

# TTT4280 Sensorer og instrumentering

## Laboppgave 1: Systemoppsett

---

I denne laboppgaven skal dere sette opp målesystemet som er basert på en Raspberry Pi 3B single board computer med eksterne AD-konvertere. Dette målesystemet skal dere senere bruke til å sample analoge signaler fra henholdsvis 3 stk mikrofoner og deretter 2 kanaler med utgangssignal fra radaren.

Ta med Digilent Analog Discovery 2 til hver lab for feilsøking og testing av systemet.

### Innhold

<b>1 Oppsett av Rpi</b>	<b>1</b>
<b>2 Oppkobling av AD-konverter</b>	<b>2</b>
2.1 Forberedelsesoppgaver . . . . .	2
2.2 Laboppgaver . . . . .	2
2.3 Krav for godkjent lab . . . . .	3
<b>3 Referanser/Datablad</b>	<b>4</b>

---

## 1 Oppsett av Rpi

I denne laboppgaven skal dere koble opp en Raspberry Pi. Denne skal fungere som måleplattformen deres og etterhvert kommunisere med noen AD-konvertere og et kamera.

Følg instruksene i labmanualen for å sette opp Raspberry Pi. Vi anbefaler at dere laster ned Raspberry Pi OS før dere kommer på lab.

Når dere er ferdige med laboppgaven skal dere kunne:

- koble til Raspberry Pi via SSH
- overføre filer til og fra Raspberry Pi med en SFTP-klient
- navigere et filsystem med terminalen

## 2 Oppkobling av AD-konverter

I denne laboppgaven skal dere koble tre AD-konvertere til Raspberry Pi og gjøre målinger for å verifisere at systemet fungerer som det skal. Følg fremgangsmåten i labmanualen og svar på oppgavene under.

### 2.1 Forberedelsesoppgaver

1. Tegn et blokkskjema for hvordan en skal kople opp hele systemet med Raspberry Pi og 3 stk AD-konvertere. Blokkskjemaet skal inneholde signalveier, klokkesignal, kommunikasjonsporter, og ledningsopplegg for spenningstilførsel til kretsene. I alle blokkene i skjemaet skal en markere hvilke pinner som brukes. Vi anbefaler at dere bruker `draw.io` eller `tikzmaker.com` til å tegne blokkskjema.
2. Bli kjent med databladet for AD-konverteren vi bruker.
  - (a) Hvor mange klokkesykluser er det minste vi må bruke for å ta én punktprøve og overføre dataene fra den tilbake til RPi? Hvilken samplingsfrekvens vil systemet få?
  - (b) Gitt en driftspenning på 3.3 V ( $V_{dd}$ ), hva blir AD-konverterens oppløsning? Oppgi svaret i mV.
  - (c) Gitt en driftspenning på 3.3 V ( $V_{dd}$ ) og jord på  $V_{ss}$ , hvor mye større spenning enn  $V_{dd}$ , evt mindre enn  $V_{ss}$ , kan en pinne på AD-konverteren tåle?
3. I dette laboppsettet benytter vi oss av såkalt Direct Memory Access (DMA). Hva er den store fordelene med dette (evt. hvilket problem relatert til sampling av data med Linux løser dette for oss)?

### 2.2 Laboppgaver

1. I labmanualen blir dere bedt om å bygge et enkelt lavpassfilter for å redusere støy på 3.3V-linjen for spenningsforsyning til de analoge delene av systemet. Forklar hvordan filteret fungerer, beregn knekkfrekvens og tegn frekvensresponsen (Bode-plott) til filteret. Mål deretter frekvensresponsen (1 Hz - 100 kHz) vha Digilent og sammenlign med teoretisk Bode-plott. Drøft hva som kan gjøres for å dempe eventuelle resonansfenomen.
2. Tegn opp kretsskjema, og kople opp 3 stk AD-konvertere av type MCP3201 slik at de kan sample 3 kanaler samtidig (dvs at alle kanalene skal ha felles klokkesignal og chip-select, men separate data-utganger).
3. Demonstrer at dere kan sample et signal fra en signalkilde på alle 3 kanalene. Gjør en måling med `adc_sampler` på Pi-en og overfør måledataene til laptopen deres med en SFTP. **NB: husk at signalet må holde seg innenfor 0 – 3.3 V, så dere må legge på en DC-offset.** Dataene skal vises som funksjon av tid. (Tips: Legg på ulike offset på hver kanal i SW når dere plotter tidsserien slik at en kan skille de ulike kanalene fra hverandre.)
4. Skriv kode som lager et frekvensspektrum av dataene ved hjelp av FFT. Plott spekteret av et sinussignal inn på AD-konverteren med kjent frekvens og verifiser at frekvensaksen til plottet er korrekt. Forsøk å prosessere dataene med ulike vindusfunksjoner og zero-padding. Studer

spekteret for å se om dere får forventet SNR på alle kanalene ut fra antall bit i AD-konverteren. Dukker det opp noen uønskede (spuriøse) frekvenskomponenter i spekteret? Hva kan i tilfelle disse komme av? Gjenta dette for ulike frekvenser til dere er sikre på at systemet oppfører seg som forventet.

### 2.3 Krav for godkjent lab

For å bli godkjent må dere gjøre følgende, med stud.ass eller vit.ass nærværende.

1. Ha løst forberedelsesoppgavene.
2. Vis at lavpassfilteret fungerer som forventet (dvs måle frekvensrespons og sammenligne knekkfrekvens og eventuelle resonansfenomen med beregnet verdi).
3. Vis en ferdig kretstegning i en egnet tegne-app; Paint eller lignende holder *ikke*.
4. Vis at dere kan måle et signal med AD-konverterne og lagre målingene i Python.
5. Vise tidsserie og frekvensspekter for et valgt signal slik det er beskrevet i laboppgave 4.

### 3 Referanser/Datablad

Referansene finner du også på BlackBoard.

- Rpi kamera bundle (Farnell):  
[no.farnell.com/raspberry-pi/rpi3-8mp-camera-bundle/raspberry-pi3-8mp-camera/dp/2580632](http://no.farnell.com/raspberry-pi/rpi3-8mp-camera-bundle/raspberry-pi3-8mp-camera/dp/2580632)
- Pi Wedge (Sparkfun):  
[www.sparkfun.com/products/13717](http://www.sparkfun.com/products/13717)
- MCP3201 12 bit ADC (Farnell):  
[no.farnell.com/microchip/mcp3201-ci-p/ic-adc-12bit-100ksps-pdip-8/dp/9758577](http://no.farnell.com/microchip/mcp3201-ci-p/ic-adc-12bit-100ksps-pdip-8/dp/9758577)