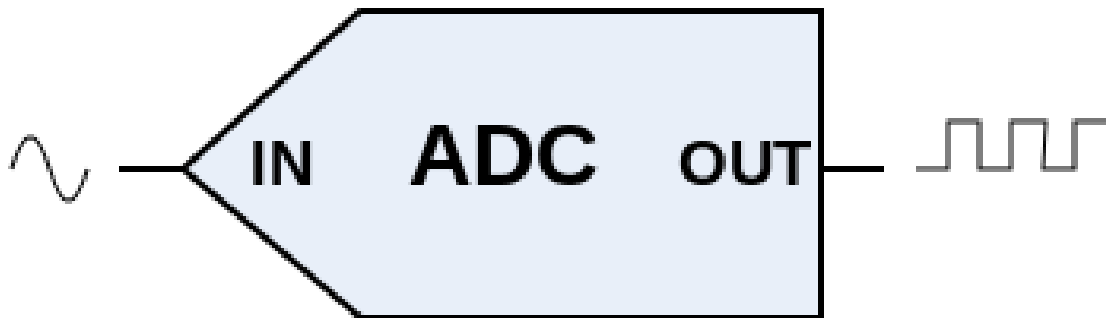


Analog til digital omformer

(Engelsk: Analog to Digital Converter, ADC)

En rask innføring.



Forside	1
Innholdsfortegnelse	2
1. Introduksjon	3
1.2 Hensikt	3
1.3 Digitalisering	3
2. Analogt signal	3
3. Oppløsning	4
3.1 Bits	4
3.2 Utregninger	5
3.2.1 Hvor mange mulige verdier har n bit?	5
3.2.2 Hvor stor endring vil det være per diskret verdi? Maks verdi $2^n - 1 = \text{endring per nivå}$ $5000 \text{ mV} / 28 - 1 = 19.608 \text{ mV per nivå}$	5
3.2.3 Hva er den tilhørende digitale verdien til en analog verdi?	5
4. Støy	6
5. Simpel A/D-omformer	7
6. Flash ADC	8
7. Suksessiv tilnærming	9
8. Single Slope ADC	10
9. Kilder	10
9.1 Nettsider	10

1. Introduksjon

A/D omformer kommer vanligvis i form av en integrert krets. En integrert krets er en brikke av et halvledermateriale, som oftest silisium, som inneholder en fullstendig elektronisk krets. Brikkene er som regel ikke større enn 2.5 cm^2 . I en slik krets består i all hovedsak av svært mange transistorer. En transistor er en elektronisk komponent som kan bli brukt som en forsterker, eller som en bryter.

1.2 Hensikt

Hensikten med en A/D-omformer er å omgjøre analoge elektriske signaler til digitale signaler.

1.3 Digitalisering

Det digitale signalet er et tall representert med et antall binære siffer.

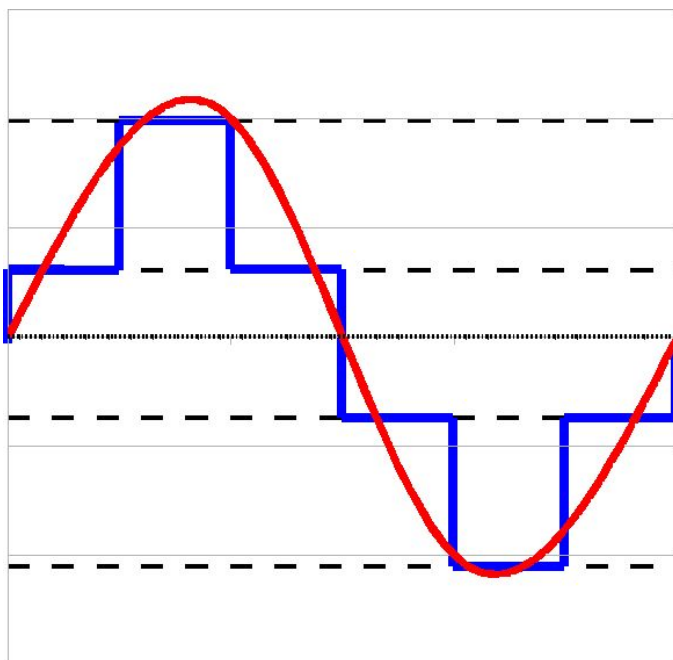
Et binært siffer, en bit, er et siffer i to-tallsystemet, det vil si 0 eller 1. En bit er en enhet for informasjon. Bits håndteres som regel i mengder på 2^n . Det kontinuerlige analoge signalet må avleses med like lange tidsintervaller, og gjøres om til digitale verdier. Det digitale signalet må avrundes til nærmeste hele tall.

