

Sistemi di acquisizione dati

1 - Configurazioni tipiche

Generalità

L'impiego di tecniche numeriche per la rappresentazione dei segnali consente la successiva elaborazione in modo potente e flessibile. Nei sistemi di acquisizione dati il segnale associato alla grandezza fisica viene sottoposto dapprima a un processo di campionamento (circuiti *sample & hold*) e di quantizzazione (convertitori *AD*). Queste due operazioni sono comuni a ogni tipo di segnale e sono caratterizzate, rispettivamente, dalla velocità di campionamento e dalla risoluzione del convertitore *AD*.

Il trattamento dell'informazione numerica avviene mediante dispositivi logici. Tali dispositivi possono essere dedicati a una specifica applicazione e, in questo caso, svolgono solo i compiti previsti in sede di progetto, oppure possono impiegare architetture programmabili, in modo da consentire l'assegnazione di diverse funzioni di misura allo stesso hardware. In questo secondo caso, spesso, lo strumento viene identificato con la procedura di elaborazione dell'informazione contenuta nei dati acquisiti.

Bisogna tuttavia tener presente che, comunque, la qualità della misura rimane essenzialmente legata all'attendibilità e all'accuratezza dei dati campionati.

Sistema di misura a ingresso singolo

Un sistema di misura digitale prevede, di norma, una fase di condizionamento preliminare del segnale in ingresso, al fine di renderlo idoneo alla successiva fase di campionamento e conversione in forma numerica. I dispositivi di condizionamento del segnale sono di natura molto diversa, in relazione al tipo di segnale da trattare. Alcuni casi significativi saranno esaminati nel seguito.

Lo schema di un canale di acquisizione a ingresso singolo è rappresentato in Fig.1.1: i compiti di gestione della misura sono assegnati a un microprocessore, che fornisce il segnale di campionamento al circuito di *sample & hold* e successivamente il comando di inizio della conversione (*start*) al convertitore *AD*.

Quest'ultimo, completata la conversione, restituisce al processore il controllo della procedura tramite il segnale *End of Conversion, EOC*.

La velocità di campionamento, con la quale può essere interrogato il segnale d'ingresso, è limitata dalla durata di tutti questi compiti. Infatti, deve consentire l'immagazzinamento del dato nel campionatore *S&H* (tempo di acquisizione), la successiva conversione nel dispositivo *ADC* (tempo di conversione), il trasferimento del numero in una opportuna area di memoria del sistema.

Pertanto sarà importante stabilire la frequenza di campionamento f_c massima consentita, conoscendo i tempi necessari per l'esecuzione di tutte queste operazioni.

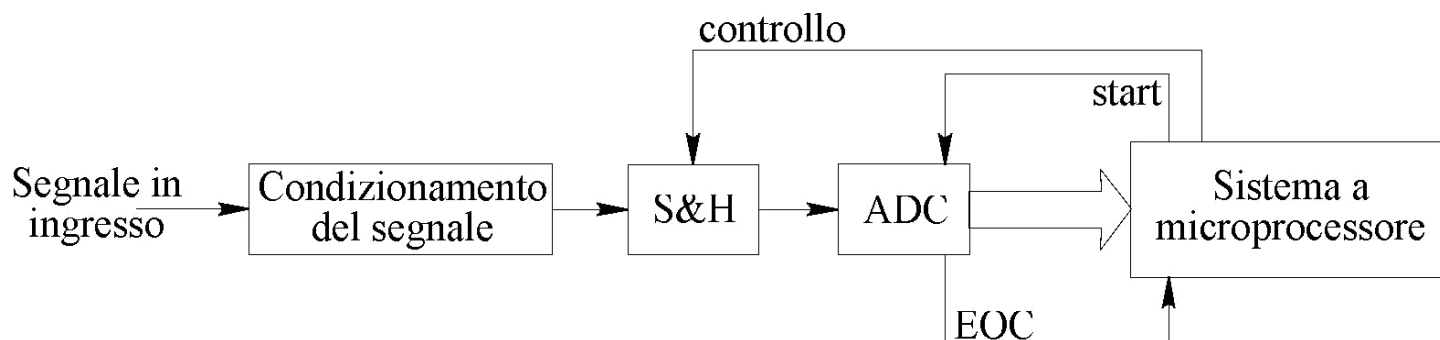


Fig.1.1 - Sistema di misura a un canale.

