

Hoofdstuk 2 – het meten van spanning en stroom

Thuisopdracht 1

- a) Als je geen of te weinig belasting op de voeding aansluit (door kortsluiting bijvoorbeeld) gaat er een hele hoge stroom lopen. Hierdoor kunnen componenten kapot gaan. Om dit te voorkomen gebruik je een stroombegrenzing.
- b) We hebben 2 weerstanden van $1\text{k}\Omega$ in serie. De vervangingsweerstand is dus $2\text{k}\Omega$. Wet van Ohm: $U = IR$, dus $I = U/R$.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{5}{2000} = 2.5 \text{ mA}$$

De stroombegrenzing stel je dus iets boven de 2.5 mA in.

- c) Er zal een stroom gaan lopen van:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{6}{100} = 60 \text{ mA}$$

De weerstand zal dus een vermogen verstoken van:

$$P = UI = 6 \times 0.06 = 0.36 \text{ W}$$

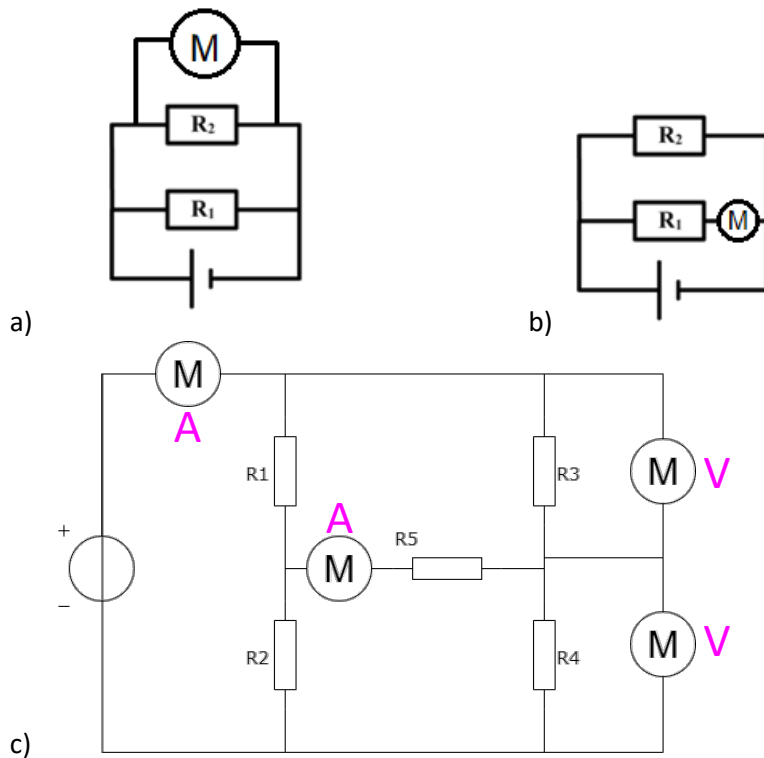
Het maximale vermogen van de weerstand was 0.25 W, dus zal hij waarschijnlijk doorbranden.

De maximale stroom bij een vermogen van 0.25 W is:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{0.25}{6} = 0.04 \text{ A}$$

De stroombegrenzing moet dus op max 40 mA worden ingesteld.

Thuisopdracht 2



Thuisopdracht 3

Specifications

DC Characteristic

Accuracy ± (% of Reading + count)^[1]

