

Labo 2: De OpAmp als comperator

Gebruikte toestellen:

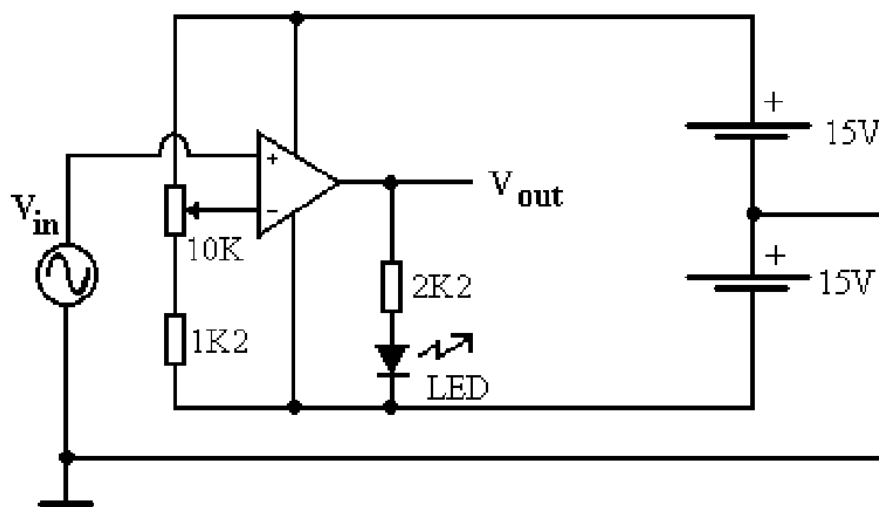
- Delta elektronika dual power supply
- Digital oscilloscoop
- Multi meter

Gebruikte componenten:

- Breadboard
- Op-amp 471
- Resistoren(1K2, 10K en 2K2)
- 2 kleurenleds

Inleiding:

In dit verslag wordt er aangetoond hoe een OpAmp zich gedraagt als Comperator. Onderstaande schakeling wordt opgebouwd en voor verschillende duty-cycles wordt er aangegeven wat de Gemeten spanning was aan de inverterende ingang. Verder wordt er ook de slew rate bepaalt.



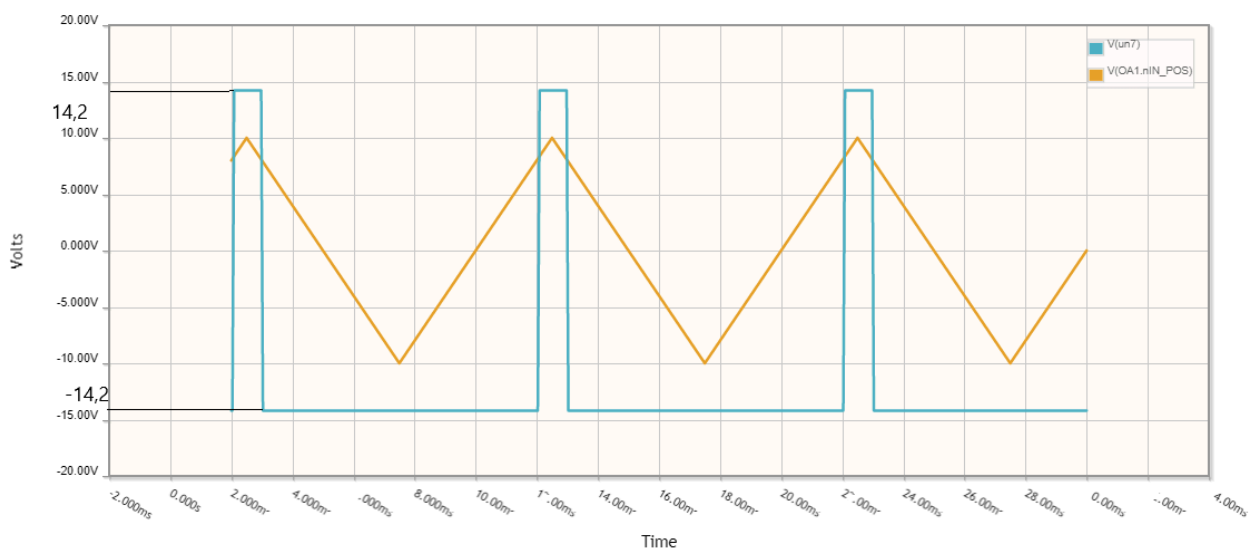
De OpAmp als Comparator.

