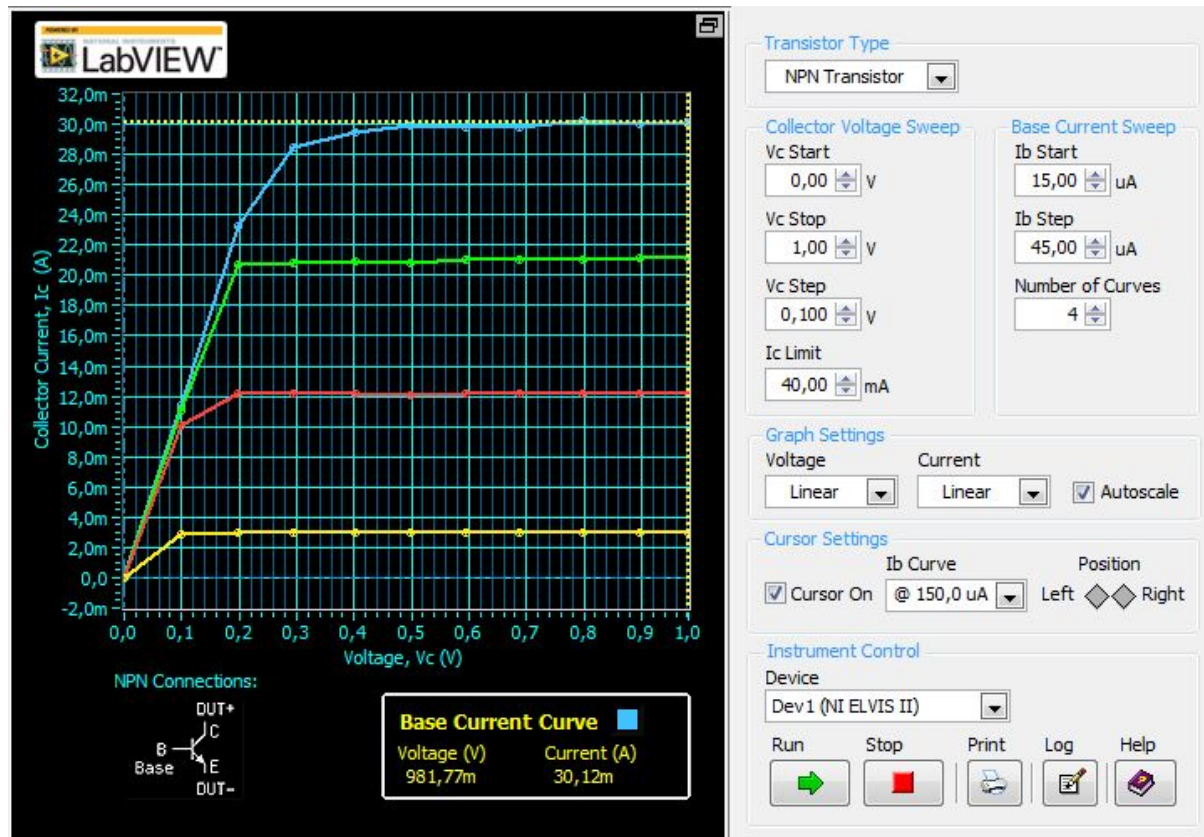


## Oppgave 1 – Transistorkarakteristikk



**Hvilke to operasjonssområder er synlige i figuren?**

De operasjonssområdene som er synlige er Saturation, som er området på grafen der den stiger. Det andre området er det lineære området, som er området på grafen der den er flat.

**Hva kalles spenningen som skiller operasjonssområdene?**

Forskjellen mellom  $V_c$  og  $V_e$ , som er  $V_{ce}$  og som standard er rundt 0.7V

**Bruk verdiene til å bestemme  $\beta$  og sett resultatene inn i en tabell.**

$$\beta = I_A / I_c$$

U/mV	I/mA	$I_c / \mu A$	$\beta$
981,8	3,0	15	200
981,8	12,22	60	203,4
981,8	21,15	105	201,4
981,8	30,12	150	200,8

**Kommenter tabellen; hvorvidt  $\beta$  er som du kunne forvente.**

Beta ligger vanligvis mellom 50-300, så en verdi på 200 virker ganske rimelig.

