

Denne version af øvelsesvejledningen er tilpasset, at situationen pt. ikke tillader adgang til campus. Målte værdier og oscilloskop-billeder, som normalt skal opnås i elektroniklaboratoriet, står i stedet opgivet heri.

Formål:

- At kunne identificere overføringsfunktionen for 1.- og 2.ordenssystemer med et step-input.
- At kunne redegøre for et systems dynamiske parametre.
- At kunne redegøre for et systems statiske parametre.

Det teoretiske grundlag for øvelsen – vedrørende Laplace step respons for 1. & 2. ordens systemer – er stoffet i N. S. Nise (p. 179 – 196).

1.-ordens-systemet

Som eksempel på et 1.ordens-systemet anvendes et relæ, hvor der kun måles på **relæspolen** (benævnt elektromagnetens vikling i nedenstående link), dvs. relæets kontaktsæt er ikke en del af øvelsen.

Se: <http://da.wikipedia.org/wiki/Relæ>

I et relæ sidder (som nævnt i linket) en elektromagnet, der slutter eller afbryder nogle kontaktsæt. Elektrisk er elektromagneten adskilt fra kontaktsættet og udgøres af en spole viklet omkring en jernkerne.



Når man tænder og slukker for relæet, kan spolen ækvivaleres med en induktion, L i serie med en modstand, R som vist nedenfor:

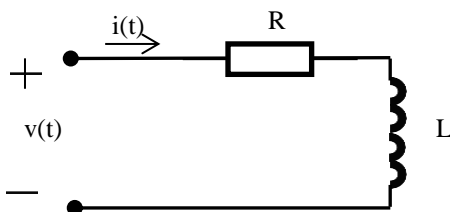


Fig. 1a Ækvivalentdiagram for relæspolen

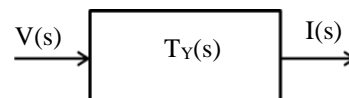


Fig. 1b Model med overføringsfunktion

Sammenhængen mellem strøm og spænding kan beskrives ved en overføringsfunktion, $T_Y(s)$, hvor spændingen er indgangssignalet og resultatet/udgangen er strømmen. Ovenfor vist som en blok med et ind- og udgangssignal og sammenhængen beskrevet ved $T_Y(s)$.

1.2 Forberedelse:

Udføres inden øvelsesgangen i Lab.

- Bestem overføringsfunktionen $T_Y(s) = I(s)/V(s)$ ud fra komponentbetegnelserne R og L .
- Bestem overføringsfunktionens pol ud fra komponentbetegnelserne.
- Bestem tidskonstanten ud fra komponentbetegnelserne
- Skitser hvorledes et stepresponse kan forventes at se ud og indtegn hvor tidskonstanten, τ , kan aflæses.
- Hvad er størrelsen (ud fra komponentbetegnelserne) af den stationære værdi, dvs. den værdi strømmen ender med at antage, når dynamikken er uddød?

I øvelsen benyttes nedenstående kredsløb:

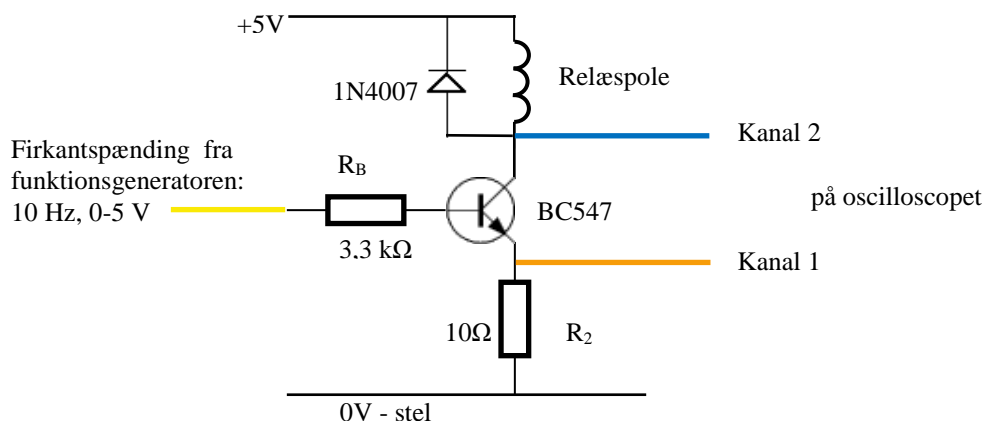


Fig. 2: Laboratorieopstilling med transistor til at slutte og bryde strømvejen i relæspolen

