

# TTT4260 Øving 3

Øyvind Skaaden (oyvindps@ntnu.no)

10. februar 2019

## Oppgave 1.

(a) For å finne utgangsspenningen  $v_2$  må vi først finne spenningen over  $R_i$ ,  $v_1$ . Den er

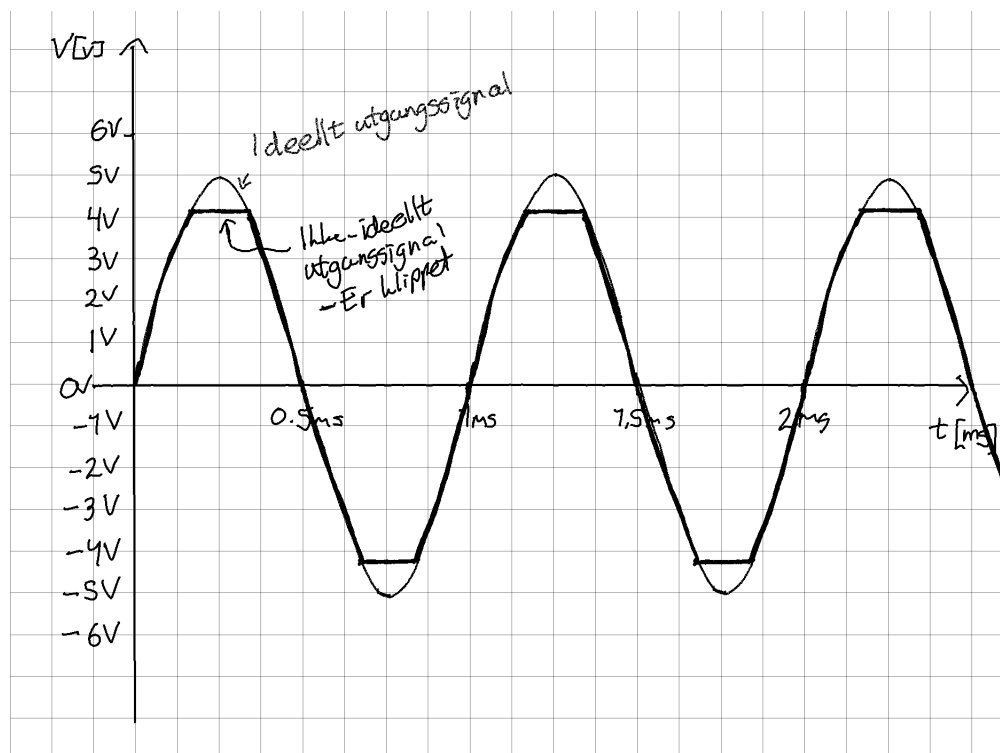
$$v_1 = \frac{R_i}{R_i + R_s} v_s \Rightarrow v_1 = \frac{100\text{k}\Omega}{100\text{k}\Omega + 33\Omega} \cdot 0.6\text{mV} \approx 0.6\text{mV}$$

Spenningen  $Av_1$ , der  $A = 10^4$  blir  $Av_1 = 6\text{V}$ .

Spenningen  $v_2$  blir da spenningen over  $R_L$ . Den er

$$v_2 = \frac{R_L}{R_L + R_0} Av_1 \Rightarrow v_2 = \frac{1\text{k}\Omega}{1\text{k}\Omega + 200\Omega} = 5\text{V}$$

(b) Se Figur 1



Figur 1: Skissert spenning  $v_2$  med ikke-ideell op-amp

(c) Signalet er klippet fra 5V og oppover. Dette kan forhindres ved å senke amplituden til inn-gangssignalet ned til 0.5mV. Dette kan gjøres ved å øke motstanden  $R_s$  og senke  $R_i$ .

