

temat wydania

Jak technologia FMCW 80 GHz i inteligentna diagnostyka eliminuje fałszywe echa w przemysłowych pomiarach poziomu



SŁAWOMIR WĄSOWICZ

Absolwent Wydział Elektrycznego Politechniki Śląskiej o specjalności Automatyka i Metrologia Elektryczna. W Introlu pracuje od 2006 roku, obecnie na stanowisku kierownika działu pomiaru poziomu i izotopów.

Tel: 601 553 368



GDY WARUNKI PROCESU SĄ WYZWANIEM DLA KLASYCZNEJ APARATURY

W zbiornikach, reaktorach, kanałach otwartych i silosach magazynowych różnych gałęzi przemysłu medium rzadko pozostaje w stanie idealnego spokoju. Ruch powierzchni wywołany pracą mieszań przy fermentacji biogazu, obecność gęstej piany powstającej w procesach przemysłu spożywczego, a także intensywne opary i parowanie drastycznie ograniczają skuteczność konwencjonalnych przyrządów. W takich realiach tradycyjne przetworniki impulsowe o niższych częstotliwościach (np. 6 GHz lub 26 GHz) emitują szeroką wiązkę mikrofalową, która zamiast dotrzeć do powierzchni medium, odbija się od ścian zbiornika, węzownic grzewczych, drabin, łopat miksera czy innych elementów konstrukcyjnych.

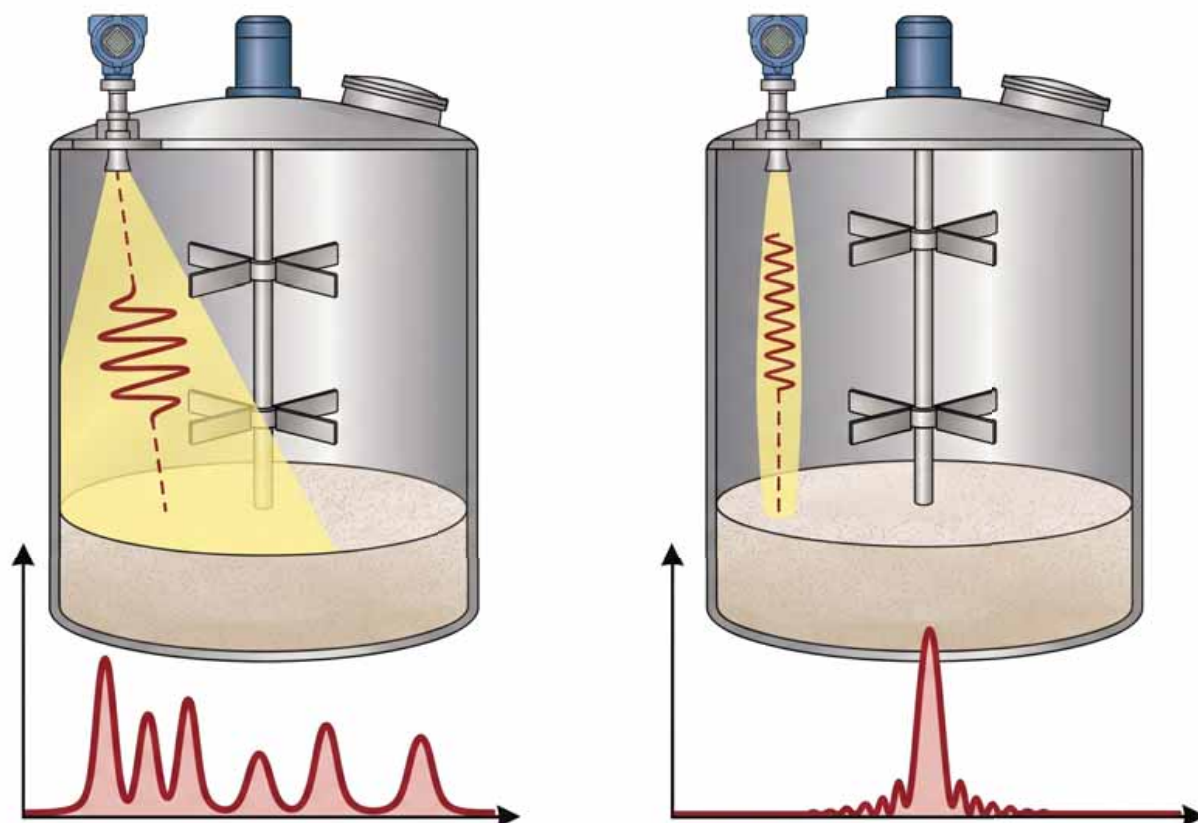
Dla użytkownika oznacza to permanentną walkę z tzw. fałszywymi echemi. Sygnał powrotny ulega rozproszeniu i osłabieniu, co w krytycznych momentach prowadzi do całkowitego zgubienia profilu echa przez przetwornik. Skutkiem takiej anomalii bywa niekontrolowane przepiętnienie zbiornika, suchobieg pomp lub niedokładne bilansowanie surowców. Wszystkie wymienione i każdy z osobna skutek może być przyczyną awarii i może generować wymierne straty finansowe. Dodatkowo, media lepkie, ściernie lub korozyjne wykluczają stosowanie metod kontaktowych ze względu na przyspieszoną degradację mechaniczną i chemiczną sond, co wymusza częste, kłopotliwe procedury konserwacyjne.



