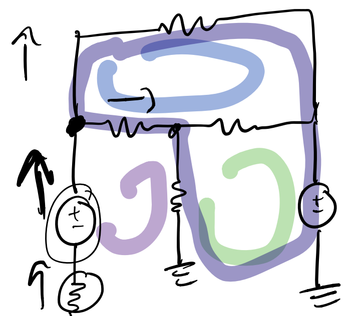
Greining Rása

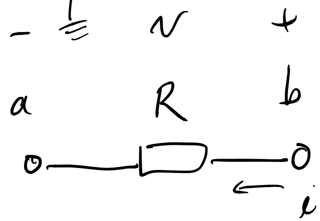
Aðgerðamagnarar



KVL $\sum_i v_i = 0$

KCL $\sum_i i_i = 0$

$$\boxed{\sum i_{in} = \sum i_{út}}$$

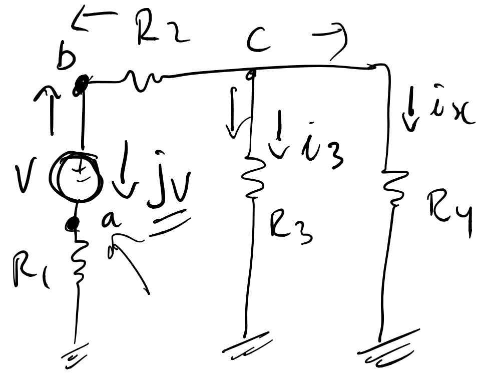


$v = iR$ eða $i = \dfrac{v_b - v_a}{R}$

Ólafur Bjarki Bogason

25. janúar 2021

$\uparrow i_x$ $\downarrow i_y$ $i_y = -i_x$



$$G_i = \frac{1}{R_i} \qquad \frac{V_a - 0}{R_1}$$

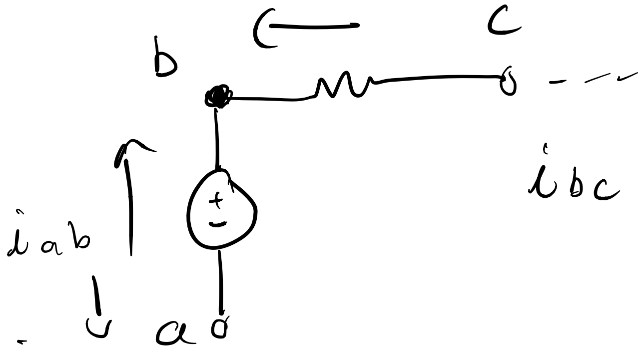
$$G_1 V_a - jV = 0$$

Strømmer ut   Strømmer inn

ut	inn
$0 = i_{cb} + i_{ab}$	
$i_{bc} + i_{ba} = 0$	

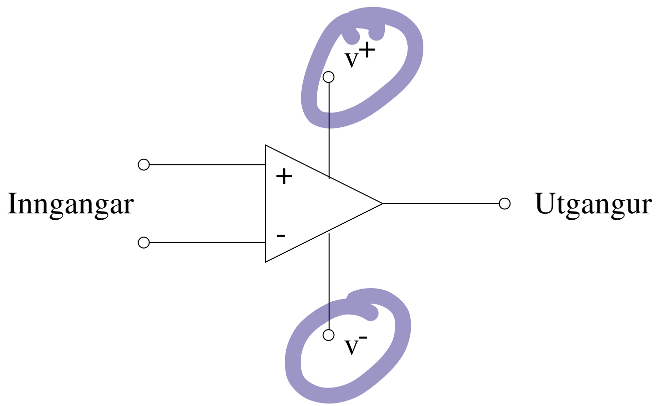
$\xrightarrow{i_{bc}}$

