



temat wydania

Technologia 79 GHz w pomiarach poziomu materiałów sypkich



akademia automatyki

Bezinwazyjne pomiary przepływu cz. 1



dobra praktyka

Nieszablonowe modernizacje i innowacyjne projekty



szkolenie

Szkolenie PLC cz. 12

 **nowości**
str. 3
 **temat wydania**
**Technologia 79 GHz w pomiarach poziomu materiałów sypkich,
 czyli sonda radarowa VEGAPULS 69**
str. 5
 **dobra praktyka**
**Nieszablonowe modernizacje i innowacyjne projekty,
 czyli o maszynach „szytych na miarę”**
str. 8
 **akademia automatyki**
**Bezinwazyjne pomiary przepływu,
 czyli rozprawa z mitami – cz. I**
str. 11
 **szkolenia**
**Szkolenie PLC cz. 12
 Komunikacja szeregową w sterowniku TECO TP03**
str. 14**od redakcji****Drodzy Czytelnicy!**

I stało się. Rok 2014 zbliża się nieuchronnie do końca, a my przedstawiamy ostatni w tym roku numer „Pod kontrolą”. Jako, że nie będziemy mieli już okazji do „spotkania” z Państwem, serdecznie dziękuję za obecność z nami w tym roku. W imieniu swoim oraz całej redakcji życzę spełnienia wszystkich marzeń w roku 2015. Tymczasem, zapraszam do lektury artykułów przygotowanych przez naszych specjalistów.

O przemysłowych pomiarach poziomu pisaliśmy już sporo. Jest to bowiem jeden z tych pomiarów, które nie zawsze są jednoznaczne, proste i przyjemne. Wynika to między innymi, a może przede wszystkim z różnorodności zbiorników, w których prowadzi się pomiar. Kształt, wielkość, wewnętrzna konstrukcja, warunki panujące w zbiorniku, a także właściwości mierzonego medium – te wszystkie zmienne wpływają na jakość prowadzonych pomiarów. Jeśli dodamy do tego wielość metod pomiarowych lepiej lub gorzej radzących sobie w różnych aplikacjach, sprawa jeszcze bardziej się komplikuje. Producenci aparatury od lat starają się wyjść naprzeciw tym problemom, konstruując coraz bardziej zaawansowane i, co ważne, uniwersalne urządzenia. Najlepszym przykładem są sondy radarowe, które z uwagi na swoje zalety zdobywają coraz większą popularność. Radary jak każde urządzenia mają jednak swoje ograniczenia, które zmieniają się bardzo dynamicznie w ostatniej dekadzie z uwagi na ogólny postęp w technologiach mikrofalowych. Rok 2014 jest pewnym przełomem w technice radarowej z uwagi na wprowadzenie przez firmę Vega zupełnie nowej sondy, która wykorzystuje mikrofałę o częstotliwości 79 GHz i niespotykaną dotychczas dynamikę sygnału pozwalającą na pomiar mediów o bardzo słabych właściwo-

ściach odbijania fal radarowych. Właśnie o tym traktuje „Temat wydania”.

Konieczność ciągłej modernizacji polskich zakładów nie wymaga chyba specjalnej argumentacji. Wszyscy wiemy, że konkurencyjność każdego zakładu zależy od nowoczesnych technologii automatyzujących procesy, zwiększających ich bezpieczeństwo czy podnoszących jakość wyrobów. Nic nie dzieje się jednak samo i aby efektywnie przeprowadzić procesy modernizacyjne, nierzadko niezbędna jest nie tylko wiedza i doświadczenie ale zdolność wykraczania poza pewne schematy czy szablony. W „Dobrej praktyce” autor relacjonuje w skrócie kilka wdrożonych modernizacji opartych właśnie o innowacyjne, nigdy wcześniej nie realizowane rozwiązania w zakresie maszyn.

Podobnie do „Tematu wydania”, także „Akademia automatyki” koncentruje się na jednym z bardziej problematycznych pomiarów. Pomiary przepływu będące tematem wykładu przedstawione są w odniesieniu do pomiarów bezinwazyjnych, ich podstaw teoretycznych i praktycznych możliwości zastosowania. Autor przy okazji rozprawia się także z kilkoma mitami dotyczącymi bezinwazyjnych pomiarów przepływu.

Szkolenie PLC cz.12 dotyczy integracji sterownika PLC z innymi urządzeniami za pomocą cyfrowej komunikacji szeregowej. Autor prezentuje między innymi takie zagadnienia jak komunikacja master-slave, parametryzacja portu szeregowego, implementacja protokołu Modbus RTU.

Zapraszam do lektury

Jerzy Janota

Dyrektor ds. rozwiązań produktowych



Przetworniki ciśnienia/różnicy ciśnień VEGABAR 80 teraz z polskim menu



oprogramowanie
PL

Pisaliśmy o nowych przetwornikach ciśnienia serii Vegabar 80. Nowe przetworniki marki VEGA doczekały się uaktualnienia oprogramowania wewnętrznego, które teraz jest dostępne w polskiej wersji językowej. Dzięki tej aktualizacji obsługa tych uniwersalnych przetworników jest jeszcze łatwiejsza.

kalibratory@introl.pl

Miernik wilgotności materiałów sypkich NIR-6000

Nasza oferta mierników wilgotności materiałów sypkich została wzbogacona o urządzenia do pomiaru bezkontaktowego, pracujące w podczerwieni. Mierniki serii NIR-6000 firmy SENSORTECH są przeznaczone do ciągłego i bezkontaktowego pomiaru wilgotności wszelkiego rodzaju produktów sypkich w zakresie 0-100%. W typowych aplikacjach uzyskuje się dokładność $\pm 0,1\%$. Dzięki wykorzystywanej technologii i swojej konstrukcji urządzenie zapewnia wysoką dokładność, powtarzalność i stabilność pomiarów, nieosiągalną dla innych, podobnych mierników.

Mierniki serii NIR-6000 mierzą wilgotność produktu w oparciu o analizę pochłaniania przez ten produkt określonych częstotliwości fal z zakresu podczerwieni (długość fal od 1000 nm do 2500 nm).



Urządzenia serii NIR-6000 są dostarczane w wielu wersjach i wykonaniach, stosownie do wymagań aplikacji. Dostępne są m.in. wykonania higieniczne dla przemysłu spożywczego i farmaceutycznego, wykonania heavy-duty do ciężkich warunków górnictwa i hutnictwa oraz wykonania dla stref zagrożenia wybuchem pyłów ATEX 21.

Firma SENSORTECH dostarcza wszystkie niezbędne elementy systemu pomiarowego: miernik wilgotności, lokalne wyświetlacze, stacje operatorskie do obsługi i programowania miernika oraz oprogramowanie do wizualizacji danych. Dzięki dostępnym modułom i protokołom komunikacyjnym Użytkownik może w łatwy sposób zintegrować urządzenie pomiarowe z posiadany system sterowania. NIR-6000 może się komunikować z otoczeniem używając m.in. takich protokołów jak Profibus, Profinet, Ethernet lub Modbus.

Mierniki NIR-6000 są wykorzystywane przede wszystkim do pomiaru wilgotności składników podawanych do procesu produkcji, do kontroli jakości gotowego produktu oraz do sterowania procesami suszenia.

jjanota@introl.pl

EE820 – nowy sensor CO₂, nowa metoda

Po latach doświadczeń firmy E+E Elektronik w produkcji sensorów dwutlenku węgla opartych o pomiary w podczerwieni opracowano nową koncepcję pomiarową. Dotychczasowa metoda zakładała kompensację efektu starzenia się źródła pomiarowego przez wysyłanie kontrolnie fali wzorcowej z drugiego źródła. Sprawdzenie to odbywało się dwa razy na dobę. Metoda sprawdza się w warunkach powietrza czystego, układach HVAC. W przypadku jednak gdy w aplikacji występowały duże zanieczyszczenia chemiczne, oddziaływały one na źródło wzorcowe, co powodowało niekorzystny dryft pomiaru i wzrost błęd pomiarowego w długim okresie użytkowania urządzenia. Te niekorzystne oddziaływania nie mogły być kompensowane inaczej niż przez laboratoryjny serwis producenta. Nowa metoda wykorzystuje jedno źródło sygnału pomiarowego, którym emitowane są dwie długości fali podczerwonej. Jedna fala (4,2 μm) dokonuje pomiaru CO₂, druga fala kontrolna (3,9 μm) nie jest absorbowana przez gazy. Na podstawie obydwu sygnałów, co 30 sekund dokonywany jest pomiar, który charakteryzuje się dużo większą dokładnością i stabilnością w czasie.

W efekcie wprowadzenia nowej metody, proponowane do tej pory przetworniki EE82 zostały zastąpione serią EE820 i przeznaczone są do aplikacji takich jak szklarnie, pieczarkarnie, stajnie i obory. Dzięki nowej technologii została zwiększona dokładność pomiaru. Stała czasowa pomiaru (τ_{63}) wynosi 300 s. Przetworniki proponowane są na 2000, 5000 i 10 tysięcy ppm CO₂, z wyjściami 4÷20 mA lub 0÷10 V.



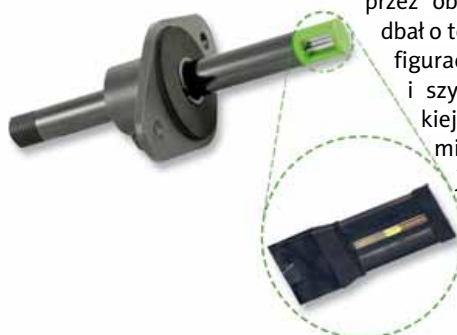
hvac@introl.pl

Nowy miniaturowy przetwornik prędkości powietrza EE671

Zbudowany w oparciu o nowy element pomiarowy przetwornik EE671 przeznaczony jest do aplikacji masowych oraz układów klimatyzacji i wentylacji. Czujnik VTQ zapewnia zarówno najwyższą dokładność pomiarową oraz powtarzalność, jak również bardzo dobrą odporność na zanieczyszczenia. Ponadto posiada inne cechy znane z wcześniejszych wersji tj. szybką odpowiedź czy też niską zależność kątową.

