

## Spanning versus potentiaal

### Opgave: Potentiaal I

$$R_1 = 1,00 \, \Omega$$

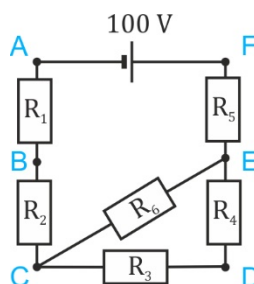
$$R_2 = 2,00 \, \Omega$$

$$R_3 = 3,00 \, \Omega$$

$$R_4 = 4,00 \, \Omega$$

$$R_5 = 5,00 \, \Omega$$

$$R_6 = 6,00 \, \Omega$$

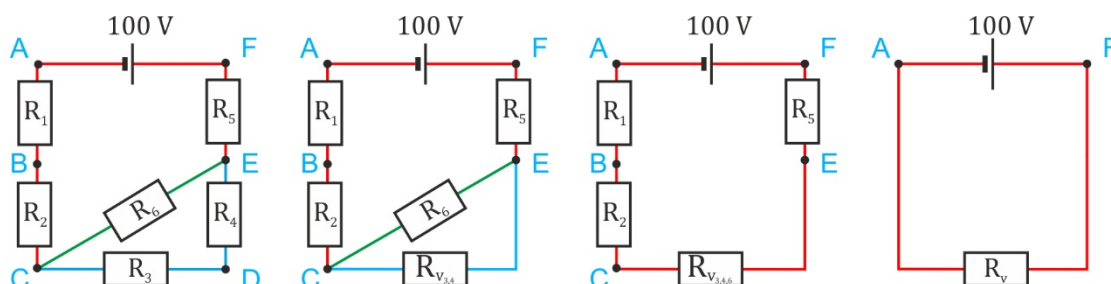


Het potentiaalverschil tussen twee punten is gelijk aan de spanning over de weerstand die ertussen zit, want die weerstand verbruikt de potentiaal. Om de spanning over een weerstand te kunnen uitrekenen heb je de stroomsterkte door de weerstand nodig.

stap 1: Bereken de stroomsterkte door de bron.

Daartoe moet je eerst de vervangingsweerstand van de schakeling berekenen. Zoals besproken in het document "Elektriciteit – Basisgrootheden" kun je gemakkelijk zien wat serie en parallel staat door de stroomsterktes in te kleuren.

Alle weerstanden, die in een draad met dezelfde kleur staan, staan serie. Een blok van weerstanden dat is ingeklemd tussen twee draden van dezelfde kleur staat parallel. Afwisselend serie en parallel-vervangingsweerstand berekenen leidt tot de uiteindelijke vervangingsweerstand. Zie onderstaande afbeelding.



- Je kunt in de eerste afbeelding meteen zien dat  $R_3$  en  $R_4$  in serie staan. Dat levert dan  $R_{v_{3,4}}$  in de tweede afbeelding.
- $R_{v_{3,4}}$  en  $R_6$  staan ingeklemd tussen rood en staan dus parallel. Dat levert  $R_{v_{3,4,6}}$  in de derde afbeelding.
- Nu staat alles in rood en dus serie. Dat levert de uiteindelijke vervangingsweerstand  $R_v$ .

$R_v$  is  $11,23 \, \Omega$  en daarmee is de stroomsterkte door de bron gelijk aan  $8,905 \, A$ . Ga dit na!

Stap 2: Bereken de spanningen over de verschillende weerstanden.

Je weet  $I_b$ , dus kun je de spanning over de weerstanden  $R_1$ ,  $R_2$  en  $R_5$  gemakkelijk uitrekenen.

$$U_{R_1} = I_b \cdot R_1 = 8,905 \cdot 1,00 = 8,905 \text{ V}$$

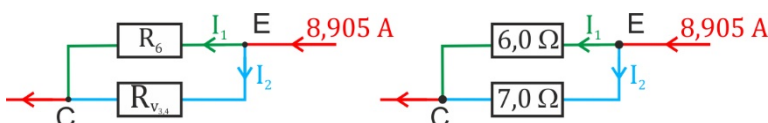
$$U_{R_2} = I_b \cdot R_2 = 8,905 \cdot 2,00 = 17,81 \text{ V}$$

$$U_{R_5} = I_b \cdot R_5 = 8,905 \cdot 5,00 = 44,53 \text{ V}$$

De spanningen over de weerstanden  $R_3$ ,  $R_4$  en  $R_6$  is iets lastiger omdat daar niet de volledige bronstroom van 8,905 A doorheen gaat.

Hoe verdeelt de bronstroomsterkte zich over de twee takken?

In de omgekeerde verhouding van de weerstanden in die takken.



$I_b$  verdeelt zich in de verhouding 6 : 7. Dus 6/13 deel en 7/13 deel van 8,905 A.

$$\Rightarrow I_1 = (7/13) \cdot 8,90 = 4,795 \text{ A} \text{ en } I_2 = (6/13) \cdot 8,90 = 4,110 \text{ A}$$

(de grootste stroomsterkte naar de kleinste weerstand).

Daarmee kan de spanning over de resterende weerstanden worden berekend.

$$U_{R_3} = I_2 \cdot R_3 = 4,110 \cdot 3,00 = 12,3 \text{ V}$$

$$U_{R_4} = I_2 \cdot R_4 = 4,110 \cdot 4,00 = 16,4 \text{ V}$$

$$U_{R_6} = I_1 \cdot R_6 = 4,795 \cdot 6,00 = 28,77 \text{ V}$$

Ter controle:

$$U_{R_3} + U_{R_4} = U_{R_6}, \text{ want de twee takken staan parallel.}$$

Stap 3: Bereken de potentiaal in de verschillende punten.

Er is geen aardpunt voor de potentiaal aangegeven. In deze schakeling is de aarde dus de minpool van de spanningsbron. Punt A heeft dus potentiaal 0,00 V.

*Het potentiaalverschil tussen twee punten is gelijk aan de spanning over de weerstand die ertussen zit en de potentiaal neemt af in de richting van de stroomsterkte.*

- Van punt A naar punt F voegt de spanningsbron 100 V toe aan de potentiaal. Daarmee is de potentiaal in punt F gelijk aan 100 V.
- Van punt F naar punt E verbruikt  $R_5$  44,53 V en is er dus in punt E nog 55,47 V over. De potentiaal in punt E is dus 55,47 V.
- Van punt E naar punt D verbruikt  $R_4$  16,4 V en is er dus in punt D nog 39,07 V over. De potentiaal in punt D is dus 39,07 V.

- Van punt D naar punt C verbruikt  $R_3$  12,3 V en is er dus in punt C nog 26,77 V over. De potentiaal in punt C is dus 26,77 V.

*Ter controle:*

*Je had ook van punt E rechtstreeks naar punt C kunnen gaan via  $R_6$ .  $R_6$  verbruikt dan 28,77 V van de 55,53 V in punt E. Daarmee is er in punt C nog 26,76 V over. Deze route levert dus hetzelfde resultaat, precies zoals het hoort!*

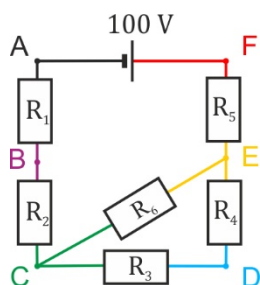
- Van punt C naar punt B verbruikt  $R_2$  17,81 V en is er in punt B nog 8,95 V over. De potentiaal in punt B is dan 8,95 V.

*Ter controle:*

*Van B naar A verbruikt  $R_1$  8,905 V en is er in punt A nog 0,045 V over. Dit zou 0 V moeten zijn. Het kleine verschil is het gevolg van tussentijds afronden.*

De potentiaal in de verschillende punten is dus uiteindelijk:

| punt | U (V) |
|------|-------|
| A    | 0,00  |
| B    | 8,95  |
| C    | 26,8  |
| D    | 39,1  |
| E    | 55,5  |
| F    | 100   |



In nevenstaande afbeelding zijn de verschillende potentialen met kleuren aangegeven.

Verwar deze kleurcode niet met de kleurcode die we gebruikt hebben voor het berekenen van de vervangingsweerstand.

Als een voltmeter wordt aangesloten meet deze dus het verschil tussen deze potentialen.

Een voltmeter die wordt aangesloten bij de punten C en D meet dus de spanning over  $R_3$  en geeft dus  $39,1 - 26,8 = 12,3$  V. Precies wat je met de wet van Ohm ook reeds had berekend.

Maar net zo geeft een voltmeter die wordt aangesloten bij de punten B en E de spanning over de vervangingsweerstand van  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  en  $R_6$  oftewel  $55,5 - 8,95 = 46,6$  V.