## Oppgave 2 – Design av Common-Emitter Forsterker

### Oppgave 2 a)

- Finn en verdi for  $R_L$  slik at  $V_O = V_S/2 = 5$  Volt for en DC-tilstand.

$$R_L = V/I \text{ der } V = V_S/2 = 10/2 \text{ og } I = I_C = 5\text{mA}$$

$$\text{Får da : } R_L = 5V/5\text{mA} = 1\text{k}\Omega$$

### Oppgave 2 b)

- Finn en verdi for  $R_E$  slik at forsterkningen er omtrent 10.

$$R_E = 1000/10 = 100\Omega$$

- Anta at strømmen gjennom  $R_E$  er like stor som  $I_C$ . Beregn deretter spenningene  $V_E$  og  $V_B$

$$V_E = 100\Omega * 5\text{mA} = 0,5V$$

$$\text{Har formelen : } V_E = V_B - 0,7V \text{ får da for } V_B :$$

$$V_B = V_E + 0,7 = 1,3V$$

### Oppgave 2 c)

- Finn en verdi for  $I_B$  gitt kollektorstrømmen på 5 mA og verdien for  $\beta$  som du fant i oppgave 1.

$$I_B = I_C/\beta = 5\text{mA}/201,4 = 24,83\mu\text{A}$$

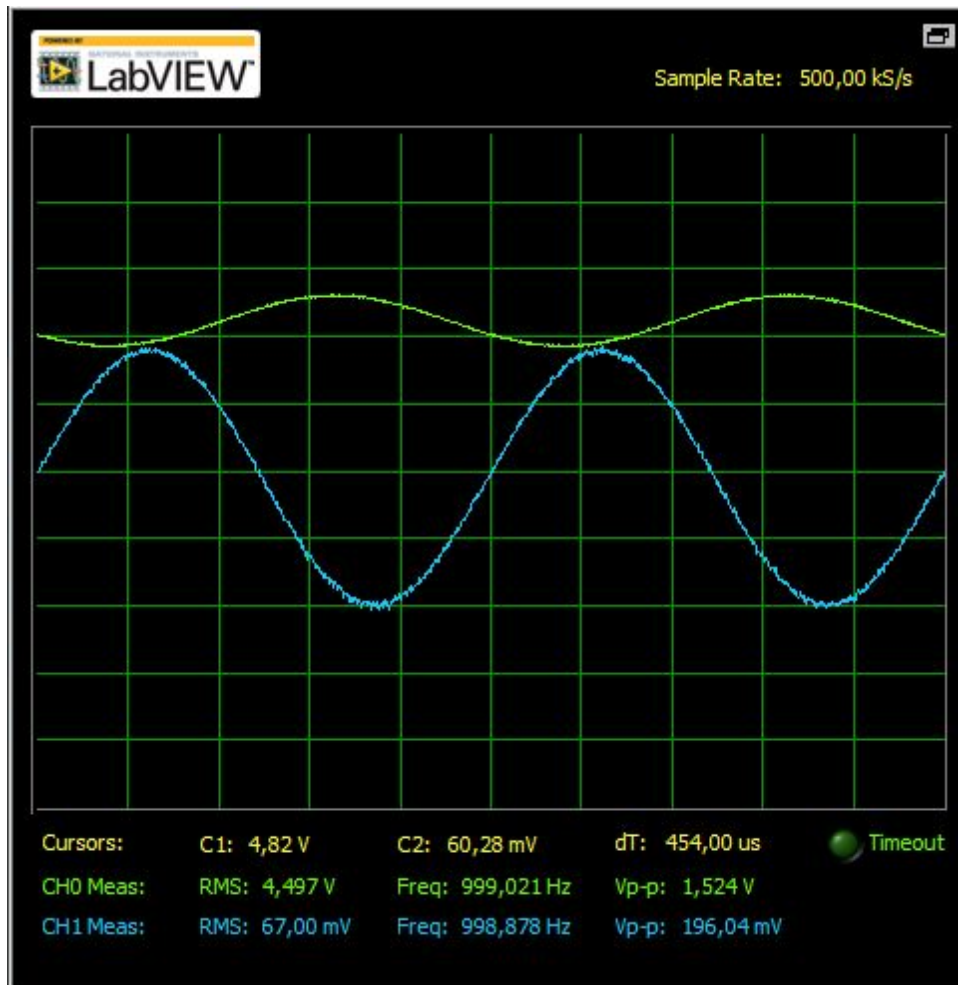
- Finn  $R_1$  og  $R_2$  slik at strømmen gjennom  $R_1$  og  $R_2$  er omtrent  $10 \cdot I_B$ , og  $V_B$  er som du fant i 2 b.

