

TSTE92

Elektriska kretsar

Operationsförstärkare

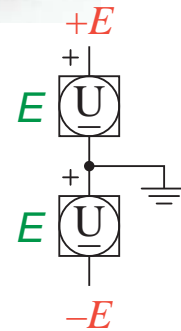
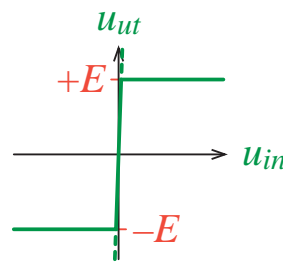
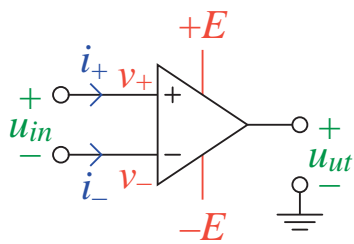
Mark Vesterbacka

Dagens föreläsning

- Operationsförstärkare
- Återkoppling
- Aktivt filter-exempel

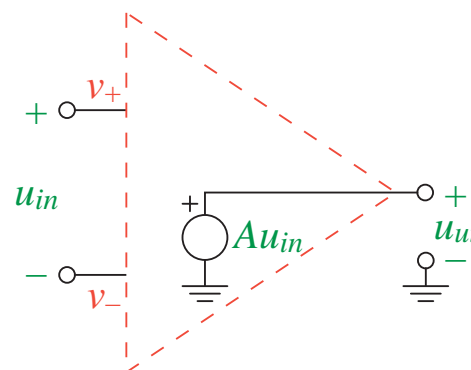
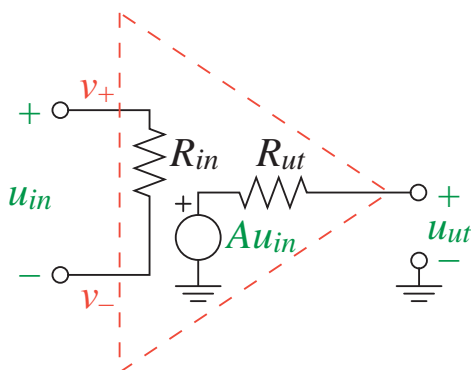
Operationsförstärkare

- Spänningsförstärkare $u_{ut} = A(v_+ - v_-) = Au_{in}$
 - Integrerad krets (IC) i plastkapsel
 - Differentialingång (+, -)
 - Hög inimpedans $\Rightarrow i_+ \approx 0, i_- \approx 0$
 - Förstärkning $A > 100\ 000$
 - Matning $\pm E$ begränsar utsignal



