

Comunicado de imprensa Sensor Instruments

Outubro de 2021

Controle de jato de pulverização em luz transmitida

21.10.2021. Sensor Instruments GmbH:

Ao projetar sistemas de pulverização, é importante assegurar que a tecnologia do sensor seja compatível com a geometria do cone de pulverização e o volume de pulverização da respectiva aplicação. Além disso, a geometria do cone de pulverização, assim como a quantidade de pulverização dependem do meio utilizado (primário, adesivo, solvente, água, álcool, tinta, etc.), assim como da abertura do bico de pulverização, da sobrepressão e da dosagem da quantidade de pulverização. Particularmente quando se usa um meio resistente e adesivo (cola) como agente de pulverização, pode acontecer que parte da abertura do bico de pulverização cole, o que leva a uma mudança na quantidade de pulverização e na geometria da pulverização. Assim, o jato de pulverização pode ser mudado tanto na direção como no ângulo de abertura.

Ao projetar o sistema de controle do jato de pulverização, é importante fazer a si mesmo algumas perguntas-chave:

1. A avaliação qualitativa do processo de pulverização (sim/não ou o processo de pulverização está ok/não ok) é suficiente, ou é também necessária uma análise mais detalhada (geometria do jato, quantidade de pulverização)?
2. Que meio (primário, adesivo, solvente, água, álcool, tinta, etc.) é pulverizado e como o meio é digitalizado de forma ideal (interação com a varredura óptica: tamanho e distribuição da gota)?
3. Quais fatores de influência determinam/perturbam a qualidade do jato de pulverização no processo? Quais são as condições gerais para a varredura óptica do processo de pulverização?

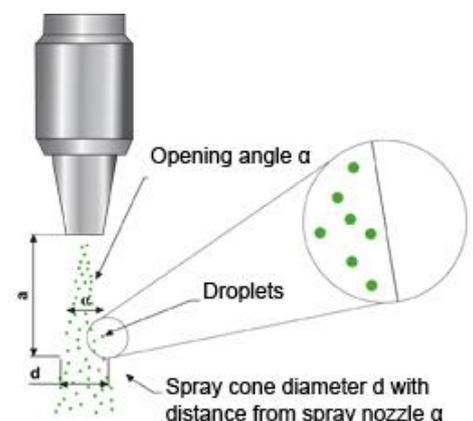
O objetivo do controle de jato de pulverização em linha é o controle automatizado da qualidade do processo de pulverização durante o processo de produção.

Princípio de medição

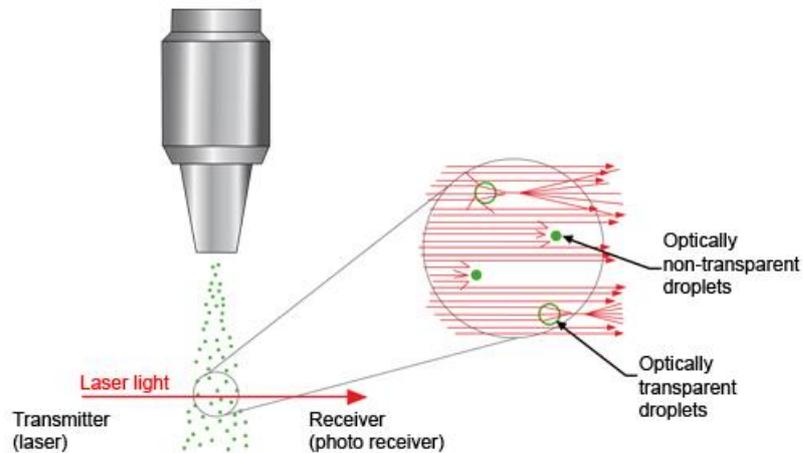
O que é realmente um jato de pulverização?

Um jato de pulverização é geralmente uma “estrutura solta” de pequenas gotas), que são criadas como resultado da atomização do líquido de pulverização na saída do bico de pulverização, ou pelo redemoinho no bico. O tamanho das gotas está na magnitude de alguns micrômetros a algumas centenas de micrômetros e depende principalmente do meio de pulverização utilizado. Essas gotículas deixam a abertura do bico de pulverização a uma certa velocidade e são então retardadas como resultado do atrito de ar.

O jato de pulverização é determinado pelo ângulo de abertura do cone de pulverização e pela quantidade de pulverização (gotas/unidade de tempo ou taxa de fluxo de pulverização).

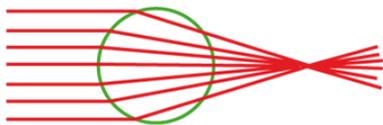


Como é detectado o jato de pulverização?

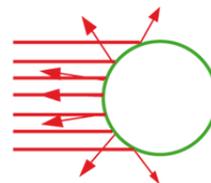


Para poder fazer uma asserção sobre a quantidade de pulverização, um feixe de luz, p. ex., com uma barreira de luz transmitida a laser, é colocado através do cone de pulverização. Após a saída, a intensidade do feixe de luz é medida no receptor. Em seu caminho através do cone de pulverização, parte do raio laser é desviado pelas gotas individuais do jato de pulverização e não chega ao receptor.

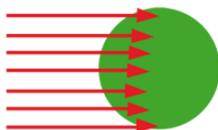
O desvio é causado pela reflexão na superfície das gotas ou pelo foco da radiação laser, porque as gotas, se forem opticamente transparentes, funcionam como microlentes. No entanto, parte da luz também é absorvida pelas gotículas ou não chega ao receptor devido à difração na interface.



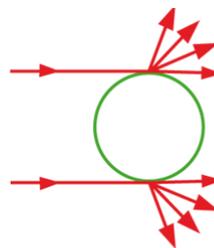
1) Focalização da radiação laser



2) Reflexão da radiação laser



3) Absorção da radiação laser



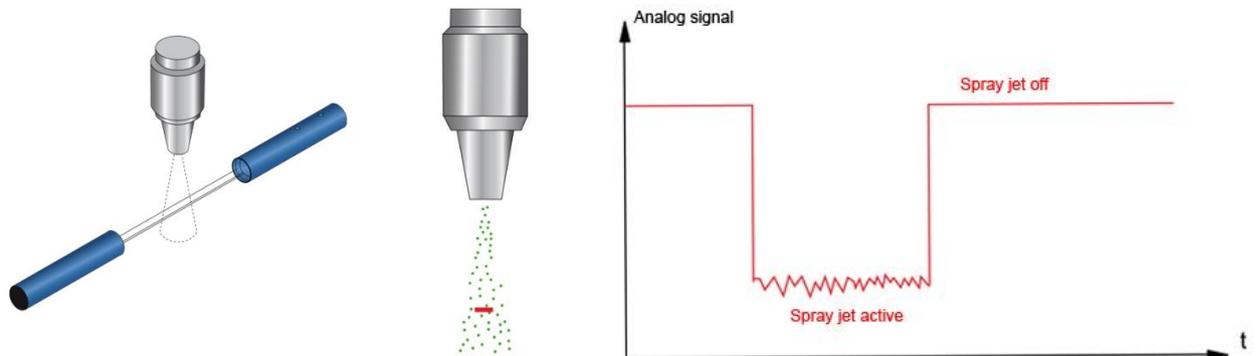
4) Difração da radiação laser

Métodos de controle de jato de pulverização em luz transmitida:

1. O método da luz transmitida por feixe único dos sensores

→ D-LAS2, SPECTRO-1-CONLAS ou A-LAS

Para o efeito, um feixe de luz laser, de preferência com uma abertura em forma de fenda, é direcionado centralmente através do jato de pulverização.