$$R_2 = 1,3V/248,3\mu\text{A} = 5240\Omega$$

$$R_1 = \frac{10V - 1,3V}{248,3\mu\text{A}} = 35\text{k}\Omega$$

### Oppgave 2 d)

- Bruk oscilloskopet til å måle  $V_i$  og  $V_o$ . Legg ved skjermbilde.



$$V_i = 196 \text{ mV}$$

$$V_o = 1,524 \text{ V}$$

- Bruk oscilloskopet til å bestemme forsterkningen  $A$ .

Forsterkning:

$$A = \frac{1,524 \text{ V}}{0,196 \text{ V}} = 7,78$$

### Oppgave 2 e)

- Bruk forsterkningen du målte i oppg 2d til å bestemme  $R_e$  og en ny verdi for  $R_E$  slik at forsterkningen igjen blir 10.

$$A = \frac{RL}{R_E + R_e}$$

$$7,78 = \frac{1000}{100 + R_e}$$

$$R_e = 100 - 1000/7.78 = 28.5 \Omega \text{ og da er } R_E = 100 - R_e = 71.5 \Omega$$

$$\text{Får da } A = \frac{1000}{71.5 + 28.5} = 10$$

### Oppgave 2 f)

Hvilken forsterker-klasse tilhører common-emitter forsterkeren? Forklar hva denne forsterkerklassen er god/dårlig på.

Det er en class A amplifier

Disse er vanligvis brukt ved lav strøm, typisk  $< 1\text{W}$ . Denne typen forsterker lager veldig lite støy, noe som er en av nøkkelegenskapene til denne typen forsterkere.

Det som er negativt med disse er at de er svært dyre, og at de alltid er på full load.

## Oppgave 3 – Op-Amp konfigurasjoner

### Oppgave 3a)

- Identifiser/navngi opamp-konfigurasjon A.

Det er en standard opamp.

- For  $V_{ref} = 2.5\text{ Volt}$  finn  $V_o$  som funksjon av  $V_i$ .

$$V_o = A(V_+ - V_-)$$

$$V_o = V_i = \infty * (V_i - V_{ref}) = \infty(V_i - 2,5V)$$

### Oppgave 3b)

- Identifiser/navngi opamp-konfigurasjon B.

Denne konfigurasjonen av en opamp er spenningsfølgeren.

- Finn  $V_o$  som funksjon av  $V_i$ .

$$V_o(V_i) = V_i$$

### Oppgave 3c)

- Identifiser/navngi opamp-konfigurasjon C.

Det er en ikke-inverterende opamp.

- For  $V_{ref} = 2.5\text{ Volt}$  bruk DC analyse og finn  $V_o$  som funksjon av  $V_i$ . (Anta  $V_x = V_i$ )

$$V_o = (1 + \frac{R_1}{R_2}) V_i$$

- Hva er spenningsforsterkningen  $A = \frac{\Delta V_o}{\Delta V_i}$  i kretsen?

$$\frac{\Delta V_o}{\Delta V_i} = \frac{1}{B} \text{ der } B = \frac{R_2}{R_2 + R_1}$$

$$\text{Det kan videre skrives: } \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2 + R_1}{R_2}$$

