Elektriese stroombane: Series en parallelle netwerke (Graad 11)*

Free High School Science Texts Project

Based on *Electric Circuits: Parallel and series networks (Grade 11)*† by

Free High School Science Texts Project

This work is produced by The Connexions Project and licensed under the
Creative Commons Attribution License ‡

1 Series en parallelle netwerke van weerstande

Nou dat jy weet hoe om eenvoudige series- en parallelle stroombane te hanteer, is jy gereed om sulke tipe probleme aan te pak:

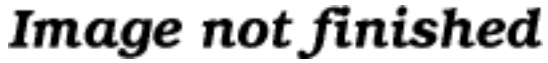

Figure 1: [U+0149] Voorbeeld van [U+0149] series-parallelle netwerk. Die gestippelde boksies dui parallelle dele van die stroombaan aan.

Dit is relatief maklik om hierdie tipe stroombane op te los, omdat jy bloot alles wat jy reeds oor series- en parallelle stroombane geleer het gebruik. Die enigste verskil is dat jy dit in fases doen. In Figure 1 bestaan die stroombaan uit twee parallelle dele wat in series is met een weerstand. Om nou die ekwivalente weerstand te bereken begin jy deur die totale weerstand van die parallelle dele te bereken en dan al die weerstand-waardes in series te sommeer. Indien alle weerstande in Figure 1 weerstand-waardes van 10 Ω het, kan ons die gelyke weerstand van die hele baan soos volg bereken.

Ons begin deur die totale weerstand van *Parallelle-baan 1* te bereken.

*Version 1.1: Jul 30, 2011 9:09 am -0500
†http://cnx.org/content/m38886/1.1/
‡http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/

Image not finished

Figure 2

Die waarde van R_{p1} is:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{p1}} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \\ R_{p1} &= \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1+1+1}{10}\right)^{-1} \\ &= \left(\frac{3}{10}\right)^{-1} \\ &= 3,33\,\Omega \end{aligned} \tag{1}$$

Op [U+0149] soortgelyke wyse kan ons die weerstand van *Parallelle-baan 2* bereken:

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_{p2}} &= \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} \\ R_{p2} &= \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right)^{-1} \\ &= \left(\frac{1+1+1}{10}\right)^{-1} \\ &= \left(\frac{3}{10}\right)^{-1} \\ &= 3,33\,\Omega \end{aligned} \tag{2}$$

Image not finished

Figure 3

Ons het nou die probleem vereenvoudig tot [U+0149] maklike series stroombaan en die gelykwaardige weerstand is:

$$\begin{aligned} R &= R_{p1} + R_4 + R_{p2} \\ &= \frac{10}{3} + 10 + \frac{10}{3} \\ &= \frac{100+30+100}{30} \\ &= \frac{230}{30} \\ &= 7,66\,\Omega \end{aligned} \tag{3}$$

Die gelyke weerstand van die stroombaan in Figure 1 is 7,66 Ω.

1.1 Series en parallelle netwerke

Bepaal die ekwivalente weerstand van die volgende stroombane:

1. Image not finished

Figure 4

2. Image not finished

Figure 5

3. Image not finished

Figure 6

2 Wheatstone-brug

[U+0149] Ander metode om onbekende weerstand-waardes te bepaal is om [U+0149] *Wheatstone-brug* te gebruik. [U+0149] Wheatstone-brug is [U+0149] meetinstrument wat gebruik word om [U+0149] onbekende elektriese-weerstand te meet deur twee bene van [U+0149] brug-stroombaan te balanseer, waarvan een been die onbekende weerstand bevat. Sy werkswyse is soortgelyk aan die oorspronklike potensiometers (voltmeters), behalwe dat [U+0149] sensitiewe galvanometer in potensiometer-bane gebruik word.

> NOTE: Die Wheatstone-brug is deur Samuel Hunter Christie in 1833 uitgevind en verbeter en gewild gemaak deur Sir Charles Wheatstone in 1843.

