

Kurs: FYS3230 Sensorer og måleteknikk	Gruppe:	Gruppe-dag:
Oppgave: <p style="text-align: center;">LABORATORIEØVELSE NR 2</p>		
Omhandler: <p style="text-align: center;">Analog til digital omforming</p> <p style="text-align: center;">Studere noen D/A- og A/D- kretser</p> <p style="text-align: center;">Revidert , 27 sept. 06 T.Lindem</p>		
Utført dato:	Utført av: Navn: email: Navn: email:	
Godkjent: dato:	Godkjent av:	
Kommentar fra veileder:		

Analog - digital konvertering (Analog to digital converter) AD

Denne laboratorieoppgaven går ut på å studere en "sample and hold"- krets og to forskjellige analog til digital omformere - (A/D konvertere)

Verden som omgir oss er av "analog natur". Våre sanser oppfatter varme, lyd, og lys som kontinuerlig variable fysiske størrelser. Skal vi beskrive og bearbeide slike størrelser i en datamaskin må målesystemet vårt levere resultater på digitalt format. Signalveien er lang fra lysstrålen treffer måleinstrumentet, - til lysintensiteten kan avleses som en tallverdi på et display.

Først må det fysiske fenomen (lys) omformes til en elektrisk spenning/strøm.

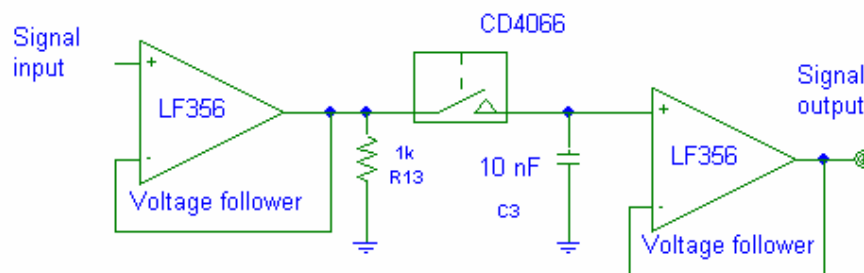
En slik transformasjon utføres av komponenter vi med et samlebegrep kaller sensorer. Lys-sensoren leverer en spenning proporsjonal med intensiteten/styrken til signalet (lyset). Denne spenningen må digitaliseres.

Enhver omforming fra analog til digital verdi vil ta tid. Vi må derfor innrette oss slik at den analoge verdien holder seg konstant i konverteringstiden. For å oppnå dette bruker vi en spesiell, elektronisk krets. – en "sample and hold" som "fryser" spenningsverdien i samplingsøyeblikket. Slike kretser finner vi alltid foran en Analog til Digitalomformer – (AD).

2.1 Sampel – hold (Sample and hold)

Prinsippet er enkelt, (se fig.1) - en liten kondensator C3 er tilkopleet signalspenningen via en spenningsfølger. Kondensatorspenningen følger signalet. I det øyeblikk vi ønsker å digitalisere signalverdien – kuttes forbindelsen mellom spenningsfølger og kondensator. Det gjør vi med den elektroniske bryteren CD4066. (CMOS-teknologi) Kondensatoren beholder spenningen den hadde i bruddøyeblikket – det er ingen naturlig vei ladning kan lekke fra kondensatoren. Toppen av kondensatoren C3 "ser" inn mot en meget høyohmig inngang på operasjonsforsterkeren LF356 - og en åpen bryter. (CD4066)

"Signal output" gjengir kondensatorens spenning. Her kan spenningen avleses på et vanlig digitalvoltmeter uten at kondensatoren belastes.

