

Øving 5

Målsetting

Få eksperimentell erfaring med 2. ordens systemer. Bli kjent med Bode-diagram. Få trening i bruk av Thévenin-ekvivalent med impedanser og impedanstilpasning.

Hovedtyper av filter

Et lineært system som er designet for å slippe gjennom sinussignaler med noen frekvenser og dempe andre kalles et filter. For de frekvenser som skal passere filteret, ønsker en å ha amplituderrespons $|H(f)| = 1$. For de frekvenser som skal dempes, er det ideelle at $|H(f)| = 0$. Slike filtre kalles ideelle, men kan i praksis bare realiseres i tilnærmet grad.

De frekvensene som går uhindret gjennom filteret består ofte av et sammenhengende intervall, som kalles filterets *passbånd*. Figur 1 viser eksempler på noen ideelle filtre, hhv. lavpass-, høypass-, båndpass- og båndstopfilter.

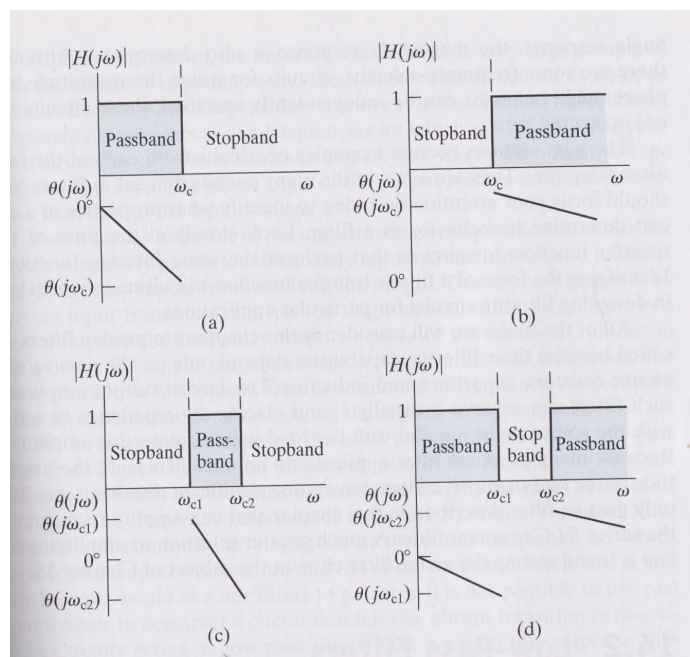
For et ideelt filter er grensefrekvensen for et passbånd definert der amplituderresponsen går brått fra 1 til 0 (og omvendt). For praktiske filtre, derimot, defineres grensefrekvensen der amplituderresponsen har blitt redusert til $1/\sqrt{2}$ av sin passbåndsverdi, eller -3dB. Ved denne frekvensen blir effekten til sinussignalet på inngangen av filteret redusert til 1/2.

Bruk av Bode-analysator

I denne øvingen bruker vi ordet “bode-analysator”. Dette er det samme instrumentet som er omtalt som “nettverksanalysator” i tidligere øving(er). Frekvensresponsen kalles “Bode-diagram” når frekvensaksen er logaritmisk og amplituderresponsen er plottet i dB. En nettverksanalysator konfigurert på denne måten kalles da gjerne en “bode-analysator”.

Oppgave 0

De utleverte spolene i emnet skal ha en nominell induktans på 100 mH (to spoler per komponent, 100 mH per spole), men spoler kan ha en svært høy unøyaktighet sammenlignet med spesifisert verdi. Derfor er det viktig å måle induktansen i spolen før man bruker den med andre komponenter. Man kan måle spolens induktans i en RL-krets.