2. Analogt signal

Analog-digital-omformere tas vanligvis i bruk for å motta analoge signaler fra forskjellige signalgivere som termometer, mikrofoner, trykkmålere eller andre apparater som avgir en spenning, og gjør disse om til digitale verdier. Disse verdiene kan så videre gjennomgå signalbehandling i digitale systemer som datamaskiner, måleinstrumenter eller annet digitalt utstyr. Digital signalbehandling er matematiske operasjoner utført på digitale signaler i en PC. Teknikken kan brukes på all typer digitaliserte signaler, enten det er målesignaler, lydsignaler eller billedinformasjon. En mikroprosessor kalt en signalprosessor er spesielt designet for å utføre signalbehandling. På figuren ser vi et eksempel av et analogt signal og dens digitale motpart. Den digitale verdien måles med et fast intervall. I dette tilfellet kan signalet måles i intervallet $[0, 10]$. *Bildet viser et analogt signal og dens digitale representasjon*

3. Oppløsning

På bildet til høyre ser vi et analogt signal gitt ved rød kurve og digitalt signal gitt ved blå «trappetrinn». Trappetrinnene kommer av at den digitale verdien har en lav oppløsning. Ved høyere oppløsning vil trappetrinnes høyde være mindre. Høy samplingsrate vil gi kortere trappetrinn i lengde. *Bildet viser en digitalverdi med 2 bit.*



11
10
01
00

3.1 Bits

Oppløsningen til en omformer er gitt ved dens bit-verdi.

Vanlige oppløsninger er 8, 16 og 24 bit.

Signalet ligger imellom 0 og 5V

Bit	Nivåer	Endring per nivå
8	256	19.608 mV
16	65536	0.0763 mV
24	16777216	0.0003 mV

Tabellen over viser at endringen per nivå synker omvendt proporsjonalt med bit-størrelsen.

3.2 Utregninger

3.2.1 Hvor mange mulige verdier har n bit?

Eksempel med en 8 bit omformer:

Der n er oppløsningen til omformeren gitt i bit.

$$2^n = \text{antallet nivåer } 2^8 = 256$$

De 256 nivåene ligger i intervallet [0,255]

3.2.2 Hvor stor endring vil det være per diskret verdi?

$$\frac{\text{Maks verdi}}{2^n - 1} = \text{endring per nivå } \frac{5000 \text{ mV}}{2^8 - 1} = 19.608 \text{ mV per nivå}$$

3.2.3 Hva er den tilhørende digitale verdien til en analog verdi?

$$\frac{\text{Oppløsning til ADC}}{\text{Systemets Spenning}} = \frac{\text{ADC Verdi}}{\text{Målt analog spenning}}$$

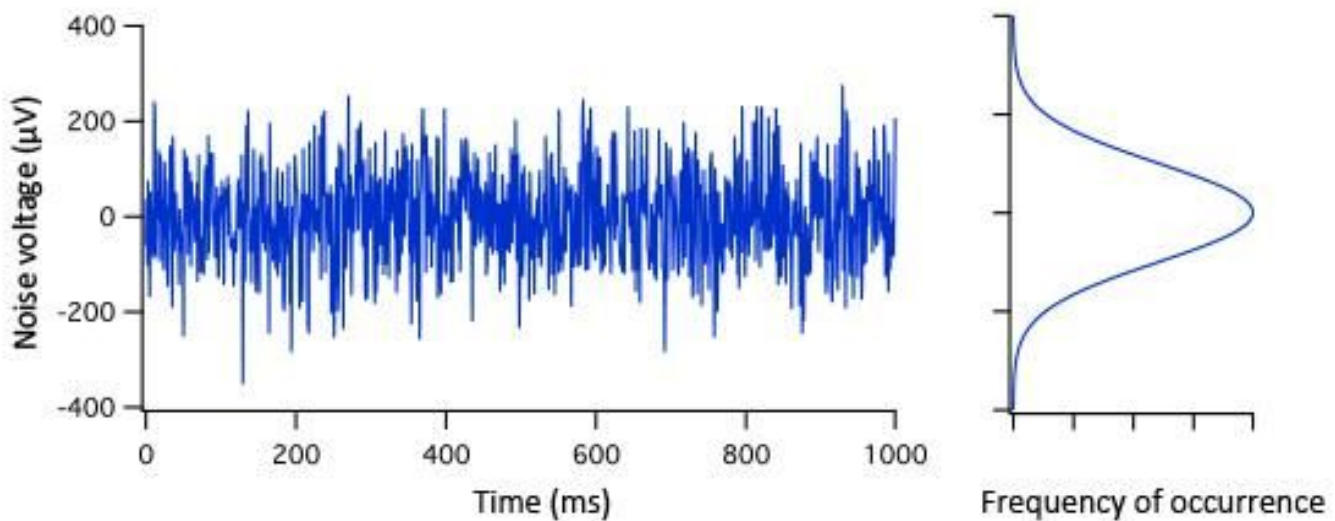
$$\frac{1023}{5.00V} = \frac{\text{ADC Verdi}}{\text{Målt analog spenning}}$$