DLACZEGO 80 GHz I FAST SWEEP FMCW REDEFINIUJĄ PRECYZJĘ?

Klucz do rozwiązania tych problemów tkwi w geometrii i matematycznej obróbce sygnału. Tradycyjne radary impulsowe mierzą czas przelotu pojedynczego pakietu fal (ToF – *Time of Flight*). Z kolei **pomiar poziomu Fast Sweep FMCW** bazuje na emisji ciągłego sygnału, którego częstotliwość zmienia się liniowo w czasie. Powracający sygnał, po odbiciu od powierzchni, jest porównywany z sygnałem aktualnie nadawanym. Różnica częstotliwości (Δf) jest bezpośrednio proporcjonalna do odległości, co pozwala na uzyskanie unikalnej rozdzielczości i stabilności pomiaru, niezależnie od gwałtownych zmian ciśnienia, temperatury czy turbulencji nad zwierciadłem płynu lub materiału sypkiego.

Skok technologiczny do pasma 80 GHz diametralnie zmienia parametr kluczowy dla inżynierii pomiarowej – **kąt wiązki**. W porównaniu z radarami 26 GHz, wiązka generowana przez nowoczesny **radar 80 GHz** jest niemal **trzykrotnie węższa**. Przykładowo, przy zastosowaniu kompaktowej anteny procesowej, kąt ten wynosi zaledwie kilka stopni. Węższa wiązka oznacza, że energia radaru skupia się na małej powierzchni, omijając wewnętrzne przeszkody mechaniczne zbiornika. Radar bez trudu „przechodzi” obok węzownic grzewczych i instalacji wewnętrznych, celując precyzyjnie w medium, nawet w wysokich, wąskich silosach na popiół czy zboże. Ponadto wysoka częstotliwość drastycznie zwiększa



Rysunek 1
Wpływ skupienia wiązki na fałszywe echo

sza zdolność radaru do radzenia sobie z mediami o niskiej stałej dielektrycznej (D_r), gwarantując silne echo zwrotne od olejów, upłynnionych gazów oraz sypkich produktów spożywczych.

szkód. Dzięki temu urządzenie nigdy nie zgubi profilu fali, eliminując ryzyko fałszywych odczytów.

