

Øving 0

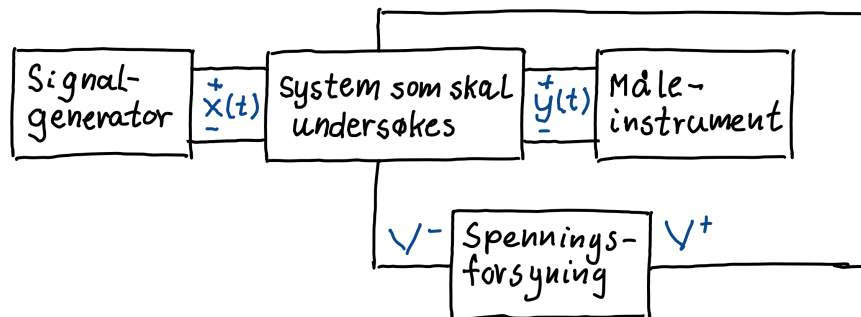
Ditt eget laboratorium

I denne øvingen får du erfaring med å bruke viktig labutstyr, spesielt oscilloskop og signal-generator. Du får trening i å stille inn de spesielle instrumentene du har tilgjengelig, og du får reflektere over transienter og tidskonstanter (som du lærte om i ADE) i første ordens system.

Forberedelse: Se [denne](#) videoen.

Eksperimentelt systemarbeid

En elektronisk systemdesigner må, i tillegg til å designe nye system, kunne analysere, dvs. undersøke, vurdere og forklare oppførselen til eksisterende eller planlagte system. En slik analyse kan gjøres teoretisk ved hjelp av matematiske modeller, eller eksperimentelt. For eksperimentelt systemarbeid trengs en del instrumenter. Disse kan stort sett deles i tre typer, som vist i figur 1.



Figur 1: Oppsett for eksperimentelt systemarbeid.

I figuren har vi for enkelhets skyld begrenset oss til et system med én inngang $x(t)$ og én utgang $y(t)$, som er spenningssignaler. Inngangen kalles gjerne et *påtrykk* eller *stimulus* og utgangen en *respons*. Av utstyr i tillegg til selve systemet trenger vi da

1. en *signalgenerator* som på kontrollert vis produserer påtrykket $x(t)$,
2. et *måleinstrument* som gir brukeren informasjon om egenskaper til responsen $y(t)$
3. samt (eventuelt) en spenningsforsyning i de tilfeller systemet som skal undersøkes krever dette.

For inntil få år siden, måtte slikt systemarbeid foregå i et eget rom der nødvendig (og dyrt) utstyr var tilgjengelig. Rommet kaltes *laboratorium*, og en student ved et universitet hadde kun begrenset tilgang.

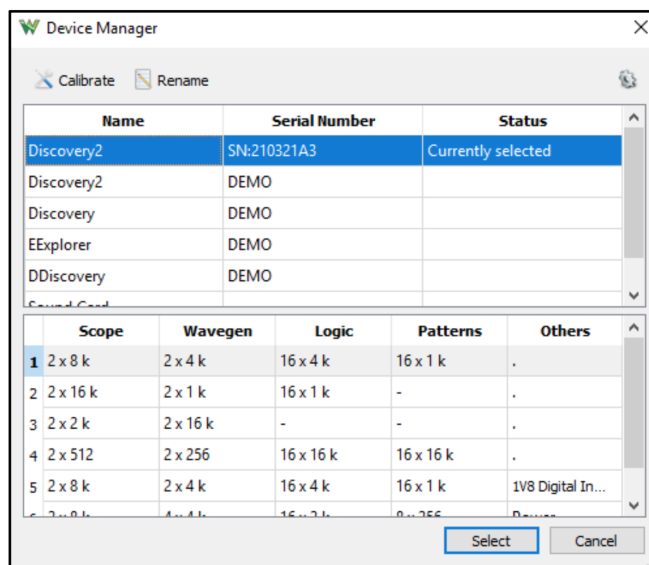
Fremdeles vil en del av utdanningen for en elektronisk systemdesigner utgjøres av “lab” tilknyttet ulike emner. Men utviklingen innen vårt eget fagfelt – elektronikken – har gjort at hver enkelt student kan disponere sitt eget laboratorium slik at vi ikke lenger er bundet til å utføre praktiske eksperimenter på bestemte tidspunkter i bestemte rom. I alle fall gjelder dette for en god del av de systemene vi arbeider med ved elsys på NTNU.

Det som har gjort slike personlige laboratorium mulig, er en type USB-baserte instrument som nå flere leverandører tilbyr. For vår del bruker vi produktet *Analog Discovery 2 (AD2)* som opererer sammen med programvaren *Waveforms*.