A diminuição do sinal em relação à ausência do jato de pulverização serve como medida para a quantidade de pulverização. Este método é usado principalmente quando apenas uma asserção sobre a quantidade de pulverização tiver de ser feita ou sobre a presença ou não de um jato de pulverização!

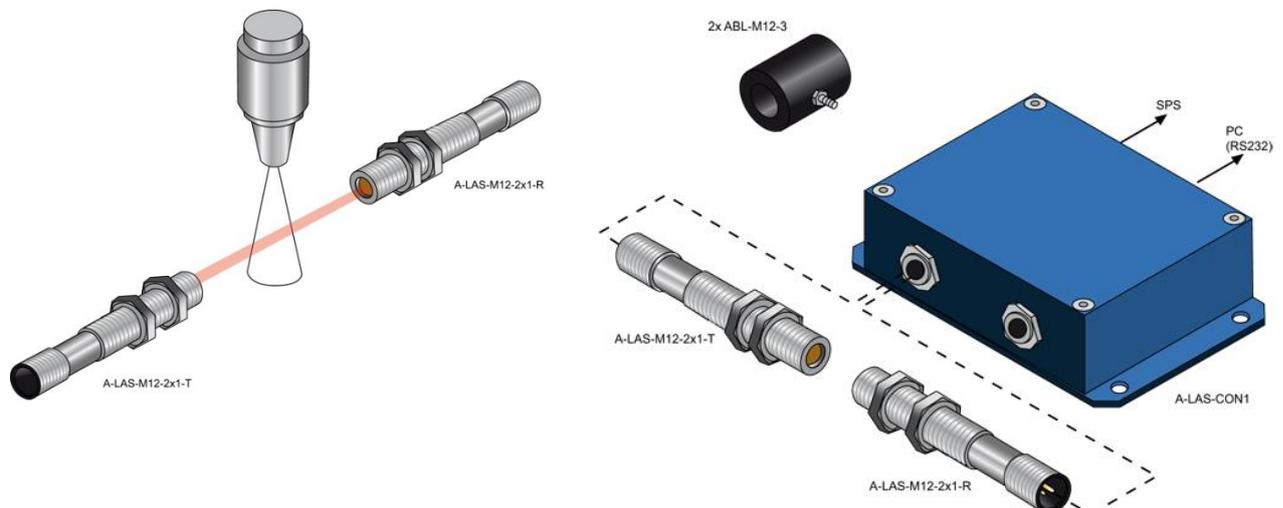
O modo de funcionamento de um sistema A-LAS-CON1 para [controle de jato de pulverização](#) ou para [controle de microdosagem](#) respectivamente são explicados com mais detalhes em dois [vídeos de treinamento](#). Ao clicar no respectivo link, você será redirecionado para o vídeo correspondente em nosso canal no YouTube.

Exemplo: Barreiras de luz unilaterais com controlador: Série de sensores: Série A-LAS

Tipo de sensor: A-LAS-M12-2x1-T (Emissor) + A-LAS-M12-2x1-R (Receptor) + A-LAS-CON1 (Controlador)

Com a ajuda do controlador, incluindo o A-LAS-CON1-Scope Software, o sistema pode ser calibrado antes do processo de pulverização propriamente dito.

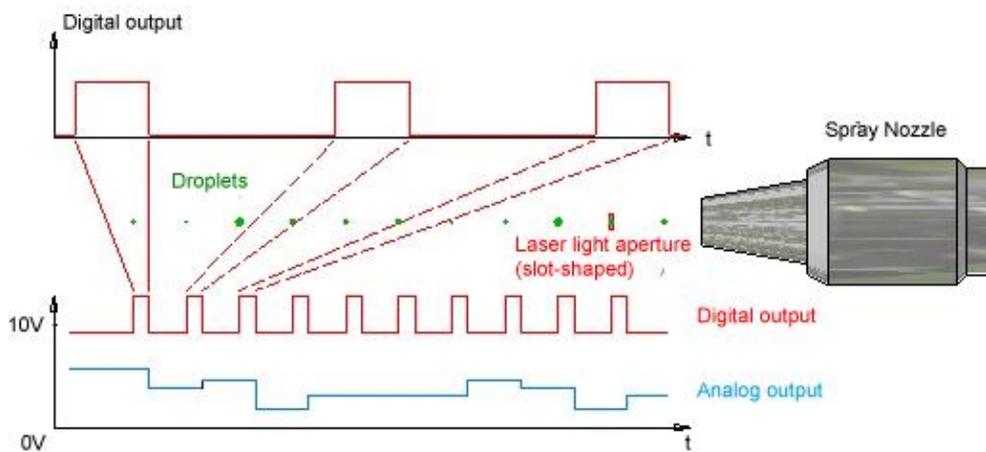
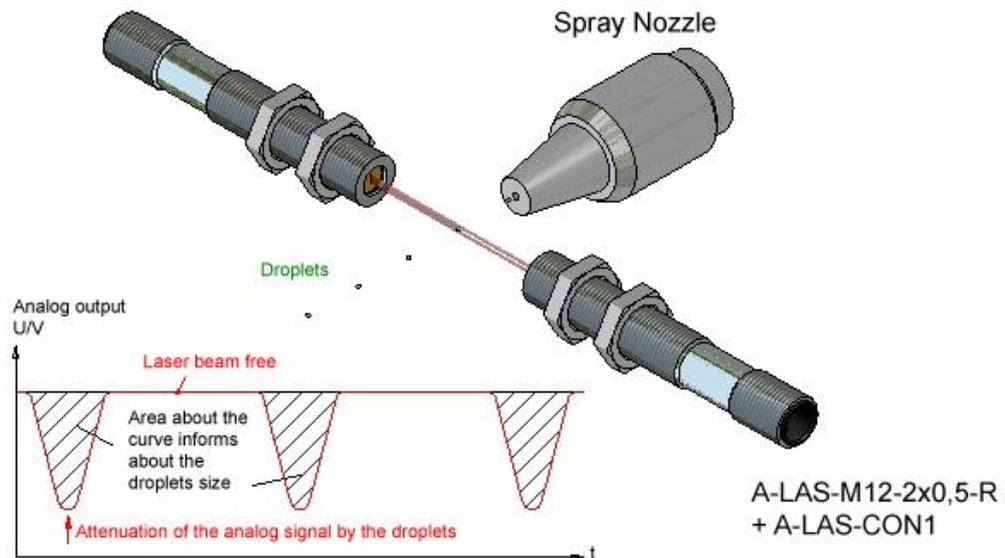
Isso torna possível detectar até mesmo as menores quantidades de pulverização, pois qualquer contaminação pode ser compensada pela calibração (até 100%) e o limiar de detecção pode, assim, estar próximo do valor de 100% (p. ex., 99,7%). A unidade de controle fornece tanto um sinal analógico como uma saída de sinal digital que informa sobre a queda abaixo do limiar de detecção.



