

PodKontrola

wydawca: Introl Sp. z o.o.

automatyka i pomiary

01/2012 (19)

PRAKTYCZNY PUNKT WIDZENIA



temat wydania

**Jak skutecznie mierzyć przepływ gorących cieczy?
Bezinwazyjnie!**



akademia automatyki

Radar – jaka częstotliwość na jaką aplikację?



dobra praktyka

Precyzyjna regulacja temperatury



szkolenie

Szkolenie PLC cz. 1

**aktualności****str. 3****nowe produkty****str. 4****temat wydania**
**Jak skutecznie mierzyć przepływ gorących cieczy?
 Bezinwazyjnie!**
str. 5**dobra praktyka**
Precyzyjna regulacja temperatury
str. 8**akademia automatyki**
Radar – jaka częstotliwość na jaką aplikację?
str. 10**szkolenia**
Szkolenie PLC cz. 1
str. 13

od redakcji



Drodzy Czytelnicy,

Rok 2012 ma być dla nas wszystkich wyjątkowym. Zapowiadane jako szansa na skok cywilizacyjny Mistrzostwa Europy w piłce nożnej zbliżają się wielkimi krokami. Choć atmosfery mistrzostw jeszcze specjalnie nie da się odczuć, to jednak otaczająca nas rzeczywistość zmienia się od lat. Zmiany dotyczą także i nas, a rok 2012 jest wyjątkowy również dla „Pod kontrolą”. Od wydania pierwszego numeru naszego magazynu minęło już 5 lat. Z tego powodu postanowiliśmy dokonać kilku zmian. „Pod kontrolą” doczekał się zatem nowej szaty graficznej, powstał nowy dział tematyczny, zwiększyła się ilość stron ... o czym przekonacie się Państwo biorąc do ręki najnowszy numer.

Trudno sobie wyobrazić aby pierwszy w tym wyjątkowym roku „Temat wydania” nie poruszał wyjątkowo ciekawej tematyki. Właśnie dlatego chcieliśmy Państwu opowiedzieć o bezinwazyjnych pomiarach przepływu cieczy o bardzo wysokiej temperaturze. Jak wiadomo, pomiar przepływu cieczy gorących realizowany jest za pomocą różnych metod i typów przepływomierzy. W znakomitej większości są to urządzenia inwazyjne, których sensory mają bezpośrednią styczność z mierzoną cieczą. Z uwagi na kontakt medium z elementami urządzenia oraz konieczność ingerencji w rurociąg w celach montażowych lub serwisowych, stosowanie urządzeń inwazyjnych wiąże się ze zwiększonym ryzykiem awarii i znacznymi kosztami eksploatacyjnymi. Z uwagi na to, działy R&D czołowych producentów przepływomierzy bezinwazyjnych od lat pracują nad rozwiązaniami wysokotemperaturowymi. Sprawdziliśmy skuteczność pomiarów bezinwazyjnych cieczy o wysokich temperaturach. Relację z testów oraz płynące z niej wnioski znajdziecie Państwo w „Temacie wydania”.

Prowadzenie pomiarów przemysłowych to nie tylko rejestracja wyników czy ich wizualizacja. Po-

miary dostarczają przecież informacji, które wykorzystywane są bezpośrednio przy regulacji określonych procesami. Temperatura, jej pomiar, kontrola i regulacja są przy tym najbardziej popularnym zagadnieniem automatyki procesowej. „Dobra praktyka” prezentuje system precyzyjnej regulacji temperatury wdrożony w zakładzie naszego Klienta.

Jaki radar jest najlepszy dla cieczy, a jaki dla materiałów sypkich? Czy powinno się kupować sondę radarową z jak największą anteną? Co z kątem wiązki? Jakie znaczenie ma długość fali? Takie i podobne pytania nurtują zapewne wiele osób zajmujących się pomiarami poziomów. Odpowiedź nie jest jednoznaczna, a kluczową kwestią jest częstotliwość. To ona bowiem jest ściśle związana z innymi parametrami radaru i to ona decyduje często o wiarygodności, stabilności i skuteczności prowadzonych pomiarów. Zapraszamy do lektury „Akademii automatyki”, w której staramy się przybliżyć tematykę częstotliwości radarów, jej prawidłowego doboru oraz wzajemnych zależności względem innych cech radarowych urządzeń do przemysłowych pomiarów poziomu.

Z nowym rokiem „Pod kontrolą” wzbogacony został o kilka nowości. Jedną z nich jest nowy dział tematyczny „Szkolenie”. Jest to swoisty cykl kursów, który na łamach czterech przyszłych wydań „Pod kontrolą” pozwoli przybliżyć Czytelnikom kwestie programowania sterowników PLC. Wszystkich zainteresowanych tworzeniem prostych układów automatyki, zapraszamy zatem do lektury „Szkolenia”, którego autor w sposób możliwie przystępny prezentuje kolejne aspekty programowania PLC.

Zapraszam do lektury
 Jerzy Janota
 Dyrektor ds. technicznych

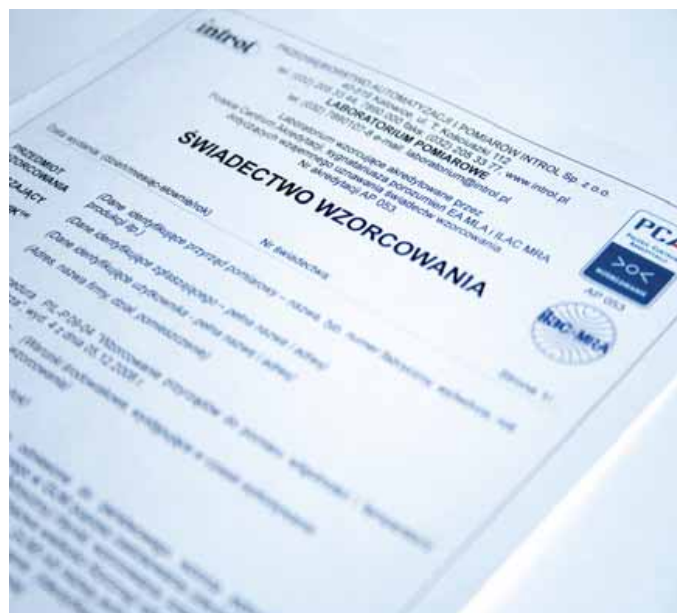
Nowe kalibratory i powrót przenośnych analizatorów gazów

Z początkiem roku wznowiliśmy współpracę z firmą Eurotron, którą należy obecnie do francuskiej firmy z ponad stuletnią tradycją – AOIP. Wznowiona współpraca umożliwia powrót na rynek polski popularnych **przenośnych analizatorów spalin z rodziny Greenline**. Od początku 2012 roku w naszej ofercie dostępne są cztery modele pozwalające na analizę od 2 do 8 gazów spośród: O_2 , CO , CO_2 , NO , NO_2 , C_xH_y , SO_2 , H_2S . Seria Greenline, która na ponad rok zniknęła z polskiego rynku, znana jest z szerokiego asortymentu akcesoriów, pozwalających na dopasowanie urządzeń do potrzeb konkretnych aplikacji. Nawiązanie współpracy z francuską firmą AOIP pozwoliło nam także na rozszerzenie oferty przenośnych, kompaktowych kalibratorów sygnałów elektrycznych DC i kalibratorów temperatury.



Laboratorium z akredytacją na wzorcowanie przyrządów na obiektach.

W dniach 17-18 listopada 2011 r. w Laboratorium Introl odbył się audit z Polskiego Centrum Akredytacji, podczas którego potwierdzono kompetencje techniczne pracowników Laboratorium do wzorcowania przyrządów do pomiaru ciśnienia, temperatury i wilgotności. W wyniku przeprowadzonego auditu, rozszerzono zakres akredytacji o **wyjazdowe wzorcowanie ciśnieniomierzy w siedzibie Klienta** w zakresie od -1 do 30 MPa i od 800 do 1200 hPa. Zwiększono również zdolności pomiarowe CMC w zakresie wilgotności i ciśnienia dla pomiarów stacjonarnych. Nowe zakresy i zdolności pomiarowe obowiązują od 14.12.2011 r. Przebyty pod koniec zeszłego roku audit to już kolejny jakim poddawane jest Laboratorium Introl. Dzięki spełnianiu rygorystycznych norm metrologicznych oraz stałemu doskonaleniu, nasze laboratorium już od 10 lat posiada kompetencje potwierdzone przez PCA.



Nowa strona „Pod kontrolą”

Miło nam poinformować, iż uruchomiliśmy nową stronę www.podkontrola.pl.

Nowa odsłona zyskała na czytelności oraz pozwala na szybsze odnajdywanie interesujących, archiwalnych artykułów opublikowanych na łamach „Pod kontrolą”. Serdecznie zapraszamy do zapoznania się z nową www.podkontrola.pl.



Rozszerzamy współpracę z EGE

EGE-Elektronik Spezial Sensoren GmbH to niemiecka firma, która od 1976 roku produkuje specjalistyczne czujniki dla automatyki. EGE jest naszym partnerem handlowym od wielu lat. Do tej pory jednak oferowaliśmy tylko zawężony zakres oferty tego niemieckiego producenta – sygnalizatory przepływu i wyłączniki ciśnienia. Z początkiem 2012 roku nasza oferta urządzeń marki EGE została rozszerzona o między innymi indukcyjne i pojemnościowe czujniki zbliżeniowe do wykrywania obecności metali, szkła, drewna, tworzyw sztucznych, cieczy i materiałów sypkich. Innymi urządzeniami, które trafiły do naszej najnowszej oferty to czujniki temperatury IR do detekcji zmian temperatury oraz czujniki poziomu. Wszystkie nowe rozwiązania EGE znajdują się w naszym najnowszym **Katalogu produktów**, którego drukowana i elektroniczna wersja zadebiutuje na targach AUTOMATICON 2012.





VEGAMIP teraz z ATEXem

Sygnalizator poziomu VEGAMIP uzyskał dopuszczenie ATEX do strefy zagrożonej wybuchem gazów. Dzięki temu ma on teraz nowe możliwości aplikacyjne. Do tej pory urządzenie to było dostępne tylko i wyłącznie z dopuszczeniem do strefy pyłowej.

