

Informacja prasowa Sensor Instruments

Październik 2021

Kontrola strumienia rozpylanej cieczy w świetle przechodzącym

21.10.2021. Sensor Instruments GmbH:

Przy opracowywaniu koncepcji systemów rozpylania należy przestrzegać, żeby układ sensoryczny odnoszący się do geometrii rozpylanego stożka oraz rozpylana ilość został zaprojektowany dla indywidualnego zastosowania. Z kolei geometria rozpylanego stożka jak również rozpylana ilość są zależne od zastosowanego medium (primer, klej, rozpuszczalnik, woda, alkohol, farba, itd.), od otworu w dyszy, ciśnienia oraz dozowanej ilości. Zwłaszcza przy stosowaniu gęstych, klejących się mediów (klej) jako rozpylanego środka może zdarzać się, że otwór dyszy zostanie częściowo ograniczony, co może prowadzić do zmiany zarówno rozpylanej ilości jak i geometrii stożka. W takim przypadku może nastąpić zmiana kierunku rozpylanego strumienia także przez kąt otworu wylotowego.

W przypadku opracowywania koncepcji systemu kontrolowania strumienia rozpylanej cieczy ważne jest uzyskanie odpowiedzi na kilka zasadniczych pytań:

1. Czy jakościowa ocena przebiegu rozpylania (tak/nie lub sam proces jest prawidłowy/nieprawidłowy) jest wystarczająca lub jest także konieczna dokładniejsza analiza (geometria strumienia, rozpylanej ilości)?
2. Jakie medium (primer, klej, rozpuszczalnik, woda, alkohol, farba, itd.) jest rozpylane i jak optymalnie się skanuje (interakcja z optycznym skanowaniem: wielkość i rozdział kropelek)?
3. Jakie wielkości mają wpływ w procesie na ustalenie/zakłócenia jakości rozpylanego strumienia? Jakie warunki brzegowe są ważne dla optycznego skanowania przebiegu rozpylania?

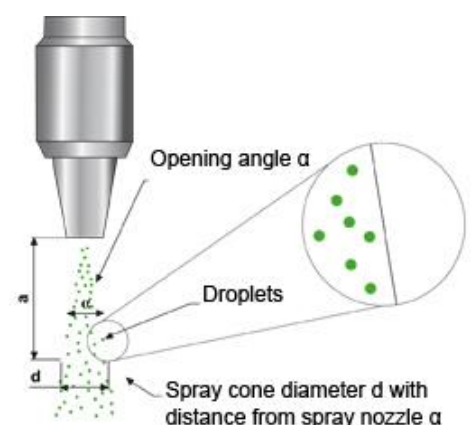
Celem kontroli strumienia rozpylanej cieczy jest zautomatyzowane sprawdzenie jakości w trakcie trwającego procesu produkcji.

Zasada pomiaru

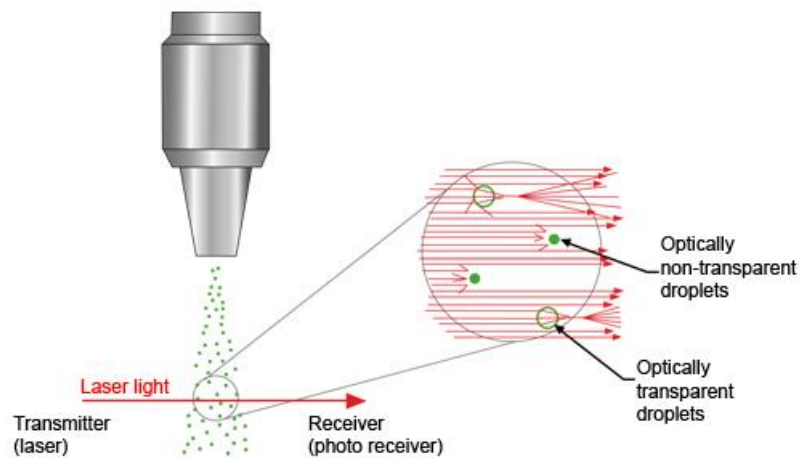
Czym właściwie jest strumień rozpylanej cieczy?

W przypadku strumienia rozpylanej cieczy z reguły chodzi o „luźny twór” utworzony z małych kropelek, które tworzą się na skutek rozpylania cieczy na wylocie z dyszy natryskowej lub przez powstawanie zawirowań w dyszy. Wielkość kropelek wynosi od kilku do kilku setnych mikrometrów i w pierwszym rzędzie zależy od medium zastosowanego do rozpylania. Te kropelki wylatują z określoną prędkością z otworu dyszy i z powodu oporu powietrza zostają wyhamowane..

Rozpylany strumień jest ustalany przez kąt otworu stożka i ilość (kropelki/jednostka czasu lub natężenie przepływu rozpylanego środka).

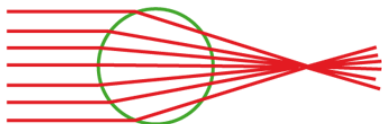


Jak jest zapisywany rozpylany strumień?

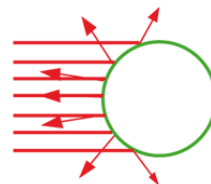


Aby można było wyrazić opinię o rozpylanej ilości, promień świetlny, np. za pomocą laserowej zapyry światła przechodzącego, musi zostać skierowany na stożek rozpylanej cieczy. Po przejściu następuje pomiar intensywności promienia świetlnego przez odpowiedni odbiornik. Na drodze przez rozpylany stożek część promienia laserowego zostaje rozproszona przez kropelki i nie dochodzi do odbiornika.

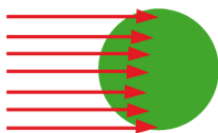
Rozproszenie zostaje wywołane przez odbicie na powierzchni kropelek lub przez ogniskowanie promieniowania laserowego, ponieważ kropelki, które są wprawdzie optycznie przezroczyste, pracują jako mikro soczewki. Część światła jest również absorbowana przez kropelki lub nie dociera z powodu dyfrakcji na powierzchni granicznej do odbiornika.



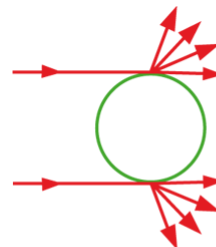
1) Ogniskowanie promieniowania laserowego



2) Odbicie promieniowania laserowego



3) Absorpcja promieniowania laserowego



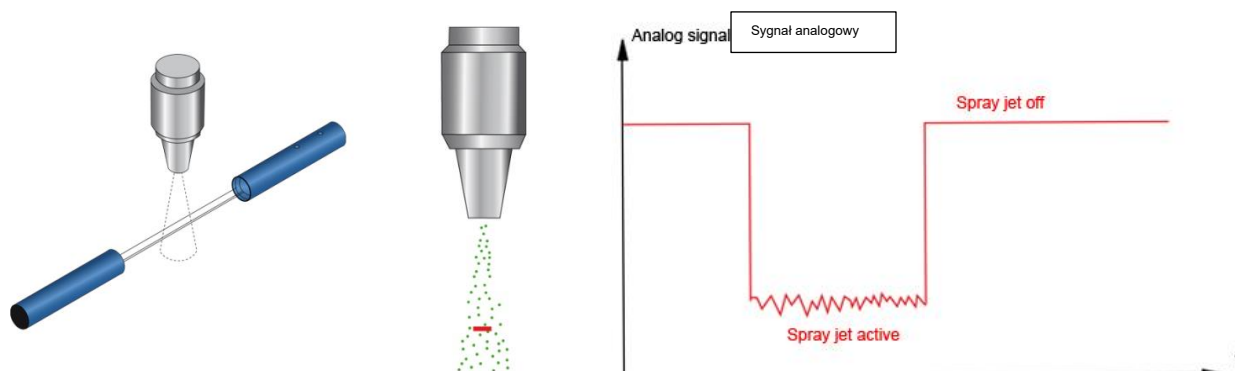
4) Dyfrakcja promieniowania laserowego

Metody kontroli rozpylanej cieczy w świetle przechodzącym:

1. Metoda światła przechodzącego z jednym promieniem

→ D-LAS2, SPECTRO-1-CONLAS lub czujniki A-LAS

W tym celu wiązka światła laserowego, preferowane jest przez przesłonę szczelinową, przechodzi przez środek rozpylanego strumienia.