$i_{cb} = -i_{bc}$

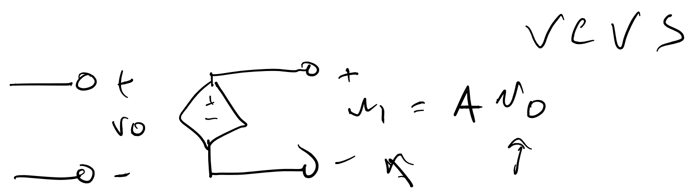


$i_{ba} = -i_{ab}$

Aðgerðamagnarar

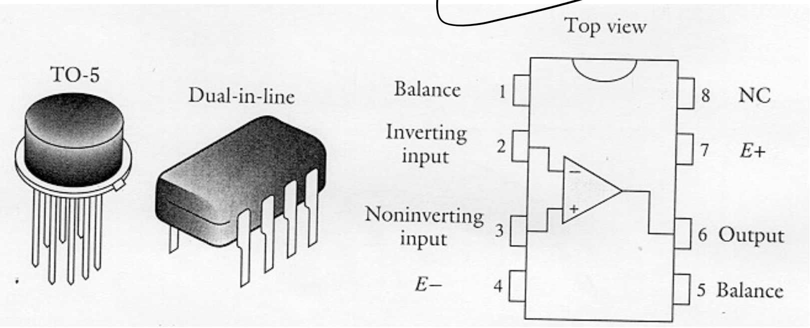


- Aðgerðamagnari er ~~virk rásaeining~~, sem hefur fjölmargar hagnýtingar í rafeindatækni
- Virk rásaeining er rásaeining sem getur gefið frá sér orku
- Aðgerðamagnari hegðar sér eins og spennustýrð spennulind



Aðgerðamagnarar

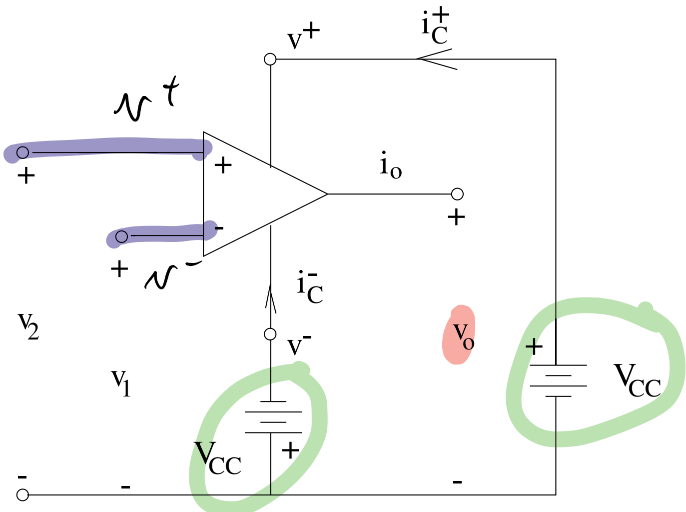
- Dæmigerður aðgerðamagnari er μA741



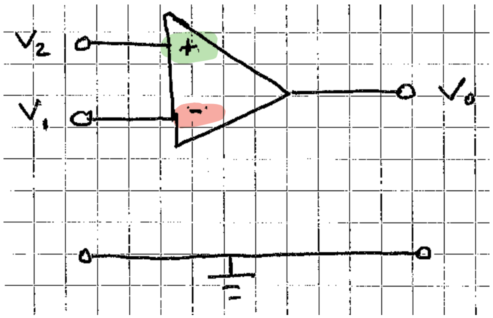
- Hann hefur 8 tengipunkta eins og sést á mynd
- Hver μA741 samanstendur af 24 smárum og um tylft viðnáma og nokkrum þéttum

