

Perfiles de caucho para automóviles: nuevos desarrollos en la automatización del flocado

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de flocado se han utilizado en materiales de caucho, plástico, metal, etc. para industrias como la automoción, el envasado y otros campos comerciales.

Entre las diversas máquinas de flocado que existen en los mercados, hay líneas para el flocado de componentes de caucho para automóviles. A lo largo de los años, estas máquinas se han beneficiado de una evolución técnica y tecnológica progresiva.

A partir de los resultados positivos de este desarrollo, la necesidad de operar las líneas de flocado de forma automática y con sistemas de gestión de los datos recogidos por la instrumentación electrónica utilizada en las líneas es cada vez más importante.

Un ámbito en el que son posibles desarrollos interesantes son las líneas de flocado para perfiles de automoción, fabricados de caucho en recuperación. En resumen, se trata de flocar en líneas específicas las esquinas de perfiles de caucho extruido (EPDM, TPE y TPV) previamente unidos por máquinas especiales de moldeo por inyección.

Para ello se crearon plantas automatizadas equipadas con amplios sistemas de sensores y robots:

- **automatización útil para aumentar la productividad, reducir los defectos y maximizar el control de los parámetros de las distintas funciones técnicas utilizadas en las plantas;**
- **ergonomía** para mejorar las condiciones de trabajo de los operarios. En concreto, se desarrolló un sistema para mejorar la carga y descarga de piezas en la línea: se fabricó un sistema que pliega los soportes de las piezas para facilitar la carga y descarga;
- alta **productividad** con poca mano de obra;
- **versatilidad** para cambiar rápidamente el tipo de perfil;
- posibilidad de **recoger datos del proceso** mediante **sensores** adecuados y el uso de sistemas de **comunicación** avanzados para utilizar y procesar a distancia los parámetros recogidos.

Estos nuevos avances permiten utilizar y desarrollar productos innovadores con especial referencia a la automatización y la gestión de datos de procesos aplicados principalmente (pero no sólo) al sector de la automoción, que es además uno de los mercados de mayor crecimiento a escala mundial (además del sector de la automoción, los otros sectores de aplicabilidad son, por ejemplo, el aeronáutico, el naval, el ferroviario y el de la construcción).



ESTADO DE LA TECNICA Y EVOLUCIÓN

En el ámbito del flocado de perfiles de caucho en recuperación, ya existen aplicaciones que requieren procesos semi-industriales, cuando no en algunos casos todavía artesanales. La propia Aigle ha desarrollado e instalado varias líneas de flocado de este tipo a lo largo de décadas. Sin embargo, se trata de plantas en las que ahora se considera posible y útil instalar sistemas robotizados para automatizar las distintas etapas y, sobre todo, para gestionar de forma adecuada los datos del proceso recogidos.

Además, en lo que respecta a la automatización de la producción, hasta la fecha la parte del pretratamiento de los perfiles y la de la aplicación de cola se siguen realizando manualmente y, a veces, fuera de línea.

Estas experiencias condujeron a la necesidad de desarrollar nuevos modelos de producción automatizada de flocado para estos componentes

El área de investigación se desarrolló en el ámbito de un proyecto industrial y de innovación con el objetivo de crear un modelo innovador y sustancialmente diferente de los existentes en la actualidad, incluyendo el uso de sensores, conectividad y analítica de datos (análisis de datos de producción):

En resumen, con respecto a este tipo de equipos, actualmente en los mercados, las dos primeras operaciones (a, b) de las cinco en estas máquinas se realizan manualmente:

- a. Pretratamiento (en el mundo se realiza actualmente fuera de línea o a mano)
- b. Aplicación de cola (en el mundo actualmente realizada a mano por un operario)
- c. Aplicación Flock
- d. Secado del pegamento
- e. Limpieza final

La novedad era automatizarlas con el uso de robots y herramientas específicas como pistolas de plasma y dosificadores de cola de precisión, pero al hacerlo toda la planta sufrió necesariamente una profunda evolución electrónica en todas sus fases. De hecho, es esencial que se reconozcan automáticamente los componentes de caucho que se van a procesar y que todas las fases se gestionen y supervisen automáticamente de forma integrada.

