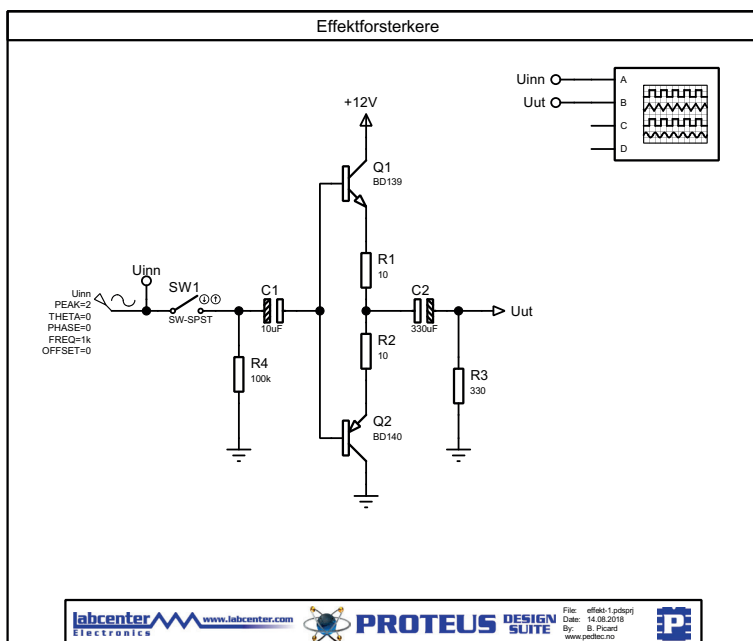


# Effektforsterkere

## Utgangstrinn med enkel matespenning

☐ Åpne fila effekt-1.



Inngangssignalet  $U_{inn} = 2 \text{ V}_{t-b}$ . Frekvensen  $f = 1 \text{ kHz}$ .  
Signalet fra generatoren skal være frakoplet (SW1 åpen).

## Måle DC- strømmer, spenninger og effekt

☐ Klikk på PLAY-knappen eller trykk på **F12** for å starte animasjon.



☐ Klikk på PAUSE-knappen eller trykk på **Esc**.



☐ Klikk på INSTRUMENT-ikonet.

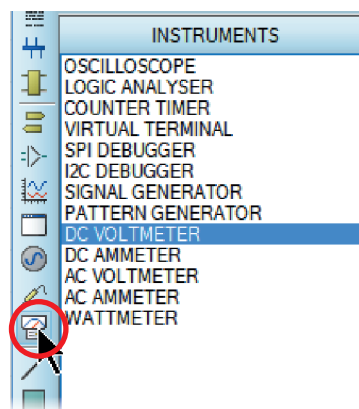
Effektforsterkere	10 s	Mars 2021
Utført av		
Dato		
Godkjent av		



☐ Ting du skal utføre vil være merket med en firkant.  
☒ Lag en hake i firkanten etter hvert som du går fram, så har du oversikt over hvor langt du er kommet.



Du kan fylle ut direkte i PDF-dokumentet der du ser gule felt.



- ☐ Klikk på transistoren Q1.
- ☐ Noter verdiene på strømmene og spenningene i tabellen under.

Strømmer og spenninger uten tilført signal

UC	UB	UE	VCE	VCB	VBE	IB	IC	IE	Power



Slik måling er bare gyldig om det ikke skjer endringer, dvs. bare ved likestrøm.

- ☐ Hvorfor går det ingen kollektorstrøm i transistoren Q1?

