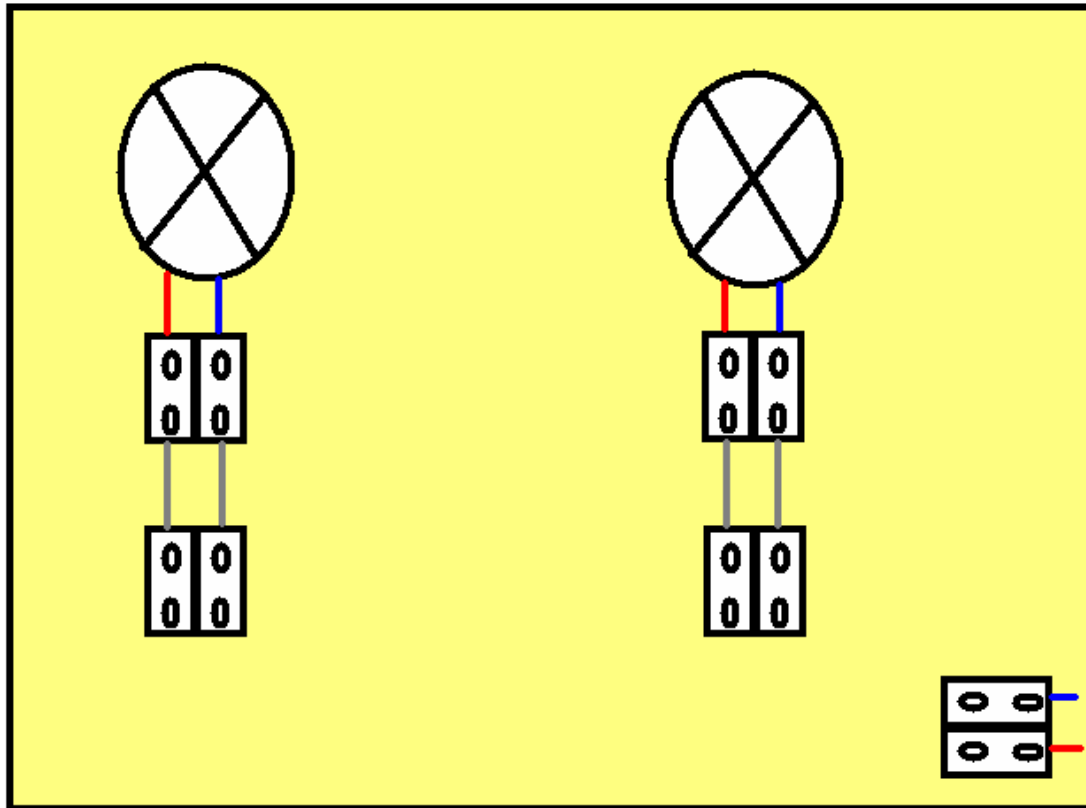


### 3. Oefeningen en Metingen

#### 3.1. Montageoefening

Bouw een paneel als volgt:

- 2 lampvoeten monteren
- 2 draden van de lampvoeten naar een 'suikertje' – verbindingsstuk brengen.
- Twee verbindingsstukken doorverbinden.
- Een extra verbindingsstuk met een verdeelbord verbinden.



