

Labo 4: Ontwerp van een pulsgenerator

Gebruikte toestellen:

- Delta elektronika dual power supply
- Digital oscilloscoop
- Multimeter

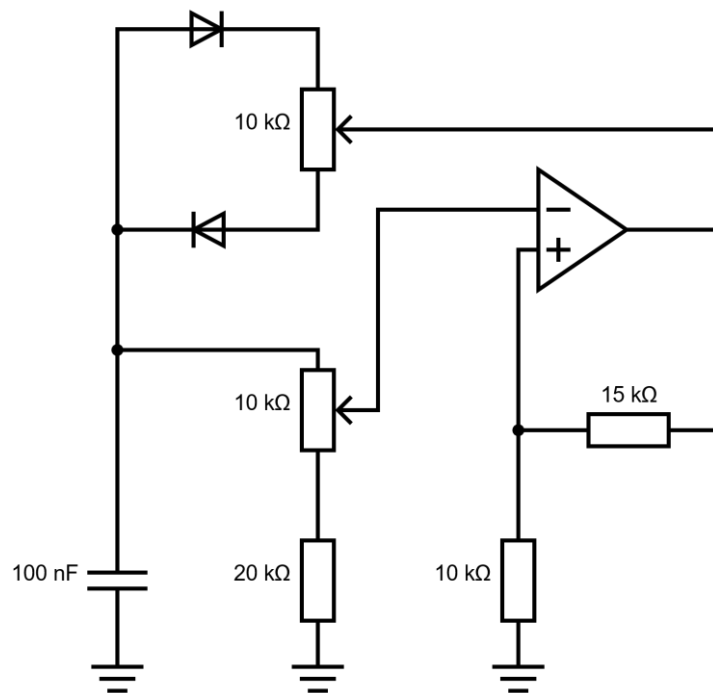
Gebruikte componenten:

- Breadboard
- Op-amp 471 1x
- Condensator 100nF
- Diode 2x
- Potentiometer 10K 2x
- Weerstanden schakeling:

weerstand	theoretische weerstandswaarde	werkelijke
R1	20K (2x 10K)	19.9K
R2	15K	14.7K
R3	10K	9.9K

Inleiding

Doel van dit practicum is om een pulsgenerator te ontwerpen met een regelbare duty cycle en frequentie. De duty cycle moet regelbaar zijn tussen 0 en 100%, de frequentie tussen 500 en 1000 Hz. Er kan enkel DC spanning gebruikt worden.



Figuur 1: Schakeling pulsgenerator

Resultaten



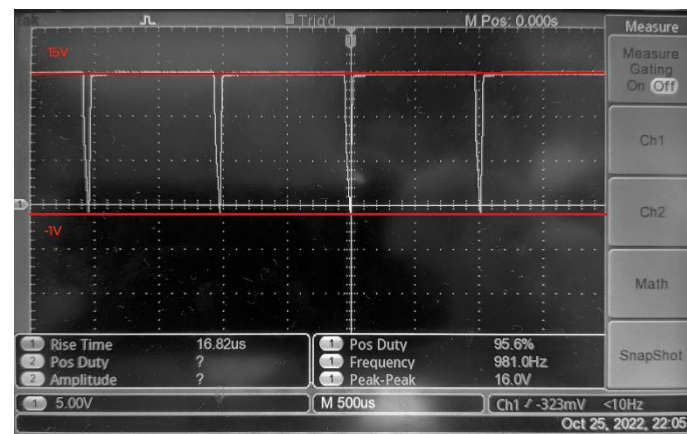
Figuur 2: pulsgenerator bij duty cycle van 50% en een frequentie van 530Hz