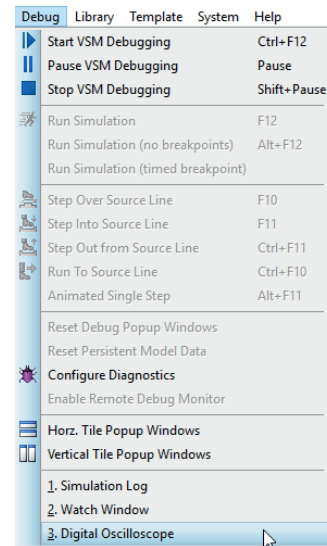



---

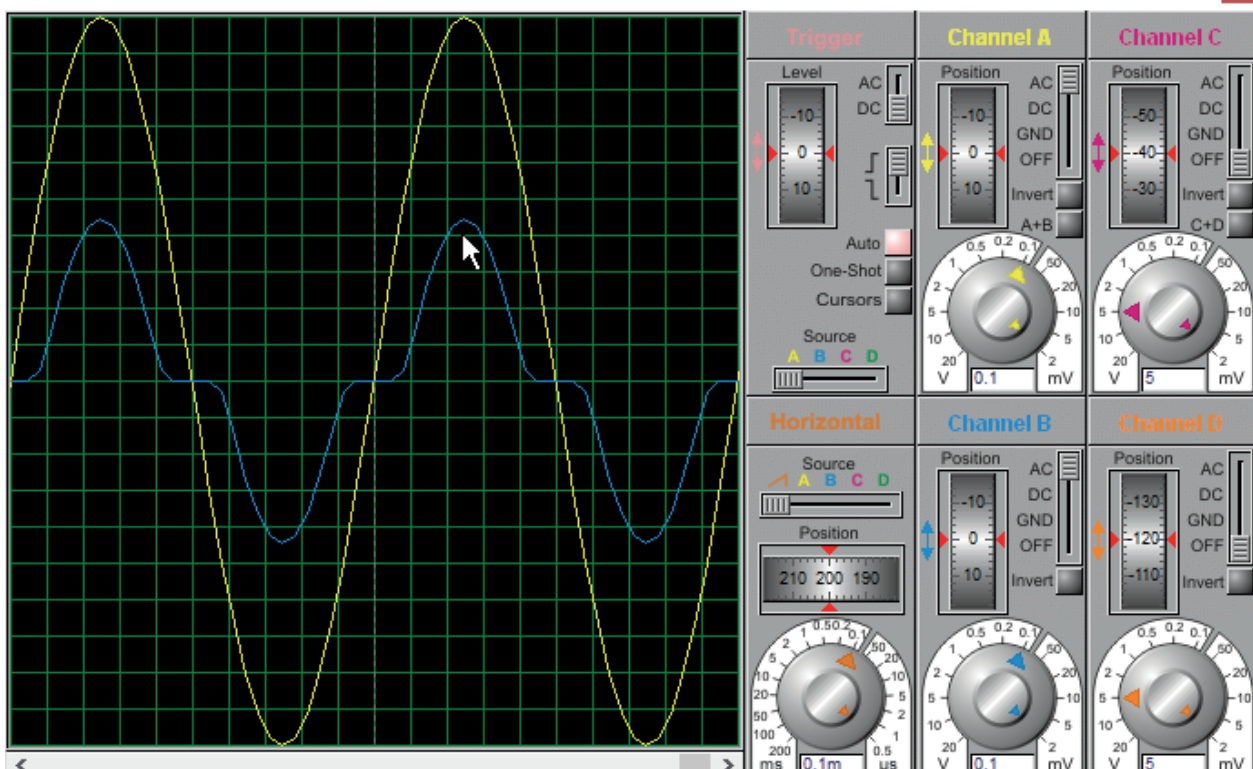


---

- ☐ Sett igang animasjonen igjen (trykk på PAUSE- eller PLAYknappen).
- ☐ Lukk bryteren SW1.
- ☐ Hvis oscilloskopet ikke vises, klikk i Debug-menyen og på VSM Oscilloscope.



Digital Oscilloscope



- ☐ Forklar hvorfor kurven på utgangen er mindre enn signalet på inngangen.






---



---

- ☐ Hvorfor har den ikke samme «fasong» som inngangssignalet?




---



---

- ☐ Hva kalles den forvrengningen vi har i utgangssignalet?




---

- ☐ Hvilken oppgave har kondensatoren C1?



