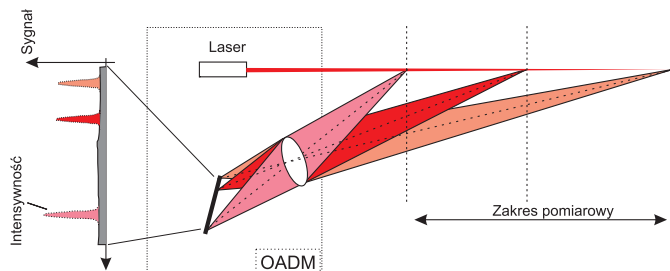


Laserowe czujniki odległości firmy Baumer Electric

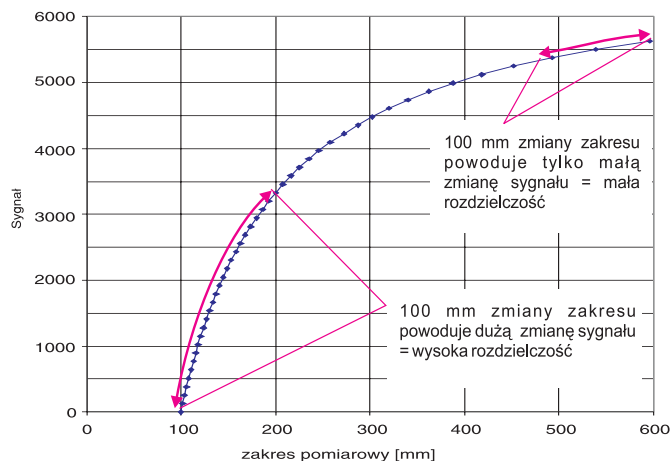
Szwajcarska firma Baumer Electric posiada w swojej ofercie szeroką gamę czujników przemysłowych do pomiaru odległości. Na miano najbardziej uniwersalnych zastępują czujniki fotoelektryczne z wyjściem analogowym serii OADM. W niniejszym artykule przybliżymy zasadę pomiaru triangulacyjnego oraz wynikające z niego zalety i niedogodności.

Zasada działania fotoelektrycznych czujników OADM jest dość prosta i przedstawiono ją na **rys. 1**. Światło lasera odbite od mierzonej powierzchni przechodzi przez soczewkę i trafia na matrycę fotoelektryczną. W wycofanych z produkcji przed dwoma laty szybkich (czas reakcji <1 ms) czujnikach z przetwornikiem PSD, duże trudności sprawiał pomiar sygnału odbitego od powierzchni silnie pochłaniających światło. Zastosowanie w tym miejscu macierzy CCD skutkuje zwiększeniem dokładności pomiaru na strukturach porowatych i bardzo ciemnych. Matryca ta ma jedynie 128 punktów, jednak za pomocą obróbki matematycznej sygnału z sąsiadujących punktów matrycy można uzyskać łącznie 8192 punkty.

Jak można zauważyć w metodzie triangulacyjnej (**rys. 2**) wraz z oddaleniem obiektu od czujnika, zmniejsza się ilość światła odbitego od powierzchni, ponadto duże zmiany w położeniu obiektu wywołują małe zmiany położenia wiązki świetlnej na matrycy. Skutkiem tego jest pogarszanie się rozdzielczości pomiaru przy większych odległościach. Jedynym wyjściem jest zawężenie zakresu pomiarowego do obszaru, w którym rozdzielczość nie spada poniżej zadanej wartości lub dołączenie do czujnika wykresu obrazującego znamionową rozdzielczość w funkcji odległości. Pierwsze rozwiązanie jest stosowane w standardowej serii OADM 2014xxx, a drugie np. w szybkiej serii OADM 2016xxx. Przykładowe charakterystyki rozdzielczości i błęd liniowości w funkcji odległości i zakresu pomiarowego dla czujników serii OADM2016x60/S14F zamieszczono na **rys. 3**.