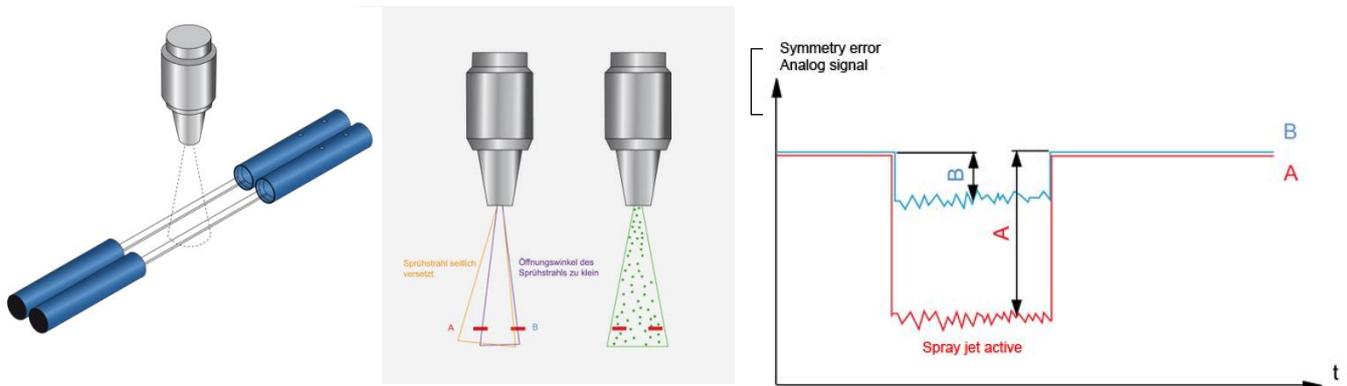
Se o sensor for suficientemente rápido, você pode detectar interrupções curtas causadas por bolhas de ar. No controle da microdosagem, onde você tem que caracterizar gotas individuais, você pode analisar até mesmo o tamanho das gotas.

A solução ideal para o controle por microdosagem é um sensor da série A-LAS com uma abertura compatível com o tamanho da gota em combinação com o dispositivo de controle A-LAS-CON1, já que esse sistema de sensor tem uma alta frequência de amostragem e comutação. Na saída analógica, o tamanho da gota é tamponado até a próxima gota chegar.

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



2. O método da luz transmitida por dois feixes dos sensores
→ A-LAS-CON1 ou dos sensores SI-JET



A simetria do feixe é avaliada da seguinte forma, ou a quantidade de pulverização é calculada da seguinte forma:

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

$$\text{INT} = \frac{A+B}{2} * 4096 = \text{VOLUME DE PULVERIZAÇÃO}$$

Além do controle da quantidade de pulverização, esse método também é adequado para o controle da simetria até certo ponto. Isso significa que o desvio lateral do cone de pulverização já pode ser detectado aqui. O sistema de dois feixes é usado principalmente quando é necessária uma verificação simples, mas econômica, da simetria do cone de pulverização.

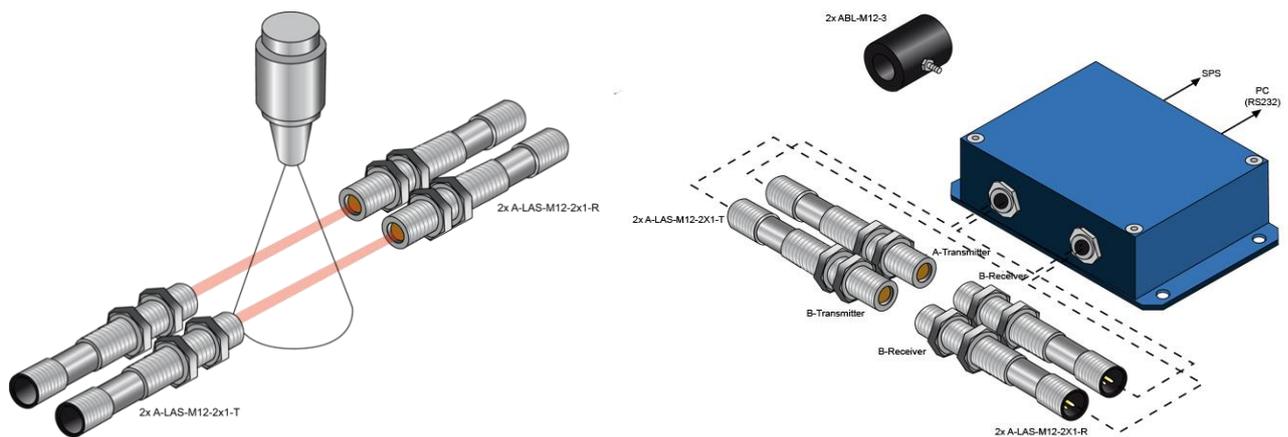
Exemplo: Sistemas de barreiras de luz unilaterais com dois feixes: Série de sensores: Série A-LAS

Tipo de sensor: A-LAS-M12-2x1-T (Emissor 2x) + A-LAS-M12-2x1-R (Receptor 2x) + A-LAS-CON1 (Controlador)

Os dois sensores a laser A-LAS são controlados e avaliados pela unidade de controle A-LAS-CON1. A calibração ocorre entre os processos de pulverização propriamente ditos, acionados por um sinal digital externo (p. ex., do CLP), que informa o dispositivo de controle quando a calibração pode ser realizada. Uma simples verificação de simetria pode ser realizada com os dois sensores a laser. A quantidade de pulverização também pode ser monitorada. Para evitar sujeiras nas tampas ópticas dos sensores a laser, são usados acessórios de ar de sopro ABL-M12-3.

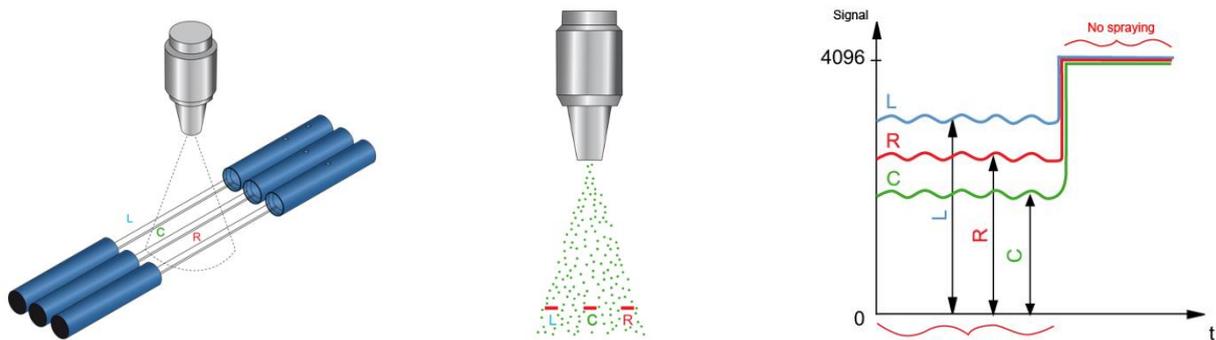
Estão disponíveis 3 sinais digitais de saída: SIMETRIA OK/NÃO OK. - SINAL A OK/NÃO OK. - SINAL B OK/NÃO OK.

O sistema verifica se o SINAL A, SINAL B e SIMETRIA estão dentro da faixa de tolerância especificada.



3. Método de luz transmitida de três feixes dos sensores → SI-JET ou do novo sistema laser SI-JET-CONLAS3

Com este método, mesmo pequenas simetrias ou desvios de quantidade podem ser detectados.



