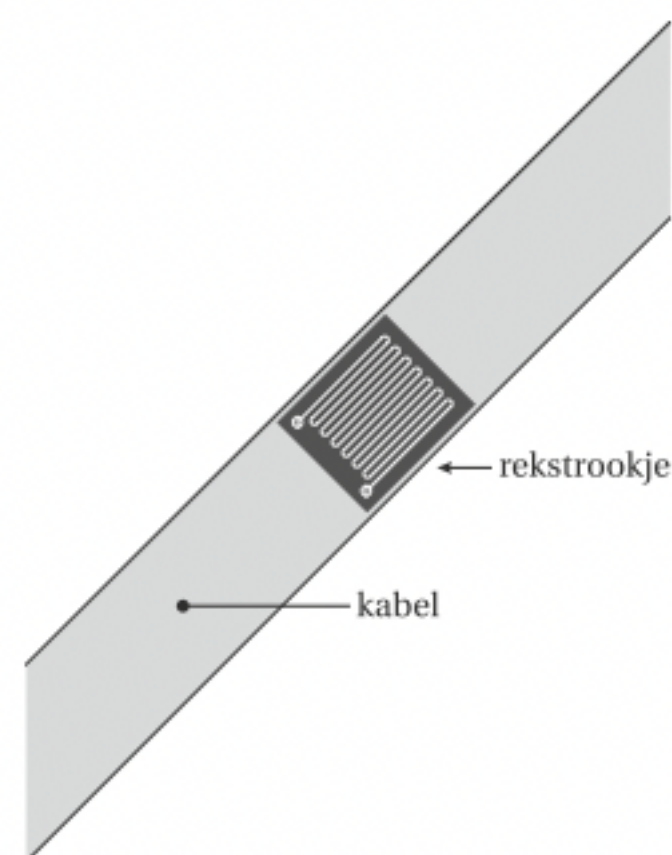
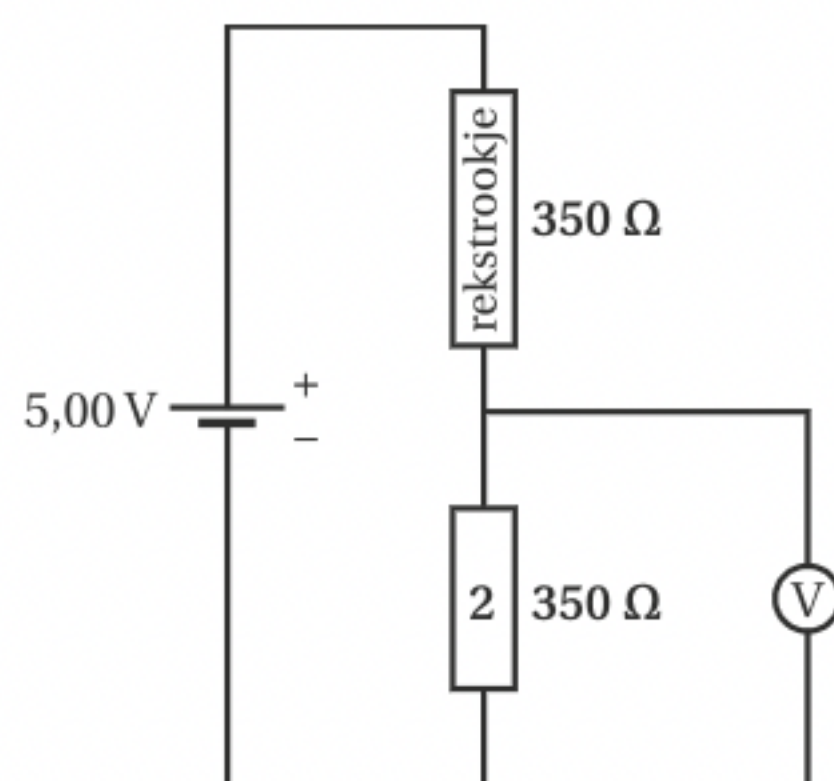