Image not finished

Figure 7

In die stroombaan van die Wheatstone-brug is R_x die onbekende weerstand. R_1, R_2 en R_3 is weerstande van bekende weerstand en die weerstand van R_2 is verstelbaar. Indien die verhouding van R_2:R_1 gelyk is aan die verhouding van R_x:R_3, dan is die potensiaalverskil tussen die twee middelpunte nul en geen stroom sal tussen die middelpunte vloei nie. Ten einde die onbekende weerstand te bepaal, word R_2 verander totdat hierdie voorwaarde bereik word. Dít is wanneer die voltmeter 0 V toon.

Exercise 1: Wheatstone-brug ***(Solution on p. 8.)***

Wat is die weerstand van die onbekende weerstand R_x in die onderstaande diagram indien R_1=4 Ω, R_2=8 Ω en R_3=6 Ω.

Image not finished

Figure 8

2.1 Drywing in elektriese stroombane

Bo en hehalwe spanning en stroom, is daar nog [U+0149] maatstaf van vrye elektron aktiwiteit in [U+0149] stroombaan: *drywing*. Drywing is [U+0149] maatstaf van hoe vinnig [U+0149] standaard hoeveelheid *werk* verrig is. In ander woorde, drywing is die tempo waarteen arbeid of werk verrig word. In elektriese stroombane is drywing [U+0149] funksie van beide spanning én stroom:

Definition 1: Elektriese Drywing
Elektriese drywing word bereken deur:

$$P = I \bullet V \tag{4}$$

Drywing (P) is presies gelyk aan stroom (I) vermenigvuldig met spanning (V) en daar is geen ekstra konstante van eweredigheid nodig nie. Die eenheid waarin ons drywing meet is *Watt* (afgekort W).

NOTE: Dit was James Prescott Joule, en nie Georg Simon Ohm nie, wat eerste die wetenskaplike verhouding tussen verkwiste drywing en die stroom deur [U+0149] weerstand ontdek het. Hierdie ontdekking, wat in 1841 gepubliseer is, het tot die volgende vergelyking gelei:

$$P = I^2 R \tag{5}$$

en staan korrek bekend as Joule se wet. Hierdie drywingsformules word egter so dikwels saam met Ohm se wet vergelykings geassosieer dat dit baie keer verkeerdelik aan Ohm toegeskryf word.

2.1.1 Ondersoek: Gelykwaardigheid

Gebruik Ohm se wet om te wys dat:

$$P = VI \tag{6}$$

identies is aan

$$P = I^2 R \tag{7}$$

en

$$P = \frac{V^2}{R} \tag{8}$$

3 Opsomming

1. Ohm se wet bepaal dat die hoeveelheid stroom deur [U+0149] geleier, teen 'n konstante temperatuur, eweredig is aan die spanning oor die weerstand. Wiskundig skryf ons $V = I \bullet R$
2. Geleiers wat Ohm se wet gehoorsaam word ohmiese geleiers genoem en daardie wat dit nie eerbiedig nie, nie-ohmiese geleiers.
3. Ons gebruik Ohm se wet om die weerstandswaarde van [U+0149] weerstand te bereken. $R = \frac{V}{I}$
4. Die ekwivalente weerstand van weerstande wat in serie geskakel is (R_s) kan as volg bereken word: $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + ... + R_n$
5. Die ekwivalente weerstand van weerstande in parallel (R_p) kan as volg bereken word: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + ... + \frac{1}{R_n}$
6. Regte batterye het [U+0149] interne weerstand.
7. Wheatstone-brûe kan gebruik word om die akkurate weerstandswaarde van [U+0149] onbekende weerstand te bereken.

4 Einde van die hoofstuk oefeninge

1. Bereken die stroom in die volgende stroombaan en gebruik dan die stroom om die spanningsvalle oor elke weerstand te bepaal.

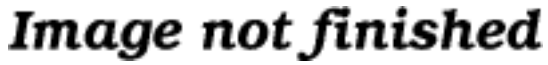

Figure 9

2. Verduidelik hoekom [U+0149] voltmeter in parallel met [U+0149] weerstand geskakel word.
3. Verduidelik hoekom [U+0149] ammeter (stroommeter) in series met [U+0149] weerstand geskakel word.

