

INTERFACCIA ANALOGICA PER ZX81 E VIC20

Per mezzo di questa interfaccia A/D (e D/A), lo ZX 81 può essere trasformato in un generatore di funzioni periodiche oppure in un voltmetro digitale.

Un'interfaccia analogica con la quale possano essere misurati oppure generati livelli di tensione può rivelarsi un utile ampliamento dello ZX 81. Poichè la maggior parte delle applicazioni necessita di una risoluzione di otto bit pari a 256 diversi livelli di tensione, è possibile utilizzare, in linea di principio, qualsiasi convertitore digitale/analogico (D/A), anche come convertitore analogico/digitale (A/D). La conversione si effettua via software, con l'aiuto di un piccolo circuito hardware supplementare formato da un integrato comparatore e da una linea d'ingresso al bus dei dati del computer.

Lo schema completo dell'interfaccia illustrato in figura 1, può essere suddiviso in due gruppi funzionali ben distinti: la parte analogica e la parte digitale.

Nella parte alta della figura è visibile il settore analogico. Come convertitore D/A viene impiegato l'economico circuito integrato DAC 08, che è un convertitore ad 8 bit. Questo componente viene utilizzato con "uscita in corrente", in modo da poter ottenere tempi di salita più brevi. L'amplificatore operazionale veloce LM 318 converte successivamente la corrente in tensione di uscita. Con una resistenza di reazione di 5 kΩ, la variazione della tensione di uscita è compresa tra 0 e 10 V (D0'...D7' = "0": U = 0 V; D0'...D7' = "1": U = 10 V). Variando il valore di tale resistore è possibile diminuire od aumentare il campo di variazione della tensione d'uscita ($U = R \cdot 2V$, con R espresso in kΩ). Il condensatore da 10 pF provvede alla compensazione di frequenza e contemporaneamente limita la velocità di salita a 5 V/μs. Grazie all'impiego del resistore di uscita da 1 kΩ, il circuito risulta protetto da cortocircuiti, anche di lunga durata.

Il comparatore LM 311 effettua il confronto tra la tensione d'ingresso e quella d'uscita mentre il resistore serie

da 20 kΩ con il diodo zener da 12 V proteggono l'ingresso stesso contro eventuali sovratensioni positive o negative. Il campo di variazione della tensione d'ingresso è uguale a quello della tensione d'uscita, in quanto entrambi i

livelli vengono direttamente confrontati tra di loro. All'uscita 14 del comparatore sono presenti 0 V (livello logico "0") quando la tensione di uscita U del convertitore D/A è maggiore della tensione d'ingresso Ux, sale a +5 V (livello logico

