

## ADC con espansione della dinamica e compressione dati

Paolo De Vittor

*Due A/D converter di concezione innovativa sono in grado di risolvere i problemi legati all'acquisizione dati di segnali di ridotta dinamica oppure semplificare il numero di interconnessioni nelle conversioni a elevata velocità di un ampio numero di canali*

In moltissimi settori si utilizzano sensori di vario tipo, dal settore industriale all'ambiente domestico, da quello consumer alla strumentazione, dall'automobilistica al controllo ambientale. Spesso però il segnale di uscita fornito da molti sensori è lungi dall'essere ottimale. Si aggiunga poi il fatto che l'impiego di sensori a basso costo porta con sé una certa dispersione dei parametri, con valori di guadagno e offset differenti. Fra le soluzioni adottate vi sono quella di inserire elementi a guadagno regolabile prima della conversione A/D oppure di optare per sensori di precisione, a costo più elevato. Un approccio del tutto differente potrebbe invece essere quello di utilizzare un A/D converter provvisto di una funzione di compressione della dinamica, come ad esempio i dispositivi di acquisizione dati "Zooming ADC" di Semtech, che combinano i vantaggi degli ADC a sovracampionamento con uno stadio di amplificazione integrato, entrambi sotto il coordinamento di un microcontroller interno; il tutto è in grado di offrire la massima risoluzione anche interfacciando sensori a basso costo, senza perdita di risoluzione e senza la necessità di amplificazione del segnale né di compensazione dell'offset.

### Una soluzione ai problemi più comuni

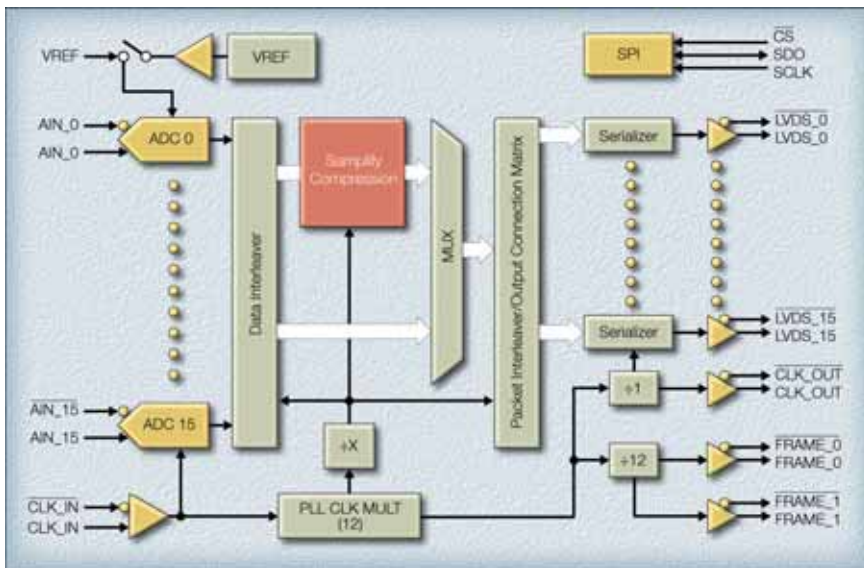
Fra le acquisizioni di tipo più comune si trovano quelle che utilizzano sensori di temperatura, di umidità o di pressione, che forniscono segnali pressoché statici,

ovvero a lenta variazione nel tempo. Per questi impieghi, non è richiesta una conversione A/D veloce, ma è sufficiente un'adeguata accuratezza, solitamente garantita dagli A/D converter sigma-delta o da quelli di tipo incrementale. In queste applicazioni, una delle principali limitazioni introdotte dagli ADC è costituita dall'errore di quantizzazione, che è uno dei parametri tipici dei convertitori. La maniera tipica di ridurre questo errore è quella di utilizzare un ADC a maggior risoluzione, anche se ciò comporta un maggior tempo di acquisizione, un maggior costo e una corrente assorbita più elevata. Modificando l'architettura dell'ADC, è possibile far sì che la massima risoluzione dell'A/D converter venga applicata alla sola porzione di segnale, interessante per la misura, con conseguente incremento della precisione nel rilevare i parametri desiderati. Questo è esattamente ciò che accade negli Zooming ADC di Semtech. Si abbia ad esempio un sensore alimentato a 3 o a 5 V che presenta un'uscita significativa che va da 1,15 a 1,25 V e lo si inter-

facci con un ADC da 10-bit di risoluzione. In tal caso lo step minimo di conversione è di 5 mV, con il fatto che nel range di uscita utile si hanno solo 20 letture significative. Volendo aumentarne il numero, occorre amplificare il segnale del sensore, ad esempio portandolo nel range da 4,6 a 5 V applicando un guadagno di un fattore 4. Ciò porta il numero di punti utili a 80. Utilizzando uno Zooming ADC, si possono ottenere 1.024 punti, semplicemente focalizzando il range di conversione nell'intervallo desiderato. Lo schema a blocchi dei dispositivi Semtech è visibile in figura 1. Questi dispositivi contengono al loro interno tre blocchi amplificatori e due stadi per la regolazione dell'offset in cascata. I valori di guadagno possono essere scelti entro un ampio range (da 0,5 a 1.000) e l'offset può superare il fondo scala del segnale all'ingresso. Grazie a questa particolare architettura, lo ZoomingADC è in grado di acquisire un segnale di ben 22 bit più piccolo della tensione di alimentazione; ciò significa ad esempio che si possono apprezzare segnali di 1  $\mu$ V operando con 2,4 V di alimentazione. Il motivo della particolare denominazione di questi converter è semplice: al pari di una fotocamera si sceglie il partico-

**Fig. 1 – Schema a blocchi tipico degli Zooming ADC di Semtech**





**Fig. 2 – Schema a blocchi semplificato dell'ADC con compressione dati SAM1610 di Samplify, che integra 16 canali di conversione A/D**

lare da ingrandire, lo si “zoomma” fino a riempire lo schermo, e poi si scatta. Lo ZoomingADC è in grado di gestire segnali differenziali oppure single-ended, semplicemente agendo sull'offset della catena.