$$\frac{1023}{5.00V} * 2.12V = \text{ADC Verdi}$$

$$\text{ADC Verdi} = 434$$

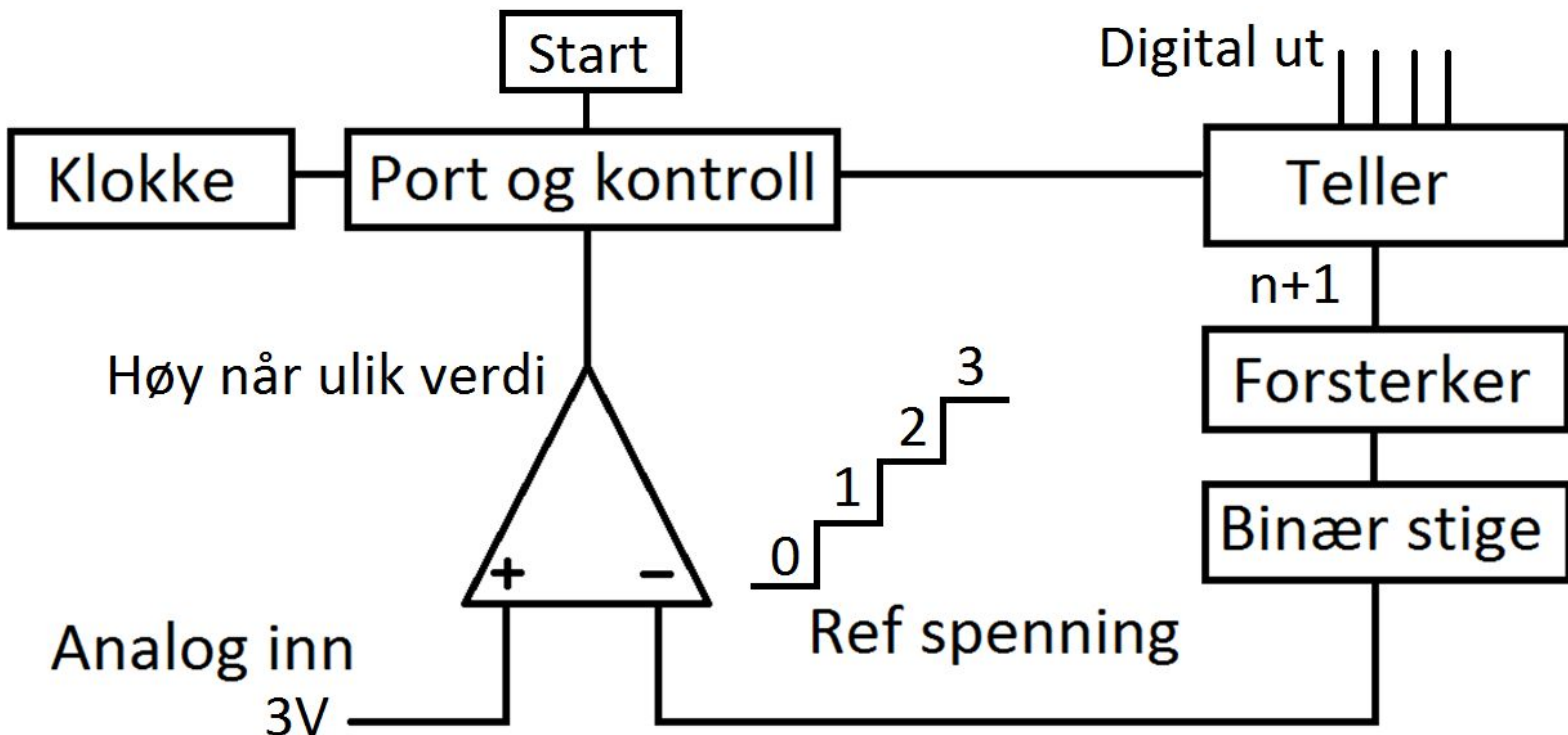
4. Støy

Indusert spenning, støy, vil forekomme i en vilkårlig krets på grunn av elektromagnetisk stråling. Støy vil kunne påvirke dine avlesninger. Dersom oppløsningen din er høy vil støyen kunne påvirke avlest signal. Støyen vil ha mindre innvirkning dersom dens størrelsesorden er liten i forhold til intervallet du operer i. Ideelt sett ønsker man at en slik støy ikke skal påvirke avlesningen din. Dersom støyen ligger i store deler av intervallet ditt vil du ikke kunne gjøre gode avlesninger.



Vi ønsker at våre omformere skal være så nøyaktige og presise som mulig. Dette er oppnådd dersom én analog verdi er representert av én diskret, digital verdi. Målingene må være repeterbare og gi samme resultat, hver måling. Det er viktig at sensoren som blir brukt er kalibrert riktig og at den ikke har en feil «offset». Innsignlets offset er en parameter som definerer spenningsforskjelen mellom forsterkeren og signalet. Ved korrekte innstillinger vil 0 volt være likt for begge systemer. Typiske offsetverdier vil ligge rundt 1 til 10 mV for billige integrerte kretser.

