

Anwendungsbeispiel für einen nach ATEX zertifizierten, eigensicheren AE-Sensor

Hartmut VALLEN*, Thomas THENIKL*

* Vallen Systeme GmbH, Schäftlarner Weg 26a, 82057 Icking, sales@vallen.de

Kurzfassung. ISAFE3 steht für "Intrinsically safe Sensor System 3", zu deutsch: "eigensicheres Sensorsystem 3". ISAFE3 wird derzeit im Rahmen des Europäischen Forschungsprojekt CORFAT entwickelt. Dieses Projekt zielt auf die Entwicklung eines Permanent-Monitoring-AE-Systems zur Überwachung von Transportprodukten wie Tankschiffen und Tankfahrzeugen auf Straße und Schiene.

Der vorliegende Bericht konzentriert sich auf die Anwendung an Tankschiffen, wo nur eigensicher zertifizierte Gerätschaften zulässig sind.

ISAFE3 besteht aus Sensoren vom Typ ISAS3 und Signalisatoren vom Typ SISO3, die über ein beliebig langes Koaxialkabel verbunden sind.

Der Sensor ISAS3 wird in Varianten für Frequenzbereiche von 23 bis 910 kHz angeboten und beinhaltet einen 20 dB Vorverstärker. ISAS3 wird für folgendes Zertifizierung ausgelegt: II 1G Ex ia IIC T6 Ga, -20 .. + 60 °C, IP68.

Der Signalisator SISO3 sorgt für die Energiebegrenzung auf dem Kabel zum ISAS3. Er verhält sich wie ein normaler 28V-Vorverstärker mit 45 mA Ruhe- und 90 mA Spitzenstromaufnahme. SISO3 ist breitbandig ausgelegt und fügt zu den 20 dB Verstärkung des ISAS3 weitere 14, 20 oder 26 dB Nachverstärkung hinzu.

SISO3 wird für folgende Zertifizierung ausgelegt: II (1) G Ex nA [ia Ga] IIC T4 Gc, -20.. + 60 °C, IP30.

Einführung

Die Öl- und Gasindustrie ist eine sehr aussichtsreiche Zielgruppe für zukünftige, permanent installierte AE-Systeme zur Dauerüberwachung von umweltgefährdenden Objekten auf Ermüdungsrisswachstum und Korrosionsangriff. Gemäß der europäischen ATEX-Direktive und den abgeleiteten Normen müssen elektrotechnische Geräte, die in potentiell explosiven Orten installiert werden, eigensicher zertifiziert sein. Für temporäre Prüfeinsätze, bei denen geschultes Personal Gefährdungen erkennen und entsprechende Maßnahmen einleiten kann, sind meist Ausnahmeregelungen möglich. Für permanente Installationen sind seit Juli 2003 nur noch ATEX-zertifizierte Geräte zulässig. Die Entwicklung und Zertifizierung eigensicherer AE Sensoren erfordert einen hohen Aufwand, der sich angesichts des noch kleinen Markts nicht lohnt. Andererseits könnte ein fehlendes Angebot das Wachstum des AE-Geräte- und Dienstleistungsmarkts bremsen. Die EU unterstützt mit dem Forschungsprogramm CORFAT auch die Entwicklung eines eigensicheren Sensorsystems. Projektpartner Vallen Systeme GmbH ist für die Entwicklung des Sensorsystems gemäß den Anforderungen des Projekts und der anzuwendenden Normen verantwortlich. Neben den spezifischen Anforderungen einer Anwendung ist für das Design von eigensicheren Geräten die normgemäße Gefährdungseinteilung des Einsatzortes maßgebend:

Einteilung von explosionsgefährdeten Orten nach Zonen

Das Normenwerk behandelt eine große Zahl von Gefährdungen und anwendbaren Schutzmaßnahmen. Dieser Vortrag begrenzt sich auf die Gefährdung durch eine explosive Gasatmosphäre (Gasgemisch). Diese Gefährdung kann an einem Ort ständig, oft, gelegentlich oder nur selten auftreten. Die Wahrscheinlichkeit einer Gefährdung wird vom internationalen und europäischen Normenwerk (IEC, CENELEC, CEN) in drei Zonen (0, 1 und 2) eingeteilt. Hieraus ergeben sich entsprechende Anforderungen an die Geräte, bezeichnet als "Geräteschutzniveaus" (Ga, Gb, Gc) [1, 2].