- 46 Om de belasting van een brug te controleren maakt men gebruik van sensoren. In zo'n sensor zit een zogenoemd 'rekstrookje', dat op een kabel van de brug is geplakt. In zo'n rekstrookje is een lange, dunne constantaandraad verwerkt. Zie figuur 5.84. Deze draad heeft een weerstand van $350\ \Omega$ en een diameter van $40\ \mu\text{m}$.
- a Bereken de lengte van de constantaandraad.
- Als er veel verkeer op de brug is, rekt de kabel, en daarmee het rekstrookje, een beetje uit. Bij deze uitrekking verandert de weerstand van het rekstrookje. Door de weerstandsverandering te meten, weet men of de kabel te veel uitrekt.
- Als het strookje uitrekt, wordt de weerstand van de constantaandraad groter.
- b Geef twee redenen voor het toenemen van de weerstand.
- De weerstandsverandering van het rekstrookje kun je bepalen met de schakeling van figuur 5.85. Als de weerstand van het rekstrookje $1,0\ \Omega$ groter wordt, verandert de spanning die de spanningsmeter aangeeft minder dan een half procent.
- c Toon dat aan.

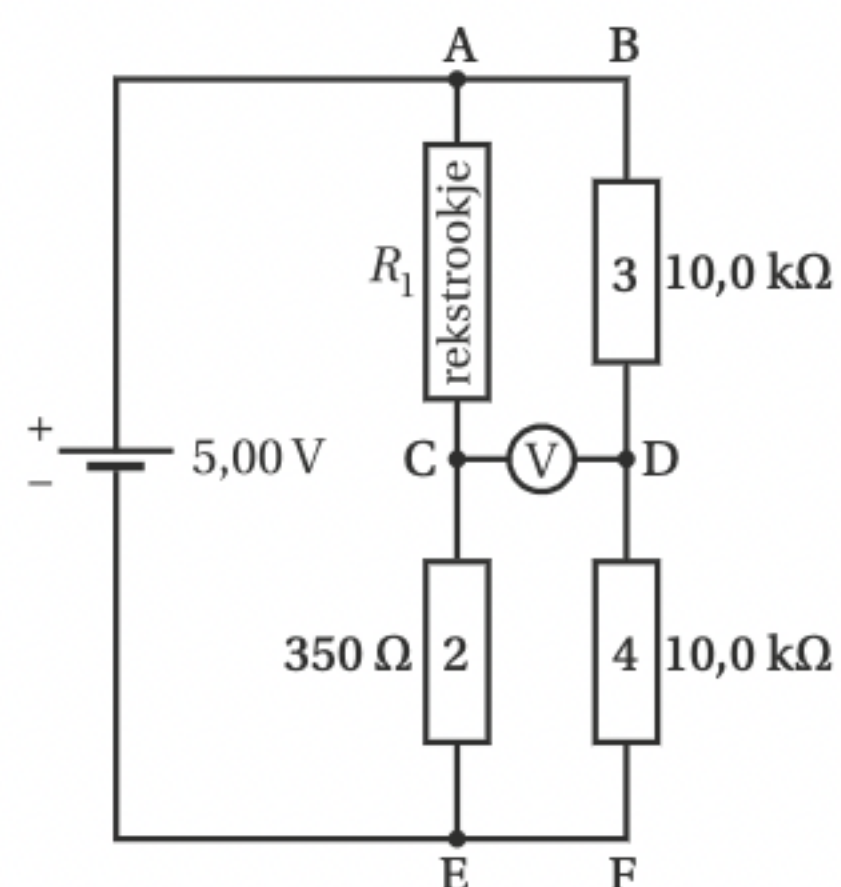


Figuur 5.84



Figuur 5.85

Om de weerstandsverandering nauwkeuriger te meten wordt de schakeling van figuur 5.86 gebruikt. Als het rekstrookje niet is uitgerekt, geeft de spanningsmeter $0,000\ \text{V}$ aan.



5.8 Afsluiting

Opgave 46

- a De lengte van de draad bereken je met de formule voor de soortelijke weerstand. De dwarsdoorsnede bereken je met de diameter.

