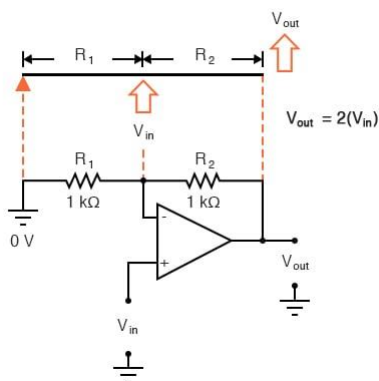


Een analogie voor opamps met negatieve terugkoppeling ('tegenkoppeling')

Een nuttige analogie voor het begrijpen van deze versterkerschakelingen is die van een mechanische hefboom, waarbij de relatieve beweging van de uiteinden van de hefboom de verandering in ingangs- en uitgangsspanningen voorstelt en het scharnierpunt de locatie van het massapunt, echt of virtueel.

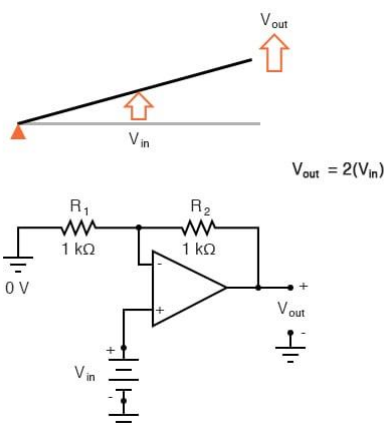
Niet-inverterende versterker

Neem bijvoorbeeld de volgende niet-inverterende opampschakeling. Als we een hefboomdiagram boven het versterkerschema tekenen, waarbij de afstand tussen het steunpunt en de uiteinden van de hefboom representatief is voor de weerstandswaarden, dan zal de beweging van de hefboom veranderingen in spanning aan de ingangs- en uitgangsklemmen van de versterker voorstellen:

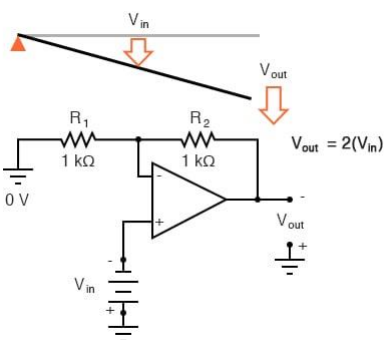


Gelijke weerstanden: $A = 2$

Het toepassen van een positieve ingangsspanning op deze op-amp schakeling is analoog aan het omhoog verplaatsen van het "ingangspunt" op de hefboom:

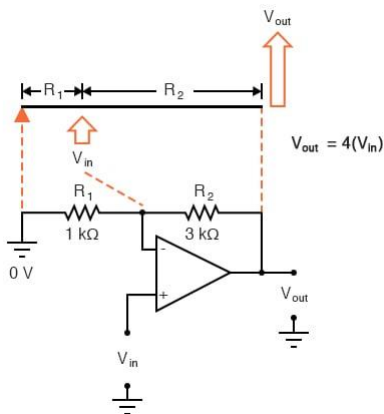


Door de hefboom zal het "uitgangspunt" twee keer zo ver bewegen als het "ingangspunt" en in dezelfde richting. In het elektronische circuit zal de uitgangsspanning gelijk zijn aan tweemaal de ingangsspanning, met dezelfde polariteit. Het toepassen van een negatieve ingangsspanning is analoog aan het naar beneden bewegen van de hefboom vanaf zijn nulpositie, wat resulteert in een versterkte uitgangsverplaatsing die ook negatief is:

