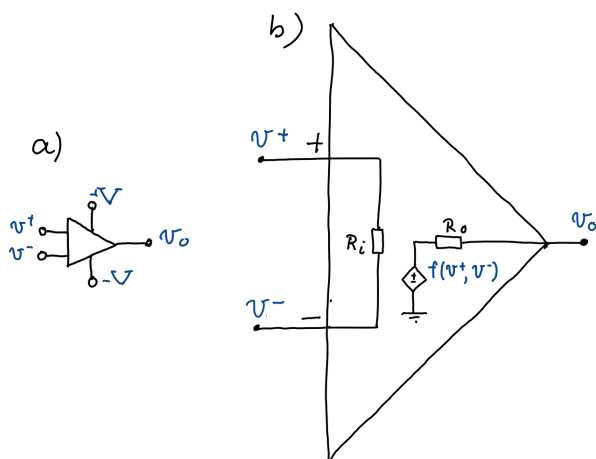


## Designprosjekt 6: Operasjonsforsterker versjon 2.0

### Problemstilling

En operasjonsforsterker (opamp) er en krets med fem tilkoblingspunkter som vist i figur 1 a) og med en modell som vist i figur 1 b).



Figur 1: Operasjonsforsterker: a) symbol, b) modell

En *ideell* opamp har følgende egenskaper:

1. inngangsmotstanden  $R_i$  er uendelig stor
2. utgangsmotstanden  $R_o = 0$ .
3. utgangen er gitt som

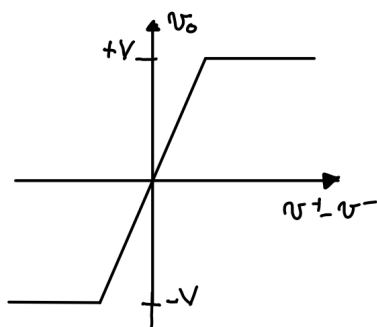
$$v_o = f(v^+, v^-) = \begin{cases} \min\{V, A(v^+ - v^-)\} & \text{for } v^+ - v^- > 0 \\ \max\{-V, A(v^+ - v^-)\} & \text{for } v^+ - v^- < 0 \end{cases} \quad (1)$$

dvs. som vist i figur 2. Konstanten  $A$  er opampens *åpen løkke-forsterking*.

En reell operasjonsforsterker er et elektronisk system som i større eller mindre grad oppfyller betingelsene ovenfor. Typiske avvik er at inngangs- og utgangsmotstandene har endelige verdier. Videre er utgangen gitt som en funksjon

$$v_o = f(v^+, v^-)$$

som ikke eksakt oppfyller den vi har i (1).



Figur 2: Karakteristikk for ideell operasjonsforsterker

## Oppdrag

Design og bygg “din” operasjonsforsterker. Designet skal dokumenteres slik at en kompetent leser (“Olga”) kan forstå hvordan du har tenkt og selv kunne replikere arbeidet. Forsyningsspenningen  $V$  skal være  $\pm 5$  volt.

Spesielt skal følgende egenskaper undersøkes:

- Forsterking  $A$  ved sinuspåtrykk med frekvens  $f = 1$  kHz
- Total harmonisk distorsjon ved sinuspåtrykk med frekvens  $f = 1$  kHz

De to punktene skal undersøkes ved to forskjellige lastmotstander:  $R_L = 100$  kohm og  $R_L = 100$  ohm. Du kan velge amplitude og DC-nivå på inngangssignalet selv.

Det skal også undersøkes hvor godt kretsløsningen virker som opamp i en inverterende forsterkerkobling med forsterking 10. Undersøk de samme egenskapene som for åpen løkke-forsterkning og med de samme to lastmotstandene  $R_L = 100$  kohm og  $R_L = 100$  ohm.

*Frivillig:* Mål inngangs- og utgangsmotstand for operasjonsforsterken med åpen løkke og negativ tilbakekobling.

## Noen retningslinjer for vurdering

- Selve designet kan være enkelt. Det vil da resultere i en “dårlig opamp”, men dersom du skriver en grundig analyse av virkemåte oppførsel, vil det gi et fullgodt resultat.
- Ved et mer avansert design, som på en eller flere måter ligger nærmere det ideelle, stilles mindre strenge krav til teoretisk beskrivelse av virkemåte.
- Forklaring av prinsipiell virkemåte kan i stor grad være kvalitativ. (Ikke nødvendig med mye matematikk). Husk at “teori” først og fremst har verdi i den grad den kan brukes til å forklare observasjoner av oppførselen til det ferdige systemet. Bruk gjerne referanser (for eksempel til) videoer for begrunnelser av detaljer i forklaringen.

- Dette prosjektet skal være dimensjonert slik at det skal være mulig å gjøre ferdig i løpet av en uke. Forventningene våre til kvaliteten på designet er justert tilsvarende. Den sene fristen er satt slik at de som ikke har mulighet til å jobbe denne uka skal få tid til å gjøre ferdig prosjektet. **Det er altså ikke tiltenkt eller forventet fra vår side at dere skal jobbe med dette prosjektet utover den avsatte uka.**

## Tips

- Les gjennom hele dette designprosjektnotatet for å være sikker på hva som er forventet.
- Prøv å koble kretsen tett på koblingsbrettet og unngå bruk av lange ledninger. Da begrenser du strøkapasitanter og -induktanser som kan skape uheldige effekter i kretsen.
- Fungerer ikke systemet, prøv å koble tettere med kortere ledninger.
- Fungerer det fortsatt ikke, prøv å bytte ut transistorene.