Leerkracht keurde  
het gemaakte bord

*Paragraaf leerkracht*

Leerling maakte het  
bord volledig zelf

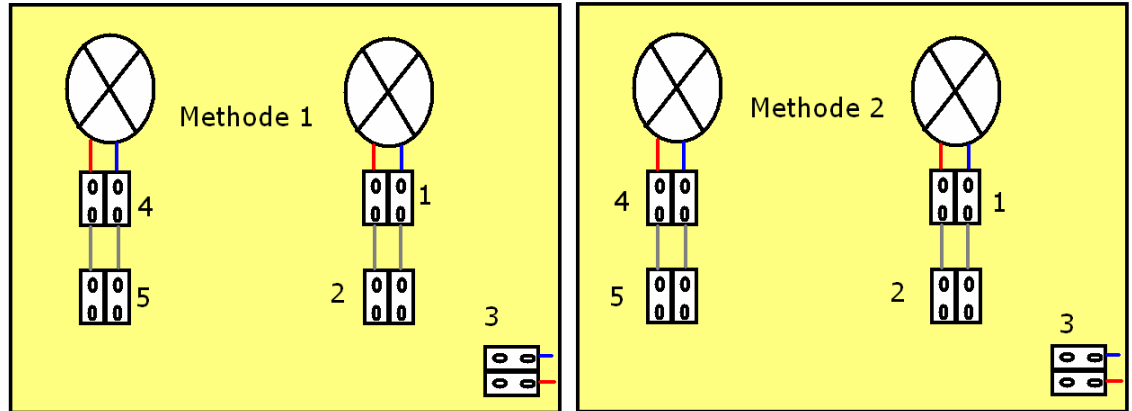
*Paragraaf Leerling*



### 3.3. Schakeloefening 2

Opdracht: Probeer nu de twee lampen te doen branden.

- Teken de manier waarop je de lampen gaat schakelen?



- Probeer eens de methodes uit. (Vraag toestemming om te testen!!!)

Positie	Spanning (V) Methode 1	Spanning (V) Methode 2
1		
2		
3		
4		
5		

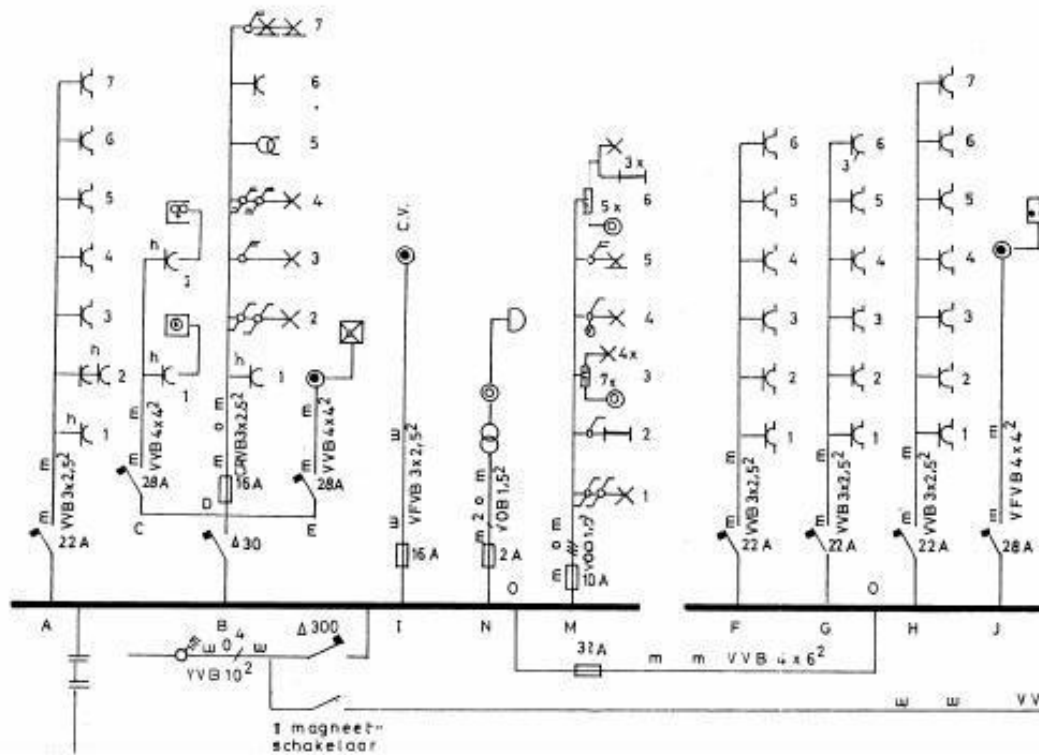
- Meet je in beide methode dezelfde spanning op alle posities?
- Branden beide lampen even sterk in beide methodes?
- Wat is het verschil tussen beide methodes?

