

Luchtvochtigheidsmeter

H. J. C. OTTEN

Het meten van de luchtvochtigheid levert niet alleen interessante informatie, bij klimaatregelingen is het instellen van de luchtvochtigheid van groot belang. Het is bewezen dat een te lage of te hoge luchtvochtigheid een nadelige invloed heeft op het lichamelijk welzijn. In vele huishoudens en gebouwen komen we de bekende haarhygrometer tegen om de luchtvochtigheid in de gaten te houden voor mens, dier en plant.

Daarnaast bestaan er vele methoden om relatieve of absolute vochtigheid te meten. Er is nu een sensor, die een van de relatieve luchtvochtigheid afhankelijke capaciteit vertoont.

Rond deze sensor, gefabriceerd door Valvo, is eenvoudig een elektronische luchtvochtigheidsmeter te construeren. Daarbij kan een analoge aanwijzing of een digitale uitgang worden gerealiseerd.

Via een A-D-converter kunnen we de hobbycomputer ook de luchtvochtigheid laten meten.

Wat is luchtvochtigheid?

Bij het begrip luchtvochtigheid horen drie definities die elkaar aanvullen. Luchtvochtigheid heeft in alle drie definities te maken met de hoeveelheid waterdamp die in een bepaalde hoeveelheid

lucht is opgenomen. Er wordt gewerkt met absolute en relatieve luchtvochtigheid en verzadigde luchtvochtigheid. Hieronder volgen de drie definities.

$$F_{\text{abs}} = \frac{\text{hoeveelheid waterdamp}}{\text{luchtvolume}} \quad (\text{g/m}^3)$$

Absolute luchtvochtigheid

De absolute luchtvochtigheid is de hoeveelheid waterdamp die in een bepaald volume lucht is opgenomen.

Als formule weergegeven:

Verzadigde luchtvochtigheid

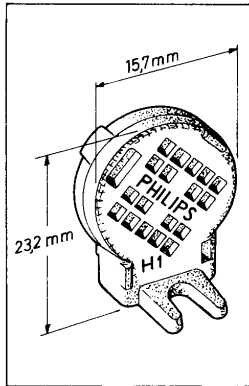
De verzadigde luchtvochtigheid geeft de maximaal in een bepaald volume lucht op te nemen hoeveelheid waterdamp. Deze luchtvochtigheid is sterk afhankelijk van de temperatuur: bij stijgende temperatuur stijgt de verzadigde luchtvochtigheid snel. In feite is de verzadigde luchtvochtigheid de maximale absolute luchtvochtigheid zonder dat de waterdamp tot water condenseert.

In formulevorm:

$$F_{\text{verz}}(T) = \frac{\text{max. hoeveelheid waterdamp}}{\text{luchtvolume}} \quad (\text{g/m}^3)$$

Relatieve luchtvochtigheid

De relatieve vochtigheid is de verhouding tussen absolute vochtigheid en verzadigde luchtvochtigheid. Door de tempera-



Afb. 1 De Valvo-sensor, een in een kunststofbehuizing opgehangen folie.

tuurafhankelijkheid van de verzadigde luchtvochtigheid is de relatieve luchtvochtigheid ook sterk afhankelijk van de temperatuur.

In formulevorm:

$$F_{rel}(T) = \frac{F_{abs}}{F_{verz}(T)} \times 100 (\%)$$

De meting van de relatieve luchtvochtigheid is de meest gebruikelijke.

Omdat vele van de luchtvochtigheid afhankelijke reacties een direct verband hebben met de relatieve luchtvochtigheid is dit gerechtvaardigd. Voorbeelden zijn roesten, schimmelvorming en het al genoemde lichamelijk welzijn.