Bovenstaand schakeling wordt opgebouwd en er wordt een Driehoek curve spanning aangelegd van 10V amplitude met een frequentie van 100Hz. Zoals duidelijk te zien is op onderstaande grafieken, wordt de driehoek omgezet in een blok curve. Een comparator wordt gebruikt om 2 waarden te vergelijken met elkaar. Hier wordt de niet inverterende ingangsspanning vergeleken met de inverterende ingangsspanning. Hierbij wordt dezelfde DC bron gebruikt die gekoppeld staat aan de supply pin van de versterker. Aan de hand van een spanningsdeler via formule 1 wordt V_{ref} berekend, dit is de spanning aan de inverterende ingang.

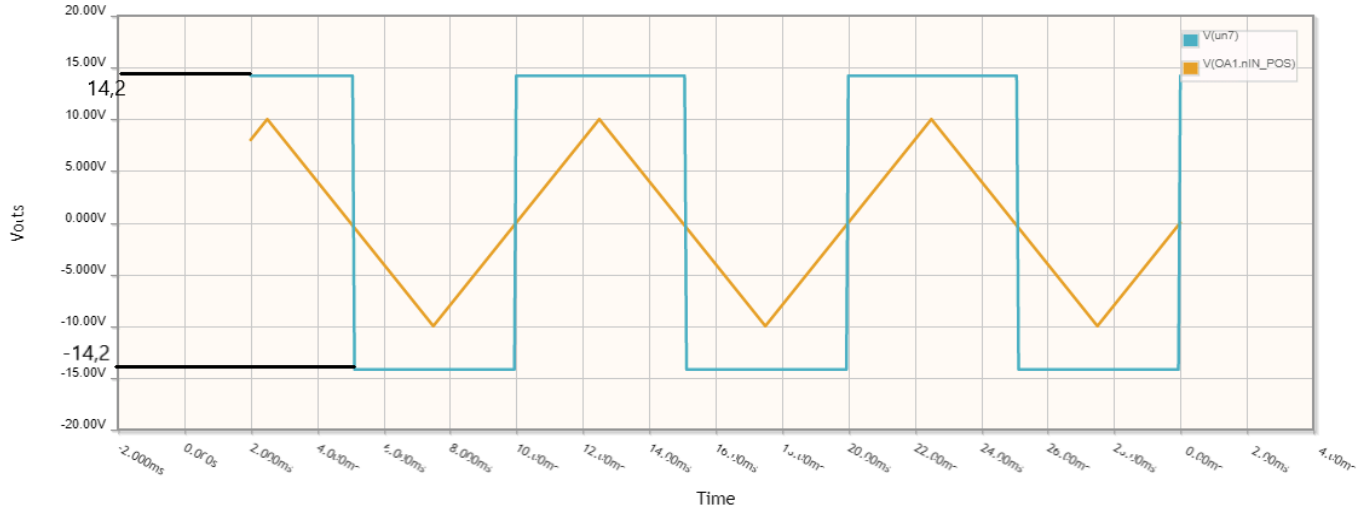
$$V_{REF} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * (+ V)$$

Aangezien we de weerstandswaarden van de potentiometer niet hebben kan deze formule niet gebruikt worden. We gebruiken daarom onderstaande formule aan de hand van V_{in} .