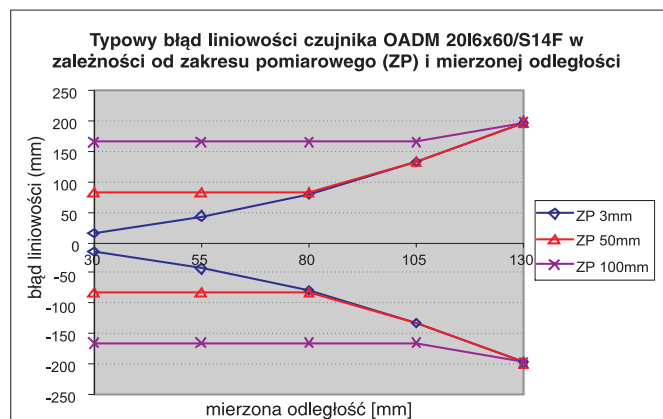
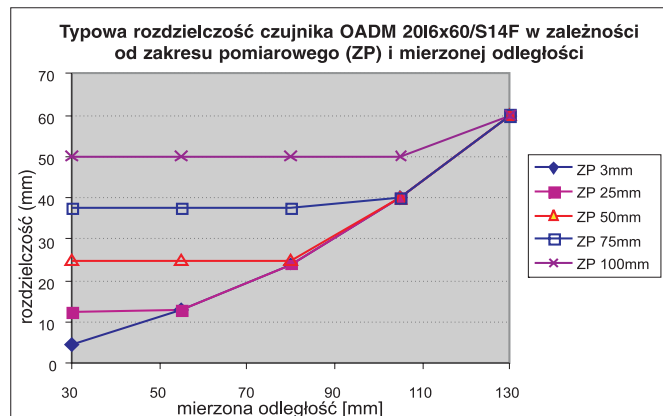


Rys. 1. Zasada działania czujników odległości



Rys. 2. Charakterystyka czułości metody triangulacyjnej

Z charakterystyk tych można również odczytać, jaką uzyskamy rozdzielczość przy zawężeniu zakresu pomiarowego (ZP), bowiem czujniki serii OADM2016xxx wyposażone zostały w funkcję „uczenia” (*teach-in*). Baumer aktualnie wprowadza zunifikowaną metodę uczenia do wszystkich swoich



Rys. 3. Wykresy zależności rozdzielczości i błęd liniowości w funkcji mierzonej odległości

Tab. 1. Zestawienie podstawowych parametrów czujników odległości firmy Baumer Electric

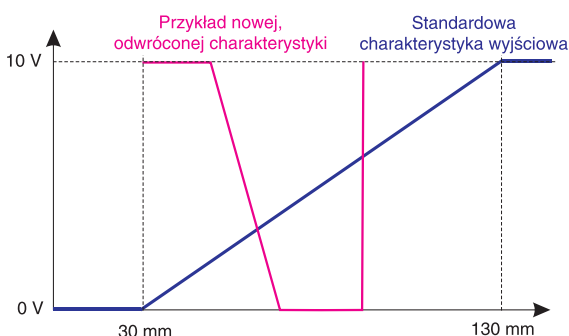
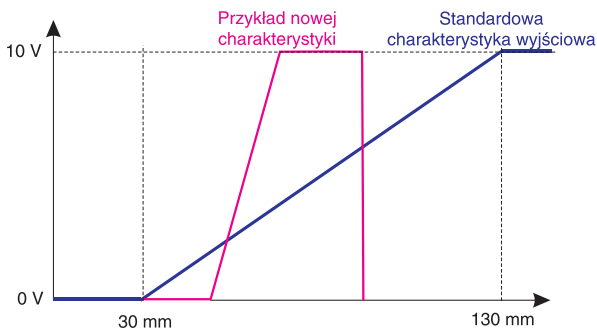
OADM 2014..... $t_{on} < 10$ ms Laser-Point Laser-Line RS485					
Zakres pomiarowy	30...50 mm	30...130 mm	50...250 mm	100...500 mm	200...1000 mm
Rozdzielczość	0,01 mm	0,06 mm	0,3 mm	0,5 mm	3 mm
NONCE® OADM 2016..... $t_{on} < 0,9$ ms Teach-In Laser-Point Laser-Line					
Zakres pomiarowy	30...70 mm	30...130 mm	50...300 mm	100...600 mm	200...1000 mm
Rozdzielczość	0,004...0,02 mm	0,005...0,06 mm	0,01...0,33 mm	0,015...0,67 mm	0,12...3 mm
NONCE® OADM 2116..... $t_{on} < 10$ ms Teach-In Laser-Point Laser-Line □					
Zakres pomiarowy	□	□	□	□	200...1000 mm
Rozdzielczość	□	□	□	□	0,03...0,7 mm
OADM 1216..... $t_{on} < 0,9$ ms Teach-In Laser-Point					
Zakres pomiarowy	15...26 mm	15...120 mm	Czujnik w □ fazie projektowania		
Rozdzielczość	0,002...0,005 mm	0,002...0,1 mm			