- **Smart Meter Verification (SMV)** – narzędzie do autodiagnostyki i weryfikacji stanu technicznego radaru bez konieczności przerywania procesu technologicznego i demontażu urządzenia ze zbiornika. System automatycznie sprawdza integralność elektroniki, stan anteny oraz poprawność działania układu



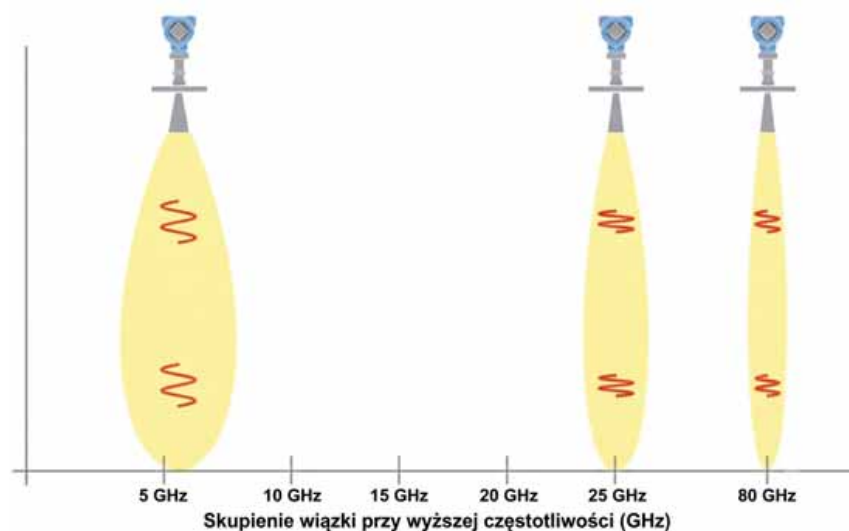
INTELIĞENTNE ŚLEDZENIE ECH I AUTODIAGNOSTYKA ROSEMOUNT

W odpowiedzi na zróżnicowane i wyśrubowane wymagania współczesnych zakładów przemysłowych, Emerson Rosemount stworzył sondy radarowe wykorzystujące pełen potencjał pasma 80 GHz i modulacji FMCW. Flagowym przykładem aparatury dedykowanej do wymagających procesów ciągłych i magazynowych jest **przetwornik poziomu Rosemount serii 5408** oraz jego kompaktowy odpowiednik **Rosemount 3408**, a także dedykowany do aplikacji higienicznych model **Rosemount 1408H** czy uniwersalny **Rosemount 1208**.

Urządzenia te wyposażono w unikalne funkcjonalności, które redefiniują pojęcie bezobstugowości układów pomiarowych AKPiA:

- **Smart Echo Supervision** – to niezwykle zaawansowany algorytm śledzenia echa, który analizuje profil sygnału powrotnego w czasie rzeczywistym.

Nawet w obecności silnych zakłóceń – takich jak łopaty pracującego mieszkadła, gęsta piana czy intensywna kondensacja – algorytm ten potrafi precyzyjnie odróżnić rzeczywiste zwierciadło cieczy od obiektów stałych i dynamicznych prze-



Rysunek 2
Porównanie skupienia wiązki dla różnych częstotliwości (antena tej samej wielkości)



„Węższa wiązka oznacza, że energia radaru skupia się na małej powierzchni, omijając wewnętrzne przeszkody mechaniczne zbiornika.



Rysunek 3
Sonda radarowa poziomu Rosemount 5408 z SIL 2

pomiarowego, generując raporty zgodne z normami jakościowymi i bezpieczeństwa (np. SIL).

- **Integracja ze środowiskiem Emerson (DeltaV/AMS)** – bezproblemowa, natywna integracja z systemem sterowania DeltaV oraz oprogra-

mowaniem do zarządzania zasobami AMS Device Manager pozwala na pełne wykorzystanie danych diagnostycznych. Inżynierowie utrzymania ruchu zyskują zdalny dostęp do zaawansowanych parametrów pracy przyrządu, co umożliwia wdrożenie strategii predykcyjnego utrzymania ruchu i skraca czas konfiguracji do minimum.

