

Acquisizione - elaborazione dati

In questa sezione viene affrontato il problema dell'acquisizione e dell'elaborazione dei segnali. Questo settore dell'elettronica riveste un'importanza strategica in campo industriale, perchè offre la possibilità di monitorare un particolare processo e quindi di intervenire su di esso per modificarne il comportamento. I principali campi di applicazione sono:

- controllo dei processi industriali;
- trasmissione dati in forma digitale;
- strumentazione bio-medica.

5.1 Struttura del sistema di acquisizione dati

Osservare un *fenomeno fisico* significa acquisire delle informazioni che consentano di descrivere fedelmente l'evoluzione temporale delle grandezze che lo caratterizzano. Tale osservazione, se effettuata elettronicamente, garantisce livelli di precisione, di sensibilità e di velocità di risposta, notevolmente superiori rispetto ad ogni altra tecnica.

Il sistema che si progetta può avere lo scopo di visualizzare, memorizzare, elaborare, riprodurre o trasmettere l'informazione in ingresso, la quale si presenta sotto forma di generica grandezza fisica.

L'esigenza di elaborare tali informazioni presuppone la conoscenza dei principi di funzionamento dei dispositivi presenti nello schema a blocchi di Fig.5.1.

La catena di acquisizione dati è formata da tre sezioni distinte:

- sezione analogica;
- sezione di conversione;
- sezione di elaborazione.

5.2 Sezione analogica

I primi quattro blocchi presenti nella struttura generale di Fig.5.1 ne costituiscono la *sezione analogica*, il cui compito è di trasformare l'informazione fisica presente in ingresso in un segnale analogico e successivamente, renderlo compatibile con le caratteristiche del *convertitore analogico digitale*.

5.2.1 TRASDUTTORE

Il *trasduttore* consente la trasformazione dell'informazione fisica rilevata in un segnale elettrico. Esiste in commercio un'ampia scelta di trasduttori, la cui classificazione è effettuata considerando la natura della grandezza fisica in ingresso e la grandezza elettrica fornita in uscita.

I parametri principali che determinano la scelta di un trasduttore sono i seguenti:

- **sensibilità**, espressa dal rapporto tra la variazione della grandezza elettrica d'uscita e la corrispondente variazione della grandezza fisica d'ingresso;
- **precisione**, espressa dalla differenza tra il valore reale della grandezza in esame e il corrispondente valore rilevato;
- **caratteristiche dinamiche** (tempo di salita, costante di tempo, tempo di ritardo), che stabiliscono se il trasduttore esaminato è in grado di seguire eventuali rapide variazioni della grandezza in ingresso;
- **segnale d'uscita**: è un parametro molto importante, poichè condiziona il progetto dei blocchi successivi: infatti la grandezza in uscita da un trasduttore può essere una tensione, una corrente, una frequenza, una variazione di resistenza, di capacità o di induttanza; inoltre il segnale d'uscita può essere analogico o digitale.

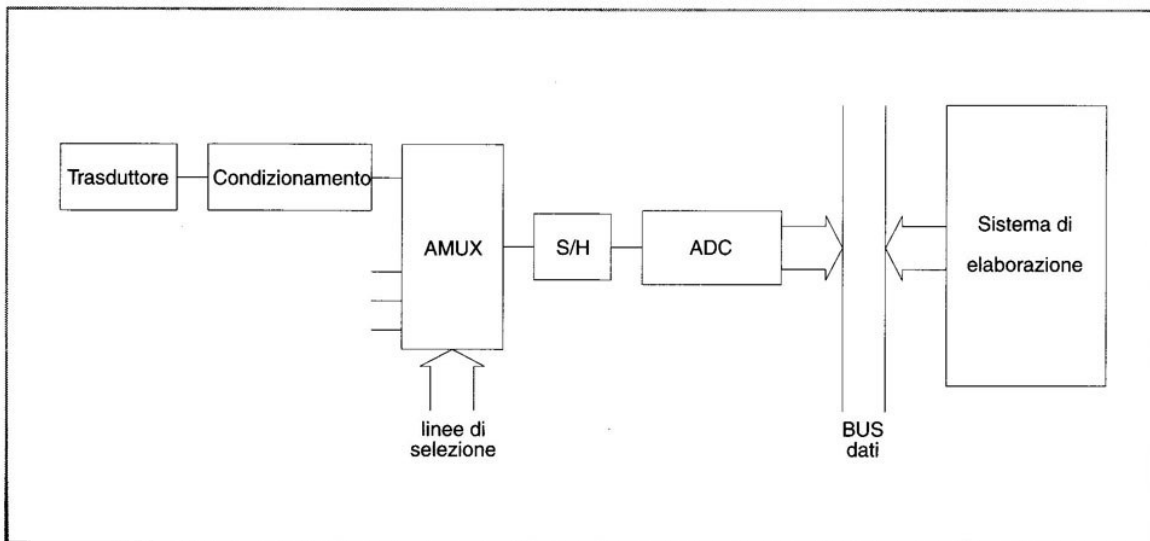


Fig.5.1 Schema a blocchi generale di un sistema per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati.