Kom i gang med utstyret

Oppgave 1

- Last ned programvaren WaveForms fra <https://digilent.com/reference/software/waveforms/waveforms-3/previous-versions>
- Installer programvaren.
- Åpne programmet. Hvis du ikke har plugget i enheten din, vil programmet si fra at den ikke fant noen enhet. Ved å plugge den inn i PC-en din via en USB-kabel, bør den automatisk bli fanget opp av programvaren og bli definert som den valgte enheten. For å dobbeltsjekke at du har koblet til riktig, og at programvaren har valgt riktig enhet, gå til **Settings->Device Manager**. Da vil du se en oversikt som ser omtrent ut som vist i figur 2.



Figur 2: Eksempel på oppstartsbilde.

Programvaren kan brukes til mange forskjellige utstyrstyper ved siden av AD2. Dersom utstyret ditt er riktig tilkoblet en USB-port, skal programvaren automatisk kjenne den igjen.

Du er nå i gang med WaveForms og har tilgang til en rekke verktøy i menyen på venstre side av programvinduet som vist i figur 3. Om menyen ikke kommer opp, trykk på knappen merket “Welcome”.



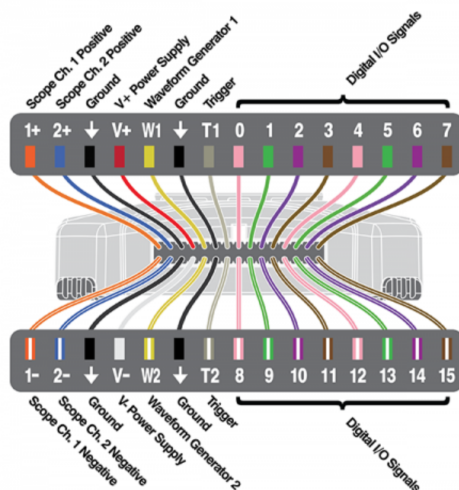
Figur 3: Meny av mulige verktøy i AD2.

Eksakt uforming av menyen, og hvilke verktøy som er tilgjengelig, kan avhenge av hvilken versjon av programmet du bruker.

Signalgenerator og oscilloskop

Vi skal nå se på de to mest sentrale funksjonene i AD2, nemlig signalgeneratoren *Wavegen* og oscilloskopet *Scope*.

Først kan det være greit å kikke på hvilke fysiske utganger og innganger vi har på enheten vår. Disse er illustrert i figur 4.

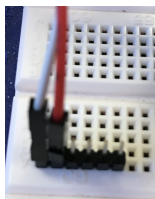


Figur 4: Oversikt over fysiske tilkoblinger til AD2.

Her ser vi at vi har to innganger (oscilloskopkanaler) *Channel 1* og *Channel 2*, vi har koblinger til felles jord, spenningsforsyning, to signalgeneratorer, to triggere og noen digitale I/O-signaler.

Først litt om signalreferanser. AD2 har fire svarte tilkoblinger merket “Ground”. Disse er fysisk sammenkoblet og utgjør et felles nullnivå for forsyningsspennigene V+ og V-. Dette jordnivået er også referansen til de to signalgeneratorutgangene W1 og W2. De to oscilloskop-inngangene er differensielle. Det betyr at de *kan* brukes uavhengig av det felles jordnivået. Vi vil i de fleste tilfeller referere alle inngangssignaler til samme jordnivå, så det første vi gjør er å fysisk koble “Scope Channel 1 negative” (1-) og “Scope Channel 2 negative” (2-) til det felles jordnivået “Ground”. Dette er ryddigst å gjøre på et koblingsbrett.

Oppgave 2 Finn fram et koblingsbrett og en “header.” Sistnevnte er en rad med pinner som man bruker for å koble ledningene fra AD2 til koblingsbrettet. Se figur 5. Det skal følge med et par slike med AD2.



Figur 5: Eksempel på bruk av “header” for å skape forbindelse mellom ledninger og koblingsbrett.

Før fram signalene nevnt ovenfor til koblingsbrettet via headeren og kobl sammen fysisk de to signalene som skal være på jordnivå.

Oscilloskopet Et oscilloskop er et instrument for å *synliggjøre* et signalforløp. Dersom du ikke har sett videoen nevnt i forberedelsen på første side, se den nå.

Men før vi ser nærmere på oscilloskopet, må vi ha et signal å synliggjøre. Det lager vi ved hjelp av signalgeneratoren.

Signalgeneratoren

Oppgave 3 Åpne *Wavegen* og prøv ved hjelp av menyene å sette den opp til å generere sinussignaler på de to kanalene W1 og W2.

