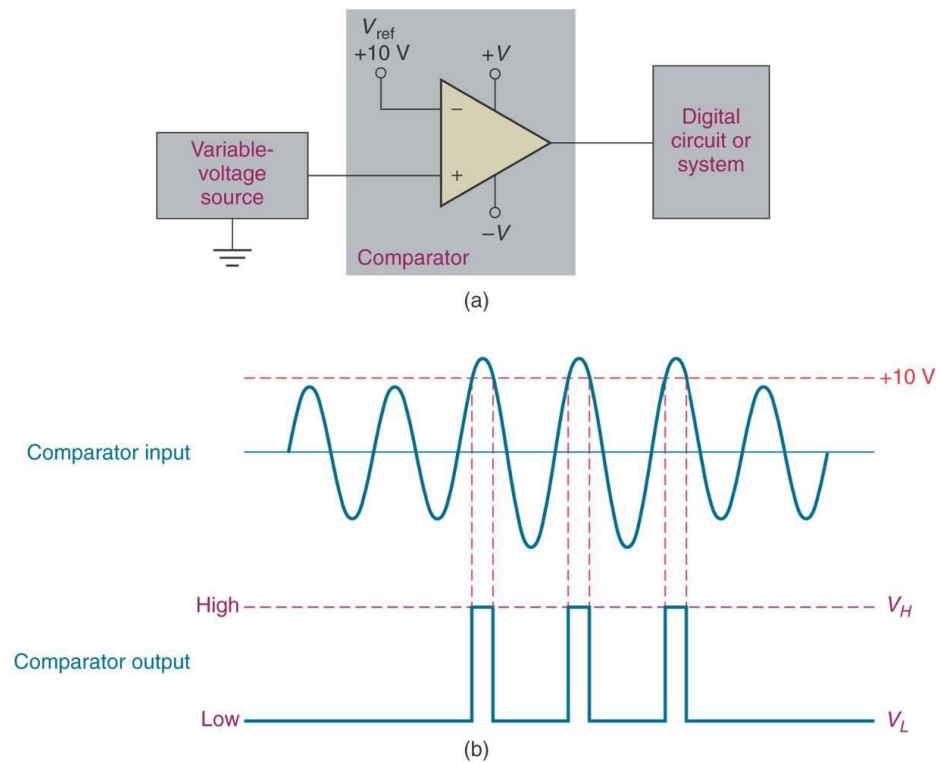


# Datakonvertering

analog til digital  
og  
digital til analog

# Komparator

Signalspenningene ut fra en "sensor" kan variere sterkt. Hvis vi bare ønsker informasjon om når signal-nivået overstiger en bestemt terskelverdi bruker vi en *komparator*. Vi sammenlikner signalspenningen med en gitt referanseverdi. Signalnivået ut fra komparatoren vil være "0" eller "1".

