

Engenharia de robôs de pintura que reduzem significativamente o excesso de tinta e seus altos custos para os fabricantes de automóveis



Introdução

Nas instalações de fabricação automotiva e aeroespacial, os robôs de pintura são responsáveis pela aplicação de pintura externa em automóveis e aeronaves. O processo de pintura ajuda a proteger os veículos e proporciona apelo estético. No entanto, independentemente de os fabricantes estarem pintando carros, ônibus ou aviões, a pulverização excessiva é um desafio que causa vários problemas – e caros.

Durante os processos de pintura automatizados, o ar comprimido se mistura com o material de pintura dentro de um braço robótico. Quando os atomizadores no braço robótico pulverizam esse fluxo de material misto, algumas partículas de tinta são sopradas no ar em vez de na superfície do veículo. Esse excesso de pulverização é causado pelo controle impreciso do ar comprimido durante a operação de pulverização. À medida que se acumula, o excesso de tinta gera borra, usa materiais em excesso e resulta em processos ineficientes.

Com base nas médias do setor automotivo, 20% a 25% da tinta é perdida por pulverização excessiva, que depois se acumula no piso da cabine de pintura. O acúmulo dessa pulverização excessiva resulta em cerca de três a cinco quilos de borra de tinta por carro. Isso gera custos para os fabricantes de automóveis de várias maneiras. Primeiro, ele consome tinta em excesso, aumentando os custos de materiais. Em segundo lugar, o lodo de tinta deve ser tratado, o que é um processo caro. E, em terceiro lugar, por se tratar de um resíduo, sua geração também afeta o impacto ambiental do fabricante.

Embora um certo nível de pulverização excessiva seja inevitável, é possível otimizar o processo de pintura automotiva para minimizar significativamente e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade da aplicação.

Este relatório técnico detalhará o alto custo do desperdício da pulverização excessiva para os fabricantes de automóveis, os fatores técnicos que afetam a pulverização excessiva e as formas de os fabricantes de equipamentos originais (OEMs) projetarem robôs de pintura que reduzem o desperdício, minimizem o consumo de materiais e obtenham um acabamento de pintura ideal.

O alto custo da pulverização excessiva

A pintura automotiva é cara, e todo veículo requer várias camadas de tinta. Por exemplo, o processo de pintura de carros de alto padrão inclui três ou quatro camadas e custa em torno de US\$ 5.400 a US\$ 7.600 por carro. Se 20% a 25% da tinta se tornar um resíduo devido ao excesso de pulverização, uma quantidade significativa do custo da aplicação da tinta também será desperdiçada.

Mas o custo da pulverização excessiva não termina aí. Como a borra de tinta não pode ser descartada em aterros sanitários, as fábricas precisam arcar com custos adicionais de mão de obra e tratamento para o descarte adequado desses resíduos. Nos Estados Unidos, por exemplo, o preço é de US\$ 300 a US\$ 500 por tonelada, o que pode se acumular rapidamente.

Considere que, em 2022, 85,4 milhões de carros foram produzidos em todo o mundo. Se a pintura de cada automóvel resulta em 3 a 5 quilos de borra de tinta e 85,4 milhões de carros foram produzidos, então o processo de pintura resultou em 341.000 toneladas de borra de tinta. Se o custo médio do tratamento de borra de tinta for de US\$ 300 a US\$ 500 por tonelada, então o custo global para tratar a borra de tinta é de aproximadamente US\$ 136 milhões. Somado ao custo do material desperdiçado, é fácil ver que os fabricantes de automóveis e aeronaves têm uma grande oportunidade de economizar significativamente apenas minimizando a pulverização excessiva.



Figura 1: A solução de automação de pintura da Emerson oferece alto desempenho plug-and-play, usando dispositivos robustos e ajustes específicos para aplicações em um fator de forma otimizado para as necessidades exclusivas de instalação em um robô industrial.

Como a pulverização excessiva é causada pelo controle impreciso do ar comprimido durante a operação de pulverização, os OEMs de robôs de pintura automotiva podem ajudar os fabricantes de automóveis a minimizar o desperdício de pulverização excessiva controlando com precisão os parâmetros de fluxo e pressão do ar comprimido. Por meio do controle preciso de pressão e fluxo, os fabricantes podem otimizar o processo de pintura automotiva, minimizando o consumo de material e o desperdício da pulverização excessiva.