Ein Ort wird in Zone 0 eingeteilt, wenn die Präsenz einer explosiven Atmosphäre mit über 1000 Stunden pro Jahr veranschlagt wird, zB ein geschlossener Raum über einer brennbaren Flüssigkeit. Geräte für die Installation in Zone 0 müssen dem höchsten Geräteschutzniveau "Ga" entsprechen.

Ein Ort wird in Zone 2 eingeteilt, wenn die Präsenz einer explosiven Atmosphäre mit weniger als 1 Stunde pro Jahr veranschlagt wird, also zB nur in Fehlersituationen, zB im Fall einer Leckage. Geräte für die Installation in Zone 2 müssen dem niedrigsten Geräteschutzniveau "Gc" entsprechen.

Dazwischen befinden sich Orte mit einer Präsenz von explosiver Atmosphäre von 1 bis 1000 Stunden pro Jahr, für die Zone 1 und Geräteschutzniveau "Gb" gilt.

Ein für Zone 0 zertifiziertes Gerät darf auch in Zone 1 oder 2 genutzt werden.

Einteilung von explosionsgefährdeten Orten nach Gasgruppen

Diese Einteilung berücksichtigt die minimale Zündenergie, die ein Gasgemisch zur Explosion bringen kann. Je geringer die Zündenergie umso höher die Anforderungen an die Geräte.

Eine Einteilung eines Orts in Gasgruppe IIA bedeutet, dass eine relativ hohe Zündenergie erforderlich ist, wie zB bei Propangas.

Eine Einteilung in Gasgruppe IIC bedeutet, dass schon eine sehr kleine Energie genügt um die Atmosphäre zu zünden, z.B. Wasserstoff.

Die Einteilung in Gasgruppe IIB liegt dazwischen und umfasst unter anderem Erdgas.

Einteilung von explosionsgefährdeten Orten nach Oberflächentemperaturklassen

Diese Einteilung berücksichtigt, dass sich Explosionsgemische bei Kontakt mit hohen Temperaturen entzünden. Hierzu wurden 6 Temperaturklassen (T1 bis T6) definiert. Gemische der Klasse T1 entzünden sich erst bei Kontakt mit einer Oberflächentemperatur von 450 °C, Gemische der Klasse T6 schon bei 85 °C.

Das Prinzip der Eigensicherheit.

In einem eigensicheren Stromkreis sind die elektrischen Größen Energie, Spannung und Stromstärke durch die Bauart des Geräts selbst und/oder einer vorgeschalteten Barriere sicher so begrenzt, dass eine Zündung der spezifizierten Gasgruppe weder durch einen Funken (bei Kurzschluss oder Unterbrechung eines Stromkreises) noch durch eine heiße Oberfläche möglich ist [3].

Je nach Zone bzw. Geräteschutzniveau sind zusätzliche Fehlermöglichkeiten berücksichtigt: Ein Gerät für Zone 0 (Geräteschutzniveau "Ga") garantiert, dass die

Begrenzung der elektrischen Energie, Spannung, Stromstärke und Oberflächentemperatur auch dann noch sichergestellt ist, wenn zwei ungünstigste Fehler zusammentreffen. Ein Gerät für Zone 1 (Geräteschutzniveau "Gb") garantiert, dass die Begrenzung auch bei einem ungünstigsten Fehler sichergestellt ist. Ein Gerät für Zone 2 (Geräteschutzniveau "Gc") garantiert die Begrenzung im normalen, fehlerfreien Betrieb.

Wenn ein Stromkreis von einem sicheren Ort in die Zone 2, 1 oder 0 führt, müssen Energie, Spannung und Stromstärke in einem Zubehörgerät (Barriere) im sicheren Bereich begrenzt werden.

Die Anforderungen des CORFAT Projekts an das Sensorsystem ISAFE3

In einer ersten Phase des CORFAT Projekts wurden die Anforderungen an das Sensorsystem wie folgt festgelegt:

Anforderungen an den Sensor ISAS3

Der Sensor ISAS3 muss Oberflächenwellen in direktem Kontakt zum Prüfobjekt aufnehmen können. Der Installationsort kann sich in Zone 0, 1 oder 2 (es gilt Schutzniveau "Ga") und in Gasgruppe IIA, IIB oder IIC befinden, als Temperaturklasse wurde T6 (85 °C) festgelegt. Der Umgebungstemperaturbereich beträgt -20 - +60 °C. Der Sensor muss dauerhaft Rohöl-fest und für 12 bar Spitzendruck dicht sein. Dies gilt auch für das Anschlusskabel, falls es nicht durch Verrohrung geschützt ist. Von Gasen erreichbare Oberflächen dürfen im Betriebsfall und im ungünstigsten Fehlerfall nicht heißer als 80°C warm werden. Diese Forderungen resultieren in folgender ATEX-Kennzeichnung:

<EX> II 1G Ex ia IIC T6 Ga, -20 .. + 60 °C, IP68.

