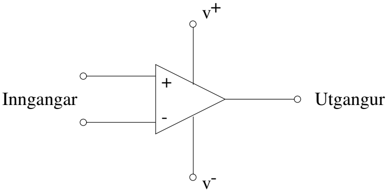
Greining Rása

Aðgerðamagnarar

Ólafur Bjarki Bogason

25. janúar 2021

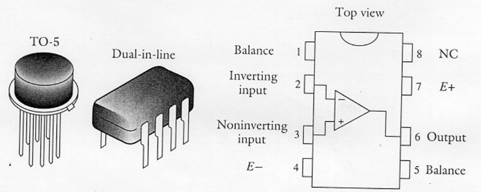
Aðgerðamagnarar



- Aðgerðamagnari er virk rásaeining, sem hefur fjölmargar hagnýtingar í rafeindatækni
- Virk rásaeining er rásaeining sem getur gefið frá sér orku
- Aðgerðamagnari hegðar sér eins og spennustýrð spennulind

Aðgerðamagnarar

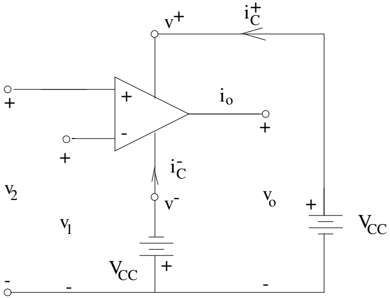
- Dæmigerður aðgerðamagnari er μA741



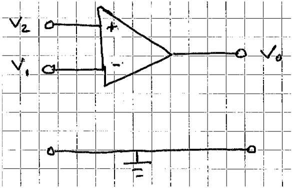
- Hann hefur 8 tengipunkta eins og sést á mynd
- Hver μA741 samanstendur af 24 smárum og um tylft viðnáma og nokkrum þéttum

Aðgerðamagnarar

- Tvö inntök v_1 og v_2
- Eitt úttak v_o
- Ytra afl V_{CC}



Aðgerðamagnarar



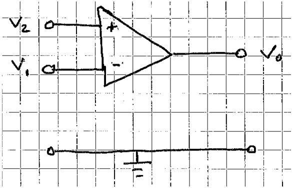
- Oftast er þessum ytri aflgjafa og tilheyrandi tengingum sleppt þegar rás er teiknuð og greind
- Skilyrðin sem spennurnar verða að uppfylla eru tvö

$$v_{\mathrm{o}} = A(v_2 - v_1)$$

og

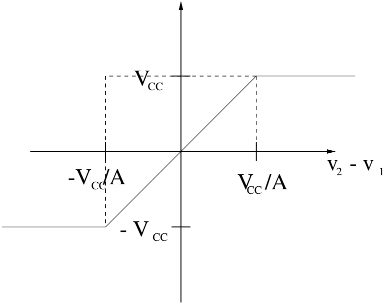
$$-V_{\mathrm{CC}} \leq v_{\mathrm{o}} \leq +V_{\mathrm{CC}}$$

Aðgerðamagnarar



- Hlutfallsstuðullinn A er kallaður **mögnun í opinni lykkju**.
- Seinna skilyrðið segir okkur að útgangsspennan takmarkast af lindarspennunum $\pm V_{\mathrm{CC}}$.
- Ef $v_{\mathrm{o}} = \pm V_{\mathrm{CC}}$ þá segjum við að aðgerðamagnarinn sé **mettaður** (í mettun).

