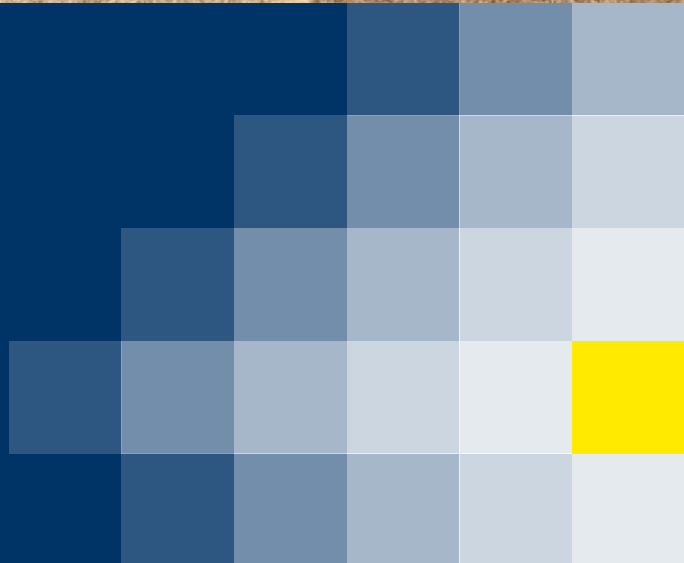




OpreX™ Asset Management and Integrity

Sushi Sensor Serie: Temperatur- und Druck- sensoren für IIoT

Aus: Yokogawa Technical Report English Edition Vol. 62 No. 2 (2019)



SUSHI SENSOR SERIE: TEMPERATUR- UND DRUCK- SENSOREN FÜR IIOT

SATORU OCHIAI, NOBORU YAMAGUCHI, MITSUHIRO KAMIYA & ATSUNORI OKADA

CX Business Strategy Department, Information Technology Center,
Industrial Automation Products & Service Business Headquarters

1 EINLEITUNG	4
2 ENTWICKLUNGSKONZEPT	6

1 |

EINLEITUNG

Das Bewusstsein für die Notwendigkeit, die Produktivität zu steigern und die Effizienz der Anlagenwartung in den Betrieben zu verbessern, nimmt immer mehr zu. Um die geeigneten Maßnahmen zu bestimmen, ist es zunächst erforderlich, den Zustand älterer Anlagen zu ermitteln sowie Anomalien frühzeitig zu erkennen und zu analysieren.

Angesichts vieler unterschiedlicher Anlagenkomponenten benötigt man jedoch eine Technologie, mit der die Daten zur Effizienzsteigerung für die Anlagenwartung genutzt werden. Diese Technologie muss in der Lage sein, Sensordaten automatisch zu erfassen und den Bedienern vor Ort bei der Planung und Durchführung von Wartungsarbeiten zu helfen. Daten können automatisch durch Sensortechnologien erfasst werden, die die Verschlechterung des Anlagenzustands erkennen, während die Bediener vor Ort durch ein System unterstützt wird, das Daten speichert.

Im März 2018 brachte Yokogawa den ersten Sushi Sensor auf den Markt: den Funk-Vibrations-Sensor XS770A mit Widerstandsfähigkeit in rauer Anlagenumgebung. Yokogawa kann inzwischen eine solide Erfolgsbilanz bei der Verbesserung der Wartungseffizienz vorweisen^{1, 2}. Um den wachsenden Bedarf der Benutzer, automatisch mehr Online-Daten in Betrieben zu erfassen und den Gesundheitszustand der Anlagen auf der Grundlage verschiedener Daten zu überwachen, zu decken, hat Yokogawa drahtlose Druck- und Temperatursensoren für die Sushi Sensor Serie entwickelt.

Der drahtlose Drucksensor und der drahtlose Temperatursensor sind bereits in Japan erhältlich, und werden sukzessive in anderen Ländern auf den Markt gebracht.

¹ Masahisa Saitou, Masato Yamaji, et al., „Sushi Sensor for Achieving Industrial IoT Solutions“ (Sushi Sensor zur Erzielung industrieller IoT-Lösungen), Yokogawa Technical Report, englische Ausgabe, Vol. 61, Nr. 1, 2018, Seiten 7–10

² Shouji Nagano, Daisuke Kaneko, et al., „The XS770A Wireless Vibration Sensor for the Industrial IoT“ (Der Funk-Vibrations-Sensor XS770A für das IIoT), Yokogawa Technical Report, englische Ausgabe, Vol. 61, Nr. 1, 2018, Seiten 11–14

2|

ENTWICKLUNGS- KONZEPT

Der Sushi Sensor ist eine drahtlose Lösung für das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT), die den Trend des Anlagenzustands überwacht.