Przetwornik występuje zarówno w wersji z przewodem jak i przyłączem wtyczkowym. Zastosowany kołnierz montażowy umożliwia nie tylko dokładne ustawienie głębokości montażu ale również dokładne ustawienie przetwornika w kierunku przepływu.

Przetwornik wyposażony jest w liniowe wyjście napięciowe oraz interfejs cyfrowy umożliwiający konfigurację przetwornika przez obsługę. Producent zadbał o to aby instalacja i konfiguracja EE671 były łatwe i szybkie, a dzięki wysokiej jakości elementu pomiarowego, urządzenie jest odporne na zanieczyszczenia.



hvac@introl.pl



Przetwornik punktu rosy EE354

Niezawodna kontrola punktu rosy odgrywa ważną rolę w uniknięciu niepotrzebnych kosztów awarii instalacji sprężonego powietrza. Przetwornik punktu rosy EE354 został opracowany specjalnie do monitorowania punktu rosy osuszaczy chłodniczych. Przetwornik charakteryzuje się wysoką dokładnością pomiaru. Dla powietrza o temperaturze 20°C pomiar punktu rosy w zakresie -3...20°C dokonywany jest z dokładnością $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 1,8^\circ\text{C}$). W szerszym zakresie dokładność pomiaru wynosi 2°C , w skrajnym przypadku 3°C . Pełny zakres pomiarowy wynosi -20...50°C temperatury punktu rosy. Małe kompaktowe wymiary umożliwiają łatwą instalację w trudno dostępnych miejscach lub wewnątrz maszyn. Wartość mierzona odczytywana jest poprzez wyjście analogowe 4...20 mA lub interfejs cyfrowy RS485 MODBUS. Czujnik instalowany jest za pomocą gwintu 1/2". Niewielkie wymiary, dokładny i stabilny pomiar oraz korzystna cena to bezspornie atuty nowego przetwornika EE354.



wilgotnosc@introl.pl

Przenośny cyfrowy fotometr ODEON PHOTOPOD

Kolejną nowością w ofercie pomiarów fizyko-chemicznych jest przenośny fotometr ODEON – PHOTOPOD umożliwiający kontrolę zawartości w wodzie takich związków jak: azotany, fosforany, żelazo, chlor, amoniak i inne (do 50 parametrów). Zasada działania fotometru oparta na technologii LED (automatyczne ustawianie długości fali) gwarantuje długi, bezobsługowy czas eksploatacji. Wodoszczelny, łatwy w użytkowaniu ODEON – PHOTOPOD przeznaczony jest do pomiarów zarówno w terenie, jak i w laboratorium. Cyfrowy fotometr z interfejsem Modbus wyposażony jest w pamięć 8 MB i umożliwia przesył danych do komputera (USB).



fizchem@introl.pl

Czterogazowy detektor osobisty MicroClip XL z nowym sensorem tlenu

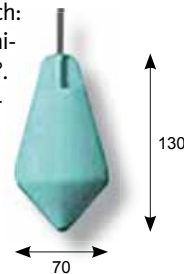
Osobisty detektor MicroClip XL to udoskonalona wersja detektora Microclip XT. Detektor umożliwia wykrywanie od jednego do czterech gazów jednocześnie spośród: H_2S , CO , O_2 , CH_4 . Nowa wersja wyposażona została w nowy sensor tlenu o jeszcze lepszych parametrach pracy: dłuższy czas pracy – 18 h przy 20°C oraz 12 h przy -200°C po dwóch latach eksploatacji, szybszy czas reakcji, dłuższa żywotność i stabilność, większa dokładność przy niższych stężeniach, obniżona reakcja na zmiany temperatury i ciśnienia, szerszy zakres wilgotności pracy. Nowy, kompatybilny z Microdock2 detektor dostępny jest prosto z magazynu. Co ważne, liczne udoskonalenia nie zmieniły ceny detektora, który oferowany jest w cenie wersji Microclip XT.



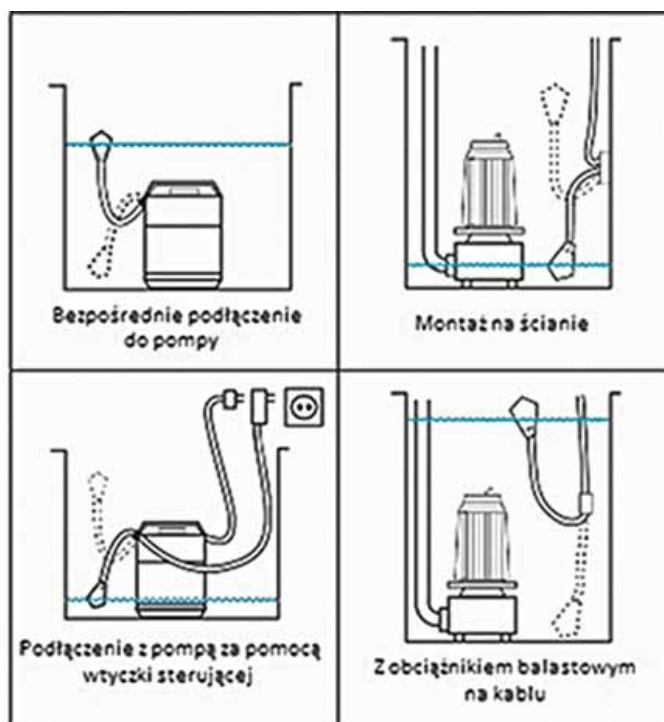
gazy@introl.pl

Ekonomiczne płytki poziomu BIP ECO / BIP STOP

Pływakowe przetworniki poziomu w wersji ekonomicznej przeznaczone są do pracy w małych zbiornikach, do wody czystej, opadowej oraz niektórych ścieków. Współpracują z pompą powodując jej wyłączenie przy niskim poziomie wody i załączenie przy wysokim poziomie wody. Pływakowe przetworniki poziomu BIP ECO i BIP STOP mogą służyć jako sygnalizatory poziomów alarmowych: niskiego i wysokiego. Kąt przetaczania w przetwornikach BIP ECO wynosi $\pm 100^\circ$ a dla BIP STOP $\pm 110^\circ$. Płytki są niezawodne, dzięki dwustożkowej konstrukcji nie wymagają konserwacji, wykonane są z wysokiej jakości materiałów, bez użycia substancji niebezpiecznych dla środowiska takich jak rtęć czy ołów. Dzięki wykonaniu kabla z PCW ekonomiczne pływakowe przetworniki poziomu dostępne są w niskich cenach, w ciągu 24 godzin od daty zamówienia.

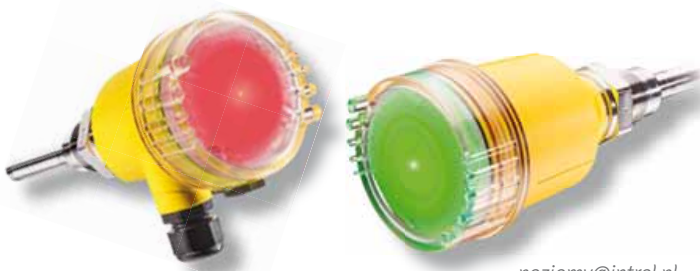


sygnalizatory@introl.pl



Uniwersalny moduł sygnalizacji świetlnej dla czujników poziomu VEGA

PLICSLED to nowy moduł sygnalizacyjny marki VEGA pozwalający rozszerzyć funkcje sygnalizatorów o kontrolę wizualną. Dzięki modułowi świetlnemu PLICSLED, stan sygnalizatora jest widoczny z daleko nawet w świetle słonecznym. Moduł PLICSLED kompatybilny jest z wszystkimi sygnalizatorami VEGA z serii PLICS z wyjściem przekaźnikowym (VEGASWING, VEGAVIB, VEGACAP, VEGAMIP). Moduł montowany jest bezpośrednio na elektronicznej obudowie sygnalizatora. Sygnalizacja stanu może być wyświetlana w dwóch kolorach: czerwony – zielony lub żółty – zielony.



poziomy@introl.pl



Technologia 79 GHz w pomiarach poziomu materiałów sypkich, czyli sonda radarowa VEGAPULS 69

Rozwój technologii mikrofalowych w ostatniej dekadzie spowodował znaczne poszerzenie możliwości wykorzystania radarów w układach automatyki. Co prawda, pierwsze urządzenia do pomiaru poziomu pojawiły się w połowie lat siedemdziesiątych, ale z uwagi na ich cenę oraz skomplikowaną obsługę, a przede wszystkim przeciętne możliwości, mogły być tylko stosowane w przypadku pomiaru cieczy. Poszerzenie zakresu wykorzystania radarów możliwe było dzięki rozwojowi technologii, między innymi zwiększaniu dynamiki sygnału oraz częstotliwości fal jakie wykorzystują urządzenia.

1991 ROK – 6 GHZ

Technologie na bazie 6 GHz weszły szerzej na rynek z początkiem lat dziewięćdziesiątych (1991 rok – pierwszy radar firmy VEGA – VEGAPULS 64) i ujawniły bardzo istotne zalety radaru – metody całkowicie niewrażliwej na zapylenie i dającej możliwość pomiaru mediów o wysokich temperaturach bez utraty dokładności. Problemem pozostały jednak media o niskiej stałej dielektrycznej, czyli słabej zdolności do odbijania fal radarowych np. popiół czy cement. Ówczesne moduły mikrofalowe posiadały bowiem zbyt mały stosunek sygnału do szumu, aby w każdym przypadku skutecznie oddzielić właściwe echo od szumu. Z tego powodu w praktyce nadal 99% urządzeń instalowanych było na cieczach. Drugą kwestią była duża szerokość wiązki spowodowana stosunkowo niską częstotliwością radaru. Do dzisiaj jeszcze można spotkać zainstalowane sondy radarowe z ogromną anteną DN 500 (o wysokości około 1m), które, choć zazwyczaj radziły sobie w wąskich zbiornikach, jednak wykonanie króćca przyprawiło o ból głowy dział utrzymania ruchu. Świat jednak nie stał w miejscu i w 1997 roku postęp pozwolił na znaczną miniaturyzację części elektronicznej urządzenia oraz ich zapotrzebowania na energię (pierwsza na świecie dwu-przewodowa sonda radarowa VEGAPULS 51). Nastąpił czas sond zasilanych w pętli prądowej oraz urządzeń iskrobezpiecznych.