Odbiór sygnału w porównaniu do braku obecności strumienia jest pomiarem rozpylanej ilości. Ta metoda jest stosowana głównie wówczas, kiedy powinna zostać wydana wyłącznie opinia o natryskiwanej ilości lub czy, rozpylany strumień istnieje, czy jest nieobecny!

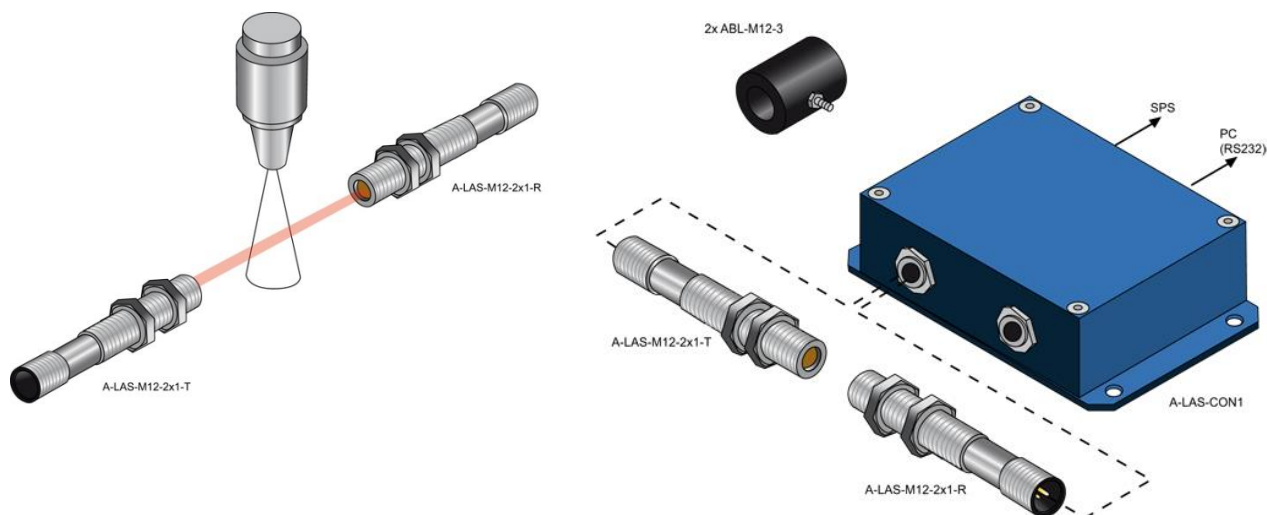
Sposób działania systemu A-LAS-CON1 do [kontroli natryskiwanego strumienia cieczy](#) lub do [kontroli mikrodozowania](#) są objaśnione bliżej na dwóch [filmach wideo](#). Po kliknięciu myszą na odpowiedni link następuje przekierowanie do naszego kanału w youtube, na którym zamieszczone są filmy.

Przykład: Systemy jednodrogowych zapór świetlnych ze sterownikiem: Seria czujników: typoszereg A-LAS

Typ czujnika: A-LAS-M12-2x1-T (nadajnik) + A-LAS-M12-2x1-R (odbiornik) + A-LAS-CON1 (sterownik)

Z pomocą sterownika łącznie z oprogramowaniem A-LAS-CON1-Scope można wzorcować system przed właściwym procesem rozpylania.

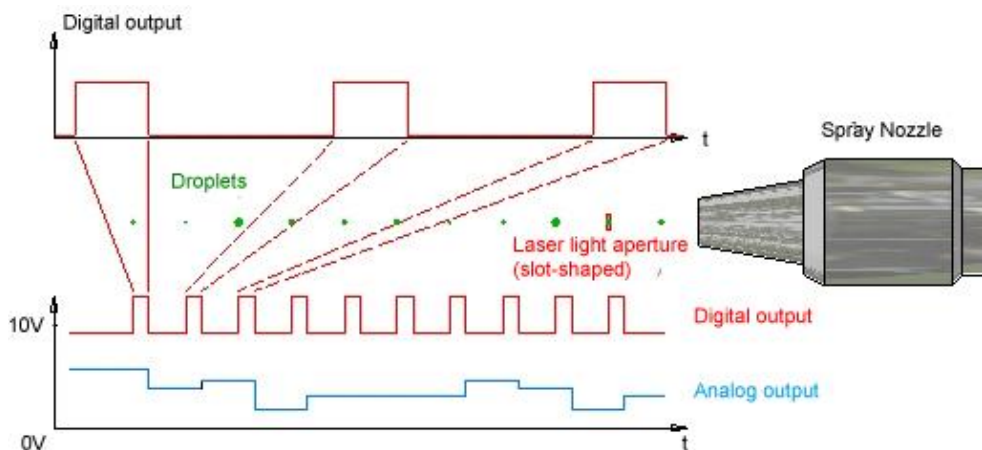
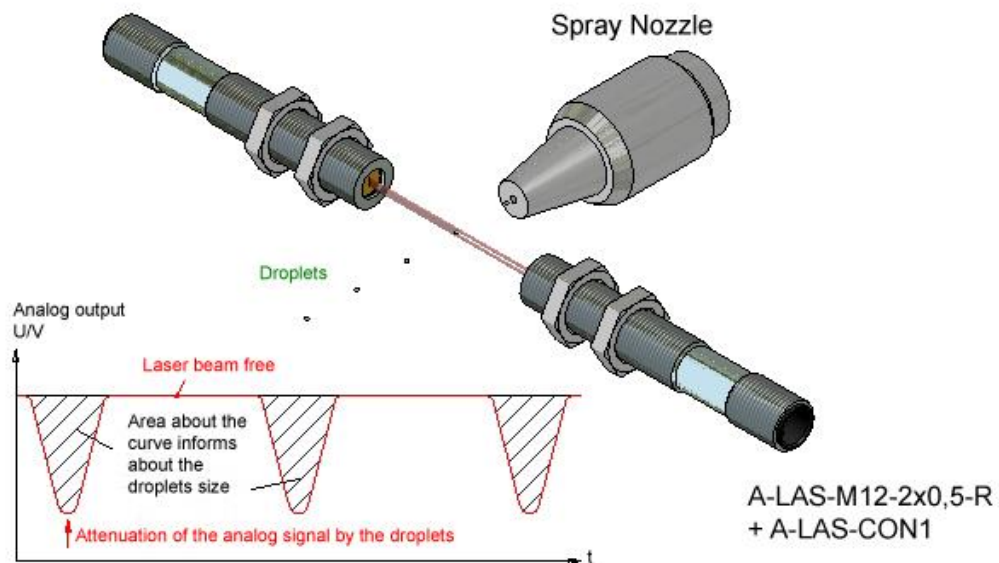
Dzięki temu stają się możliwe wykrywanie także najmniejszych rozpylanych ilości, ponieważ ewentualne zanieczyszczenia mogą być kompensowane (na 100%) i próg detekcji może znajdować się w pobliżu wartości 100% (np. 99,7). Moduł sterowniczy dostarcza zarówno sygnał analogowy jak także cyfrowe wyjście sygnału, które informuje o przekroczeniu dolnej granicy progów rejestracji.