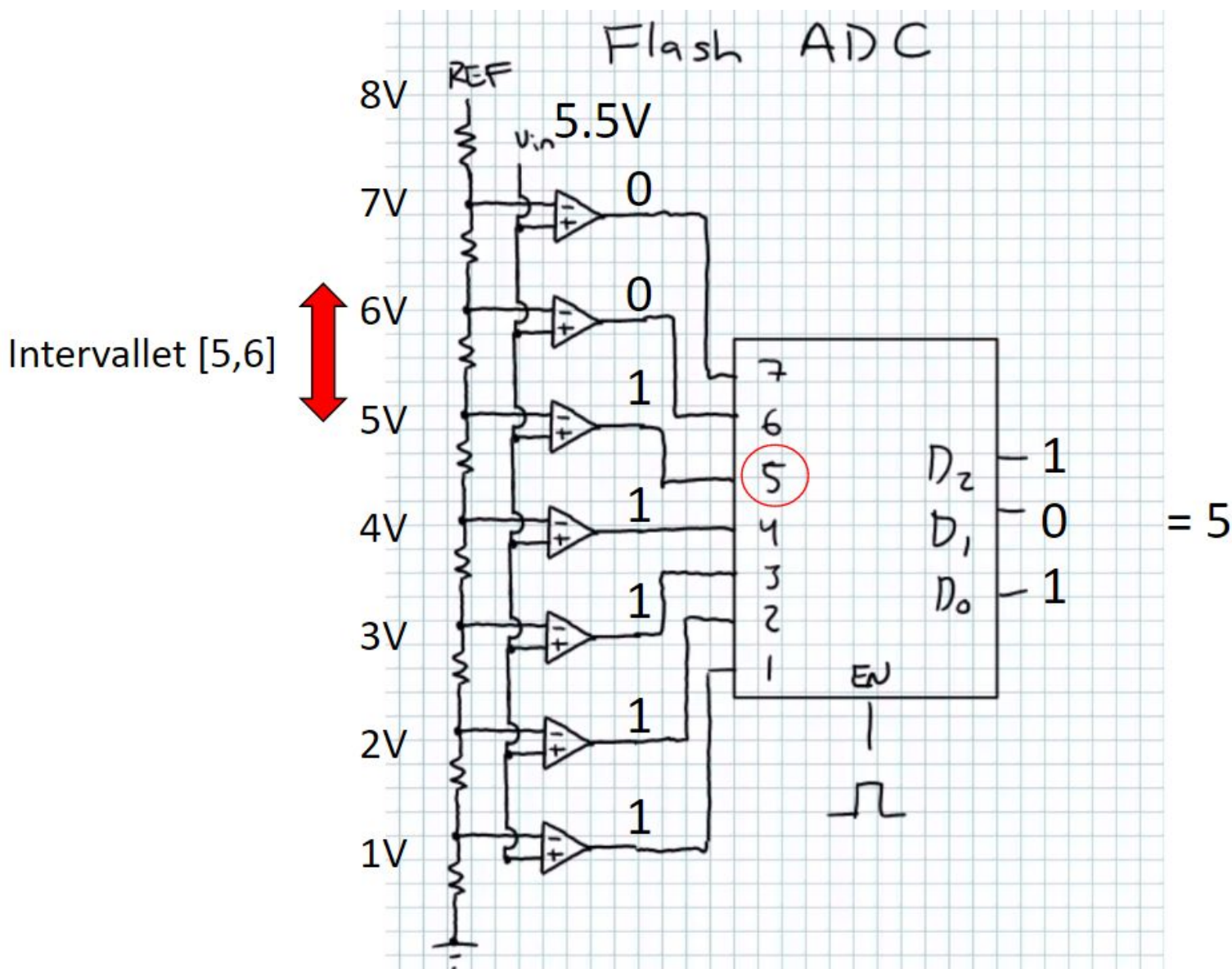
5. Simpel A/D-omformer



Over ser vi en "tellekrets" den fungerer ved å bruke en *sammenligner*, som gir høy når positiv side er større enn negativ side. Port og kontroll registrerer høy og med en klokkepuls sender den et signal til telleren som øker spenningen med én. Telleren sender sitt signal til forsterkeren og ved bruk av en binær stige. Dette skjer helt til