2004... – TECHNOLOGIA 26 GHZ W MATERIAŁACH SYPKICH

W 2004 roku w zakresie pomiarów materiałów sypkich nastąpił oczekiwany przeskok na częstotliwość 26 GHz znaną już z aplikacji ciekłych. W tym czasie wprowadzono pierwsze dedykowane dla materiałów sypkich sondy radarowe, takie jak np. VEGAPULS 68. Sondy dla materiałów sypkich wymagały znacznie lepszych parametrów z uwagi na rozproszenie wiązki na stożkach usypowych, więc widoczną zmianą było zwiększenie o 30 dB dynamiki sygnału sond. Dynamika sygnału poprawiła również zasięg – z 35 do 70 m. Dzięki większej częstotliwości rozmiary anten zmniejszyły się około trzykrotnie, co w praktyce znacznie ułatwiło montaż. Co więcej, dla lepszego skupienia wiązki nie potrzebna była już antena o monstrualnych rozmiarach. Przykładowo, antena tubowa DN 80 na 26 GHz miała identyczne skupienie jak antena DN 250 dla 6 GHz.

Szybkość urządzeń również została poprawiona, z kilkudziesięciu sekund do około 10. Dobre parametry oraz zdecydowany spadek cen spowodowały faktyczny problem dla producentów sond ultradźwiękowych (wrażliwych na zapylenie) oraz praktyczne „wymieranie” sond elektromechanicznych ze spuszczanym ciężarkiem.

Sondy w technologii 26 GHz oferowane są do dzisiaj z dwoma rodzajami anten: tubową o średnicy 100 mm i kącie 8 stopni oraz świetną, ale o rozmiarze 250 mm, paraboliczną o kącie 4 stopni. Z uwagi na wymiary koniecznych króćców anteny tubowe są bardzo wygodne w montażu i stały się standardem. Dla wąskich i wysokich zbiorników lub zbiorników z konstrukcjami wewnętrznymi nie zawsze spełniały one jednak oczekiwania, w związku z tym nadal dla pewnej grupy aplikacji konieczne było wykonanie króćców lub włączów o rozmiarze minimum DN 250 dla anten parabolicznych.

Oczywiście nadal pojawia się często problem z brakiem akceptacji dla zabudowy tak dużej anteny np. z uwagi na chęć wykorzystania starych króćców w dachu zbiornika czy samych kosztów wykonania nowych króćców. Doświadczenie wykazało również, że popularna antena tubowa jest dość wrażliwa na zanieczyszczenie anteny (mała przestrzeń pomiędzy anteną a stożkiem promiennika), co powoduje konieczność stosowania stałego lub okresowego przedmuchu sprężonym powietrzem (lub częściej okresowego demontażu i czyszczenia). W niektórych, bardziej wymagających aplikacjach idealnym rozwiązaniem okazuje się zastosowanie płaskich anten z teflonu (dostępnych właściwie dla cieczy), lecz rozwiązanie to nie zdobyło dużej popularności z prozaicznej przyczyny, czyli ceny urządzenia. Dlatego około 2005 – 2006 roku pojawiła się wersja sondy VEGAPULS 67 z anteną, której wnętrze jest całkowicie wypełnione tworzywem sztucznym (mate tłumienie) oraz membraną czołową z PP. Kąt wiązki takiej sondy był jednak nieco większy, więc rozwią-



◀ Rozmiary anten tubowych w zależności od częstotliwości



zanie nadawało się głównie na mniejsze zbiorniki o prostej konstrukcji.

TECHNOLOGIA 80 GHZ

Producenci urządzeń w 99% bazują na komponentach, które są dostępne na rynku, a tylko pojedyncze, kluczowe elementy elektroniczne produkują na własne potrzeby. Dlatego też przez szereg lat przyglądano się rynkowi motoryzacji, a szczególnie urządzeniom do pomiaru odległości między pojazdami. Producenci tych rozwiązań z uwagi na oczywiste ograniczenia nie mogli stosować urządzeń, których anteny wymagały gruntownych przeróbek w konstrukcji pojazdów (z uwagi na wielkość anten). Najprostszym wyjściem na miniaturyzację anteny było „przeskoczenie” na wyższe częstotliwości. Należy wspomnieć, że częstotliwości radiowe dzielą się na 2 rodzaje: pasma niedozwolone, na które należy uzyskać indywidualną zgodę oraz tzw. pasma uwolnione. Z uwagi na te właśnie regulacje prawne wybór był oczywisty – okolice 80 GHz.

Początkowo dostępne komponenty były jednak przeciętnej jakości. Wystarczało to w zupełności do prostych aplikacji jak pomiar odległości między samochodami (metal odbija 100 % promieniowania), lecz w przypadku mediów o słabych właściwościach odbijania fal (popiół lotny odbija max 4 %) urządzenia posiadały gorsze parametry od już oferowanych urządzeń na 26 GHz. To właśnie słabsze parametry (minimalna stała dielektryczna, prędkości działania itp.) od stosowanych już od lat sond na 26 GHz decydowały o tym, że 80 GHz w praktyce nie wносиło nic specjalnego w zakresie możliwości pomiaru poziomu materiałów sypkich. Przykładowo, sondy 80 GHz nie były w stanie mierzyć mediów o stałej dielektrycznej poniżej 2. Dopiero w 2014 roku, po szeregu prób i modyfikacji, VEGA zbudowa

łała urządzenie, które z jednej strony parametrami nie ustępuje już wcześniej produkowanym urządzeniom, a z drugiej oferuje dodatkowe możliwości.

VEGAPULS 69 – 79 GHZ POD POKŁADEM

Nowa sonda została zbudowana po analizie aplikacji znanych na rynku sond VEGAPULS 67 / 68 pracujących na niższych częstotliwościach. Urządzenie nie miało być nowością samą dla siebie, ale oferować znacznie większe możliwości i łatwość aplikacji w stosunku do aktualnej oferty. Pierwszym założeniem było zbudowanie sondy, która nie tylko mierzy materiały o niskich stałych dielektrycznych jak popiół, wapno czy klinkier, ale jest także w stanie zmierzyć materiały jeszcze trudniejsze w pomiarze. VEGAPULS 69 to potrafi i jest w stanie zmierzyć materiały jak PVC, drewno o wilgotności < 2%, mleko w proszku o niskiej zawartości tłuszczu itp. Do tej pory tego typu aplikacje stanowiły głównie domenę sond radarowych z falowodami (kontaktowe). Wymienione media były problematyczne w 2 przypadkach: dużych zbiorników np. powyżej 30 m lub dokładnie odwrotnie – bardzo małych zbiorników o wysokości 1-2 m. Sondy o częstotliwości 26 GHz mają bowiem wysoką czułość mniej więcej powyżej 1 m, natomiast w pobliżu anteny ich czułość jest znacznie mniejsza. W przypadku sondy 79 GHz odległość ta została ograniczona zaledwie do około

▲
Sonda z anteną tubową



▶▶
Sonda radarowa VEGAPULS 67

▲
Sonda z anteną paraboliczną



30 cm. Co więcej, wyższe częstotliwości dopuszczają do montażu urządzenia w kominku o średnicy 80 mm z anteną czołową (płaską), co było bardzo problematyczne wcześniej. Powodem problemów w takich przypadkach jest bowiem znaczny wzrost szumu dla 26 GHz przy zabudowie sondy w kominku (bez możliwości wystawienia końcówki anteny do wnętrza zbiornika). Wzrost poziomu szumu o 10-30 dB często uniemożliwiał pomiar mediów o słabych właściwościach dielektrycznych przy odległościach mniejszych niż 1 m. 79 GHz rozwiązują ten problem.



▶▶
VEGAPULS 69 – antena PEEK i PP



antena płaska 26 GHz
DN80, kąt wiązki 10°



antena soczewkowa 79 GHz
DN80, kąt wiązki 4°



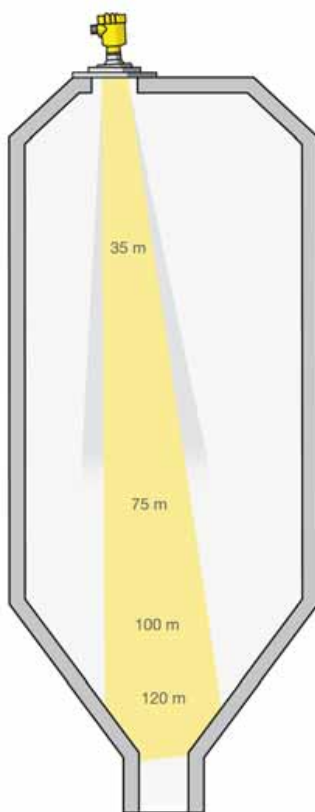
antena paraboliczna 26 GHz
DN250, kąt wiązki 4°

Porównanie anten
sond radarowych

Drugim założeniem konstrukcyjnym było zbudowanie sondy maksymalnie niewrażliwej na zabrudzenie anteny, przy uwzględnieniu faktu, że większość klientów nie ma ani możliwości, ani ochoty na przedmuch anteny sprężonym powietrzem (stały kontrargument: koszt produkcji powyżej 5 gr / m³, co przy ciągłym przedmuchu czyni kwotę „dość interesującą” w skali roku). Po testach odrzucono standardową antenę tubową, a zdecydowano się na antenę soczewkową. Jest to antena, która przypomina wspomniane już rozwiązanie z antenami płaskimi, ponieważ posiada dużą powierzchnię promieniowania. Jednocześnie „soczewka” nie ma elementów wykonanych ze stali, na których łatwo dochodzi do kondensacji pary wodnej – głównej sprawczynie problemów z oblepieniem. Membrany anten wykonano z dwóch materiałów: PP dla wersji ekonomicznej do 80°C oraz z PEEK dla wersji do cięższych aplikacji (odporność do 200°C). W wersji z PEEK w standardzie jest możliwość okresowego przedmuchiwania anteny przy użyciu krótkich impulsów o ciśnieniu do 6 bar, oraz regulowany kołnierzyk ze stali nierdzewnej do łatwego regulowania kąta położenia anteny.