Przypominamy, że VEGAMIP składa się z dwóch elementów – nadajnika i odbiornika. Zasada działania sprawia, że urządzenie to może być alternatywą dla uciążliwych w eksploatacji sygnalizatorów izotopowych. Posiada zdolność do penetracji zbiornika przez ściany wykonane z tworzyw sztucznych, ceramiki oraz innych dielektryków. VEGAMIP jest odporny na trudne warunki aplikacyjne takie jak zapylenie czy oblepienie, a także na wysoką temperaturę (do 450°C). Dodatkową nowością wprowadzoną w sygnalizatorze jest wyjście tranzystorowe (dotychczas było tylko wyjście przekątnikowe).



poziomy@introl.pl

Nowy System Detekcji GDS

Stacjonarne systemy detekcji gazów toksycznych i wybuchowych zapewniają ciągły monitoring atmosfery w celu ochrony pracowników przed szkodliwym działaniem substancji niebezpiecznych. Powszechnie stosowane centrale systemów detekcji zapewniają jedynie wykrycie przekroczenia zdefiniowanych progów lub wyświetlają stężenia w poszczególnych punktach pomiarowych. Zaawansowane systemy detekcji stosowane w przemyśle chemicznym, energetycznym czy papirniczym zapewniają pełną wizualizację monitorowanego obiektu wraz z archiwizacją wartości zmierzonych, wykresami trendów oraz wydrukiem raportów pomiarowych. Kompletna ochrona monitorowanego obiektu sprawia, iż są one najbezpieczniejszym rozwiązaniem, jednak często użytkownik nie może pozwolić sobie na tak rozbudowany system.

Zainteresowanie systemem, który spełniać będzie podstawowe funkcję, a dodatkowo szybko zlokalizuje miejsce pojawienia się zagrożenia, przyczyniło się do stworzenia Systemu Detekcji GDS. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom Klientów stworzyliśmy systemem zapewniający monitoring oraz rejestrację wartości stężeń zachowując jego kompaktową budowę, a przy tym korzystną cenę.

Centrala GDS komunikuje się z detektorami sygnałem cyfrowym zapewniając przez to niższe koszty okablowania systemu. Współpracuje z 8 detektorami i archiwizuje mierzone wartości stężeń oraz zdefiniowane zdarzenia, takie jak: przekroczenie progów, awaria, czy brak komunikacji. Wartości stężeń rejestrowane przez system mogą zostać odczytane z poziomu panelu operatorskiego (do siedmiu dni wstecz) lub skopiowane do komputera. Centrala wyposażona jest w awaryjne podtrzymanie akumulatorowe pozwalające na pracę systemu po zaniku zewnętrznego zasilania. Dzięki zastosowaniu modułu DRV, system detekcji GDS umożliwia kalibrację poszczególnego detektora nie wyłączając całego systemu. Moduł pozwala na zastosowanie zapętlenia magistrali komunikacyjnej zapewniając poprawną pracę systemu w przypadku jej przerwania. **System Detekcji GDS jest nie tylko formalnym spełnieniem wymogów BHP, ale zapewnia bezpieczeństwo poprzez informacje o realnych stężeniach substancji występujących w atmosferze.**



gazy@introl.pl

Rejestrator wilgotności, temperatury, CO₂ lub ciśnienia – Humlog 20

Po latach obecności rejestratora wilgotności i temperatury HUMLOG10, firma E+E Elektronik wprowadziła na rynek nowe urządzenie – HUMLOG20. Od poprzednika odróżnia go przede wszystkim wyposażenie wyłącznie we wbudowane czujniki wilgotności i temperatury (model THI), dwutlenku węgla (model TCO) lub ciśnienia (model THIP). HUMLOG20 to typowy rejestrator warunków środowiskowych służący do monitoringu powietrza w pomieszczeniach użyteczności publicznej (muzea, kina, sale wykładowe, poczekalnie, klasy szkolne) i magazynów (farmacja, magazyny żywności, składowiska produktów).

Rejestrator posiada duży wyświetlacz LCD, na którym wyświetlane są parametry wybrane przez użytkownika, a dane rejestrowane są w pamięci cyfrowej o dużej pojemności. Podobnie jak w Humlogu10, użytkownik decyduje zarówno o częstotliwości pomiaru, jak i częstotliwości rejestracji, co wpływa na długość życia baterii oraz pojemności pamięci. Rejestratory HUMLOG20 mogą być łączone z komputerem przez kabel USB lub sieć Ethernet. Szczególnie połączenie urządzeń w sieci Ethernetowej zwiększa wygodę obsługi przy gromadzeniu danych z wielu pomieszczeń.

Z kolei dla monitorowania pomieszczeń, w których przebywają ludzie, szczególnie wskazany jest model TCO. Dwutlenek węgla, który „produkowany” jest przez samych użytkowników pomieszczenia w sposób istotny wpływa na ich samopoczucie, jak i zdolność koncentracji. Właściwa kontrola CO₂ znacząco podnosi komfort pracy.

Dodatkowym atutem rejestratora jest możliwość wyposażenia go w funkcję zasilania przez internet, co uniezależnia rejestrator od baterii.



wilgotnosc@introl.pl

Falownik TECO serii V31 do zanieczyszczonego środowiska i zaawansowanych aplikacji

Falownik V31 to nowość firmy Teco. Posiada zaawansowane bezczujnikowe sterowanie wektorowe i osiąga 200% momentu rozruchowego przy częstotliwości 0.6 Hz. Zaawansowane funkcje zabezpieczające chronią napęd i silnik elektryczny podłączony do niego. Podwójne sterowanie pozwala użytkownikowi na wybranie trybu pracy ciężkiej i pracy normalnej dla różnych zastosowań. Falowniki produkowane są także w obudowie spełniającej stopień ochrony IP55. Umieszczenie radiatora na zewnątrz szafki umożliwia zabudowę części sterującej w szafce IP65 bez wentylacji. Całością sterowania falownika zarządza 32-bitowy procesor. Istotna jest również duża liczba programowalnych wejść i wyjść cyfrowych, umożliwiających szerokie zastosowania aplikacyjne falowników V31. Jak zapewnia producent, minimalna żywotność falownika to 10 lat. Zakres mocy pokrywany przez falownik to 5,5-30 kW



rejestratory@introl.pl

Jak skutecznie mierzyć przepływ gorących cieczy? Bezinwazyjnie!

W większości zakładów przemysłowych pomiary przepływu są jednymi z kluczowych pomiarów w kontekście prowadzenia danego procesu, jego wydajności oraz energochłonności. W swojej płataninie rurociągów napotykaną w wielu miejscach dużego i małego przemysłu spotykamy tzw. rury gorące, gdzie temperatury mediów będących nośnikami energii, składnikami lub produktami końcowymi, wynoszą często ponad 200°C. Dla wielu metod pomiarowych oraz samych urządzeń takie warunki stanowią barierę nie do pokonania. Aby inżynierom automatykom było jeszcze trudniej, media gorące zazwyczaj są mediami pod szczególnym nadzorem, a ciecze płynące w strefie zagrożenia wybuchem lub agresywne chemicznie bardzo zawężają możliwości pomiarowe. Stanowi to nie lada wyzwanie z metrologicznego punktu widzenia.

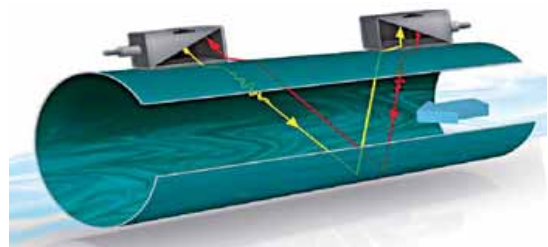
CZYM MIERZYĆ GORĄCE CIECZE?

Najczęściej spotykaną metodą pomiarową przy pomiarze przepływu cieczy o wysokiej temperaturze jest pomiar w oparciu o element spiętrzający, zwykle kryzę. Inne metody i urządzenia pomiarowe tj. przepływomierze wirowe czy turbinowe również mogą pracować w warunkach zwiększonej temperatury, jednakże są to rzadziej spotykane rozwiązania. Wszystkie z powyższych metod obok specyficznych zalet i wad, mają jedną wspólną cechę: są inwazyjne, a zastosowanie każdej z nich wymaga bezpośredniej ingerencji w rurociąg.

Poszukując optymalnego rozwiązania w zakresie pomiaru przepływu cieczy gorących przeprowadziliśmy analizę parametrów, właściwości różnych typów przepływomierzy, ich wytrzymałości oraz ceny. Po przewertowaniu wielu stron dokumentacji technicznej oraz licznych testach aplikacyjnych stwierdziliśmy, że najlepszym sposobem aby uniknąć kłopotów eksploatacyjnych byłby pomiar bezinwazyjny, ultradźwiękowy. Mając jednak doświadczenie w typowych aplikacjach (temperaturach) zadaliśmy sobie pytanie: – **Czy pomiar bezinwazyjny tak naprawdę dokładnie i skutecznie mierzy przepływ cieczy przy wysokich temperaturach?**

NOWATORSKI PATENT

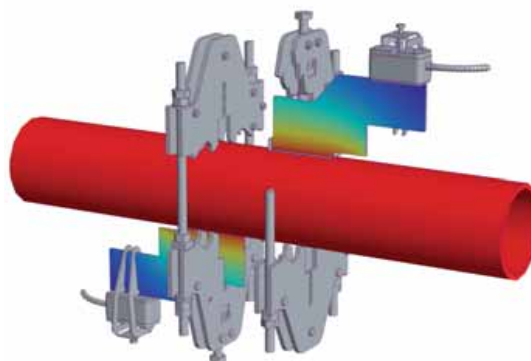
Na rynku obecnych jest wielu producentów przepływomierzy bezinwazyjnych typu „clamp-on”, pracujących w oparciu o zasadę korelacji czasu przejścia sygnału ultradźwiękowego (Transit-Time).



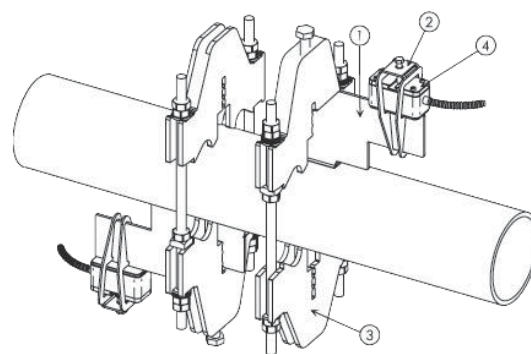
Metoda ta jest w 100% bezinwazyjna z uwagi na sondy pomiarowe, które mocuje się do zewnętrznej ścianki rurociągu. Nie wszyscy producenci mogą jednak pochwalić się w swoim portfolio możliwościami pomiaru przy temperaturze przewyższającej 200°C. Głównym ograniczeniem sprawiającym, że pomiary bezinwazyjne przepływu powyżej pewnej granicy temperatury są niemożliwe, jest materiał. Powierzchnia sond pomiarowych, stykająca się z zewnętrzną ścianką

rurociągu musi być wykonana z dobrze przewodzącego fale ultradźwiękowe materiału, który jednocześnie będzie odporny na długotrwałe oddziaływanie temperatury rurociągu. Standardowe przepływomierze bezinwazyjne marki FLEXIM są w stanie mierzyć bez dodatkowych układów cieczy w zakresie temperatur od -30 do +200°C. Aby zwiększyć graniczne wartości temperatury pracy, niemiecki producent opatentował i z powodzeniem wdrożył układ umożliwiający pomiar przepływu cieczy gorących i kriogenicznych. Dzięki temu możliwe stały się bezinwazyjne pomiary przepływu w zakresie **od -170°C do nawet +580°C**.