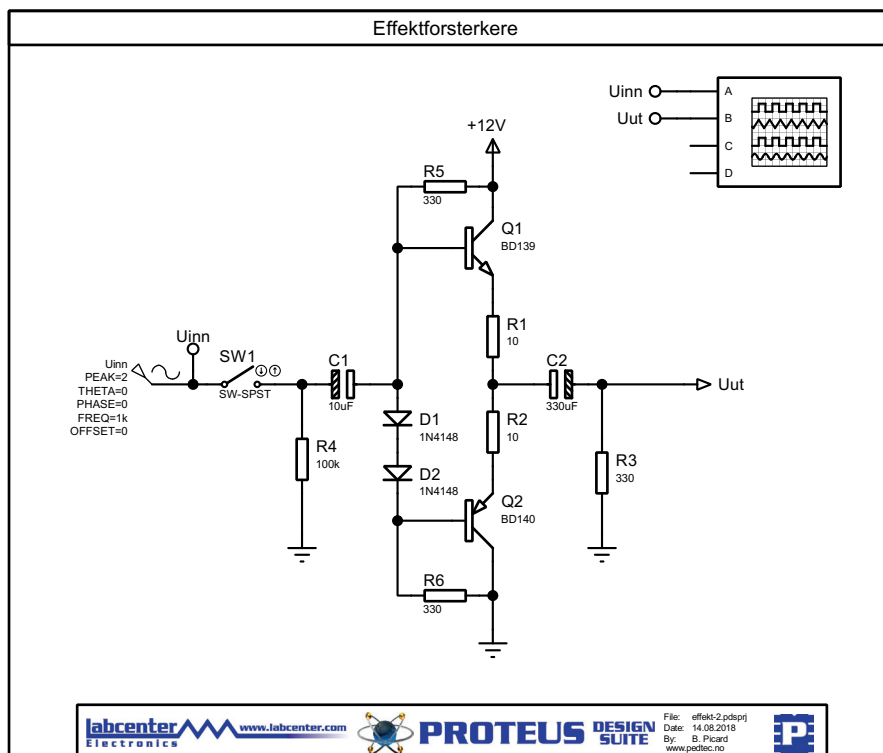

---

- ☐ Hva kalles denne typen utgangsforsterker?




---

- ☐ Åpne fila effekt-2.



- ☐ Hvor stor likespenning, referert til jord, forventer du å måle i punktet mellom emitterresistorene?

$U =$

---

- ☐ Forklar hvorfor.

---

- ☐ Inngangssignalet  $U_{\text{inn}} = 2 \text{ V}_{\text{t-b}}$ . Frekvensen  $f = 1 \text{ kHz}$ .
- ☐ Signalet fra generatoren skal være frakoplet (SW1 åpen).
- ☐ Start animasjonen.
- ☐ Pause animasjonen (klikk på PAUSE-knappen).
- ☐ Klikk på INSTRUMENT-ikonet.
- ☐ Klikk på kondensatoren C2.
- ☐ Noter spenningen over kondensatoren.

$U_{C2} =$

---

- ☐ Hvilken oppgave har kondensatoren C2?

---

- ☐ Klikk på transistoren Q1.
- ☐ Noter verdiene på strømmene, spenningene og effekten.

Strømmer og spenninger uten tilført signal

UC	UB	UE	VCE	VCB	VBE	IB	IC	IE	Power

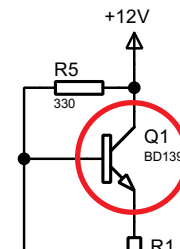
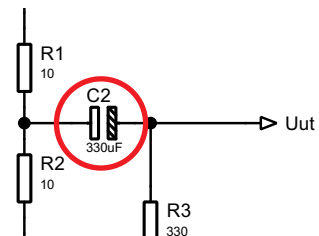
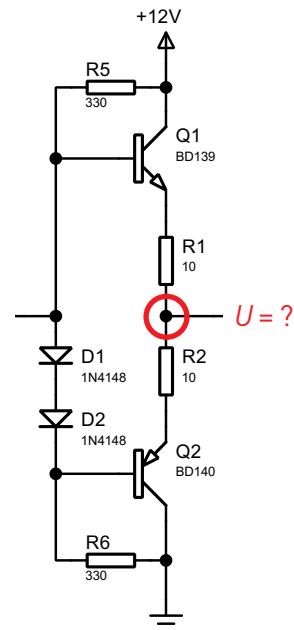
- ☐ Beregn strømforsterkningsfaktoren for transistoren.

$h_{FE} =$

---

- ☐ Sjekk med databladet og kommentér.

