

4. Labopakket 4: De condensator

Datum : Klasgroep..... Labogroep.....
Naam :

4.1 Theoretische achtergrond

Enige elementaire basiskennis over de condensator is opgenomen onder paragraaf 4.3. Het is de bedoeling je deze leerstof als zelfstudiepakket doorneemt. Het kan nuttig zijn de grafieken bij de theoriecursus te voegen om een beter inzicht te krijgen.

4.2 Voorbereiding



Hoe lang duurt het (ont)laadproces in het algemeen?

Theoretisch 5τ praktisch

Geef de waarde van het getal e (grondgetal natuurlijk logaritme) =

Hoe lang duurt het (ont)laadproces voor $R = 1 \text{ k}\Omega$ en $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$ praktisch? $0,1$ s

Stel dat je in bovenstaande situatie een ongeladen condensator laat opladen met een bron van 10 V. Hoeveel bedraagt de spanning over de condensator dan na 0,3 seconden?

$9,50\text{V}$ V (drie cijfers na de komma)

Berekening:

$$\tau = R \cdot C = 10\text{k}\Omega \cdot 100\text{ }\mu\text{F} = 0,1\text{ s}$$

$$U(0,3) = 10\text{V} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,3}{0,1}}\right) \approx \boxed{9,50\text{V}}$$

Stel dat je in bovenstaande situatie een ongeladen condensator laat opladen met een bron van 10 V. Hoeveel bedraagt de spanning over de condensator dan na 5τ ?

..... V (drie cijfers na de komma)

Berekening:

$$5\tau = 0,5\text{ s} \rightarrow 100\%$$

$$U(0,5) = 10\text{V} \cdot \left(1 - e^{-\frac{0,5}{0,1}}\right) \approx \boxed{9,93\text{V}}$$

4.6 Verwerking resultaten – besluiten

Betreft **laadproces**.

- Teken op één assenstelsel de gemeten gegevens, 4 grafieken voor $u_c = f(t)$ en 4 grafieken voor $i = f(t)$. Doe dit zo groot mogelijk en gebruik aangepaste schalen voor i en u_c . Benoem elke grafiek duidelijk. Extrapoler eventueel ontbrekende beginwaarden. **Gebruik dezelfde tijdsas!**

Betreft **ontlaadproces**.

- Teken op één assenstelsel de gemeten gegevens, 4 grafieken voor $u_c = f(t)$ en 4 grafieken voor $i = f(t)$. Doe dit zo groot mogelijk en gebruik aangepaste schalen voor i en u_c . Benoem elke grafiek duidelijk. Extrapoler eventueel ontbrekende beginwaarden. **Gebruik dezelfde tijdsas!** Let op : de stroomzin is nu omgekeerd ten opzichte van de stroom bij het laadproces, verwerk dit in je grafieken. Vraag eventueel info aan de docent.

Beantwoord volgende vragen, **motiveer telkens je antwoord** aan de hand van je waarnemingen. De grafieken zijn hierbij een handig instrument.

Betreft het laadproces.

- Heeft de grootte van R invloed op de spanning die de condensator bereikt na 5τ ? Waarom?

Ja, Een grotere weerstand neemt ook een langer tijd voor dat het opgeladen wordt.

- Heeft de grootte van C invloed op de spanning die de condensator bereikt na 5τ ? Waarom?

Ja, Een grotere Condensator heeft meer tijd nodig om 5τ te bereiken

- Wat (welke parameter of welke instelling) moet je wijzigen om de eindspanning over de condensator te laten stijgen/dalen?

de tijd R en C

- Controleer of de wiskundige formules bovenstaande conclusies bevestigen. Bespreek kort.

Betreft laden en ontladen.

- Heeft de grootte van R invloed op de maximale stroom? Waarom?

- Heeft de grootte van C invloed op de maximale stroom? Waarom?

- Heeft de grootte van R invloed op de duur van het (ont)laden? Waarom?

$$\tau = R \cdot C$$

$\tau =$ Hoe groter R wordt hoe langer het duurt om on'teladen

- Heeft de grootte van C invloed op de duur van het (ont)laden? Waarom?

$$\tau = R \cdot C$$

$\tau =$ Hoe groter C wordt hoe langer het duurt om te laden

Betreft laadproces voor $R = 100 \text{ k}\Omega$ en $C = 200 \text{ }\mu\text{F}$.

