

Istituto Professionale di Stato per l'Industria e l'Artigianato
MORETTO
Via Luigi Apollonio, 21 BRESCIA

COME TRASFORMARE UN PERSONAL COMPUTER IN OSCILLOSCOPIO

a cura di :

Bertazzi Igor
Grazioli Cristian
Noventa Luca

della classe 5AI TIEE

CORSO DI LABORATORIO MISURAZIONI
tenuto dall'ing. CLETO AZZANI

a. s. 1991-92

INTRODUZIONE

In questa esperienza conclusiva di Laboratorio Misure abbiamo realizzato un circuito di interfaccia ADC per Personal Computer che consentisse di trasformare un generico PC in un oscilloscopio a memoria.

Il circuito che ci ha permesso di svolgere l'esercitazione è scomponibile in vari blocchi e precisamente da un Interfaccia, Oscillatore quarzato, Divisore di frequenza, Decodificatore, Memoria e Convertitori A/D e D/A. Ora vediamo in modo più approfondito ogni singolo blocco.

OSCILLATORE QUARZATO

È costituito da un quarzo da 4 MHz, due porte NOT 74LS04 funzionanti in zona lineare e due condensatori di compensazione. Le due NOT funzionano in regime lineare in quanto fra ingresso ed uscita è collegata una R da 680 ohm e perciò si può con ottima approssimazione ritenere che sia :

$$V_u = V_i$$

Infatti la caduta di tensione ai capi di R1 ed R2 (vedi schema elettrico) non supera 0,25 V (prodotto R Ii).

Ciascuna porta NOT introduce uno sfasamento di 180° fra segnale di ingresso e di uscita (piccole variazioni attorno al punto di lavoro) perciò lo sfasamento globale è pari a 0°; la presenza del quarzo assicura che le condizioni di oscillazione di Barkausen siano verificate in prossimità della frequenza di risonanza serie del cristallo di quarzo.

Questo tipo di oscillatore è semplice da realizzare e fornisce un segnale a frequenza fissa ed è discretamente preciso; purtroppo la frequenza è influenzata sia pure in minima parte dalla temperatura.

DIVISORE DI FREQUENZA

È stato realizzato utilizzando un contatore binario da \$0 a \$F del tipo 74LS93 prelevando due segnali dalle uscite QD e QC : la frequenza del segnale proveniente dal quarzo viene divisa quattro volte se si considera l'uscita QC (1MHz) e otto volte se si considera l'uscita QD (500KHz).

DECODIFICATORE A DUE INGRESSI

serve per abilitare in lettura o in scrittura l'interfaccia.

MEMORIA

è costituita da un integrato del tipo 74LS374. Il circuito interno di questo integrato è rappresentato schematicamente da 8 bistabili di tipo D con uscite three state. Alcuni dati che provengono dal PC e sono diretti al nostro circuito hanno la necessita' di essere memorizzati localmente sul circuito di interfaccia tramite l'integrato 74LS374. La memorizzazione avviene in corrispondenza di una operazione WRITE eseguita all'indirizzo esadecimale \$302.

CONVERTITORE A/D

questo componente e' il principale per la realizzazione del circuito di interfacciamento.

CARATTERISTICHE GENERALI DI UN CONVERTITORE A/D

La funzione dei convertitori A/D è quella di trasformare un livello di tensione in un codice binario ad esso corrispondente.

L'operazione suddetta può avvenire in molti modi, tuttavia un criterio di classificazione dei convertitori A/D è suggerito dalla velocità di conversione.

Secondo una classificazione di questo genere si hanno:

CONVERTITORI VELOCI (FLASH)

in questo tipo, la codifica insegue continuamente le variazioni dell' ingresso analogico. L'impiego principale si ha nei trasduttori che forniscono informazioni ai sistemi a microprocessori.

CONVERTITORI per MISURE

in questo tipo, la codifica è assai più lenta, ma la precisione è molto raffinata.