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

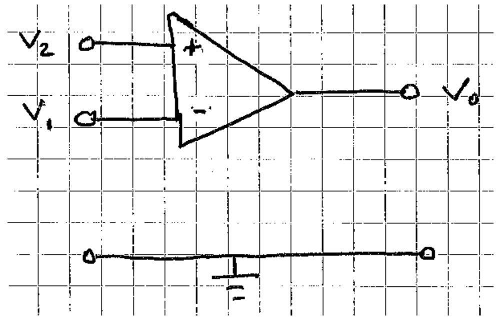
$$v_{\mathrm{o}} = A(v_2 - v_1)$$

og

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

Aðgerðamagnarar

$$\frac{\text{út}}{\text{inn}}$$



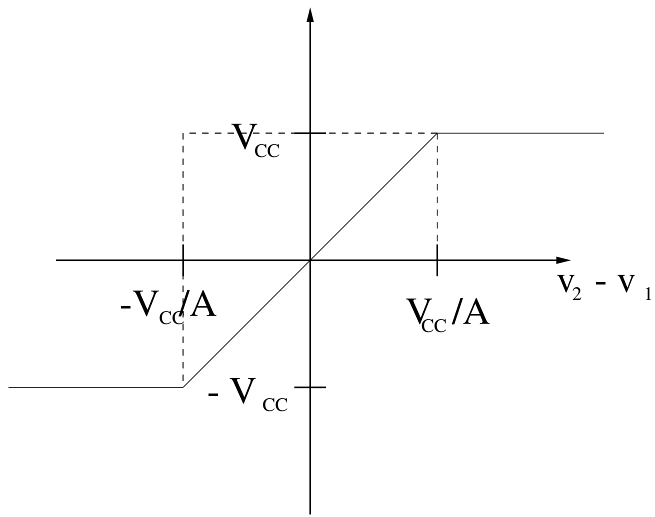
$$v_o = A(v_2 - v_1)$$

$$\frac{v_o}{v_2 - v_1} = A$$

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

Aðgerðamagnarar

$\mu A741$



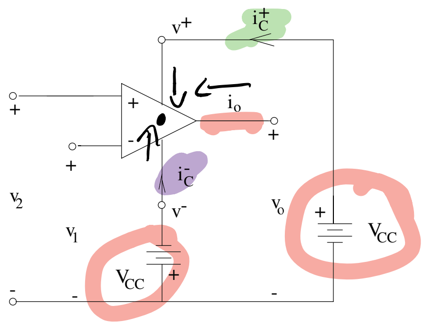
- Aðgerðamagnari er í línulegu sviði ef $| v_o |<| V_{CC} |$
- Dæmigerð gildi á V_{CC} og A eru $V_{CC} < 20$ V og $A > 10^5$
- Við sjáum að því að í línulegu sviði gildir að

$$\frac{|v_o|}{A} = \underbrace{| v_2 - v_1 |} < \frac{20}{10^5} = 0.2 \text{ mV}$$

sem þýðir í raun að $v_1 \approx v_2$

$v^+ = v^-$

Aðgerðamagnarar



$v^+ = v^-$

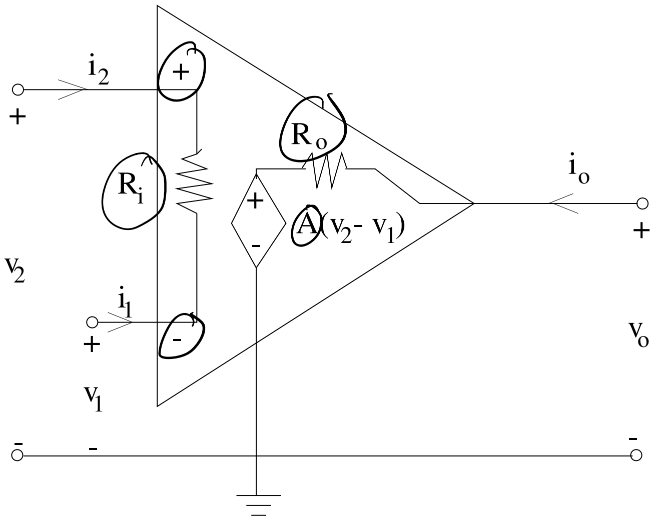
- Beitum nú KCL á aðgerðamagnarann og fáum

$$i_1 + i_2 + i_o + i_C^+ + i_C^- = 0$$

- 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

$$i_o = -(i_C^+ + i_C^-)$$

Líkan fyrir aðgerðamagnara V_{cc}

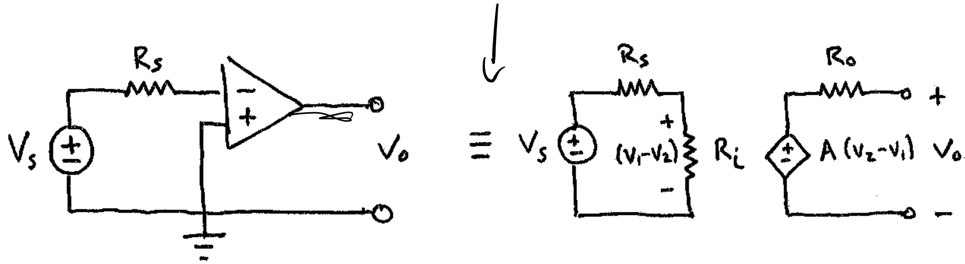


- Týpisk gildi fyrir 741 eru

$$
\begin{aligned}
R_i &\sim 2\text{M}\Omega \\
\boxed{A} &\boxed{\sim 2 \cdot 10^5} \\
R_o &\sim 75\Omega \\
\mu &
\end{aligned}
\tag{1}
$$

Aðgerðamagnari

okkar einfalda módel

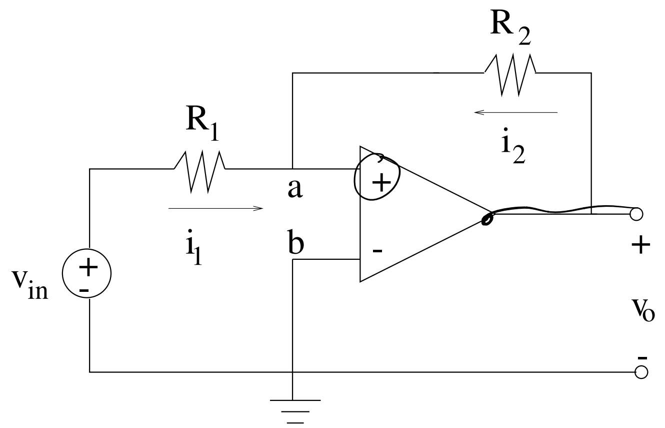


- Íhugum nú hvernig við getum notað aðgerðamagnara til að magna upp innspennu v_s
- Í rás að ofan gildir