Tot hoeveel procent van de bronspanning is de condensatorspanning gestegen na 1τ , 3τ , 5τ ?
Bereken de theoretische waarde, alsook de procentuele waarde van de voedingsspanning die je op dat moment bekomt via je metingen.

Theoretisch:

1τ 63 %

3τ 95 %

5τ 100 %

berekening hieronder vermelden aub

$$\begin{aligned} 1\tau &= (RC) = 1 \cdot \tau \\ 3\tau &= (RC) = 3 \cdot \tau \\ 5\tau &= (RC) = 5 \cdot \tau \end{aligned}$$

Berekend uit meetwaarden:

1τ %

3τ %

5τ %

berekening hieronder vermelden aub

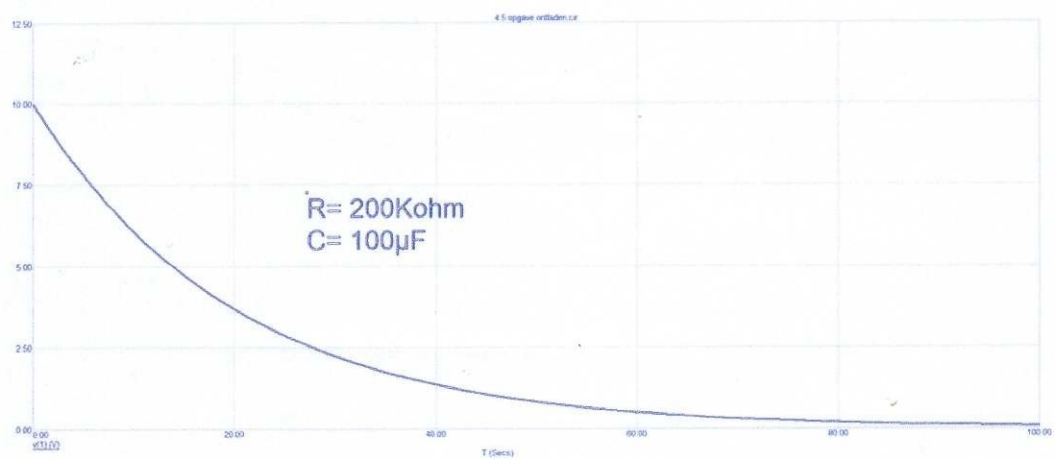
