pF$		125	250	ns
t_{1H}, t_{0H}	TRI-STATE Control to Hi-Z	$C_L = 10\ pF$, $R_L = 10k$		125	250	ns
t_C	Conversion Time	$f_C = 640\ kHz$, *(Figure 5)* (Note 11)	90	100	114	μs
f_C	Clock Frequency		10	640	1200	kHz
t_{EOC}	EOC Delay Time	*(Figure 5)*	1		8	Clock Periods
C_{IN}	Input Capacitance	At Control Inputs At MUX Inputs		10 5	15 7.5	pF pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance	At TRI-STATE Outputs, (Note 12)		5	7.5	pF

Note 11: The outputs of the data register are updated one clock cycle before the rising edge of EOC.
Note 12: Capacitance guaranteed by periodic testing.

Timing Diagram

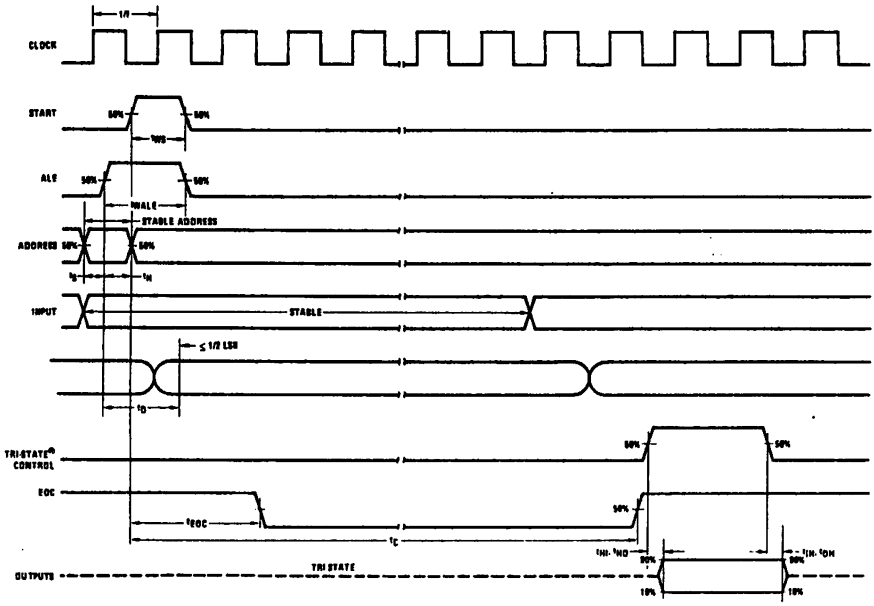


FIGURE 5

Typical Performance Characteristics

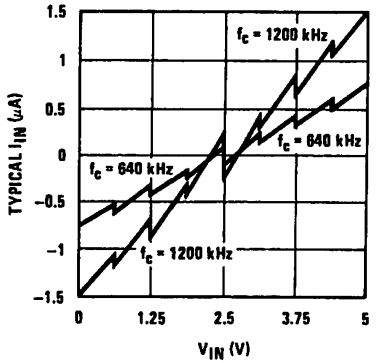


FIGURE 6. Comparator I_{IN} vs V_{IN} ($V_{CC} = V_{REF} = 5V$)

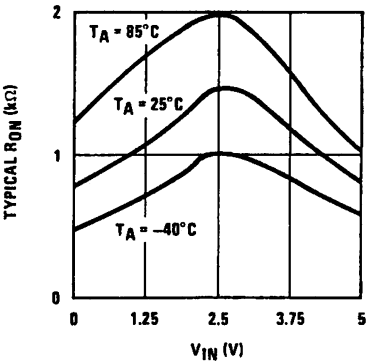


FIGURE 7. Multiplexer R_{ON} vs V_{IN} ($V_{CC} = V_{REF} = 5V$)

Functional Description

Multiplexer: The device contains a 16-channel single-ended analog signal multiplexer. A particular input channel is selected by using the address decoder. Table I shows the input states for the address line and the expansion control line to select any channel. The address is latched into the decoder on the low-to-high transition of the address latch enable signal.

Additional single-ended analog signals can be multiplexed to the A/D converter by disabling all the multiplexer inputs. The additional external signals are connected to the comparator input and the device ground. Additional signal conditioning (i.e., prescaling, sample and hold, instrumentation amplification, etc.) may also be added between the analog input signal and the comparator input.

