

De pulse van de automatisering

Ultrasone sensoren leveren onverwachte voordelen

Dat je met geluidgolven op een perfecte manier de omgeving 'zichtbaar' kunt maken, laat de natuur ons zien. Op een mooie zomeravond valt dat te zien als de vleermuis actief worden. Elke vleermuis weet door zijn echolocatie ook in het donker perfect zijn weg door de lucht te vinden. Ook elk vliegje wordt herkend en probleemloos gevangen. Hetzelfde geldt voor dolfijnen. Ook zij gebruiken echolocatie om ook in troebel water hun prooi te kunnen vinden. Ook wij mensen gebruiken al jaren sonarsystemen. De meest bekende voorbeelden zijn te vinden in de scheepvaart waar sonar wordt gebruikt voor o.a. dieptemetingen. Daarnaast vinden we deze techniek terug in de industrie voor de meest uiteenlopende doeleinden.

Ultrasone sensoren kunnen binnen de industriële automatisering op zeer verschillende manieren gebruikt worden. Een veelgebruikte toepassing is het detecteren van het niveau in tanks met vloeistof (zie figuur 1). Dit zou ook met een vlotterstelsel kunnen, maar dan is het veel lastiger om de inhoud van de tank te kunnen volgen. Vlotters zijn bij grote tanks eigenlijk alleen te gebruiken voor het detecteren van bijvoorbeeld het minimale en maximale niveau en leveren daarmee geen inzage in de hoeveelheid vloeistof in de tank tussen deze twee uitersten. Gaat het om een silo die gevuld is met een vaste stof zoals meel, granulaat of voer voor dieren, dan is een vlotter niet de oplossing om het niveau te meten en zijn ultrasone of radarsensoren eigenlijk de enige die toegepast kunnen worden. Behalve deze voor de hand liggende toepassingen, kunnen de ultrasone sensoren ook voor toepassingen gebruikt worden waar nu optische sensoren toegepast worden. Ook bijvoorbeeld voor het tellen van producten die voorbijkomen op een lopende band, kunnen ultrasone sensoren probleemloos toegepast worden (zie figuur 2). Hier hebben ze zelfs soms een aantal voordelen die u niet zo op het eerste oog zou verwachten. Het spreekt vanzelf dat de kleur of transparantie-

graad van de gedetecteerde voorwerpen geen rol speelt. Daarnaast heeft een ultrasone sensor veel minder last van vervuiling, iets waar we met een optische sensor zeer veel last van kunnen hebben. Vuil op de lens van het optische systeem blokkeert het licht met als gevolg dat de sensor niet meer goed werkt. De lens moet dan schoongemaakt worden, hetgeen lastig kan zijn. Bij een ultrasone sensor zal veel minder snel vervuiling optreden. Doordat het gevoelige oppervlak van de sensor constant in beweging is, trilt stof en vuil er van af en blijft in veel gevallen de sensor schoon. Uiteraard gaat dit alleen op voor vuil dat niet kleverig is, maar dan nog blijft de sensor vrij lang doorgaan alvorens het oppervlak zo ver vervuild is dat de omringende lucht rond het trillend oppervlak niet meer in beweging gebracht kan worden. Minimale schade aan het oppervlak van de omvormer is eveneens niet kritiek dankzij de holistische aard van de sensor. De duurzaamheid van ultrasone sensoren is vergelijkbaar met die van inductieve sensoren met het verschil dat het meetbereik 100 keer groter is. Ook het design van deze sensoren vertoont veel overeenkomsten. Cilindrische, ultrasone sensoren in M12-formaat en blokvormige modellen in een typische benaderingsschakelaar- of foto-elektrische sensor-



behuizing zijn vandaag de dag standaard. Bovendien zijn er nu ook modellen beschikbaar die aan specifieke vereisten zijn aangepast, bijvoorbeeld om vulniveaus te meten. Sensoren met digitale schakeluitgangen of een analoge 4...20 mA interface zijn alledaags. De meeste sensoren zijn zelf lerend of hebben een interface voor de parameterinstellingen.