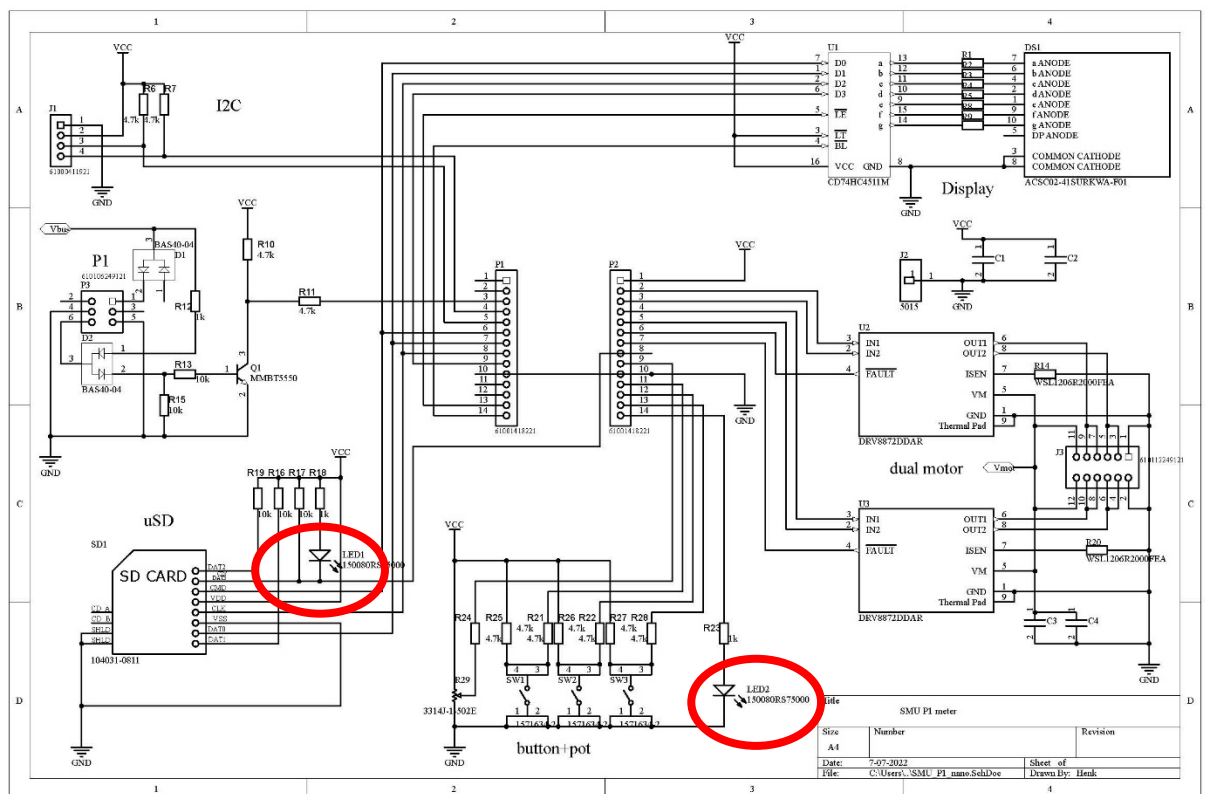
Function	Range ^[2]	Test current or Load voltage	Resolution	Accuracy (one year; 23°C ±5°C)
DC Voltage	600 mV		0.01 mV	0.01+ 5
	6 V		0.0001 V	0.01+ 6
	60 V		0.001 V	0.02+ 4
	600 V		0.01 V	0.02+ 6
	1000 V ^[4]		0.1 V	0.02+ 6
DC Current	600 µA	< 33 mV	0.01 µA	0.05+ 3
	6 mA	< 330 mV	0.0001 mA	0.05+ 3
	60 mA	< 0.05 V	0.001 mA	0.05+ 3
	600 mA	< 0.5 V	0.01 mA	0.12+ 6

Bij 2.4056 mA zitten we in het 6 mA bereik. De nauwkeurigheid is hier 0.05+ 3, de resolutie 0.0001 mA.

$$\frac{2.4056}{100\%} \times 0.05 + 3 \times 0.0001 = 0.0015 \text{ mA}$$

We hebben dus 2.4056 ± 0.0015 mA gemeten.

Thuisopdracht 4



a)