#### 4. Schakelen van verbruikers



Zelden wordt er maar 1 verbruiker geschakeld in een fabriek, in een school, thuis, ... Meestal werken er in de woonkamer minimum drie toestellen (lamp, TV, DVD-speler); hoewel de elektriciteitsleverancier maar 1 aansluiting het huis laat binnenkomen.

Hoe worden deze verbruikers (= toestellen) dan geschakeld? In dit hoofdstuk wordt er een aantal methodes bekeken, en daarna kan u zelf de juiste methode bij U thuis gebruiken.

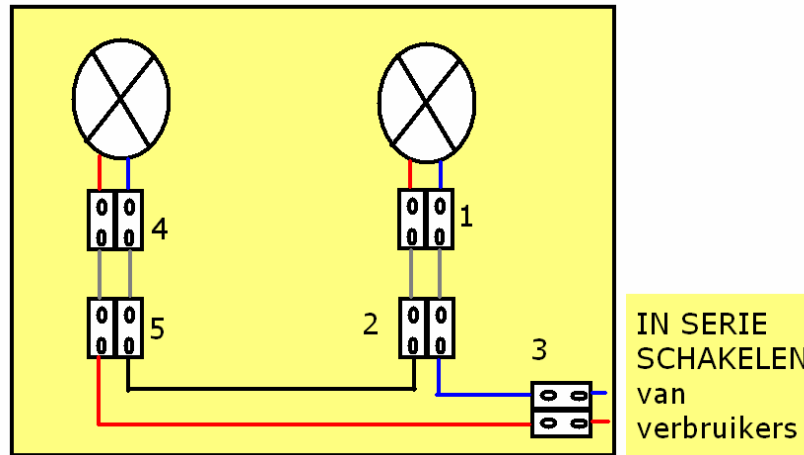


Alvorens alle methoden te overlopen, wordt eerst twee basismethoden aangehaald. De rest is enkel en alleen variaties op dezelfde principes: serie- en parallel.

## 4.1. Verbruikers in serie schakelen

### 4.1.1. Inleiding

Het schakelen van verbruikers in serie is eenvoudig voorgesteld hieronder.



### 4.1.2. Schakeloefening 3

#### 4.1.2.1. Serieschakeling met 2 lampen met gelijk vermogen

Plaats in beide lampvoeten een lamp van bijvoorbeeld 25W.

- Meet opnieuw de spanning op alle posities: (indien mogelijk ook de stroom meten)

Positie	Spanning (V)	Plaats?	Stroom (A)
1		Tussen 1 en 2	
2		Tussen 2 en 5	
3		Tussen 5 en 4	
4		Tussen 5 en 3	
5		Tussen 3 en 2	