---

**Oppgave 2.**


---

- (a) Kretsen i figur 3 er en buffer. Den vil kunne ta inn et inngangssignal og levere akkurat det samme tilbake til kretsen. Den har en forsterkning på 1, altså det samme signalet inn som ut. Den brukes ofte der kretsen som leverer signalet ikke klarer å levere nok strøm til det den leverer til. Bufferen klarer da å levere nok strøm.
- (b) Kretsen i figur 4 er en inverterende forsterker. Det går ingen strøm gjennom forsterkeren, men det går en strøm fra  $v_i$  til  $v_o$ . Vi kan da sette opp KVL, basert på at det går en strøm fra  $v_i$  til  $v_o$ .

$$-v_i + R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + v_o = 0 \quad (1)$$

Vi har også at spenningen til terminalene er like mellom seg, og at den ikke inverterende er koblet til jord.

$$-v_i + R_1 \cdot i = 0 \quad \Leftrightarrow \quad i = \frac{v_i}{R_1}$$

Setter vi dette inn i (1), får vi

$$\begin{aligned} -v_i + R_1 \cdot \frac{v_i}{R_1} + R_2 \cdot \frac{v_i}{R_1} + v_o &= 0 \\ \frac{v_o}{v_i} &= -\frac{R_2}{R_1} \end{aligned}$$

- (c) Kretsen i figur 5 er en ikke inverterende forsterker. Spenningen over terminalene er lik. Bruker nodespenning.

$$\begin{aligned} \frac{v_i}{R_1} + \frac{v_i + v_o}{R_2} &= 0 \\ \frac{R_2}{R_1} &= \frac{-v_i + v_o}{v_i} \\ \frac{v_o}{v_i} - 1 &= \frac{R_2}{R_1} \\ \frac{v_o}{v_i} &= \frac{R_2 + R_1}{R_1} \end{aligned}$$

- (d) Kretsen i figur 6 er en derivator. Vi vet at strømmen gjennom en kondensator er  $i_c = C \frac{dv_c}{dt}$ . Vi vet også at det ikke går noe strøm gjennom forsterkeren, så all strøm må gå gjennom motstanden  $R_1$ . Siden det ikke er noen spenning mellom terminalene på forsterkeren, og den ikke inverterende er koblet til jord vil spenningen over motstanden  $R_1$  være  $-v_o$ .

Setter dette lik hverandre.

$$C \frac{dv_i}{dt} = \frac{-v_o}{R_1}$$

$$v_o = -RC \frac{dv_i}{dt}$$

- (e) Kretsen i figur 7 er en integrator. Her er det tilsvarende som oppgaven over. Finner strømmen gjennom  $R$  og  $C$ .

$$\frac{v_i}{R_1} = -C \frac{dv_o}{dt}$$

$$\frac{dv_o}{dt} = -\frac{v_i}{RC}$$

$$v_o = -\frac{1}{RC} \int v_i dt$$

- (f) Kretsen i figur 8 er en komparator. Den har en terskelspenning som kan settes på den invertende inngangen. Dersom inngangssignalet er mindre enn terskelspenningen vil utgangssignalet trekkes ned mot det nedre spenningsforsyningen. Dersom den er større, vil utgangssignalet trekkes til den øvre spenningsforsyning.

### Oppgave 3.

---

- (a) Kretsen i figur 9 fungerer ikke på samme måte som kretsen i figur 4 (inverterende forsterker). Denne kretsen vil vokse veldig fort oppover når inngangsspenning er positiv og omvendt når inngangen er negativ.  
Etter litt søking på internettet er dette en “Schmitt-trigger” <sup>1</sup>
- (b) Dersom  $v_1$  er et trekantsignal vil signalet ut på  $v_2$  bli et firkantsignal.
- (c) Dersom vi integrerer et firkantsignal vil vi få en kurve som alternerer mellom et konstant stigningstall som er positivt og et negativt. Den eneste kurven som passer dette, er en trekantbølge.

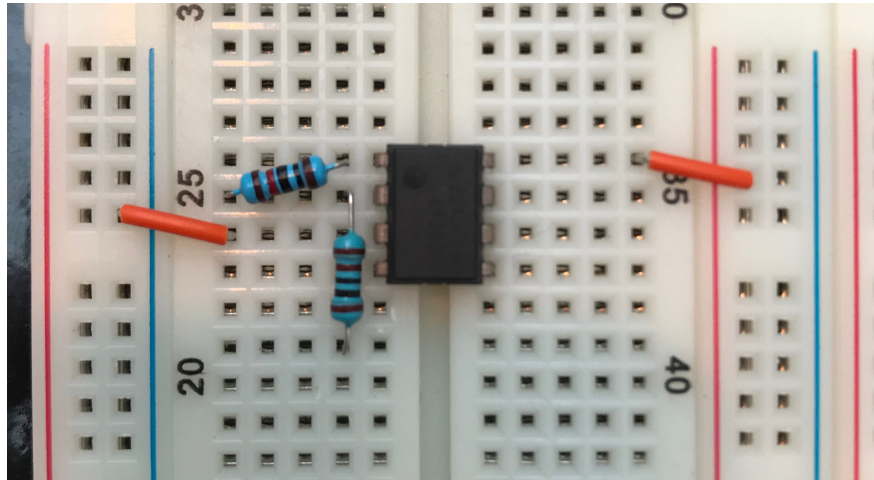
### Oppgave 4.