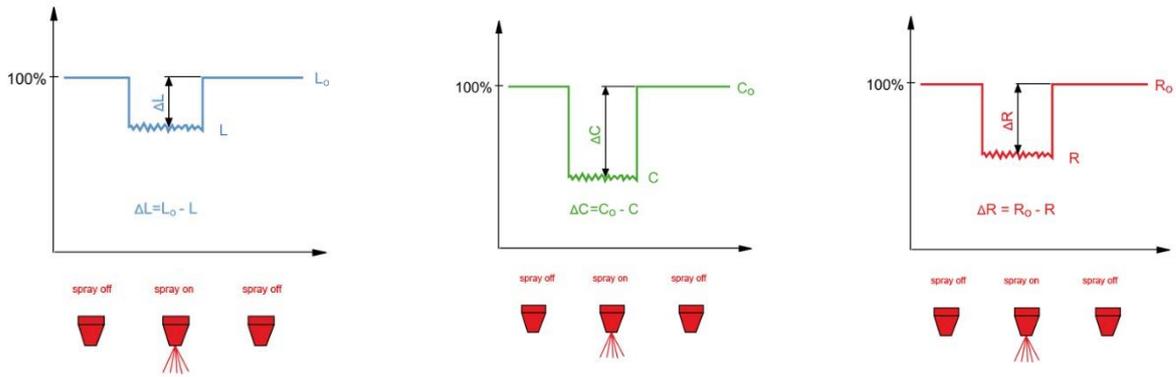
Assim, existem dois modos de avaliação para escolher: ABSOLUTE e RELATIVE. Em ambos os modos, a densidade de pulverização (DENSITY) e a relação dos dois feixes de borda (SYM1) e finalmente a relação do feixe central para os dois feixes de borda (SYM2) são avaliados.

No modo ABSOLUTE, os valores L, C, R são usados diretamente nas seguintes equações:

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

L, C, R são valores brutos dos 3 canais com um valor entre 0 e 4096 (12 bits).

No modo RELATIVE, a proporção dos respectivos valores brutos L, C, R é formada durante o processo de pulverização com os dados brutos L0, C0, R0 - que estão presentes quando a pulverização não está ocorrendo. Os dados brutos L0, C0 e R0 formam, assim, cada um o valor de 100%!



O seguinte se aplica à quantidade de pulverização, nesse caso:

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

E para as duas simetrias:

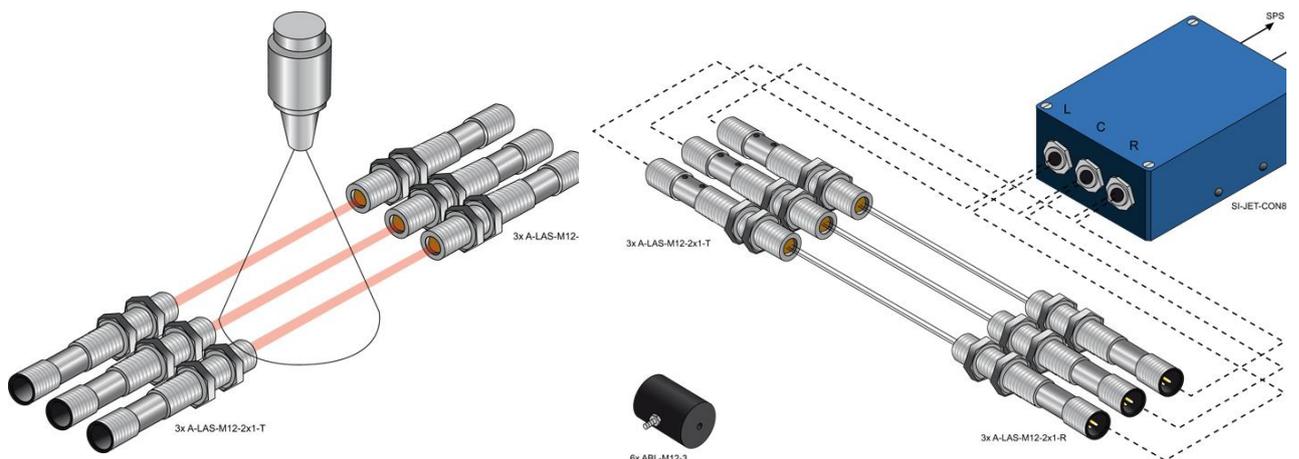
$$\text{SYM1} = \frac{\Delta L}{\Delta L + \Delta R} * 1000$$

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

Exemplo: Barreira de luz unilateral com três feixes - versão dividida: Série de sensores: Série SI-JET

Tipo de sensor: A-LAS-M12-2x1-T (Emissor 3x) + A-LAS-M12-2x1-R (Receptor 3x) + SI-JET3-CON8 (Controlador)

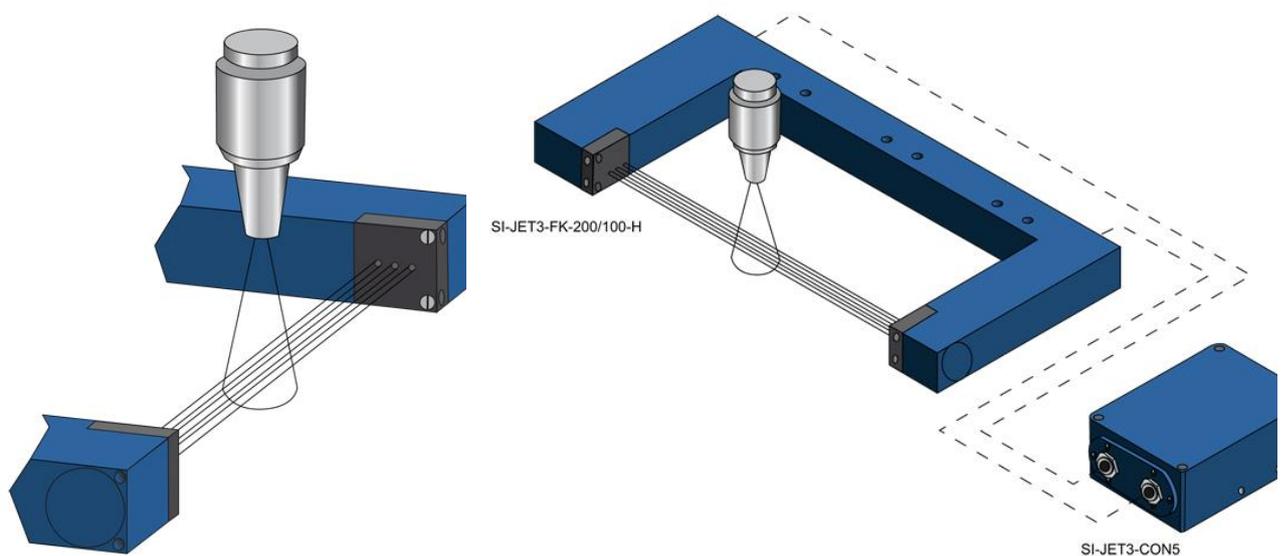
Os três front ends dos sensores são avaliados pela unidade de controle SI-JET3-CON8. Para a avaliação, é usado o software SI-JET2-Scope V3.0. Tanto a quantidade de pulverização (DENSITY) quanto a simetria (SYM1, SYM2) podem ser avaliadas. No modo de avaliação RELATIVE, a contaminação é compensada por uma calibração automática. Podem ser predefinidas até 31 tolerâncias diferentes de jato de pulverização para que as 5 saídas digitais possam ser usadas para fornecer aviso prévio de qualquer desvio no jato de pulverização.