#### 4.1.2.2. Serieschakeling met 2 lampen met verschillend vermogen

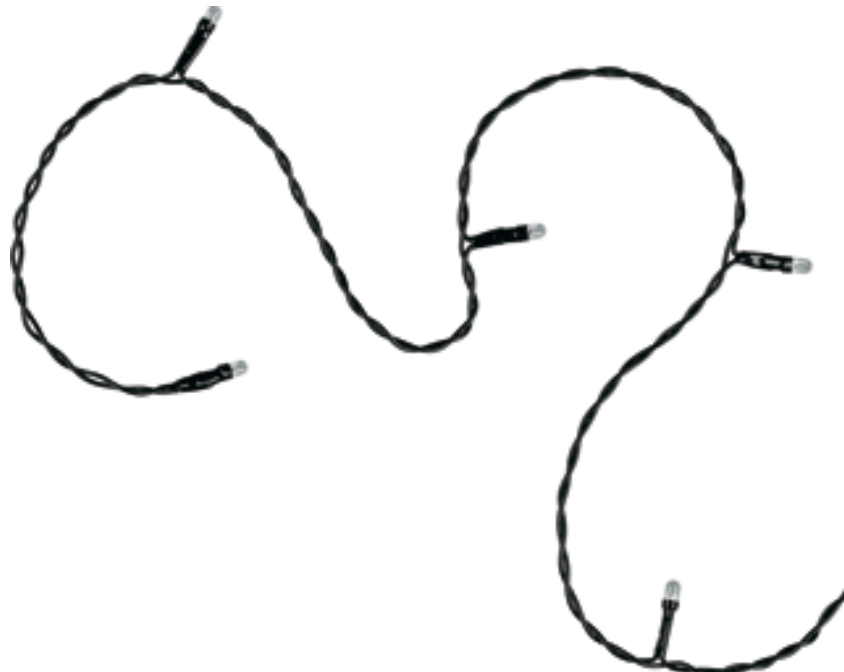
Positie	Spanning (V)	Plaats?	Stroom (A)
1		Tussen 1 en 2	
2		Tussen 2 en 5	
3		Tussen 5 en 4	
4		Tussen 5 en 3	
5		Tussen 3 en 2	

**4.1.2.3. Besluiten uit schakeloefening 3?**

- Na de metingen in schakeloefening 3 zijn er verschillende dingen die opvallen:
  - De spanning bij 2 lampen met gelijk vermogen is .....
  - De stroom bij 2 lampen met gelijk vermogen is overal .....
  - De spanning bij 2 lampen met gelijk vermogen is .....
  - De stroom bij 2 lampen met gelijk vermogen is overal .....
  
- Ongeacht de verbruikers, zal de ..... in de volledige seriekring altijd en overal ..... zijn.
  
- De spanning is in een seriekring vaak .....
  
- De totale spanning is gelijk aan de som van .....

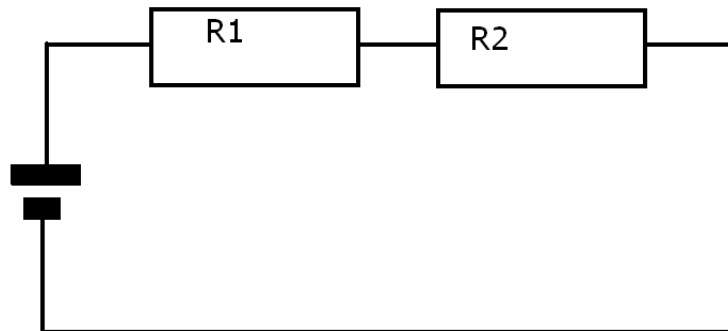
Eigen opmerkingen:

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....



4.1.3. Formules in een seriekring

Er worden 2 verbruikers (weerstanden in dit geval) in serie geplaatst:



- De bron levert een spanning  $U_{tot}$ . (Duid dit aan op de tekening.)
- Er is een gesloten stroomkring, dus zal er stroom vloeien.
- In de oefening kan men vragen:
  - Hoe groot is de totale weerstand?
  - Hoe groot is de spanning over elke weerstand?
  - ...
- De totale weerstand is de grootte van de weerstand die men in de kring moet plaatsen om beide weerstanden ( $R_1$  en  $R_2$ ) te vervangen door 1 weerstand.
  - Een afleiding voor de theoretici.
    - Uit de metingen werd besloten:
      - $U_{tot} = U_1 + U_2$
    - Men weet uit de metingen dat:
      - $I_{tot} = I_1 = I_2 = I$
    - In een vergelijking mag men elke kant delen door hetzelfde getal; in dit geval  $I$ .
      - $U_{tot} / I = U_1 / I + U_2 / I$
      - $U_{tot} / I_{tot} = U_1 / I_1 + U_2 / I_2$
    - Toepassen van de wet van Ohm:
      - **$R_{tot} = R_1 + R_2$**