Valvo-sensor

De voor de meting van de luchtvochtigheid geconstrueerde sensor van Valvo vertoont een van de relatieve vochtigheid afhankelijke capaciteit. De sensor (zie afb. 1) bestaat uit een van gaten voorziene kunststofbehuizing, waarin een aan beide kanten van een goudfilm voorziene folie is opgehangen. De folie dient als diëlektricum van een plaatcondensator en de goudfilm dient als elektrode. Onder invloed van de luchtvochtigheid verandert de diëlektrische constante van de folie en daarmee de capaciteit van de condensator. Deze capaciteit is met een vrij eenvoudige schakeling om te zetten in een redelijk lineair van de relatieve

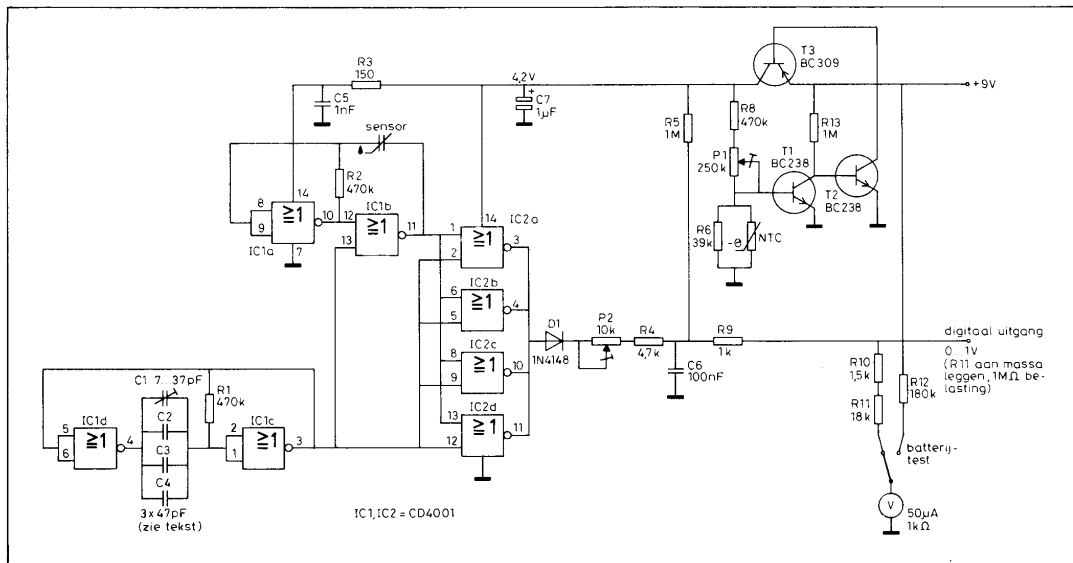
luchtvochtigheid afhankelijke gelijkstroom of gelijkspanning.

In tabel 1 zijn de belangrijkste eigenschappen van de sensor opgenomen. De belangrijkste beperkingen van de sensor zijn het beperkt zijn van de relatieve vochtigheid tussen 10 en 90 %, het in geringe mate temperatuurafhankelijk zijn en de werkteemperatuur tussen 0 en 60 °C. Verder is de snelheid waarmee veranderingen in de relatieve luchtvochtigheid worden gemeten vrij traag: enige minuten bij sprongvormige veranderingen. Daarmee steekt deze luchtvochtigheidsmeter niet slecht af bij andere meetmethoden. De haarhygrometer is bepaald slechter en heeft bovendien op langere termijn een veel slechtere stabiliteit. De sensor is redelijk goed bestand tegen schadelijke stoffen in de lucht. Sommige oplosmiddelen kunnen echter wel schade aan de sensor aanrichten. Ook moet worden gelet op het niet te lang en te warm solderen, zoals in tabel 1 is aangegeven.