Kolejnymi nowościami są zakres i szybkość działania. Z uwagi na to, że VEGA zdecydowała się na budowę własnego modułu mikrofalowego, dynamika sygnału na końcu testów wykazała 10 dB przewagę nad flagowym produktem na 26 GHz czyli VEGAPULS 68. Tak dobre rezultaty spowodowały, że zakres VEGAPULS 69 został rozszerzony do 120 m. W praktyce trudno znaleźć zbiornik wyższy niż 70 m (w Polsce mamy aplikacje na 55 m), więc tego typu zaleta może budzić wątpliwości. Dopiero jednak kiedy połączymy tę wielkość z kolejnym ważnym parametrem, czyli szybkością działania, możemy znaleźć szereg ciekawych, nowych aplikacji do pomiaru odległości. Czas reakcji radaru najczęściej wynosił kilka sekund, a wczesne urządzenia 80 GHz były jeszcze wolniejsze. Z tego powodu pomiar odległości pomiędzy np. koparkami czy suwnicami raczej nie wchodził w rachubę. Nowy VEGAPULS 69 ma jednak moduł o czasie cyklu pomiarowego 0,7 sekundy, a więc

w praktyce konkurencyjny do wielu urządzeń laserowych. W odróżnieniu jednak od laserów, dla radaru silna mgła czy zapylenie nie jest istotnym czynnikiem wpływającym na pomiar. Producent spodziewa się, że urządzenia będą stosowane w wielu aplikacjach w systemach antykolizyjnych.



Typowe zakresy sond
radarowych

KOLEJNY ETAP EWOLUCJI

VEGAPULS 69 stanowi kolejny krok w dziedzinie szerszego zastosowania technologii radarowych w przemyśle. Urządzenie zarówno z anteną PEEK, jak i tą wykonaną z PP jest wyjątkowo proste w montażu z uwagi na niewielkie wymagania dotyczące miejsca i króćca pomiarowego. W praktyce, informacja o typie medium i wywody o doborze anten do konkretnego medium odchodzą powoli do lamusa, z wyjątkiem bardzo nietypowych aplikacji.

Oba wykonania sond posiadają zakres 120m, czyli wysokość zbiornika również nie jest istotnym parametrem doboru. Programowanie urządzenia jest identyczne jak w poprzednich wersjach i może być wykonana na dwa sposoby znane z dowolnego urządzenia marki VEGA. Pierwszy to wykorzystanie standardowego modułu VEG1 pod

nazwą PLICSCOM (nadaje się do wszystkich urządzeń pomiarowych VEGA), bezpośrednio na urządzeniu. Programowanie odbywa się w języku polskim. Drugim rozwiązaniem jest konfiguracja za pomocą komunikatora z dowolnym oprogramowaniem wykorzystującym sterowniki DTM (PACTware), EDD, DD.



Robert Sowa

Ukończył studia na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, kierunku Automatyka i Robotyka. Po ukończeniu studiów rozpoczął prace w Introlu. W przeszłości był kierownikiem działu pomiarów poziomu, obecnie jest dyrektorem ds. sprzedaży.

Tel: 32 789 00 06



Nieszablonowe modernizacje i innowacyjne projekty, czyli o maszynach „szytych na miarę”

W obecnych czasach presja rynku wymusza na producentach obniżanie kosztów produkcji wraz z podnoszeniem jakości. Chcąc sprostać tym wymaganiom przedsiębiorstwa coraz częściej decydują się na automatyzację oraz rozbudowę działów badawczych i rozwojowych. Działania te nie mogą przynieść efektów bez zastosowania innowacyjnych rozwiązań maszynowych.

ROZWÓJ PRZEDSIĘBIORSTW OPARTY NA INNOWACJI

Najnowsze badania Głównego Urzędu Statystycznego¹ wskazują, że Polscy przedsiębiorcy szybko odbierają lekcję w stosunku do ogólnoswiatowych gigantów. Inwestowanie w innowacyjność może mieć różne oblicze, poczynając od zmian organizacyjnych, poprzez inwestycję w środki trwałe, do posunięć kadrowych włącznie.

W danych statystycznych wyraźnie widać wzrost nakładów przedsiębiorstw na badania i rozwój:

Wyszczególnienie	2008	2009	2010	2011	2012
Nakłady na działalność B+R (w mln zł)	7706,2	9070,0	10416,2	11686,7	14352,9
Personel w działalności B+R na 1000 pracujących	7,5	7,6	8,1	8,3	8,9

Tabela 1:
Wybrane wskaźniki
B+R i PKB (ceny bieżące)¹

Tendencja wzrostowa wskaźników opisujących innowacyjność polskich firm pokazuje, że decydenci podchodzą do tematu bardzo poważnie. Chcąc jak najlepiej spełniać wymagania klientów potrzebny jest bowiem ciągły rozwój i inwestycje. Nie bez znaczenia jest również konkurencyjność produktów na rynku. Zarówno polepszanie technik produkcyjnych jak i najnowsze badania wymagają stosowania nowatorskich rozwiązań w branży stanowisk, maszyn oraz urządzeń.

KONIECZNOŚĆ I PROBLEM MODERNIZACJI

W dzisiejszych czasach automatyczne linie produkcyjne i roboty przemysłowe są standardem. Rozwój techniki i doskonalone bez ustanku technologie pozwalają jednak ciągle szukać oszczędności i rozwiązań w procesach zarezerwowanych dotąd jedynie dla pracowników. Szczególnie, że niejednokrotnie przy automatyzacji linii, punkty obsługiwane przez personel pozostają „wąskimi gardłami”, ale ze względu na swoją specyfikę, stanowiska te nie zostały do tej pory zautomatyzowane.

Rynek wysycony jest gotowymi maszynami, które zgodnie z zapewnieniami producenta są w stanie wykonać każde zadanie. Rzeczywistość często weryfikuje ten pogląd, gdy w grę wchodzi rozwiązanie nietypowe, o niestandardowym zastosowaniu lub „szyte na miarę”. Wynika to z faktu, że mimo tego, iż istnieje wiele polskich biur konstrukcyjnych mających ogromne doświadczenie w produkcji maszyn, to realia rynkowe wymusiły na nich głęboką specjalizację. Osoby usiłujące poprawić procesy produkcyjne, bądź też kierownictwo działów badań i działów jakościowych, spotykają się zatem z rezygnacją na-

wet dużych graczy z branży, gdy przychodzi do zaangażowania w projekt nowatorski, prototypowy, nigdy dotąd niekoncypowany.

OTWARTOŚĆ I ODWAGA DO PODEJMOWANIA WYZWAŃ

Sukces inwestycji w nieszablonowe projekty zależy w ogromnym stopniu zarówno od otwartości kierownictwa firm projektowych, jak i chęci przekraczania granic przez kadrę inżynierską. Nasze doświadczenie mówi nam, że właśnie wtedy projekt

modernizacji linii czy maszyny przynosi najwięcej korzyści użytkownikowi.

Jedną z dziedzin leżących w sferze zainteresowania specjalistów w **Dziale systemów automatyki** firmy Introl jest modernizacja maszyn oraz linii produkcyjnych, a także kompletne realizacje gotowych maszyn. Często właśnie modernizacje maszyn bądź linii stają się wyzwaniem będącymi poza zasięgiem biur konstrukcyjnych o ugruntowanej pozycji i mocno osadzonych w danej sferze maszynowej. Modernizacje wykonywane przez naszych pracowników obejmują zmiany od udoskonalień programowych, poprzez zmianę elektroniki, elektryki i napędów, unowocześnienie podzespołów, aż do kompleksowych, całościowych rozwiązań odpowiadających wymaganiom użytkownika.

Dla nas najważniejsza jest optymalna współpraca z użytkownikiem maszyny czy linii będącej przedmiotem modernizacji. Dlatego też, tworzone rozwiązania projektowane i wykonywane są zawsze w procesie ciągłych konsultacji z Klientem. Oferty przygotowujemy się po wizjach lokalnych na obiektach, na których poruszane są kluczowe kwestie techniczne. Podejmując się wyzwania modernizacyjnego każdorazowo pierwszym etapem jest przygotowanie koncepcji, która wychodzi naprzeciw potrzebom zasygnalizowanym na wizjach. Koncepcja również konsultowana jest na spotkaniach ze wszystkimi zainteresowanymi stronami, czyli kierownictwem, użytkownikami oraz obsługą. Po wypracowaniu szczegółów tworzone i wdrażane jest rozwiązanie, którego oczekiwał Klient.

MASZYNY NA ŻYCZENIE – TESTER ZAWORÓW

Jedną z naszych realizacji jest tester zaworów. Jest to stanowisko stacjonarne o gabarytach 6,2 m (długość) x 2,2 m (szerokość) x 2,2 m (wysokość). Stanowisko służy do testowania zaworów DN65 oraz DN80. Podczas testu badane są wartości przepływu

¹ „Nauka i technika w 2012 r.”

http://www.stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/NTS_nauka_i_teknika_2012.pdf

oraz temperatury. Całość sterowana jest poprzez panel oraz komputer przemysłowy wyposażony w drukarkę. Dla wygody użytkownika dostarczone również wózki do transportu i ustawiania zaworów na stanowisku.



poprzez bloczek oraz ręczną korbę. Punkt padania odważnika w stosunku do środka nakreślonego układu wskazywał odchylenie. Metoda ta pozostawiała wiele do życzenia pod względem dokładności oraz powtarzalności. Nie bez znaczenia jest również bezpieczeń-



Tester zaworów

MASZYNY NA ŻYCZENIE – TESTERY ZMYWAREK

W ostatnich miesiącach realizowane były stanowiska do testów zmywarek dla działu jakości firmy, będącej liderem w branży. Łącznie powstały cztery urządzenia, w tym dwa do testowania odchylenia stosu zmywarek, urządzenie do badań ściskania i zrzucania oraz do badań wytrzymałości zmęczeniowej przycisków na panelach.

Pierwsza grupa stanowisk wykonuje testy dopuszczające do wysokiego składowania. W zależności od typu zmywarki magazynowane są one w pionach od czterech do siedmiu sztuk. Warto przy okazji zaznaczyć, że przed modernizacją laboratorium wyposażone było wyłącznie w ramę do badania trzech stosów, z ręcznie nakładanymi belkami zabezpieczającymi.



