

Ausgewählte Mitglieder
der swisst.net-Sektion 10
«Sensoren»

Bachofen AG 8610 Uster	BACHOFEN industrielle Automation
Balluff Sensortechnik AG 8953 Dietikon	BALLUFF
Gehag Elektronik AG 8866 Ziegelbrücke	GEHAG ELEKTRONIK AG
ifm electronic ag 4624 Härkingen	ifm
Kistler Instrumente AG 8408 Winterthur	KISTLER measure. analyze. innovate.
Leuze electronic AG 8306 Brüttisellen	Leuze electronic
NM GmbH 8400 Winterthur	NM Numerical Modelling GmbH
Omni Ray AG 8600 Dübendorf	Omni Ray The Power of Automation
Omron Electronics AG 6312 Steinhausen	OMRON
Panasonic Electric Works Schweiz AG 6343 Rotkreuz	SUNX
Pepperl+Fuchs AG 2557 Studen BE	PEPPERL+FUCHS
Quarz AG 8617 Mönchaltorf	QUARZ AG
Schmersal (Schweiz) AG 8047 Zürich	SCHMERSAL
Schneider Electric AG 3063 Ittigen	Schneider Electric
Sick AG 6370 Stans	SICK Sensor Intelligence.
Siemens AG 8047 Zürich	SIEMENS
SNT Sensortechnik AG 8153 Rümlang	SNT SNT SENSORTECHNIK AG

Kommunikationsausschuss der
swisst.net-Sektion 10 «Sensoren»

Präsident: Heinz Huber
Balluff AG, 8953 Dietikon
Ingolf Dietrich
Rockwell Automation AG, 5506 Mägerwil
Claudio Masoch
Sick AG, 6370 Stans
Anton Schaad
ifm electronic ag, 4624 Härkingen
Stefan Stübi
Bachofen AG, 8610 Uster
Marc Waltisperger
Pepperl+Fuchs AG, 2557 Studen

swisst.net

Postfach
CH-8022 Zürich
Tel. +41 44 307 70 07
Fax +41 44 307 70 10
info@swisst.net
www.swisst.net

Ultraschallsensoren für schmutzige Arbeit

Fachbericht

Ultraschallsensoren werden vorwiegend im Maschinenbau und in der Verfahrenstechnik

zur Distanzmessung und als Näherungsschalter eingesetzt. Sie arbeiten nach dem Prinzip der Laufzeitmessung des Schalls. Verglichen mit anderen Messtechniken ist das Ultraschallverfahren sehr robust. Ultraschall durchdringt auch schmutzige Umgebungen, und es wird von fast allen Oberflächen reflektiert. Dieser Artikel untersucht die Schmutzresistenz von Ultraschallsensoren.



Rolf H. Kuratie

Ultraschallsensoren werden unter anderem in folgenden Anwendungsgebieten eingesetzt:

- Niveauüberwachung von Flüssigkeiten oder Granulaten
 - Regelung von Abständen
 - Zählen und Erfassen von Teilen oder Personen
 - Geometrieerfassung von Gegenständen
- Die prinzipiellen Vorteile von Ultraschallsensoren gegenüber anderen Messverfahren zeigt Tabelle 1 auf.

Vorteile hoher Schalleistung

Der Schallwandler erzeugt je nach Typ Schwingungen im Bereich von zirka 50 kHz bis einige 100 kHz. Das Echo wird vom gleichen Wandler registriert. Auf Grund der verstrichenen Laufzeit des Schalls, die zirka 6 ms pro Meter beträgt, wird im Sensor die Distanz bestimmt. Ultraschallsensoren von SNT Sensortechnik AG zeichnen sich durch eine besonders hohe Schalleistung aus. Dadurch wird einerseits eine hohe Reichweite und andererseits eine gute Detektionssicherheit erreicht. Das heisst, dass auch kleine und be-

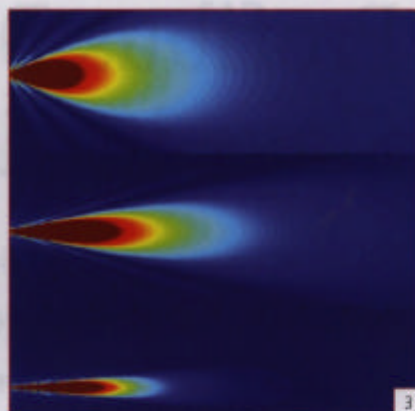
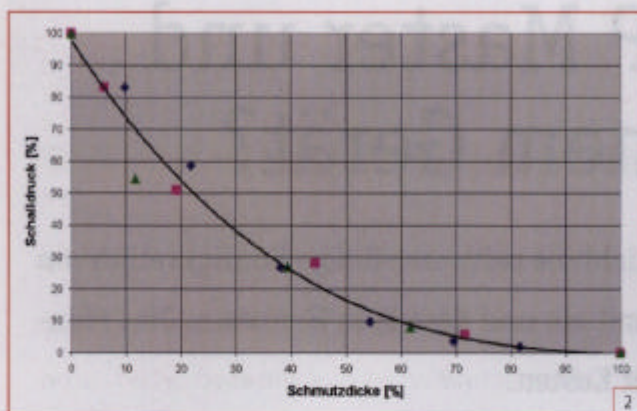