Werking

Ultrasone sensoren werken met pulserende akoestische golven in een medium zoals gas, vloeistof of vaste stof en meten de looptijd of amplitude van deze geluidsimpulsen. Hierbij zendt de sensor ultrasone geluidsimpulsen uit en meet men hoelang het duurt voordat de teruggekaatste echo wordt opgevangen (figuur 3). Meestal wordt hiervoor een enkele ultrasone omvormer gebruikt die zowel als zender als ontvanger fungeert. De afstand tussen de sensor en het voorwerp dat de echo genereert, wordt vervolgens berekend aan de hand van de formule $s = c \times 0,5 t$ (c = geluidssnelheid, t = gemeten looptijd). Daarnaast bestaan er ook zender- en ontvangersensoren die voorzien zijn van individuele omvormers, ofwel in dezelfde behuizing ofwel in verschillende behuizingen.

Het belangrijkste onderdeel van een ultrasone sensor is de omvormer. Vandaag de dag worden in de meeste toepassingen duurzame materialen gebruikt die hoofdzakelijk bestaan uit een combinatie van een piezo-elektrisch element voor het genereren van de mechanische trilling en een geschikte akoestische aanpassingslaag. De aanpassingslaag is vereist om de zeer verschillende akoestische impedantie van het piezo-elektrische keramiek en de lucht met elkaar te verenigen. Zonder deze maatregel zou slechts een klein percentage van de energie van de sensor aan de lucht worden overgedragen tijdens verzending of omgekeerd als de sensor in de ontvangstmode staat. Het meetbereik zou hierdoor drastisch verkleinen. Naast het verzekeren van een maximale aanpassing aan de akoestische condities zijn ook een uitstekende stabiliteit, een hoge weerstand tegen chemicaliën, een breed temperatuurbereik, een goede akoestische isolatie van de sensorbehuizing en - ten slotte - een lage kostprijs van het allergrootste belang.

In de zendermodus wordt een geluidsbundel of een enkele geluidsimpuls opgewekt. De sensor schakelt daarna om naar de ontvangermodus, waarbij

de omvormer fungeert als microfoon. Het ontvangstsignaal van enkele millivolts wordt versterkt, gedemoduleerd en doorgestuurd naar een drempeldetector. De afstand tot het object wordt vervolgens berekend op basis van de tijd tussen het uitzenden van de puls en het terug ontvangen hiervan. Het feit dat dezelfde omvormer wordt gebruikt voor zender en ontvanger betekent dat er direct voor de sensor een blinde zone ontstaat waar detectie onmogelijk is (figuur 4). Verschillende hardware- en softwaremaatregelen kunnen worden getroffen om de omvang van deze blinde zone aanzienlijk te verkleinen en de immuniteit voor storingen te vergroten.

Aangezien de geluidssnelheid afhankelijk is van de temperatuur, zal een temperatuurverschil van 100 K een verschil in de gemeten afstand van ongeveer 18% opleveren. De sensor meet daarom de temperatuur en compenseert al naargelang het resultaat om temperatuurveranderingen op een efficiëntere wijze te onderdrukken. Dit maakt een meetnauwkeurigheid mogelijk van minder dan 0,02% in de uiteindelijke waarde over het volledige temperatuurbereik. De gebruikte ultrasone frequenties strekken zich uit van 40 kHz tot bijna 1 MHz, waarbij wegens de extreme stijging in demping bij hoge frequenties rekening gehouden moet worden met de afname van de reikwijdte als de frequentie hoger is. Het detectiebereik van de sensoren strekt zich uit van 100 mm tot 10 m. Ultrasone sensoren zijn aan de trage kant, in het bijzonder over lange meetafstanden. Dit wordt veroorzaakt

door de voortplantingssnelheid van het geluid door de lucht. Deze is een factor 1000 lager dan licht. Bij een voorwerp dat op 10 m afstand staat, bedraagt de geluidslooptijd ongeveer 60 ms. Voor de meeste toepassingen is dit meer dan voldoende.