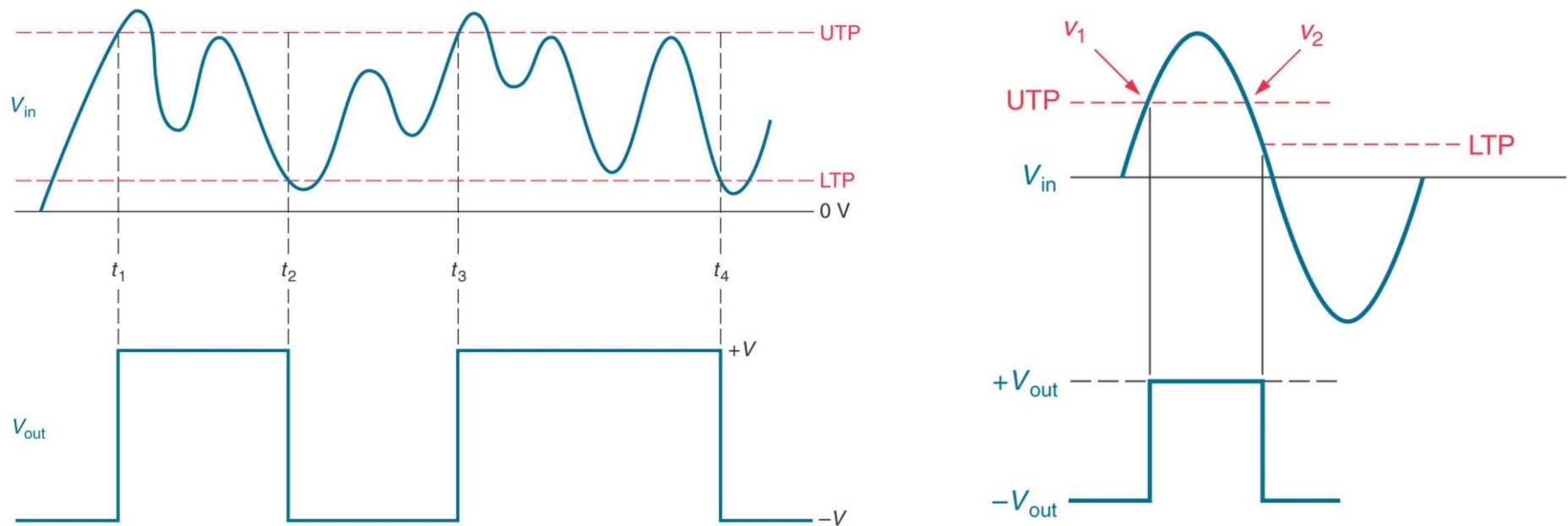


# Komparator / Schmitt-trigger

Hvis signalspenningen er overlagret støy – vil vi ofte bruke en komparator med hysteresese. En schmitt- trigger.

Se laboppgave # 6 Oscilator med 74LS14 – inverter med hysteresese

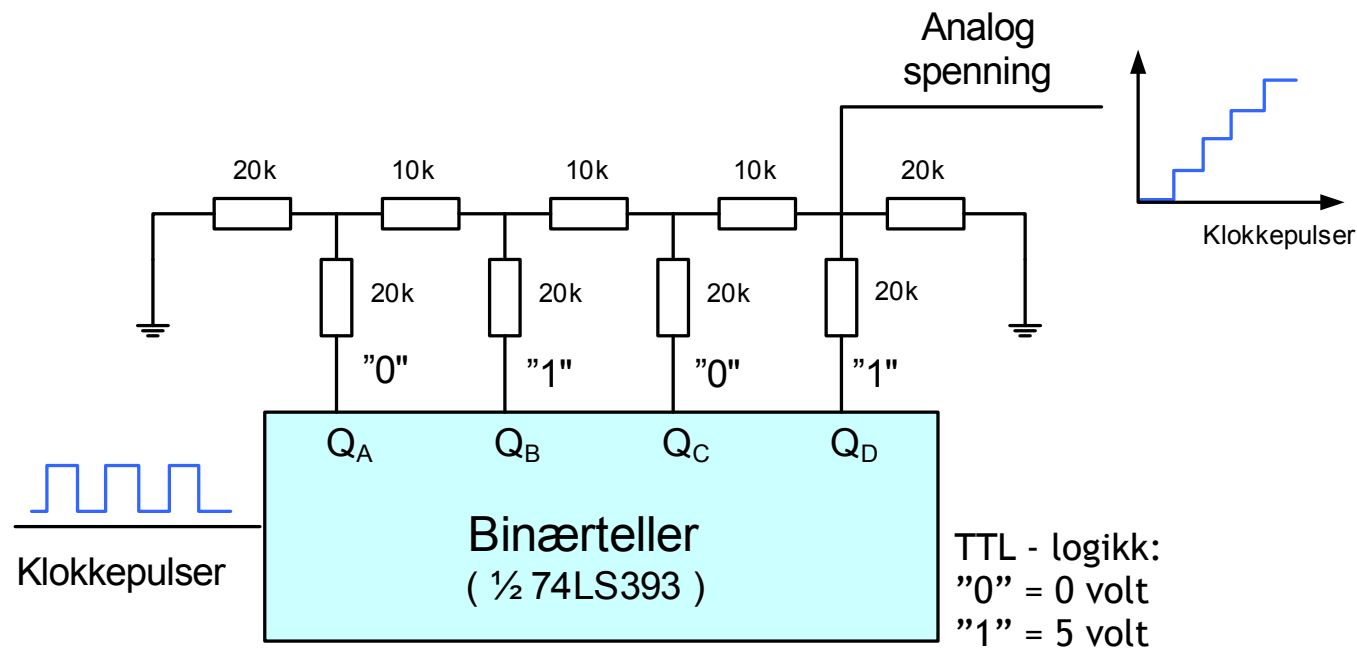
Bare signaler som overstiger UTP (upper trip point) endre signalet  $V_{ut}$  fra "0" til "1". Signalet  $V_{inn}$  må under LTP før  $V_{ut}$  går fra "1" til "0"