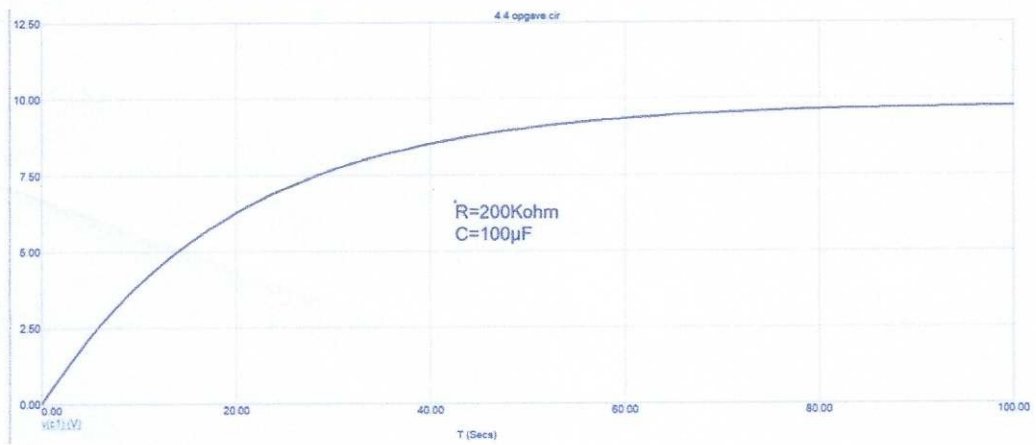
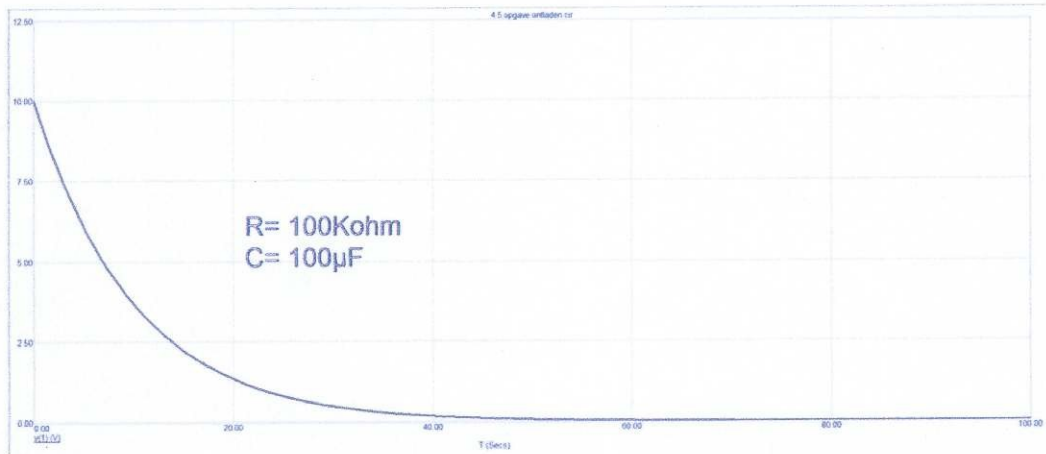
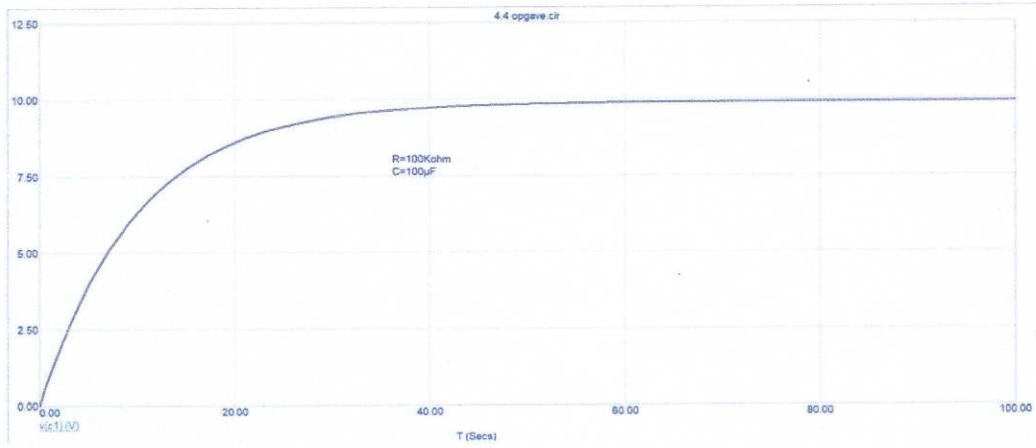
$$\begin{aligned} 1 &= R \cdot C \\ 2) &100 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 10^{-6} \\ &= 20 \text{ s} \end{aligned} \quad \left| \quad \begin{aligned} U_{(20\text{s})} &= 10 \cdot (1 - e^{-\frac{20}{20}}) = 6,3 \text{ V} \\ U_{(60\text{s})} &= 10 \cdot (1 - e^{-\frac{60}{20}}) = 9,5 \text{ V} \\ U_{(100\text{s})} &= 10 \cdot (1 - e^{-\frac{100}{20}}) = 9,93 \text{ V} \end{aligned}$$

