

Wetten van Kirchhoff toepassen op een weerstandsnetwork

Semih Can Karakoç (695258)

27 januari 2023

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Probleem- en doelstelling	5
3	Benodigdheden	6
4	Theoretisch kader	7
4.1	Eerste stromen wet van Kirchhoff (KCL)	7
4.2	Tweede spanningswet van Kirchhoff (KVL)	7
4.3	De multimeter	7
5	Opdracht 1	9
5.1	Bepaal aan de hand van metingen de stromen door elke weerstand . . .	9
5.2	Berekende stroomsterktes door alle weerstanden met de vervangings- weerstand	10
5.3	Berekende stroomsterktes door alle weerstanden met behulp van de wetten van Kirchhoff	11
5.4	Berekende spanningswaarden over elke weerstand	12
5.5	Verificatie dat de berekende spanningen kloppen door deze te meten .	13
5.6	Verificatie dat de berekende stroomsterktes door alle weerstanden kloppen door Multisim simulatie	14
5.7	Verificatie dat de berekende spanningswaarden over alle weerstanden kloppen door Multisim simulatie	15
6	Opdracht 2	16
6.1	Gemeten stroomsterktes door alle weerstanden	16
6.2	Berekende stroomsterktes door alle weerstanden met behulp van de wetten van Kirchhoff	17
6.3	Berekende spanningswaarden over alle weerstanden	19
6.4	Verificatie dat de berekende spanningen kloppen door deze te meten .	20
6.5	Verificatie dat de berekende stroomsterktes door alle weerstanden kloppen door Multisim simulatie	21
6.6	Verificatie dat de berekende spanningswaarden over alle weerstanden kloppen door Multisim simulatie	22
7	Verklaring waarom de berekende waarden afwijken van de gemeten waarden	23
8	Conclusie	24

9 Bronvermelding

26

1 Inleiding

In dit practicum is onderzocht hoe je de spanning over en stroom door elk van de componenten in een elektrisch netwerk kunt berekenen. Hierbij zijn er twee verschillende opdrachten uitgevoerd waarbij je de spanning over en stroom door elk van de componenten in dat elektrisch netwerk moest berekenen. Dit verslag begint eerst met het theoretisch kader, zodat je de benodigde theorie kent voor de berekeningen. Daarna zal het verslag ingaan op de uitgevoerde opdrachten, waarbij die berekeningen toegepast moeten worden. Uiteraard worden de berekende resultaten daarna geverifieerd of ze wel kloppen. Aan het einde van dit verslag wordt de probleemstelling beantwoord en wordt er nog theorie herhaald.

2 Probleem- en doelstelling

De probleemstelling dat bij dit practicum hoort:

“Hoe berekenen we de spanning over en stroom door elk van de componenten in een elektrisch netwerk.”

De volgende doelstellingen bij dit practicum zijn:

1. stromen berekenen in een gemengde schakeling door middel van serie en parallelle vervangingsweerstand;
2. te laten zien dat je de wetten van Kirchhoff kunt toepassen;
3. de bijbehorende meetgegevens op een juiste wijze kan verkrijgen;
4. dat je de verzamelde gegevens kan verwerken tot een goed verslag.

Deze doelstellingen zijn uiteraard behandeld en behaald in dit verslag. Aan het einde van dit verslag onder het kopje 8: *“Conclusie”* zal de probleemstelling beantwoord worden!

3 Benodigdheden

Hieronder zijn de benodigdheden benoemd die essentieel zijn voor tijdens het practicum:

1. Een multimeter is een apparaat dat wordt gebruikt om spanning, stroom en weerstand te meten. Het is een veelzijdig hulpmiddel dat essentieel is voor diagnose van een elektronische problemen;
2. x aantal snoeren zijn vereist om verbinding te maken tussen verschillende onderdelen van een circuit. De snoeren kunnen variëren in grootte en type, afhankelijk van de specifieke toepassing;
3. twee $1k\Omega$, twee $2k2\Omega$, twee 100Ω , twee 220Ω en één 330Ω weerstanden. Weerstanden zijn nodig om de stroom te regelen;
4. een spanningsbron. Dat is een apparaat dat elektriciteit levert aan een circuit [1].

4 Theoretisch kader

4.1 Eerste stromen wet van Kirchhoff (KCL)

De eerste stromen wet van Kirchhoff (Kirchhoff Current Law) zegt dat wanneer een knooppunt is in een schakeling, dat de stromen die erin komen en eruit gaan gelijk zijn aan nul, oftewel: $\sum I_k = 0$ [2]. Stel dat I_1 naar het knooppunt toe gaat en dat I_2 en I_3 uit het knooppunt gaan, noteer je dat als volgt: $(+I_1) + (-I_2) + (-I_3) = 0$. De stromen die erin komen zijn positief en de stromen die uit het knooppunt gaan zijn negatief, dus: $I_{in} = +I$ en $I_{uit} = (-I)$. Je vergelijking ziet er dan zo uit: $I_1 - I_2 - I_3 = 0$ en als je dan I_2 en I_3 naar de andere kant haalt vallen alle minnen weg en krijg je: $I_1 = I_2 + I_3$. Deze formule heb je in combinatie met de tweede wet van Kirchhoff nodig om de onbekende stromen te berekenen!