Precisione

E' definita dallo scarto tra il valore convertito ed il valore vero della grandezza in esame. Le cause che alterano la precisione del convertitore sono essenzialmente :

la deriva

intesa come effetto della temperatura, dell'invecchiamento dei componenti e delle fluttuazioni dell'alimentazione;

-la non linearità del comportamento.

Sensibilità

E' rappresentata dal più piccolo livello di tensione che può essere convertito. Si definisce anche il massimo valore dei segnali di ingresso che consentono al convertitore di lavorare nelle migliori condizioni di funzionamento.

Potere risolutivo

E' la più piccola variazione di tensione cui è sensibile il convertitore, questo non è da confondere con la sensibilità in quanto il convertitore può non avvertire tensioni prossime allo zero ma può sentire piccole variazioni in un punto qualsiasi delle sue caratteristiche di comportamento dinamico.

Tempo di conversione

Rappresenta il tempo impiegato dal circuito per eseguire la conversione da analogico in digitale. Gli elementi che lo compongono sono:

-tempo di conversione incrementale: è il tempo impiegato a convertire una tensione corrispondente al potere risolutivo, cioè al minimo incremento cui il circuito è sensibile;

-tempo di conversione sull'intera scala: tempo impiegato dal circuito ad effettuare la conversione della massima tensione misurabile (a partire dal livello 0).

Se è necessario inserire, all' ingresso del circuito, un filtro per l' eliminazione del rumore il tempo di conversione si allunga notevolmente.

IL CONVERTITORE ADC0808/0809

Il dispositivo ADC0808 National è un convertitore analogico digitale CMOS monolitico ad 8 bit, possiede una circuiteria di controllo compatibile con sistemi a microprocessore e dispone di un multiplexer analogico ad 8 canali.

Il componente introduce un' approssimazione nella conversione A/D, presenta inoltre un comparatore stabilizzato a modulazione ad alta impedenza, un partitore di tensione a 256 resistenze con un albero di interruttori analogici e un registro che utilizza il metodo delle approssimazioni successive. Il multiplexer ad 8 canali può accedere direttamente a qualcuno degli 8 segnali analogici con massa in comune. Il dispositivo elimina il bisogno di una massa esterna e di una regolazione di fondo scala.

Il componente offre alta velocità, alta precisione, minima dipendenza dalla temperatura, e consuma una minima energia. Questo congegno trova largo impiego nei controlli di macchine elettriche.

L' ADC 0808 presenta le seguenti caratteristiche :

RISOLUZIONE AD 8 BIT ;

L' ERRORE TOTALE NON CORREGGIBILE E' COMPRESO +/- 1/2 LSB e +/- 1 LSB ;

L' ALIMENTAZIONE SINGOLA E' PARI A 5 Vdc ;

POTENZA DISSIPATA 15 mW ;

IL TEMPO DI CONVERSIONE E' DI 100 uS ;

L' ADC 0808 E' EQUIVALENTE AL MM74C949 ;

DESCRIZIONE DI FUNZIONAMENTO

Multiplexer: il dispositivo contiene una singola uscita a 8 canali e un multiplexer a segnali analogici. Un particolare canale d'ingresso è selezionato con l' uso della decodifica d' indirizzo. La tabella 1 mostra gli stati d'ingresso delle linee d' indirizzo per selezionare i canali.

SELEZIONE CANALI LINEE D' INDIRIZZO

ANALOGICI C B A

IN0	L	L	L
IN1	L	L	H
IN2	L	H	L
IN3	L	H	H
IN4	H	L	L
IN5	H	L	H
IN6	H	H	L
IN7	H	H	H

IL CONVERTITORE

Il cuore del sistema di acquisizione dati è un convertitore A/D ad 8 bit. Il convertitore è progettato per fornire una veloce, accurata e ripetibile conversione in un' ampia scala di temperatura. Il convertitore è diviso in 3 sezioni: rete 256 R, il registro ad approssimazioni successive SAR e il comparatore. Le uscite del convertitore operano in logica positiva.