---

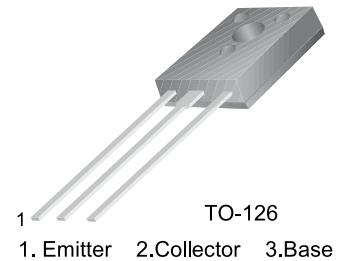




## BD135/137/139

### Medium Power Linear and Switching Applications

- Complement to BD136, BD138 and BD140 respectively



### NPN Epitaxial Silicon Transistor

#### Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
$V_{CBO}$	Collector-Base Voltage : BD135	45	V
	: BD137	60	V
	: BD139	80	V
$V_{CEO}$	Collector-Emitter Voltage : BD135	45	V
	: BD137	60	V
	: BD139	80	V
$V_{EBO}$	Emitter-Base Voltage	5	V
$I_C$	Collector Current (DC)	1.5	A
$I_{CP}$	Collector Current (Pulse)	3.0	A
$I_B$	Base Current	0.5	A
$P_C$	Collector Dissipation ( $T_C=25^\circ\text{C}$ )	12.5	W
$P_C$	Collector Dissipation ( $T_a=25^\circ\text{C}$ )	1.25	W
$T_J$	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
$T_{STG}$	Storage Temperature	- 55 ~ 150	$^\circ\text{C}$

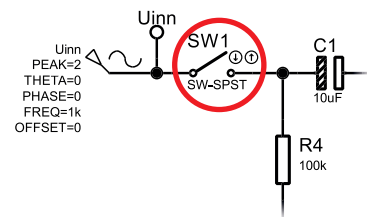
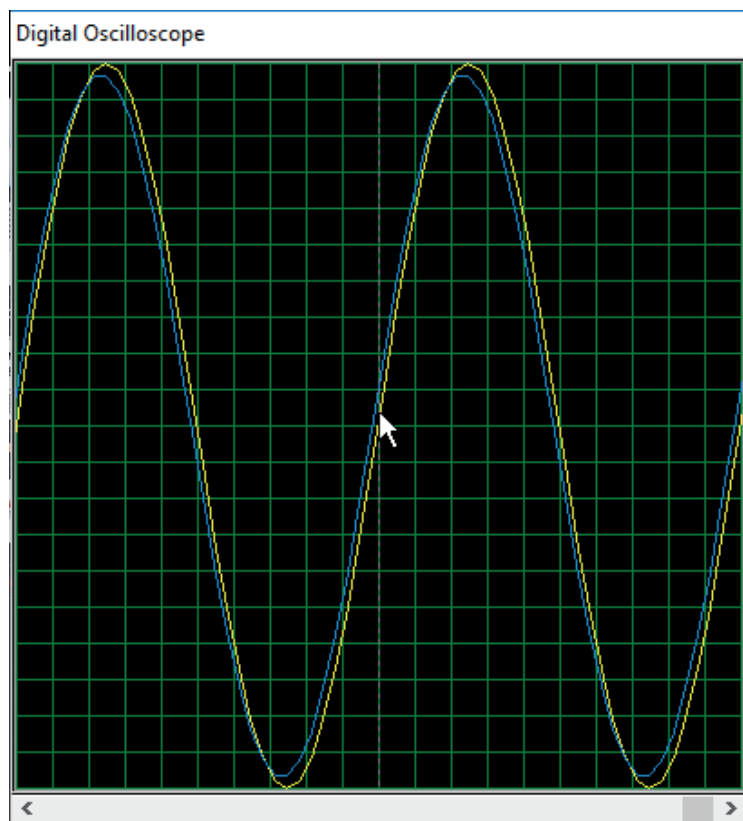
#### Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
V <sub>CEO(sus)</sub>	Collector-Emitter Sustaining Voltage : BD135 : BD137 : BD139	I <sub>C</sub> = 30mA, I <sub>B</sub> = 0	45 60 80			V V V
I <sub>CBO</sub>	Collector Cut-off Current	V <sub>CB</sub> = 30V, I <sub>E</sub> = 0			0.1	μA
I <sub>EBO</sub>	Emitter Cut-off Current	V <sub>EB</sub> = 5V, I <sub>C</sub> = 0			10	μA
h <sub>FE1</sub> h <sub>FE2</sub> h <sub>FE3</sub>	DC Current Gain : ALL DEVICE : ALL DEVICE : BD135 : BD137, BD139	V <sub>CE</sub> = 2V, I <sub>C</sub> = 5mA V <sub>CE</sub> = 2V, I <sub>C</sub> = 0.5A V <sub>CE</sub> = 2V, I <sub>C</sub> = 150mA	25 25 40 40		250 160	
V <sub>CE(sat)</sub>	Collector-Emitter Saturation Voltage	I <sub>C</sub> = 500mA, I <sub>B</sub> = 50mA			0.5	V
V <sub>BE(on)</sub>	Base-Emitter ON Voltage	V <sub>CE</sub> = 2V, I <sub>C</sub> = 0.5A			1	V

#### $h_{FE}$ Classification

Classification	6	10	16
$h_{FE3}$	40 ~ 100	63 ~ 160	100 ~ 250

- ☐ Lukk bryteren SW1.