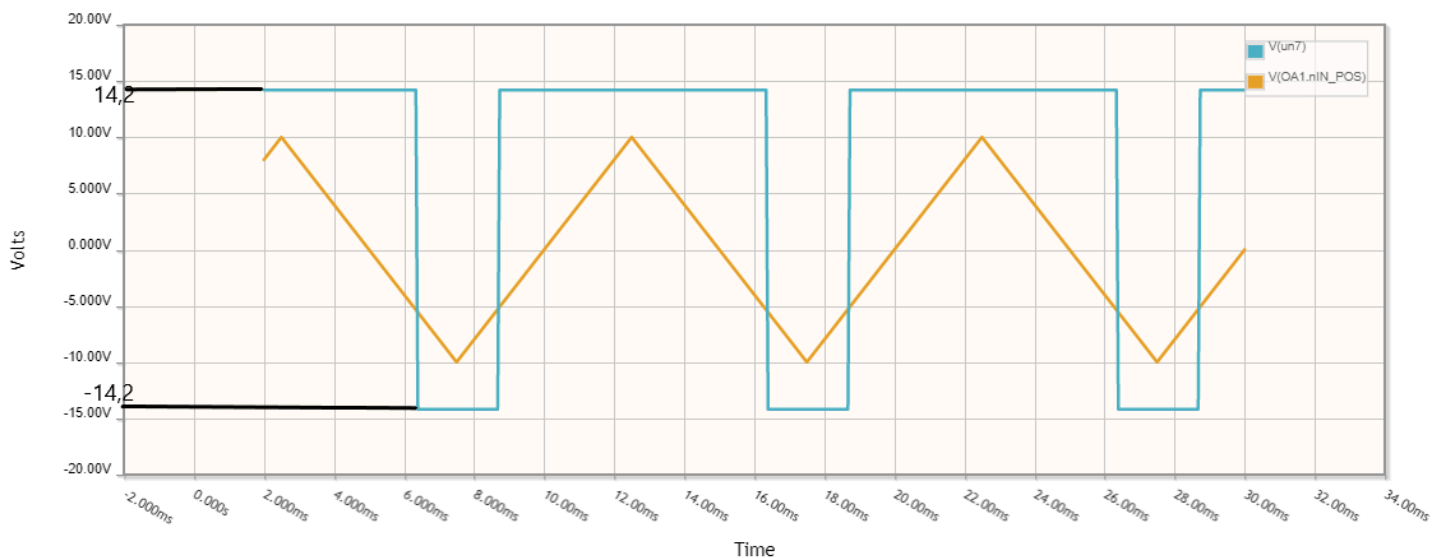
δ	$U_{inv}(V)$ Gemeten	U_{inv} (Berekend)
0	9,86	10
0.1	7.84	8
0.2	5.91	6
0.3	3.79	4
0.4	1.80	2
0.5	0.06	0
0.6	-2.23	-2
0.7	-4.25	-4
0.8	-6.09	-6
0.9	-8.16	-8
1	-9,78	-10



(Grafiek 1: Duty cycle 10%)



(Grafiek 2: Duty cycle 50%)



(Grafiek 3: Duty cycle 80%)

Berekening:

De helft van het ingangssignaal bevindt zich onder de y-as, en aangezien het ingangssignaal symmetrisch is t.o.v. de y-as kunnen we afleiden dat de formule voor het bepalen van de spanning aan de inverterende pin gelijk is aan:

$$V_{ref} = (0,5 - \delta) * V_{in\ pk-pk}$$

Voor een duty cycle van 10% krijgen we: $(0,5-0,1)*20V = 8V$

Voor een duty cycle van 50% krijgen we: $(0,5-0,5)*20V = 0V$

Voor een duty cycle van 80% krijgen we: $(0,5-0,8)*20V = -6V$

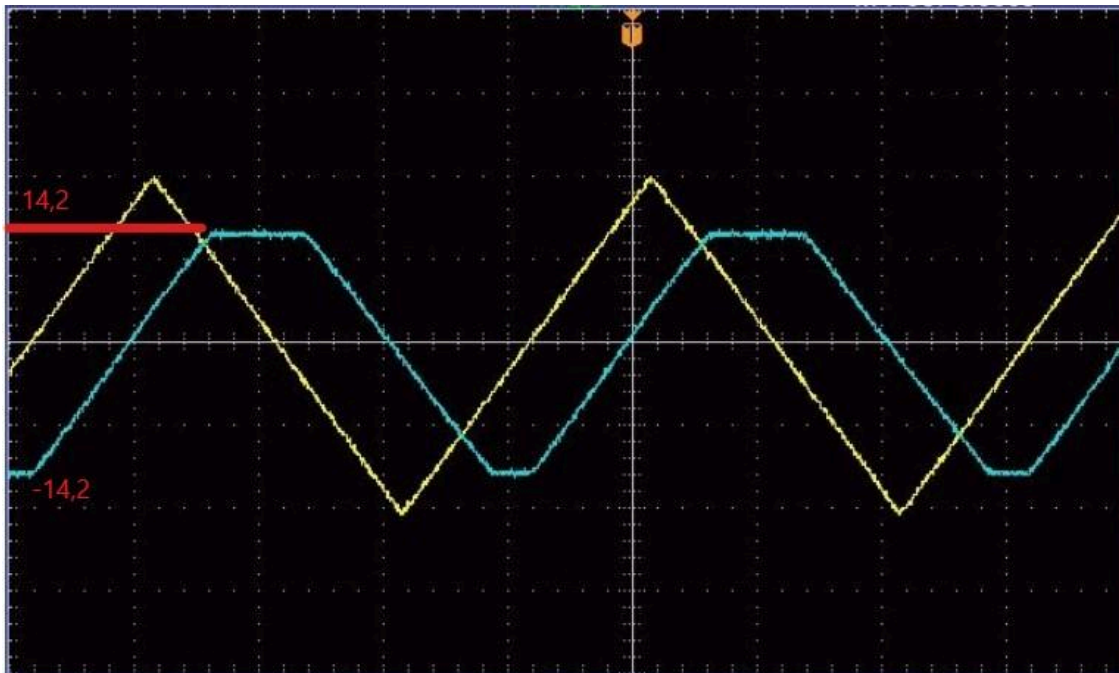
Besluit:

Aan de inverterende ingang wordt de spanning gemeten. Zolang deingangsspanning van de inverterende pin onder de referentie spanning ligt zal de OpAmp satureren naar een negatieve voedingsspanning. Er wordt opgemerkt in de praktijk dat deze waarde iets onder de

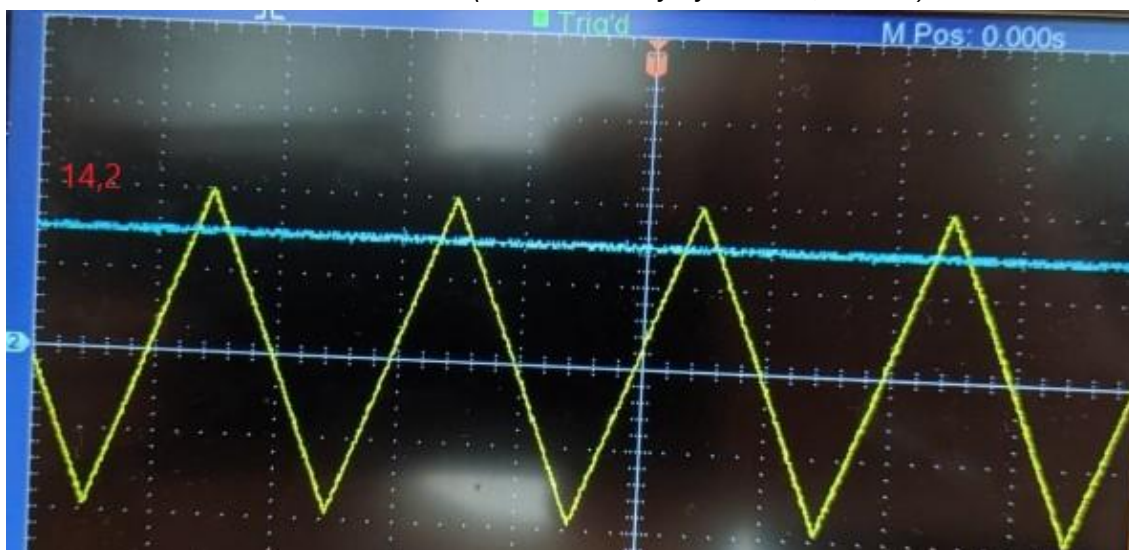
voedingsspanning ligt namelijk (14,2V). Dit is te danken aan de spanning die verloren gaat in de OpAmp. Verder wordt er opgemerkt dat de LED feller brandt bij lagere weerstandswaarde van de potentiometer dan bij hogere weerstandswaarden.

Hogere frequenties:

Hieronder wordt uitgelegd welk effect hogere frequenties heeft op de output van de OpAmp. De duty cycle wordt ingesteld op 50% bij 100Hz waarna de frequentie verhoogd wordt tot 10KHz en 100KHz.



