



2023

16. Weerstand

R2: SCRAPY-gids

Projectnummer: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



 Co-funded by
the European Union

De steun van de Europese Commissie voor de productie van deze publicatie houdt geen goedkeuring in van de inhoud, die uitsluitend de standpunten van de auteurs weergeeft, en de Commissie kan niet verantwoordelijk worden gehouden voor het gebruik van de informatie die erin is vervat.

ECAM EPMI
30/04/2023

Inhoudsopgave

1 Inleiding.....	2
2 Basisprincipes van weerstanden	3
2.1 Weerstandseenheden	3
2.2 Schematisch symbool	3
3 Soorten weerstanden	4
3.1 Beëindiging en montage	4
4 Samenstelling weerstanden	5
5 Speciale weerstandspakketten	6
6 Variabele weerstanden (potentiometers)	6
7 Weerstandsmarken decoderen.....	7
8 De kleurenbanden decoderen	7
8.1 Weerstanden met vier banden	7
8.2 Weerstanden met vijf en zes banden	8
8.3 Kleurbanden van weerstanden decoderen.....	8
8.4 Kleurcodetabel weerstanden.....	8
9 Opbouwmarkeringen decoderen	9
10 Vermogen.....	11
10.1 Het vermogen van een weerstand bepalen.....	11
10.2 Vermogen meten over een weerstand	12
11 Parallele weerstanden	13
12 Weerstandsnetswerken.....	14
13 Voorbeeldtoepassingen.....	15
13.1 LED-stroombegrenzing	15
13.2 Spanningsverdelers	16
13.3 Pull-up weerstanden	17
14 Conclusie	18

1 Inleiding

Weerstanden - de meest alomtegenwoordige elektronische componenten. Ze vormen een cruciaal onderdeel in vrijwel elk circuit. En ze spelen een belangrijke rol in onze favoriete vergelijking, de Wet van Ohm.



Weerstanden

In deze les behandelen we:

- Wat is een weerstand?
- Weerstanden
- Symbool(s) voor weerstandscircuit
- Weerstanden in serie en parallel
- Verschillende variaties van weerstanden
- Kleurcodering-codering
- Codering van opbouwweerstanden
- Voorbeeldweerstandstoepassingen

Sommige concepten in deze les bouwen voort op eerdere elektroniekennis. Voordat je aan deze les begint, kun je overwegen deze eerst te lezen (of op zijn minst door te nemen):

- Wat is elektriciteit?
- Spanning, stroom, weerstand en de wet van Ohm
- Wat is een circuit?
- Serieschakelingen versus parallelschakelingen
- Een multimeter gebruiken - Bekijk vooral het gedeelte over weerstand meten.
- Metrische voorvoegsels

2 Basisprincipes van weerstanden

Weerstanden zijn elektronische componenten die een specifieke, nooit veranderende elektrische weerstand hebben. De weerstand van de weerstand beperkt de stroom van elektronen door een circuit.

Het zijn passieve componenten, wat betekent dat ze alleen stroom verbruiken (en niet kunnen opwekken). Weerstanden worden meestal toegevoegd aan schakelingen waar ze actieve componenten zoals op-amps, microcontrollers en andere geïntegreerde schakelingen aanvullen. Meestal worden weerstanden gebruikt om stroom te beperken, spanningen te verdelen en I/O-lijnen op te trekken.

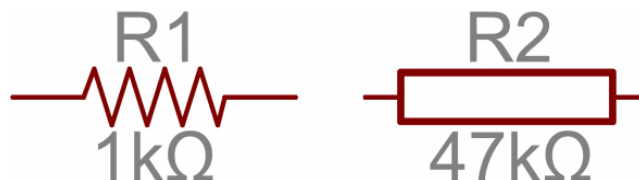
2.1 Weerstandseenheden

De elektrische weerstand van een weerstand wordt gemeten in ohm. Het symbool voor een ohm is de Griekse hoofdletter omega: Ω . De (omweg)definitie van 1Ω is de weerstand tussen twee punten waar 1 volt (1V) aan toegepaste potentiële energie 1 ampère (1A) aan stroom zal voortbrengen.

Als SI-eenheden kunnen grotere of kleinere waarden van ohm worden gekoppeld aan een voorvoegsel zoals een kilo-, mega- of giga-waarde om grote waarden gemakkelijker af te lezen te maken. Het is heel gebruikelijk om weerstanden te zien in het kilohm ($k\Omega$) en megaohm ($M\Omega$) bereik (veel minder gebruikelijk zijn semilliohm ($m\Omega$) weerstanden). Een weerstand van 4.700Ω is bijvoorbeeld gelijk aan een weerstand van $4,7k\Omega$, en een weerstand van $5.600.000\Omega$ kan worden geschreven als $5.600k\Omega$ of (meer gebruikelijk als) $5,6M\Omega$.