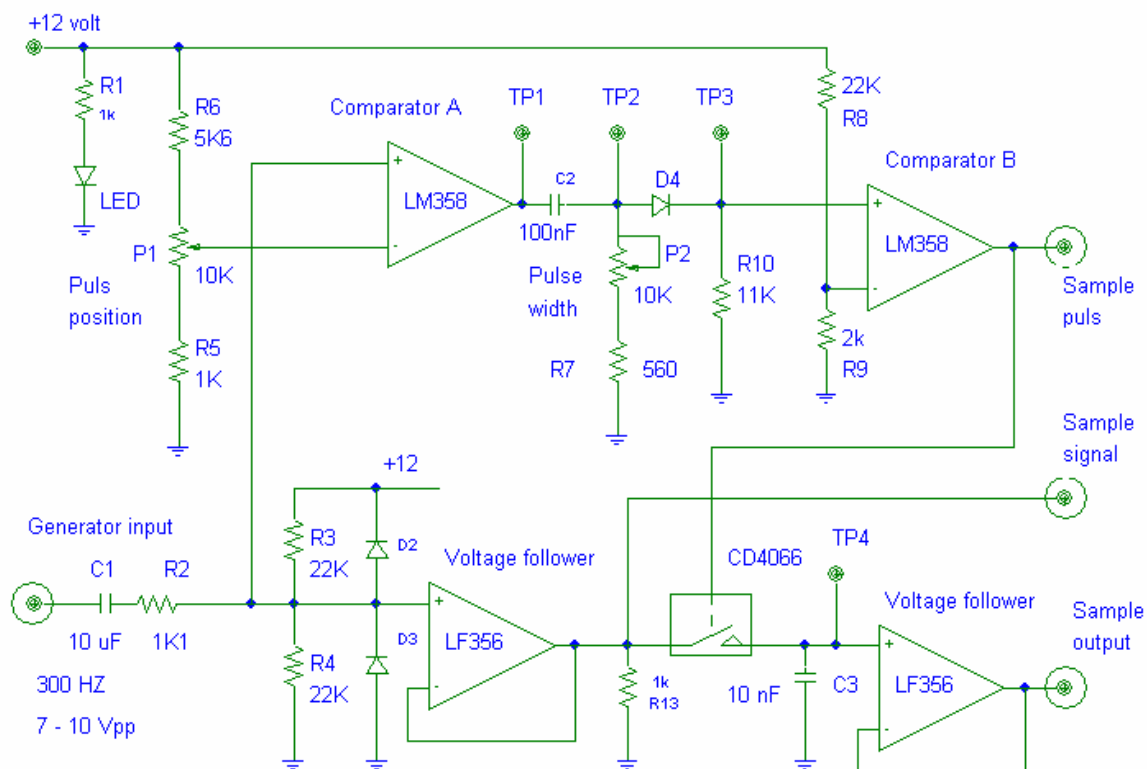


Figur 1. " Sample and hold ". Kondensatoren C3 "holder" spenningen som skal digitaliseres.

Det eneste som kan endre spenningsverdien på kondensatoren er enten en lekkasjestrøm i kondensatorens isolasjonsmateriale, - eller en lekkasjestrøm fra forsterkerens + inngang. Som du vil se - er disse lekkasjestrømmene små.

Vi har bygget ferdig en "sample and hold" - krets. Den er konstruert slik at vi kan variere bredden på pulsen som styrer CMOS-bryteren CD4066 - og vi kan innenfor en begrenset periode av signalet flytte "sampelpulsen" i tid. Kretsen bruker en ferdig batterieliminatør som leverer 12VDC.

Figur 2 viser koplingsskjema for kretsen. Den nedre delen av skjema viser "sammel og hold". Operasjonsforsterkeren LF356 er en dual operasjonsforsterker (2 forsterkere i samme pakke) med FET inngang. Det betyr at inngangsmotstanden er meget høy.



Figur 2. "Sample and hold". Komplet krets. Øverst ser du to LM358 satt opp i en differensieringskrets. Her kan vi justere tidspunkt og bredde på sampelpulsen.

Kretsen som bestemmer tidspunkt for sampling, - og kretsen som gir bredden på sampelpulsen er begge bygget opp rundt forsterkeren LM358.