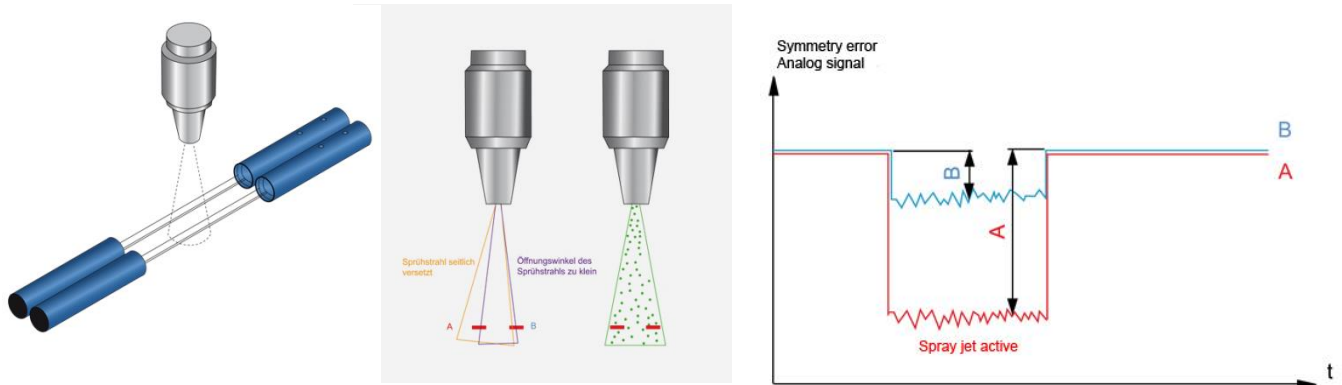
Jeżeli czujnik jest wystarczająco szybki, można rozpoznać krótkie przerwy, których przyczyną są pęcherzyki powietrza. W przypadku kontroli mikrodozowania, podczas której muszą być charakteryzowane poszczególne krople, można nawet analizować ich wielkość.

Idealnym rozwiązaniem dla kontroli mikrodozowania jest czujnik A-LAS-Serie z ustaloną aperturą dla wielkości kropli w kombinacji z przyrządem sterującym A-LAS-CON1, ponieważ ten system czujników wykazuje się wysoką częstotliwością skanowania i włączania. Na wyjściu analogowym wielkość kropli jest buforowana do wystąpienia kolejnej kropli.

A-LAS-M12-2x0,5-T



2. Proces przejścia światła dwiema wiązkami
→ czujniki A-LAS-CON1 lub czujniki SI-JET



Symetria promieniowania jest analizowana w następujący sposób lub rozpylane ilości są obliczane następująco:

$$\text{NORM} = \frac{A}{A+B} * 4096 = \text{SYMETRIA}$$

$$\text{INT} = \frac{A+B}{2} * 4096 = \text{ROZPYLANA ILOŚĆ}$$

Ta metoda jest przydatna oprócz kontroli rozpylanej ilości także warunkowo do kontroli symetrii. Można wykrywać boczne odchylenie stożka rozpylanej cieczy. System z dwiema wiązkami znajduje zastosowanie głównie w tych okolicznościach, gdy powinno nastąpić proste, ale korzystne kosztowo ustalenie symetrii stożka rozpylanej cieczy.

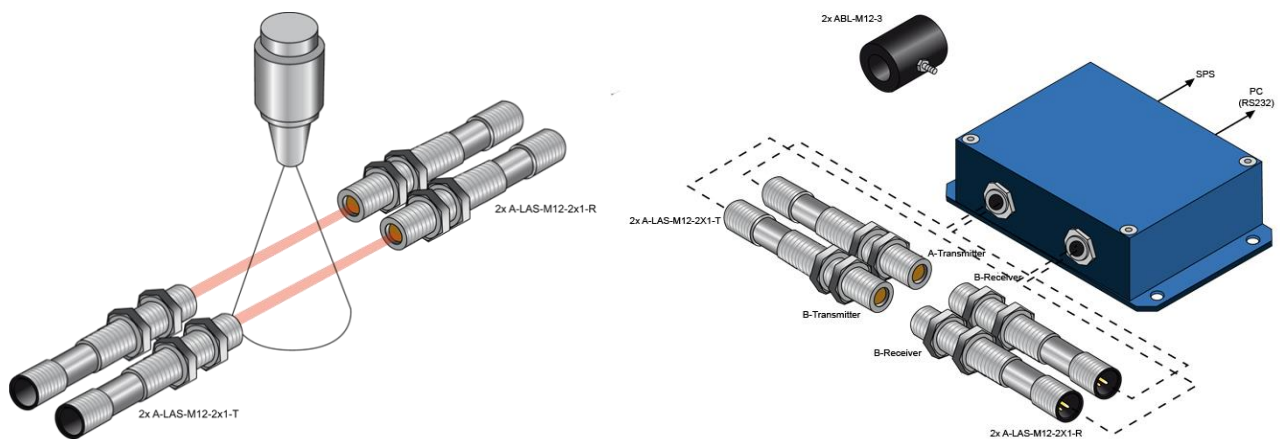
Przykład: Systemy zapór jednodrogowych z dwoma promieniami: Typoszereg czujników: typoszereg A-LAS

Typ czujnika: A-LAS-M12-2x1-T (nadajnik 2x) + A-LAS-M12-2x1-R (odbiornik 2x) + A-LAS-CON1 (sterownik)

Obydwa czujniki laserowe są sterowane i analizowane przez moduł sterujący A-LAS-CON1. Wzorcowanie następuje między właściwymi procesami rozpylania, przez wyzwolenie zewnętrznego sygnału cyfrowego (np. z SPS), który informuje przyrząd sterujący, w jakim czasie ma zostać to przeprowadzone. Za pomocą obydwóch czujników laserowych można przeprowadzić zwykłą kontrolę symetrii. Także może być nadzorowana rozpylana ilość cieczy. Aby uniknąć zanieczyszczeń na osłonach optycznych czujników laserowych, stosowane są nasadki do przedmuchiwania ABL-M12-3.

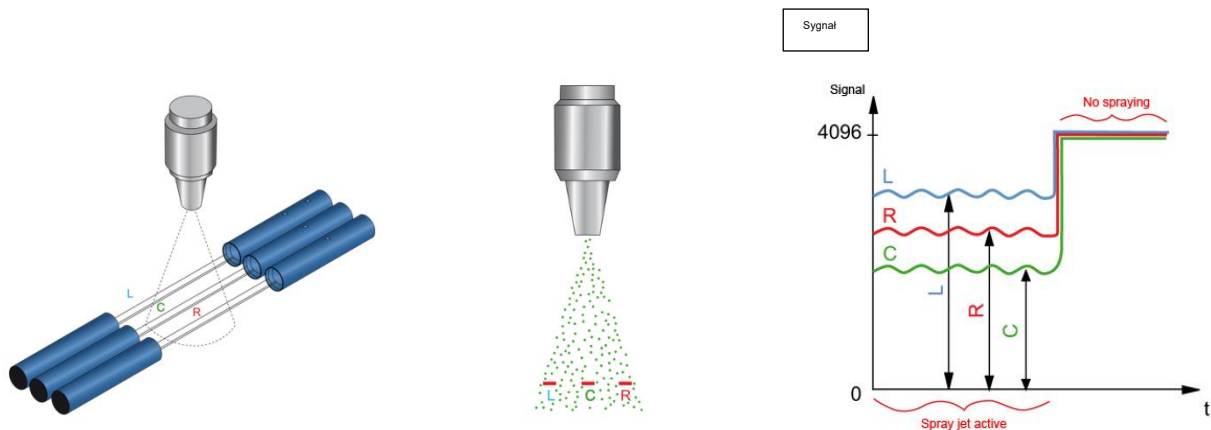
Do dyspozycji pojawiają się 3 cyfrowe sygnały wyjściowe: SYMETRIA OK / NOK. - SYGNAŁ A OK / NOK. - SYGNAŁ B OK / NOK.

System bada, czy SYGNAŁ A, SYGNAŁ B oraz SYMETRIA znajdują się w ustalonym obszarze tolerancji.



3. Metoda światła przechodzącego trzema wiązkami → SI-JET czujniki lub nowy system laserowy SI-JET-CONLAS3

Za pomocą tej metody można już ustalać niewielkie odchylenia symetrii i ilości.