Por tanto, era necesario que los datos registrados por los sensores y las cámaras no sólo se recopilaran, sino que se procesaran durante la producción y, por supuesto, se reprocesaran continuamente para controlar y aumentar la eficacia de todo el sistema de producción (productividad, reducción de residuos, etc.).

Dado que las cinco fases de trabajo son muy diferentes entre sí, cada una de ellas requiere instrumentos especiales para la lectura, manipulación y recogida de datos (por ejemplo, pirómetros en los hornos, kilovoltímetros en la zona de flockado, presostatos de regulación en la zona de cola, termómetros e higrómetros en la zona de flockado, etc.).

Así pues, la innovación no consiste sólo en la automatización en cascada de las dos primeras fases, sino en el estudio de un **sistema integrado** que recoge datos muy diversos procedentes de distintos sensores, datos que luego se analizan y gestionan continuamente.

De este modo, Aigle desarrolló algunos prototipos de piezas de línea para implantar a continuación un sistema automático y de gestión de datos de proceso. El objetivo era validar y demostrar las tecnologías utilizadas en el entorno industrial, primero a nivel de prototipo y después a nivel operativo real, hasta la cualificación del sistema y la demostración de su aplicabilidad en el área de producción de perfiles de caucho.

Por último, se intentó combinar las materias primas específicas (productos químicos y floca) con los requisitos especiales del sistema de control, que se desarrolló de forma que pudieran tratarse en la superficie perfiles con las características técnicas deseadas



EL PERFIL DE CAUCHO FLOCADO: HACIA LA CALIDAD TOTAL

Específicamente en los vehículos de motor (y no sólo) se utilizan perfiles de caucho que requieren diversos tratamientos para conferirles características de aislamiento térmico y resistencia a la intemperie y a la abrasión. La aplicación de estos tratamientos permite:

- limitación de las **vibraciones** (efecto antirruido)
- facilitar el **deslizamiento** mecánico
- prolongar la vida útil del producto limitando el **desgaste mecánico** y la agresión de los **componentes atmosféricos**.

Sin embargo, la automatización del proceso de producción y la gestión de los datos plantean varias dificultades, tanto a nivel de proceso como de control.

La investigación que aquí se presenta aborda y resuelve:

- **automatización y control de procesos**
- **cambiar la forma del caucho** durante el procesado (lo que obviamente dificulta la calidad y repetibilidad del producto)
- flotabilidad de las **secciones del perfil que son difíciles de** alcanzar por las fibras de flocado (presencia de zonas socavadas).

Hoy en día, la creciente necesidad de automatización de diversas partes mecánicas del automóvil, en primer lugar las escotillas, capós y otras áreas no relacionadas con la automoción, hace que aumente el uso de perfiles flocados. Sin embargo, el aumento de la demanda exige una racionalización de los criterios de producción y su control, así como un **aumento de la productividad**.

Al mismo tiempo, las normas de calidad, en constante aumento, exigen a los fabricantes de estos componentes un esfuerzo de calidad total y, por tanto, sistemas de producción capaces de aumentar la productividad manteniendo un alto control de la calidad del producto semiacabado.

Las razones por las que en la actualidad no existen instalaciones automatizadas especialmente avanzadas para lo anterior se deben principalmente a los siguientes factores:

- Las piezas de goma son propensas a no mantener una **forma y posición constantes** a lo largo de la línea de producción. Esto dificulta el uso de robots.
- el perfil no debe flocarse por completo, **sino sólo por partes**. Por lo tanto, la aplicación de cola en spray tendría que implicar el uso de máscaras; esto encarecería el proceso y lo haría más difícil de automatizar.
- La dificultad del flocado sobre caucho reside en combinar un pretratamiento especial (plasma) y encontrar productos químicos (colas y pinturas) compatibles con los dosificadores de precisión. Para ser flocados, los perfiles necesitan que las colas creen una capa de unos 0,2 mm en la superficie del producto de caucho. Esto sólo puede conseguirse con técnicas de pulverización. También se han encontrado colas que curan a temperaturas relativamente bajas, pero que permiten que se adhieran bien al caucho. El pretratamiento, la cantidad y la calidad de la distribución de cola, el control del flujo de rebaño, los campos electrostáticos y el control de la temperatura de secado son los **parámetros** que esta investigación ha recogido y gestionado con ayuda de sistemas avanzados de medición, automatización y protocolos de comunicación que han hecho que los datos del proceso sean fácilmente accesibles para el personal de control de producción.



