

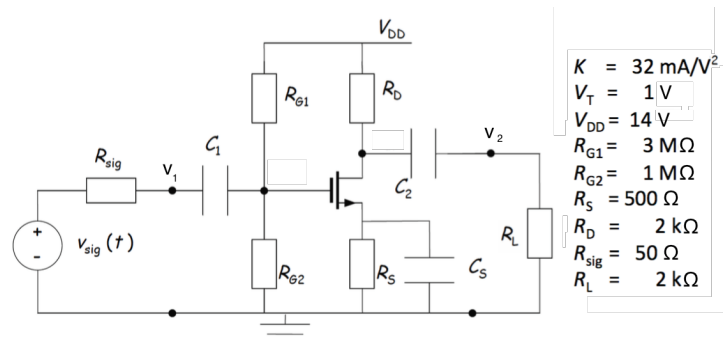
Øving 7

Målsetning

Denne øvingen tar for seg småsignalanalysen av transistorforsterkere. Anta at kondensatorene er store, og at signalene kan betraktes som småsignal. Finn alltid uttrykk først og sett inn tallverdier etterpå. Videre ser vi på design av en buffer implementert som en source-følger.

Oppgave 1 (10 poeng)

En forsterkerkobling er gitt i figur 1. I arbeidspunktet er $v_{GS} = V_{GS} = 1,5 \text{ V}$ (se øving 7).



Figur 1: Oppgave 1

- Finn forsterkerparametre R_i , R_o og $A = v_2/v_1$ (uten lastmotstand R_L), og bruk dem til å tegne et ekvivalentskjema for forsterkeren der disse parametrene inngår.
- Hvordan endres spenningsforsterkningen når lastmotstanden R_L tilkobles?
Hva skjer med spenningsforsterkningen hvis verdien til lastmotstanden økes 10 ganger?
- Finn spenningsforsterkningen $A_s = v_2/v_{sig}$ (uten lastmotstand R_L).
Sammenlign med spenningsforsterkningen i a) og kommenter.
- Anta nå at kondensatoren C_S fjernes fra kretsen. Finn ut hvordan denne endringen påvirker forsterkerparametre R_i , R_o og $A = v_2/v_1$ (uten lastmotstand). Kommenter.

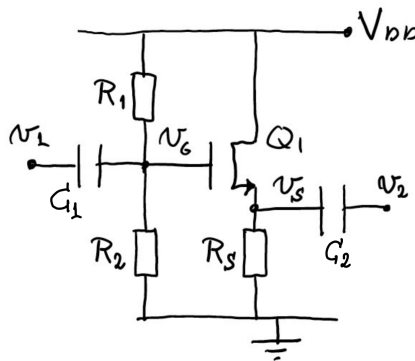
Oppgave 2 (10 poeng)

Som kjent(?) er eksakt lineære system ikke mulig å lage i praksis. Derfor trenger en av og til en måte å spesifisere *hvor ulineært* et system kan tillates å være. En mulig måte er da å se på forvrengningene av en sinustone. Spekteret til et forvrengt sinussignal består av en (forhåpentligvis tydelig) komponent på den aktuelle frekvensen pluss en eller flere såkalte “spuriøse” komponenter ved andre uønskede frekvenser. Slik forvrenging kan for eksempel måles med *Spurious Free Dynamic Range (SFDR)* gitt ved

$$\text{SFDR [dB]} = 10 \lg \frac{V_1^2}{V_{\text{smax}}^2} = 20 \lg \frac{V_1}{V_{\text{smax}}}$$

der V_1 er rms-verdien til den aktuelle sinuskomponenten og V_{smax} er rms-verdien til *den største* spuriøse frekvenskomponenten.

Professor Laurentius Lie roter. Han trenger en buffer til en applikasjon og har designet en source-følger til dette, som vist i figur 2.



Figur 2: Source-følger.

Bufferen skal ha en forsterking på minst 0.8 ved et sinussignal med amplitude 1 volt og frekvens 200 Hz og et SFDR på minst 30 dB. Men allerede på oscilloskopet (figur 3) ser han at noe er galt

Professor Lie tar fram sin spektrumsanalysator som viser tydelig (i figur 4) at SFDR er mindre enn 20 dB

Professor Lie har brukt kretsen i figur 1 med følgende komponentverdier:

$Q_1 = \text{BS170}$

$R_1 = 33 \text{ kohm}$

$R_2 = 33 \text{ kohm}$

$R_S = 10 \text{ kohm}$

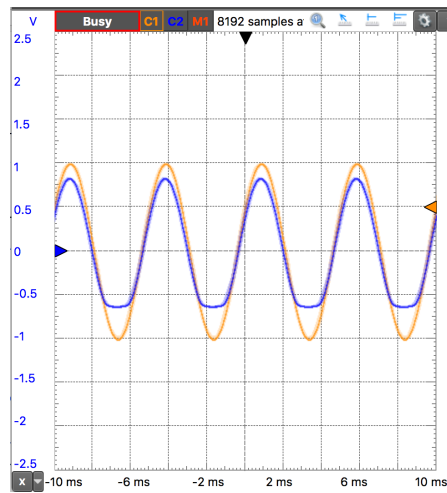
$R_1 = 33 \text{ kohm}$

$C_1 = 1 \mu\text{F}$

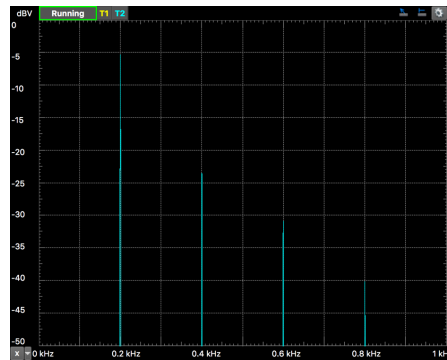
$C_2 = 1 \mu\text{F}$.

Som forsyningsspenning er benyttet $V_{\text{dd}} = 5 \text{ volt}$.

a) Modifiser løsningen slik at den fungerer bedre. Dokumenter eventuell forbedring ved måling. Tips: Når en transistorkrets ikke virker, er det alltid lurt å sjekke arbeidspunktet. Dessuten: Professor Lie har dårlig fargesyn, og kan ha blingset på en av motstandsverdiene.



Figur 3: Gul kurve: Inngangssignal v_1 , blå kurve: Utgangssignal v_2 .



Figur 4: Spektrum til utgangen av bufferen

b) Finn eksperimentelt utgangsmotstanden til den modifiserte source-følgeren. Tips: Kobl til en last på utgangen (for eksempel på 10 kohm) og registrer endring i signalnivå. Bruk dette til å estimere utgangsmotstanden.

c) Bufferen skal få plass på et lite kretskort, og Professor Lie finner ut at han kan bruke en mindre verdi på kondensatoren C_1 . Foreslå en verdi som gjør at inngangssignalet ikke blir dempet med mer enn 3 dB ved frekvensen 100 Hz.

PROFESSOREN

Han heiter professor Laurentius Lie,
han er ein einsam professor fordi
han alltid har vore professor i slikt
som andre professorar aldri har likt.

Han sit på kontoret, og skriv på sin PC,
artiklar og bøker som ingen vil lese.
Du treffer han torsdagar kvart over ti,
då snakkar han i auditorium ni,

han smiler i skjegget og har det so gildt –
og svarar på spørsmål som ingen har stilt.



© BKL 2019