Mehrere Faktoren beeinflussen die Leistung und Lebensdauer von Betriebsanlagen:

- › Umwelteinflüsse (z. B. korrosive Gase und Staub, extreme Umgebungen wie Wüste, Eis und Schnee)
- › Thermische Zersetzung (Wärmeübertragung und Strahlung von Wärmequellen)
- › Mechanischer Verschleiß (Stöße und Vibrationen von rotierenden Maschinen)

Unter solch rauen Umgebungsbedingungen müssen Industriesensoren resistent und zuverlässig sein, damit sie einen langfristig stabilen Betrieb mit hoher Leistung gewährleisten können.

Der Sushi Sensor bietet noch folgende weitere Vorteile: Der Sensor ist batteriebetrieben, kompakt und leicht, einfach zu installieren, leicht einzustellen über ein Smartphone oder Tablet mittels Nahfeldkommunikation (NFC), bietet drahtlose Fernkommunikation über den LoRaWAN-Kommunikationsstandard für drahtlose Netzwerke und einfache Datenerfassung und Überwachung. Ist der Sushi Sensor angeschlossen, ist ein Batteriewechsel möglich, ohne das Asset auszuschalten.

Um alle Anforderungen zu erfüllen, haben wir uns für ein Modulsystem entschieden; dabei besteht das Produkt aus dem drahtlosen Kommunikationsmodul XS110A, mit eingebauter Batterie, und dem Druckmessmodul XS530 oder dem Temperaturmessmodul XS550. Bei der Batterie haben wir von der Größe AA, die im Funk-Vibrations-Sensor XS770A verwendet wird, auf die Größe D mit großer Kapazität umgestellt, so dass das Produkt über eine lange Zeitdauer mit einer einzigen Batterie betrieben werden kann. Das ist insbesondere an schwer erreichbaren oder gefährlichen Orten ein großer Vorteil. Das Modulsystem macht es möglich, dass der Sensor auf derselben drahtlosen Infrastruktur arbeitet, so dass die Kunden den Trend der verschiedenen Anlagendaten in ihren Betrieben überwachen können. Die Eigenschaften des Sushi Sensors und die eingesetzten Technologien werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

MODULARES SYSTEM

Die von den Messmodulen XS530/XS550 erfassten Druck- und Temperaturmesswerte werden über das drahtlose Kommunikationsmodul XS110A an ein Host-System übertragen. Dieses drahtlose Kommunikationsmodul, das mit einer drahtlosen Kommunikationsfunktion und einer Batterie ausgestattet ist, wird mit anderen Modulen für unterschiedliche Messzwecke kombiniert. Abbildung 1 zeigt die Konfiguration des Produkts.



Abb. 1: Konfiguration des Produkts

Die Module werden direkt miteinander verbunden. Das erleichtert die Montage und Demontage, und es gibt keine hinderlichen Kabel. Der Modulverbindungsmechanismus ist in die speziell entwickelte Hardware integriert, um die drahtlose wasser-, staub- und vibrationsfeste Leistung sowie die Zuverlässigkeit der Verbindung zu gewährleisten. Dieser Mechanismus wird in den in Zukunft entwickelten Messmodulen übernommen.

Wie die Module verbunden werden

Um den elektrischen Kontakt der Verbindungselemente zu sichern und das Gehäuse robuster zu machen, ist der Mechanismus wie folgt konzipiert: Die Kerben des Gehäuses sind als Positionierungshilfen für das Verbinden der Module vorgesehen. Vier Kerben sind an der Innenkante des XS110A und

der Außenkante des XS530/XS550 angeordnet, um den Verbindungsvorgang zu erleichtern (Abbildung 2). Diese Lösung macht den Sushi Sensor stabil und verbessert die elektrische Zuverlässigkeit der Verbindungselemente.



Abb. 2: Struktur der Schnittstelle

Mit einem Paar Befestigungsschrauben am XS110A und einem Paar Schiebe-Befestigungsschrauben am XS530/XS550 wird die Verbindung der Module gesichert. Die Schiebefestigungsschrauben werden aus dem Gehäuse des Messmoduls herausgezogen und zum Einrasten und Fixieren verwendet, wie in Abbildung 3 dargestellt.