TABLE I

SELECTED ANALOG CHANNEL	ADDRESS LINE				EXPANSION CONTROL
	D	C	B	A	
IN0	L	L	L	L	H
IN1	L	L	L	H	H
IN2	L	L	H	L	H
IN3	L	L	H	H	H
IN4	L	H	L	L	H
IN5	L	H	L	H	H
IN6	L	H	H	L	H
IN7	L	H	H	H	H
IN8	H	L	L	L	H
IN9	H	L	L	H	H
IN10	H	L	H	L	H
IN11	H	L	H	H	H
IN12	H	H	L	L	H
IN13	H	H	L	H	H
IN14	H	H	H	L	H
IN15	H	H	H	H	H
All Channels OFF	X	X	X	X	L

X = don't care

CONVERTER CHARACTERISTICS

The Converter

The heart of this single chip data acquisition system is its 8-bit analog-to-digital converter. The converter is designed to give fast, accurate, and repeatable conversions over a wide range of temperatures. The converter is partitioned into 3 major sections: the 256R ladder network, the successive approximation register, and the comparator. The converter's digital outputs are positive true.

The 256R ladder network approach *(Figure 1)* was chosen over the conventional R/2R ladder because of its inherent monotonicity, which guarantees no missing digital codes. Monotonicity is particularly important in closed loop feedback control systems. A non-monotonic relationship can cause oscillations that will be catastrophic for the system. Additionally, the 256R network does not cause load variations on the reference voltage.

The bottom resistor and the top resistor of the ladder network in *Figure 1* are not the same value as the remainder of the network. The difference in these resistors causes the output characteristic to be symmetrical with the zero and full-scale points of the transfer curve. The first output transition occurs when the analog signal has reached +1/2 LSB and succeeding output transitions occur every 1 LSB later up to full-scale.

The successive approximation register (SAR) performs 8 iterations to approximate the input voltage. For any SAR type converter, n-iterations are required for an n-bit converter. *Figure 2* shows a typical example of a 3-bit converter. In the ADC0816, ADC0817, the approximation technique is extended to 8 bits using the 256R network.

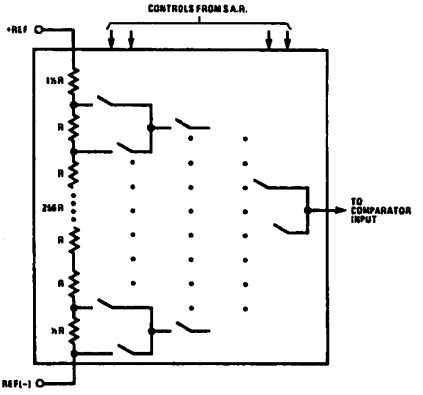


FIGURE 1. Resistor Ladder and Switch Tree

Functional Description (Continued)

The A/D converter's successive approximation register (SAR) is reset on the positive edge of the start conversion (SC) pulse. The conversion is begun on the falling edge of the start conversion pulse. A conversion in process will be interrupted by receipt of a new start conversion pulse. Continuous conversion may be accomplished by tying the end-of-conversion (EOC) output to the SC input. If used in this mode, an external start conversion pulse should be applied after power up. End-of-conversion will go low between 1 and 8 clock pulses after the rising edge of start conversion.

The most important section of the A/D converter is the comparator. It is this section which is responsible for the ultimate accuracy of the entire converter. It is also the comparator drift which has the greatest influence on the repeatability of the device. A chopper-stabilized comparator provides the most effective method of satisfying all the converter requirements.

The chopper-stabilized comparator converts the DC input signal into an AC signal. This signal is then fed through a high gain AC amplifier and has the DC level restored. This technique limits the drift component of the amplifier since the drift is a DC component which is not passed by the AC amplifier. This makes the entire A/D converter extremely insensitive to temperature, long term drift and input offset errors.

Figure 4 shows a typical error curve for the ADC0816 as measured using the procedures outlined in AN-179. The characteristic is generated with the analog input signal applied to the comparator input.

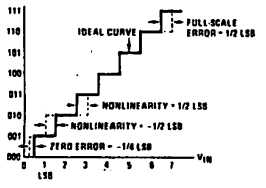


FIGURE 2. 3-Bit A/D Transfer Curve

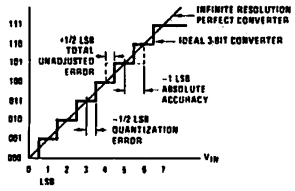


FIGURE 3. 3-Bit A/D Absolute Accuracy Curve

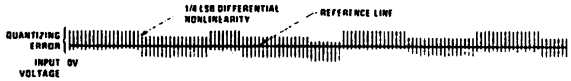
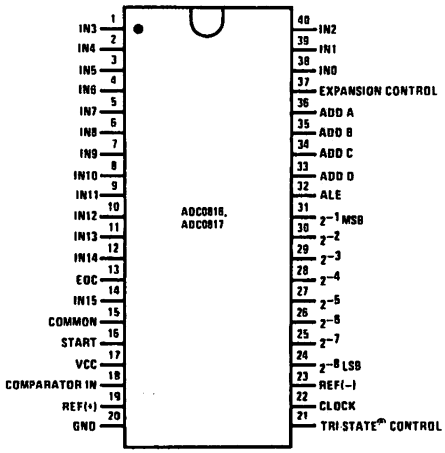


FIGURE 4. Typical Error Curve

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



TOP VIEW