Sistemi di misura a più ingressi

Qualora il sistema di misura sia a più ingressi è presente un elemento nuovo, il circuito *multiplexer* (vedi Fig.1.2), che ha il compito di collegare ciclicamente il campionatore *S&H* e il convertitore *AD* ai diversi canali in ingresso CH0, CH1, ... CH(N-1).

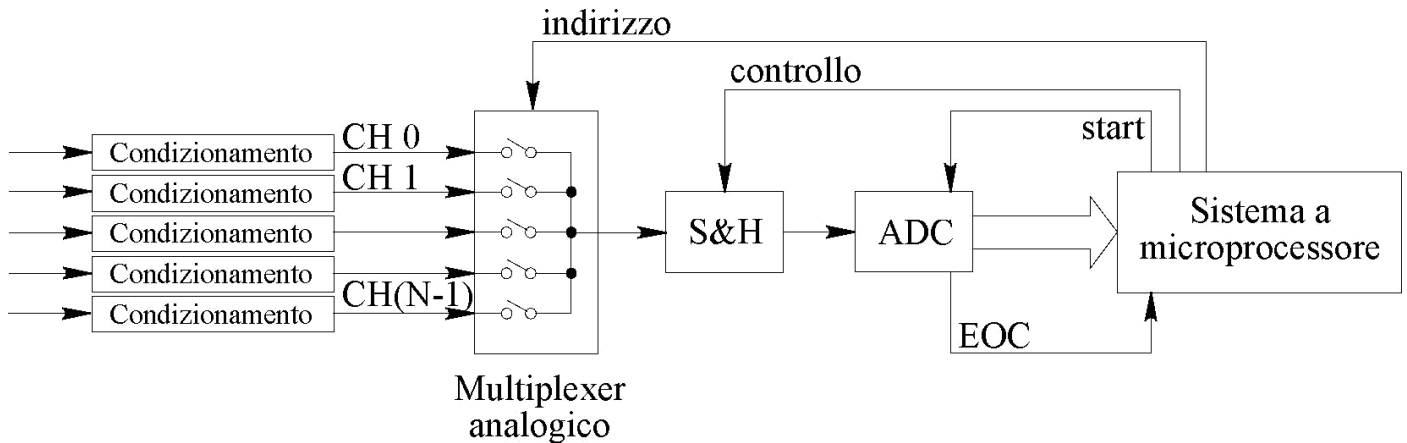


Fig.1.2 - Sistema multicanale con multiplexer.

Per un sistema di acquisizione dati che presenta, in generale, N canali in ingresso, detta f_c la frequenza di campionamento massima alla quale può operare il gruppo *S&H* e *ADC*, consegue che la massima frequenza con cui potrà essere campionato il canale i -esimo risulta $f_i = f_c / N$.

Questo risultato vale solo in **prima approssimazione**, ammettendo trascurabile il tempo di commutazione del multiplexer da un canale al successivo.

Nella realtà, anche considerando i problemi legati allo *slew -rate* del Sample & Hold nel passaggio tra un canale e il successivo, si dovrà assumere per la massima frequenza di campionamento su ciascun canale f_i un valore **inferiore** a f_c / N .

Campionamento simultaneo

Nel sistema considerato in Fig.1.2 i campioni dei diversi canali risultano presi in sequenza e pertanto non è possibile disporre di campioni simultanei di più forme d'onda. D'altra parte certe applicazioni richiedono un campionamento simultaneo.

Questa esigenza può essere soddisfatta con lo schema di Fig.1.3, impiegando tanti campionatori *S&H* quanti sono i canali in ingresso, pilotati dallo stesso segnale di controllo. In tal modo gli N campioni di un'acquisizione risultano sincroni, mentre rimane comunque sequenziale la conversione *AD*. Tale soluzione non consente evidentemente di superare i limiti sulla massima frequenza di campionamento per il canale i -esimo, che rimane pari a quella stabilita nel caso precedente: $f_i < f_c / N$.

