

CAPITOLO 14

14.1 Misure nel dominio delle ampiezze

Una prima categoria di strumenti per la misurazione nel dominio delle ampiezze è quella che opera sui valori istantanei (strumenti a valore istantaneo). Questa categoria di strumenti assume un ruolo fondamentale quando si è interessati, ad esempio, alla visualizzazione dell'evoluzione nel tempo del segnale analizzato, oppure quando è necessario estrarre dal segnale particolari informazioni che non sono ricavabili con altri strumenti.

Gli strumenti a valore istantaneo usano la tecnica del campionamento (Fig. 14.1) che consiste nel rilevare un certo numero di valori del segnale, i *campioni*, in fissati istanti di tempo (*istanti di campionamento*). La distanza temporale tra un campione ed il successivo (*tempo di campionamento*) è, nella maggior parte delle applicazioni, costante. Si parla in tal caso di *periodo di campionamento*, e il suo reciproco rappresenta la *frequenza di campionamento*. Il numero dei campioni e la loro distanza temporale sono scelti in modo da restituire una corretta rappresentazione del segnale in esame. La frequenza di campionamento viene scelta in funzione del contenuto spettrale del segnale, e il suo valore massimo è limitato dal tempo di conversione.

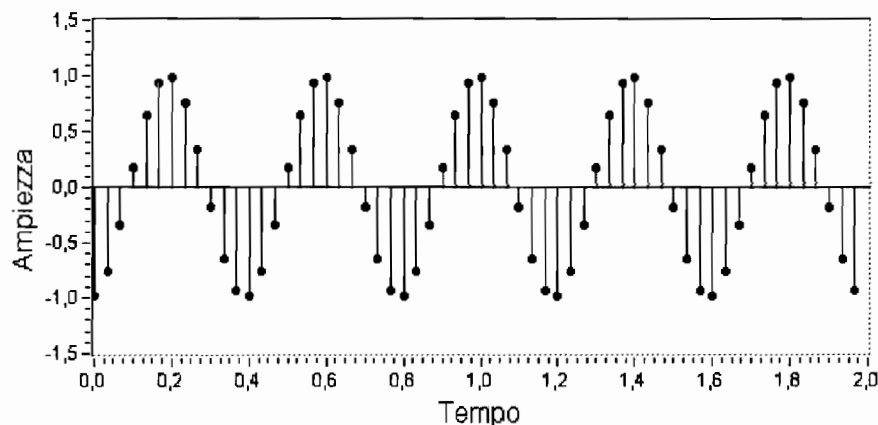
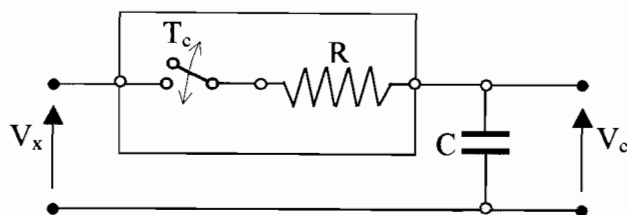


Fig. 14.1

È, inoltre, evidente che durante tale tempo è preferibile che il segnale si mantenga costante all'ingresso del convertitore. A tal fine si utilizzano appositi circuiti, detti *Circuiti di Sample and Hold (S/H)*, che sono preposti al *Campionamento (Sample)* del segnale ed alla *Tenuta (Hold)* di tale valore per la durata del tempo di conversione (la tenuta del valore per un intervallo non minore del tempo di conversione garantisce che durante il tempo di conversione il segnale all'ingresso del convertitore si mantiene costante).

Il principio di funzionamento di un circuito S/H è desumibile dallo schema di principio illustrato nel circuito di Fig. 14.2, in cui l'interruttore è pilotato da un segnale di clock di periodo $T_c = hRC$ con $h > 5$ ed R è la resistenza residua dell'interruttore (resistenza ad interruttore chiuso).