4.2 Tweede spanningswet van Kirchhoff (KVL)

De tweede spanningswet van Kirchhoff (Kirchhoff Voltage Law) zegt dat wanneer er een lus/loep is in een schakeling, dat de componenten in die lus/loep bij elkaar opgeteld (minus de spanningsbron) gelijk zijn aan nul, oftewel: $\sum V_k = 0$ [2]. Stel dat een schakeling hebben waarbij we een spanningsbron hebben van 12V en twee weerstanden in serie, waarbij de ene $1k\Omega$ is en de ander $1k2\Omega$. Voor dit voorbeeld zou je eigenlijk geen KVL hoeven toe te passen, maar voor het principe wordt het toch even gedaan. Dan krijg je: $lus_1 = V_1 + V_2 - V_{bron}$. We weten dat $V = I * R$, dus dat kunnen we substitueren in de formule van lus 1. Dan krijg je: $lus_1 = (1000 * I_1) + (1200 * I_1) - 12$. Nu kun je de stroom bepalen door die formule van lus 1 wiskundig op te lossen. Stel dat er nou meerdere lussen en knooppunten waren, dan hadden we KCL en KVL samen kunnen gebruiken om de stromen op te lossen. Dit doe je door de knooppunten in te vullen in de formules van de lussen (met de juiste stroom nummer natuurlijk). Hierdoor vereenvoudig je de lus en krijg je minder stromen om op te lossen. Als we dit principe blijven toepassen, kunnen we uiteindelijk de lussen bij elkaar voegen. Uiteindelijk kom je dan uit op één stroom die je kunt oplossen. Zodra je die hebt, kun je de rest van de stromen oplossen!

4.3 De multimeter

Een multimeter is niks anders dan een Ampèremeter, (wissel en gelijk)spanningsmeter en Ohmmeter in één apparaat. Zo'n multimeter kan je ook op meetbereik instellen, wat erg handig is in de praktijk, straks daar meer over. De Ampèremeter plaats je altijd in serie met het component waarvan je de stroomsterkte van wil weten. De spanningsmeter moet je altijd parallel plaatsen op het component waarvan je de spanningswaarde wil weten. Dit doe je, omdat de spanning het elektrisch potentiaal

(verschil) is op dat moment. Daarom meet je vóór en ná het component, want dan weet je het elektrisch potentiaal! De Ohmmeter (weerstandsmeter) plaats je net als de spanningsmeter parallel op het component. Daarnaast is het natuurlijk ook belangrijk dat je de meters allemaal van plus naar min laat gaan, want anders kun je negatieve waarden meten. Voor de rest is het ook belangrijk bij het meten van de stroomsterkte, dat je wel meet op de juiste schaal/bereik. Dat wil zeggen dat als je geen stroom meet bij een gesloten stroomkring, betekent dat je waarschijnlijk te hoog of te laag zit qua bereik. Je kan de meetbereik van te voren al een beetje bepalen als je weet hoeveel spanning er staat op de schakeling. Anders kun je nog altijd proberen in verschillende meetbereik te meten, totdat je een meetresultaat krijgt [3].

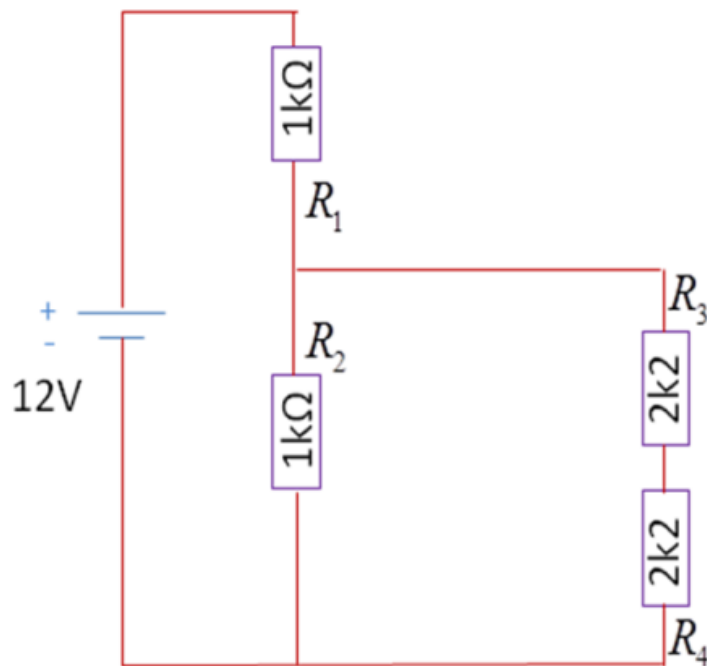
5 Opdracht 1

5.1 Bepaal aan de hand van metingen de stromen door elke weerstand

Hieronder is er een tabel te vinden met elke stroomsterkte gemeten die hoort bij de juiste weerstand.

	$I(A)$
R_1	0,00670
R_2	0,00546
R_3	0,00123
R_4	0,00123

Tabel 1: stroomsterkte metingen per weerstand.



Figuur 1: schakelschema dat hoort bij opdracht 1.