Condizionamento
del segnale

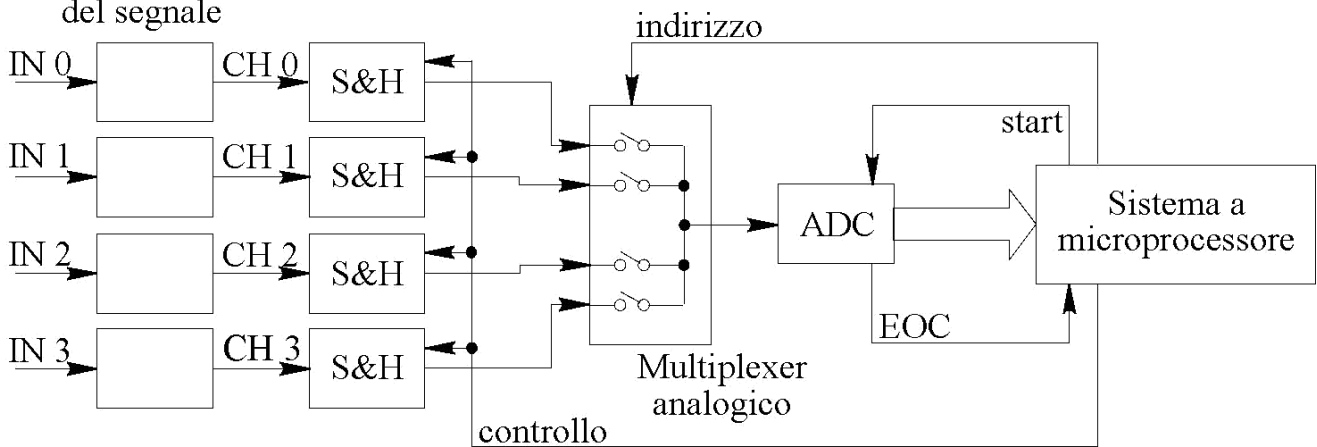


Fig.1.3 - Sistema a campionamento simultaneo.

Nella Fig.1.4 sono rappresentate le sequenze temporali dei campioni ottenuti campionando un gruppo di N canali, CH0, CH1 ... CH(N-1), ciascuno ogni T_c secondi.

La Fig.1.4A si riferisce al caso in cui è presente **un solo campionatore S&H** (vedi lo schema di Fig.1.2). In tal caso si nota, in ciascun gruppo di canali CH0, CH1 ... CH(N-1), il ritardo Δt che il campione del generico canale ha rispetto a quello del canale precedente. Per esempio il ritardo del campione di CH1 rispetto a quello di CH0, e così via. Il ritardo Δt è il tempo minimo necessario per effettuare la conversione AD e passare al canale successivo.

La Fig.1.4B si riferisce invece allo schema a blocchi di Fig.1.3, con tanti campionatori *S&H* quanti sono i canali in ingresso (**campionamento simultaneo**). In tal caso tutti i campioni del gruppo di canali, CH0, CH1 ... CH(N-1), sono presi contemporaneamente.

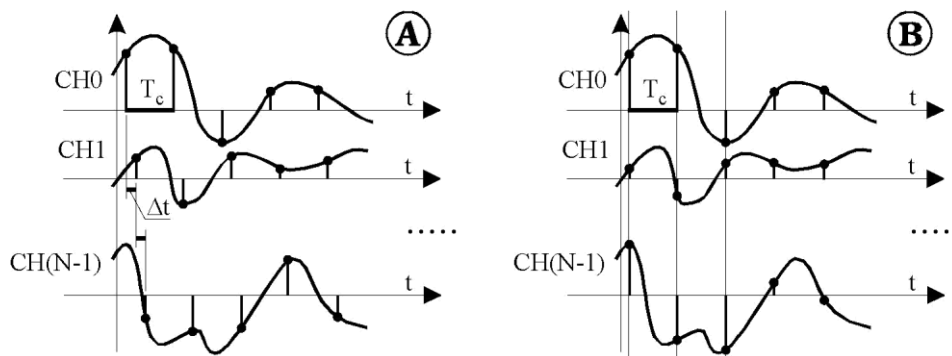


Fig.1.4 - Campionamento multiplo.