Für temporäre Installationen ist eine magnetische Halterung zu entwickeln, für permanente Installation eine geklebte oder geschweißte Halterung. Der Sensor muss den automatischen Koppeltest durch Aussendung einer Prüfwellen unterstützen.

Der Sensor muss lösbar an der Halterung befestigt werden, damit er jederzeit ersetzt werden kann.

Anforderungen an den Signalisolator SISO3

Der Signalisolator SISO3 kann im sicheren Bereich (z.B. im sicheren Kontrollraum eines Schiffs) oder in Zone 2 (z.B. in der Fahrerkabine eines Tankfahrzeugs) installiert werden (letzteres erfordert Geräteschutzniveau "Gc") und muss die elektrischen Größen im eigensicheren Kreis gemäß Anforderungen der Zone 0 (Geräteschutzniveau "Ga") begrenzen. Oberflächen dürfen im ungünstigsten Betriebs- und Fehlerfall bis 135°C heiß werden. Diese Forderungen resultieren in folgender zertifizierter ATEX-Kennzeichnung:

<EX> II (1) G Ex nA [ia Ga] IIC T4 Gc, -20.. + 60 °C, IP30

Der Signalisolator soll den eigensicheren Kreis galvanisch isolieren (1500V Prüfspannung). Dies ermöglicht, dass der eigensichere Kreis am Signalisolator nicht geerdet werden muss, womit ein hoher Signal-Rauschabstand ermöglicht wird. Außerdem kann dank der sicheren Isolation des SISO3 auf die sonst obligatorische Zwischenschaltung von Sicherheitstransformatoren vor allen Netz-gespeisten Geräten verzichtet werden [4].

Realisierung

Blockschaltbild der Schiffsanwendung

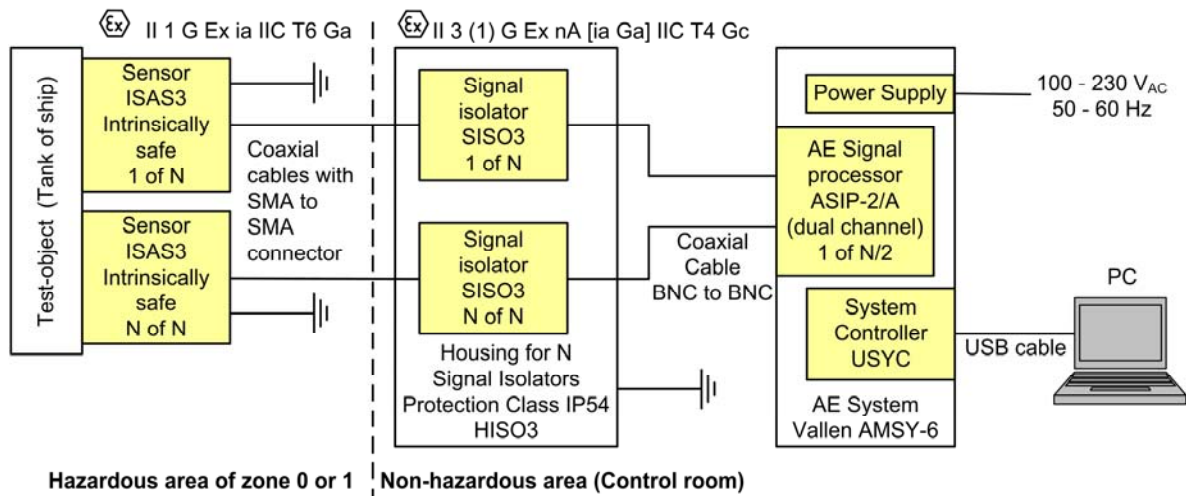


Bild 1 - Blockschaltbild eines AE-Systems mit eigensicheren Sensoren für die Anwendung auf einem Tankschiff

Im Fall einer Installation auf einem Tankschiff steht ein sicherer Kontrollraum zur Verfügung, wo AE-System und Signalisolatoren untergebracht werden. Von dort laufen Koaxialkabel mit SMC Steckverbindern auf beiden Seiten zu den Sensoren in Zone 0 (falls innerhalb eines Tanks installiert) oder in Zone 1 (falls auf Deck installiert).

