

Berøringsløs niveaumåling

Nyt koncept for Time-of-Flight måleprincippet med en uniform brugerflade. Den nye guidede mikroimpulsteknik giver optimal målenøjagtighed og mulighed for en løbende validering af signalet

Af Morten B. Jensen

Time-of-Flight eller ToF er en betegnelse Endress+Hauser bruger om alle måleprincipper, der baserer sig på at måle den tid, en impuls bruger til at løbe fra den bliver udsendt til den bliver modtaget af en sensor. ToF bruges typisk af ultralyds- eller mikrobølgebaserede instrumenter til måling af niveau.

En impuls udsendes og efter et stykke tid (ToF) modtages et ekko. Impulsen har vandret til medieoverfladen og tilbage og ved at dele tiden med to, har man den tid, det tager impulsen at løbe til overfladen. Når man kender impulsens hastighed ved de aktuelle betingelser, kan tiden omsættes til en afstand og dermed har man en måling af niveauet.

Med mere end 30 års erfaring i Time-of-Flight måling har Endress+Hauser udviklet et nyt koncept for dette princip med en uniform brugerflade, der gør brugen af principperne legende let og giver de bedste resultater, der nogensinde er opnået med disse måleprincipper.

Med tre forskellige måleprincipper baseret på ToF-måling er måling af niveau på både væsker og faststof mulig. Og ved at have tre principper med et stort fælles anvendelsesområde, vil det altid være muligt at finde en løsning med et ToF-måleprincip

Totalomkostninger vigtige

Der er i dag megen fokus på ToF, og man ser, at mange »konventionelle« målinger af kontinuerligt niveau udskiftes med moderne Time-of-Flight metoder - årsagen kan variere alt efter opgaven.

En af de største fordele er selvfølgelig den berøringsløse bestemmelse af niveauet. Hermed undgås alle de ulemper som processens kontakt med sensorer bevirker, hvilket betyder, at det ingen betydning har om mediet er aggressivt eller slibende. Endvidere er egenskaber som mediets densitet og dielektricitetskonstant af mindre betydning.

Udover de rent fysiske parametre er driftsomkostningerne - cost of ownership - ved at få større betydning, når et anlægs økonomiske effektivitet skal vurderes. Det er således ikke længere blot et spørgsmål om investeringsomkostningerne - nej egenskaber som idriftsættelse og løbende vedligehold er vigtige parametre, når det rigtige instrument skal vælges.

Set ud fra dette synspunkt er Time-of-Flight måling en attraktiv løsning på grund af den enkle idriftsættelse uden våd kalibrering, den berøringsfri drift og de implementerede egenskaber omkring forebyggende vedligehold. Det er altså muligt at formindske vedligeholdelsesomkostningerne væsentligt, hvilket især er sandt ved sammenligning med mekanisk følsomme systemer som fortrængningssystemer, flyder- eller rebsonder.

Tre grundprincipper

Time-of-Flight metoder til måling af niveau kan segmenteres i tre grundprincipper.

Valget af det bedst egnede princip til målingen afgøres af fordele og fysiske begrænsninger for den enkelte metode - disse er skitseret i det efterfølgende.

Alle Time-of-Flight metoder er ba-



Guided microimpuls princip anvendes fx til niveaumåling i siloer med plastgranulat.



Guided microimpuls måler.

seret på de samme grundprincipper. Ved udsendelse af impulser - ultralyd eller mikrobølge - mod en overflade, reflekteres disse til en modtager. Afstanden mellem afsender og modtager udmåles som den tid impulsen »flyver« mellem sensor og produktoverflade. Tages der nu hensyn beholderens højde kan niveauet beregnes ud fra en enkel algoritme.

Mikrobølgeteknik (radarmåling)

Siden slutningen af 80'erne har mikrobølgeteknik været anvendt til niveaumåling og princippet har bevist sin anvendelighed i mere end tusind applikationer.