W takiej sytuacji, przed ustawieniem stosu przez wózek na górnej zmywarce kreślono układ współrzędnych. Po ustawieniu pionu, do każdorazowego wykonania pomiaru konieczne było wezwanie zwyżki. Sam pomiar polegał na opuszczeniu ciężarka na lince

stwo pracy, którą zapewniali w pewnym stopniu wyłącznie rzadko rozstawione aluminiowe belki.

Zaproponowane rozwiązanie, będące modernizacją istniejącej ramy gruntownie reorganizuje system pracy zaangażowanych pracowników. Ingerencja personelu ogranicza się wyłącznie do ustawienia oraz rozładowania stosu zmywarek. Wypoziomowane platformy z ustawianymi progami jednoznacznie ustalają pozycję dolnej zmywarki. Do pomiaru odchyleń zastosowano laserowe czujniki automatycznie wykonujące pomiary w zadanych punktach wysokości. Całość sterowana jest z panelu oraz przycisków umieszczonych na elewacji szafy sterowniczej. Po jednorazowym ustaleniu poziomów, na których ma być wykonywany pomiar, stanowisko w trybie automatycznym wykonuje testy zgodnie ze specyfikacją techniczną. W dowolnym momencie miesięcznych prób istnieje możliwość odczytu zmierzonych wartości odchyleń.

Przy modernizacji największy nacisk położono na bezpieczeństwo. Rama została wzmocniona słupami, a zewnętrznie obudowano siatką. Kolorystyka oraz użyte komponenty zostały dostosowane do wymogów klienta. W warstwie softwarowej również kierowano się bezpieczeństwem pracy na stanowisku. Urządzenie zostało wyposażone w ryglowane drzwi przesuwne – osobne dla każdego segmentu mieszczącego stosy zmywarek. Wszelkie nieprawidłowości i błędy skutkują zatrzymaniem pracy oraz alarmem świetlnym, a także stosowną informacją na panelu operatorskim.

Przy okazji wykonane zostało dodatkowo osobne, analogiczne stanowisko pozwalające testować dodatkowe dwa pionu zmywarek.



Test składowania przed modernizacją

Testy składowania po modernizacji



▶
▶
Tester przycisków
paneli

Urządzenie do badań ściskania i zrzucania zmywarek jest kolejnym projektem realizującym testy transportowe. Do tej pory próby te wykonywane były za pomocą wózka, co niepotrzebnie angażowało operatorów. Ze względu na fakt, że testy te wprost dotyczą transportowania zmywarek poprzez te wózki, powstające stanowisko musiało w pełni odwzorowywać sposób chwymania przez nie zmywarek. Urządzenie realizuje program prób od prostego podniesienia i przetrzymania zmywarki w powietrzu, do zrzucania jej z określonej wysokości na płaski spód oraz na 4 krawędzie dolne zmywarki.



Podobnie jak w powyżej opisanych stanowiskach, zarówno program jak i konstrukcja zaprojektowane są z myślą o bezpieczeństwie pracy. W celu zminimalizowania ryzyka pracy operatorów, urządzenie to zostało w całości obudowane przezroczystymi płytami z tworzywa sztucznego. Wygodne, szerokie drzwi pozwalają na proste podstawienie zmywarki. Sterowanie podzielone jest na przyciski i panel dotykowy na elewacji szafy sterowniczej. Dodatkowo udostępnione są zawory regulujące ciśnienie.

▶
Tester ściskania
i zrzucania



Czwartym urządzeniem uzupełniającym park maszynowy działu jakości jest tester przycisków na panelach zmywarek. Jest to zwarte stanowisko zbudowane z profili aluminiowych, z osłonami wypełnionymi przezroczystymi płytami z tworzywa sztucznego. Modułowe rozwiązanie pozwala na montaż szerokiej gamy paneli poprzez płyty pośredniczące. Wygodny dostęp dla instalacji płyty z panelem zapewniają osłony nadzorowane z każdej strony stanowiska. Płyta ta mocowana jest za pomocą ręcznie odkręcanych dźwigni. Przewidziano także specjalną



przystawkę do przeprowadzania prób paneli z przyciskami od góry.

Uniwersalność urządzenia zapewniona jest poprzez zastosowanie regulowanego w trzech osiach położenia listwy z siłownikami pneumatycznymi. Dodatkowo siłowniki mogą być w łatwy sposób (poprzez dźwignie) przesuwane na samej listwie. Elementy te są odpowiednikami palców i występują w dwóch wariantach średnicy tłoka.

Stanowisko obsługiwane jest za pomocą kilku przycisków oraz dotykowego ekranu. Konstrukcyjna elastyczność testera ma swoje odzwierciedlenie w programie sterującym. Oprócz regulacji ciśnienia, wyboru, które siłowniki mają brać udział w teście oraz specyfikacji ile cykli mają wykonać, oprogramowanie pozwala dodatkowo na zapamiętywanie i wczytywanie wcześniej zadanych receptur.

PROJEKTUJEMY, MODERNIZUJEMY, REALIZUJEMY

Rosnące zainteresowanie modernizacjami maszyn oraz inwestycjami w nowoczesne rozwiązania wyraźnie widać we wzrastającym udziale zapotrzebowań sygnalizowanych przez naszych Klientów. Zespół specjalistów **Działu systemów automatyki firmy Intron** od wielu lat rozwiązuje różnorodne problemy techniczne z dziedziny automatyzacji. Staramy się zrobić wszystko co w naszej mocy aby sprostać postawionym nam wyzwaniom, dlatego wnikliwie rozpatrujemy i analizujemy wszystkie przesłane do nas zapytania, wielokrotnie wykazując się odwagą i gotowością do podejmowania wyzwań przy realizacjach nietypowych rozwiązań. Kreatywne podejście połączone z doświadczeniem w poruszaniu się po realiach technicznych pozwala nam na realizację niekonwencjonalnych, często unikalnych tematów inwestycyjnych, a przedstawione w artykule aplikacje są tylko wybranymi zrealizowanymi projektami. Dzięki wysokiej elastyczności, możemy poszczycić się bowiem znacznie większą liczbą zrealizowanych modernizacji wymagających umiejętności i wiedzy technicznej w obrębie projektowania elektrycznego, mechanicznego, programowania, a także sprawnego kierowania projektami.



Jędrzej Ruda

Absolwent Wydziału Mechanicznego Politechniki Wrocławskiej. Od 2013 r. pracuje w Intronie na stanowisku Młodszy projektanta mechaniki w obszarze projektowania i modernizacji maszyn oraz linii przemysłowych.

Tel. 32 789 00 35

Bezinwazyjne pomiary przepływu, czyli rozprawa z mitami – cz. I

„Nie ma powodu, dla którego ktokolwiek chciałby mieć własny komputer w domu”. Takie słowa w 1977 roku padły z ust Kena Olsena, dyrektora i założyciela jednej z dużych korporacji informatycznych. Prawie 100 lat wcześniej geniusz i wynalazca Thomas Edison stwierdził, że „Gramofon nie ma żadnej przyszłości handlowej”. Z dzisiejszej perspektywy świat udowadnia ciągle, że nowe idee, które początkowo wydają się nie mieć z wielu względów przyszłości, po czasie okazują się przelomowymi, mającymi wpływ na rozwój i poprawę warunków pracy dla wielu ludzi.

Postęp technologiczny sprawia, że to co jeszcze do niedawna było niemożliwe wykonujemy teraz z łatwością. Wszyscy mamy tego świadomość, ale mimo to wiele rzeczy nowych i nieznanych sprawia, że podchodzimy do nich z ograniczonym zaufaniem. Podobnie jest również z wieloma technologiami spotkanymi na naszym podwórku szeroko pojętej automatyki przemysłowej. Będąc odpowiedzialnym za urządzenia pomiarowe, proces technologiczny lub jakość finalnego produktu nierzadko boimy się bowiem zmieniać coś co już pracuje i się sprawdza. Jest to chyba normalna ludzka reakcja, ale czy w niektórych przypadkach nie prościej i nie lepiej byłoby...?

ZMIERZYĆ PRZEPIYW?

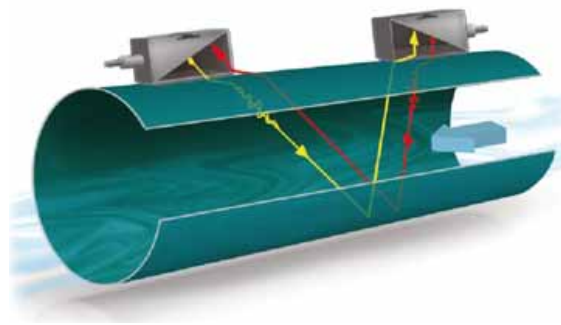
Pomiar przepływu mediów ciekłych, gazowych czy pary niemal od zawsze jest jednym z najważniejszych pomiarów, w których to stosuje się wiele metod i technologii pomiarowych. Większość z nich jest charakterystyczna dla danego procesu czy medium. Fizyka nie kłamie i każda metoda z uwagi na swoją zasadę pomiaru ma swoje plusy i minusy, a wybór konkretnej jest zawsze kompromisem pomiędzy dokładnością, łatwością bądź trudnością w eksploatacji, kosztami ewentualnych napraw oraz finalną ceną urządzenia. Problem w tym, że często nie zdajemy sobie sprawy z tego, że mogliśmy zrobić coś lepiej, prościej czy taniej. W dziedzinie pomiarów przepływu dobrym przykładem są bezinwazyjne przepływomierze ultradźwiękowe.

TECHNOLOGIA ULTRADŹWIĘKOWA – FAKTY

Obecna od wielu lat technologia ultradźwiękowa zdążyła już wyrzucić duży wpływ na rynek przepływomierzy, gdzie najczęściej spotykanym przepływomierzem tego typu jest wersja inwazyjna, kołnierzkowa. Prawie wszystkie z nich działają w oparciu o pomiar różnicy czasu przejścia sygnałów ultradźwiękowych nadawanych i odbieranych przez czujniki ultradźwiękowe. Sygnał pomiarowy przechodzi przez mierzony ośrodek w dwie strony z prądem oraz pod prąd płynącego medium. Płynąca ciecz sprawia, że sygnał biegnący pod prąd tej cieczy jest opóźniony w czasie względem sygnału biegnącego z prądem tej cieczy. Różnica czasów przejść obu sygnałów „ Δt ” jest proporcjonalna do prędkości z jaką płynie mierzone medium. Ta zasada, określana jako metoda „Transit-Time” jest również stosowana w pomiarach bezinwazyjnych. Różnica polega na tym, że czujniki pomiarowe nie mają kontaktu z mierzonym medium – są przymocowane do rurociągu od zewnątrz.