IEB 2001/11 HG1 - **Emf**

a. Verduidelik die betekenis van hierdie twee stellings:
   1. "Die stroom deur die battery is 50mA."
   2. "Die emk van die battery is 6 V."

b. Wanneer 'n battery gekoppel word aan [U+0149] weerstand van 100 Ω meet [U+0149] battery-toetser die stroom verskaf. Indien die stroom minder as 50 mA is, dan is die battery "pap" (dit moet vervang word). Bereken die maksimum interne weerstand van [U+0149] 6V battery wat die toets sal slaag.

IEB 2005/11 HG Die elektriese-stroombaan van [U+0149] flitslig bestaan uit [U+0149] sel, [U+0149] skakelaar en [U+0149] gloeilampie, soos getoon in hierdie diagram.

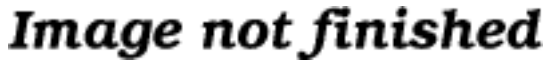

Figure 10

Die elektriese flits is ontwerp om [U+0149] D-tipe sel te gebruik, maar die enigste wat beskikbaar is, is [U+0149] AA-tipe sel. Die spesifikasies van hierdie twee tipe selle word in hierdie tabel weergegee:

Sel	**emk**	**Toestel waarvoor dit ontwerp is**	**Stroom getrek van een sel wanneer dit gekoppel is aan ontwerpstoestel**
D	1,5 V	Flitslig	300 mA
AA	1,5 V	TV afstandbeheer	30 mA

Table 1

Wat is geneig om te gebeur en waarom gebeur dit wanneer die AA-tipe sel die D-tipe sel vervang in die elektriese flits?

	Wat gebeur	**Hoekom dit gebeur**
(a)	die lamp is dowwer	die AA-tipe sel het [U+0149] groter interne weerstand
(b)	die lamp is dowwer	die AA-tipe sel het minder interne weerstand
(c)	die helderheid van die lamp is dieselfde	die AA-tipe sel het dieselfde interne weerstand
(d)	die lamp is meer helder	die AA-tipe sel het minder interne weerstand

Table 2

IEB 2005/11 HG1 [U+0149] Battery met emk ϵ en interne weerstand r = 25 Ω word verbind aan hierdie opstelling van weerstande.

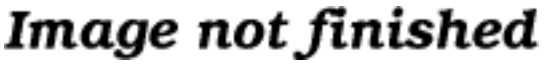

Figure 11

Die weerstande van voltmeters V_1 en V_2 is so hoog dat hulle nie die stroom in die stroombaan beïnvloed nie.

a. Verduidelik wat bedoel word met "die emk van [U+0149] battery".
b. Die drywing wat in die 100 Ω weerstand verkwis word is 0,81 W.
c. Bereken die stroom in die 100 Ω weerstand.
d. Bereken die lesing op die voltmeter V_2.
e. Bereken die lesing op die voltmeter V_1.
f. Bereken die emk van die battery.

SC 2003/11 [U+0149] Ketel is gemerk 240 V; 1 500 W.

a. Bereken die weerstand van die ketel wanneer dit volgens die gegewe spesifikasies bedryf word.
b. Indien die ketel drie minute vat om [U+0149] bietjie water te kook, bereken die hoeveelheid elektriese energie wat na die ketel oorgedra is.

IEB 2001/11 HG1 - **Electric Eels** Elektriese palings het [U+0149] reeks selle van kop tot stert. Wanneer die selle deur [U+0149] senuimpuls geaktiveer word, word [U+0149] potensiaalverskil van kop tot stert geskep. [U+0149] Gesonde elektriese paling kan [U+0149] potensiaaverskil van 600 V lewer.

a. Wat word bedoel met "[U+0149] potensiaalverskil van 600 V?"
b. Hoeveel energie word oorgedra wanneer [U+0149] elektron deur [U+0149] potensiaalverskil van 600 V beweeg word?

Solutions to Exercises in this Module

Solution to Exercise (p. 3)

Step 1. Die opstelling is [U+0149] Wheatstone-brug. Daarom gebruik ons die vergelyking:

$$R_x : R_3 = R_2 : R_1 \tag{9}$$

Step 2.

$$\begin{aligned} R_x : R_3 &= R_2 : R_1 \\ R_x : 6 &= 8 : 4 \\ R_x &= 12\ \Omega \end{aligned} \tag{10}$$

Step 3. Die weerstand van die onbekende weerstand is 12Ω.