Det er navnlig to metoder, der har haft størst udbredelse til industriel anvendelse: Puls og FMCW (modulerende kontinuerlige bølger). Pulsprincippet, anvendes bl.a. i Endress+Hauser's Micropilot transmitter. Transmitteren udsender mikrobølgepulser og tiden måles, indtil der detekteres et ekko. Den meget korte impuls gør det let at omregne forsinkelsen til et måleligt område, ligesom et stort an-

tal »signalpakker« giver bedre opløsning i målingen. For at opnå de bedst mulige resultater, benyttes to forskellige målefrekvenser: 24 GHz, fortrinsvis til korte strækninger og enkle opgaver, samt 6 GHz til lange strækninger og krævende opgaver.

Af særlige fordele ved mikrobølgeteknikken kan nævnes:

- Nøjagtigheden er typisk ± 3 mm for udstyr med 24 GHz frekvens og ± 10 mm for udstyr med 6 GHz frekvens, men kan forøges helt ned til ± 1 mm i særligt præcisionsudstyr (anvendes f.eks. til niveaumåling i olietanke) - til disse formål anvendes en speciel antenne og en ekstra algoritme til analysen.
- Mikrobølger forudsætter ikke, at der er bæremedie til stede og er overvejende uafhængig af procestryk og -temperatur. Princippet fungerer i hele området fra vakuum til 64 bar overtryk ved temperaturer op til et 350°C .
- Gas og støv i beholderen har næsten ingen indvirkning på målingen.

Udbredelsen af mikrobølger møder sin fysiske begrænsning i medier med meget lave dielektricitetskonstanter (f.eks. flydende gasser).

Opbygninger af produkt - eller permanente »forstyrrelser« (så som afstivere o.lign) kan give falske ekko, som forstyrrer målingen. I de tilfælde, hvor det falske ekko er veldefineret, vil det dog være muligt elektronisk at filtrere fejlsignalet fra under idriftsætning - ved hjælp af en simpel algoritme.

Ultralydsmåling

Den største forskel mellem ultralydsmåling og radar bunder i den grundlæggende fysiske egenskab, at lydølger forudsætter et bæremedie for at kunne udbredes (almindeligvis i luft).

Endress+Hauser's ultralydstransmittere Prosonic benytter samme pulsprincip, som mikrobølgetransmitteren, dog er frekvensen noget lavere - 16..40 kHz, lidt afhængig af applikationen.

Af særlige fordele ved ultralydsmåling kan nævnes:



Grafisk display.



Ultralydsmålere kan benyttes til flowmåling i åbne kanaler.

- Målenøjagtigheden varierer fra ± 1 mm ned til ± 20 mm afhængig af udstyr og måleopgave.
- Kan anvendes både til væske og faste partikler.
- Lydtrykket fra sensoren kan virke selvrensende i forhold til dannelse af belægninger på sensorens membran.
- Et målepunkt kan som regel etableres til en meget konkurrencedygtig pris.

Anvendelsen af ultralydsmåling møder sin fysiske begrænsning i medier hvor driftsbetingelserne ikke ligger mellem atmosfærisk tryk og 3 bar - en maksimal temperatur vil typisk være 150°C .

Bemærk at måling i vakuum ikke er muligt med ultralyd, ligesom store støvkoncentrationer i tanken kan medføre en forøget absorption af bølgerne og dermed et svagere signal.

Guided mikroimpulsteknik

Udover de to klassiske berøringsfri målemetoder er en helt ny teknik ved at etablere sig - nemlig Guided mikroimpuls teknikken.

I Endress+Hauser's transmitter Levelflex styres et pulstog af elektromagnetiske bølger langs en ledende probe. En meget kort, højfrekvent impuls (460 kHz) sendes ned i proben, hvorefter signalet bevæger sig mod mediet. Dernæst reflekteres det, dels af overfladen og dels af faste referencepunkter (som f.eks. probens slutpunkt), der fastlægges under indkøring.

Signalanalysen foregår efter den særlige Time Domain Reflectometry (TDR) teknik; en metode der, udover at give optimal målenøjagtighed, også giver mulighed for en løbende validering af signalet.

Af særlige fordele ved Guided mi-

kroimpuls teknik kan nævnes:

- En typisk målenøjagtighed på 1 procent i hele måleområdet.
- Belægninger og opbygning af produkt (f.eks. broer) har ingen - eller ringe - indflydelse på målingen.
- Støv, (f.eks. i pneumatiske transporter) har ikke indflydelse på målingen.
- Signalets »snævre« udbredelse muliggør måling i høje, smalle siloer - ligesom risici for falske ekko er begrænset.