Dette er en dual operasjonsforsterker bygget opp med bipolar teknologi. Dvs. Vi har bipolare transistorer på inngangstrinnet. Det betyr at vi får stor forsterkning med liten strøm - men bipolar teknologi medfører at vi får en liten lekkasjestrøm på inngangene. Hvis vi hadde brukt en slik opamp. til "sample og hold" ville vi sett at sampel-kondensatoren relativt raskt ville endret spenningsverdi. Dette fordi ladning ville "lekke" ut fra + inngangen på forsterkeren - inn til kondensatoren.

Se på figur 2. Vi tilfører kretsen +12volt - dvs. Single supply. Vi skal tilføre et AC-signal som svinger om "0" volt. Vi må derfor isolere signalgeneratoren DC-messig fra kretsen. Det skjer med kondensatoren C1. Motstandene R3 og R4 legger signalet rundt

halve forsyningsspenningen (6 volt) . Diodene D2 og D3 sammen med R2 beskytter mot overspenninger.

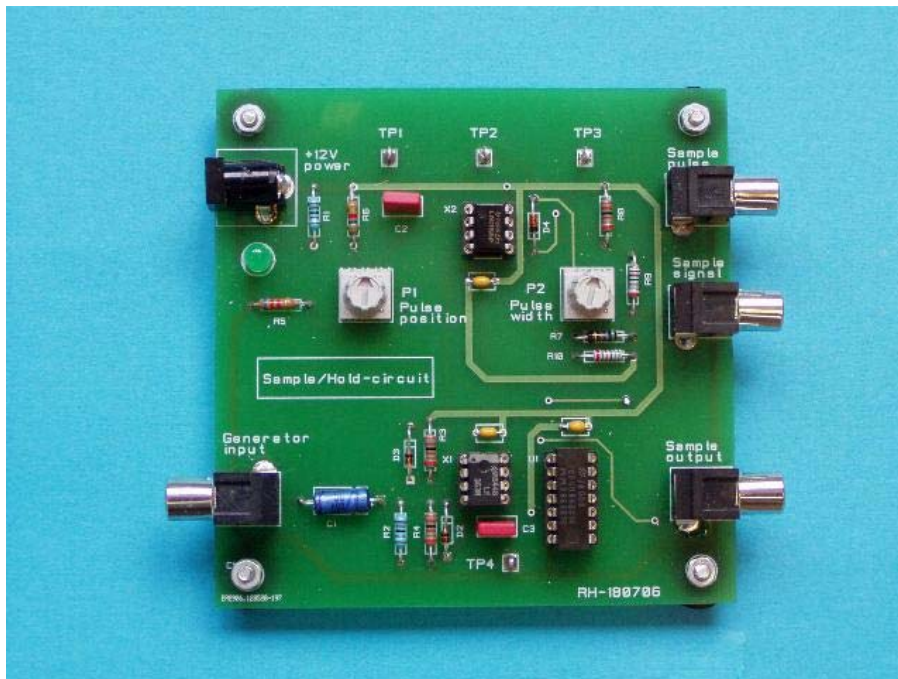
Signalet tilføres RCA-kontakten merket ”generator input”. En gren går til ”sammel hold” den andre grenen går til en komparator – op.amp LM358. Her sammenliknes signalet med spenningen som ligger på – (neg.) inngang. Denne spenningen kan varieres med pot.meter P1 (Pulse position). Hvis signalet er lavere enn denne referansespenningen vil utgangen på LM358 være ”0” volt. Hvis signalet er høyere skifter utgangen til +12volt. (TP1)

Ved hjelp av pot.meter P1 kan vi bestemme hvor på signalet utgangen skal skifte. Signalet ut fra komparatoren differensieres av kondensator C2 og motstand R7 sammen med pot.meter P2.(Pulse width). (TP2)

Dioden D4 kopler bare igjennom de positive pulsene – som legges inn til en ny komparator med fast referansespenning. (TP3)

Størrelsen/høyden på den differensierte spenningen justeres med potmeter P2. På denne måten bestemmes varigheten til pulsen ut fra LM358 B.