2.2 Schematisch symbool

Alle weerstanden hebben twee aansluitingen, één aansluiting aan elk uiteinde van de weerstand. Wanneer een weerstand in een schema wordt gemodelleerd, wordt deze weergegeven als een van deze twee symbolen:

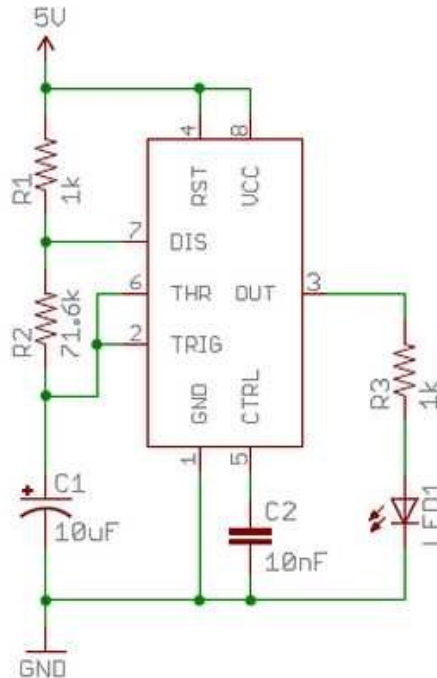


Twee gebruikelijke symbolen voor weerstanden. R1 is een Amerikaanse weerstand van $1k\Omega$ en R2 is een internationale weerstand van $47k\Omega$.

De aansluitpunten van de weerstand zijn de lijnen die uit de tilde (of rechthoek) steken. Deze zijn verbonden met de rest van het circuit.

De symbolen voor weerstandscircuits worden meestal aangevuld met zowel een weerstandswaarde als een naam. De waarde, weergegeven in ohm, is van cruciaal belang voor zowel de evaluatie als de CNG van de schakeling. De naam van de weerstand

bestaat meestal uit een R die voorafgegaan wordt door een getal. Elke weerstand in een schakeling moet een unieke naam/nummer hebben. Hier zijn bijvoorbeeld weerstanden in actie op een 555-timercircuit:



In dit circuit spelen weerstanden een belangrijke rol bij het instellen van de frequentie van de uitgang van de 555-timer. Een andere weerstand (R3) beperkt de stroom door een LED.

3 soorten weerstanden

Weerstanden zijn er in verschillende vormen en maten. Ze kunnen door een gaatje of aan de oppervlakte gemonteerd zijn. Het kan een standaard statische weerstand, een pakket weerstanden of een speciale variabele weerstand zijn.

3.1 Beëindiging en montage

Weerstanden worden geleverd met een van de volgende twee soorten aansluitingen: doorvoergat of opbouw. Deze typen weerstanden worden meestal afgekort als PTH (plated through-hole) of SMD/SMT (surface-mount technology of device).

Doorgangsweerstanden hebben lange, buigzame draden die in een breadboard kunnen worden geplakt of met de hand in een prototypeprint of printplaat (PCB) kunnen worden gesoldeerd. Deze weerstanden zijn meestal nuttiger bij breadboarding, prototyping of in elk geval waar je liever geen kleine 0,6 mm lange SMD-weerstanden soldeert. De lange draden moeten meestal worden bijgesneden en deze weerstanden nemen veel meer ruimte in dan hun opbouwweerstand.

De meest voorkomende weerstanden met doorgangsgaten worden geleverd in een axiale behuizing. De grootte van een axiale weerstand is relatief ten opzichte van het vermogen.

Een gewone $\frac{1}{2}W$ -weerstand heeft een doorsnede van ongeveer 9,2 mm, terwijl een kleinere $\frac{1}{4}W$ -weerstand ongeveer 6,3 mm lang is.



Een weerstand van een halve watt ($\frac{1}{2}W$) (hierboven) met een grootte tot een kwart watt ($\frac{1}{4}W$).

Opbouwweerstand zijn meestal kleine zwarte rechthoeken, aan weerszijden afgewerkt met nog kleinere, glanzende, zilveren, geleidende randen. Deze weerstanden zijn bedoeld om bovenop printplaten te zitten, waar ze worden gesoldeerd op de bijbehorende landingsplaatjes. Omdat deze weerstanden zo klein zijn, worden ze meestal door een robot op hun plaats gezet en door een oven gestuurd waar het soldeer smelt en ze op hun plaats houdt.