Aðgerðamagnarar

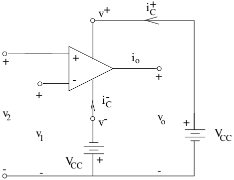


- Aðgerðamagnari er í línulegu sviði ef $\mid v_o \mid < \mid V_{CC} \mid$
- Dæmigerð gildi á V_{CC} og A eru $V_{CC} < 20$ V og $A > 10^5$
- Við sjáum að því að í línulegu sviði gildir að

$$\mid v_2 - v_1 \mid < \frac{20}{10^5} = 0.2 \text{ mV}$$

sem þýðir í raun að $v_1 \approx v_2$

Aðgerðamagnarar



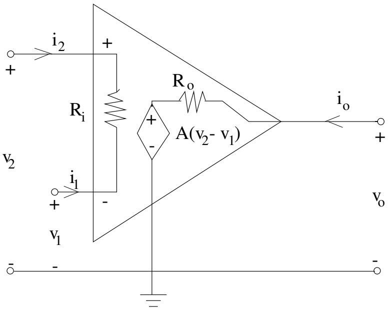
- Beitum nú KCL á aðgerðamagnarann og fáum

$$i_1 + i_2 + i_{\mathrm{o}} + i_{\mathrm{C}}^{+} + i_{C}^{-} = 0$$

- Skilyrðið sem innri gerð aðgerðamagnarans setur á straumana er að i_1 og i_2 séu mjög litlir miðað við hina straumana. Í fullkomnum aðgerðamagnara er $i_1 \approx i_2 \approx 0$.
- Þetta segir einnig að inngangsviðnám aðgerðamagnara er mjög stórt (frá 10^5 til 10^9 Ω). með þessu skilyrði verður KCL-jafnan

$$i_{\mathrm{o}} = -(i_{\mathrm{C}}^{+} + i_{\mathrm{C}}^{-})$$

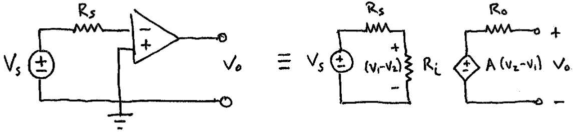
Líkan fyrir aðgerðamagnara



- Týpisk gildi fyrir 741 eru

$$
\begin{aligned}
R_i &\sim 2\mathrm{M}\Omega \\
A &\sim 2 \cdot 10^5 \\
R_o &\sim 75\Omega
\end{aligned}
$$

Aðgerðamagnari

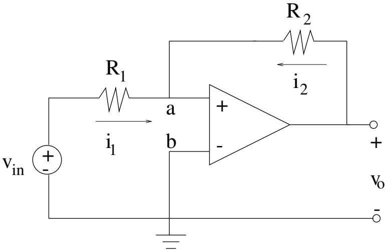


- Íhugum nú hvernig við getum notað aðgerðamagnara til að magna upp innspennu v_s
- Í rás að ofan gildir

$$v_0 = -A\frac{R_i}{R_s + R_i}V_s$$

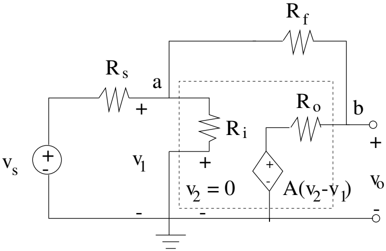
- Mögnunin er háð A sem er óheppilegt því gildi A getur verið mjög mismunandi milli aðgerðamagnara (þið lærið meira um þetta í rafeindatækni fastra efna)

Magnari með umpólun



- Tengjum nú viðnám á milli inntaks og úttaks og skoðum samband á milli v_0 og v_s

Jafngildisrás

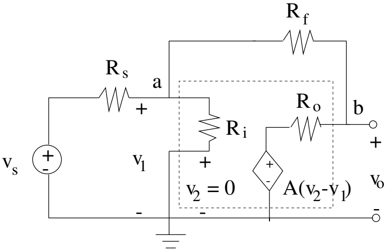


Setjum upp hnútpunktajöfnur í punktum a og b

a:

$$\frac{v_1 - v_s}{R_s} + \frac{v_1 - v_o}{R_f} + \frac{v_1}{R_i} = 0$$

Jafngildisrás



b:

$$\frac{v_{\mathrm{o}} - v_1}{R_f} + \frac{v_{\mathrm{o}} - A(-v_1)}{R_{\mathrm{o}}} = 0.$$