• **DE TOTALE WEERSTAND VAN DE SERIEKRING IS GELIJK AAN DE SOM VAN DE WEERSTANDEN.**

• **ONTHOUD:**

$$\mathbf{R_{tot} = R_1 + R_2}$$

4.1.4. Oefeningen op seriële schakelingen**1. Er staan 2 weerstanden van 1000 Ω in serie en de volledige kring staat op 250V.**

- a. Hoe groot is de stroom door deze weerstanden? (2p)**  
**b. Wat is de totale weerstand? (2p)**

Om deze oefening op te lossen maakt men best gebruik van een tabel. In elke rij en kolom vult men in wat men al weet.

In het gegeven staat:

- R1 = 1000 Ohm
- R2 = 1000 Ohm
- Utot = 250V

	<b>U</b>	<b>I</b>	<b>R (Ohm)</b>
<b>Totaal</b>	250V		
<b>Verbruiker 1</b>			1 000
<b>Verbruiker 2</b>			1 000

In elke rij en kolom kun men nu het antwoord vinden, als er minstens 2 bekenden zijn; dit is het geval in de kolom "R (Ohm)".

$$R_{\text{tot}} = R_1 + R_2 = 1000 + 1000 = 2000 \text{ Ohm.}$$

Dit kan men nu in de tabel invullen.

	<b>U</b>	<b>I</b>	<b>R (Ohm)</b>
<b>Totaal</b>	250V		<b>2 000</b>
<b>Verbruiker 1</b>			1 000
<b>Verbruiker 2</b>			1 000

Er is nu een rij "Totaal" waar er 2 bekenden zijn; men kan nu het derde element uitrekenen. Elke rij in dit voorbeeld los je op met de Wet van Ohm.

$$I_{\text{tot}} = U_{\text{tot}} / R_{\text{tot}} = 250 / 2000 = 0.125A$$

Dit kan men nu in de tabel invullen. Alsook kunnen alle andere stromen ingevuld worden bij een serieschakeling. (Waarom???)

	<b>U</b>	<b>I (A)</b>	<b>R (Ohm)</b>
<b>Totaal</b>	250V	<b>0.125</b>	<b>2 000</b>
<b>Verbruiker 1</b>		<b>0.125</b>	1 000
<b>Verbruiker 2</b>		<b>0.125</b>	1 000

De spanning kan men nu ook berekenen (en in de tabel invullen).

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 0.125 \cdot 1000 = 125V$$

en

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 = 0.125 \cdot 1000 = 125V$$

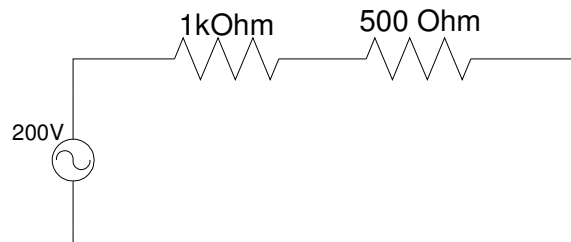


	<b>U</b>	<b>I (A)</b>	<b>R (Ohm)</b>
<b>Totaal</b>	250V	<b>0.125</b>	<b>2 000</b>
<b>Verbruiker 1</b>	125V	<b>0.125</b>	1 000
<b>Verbruiker 2</b>	125V	<b>0.125</b>	1 000

Aan de hand van deze tabel zijn nu alle grootheden in de seriekring gekend.