Il partitore 256 R è stato scelto al posto della rete R/2R per la sua monotonicità intrinseca, che garantisce di non perdere alcun codice digitale. Un rapporto non monotono può causare oscillazioni che potrebbero essere catastrofiche per il sistema. Inoltre, la rete 256 R non causa variazioni della tensione di riferimento. La prima e l' ultima resistenza della rete 256 R hanno valori diversi da tutte le altre della

rete. La differenza di queste resistenze causa una simmetria della caratteristica d' uscita rispetto allo zero e un punto massimo della scala sulla curva di trasferimento. Il registro ad approssimazioni successive (SAR) esegue 8 iterazioni per approssimare la tensione d' ingresso. Per alcuni tipi di convertitori SAR sono richieste N iterazioni per un convertitore a N bit. Nel ADC0808 la tecnica di approssimazione è estesa a 8 Bit usando la rete di trasmissione a 256R. Il SAR del convertitore A/D si resetta sul fronte di salita del segnale di inizio conversione SC. La conversione ha inizio sul fronte di discesa del segnale di inizio conversione SC (modalità di funzionamento monostabile). Una conversione in atto verrà interrotta da un nuovo segnale di inizio conversione SC. Si possono ottenere conversioni continue collegando l' uscita di fine conversione (EOC) all' ingresso SC (modalità di funzionamento astabile). Se usato in questo modo, è necessario fornire un impulso esterno di inizio conversione subito dopo avere dato tensione al convertitore. L' uscita EOC (fine conversione) andrà a livello basso in un tempo compreso fra 1 e 8 periodi di clock a partire dal fronte di salita del segnale SC. La più importante sezione del convertitore A/D è il comparatore. Questa sezione è responsabile della precisione finale dell' intero convertitore. Anche la deriva del comparatore ha una grande influenza sulla ripetibilità del dispositivo. Un comparatore stabilizzato di tipo chopper fornisce il metodo più efficace per soddisfare tutte le richieste del convertitore. Il comparatore stabilizzato chopper converte il segnale continuo d' ingresso in un segnale alternato. Questo segnale viene introdotto in un amplificatore in alternata ad elevato guadagno, in uscita viene ripristinato il livello continuo. Questo metodo limita considerevolmente gli effetti negativi della deriva dei componenti dell' amplificatore dato che la deriva di un componente in continua non passa attraverso un amplificatore alternato. Questo fa sì che l' intero convertitore sia estremamente insensibile alla temperatura, alla deriva per lunghi periodi e agli errori di offset.