Komparator med hysteresese = Schmitt trigger

# Digital til analog

En krets som tar et digitalt signal og omformer det til et analogt signal kalles en Digital til Analog Konverter (DAC). Kretsen under viser hvordan vi kan lage en slik krets av et motstandsnettverk. Denne kretsen kalles et R – 2R nettverk og er en rimelig og mye brukt krets. I figuren ser vi et R-2R nettverk koblet til utgangen på en binær teller. Resultatet er at en DC-spenning bygges opp proporsjonalt med binærverdien ut fra telleren.

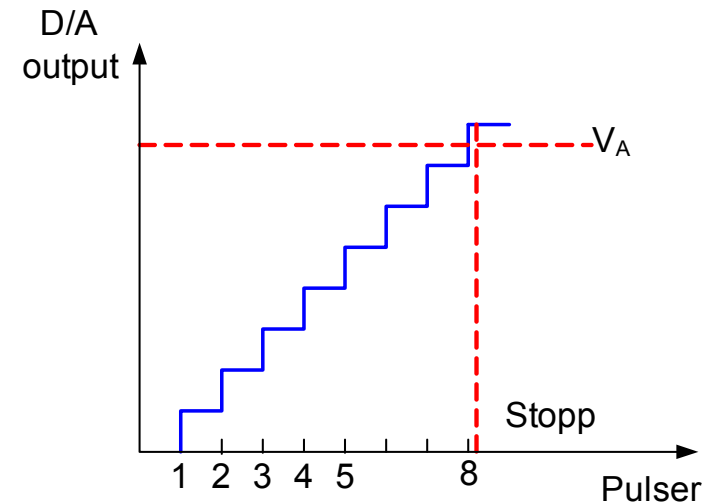
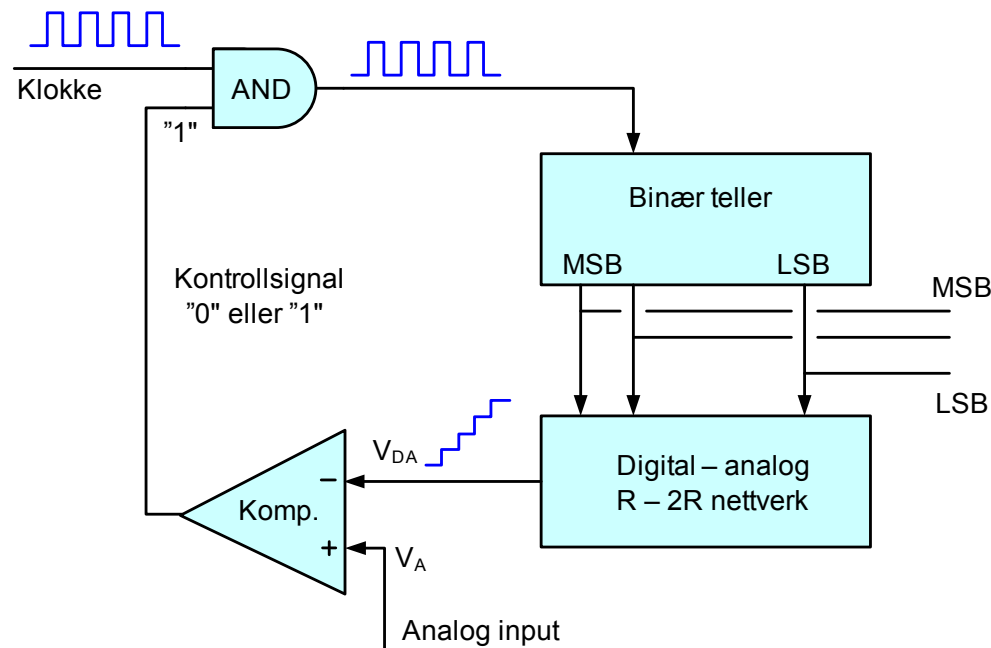