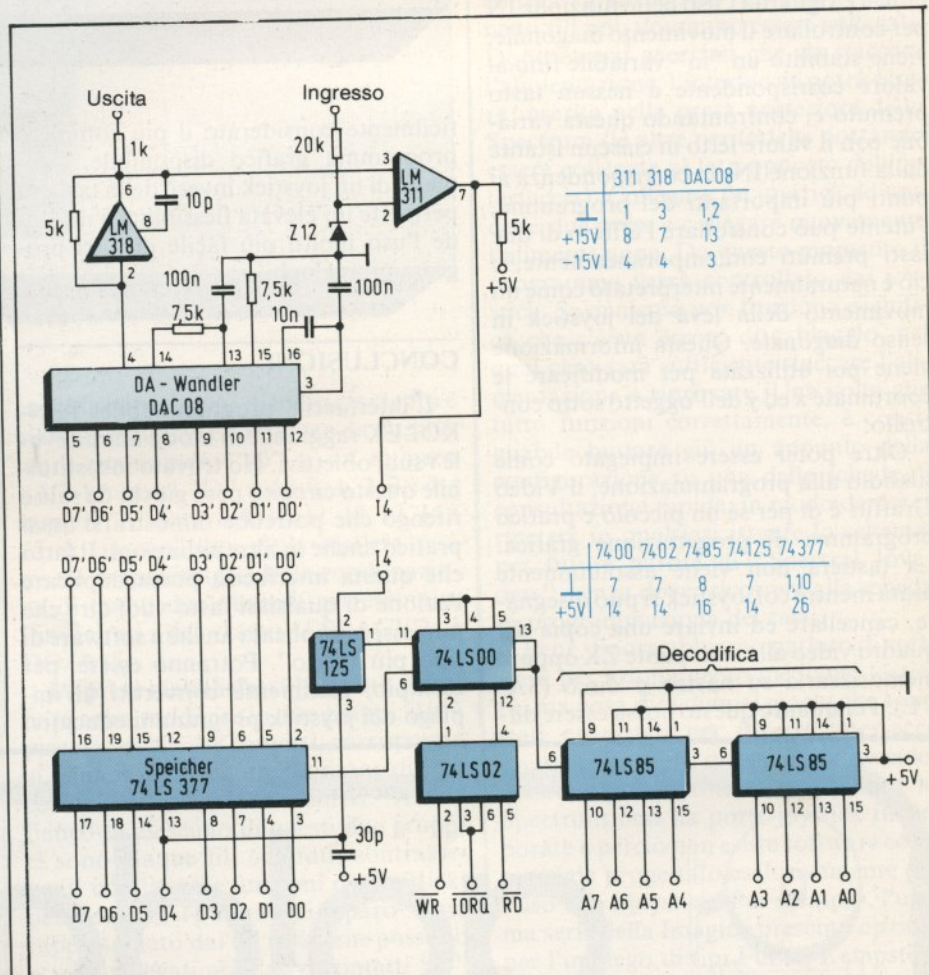


Fig. 1 - Interfaccia analogica per ZX 81: in alto, il convertitore D/A munito di comparatore per la conversione A/D mediante software. Sotto, parte digitale per l'indirizzamento delle porte. Affinchè il convertitore D/A non possa essere danneggiato da livelli d'ingresso non idonei, lo ZX 81 dovrebbe essere sempre acceso quando viene collegata o staccata l'alimentazione della parte analogica.

Indirizzo	Codice	Codice mnemonico
16515	245	PUSH AF
16516	58	LD A,(16514)
16517	130	
16518	64	
16519	211	OUT(111),A
16520	111	
16521	241	POP AF
16522	201	RET

Fig. 2 - Programma in linguaggio macchina per l'emissione di tensioni continue: Con passi di circa 40 mV, potranno essere programmati valori di tensione tra 0 e 10 V.

“1”) con U minore od uguale ad U_x.
La parte digitale ha il compito di trasferire esclusivamente al convertitore D/A i dati ad esso destinati e di immettere il livello logico ottenuto dall'interrogazione del comparatore in una delle otto linee del bus dati.

Per eseguire la decodifica degli indirizzi delle porte esistono due possibilità. Una di queste consiste nel considerare l'ingresso del convertitore D/A come un determinato spazio di memoria comprendente 8 bit ad indirizzo fisso, nel quale dovrebbero essere scritti i byte da trasferire all'uscita (POKE) e dal quale dovrebbero essere letti i dati relativi alle informazioni fornite dal comparatore (PEEK). In questo caso, dovrebbero essere decodificati tutti e sedici i bit di indirizzamento e, a seconda della posi-

Indirizzo	Codice	Codice mnemonico
16514	229	PUSH HL
16515	245	PUSH AF
16516	197	PUSH BC
16517	14	LD C,111
16518	111	
16519	6	LD B,0
16520	0	
16521	33	LD HL,16896
16522	0	
16523	66	
16524	62	LD A,255
16525	255	
16526	237	OUT(C),A
16527	121	
16528	237	OTIR
16529	179	
16530	62	LD A,0
16531	0	
16532	237	OUT(C),A
16533	121	
16534	193	POP BC
16535	241	POP AF
16536	225	POP HL
16537	201	RET

Fig. 3 - Emissione di funzioni: possono essere emessi periodicamente 256 diversi valori di tensione calcolati (memorizzati a partire dall'indirizzo 16896).

zione nel campo di indirizzamento delle locazioni di memoria prescelte, potrebbe non esserci corrispondenza con le celle di memoria effettivamente disponibili (doppio accesso).