Meetschakeling

In afb. 2 is de meetschakeling getoond waarmee de capaciteit van de sensor kan worden omgezet in een vrijwel lineair van de relatieve luchtvochtigheid afhankelijke spanning van 0 V (0 %) tot 1 V (100 %). Deze schakeling is toegepast in een bouw pakket van Conrad Electronic, in Nederland vertegenwoordigd door de Windmolen BV te Enschede. Daar is ook de Valvo-sensor verkrijgbaar. Doel van de meetschakeling is de capaciteit van de sensor te benutten. Daartoe is de sensor opgenomen als tijdbepalend element in een astabiele multivibrator, rond een aantal poorten van IC1. De uitgangspulsen worden gebufferd door IC2. In feite wordt het verschil tussen de capaciteit van de sensor en de totale capaciteit van C1 en C2 en C3 en eventueel C4, omgezet in pulsen op de uitgang van IC2. Via D1, P2 en R4 wordt condensator C6 opgeladen. C6 wordt via R9, R10 en R11 ontladen. Via R5 wordt een offsetstroom in de condensator geleid.

Afb. 2 De meetschakeling, zoals die in een bouw pakket van Conrad Electronic is toegepast, om van de luchtvochtigheid afhankelijke capaciteit van de sensor om te zetten in gelijkspanning of stroom.



Tabel 1 Eigenschappen van de sensor.

Capaciteit: 122 pF \pm 15 %
Gevoeligheid: (0,4 % \pm 0,05) pF/%
Temperatuurafhankelijkheid: 0,1 %/°K
Meetfrequenties: 1 kHz tot 1 MHz
Spanning, maximaal: 15 V wissel- en gelijkspanning
Temperatuurgebied: 0 tot 60 °C
Bewaartemperatuur: -25 tot 80 °C
Bewaarluchtvochtigheid: 0 tot 100 %
Meetgebied: 10 tot 90 %
Aanspreektijd
bij 10 tot 43 %: < 3 min. (bewegende lucht, tot 90 % eindwaarde)
bij 43 tot 90 %: < 5 min.
Hysterese bij cyclus 10%-90%-10%: 3%

Alle genoemde percentages zijn voor relatieve vochtigheid.

Door de juiste keuze van deze componenten wordt een uitgangsspanning verkregen die het niet geheel lineaire gedrag van de sensor compenseert. De zo verkregen gelijkspanning kan worden toegevoerd aan een spanningsmeter, analoog of digitaal, of aan een A-D-converter van een computer. Bij een klimaatregeling kan deze meetspanning worden vergeleken met een instelwaarde om de apparatuur te sturen. De gelijkspanning kan direct zichtbaar worden gemaakt door een analoge meter aan te sluiten (50 μ A en 1 k Ω). Op de digitale uitgang staat een spanning tussen 0 en 1 V als weerstand R11 aan massa wordt gelegd.

Voedingsgedeelte

In het schema van afb. 2 is ook een voedingsspanningsstabilisatie opgenomen. Deze eenvoudige schakeling berust op de basis-emitterspanning van T1. De NTC dient ter compensatie van de temperatuurvoeligheid van de referentiespanning.

Afregelen van de voedingsspanning

Allereerst zal de voedingsspanningstabilisatie moeten worden afgeregeld. Daartoe moet de spanning op de collector van T3, bijvoorbeeld gemeten met een voltmeter op pen 14 van IC2, met

instelweerstand P1 op 4,2 V (bij kamertemperatuur) worden gezet.

Afregelen van de meetschakeling

Op de schakeling wordt nu een spanningsmeter of een analoge meter aangesloten. Voor de spanningsmeter moeten de aansluitingen van de analoge meter worden doorverbonden. Daarbij komt weerstand R11 aan massa. In plaats van de sensor worden twee ijkcondensatoren aangesloten. Ten eerste wordt een condensator van 118 pF (parallelenschakeling van 100 en 18 pF) aangesloten en de instelcondensator afgeregeld op een minimale uitgangsspanning of uitslag van de analoge meter.

Een metalen schroevendraaier beïnvloedt de afregeling; gebruik daarom een schroevendraaier van kunststof. Een tweede ijkcondensator van 159 pF (120 pF en 39 pF) wordt nu aangesloten en instelpotmeter P2 afgeregeld op een uitgangsspanning van 1 V of een volledig uitgestuurde meter.