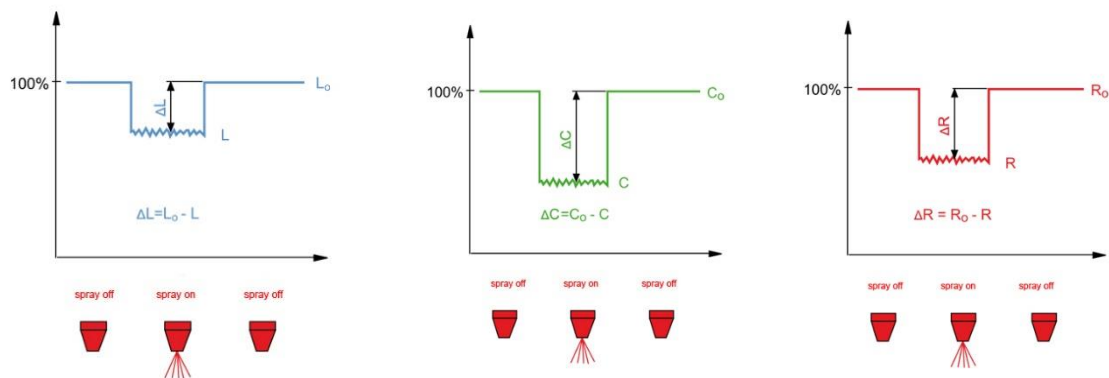
Do wyboru znajdują się dwie metody oceny: ABSOLUTE i RELATIVE. W obydwóch trybach oceniana jest gęstość strumienia rozpylanej cieczy (DENSITY), stosunek obydwu strumieni krańcowych (SYM1) oraz stosunek strumienia środkowego do obydwu strumieni krańcowych (SYM2).

W trybie ABSOLUTE stosowane są wartości L, C, R bezpośrednio przy zastosowaniu następujących równań:

$$\text{DENSITY} = \frac{L+C+R}{3} \quad \text{SYM1} = \frac{L}{L+R} * 1000 \quad \text{SYM2} = \frac{C}{C + \frac{L+R}{2}} * 1000$$

L, C, R są wartościami nieprzetworzonymi 3 kanałów z wartością 0 i 4096 (12 Bit).

W trybie RELATIVE przedstawiany jest stosunek wartości nieprzetworzonych L, C, R podczas procesu rozpylania z pomocą danych L0, C0, R0 - które istnieją, jeżeli nie występuje rozpylanie. Dane nieprzetworzone L0, C0, R0 stanowią zawsze wartość 100%!



W tym przypadku dla ilości rozpylanej cieczy obowiązuje:

$$\text{DENSITY} = \Delta C$$

A dla obydwu symetrii:

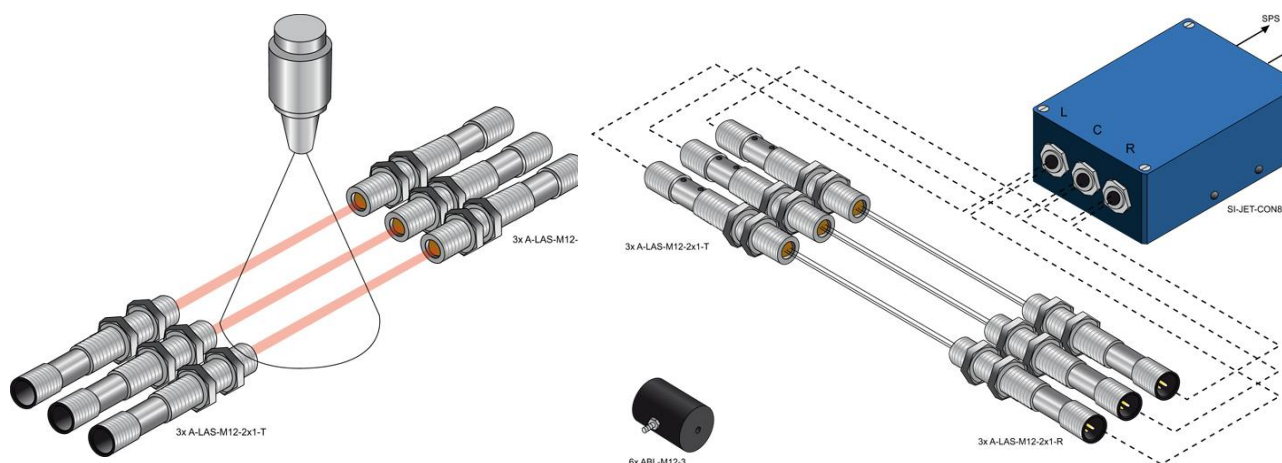
$$\text{SYM1} = \frac{\Delta L}{\Delta L + \Delta R} * 1000$$

$$\text{SYM2} = \frac{\Delta C}{\Delta C + \frac{\Delta L + \Delta R}{2}} * 1000$$

Przykład: Jednodrogowa zapora świetlna z trzema wiązkami - wersja dzielona Seria czujników: typoszereg SI-JET

Typ czujnika: A-LAS-M12-2x1-T (nadajnik 3x) + A-LAS-M12-2x1-R (odbiornik 3x) + SI-JET3-CON8 (sterownik)

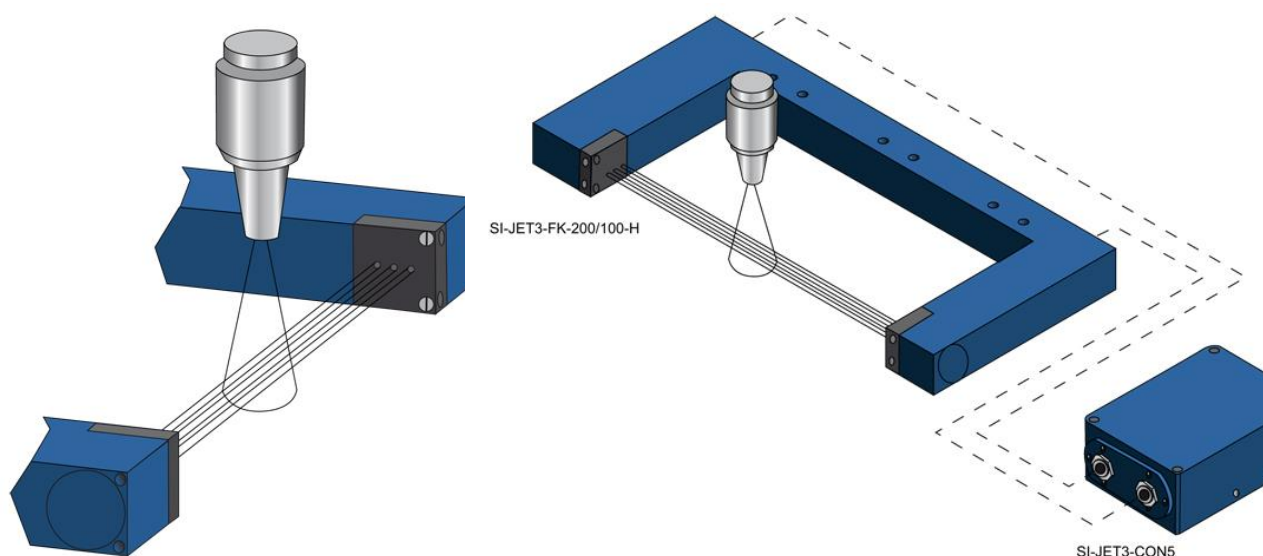
Trzy czujniki czołowe są analizowane przez moduł sterowniczy SI-JET3-CON8. Do analizy stosowane jest oprogramowanie SI-JET2-Scope V3.0. Może być oceniana zarówno rozpylana ilość (DENSITY) jak i także symetria (SYM1, SYM2). W trybie analizy RELATIVEN zanieczyszczenie jest kompensowane przez wzorcowanie automatyczne. Można wprowadzić do 31 różnych tolerancji strumienia rozpylanej cieczy i w ten sposób wykorzystać 5 wyjść cyfrowych, aby odpowiednio wcześniej uzyskać informację o nieprawidłowości strumienia.