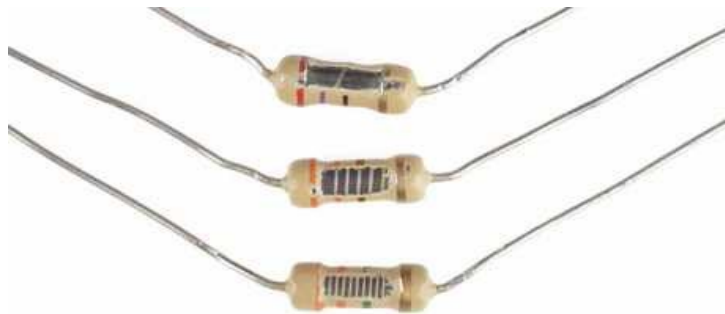


SMD-weerstanden

SMD-weerstanden zijn er in gestandaardiseerde maten; meestal 0805 (0,08" lang bij 0,05" breed), 0603 of 0402. Ze zijn ideaal voor massaproductie op printplaten of in ontwerpen waar ruimte een kostbaar goed is. Het vereist wel een vaste, precieze hand om ze handmatig te solderen!

4 Weerstandssamenstelling

Weerstanden kunnen van verschillende materialen gemaakt worden. De meest gebruikelijke moderne weerstanden zijn gemaakt van koolstof, metaal of metaaloxidefilm. In deze weerstanden is een dunne film van geleidend (maar nog steeds weerstand biedend) materiaal in een spiraal gewikkeld en bedekt met een isolerend materiaal. De meeste standaard doorvoerweerstand hebben een koolstoffilm of metaalstoffilm.



Een kijkje in de binnenkant van een paar koolfilmweerstanden. Weerstandswaarden van boven naar beneden: 27 Ω , 330 Ω en een 3,3M Ω . Binnenin de weerstand is een koolstoffilm om een isolator gewikkeld. Meer wikkelingen betekent een hogere weerstand. Best knap!

Andere weerstanden met doorlopende gaten kunnen met draad zijn gewikkeld of zijn gemaakt van een superdunne metaalfolie. Deze weerstanden zijn meestal duurder, duurdere componenten die specifiek gekozen zijn voor hun unieke eigenschappen zoals een hoger vermogen of een maximaal temperatuurbereik.

Opbouwweerstand zijn meestal dikke of dunne-film weerstanden. Dikke film is meestal goedkoper maar minder nauwkeurig dan dunne. In beide weerstandstypen wordt een kleine film van resistieve metaallegering ingeklemd tussen een keramische basis en glas/epoxy coating en vervolgens verbonden met de afsluitende geleidende randen.

5 Speciale weerstandspakketten

Er zijn diverse andere weerstanden voor speciale doeleinden. Weerstand kunnen worden geleverd in voorbedrade pakketten van ongeveer vijf weerstanden. Weerstand in deze series kunnen een gemeenschappelijke pin delen of worden ingesteld als spanningsdeler.



Een serie van vijf 330 Ω weerstanden, allemaal aan één uiteinde samengebonden.

6 Variabele weerstanden (potentiometers)

Weerstand hoeven ook niet statisch te zijn. Variabele weerstanden, ook wel reostaten genoemd, zijn weerstanden die kunnen worden ingesteld tussen een bepaald bereik van waarden. Vergelijkbaar met de reostaat is de potentiometer. Potmeters verbinden twee weerstanden intern, in serie, en passen een middenaftakking tussen hen aan waardoor een instelbare spanningsdeler ontstaat. Deze variabele weerstanden worden vaak gebruikt voor ingangen die instelbaar moeten zijn, zoals volumeknoppen.



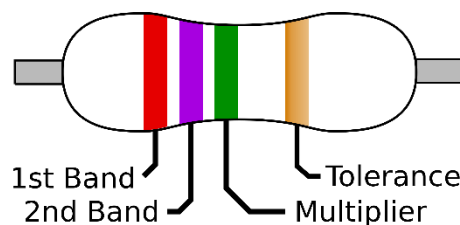
Een aantal potentiometers. Van linksboven met de klok mee: een standaard 10k trimpot, 2-assige joystick, softpot, schuifpot, klassieke rechthoek en een breadboard-vriendelijke 10k trimpot.

7 Weerstandsmarken decoderen

Hoewel ze hun waarde misschien niet direct weergeven, zijn de meeste weerstanden gemarkeerd om aan te geven wat hun weerstand is. PTH-weerstanden gebruiken een kleurcoderingssysteem (dat wat flair toevoegt aan schakelingen) en SMD-weerstanden hebben hun eigen waarde-markeringssysteem.

8 De kleurenbanden decoderen

Axiale weerstanden met doorlopende gaten gebruiken meestal het kleurenbandsysteem om hun waarde weer te geven. De meeste van deze weerstanden hebben vier gekleurde banden rond de weerstand, maar er zijn ook weerstanden met vijf of zes banden.



De kleurenbanden decoderen

8.1 Weerstanden met vier banden

Bij de standaard weerstanden met vier banden geven de eerste twee banden de twee meest significante cijfers van de waarde van de weerstand aan. De derde band is een gewichtswaarde, die de twee significante cijfers met een macht van tien vermenigvuldigt.