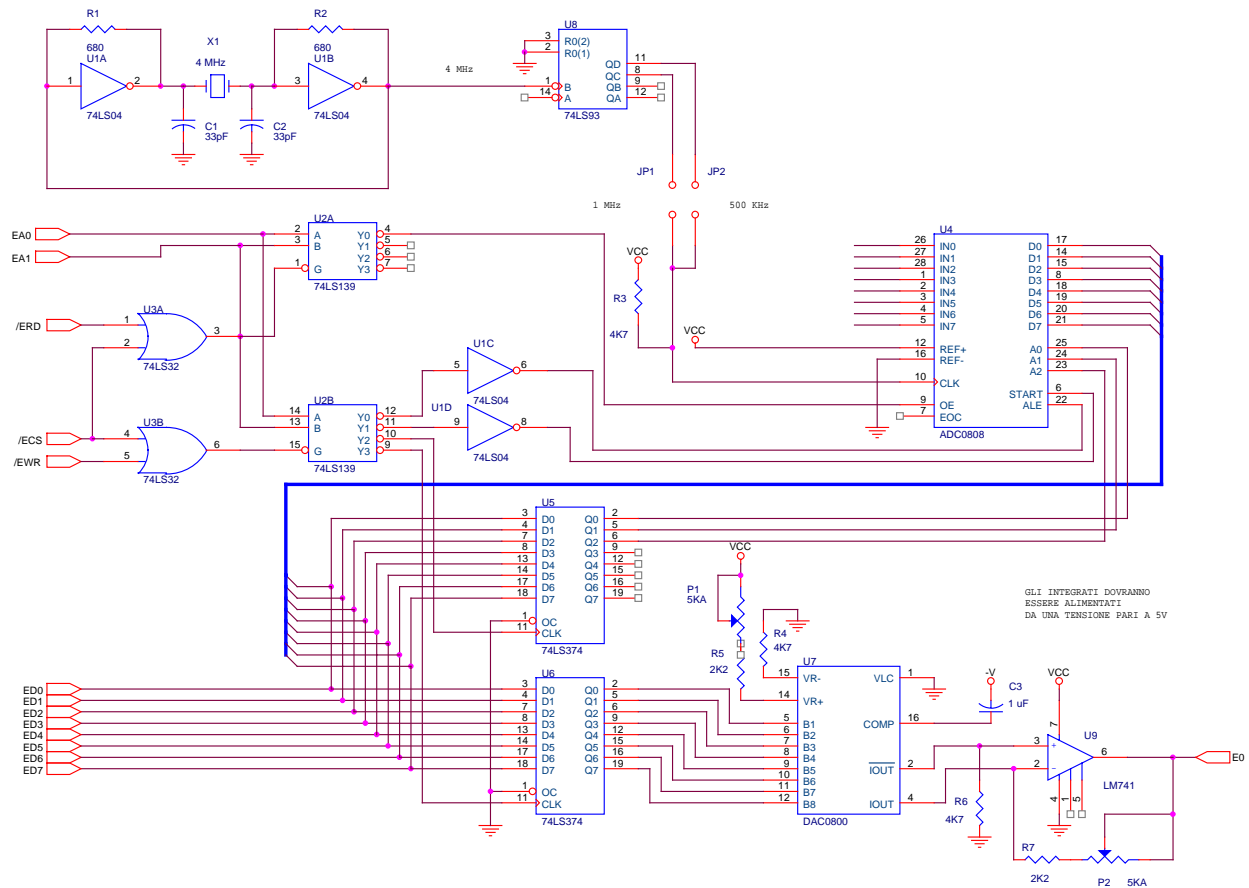
Questo tipo di convertitore trova applicazione fondamentale in circuiti come ad esempio:

- sistemi di conversione di rapporto metrico: un buon esempio è rappresentato da un potenziometro usato come sensore di posizione. La posizione del cursore è direttamente proporzionale alla tensione d'uscita che è il rapporto tra il fondo scala e questo valore.
- interfacce per computer;
- limitatori a partitore resistivo;
- convertitore di equazioni;
- comparatore analogico d' ingressi.

IL CONVERTITORE DAC0800

Caratteristiche generali

La serie dei DAC800 rappresenta dei convertitori, da digitale ad analogico monolitici, a otto bit con alta velocità della corrente di uscita le cui caratteristiche dei tempi di conversione sono 100ns. Quando si usa come DAC moltiplicatore è possibile una prestazione monotona che permette una scala di riferimento di correnti con un passo da 1 a 40. La serie DAC800 inoltre ha come caratteristica le uscite complementari ad alto guadagno che permettono una tensione di uscita differenziale di 20 V_{pp} con una semplice resistenza di carico. L'adattamento del riferimento di scala piena di corrente è migliore di più o meno 1 LSB, eliminando il bisogno di equilibri di piena scala in molte applicazioni; mentre la non linearità migliora del più o meno 0,1% sulle accumulazioni di errori sistematici minimi della temperatura. Gli ingressi immuni al rumore, della serie DAC800, possono accettare i livelli TTL con la traccia del piedino, VLC collegato a massa. Cambiando il potenziale di VLC si permette l'interfacciamento con le altre famiglie logiche. Le prestazioni delle caratteristiche del dispositivo sono essenzialmente inalterabili dal più o meno 4,5 volt alla scala di alimentazione di più o meno 18 volt ; la potenza dissipata è soltanto 33 mW con più o meno 5 volt ed è indipendente dagli stati logici d'ingresso.