Endurskrifum a:

$$\left(\frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_i}\right) v_1 - \frac{1}{R_f} v_{\mathrm{o}} = \frac{1}{R_s} v_s$$

Jafngildisrás

Endurskrifum b:

$$\left(\frac{A}{R_\mathrm{o}} - \frac{1}{R_f}\right) v_1 + \left(\frac{1}{R_f} + \frac{1}{R_\mathrm{o}}\right) v_\mathrm{o} = 0$$

Einangrum v_o

$$v_\mathrm{o} = \left(\frac{-A + \frac{R_\mathrm{o}}{R_f}}{\frac{R_s}{R_f}\left(1 + A + \frac{R_\mathrm{o}}{R_f}\right) + \left(\frac{R_s}{R_i} + 1\right) + \frac{R_\mathrm{o}}{R_f}}\right) v_s$$

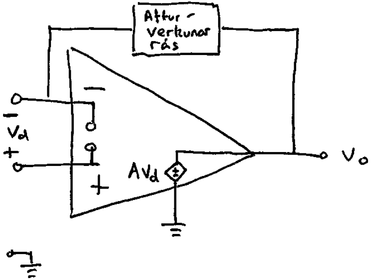
Ef $R_\mathrm{o} = 0$, $R_i = \infty$ en $A \neq \infty$ fæst

$$v_\mathrm{o} = \left(\frac{-A}{\frac{R_s}{R_f}(1 + A) + 1}\right) v_s$$

Ef $R_\mathrm{o} = 0$, $R_i = \infty$ og $A = \infty$ (fullkominn aðgerðamagnari) fæst

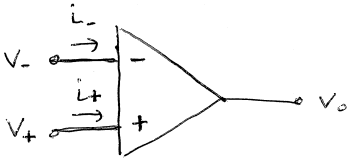
$$v_\mathrm{o} = -\frac{R_f}{R_s} v_s$$

Neikvæð afturverkun



- Gerum ráð fyrir aðgerðamagnara með $R_i = \infty$, $R_o = 0$, og $A < \infty$
- Afturverkun: Hluta útmerkis er skilað til innmerkis
- Neikvæð afturverkun minnkar innmerkið v_d

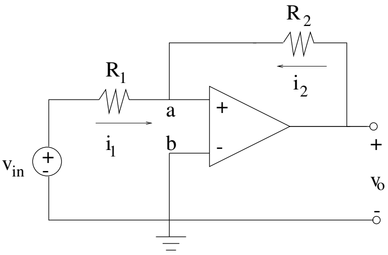
Kjöraðgerðamagnari (Gullnu reglurnar)



- Gerum ráð fyrir afturverkunartengingu og kjöraðgerðamagnara ($R_i = \infty$, $R_o = 0$ og $A \to \infty$)
- Gullnu reglurnar:

$$\begin{aligned} V_+ &= V_- \\ i_+ &= i_- = 0 \end{aligned}$$

Magnari með umpólun



- Greinum magnararás aftur og gerum ráð fyrir kjöraðgerðamagnara
- Inngangarnir eru við sömu spennu $v_a = v_b = 0$.
- Enginn straumur fer inn á inngangana svo að $i_1 + i_2 = 0$. En nú er

$$i_1 = \frac{v_{\text{in}}}{R_1} \quad \text{og} \quad i_2 = \frac{v_{\text{o}}}{R_2}$$

Magnari með umpólun

- þannig að

$$\frac{v_{\mathrm{in}}}{R_1} + \frac{v_o}{R_2} = 0$$

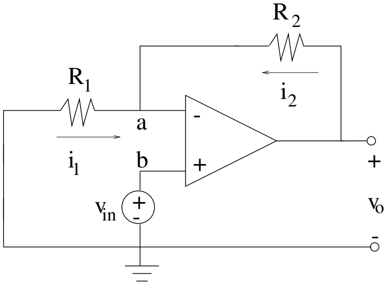
  og þá

$$\frac{v_o}{v_{\mathrm{in}}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

- Við sjáum að enda þótt mögnunin í opinni lykkju sé $A = \infty$ þá verður mögnunin í lokaðri lykkju (**afturverkunarviðnámið** R_2 lokar lykkjunni) endanleg og það sem meira er, ákvarðast eingöngu af hlutfalli viðnámanna R_1 og R_2.
- Mínusinn þýðir að ef $v_{\mathrm{in}} > 0$ þá er $v_{\mathrm{o}} < 0$ (umpólun).