En el caso de los perfiles, las dificultades de flocado se multiplican por el hecho de que es complejo alcanzar las fibras de manera uniforme en toda la **sección del perfil**. Por este motivo, se decidió utilizar la técnica del flocado electroneumático, que, mediante una mezcla precisa de aire y flock, permite que las fibras lleguen a zonas difíciles de flocar.

Además, los perfiles no siempre tienen una forma y una posición constantes. Hemos estudiado una solución que utiliza **cámaras instaladas en los robots para corregir las trayectorias en directo** y limitar el problema. Por estas razones, hasta ahora los operarios siempre se han visto obligados a operar manualmente y ya se ha manifestado claramente la necesidad de automatizar el proceso.

Actualmente no existen sistemas alternativos al flocado que garanticen el mismo rendimiento en los perfiles de caucho. No existe en el mercado un producto de tipo "textil" que siga con precisión la superficie de los objetos de caucho. Además, las fibras de flocado pueden seleccionarse por:

- diámetro
- longitud
- color

Para el caucho, se prefiere el flocado de poliéster o poliamida, ya que son más resistentes. No obstante, la posibilidad de elegir el tipo de fibra y, por tanto, sus prestaciones mecánicas, permite usos muy variados.

LA LÍNEA FLOCK: INNOVACIÓN

Por ello, se han adoptado varios elementos en las nuevas líneas de flocado:

- Las **piezas se apoyan** en un sistema de listones o soportes que se desplazan con paradas escalonadas. Se estudió la compatibilidad con el sistema de transporte por listones o soportes de carrusel utilizado en estas líneas de flocado construidas anteriormente en términos de: compatibilidad mecánica, velocidad de funcionamiento y geometría del producto. Las duelas, por ejemplo, se elevan hacia el operario mediante un sistema de palancas automáticas (controladas por sensores de posición) que permiten cargar fácilmente las piezas en la línea. De este modo, la posición del torso se mantiene lo más erguida posible durante las operaciones de carga y descarga de los perfiles.



- En el primer robot, el previsto para el **pretratamiento del plasma**, hay una cámara equipada con sistemas de iluminación adecuados. La cámara cumple dos funciones distintas:
 - **Identificación del tipo de perfil** a tratar para elegir la receta a ejecutar
 - **Identificación de la posición exacta de** cada pieza individual para referenciar robots con el fin de realizar operaciones robóticas con precisión,



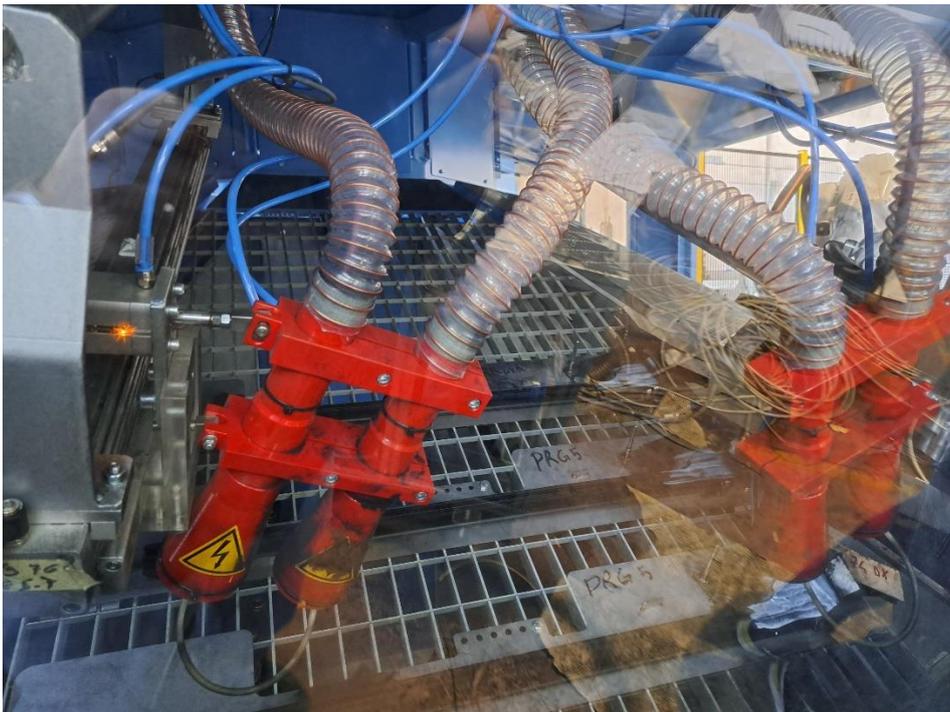
- **Aplicación del adhesivo**, en esta zona para la transición al uso del segundo robot, se identificó una pistola pulverizadora con la posibilidad de variar significativamente la rosa de aplicación, desde muy pequeña, min 5 mm, hasta un máximo de 15-20 mm. El robot gestiona la rosa de aplicación con una válvula proporcional que varía en función de las distintas zonas a tratar con el adhesivo:
- rosa pequeño para contornos para no crear zonas sobrepulverizadas
- rosa más ancha para las zonas centrales a fin de acortar el tiempo de aplicación (esencial para alcanzar el objetivo).