Bild 1: UPK-Ultraschallsensoren

Bild 2: Einfluss der Membranverschmutzung auf die Empfindlichkeit

Bild 3: Schallkeulen bei unterschiedlichen Frequenzen (von oben nach unten: 50 kHz, 100 kHz und 200 kHz)

wegte Objekte zuverlässig erkannt werden. Ein weiterer Vorteil hoher Schalleistung ist die Verschmutzungsresistenz. Selbst wenn der Schallwandler von einer Schmutzschicht bedeckt ist, arbeitet der Sensor einwandfrei. Am Beispiel des Einsatzes in der Holzindustrie wurde mit den Sensoren der neuen UPK Serie (Bild 1) ein Versuch durchgeführt, bei dem die Detektionssicherheit bei verschiedenen stark verschmutzten Schallwandlern ermittelt wurde. Als Schmutz wurde Sägemehl mit unterschiedlicher Schichtdicke verwendet. Das Mehl wurde dabei auf der Sensormembran zu einer kompakten Schicht gedrückt. Es wurde das Echo gemessen, das von einer Holzplatte in einer bestimmten Distanz reflektiert wurde. Die Amplitude des Echos ist ein Mass für die Schalleistung, die der Sensor aussendet.

Schalldämpfung

Der Schallimpuls eines Ultraschallsensors wird zwischen dem Aussenden und dem Empfang des Echos mehrfach stark gedämpft, das heisst in seiner Amplitude reduziert. Der am Empfänger ankommende Schall ist schliesslich um mehrere Zehnerpotenzen schwächer als der ausgesendete Schallimpuls. Die Dämpfung setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

- der Luftstrecke vom Sensor bis zum Objekt und zurück
- der Reflexion am Objekt
- der Verschmutzung an der Sensormembran

Die Dämpfung durch die Luftstrecke ist erheblich. Bei gegebener Frequenz nimmt die Dämpfung exponentiell mit der Distanz zu. Je höher die Ultraschallfrequenz, desto stärker ist die Dämpfung. Zudem verändert sich die Form der Schallkeule mit der Frequenz. Sie wird mit steigender Frequenz schlanker. Dadurch wird der Schallwinkel kleiner. Die Forderung nach einem kleinen Schallwinkel und gleichzeitig hoher Reichweite des Sensors ist physikalisch

gesehen ein Widerspruch, der mit geeignetem Schallwandler-Design entschärft werden kann. Eine hohe Luftfeuchtigkeit und hohe Temperaturen dämpfen den Schall zusätzlich. Die Bilder der Schallintensität (Bild 2) zeigen den Einfluss der Frequenz auf die Reichweite und die Schallkeulenform eines Ultraschallsensors. Die Oberflächenqualität des zu detektierenden Objektes hat einen weiteren Einfluss auf die Dämpfung des Schallimpulses. Gemeinhin als schalldämpfend bekannte Materialien reflektieren nur einen kleinen Teil des Schalls, den Rest «schlucken» sie. Optimale Objekte für Ultraschallsensoren sind harte Materialien wie Metall, Glas oder Stein. Am schlechtesten eignen sich poröse, weiche Materialien wie zum Beispiel Textilien, Schaumstoff oder Watte. Dank hoher Reserve an Schalleistung können diese Objekte trotzdem erkannt werden. Wenn die Sensor-Membran, die als Schallsender und -empfänger agiert, mit Schmutz bedeckt ist, reduziert dies die Empfindlichkeit des Sensors zusätzlich. Beim vorliegenden Versuch wurde die Membrane mit unterschiedlich dicken Schmutzschichten bedeckt, und die Amplitude des Empfangssignals wurde gemessen. Das Empfangssignal ist dabei selbst bei idealen Verhältnissen wegen der starken Dämpfung des Schalls in der Luft extrem klein. Das Ziel bei Ultraschallsensoren ist es, sehr starke Signale auszusenden und sehr kleine Restsignale detektieren zu können. Dies stellt hohe Anforderungen an die Sensor-Elektronik.

Verschmutzungstest

Ein Sensor der neuen UPK-Serie wurde mit kompaktem, feinem Sägemehl bedeckt. Die Schichtdicke wurde variiert und gemessen (im Maximum mehrere Millimeter). Die entsprechende Schallamplitude wurde mit einem Oszilloskop ausgewertet. Der Versuch wurde mehrmals durchgeführt. Das Resultat wird in

Bild 3 dargestellt. Die Schallamplitude und damit die Sensorempfindlichkeit nimmt mit der Verschmutzung exponentiell ab. Bei einer Verschmutzung von 20 % hat der Sensor nur noch zirka 50 % seiner Empfindlichkeit. Das zeigt, dass eine hohe Grundempfindlichkeit dank starker Schallamplitude für den Einsatz von Ultraschallsensoren in schmutziger Umgebung wichtig ist. Sensoren von SNT Sensortechnik AG verfügen über eine messbar hohe Schalleistung. Sie können deshalb auch da eingesetzt werden, wo sich im Laufe der Zeit Schmutzablagerungen auf dem Sensor absetzen. Das ist vor allem auch dort von Vorteil, wo durch grosse Messdistanzen von bis zu 6 m die Schalldämpfung von Natur aus schon erheblich ist oder wo bewegte oder schlecht reflektierende Objekte detektiert werden sollen.

SNT Sensortechnik AG
B153 Rümlang, www.sntag.ch

Messverfahren	Vorteil Ultraschall
Optisch:	Unempfindlich gegen Schmutz Unabhängig von Farbe und Transparenz
Induktiv:	Viel grössere Schaltdistanzen Unabhängig vom Material
Kapazitiv:	Grössere Schaltdistanzen Unabhängig vom Material
Potenzio-meter/LVDT:	Berührungslose Messung

Tabelle 1: Vorteile von Ultraschallsensoren