Układ umożliwiający pracę w tak szerokim zakresie temperatury jest, najprościej ujmując, nakładką dystansującą powierzchnie standardowych sond pomiarowych od gorącej powierzchni rurociągu. Nakładka ta została całkowicie wykonana ze stali nierdzewnej 304 (1.4301) i nosi nazwę **Wavelnjector®**.



◀ Schemat nakładki Wavelnjector®



◀◀ Metoda pomiaru Transit-Time

◀ Opis nakładki:
1. dystanse
2. mocowanie sondy
3. mocowanie na rurociągu
4. sonda pomiarowa

Zasada pracy przepływomierza z **Wavelnjector®** pozostaje bez zmian, jedyną subtelną różnicą jest dłuższa

droga sygnału spowodowana zwiększeniem dystansu pomiędzy powierzchniami sond emitujących falę ultradźwiękową od ścianki rurociągu. Dla zapewnienia dokładnych pomiarów wszystkie przetworniki pomiarowe serii FLUXUS posiadają wbudowany algorytm obliczeniowy umożliwiający współpracę układu z nakładką.

Wavelnjector® umożliwia pomiar w zakresie średnic DN40-DN1000 i można ją skonfigurować w zależności od średnicy rurociągu w trzech wariantach montażowych.

A W PRAKTYCE...

W jednej z polskich rafinerii mieliśmy możliwość przetestowania tego wysokotemperaturowego układu w praktyce. Przeprowadziliśmy testy na dwóch niezależnych rurociągach.

Rurociąg	Medium	Temperatura	Średnica zewnętrzna	Grubość ścianki
1	Gudron	max. 250 °C	276,90 mm	10,10 mm
2	Produkt z hydrokrakingu	345 °C	221,2 mm	8,50 mm

Testy były wykonywane przenośnym przepływomierzem do cieczy FLUXUS F601, jednym zestawem sond pomiarowych oraz nakładką wysokotemperaturową Wavelnjector®. Obydwa rurociągi znajdowały się w drugiej strefie zagrożenia wybuchem.

Aby urządzenie pracowało zgodnie z gwarantowaną dokładnością, bardzo ważny jest, jak z resztą w każdym przypadku, prawidłowy montaż sond i tym samym odpowiednia propagacja sygnału ultradźwiękowego w rurociągu oraz płynącym medium.

Przed montażem urządzenie oblicza i podaje odległości rozstawu głównych elementów mocujących, w dalszym etapie – sond pomiarowych generujących sygnał ultradźwiękowy. Użytkownik montujący nakładkę Wavelnjector®, oprócz odpowiedniego wyboru miejsca pomiarowego (montażowego) musi pamiętać również o dobrym sprzęgnięciu akustycznym właściwych dystansów (sondy-rurociąg). W standardowych wersjach sondy sprzęgane są za pomocą żeli lub specjalnych podkładek gumowych. W tym przypadku, do sprzężenia akustycznego dystansujących elementów z powierzchnią rurociągu używane są cienkie paski wykonane z ołowiu (<280°C) lub stopu srebra (<580°C). Paski zlokalizowane są w miejscu kontaktu dystansujących stalowych płytek z powierzchnią ścianki rury, którą w celu optymalizacji sprzężenia akustycznego należy dokładnie oczyścić z farby oraz wyszlifować do gołej stali.



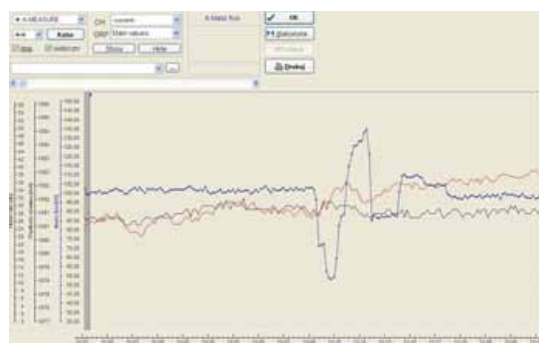
Nawet po dokładnym oczyszczeniu rurociągu z farby, nalotów i wyszlifowaniu nierówności, zawsze powierzchnia będzie miała pewną chropowatość. Dostarczone wraz z nakładką paski materiałowe są na tyle elastyczne, że po docięnięciu dopasowują się do profilu rurociągu w miejscu montażu, dzięki czemu pozwalają na bardzo dobry kontakt z właściwymi płytkami dystansującymi sondy pomiarowe. Odpowiedni montaż fizyczny elementów nakładki oraz pasków sprzęgających zapewnia mocny, stabilny sygnał i tym samym praktycznie bezobsługową pracę urządzenia.

POMIARY TESTOWE

W obu przypadkach, po zamontowaniu nakładki oraz sond pomiarowych, uzyskaliśmy bardzo dobre parametry sygnału ultradźwiękowego.



Jak widać na zdjęciu nakładka jest tak wyprofilowana, aby umożliwiać montaż na rurociągach ogrzewanych zewnętrznymi rurami grzewczymi. W trakcie pomiarów urządzenie wskazywało bardzo stabilny przepływ zarówno objętościowy (m³/h) oraz – po zadaniu odpowiedniej wartości gęstości mierzonego medium – przepływ masowy (t/h). Zauważalne były bardzo szybkie reakcje na zmiany przepływu koordynowane z inżynierami eksploatacji na obiekcie.



Szybkość reakcji jest charakterystyczna dla ultradźwiękowych przepływomierzy typu „clamp-on”. Generując sygnał z częstotliwością 1000 razy na sekundę, urządzenie bardzo dobrze wykrywa nawet minimalne zmiany w natężeniu przepływu. Duża zakresowość sprawia, że przepływomierz bezinwazyjnie wskazuje dokładny przepływ przy minimalnej prędkości przepływu. Przy takich prędkościach, przepływomierze dP (podobnie jak wirowe) wypadają poza swój zakres pomiarowy wskazując zerowy strumień, mimo tego że cały czas płynie pewna ilość cieczy. Przepływomierze turbinkowe z kolei źle znoszą przepływy pulsacyjne.

Pomiar przepływu
gudronu

Przebieg przepływu

Miejsce sprzężenia
akustycznego



Temperatura obudowy sond pomiarowych w przypadku drugiego pomiaru na instalacji hydrokrakingu (345°C) nie przekroczyła 50 stopni, można było ściągnąć je gołą dłonią.



Docelowo w układzie przeznaczonym do stałej zabudowy należy zachować kontakt sond z powietrzem, tak aby mogło zachodzić ich swobodne omywanie. Całą resztę (układ montażowy i dystanse) można zaizolować.



Z uwagi na brak żelu sprężającego, który wysycha przy oddziaływaniu wysokiej temperatury, nie ma potrzeby konserwacji układu montażowego. Jest to wielką zaletą, gdyż każda praca konserwacyjna wiąże się z czasowym odstawieniem pomiaru w danym punkcie. Należy jednocześnie zaznaczyć, iż przy odpowiednim montażu **producent nie przewiduje ani nie rekomenduje przeprowadzania konserwacji, gwarantując jednocześnie dokładność i niezawodność pomiaru.**

BEZINWAZYJNY CZYLI DOKŁADNY I NIEZAWODNY

Dzięki testom wykonanym u naszego Klienta, mieliśmy możliwość na własne oczy przekonać się, że faktycznie ten innowacyjny układ działa bez zarzutu. Przekonaliśmy się, że dokładność i powtarzalność pomiaru nie odbiega od konwencjonalnego pomiaru bezinwazyjnego „clamp-on”, przewyższając równocześnie inne metody pomiarowe swoją charakterystyką i możliwościami. Dodatkowo, z uwagi na brak elementów mających kontakt z płynącą cieczą, nie mamy tutaj do czynienia nawet z minimalnym spadkiem ciśnienia. Brak elementów ruchomych oraz narażonych na zużycie skutkuje również wyeliminowaniem ryzyka awarii związanej

z chemicznym lub erozyjnym oddziaływaniem cieczy i związanej z nią kosztownej naprawy urządzenia, koniecznością opróżnienia i rozzszczelnienia rurociągu. Co najważniejsze – dzięki Wavelnjector® możliwy jest pomiar cieczy o temperaturach **od -170°C do nawet +580°C.**

Główną cechą tego konkretnego rozwiązania pomiarowego jest także bardzo duża zakresowość, trudna do osiągnięcia w przypadku pomiarów w oparciu o elementy spiętrzające, w których stosuje się dodatkowe przetworniki dP lub kosztowne układy kryzowe z wymiennymi wkładami.

SZEROKIE REFERENCJE

Oprócz opisanych szerzej aplikacji wysokotemperaturowych, nakładka Wavelnjector® umożliwia również pomiar przepływu cieczy o ekstremalnie niskiej temperaturze procesowej np. ciekłego azotu -160°C. W takich aplikacjach nakładka również skutecznie chroni sondy pomiarowe przed nadmiernym wychłodzeniem. Dzięki temu urządzenia FLEXIM mogą pochwalić się bardzo długą listą referencyjną pomiarów przepływu cieczy zarówno w bardzo wysokiej, jak i ekstremalnie niskiej temperaturze.

Głównym bodźcem do powstania wysokotemperaturowej nakładki były potrzeby wymagających procesów w rafineriach ropy naftowej. Stanowi ona jednak uniwersalną i bezkompromisową propozycję dla różnych branż oraz zakładów przemysłowych mających kłopoty lub chcących uniknąć ewentualnych kłopotów z przepływomierzami pracującymi w trudnych warunkach temperaturowych. Bardzo ważną cechą przepływomierzy bezinwazyjnych FLEXIM jest przy tym fakt, iż mogą one pracować w **strefie pierwszej oraz drugiej zagrożenia wybuchem**, a doposażenie ich w opisywaną nakładkę Wavelnjector® nie zmniejsza ich możliwości aplikacyjnych.

Należy zwrócić uwagę, iż układ pomiarowy w oparciu o przepływomierz bezinwazyjny doposażony w nakładkę Wavelnjector® stanowi nie tylko dobrą propozycję dla nowych instalacji ale jest również doskonałą propozycją modernizacyjną dla starszych układów pomiarowych.