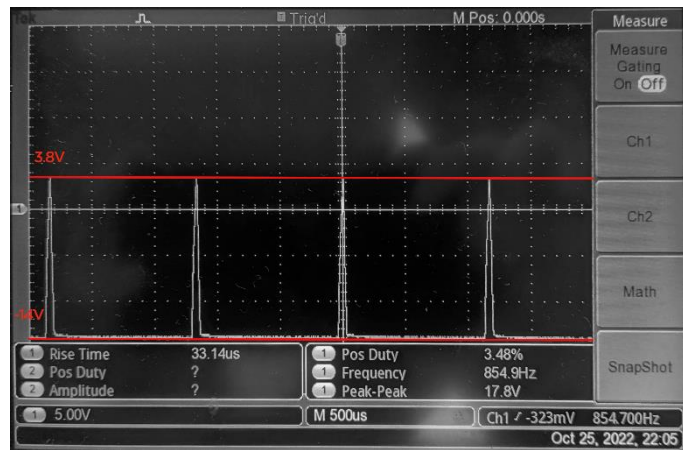
Figuur 3: pulsgenerator bij duty cycle van 50% en een frequentie van 750Hz



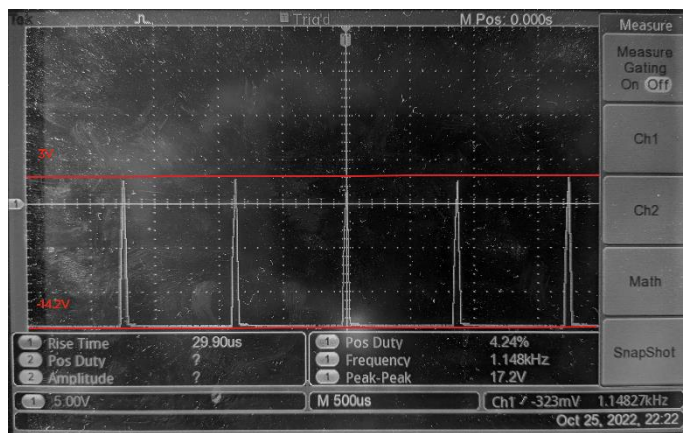
Figuur 4: pulsgenerator bij duty cycle van 50% en een frequentie van 950Hz



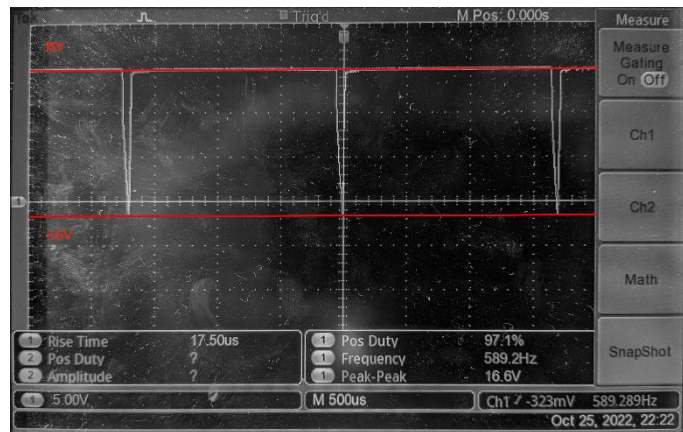
Figuur 5: pulsgenerator bij duty cycle van 96% en een frequentie van 980Hz



Figuur 6: pulsgenerator bij duty cycle van 3% en een frequentie van 855Hz



Figuur 7: pulsgenerator bij duty cycle van 4% en een frequentie van 1150Hz



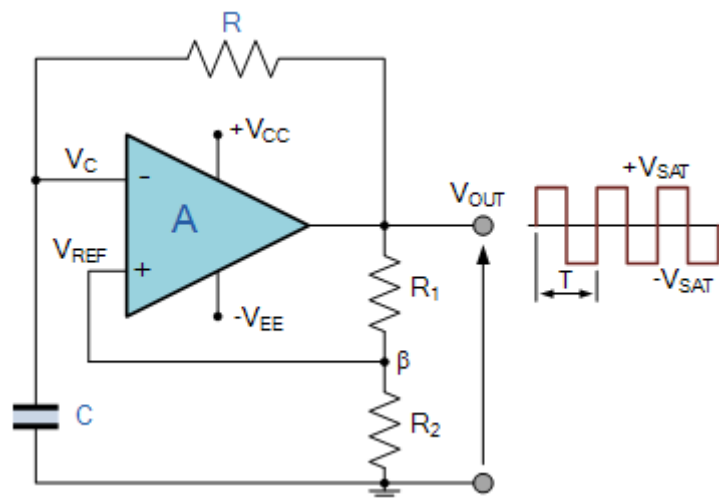
Figuur 8: pulsgenerator bij duty cycle van 97% en een frequentie van 590Hz