Przykład: Jednoodrogowa zapora świetlna z trzema wiązkami - wersja widełkowa Seria czujników: typoszereg SI-JET

Typ czujnika: SI-JET3-FK-200/100-H (Strona czołowa) + SI-JET3-CON5 (Elektronika kontrolna)

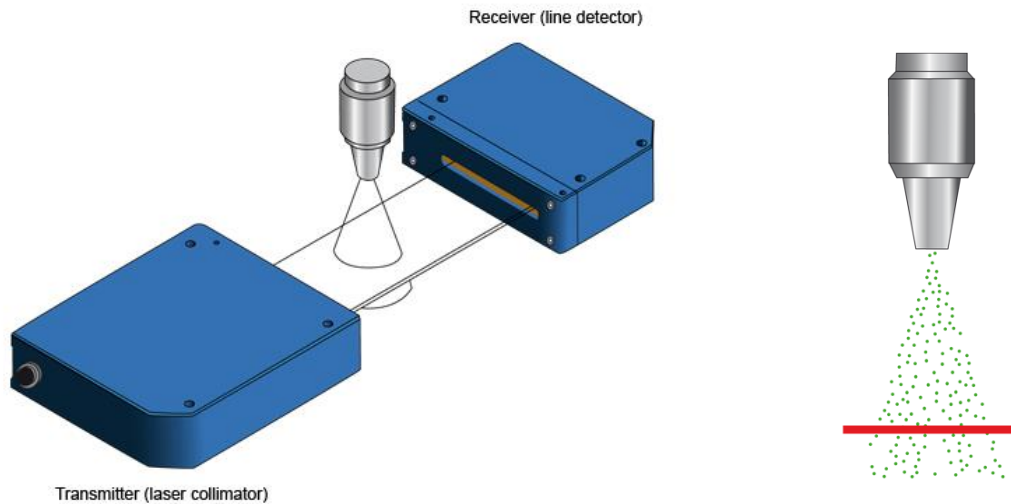
Widelki dysponują trzema promieniami światła o średnicy 3 mm i posiadają odstęp w osi o wielkości 5 mm. Do analizy rozpylanej ilości (DENSITY) i symetrii (SYM1, SYM2) stosowane jest oprogramowanie SI-JET2-Scope V3.0. W trybie analizy RELATIVEN, który może być wykorzystywany, jeśli interwały strumienia rozpylanej cieczy leżą w strefie jednej minuty, wówczas między nimi następuje wzorcowanie, dzięki czemu staje się możliwa kompensacja zanieczyszczeń. Tryb ABSOLUTE jest wykorzystywany w przypadku ciągłego strumienia rozpylanej cieczy. 5 wyjść cyfrowych w ilości do 31 zakresów podaje informację o granicach tolerancji. Dzięki temu można łatwo analizować trendy (np. przez SPS).



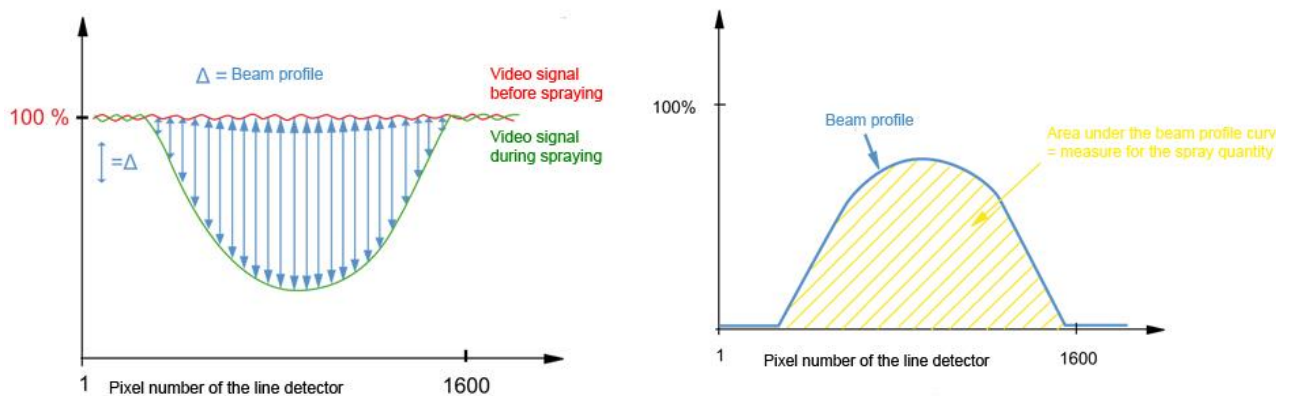
4. Metoda paska świetlnego

➔ **L-LAS-TB-xx-AL-SC czujniki z L-LAS Spray Control Scope Software**

W tym przypadku ciągły pasek świetlny jest skierowany na rozpylany strumień. Pasek świetlny jest z reguły szerszy od średnicy stożka tak, że obejmuje cały strumień. Po przeciwnej stronie rozpylanego strumienia znajduje się odbiornik wykonany jako czujnik liniowy CCD, który posiada wysoką rozdzielczość wzdłuż linii. Dzięki temu można wykonywać dokładną analizę profilu strumienia. Dla ustalenia profilu strumienia porównywana jest wzajemnie procentowa różnica dwóch sygnałów video (sygnały liniowe), które zostały zapisane przed procesem rozpylania i w czasie jego trwania.



Profil strumienia przekazuje informację o miejscowym rozdziale rozpylanego medium.



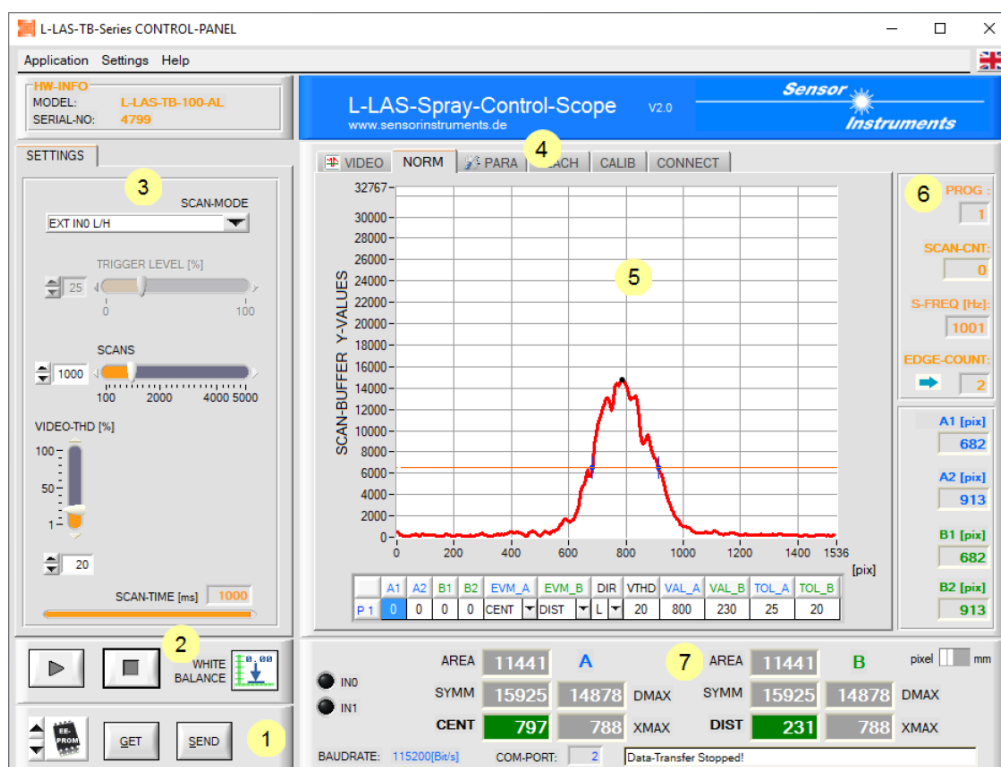
Profil strumienia opierający się na osłabieniu przez strumień rozpylanej cieczy

Odwrócony strumień rozpylanej cieczy jak przedstawiony w L-LAS-Spray Control

Przez zapisanie wielu następujących kolejno po sobie skanów można ustalić statystyczny podział rozpylanych kropli i analizować przez wiersze CCD. Ta metoda jest szczególnie przydatna do szczegółowej analizy i kontroli jakości dyszy rozpylających.