Rys. 6. Jedną z możliwych aplikacji jest pomiar napętniania szpuli z drutem

czujników analogowych. Polega ona na możliwości zawężenia zakresu pomiarowego (dolna i górna wartość) odpowiadającemu pełnemu zakresowi wartości wyjściowej oraz umożliwia inwersję tak zaprogramowanej charakterystyki (rys. 4). Wszystkie powyższe funkcje można zaprogramować za pomocą jednego przycisku lub wejścia napięciowego. Procedura uczenia jest następująca:

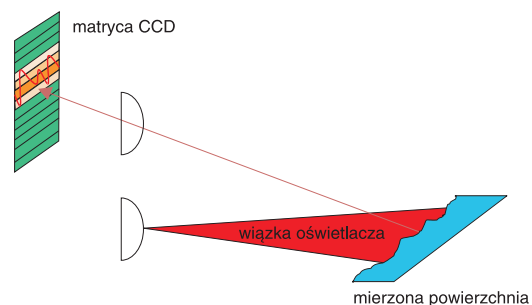
- nacisnąć przycisk przez 5 sekund (czerwona LED zacznie migać),
- zwolnić przycisk,
- umieścić obiekt w odległości odpowiadającej 0 V (4 mA) na wyjściu,
- krótko nacisnąć przycisk (odczyt pozycji 1), LED powinna mignąć,
- umieścić obiekt w odległości odpowiadającej 10 V (20 mA) na wyjściu,
- krótko nacisnąć przycisk (odczyt pozycji 2).



Rys. 4. Czujniki odległości firmy Baumer można "uczyć" m.in. poprzez zawężenie zakresu pomiarowego odpowiadającego pełnemu zakresowi wartości wyjściowej oraz umożliwia inwersję jego charakterystyki

Po wykonaniu powyższych kroków, czujnik jest gotów do pracy. Przez około 5 minut po ostatniej procedurze uczenia lub do chwili ponownego włączenia zasilania czujnik nie reaguje na polecenia z przycisku „Teach-in”, co ma zapobiec przypadkowemu przeprogramowaniu.

Laserowe czujniki odległości produkowane przez Baumer można podzielić na kilka serii. W tabeli 1 zestawiono charakterystyczne parametry. Wszystkie urządzenia są oparte o tę samą technikę pomiaru (triangulacja) i wyposażone w mikroprocesor, który oblicza wartość wyjściową z uwzględnieniem panujących warunków otoczenia, która jest zamieniana na wartość analogową przez 16-bitowy przetwornik cyfrowo-analogowy. Użytkownik ma możliwość wyboru pomiędzy wyjściem analogowym napięciowym i prądowym. Po załączeniu zasilania, obwód wyjściowy czujnika sprawdza ciągłość pętli prądowej i jeśli nie jest ona zamknięta, po 100 ms aktywuje wyjście napięciowe 0-10 V. Czujniki Laser-point mają oświetlacz laserowy wysyłający promieniowanie postaci okrągłej wiązki – jest to podstawowa, uniwersalna wersja czujnika. Czujniki z oświetlaczem Laser-line wysyłają wiązkę o kształcie linii (rys. 5). Sensor CCD "widzi" odbite od nierównej powierzchni światło liniowego oświetlacza jako przebieg o nieregularnym kształcie. Mikroprocesor na podstawie rozkładu światła na matrycy wylicza średnią odległość od obiektu. Rozwiązanie to jest dedykowane do pomiarów odległości od nierównych, chropowatych powierzchni, a także do powierzchni, w której występują otwory. Przykładowe aplikacje to pomiar napętniania szpuli z drutem (rys. 6), pomiar odległości od siatek metalowych o drobnych oczkach lub płytek PCB z nawierconymi otworami.