### Un esempio applicativo

Un tipico esempio in cui occorre utilizzare solo una ridotta porzione dell'uscita di un sensore è quello della misura della pressione atmosferica per un'applicazione barometrica. Con un sensore Freescale MPX2010 si dispone di un segnale pari a 0,2 mV/kPa alimentando il sensore a 10 V. Nelle applicazioni alimentate a batteria il segnale utile diminuisce: a 3 V, ad esempio, si hanno 60  $\mu$ V/kPa, che equivalgono a 6  $\mu$ V/mbar. Si tenga conto però che per le applicazioni barometriche occorre essere in grado di misurare pressioni da 500 a 1.300 mbar, che equivalgono a uscite comprese fra 3 e 7,8 mV. Il problema imposto al circuito applicativo è di amplificare il segnale senza però saturare lo stadio di conversione.

Operando con un'alimentazione a 3 V, occorre quindi un guadagno di non oltre 385 per non superare un segnale differenziale di  $\pm 1,5$  V. Per quanto riguarda l'offset, esso deve essere posizionato a centro banda, ovvero a 900 mbar, che equivalgono a 5,4 mV. Ovviamente l'offset va sottratto prima di applicare il guadagno, altrimenti si satura lo stadio successivo. Grazie a questi interventi, il segnale utile “zoommato” sarà di  $-1,5$  V a 500 mbar, di 0 V a 900 mbar e di  $+1,5$  V a 1.300 mbar, come desiderato, con una risoluzione di 16 bit.

Le linee di codice da inserire nella MCU

interna per ottenere queste semplici operazioni sono poche (una quindicina in tutto).

### ADC con compressione dati

Una tecnica che si colloca nella medesima ottica di ottimizzare l'impiego degli A/D converter è stata messa a punto da Samplify, una società californiana di tipo “fabless” specializzata in prodotti di acquisizione che utilizzano algoritmi di compressione. Lo scorso anno la società ha ottenuto il riconoscimento “Product of the Year” dalla rivista EDN. Il prodotto indicato è il SAM1600, un A/D converter che utilizza la compressione dati. I progettisti di Samplify (fra cui un noto esperto di algoritmi di compressione audio) analizzando il comportamento dei convertitori ad alta velocità hanno individuato proprio nella fase di trasmissione dei dati il “collo di bottiglia” dell'intera catena di acquisizione. Samplify ha analizzato ad esempio i sistemi a ultrasuoni, che richiedono tipicamente da 32 a 1.024 canali di conversione, ciascuno dei quali è caratterizzato da una risoluzione di 12 bit e da almeno 50 megacampionamenti al secondo. La soluzione proposta dalla società – che consiste in un algoritmo di compressione - permette di ridurre il numero di pin richiesti, l'assorbimento di potenza e la quantità di memoria richiesta, e può essere proficuamente esteso a settori

quali le comunicazioni telefoniche (ad esempio le stazioni base 4G) e wireless, audio, video nonché gli ATE, i sistemi radar/sonar, l'imaging in campo medico e le applicazioni di controllo industriale.

I data-rate elevati, infatti, pongono una serie di sfide ai progettisti, fra cui l'impiego di processori veloci o di FPGA a elevata complessità, oltre a richiedere un'ampia area di memoria per il buffering e la memorizzazione di dati convertiti. Per risolvere questi problemi, la soluzione adottata da Samplify è di comprimere i dati proprio all'interno dell'A/D converter, riducendo la quantità di memoria e aumentando le prestazioni dell'A/D converter e la velocità di comunicazione con il blocco di elaborazione. La famiglia SAM1600 comprende tre ADC da 65Msample/sec da 8 a 16 canali (Fig. 2) con una risoluzione di 12 bit e un assorbimento di soli 44 mW per canale, grazie all'impiego della tecnologia CMOS da 130 nm da 1,2 V di UMC; le uscite sono di tipo LVDS. L'algoritmo di compressione – denominato Prism – può operare in 3 modi: lossless, lossy con rapporto di compressione fisso e lossy con SNR fisso a 68,5 dB. Gli acquirenti dei chip SAM1600 ricevono anche la licenza per l'utilizzo dell'IP di decompressione Prism su FPGA o su software. La tecnica utilizzata permette ad esempio di concentrare i dati da quattro ADC da 12 bit e 50 Msps (ovvero 600 Mbps di data-rate per canale) in tre uscite LVDS da 800 Mbps ancor prima di applicare l'algoritmo di compressione. Dopo l'applicazione di Prism si può ottenere una riduzione del numero di pin che può raggiungere il 75%. Ciò significa ad esempio che in un sistema a ultrasuoni da 256 canali si possono risparmiare ben 384 pin FPGA e le relative tracce di collegamento fra il SAM1600 e i chip FPGA di beamforming.

readerservice.it

Freescale n. 7  
 Samplify www.samplify.com  
 Semtech (Avnet Memec) n. 8