5.2 Berekende stroomsterktes door alle weerstanden met de vervangingsweerstand

Bij de schakeling van opdracht 1 kunnen we naast de wet van Kirchhoff te gebruiken, óók de stroomsterkte berekenen met behulp van de vervangingsweerstand. Daarvoor moeten we eerst de vervangingsweerstand berekenen:

1. Eerst berekenen we de vervangingsweerstand over R_3 en R_4 . Je kunt deze twee weerstandswaarden optellen, omdat ze met elkaar in serie staan, dus: $R_{3+4} = R_3 + R_4 = 2200 + 2200 = 4400\Omega$.
2. Nu kunnen we R_2 en R_{3+4} bij elkaar optellen. Deze twee staan parallel geschakeld, dus moeten we deze op de volgende manier optellen: $\frac{1}{R_{2+(3+4)}} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{4400} = \frac{1}{0,00122727272} = 814,814814815\Omega$.
3. Ten slotte kunnen we de totale vervangingsweerstand berekenen door R_1 en $R_{2+(3+4)}$ bij elkaar op te tellen. Ze staan in serie geschakeld, dus: $R_{vervang} = R_1 + R_{2+(3+4)} = 1000 + 814,814814815 = 1814,814814815\Omega$.

Nu we de vervangingsweerstand ($1814,814814815\Omega$) weten, kunnen we de totale stroomsterkte berekenen. Dit doe je door de wet van Ohm toe te passen: $V = I * R$. Nu schrijven we de formule om tot $I = \frac{V}{R}$ en nu kunnen we deze formule toepassen: $I_{1(totaal)} = \frac{12}{1814,814814815} = 0,00661224489$ Ampère. Die totale stroomsterkte wordt benut bij R_1 en we weten ook de waarde van R_1 en met die twee waarden kunnen we de spanning berekenen. Hiervoor gebruiken we $V_1 = I_{1(totaal)} * R_1 = 0,00661224489 * 1000 = 6,61224489796$ V. We weten dat de totale spanning gelijk is aan 12 V, dus de rest (parallel-stuk) van de schakeling moet dan wel gelijk zijn aan: $12 - 6,61224489796 = 5,38775510204$ V. De rest van de stroomsterktes zijn nu ook te berekenen:

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{5,38775510204}{1000} = 0,00538775510204 \text{ A.}$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{5,38775510204}{4400} = 0,00122448979 \text{ A.}$$

	$I(A)$
R_1	0,00661224489
R_2	0,00538775510
R_3	0,00122448979
R_4	0,00122448979

Tabel 2: een overzicht van de berekende stroomsterktes over de vier weerstanden.

5.3 Berekende stroomsterktes door alle weerstanden met behulp van de wetten van Kirchhoff

Knooppunten

Knooppunt 1: $I_1 = I_2 + I_3$

Knooppunt 2: $I_4 = I_2 + I_3$

Lussen

Lus 1: $1000I_1 + 1000I_2 - 12 = 0$

Lus 2: $4400I_3 - 1000I_2 = 0$

Vergelijking van lus 1 vereenvoudigen:

$$1000(I_2 + I_3) + 1000I_2 - 12 = 0$$

$$1000I_2 + 1000I_3 + 1000I_2 - 12 = 0$$

$$2000I_2 = -1000I_3 + 12$$

$$I_2 = -\frac{1}{2}I_3 + \frac{12}{2000}$$

Vergelijking van lus 2 vereenvoudigen en I_3 oplossen:

$$4400I_3 - 1000\left(-\frac{1}{2}I_3 + \frac{12}{2000}\right) = 0$$

$$4400I_3 + 500I_3 - 6 = 0$$

$$4900I_3 = 6$$

$$I_3 = \frac{6}{4900} = 0,0012245 \text{ Ampère}$$

Nu we I_3 weten, kunnen we de vergelijking van lus 2 gebruiken om I_2 te berekenen:

$$4400I_3 - 1000I_2 = 0$$

$$1000I_2 = 4400I_3$$

$$I_2 = \frac{22}{5}I_3$$

$$I_2 = \frac{22}{5}(0,0012245) = 0,0053878 \text{ Ampère}$$

Nu we I_3 en I_2 weten, kunnen we de vergelijking van knooppunt 1 gebruiken om I_1 te berekenen:

Knooppunt 1: $I_1 = I_2 + I_3$

$$I_1 = 0,0053878 + 0,0012245 = 0,0066123 \text{ Ampère}$$

	$I(A)$
R_1	0,0066123
R_2	0,0053878
R_3	0,0012245
R_4	0,0012245

Tabel 3: berekende stroomsterktes per weerstand die horen bij opdracht 1.

5.4 Berekende spanningswaarden over elke weerstand

We kunnen de spanningswaarden berekenen door de wet van Ohm toe te passen:

$$V = I * R.$$

$$V_1 = I_1 * R_1 = 0,0066123 * 1000 = 6,6123V$$

$$V_2 = I_2 * R_2 = 0,0053878 * 1000 = 5,3878V$$

$$V_3 = I_3 * R_3 = 0,0012245 * 2200 = 2,6939V$$

$$V_4 = I_3 * R_4 = 0,0012245 * 2200 = 2,6939V$$

Nu kunnen we checken of dit klopt: $V_{3+4} = V_3 + V_4 = 2,6939 + 2,6939 = 5,3878V$
en dat is gelijk aan $V_2(5,3878V)$, dus het klopt!