Denne pulsen sendes til CMOS - bryteren CD4066 i ”sample and hold” kretsen.



”Sample and Hold”- kretsen vi bruker i oppgave 2.1

Oppgave 2.1 A

Tilfør kretsen et sinusformet signal, frekvens ca. 300Hz og amplitude ca. 8 volt PP.

(NB! Ikke bruk lavere spenning enn 7 volt PP)

Bruk oscilloskopet til å se på signalene i kretsen. Det anbefales å bruke EXT-trig. på oscilloskopet. Bruk en av signalutgangene fra signalgeneratoren som trigger.

Ved hjelp av programmet "Tektronix" kan du overføre bilder fra oscilloskopskjermen til PC (clipboard)

(Programmet kan være litt ustabil - Spør veileder om bruk av programmet)

Kople et DVM til utgangen "Sample output". Med oscilloskopet tilkople "Sample pulse" og "Sample signal" kan du se om DVM viser "riktig" verdi. Juster bredden på "sample-pulsen" og tidspunktet for sampling. Sett inn 2 skjermbilder i besvarelsen. En med kort-, og en med lang "sample-puls". Kommenter avlesningene.

Sett også inn 2 bilder som viser signalene i differensieringskretsen.

Bilde #1 skal vise TP1 og TP2 Bilde #2 skal vise TP3 og "Sample puls"

Alle bildene skal ha tilhørende, - forklarende tekst.

En av de viktigste kildene til målefeil med denne kretsen er lekkasje til eller fra kondensatoren i hold-perioden. Lekkasjen vil følge "minste motstands vei" og vil derfor kunne være avhengig av ting som fingeravtrykk og andre forurensninger på kortets overflate. Vi har tidligere diskutert lekkasje til og fra CMOS-bryteren og operasjonsforsterkeren - men argumentert for at disse ikke bidrar med store målefeil.

Oppgave 2.1 B

Forsøk å måle lekkasjestrømmen ut fra kondensatoren (10nF)

Juster kretsen slik at DVM viser en "signal output" på ca 5 - 6 volt. Trekk ut kabelen fra signalgeneratoren - se at spenningen holder seg i ro.

(Det kan hende du må gjenta dette noen ganger – du kan fort få en støypuls når kabelen trekkes ut)

Se på spenningen på DVM – ta tiden det tar før du kan avlese en endring i signalspenningen på 1 volt.

Beregn lekkasjestrømmen, - og lekkasjemotstanden. Kommenter svaret.

Ingen store utredninger – bare gi et fornuftig resonnement.

Husk $1 \text{ Farad} = 1 \text{ coulomb pr. sekund}$ og strømmen $i = C \frac{dv}{dt}$

(Om kondensatorer - se for eksempel FYS 1210 Kap.12 i Paynter)

2.2 Rampe-type analog til digital omsetter

Et eksemplar av kretsen er ferdig koblet, og skjemaet er vist på fig. 2. Etter nullstilling av telleren (74393 binær teller) er komparatorutgangen høy og porten for klokkepulsene åpen. Pulsene telles og spenningen fra R-2R veienettverket øker. Når minus-inngangen på komparatoren blir mer positiv (maks. 1 LSB) enn pluss-inngangen, blir komparatorutgangen lav igjen. Porten for klokkepuls stenges og utlesning kan finne sted.

Bruk et oscilloskop med to stråler og se på spenningene på de forskjellige stedene merket med 1 til 7 på skjemaet. Tegn opp resultatene med samme tidsakse slik at man ser det innbyrdes tidsforløpet av disse signalene. Det lønner seg å ha den ene oscilloskop-proben fast koblet til pinne 4 ("reset" signal), og la dette signalet trigge begge strålene. Sweep-hastigheten stilles slik at en ser en hel "reset"puls og begynnelsen på neste. Den andre proben flyttes rundt til de forskjellige målepunktene, og en kan se hvordan spenningene varierer innenfor intervallet mellom to "reset"-pulser.