Analiza metodą paska świetlnego dostarcza szczegółowych danych profilu strumienia. Nadaje się do procesów rozpylania wykonywanych z udziałem robotów, w których musi wprowadzać okresowo dyszę do tak zwanej pozycji dokowania w celu przeprowadzenia w przeciągu 1 - 2 sekund testu rozpylania do analizy.

Następująca lustracja opisuje najważniejsze elementy funkcyjne i do obsługi programu PC L-LAS-Spray-Control-Scope v2.0:



Pulpit obsługi L-LAS-Spray-Control-Scope posiada wiele funkcji:

- Wizualizacja danych pomiarowych w emitowanych polach numerycznych i graficznych.
- Nastawienie źródła oświetlenia.
- Nastawienie polaryzacji cyfrowych wyjść włączania OUT0, OUT1, OUT2.
- Wybór odpowiedniego trybu analizy.
- Zapisanie parametrów w pamięci RAM, EEPROM w elektronice kontrolnej lub pliki konfiguracyjne na dysku twardym PC.

- 1 Pola funkcyjne do wysyłania / odczytywania parametrów nastawienia (transfer parametrów).
- 2 START / STOP Pole funkcyjne do wymiany danych RS232 do czujnika.
- 3 Wskazanie aktualnego stanu roboczego w czujniku (tryb trigger, próg analizy, ...)
- 4 Tabulator Szeregi do przełączenia między różnymi oknami graficznymi.
- 5 Edycja graficzna (wskazanie czasowego przebiegu wartości mierzonych z wartością uczenia i polem tolerancji)
- 6 Wyświetlacze numeryczne (mierzona częstotliwość, ilość krawędzi, numer programu, ...)
- 7 Wyświetlenie wartości mierzonej w [mm] lub [piksele].

Analiza strumienia rozpylanej cieczy następuje w czujniku L-LAS, może porównywać parametry strumienia w wartościami zadanymi. Jeżeli wszystkie parametry są prawidłowe, zostaje zastosowane wyjście cyfrowe. Alternatywnie wynik łącznie z profilem strumienia może zostać odczytany także w SPS przez protokół RS-232.

Przykład: Serie L-LAS-TB-xx-T/R-AL-SC - Standardowa-Linia-Czujników-Laserowych do sterowania strumieniem rozpylanej cieczy:

Czujniki liniowe są stosowane tam, konieczne są precyzyjne pomiary lub gdzie muszą zostać ustalone wymiary obiektu z wysoką dokładnością.

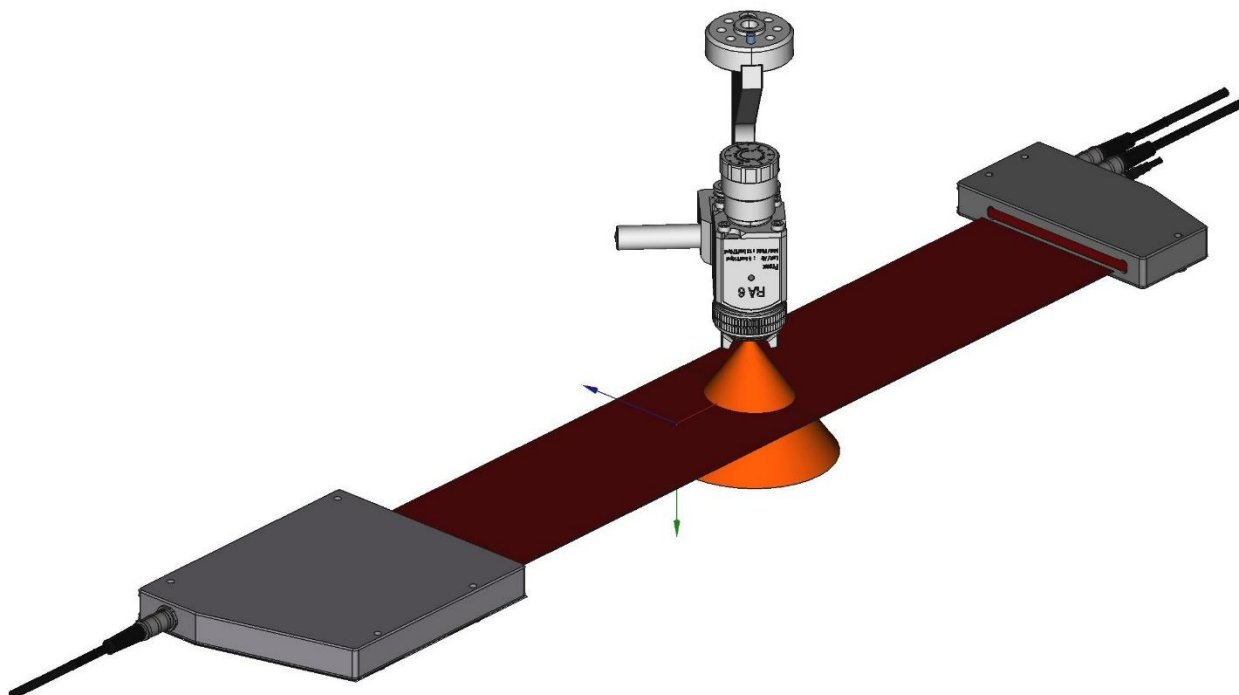
System czujników L-LAS-TB-xx-AL-SC składa się z nadajnika (L-LAS-TB-xx-T-AL-SC) i odbiornika z modulem sterującym (L-LAS-TB-xx-R-AL-SC). Układ optyczny nadajnika i odbiornika jest z reguły chroniony urządzeniem z nadmuchem powietrza.

Nasze czujniki do kontroli strumienia L-LAS-Serie są dostarczane z pakietem standardowego oprogramowania. Program L-LAS-Spray Control-Scope v2.x dostarcza profil strumienia rozpylanej cieczy, który jako plik z bieżącym numerem może zostać wprowadzony do pamięci PC i być wykorzystywany do badania rozpylanego profilu.

Do dyspozycji pozostają obecnie następujące typy czujników:

- (a) L-LAS-TB-28-T/R-AL-SC posiada laserową kurtynę świetlną o szerokości 28 mm o bardzo wysokiej rozdzielczości. Detektor liniowy posiada ok. 2000 pikseli.
- (b) L-LAS-TB-50-T/R-AL-SC pracuje z laserową kurtyną świetlną o szerokości 48 mm. Detektor liniowy posiada ok. 770 pikseli.
- (c) L-LAS-TB-75-T/R-AL-SC z laserową kurtyną świetlną o szerokości 73 mm i detektorem liniowym z ok. 1200 pikselami.
- (d) L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC z laserową kurtyną świetlną o szerokości 98 mm i detektorem liniowym z ok. 1600 pikselami.


W zależności od wymogów zastosowania można wybrać inne zakresy pomiaru (patrz: L-LAS-TB-AL-Serie).



System czujników L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC do analizy strumienia rozpylanej cieczy z 98 mm taśmą świetlną.

5. Zastosowanie kontroli rozpylanej cieczy w strefach zagrożonych wybuchem → SI-JET-czujniki ze światłowodami

Aby w otoczeniu, w którym występuje w dłuższych okresach czasu niebezpieczna, grożąca wybuchem atmosfera składająca się z mieszanki powietrza i palnych gazów, oparów lub mgieł, można było przeprowadzić kontrolę strumienia rozpylanej cieczy, należy zastosować półprzewodniki.