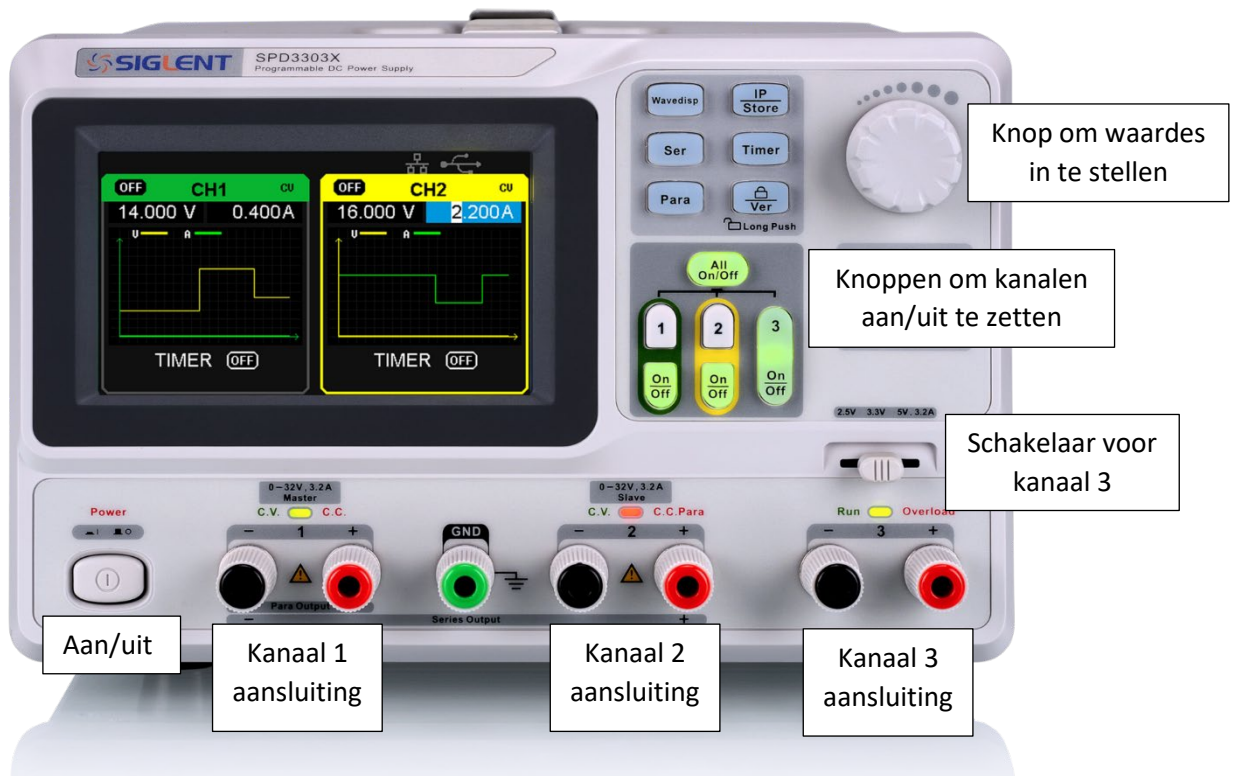
b) Op de output pinnen staat dezelfde spanning als de voedingsspanning, dus 5V (van de USB).

c) We gaan weer uit van een spanningsval van 1.6V:

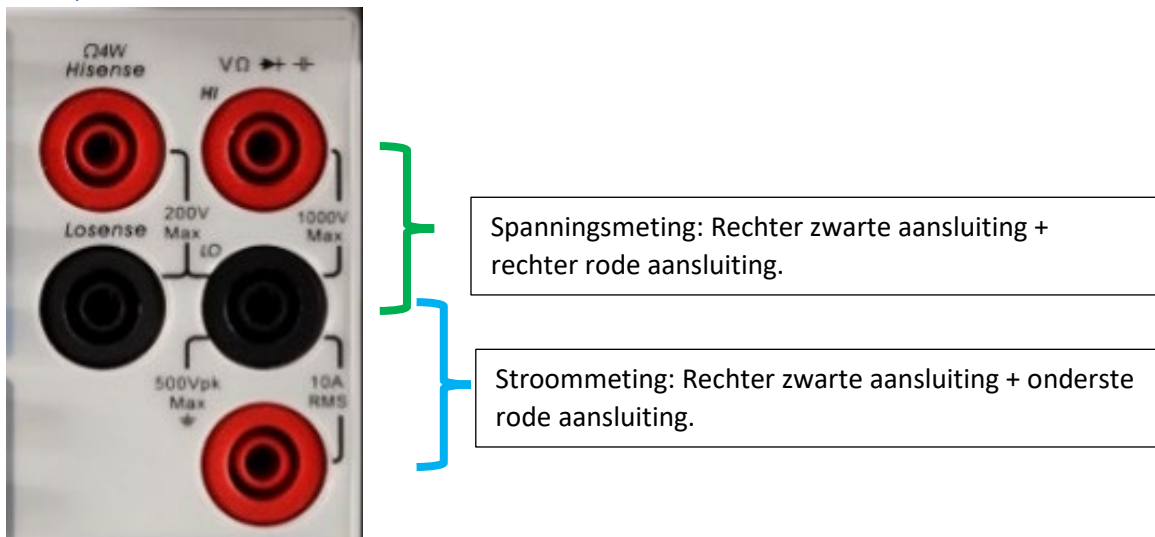
$$R = \frac{U - U_{LED}}{I} = \frac{5 - 1.6}{I} = 1000\Omega$$