$\Longrightarrow$ Dæmi 4.1.

Magnari án umpólunar



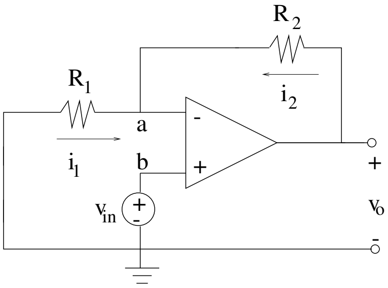
- Gerum ráð fyrir kjöraðgerðamagnara

$$v_a = v_b = v_{\text{in}}$$

og með því að líta á þessa rás sem spennudeili má sjá að

$$v_{\text{in}} = v_{\text{o}} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad => \quad v_{\text{o}} = v_{\text{in}} \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

Magnari án umpólunar



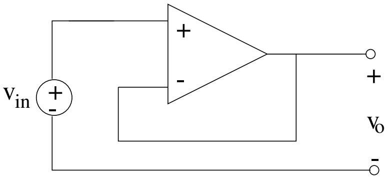
- Sem segir
$$v_\mathrm{o} = v_\mathrm{in}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$
svo að hér ákvarðast mögnunin eingöngu af viðnámunum R_1 og R_2
- Í þessu tilfelli getur mögnunin ekki orðið minni en 1. Ef $R_2 = 0$ þá verður mögnunin $v_\mathrm{o}/V_\mathrm{in} = 1$

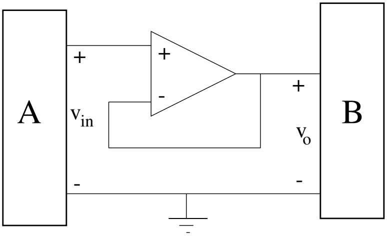
Magnari án umpólunar

- Getum því valið R_1 að vild; veljum $R_1 = \infty$ þ.e. sleppum því. Þá er

$$v_o = v_{in}$$

- Þessi rás er svo kallaður "voltage follower" og er notuð sem "buffer" milli tveggja rása A og B, þ.e. rás B dregur þá engan straum frá rás A og útspennan er sú sama

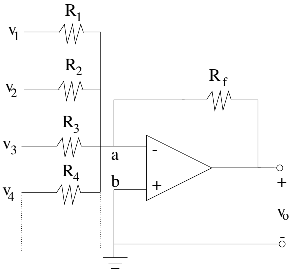




$\Longrightarrow$ Dæmi 4.2.

Summari

Sértilfelli af umpólunarmagnaranum er summarinn:



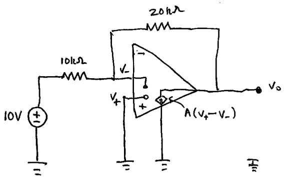
Í punkti a gildir samkvæmt KCL

$$\frac{v_\text{o}}{R_f} + \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} + \cdots = 0$$

eða

$$v_\text{o} = -\left(\frac{R_f}{R_1} v_1 + \frac{R_f}{R_2} v_2 + \cdots\right) = 0$$

Réttlæting á gullnu reglunum



- Gerum ráð fyrir að $R_i = \infty$, $R_o = 0$ og $A = 200000$

þá er

$$v_o = \frac{-A}{\frac{R_s}{R_f}(1 + A) + 1} v_s = -19.9997\text{V}$$

og því

$$v_- = \frac{v_o}{A} \approx 0.0001\text{V} \approx v_+$$