- ☐ Kommenter forandringen i utgangssignalet fra forrige oscilloskopmåling.



- ☐ Er signalet på utgangen «rent» nå?



- ☐ Hva kalles denne typen utgangsförsterker?

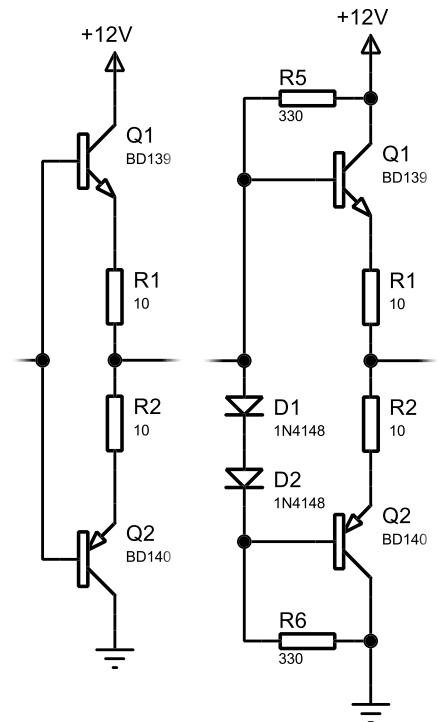
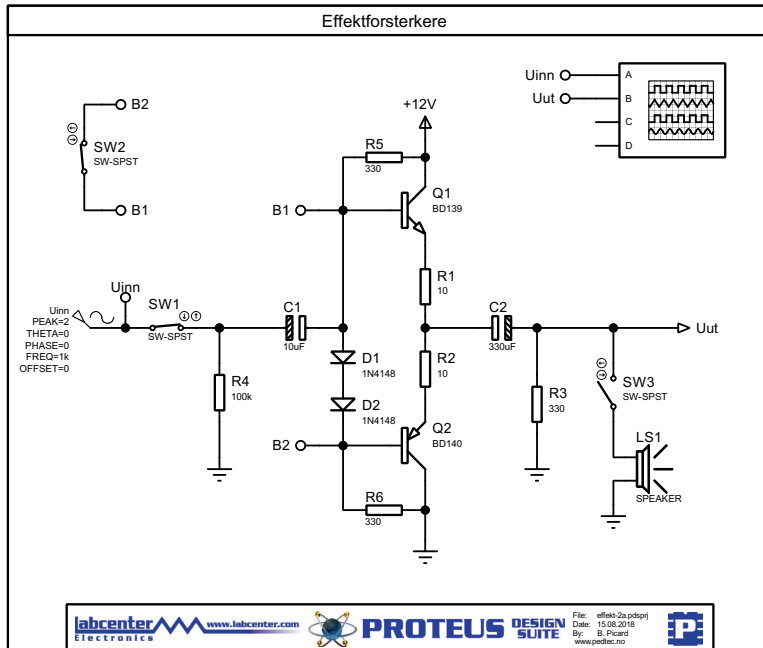


## Sammenlikning av de to forsterkerkoplingene

☐ Åpne effekt-2a.

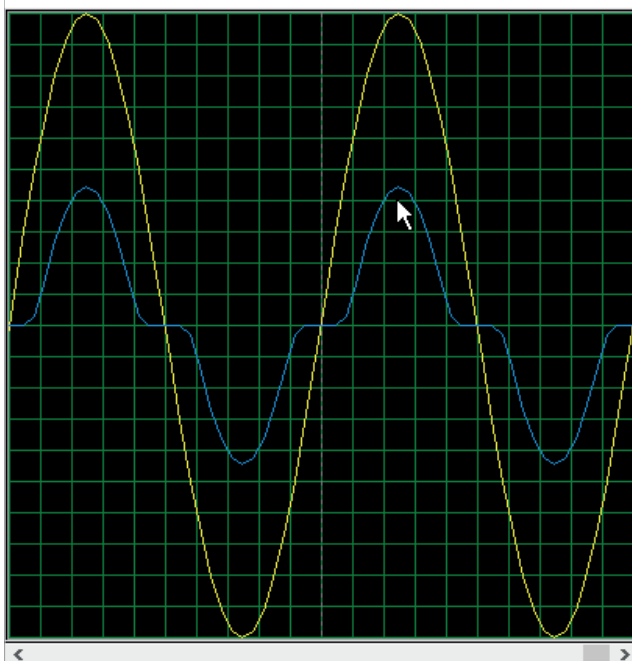
Her kan du veksle mellom de to foregående forsterkerkoplingene med bryteren SW2.