Bemerk: Reset signalet (målepunkt punkt nr. 4) vil blokkere telling i 74393 så lenge det ligger høyt. Derfor kan rampesignalet (målepunkt nr. 7) først starte etter at Reset er gått lavt.

2.2

Tegn opp tidsforløpet til signalene som er nummerert i skjemaet, og skriv en kort forklaring om kretsens virkemåte.

Oppgave 2.3 Tracking-A/D konverter (Justert oppgavetekst 27/9 06 tl)

(I denne oppgaven trenger du 2 signalgeneratorer.)

Et eksemplar av en tracking-A/D konverter med R-2R veienettverk og en CMOS opp/ned teller er ferdig koblet. Skjema er vist på fig. 3. Binærtelleren 4516 kan styres til enten å telle opp eller ned. På den måten vil spenningen fra veienettverket hele tiden prøver å følge inngangsspenningen. Dette er en meget hurtig A/D-konverter. Men hvis spenningen på signalinngangen varierer for hurtig i forhold til klokkefrekvensen, vil ikke kretsen klare å følge med.

Telling kan stoppes med bryteren, slik at man kan lese av et entydig digitalsignal på indikatorlampene. Bruk positive klokkepuls med amplitude ca. 10 volt og frekvens f.eks. 4 kHz. Send inn et sinus-signal med frekvens ca. 50 Hz og amplitude 1 til 2 volt. Kretsen kan bare følge positive signaler siden utgangen fra D/A omsetteren (veienettverket) alltid er positiv. Inngangssignalet må derfor inneholde en tilstrekkelig stor positiv DC-komponent. Det kan man oppnå ved å addere en passende spenning fra DC-inngangen.

2.3

Varier spenningen inn til komparatoren vha. pot.meteret. Denne spenningen kan du avlese på pinnen AC-inn (sign.inn) vha. et multimeter. Bruk oscilloskopet - tilkople "komp.inn" – se at spenningen ut fra R-2R nettverket følger spenningen du avleser på multimeteret.

NB. Maksimal spenning ut fra R-2R nettverket vil være lavere enn V_{cc} (+12v) Dvs. du får ikke kretsen til å følge signalspenninger høyere enn den maksimale spenningen ut fra R-2R nettverket.

2.3.1 *Hva er maksimal spenning R-2R nettverket kan levere? Dette er en 7-"bit" A/D konverter. Hvor god er signaloppløsningen, - dvs. hvor mange mV må signalet endre seg før vi får en endring på ett "bit" ?*

Bruk oscilloskopet - studer utgangssignalet fra komparatoren ("komp ut") og fra telleren ("Komp. in"). Hvis signalet ut fra komparatoren er "1" - telle vi opp – hvis signalet er "0" teller vi ned.

2.3.2 *Ta ut et skjermbilde med de to signalene "komp ut" og "Komp in". Kommenter utseende på signalene.*

Juster pot. meteret slik at DC-spenningen inn til komparatoren er 4 volt (litt under halve forsyningsspenningen). Fjern multimeteret fra AC-inn og send inn et AC-signal på 50 Hz fra signalgeneratoren. Signalamplitude 2 volt pp.

2.3.3 *Bruk de 2 kanalene på oscilloskopet – ta ut et skjermbilde som viser signalet fra generatoren sammen med signalet ut fra R – 2R nettverket (Komp.in). Kommenter signalene.*

Sett signalamplituden til 2 volt pp og øk frekvensen. La oscilloskopet "trigge" på signalet fra generatoren – se på signalet ut fra R-2R nettverket.