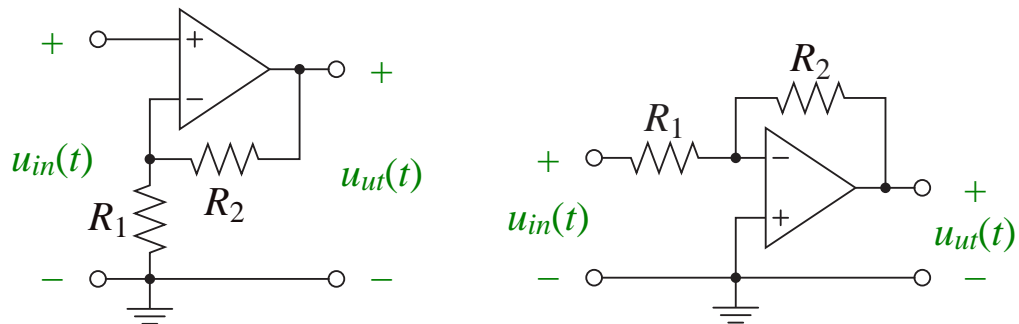
Modeller

- Modell med resistans
- Ideal modell



Återkoppling

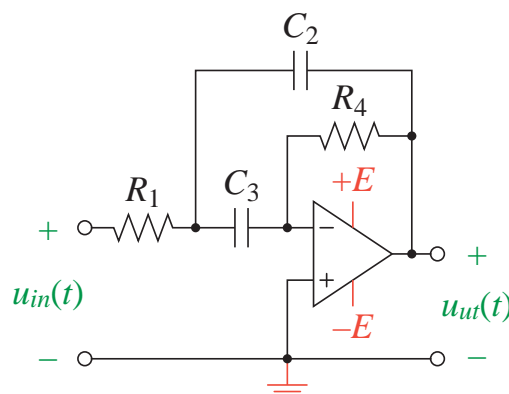
- Signalförstärkning implementeras med negativ återkoppling
 - Negativ återkoppling $\Rightarrow v_+ \approx v_- \Rightarrow v_+ - v_- \approx 0$
 - Icke-inverterande koppling – Inverterande koppling



(Matningspänningen är inte utritad)

Filterexempel

- Bestäm överföringsfunktionen för bandpassfiltret



- Nodanalys med ideal OP-modell

$$\Rightarrow H(\omega) = \frac{1}{\frac{2R_1}{R_2} \left(1 + \frac{C_2}{C_3}\right) + j \left(\omega R_1 C_2 - \frac{1}{\omega R_2 C_3}\right)}$$

Filterkonstruktion

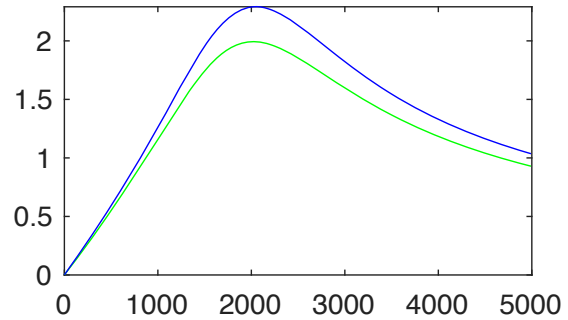
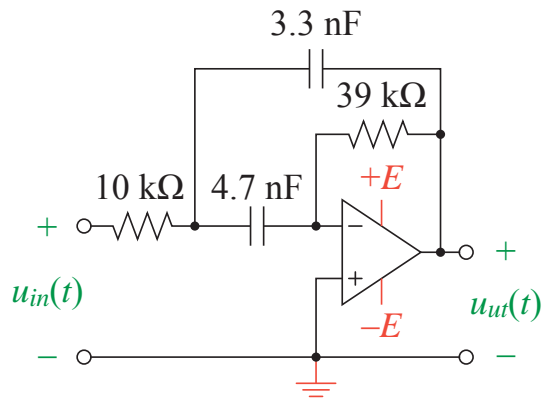
- För detta filter gäller att $H_{\max} = \max|H(\omega)|$ inträffar vid $\omega_{\max}^2 = \omega_1 \omega_2$
- Välj komponentvärden så att filtret får följande egenskaper
 - Förstärkning $H_{\max} = 2$ gånger
 - Undre gränshfrekvens $f_1 = 1200$ Hz
 - Övre gränshfrekvens $f_2 = 3400$ Hz
- Lös ekvationer
 - $C_2 = 3.3$ nF
 - $\Rightarrow R_1 \approx 10.961$ k Ω
 - $\Rightarrow C_3 = 4.5294$ nF
 - $\Rightarrow R_4 = 37.894$ k Ω

Komponentval

- Ek-serie: k exponentiellt ökande komponentvärden per dekad
 - E3 : 10 22 47 (100 ...)
 - E6 : 10 15 22 33 47 68 (100 ...)
 - E12: 10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82 (100 ...)
 - E24: ...
- BP-filter med R ur E12-serien och C ur E6-serien
 - $R_1 \approx 10$ k Ω
 - $C_2 = 3.3$ nF
 - $C_3 \approx 4.7$ nF
 - $R_4 \approx 39$ k Ω

Resultat

- Bandpassfilter med komponentvärden och Matlabplott $|H(f)|$



Tack för din uppmärksamhet!

~

Nästa föreläsning knyter vi ihop säcken

www.liu.se