2. **Los de volgende vraag op:**

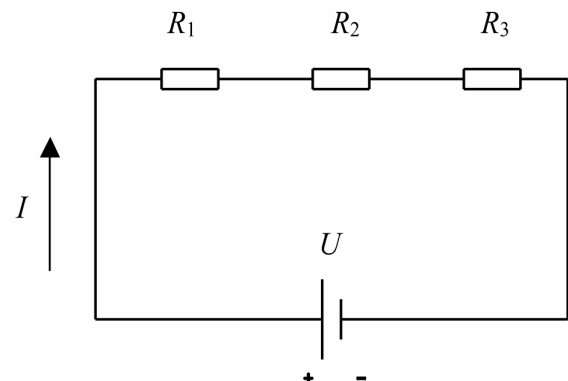
- Rt? R1? R2?
- Ut? U1? U2?
- It? I1? I2?



- Er zijn twee weerstanden van 500 Ohm in serie geschakeld. Hoe groot moet de spanning zijn om 1A door de kring te laten vloeien?**
- Door een weerstand vloeit er 5A. De weerstand staat in serie met een weerstand van 500 Ohm. Hoe groot is de aangelegde spanning?**
- Een voedingsbron levert 24Vdc. De contactor trekt 200mA. Hoe groot is de weerstand?**
- Als er nu twee contactoren (zelfde type als vraag 5) in serie staan; hoe groot is de stroom dan bij 24Vdc?**

4.1.5. Besluit

- Noteer zelf het besluit uit dit hoofdstuk:

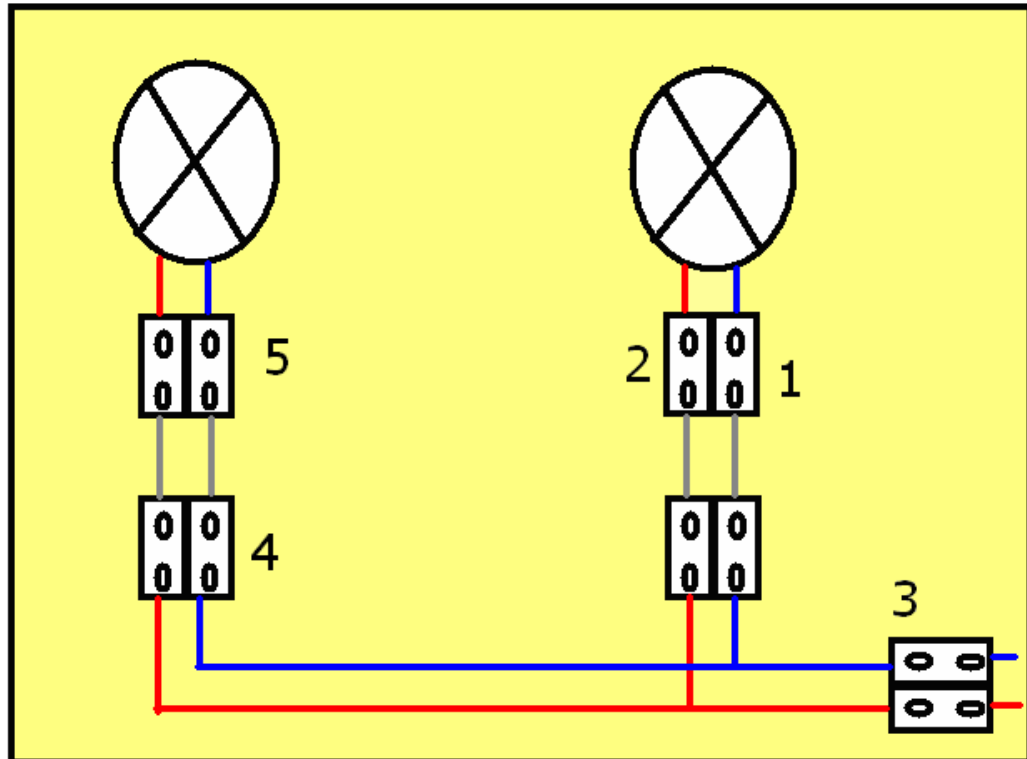


## 4.2. Verbruikers in parallel schakelen

### 4.2.1. Meting

#### 4.2.1.1. Schakeling maken

Teken op het onderstaande schema hoe je de tweede lamp in parallel erbij zal schakelen.



