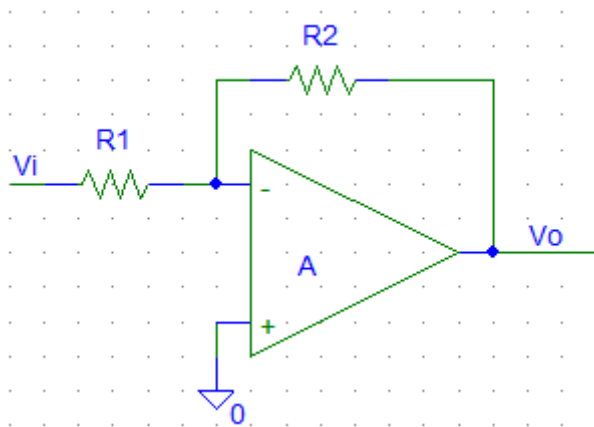


FYS3220 Eksamen H2013, oppgave 3, løsningsforslag.

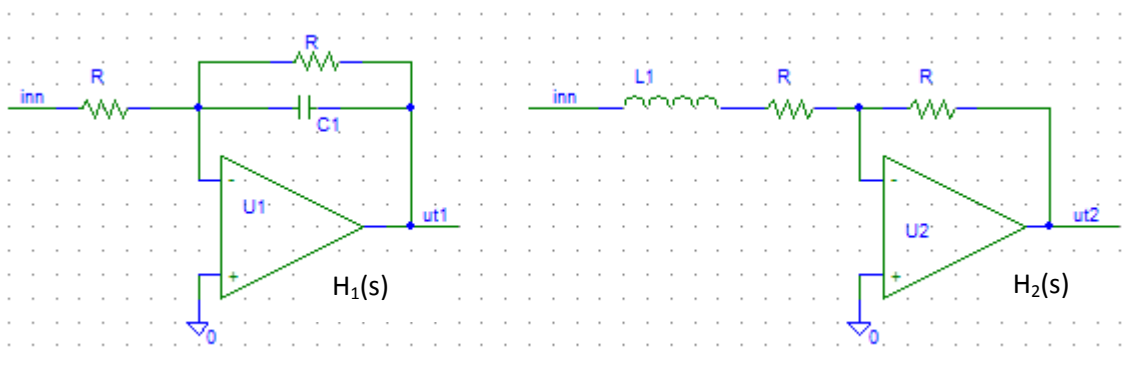
Oppgave3 Operasjonsforsterkere

- a) For operasjonsforsterkere har vi to ulike grunnkoblinger, inverterende og ikke inverterende. Tegn skjema for en ikke inverterende kobling og forklar hvorfor denne ofte foretrekkes som instrumentforsterker. Hva mener vi med idealbetingelser, hvilke har vi, og hvorfor bruker vi dem?



Figur 1. Ikke ideell operasjonsforsterker i grunnkobling.

- b) La operasjonsforsterkeren i Figur 1 være ideell med unntak av forsterkningen som her er $A(s)$. La $R_1=R_2$ og vis at overføringsfunksjonen kan skrives $H(s) = -\frac{A(s)}{2 + A(s)}$.

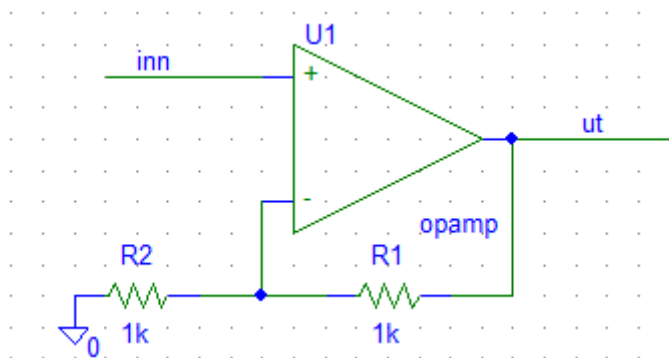


Figur 2. To uavhengige ideelle operasjonsforsterkerkretser med overføringsfunksjon $H_1(s) = V_{ut1}/V_{inn}$ til venstre og $H_2(s) = V_{ut2}/V_{inn}$ til høyre.

- c) I Figur 2, anta idealbetingelser, la alle R være like og vis at $H_1(s) = H_2(s)$ når $L_1 = R^2 C_1$

Løsningsforslag

a) For operasjonsforsterkere har vi to ulike grunnkoblinger, inverterende og ikke inverterende. Tegn skjema for en ikke inverterende kobling og forklar hvorfor denne ofte foretrekkes som instrumentforsterker. Hva mener vi med idealbetingelser, hvilke har vi, og hvorfor bruker vi dem?



Tegning av operasjonsforsterker i ikkeinverterende kobling

Ikkeinverterende kobling foretrekkes ofte som instrumentforsterker fremfor den inverterende på grunn av at den har mye større inngangsimpedans og derved belaster måleobjektet mye mindre. Årsaken er at måleobjektet her «ser» operasjonsforsterkerens store interne inngangsimpedans. For en inverterende kobling ville måleobjektet vært koblet til en ytre motstand koblet til et virtuelt 0-punkt. Denne ytre motstanden bør ikke være stor fordi større motstander støyer mer enn mindre.

Vi har fire idealbetingelser: Uendelig forsterkning, Uendelig stor inngangsimpedans, uendelig liten utgangsimpedans og 0 volt over inngangsterminalene.

b) La operasjonsforsterkeren i Figur 1 være ideell med unntak av forsterkningen som her er $A(s)$ La $R_1=R_2$ og vis at overføringsfunksjonen

kan skrives $H(s) = -\frac{A(s)}{2 + A(s)}$.

Jeg starter med å finne hjelpespenningen V_-	$V_o = -A \cdot V_-$ $V_- = -V_o / A$
Jeg setter så opp strømlikningen. Utrykker strømmene ved spenningsfallene over motstandene. Siden motstandene er like kan de forkortes bort.	$I_{R1} = I_{R2}$ $\frac{V_i - V_-}{R_1} = \frac{V_- - V_o}{R_2}$ $\frac{V_i - V_-}{R_1} = \frac{V_- - V_o}{R_2}$ $V_i - V_- = V_- - V_o$
Jeg erstatter V_- med $-V_o/A$.	

Resten er ren algebra.

$$V_i + \frac{V_o}{A} = -\frac{V_o}{A} - V_o$$

$$\frac{V_o}{A} + \frac{V_o}{A} + V_o = -V_i$$

$$V_o \left(\frac{2}{A} + 1 \right) = -V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = H(s) = -\frac{1}{\left(\frac{2}{A} + 1 \right)} = -\frac{A(s)}{2 + A(s)}$$

c) I Figur 2, anta idealbetingelser, la alle R være like og vis at $H_1(s) = H_2(s)$ når $L_1 = R^2 C_1$

Det er flere måter å vise dette på. Her er en måte:

Vi må først finne de to overføringsfunksjonene. Deretter setter vi inn at $L_1 = R^2 C_1$ og viser at funksjonen da blir like.

$$H_1(s) = -\frac{\frac{R_2 / sC_1}{R_2 + 1/sC_1}}{R_1} = -\frac{1}{RC_1 s + 1}$$

$$\begin{aligned} H_2(s) &= -\frac{R_4}{sL_1 + R_3} = -\frac{1}{\frac{L_1}{R} s + 1} \\ &= -\frac{1}{\frac{R^2 C_1}{R} s + 1} = -\frac{1}{RC_1 s + 1} \end{aligned}$$

$$\underline{\underline{H_1(s) = H_2(s) = -\frac{1}{RC_1 s + 1}}}$$