De laatste band geeft de tolerantie van de weerstand aan. De tolerantie geeft aan hoeveel meer of minder de werkelijke weerstand van de weerstand kan zijn vergeleken met de nominale waarde. Geen enkele weerstand is perfect en verschillende fabricageprocessen resulteren in betere of slechtere toleranties. Een weerstand van $1\text{k}\Omega$ met een tolerantie van 5% kan bijvoorbeeld overal tussen $0,95\text{k}\Omega$ en $1,05\text{k}\Omega$ liggen.

Hoe weet je welke band de eerste en de laatste is? De laatste, de tolerantieband, is vaak duidelijk gescheiden van de waardebanden en meestal is dat zilver of goud.

8.2 Weerstanden met vijf en zes banden

Vijfbandweerstanden hebben een derde significante cijferband tussen de eerste twee banden en de multiplicatorband. Vijfbandweerstanden hebben ook een breder tolerantiebereik.

Weerstanden met zes banden zijn weerstanden met vijf banden met een extra band aan het einde die de temperatuurcoëfficiënt aangeeft. Deze geeft de verwachte verandering in weerstandswaarde aan als de temperatuur verandert in graden Celsius. Deze temperatuurcoëfficiëntwaarden zijn extreem klein, in het ppm-bereik.

8.3 Kleurbanden van weerstanden decoderen

Raadpleeg voor het decoderen van de kleurbanden van de weerstand een tabel met weerstandskleurcodes zoals hieronder. Zoek voor de eerste twee banden de bijbehorende cijferwaarde van die kleur. De weerstand van $4,7\text{k}\Omega$ die hier is afgebeeld, heeft om te beginnen kleurenbanden van geel en violet - die cijferwaarden hebben van 4 en 7 (47). De derde band van de $4,7\text{k}\Omega$ is rood, wat aangeeft dat de 47 moet worden vermenigvuldigd met 102 (of 100). 47 maal 100 is $4.700!$

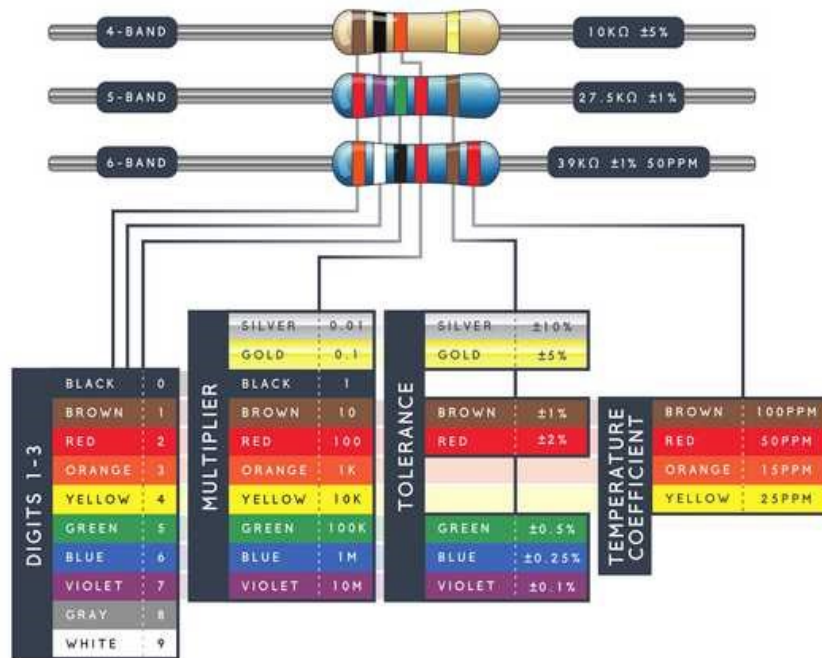


4,7kΩ weerstand met vier kleurenbanden

Als je de kleurenbandcode uit je hoofd probeert te leren, kan een geheugensteuntje helpen. Er zijn een handvol (soms onsmakelijke) geheugensteuntjes om de kleurcode van weerstanden te onthouden. Een goede, die het verschil tussen zwart en bruin uitlegt, is: "Grote bruine konijnen geven vaak een groot vocaal gekreun als ze voorzichtig geknakt worden."

Of, als je je "ROY G. BIV" herinnert, trek dan het indigo af (arme indigo, niemand herinnert zich indigo) en voeg zwart en bruin toe aan de voorkant en grijs en wit aan de achterkant van de klassieke regenboogkleurvolgorde.

8.4 Kleurcodetabel weerstanden



Problemen met zien? Klik op de afbeelding voor een beter beeld!