La oss først sette opp bølgegeneratorene i WaveForms. Vi velger her noen bølgeformer som eksempel:

- På W1 vil vi ha et 2 Hz signal med en amplitude på 200 mV.
- På W2 vil vi ha et 10 Hz signal med en amplitude på 1.0 V

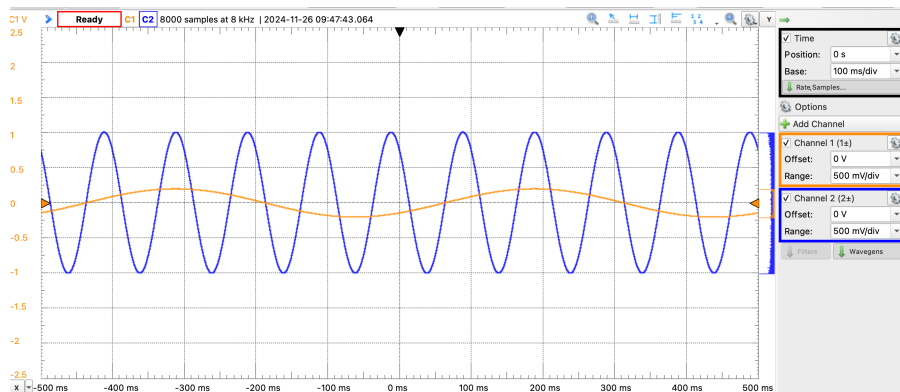
Når vi nå trykker på Run All eller play-knappen i fanen, vil signalgeneratoren begynne å generere bølger. Den vil stoppe når vi trykker på stopp igjen.

Da gjenstår det å fysisk koble de to inngangen 1+ til W1 og 2+ til W2.

For å synliggjøre signalet åpner vi oscilloskopverktøyet i WaveForms.

- Juster “range” (det vil si spenningsomfanget eller amplitudeoppløsningen) på begge kanalene slik at vi fint kan se formen på signalene (f.eks. 500 mV/div).
- Juster “base” (tidsoppløsningen) slik at vi kan se et 10 Hz signal (f.eks. 100 ms/div).
- Sørg for at mode er “repeated” (“vanlig oscilloskopmodus”) og at vi trigger på Channel 1 (“source”).

Når du har satt opp alt riktig kan du trykke på “play” på signalgeneratoren og “play” på oscilloskopet og du bør se et resultat som ser omtrent ut som i figur 6.



Figur 6: Oscilloskopbilde av to sinussignaler.

Et eksempel på systemanalyse

For å analysere oppførselen til et lineært system, er *sprangresponsen* en nyttig størrelse. Dette er responsen (utgangen) til et system når inngangen påtrykkes et sprang (en Heaviside-funksjon). For å undersøke denne i praksis, er det vanlig å bruke et firkantsignal som inngang og observere utgangen ved hjelp av et oscilloskop, som vist i figur 7.



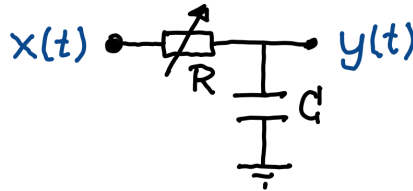
Figur 7: Oppstilling for måling av sprangrespons.

Sammenlignet med figur 1, har vi her antatt at alle spenninger i systemet er referert til samme felles jordnivå. Dermed er det bare tegnet én forbindelse for hvert av signalene $x(t)$ og $y(t)$. Signalgeneratoren er her spesifisert som en *firkantgenerator* (signaltype “Square” i AD2) og måleinstrumentet er altså et oscilloskop.

Oppgave 4 Før eller senere vil du få problemer med at bildet på oscilloskopet ikke vil stå i ro. Kanskje har du allerede opplevd det, og du vil sannsynligvis oppleve det i neste oppgave. Grunnen til at dette skjer, er at oscilloskopet ikke har riktig innstilt *trigger*. Se [denne](#) videoen før du går videre.

Undersøkelse av fysisk system

Oppgave 5 Kobl opp et første orden system som vist i figur 8.



Figur 8: Et første ordens system.

Bruk en kondensator C i området 1–100 nF og la motstanden R være variabel. Hvilken størrelsesorden forventer du på tidskonstanten τ ?

Oppgave 6 Bruk AD2 til å underøke sprangresponsen til systemet i figur 8.

Tips:

- Du trenger bare én av kanalene fra signalgeneratoren.
- Sørg for at perioden til firkantsignalet er en god del større enn den forventede tidskonstanten.
- Bruk begge kanalene til oscilloskopet, $x(t)$ på den ene og $y(t)$ på den andre.
- Eksperimenter med oppløsning i tid og amplitude slik at du får et godt bilde av sprangresponsen

Oppgave 7 Ekstra Sett motsanden i figur 8 til en fast, kjent verdi, for eksempel $R = 10\text{k}\Omega$. Finn en vilkårlig kondensator C og prøv å estimere verdien til denne utfra formen til sprangresponsen. Husk at τ er den tiden det tar for $y(t)$ å nå 63% av full verdi. Eksperimenter ved å sette markører (“cursors”) i oscilloskopbildet. og å justere oppløsningen i tid og amplitude for å få nøyaktiv måling.

Gikk dette for fort?

Det å bruke signalgenerator og oscilloskop er en treningssak, og det tar tid til å bli kjent med de instrumenter man bruker. Dersom du ønsker å finne ut mer om AD2 før du går videre og bygger dine egne erfaringer, finnes det en hel video-serie. Den første snutten er tilgjengelig [her](#).

Enda mer stoff finner du på [Digilents kanal](#).