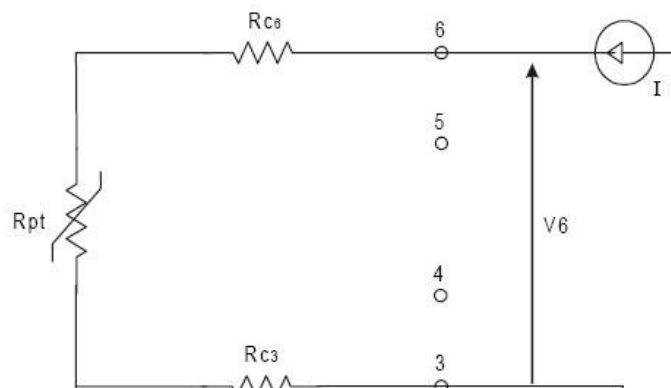


## Meetprincipes met een Pt-sensor

In de industrie wordt vaak gebruik gemaakt van Pt-sensoren om de temperatuur van een proces te meten. De meest bekende uitvoering is de Pt100 sensor. Er bestaan een drietal meetprincipes om een meting te doen. Dit zijn een 2-, 3- of 4-draadsmeting. Ze komen alle drie voor in allerlei verschijningsvormen, maar welke is nu eigenlijk het beste?

### Het 2-draads principe

Het meest eenvoudige meetprincipe is de 2-draadsmeting. In werkelijkheid wordt er geen weerstand gemeten, maar er wordt (door het meetinstrument) een stroom door het Pt-element gestuurd en de spanningsval daarover wordt gemeten.



Figuur 1: 2-draads meting met een Pt sensor

- Gemeten worden de stroom  $I$  en de Spanning  $V_6$ .
- $V_6$  is de spanningsval over  $R_{c6} + R_{pt} + R_{c3}$ .

$$\text{Nu geldt: } R_{pt} + R_{c_6} + R_{c_3} = \frac{V_6}{I}$$

Uit het bovenstaande is op te maken dat de weerstand van de bedrading een zekere meetfout in de temperatuurmeting introduceert. En bij lange leidinglengtes zal deze een steeds grotere meetafwijking veroorzaken. Het volgende rekenvoorbeeld geeft aan met welke meetfout rekening gehouden dient te worden als een Pt-sensor 2-draads uitgevoerd wordt.

Afstand tussen sensor en meetinstrument:  $l = 100$  meter (afstand  $\times 2$ )

Gebruikte kabel: koper, doorsnede  $q = 1\text{mm}^2$

Soortelijke weerstand van koper:  $\rho = 0,018 \Omega \cdot \text{m}$

De totale leidingweerstand wordt dan:  $R = \frac{\rho \times l \times 2}{q} = \frac{0,018 \times 100 \times 2}{1} = 3,6\Omega$

De meetfout kan nu berekend worden door de draadweerstand R te delen door de temperatuurscoëfficiënt  $\alpha = 0,3850 \Omega/^\circ\text{C}$ .

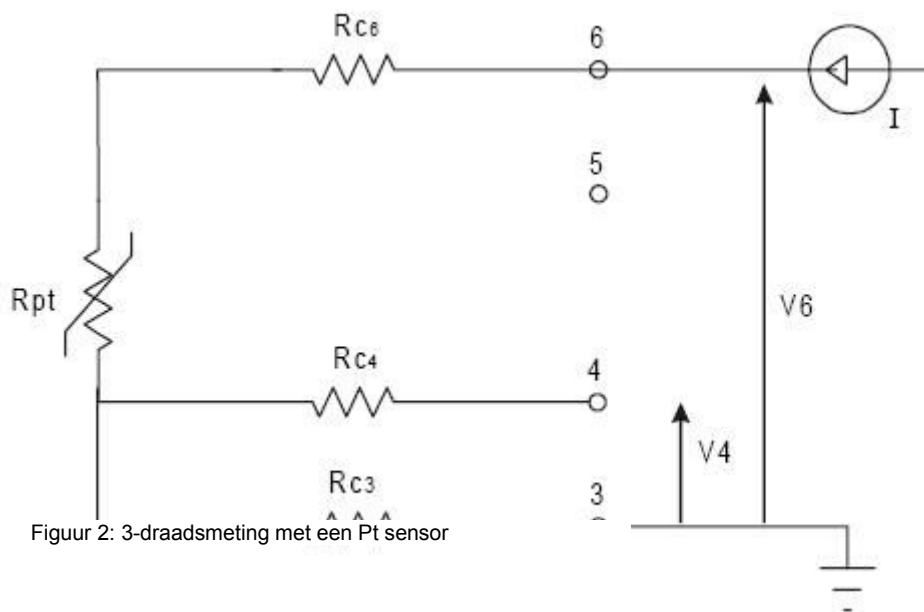
Bij  $0^\circ\text{C}$  betekent dit:

- voor een Pt100 een meetfout van  $9,35^\circ\text{C}$
- voor een Pt500 een meetfout van  $1,87^\circ\text{C}$
- voor een Pt1000 een meetfout van  $0,94^\circ\text{C}$

Het is dus geen overbodige luxe om op de een of andere manier deze meetfout te compenseren. Zeker als rekening wordt gehouden met de weerstandsverandering in de kabel bij toenemende temperatuur.