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$d = 40\ \mu\text{m} = 40 \cdot 10^{-6}\ \text{m}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi (40 \cdot 10^{-6})^2$$

$$A = 1,25 \cdot 10^{-9}\ \text{m}^2$$

$$\rho = \frac{R \cdot A}{\ell}$$

$$\rho = 0,45 \cdot 10^{-6}\ \Omega\ \text{m}$$

$$R = 350\ \Omega$$

$$A = 1,25 \cdot 10^{-9}\ \text{m}^2$$

$$0,45 \cdot 10^{-6} = \frac{350 \times 1,25 \cdot 10^{-9}}{\ell}$$

$$\ell = 0,977\ \text{m}$$

$$\text{Afgerond: } \ell = 0,98\ \text{m.}$$

- b De lengte wordt groter, waardoor de weerstand toeneemt. Omdat de lengte groter wordt en het volume gelijk moet blijven, neemt de dwarsdoorsnede af. Omdat de dwarsdoorsnede kleiner wordt, neemt de weerstand toe.
- c De verandering van de spanning die de voltmeter aangeeft bereken je met het verschil in spanning. De spanning als de weerstand $350\ \Omega$ ($U_{2,350}$) is, bereken je met het kenmerk van spanning in een serieschakeling. De spanning als de weerstand $351\ \Omega$ ($U_{2,351}$) is, bereken je met de wet van Ohm. $I_{2,351}$ volgt uit het kenmerk van stroom in een serieschakeling. I_{tot} bereken je met de wet van Ohm. R_{tot} bereken je met het kenmerk van weerstand in een serieschakeling.

Als de weerstand $1,0\ \Omega$ groter wordt, dan is de weerstand van het rekstrookje $351\ \Omega$. De totale weerstand in de serieschakeling is dan $701\ \Omega$.

$$U_{\text{tot}} = I_{\text{tot}} \cdot R_{\text{tot}}$$

$$U_{\text{tot}} = 5,00\ \text{V}$$

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{rek}} + R_2 = 351 + 350 = 701\ \Omega$$

$$5,00 = I_{\text{tot}} \times 701$$

$$I_{\text{tot}} = 0,007132\ \text{A}$$

In de serieschakeling geldt: $I_{\text{tot}} = I_{2,351} = 0,007132\ \text{A}$

$$U_{2,351} = I_{2,351} \cdot R_{2,351}$$

$$I_{2,351} = 0,007132\ \text{A}$$

$$R_2 = 350\ \Omega$$

$$U_{2,351} = 0,007132 \times 350$$

$$U_{2,351} = 2,496\ \text{V}$$

Als het rekstrookje niet is uitgerekt, zijn de twee weerstanden gelijk. De spanning wordt dan gelijk verdeeld over de weerstanden en de spanningsmeter geeft $2,50\ \text{V}$ aan.

$$\text{percentage} = \frac{2,50 - 2,496}{2,50} \times 100\%$$

$$\text{percentage} = 0,14\%$$

Dit is inderdaad minder dan $0,5\%$.

- d De spanning bepaal je met behulp van de weerstand van het rekstrookje in figuur 5.87 van het leerboek. De weerstand van het rekstrookje bepaal je met behulp van de uitrekking van het rekstrookje in figuur 5.88 van het leerboek. De uitrekking van het rekstrookje bereken je met de uitrekking van de kabel.

De uitrekking van het rekstrookje bereken je met behulp van een verhoudingstabel. Zie tabel 5.2. Je moet de eenheden van de uitrekking en de lengte op elkaar afstemmen.

	lengte	uitrekking
kabel	198 m	0,12 m
rekstrookje	6,1 cm	x

Tabel 5.2

Het rekstrookje rekt dan $\frac{0,12}{198} \times 6,1 = 3,69 \cdot 10^{-3}\ \text{cm}$ uit. Dit is $36,9\ \mu\text{m}$.

Uit figuur 5.88 van het leerboek blijkt dat de weerstand van het rekstrookje dan gelijk is aan $351,3\ \Omega$.

In figuur 5.87 van het leerboek lees je af dat er dan een spanning wordt gemeten van $4,6\ \text{mV}$. Het alarm gaat af bij een spanning van $4,6\ \text{mV}$.