2.3.4 *Varier frekvensen - når "mister" kretsen signalet?*

Denne avlesningen vil være subjektiv – men vi kan beregne når systemet får problemer:

2.3.5 *Med utgangspunkt i klokkefrekvensen på 4 kHz - regn ut den største stigningsrate omsetteren kan følge, (slew rate, s (volt / μ sek)). Hint bruk 2.3.1*

2.3.6 *Med denne stigningsraten – Hva er maksimal frekvens A/D-konverteren kan følge hvis signalet har en amplitude ± 1 volt*

Husk "slew rate - begrensning" fra FYS1210; Slew rate $s \geq 2 \pi f V_p$

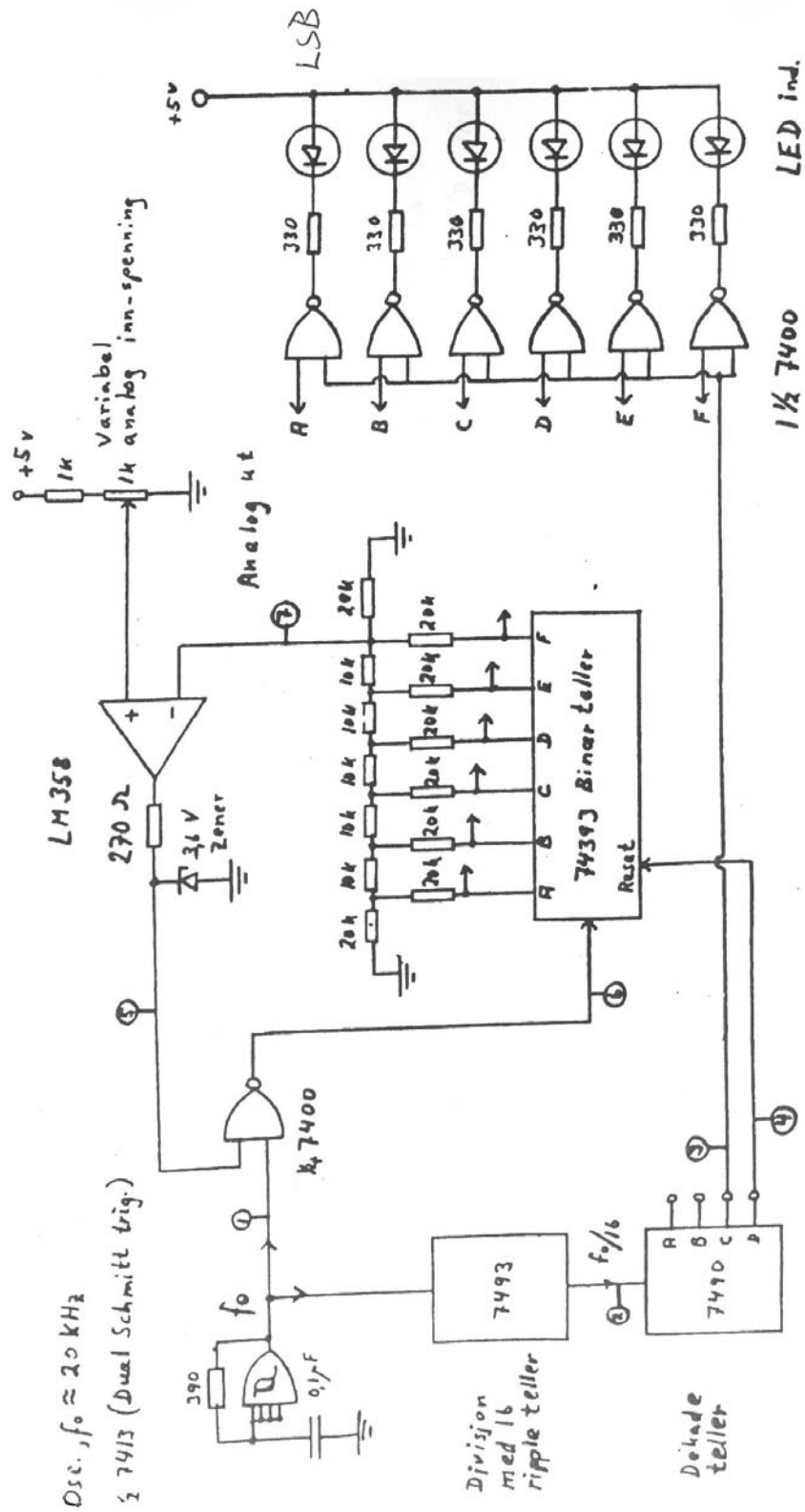
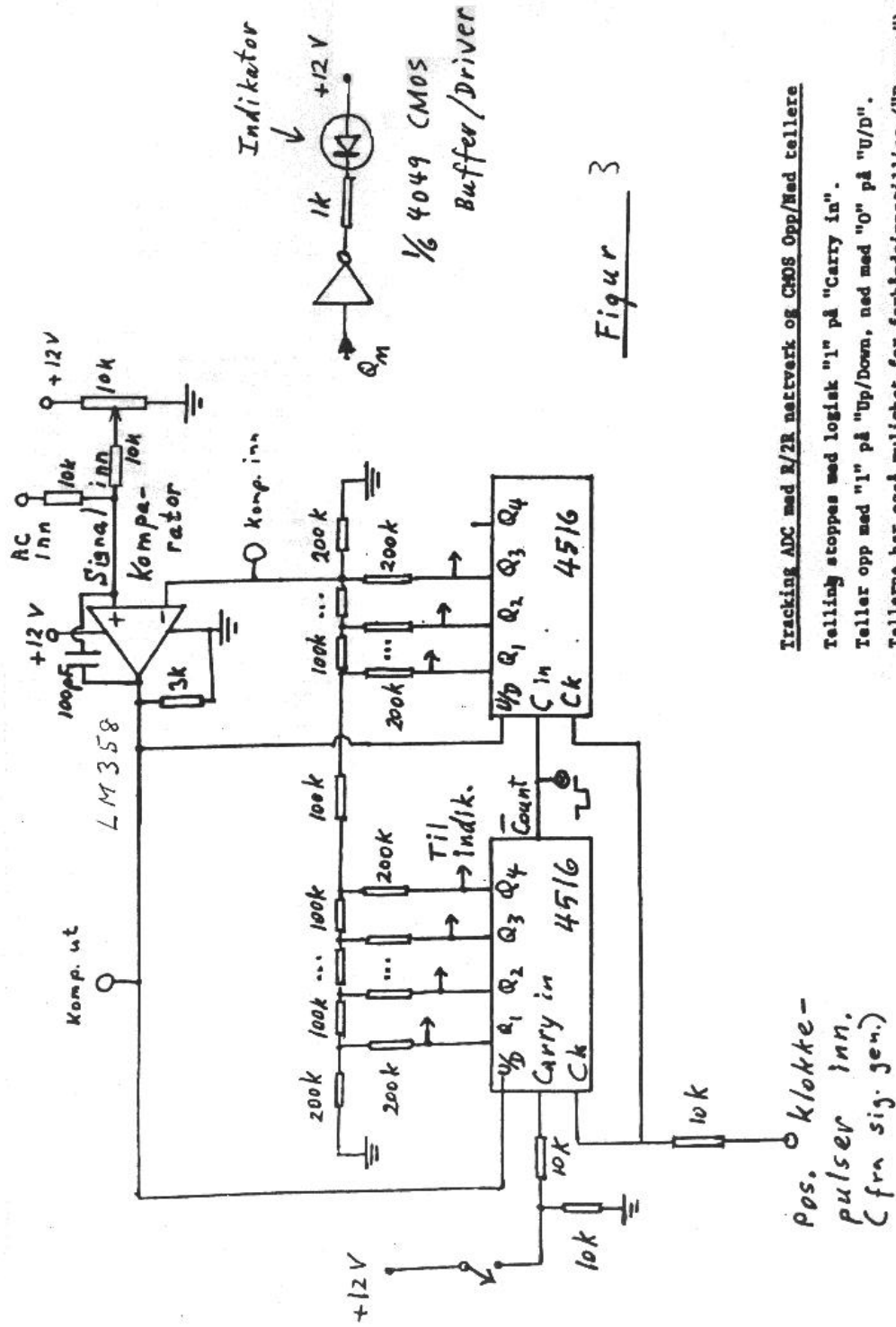


Fig. 2 ADC med R-2R veienettverk og TTL kretser, prinsippkisse.