Naast de belangrijke rol van de ultrasone omvormers zijn hardwaredesign en vooral de verwerking van de signalen door de microcontroller binnenin de sensor beslissende prestatiekenmerken. In plaats van eenvoudige 8-bits controllers te gebruiken die enkel de meest rudimentaire functies aanbieden, worden vandaag de dag krachtige 32-bits controllers geïnstalleerd die in een mum van tijd complexe algoritmes kunnen uitvoeren, minder installatieruimte vergen en de kosten doen dalen. Voorbeelden omvatten een flexibele geluidskegelbreedte en de mogelijkheid om ook onder moeilijke omstandigheden perfecte meetresultaten te leveren door echo-amplitudes te meten (naast looptijden).

Toepassingen

Toepassingen voor ultrasone sensoren kunnen in bijna alle geautomatiseerde processen worden teruggevonden: in drukkerijen om de aanwezigheid en het niveau van inkt te controleren, in zware transport- en landbouwvoertuigen om afstanden, posities en vulniveaus te meten, in material handling,

in de verpakkingindustrie, en in montage- en verwerkingstechnologieën. Ultrasone sensoren om dubbele vellen te detecteren in drukpersen, scanners, geldautomaten en gelijkaardige machines winnen aan populariteit gezien het feit dat zij beletten dat meerdere vellen of biljetten tegelijkertijd worden opgenomen. Bij deze applicatie meten ze geen looptijden, maar amplitudedemping door de vellen papier. Daarvoor is dan wel een sensorsysteem nodig waarbij de zender en de ontvanger in een aparte behuizing zijn ondergebracht. Deze moeten dan tegenover elkaar opgesteld worden en voert men het papier of de bankbiljetten tussen deze opstelling door.

Een ander fraai voorbeeld vinden we in de landbouw. Voor het besproeien van het gewas kunnen ultrasone sensoren perfect gebruikt worden om de sproeihoogte van de aan te tractor gekoppelde sproeiarmen te controleren (figuur 5). Dankzij hun bestendigheid tegen de effecten van stof, vuil en chemische stoffen en hun capaciteit om oppervlakken van alle kleuren met dezelfde nauwkeurigheid te detecteren, zijn ultrasone sensoren hier uitermate geschikt voor. Terwijl de machine over het veld rijdt, bewaken de ultrasone sensoren voortdurend de afstand tussen de sproeiarmen en de bovenkant van de gewassen. De spuithoogte wordt nu zo geregeld dat de verspreiding van kunstmest en pesticiden consistent blijft. De bestuurder van de machine kan zich nu volledig op de besturing concentreren en het werk snel en met optimale efficiëntie uitvoeren (figuur 5).

Technology Guide Ultrasonic Sensors

Over ultrasone sensoren valt nog veel meer te vertellen. Wilt u meer weten over deze sensoren, dan is de "Technology Guide Ultrasonic Sensors" van Pepperl+Fuchs (figuur 6) een aanrader. Dit boek is gratis te downloaden als multimediatekst. Dit technisch handboek is een samenvatting van meer dan 30 jaar ervaring op het vlak van ultrasone sensortechnologie en is gericht op zowel beginners als experts. Het is een boek van meer dan 60 pagina's vol met achtergrondinformatie over functionaliteitsprincipes alsook met adviezen betreffende de parametering en in gebruikstelling van ultrasone sensoren. Verscheidene gedetailleerde toepassingsvoorbeelden uit verschillende industrieën laten zien waar men rekening mee moet houden wanneer men ultrasone sensoren gebruikt. Het handboek is meer dan zomaar een downloadbestand; het bevat ook animaties die in het document zijn ingevoegd. Deze animaties illustreren onderwerpen op levendige wijze en maken het eenvoudiger om technische details te begrijpen. Het boek is te verkrijgen via www.pepperl-fuchs.nl/technology-guide.

Voor meer informatie zie www.etotaa.nl/achtergrond. Artikel "De pulse van de automatisering".