Urządzenia Rosemount zostały zaprojektowane z myślą o maksymalnym uproszczeniu konfiguracji operacyjnej przy jednoczesnym zapewnieniu najwyższego poziomu odporności na zakłócenia. Co więcej, integracja z systemami sterowania za pomocą protokołu HART, Modbus czy technologii bezprzewodowej **WirelessHART** pozwala na pełną kontrolę parametrów bez konieczności kosztownej przebudowy okablowania strukturalnego zakładu.



CIĄGŁOŚĆ PRODUKCJI I ELIMINACJA BŁĘDÓW POMIAROWYCH W TRUDNYCH WARUNKACH

Realne korzyści z przejścia na technologię Fast Sweep FMCW 80 GHz zobrazowało wdrożenie zrealizowane w jednym z dużych zakładów przetwarzania odpadów i produkcji biogazu. Problem dotyczył zbiornika buforowego osadów, zawierającego tłuszcze, resztki organiczne oraz okresowo generującego gęstą pianę. Dotychczas stosowany **radar impulsowy 26 GHz** regularnie fałszował odczyty, reagując na grubą warstwę obłepienia osadzającą się na ścianach zbiornika oraz na ciągłą pracę potężnego miesadła. Użytkownik musiał przeprowadzać czyszczenie raz w miesiącu, co każdorazowo wiązało się z przestojami w dozowaniu substratu.

Po analizie aplikacji zdecydowaliśmy się zastąpić dotychczasową sondę radarem **Rosemount 3408 z technologią FMCW 80 GHz**. Dzięki maksymalnemu skupieniu wiązki sygnał pomiarowy został całkowicie odizolowany od wpływu ścian

Radar impulsowy



Radar FMCW



Rysunek 4
Jak „widzą” radary?



zbiornika i elementów mechanicznych mieszadła. Wysoka dynamika odbiornika FMCW pozwoliła na stabilne przenikanie przez warstwę piany i odbiór wyraźnego echa od właściwego lustra cieczy. Z naszych informacji wynika, że od momentu modernizacji układu pomiarowego zakład nie odnotował ani jednego zakłócenia sygnału poziomym. Zmiana sondy poziomego na radar 80 GHz przyniosła więc wymierne oszczędności, eliminując konieczność prewencyjnych interwencji serwisowych i podnosząc ogólną stabilność operacyjną oraz wydajność całej instalacji.

datności na trudne warunki środowiskowe – od branży spożywczej po energetykę. Precyzyjny dobór aparatury redukuje obciążenie działów utrzymania ruchu, przenosząc ciężar operacyjny z ciągłych napraw i rekaliibracji na bezobsługowy, stabilny monitoring procesów, dopasowany do specyfiki geometrii zbiorników oraz specyficznych uwarunkowań fizykochemicznych mierzonych mediów w każdej branży.

Należy oczywiście zdawać sobie sprawę, że choć sondy 80 GHz z FMCW stanowią uniwersalne rozwiązanie sprawdzające się w wielu aplikacjach, nie zastępują one innych technologii w 100%. Nadal istnieją media i aplikacje, w których, ze względów technicznych lub ekonomicznych, lepiej zastosować inne urządzenie. Mimo swoich zalet, radary 80 GHz z FMCW nie zmieniały więc odwiecznej zasady, że dobór jednego czy drugiego rozwiązania zawsze zależy od specyfiki aplikacyjnej i wymagań użytkownika.

”Dzięki maksymalnemu skupieniu wiązki sygnał pomiarowy został całkowicie odizolowany od wpływu ścian zbiornika i elementów mechanicznych mieszadła.



80 GHz

Nowoczesny przemysł nie wybacza kompromisów w zakresie metrologii. Przejście na pasmo 80 GHz i standard ciągłej modulacji częstotliwości Fast Sweep FMCW to techniczny krok naprzód, który eliminuje problem fałszywych ech oraz po-



Rysunek 5
Sondy radarowe Rosemount 3408 80 GHz