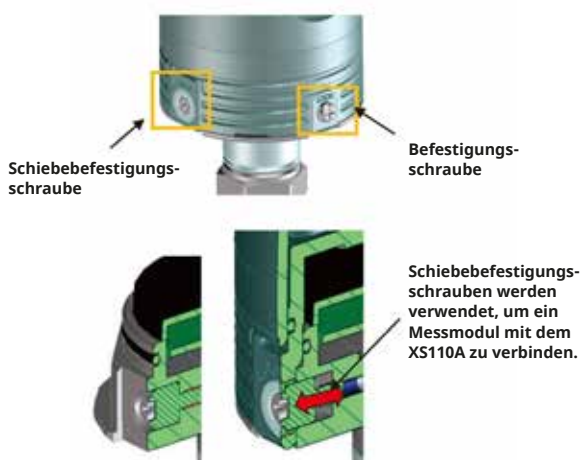


Abb. 3: Wie die Module verbunden werden

Eigenschaften der Antenne

Als Kommunikationsprotokoll verwendet der Sushi Sensor LoRaWAN, das sich durch Empfangsempfindlichkeit, Immunität gegen Funkstörungen und Funkstreuungseigenschaften auszeichnet. Es liefert selbst in Anlagen, in denen es viele Hindernisse für Funkwellen gibt, eine ausgezeichnete Kommunikationsleistung.

Wir verwenden eine Chip-Antenne zur Substratmontage, die mit dem Funk-Vibrations-Sensor XS770A eine ausgezeichnete Leistung gezeigt hat. Beachten Sie, dass die GND-Ebene auf dem Substrat als Teil der Antenne fungiert. Wenn das XS110A an das XS530/XS550 angeschlossen wird, werden die GND beider Substrate ebenfalls über den Steckverbinder verbunden. Daher können Änderungen in der GND-Ebene die Strahlungscharakteristik beeinflussen. Abbildung 4 zeigt Änderungen in der GND-Ebene im modularen System.

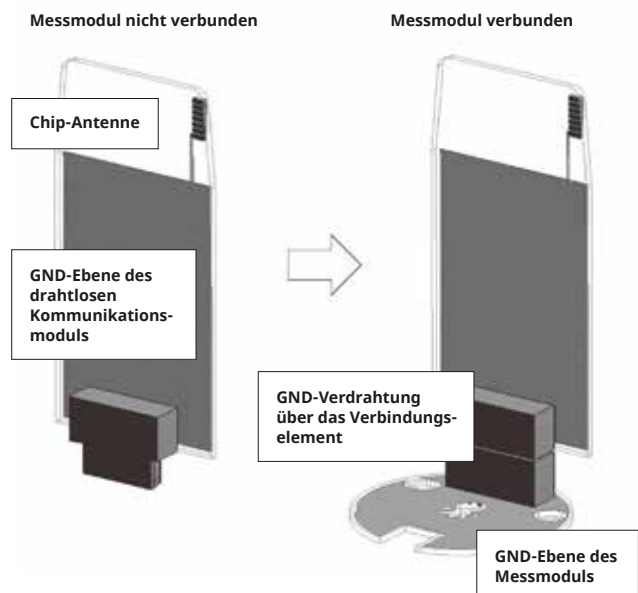


Abb. 4: Änderungen in der GND-Ebene im modularen System

Wir haben das elektromagnetische Feld simuliert, um zu ermitteln, ob sich die Antennenfunktion verschlechtern kann, und haben vorsichtshalber

Ferritperlen in die Stromquelle/GND und die Signalleitung, die die Module verbindet, eingesetzt. Wir wählten Ferritperlen, die eine hohe Impedanz bei 920 MHz der LoRaWAN-Spezifikation gewährleisten und so das drahtlose Kommunikationsmodul und das Messmodul im Zielfrequenzbereich elektrisch trennen. Abbildung 5 zeigt die Antennenstrahlungsfunktion, wenn das drahtlose Kommunikationsmodul an das Druckmodul angeschlossen ist.