Dla osób odpowiedzialnych za daną instalację lub jej projekt, wybór i eksploatacja danego przepływomierza jest w każdym przypadku swoistym kompromisem pomiędzy zakresowością, dokładnością urządzenia, jego ceną zakupu oraz – co jest niemniej ważne – kosztami eksploatacji i ewentualnych napraw. Prostota wymiany, montaż na ruchu, bezobsługowa praca oraz koszty całkowite aplikacji w oparciu o przepływomierze marki FLEXIM są w wielu przypadkach nie do przecenienia.



Maksym Cichoń

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



Pomiar przepływu hydrokrakingu



▲ Przepływomierz stacjonarny ADM8027



Sposób izolacji



Precyzyjna regulacja temperatury

Od momentu powstania teorii regulacji automatycznej, sterowanie temperaturą procesu było podstawowym zadaniem większości układów automatyki przemysłowej. Analizując procentowy udział różnorodnych układów w światowym przemyśle, zarówno systemy pomiarowe, jak i całe pętle regulacji temperatury zajmują jedno z czołowych miejsc. Coraz bardziej skomplikowane procesy produkcyjne oraz ciągłe zwiększanie wymagań jakościowych stawianych przed ostatecznym produktem powodują stałą, bardzo dynamiczny rozwój wszystkich dziedzin automatyki, w tym również wyspecjalizowanych układów regulacji temperatury. Urządzenia pomiarowe są coraz dokładniejsze, a elementy sterujące, zaopatrzone w stale doskonalone algorytmy sterowania, przyczyniają się do ciągłego zwiększania wskaźników jakości. Przyjrzyjmy się bliżej systemowi precyzyjnej regulacji temperatury, wdrożonemu w jednej z polskich firm produkcyjnych.

Zadanie postawione przed nami polegało na stworzeniu systemu automatyki dedykowanego do sterowania piecem oporowym o mocy 132,5 kW. Sam piec powstawał niezależnie, a integracja z układem regulacji odbyła się już po zakończeniu prac mechanicznych. Uruchomienie miało miejsce w jednej z firm na pomorzu, specjalizującej się w produkcji turbin energetycznych oraz urządzeń pomocniczych. W dużym uproszczeniu piec składa się z komory grzewczej wyposażonej w sterowane pneumatycznie, opuszczane drzwi frontowe oraz ruchomego trzonu, na którym umieszczany jest materiał przeznaczony do obróbki cieplnej. Szafa sterownicza zlokalizowana została w niedalekim sąsiedztwie pieca. Stosunkowo duża moc urządzenia wymagała doprowadzenia odpowiedniego zasilania do hali produkcyjnej.

PROGRAMOWA REGULACJA TEMPERATURY

Podstawowym założeniem projektowym systemu była funkcjonalność polegająca na stabilizacji temperatury wewnątrz pieca oraz na trzonie, w oparciu o regulację programową. Układ taki stanowi szczególną odmianę układu regulacji nadążnej (z ang. *tracking system*) czyli układu śledzącego, z tą różnicą, iż przebieg czasowy sygnału wartości zadanej jest z góry znany. Obróbka cieplna materiału wewnątrz pieca musi przebiegać w sposób kontrolowany. Źle dobrane parametry procesowe, takie jak szybkość narastania krzywej temperaturowej czy czas wygrzewania, przekładają się na wadliwą pracę całego systemu. Zbyt szybkie doprowadzenie wsadu do wymaganej temperatury, podobnie jak gwałtowne schłodzenie, może spowodować uszkodzenie materiału. Sytuacja taka jest niedopuszczalna, dlatego też dobór parametrów programu musi przebiegać pod czujnym okiem technologa, przy zachowaniu wszystkich wymogów wynikających z technologii produkcji.

STRUKTURA SYSTEMU AUTMATYKI

Po dokładnej analizie konstrukcji pieca, powstała pierwotna idea systemu sterowania. Urządzenie posiada szereg grzałek oporowych o mocy 3,575 kW, podzielonych na pięć stref grzejnych – cztery strefy przypadają na ściany wewnętrzne, natomiast piątą znajduje się w obrębie trzonu. Idea zakładała wykorzystanie specjalistycznego regulatora temperatury dla każdej ze stref. Realizacja tego założenia mogła zostać wykonana na dwa sposoby. Pierwsza koncepcja polegała na użyciu pięciu regulatorów programowalnych, druga – na zastąpieniu czterech z nich zwykłymi regulatorami stałwartościowymi. Drugie rozwiązanie jest zdecydowanie bardziej optymalne i tańsze, wymaga natomiast większego nakładu pracy programisty całego systemu. Dodatkowo zastosowany został sterownik logiczny PLC, przeznaczony do realizacji pomocniczych zadań stabilizacji tem-

peratury oraz obsługi sygnałów cyfrowych. Ostatnimi istotnymi elementami całego systemu sterowania były dotykowy panel operatorski oraz komputer z oprogramowaniem Softrol, rejestrującym i archiwizującym sygnały pomiarowe. Aplikacja komputerowa została dodatkowo wyposażona w moduł tworzenia profili czasowych temperatury zadanej.

Stabilizacja temperatury procesowej została oparta o pięć regulatorów sprzętowych z zaimplementowanym algorytmem PID oraz funkcją auto – tuningu. Regulator wiodący jest regulatorem programowalnym, umożliwiającym określenie krzywej wygrzewania.

Programowanie polegające na parametryzacji przebiegu czasowego wartości zadanej $wz(t)$, może być wykonane z poziomu panelu frontowego regulatora lub zdalnie z wykorzystaniem interfejsu cyfrowego. Informacje dotyczące aktualnie aktywnego profilu czasowego znajdują się tylko w jednym regulatorze, jednakże konstrukcja systemu gwarantuje odpowiednią pracę pozostałych urządzeń. W czasie trwania cyklu programowego, regulator wiodący odpytywany jest przez sterownik poprzez interfejs komunikacyjny. Aktualna wartość zadana przepisywana jest do rejestrów wewnętrznych sterownika i wysyłana kolejno na każdy z czterech pozostałych regulatorów.

Transmisja odbywa się z wykorzystaniem szeregowej sieci RS-485, po protokole Modbus RTU. Rozwiązanie takie minimalizuje prawdopodobieństwo wystąpienia ewentualnych błędów podczas zapisu programu do regulatora, gdyż zamiast pięciu, parametryzujemy tylko jedno urządzenie. Ostatecznie, każdy z regulatorów realizuje dokładnie taką samą krzywą wygrzewania.

PARAMETRIZACJA SEGMENTÓW PROGRAMU

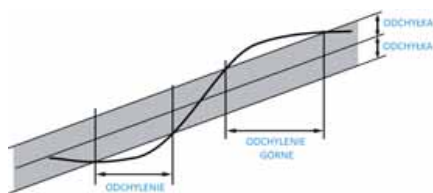
System umożliwia zapisanie kilku niezależnych profili temperaturowych, przy czym każdy z nich może składać się maksymalnie z dziesięciu występujących po sobie kroków. Poprzez krok rozumie się jedną, kierunkową zmianę wartości zadanej w pewnym czasie. W najprostszym przypadku mamy do czynienia z trzema krokami: rampą narastającą, wygrzewaniem oraz rampą opadającą (chłodzącą). Regulator startuje z poziomu aktualnej wartości procesowej i osiąga w zadanym czasie docelową wartość zadaną. Przy odpowiednio dobranych parametrach krzywej temperaturowej, regulator nie powinien mieć żadnych problemów z doprowadzeniem układu do stanu oczekiwanego, jednak ze względu na możliwe błędy wynikające z procesu technologicznego, urządzenie wyposażone jest w mechanizm blokujący. Jest to funkcja, która zatrzymuje narastanie wartości zadanej w przypadku, gdy odchylenie od wartości procesowej jest zbyt duże (przy czym poziom odchylenia ustala operator).



Regulator programowalny



Regulator stałwartościowy



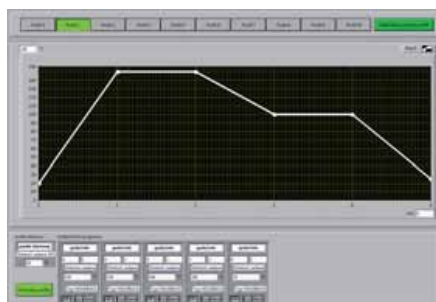
W momencie osiągnięcia przez wartość procesową poziomu, który jest akceptowalny z punktu widzenia odchylenia, praca regulatora zostaje wznowiona, a cały cykl jest kontynuowany. Drugi z kroków programu jest tzw. segmentem wygrzewania. Obsługa pieca ustala czas przez jaki materiał poddawany obróbce cieplnej ma być przetrzymany w określonej temperaturze. Ostatnim typem kroku jest rampa opadająca, w czasie której wsad jest chłodzony w sposób kontrolowany. W zależności od poziomu odchylenia między wartością zadaną, a wartością procesową, system automatyki pieca otwiera lub zamyka dodatkowe otwory wentylacyjne.

Przytoczony powyżej, przykładowy program w prosty sposób przedstawia możliwości funkcjonalne automatyki pieca. Wykorzystane zostały tylko trzy kroki, jednakże technologia obróbki cieplnej metali zakłada również bardziej skomplikowane profile. W zależności od materiału oraz przeznaczenia produktu końcowego, obsługa pieca – bazując na wskazówkach technologa – dobiera najbardziej optymalny program.

SYSTEM KOMPUTEROWY SOFTROL

Podstawowym zadaniem autorskiego programu komputerowego Softrol jest rejestracja, alarmowanie oraz archiwizacja danych pomiarowych z czujników, którymi w tym przypadku były termopary typu K.

System ten został już wielokrotnie z powodzeniem wdrożony przez naszą firmę w wielu aplikacjach przemysłowych. Podstawowa funkcjonalność została rozbudowana o dodatkowy moduł służący do parametryzacji regulatorów. Tworzenie nowych profili czasowych wartości zadanej, możliwe jest tylko z poziomu komputera w sterowni. Użytkownik definiuje maksymalnie jedenaście punktów zależności temperatury zadanej od czasu. Z punktów tych powstaje do dziesięciu częściowo zależnych od siebie segmentów programu wynikowego. Poniżej pokazany został zrzut ekranu z panelem frontowym modułu.



Operator dodaje punkty za pomocą podwójnego kliknięcia kursorem w odpowiednim miejscu wykresu. Automatycznie wyświetlane są informacje dotyczące wszystkich dodanych kroków. Przechodząc do zakładki „Parametry profilu”, użytkownik może zmodyfikować wszystkie dodatkowe parametry aktualnie tworzonego profilu. Proces kończy się w momencie zaktualizowania danych w sterowniku PLC.