$$I = 3.4 \text{ mA}$$

Labopdracht 1



Labopdracht 2



Labopdracht 3

- a) P7: instelbaar op 10 MOhm, of 10GOhm
b) De 10V spanning zal verdeeld worden over weerstand R_1 en de combinatie van R_2 en de inwendige weerstand. We kunnen uitrekenen hoeveel U verandert door de vervangingsweerstand van de combinatie R_2 en inwendige weerstand te bekijken:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{1k} + \frac{1}{10M} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{10000000} = 0.0010001$$

$$R = 999.9\Omega$$

De totale vervangingsweerstand van de stroomkring wordt dan: $R_v = 999.9 + 1000 = 11999.9\Omega$

We kunnen dan uitrekenen hoeveel stroom er door de stroomkring loopt: $I = \frac{U}{R} = \frac{10}{11999.9} = 0.000833 A$

Deze totaalstroom wordt verdeeld over de twee takken van de parallelschakeling. De meeste stroom loopt door de laagste weerstand.

$$I = \frac{10^7}{1000 + 10^7} \cdot 0.000833 = 0.000833 A$$

De spanning over R_1 wordt dan: $U = IR = 0.000833 \cdot 1000 = 0.833V$

$$\frac{0.833}{5} \cdot 100\% = 16.66\%$$

Dus 83.34% afwijking

- d) De vervangingsweerstand van R_2 en de meter wordt nu:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{10M} + \frac{1}{10M} = \frac{1}{10000000} + \frac{1}{10000000} = 0.0000002$$

$$R = 5M\Omega$$

De totale vervangingsweerstand van de stroomkring wordt dan: $R_v = 5M + 10M = 15 M\Omega$

We kunnen dan uitrekenen hoeveel stroom er door de stroomkring loopt: $I = \frac{U}{R} = \frac{10}{15M} = 6.67 \cdot 10^{-7} A$

Aangezien R_1 nu even groot is als de inwendige weerstand verdeelt de stroom zich evenredig over de twee takken van de parallelschakeling. Door R_1 loopt dus $3.33 \cdot 10^{-7} A$

De spanning over R_1 wordt dan: $U = IR = 3.33 \cdot 10^{-7} \cdot 10 \cdot 10^6 = 3.33V$

$$\frac{3.33}{5} \cdot 100\% = 66.6\%$$

Dus 33.4% afwijking.

- e) Wanneer de inwendige weerstand veel groter is dan de weerstand die je wil meten is er een kleine afwijking.
Wanneer de grootte van de inwendige weerstand van dezelfde orde is als de te meten weerstand is er een grote afwijking.

Labopdracht 4

- a) P7 onder "DC Current": 1Ω voor een stroombereik van 60mA en 600 mA, 0.01Ω voor een stroombereik van 6A en 10A.
b) Anders wordt de spanning die over de shunt komt te staan te hoog ($U=IR$).
c) De stroom die door de shuntweerstand gaat is gelijk aan:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{1} = U$$

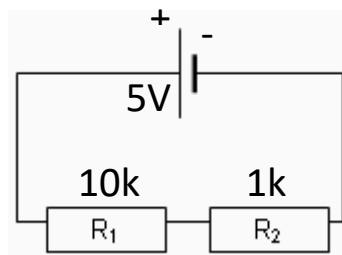
De stroom die door de meter gaat is gelijk aan:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U}{10 \cdot 10^6} = U \cdot 10^{-7}$$

Deel je die twee door elkaar dan vind je dat $10^{-5} \%$, dus 0.00001% van de stroom NIET door de shuntweerstand en wel door de spanningsmeter gaat.

- d) Het levert een afwijking op, die is niet heel groot, zie berekening hierboven.