Transistoren anvendes som en kontakt for at tænde og slukke for strømmen i relæspolen. R_2 er en lille modstand, der er sat ind for at kunne måle strømmen i relæspolen.

Når transistoren skal virke som en sluttet kontakt (strøm i relæspolen), skal den være i mætning (saturation) og have meget lav spænding over collector – emitter benene.

- f. Hvad er transistorens strømforstærkning, β , i den situation? (næsten ens for alle transistorer)
- g. Spolestrømmen = collectorstrømmen forventes i størrelsesordenen 20-25 mA. Hvor stor skal transistorens basestrøm da mindst være for at sikre mætning?

For transistoren BC547 gælder:

Set fra den
flade side



Electrical Characteristics $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB}=30\text{V}, I_E=0$			15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=2\text{mA}$	110		800	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10\text{mA}, I_B=0.5\text{mA}$ $I_C=100\text{mA}, I_B=5\text{mA}$		90 200	250 600	mV mV
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C=10\text{mA}, I_B=0.5\text{mA}$ $I_C=100\text{mA}, I_B=5\text{mA}$		700 900		mV mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE}=5\text{V}, I_C=2\text{mA}$ $V_{CE}=5\text{V}, I_C=10\text{mA}$	580	660	700 720	mV mV

Se evt. fuldt datablad: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/BC546.pdf>

- h. Hvorfor er det nødvendigt med dioden over relæspolen?

1.3 Laboratoriearbejde.

Da vi pt. ikke kan anvende laboratorierne, får I her i øvelsesvejledningen vist de oscilloskop-billeder, som I skulle have opnået i laboratoriet.

Kredsløbet i fig. 2 opbygges på et fumlebrædt med værdierne på tegningen.

Transistoren anvendes som en switch, der tændes og slukkes med et firkantsignal fra funktionsgeneratoren: 10 Hz, 0-5 V.

Dette giver oscilloskop-billederne i Fig. 3.



Fig. 3a: Oscilloskop-billede af kredsløb 1. 20,0 ms/tern. Kanal 1 (gul) 50 mV/tern. Kanal 2 (grøn) 2,00 V/tern.