PANEL OPERATORSKI

Obok oprogramowania Softrol, najistotniejszym elementem HMI na obiekcie, jest front szafy sterowniczej, na którym zainstalowany został dotykowy panel operatorski oraz wszystkie przyciski kontrolne, sterujące procesem.



Można powiedzieć, iż panel jest „sercem” interfejsu komunikacyjnego pomiędzy operatorem procesu a piecem. Przy jego pomocy, użytkownik wybiera odpowiedni profil temperaturowy dla materiału, który jest aktualnie poddawany obróbce cieplnej. Istnieje możliwość modyfikacji profilu z poziomu panelu, jednakże zmiany nie mogą dotyczyć ilości i charakteru segmentów. Następnie, poprzez cyfrowy interfejs komunikacyjny, profil zapisywany jest w regulatorze programowalnym. Gdy transmisja programu dobiegnie końca, aktywują się przyciski odpowiedzialne za rozpoczęcie oraz zatrzymanie cyklu programowego. W każdej chwili, przy pomocy odpowiedniego przycisku na szafie istnieje możliwość zatrzymania aktualnie wykonywanego programu. W przypadku wybrania złego profilu użytkownik może go skasować. Po zakończeniu danego cyklu wygrzewania, obsługa pieca informowana jest o tym fakcie poprzez sygnały świetlne, dźwiękowe oraz informację na panelu.

INTEGRACJA SYSTEMU I URUCHOMIENIE

Prace nad układem automatyki były prowadzone jednocześnie przez dwóch współpracujących ze sobą programistów. Niezakłócony przepływ informacji oraz bardzo precyzyjne wymagania stawiane przed systemem zminimalizowały błędy wynikające z możliwych różnic w koncepcji oprogramowania. Podstawowym problemem podczas integracji systemu była synchronizacja wszystkich elementów pod względem kolejności dostępu do danych dotyczących profili temperaturowych. Modyfikacja danego programu w oprogramowaniu komputerowym nie mogła zakłócać aktualnej pracy regulatorów, podobnie jak każda, nawet drobna zmiana dokonana na panelu operatorskim. Ostatecznie problem ten rozwiązano na bazie priorytetów dostępu do zasobów, o czym dynamicznie decydował program „zaszyty” w sterowniku.

Ostateczne uruchomienie miało miejsce na przełomie roku i trwało kilka dni. Przy obecności przedstawicieli inwestorów, piec z całą automatyką został przetestowany i odebrany zgodnie z umową.



Dominik Szewczyk

Absolwent Politechniki Śląskiej, na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki, w kierunku Automatyka i Robotyka. W Introlu pracuje od października 2010, na stanowisku specjalisty ds. akpia. Do jego podstawowych zadań należą: programowanie sterowników, tworzenie wizualizacji na panele operatorskie oraz wsparcie techniczne.



Działanie funkcji wstrzymania



Wizualizacja aktywnego profilu



Program do tworzenia profili

Radar – jaka częstotliwość na jaką aplikację?

Szybciej, więcej, dalej, dokładniej, łatwiej – w ciągu ostatnich pięciu lat dokonano znaczących postępów w rozwoju urządzeń radarowych do pomiaru poziomu cieczy i materiałów sypkich. Nadal jednak wybór odpowiedniej sondy do określonej aplikacji nie jest łatwy. Kluczowym czynnikiem prawidłowego doboru jest częstotliwość radaru i wzajemne zależności między nią, a innymi parametrami urządzenia.

Rzeczywisty rozwój elektroniki i dostępność coraz bardziej zaawansowanych komponentów sond radarowych powodują, że zakresy częstotliwości, które nie mogły być wykorzystywane w tej technologii jeszcze kilka lat temu, dziś obiecują rozwiązanie wszelkich problemów aplikacyjnych. Przyjrzyjmy się jednak zagadnieniu częstotliwości nieco bliżej, aby sprawdzić, czy nie są to tylko marketingowe „obiecanki – cacanki”. Kilka teoretycznych i praktycznych informacji pomoże w wyjaśnieniu tego zagadnienia.

RADAR – ZASADY DZIAŁANIA

Niezależnie od zastosowanej metody radar mierzy opierając się na zasadniczej zależności między długością fali, a jej częstotliwością:

$$\lambda = c / f$$

λ – długość fali elektromagnetycznej

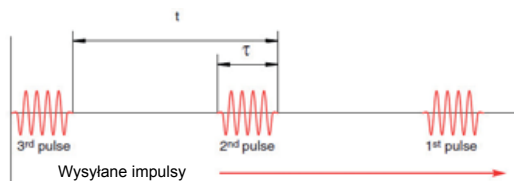
c – prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej

f – częstotliwość

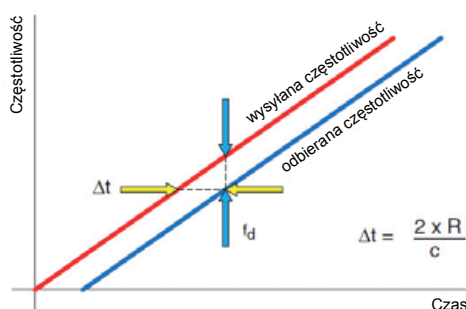
Jak łatwo zauważyć, im dłuższa fala emitowana przez urządzenie, tym częstotliwość mniejsza.

Do pomiaru poziomu techniką radarową używane są dwie metody. Pierwszą z nich jest metoda impulsowa. Radar nadaje sygnał elektromagnetyczny o określonej częstotliwości w formie impulsu. Sygnał ten przemieszcza się pomiędzy radarem i powierzchnią mierzonego medium, następnie odbija się od tejże powierzchni i wraca do radaru. Równocześnie mierzony jest czas, w którym impuls przebywa opisaną drogę. Na podstawie zmierzonego czasu kalkulowany jest dystans do powierzchni medium.

Schemat działania radaru impulsowego



Drugą metodą jest metoda FMCW, która wykorzystuje falę ciągłą o modulowanej częstotliwości. Dzięki algorytmowi FFT (Fast Fourier Transformation) porównującemu przebieg sygnału nadawanego z sygnałem odbieranym określany jest dystans do mierzonego obiektu.



Zależność kąta wiązki od rozmiaru anteny

Schema działania radaru FMCW

Gdzie:

Δt – czas przebiegu fali radarowej

R – odległość do celu

c – prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej

Metoda FMCW wymaga znacznie większej mocy obliczeniowej niż metoda impulsowa. Większe jest również zużycie mocy elektrycznej oraz czas cyklu pomiarowego, co bezpośrednio wpływa na to, że radary FMCW są wolniejsze od radarów impulsowych.

W okresie wczesnego rozwoju techniki radarowej dostępność komponentów elektronicznych spowodowała, że producenci radarów skupili się na częstotliwości w okolicach 10 GHz. Późniejszy rozwój technologii spowodował, że dostępnymi stały się częstotliwości określone jako pasmo C, K oraz W. Są to odpowiednio częstotliwości 6 GHz, 25 GHz oraz 75 GHz.

Należy zwrócić uwagę na to, iż każda z częstotliwości posiada swoje mocne i słabe strony. Ale do tego jeszcze wrócimy.

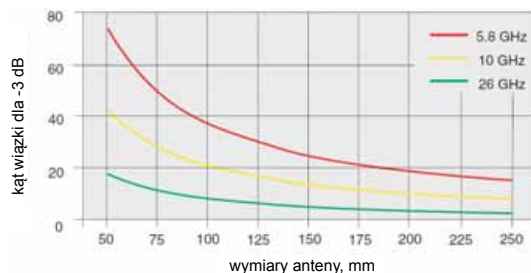
Najważniejszą miarą skuteczności pracy radaru jest jego czułość, rozumiana jako umiejętność rozpoznawania (rozdzielania) sygnałów o bardzo małej amplitudzie. Czułość współczesnych radarów na materiały sypkie została zwiększona do 100 dB co oznacza, że mierzalnym jest sygnał odbity o mocy 10 miliardów razy mniejszej niż sygnał nadany. Dla zobrazowania tego dość abstrakcyjnego określenia możemy użyć przykładu porównania masy 40 tonowego tira i pojedynczego ludzkiego włosa.

ANTENA – PODSTAWOWE ZALEŻNOŚCI

Antena jest bardzo ważnym elementem sondy radarowej, wpływającym na skuteczność pomiaru w określonych aplikacjach. Istnieją trzy proste zależności między budową anten, a innymi własnościami radarów.

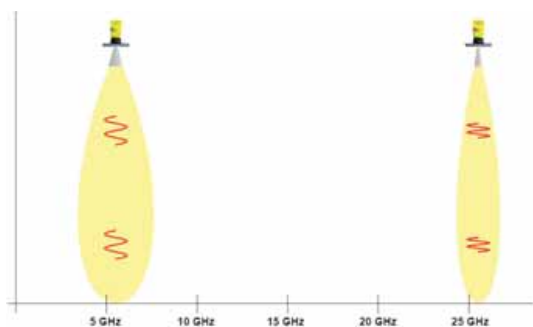
Pierwsza zależność mówi o tym, że im większą posiadamy antenę, tym większą uzyskujemy moc sygnału odbitego od powierzchni mierzonego medium.

Druga zależność mówi natomiast, że im większy jest rozmiar anteny, tym mniejszy otrzymujemy kąt wiązki.



Trzecia zależność, tym razem związana z częstotliwością wskazuje, że im większą częstotliwość

stosujemy tym mniejsze są wymiary anteny dla uzyskania tego samego kąta skupienia wiązki.



Przykładowo – jeżeli podwoimy częstotliwość, to dla uzyskania wiązki o tym samym skupieniu, wystarczy nam antena o wymiarach równych około $\frac{1}{4}$ pierwotnej anteny.

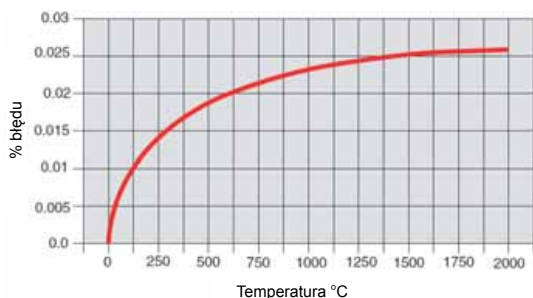
Mając na uwadze powyższe trzy zależności, nasuwa się wniosek, że duża antena to silniejszy (pewniejszy) sygnał odbity i relatywnie mały kąt skupienia wiązki... przy określonej częstotliwości. Wyższa częstotliwość jest tym parametrem, który pozwala na zachowanie takiego samego kąta skupienia, przy zmniejszonej wielkości anteny. Możliwość zmniejszenia anteny (przy zachowaniu kąta skupienia) to bardzo istotna zaleta w przypadkach, gdy jesteśmy ograniczeni małym przyłączem mechanicznym na interesującym nas zbiorniku. Wadą małych anten jest jednak wrażliwość na złe warunki środowiskowe – przy kondensacji lub obłepieniu materiałem, sygnał od medium jest bardzo silnie tłumiony (słaba moc sygnału odbieranego).