(Grafiek 4: duty cycle 50%, 10KHz)



(Grafiek 5: duty cycle 50%, 100KHz)

Wat opvalt is dat de spanning aan de output niet meer een mooie blok curve is. Dit kan verklaart worden door de slew rate. Slew rate wordt gedefinieerd als het maximum aantal verschil in spanning aan de output per tijdseenheid. We kunnen afleiden dat de OpAmp niet snel genoeg kan werken en daardoor een distorsie krijgt aan de uitgang. Voor 10KHz output de OpAmp nog een iet wat bruikbare spanning. Bij 100KHz gaat deze in volledige saturatie/

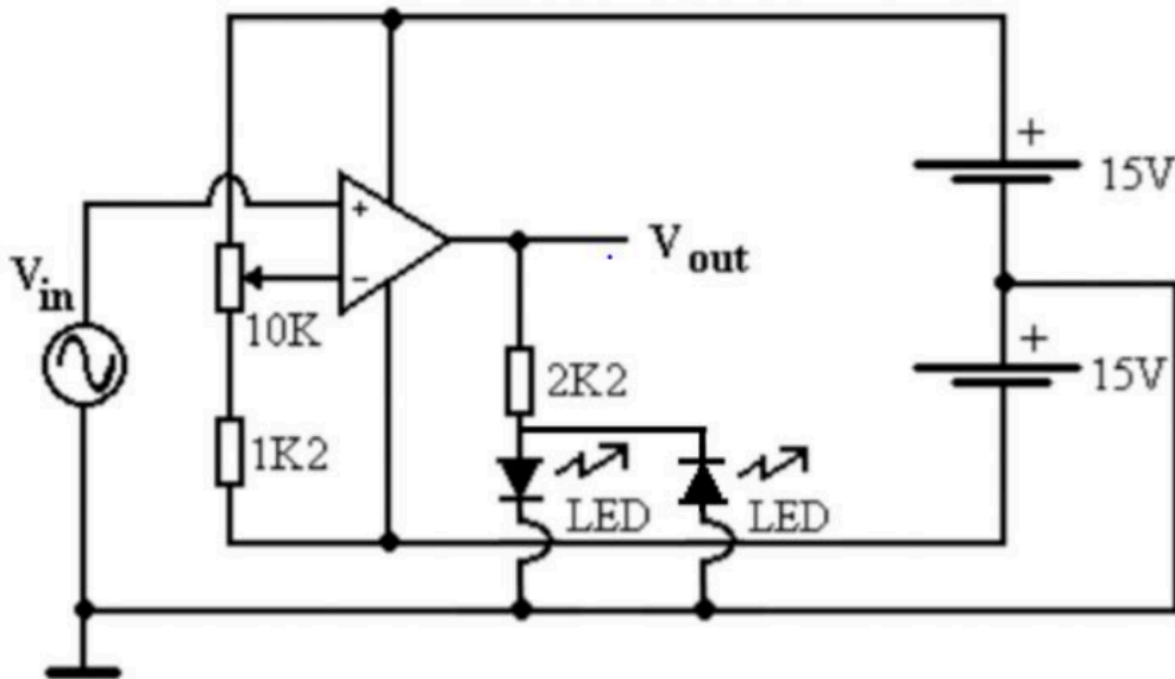
De slew rate is het verschil tussen de output laagste spanning en hoogste spanningswaarde gedeeld door het tijdsinterval:

$$Slew\ rate = \frac{\Delta V}{\Delta t} = 2 * \pi * f * V$$

Voor een frequentie van 10KHz krijgen we: $2 * \pi * 10000 * 10V = 0,628 \frac{V}{\mu s}$.

Bij 100KHz is de interne condensator van de OpAmp niet in staat om tijdig genoeg te wisselen van positieve en negatieve saturatie. Hierdoor kunnen we geen slew rate bepalen.

Antiparallel LED:



Bovenstaand schema wordt opgesteld.

Er wordt een tweede LED antiparallel geplaatst met de eerste en deze wordt verbonden met de massa. We bestuderen het circuit voor een frequentie met 1Hz en 1KHz.

Wanneer er 1Hz wordt ingesteld als frequentie merken we dat de LED's knipperen. Dit is te danken aan het feit dat wanneer de positieve alternantie zich voordoet maar 1 LED voorwaarts geschakeld staat. Tijdens de negatieve alternantie brandt de andere LED. Dit kan verklaart worden door het feit dat deze dan voorwaarts geschakeld is en de andere reverse geschakeld is.

Als we de frequentie verhogen naar 1KHz merken we met het blote oog dat beide LED's branden maar in werkelijkheid wisselt deze nog steeds af. Alleen gebeurt dit zo snel dat we dit met het blote oog niet kunnen zien.