Pepperl+Fuchs
www.pepperl-fuchs.nl



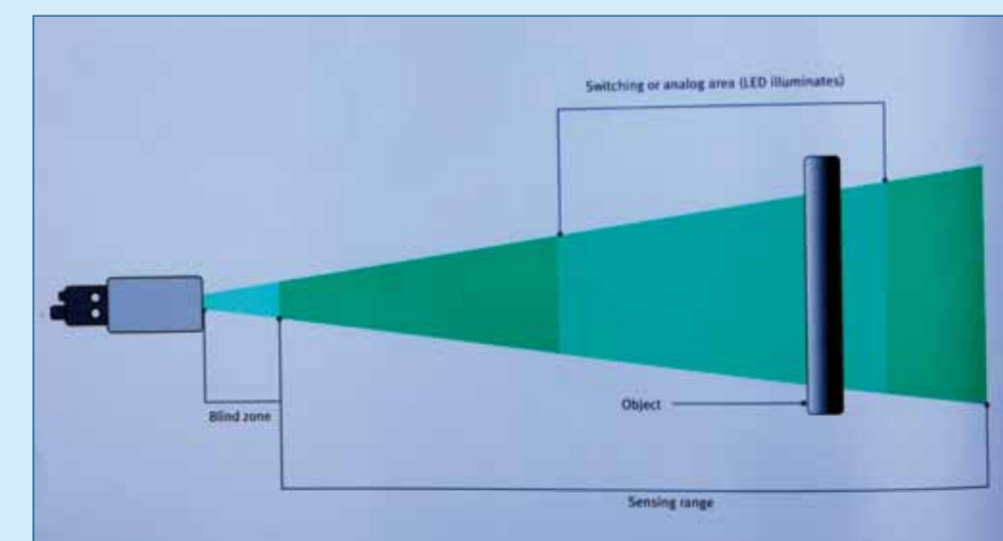
Figuur 1. Voor het meten van de inhoud van een tank of silo is een ultrasone sensor een goede kandidaat.



Figuur 2. Ook voor het tellen van bijvoorbeeld flessen op een lopende band kunnen ultrasone sensoren gebruikt worden.



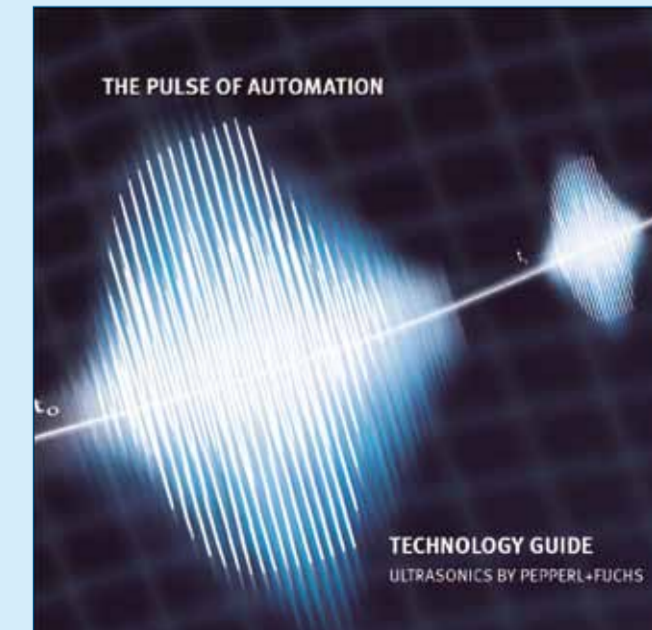
Figuur 3. De looptijd van het geluid is maatgevend voor de afstand tussen sensor en reflecterend oppervlak.



Figuur 4. Vlak voor de sensor is er een blinde zone waarbinnen geen voorwerpen gedetecteerd kunnen worden.



Figuur 5. Ultrasone sensoren worden gebruikt om de hoogte van de sproeiarmen te controleren.



Figuur 6. De "Technology Guide Ultrasonic Sensors" van Pepperl+Fuchs is gratis op internet te vinden.