Weerstand kleurcode berekenen

Als je de wiskunde liever overslaat (we zullen niet oordelen!) en gewoon een handige rekenmachine gebruikt, probeer dan een van deze eens!

<https://www.digikey.com/en/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-resistor-colour-code>

<https://www.allaboutcircuits.com/tools/resistor-colour-code-calculator/>

9 Opbouwmarkeringen decoderen

SMD-weerstanden, zoals die in 0603- of 0805-pakketten, hebben hun eigen manier om hun waarde weer te geven. Er zijn een paar veelvoorkomende markeringsmethoden die je op deze weerstanden zult zien. Ze hebben meestal drie tot vier tekens -- cijfers of letters -- bovenop de behuizing gedrukt.

Als de drie tekens die je ziet *allemaal cijfers zijn*, dan kijk je naar een weerstand met de E24-markering. Deze markeringen hebben enkele overeenkomsten met het kleurenbandsysteem dat wordt gebruikt op de PTH-weerstanden. De eerste twee cijfers staan voor de eerste twee meest significante cijfers van de waarde, het laatste cijfer staat voor de magnitude.



SMD-weerstanden

In de bovenstaande voorbeeldafbeelding zijn de weerstanden gemarkeerd met 104, 105, 205, 751 en 754. De weerstand gemarkeerd met 104 zou 100kΩ (10x104) moeten zijn, 105 zou 1MΩ (10x105) moeten zijn, en 205 is 2MΩ (20x105). 751 is 750Ω (75x101), en 754 is 750kΩ (75x104).

Een ander veelgebruikt coderingssysteem is **E96** en het is het meest cryptische van het stel. E96 weerstanden worden gemarkeerd met drie tekens -- twee cijfers aan het begin en een letter aan het eind. De twee cijfers vertellen je de eerste *drie* cijfers van de waarde, door overeen te komen met een van de niet zo voor de hand liggende waarden in deze opzoektabel.

Code	Waarde	Code	Waarde	Code	Waarde	Code	Waarde	Code	Waarde	Code	Waarde
01	100	17	147	33	215	49	316	65	464	81	681
02	102	18	150	34	221	50	324	66	475	82	698
03	105	19	154	35	226	51	332	67	487	83	715
04	107	20	158	36	232	52	340	68	499	84	732
05	110	21	162	37	237	53	348	69	511	85	750
06	113	22	165	38	243	54	357	70	523	86	768
07	115	23	169	39	249	55	365	71	536	87	787
08	118	24	174	40	255	56	374	72	549	88	806
09	121	25	178	41	261	57	383	73	562	89	825
10	124	26	182	42	267	58	392	74	576	90	845
11	127	27	187	43	274	59	402	75	590	91	866
12	130	28	191	44	280	60	412	76	604	92	887
13	133	29	196	45	287	61	422	77	619	93	909
14	137	30	200	46	294	62	432	78	634	94	931
15	140	31	205	47	301	63	442	79	649	95	953
16	143	32	210	48	309	64	453	80	665	96	976

De letter aan het einde stelt een vermenigvuldiger voor, die overeenkomt met iets op deze tabel:

Brief	Vermenigvuldiger	Brief	Vermenigvuldiger	Brief	Vermenigvuldiger
Z	0.001	A	1	D	1000
Y of R	0.01	B of H	10	E	10000
X of S	0.1	C	100	F	100000



SMD-weerstanden

Dus een weerstand 01C is onze goede vriend, 10k Ω (100x100), 01B is 1k Ω (100x10) en 01D is 100k Ω . Deze zijn gemakkelijk, andere codes misschien niet. 85A uit bovenstaande afbeelding is 750 Ω (750x1) en 30C is eigenlijk 20k Ω .

10 Vermogen

Het vermogen van een weerstand is een van de meer verborgen waarden. Toch kan het belangrijk zijn en het is een onderwerp dat aan de orde komt bij het kiezen van een type weerstand.

Vermogen is de snelheid waarmee energie wordt omgezet in iets anders. Het wordt berekend door het spanningsverschil over twee punten te vermenigvuldigen met de stroom die ertussen loopt en wordt gemeten in watt (W). Gloeilampen zetten elektriciteit bijvoorbeeld om in licht. Maar een weerstand kan elektrische energie alleen omzetten in **warmte**. Warmte is meestal geen prettig speelkameraadje met elektronica; te veel warmte leidt tot rook, vonken en brand! Elke weerstand heeft een bepaald maximaal vermogen. Om te voorkomen dat de weerstand te warm wordt, is het belangrijk om ervoor te zorgen dat het vermogen over de weerstand onder het maximum vermogen blijft. Het vermogen van een weerstand wordt gemeten in watt en ligt meestal ergens tussen $\frac{1}{8}$ W (0,125W) en 1W. Weerstanden met een nominaal vermogen van meer dan 1W worden meestal vermogensweerstand genoemd en worden specifiek gebruikt voor hun vermogenverspreidende eigenschappen.