Uitvoering:

De opstelling is datgene van een astabiele multivibrator, ook wel relaxatie-oscillator genoemd. Aan de basis van deze schakeling ligt een op-amp, deze is aan de hand van een RC timing circuit geschakeld aan de invertende input en een spanningsdeler aan zijn niet invertende input. Een relaxatie-oscillator is nooit in evenwicht, de periode T die gelijkgesteld wordt aan de duty cycle wordt bepaald door het laden en ontladen van de condensator met een weerstand. De op-amp werkt als comparator met positieve feedback. Aan de non-invertende input van de opamp bevindt zich een spanningsdeler aan de hand van onderstaande formule kunnen we β en zo ook V_{ref} bepalen.

β wordt bepaald door de formule van de spanningsdeler: $R_2/(R_1+R_2)$

V_{ref} wordt berekend aan de hand van V_{out} , aangezien deze gelijk is aan de saturatie spanning wordt V_{ref} : $\beta \cdot V_{sat}$



Figuur 9: circuit pulsgenerator aan de hand van een relaxatie-oscillator.

Aangezien er alleen gebruik gemaakt kan worden van DC spanningen, wordt er een RC timing circuit voorzien aan de invertende input. Afhankelijk van de lading van de condensator C wordt er een spanning aangelegd die groter is als V_{ref} of die kleiner is als V_{ref} . De tijd die nodig is om de condensator op te laden is gelijk aan $1/2\pi R \cdot C$.

De condensator wilt opladen tot V_{sat} , maar aangezien de op-amp als comparator geschakeld staat zal deze stoppen met opladen zodra de spanning groter of gelijk aan V_{ref} bedraagt. Vanaf dit

moment zal de condensator ontladen. Tot deze weer boven $-V_{ref}$ bevindt. De cyclus herhaalt zich, hierdoor de naam van astabiele oscillator.

Om de frequentie van deze oscillator te bepalen wordt volgende formule toegepast:

$$T = 2RC \ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$$

$$f = \frac{1}{T}$$

Door de potentiometers te verschuiven wordt de weerstand in die tak aangepast. Het nadeel aan onze opstelling is dat beide potentiometers verbonden zijn met de invertende input. Hierdoor hebben beide potentiometers effect op de frequentie.

Een concreet uitgewerkt voorbeeld: Mocht de bovenste potentiometer zo ingesteld staan dat deze in het midden staat, betekent dit dat er 2 keer 5K parallel staat, de totale weerstand wordt dan 2,5K.

$$R_a = \left(\frac{1}{5K} + \frac{1}{5K}\right)^{-1} = 2500\Omega$$

Wordt de onderste weerstand ingesteld op een verhouding van 6.5K en 3.5K dan krijgen we de totale weerstand in die tak:

$$R_b = \left(\frac{1}{6500} + \frac{1}{3500 + 20000}\right)^{-1} = 5091\Omega$$

Vullen we deze waarden in de formule voor de frequentie van de oscillator:

$$T = 2RC \ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right) = 2(R_a + R_b)C \ln\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$$

$$\text{met } \beta = \frac{10K}{10K + 15K} = \frac{2}{5}$$

$$T = 2(7591)(100 * 10^{-9}) \ln\left(\frac{7}{3}\right) = 0.001286s$$

$$f = \frac{1}{T} = 777 \text{ Hz}$$

Voor deze concrete waarden kregen we een frequentie van 772.4 Hz bij de schakeling. De berekende frequentie komt daar mee overeen.

Gemeten frequentie simulatie	Berekende frequentie simulatie
772,4Hz	777,4Hz