5.2.2 CONDIZIONAMENTO

Il segnale in uscita dal trasduttore, di norma, non soddisfa i requisiti di ampiezza richiesti dal convertitore analogico-digitale. Inoltre, al segnale d'uscita del trasduttore sono spesso sovrapposti dei disturbi, aventi una frequenza superiore alla banda contenente il segnale utile; risulta pertanto chiara la funzione dell'amplificatore e del filtro passa basso connessi a valle del trasduttore.

Nel caso in cui la grandezza elettrica all'uscita del trasduttore sia una corrente, il blocco di condizionamento conterrà anche un convertitore I/V.

Un ulteriore accorgimento in fase di progetto consiste nella scelta di un amplificatore avente elevata resistenza d'ingresso: si ottiene in tal modo l'effetto di non mutare sensibilmente la funzione di trasferimento del trasduttore.

5.2.3 MULTIPLEXER ANALOGICO (AMUX)

Il multiplexer analogico viene inserito quando è necessario acquisire segnali provenienti da più trasduttori. Questo dispositivo ha la funzione di convogliare su un'unica linea, con una opportuna temporizzazione, le informazioni presenti sui propri ingressi.

Un AMUX è costituito da n interruttori analogici, connessi in serie agli n ingressi di segnale e comandati da un decodificatore logico; quest'ultimo ha lo scopo di attivare l'interruttore corrispondente alla parola digitale posta sugli m ingressi di selezione.

La relazione tra gli n ingressi analogici e gli m ingressi di selezione è la seguente:

$$n = 2^m$$

All'uscita del multiplexer è connesso un inseguitore di tensione per l'adattamento d'impedenza.

In Fig.5.2 è rappresentata la struttura interna di un AMUX.

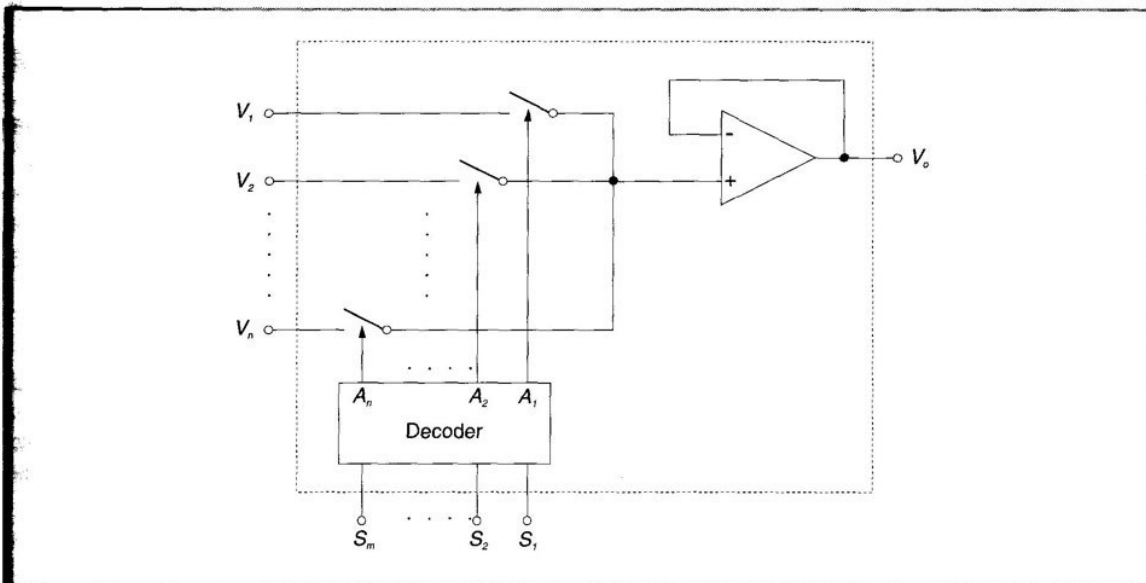


Fig.5.2 Struttura interna del multiplexer analogico.

5.2.4 SAMPLE / HOLD

I convertitori A/D richiedono un certo tempo per eseguire la conversione di un livello analogico di tensione presente in ingresso. Se il segnale da convertire è *lentamente variabile nel tempo*, durante il processo di conversione non subisce apprezzabili variazioni; in questo caso è possibile effettuare un collegamento diretto tra il blocco di condizionamento ed il convertitore, oppure tra il blocco di moltiplicazione ed il convertitore, nel caso siano presenti più segnali da acquisire.