Dobór częstotliwości (a tym samym kąta wiązki) i wielkości anteny nie jest zatem sprawą jednoznaczną. Zawsze jest to pewnego rodzaju kompromis pomiędzy pozwalającą na pomiar siłą sygnału, a dostosowaną do aplikacji wielkością anteny z określonym kątem wiązki i częstotliwością. W kompromisie tym nie można zapomnieć o ograniczeniach aplikacyjnych, rodzaju mierzonego medium oraz warunkach w jakich prowadzony jest pomiar.

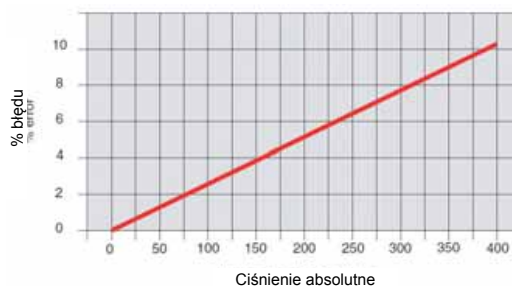
WPŁYW WARUNKÓW APLIKACYJNYCH NA PRACĘ RADARU

Zarówno producenci jak i użytkownicy radarów są w dość komfortowej sytuacji z uwagi na fakt, iż propagacja fali radarowej praktycznie nie zależy od warunków aplikacyjnych.

Prędkość fali elektromagnetycznej prawie w ogóle nie zależy od zmian temperatury (tylko 0,026% na 2000°C).



Przy zmianach ciśnienia zmiany prędkości widoczne są dopiero powyżej 10 bar.



Poza tym różne kompozycje gazów (oparów często występujących w zbiornikach) nie wpływają na zmianę propagacji fali elektromagnetycznej za wyjątkiem dwóch znanych przypadków. Przypadkami tymi są amoniak i chlorek winylu, które zmniejszają prędkość propagacji tym bardziej, im wyższą częstotliwość zastosujemy. Dlatego dla amoniaku i chlorku winylu należy stosować radar pracujący na niskiej częstotliwości, np. 6 GHz.

CIECZE – STANDARDOWE ZADANIE DLA RADARU

Pomiar poziomu cieczy jest w zasadzie zagadnieniem prostym jeśli powierzchnia medium jest gładka i niezaburzona. Sytuacja zmienia się diametralnie jeżeli zbiornik wyposażony jest w mieszadło lub w aplikacji występuje para. Turbulentna powierzchnia, rozpryski medium, wiry generowane przez mieszadło rozpraszają bowiem promieniowanie elektromagnetyczne. W tym przypadku zastosowanie anteny z silnym skupieniem wiązki (np. 4 st) jest błędem (pomiar zbliżony do punktowego). Większą korzyścią dla Użytkownika jest zastosowanie anteny o większym kącie wiązki (np. 8 lub 10 st – pomiar uśredniany). Wracając nieco do wcześniejszych zależności i przyjmując kąt wiązki jako parametr stały (względnie szeroki) możemy wybrać:

- antenę o małych rozmiarach i wysokiej częstotliwości
- antenę o dużych rozmiarach ale niskiej częstotliwości

W takim wypadku, kwestia wyboru zależałaby jedynie od warunków aplikacyjnych (np. wielkości zbiornika), gdyby nie bezpośrednie powiązanie częstotliwości z odpornością na trudne warunki środowiskowe, takie jak obłepienie anteny i kondensacja pary wodnej.

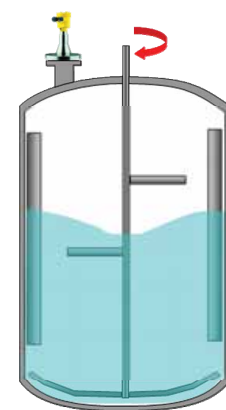
Możliwa kondensacja i ewentualne zabrudzenia na powierzchni anteny mają bowiem większy wpływ na tłumienie sygnału dla krótszych długości fal, a więc częstotliwości wyższych. Stwierdzono, że obłepienie o grubości 1 mm dla radaru 25 GHz powoduje trzy razy większe tłumienie niż dla radaru 6 Hz. Z kolei efekt tłumienia dla 75 GHz jest dziesięć razy większy niż dla 6 GHz.

Piana obecna na powierzchni cieczy również posiada właściwości tłumienia fali radarowej. Tłumienie przez pianę potrafi być nawet silniejsze niż tłumienie wynikające z obłepienia i – podobnie do niego – tłumienie przez pianę jest silniejsze dla wyższych częstotliwości (krótszych fal).

Mając na uwadze bezpośrednią zależność między częstotliwością a tłumieniem fal, do pomiaru cieczy w trudnych aplikacjach należałoby rekomendować jak największe rozmiary i najniższe wartości GHz. Niestety nie jest to tak jednoznaczne, gdyż

Wpływ zmian ciśnienia na błąd pomiaru radaru w powietrzu w stałej temperaturze 273 K

Dla danego rozmiaru anteny wyższa częstotliwość daje większe skupienie wiązki



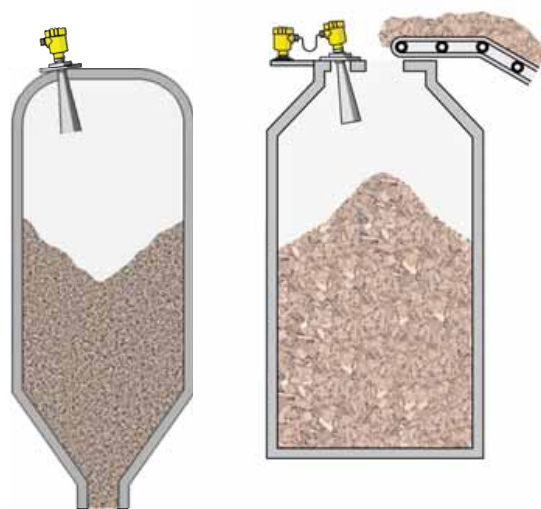
Ukształtowanie powierzchni medium w aplikacji z mieszadłem

Wpływ zmian temperatury na błąd pomiaru radaru w powietrzu przy stałym ciśnieniu 1 Bara

w większości przypadków nie możemy sobie pozwolić na duże wymiary anteny. Tutaj właśnie wkracza częstotliwość 25 GHz – kompromis technologiczny decydujący o tym, że radary 25 GHz stanowią 80% współczesnego rynku i nadają się do znakomitej większości istniejących aplikacji*. Średnia częstotliwość jest zatem optymalnym rozwiązaniem dla cieczy, szczególnie, że postępy poczynione w okresie ostatnich dwóch lat w dziedzinie radarów 25 GHz pozwalają już, w większości aplikacji, na pomiar między innymi przez warstwę piany aż do powierzchni medium.

MATERIAŁY SYPKIE

W zbiornikach z materiałami sypkimi zachodzą bardzo ciekawe zjawiska powodujące, że zadanie pomiarowe staje się nieco trudniejsze niż dla cieczy. W związku z powstawaniem stożków usypowych podczas załadunku i lejów podczas rozładunku zbiornika, znaczna część fali elektromagnetycznej odbija się poprzecznie od powierzchni materiału i nigdy nie wraca do anteny (co zmniejsza moc sygnału odbieranego).



Leje i stożki usypowe w zbiorniku z materiałem sypkim

Teoria uczy, że poprzeczne odbicia są tym silniejsze, im mniejsza jest granulacja mierzonego materiału i im mniejsza częstotliwość. Zależność częstotliwości (długości fali) od granulacji pokazuje, że radar 75 GHz dla materiału o granulacji 3 razy mniejszej, otrzymuje tyle samo energii odbitej co radar 25 GHz. Rozpatrując tylko częstotliwość i granulację należałoby zatem wybierać radary o wysokiej częstotliwości. Praktyka uczy jednak, że różnica w mocy sygnału odbieranego jest trudno zauważalna, a na skuteczność pomiaru wpływa także kąt wiązki i odporność na trudne warunki aplikacyjne. Co więcej, materiały o ekstremalnie niskiej granulacji takiej jak cement, popiół, cukier czy też piasek są od lat z sukcesem mierzone przez radary 25 GHz (warto zauważyć, że materiały o niskiej granulacji układają się w zbiorniku tworząc często powierzchnię zbliżoną kształtem do powierzchni cieczy, dzięki czemu rozpraszanie energii na stożku czy leju jest znikome lub w ogóle nie zachodzi).

Rozważając pomiar poziomu materiałów sypkich warto zastanowić się przede wszystkim nad kątem wiązki anteny. Żaden z oferowanych kątów

wiązki nie jest idealny dla każdej aplikacji. O właściwym doborze tego parametru decyduje analiza warunków aplikacyjnych i potrzeb Użytkownika. Anteny o małym kącie wiązki (np. 4 st), a więc dużym skupieniu, wygrywają w przedbiegach w wysokich, wąskich zbiornikach lub w zbiornikach z mnóstwem wewnętrznych elementów konstrukcyjnych. W zbiornikach o większych średnicach, w których ważnym dla Użytkownika jest uśrednienie pomiaru, właściwym jest zastosowanie anteny o większym kącie wiązki. Dzięki temu uzyskujemy pomiar bardziej uśredniony, czyli bardziej wiarygodny. Przykładem tego typu zastosowań mogą być zbiorniki magazynowe cementu, wapna, węgla, biomasy lub innych materiałów masowych.

Wewnątrz zbiorników z materiałem sypkim, zawsze w dłuższych lub krótszych okresach czasu, występuje silne zapylenie. Główną przyczyną zapylenia jest transport materiału do i/lub ze zbiornika. Zjawisko to powoduje osadzanie się materiału na antenie. Radary wyposażone w anteny o małych rozmiarach mają znikome szanse na długotrwałe, bezobsługowe działanie. Materiał oblepiający antenę tłumi sygnał radarowy, co w efekcie może doprowadzić do utraty pomiaru. **Tłumienie jest tym silniejsze im mniejszą stosujemy antenę i wyższą wykorzystujemy częstotliwość.** Jedynym panaceum chroniącym nas przed utratą pomiaru jest stosowanie anten o odpowiednich rozmiarach, z optymalną częstotliwością, zapewniających bezobsługową pracę urządzenia. Oczywiście, w pomiarze materiałów sypkich możemy zastosować antenę niewielkich rozmiarów, ale wówczas jesteśmy zmuszeni wykonać instalację do nadmuchu powietrza i w sposób ciągły tego nadmuchu używać. Zwiększa to znacznie koszt inwestycji oraz późniejszej eksploatacji.