# Analog til digitalomformer – A/D

## Counting A/D converter

En binærteller er tilkopleet et R-2R nettverk.

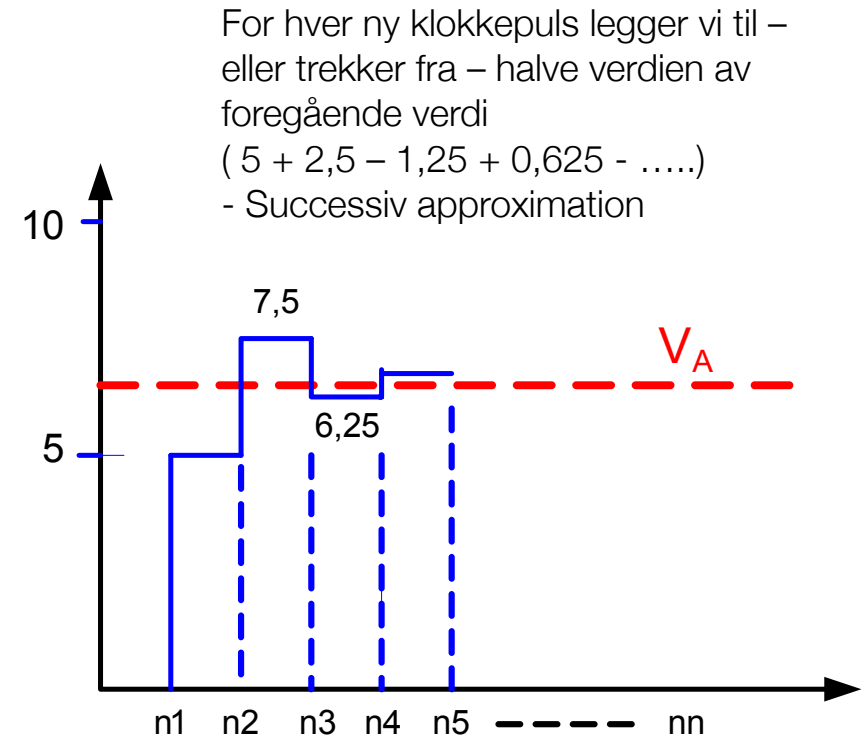
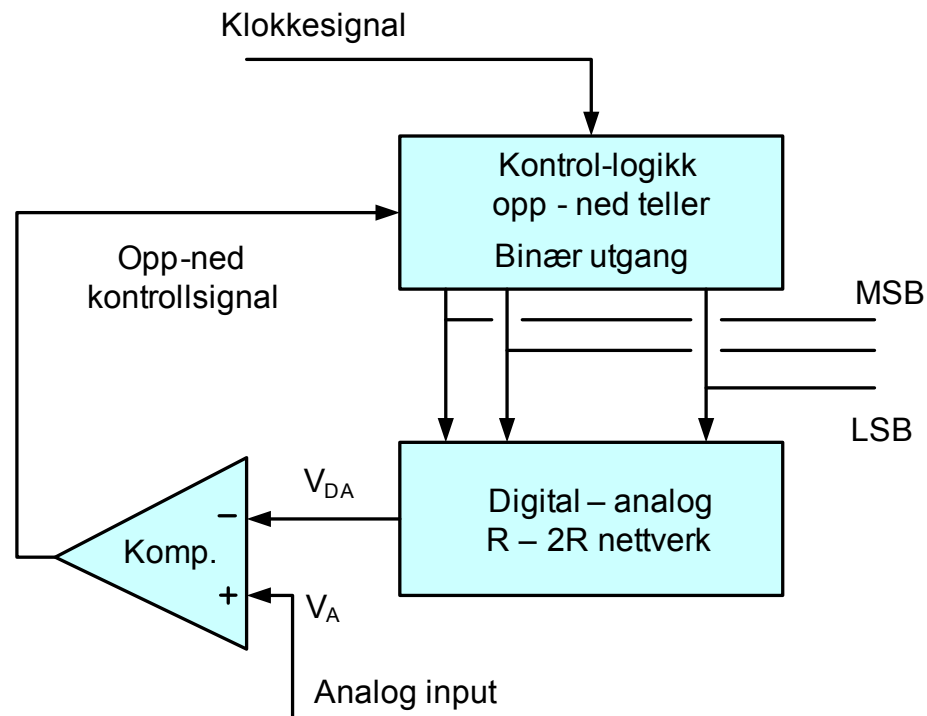
Komparatoren sammenlikner spenningen fra R-2R med analogspenningen som skal digitaliseres. Når spenningen fra R-2R nettverket overstiger signalspenningen skifter komparatorens utgang fra "1" til "0". AND-gaten stenger for flere klokkepulsar inn til telleren. Telleren stopper - og vi kan avlese en digitalverdi på utgangen. Denne verdien representerer analogspenningen på inngangen.