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

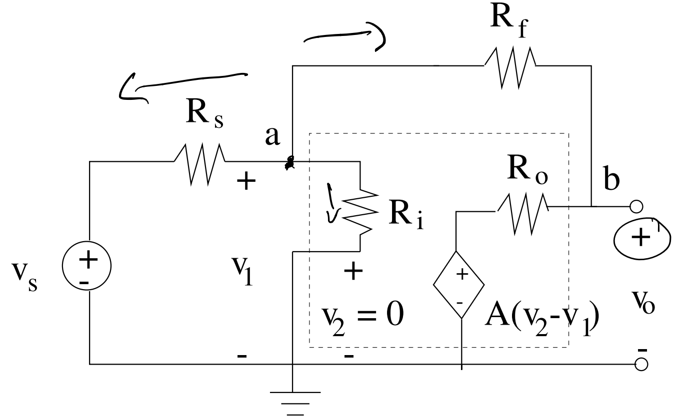
- Mögnunin er háð A sem er óheppilegt því gildi A getur verið mjög mismunandi milli aðgerðamagnara (þið lærið meira um þetta í rafeindatækni fastra efna)

Magnari með umpólun



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

Jafngildisrás



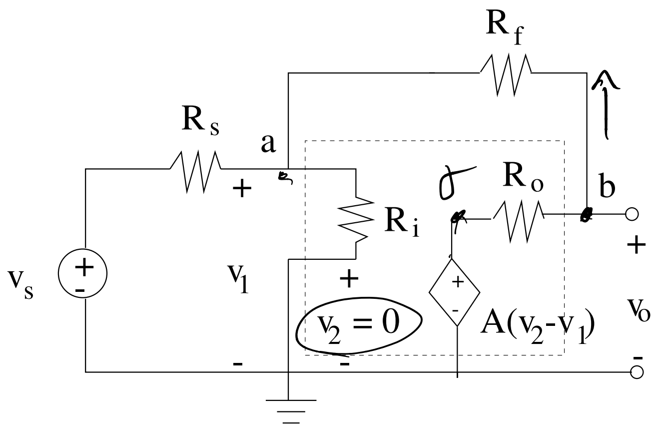
Setjum upp hnútpunktajöfnur í punktum a og b

a:

$$\frac{v_1 - v_s}{R_s} + \frac{v_1 - v_o}{R_f} + \frac{v_1 - \cancel{v_2}^{\,0}}{R_i} = 0$$

$$\frac{v_1 - \cancel{v_2}^{\,0}}{R_i}$$

Jafngildisrás



$A(\cancel{v_2}^{\,0} - v_1)$

b:

$$\overbrace{\frac{v_\text{o} - v_1}{R_f}}^{i_{ba}} + \overbrace{\frac{v_\text{o} - A(-v_1)}{R_\text{o}}}^{i_{b\gamma}} = 0.$$

Endurskrifum a:

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

Jafngildisrás

Endurskrifum b:

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

Einangrum v_o

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

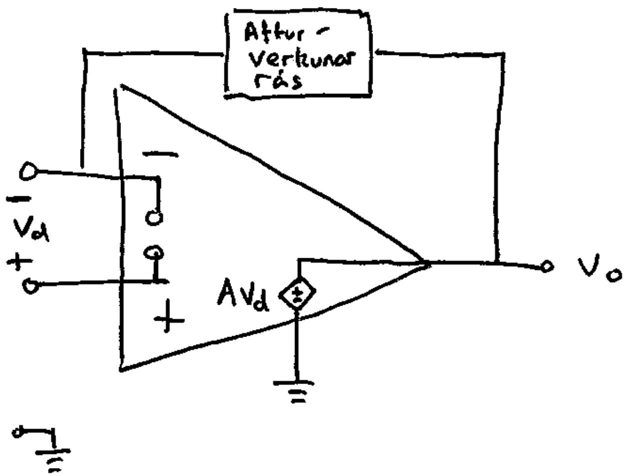
Ef $\underbrace{R_\text{o} = 0}$, $\underbrace{R_i = \infty}$ en $\underbrace{A \neq \infty}$ fæst