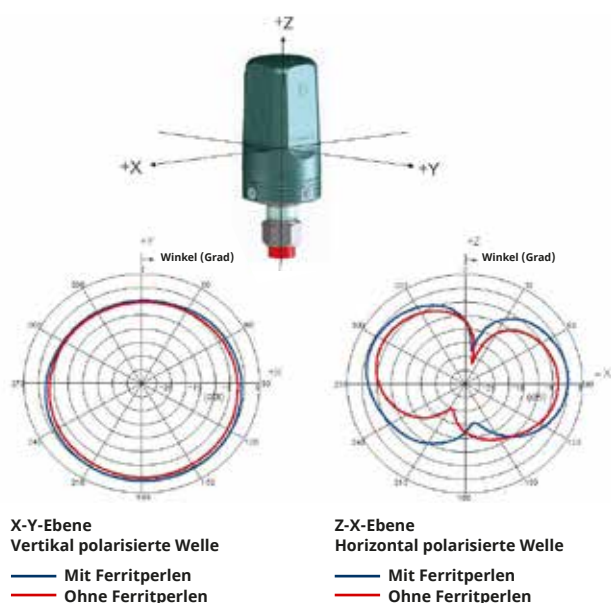


Abb. 5: Strahlungseigenschaften der Antenne (LoRaWAN)

Ein Feldtest hat bestätigt, dass das Produkt sowohl in einer Außenumgebung mit guter Sichtverbindung als auch in einer Innenumgebung mit Hindernissen eine Kommunikationsleistung bietet, die der des Funk-Vibrations-Sensors XS770A entspricht.

Schaltungsanordnung und Firmware

Das drahtlose Kommunikationsmodul muss mit verschiedenen Messmodulen verbunden werden können, wie in Abbildung 6 dargestellt. Auch im separaten System muss das drahtlose Kommunikationsmodul mit dem Programm jedes Messmoduls arbeiten und Berechnungen mit für das Messmodul spezifischen Parametern durchführen.

Für das drahtlose Kommunikationsmodul haben wir eine Firmware (Programm und Parameter) entwickelt, um die Erweiterung und freie Kombination der Module zu erleichtern.

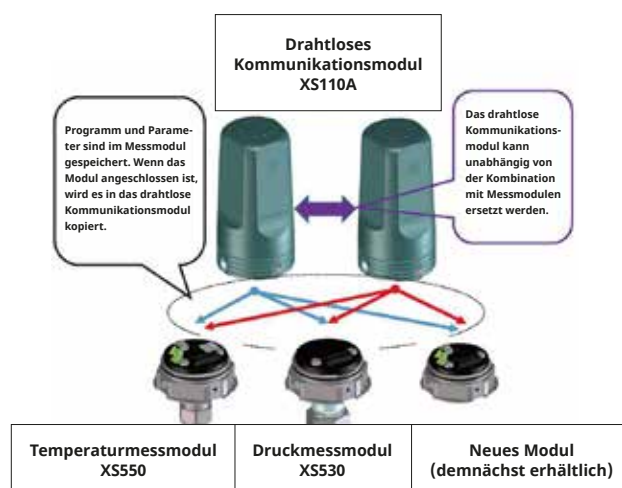


Abb. 6: Kombination von Modulen

CPU und Speicherkonfiguration

Abbildung 7 zeigt die Konfiguration der Hauptteile. Die CPU ist im drahtlosen Kommunikationsmodul (nicht in Messmodulen) montiert, so dass sie Peripheriegeräte wie den LoRa-Kommunikationsschaltkreis, den NFC-Kommunikationsschaltkreis und den Stromversorgungsschaltkreis effizient steuern kann. Die CPU betreibt ein angeschlossenes Messmodul und steuert alle Peripheriegeräte; dies vereinfacht die Konfiguration erheblich.

Wenn das Programm im drahtlosen Kommunikationsmodul gespeichert ist, muss es mit allen Messmodulen kompatibel sein. Dafür aber ist eine lange Entwicklungszeit und ein großer Speicherplatz erforderlich. Um dieses Problem zu lösen, haben wir den Speicher im Messmodul lokalisiert und das Programm dort abgelegt. Sensorspezifische Parameter werden ebenfalls im Messmodul gespeichert. Dadurch kann das Messmodul auch dann weiterarbeiten, wenn ein anderes (oder neues) drahtloses Kommunikationsmodul angeschlossen wird.