TECHNOLOGIA BEZINWAZYJNA – WYZWANIA

Z racji tego, że sondy pomiarowe są mocowane od zewnątrz należy rozwiązać tutaj szereg



Metoda „Transit-Time”

kwestii związanych z propagacją fali ultradźwiękowej. Najważniejszym czynnikiem związanym z aplikacją tego pomiaru jest odpowiedni wybór aplikacji, na której przepływomierz bezinwazyjny będzie działał skutecznie. Kierując się czynnikiem maksymalizacji dokładności pomiaru możemy wstępnie zdyskwalifikować aplikacje na przepływach wielofazowych, takich jak: ciecze zagazowane, ciecze nienewtonowskie czy zabrudzone cząstkami stałymi (np. ścieki komunalne). W przypadku gazów chodzi głównie o gaz mokry z wyraźnie obecną fazą ciekłą lub cząstkami stałymi – np. gaz bezpośrednio z odwiertu z ziemi. Wszystkie zabrudzenia mają bowiem negatywny wpływ na tłumienie sygnału pomiarowego, choć mimo to czasem także na wspomnianych mediach również urządzenia pracują. Co więcej, często przepływomierze bezinwazyjne w przeciwieństwie do swoich inwazyjnych odpowiedników są w stanie pracować nawet w kilkuprocentowym zabrudzeniu medium. W takich przypadkach, jeżeli chcemy utrzymać dokładność i stabilność, należy jednak bezwzględnie wykonać weryfikujące testy obiektowe. Ta dość częsta praktyka jest bardzo prosta z uwagi na charakter pomiaru.

Sposób montażu przepływomierza bezinwazyjnego Flexim



DOKŁADNOŚĆ

Na przestrzeni kilkunastu lat od kiedy technika ultradźwiękowa, bezinwazyjna weszła na rynek przepływomierzy utarło się stwierdzenie, że taki pomiar nie może być dokładny. W przemyśle jeszcze do tej pory pokutuje stwierdzenie, że tak naprawdę nic co nie ma fizycznego kontaktu z mierzoną cieczą lub gazem nie może być traktowane poważnie. Jak bardzo mylne jest to stwierdzenie mogą świadczyć nie tylko niezależne badania laboratoryjne, ale przede wszystkim bogata lista aplikacyjna dostarczonych urządzeń oraz referencji. Kluczem do dokładności ultradźwiękowców jest bowiem prawidłowy montaż i uruchomienie układu pomiarowego.

Należy pamiętać, że tylko zgodny ze sztuką pomiar przepływu oraz zaleceniami producenta sposób montażu przepływomierza bezinwazyjnego gwarantuje dokładny i niezawodny pomiar przez lata.

TROCHĘ TECHNIKI, CZYLI MOŻLIWOŚCI OBLICZENIOWE

Jak to zwykle bywa, na efekt finalny (jakość pomiaru) wpływ ma wiele różnych elementów. Jednym z nich są możliwości obliczeniowe oraz algorytm pomiarowy urządzenia. Jednym z ważniejszych elementów jest podwójny układ DSP (procesora sygnałowego) oraz kilka innych, nie mniej ważnych elementów. Przetwarzanie sygnałów we współczesnych przepływomierzach ultradźwiękowych odbywa się całkowicie cyfrowo.

DOKŁADNOŚĆ POMIARU A ZMIANY TEMPERATURY

Pod hasłem kompensacja temperatury kryje się pewien detale konstrukcyjny używany tylko i wyłącznie przez firmę Flexim – jednego z pionierów technologii bezinwazyjnej. Mam tu na myśli czujnik temperatury RTD umieszczony w sondach pomiarowych. Nie chodzi tutaj o pomiar temperatury medium, choć jest on również możliwy przy pomocy czujników zewnętrznych podłączonych do urządzenia. Ten konkretny czujnik ma na celu pomiar temperatury samych sond pomiarowych, a w zasadzie wychwycenie zmienności temperatury sond np. z uwagi na zmienność temperatury otoczenia lub medium – co dość często ma miejsce. Każda zmiana temperatury środowiska pracy urządzenia pociąga za sobą zmianę kąta wnikania sygnału ultradźwiękowego wysyłanego z pojedynczej sondy. Kąt wnikania jest stały i wynika ze specyficznego kąta zamontowania elementu nadawczego – kryształu piezoelektrycznego. Jednakże zmiana temperatury ośrodka, w którym rozchodzi się

ultradźwiękowy impuls powoduje przesunięciem tego kąta, a wynika to z właściwości materiału rurociągu. Niestety z uwagi na stałe zamocowanie piezokryształu nie można nim samym regulować tegoż kąta. Dzięki wbudowaniu czujnika RTD wewnętrzny algorytm urządzenia wykonuje kompensacje tych zmian elektronicznie. Nie ma innego sposobu kompensacji tych zmian niż bezpośredni pomiar temperatury materiału. Bez tej kompensacji, przy pracy układu pomiarowego w warunkach dynamicznej zmiany temperatury procesu lub otoczenia, może występować dodatkowy błąd pomiaru na poziomie 1% przy wahaniami temperatury na poziomie 16°C (!). Wbudowany czujnik RTD jest jedną z unikalnych i ważniejszych zalet sond produkowanych przez Flexim. Dzięki temu firma spełnia wymagania jakie stawia norma ASME MFC 5M dla ultradźwiękowych przepływomierzy do cieczy. FLEXIM jest obecnie jedynym producentem spełniającym te wymogi.

Oprócz wspomnianego wyżej procesu kompensacji temperatury materiału sondy, algorytm pomiarowy przepływomierzy Flexim eliminuje tzw. **błędy dryfu zera**, które są również powodowane przez zmiany temperatur. Dryf ten związany jest z obwodami elektronicznymi przepływomierza. Dzięki algorytmowi pomiarowemu urządzenia spełniają specyfikowaną niepewność pomiaru 0,01 m/s, często ją przewyższając.

Błędy „zera” mają wpływ na dokładność. Każda para sond pomiarowych jest ze sobą parowana na etapie produkcji, eliminując tym samym czynnik temperaturowy. Dodatkowo każda para sond przechodzi kalibrację „na mokro”. Dzięki temu przepływomierze nie muszą być kalibrowane na zerowym przepływie (na docelowej instalacji) i nie występuje tutaj **błąd tzw. kalibracji zera**.

NIEWIELKIE NATĘŻENIA PRZEPŁYWU

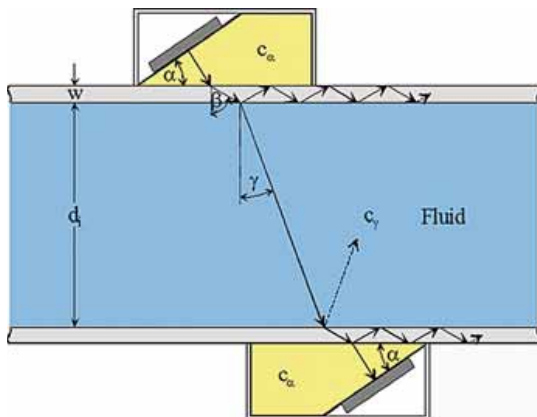
Jeden z ciekawszych przykładów miejsc, gdzie klienci doceniają możliwości i dokładność pomiaru bezinwazyjnego oraz generalnie metody ultradźwiękowej są niewielkie przepływy. Nie ma uniwersalnego przepływomierza, który byłby w stanie mierzyć wprost od zera, a różne technologie przy małych przepływach wykazują duży spadek dokładności pomiarowej. Na dokładność pomiaru ma tutaj niebagatelny wpływ kalibracja urządzenia wykonywana „na mokro”. Od niedawna jesteśmy w stanie dostarczyć przepływomierze mogące mierzyć ciecz płynącą z prędkościami na poziomie 0,02 m/s z dokładnością ok 2%.

MECHANIKA PŁYNÓW I WŁAŚCIWOŚCI PRZEPŁYWOWE

Zanim rozpoczniemy rozważania dotyczące porównywania różnych metod pomiarów należy przyrzeć się bliżej bezwymiarowej wielkości zwanej liczbą Reynolds'a (Re). Jest ona zdefiniowana jako stosunek sił czynnych obecnych w strudze do sił bezwładności związanych z lepkością. W zależności od tego, która z sił dominuje liczba Reynolds'a jest wyznacznikiem natury przepływu w rurociągu.

W różnej literaturze spotykamy różne wartości graniczne dla liczby Re zależne od rodzaju płynu oraz autora publikacji. Typowo, jeżeli liczba Re wynosi poniżej 2000, wówczas siły lepkości dominują i oznacza to tzw. przepływ laminarny lub inaczej warstwowy, gdzie płyn przepływa w równoległych

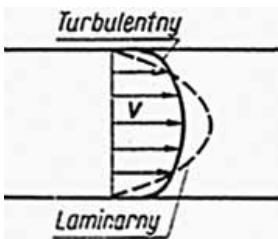
►
Kąty przesunięcia
sygnału
ultradźwiękowego



warstwach niemieszających się ze sobą. Z reguły zjawisko przepływu laminarnego oznacza niewielką prędkość przepływu, w wielu przypadkach powiązaną z jego dużą lepkością.