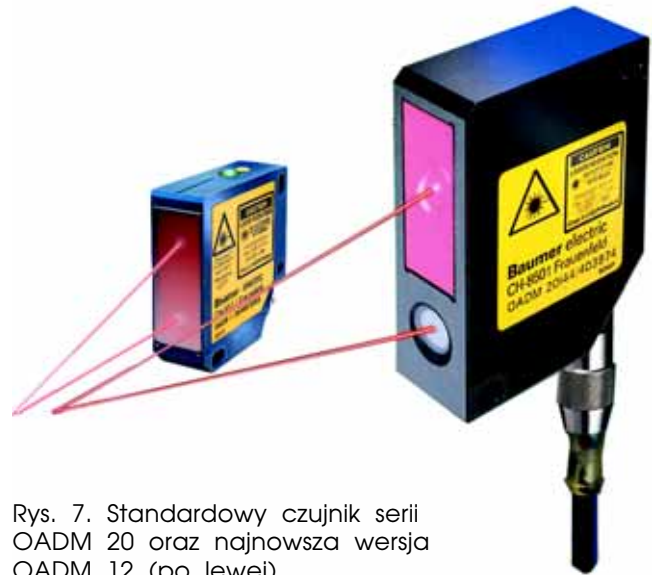
Rys. 5. Czujniki z oświetlaczem Laser-line wysyłają wiązkę światła w postaci pojedynczej linii

Sensory o czasie odpowiedzi < 10 ms mogą być wyposażone w interfejs RS485, za pomocą którego można dokonywać odczytu wartości, zadawać dwa progi przełączenia wyjścia dwustanowego, zatrzymywać w rejestrze aktualną wartość (funkcja *hold*) odczytywać czas migawki itp.

Dodatkowo szybkie wersje czujników są wyposażone w wejście synchronizujące, za pomocą którego poprzez zewnętrzny zegar można sterować pracą kilku czujników pracujących w niewielkiej odległości od siebie.

Podczas produkcji, do wewnętrznej pamięci każdego z czujników są wprowadzane współczynniki korekcji formuł obliczeniowych wartości wyjściowej. Dla każdego czujnika indywidualnie wyznaczone są: tabela korekcji liniowości oraz współczynniki kompensacji temperaturowej. Zabiegi te skutkują znakomitą liniowością czujnika w pełnym zakresie pomiarowym, która jest w bardzo małym stopniu zależna od koloru i rodzaju powierzchni. Z doświadczeń przeprowadzonych przez niezależne laboratorium DASFOS v.o.s. (Republika Czeska) wynika, że dla pomiarów przeprowadzonych w temperaturze $+20^{\circ}\text{C}$ uzyskane odchyłki są dwukrotnie mniejsze od deklarowanych przez producenta.

Na koniec kilka słów o projektowanym czujniku OADM serii 12 (rys. 7). Jego produkcja ma się rozpocząć w 2004 roku i jak widać z **tab. 1** będzie to najdokładniejszy, a zarazem najmniejszy czujnik Baumera. Wymiary gabarytowe tego modelu to $37 \times 35 \times 12$ mm. Elementem czujnikowym bę-



Rys. 7. Standardowy czujnik serii OADM 20 oraz najnowsza wersja OADM 12 (po lewej)

dzie matryca CCD, a wbudowany szybki procesor umożliwi wykonywanie szybkich pomiarów. Na razie planowana jest tylko wersja Laser-point z wyjściem prądowym $4 \dots 20$ mA.

Tomasz Śliwakowski, Amtek

Dystrybutorem firmy Baumer jest Amtek spol. s r.o., tel. (22) 874-02-34, amtek@amtek.pl, www.amtek.cz.