Fig.1.4A, il multiplexer commuta alternativamente dapprima sul canale di tensione e successivamente sul canale di corrente. In tal modo, la sequenza dei campioni di corrente

Sistemi veloci di acquisizione

Per ottenere un campionamento simultaneo su più canali e allo stesso tempo aumentare la velocità di campionamento sul singolo canale, si può adottare lo schema di Fig.1.5, dove è presente sia un *S&H* che un *ADC* per ciascun ingresso.

Il multiplexer digitale conterrà tutta la memoria necessaria per gestire il flusso dei dati.

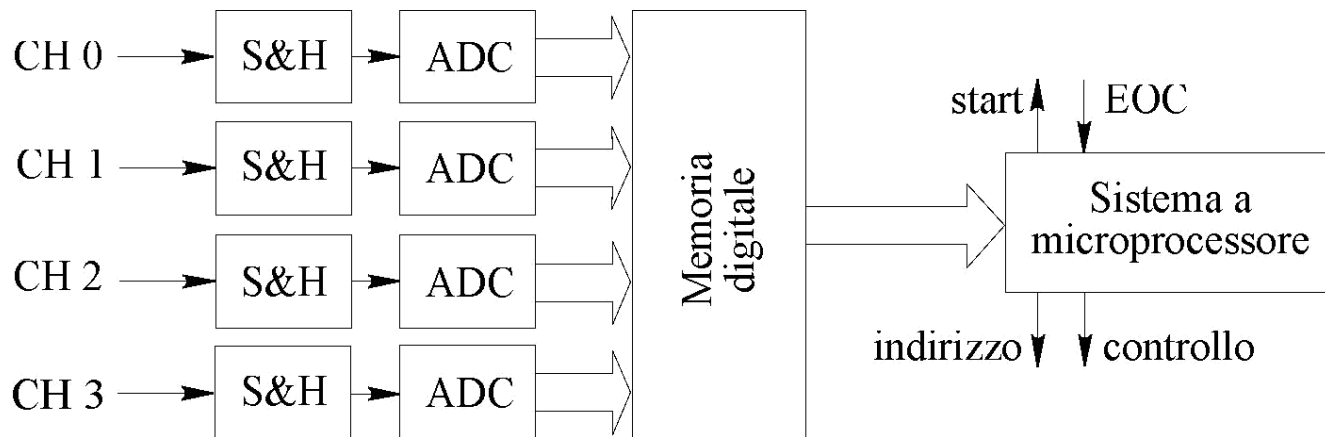


Fig.1.5 - Sistema di acquisizione veloce.

Schede di acquisizione dati *plug-in*

I sistemi di acquisizione dati vengono spesso realizzati mediante schede *plug-in*.

Tali schede si montano direttamente negli *slot* di espansione di cui sono normalmente dotati i personal computer e possono costituire un'alternativa economica agli strumenti tradizionali autonomi (*stand alone*).

In particolare sfruttano per l'elaborazione le risorse hardware e software dei comuni *PC*.

Il mercato offre numerose possibilità di scelta, con caratteristiche, prestazioni e costi che spaziano in un campo assai vasto.

Di solito tutte le schede *plug-in* accettano ingressi sia analogici che digitali. Spesso forniscono anche uscite sia analogiche che digitali. Il numero di canali analogici in ingresso è almeno otto, (tipicamente sedici), configurabili sia in *single-ended* che in differenziale.

La frequenza di campionamento varia fra i 50kHz e 1MHz. La risoluzione dei modelli più economici è di 12 bit, mentre si arriva a 16 bit nelle schede più sofisticate. Normalmente esiste un compromesso fra velocità di campionamento e risoluzione.