In questa prova abbiamo utilizzato un' interfaccia sperimentale fornita da "NUOVA ELETTRONICA".
 Riportiamo ora la descrizione di tale scheda:

INTERFACCIA SPERIMENTALE PER COMPUTER

Il circuito base della scheda da noi utilizzata è molto semplice in quanto è composto da tre soli integrati:

IC1=74LS244 8 buffer three-state triggered

IC2=EP833 decodifica PROM

IC3=74LS245 buffer bidirezionale per i dati.

In questa scheda si possono in seguito aggiungere tutti i circuiti desiderati. Sulla scheda da noi montata trovano posto i seguenti integrati:

U1=74LS04 6 porte NOT

U2=74LS139 doppio decoder 2 I

U3=74LS32 4 porte OR

U4=ADC0809 convertitore A/D

U5=74LS374 8 flip flop D con uscite three-state

U6=74LS93 contatore binario 0-15 (divisore di frequenza).

Passiamo ora a descrivere le funzioni svolte dai tre integrati basilari.

74LS244: Questo integrato serve da buffer per i segnali provenienti dal BUS degli indirizzi, per i segnali di lettura e di scrittura dei dati, in modo da separare le linee del BUS principale dai segnali portati all'esterno sulla scheda sperimentale. In questo modo, anche se dovessimo fare delle saldature errate o provocare dei cortocircuiti su tali linee, tali inconvenienti non si ripercuoteranno sul BUS principale e il computer continuerebbe a funzionare regolarmente.

EP833: questo secondo integrato è una PROM programmata, utile per decodificare gli indirizzi. Sui piedini d'uscita 14, 13, 12 e 11 è stato collocato un piccolo connettore (J1) che ci permette di selezionare quattro diversi gruppi di indirizzi da assegnare alla scheda sperimentale.

Ognuno di questi gruppi è composto da 8 indirizzi e, pertanto, avremo a disposizione un totale di: $4 * 8 = 32$ indirizzi.

La tabella seguente mostra le combinazioni che potremo ottenere con 3 BIT di indirizzi.

IND.	BIT 0	BIT 1	BIT 2
0	0	0	0
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	0	1
6	0	1	1
7	1	1	1

La mappa di indirizzamento che otterremo sarà perciò divisa in quattro gruppi principali, corrispondenti ciascuno ad uno dei quattro ponticelli del connettore J1:

- Ponticello J1 su A: indirizzo della scheda da \$300 a \$307 (in esadecimale), che corrisponde, in decimale, agli indirizzi da 768 a 775

- Ponticello J1 su B: indirizzo della scheda da \$308 a \$30F, che corrisponde, in decimale, agli indirizzi da 776 a 783

- Ponticello J1 su C: indirizzo della scheda da \$310 a \$317, che corrisponde, in decimale, agli indirizzi da 784 a 791

- Ponticello J1 su D: indirizzo della scheda da \$318 a \$31F, che corrisponde, in decimale, agli indirizzi da 792 a 799.

74L245: L'integrato siglato IC3 verrà utilizzato per trasferire gli otto bit dei dati dalla scheda sperimentale al BUS del computer e viceversa.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il circuito è stato realizzato nello spazio mille fori predisposto dall'interfaccia; concluso il cablaggio si è passati alla verifica del funzionamento. La prima operazione eseguita è stata svolta al fine di verificare il funzionamento dell'interfaccia; questa operazione è stata svolta comandando l'interfaccia con un programma in Pascal mandando un segnale (onda quadra) ad indirizzi diversi. Il segnale veniva visualizzato con un oscilloscopio.

Il circuito del DAC e del ADC è stato verificato seguendo una sequenza logica di operazioni: la prima era svolta al fine di verificare le corrette alimentazioni dei vari integrati. In seguito abbiamo inserito i primi circuiti integrati e verificato il loro corretto funzionamento utilizzando un programma in Pascal come generatore di segnali e un oscilloscopio, voltmetro o un tester alto/basso come dispositivi verificatori.