sammenligneren stopper. Sammenligneren vil stoppe når analog inn og referansespenning er like. Når telleren har stoppet vil vi kunne lese av dens verdi fra digital ut. Signalet er nå digitalisert.

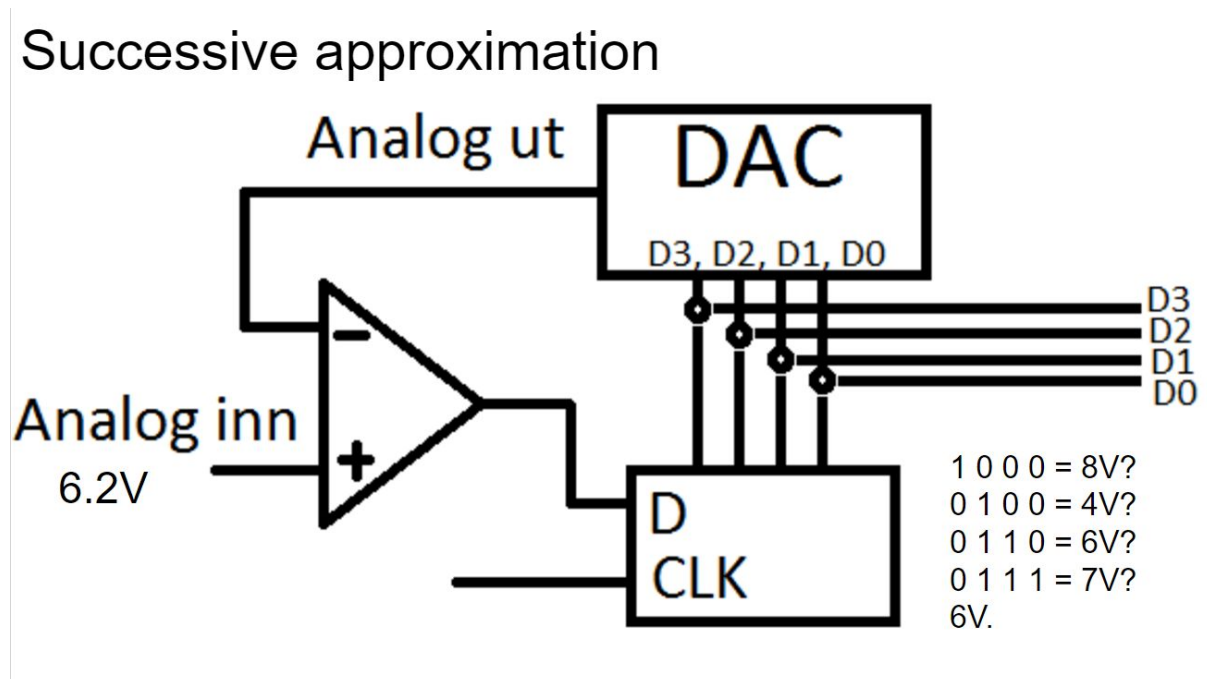
Et problem med denne måten å gjøre det på er at tiden prosessen tar er proporsjonal med signalet inn. En høy spenning vil ta lang tid å lese av fordi telleren må telle hele veien.