5.5 Verificatie dat de berekende spanningen kloppen door deze te meten

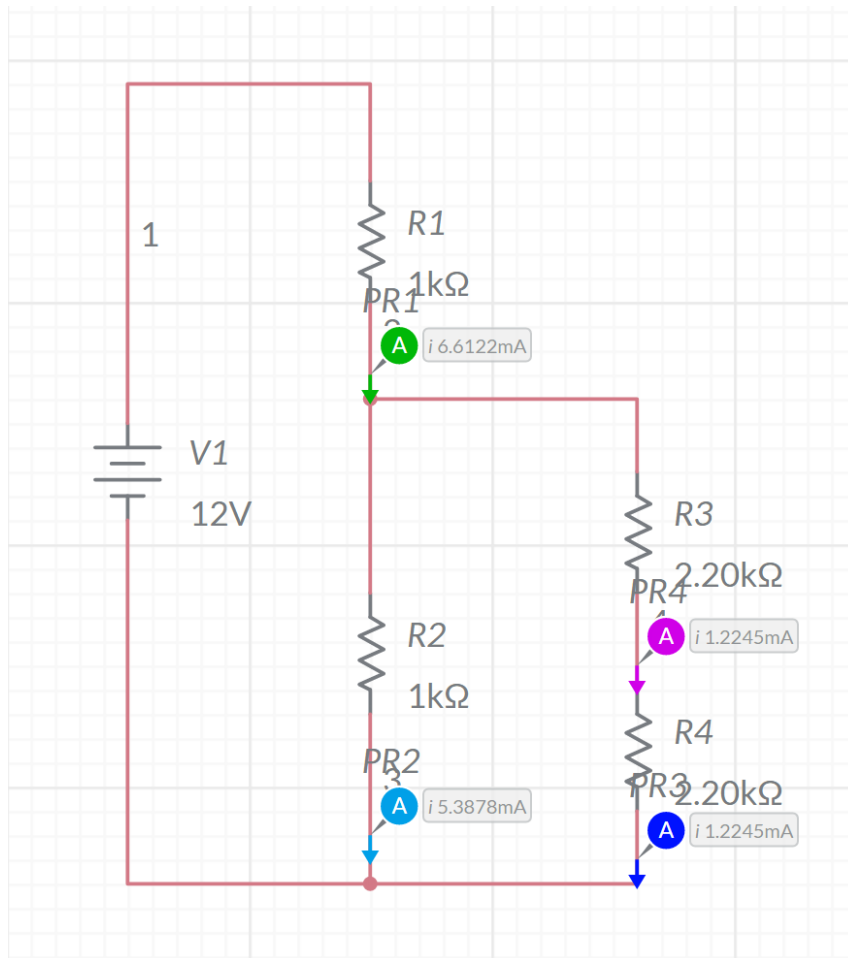
Hieronder is er een tabel te vinden met elke spanningswaarde die per weerstand gemeten is. Als we deze gegevens vergelijken met de berekende gegevens, zien we dat ze inderdaad met elkaar overeen komen. Het zal niet precies hetzelfde zijn, omdat er natuurlijk afwijkingen zijn.

	$V(V)$
R_1	6,581
R_2	5,484
R_3	2,739
R_4	2,739

Tabel 4: spanningsmetingen over elke weerstand.

5.6 Verificatie dat de berekende stroomsterktes door alle weerstanden kloppen door Multisim simulatie

De berekende stroomsterktes komen inderdaad overeen met de gegevens van de simulatie. Kortom: de wet van Kirchhoff klopt!



Figuur 2: alle stroomsterktes van de simulatie.

5.7 Verificatie dat de berekende spanningswaarden over alle weerstanden kloppen door Multisim simulatie

Uit de afbeelding hieronder kunnen we de spanningswaarden afleiden door het potentiaal te berekenen:

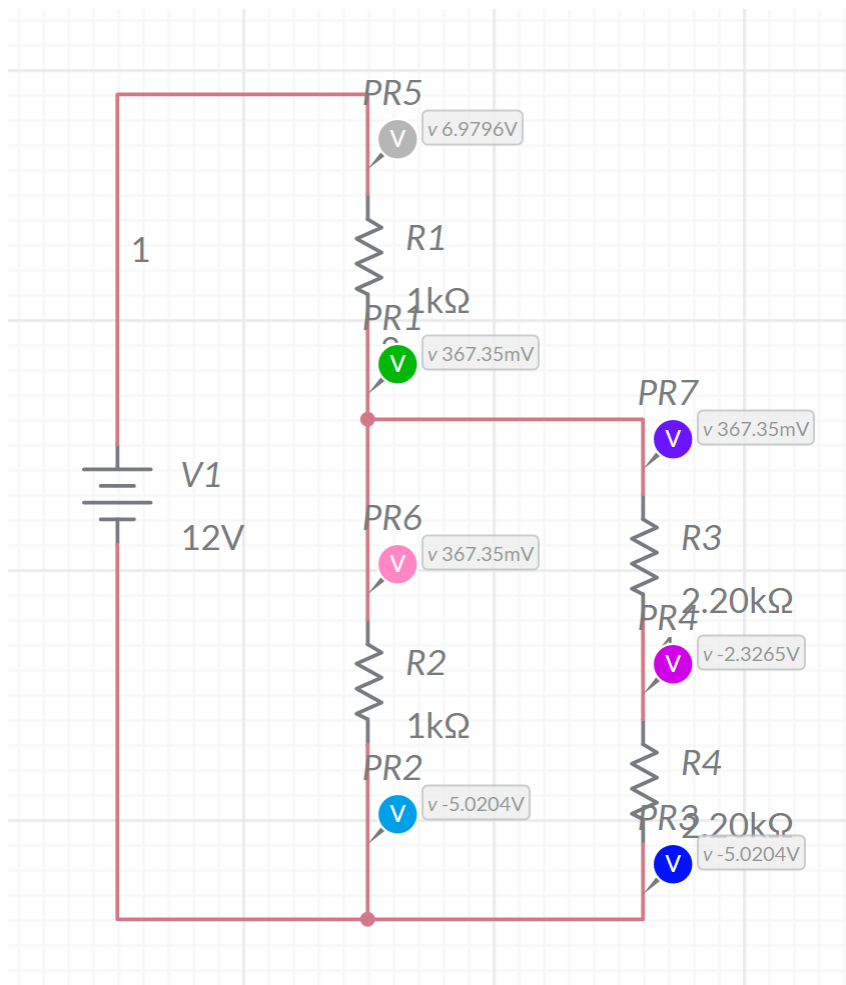
$$V_1 = V_{1a} - V_{1b} = 6,9796 - 0,36735 = 6,61225V$$

$$V_2 = V_{2a} - V_{2b} = 0,36735 - (-5,0204) = 5,38775V$$

$$V_3 = V_{3a} - V_{3b} = 0,36735 - (-2,3265) = 2,69385V$$

$$V_4 = V_{4a} - V_{4b} = -2,3265 - (-5,0204) = 2,69390V$$

Als we dan terug kijken naar de berekende spanningswaarden komen die inderdaad overeen met de waarden van de simulatie!



Figuur 3: alle spanningswaarden van de simulatie.

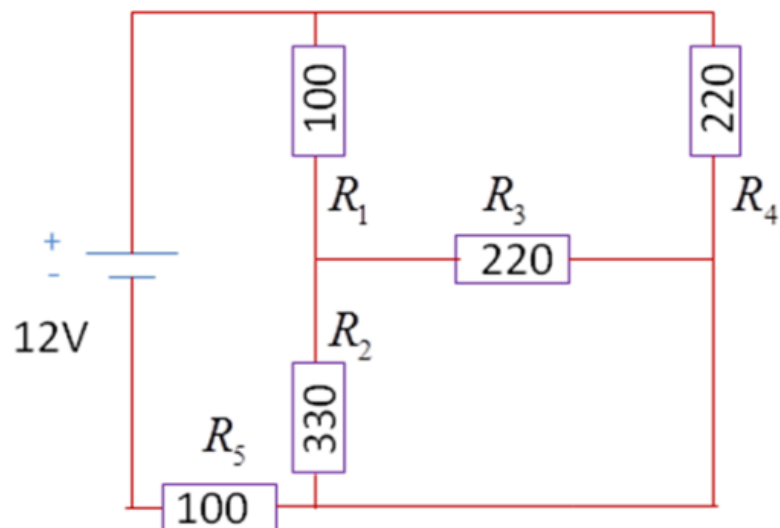
6 Opdracht 2

6.1 Gemeten stroomsterktes door alle weerstanden

Hieronder is er een tabel te vinden met elke stroomsterkte gemeten die hoort bij de juiste weerstand.

	$I(A)$
R_1	0,002729
R_2	0,001083
R_3	0,001635
R_4	0,002823
R_5	0,005586

Tabel 5: stroomsterkte metingen per weerstand.



Figuur 4: schakelschema dat hoort bij opdracht 2.

6.2 Berekende stroomsterktes door alle weerstanden met behulp van de wetten van Kirchhoff

Knooppunten

Knooppunt 1: $I_1 = I_2 + I_3$

Knooppunt 2: $I_2 = I_4 + I_5$

Knooppunt 3: $I_6 = I_3 + I_4$

Knooppunt 4: $I_7 = I_5 + I_6$

Lussen

Lus 1: $100I_2 + 330I_5 + 100I_7 - 12 = 0$

Lus 2: $220I_3 - 220I_4 - 100I_2 = 0$

Lus 3: $220I_4 - 330I_5 = 0$

Vergelijking van lus 1 vereenvoudigen:

Lus 1: $100(I_4 + I_5) + 330I_5 + 100(I_5 + I_6) - 12 = 0$

$100I_4 + 100I_5 + 330I_5 + 100I_5 + 100I_6 - 12 = 0$

$100I_4 + 530I_5 + 100I_6 - 12 = 0$ $100I_4 + 530I_5 + 100(I_3 + I_4) - 12 = 0$ $100I_4 + 530I_5 +$

$100I_3 + 100I_4 - 12 = 0$ $530I_5 + 100I_3 + 200I_4 - 12 = 0$

Vergelijking van lus 2 vereenvoudigen:

Lus 2: $220I_3 - 220I_4 - 100I_2 = 0$

$220I_3 - 220I_4 - 100(I_4 + I_5) = 0$

$220I_3 - 220I_4 - 100I_4 - 100I_5 = 0$

$220I_3 - 320I_4 - 100I_5 = 0$

Vergelijking van lus 3 vereenvoudigen:

Lus 3: $220I_4 - 330I_5 = 0$

$220I_4 = 330I_5$

$I_4 = \frac{330}{220}I_5 = \frac{3}{2}I_5$

Vergelijking van lus 2 vereenvoudigen en I_4 substitueren:

Lus 2: $220I_3 - 320(\frac{3}{2}I_5) - 100I_5 = 0$

$220I_3 - 480I_5 - 100I_5 = 0$

$220I_3 - 580I_5 = 0$

$220I_3 = 580I_5$

$I_3 = \frac{580}{220}I_5 = \frac{29}{11}I_5$

Vergelijking van lus 1 vereenvoudigen en de stromen I_3 en I_4 substitueren:

Lus 1: $530I_5 + 100I_3 + 200I_4 - 12 = 0$

$530I_5 + 100(\frac{29}{11}I_5) + 200(\frac{3}{2}I_5) - 12 = 0$

$530I_5 + \frac{2900}{11}I_5 + 300I_5 - 12 = 0$

$$\frac{12030}{11} I_5 - 12 = 0$$

$$\frac{12030}{11} I_5 = 12$$

$$I_5 = \frac{12}{\frac{12030}{11}} = \frac{22}{2005} = 0,01097256858A. \quad I_5 \text{ hoort bij de weerstand } R_2.$$

Nu we I_5 weten, kunnen we die invullen in de eerdere gebruikte formule: $I_3 = \frac{29}{11} I_5$ en daarmee kunnen we I_3 berekenen:

$$I_3 = \frac{29}{11} * 0,01097256858 = 0,0289276808A.$$

Nu we I_3 en I_5 weten kunnen we een eerdere gebruikte formule weer gebruiken: $220I_3 - 320I_4 - 100I_5 = 0$.

Eerst vullen we I_3 en I_5 in de formule: $220(0,0289276808) - 320I_4 - 100(0,01097256858) = 0$. Nu los je deze vergelijking op:

$$6,364089776 - 320I_4 - 1,097256858 = 0$$

$$5,266832918 = 320I_4$$

$$I_4 = \frac{5,266832918}{320} = 0,01645885286A, \text{ dus } I_4 = 0,01645885286A.$$

We kunnen nu de knooppunten gebruiken om de rest van de stromen te berekenen: Knooppunt 2: $I_2 = I_4 + I_5 = 0,01645885286 + 0,01097256858 = 0,02743142144A$, dus $I_2 = 0,02743142144A$.

We moeten tenslotte I_7 berekenen en daarvoor moeten we de knooppunten hieronder met elkaar substitueren:

Knooppunt 3: $I_6 = I_3 + I_4$

Knooppunt 4: $I_7 = I_5 + I_6$

gesubstitueerde knooppunt: $I_7 = I_5 + (I_3 + I_4)$

$$I_7 = 0,01097256858 + (0,0289276808 + 0,01645885286) = 0,05635910224A, \text{ dus } I_7 = 0,05635910224A.$$

Zie hieronder een overzicht van de berekeningen:

	$I(A)$
R_1 (bij I_2)	0,02743142144
R_2 (bij I_5)	0,01097256858
R_3 (bij I_4)	0,01645885286
R_4 (bij I_3)	0,02892768080
R_5 (bij I_7)	0,05635910224

Tabel 6: overzicht van berekende stroomsterktes over elke weerstand.

6.3 Berekende spanningswaarden over alle weerstanden

De spanningswaarden zijn nu te berekenen door de wet van Ohm toe te passen:

$$V = I * R.$$

$$V_1 = I_2 * R_1 = 0,02743142144 * 100 = 2,743142144V$$

$$V_2 = I_5 * R_2 = 0,01097256858 * 330 = 3,620947631V$$

$$V_3 = I_4 * R_3 = 0,01645885286 * 220 = 3,620947629V$$

$$V_4 = I_3 * R_4 = 0,02892768080 * 220 = 6,364089776V$$

$$V_5 = I_7 * R_5 = 0,05635910224 * 100 = 5,635910224V$$

Hieronder is nog een tabel te vinden met de berekende spanningswaarden over elke weerstand:

	V(V)
R_1 (bij I_2)	2,743142144
R_2 (bij I_5)	3,620947631
R_3 (bij I_4)	3,620947629
R_4 (bij I_3)	6,364089776
R_5 (bij I_7)	5,635910224

Tabel 7: overzicht van berekende spanningswaarden over elke weerstand.