De ijkcondensatoren zijn in het bouwpakket, apart verpakt, als de hierboven genoemde parallelschakeling bijgevoegd.

Een gemakkelijk verkrijgbaar type zout is overigens NaCl, het alom bekende keukenzout. Tussen 5 en 20 °C is de relatieve luchtvochtigheid

76 %, vanaf 25 °C tot 50 °C is dit 75 %. In de beschrijving van de sensor bij het bouwpakket zijn meerdere zouten opgenoemd, die echter niet bij elke drogist of apotheker zo gemakkelijk te verkrijgen zijn. Met bijvoorbeeld keukenzout verloopt de afregeling als volgt:

1. Los zout op in water door goed te roeren tot het zou niet meer wil oplossen. Goed roeren is belangrijk!
2. Monteer de sensor in een luchtdicht af te sluiten houder (maximale inhoud enige liters) zo dat de aansluitdraden van buiten nog aan te sluiten zijn op de meet-schakeling.
3. Doop een flinke dot watten in de verzadigde zoutoplossing en breng die in de houder. Sluit deze af en wacht minstens een half uur bij gelijkblijvende temperatuur.
4. Regel de meetschakeling af (bij kamertemperatuur) op een relatieve luchtvochtigheid van 76 %.

Aanwijzingen bij het gebruik

De sensor is niet gespecificeerd beneden de 10 % en boven de 90 %. Boven de 90 % zal de schakeling trouwens onbetrouwbaar gaan werken vanwege eventuele condens. Het gevaar van kringstromen is dan niet ondenkbaar. Daartegen kan de print worden voorbehandeld door de componentzijde voor het solderen en de soldeerzijde na het solderen te bespuiten met een vochtwerende lak (veelal Plastic Spray genoemd). Let overigens wel op de lengte van de aansluitdraden. Ze vormen een additionele capaciteit die de meting verstoren. Bij het ijkken zullen de aansluitdraden al aanwezig moeten zijn en op die wijze worden gecompenseerd. Zo kort mogelijk houden is een goede raad.

Afregelen met de sensor

Zoals in tabel 1 is aangegeven kan de capaciteit van de sensor 15 % variëren. De capaciteit van de sensor en die van C1 plus C2 en C3 (instelbaar tussen ongeveer 100 en 130 pF) moeten ongeveer gelijk zijn.

In het schema zijn drie condensatoren C2, C3 en C4 aangegeven als parallelcondensator aan instelcondensator C1. Pas als blijkt dat de schakeling niet is af te regelen zonder C4, is het zinvol C4 te monteren. De eenvoudigste methode om met de sensor af te regelen is een geijkte luchtvochtigheidsmeter ernaast te plaatsen. Dat kan in de huiskamer bij normale temperaturen en zo mogelijk bij een relatieve vochtigheid van 50 % gebeuren. Dan is de ijkking het meest nauwkeurig en vertoont de luchtvochtigheidsmeter een nauwkeurigheid beter dan 3 % in het middengebied en minder dan 5 % in de randgebieden. Bij het afregelen moet wel rekening worden gehouden met de trage insteltijd van luchtvochtigheidsmeters, wacht daarom een half uur bij constante temperatuur.

Alternatieve afregeling

Mocht er geen nauwkeurige luchtvochtigheidsmeter beschikbaar zijn (en een haarhygrometer is geen goed voorbeeld van betrouwbaarheid) dan bestaat er een weliswaar tijdrovende, maar niet moeilijke methode: gebruikmaken van verzadigde zoutoplossingen. Daarbij wordt de eigenschap benut dat boven een verzadigde zoutoplossing de luchtvochtigheid in een gesloten ruimte een waarde aanneemt die alleen afhankelijk is van de temperatuur en de gebruikte soort zout.