In caso contrario, la necessità di *mantenere costante la tensione d'ingresso durante la conversione*, impone la presenza di un circuito che acquisisca, in un determinato istante, un livello del segnale analogico e lo mantenga invariato per tutta la durata della conversione. Lo schema di principio che assolve alle funzioni descritte è riportato in Fig.5.3 e prende il nome di *Sample/Hold (S/H)*.

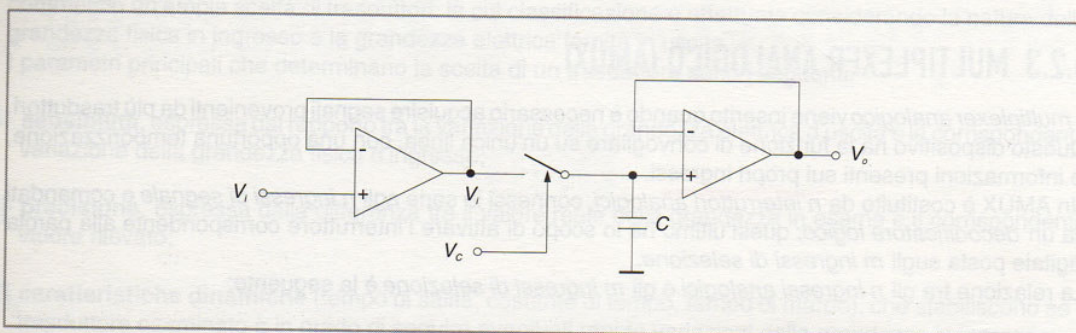


Fig.5.3 Schema di principio del circuito sample-hold.

Considerando ideali gli elementi componenti il circuito, si nota che, nell'istante di campionamento, lo switch interno è assimilabile ad un cortocircuito ed il condensatore si carica istantaneamente al valore della tensione d'ingresso. Al termine dell'impulso di comando V_c il condensatore "vede" una resistenza infinita ai propri capi, quindi mantiene inalterata la carica acquisita durante la fase precedente; la tensione in uscita risulta quindi costante al valore V_i fino a che non giunge un ulteriore *impulso di campionamento*. In Fig.5.4 sono mostrati gli andamenti temporali dei segnali V_c , V_i , V_o .

Analizzando il reale funzionamento del S/H si può osservare che, durante la *fase di campionamento*, la carica del condensatore non è istantanea; infatti la *resistenza equivalente* ai suoi capi non è nulla, ma equivale alla serie tra la resistenza d'uscita del buffer e la resistenza dello switch in stato ON.

Durante la *fase di mantenimento*, il condensatore tende a ridurre lentamente la tensione ai suoi capi per effetto della corrente di polarizzazione del buffer, della corrente di perdita dell'interruttore analogico in stato OFF e della corrente di perdita del conden-

satore stesso. La capacità del condensatore dovrebbe quindi essere:

- *bassa*, per ridurre la costante di tempo di carica durante la fase di campionamento;
- *alta*, per aumentare la costante di tempo di scarica durante la fase di mantenimento.

Il valore capacitivo scelto scaturisce pertanto dal compromesso tra le due esigenze discordanti sopra citate.

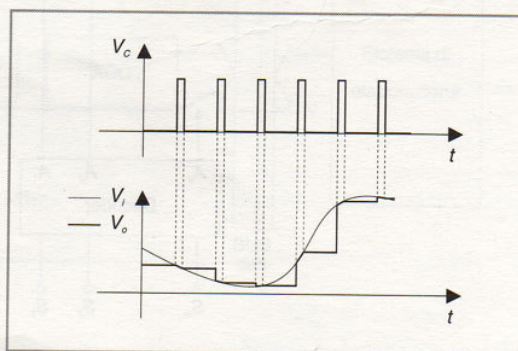


Fig.5.4 Andamenti dei segnali relativi al S/H.

Esistono in commercio *dispositivi S/H integrati*, alcuni con capacità interna, altri in cui è previsto l'uso di un condensatore esterno, da scegliere in relazione alle caratteristiche funzionali del sistema da progettare. La *frequenza di campionamento* assume una fondamentale importanza qualora sia necessario *mantenere inalterato il contenuto informativo del segnale acquisito*, per consentirne una fedele ricostruzione. La scelta della frequenza di campionamento è regolata dal *teorema di Shannon*.

Teorema di Shannon

Un segnale è univocamente descritto dai suoi campioni se la frequenza di campionamento f_c è almeno doppia della massima frequenza f_M contenuta nello spettro armonico del segnale stesso.

$$f_c \geq 2 f_M$$