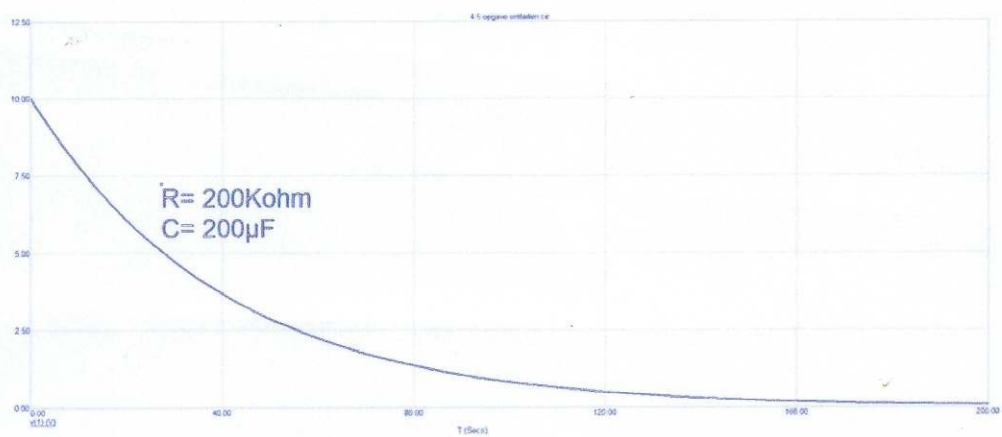
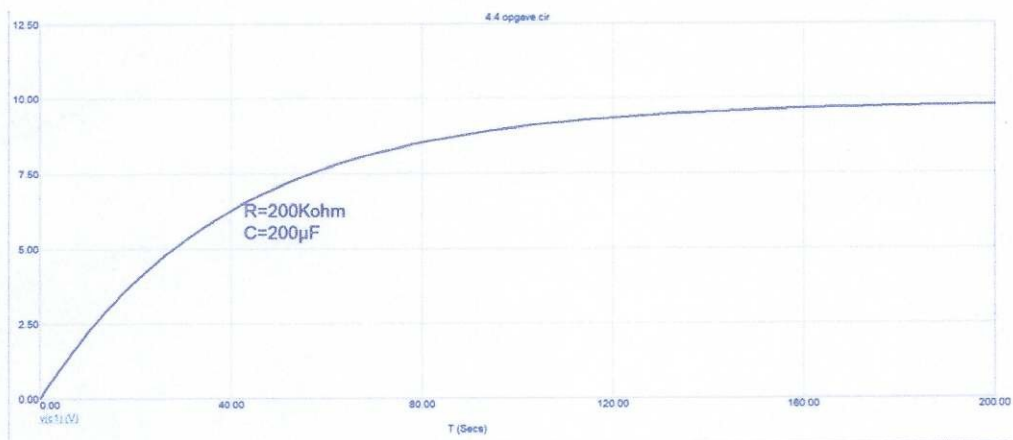
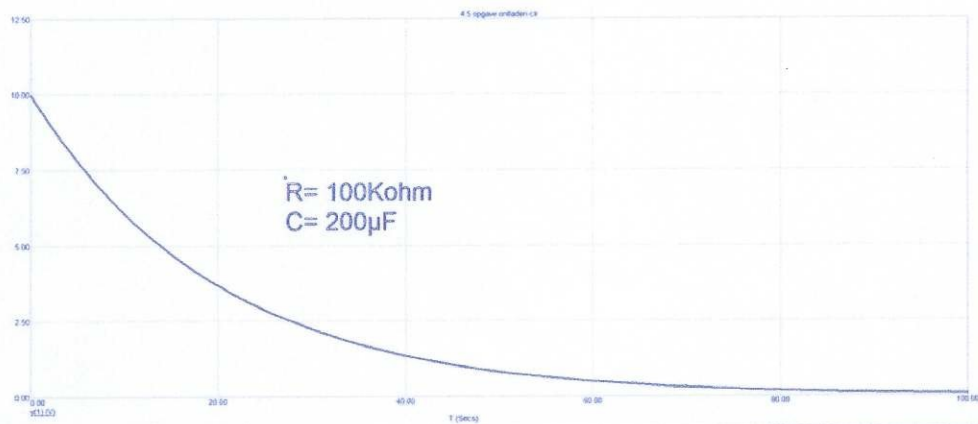
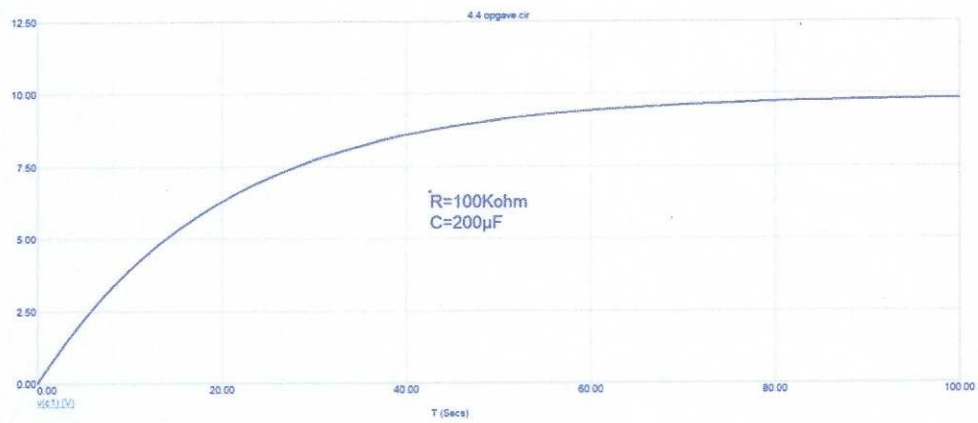
Betreft laadproces voor $R = 100 \text{ k}\Omega$ en $C = 200 \text{ }\mu\text{F}$.