Exemplo: Barreira de luz unilateral com três feixes - versão da bifurcação: Série de sensores: Série SI-JET

Tipo de sensor: SI-JET3-FK-200/100-H (front end) + SI-JET3-CON5 (sistema eletrônico de controle)

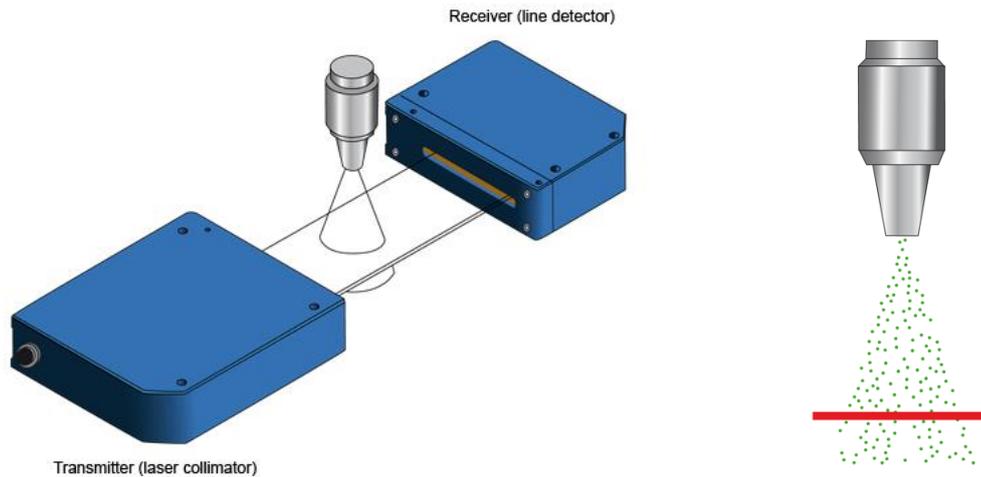
A bifurcação dispõe de três feixes de luz, cada um com um diâmetro de 3 mm e uma distância de centro a centro de 5 mm. O software SI-JET2-Scope V3.0 é usado para avaliar a quantidade de pulverização (DENSITY) e a simetria (SYM1, SYM2). No modo de avaliação RELATIVE, que pode ser usado quando um intervalo de pulverização está na faixa de um minuto, é realizada uma calibração entre os intervalos de pulverização para compensar a possível contaminação. O modo ABSOLUTE é usado com um jato de pulverização contínuo. 5 saídas digitais em até 31 níveis fornecem informações sobre os respectivos níveis de tolerância. Isto também facilita a implementação de uma exibição de tendências (p. ex., através de um CLP).



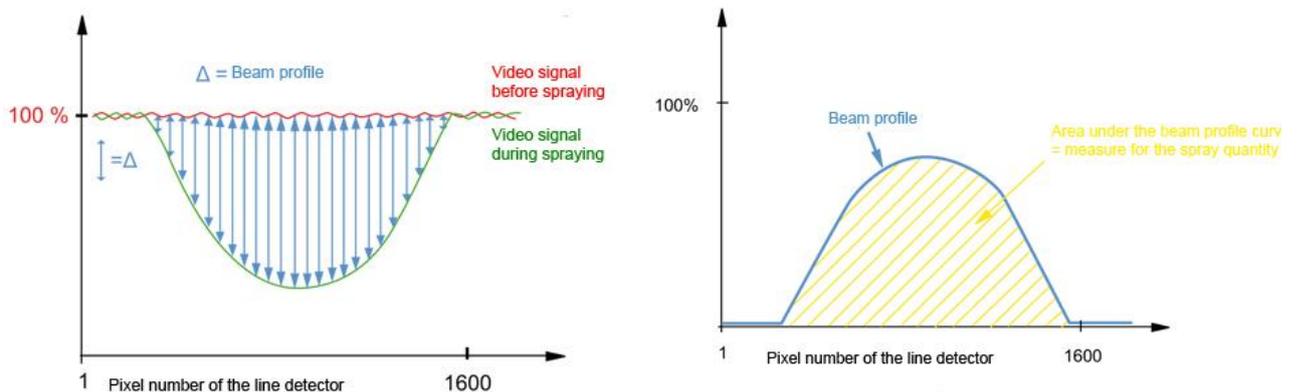
4. O método de faixa de luz dos sensores

→ L-LAS-TB-xx-AL-SC com L-LAS Spray Control Scope Software

Uma faixa contínua de luz é direcionada para o jato de pulverização. A faixa de luz é geralmente mais larga do que o diâmetro do cone de pulverização, de modo que o jato de pulverização é completamente coberto. No lado oposto do jato de pulverização está um receptor de linha CCD que fornece alta resolução ao longo da linha. Isso permite que o perfil do jato seja avaliado sem lacunas. Para determinar o perfil do jato, a diferença percentual entre os dois sinais de vídeo (sinais de linha) registrados antes do processo de pulverização e durante o processo de pulverização é comparada.



O perfil do jato (perfil de atenuação) fornece informações sobre a distribuição local do meio de pulverização no jato de pulverização.



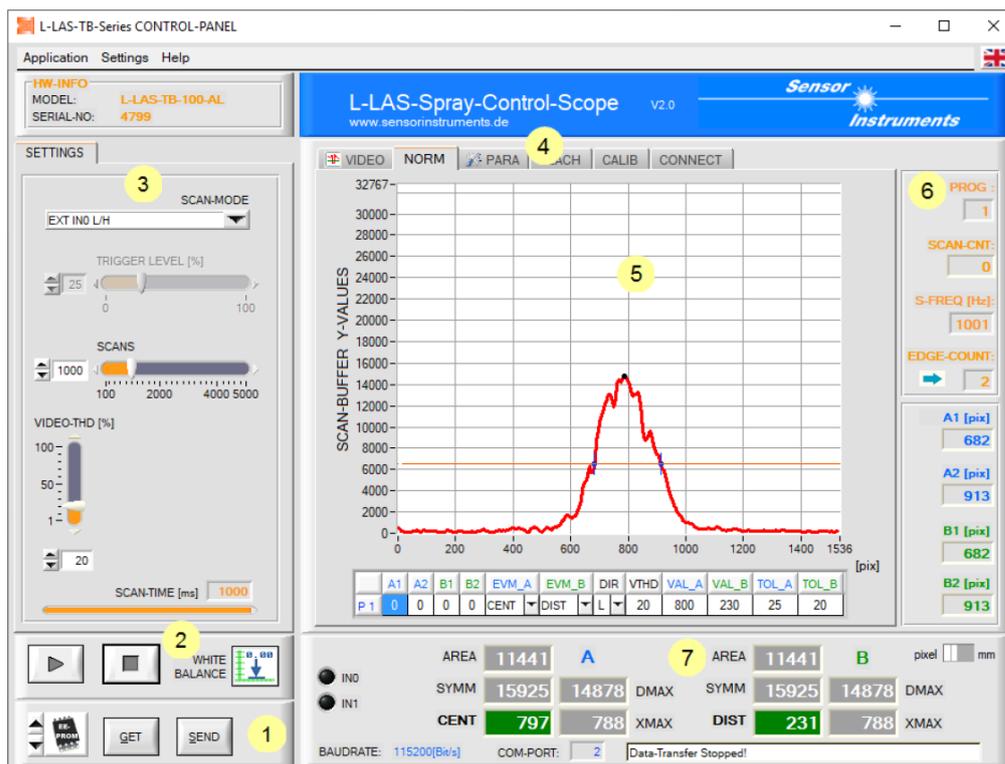
Perfil do jato baseado na atenuação pelo jato de pulverização

Perfil de feixe invertido como mostrado em L-LAS Spray Control

Ao fazer muitas varreduras sucessivas, uma distribuição estatística das gotas de pulverização pode ser calculada com resolução espacial sobre a linha CCD. O método é adequado para a análise detalhada e para o controle de qualidade dos bicos de pulverização.