---

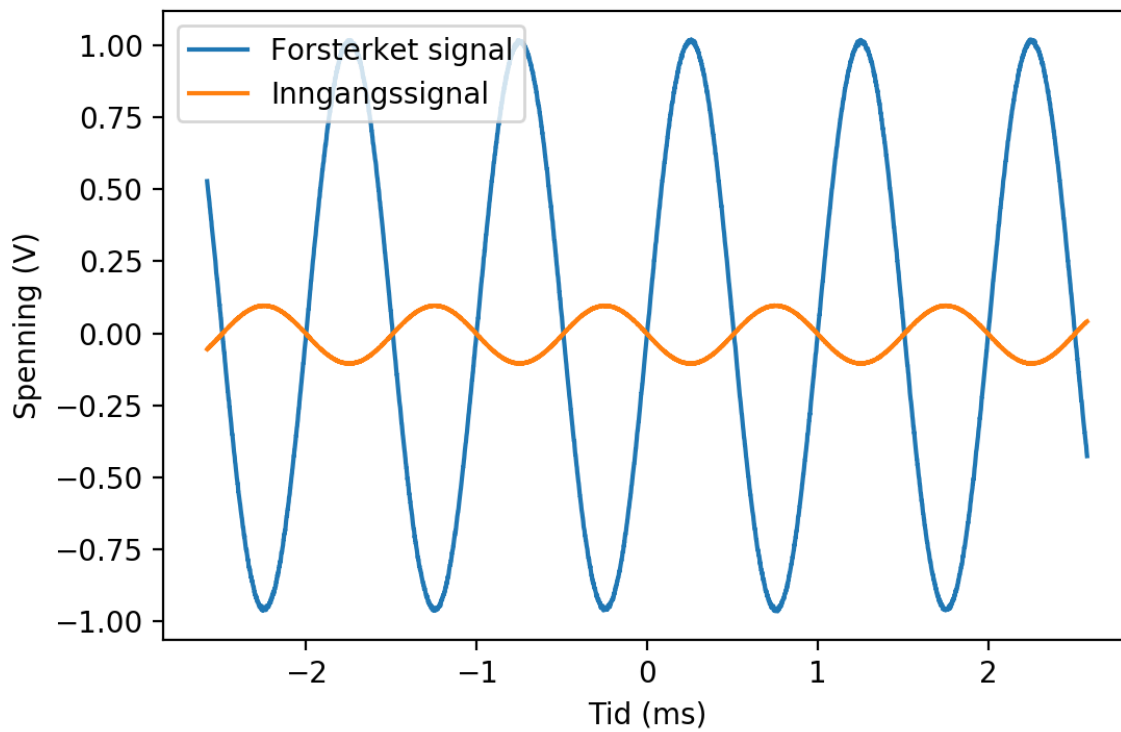
- (a) Krets koblet opp. Inngangsamplitude er på 0.1V. Forventet utgangsamplitude er 1V, forsterkingen er på -10. Valgte motstander  $R_1 = 1k\Omega$  og  $R_2 = 10k\Omega$  Vi kan se forsterkningssignalet i Figur 3
- (b) Forsterkeren blir mett når inngangssignalet overstiger 0.5V. Vi kan se dette i grafen i Figur 4