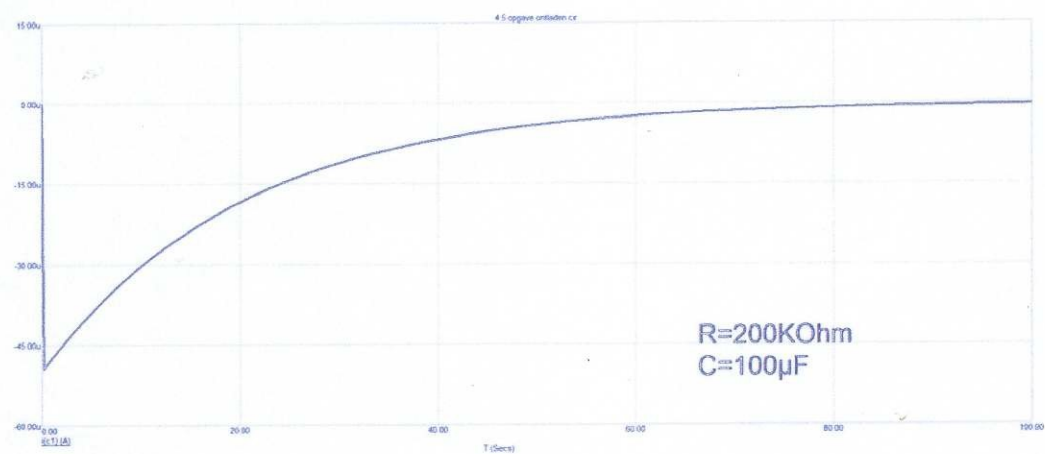
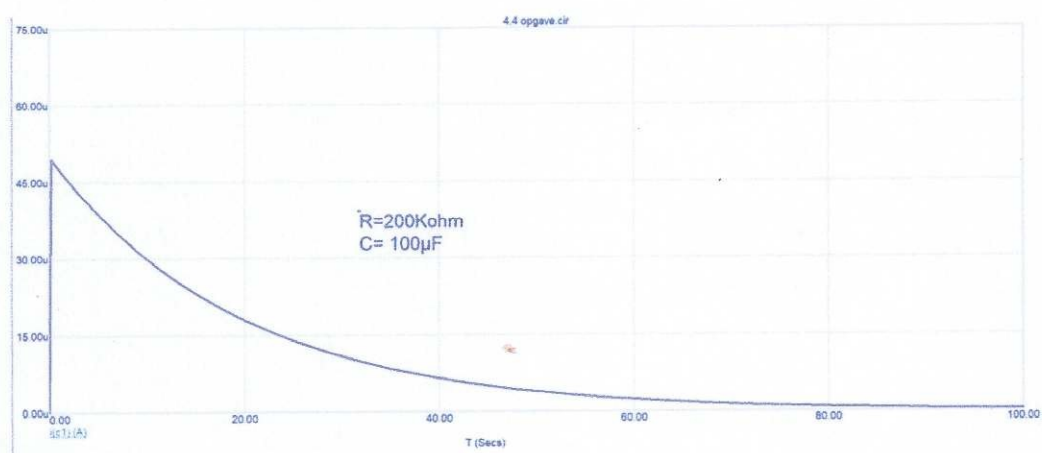
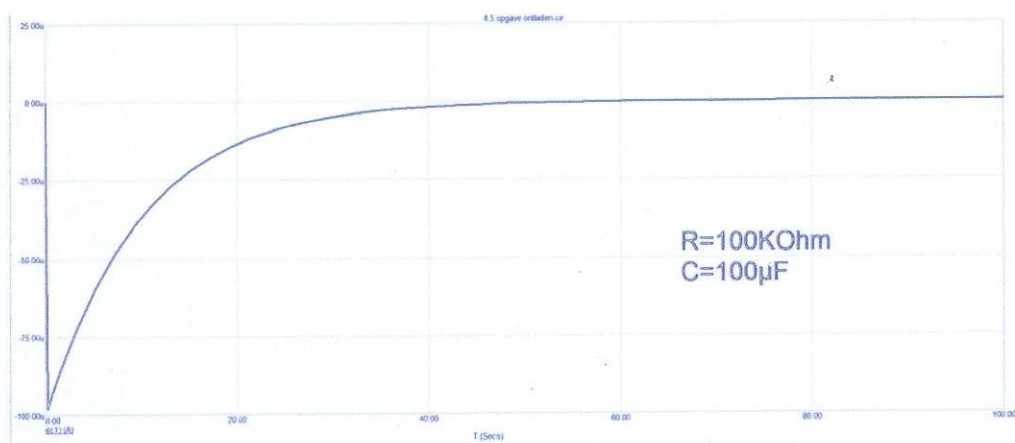
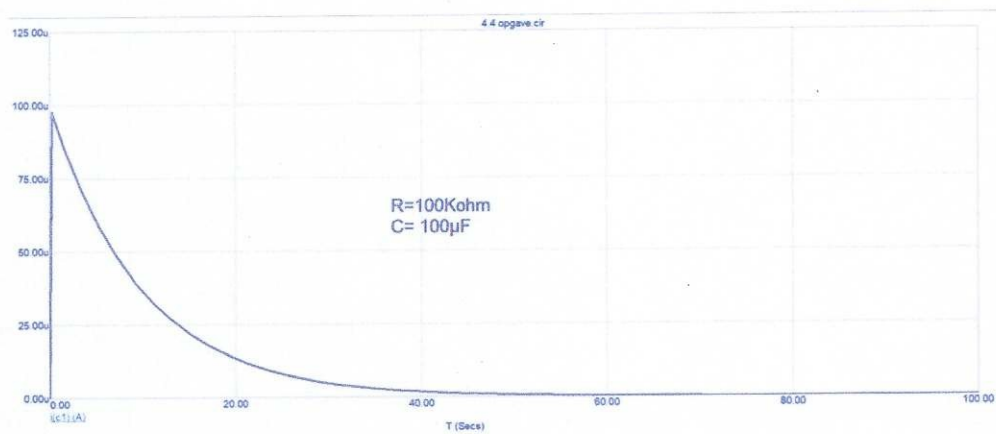
- Vergelijk je metingen met de theoretisch verwachte waarden uit de formules. Verklaar eventuele afwijkingen.