A análise com o método da faixa de luz fornece dados detalhados sobre o perfil do jato. É adequado para procedimentos de pulverização robotizada onde o robô poderia periodicamente colocar o bico em uma posição chamada de acoplamento para realizar um teste de pulverização de 1 - 2 segundos de duração para análise.

A figura seguinte descreve os elementos funcionais e operacionais mais importantes do software de operação para PC L-LAS Spray Control Scope v2.0:



A interface do usuário do L-LAS Spray Control Scope oferece muitas funções:

- Visualização dos dados de medição em campos de saída numéricos e gráficos.
 - Ajuste da fonte de iluminação.
 - Ajuste da polaridade das saídas de comutação digital OUT0, OUT1, OUT2.
 - Seleção de um modo de avaliação adequado.
 - Armazenamento dos parâmetros na memória RAM, EEPROM no sistema eletrônico de controle ou em um arquivo de configuração no disco rígido do PC.
- 1 Campos de funções para envio/leitura dos parâmetros de configuração (transferência de parâmetros).
 - 2 Campos de função START/STOP para troca de dados RS232 para o sensor.
 - 3 Visualização do estado atual de operação do sensor (modo de disparo, limiar de avaliação, ...)
 - 4 Linha do tabulador para comutar entre as diferentes janelas gráficas do tabulador.
 - 5 Saída gráfica (exibição da curva do valor medido ao longo do tempo com valor de programação e faixa de tolerância)
 - 6 Elementos de exibição numérica (frequência de medição, número de bordas, número do programa, ...)
 - 7 Exibição do valor de medição em [mm] ou [pixel].

O jato de pulverização é avaliado no sensor L-LAS, que pode comparar os parâmetros do jato de pulverização com os valores nominais. Se todos os parâmetros estiverem corretos, é definida uma saída digital. Alternativamente, o resultado, incluindo o perfil do jato, também pode ser lido por um CLP através do protocolo RS-232.

Exemplo: Série L-LAS-TB-xx-T/R-AL-SC - Sensores de linha laser padrão para o controle de jatos de pulverização:

Os sensores de linha são usados onde medições exatas são necessárias ou onde as dimensões de um objeto têm de ser determinadas com alta precisão.

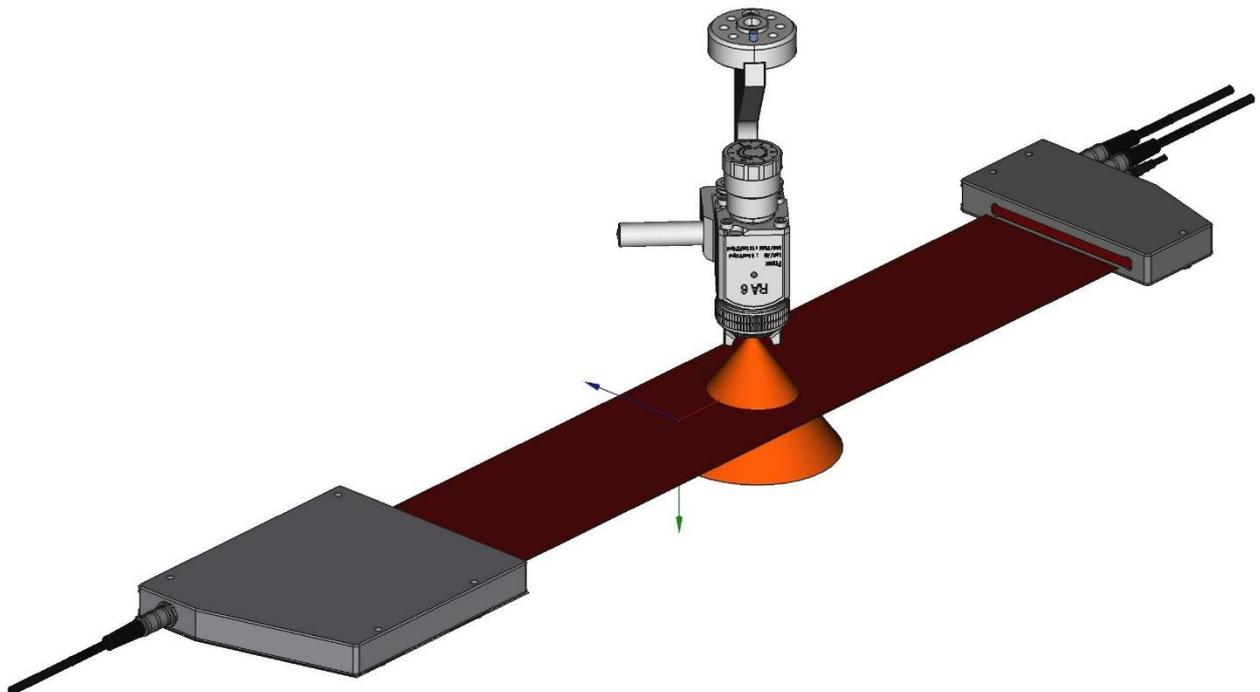
Um sistema de sensor L-LAS-TB-xx-AL-SC é composto por um transmissor (L-LAS-TB-xx-T-AL-SC) e um receptor com unidade de controle (L-LAS-TB-xx-R-AL-SC). A óptica do emissor e do receptor são normalmente protegidos por sopradores de ar.

Nossos sensores de controle de pulverização da série L-LAS são fornecidos com um pacote de software padrão. O software L-LAS Spray Control Scope v2.x fornece um perfil de jato de pulverização que pode ser armazenado como um arquivo de número sequencial na memória do PC e pode, portanto, ser usado para examinar o perfil de pulverização.

Os seguintes tipos de sensores estão atualmente disponíveis:

- (a) O L-LAS-TB-28-T/R-AL-SC dispõe de uma cortina de luz laser de 28 mm de largura com uma resolução muito alta. O detector de linhas tem aprox. 2000 píxeis.
- (b) O L-LAS-TB-50-T/R-AL-SC opera com uma cortina de luz laser de 48 mm de largura. O detector de linhas tem aprox. 770 píxeis.
- (c) O L-LAS-TB-75-T/R-AL-SC com uma cortina de luz laser de 73 mm de largura e um detector de linha com aproximadamente 1200 píxeis.
- (d) O L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC com uma cortina de luz laser de 98 mm de largura e um detector de linha com aproximadamente 1600 píxeis.

Dependendo dos requisitos da aplicação, outras faixas de medição podem ser selecionadas (ver série L-LAS-TB-AL).



L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC - Sistema de sensores para análise de jatos de pulverização com faixa de luz de 98 mm

5. Uso do controle de jato de pulverização em áreas potencialmente explosivas → Sensores SI-JET com fibra óptica

Para garantir que o controle do jato de pulverização também possa ser realizado em um ambiente onde uma atmosfera potencialmente explosiva como uma mistura de ar e gases inflamáveis, vapores ou névoas prevalece por períodos mais longos de tempo, são usadas guias de luz.

Isso significa que os trabalhos também podem ser realizados na zona Ø potencialmente explosiva da diretiva operacional ATEX. Assim, os componentes eletrônicos e optoeletrônicos do sistema de controle de jato de pulverização estão localizados fora da zona Ø. Somente os componentes ópticos ou optomecânicos (front end optomecânico) estão localizados na área . A conexão entre o front end e a unidade de avaliação é estabelecida via fibra óptica.