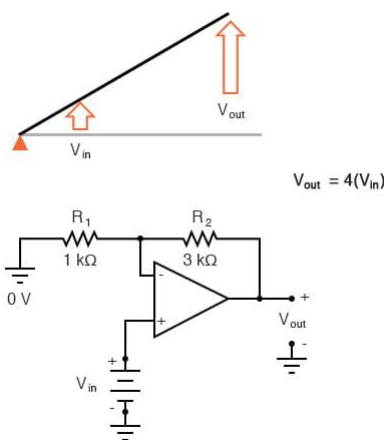


Andere versterkingen

Als we de weerstandsverhouding R_2/R_1 veranderen, veranderen we de versterking van de opampschakeling. In hefboomtermen betekent dit dat we het ingangspunt verplaatsen ten opzichte van het scharnierpunt en het uiteinde van de hefboom, waardoor ook de “versterking” van de verplaatsing van de machine verandert:



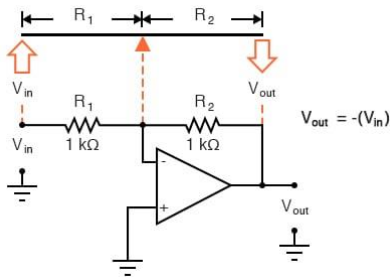
Elk ingangssignaal wordt nu versterkt met een factor vier in plaats van met een factor twee:



De versterking is steeds ‘de *hele* lengte gedeeld door de *ingangslengte*’; dus $(R_2+R_1)/R_1$. (Getalsmatig is dat gelijk aan $R_2/R_1 + 1$, maar dat volgt minder duidelijk uit de afbeelding.)

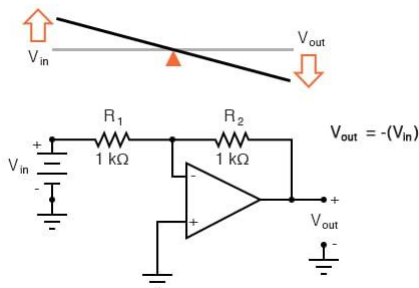
Inverterende versterker

Inverterende opampschakelingen kunnen ook gemodelleerd worden met de hefboomanalogie. Bij de inverterende configuratie is het massapunt van de terugkoppelspanningsdeler de inverterende ingang van de opamp met de ingang links en de uitgang rechts. Dit is mechanisch gelijk aan een hefboom waarbij de ingangskracht (inspanning) zich aan de andere kant van het scharnierpunt bevindt dan de uitgang (belasting):



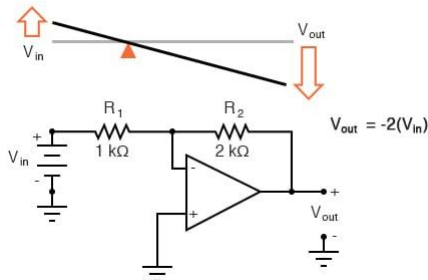
Gelijke weerstanden: $A = -1$

Met weerstanden van gelijke waarde (hefboom van gelijke lengte aan elke kant van het scharnierpunt) zal de uitgangsspanning (verplaatsing) even groot zijn als de ingangsspanning (verplaatsing), maar van de tegenovergestelde polariteit (richting). Een positieve ingang resulteert in een negatieve uitgang:



Andere versterkingen

Het veranderen van de weerstandsverhouding R_2/R_1 verandert de versterking van het versterkercircuit, net zoals het veranderen van de positie van het steunpunt op de hefboom de “versterking” van de mechanische verplaatsing verandert. Bekijk het volgende voorbeeld, waarbij R_2 twee keer zo groot wordt gemaakt als R_1 :



De versterking is steeds de ‘uitgangslengte gedeeld door de ingangslengte’, dus R_2/R_1 .

Versterking kleiner dan 1

Met de inverterende versterkerconfiguratie zijn versterkingen van minder dan 1 mogelijk, net als met hefboomen van de eerste klasse. Het omkeren van de waarden van R_2 en R_1 is analoog aan het verplaatsen van het steunpunt naar zijn complementaire positie op de hefboom: een derde van de weg van het uitgangsuitende. Daar zal de verplaatsing aan de uitgang de helft zijn van de verplaatsing aan de ingang:

