

Spanning versus potentiaal

Opgave: Potentiaal II

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

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

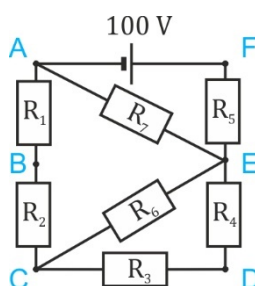
$$R_3 = 3,00 \, \Omega$$

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

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

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

$$R_7 = 7,00 \, \Omega$$

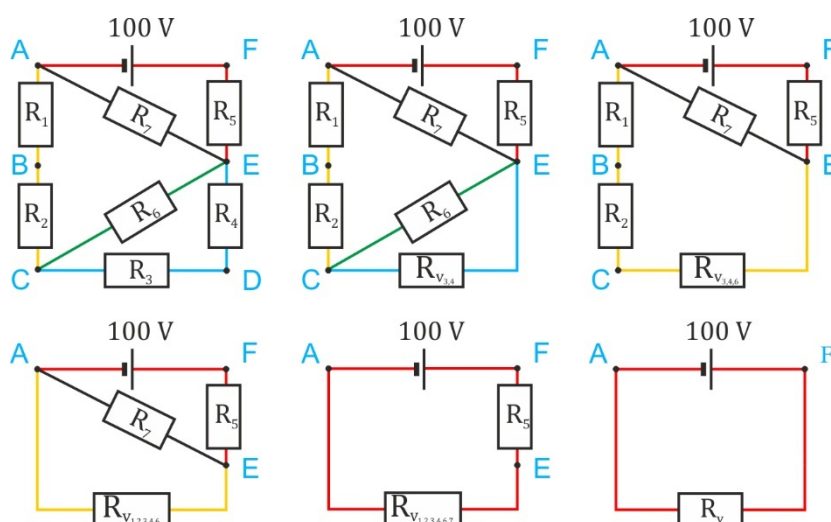


Het potentiaalverschil tussen twee punten is gelijk aan de spanning over de weerstand die ertussen zit. Om de spanning over een weerstand te kunnen uitrekenen heb je de stroomsterkte door de weerstand nodig.

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.

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 hebben staan parallel, want beide takken hebben een spanning U_{CE} . Op de volgende bladzijde staat uitgelegd hoe je ook hier met de kleurcode kunt werken. Dat levert $R_{v_{3,4,6}}$ in de derde afbeelding.
- R_1 , R_2 in $R_{v_{3,4,6}}$ staan allemaal in geel en staan dus serie. Dat levert $R_{v_{1,2,3,4,6}}$ in de vierde afbeelding.
- $R_{v_{1,2,3,4,6}}$ en R_7 staan ingeklemd tussen rood en staan dus parallel. Dat levert $R_{v_{1,2,3,4,6,7}}$ in de vijfde afbeelding.
- Nu staat alles in rood en dus serie. Dat levert de uiteindelijke vervangingsweerstand R_v .

R_V is $8,30 \Omega$ en daarmee is de stroomsterkte door de bron gelijk aan $12,05 \text{ A}$. Ga dit na!

Stap 2: Bereken de spanningen over de verschillende weerstanden. Je weet I_b , dus kun je de spanning over R_5 uitrekenen.

$$U_{R_5} = I_b \cdot R_5 = 12,05 \cdot 5,00 = 60,25 \text{ V}$$

De spanningen over de overige weerstanden zijn iets lastiger omdat daar niet de volledige bronstroom van $12,05 \text{ A}$ doorheen gaat.

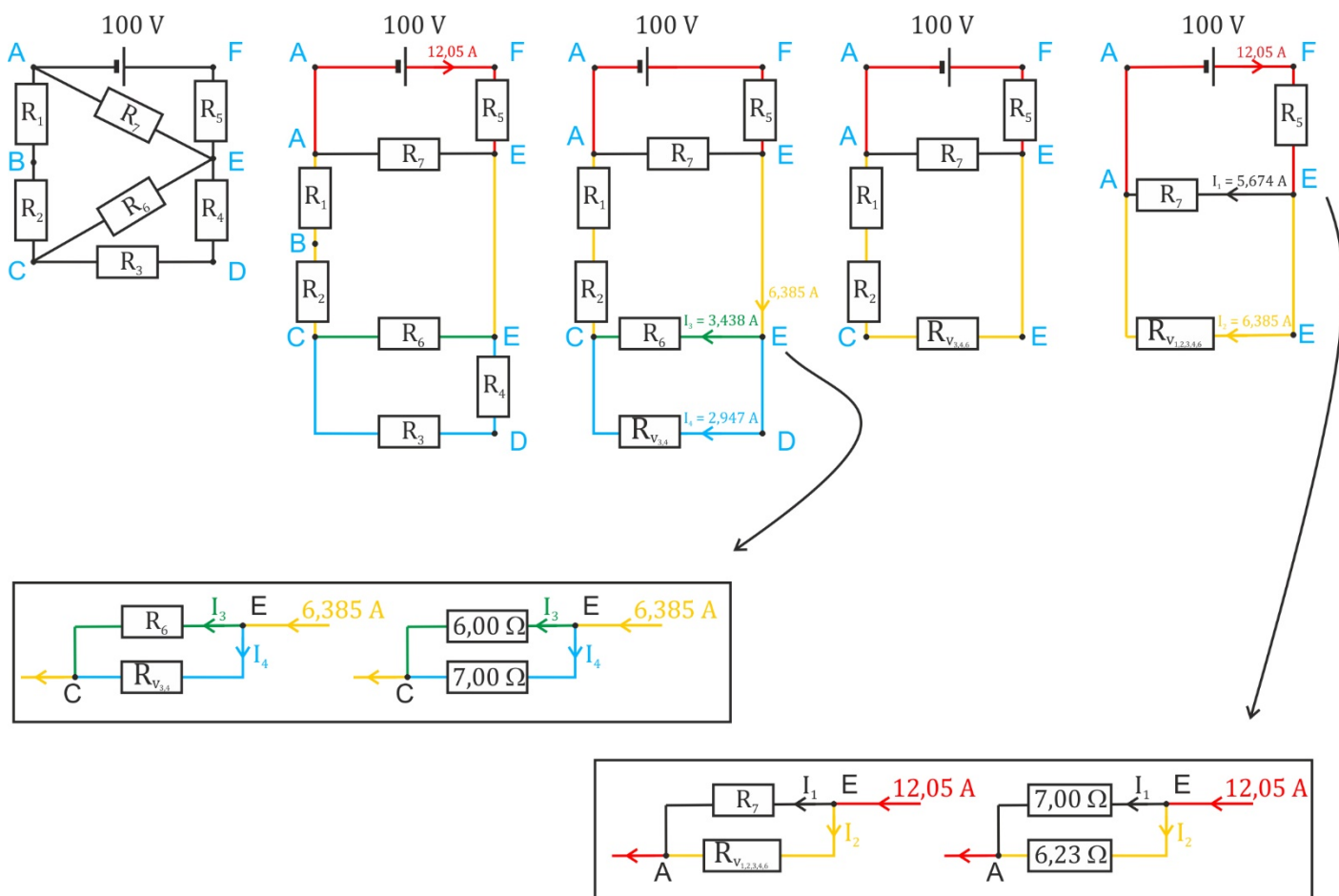
Hoe verdeelt de bronstroomsterkte zich over de verschillende takken?

In onderstaande afbeelding staat de schakeling eerst "recht" getekend.

Je ziet dat er nu twee punten E zijn (en 2 punten A). Er is simpelweg een stuk draad toegevoegd zonder dat dit effect heeft op de schakeling.

Overigens werkt op deze manier ook weer de "truc" met de kleurcode voor de berekening van de vervangingsweerstand. R_6 en $R_{V_{3,4}}$ staan parallel, want deze weerstanden staan ingeklemd tussen geel. Zodra er meer dan drie draden in een punt samenkomen is dit de oplossing voor dat probleem.

Bestudeer onderstaande afbeelding goed en reken al deze stroomsterkten na. Als je er niet uitkomt... STEL VRAGEN!!



Nu kan de spanning over de resterende weerstanden worden berekend.

$$U_{R_1} = I_2 \cdot R_1 = 6,385 \cdot 1,00 = 6,385 \text{ V}$$

$$U_{R_2} = I_2 \cdot R_2 = 6,385 \cdot 2,00 = 12,77 \text{ V}$$

$$U_{R_3} = I_4 \cdot R_3 = 2,947 \cdot 3,00 = 8,841 \text{ V}$$

$$U_{R_4} = I_4 \cdot R_4 = 2,947 \cdot 4,00 = 11,79 \text{ V}$$

$$U_{R_6} = I_3 \cdot R_6 = 3,438 \cdot 6,00 = 20,63 \text{ V}$$

$$U_{R_7} = I_1 \cdot R_1 = 5,674 \cdot 7,00 = 39,72 \text{ V}$$

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 60,25 V en is er dus in punt E nog 39,75 V over.
De potentiaal in punt E is dus 39,75 V.
- Van punt E naar punt D verbruikt R_4 11,79 V en dus is er in punt D nog 27,96 V over.
De potentiaal in punt D is dus 27,96 V.
- Van punt D naar punt C verbruikt R_3 8,841 V en dus is er in punt C nog 19,12 V over.
De potentiaal in punt C is dus 19,12 V.

Ter controle:

Van punt E naar punt C verbruikt R_6 20,63 V en is er dus in punt C nog 19,12 V over. Dit is in overeenstemming met de andere route.

- Van punt C naar punt B verbruikt R_2 12,77 V en is er in punt B nog 6,35 V over.
De potentiaal in punt B is dus 6,35 V.

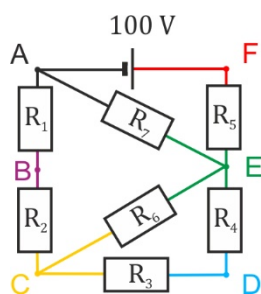
Ter controle:

Van punt B naar punt A verbruikt R_1 6,385 V en is er dus in punt A 0,036 V te weinig.

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	6,35
C	19,1
D	28,0
E	39,8
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.

b) Wat verandert er als punt C geaard wordt?

Aan de vervangingsweerstand

.... niets

Aan de bronstroomsterkte

.... niets

Aan de spanningen over de verschillende weerstanden

.... niets!!

Het enige dat verandert, is dat nu geredeneerd moet worden vanuit C in plaats van vanuit A. De potentiaal in punt C was bij a) 19,1 V. Dus neem de tabel bij a) en trek overall 19,1 V vanaf.

punt	U (V)
A	-19,1
B	-12,8
C	0
D	8,9
E	20,7
F	80,9