10.1 De vermogenswaarde van een weerstand bepalen

De vermogenswaarde van een weerstand kan meestal worden afgeleid door naar de grootte van de verpakking te kijken. Standaard weerstanden met een doorlopend gat hebben meestal een $\frac{1}{4}$ W- of $\frac{1}{2}$ W-vermogen. Weerstanden voor speciale doeleinden kunnen hun nominale vermogen op de weerstand vermelden.



Deze vermogensweerstanden kunnen veel meer vermogen aan voordat ze ontploffen. Van rechtsboven naar linksonder staan voorbeelden van 25W, 5W en 3W weerstanden, met waarden van 2Ω, 3Ω 0.1Ω en 22kΩ. Kleinere vermogensweerstanden worden vaak gebruikt om stroom te meten.

De vermogenswaarden van opbouwweerstand kunnen meestal ook beoordeeld worden op basis van hun grootte. Zowel de 0402 als de 0603 weerstanden zijn meestal geschikt voor 1/16W en de 0805 weerstanden kunnen 1/10W aan.

10.2 Vermogen meten over een weerstand

Vermogen wordt meestal berekend door spanning en stroom te vermenigvuldigen ($P = IV$). Maar door de wet van Ohm toe te passen, kunnen we ook de weerstandswaarde gebruiken om het vermogen te berekenen. Als we weten hoeveel stroom er door een weerstand loopt, kunnen we het vermogen als volgt berekenen:

$$P = I^2 \cdot R$$

Of, als we de spanning over een weerstand weten, kan het vermogen als volgt worden berekend:

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

Seriële en parallelle weerstanden

Weerstand worden in de elektronica altijd aan elkaar gekoppeld, meestal in serie of parallel. Wanneer weerstanden in serie of parallel worden gecombineerd, creëren ze een totale weerstand die kan worden berekend met een van de twee vergelijkingen. Weten hoe weerstandswaarden combineren is handig als je een specifieke weerstandswaarde moet creëren.

Serie weerstanden

Als weerstandswaarden in serie worden geschakeld, tellen ze gewoon op.

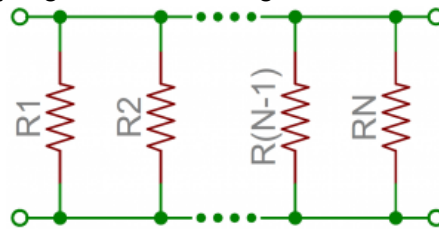


N weerstanden in serie. De totale weerstand is de som van alle weerstanden in serie.

Dus als je bijvoorbeeld een weerstand van 12,33kΩ moet hebben, zoek dan een paar van de meer gebruikelijke weerstandswaarden van 12kΩ en 330Ω en zet ze samen in serie.

11 Parallele weerstanden

Het vinden van de weerstand van weerstanden in parallel is niet zo eenvoudig. De totale weerstand van N weerstanden in parallel is het omgekeerde van de som van alle inverse weerstanden. Deze vergelijking is misschien logischer dan die laatste zin:



$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_{N-1}} + \frac{1}{R_N}$$

N weerstanden parallel. Om de totale weerstand te vinden, moet je elke weerstandswaarde inverteren, optellen en dan inverteren.

(Het omgekeerde van weerstand heet eigenlijk geleiding, dus bondiger gezegd: de geleiding van parallelle weerstanden is de som van elk van hun geleiding).

Een speciaal geval van deze vergelijking: als je slechts twee weerstanden parallel hebt, kan hun totale weerstand worden berekend met deze iets minder sterk geïnvverteerde vergelijking:

$$R_{tot} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Een nog specialer geval van die vergelijking is dat als je twee parallelle weerstanden van gelijke waarde hebt, de totale weerstand de helft van hun waarde is. Als bijvoorbeeld twee weerstanden van 10kΩ parallel staan, is hun totale weerstand 5kΩ.

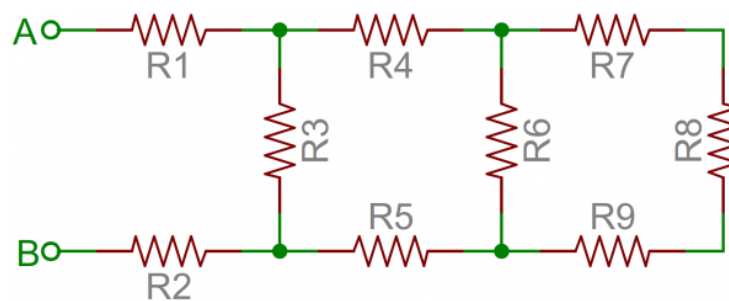
Een stenografische manier om te zeggen dat twee weerstanden parallel zijn, is door de parallelle operator te gebruiken: ||. Als R1 bijvoorbeeld parallel staat met R2, kan de

conceptuele vergelijking worden geschreven als $R1|R2$. Veel netter en verbergt al die vervelende breuken!