ŚWIADOMY WYBÓR

Decyzję o tym jak duża antena, o jakiej częstotliwości i jakim kącie wiązki podejmuje każdy, którego losy zawodowe związane są z przemysłowymi pomiarami poziomu. Jak wykazałem, dobór wcale nie jest jednoznaczny, a każdy typ anten ma swoje wady i zalety. Częstotliwość jest przy tym parametrem szczególnie uwikłanym w szereg zależności, których niejasność starałem się nieco rozświetlić. Jeśli jednak, mimo lektury tegoż oraz podobnych artykułów, nadal pojawiają się wątpliwości jaki radar wybrać, najwłaściwszą drogą wydaje się być zaufanie innym użytkownikom. Praktyka bowiem, a więc popularności danego typu aparatury, jest najlepszym wyznacznikiem skuteczności określonych typów radarów do pomiaru poziomu.



Stawomir Wąsowicz

Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej o specjalności Automatyka i Metrologia Elektryczna. W Introlu pracuje od 2006 roku, obecnie na stanowisku kierownika Działu pomiaru poziomu. Do jego podstawowych zadań należy koordynacja projektów związanych z wdrażaniem nowoczesnych rozwiązań pomiarowych na obiektach przemysłowych.

* Dane opublikowane w magazynie „Process” 9/2011 (www.process.de)



Szkolenie PLC cz. 1

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom naszych klientów, rozpoczynamy nowy cykl szkoleń, dotyczący samodzielnego programowania sterowników logicznych PLC. Przez kolejne miesiące, nasi czytelnicy będą mieli okazję poznać wszystkie tajniki programowania z wykorzystaniem popularnego języka drabinkowego (z ang. LAD – Ladder Diagram) oraz diagramu funkcyjnego (z ang. FBD – Function Block Diagram). Rozpoczynając od najprostszych, podstawowych instrukcji, realizując szereg ćwiczeń oraz analizując zamieszczone przykłady, użytkownicy będą w stanie tworzyć coraz bardziej zaawansowane algorytmy sterowania.

CHARAKTERYSTYKA STEROWNIKA.

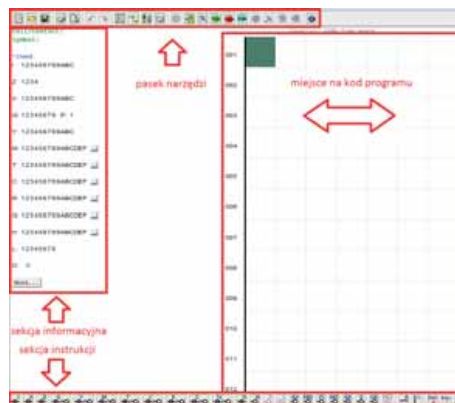
W pierwszej odsłonie szkolenia zajmiemy się omówieniem środowiska programistycznego, oraz najważniejszych instrukcji języka drabinkowego. Zanim jednak przejdziemy do zasadniczej części, warto poświęcić kilka słów na temat sterownika TECO SG2. Jest to kompaktowe urządzenie, znajdujące zastosowanie zarówno w prostych aplikacjach domowych, jak i bardziej zaawansowanych wdrożeniach prze-



mysłowych. Ze względu na bardzo dobry stosunek jakości do ceny, sterownik ten stanowi silną konkurencję dla bardziej znanych oraz zdecydowanie droższych zamienników. Urządzenie posiada kilka modeli, różniących się parametrami takimi jak napięcie zasilania, a także rodzaj i ilość sygnałów I/O. Jednostka bazowa może pracować samodzielnie, lub w razie potrzeby może być rozbudowana o konkretne moduły rozszerzeniowe (cyfrowe sygnały I/O, moduły przetworników A/C oraz moduły komunikacyjne). W najbardziej zaawansowanej konfiguracji, otrzymujemy sterownik z trzema modułami cyfrowymi, jednym modułem analogowym oraz jedną jednostką komunikacyjną, co gwarantuje wystarczające możliwości aplikacyjne w swojej dziedzinie zastosowań.

OPROGRAMOWANIE

Darmowa platforma programistyczna SG2client (do pobrania ze strony www.intrrol.pl), jest środowiskiem intuicyjnym oraz prostym w obsłudze. Programowanie sterownika odbywa się poprzez podłączenie go do interfejsu szeregowego komputera za pomocą specjalnego kabla komunikacyjnego, a następnie załadowanie do pamięci EEPROM wcześniej stworzonego programu. Możliwe jest także tworzenie programu „ręcznie”, wykorzystując przyciski na klawiaturze jednostki centralnej, jednakże sposób ten jest zdecydowanie bardziej uciążliwy i nie zaleca się go początkującym użytkownikom. Poniżej zamieszczono zrzut ekranu przedstawiający środowisko programistyczne SG2client.



Okno główne składa się z czterech podstawowych sekcji: paska narzędzi, sekcji informacyjnej, sekcji wykorzystywanych instrukcji oraz właściwego kodu programu. Funkcje paska narzędzi, oprócz standardowych funkcji zapisu i odczytu pliku projektu, sprowadzają się także do obsługi symulatora programu oraz transmisji skompilowanego kodu z i do sterownika. Sekcja Informacyjna odpowiedzialna jest za monitorowanie wykorzystania w programie odpowiednich wejść i wyjść cyfrowych, liczników czy timerów. Sekcja instrukcji zawiera wszystkie funkcje logiczne oraz arytmetyczne, obsługiwane przez dany sterownik. Ostatnia sekcja stanowi miejsce tworzenia przez użytkownika kodu drabinkowego.

PIERWSZY PROGRAM W JĘZYKU DRABINKOWYM STEROWNIKA SG2

Programowanie z wykorzystaniem kodu drabinkowego przypomina tworzenie schematu elektrycznego. Kod jest interpretowany (skanowany) od lewej do prawej, z góry na dół. W momencie osiągnięcia ostatniego „szczebla drabiny”, czyli ostatniej linii instrukcji, skanowanie rozpoczyna się od początku. W przypadku środowiska SG2client, rozróżniamy dwa podstawowe typy instrukcji: instrukcje wejściowe (styki I, Z, X) oraz instrukcje wyjściowe. Te ostatnie można podzielić na wyjścia logiczne (cewki, przekaźniki Q, Y) oraz wyjścia funkcyjne (np. liczniki C, komparatory G, itd), realizujące przypisane im zadania. W zależności od kolejności, rodzaju oraz parametryzacji wykorzystanych instrukcji, programista steruje przepływem informacji cyfrowej co z kolei definiuje działanie programu wynikowego.

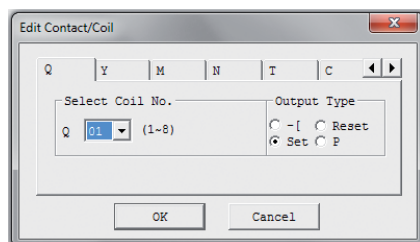
PROGRAM 1

Funkcjonalność: Program powinien zwiierać przełącznik wyjściowy po aktywacji styku wejściowego. Przełącznik powinien zostać rozarty po aktywacji drugiego z wejść.

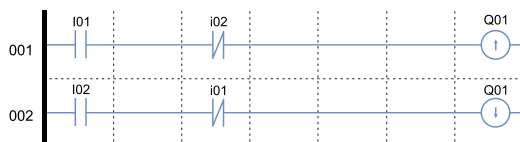
Przykład:
Załączanie/wyłączanie oświetlenia dwoma różnymi przyciskami.



Jak widać na załączonej ilustracji, do realizacji zadania wykorzystane zostały cztery elementy logiczne, dwa wejściowe oraz dwa wyjściowe. Jak zostało wspomniane wcześniej, program interpretowany jest od lewej do prawej, z góry na dół. Lewą pogrubioną linię można interpretować jako potencjał dodatni (+), prawą linię jako masę (-), a wykonywanie programu jako przepływ prądu pomiędzy tymi dwoma liniami. Styki I01 oraz I02 reprezentują pierwsze dwa wejścia cyfrowe sterownika. Przekaznik wyjściowy Q01 reprezentuje pierwsze wyjście cyfrowe urządzenia. Wybór charakteru przekazu odbywa się podczas umieszczania symbolu na schemacie. Dostępne są cztery funkcje widoczne na ilustracji poniżej – cewka zwykła, cewka załączająca (SET), wyłączająca (RESET) oraz cewka typu przerzutnik (z pamięcią).

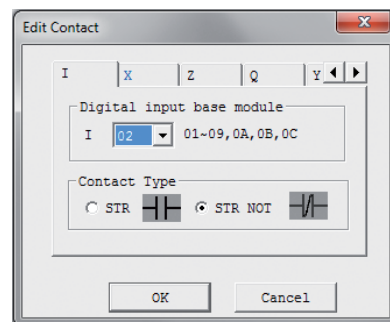


Opis działania programu: W momencie aktywacji (zwarcia) styku I01, cewka Q01 przechodzi w tryb SET, czyli przyjmuje stan logiczny „1”, a rzeczywisty przekaznik wyjściowy sterownika zostaje zwarty. Drugi ze styków jest nieaktywny (rozarty). W momencie aktywacji styku I02, cewka Q01 przechodzi w tryb RESET, przyjmując stan logiczny „0”, a przekaznik zostaje rozarty. Jednoczesna aktywacja obu styków wejściowych może skutkować uszkodzeniem sterownika, gdyż przekaznik wyjściowy Q01 będzie zwierany i rozwierany zgodnie z częstotliwością skanowania. Poniżej przedstawiona została modyfikacja kodu, uwzględniająca zabezpieczenie chroniące przed takim stanem.

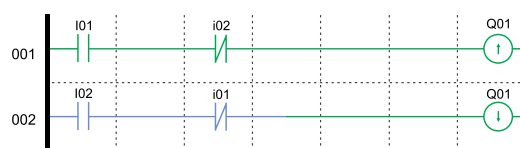


Podczas inicjacji programu, oba styki wejściowe są rozarte. W momencie aktywacji styku normalnie otwartego I01 (NO – z ang. normal opened) wyjście Q01 zostaje zwarte, jednocześnie druga linia kodu jest blokowana poprzez umieszczenie na niej styku normalnie zamkniętego i01 (NC – z ang. normal closed), który jest zanegowanym sygnałem I01. Wybór pomiędzy rodzajem styku dokonywany

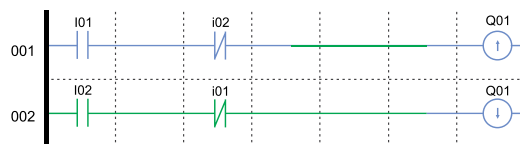
jest w momencie umieszczania elementu na schemacie.