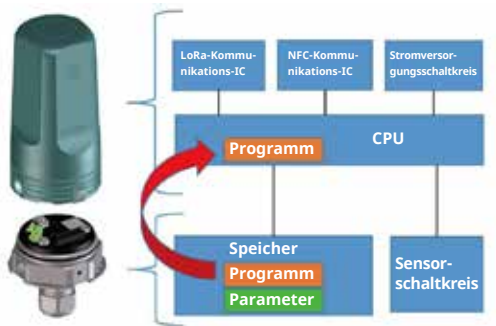


Abb. 7: Konfiguration der Hauptteile

Das Programm laden

Wenn das drahtlose Kommunikationsmodul die Verbindung mit einem Messmodul erkennt, kopiert es das im Messmodul gespeicherte Programm in den Speicher in der CPU (vgl. Abbildung 7). Beim Druckmodul kopiert das drahtlose Kommunikationsmodul das Druckprogramm in das Druckmessmodul, und beim Temperaturmessmodul wird das Temperaturprogramm kopiert. In dieser Form kann das Portfolio zukünftig auch um neue Messmodule erweitert werden.

Speichern von Parametern

Die für ein Messmodul spezifischen Korrekturkoeffizienten und die für die drahtlose Kommunikation spezifischen Parameter werden im Speicher des Messmoduls gespeichert.

Das auf das drahtlose Kommunikationsmodul kopierte Programm greift auf die zum Zeitpunkt des Versands eingestellten Korrekturkoeffizienten oder auf die im Speicher des Messmoduls gespeicherten Parameter zu und kann hochpräzise Berechnungen durchführen. Mit Hilfe der Sushi Sensor App – einer Android-App zur Einstellung von Parametern und Überwachung des Status von drahtlosen Druck- und Temperatursensoren – kann das Programm die Sollwerte von Parametern ändern. Da die Parameter im Messmodul gespeichert sind, kann das Produkt

auch dann mit den vorherigen Einstellungen beginnen, wenn die drahtlosen Kommunikationsmodule ausgetauscht werden, um die Batterie zu ersetzen.

BATTERIEBETRIEBEN

Wenn eine große Anzahl von Sushi Sensoren in der Anlage installiert ist, können große Datenmengen für die Geräewartung erfasst werden. Je größer jedoch die Anzahl der installierten Produkte ist, desto größer ist der Arbeitsaufwand für den Batteriewechsel. Wir haben dieses Problem gelöst, indem wir auf einen einfachen Batteriewechsel und einen niedrigen Stromverbrauch ausgelegt haben.

Batteriewechsel

Die Thionylchlorid-Lithiumbatterie ist ein Standardprodukt, das auf dem Markt weit verbreitet ist. Im Sushi Sensor wird eine Zelle in der Größe D eingesetzt. Vor dem Batteriewechsel wird das drahtlose Kommunikationsmodul aus dem Messmodul entfernt. Mit dieser Spezifikation kann der Benutzer die Batterien des Sushi Sensors ersetzen, während der Sensor mit dem Prozess verbunden bleibt; es besteht keine Notwendigkeit, die Anlage abzuschalten.



Abb. 8: Batteriebehälter des drahtlosen Kommunikationsmoduls

Darüber hinaus erfüllt das Produkt die Explosionschutznormen, weil das drahtlose Kommunikationsmodul in einen nicht explosionsgefährdeten Bereich gebracht und die Batterien dort ausgetauscht werden können.

Die Batterie wird nicht nur an beiden Enden mit Federn gehalten, sondern auch mit einem Gummipolster abgestützt, so dass selbst eine handelsübliche Standardbatterie in einer Umgebung mit starken Vibrationen weiterhin stabile Leistung liefern kann. Abbildung 8 zeigt den Batteriebehälter des drahtlosen Kommunikationsmoduls.

Batterielebensdauer

Tabelle 1 zeigt die Batterielebensdauer der Messmodule. Nachfolgend wird beschrieben, mit welchen Konfigurationen die angestrebte Batterielebensdauer erreicht wird.

Maßnahmen zur Stabilisierung des Batteriebetriebs

Die Thionylchlorid-Lithium-Zelle hat eine niedrige Selbstentladungsrate und kann bis kurz vor der kompletten Entladung eine stabile Spannung liefern. Wenn dieser Batterietyp jedoch bei hohen Temperaturen unbelastet bleibt, bildet sich im Inneren ein Thionylchloridfilm, der den Innenwiderstand erhöht

und die Spannung verringert, wenn ein großer Strom angelegt wird. Wenn dann in diesem Zustand plötzlich eine schwere Last angelegt wird, ist es schwierig, die gewünschte Spannung aufrechtzuerhalten. Das kann zu Schwankungen bei Messungen und drahtloser Kommunikation führen. Dieses Problem wurde mit folgenden zwei Maßnahmen behoben:

1. Funktion zur Spannungswiederherstellung
Die Bildung eines Thionylchloridfilms hängt von der Umgebungstemperatur ab. Der Film wächst bei höheren Temperaturen schneller, kann aber entfernt werden, wenn eine Zeit lang ein mäßiger Strom entladen wird. Deshalb haben wir das drahtlose Kommunikationsmodul mit einer Funktion zur Spannungswiederherstellung (Refresh-Funktion) ausgestattet. Diese Funktion misst die Umgebungstemperatur, erzeugt den für jeden Temperaturbereich geeigneten Mindeststromimpuls für die elektrische Entladung, entlädt die Batterie periodisch und unterdrückt so eine zunehmende Filmbildung. Diese Funktion sorgt dafür, dass die Batterie über einen großen Temperaturbereich stabil arbeitet.

2. Ausschließliche Regelung der Schwerlastverarbeitung
Um den Einfluss des Innenwiderstands der Batterie zu minimieren, wird Firmware ausschließlich zur Regelung von Verarbeitungsaufgaben verwendet (drahtlose Kommunikation, Erfassung, Speicher-

DATENAKTUALISIERUNGSZYKLUS	BATTERIELEBENSDAUER (RAUMTEMPERATUR)		
	Standard-Kapazität	Techn. Daten Drucksensor	Techn. Daten Temperatursensor
1 Minute	3,0 Jahre	3,5 Jahre	3,3 Jahre
10 Minuten	8,0 Jahre	8,8 Jahre	8,6 Jahre
1 Stunde	10,0 Jahre	11,2 Jahre	11,1 Jahre
1 Tag	10,5 Jahre	11,8 Jahre	11,8 Jahre

Tab. 1: Batterielebensdauer

zugriff, NFC-Kommunikation usw.). Dadurch wird die schnelle Laständerung vermieden, die zu einem Spannungsabfall führt, und der maximale Wert des Verbrauchsstroms unterdrückt, wodurch ein langer, stabiler Betrieb erreicht wird.

GEHÄUSEKONSTRUKTION

Das Produkt ist für den mobilen Einsatz im Feld, den einfachen Austausch von Batterien und eine benutzerfreundliche Bedienung für verschiedene Einstellungen und Wartungsarbeiten ausgelegt. Auf den beiden Seiten des Kommunikationsmoduls garantiert eine griffige Oberfläche die sichere Handhabung (Abbildung 9). Ein „Pfeil“ gibt außerdem die Richtung an, in der das Messmodul mit Schrauben zu befestigen ist. Die Stelle, an der das Smartphone für die NFC-Kommunikation anzudocken ist, ist zusätzlich gekennzeichnet.



Abb. 9: Benutzerfreundliches Produktdesign

Umweltfreundliches Gehäuse

Weil der Sensor in Außenumgebungen mit Regen, Schnee, Sand, Staub usw. über einen langen Zeitraum funktionieren und gleichzeitig mit Hochtemperatur- und Hochdruck-Prozessleitungen verbunden bleiben soll, muss das Gehäuse äußerst wider-

standsfähig sein. Wenn das drahtlose Kommunikationsmodul an das Messmodul angeschlossen wird, erfüllt das Produkt die Anforderungen an Staub- und Wasserdichtigkeit (IP66/67 und NEMA250 TYP 4X). Darüber hinaus sind Vibrations- und Schockfestigkeit sichergestellt, so dass das Produkt auch unter schwierigen Installationsbedingungen stabil Messdaten weitergeben kann.

Um diese Spezifikationen zu erfüllen, haben wir den folgenden Ansatz gewählt:

Für das Gehäuse des drahtlosen Kommunikationsmoduls wird technischer Kunststoff aus Polycarbonat (PC) verwendet. Dieses Material minimiert den Einfluss auf die drahtlose Kommunikation, verbessert die Handhabung des Produkts und senkt die Materialkosten. Bei der Verwendung von Harzmaterialien sind einige Punkte zu beachten: Wie kann sichergestellt werden, dass die Stoßfestigkeit bei niedrigen Temperaturen, die Hitzebeständigkeit, die UV-Beständigkeit, die Flammenhemmung und die Vibrationsfestigkeit nicht geringer als bei bereits existierenden Feldprodukten sind? Wir haben ein Material ausgewählt, das den Explosionsschutz und die Sicherheitsstandards der Zielländer erfüllt. Vor der Herstellung des Gehäuses im Spritzgussverfahren haben wir mit einem Simulator die Fließfähigkeit des Harzes überprüft und seine Anwendbarkeit bestätigt.