*Et n-bit system trenger  $2^n$  pulser før konverteringen er ferdig –  
- et 8 bit system trenger 256 klokkepulsar ( konverteren er "langsom" )*

# Analog til digitalomformer – A/D

## Successive approximation - A/D

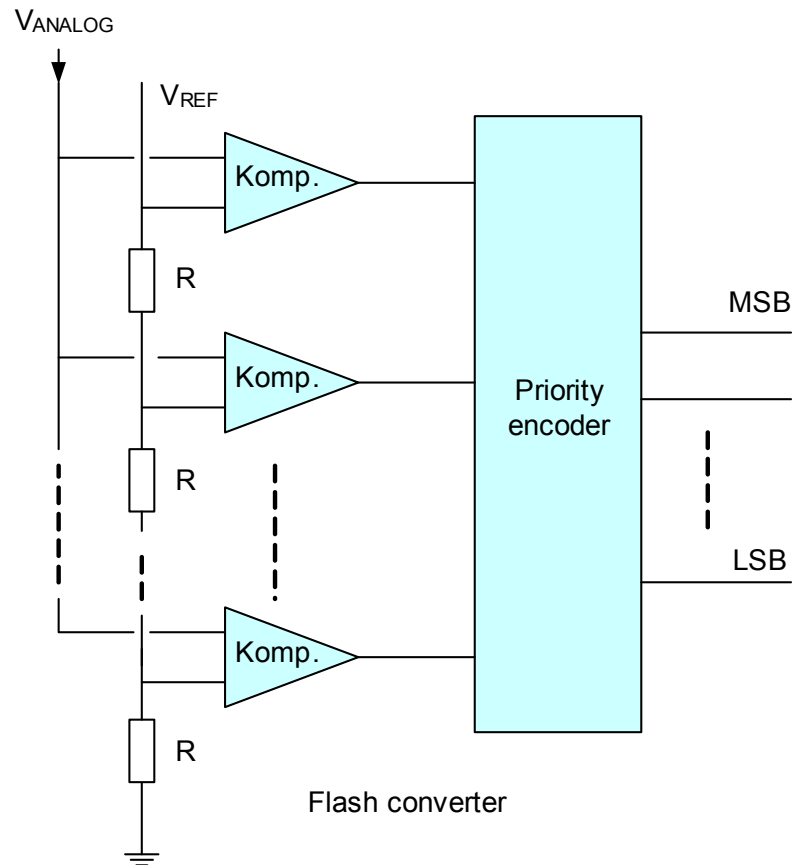


Successiv approximation:  $n$ -bit system trenger  $N$  klokkepulser for en konvertering  
8-bit trenger 8 klokkepulser

Counting AD converter: 8 bit trenger 256 klokkepulser

# Analog til digitalomformer – A/D

## Flash converter



"Flash converter" - Den raskeste AD-konverter vi kjenner.