Figur 3

Tracking ADC med R/2R nettverk og CMOS Opp/ Ned tellere
 Telling stoppes med logisk "1" på "Carry in".
 Teller opp med "1" på "Up/Down", ned med "0" på "U/D".
 Tellerne har også mulighet for forhåndsinnstilling ("Preset") og nullstilling ("Reset") som ikke er i bruk her.

Pos. klokke-
 pulser inn.
 (frn sig. gen.)

TC74HC4066AP/AF/AFN

QUAD BILATERAL SWITCH

The TC74HC4066A is a high speed CMOS QUAD BILATERAL SWITCH fabricated with silicon gate CMOS technology.

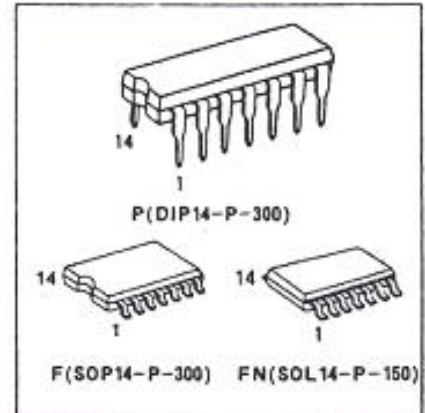
It consists of four independent high speed switches capable of controlling either digital or analog signals while maintaining the CMOS low power dissipation.

Control input (C) is provided to control the switch. The switch turns ON while the C input is high, and the switch turns OFF while low.

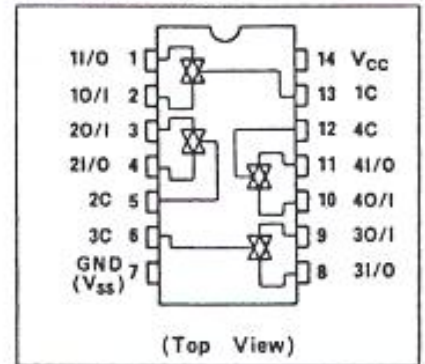
All inputs are equipped with protection circuits against static discharge or transient excess voltage.

FEATURES:

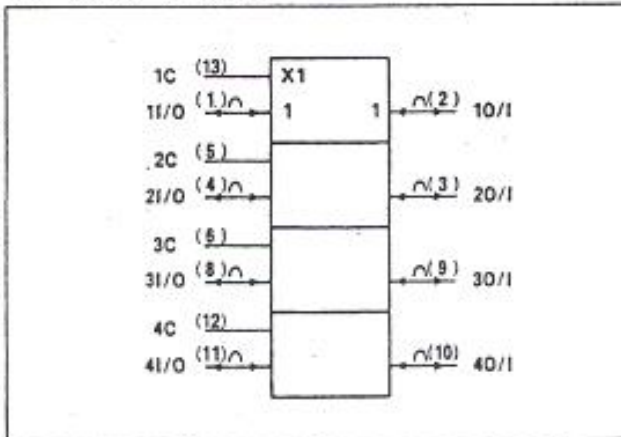
- High Speed $t_{pd}=7ns$ (typ.) at $V_{CC}=5V$
- Low Power Dissipation $I_{CC}=1\mu A$ (Max.) at $T_a=25^\circ C$
- High Noise Immunity $V_{NIH}=V_{NIL}=28\% V_{CC}$ (Min.)
- Low ON Resistance $R_{ON}=50\Omega$ (typ.) at $V_{CC}=9V$
- High Degree of Linearity $THD=0.05\%$ (typ.) at $V_{CC}=5V$
- Pin and Function Compatible with 4066B



PIN ASSIGNMENT



IEC LOGIC SYMBOL



TRUTH TABLE

CONTROL	SWITCH FUNCTION
H	ON
L	OFF

TC74HC4066AP/AF/AFN-1

777