W ten sposób można pracować także w strefach Ø według dyrektywy ATEX zagrożonych eksplozją. Elektroniczne i optoelektroniczne komponenty systemu kontroli rozpylanego strumienia znajdują się na zewnątrz strefy Ø. Wyłącznie optyczne i optomechaniczne komponenty (optomechaniczny frontend) znajdują się w obszarze . Połączenie między frontend a modulem analizującym jest tworzone z zastosowaniem światłowodu.

Należy przy tym zwrócić uwagę, żeby nie przekroczyć określonej wartości granicznej optycznej gęstości mocy. W przypadku produktów SI optyczna gęstość mocy znajduje się bardzo daleko poniżej wartości granicznych.

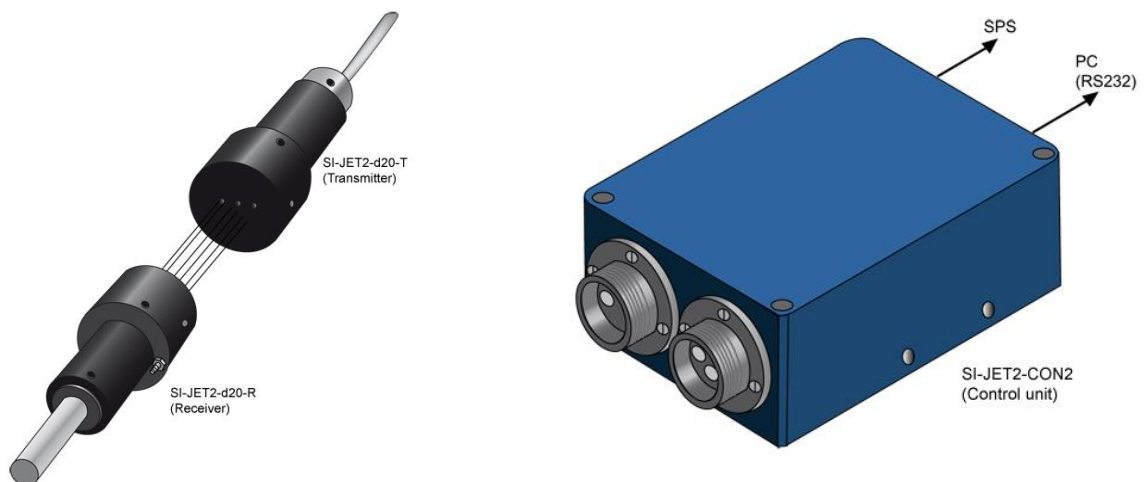


Więcej informacji znajdą Państwo na naszej stronie website: → CO JEST CZYM? → [Kontrola rozpylonego strumienia cieczy](#)

Dzięki zastosowaniu kabli światłowodowych można realizować systemy jedno-, dwu- i trójstrumieniowe zgodnie z wymaganiami aplikacji strumienia natryskowego.

Przykład dla czujnika z jednym promieniem: SI-JET2-d20-T (nadajnik) + SI-JET2-d20-R (odbiornik) + SI-JET2-CON2 (sterownik)

Specjalny frontend jest zasilany poprzez światłowód światłem czerwonym, a przysłona wbudowana w górnej części nadmuchu wytwarza 3 promienie o średnicy 3 mm w odstępnie osi 5 mm. Analiza następuje za pomocą oprogramowania SI-JET2-Scope V3.0. Moduł sterujący SI-JET2-CON2 posiada 5 wyjść cyfrowych, które także mogą być wykorzystywane do realizacji wyświetlania występujących trendów (np. Przez SPS).



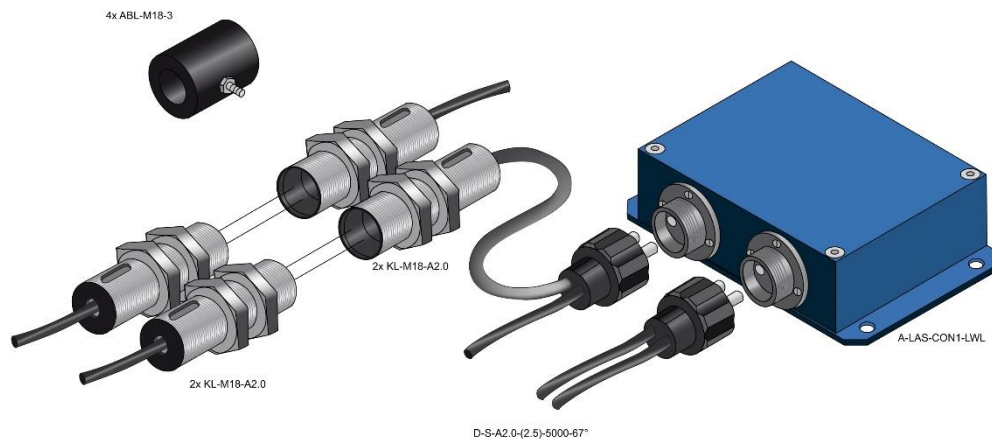
Przykład dla jednodrogowej zapory świetlnej z dwoma strumieniami do zastosowania w strefie wybuchowej: Seria czujników: typoszereg A-LAS

Światłowód D-S-A2.0-(2.5)-500-67° + przystawka optyczna KL-M18-A2.0 (2x) + moduł sterujący A-LAS-CON1-FIO.

A-LAS-CON1-FIO realizuje procesy sterowania i analizy w taki sam sposób jak A-LAS-CON1.

Ponieważ w tym przypadku komponenty elektroniczne i optoelektroniczne nie są zamontowane w czujniku frontend, ten typ nadaje się do pracy w strefach zagrożonych wybuchem.

Do ochrony elementów optycznych zastosowane zostały dmuchawy typu ABL-M18-3.



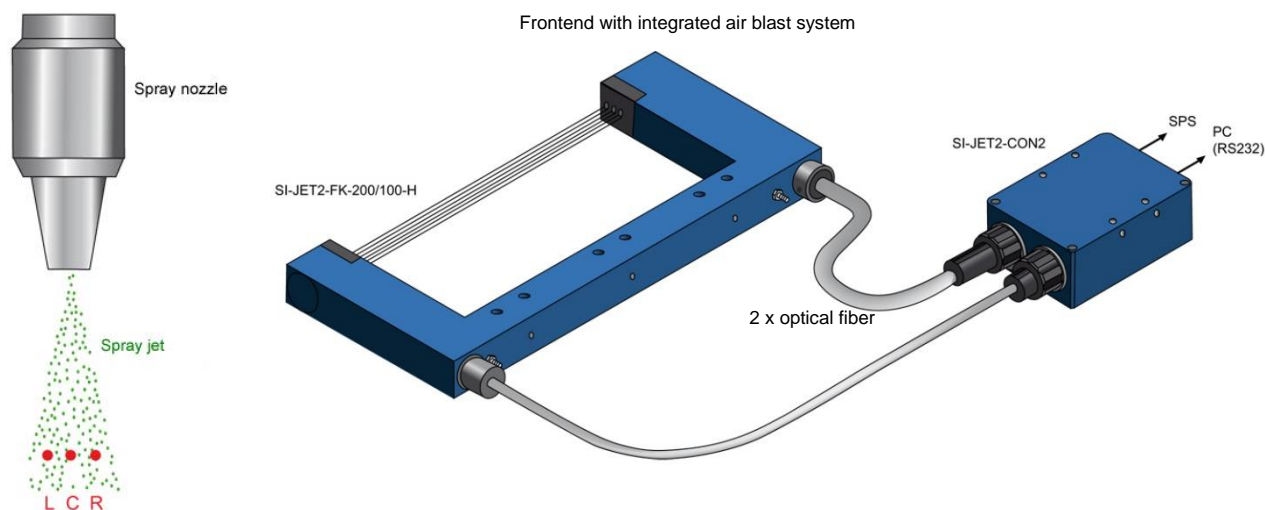
Przykład dla czujnika z trzema promieniami: KL-M18-A2.0 (frontend) + R3-M-A2.0-(2.5)-500-67°-3x (światłowód) + SI-JET2-CON3 (moduł sterujący)

W tym typie czujnika można ustawić indywidualnie trzy promienie światła czerwonego na strumień rozpylanej cieczy. Do analizy stosowane jest oprogramowanie SI-JET2-Scope V3.0. Szczególnie dla dysz natryskowych z dużym kątem otworu ten typ oferuje duże korzyści.