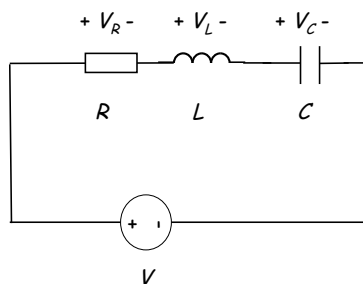
Figur 1: Frekvensresponser til ideelle filter.[1, Fig. 14.3]

Estimer induktansen til spolen din ved å måle tidskonstanten for spolen i en enkel RL-krets. *Hint: Tilsvarende er allerede gjort i en annen med en kondensator ved måling av sprangrespons til en RC-krets.*

Man kan også bestemme induktansen via RLC-kretsen i neste oppgave, ved å måle resonansfrekvensen og regne seg tilbake til L , men da får man en ekstra feilkilde i form av kapasitansen, som må først måles med f.eks. et multimeter. Det kan være en interessant øving å sammenlikne begge metodene!

Oppgave 1 (3 poeng)

Figur 2 viser en RLC-krets der $L = 0.1\text{H}$, $C = 100\text{nF}$ og $R = 1\text{k}\Omega$.

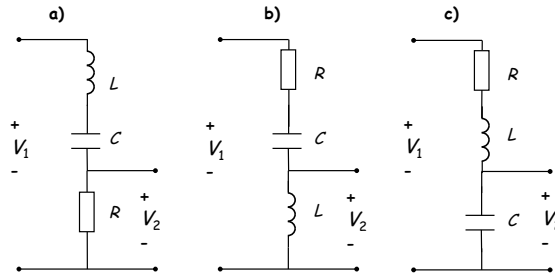


Figur 2: RLC-krets

- a) Regn ut den teoretiske resonansfrekvensen for kretsen.
- b) Koble opp kretsen og finn resonansfrekvensen ved måling.
Sammenlign med resultatet i a) og kommenter.
- c) Erstatt motstanden med et potensiometer. Påtrykk et sinussignal med frevens lik resonansfrekvensen og studer spenningen over spolen med oscilloskop.
- Hva skjer når du reduserer motstanden? For å unngå at kretsen trekker for mye strøm, må du trolig justere ned amplituden på inngangssignalet V (eventuelt sette inn en operasjonsforsterker som buffer mellom signalgeneratoren og kretsen).
 - Hva blir forholdet mellom amplitudene $|V|$ og $|V_L|$? Stemmer dette med Kirchhoffs spenningslov? Forklar.

Oppgave 2 (8 poeng)

Figur 3 viser tre ulike filtre basert på RLC-kretsen i Oppgave 1.

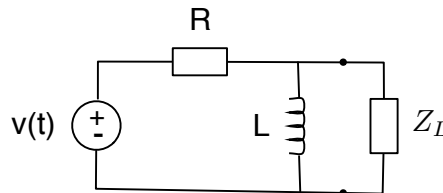


Figur 3: Tre RLC-filtre.

- For hvert av filterne a)-c) vurder hvilken filtertype det er (lavpass-, høypass-, båndpass- eller båndstopp) uten å foreta noen utregning.
- Mål amplitude- og faserespons til filteret i figur 3a. (Tips: Du kan bruke det virtuelle instrumentet *Network Analyzer*.)
 - Stemmer resultatet med det du fant i oppgave a)?
 - Hvilken rolle spiller resonansfrekvensen?
 - Se på faseresponsen. Når får du null faseforskyving og hvorfor?
- Erstatt motstanden med et potensiometer. Hva skjer med formen på responsen når motstandsverdien endres?
- Gjør deloppgavene b-c) for de to andre filterne.
- Finn et uttrykk for amplituderesponsene til filterne i figur 3. Plott dem som Bodediagram og sammenlign med de eksperimentelle resultatene.

Oppgave 3 (3 poeng)

Vi tenker oss at kretsen i figur 4 representerer en modell av en radiosender, der Z_L er antenneimpedans. Vi ønsker å designe antennen slik at den får tilført størst mulig effekt når $v(t)$ er et sinussignal med vinkelfrekvens $\omega_0 = \frac{R}{L}$.



Figur 4: Modell av radiosender

Finn et uttrykk for lastimpedansen Z_L som oppfyller dette kravet.

Referanser

- [1] J. W. Nilsson og S. A. Riedel: "Electric Circuits", Eighth editions, Prentice Hall, 2008.