

## Løsningsforslag oppgaver IN1080 v23 til uke 13 (27/3)

### Oppgave 1)

- Siden  $R_{in}$  er tilnærmet lik uendelig kan vi anta at det ikke går noe strøm inn på inngangen, dvs  $I_{in}=0$
- Hvis utgangsmotstanden  $R_o = 0$  vil utgangsspenningen  $V_o$  falle når utgangsstrømmen  $I_o$  øker; med andre ord vil utgangsspenningen variere med lastmotstanden
- $A_{CL} > A_{OL}$  gjelder bare ved negativ tilbakekobling. Ved positiv tilbakekobling kan  $A_{CL}$  nærme seg eller bli lik  $A_{OL}$
- Uendelig inngangsimpedans gir null inngangsstrøm, men når inngangsimpedansen faller vil det etter hvert gå en strøm inn i inngangsterminalene.
- $A_{CL}$  er bestemt av forholdet mellom  $R_f$  og  $R_{in}$ , dvs tilbakekoblingsfaktoren, men ikke av  $A_{OL}$  (forutsatt at  $A_{OL}$  er veldig mye større enn  $A_{CL}$ ). Dermed har det ikke noe å si for  $A_{CL}$  at  $A_{OL}$  faller med 1%

### Oppgave 2)

- $A_{CL} = -R_f/R_{in} = -100k\Omega/10k\Omega = -10$
- Fasedreiningen mellom  $V_{in}$  og  $V_{out}$  er 180 grader siden  $V_{out} = -10V_{in}$
- Siden  $V_-$  er tilnærmet 0v blir  $i_{in} = V_{in}/R_{in} = 1.2v/10k\Omega = 120 \mu A$ . Siden vi kan anta at  $R_{in}$  er uendelig blir dermed  $i_f = i_{in} = 120 \mu A$
- $i_{in} = V_{in}/R_{in} = 0.3v/10k\Omega = 30 \mu A$
- For at  $A_{CL} = 20$  må  $R_f = 20R_{in}$  istedenfor  $R_f = 10R_{in}$ . Det er kun forholde mellom  $R_{in}$  if  $R_f$  som avgjør forsterkningen, ikke størrelsen til de enkelte verdiene
- $i_f$  vil fortsatt være lik  $i_{in}$  og vil være uendret forutsatt samme inputspenning. Derimot vil outputspenningen øke, men siden den totale resistansen også har økt vil ikke strømmen endre seg.
- Hvis  $R_f = R_{in}$  får vi et inverterende buffer, dvs  $V_{out} = -V_{in}$ , men vi vil ikke isolere output fra input siden det vil finnes en strømvei direkte fra inngangen til utgangen via de to utvendige resistorene  $R_f$  og  $R_{in}$

### Oppgave 3)

- $A_{CL} = 1 + R_f/R_2 = 1 + 100k\Omega/10k\Omega = 11$
- Fasedreiningen er 0 grader, dvs  $V_{in}$  og  $V_{out}$  er i fase
- Først ser vi at  $i_f = i_{out}$ . Hvis  $V_{in} = 1.5v$  blir  $V_{out} = V_{in}(1 + R_f/R_2) = V_{in}A_{CL} = 11V_{in} = 11 * 1.5v = 16.5v$ . Dermed får vi at  $i_{out} = V_{out}/(R_f + R_2) = 16.5v/(100k\Omega + 10k\Omega) = 150 \mu A$
- Hvis  $A_{CL} = 25$  betyr det at  $1 + R_f/R_2 = 25$ , dvs  $R_f/R_2 = 24$  eller  $R_f = 24R_2$
- $i_f$  vil være avhengig av verdien til  $R_f$  og  $R_2$ , mens  $I_{in}$  vil være 0, siden vi antar at inngangsimpedansen lik uendelig.

- f)  $R_f=0$  og  $R_2=\infty$  betyr at  $R_f$  kortsluttes og  $R_2$  fjernes, dvs at vi får et buffer eller en spenningsfølger

#### Oppgave 4)

- a) Single-ended mode
- b) Differential mode
- c) Common-mode

#### Oppgave 5)

- a) Spenningsfølger
- b) Ikke-inverterende forsterker
- c) Inverterende forsterker

#### Oppgave 6)

Alle kretsene er ikke-inverterende forsterkere hvor  $A_{cl} = 1+R_f/R_i$

- a)  $A_{cl} = 1 + 47k\Omega/4,7k\Omega=11$
- b)  $A_{cl} = 1 + 1M\Omega/10k\Omega=101$
- c)  $A_{cl} = 1 + 220k\Omega/4,7k\Omega=47,8$
- d)  $A_{cl} = 1 + 22k\Omega/1,0k\Omega=23$

#### Oppgave 7)

- a) Kretsen er en ikke-inverterende forsterker hvor er gitt av:  $A_{cl} = 1+R_f/R_i \rightarrow R_f = R_i(A_{cl}-1) = 1k\Omega(50-1)=49 k\Omega$
- b) Kretsen er en inverterende forsterker hvor  $A_{cl} = -R_f/R_i \rightarrow R_f = -A_{cl}R_i = -(-300)*10k\Omega=3M\Omega$
- c) Kretsen er en ikke-inverterende forsterker hvor  $R_f = R_i(A_{cl}-1) = 12k\Omega(8-1)= 84k\Omega$
- d) Kretsen er en inverterende forsterker hvor  $A_{cl} = -R_f/R_i \rightarrow R_f = -A_{cl}R_i = -(-75)*2,2k\Omega =165k\Omega$

#### Oppgave 8)

- a) Kretsen er en spenningsfølger, slik at  $V_{out}=V_{in}=10mV$  uten fasedreining
- b) Kretsen er en inverterende forsterker hvor  $V_{out}=-A_{cl}*V_{in}=-10mV*(R_f/R_{in}) =-10mV*100 k\Omega/100 k\Omega=-10mV$ , dvs  $180^\circ$  fasedreining
- c) Kretsen er en ikke-inverterende forsterker  $V_{out} = A_{cl}*V_{in} = (1+R_f/R_i) *V_{in}=(1+1M\Omega/47k\Omega)*10mV=223mV$  i fase
- d) Kretsen er en inverterende forsterker hvor  $V_{out}=-A_{cl}*V_{in}=-10mV*(R_f/R_{in}) =-10mV*330 k\Omega/33k\Omega=-100mV$ , dvs  $180^\circ$  fasedreining

### Oppgave 9)

Kretsen er en inverterende forsterker

- a) Antar at  $V_- \approx 0$ . Dette gir at  $I_{in} = V_{in}/R_{in} = 1V/2,2k\Omega = 0,45 \text{ mA}$
- b) Vi antar at  $R_{in} \approx \infty$ , og da blir  $I_f \approx I_{in} = 0,45 \text{ mA}$
- c)  $V_{out} = -V_{in} * R_f/R_{in} = -1V * 22k\Omega/2,2k\Omega = -10V$
- d)  $A_{cl} = - R_f/R_{in} = -10$