

# 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 3 stk mikrofoner og 2 kanaler med utgangssignal fra radaren.

Ta med dere deres Digilent Analog Discovery 2 til hver lab for feilsøking og laboppgaver.

### Innhold

<b>1</b>	<b>Laboppgave, del I - Oppsett av Rpi</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Laboppgave, del II - Oppkobling av ADC-krets</b>	<b>2</b>
2.1	Forberedelsesoppgaver . . . . .	2
2.2	Laboppgaver . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Referanser/Datablad</b>	<b>3</b>

---

## 1 Laboppgave, del I - Oppsett av Rpi

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

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 Laboppgave, del II - Oppkobling av ADC-krets

I denne laboppgaven skal dere koble fem AD-konvertere til Raspberry Pi og gjøre et par målinger. 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 5 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` til å tegne blokkskjema.
2. Bli kjent med databladet for ADCen vi bruker.
  - (a) Hvor mange klokkesykluser er det minste vi må bruke for å ta en punktprøve og overføre den tilbake til RPi?
  - (b) Gitt en driftspenning på 3.3 V ( $V_{dd}$ ), hva blir ADC-ens 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 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 ett enkelt lavpassfilter for å redusere støy på 3.3V-linjene til de analoge delene av systemet. Forklar hvordan filteret fungerer og finn frekvensresponsen (tegn bode-plott) og beregn cutoff-frekvensen til filteret.
2. Tegn opp kretsskjema, og kople opp 5 stk AD-konvertere av type MCP3201 slik at de kan sample 5 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 5 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 0-3.3V, så dere må legge på en DC-offset.** Bruk for eksempel motstander til å dele ned spenningen mellom hver kanal, slik at signalene enkelt kan ses separat i et plott. Dataene skal vises som funksjon av tid.
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. Gjenta dette for ulike frekvenser til dere er sikre på at systemet oppfører seg som forventet.  
(Kan med fordel kombineres med oppgave 2).

### 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)