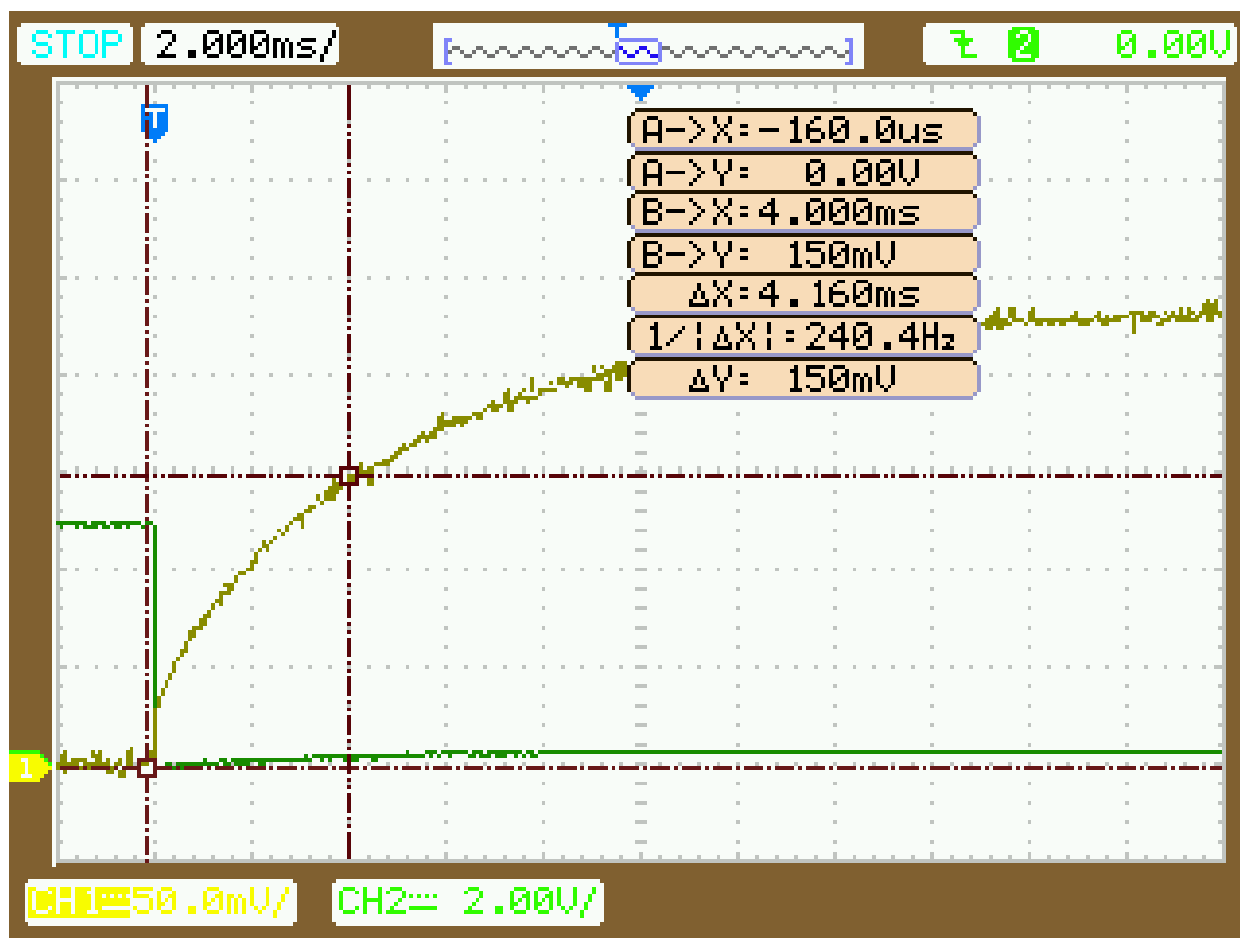


Fig. 3b: Oscilloskop-billede af kredsløb 1. 2,00 ms/tern. Kanal 1 (gul) 50 mV/tern. Kanal 2 (grøn) 2,00 V/tern.

Iagttag nu spændingen over R_2 på oscilloskopet. Denne spænding er proportional med strømmen i spolen.

Vi vil efterfølgende antage at spændingen over transistoren i mætning, V_{CE} , er 0V og at basestrømmen kan negligeres. Husk at R_2 nu indgår i spolekredsløbet på lige fod med spolens indre modstand.

- Hvad er størrelsen af den påtrykte step-indgangsspænding over spolen?
- Bestem ud fra tidskonstanten og den stationære værdi størrelsen af spolens ohmske værdi R og induktion L .
- Opskriv spolens overføringsfunktion $T_Y(s)$ nu med de aktuelle værdier (incl. R_2).
- Vil spolens størrelse afhænge af amplituden på step-indgangssignalet?

Iagttag nu collectorspændingen på oscilloskopets kanal 2.

- Hvorfor går denne spænding kortvarigt over forsyningsspændingen på 5V?