O fluxo de ar comprimido e as mudanças de pressão afetam a eficiência da transferência

Durante o processo de pintura, os braços robóticos automotivos se movem rapidamente ao redor dos veículos, pulverizando de diferentes ângulos enquanto aplicam o revestimento externo. No entanto, a pulverização deve ser ajustada conforme o ângulo, para garantir que a maior quantidade possível de tinta se fixe à superfície. Por exemplo, a área do padrão de pulverização é mais ampla ao pulverizar a parte superior de um automóvel e mais estreita ao pulverizar a lateral.

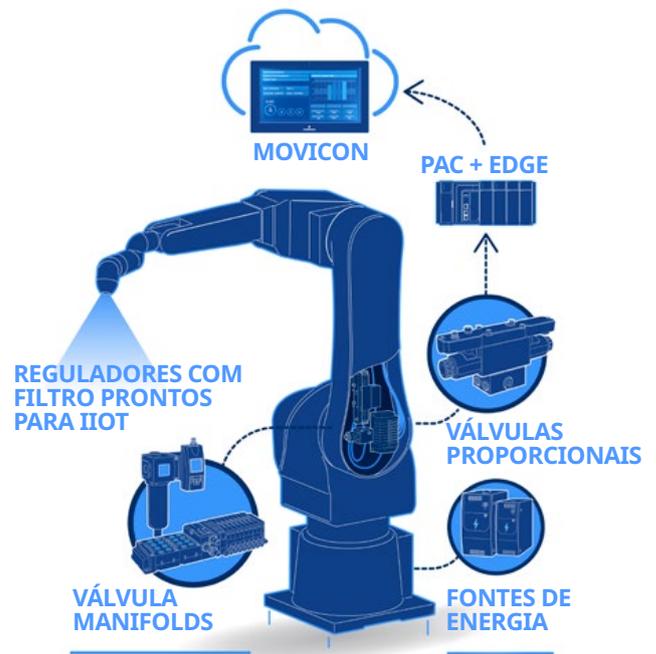


Figura 2: Arquitetada com válvulas, instrumentação, controladores e outros produtos do amplo portfólio da empresa, essa solução de automação de pintura da Emerson acelera os esforços dos OEMs para colocar no mercado robôs de pintura de alto desempenho e ricos em dados.



Figura 3: O excesso de pulverização de tinta automotiva contribui significativamente para o desperdício e os custos, com 30 a 40% da tinta perdida, gerando de 3 a 5 kg de borra de tinta por carro.

Para maximizar a eficiência de transferência, os atomizadores em um braço robótico de pintura automotiva giram em altas frequências e pulverizam a tinta em um padrão específico, de acordo com o ângulo em que a tinta é aplicada. A pulverização em si é composta de ar comprimido combinado com materiais de tinta dentro do braço do robô, e o fluxo e a pressão do ar determinam o padrão. Para obter o padrão de pulverização necessário para cada ângulo exigido, a pressão e o fluxo do ar comprimido devem se adaptar rapidamente para se adequar a ele. Quanto mais rápido um robô de pintura puder ajustar a pressão e a vazão do ar comprimido ao ângulo, mais precisa poderá ser a aplicação da tinta.

As tecnologias proporcionais nos braços de pulverização robóticos controlam essas alterações na taxa de pressão e no fluxo de ar comprimido. Quanto mais rápido as tecnologias proporcionais puderem responder com precisão, maior será a eficiência de transferência do robô de pintura.

A maioria das tecnologias proporcionais usadas para essa aplicação tem um tempo de reação de

130 a 150 milissegundos (ms). Em comparação, o regulador de pressão Emerson AVENTICS™ ED07 tem um tempo de resposta de 80 ms. Sua maior sensibilidade pode responder a mudanças necessárias na pressão do ar comprimido e na taxa de fluxo de forma mais rápida do que as tecnologias de válvulas proporcionais convencionais.

Os robôs de pintura automotiva com alta eficiência de transferência garantem que a tinta pulverizada cubra efetivamente a superfície desejada em vez de ocorrer um excesso de pulverização. Isso minimiza o consumo e o desperdício de mídia para os fabricantes de automóveis e reduz os custos relacionados.

A qualidade do ar comprimido afeta o acabamento final

Embora a velocidade do fluxo de ar comprimido e as mudanças de pressão determinem a eficiência da transferência, a qualidade do próprio ar comprimido pode afetar o acabamento final da pintura. A qualidade inconsistente do ar comprimido e os níveis flutuantes de umidade



Figura 4: A solução de automação de pintura da Emerson apresentada na Hannover Messe 2024 acelera o desenvolvimento dos OEMs de robôs de pintura ricos em dados, com desempenho plug-and-play e instalação otimizada no robô.

nas fábricas automotivas podem causar defeitos que se tornam evidentes quando a tinta seca. O ar muito seco, por exemplo, pode criar rachaduras no acabamento da aplicação. Qualquer imperfeição exige retrabalho, o que afeta a eficiência geral da produção, o consumo de materiais e o desperdício.