### 4.2.2. Schakeloefening 4

#### 4.2.2.1. **parallelschakeling met 2 lampen met gelijk vermogen**

Plaats in beide lampvoeten een lamp van bijvoorbeeld 25W.

- Meet opnieuw de spanning op alle posities: (indien mogelijk ook de stroom meten)

Positie	Spanning (V)	Plaats	Stroom (A)
1		Tussen 1 en 2	
2		Tussen 2 en 5	
3		Tussen 5 en 4	
4		Tussen 5 en 3	
5		Tussen 3 en 2	

**4.2.2.2. Parallelschakeling met 2 lampen met verschillend vermogen**

Positie	Spanning (V)	Plaats?	Stroom (A)
1		Tussen 1 en 2	
2		Tussen 2 en 5	
3		Tussen 5 en 4	
4		Tussen 5 en 3	
5		Tussen 3 en 2	

**4.2.2.3. Besluiten uit schakeloefening 3?**

- Na de metingen in schakeloefening 3 zijn er verschillende dingen die opvallen:

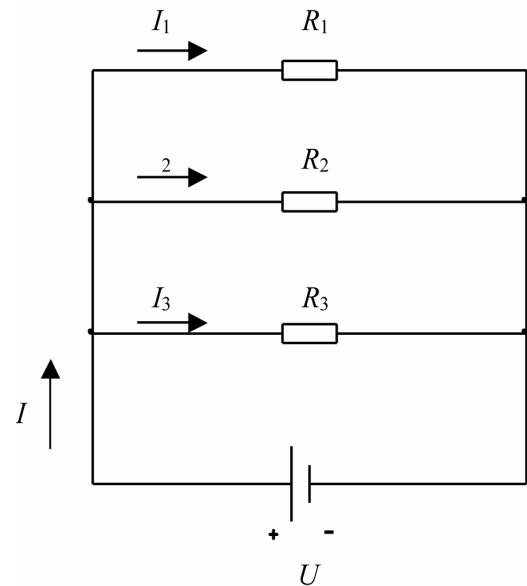
4.2.3. Theorie

De spanning is gelijk over ALLE belastingen!

$$\mathbf{U = U_1 = U_2 = U_3}$$

De totale stroomsterkte die de bron levert aan de drie parallel geschakelde weerstanden is gelijk aan de som van de deelstromen.

$$\mathbf{I = I_1 + I_2 + I_3}$$



Uit de meting met drie lampen zou moeten blijken dat:

$$I_{tot} = I_1 + I_2 + I_3$$

Als beide kanten langs het =-teken gedeeld worden door de totale spanning:

$$\frac{I_{tot}}{U_{tot}} = \frac{I_1}{U_{tot}} + \frac{I_2}{U_{tot}} + \frac{I_3}{U_{tot}}$$

De spanning is in de kring over alle belastingen gelijk:  $U_{tot} = U_1 = U_2 = U_3$ .

$$\frac{I_{tot}}{U_{tot}} = \frac{I_1}{U_1} + \frac{I_2}{U_2} + \frac{I_3}{U_3}$$

De verhouding "I/U" is gelijk aan "1/(U/I)"; die wordt gelijkgesteld aan "1/R".

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

**Opmerking:**

→ **Bij twee weerstanden in parallel** kan men eenvoudig de weerstand uitrekenen:

$$R_{tot} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Voorbeeld:

- Stel er is een weerstand van 1200 Ohm die parallel staan met een weerstand van 3600 Ohm. Hoe groot is Rtot?
  - R1 = 1200 Ohm
  - R2 = 3600 Ohm

$$R_{tot} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4320000}{4800} = 900\Omega$$

Met

- R1.R2 = 1200 . 3600 = (Rekenmachine) = 4 320 000
- R1 + R2 = 1200 + 3600 = 4 800 Ohm

→ **Bij N gelijke weerstanden in parallel** is het nog eenvoudiger:

$$R_{tot} = \frac{R_1}{N}$$

Voorbeeld:

- 3 gelijke weerstanden van 1200 Ohm staan in parallel. Wat is de totale weerstand?
  - N = 3 (drie gelijke weerstanden)
  - R1 = 1200 Ohm
  - Rtot = 1200 / 3 = 400 Ohm

#### 4.2.4. Oefeningen Parallele kringen

1. Twee weerstanden van  $60\ \Omega$  en twee weerstanden van  $120\ \Omega$  worden parallel geschakeld. Bereken de vervangingsweerstand.
2. een geleider heeft een weerstand van  $100\ \Omega$ . men deelt deze geleider in vijf gelijke delen die men parallel schakelt. Hoe groot is deze gevormde weerstand.
3. vier gelijke parallel geschakelde weerstanden hebben een vervangingsweerstand van  $20\ \Omega$ . hoe groot zijn deze weerstanden?
4. drie weerstanden van respectievelijk  $15\ \Omega$ ;  $20\ \Omega$ ; en  $60\ \Omega$  zijn parallel geschakeld op  $60\text{V}$ . bereken de vervangingsweerstand, de totale stroom en de deelstromen?
5. vijf gelijke weerstanden van  $150\ \Omega$  zijn parallel geschakeld op  $24\text{V}$ . bereken de vervangingsweerstand, de deelstromen en de totale stroom.
6. zeven gelijke weerstanden zijn parallel geschakeld. De vervangingsweerstand is  $9\ \Omega$ . Hoe groot is ieder van deze weerstanden?
7. twintig gelijke gloeilampen met een weerstand van  $440\ \Omega$  zijn parallel geschakeld op  $220\text{V}$ . bereken de vervangingsweerstand; de totale stroom en de deelstromen?
8. een feestverlichting bestaat uit 100 gloeilampen die parallel geschakeld zijn op  $220\text{V}$ . door elke lamp vloeit een stroom van  $0.2\text{A}$ . hoe groot is de weerstand van elke lamp; de vervangingsweerstand en de totale stroom?
9. op een spanning van  $60\text{V}$  zijn twee weerstanden parallel geschakeld. Door de eerste weerstand vloeit er een stroom van  $2\text{A}$ . de tweede weerstand heeft een waarde van  $15\ \Omega$ . Bereken  $R_1$ ;  $I_2$ ;  $I$  en  $R_{vp}$ ?
10. een straalkachel bezit drie verwarmingsweerstand elk van  $100\ \Omega$  en geschikt voor  $220\text{V}$ . bereken de totale stroom en de vervangingsweerstand als achtereenvolgens één, twee of drie weerstanden parallel geschakeld worden.
11. tien gloeilampen met elk een weerstand van  $220\ \Omega$  worden parallel op  $220\text{V}$  geschakeld. Hoe groot is de totale stroom en de vervangingsweerstand?

12. vier gelijke weerstanden zijn parallel op 100V aangesloten. De totale stroomsterkte is 20mA. Hoe groot is de vervangingsweerstand en de waarde van ieder weerstand?
13. vier gelijke weerstanden parallel geschakeld hebben een Rvp van 5Ω. Hoe groot is de weerstand als men deze vier weerstanden in serie schakelt?
14. een weerstand R1 is aangesloten op 200V. door parallel op R1 een weerstand R2 van 50Ω te schakelen wordt de totale stroom 6A. hoe groot is weerstand R1?
15. men heeft een weerstand van 800Ω. Men wilt door parallel schakelen van een tweede weerstand de totale waarde van de weerstand brengen op 600Ω. Hoe groot moet de parallel te schakelen weerstand zijn?
16. men heeft een weerstand van 12k Ω , maar men wil een waarde van 9kΩ hebben. Welke weerstand moeten we parallel schakelen om deze waarde te bekomen?

#### 4.2.5. Besluit