Signalet tilføres samtidig en rekke komparatorer med hver sin faste referansespenning. Komparatorene er tilkopleet en encoder.

Vi får en instantan konvertering fra analog til digital verdi – begrenses kun av forsinkelsen i encoder.

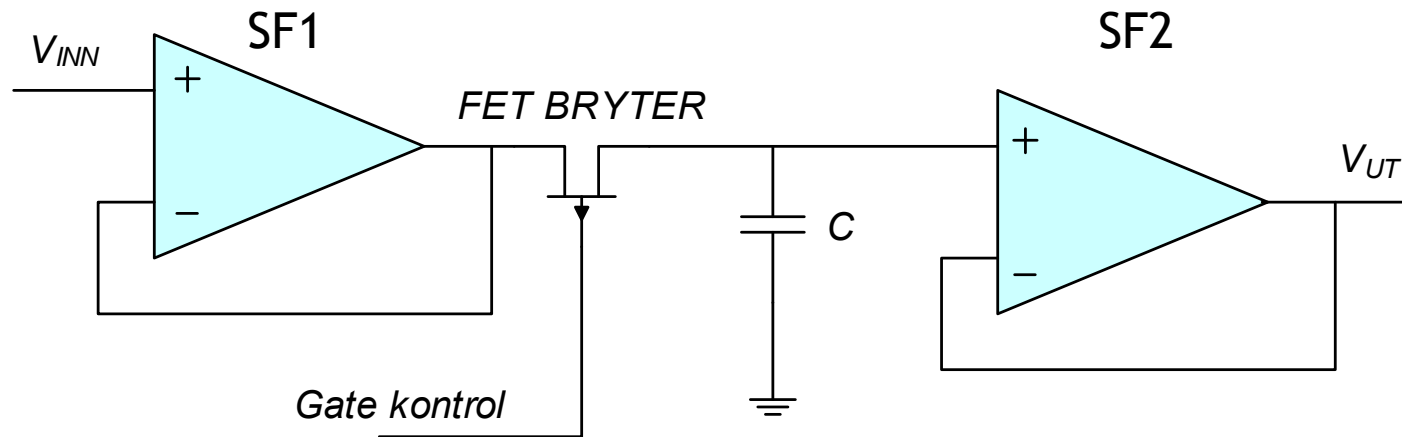
( Encoder : se kompendium Digitale kretser og systemer )

8 bit "Flash" trenger 255 komparatorer.

Meget rask – men kostbar ..

# Sample and Hold (S/H)

Skal vi konvertere et varierende analogt signal til en digital verdi, må den analogverdien holdes fast i konverteringstiden.



Så lenge FET-bryteren er "PÅ" vil spenningen på kondensatoren følge  $V_{INN}$ . I det øyeblikk vi skal "sample" analogsignalet skruer vi FET-bryteren "AV".

Kondensatoren er nå isolert fra "resten av verden" – ser en "uendelig" stor motstand til høyre og venstre. Ladningen holdes på plass – og  $V_{UT}$  fra spenningsfølgeren SF2 "speiler" spenningen over kondensatoren.

Kondensatoren holder spenningen tilnærmet konstant i den tiden det tar å digitalisere den analoge verdien.