La soluzione più pratica è invece quella che permette anche l'utilizzazione della serie di istruzioni dello Z 80, e che attribuisce al convertitore D/A un determinato indirizzo di porta ($\overline{IORQ} = 0$). In questo caso, dovranno essere decodificati soltanto gli otto bit di indirizzamento meno significativi e saranno escluse situazioni di incertezza nei riguardi delle locazioni di memoria. In questo processo c'è però uno svantaggio, in quanto non è possibile utilizzare tutti gli indirizzi delle porte: infatti il sistema operativo dello ZX 81 ne occupa alcuni: inoltre l'emissione dei dati destinati al video viene interrotta durante l'accesso al convertitore D/A.

La decodifica degli indirizzi di porta impostati in maniera solita ($111 = 2^6 + 2^5 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0$) avviene mediante due comparatori a 4 bit tipo 74LS85. All'uscita 6 del secondo circuito integrato apparirà un livello logico “1” soltanto quando tutti i bit dell'indirizzo (A0...A7) corrisponderanno con i bit predisposti all'ingresso.

Il circuito inoltre rileva se esiste risposta da una porta I/O ($\overline{IORQ} = “0”$) e se ci sono dati in arrivo dal bus dati ($\overline{WR} = “0”$) oppure se quest'ultimo è in condizione di ricevere dati ($\overline{RD} = “0”$). La logica viene ottenuta mediante un'interconnessione dei tre segnali del bus di controllo con il segnale di uscita del decodificatore del bus indirizzi: l'uscita 6 del 74LS00 assumerà un livello logico “1” soltanto quando l'indirizzo di porta impostato sarà presente sul bus degli indirizzi e \overline{IORQ} e \overline{WR} risulteranno attivi (livello logico “0”). In questo caso, il circuito integrato di memoria 74LS377 raccoglierà il byte B (B ha un valore compreso tra 0 e 255), che resterà memorizzato fino alla emissione di dati successiva. Il byte verrà, quindi, convertito dal convertitore D/A, nella corrispondente tensione di uscita U ($U = B/25,5$ V).

Durante l'interrogazione del comparatore, l'uscita dell'LM 311 si trova collegata ad una delle linee dei dati. La porta a tre stati 74LS125 trasferisce di conseguenza all'uscita (3) il segnale I4 presente al suo ingresso (2) soltanto quando all'ingresso di comando (1) è presente un livello logico “0”. In caso diverso, l'uscita mantiene un'impedenza elevata e risulta perciò disaccoppiata dall'ingresso. All'uscita 11 del 74LS00 è presente il segnale di comando quando avviene la coincidenza degli indirizzi e quando \overline{IORQ} ed \overline{RD} sono attivi. In questo caso il segnale proveniente dal comparatore viene trasferito alla linea

dei dati D4. Il condensatore da 30 pF serve a disaccoppiare la linea da interferenza ad alta frequenza.

La parte digitale è una porta di uscita in parallelo a 8 bit con memoria dati, utilizzabile anche singolarmente. Esiste inoltre la possibilità di collegare al bus dei dati le tre uscite a tre stati del 74LS125 non utilizzate (oltre alla linea di immissione per la conversione A/D) e di conseguenza è possibile inserire dati a 4 bit in formato parallelo.