---

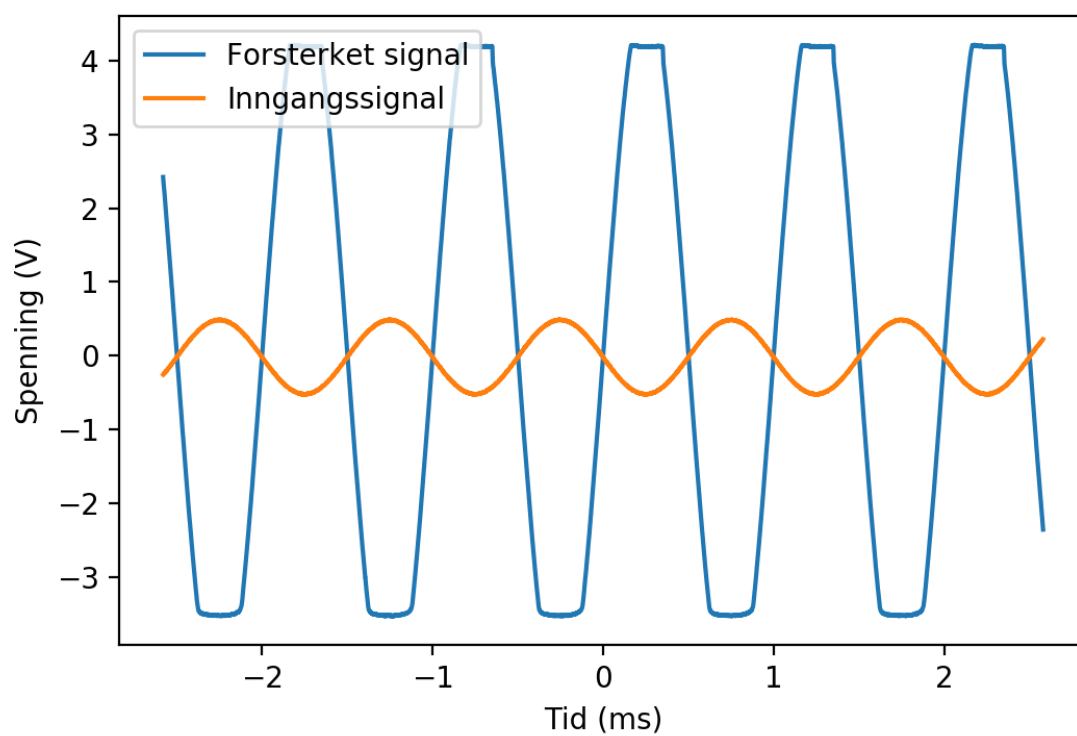
<sup>1</sup>Wikipedia contributors. (2019, January 20). Operational amplifier. In Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved 10:43, February 7, 2019, from [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Operational\\_amplifier&oldid=879387924](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Operational_amplifier&oldid=879387924)



Figur 2: Oppkoblet krets etter Figur 4 i oppgaveteksten, en inverterende forsterker



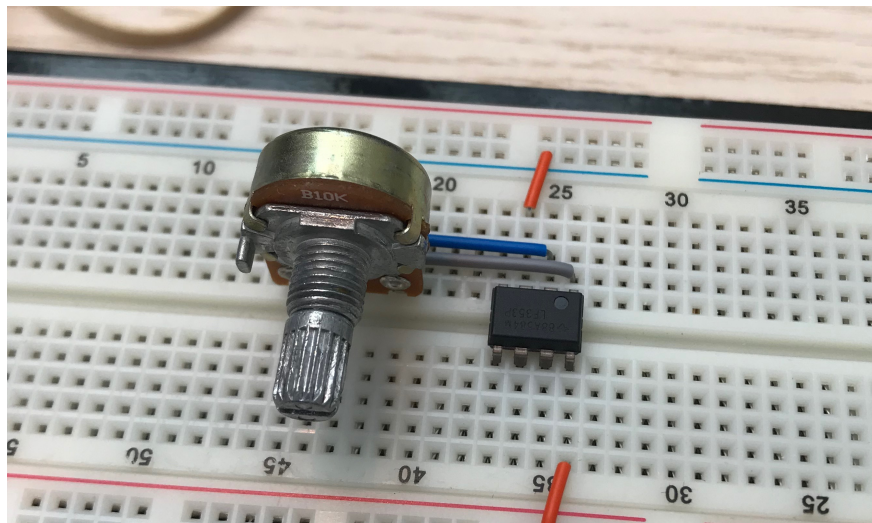
Figur 3: OP-Amp med inngangsspenning 0.1V og forventet utgangsspenning på 1V



Figur 4: OP-Amp med inngangsspenning 0.5V. Her klipper forsterkeren på ca 4V

**Oppgave 5.**

Kobler opp kretsen i oppgave 5. Bruker inngangsspenning 1V og spenningskilde 5V og -5V. Bruker et 10k potmeter. Kan variere forsterkningen fra 3.45V til 0.18V, eller i dB, ca +10db til -14.9dB



Figur 5: Fysisk krets for en varierende inverterende forserker