

Sample and hold

Varför sample and hold när jag redan har en snabb A/D-omvandlare?

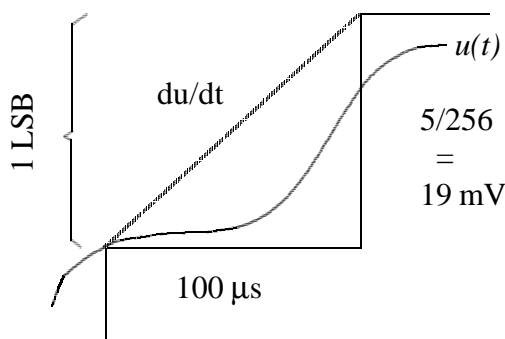
95-02-20

Michael Josefsson

En vanlig A/D-omvandlare (ADC) fungerar oftast enligt principen successiv approximation. För att erhålla en utsignal med $2^8 = 256$ nivåer krävs då åtta på varann följande approximationer. I ett datablad anges att detta sker på en viss omvandlingstid¹, *conversion time*, ex vis 100 μs . Som bäst kan alltså denna ADC leverera digitala samples med en takt av $1/100 \mu\text{s} = 10 \text{ kHz}$. För att det digitaliserade samplet ska vara sant, dvs korrekt ned till $\pm 1/2 \text{ LSB}$, krävs att den analoga insignalen är tillräckligt konstant under omvandlingstiden.

Exempel. Vi ska sampla en sinussignal, $u(t) = A \sin \omega t$, med en 8-bitars ADC med omvandlingstiden 100 μs . För att få god dynamik tillåts signalen ha ett sving motsvarande hela tillåtna insignalområdet på 5V. A sätts till 2.5 V. Vilken är signalens högsta tillåtna frekvens om vi vill ha full dynamik, dvs alla omvandlade bitar ska vara sanna?

För att även den sist omvandlade biten ska bli sann får inte insignalen röra sig mer än 1 LSB under omvandlingstiden:



Insignalens maximala derivata får alltså inte överstiga $0.019 / 100 \cdot 10^{-6} = 195 \text{ V/s}$. För den antagna signalen ges maximala derivatan av uttrycket

$$|du(t)/dt| = |A\omega \cos \omega t| \leq A\omega.$$

¹) I vissa (dyrare) ADC kan samplingen ske under en kortare tid än själva omvandlingen. Den tid som ADC:n använder för att läsa samplet kallas i dessa fall för *aperture time*. Det gäller alltid att *aperture time* < *conversion time*.

Den högsta frekvens man kan sampla med full dynamik ges alltså ur olikheten

$$f < \frac{195}{2 \pi \cdot 2.5} < 12 \text{ Hz.}$$

12 Hz! Vi har en ADC med möjlighet till 10 000 omvandlingar per sekund men vi förlorar i precision redan om insignalens frekvens överstiger 12 Hz.

Lösningen heter Sample and Hold (S&H). Med S&H kan signalen samplas och omvandlas i lugn och ro med bibehållen precision i ADC:ns maximala omvandlingstakt.

Diagrammet nedan visar antalet resulterande sanna bitar i omvandlingsresultatet som funktion av insignalfrekvensen utan S&H. Slutsats? Använd S&H!