6.4 Verificatie dat de berekende spanningen kloppen door deze te meten

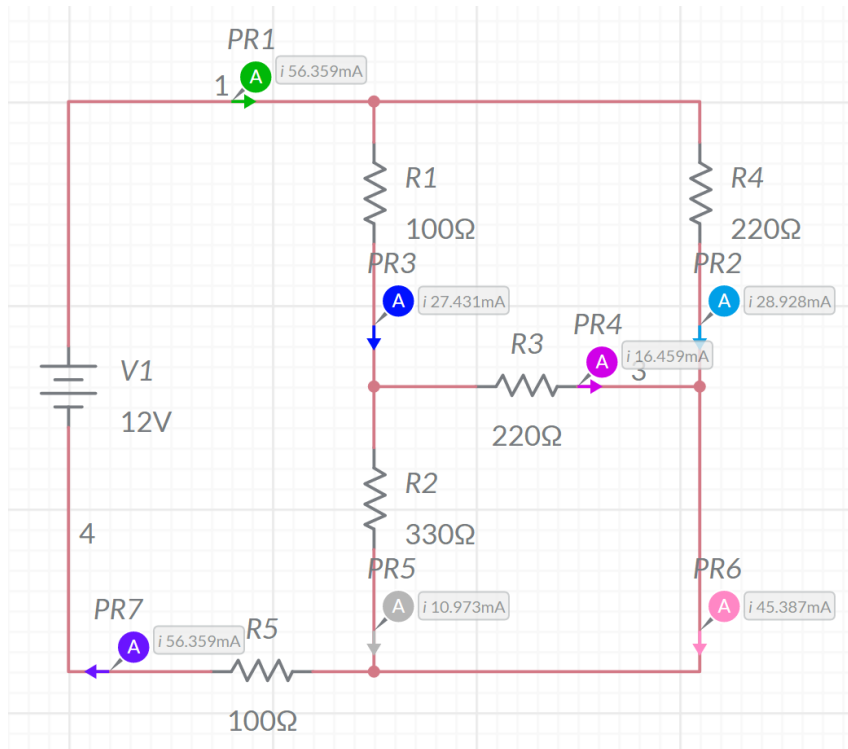
Hieronder is er een tabel te vinden met elke spanningswaarde die per weerstand gemeten is. Als we deze gegevens vergelijken met de berekende gegevens, zien we dat ze inderdaad met elkaar overeen komen. Het zal niet precies hetzelfde zijn, omdat er natuurlijk afwijkingen zijn.

	$V(V)$
R_1	2,776
R_2	3,617
R_3	3,616
R_4	6,347
R_5	5,564

Tabel 8: spanningsmetingen over elke weerstand.

6.5 Verificatie dat de berekende stroomsterktes door alle weerstanden kloppen door Multisim simulatie

De berekende stroomsterktes komen inderdaad overeen met de gegevens van de simulatie. Kortom: de wet van Kirchhoff en mijn berekeningen kloppen!



Figuur 5: alle stroomsterktes van de simulatie.

6.6 Verificatie dat de berekende spanningswaarden over alle weerstanden kloppen door Multisim simulatie

Uit de afbeelding hieronder kunnen we de spanningswaarden afleiden door het potentiaal te berekenen:

$$V_1 = V_{1a} - V_{1b} = 5,2768 - 2,5337 = 2,7431V$$

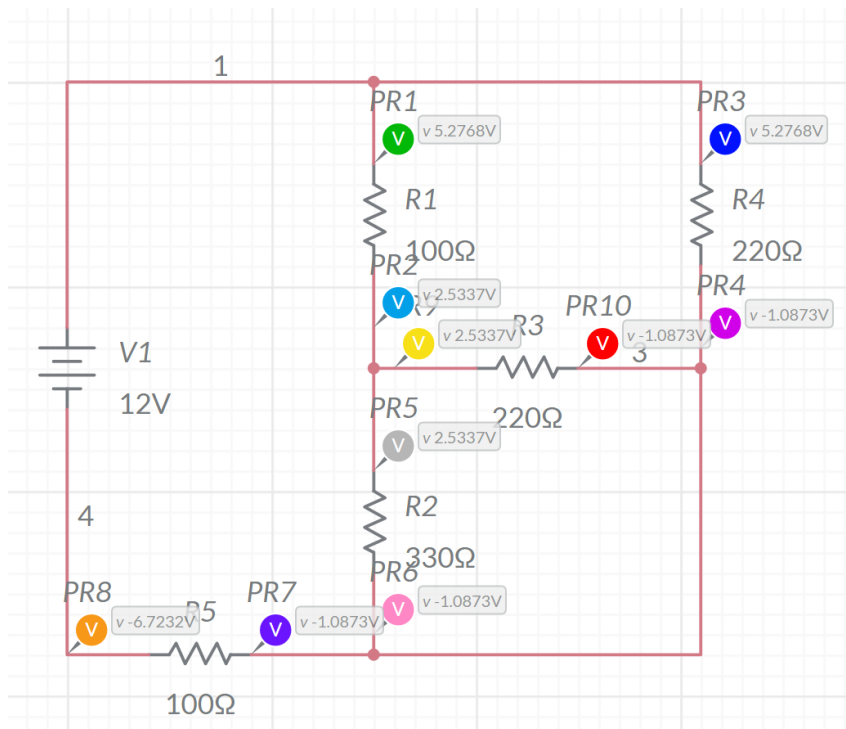
$$V_2 = V_{2a} - V_{2b} = 2,5337 - (-1,0873) = 3,6210V$$

$$V_3 = V_{3a} - V_{3b} = 2,5337 - (-1,0873) = 3,6210V$$

$$V_4 = V_{4a} - V_{4b} = 5,2768 - (-1,0873) = 6,3641V$$

$$V_5 = V_{5a} - V_{5b} = (-1,0873) - (-6,7232) = 5,6359V$$

Als we dan terug kijken naar de berekende spanningswaarden komen die inderdaad overeen met de waarden van de simulatie!