Labopdracht 5



- a) Stroom is overal gelijk en kan met de vervangingsweerstand berekend worden:

$$R_v = R_1 + R_2 = 10.000 + 1.000 = 11000 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{5}{11000} = 0.455 \text{ mA}$$

De spanning over R1 wordt dan:

$$U = IR = 0.455 \times 10^{-3} \cdot 10 \times 10^3 = 4.55V$$

De spanning over R2 wordt dan:

$$U = IR = 0.455 \times 10^{-3} \cdot 1 \times 10^3 = 0.455V$$

- b) Iets boven 0.455 mA, bijvoorbeeld 0.6 mA.
d) Je kunt voor de stroommeting de meest nauwkeurige instelling gebruiken met een resolutie van $0.01\mu C$ en een nauwkeurigheid van $0.05+3$.

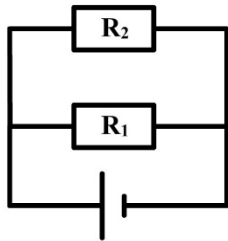
$$\text{Bij } 455 \mu A \text{ wordt de nauwkeurigheid dan: } \frac{455}{100} \times 0.05 + 3 \times 0.01 = 0.2575 \mu A$$

Voor de spanning van 4.5V: resolutie = $0.0001V$, accuracy = $0.01+6$

$$\frac{4.5}{100} \times 0.01 + 6 \times 0.0001 = 0.00105 \text{ V}$$

Voor de spanning van 0.5V: resolutie = 0.01mV, accuracy = 0.01+5

$$\frac{500}{100} \times 0.01 + 5 \times 0.01 = 0.1 \text{ mV}$$



e)

Voor een parallelschakeling zijn de spanningen over de weerstanden gelijk. Over iedere weerstand staat dus 5V.

De stroom door iedere weerstand kan met behulp van de wet van Ohm worden berekend:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{5}{1000} = 5 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{5}{10000} = 0.5 \text{ mA}$$

g) Voor de spanning van 5 V: resolutie = 0.0001V, accuracy = 0.01+6

$$\frac{5}{100} \times 0.01 + 6 \times 0.0001 = 0.0011 \text{ V}$$

Voor de stroom van 5 mA: resolutie = 0.0001 mA, accuracy = 0.05+3

$$\frac{5}{100} \times 0.05 + 3 \times 0.0001 = 0.0028 \text{ mA}$$

Voor de stroom van 0.5 mA: resolutie = 0.01 μA, accuracy = 0.05+3

$$\frac{500}{100} \times 0.05 + 3 \times 0.01 = 0.28 \text{ μA}$$

h) De stroom wordt nu:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{5}{10.000 + 10.000.000} = 4.995 \times 10^{-7} \text{ A}$$

$$U_1 = IR_1 = 4.995 \times 10^{-7} \times 10^4 = 4.995 \text{ mV}$$

$$U_2 = IR_2 = 4.995 \times 10^{-7} \times 10^7 = 4.995 \text{ V}$$

i) Meet je dat ook? Waarschijnlijk wel als je alles goed hebt aangesloten.

Labopdracht 6

a) De vervangingsweerstand van R1 en R2 is:

$$\frac{1}{R_v} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{330} + \frac{1}{1000} \rightarrow R_v = 248.12 \text{ } \Omega$$

De vervangingsweerstand van de totale schakeling is dan: $248.12 + 330 = 578.12 \text{ } \Omega$

Hiermee kunnen we de stroom door de vervangingsweerstand uitrekenen. Deze is gelijk aan de stroom door R3:

$$I_{R3} = \frac{U}{R} = \frac{5}{578.12} = 8.65 \text{ mA}$$

Dan weten we ook meteen de spanning over R3:

$$U_{R3} = I \cdot R = 8.65 \times 10^{-3} \cdot 330 = 2.85 \text{ V}$$

Dat betekent dat de spanning over R1 en R2 gelijk is aan

$$U_{R1} = U_{R2} = 5 - 2.85 = 2.15 \text{ V}$$

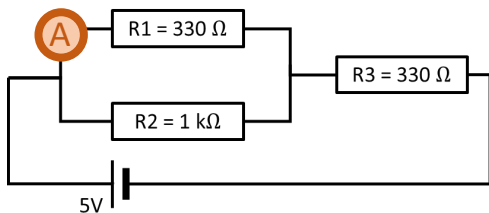
En daarmee kunnen we de stroom door R1 uitrekenen:

$$I_{R1} = \frac{U_{R1}}{R1} = \frac{2.15}{330} = 6.5 \text{ mA}$$

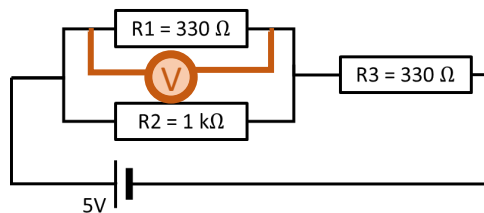
En de stroom door R2:

$$I_{R2} = \frac{U_{R2}}{R2} = \frac{2.15}{1000} = 2.15 \text{ mA}$$

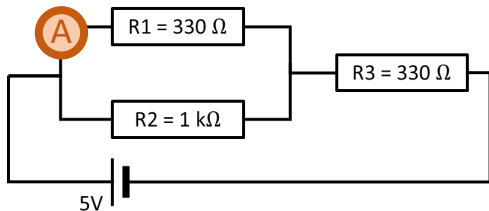
b) Meet de stroom door R1: $I_{R1} = 6.5 \text{ mA}$



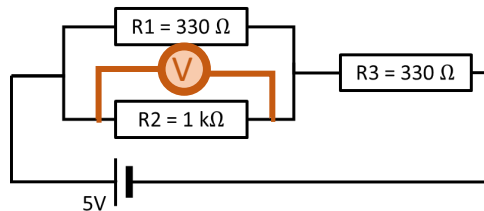
c) Meet de spanning over R1: $V_{R1} = 2.15 \text{ V}$



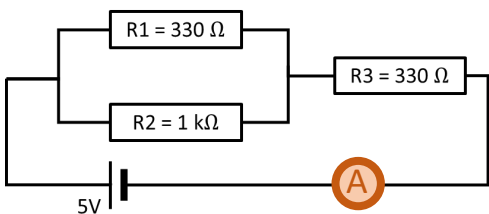
c) Meet de stroom door R2: $I_{R2} = 2.15 \text{ mA}$



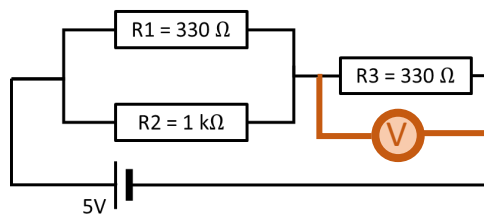
d) Meet de spanning over R2: $V_{R2} = 2.15 \text{ V}$



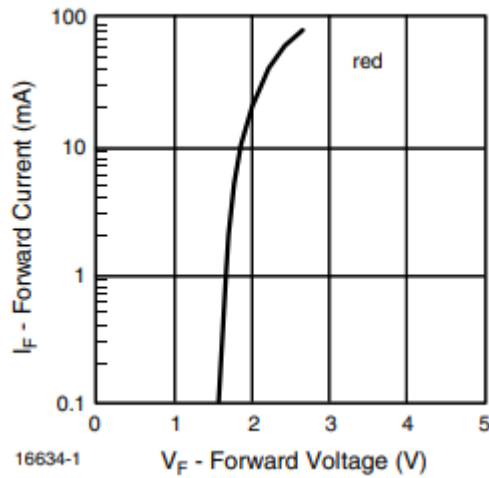
e) Meet de stroom door R3: $I_{R3} = 8.65 \text{ mA}$



f) Meet de spanning over R3: $V_{R3} = 2.85 \text{ V}$



Labopdracht 7



- a) Waarschijnlijk vind je een dergelijke grafiek. In dit geval staat bij de 'absolute maximum ratings' vermeld dat die voor de Forward Current 20 mA is. Typisch gaan we daar liever wat onder zitten: bij 10 mA is de Forward Voltage 1.8 V.
- b)
- $$R = \frac{U - U_{LED}}{I} = \frac{3.3 - 1.8}{0.01} = 150\Omega$$
- d) 4. Als je de LED direct aansluit is er weinig belasting en zal de LED veel stroom gaan trekken.
- e) Waarschijnlijk zal de voeding met een rood lampje aangeven dat er meer stroom dan de begrenzing wordt gevraagd.
- f) Tabel 39-1: 50 mA
- g) Nee