Vediamo tre piccoli programmi dimostrativi che dovrebbero chiarire il funzionamento dell'interfaccia. Tutti i

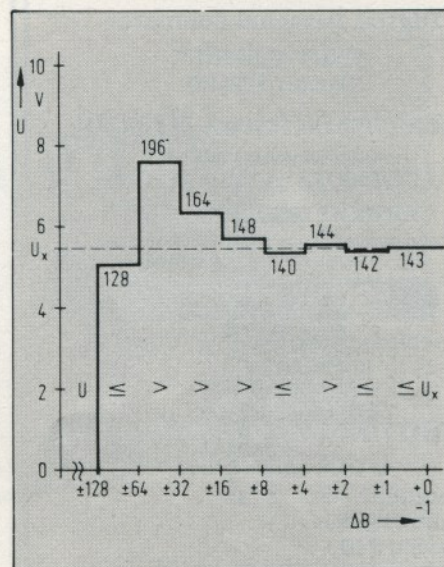


Fig. 4 - Conversione A/D mediante software: la tensione d'uscita U del convertitore D/A viene variata secondo intervalli ΔB in costante diminuzione fino a raggiungere il valore della tensione d'ingresso U_x.

programmi possono essere fatti girare sulla versione base dello ZX 81. I programmi in linguaggio macchina necessari allo scopo vengono alloggiati all'inizio del campo di memoria per mezzo di una REM di sufficiente lunghezza (riga 1). In tal modo essi sono protetti prima del trasferimento nella memoria e possono essere registrati su cassetta come i programmi BASIC.

Per la generazione di un valore fisso di tensione U è necessario soltanto inviare all'indirizzo di porta 111 il byte B corrispondente al livello di tensione. Allo scopo viene utilizzato il seguente programma:

```

1 REM (qui battere 9 caratteri qualsiasi)
10 PRINT "TENSIONE D'USCITA (V) = ?";
20 INPUT U
30 PRINT U
40 LET B=INT(ABS(U)*25.5+5)
50 POKE 16514,B
60 LET A =USR 16515
70 GOTO 10
    
```

**HOT
LINE**

risorse, idee e soluzioni.

Leggi le pagine precedenti o seguenti

MANTOVA

ANTEK COMPUTER vi offre:

HARDWARE



DISTRIBUZIONE
PER L'ITALIA

Digital Personal Computer

sinclair
Epson HX-20

commodore VIC-20

e una gamma completa di

ACCESSORI ed ESPANSIONI

PREZZI IMBATTIBILI

...non possiamo pubblicarli perché sono
troppo bassi: richiedeteli in listino

SOFTWARE

Abbiamo prodotto programmi
specializzati per

STUDI di

**CONSULENZA TRIBUTARIA
e del LAVORO**

- contabilità semplificata
multiaziendale
- modello 740
- programmi di utilità
- paghe e contributi - C.I.G.
- stampa deleghe di pagamento
IVA - IRPEF - ILOR

ALLEVAMENTI

ed AZIENDE AGRICOLE

- ottimizzazione dei mangimi
- anagrafe dei reparti riproduzione ed
ingrasso
- pianificazione dei cicli di lavoro
- contabilità

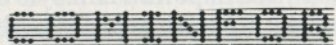
CONTROLLO

di PRODUZIONE

per Aziende Manifatturiere

- distinta base
- gestione degli ordini
- controllo dei costi

Siamo rivenditori del software



ANTEK COMPUTER

Via Manzoni 49
S. ANTONIO - MANTOVA
Tel. 0376/398759

Indirizzo	Codice	N. Codice; L. mnemonico
16514	245	PUSH AF
16515	229	PUSH HL
16516	6	LD B,128
16517	128	
16518	120	LD A,B
16519	211	OUT(111),A
16520	111	
16521	79	LD C,A
16522	203	SRL B
16523	56	
16524	40	JR Z,14
16525	14	
16526	219	IN A,(111)
16527	111	
16528	203	BIT 4,A
16529	103	
16530	32	JR NZ,4
16531	4	
16532	121	LD A,C
16533	144	SUB B
16534	24	JR-17
16535	239	
16536	121	LD A,C
16537	128	ADD B
16538	24	JR-21
16539	235	
16540	219	IN A,(111)
16541	111	
16542	203	BIT 4,A
16543	103	
16544	32	JR NZ,1
16545	1	
16546	13	DEC C
16547	225	POP HL
16548	241	POP AF
16549	201	RET

Fig. 5 - Programma di conversione A/D: il risultato (valore del byte B) viene inserito nel registro di uscita C con un'istruzione del programma BASIC.