Messmodule dürfen die Umgebungsvoraussetzungen der Benutzer, wie z. B. Rohrleitungen und Kanäle, mit denen sie in Kontakt kommen, nicht beeinflussen. Aus diesem Grund wird rostfreier Stahl mit ausgezeichneter Steifigkeit und Korrosionsbeständigkeit verwendet. Dieses Gehäuse bietet eine hervorragende Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse und eine zuverlässige Verbindung mit dem drahtlosen Kommunikationsmodul. Darüber hinaus ist es ausreichend vibrationsfest (IEC60770-1) und schockfest (IEC60068-2-27).

MESSMODULE

Um den wichtigsten Benutzerbedarf an Druck- und Temperaturmessung zu erfüllen, haben wir zwei Messmodule und erweiterte Lösungen für die Überwachung des Zustandes von Geräten mit Sushi Sensor entwickelt. Nachfolgend werden die Hauptmerkmale beider Module beschrieben.

Druckmessmodul

Konventionell wird der Überdruck von den Bedienern bei Rundgängen gemessen. Das Druckmessmodul XS530 ersetzt diese Aufgabe durch eine Online-Überwachung. Das XS530 ist ein kompaktes, leichtes und äußerst zuverlässiges Modul zur Messung von Überdrücken bis zu 5 MPa (E-Bereich), das die in den Messumformern der EJX/EJA/FP-Serie von Yokogawa eingebundenen Technologien vereint.

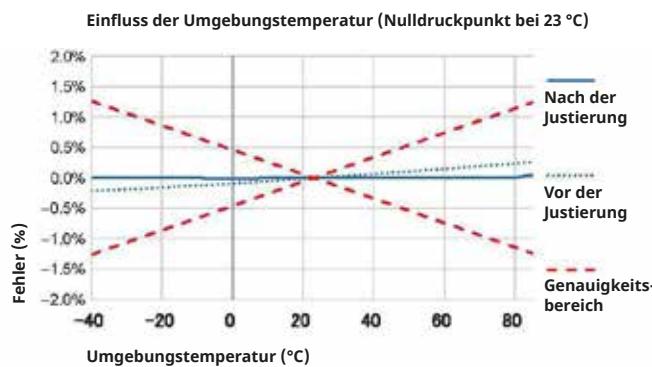


Abb. 10: Bewertungsergebnisse des Einflusses der Umgebungstemperatur auf den Druckmesssensor

Für den Druckempfangsteil wird eine Membrane aus Hastelloy C-276 und für das Gehäuse Edelstahl entsprechend SUS316 verwendet. So wird eine hohe Korrosionsbeständigkeit und lange Lebensdauer erreicht, die der von Messumformern entspricht.

Zur Druckmessung wird ein piezoresistiver Drucksensor verwendet. Dieser Sensortyp weist eine ausgezeichnete Störfestigkeit auf und verbraucht im intermittierenden Betrieb weniger Strom. Der Einfluss

der Sensorlinearität und der Umgebungstemperatur auf die Messungen wird durch den bei der Versandinspektion ermittelten Wert korrigiert. Das Ergebnis ist eine Genauigkeit von $\pm 0,25\%$ des Skalenendwertes und der Einfluss der Umgebungstemperatur beträgt $\pm 0,02\%$ des Skalenendwertes/°C. Abbildung 10 zeigt den Einfluss der Umgebungstemperatur vor und nach der Justierung.

Temperaturmessmodul

Das XS550-Temperaturmessmodul kann einen großen Temperaturbereich messen und eignet sich sowohl für Bediener Rundgänge als auch für die Online-Wartung von Geräten. Das XS550 wandelt Eingänge von einem Thermoelement (einer der neun von IEC60584 spezifizierten Typen, einschließlich Typ B, E und J) in Temperaturwerte nach der Vergleichsstellenkompensation um und gibt sie aus. Obwohl das XS550 ein kompaktes Modul ist, akzeptiert es zwei nicht isolierte Eingänge. Daher kann dieses Temperaturmodul in Anwendungen mit einer redundanten Konfiguration mit einem Doppelement-Thermoelement eingesetzt werden, sowie in Anwendungen, die einen Zielpunkt und die Umgebungstemperatur gleichzeitig messen müssen. Tabelle 2 zeigt die Hauptspezifikationen des XS550-Temperaturmessmoduls.