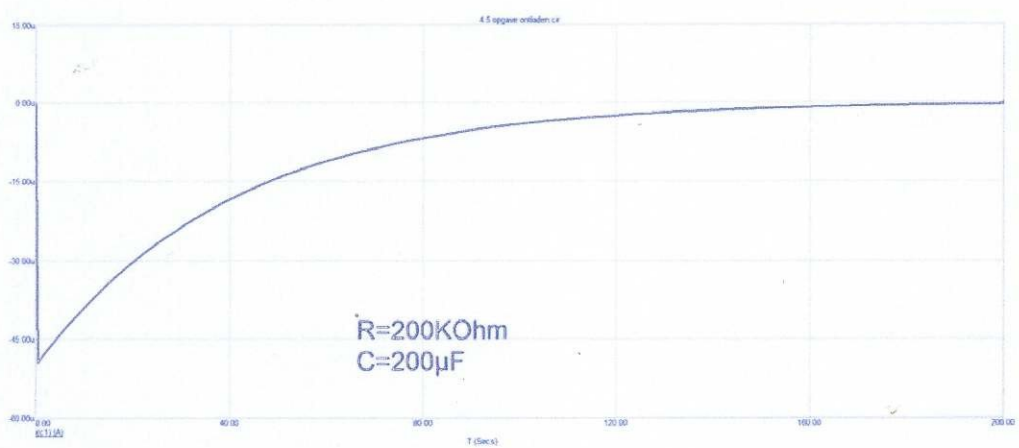
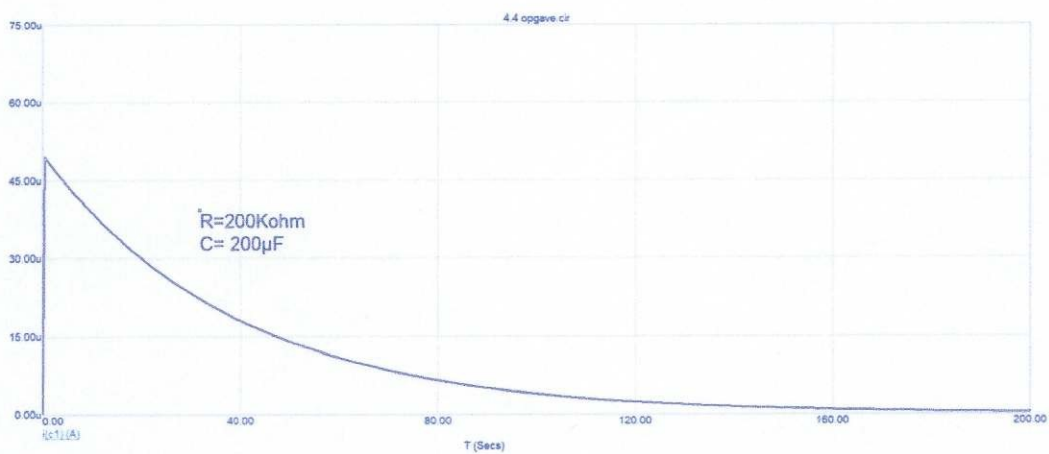
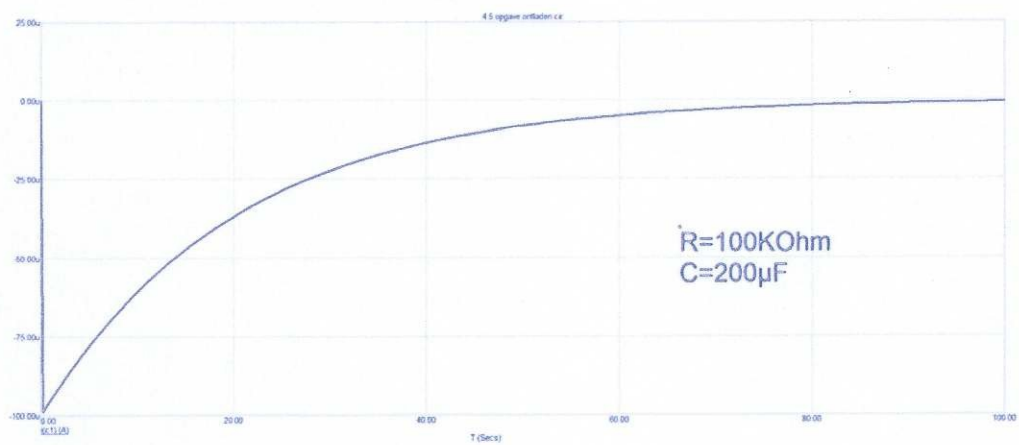
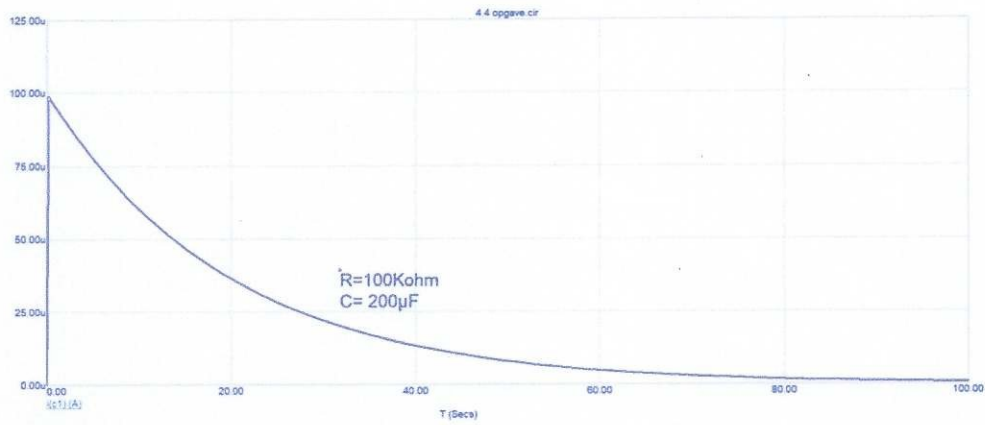
	tijd [s]	berekende waarden		gemeten waarden	
		u_c	i	u_c	i
1τ	20s	6,3V 4,97mV	3,68pA	6,32V	3,67pA
3τ	60s	9,5V	4,97pA	9,5V	4,98pA
5τ	100s	9,93V	6,74nA	9,93	6,71,4nA