Assim, deve ser observado que a densidade de potência óptica não exceda um certo limite. No entanto, a densidade de potência óptica dos produtos SI está muito abaixo dos limites permitidos.

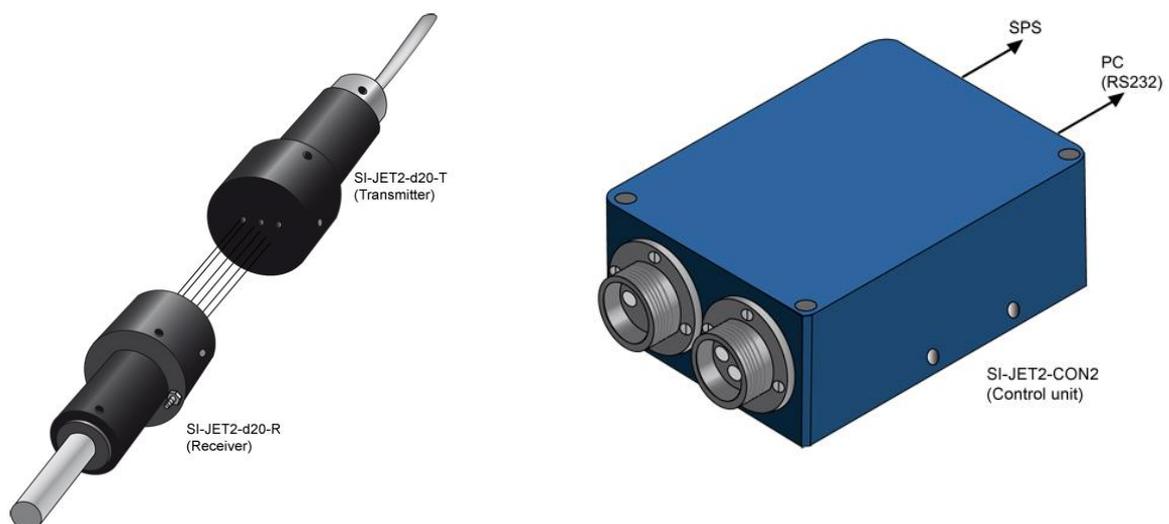


Você pode encontrar mais informações para o efeito em nosso site: → GLOSSÁRIO → [Controle do jato de pulverização](#)

Utilizando cabos de fibra óptica, os sistemas de jacto simples, duplo e triplo podem ser realizados de acordo com os requisitos da aplicação de jacto de pulverização.

Exemplo de um sensor de jato: SI-JET2-d20-T (Emissor) + SI-JET2-d20-R (Receptor) + SI-JET2-CON2.

O front end especial é fornecido com luz vermelha através de um cabo de fibra óptica e um orifício integrado na parte superior do ar de sopro gera 3 feixes, cada um com um diâmetro de 3 mm e uma distância de centro a centro de 5 mm. A avaliação é realizada com o software SI-JET2-Scope V3.0. O dispositivo de controle SI-JET2-CON2 dispõe de 5 saídas digitais que também podem ser usadas para implementar uma exibição de tendências (p. ex., por um CLP).



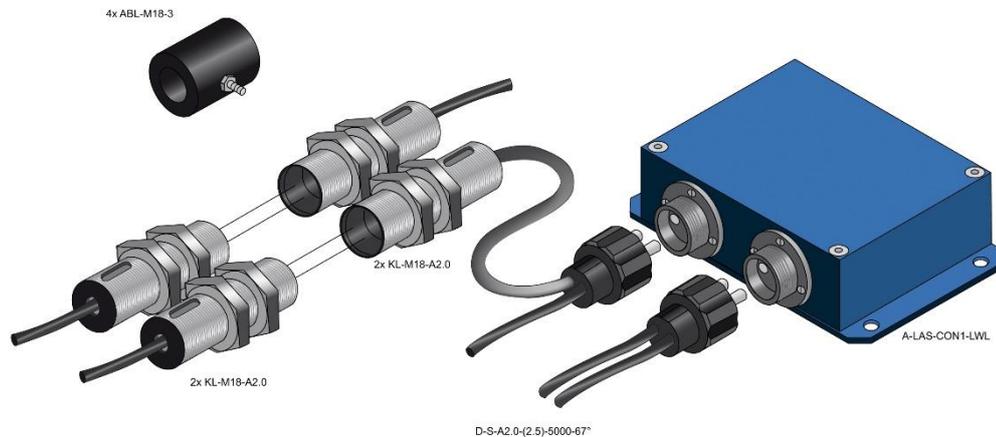
Exemplo de uma barreira de luz unilateral de dois feixes para uso na área potencialmente explosiva: Série de sensores: Série A-LAS

Cabo de fibra óptica D-S-A2.0-(2.5)-500-67° + óptica de fixação KL-M18-A2.0 (2x) + dispositivo de controle A-LAS-CON1-FIO.

O A-LAS-CON1-FIO realiza operações de controle e avaliação da mesma maneira que o A-LAS-CON1.

Como nesse caso os componentes eletrônicos e optoeletrônicos estão integrados no dispositivo de controle e não nas extremidades frontais dos sensores, esse tipo é adequado para operação em áreas potencialmente explosivas.

Para proteger as unidades ópticas, são utilizados acessórios de sopro de ar do tipo ABL-M18-3.



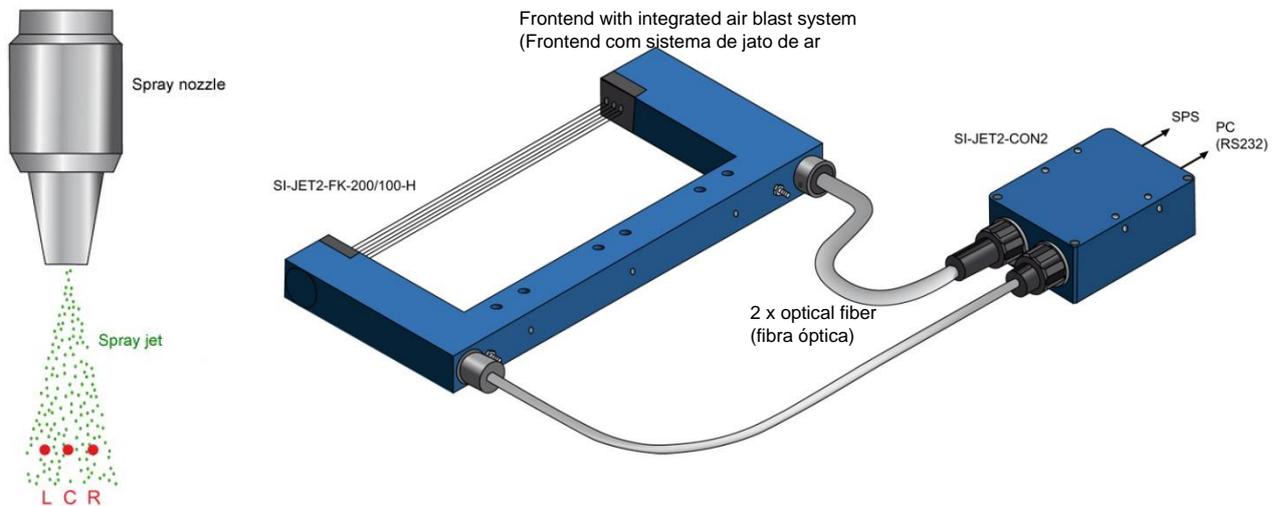
Exemplo de um sensor de três feixes: KL-M18-A2.0 (front end) + R3-M-A2.0-(2.5)-500-67°-3x (cabo de fibra óptica) + SI-JET2-CON3 (unidade de controle)

Com esse tipo de sensor, os três feixes de luz vermelha podem ser ajustados individualmente para o respectivo jato de pulverização. Para a avaliação, é usado o software SI-JET2-Scope V3.0. Especialmente para bicos de pulverização com um grande ângulo de abertura, esse tipo oferece vantagens decisivas.



