

Practicum 1
Proef 2: Oscilloscoop en RC-keten

Doel

Het meten en bepalen van de antwoordtijd van een willekeurige serie-RC-keten.

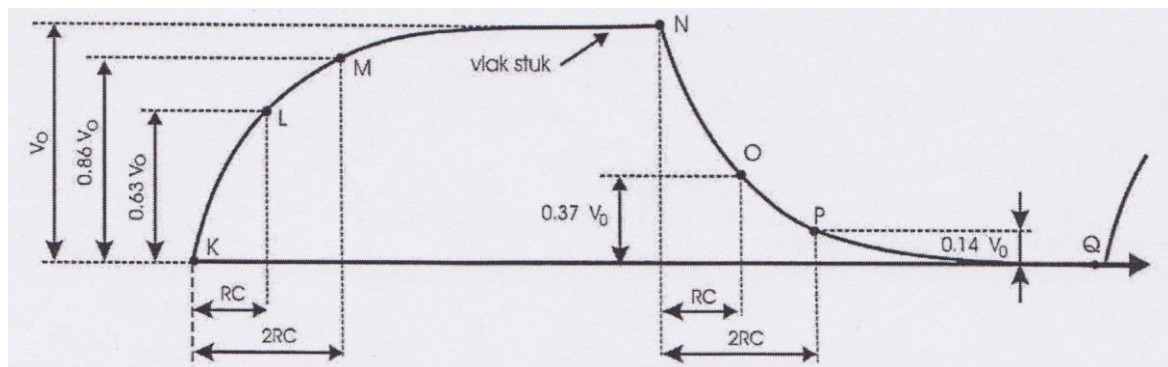
Methode

Het eerste wat we doen na het opstarten van het programma 'oscilloscoop' is vertrouwd geraken met de verschillende functies en weergaveopties. Wanneer eenmaal alle functies duidelijk zijn, gaan we over naar het eerste deel van het practicum, namelijk bepalen van de bemonsteringsfrequentie.

We verhogen systematisch de frequentie totdat er, bij ons op 19,7 kHz, één enkele sinusale periode op het scherm te zien is.

Voor het 2^{de} deel van het practicum sluiten we een RC-keten aan op de generator.

We zorgen dat één stijgende flank zichtbaar is en meten het spanningsverschil tussen het laagste en hoogste punt van de flank.



Voor het 3^{de} deel van het practicum sluiten we de RC-keten op een licht andere manier aan, waardoor de spanning enerzijds over de serie-RC-keten gemeten wordt en anderzijds enkel over de condensator.

Na het instellen van de juiste instellingen in het computerprogramma kunnen we op 8 verschillende frequenties verhogend met factor 1,4 enerzijds de piek-tot-piek waarden en anderzijds het tijdsinterval bepalen.

Berekeningen & resultaten

De bemonsteringsfrequentie van de oscilloscoop is $f_m = 19,7 \text{ Hz}$

De gemiddelde antwoordtijd is $(1.08 \pm 0.03) \text{ ms}$.

Voltage (V)	Tijd (ms)	RC (ms)	MF _{RC} (ms)
0.5289	2.05	1.03	0.01
0.38745	1.10	1.10	0.01
0.38745	1.15	1.15	0.01
0.5289	2.10	1.05	0.01
Gemiddelde antwoordtijd (ms)		1.08	
Meetfout gemiddelde antwoordtijd (ms)		± 0.03	

$$V_0 = 0.615 \text{ V}$$

$$0.86 \times V_0 = 0.5289 \text{ V} \rightarrow \Delta t = 2.05 \text{ ms} = 2 \cdot RC \leftrightarrow RC = 1.025 \text{ ms} \cong 1.03 \text{ ms}$$

$$0.63 \times V_0 = 0.38745 \text{ V} \rightarrow \Delta t = 1.10 \text{ ms} = RC$$

$$V_0 - (0.37 \times V_0) = 0.38745 \text{ V} \rightarrow \Delta t = 1.15 \text{ ms} = RC$$

$$V_0 - (0.14 \times V_0) = 0.5289 \text{ V} \rightarrow \Delta t = 2.10 \text{ ms} = 2 \cdot RC \leftrightarrow RC = 1.05 \text{ ms}$$