- Fig. 14.2 Circuito S/H

Per prelevare un campione (da convertire poi in forma numerica tramite l'ADC) si chiude l'interruttore T_c (generazione del segnale di *Sample*) che permette al condensatore di caricarsi fino al valore assunto dal segnale da campionare all'istante di inizio conversione (vedi Fig. 14.3). La carica è ritenuta istantanea poiché la relativa costante di tempo, $\tau=RC$, viene dimensionata in modo tale da risultare molto piccola rispetto alla dinamica del segnale. Dopo un tempo pari a 5 o 6 volte la costante di tempo, l'interruttore viene aperto interrompendo il flusso di corrente e consentendo al condensatore di rimanere carico per un tempo, detto *tempo di hold*. Durante questo tempo, il blocco A/D preleva la tensione presente ai capi del condensatore C e la converte in forma numerica. Il tempo di conversione è individuato dagli istanti di *Inizio Conversione* (SOC: *Start Of Conversion*) e *Fine Conversione* (EOC: *End Of Conversion*).

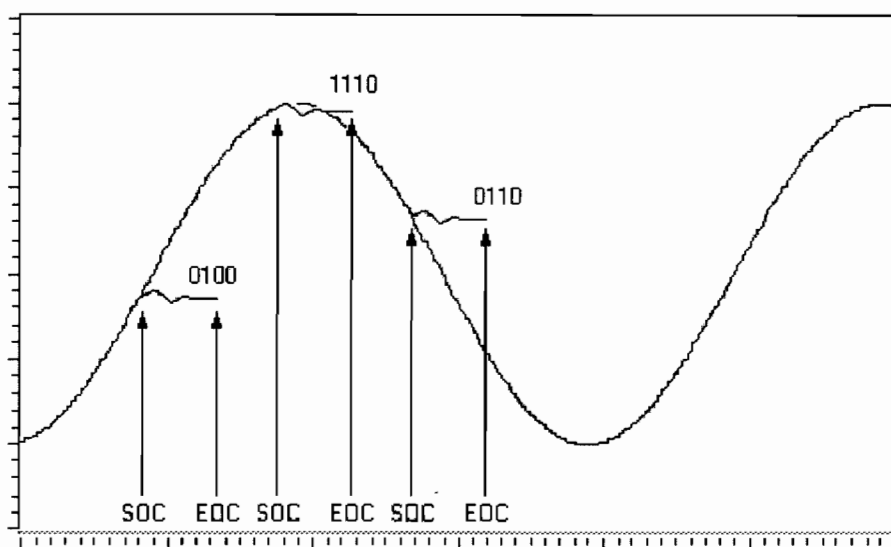


Fig. 14.3 – campionamento e conversione ADC

Il prezzo che si paga nell'effettuare misurazioni di valore istantaneo è che i campioni sono soggetti ai disturbi sovrapposti al segnale: un eventuale spike che interviene in concomitanza dell'istante di campionamento non può essere in nessun modo evitato o attenuato. Circuiti S/H con tempi di campionamento molto brevi sono sovente utilizzati in quegli strumenti, come i sistemi di acquisizione dati, aventi una frequenza di campionamento molto elevata al fine di poter acquisire ed esaminare segnali dal contenuto spettrale molto ricco. Il valore della frequenza di campionamento viene scelto in modo da rispettare il "teorema del campionamento" che suggerisce il limite inferiore della frequenza con cui si deve campionare il segnale, e cioè imponendo che debba essere verificata la disuguaglianza:

$$f_c \geq 2 \cdot f_i \quad (14.1)$$

in cui f_c è la frequenza di campionamento, e f_i è la frequenza del segnale in ingresso. Se tale relazione non è soddisfatta lo spettro del segnale campionato risulta affetto da *aliasing*, ossia si verifica la sovrapposizione in frequenza delle repliche del segnale originario, centrate a frequenze multiple di quelle di campionamento, con modifica dello spettro originario e relativa perdita del contributo informativo. Nessun tipo di filtraggio può, in tale situazione, recuperare lo spettro del segnale di partenza.

Una seconda categoria di strumenti per la misurazione nel dominio delle ampiezze è costituita da quegli strumenti che operano su valori non istantanei, ad esempio su valori medi. In essi si premette all'ADC, invece del S/H, un blocco di condizionamento che restituisce un segnale analogico e continuo il cui valore è direttamente legato alla grandezza non istantanea che si desidera misurare.

L'ultima categoria di strumenti comprende quelli specificatamente preposti alla misurazione dell'ampiezza di un segnale continuo.

Per questi ultimi risulta sufficiente un convertitore ADC al cui ingresso viene direttamente applicato il segnale, a meno che non siano necessarie operazioni di amplificazione o attenuazione.