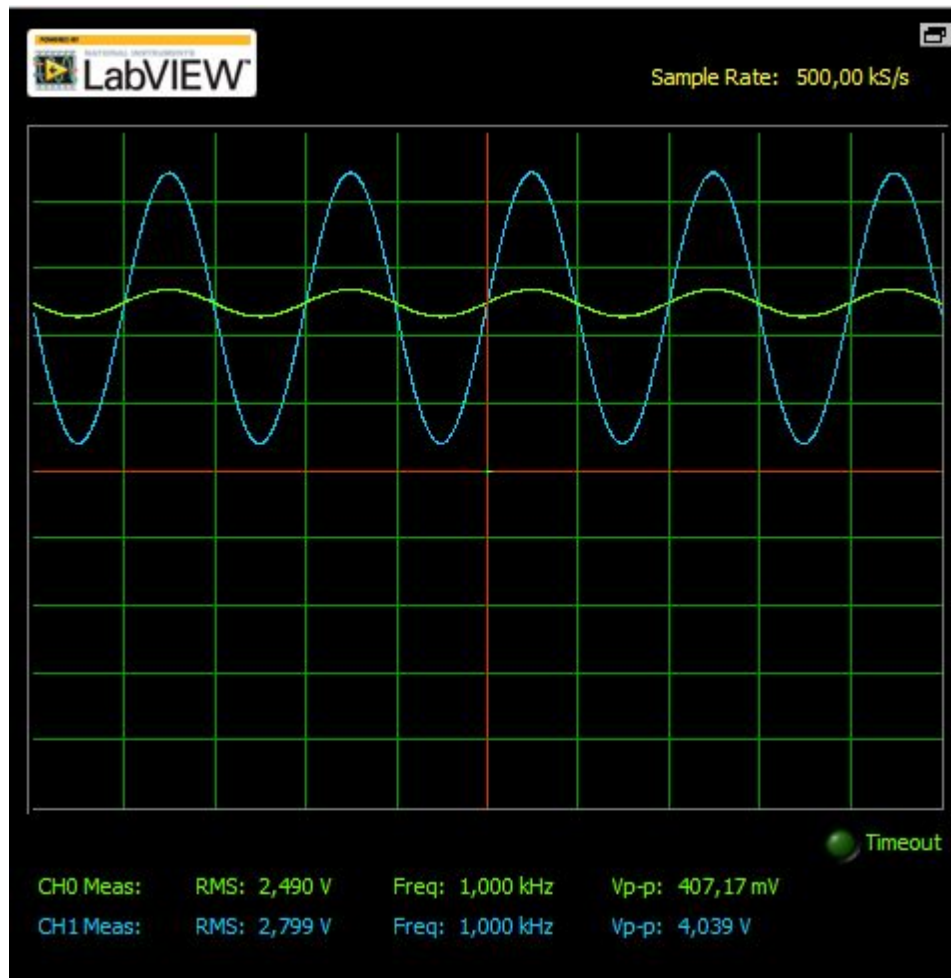
$$\text{Som blir } A = (1 + \frac{R_1}{R_2})$$

### Oppgave 3 d)

- Ta utgangspunkt i opampkonfigurasjon C fra oppg 3. La  $R_2$  være  $100\ \Omega$ . Bestem  $R_1$  slik at forsterkningen blir 10.

Gitt formelen fra 3c:  $A = (1 + \frac{R_1}{R_2})$ , så må  $R_1$  være  $900\ \Omega$ .

- Sett en sinus på inngangen med frekvens 1 kHz, amplitude  $V_{p-p} = 400\text{ mV}$  og offset 2.5 Volt. Ta et skjermbilde med oscilloskopet der du viser inngang og utgang. Beregn forsterkningen basert på målinger fra oscilloskopet.



Beregner A basert på målinger fra Oscilloskopet:

$$\frac{4,039V}{407,17mV} \approx 10. \text{ Forsterkningen blir på ca 10.}$$

### Oppgave 3 e)

- For kretsen i oppg 3 d hva skjer med utgangssignalet når inngangssignalet blir for stort?

Når inngangssignalet blir for stort vil det ikke være mulig å forsterke det med en faktor på 10 lengre. Grunnen er at forsyningsspenningen er 5V. Det er ikke mulig for forsterkningen å overstige dette nivået. Som en kan se på grafen under så kuttet sinusbølgene når de når ca 4.75 V, fordi det ikke er mulig å forsterke over det nivået

uten å øke forsyningsspenningen. I dette tilfellet ville det kreve en forsyningsspenning på litt over 10 volt, fordi opampen ikke er ideell.