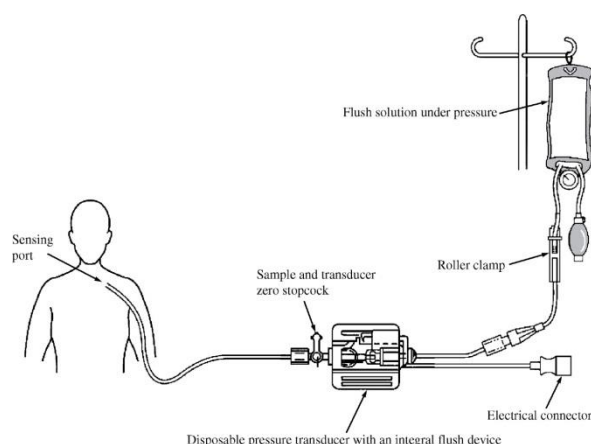
2.-ordens-system

Som eksempel på et 2.ordenssystem vil vi måle overføringsfunktionen på et såkaldt væskefyldt katetersystem. Målesensoren i dette system er baseret på en strainingauge monteret på en eftergivelig membran. Alt dette støbt ind i selve transduceren (Fig. 3).

Se evt. følgende link for virkemåde af strainingauge: <http://www.rdpe.com/uk/hiw-sgpt.htm>



Figur 4. Blodtryksmåler til væskefyldt kateter



Figur 5. Direkte, ekstravaskulært blodtryksmålesystem.

Det væskefyldte katetersystemer benyttes til direkte måling af blodtryk i arterier og centrale vener (f.eks. på operationsafsnit og intensiv afdelinger). Det kræver direkte adgang til det blodkar man ønsker at måle trykket i. Selve trykket måles med målesensoren vist ovenfor, der sidder udenfor kroppen, men som er koblet til det blodkar man måler i igennem en væskefyldt slange. Figuren viser en sådan målesituation.

Grundet væskens inertimasse i systemet, den væskedynamiske modstand samt eftergivelighed i primært målemembranen kan et sådant katetersystem modelleres som et 2. ordenssystem (Fig. 5).

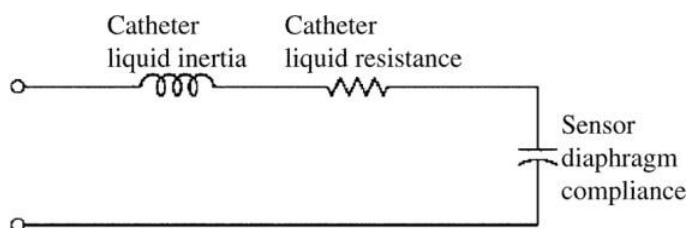


Fig. 6: Elektrisk ækvivalentdiagram for væskefyldt blodtrykskateter.

I øvelsen benyttes en færdig opstilling som vist i figur 6, der muliggør måling af stepsvaret for kateteret.

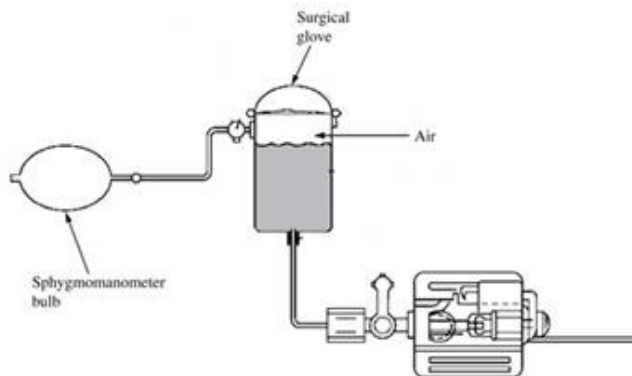
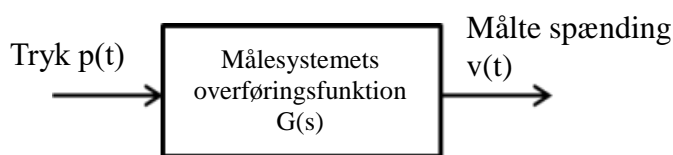


Fig. 7: Måleopstilling til bestemmelse af step svar for et væskefyldt kateter.

2.2 Forberedelse:

Udføres inden øvelsesgangen i Lab.