Prima di avviare il programma dovrà essere inserito anche il relativo programma in linguaggio macchina (figura 2), mediante POKE indirizzo, codice. Il valore del byte corrispondente alla tensione da emettere verrà dapprima calcolato dal programma BASIC, poi memorizzato nell'indirizzo 16514 (righe 40 e 50) e poi trasferito da questa locazione all'indirizzo di porta 111 (indirizzi 16519 e 16520) mediante il programma in linguaggio macchina.

Un secondo esempio di programma permette l'emissione rapida di 256 valori di tensione preventivamente calcolati, che sono stati tutti inseriti nelle locazioni di memoria 16896...17151. Mediante ripetute chiamate del programma potranno così essere generate funzioni periodiche qualsiasi, con durata di periodo limitata esclusivamente dallo spazio di memoria disponibile. Come esempio viene generata ripetutamente un'oscillazione sinusoidale smorzata con legge esponenziale (riga 20). Il relativo programma in linguaggio macchina è scritto in figura 3:

```
1 REM ...24 caratteri...
10 FOR I=0 TO 255
20 POKE 16896+I,(INT(127*EXP
(-I/100)*SIN(I/5),.5)+127)
30 NEXT I
40 LET A=USR 16514
50 GOTO 40
```

Il programma dovrà essere avviato in modo FAST, per evitare interruzioni durante l'emissione video. Il tempo di uscita dei 256 valori è di circa 1,7 ms (circa 6,5 μs per ciascun valore quantizzato).

La conversione analogico/digitale per mezzo del software avviene mediante approssimazioni successive della tensione di uscita U del convertitore D/A alla tensione Ux da misurare. La figura 4 chiarisce, con un esempio, il processo secondo il quale avviene la misura (U = 5,61 V, cioè B = 143).

Il byte B che definisce il livello della tensione d'uscita viene successivamente aumentato o diminuito di una quantità uguale a 2ⁿ (n = 6...0), a partire dal valore 2⁷ = 128 (U = 5 V). La scelta tra aumento e diminuzione dipende dallo stato dell'uscita del comparatore: se il livello è "1" sarà U ≤ Ux, se il livello è "0" sarà U > Ux. Dopo la penultima interrogazione (ΔB = ±1) saranno già stati raccolti i byte dispari dei livelli di tensione, come mostrato nell'esempio; l'ultima interrogazione del comparatore varierà B di un valore pari soltanto a 0 (U ≤ Ux) oppure a -1 (U > Ux).

Se la tensione d'ingresso dovesse avere un valore Ux = 5,57 V (B = 142), il processo di misura sarebbe analogo a quello prima descritto e verrebbe fornito il risultato B = 143 - 1 = 142.

Il seguente esempio di programma simula un voltmetro digitale con portata 0...10 V e risoluzione 39 mV.

```
1 REM...36 caratteri...
10 LET I=16514
20 PRINT "VOLTMETRO DIGI-
TALE CON ZX 81",AT 3,5;"U="
30 PRINT AT 3,7;.01*INT(USR
I/.255+.5);"V"
40 GOTO 30
```

Il relativo programma in linguaggio macchina (figura 5) esegue la conversione A/D vera e propria e inserisce il risultato della misura nel registro di uscita C dopo il ritorno al programma BASIC. Nel modo FAST, la misura richiede circa 200 μs. A causa della necessità di visualizzare il risultato sul video, il programma dovrà però essere avviato in SLOW. La cadenza delle misure sarà di circa 2,2 risultati al secondo.

Per motivi di sicurezza, non dovrebbero essere inseriti in memoria altri programmi BASIC in quanto esiste il pericolo di sovrapposizione dei dati di misura, disguido evitabile con opportuni ampliamenti dello spazio di memoria.