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

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

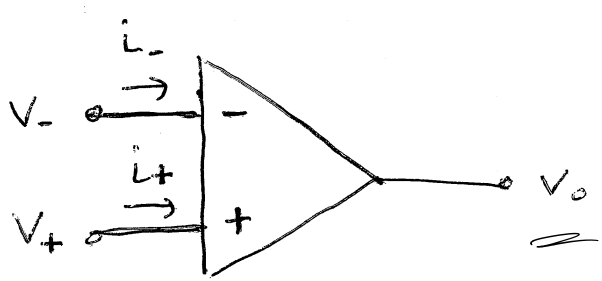
$$v_\text{o} = -\frac{R_f}{R_s} v_s \quad = -\frac{R_2}{R_1}$$

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

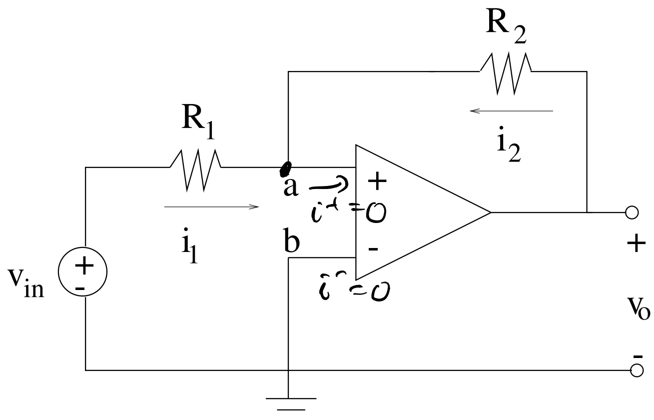
Kjöraðgerðamagnari (Gullnu reglurnar)



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

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

Magnari með umpólun



$$i_1 = \frac{v_{in} - \cancel{v_a}^{\,0}}{R_1}$$

$$i_2 = \frac{v_o - \cancel{v_a}^{\,0}}{R_2}$$

- Greinum magnararás aftur og gerum ráð fyrir kjöraðgerðamagnara
- Inngangarnir eru við sömu spennu $\underline{v_a = v_b = 0}$.
- 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

Ohm

- þannig að

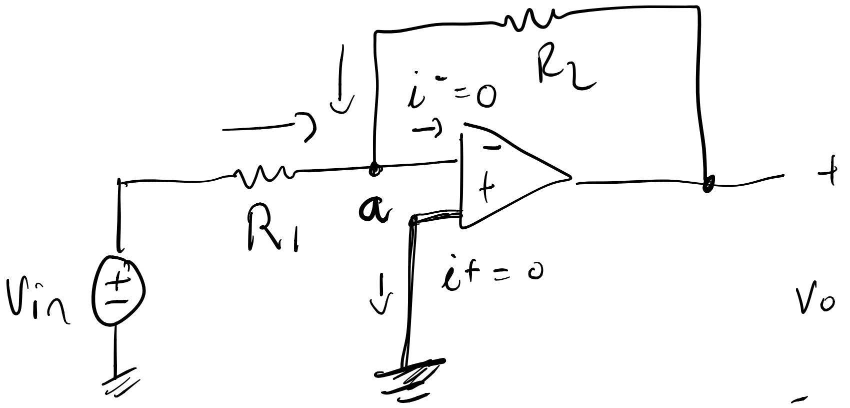
$$\frac{v_{\text{in}}}{R_1} + \frac{v_o}{R_2} = 0$$

  og þá

$$\frac{\text{út}}{\text{inn}} \qquad \frac{v_o}{v_{\text{in}}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

- 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 $v_{\text{in}} > 0$ þá er $v_{\text{o}} < 0$ (umpólun).

$\Longrightarrow$ Dæmi 4.1.



Finna v_o ef $R_1 = 10k\Omega$

$R_2 = 100k\Omega$

$V_{in} = 0.75V$

$v_- = v_+ = 0$ & $i^- = i^+ = 0$ (fullkominn aðgerðarmagnari)

KCL í a $\quad \dfrac{v_{in} - v_a}{R_1} + \dfrac{V_o - V_a}{R_2} = 0$

vitum að $\underline{v_a = v^- = v^+ = 0V}$

svo $\quad \dfrac{v_{in}}{R_1} + \dfrac{v_o}{R_2} = 0$ eða $v_o = -\dfrac{R_2}{R_1} v_{in}$

$$v_o = -\frac{100\cancel{k\Omega}}{10\cancel{k\Omega}} 0.75V = \underline{\underline{-7.5V}}$$

$R_1 = R_2 = R$ $\quad v_o = -\dfrac{R}{R} 0.75 = \underline{\underline{-0.75V}}$