Figuur 6: alle spanningswaarden van de simulatie.

7 Verklaring waarom de berekende waarden afwijken van de gemeten waarden

Afwijkingen kunnen door meerdere redenen komen. Een van de grootste redenen is de afwijkingstolerantie van de weerstanden. De weerstanden die zijn gebruikt hadden een tolerantie van $\pm 5\%$. We kunnen dan de maximale en minimale waarden van de weerstanden berekenen. Neem als voorbeeld een weerstand van 2200Ω . De maximale afwijking: $afwijking_{max} = 1,05 * 2200 = 2310\Omega$ en de minimale afwijking: $afwijking_{min} = 0,95 * 2200 = 2090\Omega$. Als we dan kijken naar de gemeten spanning (bij opdracht 2) over R_4 (waarbij $V_4 = 2,739V$) en de gemeten stroomsterkte over R_4 (waarbij $I_4 = 0,00123A$), kunnen we met de wet van Ohm de weerstandswaarde berekenen. De formule ziet er dan zo uit: $R_4 = \frac{V_4}{I_4} = \frac{2,739}{0,00123} = 2226.82926829\Omega$. De afwijking tussen de meting en de theoretische weerstandswaarde is gelijk aan $2226.8 - 2200 = 26.8\Omega$. Dit valt binnen de tolerantie van de weerstand zijn afwijking, dus dat is de reden waarom het lijkt alsof er een afwijking zit in de berekening! Daarnaast spelen er natuurlijk ook andere factoren die zorgen voor afwijkingen, bijvoorbeeld het precies afstellen van de spanningsbron.

8 Conclusie

De probleemstelling was:

“Hoe berekenen we de spanning over en stroom door elk van de componenten in een elektrisch netwerk?”

In dit practicum is er uitgezocht hoe je de spanning over en stroom door elk van de componenten in een elektrisch netwerk kunt berekenen. Dit is gedaan door twee verschillende opdrachten uit te voeren, zoals al eerder uitgelegd in de inleiding van dit verslag. Bij de eerste opdracht kon je de totale stroomsterkte berekenen door de vervangingsweerstand te bepalen, maar bij opdracht 2 kon dat niet! De spanning en de stroomsterkte is altijd te berekenen met de wet van Kirchhoff als je de weerstandswaarde weet van het component. Ook kun je spanning en de stroomsterkte berekenen met (als het mogelijk is) de vervangingsweerstand en daarmee de totale stroomsterkte bepalen. Zoals eerder uitgelegd in het theoretisch kader werkt de wet van Kirchhoff als volgt:

1. bepaal alle knooppunten;
2. bepaal alle lussen;
3. vereenvoudig de lussen door de knooppunten te substitueren;
4. gebruik de vereenvoudigde lussen en substitueer die in andere lussen;
5. uiteindelijk houd je één onbekende over die je kunt oplossen;
6. tenslotte bereken je de rest van de stromen door je oplossing in te vullen in de gebruikte formules!

Dit principe moest je toepassen bij beide opdrachten, maar bij opdracht 1 was het in principe niet nodig. Bij opdracht 2 moest je de wet van Kirchhoff gebruiken, omdat het anders echt heel lastig werd. Dit is uiteraard gedaan en de resultaten klopten allemaal. De stroomsterktes en spanningswaarden zijn geverifieerd op twee manieren. De eerste manier was door tijdens het practicum alle stroomsterktes en spanningswaarden handmatig te meten per weerstand. De tweede manier was door de schakeling in de online simulator “Multisim” te plaatsen en daarvan dan de stroomsterktes en spanningswaarden te bepalen. Beide manieren kwamen neer op ongeveer dezelfde waarden die waren berekend met de wet van Kirchhoff. De reden waarom het “ongeveer” dezelfde waarden waren, is omdat er in de realiteit afwijkingen zijn. Met deze afwijkingen houd je in de theorie geen rekening mee. Alle weerstanden hebben allemaal een afwijkingstolerantie, dat betekent dat de weerstanden niet exact zijn afgesteld. Hierdoor kunnen er afwijkingen zitten in

de berekeningen. Ook zijn er meetafwijkingen, bijvoorbeeld het afstellen van de spanningsbron, dat is niet altijd 100% accuraat!

9 Bronvermelding

Referenties

- [1] T. Wikipedians, *An introduction to electronics*, ser. The Art of Electronics. PediaPress GmbH, 2011. [Online]. Available: <https://books.google.nl/books?id=bkOMDgwFA28C>
- [2] J. Edminister, *Theory and Problems of Electric Circuits*, ser. Schaum's outline series. McGraw-Hill, 1965. [Online]. Available: <https://books.google.nl/books?id=XYQpAQAAMAAJ>
- [3] F. Spitzer and B. Howarth, *Principles of Modern Instrumentation*. Holt, Rinehart and Winston, 1972. [Online]. Available: <https://books.google.nl/books?id=RlotAQAAMAAJ>