12 Weerstandsnetwerken

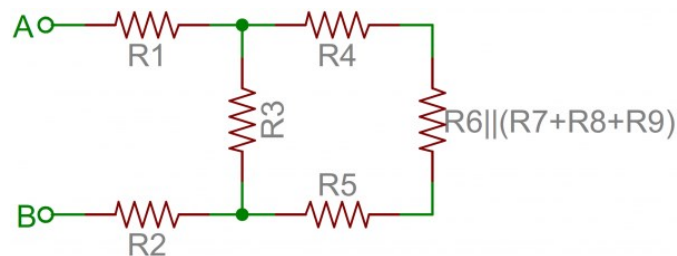
Als speciale introductie op het berekenen van totale weerstanden vinden elektronicadocenten het geweldig om hun leerlingen te laten zoeken naar dat gekke, ingewikkelde weerstandsnetwerk.

Een tamme weerstandsnetwerkvraag zou zo iets kunnen zijn als: "Wat is de weerstand van klemmen A naar B in dit circuit?"



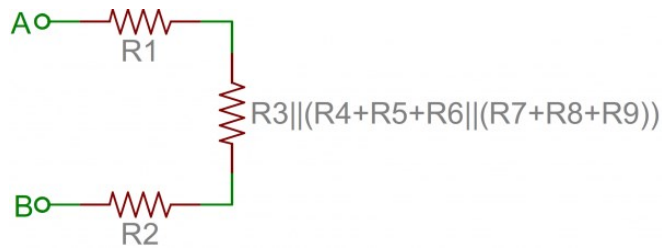
Weerstandsnetwerken p1

Om zo'n probleem op te lossen, begin je aan de achterkant van de schakeling en vereenvoudig je naar de twee aansluitingen toe. In dit geval staan $R7$, $R8$ en $R9$ allemaal in serie en kunnen bij elkaar worden opgeteld. Deze drie weerstanden staan parallel met $R6$, dus die vier weerstanden kunnen worden samengevoegd tot één weerstand met een weerstand van $R6|(R7+R8+R9)$. Onze schakeling maken:



Weerstandsnetwerken p2

Nu kunnen de vier meest rechtse weerstanden nog verder worden vereenvoudigd. $R4$, $R5$ en onze samenvoeging van $R6 - R9$ staan allemaal in serie en kunnen worden opgeteld. Die seriëweerstand staan dan allemaal parallel met $R3$.



Weerstandnetwerken p3

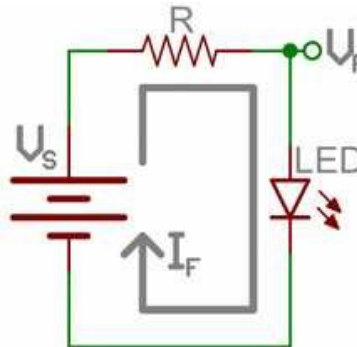
En dat zijn slechts drie serieweerstanden tussen de A- en B-aansluitingen. Tel ze erbij op! De totale weerstand van dat circuit is dus $R1+R2+R3[(R4+R5+R6)|(R7+R8+R9)]$.

13 Voorbeeldtoepassingen

Weerstanden zijn te vinden in vrijwel elke elektronische schakeling ooit. Hier zijn een paar voorbeelden van schakelingen die sterk afhankelijk zijn van onze weerstandsvrienden.

13.1 LED-stroombegrenzing

Weerstanden zijn essentieel om ervoor te zorgen dat LED's niet ontploffen wanneer er stroom wordt toegepast. Door een weerstand in serie te schakelen met een LED kan de stroom die door de twee componenten vloeit worden beperkt tot een veilige waarde.



LED stroombegrenzing

Bij het bepalen van de grootte van een stroombegrenzende weerstand moet je kijken naar twee karakteristieke waarden van de LED: de typische voorwaartse spanning en de maximale voorwaartse stroom. De typische voorwaartse spanning is de spanning die nodig is om een LED te laten oplichten en deze varieert (meestal ergens tussen 1,7V en 3,4V) afhankelijk van de kleur van de LED. De maximale voorwaartse stroom ligt meestal rond de 20mA voor basis-LED's; de continue stroom door de LED moet altijd gelijk zijn aan of minder zijn dan die nominale stroom.

Als je deze twee waarden eenmaal weet, kun je de grootte van een stroombegrenzende weerstand bepalen met deze vergelijking:

$$R = \frac{V_S - V_F}{I_F}$$

V_S is de bronspanning -- meestal een batterij- of voedingsspanning. V_F en I_F zijn de doorlaatspanning van de LED en de gewenste stroom die erdoor loopt.