Magnari án umpólunar

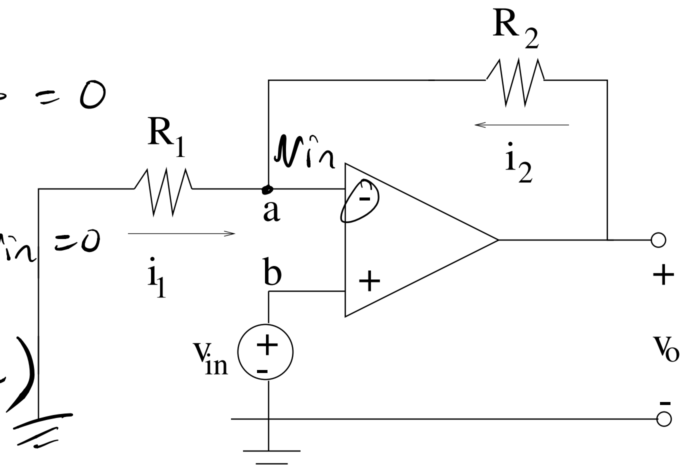
$i_1 + i_2 = 0$

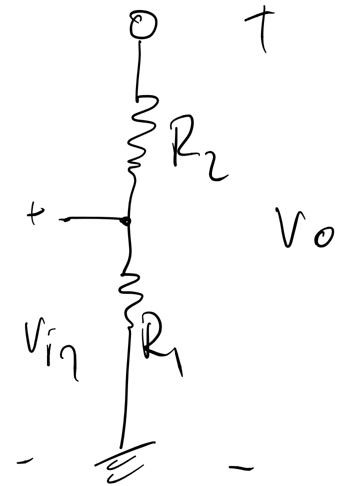
$\frac{0 - v_{in}}{R_1} + \frac{v_o - v_{in}}{R_2} = 0$

$-v_{in} R_2 + R_1 v_o - R_1 v_{in} = 0$

$R_1 v_o = v_{in}(R_1 + R_2)$

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





- Gerum ráð fyrir kjöraðgerðamagnara

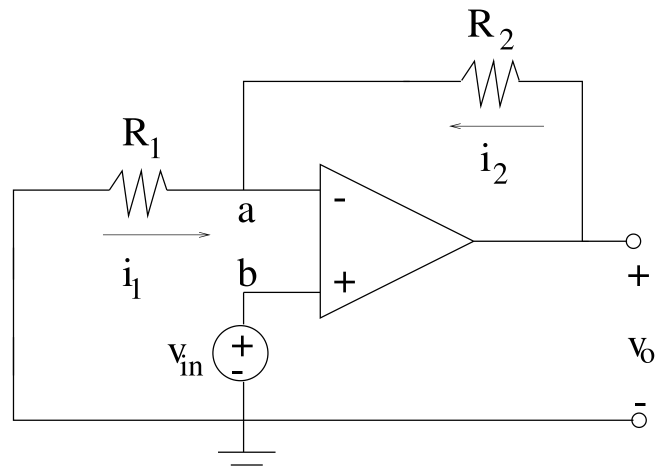
$$\boxed{v_a = v_b = v_{\text{in}}}$$

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

$v_o = v_{in}\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$



- 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 $v_{\mathrm{o}}/V_{\mathrm{in}} = 1$

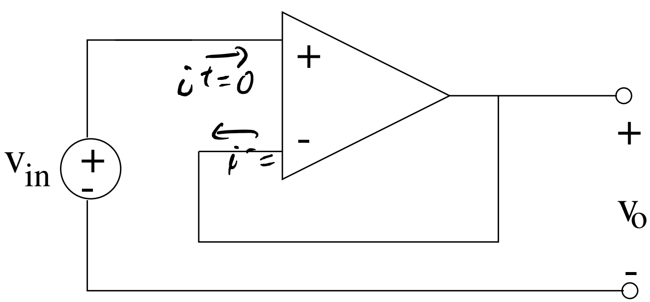
Magnari án umpólunar

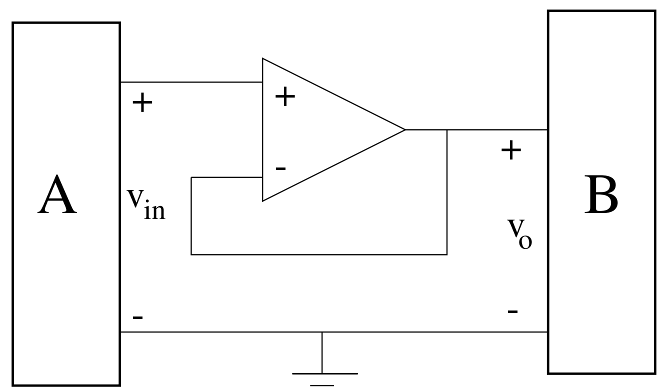
- Getum því valið R_1 að vild; veljum $R_1 = \infty$ þ.e. sleppum því. Þá er