Hvis du har lydkort, kan du høre forvrengningen.

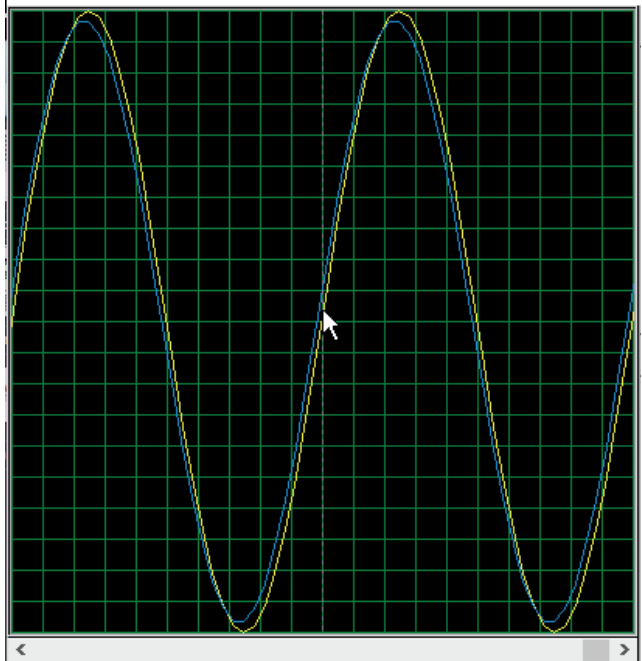


☐ Start animasjon og veksle mellom de to koplingene med SW2.