### Het 3-draads meetprincipe

Om het effect van de kabelweerstand teniet te doen, is het praktisch om een extra draad in de meetkring te introduceren. Er komt nu een extra draad aan één zijde van het meetelement. We hebben nu twee meetkringen. V4 is hierbij de spanningsval over Rc3, deze zou, naar aangenomen kan worden, gelijk moeten zijn aan de spanningsval over Rc6.



Figuur 2: 3-draadsmeting met een Pt sensor

- Gemeten worden de stroom I en de Spanningen V4 en V6.
- V6 is de spanningsval over Rc6 + Rpt + Rc3.
- V4 is de spanningsval over Rc3 (er loopt geen stroom door Rc4)

Nu geldt:  $R_{pt} = \frac{V_6 - (2 \times V_4)}{I}$  Dit geldt alleen als  $R_{c6} = R_{c3}$  !

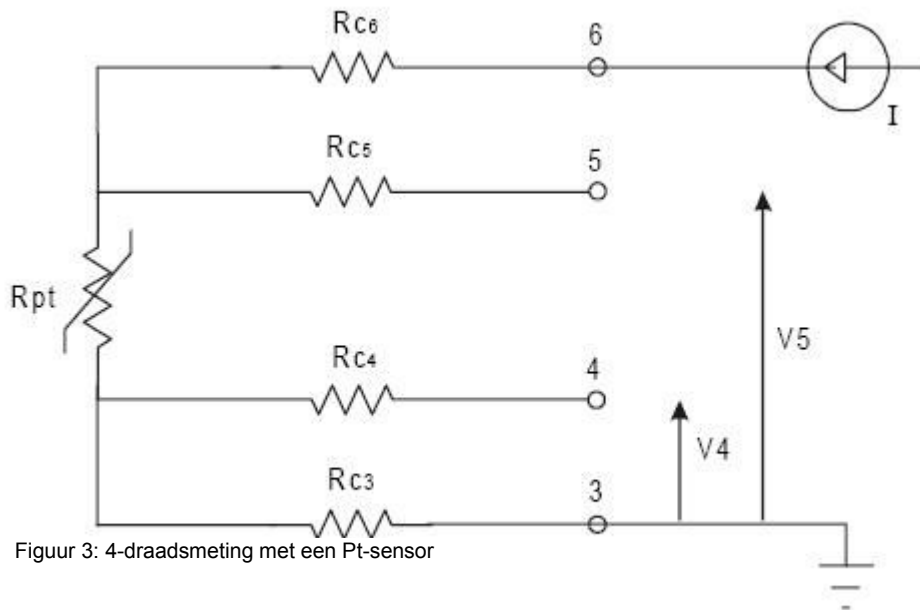
Met de 3-draads meting is het mogelijk om zowel de draadweerstand als de weerstandsvariatie in de draden te compenseren. Maar dat kan alleen als de weerstand en de temperatuur van de aansluitdraden gelijk is aan elkaar.

Over het algemeen voldoet deze meetmethode in de meeste gevallen. Het is dan ook de meest voorkomende methode bij Pt sensoren.

### Het 4-draads meetprincipe

Het ligt misschien al enigszins voor de hand, maar een 4-draads meetcircuit is de meest optimale manier om de een meting uit te voeren. Het meetinstrument (transmitter of analoge ingang op de besturing) meet hierbij direct de spanningsval over  $R_{pt}$ .

Omdat de ingang van het meetinstrument spanning meet, moet deze een heel hoge ingangsimpedantie hebben (doorgaans  $10\text{M}\Omega$  of hoger). Daardoor loopt er een verwaarloosbaar kleine stroom door  $R_{c5}$  en  $R_{c4}$ . Dit heeft als gevolg dat de weerstand in deze draden ook nagenoeg  $0\Omega$  is. Prettige bijkomstigheid hierbij is dat dus direct de spanning over  $R_{pt}$  gemeten kan worden. Deze spanning is het gevolg van meetstroom  $I$  die hier doorheen stroomt.



Figuur 3: 4-draadsmeting met een Pt-sensor

- Gemeten wordt  $V_4$ ,  $V_5$  en  $I$
- Er loopt geen stroom door klem 4 en 5, dus geen spanningsval over  $R_{c4}$  en  $R_{c5}$

Nu geldt:  $R_{pt} = \frac{V_5 - V_4}{I}$  Dit is de meest nauwkeurige methode!

We hebben nu gezien dat een 4-draadsmeting de meest nauwkeurige meting is, omdat invloeden in de aansluitdraden hiermee teniet worden gedaan.

Het is bij lange kabellengtes en/of agressieve omgevingen (denk hierbij aan corrosie van de connecties) dan ook aan te raden om gebruik te maken van een 4-draads Pt100 meting. In een elektrisch gezien schone omgeving kan zo met gemak een lengte van ca. 60 meter overbrugd worden, zonder grote meetfouten te introduceren.