Katetersystemet antages at være et **underdæmpet** 2.ordenssystem med overføringsfunktionen $G(s)$



$$\frac{V(s)}{P(s)} = G(s) = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

- Opskriv et analytisk udtryk for stepsvaret $v(t)$ når der påtrykkes et step i form af en pludselig trykændring $p(t)$
- Angiv hvad der er den transiente del og den stationære del af stepsvaret.
- Hvordan bestemmes frekvensen af svingningen i det transiente svar ud fra stepsvaret, (også kaldet den dæmpede svingningsfrekvens)?
- Hvorledes bestemmes oversvinget, %OS ud fra stepsvaret?
- Når frekvensen af den dæmpede svingning, %OS og dæmpningsfaktoren ζ er bestemt, hvordan bestemmes så den udæmpede svingningsfrekvens, ω_n ?

2.3 Laboratoriearbejde.

Da vi pt. ikke kan anvende laboratorierne, får I her i øvelsesvejledningen opgivet de værdier og vist de oscilloskop-billeder, som I skulle have opnået i laboratoriet.

Måleproceduren er følgende:

1. Sæt forlængerslangens ene ende til transduceren og tilslut den anden ende af forlængerslangen til vandbeholderen (studs ved bunden af beholderen).
2. Drej 3-vejs hanen således, at der er gennemgang kun fra vandbeholderen til transduceren (drejet som vist på Fig. 4).
3. Fyld beholderen ca. 4/5 med vand.
4. Hold en papirserviet bag ved det åbne rør på transduceren og træk i den mørkeblå gummitap til der pibler vand ud af det åbne rør (se Fig. 4). Slip derefter gummitappen (det sikrer at slangen er fyldt med vand og uden luftbobler).
5. Måleforstærkeren (elektronikprintet) skal forsynes med stel/fælles-0, +5V og -5V (Fig. 7)
6. Tilslut transduceren til måleforstærkeren, hvidt stik.
7. Tilslut oscilloskopet således at det måler på udgangen af elektronikprintet, v(t) (Fig. 8).
8. Løft vandbeholderen op i ca. 20 cm højde, og noter trykstigningen (udgangsspændingen). Beregn derudfra trykmålerens omsætningsforhold [volt pr. mmHg].
1 bar ~ 760 mmHg ~ 10 m vandsøjle.

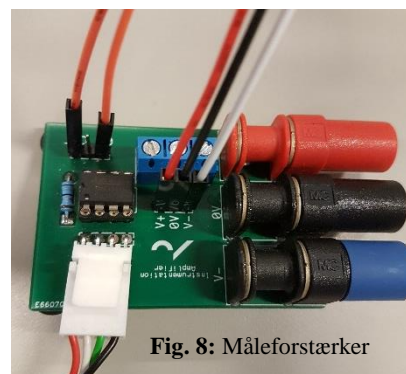


Fig. 8: Måleforstærker

Der måles: $K = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{1,00 \text{ V}}{0,20 \text{ m H}_2\text{O}}$

9. Sæt en handske over vandbeholderen.
10. Øg trykket med pumpebolden lige indtil handsken slipper.
Det svarer til en negativ step-ændring af trykket p(t).
11. Mål svaret på trykændringen, v(t) på oscilloskopet i det handsken slipper (= step svaret).
Brug oscilloscopets single-shot funktion.

Dette giver oscilloskop-billedet i Fig. 9.



Fig. 9: Oscilloskop-billede af kredsløb 2 optaget med single-shot-funktion. 50,00 ms/tern. Kanal 1 (gul/blå) 500 mV/tern. Referencespænding 0 V indikeres af den gule pil.

Ud fra målingen i punkt 11 bestemmes følgende:

- Stepsvarets start- og slutværdi
- Procent oversving, %OS.
(Tag nye målinger indtil $\%OS \leq 95\%$)
- Den dæmpede svingningsfrekvens, ω_d
- Dæmpningsfaktoren, ζ
- Den udæmpede svingningsfrekvens, ω_n .
- Overføringsfunktionen for katetersystemet $\frac{V(s)}{P(s)} = G(s) = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$