Digital Oscilloscope

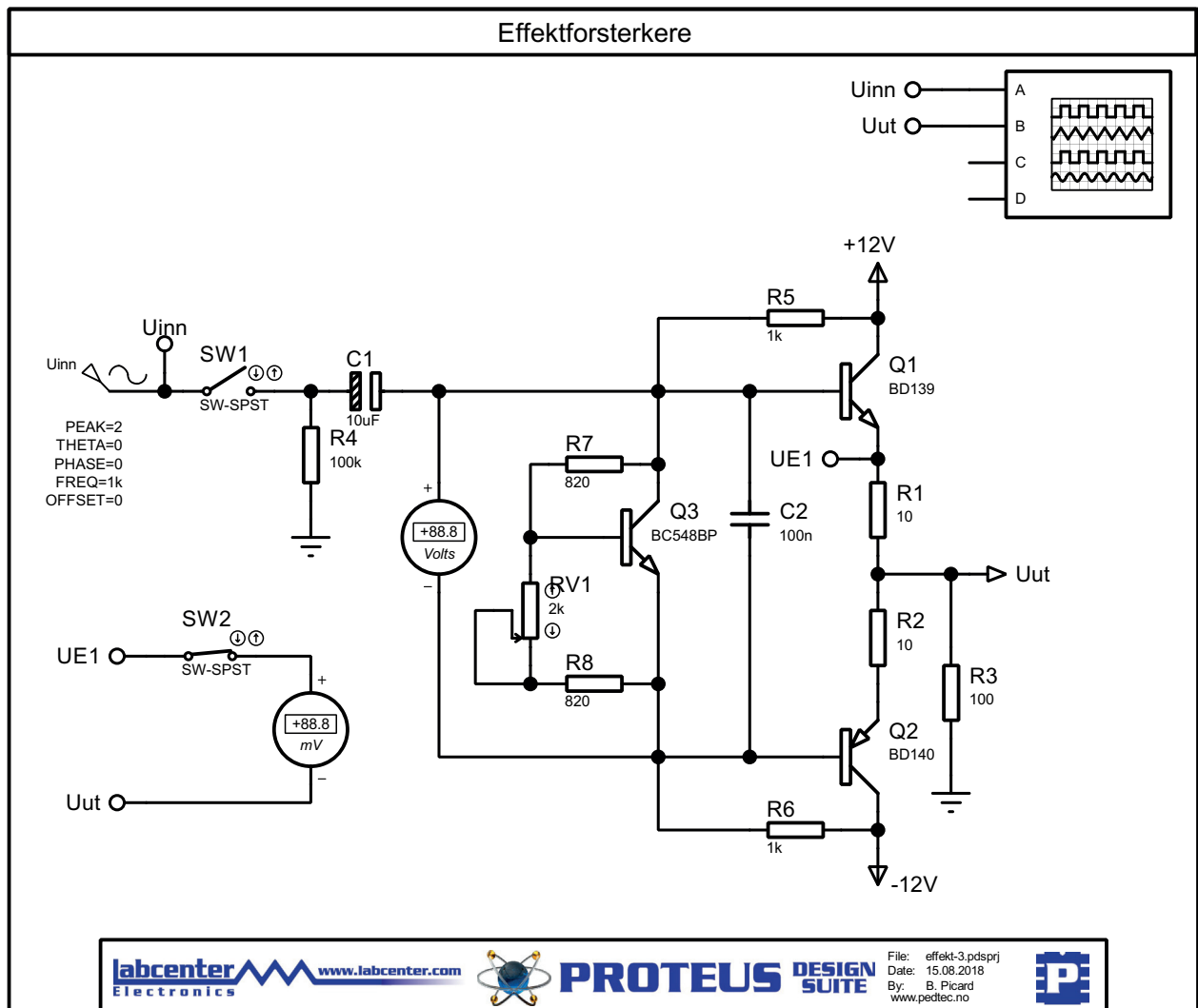


Digital Oscilloscope



## Utgangstrinn med dobbel matespenning

□ Åpne fila effekt-3.



□ På figuren ser du at vi har erstattet de to diodene med transistoren Q3, resistorene R7 og R8 og potensiometeret RV1.

□ Hva kalles dette forspenningsnettverket?



□ Videre ser du at vi nå har dobbelt forsyningsspenning og at kondensatoren på utgangen er fjernet.

□ Hvorfor er kondensatoren ikke nødvendig i denne koplingen?



I teorien ser du ofte at midtuttaket på pot.-meteret er koplet til basis på Q3. Det er en «farlig» kopling. Den vanligste feil som oppstår i et pot.meter er brudd. Hadde potmeteret vært koplet til basis på Q3 ville transistoren åpne og utgangstransistorene ville lede for fullt, noe som kunne knekke dem.





- ☐ Inngangssignalet  $U_{inn} = 2 \text{ V}_{t-b}$ . Frekvensen  $f = 1 \text{ kHz}$ .
- ☐ Signalet fra generatoren skal være frakoplet (SW1 åpen).

☐ Start animasjon.

☐ Juster R1 slik at skyveren står helt nede.

☐ Pause animasjonen.

☐ Klikk på INSTRUMENT-ikonet.

☐ Klikk på resistoren R3.

☐ Noter spenningen over resistoren.

UR3 =

\_\_\_\_\_

☐ Hva er likespenningsnivået på utgangen av forsterkeren?

\_\_\_\_\_

☐ På figuren ser du det er innkoplet to DC-voltmetre. Det ene er koplet mellom UE1 og Uut. Det måler altså spenningen over emitterresistoren R1. Dividerer vi denne spenningen med 10, får vi strømmen i R1 og altså strømmen i utgangstransistoren Q1.

☐ Les av spenningen over R1 og beregn kollektorstrømmen.

UR1 =

\_\_\_\_\_

IC1 =

\_\_\_\_\_

☐ Klikk på Q1 og kontroller strømmen.

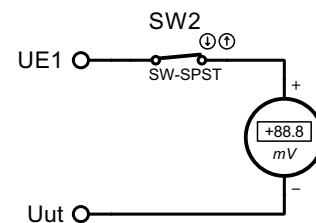
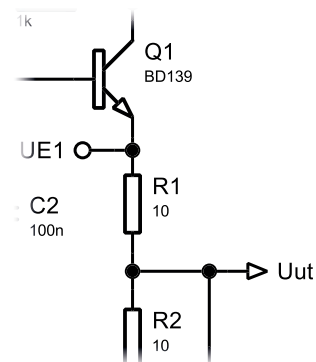
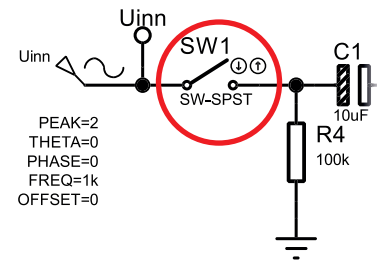
IC1 =

\_\_\_\_\_

☐ Det andre voltmeteret er koplet mellom basis på de to utgangstransistorene Q1 og Q2. Her måler vi da forspenningen. Vi kan variere denne forspenningen med RV1.