$$i(t) = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$









MEETWAARDEN LADEN

	schakeling a		schakeling b		schakeling c		schakeling d	
	bronspanning [10]		bronspanning [10]		bronspanning [10]		bronspanning [10]	
tijd [s]	u _c [....]	i [....]	u _c [....]	i [....]	u _c [....]	i [....]	u _c [....]	i [....]
0								
10	6,32V	36,7pA	3,93V	30,3pA	3,93V	60,65pA	2,21V	38,94pA
20	8,65V	13,53pA	6,32V	18,4pA	6,32V	36,79pA	3,93V	30,33pA
30	9,50V	4,98pA	7,77V	11,16pA	7,77V	22pA	5,28V	23,62pA
40								
50								
60								
70								
80	10V	33nA	9,82V	94nA	9,82	1,83pA	8,65V	6,77pA
90								
100	10V	4,4nA	9,93V	335,6nA	9,93V	671,4nA	9,18V	4,10pA
110								
120								
130								
140								
150	10V	27,4pA	9,99V	27,3nA	9,99V	54nA	9,77V	1,174nA
160								
170								
180								
190								
200	10V	158,6fA	10V	2,19nA	10V	4,4nA	9,93V	335,63nA
210								

MEETWAARDEN ONTLADEN

	schakeling a		schakeling b		schakeling c		schakeling d	
	bronspanning [....]		bronspanning [....]		bronspanning [....]		bronspanning [....]	
tijd [s]	u _c [....]	i [....]	u _c [....]	i [....]	u _c [....]	i [....]	u _c [....]	i [....]
0								
10	3,68V	36,79pA	6,07V	60,65pA	6,07V	60,6pA	7,79V	38,94pA
20	1,35V	13,53pA	3,68V	18,14pA	3,68V	36,78pA	6,07V	30,13pA
30	497mV	4,97pA	2,23V	11,16pA	2,23V	22,31pA	4,72V	23,62pA
40								
50								
60								
70								
80 (100)	439,6pA	4,39pA	67,11mV	335,56nA	67,11	671,13nA	820,4mV	4,102pA
90								
100								
110								
120								
130								
140								
150	2,74mV	27,4pA	5,46mV	27,28nA	5,46mV	54,5nA	234,7mV	1,174pA
160								
170								
180								
190								
200	16,75nV	167,56pA	439pV	2,198nA	439,6pA	4,39nA	67,11mV	335,6nA
210								