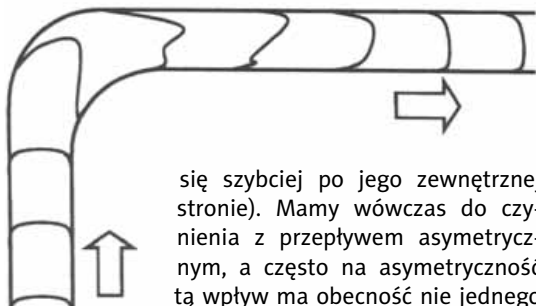
W przypadkach wartości liczb Re powyżej ok. 5000-10000 siły czynne przeważają i oznacza to przepływ turbulentny – gdzie kierunek wektora siły jest równoległy do osi rurociągu ale nie występuje tutaj już uwarstwienie przepływu, a cząsteczki płynu mieszają się ze sobą w całej objętości (warstwach). Pomiędzy tymi dwoma rodzajami przepływów występują zjawiska niejednoznaczne, tzw. przepływy przejściowe – jest to zjawisko nie do końca pożądane dla większości metod pomiarowych. W przeważającej ilości przypadków siły czynne dominują w przepływach i bardzo często liczby Re wynoszą powyżej 100.000 dla cieczy, dla gazów często oznacza się je w milionach.

PROFIL PRZEPŁYWU



Podczas przepływu w rurociągu, wartość prędkości przepływu nie jest stała w całym jego przekroju. Z uwagi na tarcie przy ściankach rurociągów powstają straty energii. W związku

z tym w jego przekroju uwydatnia się pewien gradient (czoło) prędkości przepływu. Takí gradient możemy zobaczyć na rysunku powyżej w przypadku przepływu laminarnego oraz turbulentnego. Profil przepływu wymaga czasu na pełne ustabilizowanie się, wówczas często jest określany mianem „idealnego” profilu przepływu. Inżynierowie i projektanci instalacji przemysłowych często „szukają” odpowiedniej długości rurociągu tak aby dać szansę na pełne ustabilizowanie się przepływu. Odpowiedni profil, czyli w pełni ustabilizowany, ma niebagatelne znaczenie dla dokładności pomiarowej urządzenia. Oczywiście w rzeczywistości na instalacji nie znajdziemy tylko prostych odcinków rurociągów, trzeba w niej bowiem również przewidzieć zawory, trójniki, kolanka itp. Wszystkie wspomniane elementy mają negatywny wpływ na profil przepływu (na przykład płyn wypływający z kolanka 90° będzie poruszać

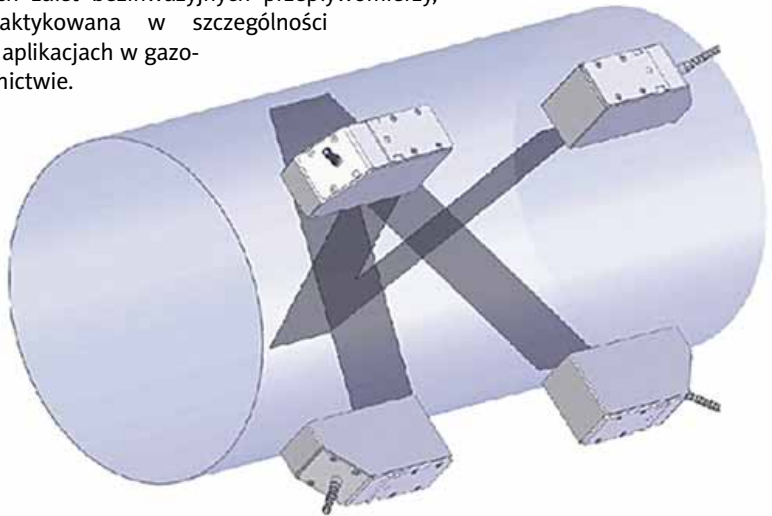


się szybciej po jego zewnętrznej stronie). Mamy wówczas do czynienia z przepływem asymetrycznym, a często na asymetryczność tą wpływ ma obecność nie jednego kolanka lecz szeregu elementów, na

ZBYT KRÓTKIE ODCINKI PROSTE – JAK SOBIE Z NIMI RADZIĆ?

Kluczowym faktem jest to, że w większości przypadków przepływomierze zostały skonstruowane przy uwzględnieniu pracy w warunkach „idealnych”.

ISO (International Standards Organisation) lub producenci przepływomierzy sugerują optymalne warunki zabudowy urządzenia. Specyfikują wówczas długości odcinków prostych w jakich powinno się montować dany przepływomierz. Długości te określone są jako długość przed oraz za punktem pomiarowym. Niestety w rzeczywistości jednym z większych problemów jest to, że podczas fazy projektowej instalacji zaniedbano tę kwestię nawet w formie zbliżonej do warunków sugerowanych. Za takie przykłady mogą służyć instalacje chemiczne lub petrochemiczne. Jedną z bezpośrednich metod przeciwdziałania jest stosowanie prostownic przepływu, które mają na celu „wyprostowanie” profilu przepływu i tym samym redukcję odcinków prostych za elementami zaburzającymi przepływ. Jedną z pośrednich metod jest sposób montażu przepływomierza ultradźwiękowego. Przepływomierze typu in-line występują w różnych konfiguracjach np. 4- i więcej-ścieżkowe. Natomiast przepływomierze bezinwazyjne Clamp-on mogą zostać zamontowane również w trybie wielościeżkowym, przy wykorzystaniu różnych wariantów lokalizacji sond pomiarowych. Na zdjęciu poniżej pokazana jest metoda tzw. „podwójne V”. Możemy wysnuć tezę, że im więcej ścieżek, tym większe jest uśrednienie składowych nieliniowych obecnych w profilu przepływu, co wpływa znacząco na jakość naszego pomiaru. Jest to jedna z wielkich zalet bezinwazyjnych przepływomierzy, praktykowana w szczególności w aplikacjach w gazownictwie.



◀◀ Schemat przepływu laminarnego i turbulentnego

▶ Transit-Time – „podwójne V”

W części drugiej artykułu zostanie przybliżony wpływ braku odcinków prostych na przepływomierze działające w oparciu o różne metody pomiarowe na tle metody bezinwazyjnej. Dodatkowo przedstawionych zostanie kilka przykładów, gdzie tzw. „Clamp-On” z racji swoich zalet jest idealnym przepływomierzem technologicznym.

◀◀ Asymetryczny profil przepływu



Maksym Cichoń

Absolwent kierunku Energetyka na Politechnice Śląskiej. W Introlu pracuje od 2010 w dziale przepływów na stanowisku menedżera produktu. Zajmuje się bezinwazyjnymi pomiarami przepływu cieczy i gazów oraz przepływomierzami elektromagnetycznymi.

tel. 32 789 00 91

Szkolenie PLC cz. 12

Komunikacja szeregową w sterowniku TECO TP03

Sterownik PLC z powodzeniem może zostać wykorzystany jako autonomiczne urządzenie sterujące procesem, jednakże w ogromnej ilości aplikacji konieczna jest jego integracja z innym urządzeniem lub urządzeniami. Połączenie może zostać zrealizowane dzięki wykorzystaniu sygnałów binarnych lub cyfrowej komunikacji szeregowej, która to będzie tematem głównym poniższego artykułu.

KOMUNIKACJA SZEREGOWA

Cyfrowa komunikacja szeregową jest najpopularniejszą metodą komunikacji pomiędzy urządzeniami elektronicznymi. W zależności od implementacji, parametrów elektrycznych oraz wykorzystywanego protokołu komunikacyjnego, można wyróżnić szereg standardów stosowanych w aplikacjach pomiarowych i sterujących, zarówno przemysłowych jak i laboratoryjnych. Ogólna charakterystyka najpopularniejszego w naszej ocenie protokołu, przedstawiona została szerzej w jednym z poprzednich artykułów. Na przykładzie przekaźnika programowalnego SG2 oraz panelu operatorskiego WEINTEK, omówiona została implementacja protokołu MODBUS RTU z wykorzystaniem interfejsu RS485. W wymienionym przykładzie, sterownik SG2 pełnił rolę urządzenia podrzędnego, odpytywanego i parametryzowanego przez urządzenie nadrzędne, którym był panel dotykowy. W przypadku sterownika TP03 taka konfiguracja także jest możliwa, jednakże posiada on dodatkowo możliwość pełnienia roli tzw. „mastera”, czyli jednostki inicjującej i sterującej komunikacją cyfrową. Funkcjonalność ta zdecydowanie zwiększa możliwości integracyjne tych urządzeń w segmencie średnio zaawansowanych systemów sterowania.

Rysunek 1
Struktura
przykładowego
systemu



►► KOMUNIKACJA MASTER-SLAVE NA STEROWNIKU TP03

Tabela 1
Konfiguracja portu
szeregowego

Aby przybliżyć fizyczny charakter sieci wymiany danych pomiędzy urządzeniami, komunikacja zostanie omówiona w oparciu o sterownik TP03 pełniący rolę jednostki centralnej systemu i regulatory TROL 9100 jako elementy podrzędne – tzw. „slave’y”. Na rysunku nr 1 przedstawiona została struktura przykładowej aplikacji typu single master – multi slave (pojedyncze urządzenie nadrzędne oraz kilka urządzeń klienckich).

Każde z urządzeń klienckich musi posiadać unikalny adres z zakresu 0-255. W innym przypadku, zapytania kierowane do urządzenia ze zwielokrotnionym adresem, będą prawdopodobnie zakłócone i/lub traczone ze względu na możliwą, wzajemną interferencję odpowiedzi pochodzących od różnych slave’ów. Dlatego też istotne jest odpowiednie skonfigurowanie każdego z urządzeń przed rozpoczęciem prac programistycznych.

Z punktu widzenia połączenia elektrycznego, implementacja interfejsu RS485 realizowana jest poprzez wykorzystanie dwu-przewodowego kabla. Transmisja ta jest transmisją różnicową, co oznacza że zawsze sygnał na jednym z przewodów jest zanegowanym, chwilowym sygnałem z przewodu drugiego. W modułach odbierających dane, sygnały te są odpowiednio analizowane i przekazywane dalej. Wykorzystanie transmisji różnicowej zapobiega indukowaniu się zakłóceń z otoczenia, gdyż potencjalne zakłócenie ingeruje w obie linie danych. W odbiorniku sygnały są odejmowane, dlatego też ewentualne szумы z obu linii znoszą się. Możliwe jest także podłączenie sygnału masy (GND) zarówno w nadajniku i odbiorniku, jednakże nie musi być to stosowane na krótkich odległościach pomiędzy urządzeniami.