☐ Klikk på Q3 og noter VBE.

\_\_\_\_\_

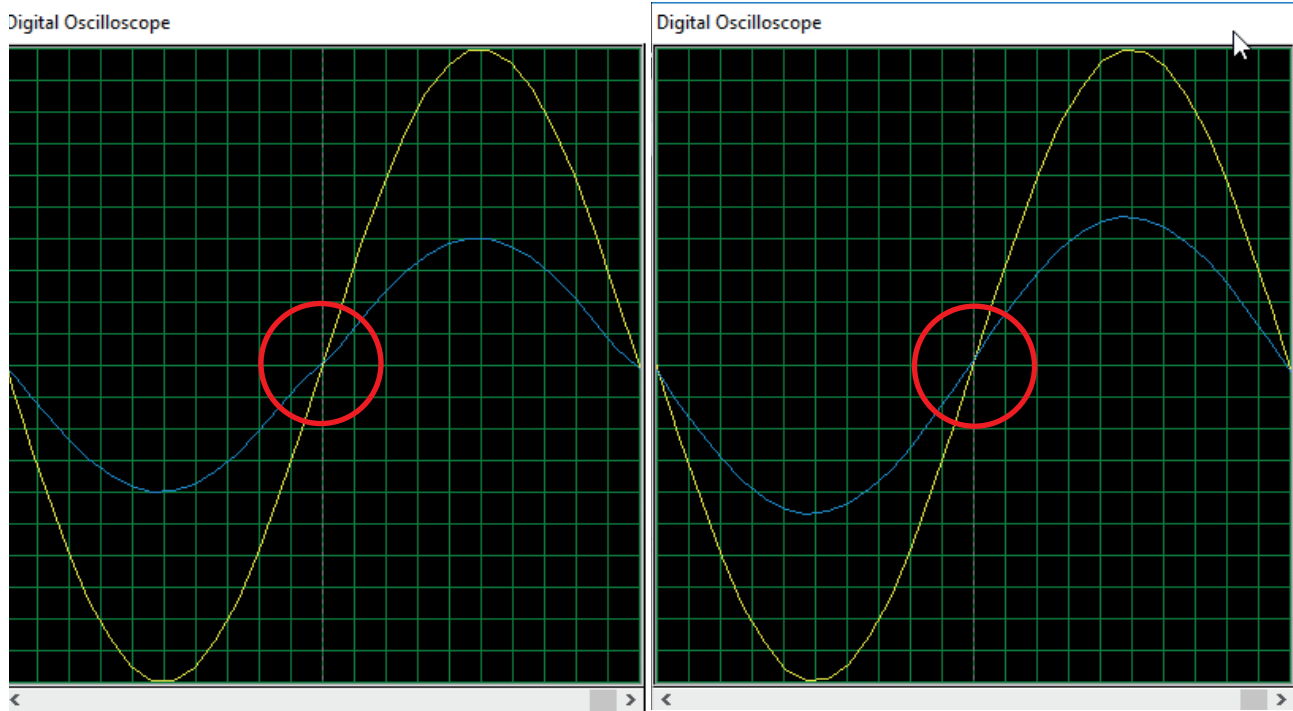


- ☐ Bruk denne verdien og beregn maks. og min. VCE over Q3.



- ☐ Start animasjon og lukk bryteren SW1 og observer utgangssignalet på oscilloskopet.

- ☐ Juster RV1 oppover til maks. mens du observerer utgangssignalet.



- ☐ Kommenter forandringene.



- ☐ Åpne SW1.

- ☐ Hva er maksimal kollektorstrøm i Q1?



- ☐ Hva er maksimal forspenning mellom mellom basis på utgangstransistorene Q1 og Q2? Stemmer det med dine beregninger?



- ☐ Hva kalles denne type utgangstrinn?