Anvendelsen af guided mikroimpulsteknik kan i dag benyttes til både væsker og faste stoffer i siloer op til 35 m højde.

Mediet skal desuden have en dielektricitetskonstant $> 1,4$ - ligesom slibende materialer kan være kritiske, da selve målingen ikke er »ægte« berøringsfri (proben er i berøring med mediet).

Et fælles betjeningskoncept

Fælles for de tre måleprincipper er en fælles softwareplatform. E+H startede for et par år siden et projekt, der gik ud på, at forny de eksisterende instrumenter og samtidig implementere alle erfaringer i et fælles grundlag for de tre principper med henblik på at opnå en ensartet betjeningsflade, der er brugervenlig og optimal i anvendelse, uanset hvilken måde instrumenterne benyttes på.

Projektet førte til udvikling af den patenterede software Pulse Master, der udgør kernen i alle tre teknologier. De mange års erfaring i måling med ekko-baseret udstyr er blevet samlet i softwaremoduler - såkaldte algoritmer - og en lang række af disse er blevet patenteret.

Fordelen ved denne software er, at

uanset hvilket af de tre måleprincipper, der benyttes, betjenes udstyret på samme måde. Erfaringerne fra et princip er blevet overført til det andet og giver dermed en optimal måling. Således er det fx blevet muligt, at integrere funktioner i små kompakte, loop-forsyede instrumenter, som hidtil kun var mulige i større og mere energikrævende instrumenter.

For brugeren fremstår instrumenterne ensartet med et stort 4-liniers display. Betjeningen sker via en logisk menu i klar tekst og brugeren føres igennem alle indstillinger trin for trin.

Mange funktioner

Til brug for evaluering af målingen giver Pulse Master mulighed for at aktivere forskellige analyser, og resultaterne kan ses direkte på displayet i form af tekst og kurver. I tilfælde af betjenings- eller funktionsfejl viser displayet en melding i klar tekst sammen med en referencekode til manualen, således at brugeren eventuelt kan søge oplysninger og metoder til afhjælpning af problemet.

Displayet vil skiftevis vise meldingen og den aktuelle måleværdi, dvs. at brugeren ikke mister informationer.

Alle funktioner til opstart, vedligehold og servicering er til rådighed via displayet, men sammen med instrumentet leveres en gratis CD med PC programmet ToF Tool. Dermed har brugeren også mulighed for at betjene instrumentet via en laptop eller PC. Vælges denne mulighed, kobles instrumentet til PC'en via et HART interface, og brugeren får så endnu flere muligheder til rådighed.

Betjening via PC sker via en gra-



Niveaumåling med radar på en gylletank.



Radarmåler.

fisk brugerflade, som visuelt giver et endnu større overblik end betjening via displayet. Alle elementer står til rådighed i et format, som kendes fra moderne PC/Internet teknologi, og til enhver tid kan der hentes hjælp og forklaring fra en omfattende hjælpemenu.

Analyse af målepunktet via en PC giver selv sagt også flere muligheder. Den integrerede lineskriver vil kunne give et overblik over et handlingsforløb, ligesom forskellige kurver vil kunne vises enkeltvis eller samlet i farver, og alle informationer kan gemmes som en rapport i PDF format. Til brug for dokumentation eller certificering af målepunktet kan der oprettes en komplet beskrivelse af målepunk-

tet i PDF-format med alle indstillinger og evt. kurver, der kan gemmes, udskrives eller sendes via e-mail.

Udviklingen fortsætter

Berøringsløs niveaumåling er i rivende udvikling, og som en af verdens førende leverandører af instrumenter til kontinuerlig ni-

veaumåling har Endress+Hauser egnede måleløsninger både til faste stoffer eller væsker, kemiske processer, cementfabrikker, kornsiloer eller i åbne render på et renseanlæg.

De tre måleprincipper giver mulighed for at tilpasse målingen lige netop det givne behov det være sig med mikrobølge-, ultralyds- eller guided mikroimpuls måling - vigtigst er det dog at definere måleopgaven før måleprincippet vælges.

Mini CV

Forfatteren er ansat som marketingchef hos Endress+Hauser og er uddannet ingeniør for 25 år siden.