Exemplo de sensor de três feixes integrado em uma bifurcação: SI-JET2-FK-200/100-H (front end) + SI-JET2-CON2 (dispositivo de controle)

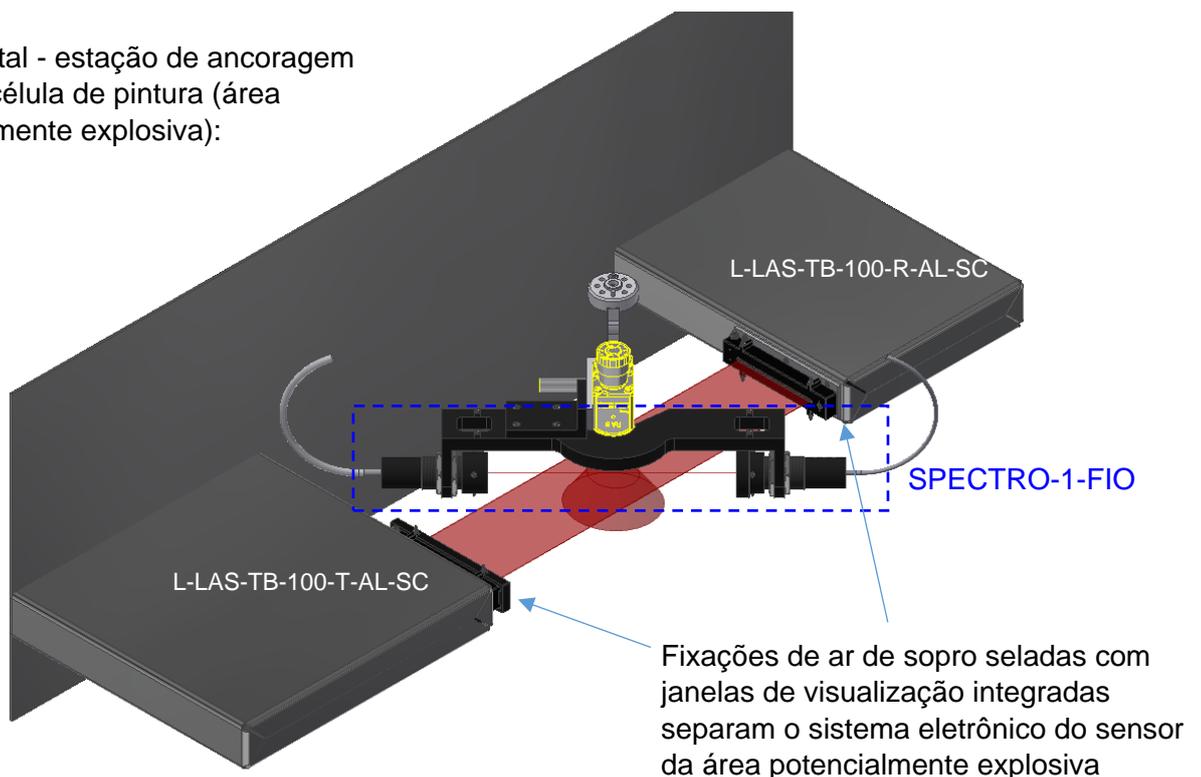
Nessa versão, os 3 feixes estão também (centralmente) espaçados 5 mm entre si, o feixe de luz vermelha tem um diâmetro de 3 mm. Com a ajuda do dispositivo de controle SI-JET2-CON2, é possível realizar uma exibição da tendência dos parâmetros do jato de pulverização, p. ex., em combinação com um CLP.



Exemplo de um sistema combinado: SPECTRO-1-FIO (anexado ao bico) e L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC (estação de teste):

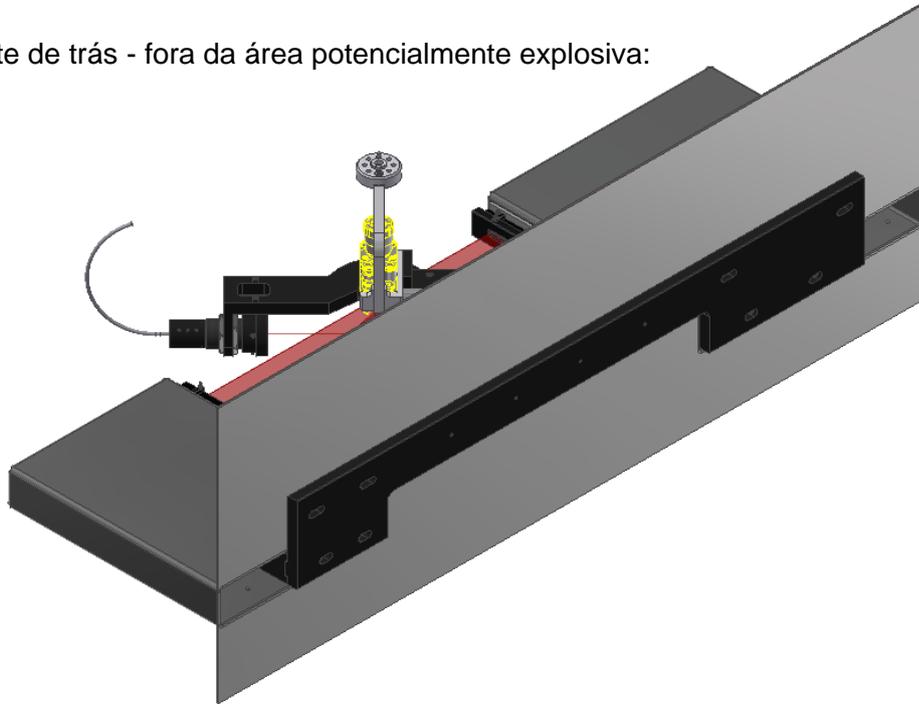
É um grande desafio integrar sistemas de linhas laser (L-LAS) em uma área potencialmente explosiva, porque não se pode usar fibras ópticas. No entanto, dependendo da aplicação, também apoiamos nossos clientes com projetos que permitem a operação em uma área potencialmente explosiva.

Vista frontal - estação de ancoragem em uma célula de pintura (área potencialmente explosiva):



O sistema combinado consiste de um sistema de feixe único com cabo de fibra óptica (SPECTRO-1-FIO) para monitoramento contínuo durante o processo de pulverização e um L-LAS-TB-100-T/R-AL-SC em uma carcaça especial. A cortina de luz laser atravessa a área potencialmente explosiva através de duas janelas com unidades de ar de sopro que separam o sistema eletrônico do sensor da área potencialmente explosiva.

Vista da parte de trás - fora da área potencialmente explosiva:



Como o sistema eletrônico de sensores está localizado fora da área potencialmente explosiva (parte integrante da parede da cabine de pintura com conexão ao ar externo), apenas a energia óptica que é irradiada para a atmosfera inflamável para medição é relevante para a avaliação de risco (EN IEC 60079-28). A operação do sistema de sensores SI é possível sem problemas, pois a potência da luz irradiada (energia de ignição) está significativamente abaixo do valor limite de 5 mW/mm².

Contato:

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