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_i x_i}{\sum_i \left(\frac{1}{MF_i} \right)^2} = \frac{1.03 + 1.10 + 1.15 + 1.05}{4} \cong 1.08$$

$$MF_{\langle x \rangle} = \sqrt{\frac{1}{\sum_i \left(\frac{1}{MF_i} \right)^2}} = \sqrt{\frac{1}{12}} \cong 0.03$$

De overdrachtsfunctie kunnen we experimenteel bepalen door de spanning gemeten over de condensator (V_C) te delen door de spanning of de serie-RC-keten:

$f \text{ (Hz} \pm 1)$	$V_0 \text{ (V} \pm 0,001)$	$V_c \text{ (V} \pm 0,001)$	$H(f)$	F_{out}
14	0,821	0,74	0,91	$\pm 0,03$
20	0,822	0,74	0,90	$\pm 0,03$
27	0,824	0,74	0,89	$\pm 0,03$
38	0,824	0,73	0,88	$\pm 0,03$
54	0,819	0,70	0,86	$\pm 0,03$
75	0,815	0,67	0,82	$\pm 0,03$
105	0,809	0,61	0,75	$\pm 0,03$
148	0,802	0,53	0,66	$\pm 0,03$
Gemiddelde	0,817	0,68		
Fout	$\pm 0,003$	$\pm 0,03$		

De fout wordt berekend d.m.v. de foutenpropagatie voor de deling:

1. Eerst berekenen we de Relatieve fouten van alle waarden d.m.v.: $RF_i = \frac{MF_i}{x_i}$
2. Dan berekenen we finale relatieve fouten d.m.v.: $RF_f = \sqrt{\sum (RF_i)^2}$
3. Uiteindelijk krijgen we de finale middelbare fouten: $MF_f = f \cdot RF_f$

Op analoge wijze kunnen we ook de faseverschuiving φ berekenen uit het tijdsinterval Δt :

f (Hz \pm 1)	Δt (ms \pm 0,01)	ϕ (rad)	F_{out}
14	0,15	13	± 3
20	0,05	6	± 4
27	0,00	0	± 0
38	0,20	48	± 9
54	0,00	0	± 0
75	0,15	71	± 17
105	0,00	0	± 0
148	-0,10	-93	± 33
Gemiddelde	0,06		
Fout	$\pm 0,04$		

De fout wordt analoog aan de overdrachtsfunctie berekend.

We hebben echter een sterk vermoeden dat deze waarden niet correct zijn. Het programma liet meerdere tijdstippen aflezen per top/dal-waarde. De fout ligt echter waarschijnlijk bij ons omdat we te weinig hebben ingezoomd.

De afsnijfrequentie van de overdrachtsfunctie ligt op 125 Hz.

$$RC = \frac{1}{2 \times \pi \times f_0} = 1.49 \text{ ms}$$

De afsnijfrequentie van de faseverschuiving ligt anderzijds op 107 Hz.

$$RC = \frac{1}{2 \times \pi \times f_0} = 1.27 \text{ ms}$$

RC (ms)
1.03
1.10
1.15
1.05
1.49
1.27
Gemiddelde antwoordtijd (ms)
1.18

$R \cdot C$ kan men aflezen als een tijd omdat:

$$C = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg} \text{ en } R = \frac{m^2 \cdot kg \cdot s^3}{A^2}$$

Na wat schrapwerk blijft enkel 's' over.

Conclusie

De antwoordtijd zonder serie-RC-keten filter bedraagt $1,08 \pm 0,03$ ms.

De antwoordtijd mét serie-RC-keten filter bedraagt 1,18 ms

het tijdsverschil is te wijten aan de tijdsspanne die ingenomen wordt door het op- en ontladen van de condensator