6. Flash ADC



Et raskere alternativ er en såkalt "Flash ADC". Den fungerer ved bruk av en rekke slike sammenlignere. I dette eksempelet settes referansespenningen til 8 volt som fordeles over 8 like motstander. Spenningsfallet vil være 1 volt over hver motstand. Brikken til høyre registrerer den høyeste verdien og printer resultatet. Hele denne prosessen skjer momentant. Dette er den raskeste formen for ADC vi har. Den har en enabler iform av en klokkepuls som skrur denne prosessen av og på.

7. Suksessiv tilnærming



Her brukes en "digital to analog converter" for å konstruere en ADC. Her igjen er det en sammenligner som blir forsynt med en analog spenning utenfra - og en spenning gitt fra DAC. Port og kontrolleren starter med den høyeste bitverdien og "tester" om verdien er over eller under 8V. DAC printer 8V og sammenligner skruer seg av, positiv side er ikke større enn negativ. Kontrolleren registrerer dette og prøver videre med neste bit. Er spenningen større enn 4V? Ja. Større enn 6V? Ja. Større enn 7V? Nei. Spenningen ligger altså mellom 6 og 7.

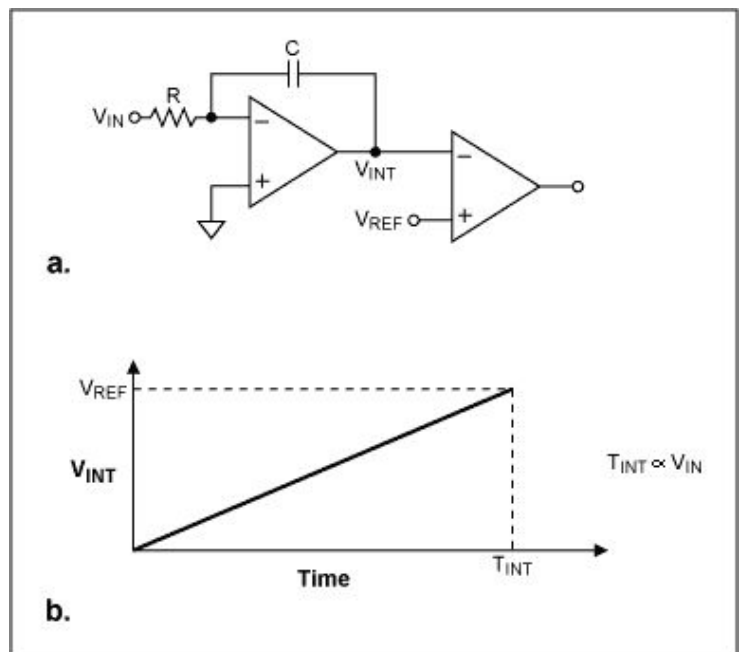
8. Single Slope ADC

Den enkleste formen for en integrert omformer er en såkalt «Single-slope arkitektur», sett på figur a.

Her vil en ukjent spenning inn bli sammenlignet med en kjent referanseverdi. Tiden denne prosessen tar er direkte proporsjonalt med den ukjente verdien. Gitt at referanseverdien holder seg stabil og nøyaktig vil vi kunne regne ut det tidligere ukjente signalet.

En ulempe med denne fremgangsmåten er at dens nøyaktighet er avhengig av de passive komponentene i kretsen. I dette tilfellet vil det være en motstand

og en kondensator. En liten forskjell i komponentenes verdi vil endre resultatet og dermed gjøre omformeren mindre pålitelig. Signalene vil også ikke nødvendigvis blir repeterbare. For å overkomme denne sensitiviteten til komponentenesverdi, kan en mer avansert arkitektur brukes. Vi kommer ikke til å gå inn de mer avanserte kretsene her. Dersom dette er av interesse kan du lese deg opp på «Dual slope ADC». Fagstoff ligger tilgjengelig i kildelisten.



9. Kilder

9.1 Nettsider

<https://snl.no/analog-digital-omformer>

https://snl.no/integrert_krets

<https://snl.no/transistor>

<https://snl.no/bit>

https://snl.no/digital_signalbehandling

https://en.wikipedia.org/wiki/Input_offset_voltage