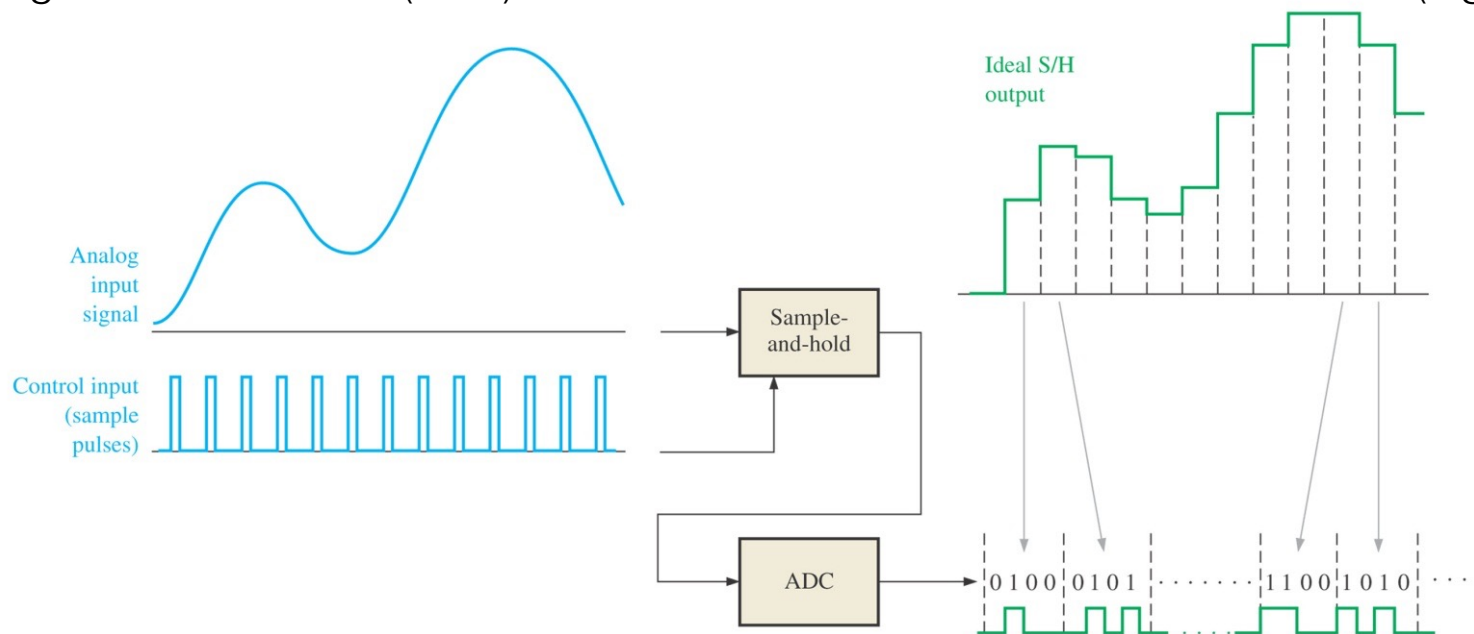
# Nyquist–Shannon sampling theorem

Hvor ofte trenger vi å digitalisere (sample) den analoge verdien til signalet? Nyquist–Shannon sampling theorem forteller oss om minstekravet til samplingsfrekvens, det sier:

*“Skal vi beholde all informasjonen i det analoge signalet må vi avlese (sample) signalet med en frekvens som er dobbelt så høy som den høyeste signalfrekvensen”*

Det betyr at musikk med høyeste frekvens 20 kHz må samples med en frekvens  $\geq 40$  kHz . Musikk-CD har en ”samplingsfrekvens” på 44,1 kHz.

Ved hjelp av en ”Sample and hold” holder vi den analoge spenningen fast slik at Analog til Digital - omformeren (ADC) får tid til å konvertere denne til en numerisk (digital) verdi.



# Analog til digitalomformer – A/D

## Ulike AD konvertere

Det finnes en rekke andre typer AD -konvertere.

Teknologiene og prisene varierer :

Tracking AD, Sigma-delta AD, Dual slope – integrerende AD.

Noen begreper rundt AD -konvertere:

**Oppøsning (resolution)** – Antall bit (binære siffer) brukt for å representere den analoge signalverdien i samplingstidspunktet.

( 8 bit – vil dele opp analogverdien i 255 nivåer )

**Konverteringstid (Conversion time)** – Tiden det tar å konvertere den samlede analogverdien til en digital verdi.

**Kvantiseringsfeil (Quantization error)** – Endringen i det analoge signalet i løpet av konverteringstiden.

**Nyquist frekvensen** – Et analogt signal må minst bli samlet og digitalisert 2 ganger pr. signalperiode (cycle)