Do momentu dezaktywacji styku wejściowego I01, styk i01 stanowi przerwę w obwodzie i niemożliwe jest rozwarcie wyjścia Q01 poprzez zwarcie drugiego z wejść. Sytuację taką obrazuje poniższa ilustracja.



Na zielono zaznaczono elementy stanowiące zwarcie. Widzimy, że styk i01 blokuje propagację ewentualnego sygnału rozłączającego przekaznik. Dopiero po rozłączeniu styku I01, jego zanegowany sygnał i01 przyjmuje wartość logiczną „1” i umożliwia wyłączenie przekazu wyjściowego Q01. Taki stan został przedstawiony na ilustracji poniżej.



W przypadku sytuacji odwrotnej, analiza jest analogiczna gdyż do momentu rozłączenia styku I02, niemożliwe jest ponowne zwarcie cewki wyjściowej.

PROGRAM 2

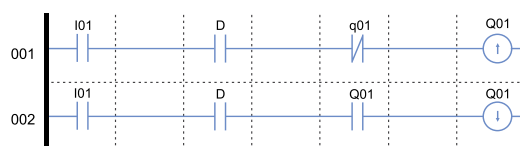
Funkcjonalność: Program powinien zewrzeć przekaznik wyjściowy po aktywacji styku wejściowego. Przekaznik powinien zostać rozarty po ponownej aktywacji tego samego styku wejściowego.

Zastosowanie w praktyce:

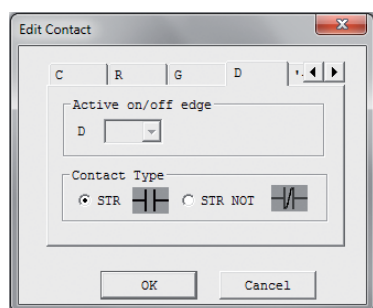
Załączanie/wyłączanie oświetlenia tym samym przyciskiem.

To zadanie można rozwiązać na 2 sposoby:

Sposób 1 (wykorzystujący standardowe elementy języka drabinkowego)

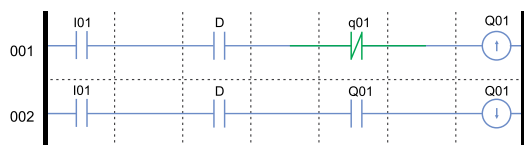


W powyższym przykładzie zastosowane zostały elementy wykrywające zmianę sygnału na przeciwny, czyli styki wykrywające zbocze narastające lub opadające. Wybór charakteru styku odbywa się w momencie umieszczania go na schemacie.

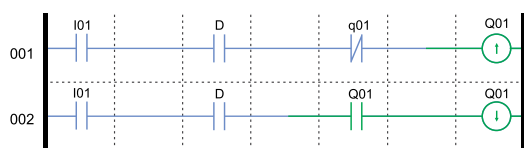


Zasada działania styku polega na wykrywaniu zmiany sygnału na przeciwny i aktywację samego siebie na jeden cykl skanowania programu. Do momentu kolejnej zmiany sygnału, styk taki stanowi przerwę w obwodzie. Dzięki temu, programista może zdefiniować akcję wykonywaną tylko raz, dokładnie w momencie modyfikacji sygnałów wejściowych.

W momencie inicjacji programu, stan styków jest taki jak na rysunku poniżej.



W tej sytuacji możliwe jest zwarcie cewki Q01 poprzez aktywację styku wejściowego I01. Cewka wykrywająca zbocze narastające D na szczęblu 001, pozwoli na propagację sygnału tylko przez jeden cykl skanowania programu. Po rozwarciu styku wejściowego I01, stan pozostałych styków będzie następujący:



Zwarcie przełącznika Q01, spowodowało rozłączenie styku q01, gdyż jest to jego negacja. Jednocześnie w drugim szczęblu kodu, styk Q01 zostanie zwarty i umożliwi w przyszłości wyłączenie przełącznika. Cewka D została zresetowana i jest gotowa na wykrycie kolejnego impulsu narastającego na wejściu I01. Druga

aktywacja tego styku, spowoduje propagację sygnału w linii 002 i ostatecznie rozłączenie cewki Q01. Stan ten jest analogiczny do stanu początkowego.

W powyższym przykładzie wykorzystaliśmy informacje dotyczące aktualnego stanu cewek wyjściowych. Na podstawie tej informacji, programista może zaprogramować odpowiednie działanie w zależności od konkretnego stanu wyjść – w naszym przypadku zmianę na stan przeciwny. Rozłączenie następuje tylko gdy cewka jest zwarta i odwrotnie. W ten sposób otrzymaliśmy program posiadający pamięć. Stan przełączników nie jest zależny tylko od stanu sygnałów wejściowych ale także od poprzedniego stanu wyjść cyfrowych. Urządzenie takie nosi nazwę automatu sekwencyjnego.

Sposób 2 (wykorzystujący dodatkowe elementy środowiska SG2client)



W tym rozwiązaniu zastosowaliśmy wyżej wspomnianą cewkę wyjściową typu przerzutnik, czyli cewkę „z pamięcią”. Cewka P Q01 zmienia stan na przeciwny za każdym razem gdy dojdzie do niej sygnał z lewej strony. Pierwsza aktywacja styku wejściowego:



Druga aktywacja styku wejściowego:



Zastosowanie cewki wykrywającej zbocze narastające D, gwarantuje jednorazowe zwarcie styku wyjściowego Q01. Brak tej cewki, skutkowałby ciągłym przełączaniem przełącznika z częstotliwością równą częstotliwości skanowania.

Drugi ze sposobów jest zdecydowanie prostszy i krótszy, jednakże jest mniej dydaktyczny niż pierwszy, który przybliży więcej cech programowania w języku drabinkowym.

W kolejnej części szkolenia:
zastosowanie cewek pomocniczych, obsługa liczników oraz timerów, komparatory analogowe. Zapraszamy do lektury „Pod kontrolą” 2/2012

Szkolenie prowadzi:
Dominik Szewczyk



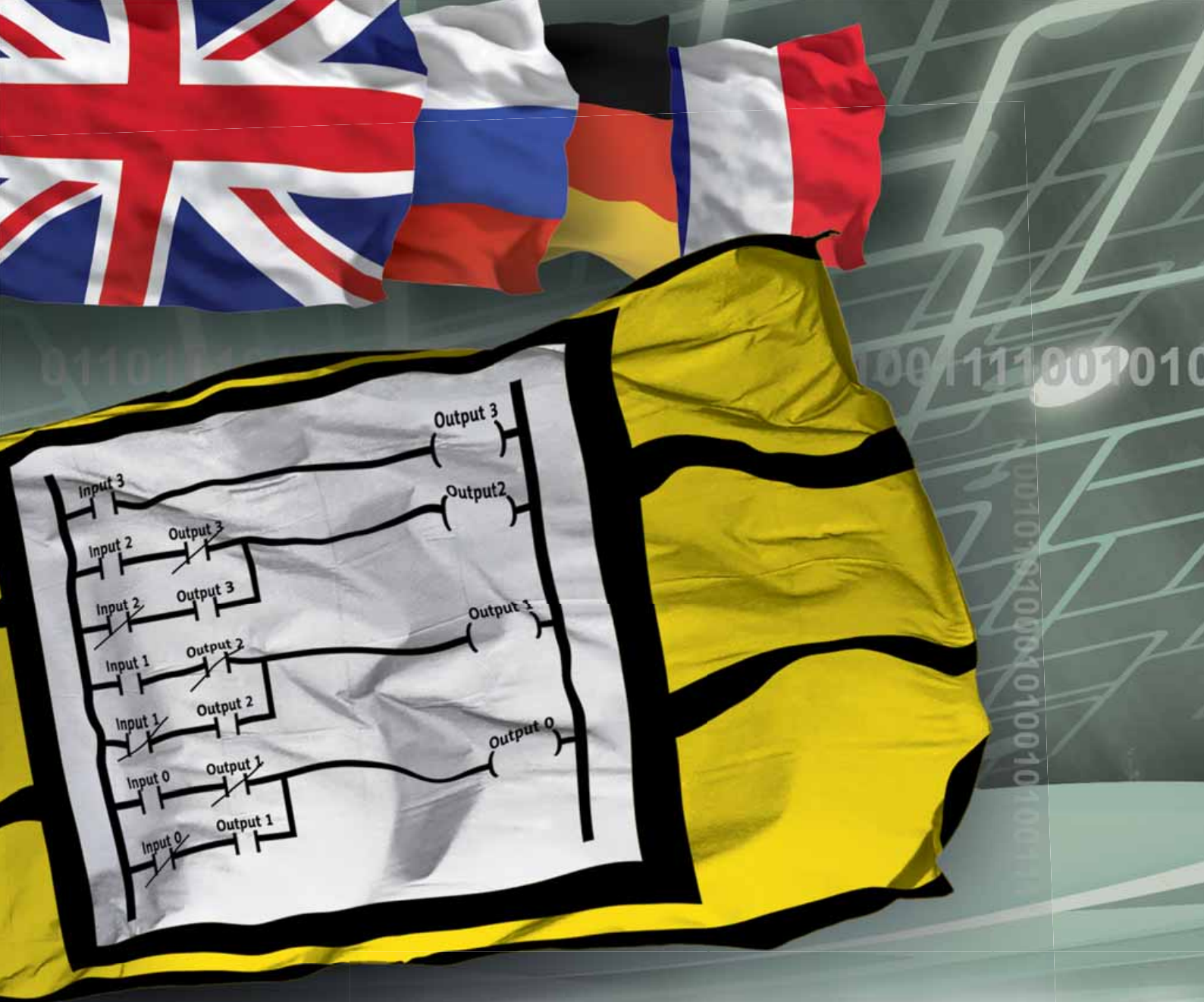
Zapraszamy na targi **Automaticon 2012**



WARSZAWSKIE CENTRUM **EXPO XXI**
Warszawa - Wola, ul. Prądzyńskiego 12
20-23 marca 2012

Jesteśmy tam gdzie zawsze:

Hala **1** Stoisko **A31**



Zmień język na drabinkowy!

Weź udział w Szkoleniu „Programowanie sterowników PLC”

- indywidualnie ustalane terminy
- także w siedzibie Uczestników
- zakres podstawowy lub rozszerzony
- warsztaty na sterownikach SG2 i TP03
- szczegóły na www.introl.pl – zakładka Szkolenia

ZGŁOŚ SIĘ JUŻ DZIŚ
tel.: 32 789 00 13
dszewczyk@introl.pl

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

www.introl.pl

introl

automatyka i pomiary
w przemyśle niezastąpieni