ELEMENT	TECHNISCHE DATEN
Eingangssignal	Thermoelement: B, E, J, K, N, R, S, T, C
Anzahl der Eingänge	2
Genauigkeit (typisch)	Typ J: $\pm 0,75\text{ }^{\circ}\text{C}$, Typ K: $\pm 1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, Typ T: $\pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
Genauigkeit nach Kompensation der Referenzverbindung	$\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
Umgebungstemperatur	40 °C bis 85 °C (Standardprodukt)

Tab. 2: Technische Daten des Temperaturmoduls

FAZIT

Beide Sensoren überwachen den Zustand der Betriebsanlagen über einen langen Zeitraum, und diese Daten können leicht online abgerufen werden. Diese Sensoren tragen dazu bei, den Arbeitsaufwand bei Bedienerrundgängen, periodische Inspektionen und Wartungsarbeiten zu reduzieren, die Inspektionsergebnisse zu quantifizieren und zu visualisieren, die Inspektionsqualität zu stabilisieren und zu vermeiden, dass Elemente bei Inspektionen übersehen werden.

Auf diese Weise können sich die Betreiber einen umfassenden Überblick über den Anlagenzustand verschaffen. Darüber hinaus ist der Sushi Sensor auf KI, Machine Learning und die Cloud ausgelegt, um die Betriebseffizienz kontinuierlich zu verbessern, Anzeichen von Unregelmäßigkeiten zu erkennen sowie die Möglichkeit einer Anlagenstörung vorherzusagen.

Yokogawa wird die Entwicklung der drahtlosen Sushi Sensor Lösung für das IIoT fortsetzen und Kunden bei der effizienten Wartung der Anlagen unterstützen.

Sushi Sensor ist ein eingetragenes Warenzeichen der Yokogawa Electric Corporation.

LoRa ist ein eingetragenes Warenzeichen und LoRaWAN ist ein Warenzeichen der Semtech Corporation.

YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION

World Headquarters

9-32, Nakacho 2-chome, Musashino-shi,
Tokyo 180-8750, Japan
www.yokogawa.com

YOKOGAWA CORPORATION OF AMERICA

12530 West Airport Blvd, Sugar Land,
Texas 77478, USA
www.yokogawa.com/us

YOKOGAWA AMERICA DO SUL LTDA.

Alameda Xingu 850 Barueri CEP 06455-030
Barueri – SP, Brasil
www.yokogawa.com.br

YOKOGAWA EUROPE B.V.

Euroweg 2, 3825 HD Amersfoort,
The Netherlands
www.yokogawa.com/eu

YOKOGAWA ELECTRIC CIS LTD.

1, Samarskaya street, business center Novion,
Moscow, Russia, 129110
www.yokogawa.ru

YOKOGAWA CHINA CO., LTD.

Room 1801, Tower B, THE PLACE, No.100 Zunyi
Road, Changning District, Shanghai, China
www.yokogawa.com/cn

YOKOGAWA ELECTRIC KOREA CO., LTD.

(Yokogawa B/D, Yangpyeong-dong 4-Ga),
21, Seonyu-ro 45-gil, Yeongdeungpo-gu,
Seoul, 07209, Korea
www.yokogawa.com/kr

YOKOGAWA ENGINEERING ASIA PTE. LTD.

5 Bedok South Road, Singapore 469270,
Singapore
www.yokogawa.com/sg

YOKOGAWA INDIA LTD.

Plot No.96, Electronic City Complex, Hosur Road,
Bangalore - 560 100, India
www.yokogawa.com/in

YOKOGAWA MIDDLE EAST & AFRICA B.S.C.(c)

P.O. Box 10070, Manama, Building 577,
Road 2516, Busaiteen 225, Muharraq, Bahrain
www.yokogawa.com/bh

Alle weiteren Firmen-, Organisations- oder Produktnamen und Logos, die in dieser Abhandlung erscheinen, sind entweder Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen ihrer jeweiligen Inhaber. Einzelheiten über die Markteinführung im Ausland finden Sie auf der Website von Yokogawa. Änderungen vorbehalten. Alle Rechte vorbehalten, Copyright © 2020, Yokogawa Electric Corporation