Sterownik TP03 wyposażony jest w co najmniej jeden port danych interfejsu RS485 oraz jeden port komunikacyjny interfejsu RS232. Dodatkowo można sterownik doposażyć w moduł komunikacyjny rozszerzający możliwości łączeniowe o drugi port RS485. Ma to szczególne zastosowanie w systemach, w których sterownik pracuje jako master dla części urządzeń, oraz jako slave dla nadrzędnego systemu danych, takich jak panel operatorski.

PARAMETRIZACJA PORTU SZEREGOWEGO

Podobnie jak we wspomnianym artykule, zajmiemy się protokołem MODBUS RTU, jednakże tym razem postaramy się zaimplementować urządzenie typu master na sterowniku PLC. Pierwszym krokiem jest parametryzacja sprzętowego portu szeregowego znajdującego się na każdej jednostce centralnej. Konfiguracja odbywa się poprzez wpisanie odpowiednio spreparowanej liczby szesnastobitowej do rejestru przyporządk-

Numer bitu	Parametr	Zawartość
b0	ilość bitów danych	0: 7 bitów 1: 8 bitów
b2, b1	parzystość	(0,0): brak (0,1): odd (1,0): even
b3	bit stopu	0: 1 bit 1: 2 bity
b7,b6,b5,b4	prędkość transmisji	(0,1,1,1): 9,600 (1,0,0,0): 19,200 (1,0,0,1): 38,400 (1,0,1,0): 57,600 (1,0,1,1): 76,800 (1,1,0,0): 128,000 (1,1,0,1): 153,600 (1,1,1,0): 307,200
b8	znak startowy	0: brak 1: STX
b9	znak stopu	0: brak 1: ETX
b10 – b15	-	niedostępna

Szkolenie prowadzi:
Dominik Szewczyk



tel.: 32 789 00 13



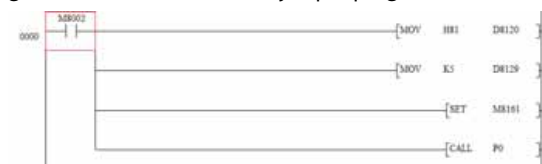
kowanego dla każdego z portów. W przypadku portu domyślnego jest to rejestr **D8120**. W tabeli nr 1 przedstawione zostały możliwe do ustawienia parametry oraz ich pozycje w rejestrze konfiguracyjnym.

W przypadku konfiguracji naszego systemu, liczbą wynikową jest **81** szesnastkowo, czyli **129** w systemie dziesiętnym i **0000 0000 1000 0001** binarnie. Konfiguracja jest więc następująca:

- 8 bitów danych,
- brak kontroli parzystości,
- jeden bit stopu,
- prędkość transmisji 19,200 bps,
- brak znaku startowego,
- brak znaku stopu.

IMPLEMENTACJA PROTOKOŁU MODBUS RTU

Podstawy programowania w języku drabinkowym były omówione wcześniej, dlatego też od razu przejdziemy do analizy istotnych fragmentów kodu źródłowego. Pierwszym zadaniem jest wspomniana już parametryzacja interfejsu RS485. Na rysunku nr 2 przedstawione zostały odpowiednie instrukcje. Wszystkie cztery równoległe linie kody poprzedzone są znacznikiem **M8002**, który jest aktywny tylko podczas pierwszego cyklu skanowania kodu. Instrukcje te są więc wykonywane tylko raz, podczas startu sterownika. Pierwsza linia to wspomniana już parametryzacja portu, druga linia definiuje czas oczekiwania na odpowiedź od urządzenia klienckiego (wpisując liczbę 5, uzyskujemy czas $t=5 \cdot 10\text{ms}$, czyli 50 ms). W przypadku przekroczenia tego czasu, zwracany jest błąd transmisji. Znacznik **M8161** dotyczy wyboru pomiędzy trybem komunikacji ośmiobitowym i szesnastobitowym (w naszym przypadku wykorzystujemy tylko osiem bitów rejestru, stąd też ustawienie **M8161**). Ostatnia instrukcja pokazanego fragmentu realizuje skok do podprogramu **PO**. Jak już zostało wspomniane w poprzednich szkoleniach, skoki są pozbawione parametrów, a zmienne są globalne i widoczne w każdym podprogramie.



Skok nawiguje do fragmentu kodu odpowiedzialnego za konstrukcję ramki danych, gdyż w sterowniku TPO3 użytkownik sam musi nadać ramce kształt. Jest to zarówno udogodnienie jak i problem związany z większym nakładem pracy. Jednakże wraz z większym skomplikowaniem kodu, zwiększają się możliwości funkcjonalne urządzenia nadrzędnego, pracującego w trybie master. Na rysunku nr 3 przedstawiony został podprogram tworzący ramkę danych.



Dzięki wykorzystaniu instrukcji inicjacji danych **Mov**, wpisujemy odpowiednie liczby do rejestrów **D100 – D105**, które będą wykorzystane jako źródło da-

nych dla zapytania. Pierwszy rejestr to adres urządzenia klienckiego, drugi to typ rozkazu (liczba 3 oznacza rozkaz odczytu rejestrów wewnętrznych urządzenia), kolejne dwa bity określają adres danych, a ostatnie ilość danych. Powyższa ramka odpytuje urządzenie podrzędne o wartość rejestru **0x01**. Ostatnia linia jest informacją dla sterownika, iż w tym miejscu kończy się skanowanie podprogramu i należy wrócić do miejsca w kodzie, skąd wykonywany był skok.

Do tej pory użytkownik dokonał parametryzacji portu szeregowego oraz stworzył ramkę danych dla zapytania modbus'owego. Kolejny fragment dotyczy wystania ramki poprzez interfejs. Na rysunku nr 4 widzimy znacznik zbocza narastającego na rejestrze binarnym **M8013**. Jest to nic innego jak impulsator, aktywny dokładnie co 1 sekundę. Szeregowo z impulsatorem, umieszczona jest zanegowana instrukcja wejściowa markera **MO**. Można to odczytać w ten sposób, iż instrukcje wyjściowe będą realizowane co sekundę, pod warunkiem, że marker **MO** jest nieaktywny (sens tej konstrukcji będzie opisany w dalszej części szkolenia). Pierwsza linia realizuje instrukcję parametryzacji bufora wyjściowego. Marker **M8122** ustawiany jest przed każdorazowym wystaniem ramki na port i kasowany automatycznie po udanej transmisji. Ostatecznie w drugiej linii, ustawiamy marker **MO**, który kontroluje fizyczne wystanie danych do sieci.



Rysunek 4
Wystanie ramki danych

Ostatni fragment kodu (rysunek nr 5) realizuje najważniejsze instrukcje z punktu widzenia transmisji, gdyż dotyczy wystania ramki danych z zapytania na port szeregowy oraz odbioru ewentualnych danych zwrotnych, pochodzących z urządzenia podrzędnego. Pierwsza linia wysyła ośmiobitowe dane rozpoczynające się od rejestru **D100** (wysyłanych jest 6 kolejnych rejestrów, o czym świadczy drugi parametr instrukcji **MBUS**). Dane zwrotne mają być zapisane począwszy od rejestru **D200** w sześciu kolejnych jednostkach pamięci. Ostatnim parametrem instrukcji jest numer portu – **K0** oznacza wbudowany port RS485.

Odbiór odpowiedzi przez bufor wejściowy wskazywany jest przez aktywację markera **M8123**. W tym momencie resetowany jest wskaźnik **MO**, blokujący wysyłanie danych, więc kolejne zapytanie może zostać zrealizowane (pozwolenie na transmisję). Kasowany jest także sam wskaźnik odbioru danych. Dane zwrotne znajdują się w rejestrach **D200 – D205** i są odświeżane każdorazowo po odebraniu ramki zwrotnej. W sytuacji gdy programista chce zachować te dane, należy je skopiować do innych rejestrów.



Rysunek 2
Parametryzacja transmisji

Rysunek 5
Wystanie i odbiór ramki

Rysunek 3
Konstrukcja ramki danych

Powyższy przykład jest działającą implementacją urządzenia typu master na sterowniku TPO3. Należy jednak pamiętać, iż żeby transmisja taka miała sens, dane muszą być wykorzystane do innych operacji arytmetycznych lub logicznych. Obróbka surowych danych pochodzących z transmisji i ich zastosowanie przy sterowaniu procesami będzie tematem kolejnych szkoleń.

Kolejny krok w pomiarach poziomu materiałów sypkich

Sonda radarowa VEGAPULS 69

Elektronika

- szybkość pomiaru **0,7 s**
- częstotliwość **79 GHz**
- dynamika sygnału **120 dB**
- automatyczna analiza fałszywego echa
- zakres pomiaru do **120 m**

Regulowany kotłnierz

- łatwa regulacja kąta nachylenia radaru
- materiały najwyższej jakości

Antena soczkowa

- niewrażliwość na oblepienie i zapylenie
- trwałe uszczelnienie
- skuteczność w wysokich zbiornikach z wewnętrznymi elementami konstrukcyjnymi

Przyłącze do nadmuchu powietrza

- dostępne w standardzie
- skuteczne czyszczenie
- niskie zużycie powietrza
- do trudnych warunków

Materiał: PEEK

- zakres temperatury do **200°C**
- odporność na media agresywne

2014



VEGA

VEGAPULS 69 to najnowsza sonda radarowa marki VEGA przeznaczona do pomiaru poziomu materiałów sypkich. Dzięki zastosowaniu własnej konstrukcji modułu o częstotliwości **79 GHz** uzyskano bardzo wąski kąt wiązki – **4°** przy wielkości anteny 80 mm i rekordowym na rynku zasięgu **120 m**. Dynamika sygnału umożliwia pomiar mediów o stałych dielektrycznych **niższych niż 1,5** np.: tworzyw sztucznych, a także popiołu, wapna czy klinkieru. VEGAPULS jest odpowiedzią firmy VEGA na problem pomiaru poziomu w bardzo wysokich zbiornikach (w tym segmentowych), dużych bunkrach, oraz zbiornikach z szybkimi zmianami poziomu.

Przedsiębiorstwo Automatykacji i Pomiarów
Introl Sp. z o.o.

www.introl.pl

introl

automatyka i pomiary
w przemyśle niezastąpieni