$$v_o = v_{in}$$

- 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

$v^+ = v^- = v_{in}$

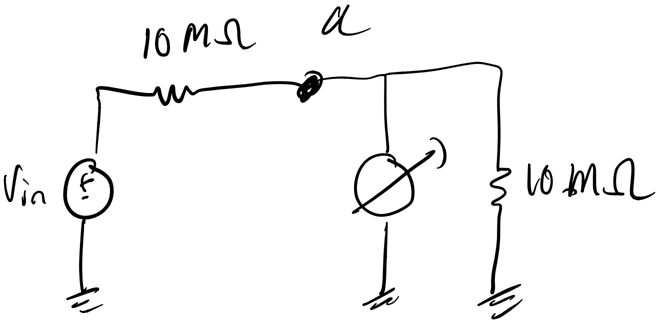


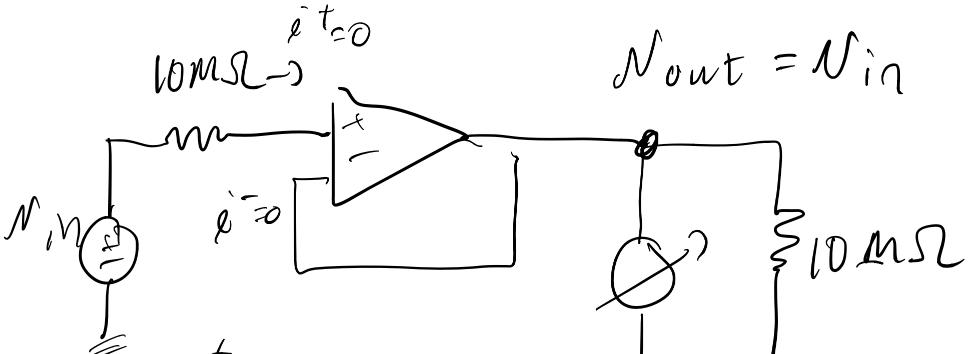


$\Longrightarrow$ Dæmi 4.2.

Hvad er Vin?

$$V_a = V_{in}\,\frac{10\,M\Omega}{10\,M\Omega + 10\,M\Omega} = \frac{1}{2}V_{in}$$

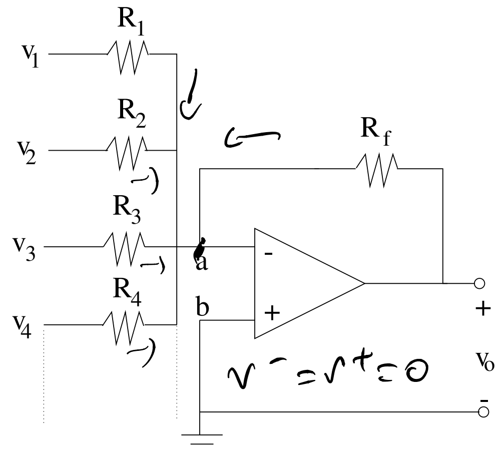




$$v^+ = v^- = V_{in} = V_{out}$$

Summari

Sértilfelli af umpólunarmagnaranum er summarinn:



Í punkti a gildir samkvæmt KCL

$$\frac{v_o}{R_f} + \frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2} + \cdots = 0$$

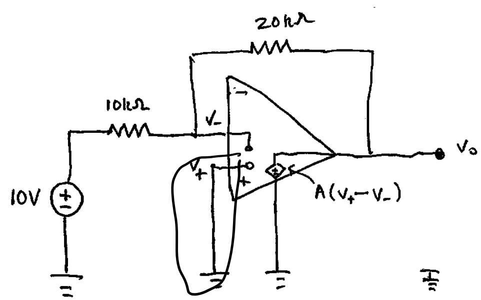
$R_f = R_1 = R_2 \cdots$

eða

$$\boxed{v_o = -\left(\frac{R_f}{R_1}v_1 + \frac{R_f}{R_2}v_2 + \cdots\right) = 0}$$