Die Signalisolatoren müssen in einem IP54 Übergehäuse (Typ HISO3) vor Verschmutzung geschützt eingebaut werden.

Eigensicherer Sensor ISAS3



Bild 2 – Sensor ISAS3 ohne Magnethalter

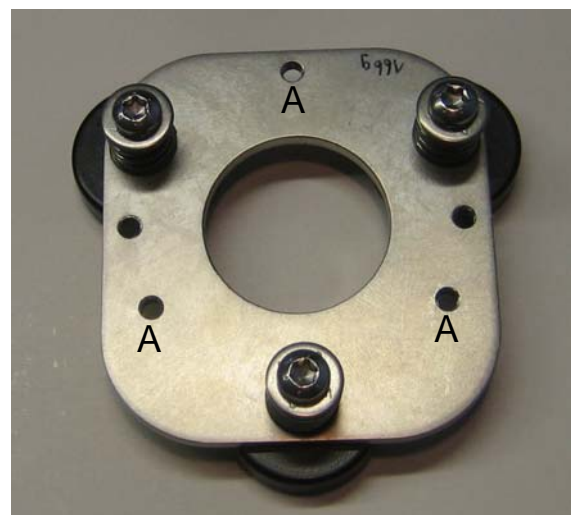


Bild 3 – Magnethalter MAG4IS

Bild 2 und 3 zeigen den Sensor und den Magnethalter separat. Der Sensor wird über die Distanzstücke "A" an drei Gewinden "A" am Magnethalter angeschraubt. Die Federn zwischen Magnet und Halter pressen die sensitive Fläche des Sensors mit konstanter Kraft an. Die sensitive Fläche wird zusätzlich über RTV Silikonkleber am Testobjekt angeklebt.

Bei Verwendung im Schiffstank sind auch die Magnete zusätzlich mit RTV Kleber anzukleben. Alternativ kann die Halteplatte des MAG4IS mittels angeschweißter Bolzen am Objekt befestigt werden. Die Schraubverbindung ermöglicht jederzeit einen Austausch des Sensors wobei der Halter am Testobjekt verbleibt. Der Übergang des Kabels samt SMA-Stecker zum Sensor ist über einen Schrumpfschlauch abgedichtet. Zusätzliche Quetschklemmen am Kabel und am Abdichtansatz des Sensors dienen der dauerhaften Absicherung der Abdichtung. Wird das Kabel über ein Schutzrohr an den Sensor geführt, wird auf gleiche Weise der Übergang vom Schutzrohr zum Sensor abgedichtet.

Funktionen des ISAS3 sind im Wesentlichen:

1. Hochfrequente Oberflächenbewegungen am Testobjekt aufnehmen, in ein elektrisches Signal wandeln, in einem bestimmten Frequenzbereich verstärken und über das Koaxialkabel weiterleiten.
2. Einen Kontrollimpuls vom SISO3 in eine künstliche AE-Quelle wandeln, um einen automatisierten Sensorkoppeltest zu unterstützen.

Signal Isolator SISO3

Der Signal Isolator SISO3 ist ein sogenanntes "zugehöriges Betriebsmittel". Er befindet sich im sicheren Bereich und beinhaltet eigensichere und nicht-eigensicherer Kreise. Er ist so konstruiert, dass Fehler auf der nicht-eigensicheren Seite, zB kurzzeitige oder dauerhafte Überspannungen bis 350 V_S auf der 28 V Versorgungsleitung, die Eigensicherheit des Stromkreises zum Sensor nicht beeinträchtigen können. [5] IEC60079-0:2007 /3.2



Bild 3 - Signal Isolator SISO3 im DIN-Aufsteckgehäuse

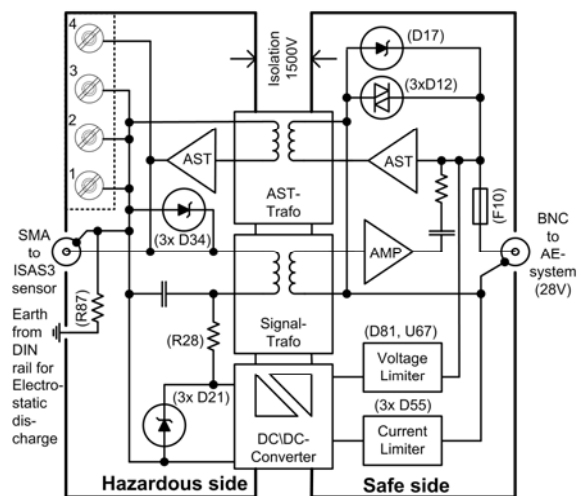


Bild 4 - Blockschaltbild des SISO3

Aufgaben des Signalisolators sind:

1. Den eigensicheren Kreis zum Sensor von der nicht-eigensicheren Seite galvanisch isolieren
2. Die Betriebsspannung für den ISAS3 über das kombinierte Signal-Stromversorgungskabel bereitstellen
3. Die Leistung, Spannung und Stromstärke auf dem eigensicheren Kreis zum Sensor gemäß IEC 60079-11 zu begrenzen, auch im Fall von zwei ungünstigsten

Bauteilfehlern in den eigensicher-relevanten Stromkreisen des SISO3, sowie bei Fehlerspannungen von bis zu 352V (Spitzenwert) auf der 28 V Zuleitung

4. Das AE-Signal vom Sensor verstärken und isoliert dem AE-System zuführen
5. Einen Steuerungsimpuls für den Sensorkopplungstest vom AE-System an den Sensor weiterleiten
6. Eine elektrostatische Entladung des Sensorkabels, falls dieses unterbrochen wird, sicherzustellen.

Bild 4 zeigt das Blockschaltbild des SISO3. Man sieht von oben nach unten drei isolierende Elemente:

1. Den AST-Trafo, der den Steuerpuls für die Erzeugung einer künstlichen Prüfwellen vom AE-System zum Sensor überträgt,
2. den Signal-Trafo, der das AE-Signal vom Sensor zum AE-System überträgt, und
3. den DC-DC-Converter, der aus 28 V Betriebsspannung vom AE-System intern 12 V isolierte Betriebsspannung erzeugt.

Bild 3 zeigt die mechanische Realisierung. SISO3 ist ein 22,5mm breites Modul das auf eine 35 mm DIN-Schiene aufgeschnappt wird. An der DIN-Schiene muss Erdpotential anliegen, das nur zur statischen Entladung des eigensicheren Kabels verwendet wird. Der BNC Stecker (oben) wird mit dem AE-System, der SMA-Stecker (unten) mit dem Sensor verbunden.

Schutzgehäuse HISO3 - für bis zu 8 Signalisolatoren SISO3

Das Design des Signalisulators SISO3 nimmt hinsichtlich minimaler Luft- und Kriechstrecken Erleichterungen der IEC 60079-11 Anhang F in Anspruch. Hieraus resultiert, dass er zum Schutz vor Verschmutzung in ein IP54 geschütztes Gehäuse einzubauen ist. Dieses wurde als HISO3-08 für bis zu acht SISO3 realisiert. Bild 5 und 6 zeigen den angeschlossenen und voll bestückten HISO3 von vorn und der Seite, mit abgenommenem Deckel. Die Kabeleinführung gestattet das Einlegen von bereits mit BNC und SMA-Steckern vorkonfektionierten Koaxialkabeln. Wegen der begrenzten Höhe müssen abgewinkelte Steckverbinder verwendet werden.



Bild 5 – HISO3 offen, mit Kabeleinführung



Bild 6 – HISO3 offen, Seitenansicht, vorne unten Erdanschluss

Zusammenfassung

Mit dem Sensorsystem ISAFE3 steht erstmals die Kombination eines eigensicheren Schallemissionssensors und galvanisch isolierendem Signaltransformator zur Verfügung. Der Sensor eignet sich zum Einbau in Zone 0 (und damit auch Zone 1 und 2) in direktem Kontakt mit dem Prüfobjekt. Er ist für den Einsatz in der gefährlichsten Gasgruppe IIC zertifiziert (und damit auch für IIB und IIA). Der Sensor eignet sich dank der absoluten Wasser- und Öldichtheit zum permanenten Einbau in Schweröltanks von Tankschiffen. Weitere Anwendungsfelder zeichnen sich bereits ab.

Dank

Wir danken für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des EU Projekts "Cost effective corrosion and fatigue monitoring for transport products (CORFAT, SCP7-GA-2008-218637)".

Referenzen

- [1] IEC 60079-14:2007 Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection, Table 1 & 2.
- [2] IEC 60079-0:2007 Explosive atmospheres – Part 0: Equipment requirements
- [3] IEC 60079-11:2006 Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i".
- [4] IEC 60079-14:2007 Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection, Chapter 12.3. 4th para.