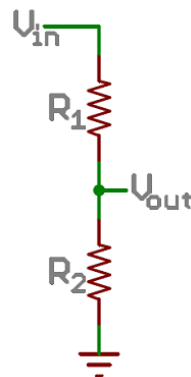
Stel bijvoorbeeld dat je een 9V-batterij hebt om een LED van stroom te voorzien. Als je LED rood is, heeft hij een voorwaartse spanning van ongeveer 1,8V. Als je de stroom wilt beperken tot 10mA, gebruik je een serieweerstand van ongeveer 720Ω.

$$R = \frac{V_S - V_F}{I_F} = \frac{9 - 1.8}{0.010} = 720\Omega$$

13.2 Spanningsverdelers

Een spanningsdeler is een weerstandscircuit dat een grote spanning omzet in een kleinere. Met slechts twee weerstanden in serie kan een uitgangsspanning worden gecreëerd die een fractie is van de ingangsspanning.

Hier is het circuit van de spanningsdeler:



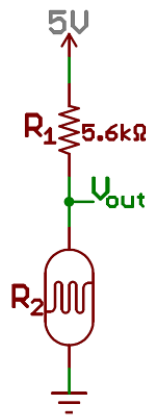
Spanningsdelercircuit

Twee weerstanden, R_1 en R_2 , zijn in serie geschakeld en een spanningsbron (V_{in}) is er overheen aangesloten. De spanning van V_{out} naar GND kan worden berekend als:

$$V_{out} = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Als R_1 bijvoorbeeld $1,7k\Omega$ is en R_2 $3,3k\Omega$, dan kan een ingangsspanning van 5V worden omgezet in 3,3V op de Vout-aansluiting.

Spanningsdelers zijn erg handig voor het uitlezen van resistieve sensoren, zoals fotocellen, flexsensoren en krachtgevoelige weerstanden. De ene helft van de spanningsdeler is de sensor en de andere helft is een statische weerstand. De uitgangsspanning tussen de twee componenten wordt aangesloten op een analoog-digitaalomvormer op een microcontroller (MCU) om de waarde van de sensor uit te lezen.



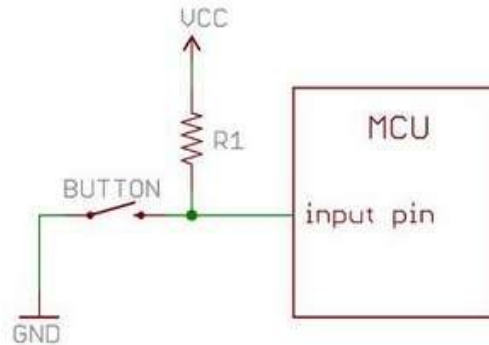
Hier vormen een weerstand R_1 en een fotocel een spanningsdeler om een variabele spanningsuitgang te creëren.

13.3 Pull-up weerstanden

Een pull-up-weerstand wordt gebruikt als je de ingang van een microcontroller naar een bekende toestand moet brengen. Het ene uiteinde van de weerstand is verbonden met de pen van de MCU en het andere uiteinde is verbonden met een hoge spanning (meestal 5V of 3,3V).

Zonder een pull-up-weerstand kunnen ingangen op de MCU zweven. Er is geen garantie dat een zwevende pin hoog (5V) of laag (0V) is.

Pull-up weerstanden worden vaak gebruikt bij interfacing met een knop- of schakelaaringang. De pull-up-weerstand kan de ingang versterken als de schakelaar open is. En hij beschermt het circuit tegen kortsluiting als de schakelaar gesloten is.



Optrekweerstand

In het bovenstaande circuit is de ingangspen van de MCU via de weerstand verbonden met 5V als de schakelaar open staat. Als de schakelaar sluit, is de ingangspen rechtstreeks verbonden met GND.

De waarde van een pull-up weerstand hoeft meestal niet specifiek te zijn. Maar hij moet hoog genoeg zijn zodat er niet te veel vermogen verloren gaat als er 5V of zo overheen wordt gezet. Meestal werken waarden rond de 10kΩ goed.

14 Conclusie

Nu je een beginnend expert bent op het gebied van alles wat met weerstanden te maken heeft, wil ik graag wat meer fundamentele elektronicaconcepten verkennen! Weerstanden zijn zeker niet de enige basiscomponenten die we in de elektronica gebruiken, er zijn er ook:

- Condensatoren
- Diodes
- Transistors
- Geïntegreerde schakelingen (IC's)

Of wil je je verder verdiepen in weerstandstoepassingen?

- Spanningsverdelers
- Pull-up weerstanden