As unidades de preparação de ar tratam e filtram o ar comprimido, melhorando sua qualidade antes que ele chegue ao braço do pulverizador. Essas unidades podem melhorar os processos de pintura removendo contaminantes, como sólidos ou condensação, e ajustando os níveis de pressão conforme necessário. No entanto, por si só, eles não têm a capacidade de detectar e se adaptar a mudanças sutis.

Algumas unidades de preparação de ar podem ser equipadas com sensores, mas eles podem estar posicionados longe da cabine de pintura ou não conseguir rastrear valores críticos. Por exemplo, eles podem medir a umidade, mas não o ponto de orvalho. Essa incerteza e distância podem resultar em uma qualidade inadequada do ar comprimido mais próximo do processo.

A aplicação de tinta consistente e de alta qualidade e os processos eficientes exigem uma qualidade de ar comprimido estável e ideal. As soluções inteligentes de gerenciamento de ar, que incluem uma unidade de preparação de ar na cabine, um sensor de ponto de orvalho integrado e um software industrial, podem monitorar e ajustar automaticamente os parâmetros em tempo real para manter as condições ideais do início ao fim.

A unidade de preparação de ar AVENTICS AS com sensor de ponto de orvalho integrado, por exemplo, é pré-projetada e pré-programada para a aplicação de tinta. Localizada na cabine de pintura, essa solução monitora a qualidade do ar comprimido próximo ao processo de pintura em tempo real e fornece dados valiosos que podem ser usados para ajustar automaticamente o ar comprimido. O sensor de ponto de orvalho é o único sensor industrial que monitora a temperatura do ponto de orvalho, os níveis de umidade e a qualidade do ar comprimido em tempo real a partir de um único dispositivo.

Esse nível de percepção e controle possibilita que os fabricantes produzam acabamentos impecáveis e de alta qualidade sem precisar se preocupar com interrupções causadas por flutuações na qualidade do ar ou nas condições de aplicação da tinta. Ao mesmo tempo, a solução integrada e pronta para uso permite que os OEMs economizem o tempo que, de outra forma, seria gasto com fornecimento, engenharia, calibração e parametrização para aplicações de pintura.

Ao manter a qualidade ideal do ar comprimido durante o processo de pintura, os fabricantes de automóveis podem obter um acabamento ideal, evitar o retrabalho e aumentar a produtividade.

Otimização de processos de pintura automatizados usando abordagem Floor to Cloud™.

Para obter um controle de pintura de alto desempenho em robôs de pintura automotiva, é fundamental que os OEMs construam braços



de pulverização robóticos e sistemas de pintura automatizados equipados com tecnologias de automação de precisão que controlam com exatidão o fluxo, a pressão e a qualidade do ar comprimido em tempo real. Esse nível de percepção e controle é possível por meio da coordenação entre dispositivo, sensor e software, usando uma abordagem Floor to Cloud™.

Uma abordagem Floor to Cloud para a automação da fábrica permite que os fabricantes desbloqueiem e acessem dados armazenados que conectam processos físicos e digitais e obtenham visibilidade e insights para tomar decisões baseadas em dados, para otimizar as operações e automatizar e executar tarefas de forma eficaz e eficiente. Como resultado, essa abordagem permite que os fabricantes acelerem e transformem suas operações, impulsionem a eficiência, aumentem o crescimento sustentável e liberem o potencial da força de trabalho.

A equipe da Emerson adotou uma abordagem Floor to Cloud ao projetar a unidade de preparação de ar AVENTICS AS com sensor de ponto de orvalho integrado, bem como um painel plug-and-play para robôs de pintura que inclui a válvula ED07.

O tempo de resposta de 80 ms do ED07 se deve às bobinas solenoides duplas do regulador de ação direta em ambos os lados e ao algoritmo de controle autoadaptável de seu software. A válvula se conecta diretamente a sensores de fluxo que fecham o loop de feedback para a própria válvula, o que significa que os dados do sensor não precisam viajar para os controladores do robô que, em seguida, enviam o sinal de volta para a válvula.