1

Réttlæting á gullnu reglunum



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

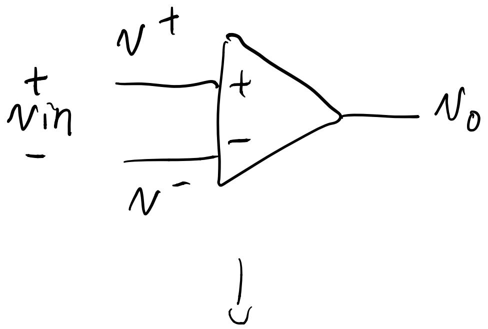
þá er

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

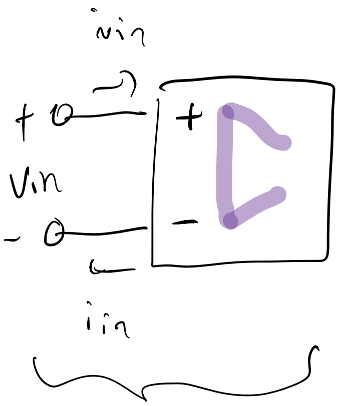
og því

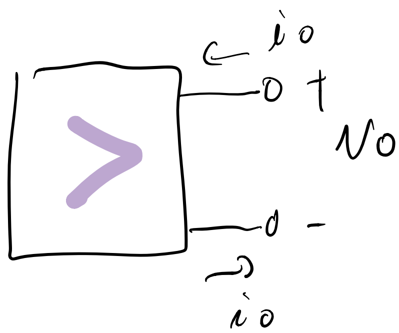
$$v_- = \frac{v_o}{A} \approx 0.0001\text{V} \approx v_+$$

Fullkominn aðgerðarmagnari



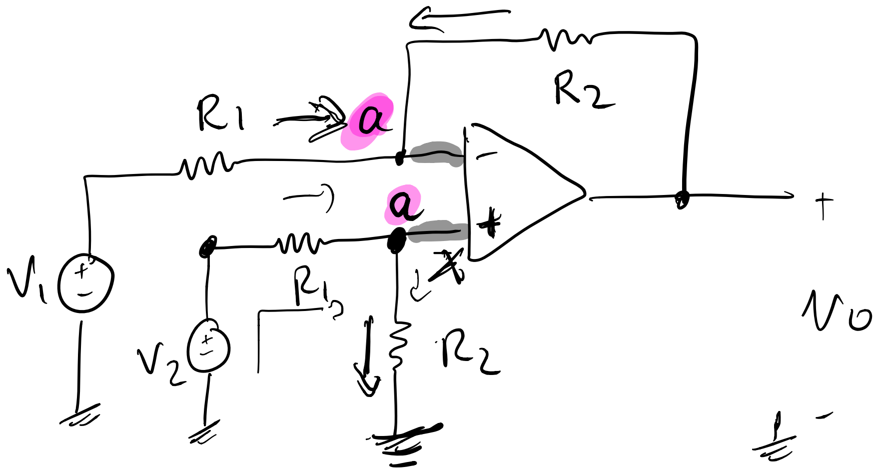
$$\boxed{\begin{aligned} v^+ &= v^- \\ i^+ = i^- &= 0 \end{aligned}}$$





$$\underbrace{\begin{aligned} v_{in} = v^+ - v^- &= 0 \quad (*) \\ i_{in} = i^+ = i^- &= 0 \end{aligned}}_{\text{nullator}}$$

$$\underbrace{\text{v_o, i_o má vera hvað sem er! Svo lengi sem (*) gildir}}_{\text{norator}}$$



Fullkominn aðgerðarmagnari

$$\boxed{v^+ = v^- = V_a \qquad i^+ = i^- = 0}$$

Finna V_0 sem fall af V_1 & V_2. Gef fullk.. aðg..

$\sum i_{in} = \sum i_{út}$

KCL í $\oplus$

$$\frac{V_2 - V_a}{R_1} = \frac{V_a - 0}{R_2}$$

$$R_2 V_2 - R_2 V_a = R_1 V_a$$

eða $R_2 V_2 = V_a (R_1 + R_2)$

eða $V_a = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_2 \quad (*)$

KCL í $\ominus$

$$R_1 R_2 \left(\frac{V_1 - V_a}{R_1} + \frac{V_o - V_a}{R_2} \right) = 0 \quad \cdot R_1 R_2$$

eða $R_2 V_1 - R_2 V_a + R_1 V_o - R_1 V_a = 0$

$$\underline{V_a} (R_1 + R_2) = R_2 V_1 + R_1 V_o$$

$$V_a = \frac{1}{R_1 + R_2}\left(R_2 V_1 + R_1 V_0\right) \quad (**)$$

$$(*) = (**)$$

$$\frac{R_2}{\cancel{R_1 + R_2}} V_2 = \frac{1}{\cancel{R_1 + R_2}}\left(R_2 V_1 + R_1 V_0\right)$$

$$R_2 V_2 = R_2 V_1 + R_1 V_0$$

eða $\underline{\underline{V_0 = \frac{R_2}{R_1}\left(V_2 - V_1\right)}}$