Przykład dla czujnika z trzema promieniami w widełkach: SI-JET2-FK-200/100-H (frontend)
+ SI-JET2-CON2 (moduł sterujący)

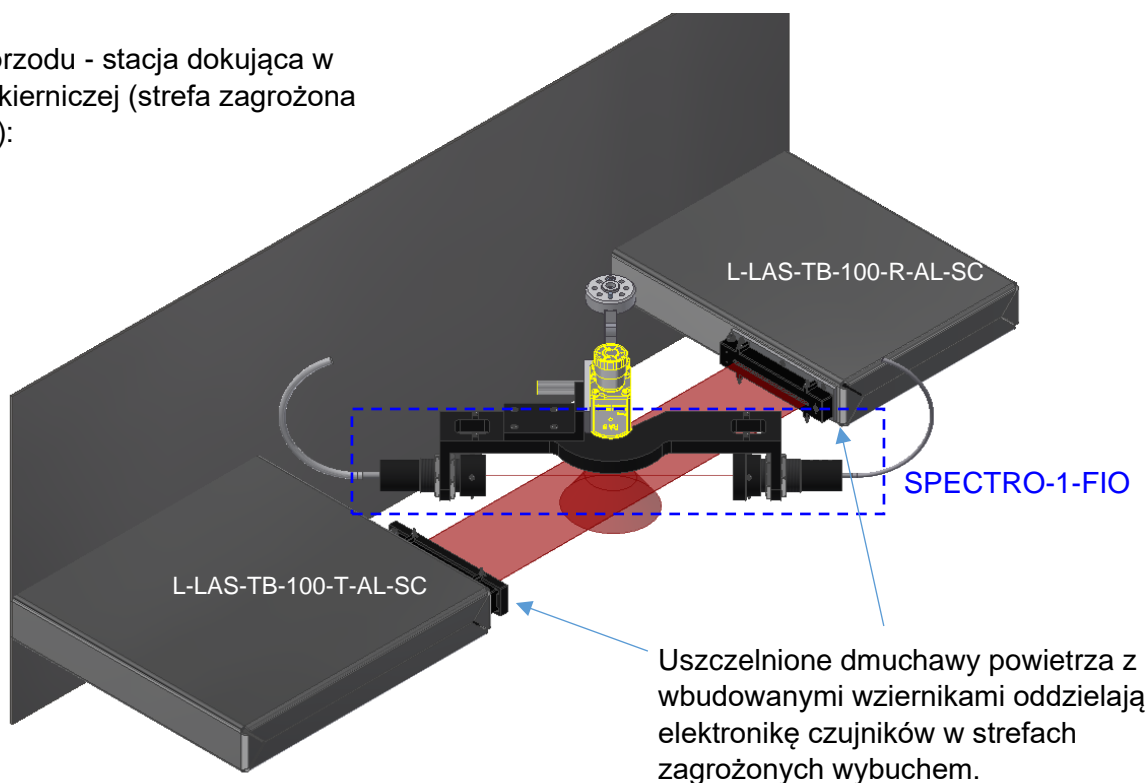
W tej wersji występują 3 promienie również (w osi) w odstępie 5 mm od siebie. Czerwony promień świetlny posiada średnicę 3 mm. Za pomocą modułu sterującego SI-JET2-CON2 można przedstawiać występujące trendy parametrów strumienia rozpylanej cieczy, np. w kombinacji z SPS.



Przykład systemu kombinowanego: SPECTRO-1-FIO (zamocowany na dyszy) i L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC (stanowisko testowania):

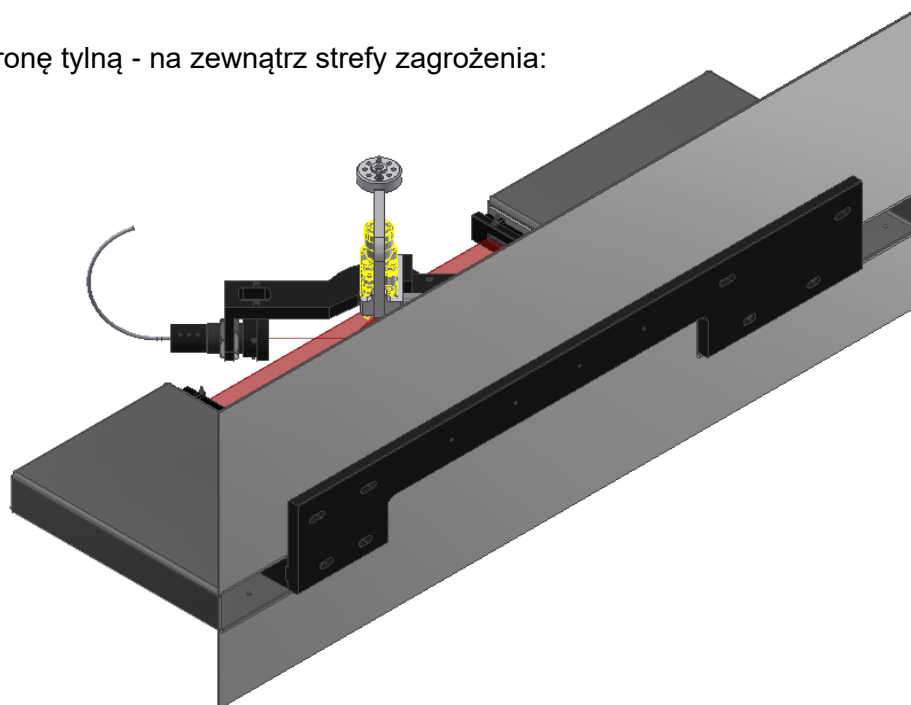
Należy połączyć systemy liniowe laserów (L-LAS) w strefie wybuchowej, ponieważ nie można tam stosować żadnych włókien optycznych. W zależności od zastosowania wspieramy naszych klientów także w tworzeniu projektów, które umożliwiają pracę w strefach zagrożonych eksplozją.

Widok z przodu - stacja dokująca w kabinie lakierniczej (strefa zagrożona eksplozją):



System kombinowany składa się z systemu emitowania promieni ze światłowodem (SPECTRO-1-FIO) do ciągłej kontroli w trakcie procesu rozpylania oraz L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC w specjalnej obudowie. Zapora laserowa przemierza strefę wybuchową przez dwa okna z dmuchawami, które oddzielają od niej elektronikę czujnika.

Widok na stronę tylną - na zewnątrz strefy zagrożenia:



Ponieważ elektronika czujnika znajduje się na zewnątrz strefy zagrożonej wybuchem (część składowa ściany kabiny lakierniczej z dostępem do otaczającego powietrza), do oceny ryzyka pozostaje tylko energia optyczna, która zostaje wprowadzona w postaci promieniowania do atmosfery grożącej zapłonem (EN IEC 60079-28). Praca układu sensorycznego SI jest możliwa bez problemu, ponieważ wprowadzona przez promieniowanie moc świetlna (energia zapłonu) leży znacznie poniżej wartości granicznej wynoszącej 5 mW/mm^2 .

Kontakt:

Sensor Instruments
Entwicklungs- und Vertriebs GmbH
Schlinding 11
D-94169 Thurmansbang
Telefon +49 8544 9719-0
Telefax +49 8544 9719-13
info@sensorinstruments.de