Ao conectar tecnologias proporcionais avançadas, equipadas com software de análise, a sensores que calculam os dados exatos de fluxo e pressão

que passam pela válvula, os robôs podem ajustar automaticamente o controle de fluxo e pressão em tempo real para otimizar a aplicação da tinta.

Por exemplo, se um robô estiver pintando a parte superior de um veículo, o ângulo requer 300 litros (L) por minuto de fluxo. Os sensores de fluxo



Figura 6: A Sames Kremlin fez uma parceria com a Emerson para otimizar o fluxo de ar comprimido em suas máquinas de revestimento em pó. A solução da Emerson, com as válvulas ASCO™ Preciflow e os reguladores AVENTICS™, reduziu o excesso de pulverização, melhorou a consistência do revestimento e aumentou a produtividade.

Estudo de caso da Sames Kremlin

Um OEM global que fabrica soluções de revestimento em pó de alto desempenho queria melhorar a eficiência de transferência de suas máquinas. Para conseguir isso, a empresa fez uma parceria com a Emerson para projetar um bloco de válvulas que otimizasse o fluxo de ar comprimido.

A Emerson usou sua experiência em válvulas proporcionais e tecnologia inovadora para ajudar o OEM a projetar um bloco de válvulas compacto e altamente preciso, com tempo de resposta mínimo e baixa histerese.

O novo bloco de válvulas controla efetivamente o fluxo de ar comprimido de forma a garantir que o pó cubra efetivamente a superfície pretendida, melhorando a qualidade do produto, minimizando o excesso de pulverização e reduzindo os custos de material para os usuários finais da máquina de revestimento em pó.

verificam continuamente se 300 L estão sendo recebidos e enviam esse feedback para a válvula: sim, 300 L estão fluindo. No entanto, se o valor enviado pelo sensor se desviar de 300 L, a válvula pode se adaptar rapidamente para atingir a vazão exata necessária. Esse ciclo completo de feedback ocorre em um determinado período de tempo de resposta. Para o ED07, esse intervalo de tempo é de 80 ms.

Esse loop de feedback e o nível de capacidade de resposta significam que os robôs de pintura equipados com reguladores ED07 são significativamente mais eficientes em ajustar os padrões de pulverização, fornecendo precisamente o fluxo e a pressão exigidos para o ângulo de pulverização. Algoritmos de controle autoadaptáveis possibilitam que os braços robóticos detectem e se ajustem rapidamente caso as taxas de fluxo e pressão se desviem do que o processo exige.

Além do regulador de pressão ED07 para o controle do ar, o painel compacto plug-and-play inclui sensores de fluxo, válvula proporcional AVENTICS 614/617 Sentronic, para o controle do atomizador, e terminal de válvula AVENTICS Series AV03, leve e com AES IO. Todos os componentes são fixados em uma placa de metal que os OEMs podem instalar dentro de um braço de robô e simplesmente conectar a tubulação pneumática e as conexões elétricas.

Ao usar soluções plug-and-play, como o painel acima e a solução integrada de preparação de ar inteligente, ao projetar tecnologias robóticas de pintura automotiva, os OEMs podem minimizar a engenharia interna e simplificar o fornecimento para acelerar a produção, chegar mais rápido ao mercado e atender à demanda.

Conclusão

A tinta automotiva perdida por excesso de pulverização causa vários problemas para os fabricantes de automóveis.

Ao projetar robôs de pintura altamente precisos que minimizam o excesso de pulverização, os OEMs podem ajudar seus clientes a reduzir a borra de tinta e o consumo excessivo de material, além de otimizar os processos de pintura automotiva.

A tecnologia de automação de precisão pode garantir a aplicação precisa da tinta, com controles rígidos sobre o uso do material, reduzindo o excesso de pulverização, o desperdício e, ao mesmo tempo, melhorando a qualidade dos acabamentos da tinta. Sensores e sistemas de controle avançados podem monitorar e ajustar o processo de pintura em tempo real, garantindo o uso ideal do material e as condições do processo do início ao fim.

Ao projetar braços robóticos com comportamento de controle superior, os OEMs possibilitam que os fabricantes de automóveis e aeronaves controlem melhor a quantidade de tinta usada em cada aplicação e reduzam significativamente os custos de descarte de lodo, os custos de materiais e o impacto ambiental, evitando retrabalhos e atrasos. Essa combinação de desempenho e parceria pode construir relacionamentos mais sólidos com os clientes e impulsionar os OEMs de robótica automotiva à frente da concorrência.

www.Emerson.com/AVENTICS

www.Emerson.com/contactus