Se utiliza un sensor avanzado en el sistema de distribución de cola para controlar el flujo de adhesivo.

Mide el adhesivo de paso para confirmar el correcto funcionamiento del sistema y alertará al PLC en caso de mediciones de paso anormales que no se ajusten a los datos preestablecidos.

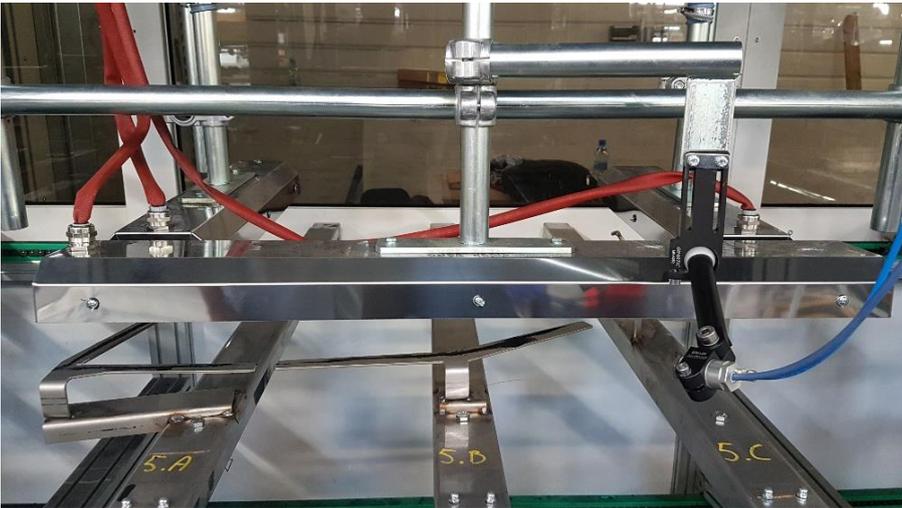


- **Flocado con pistolas** electroneumáticas para la distribución de las fibras, con un dispositivo especial para la filtración y recuperación del flocado sobrante. Las pistolas acopladas a un tercer robot pueden construirse mediante impresión 3D utilizando filamento de polipropileno transparente. De este modo, el tubo que transporta la microfibra de poliéster tiene la resistencia mecánica necesaria, pero al mismo tiempo la transparencia necesaria: con la transparencia del tubo podemos controlar la presencia del flock y la cantidad de fibra enviada a las pistolas con un sensor óptico. De este modo, podemos controlar la velocidad del ventilador de flujo de fibra con la señal recibida del sensor. De este modo, se optimiza la cantidad de floca que llega al perfil y, en caso de atasco en la tubería, el sistema proporciona una aceleración de la velocidad del ventilador para eliminar el atasco de forma autónoma, sin que sea necesaria la intervención del operario y una parada prolongada de la línea. Si el bloqueo persiste, el sensor puede ordenar una señal de alarma y bloqueo de la línea.



- Una planta de flocado equipada con un campo electrostático de intensidad variable que contribuye a una excelente resistencia a la abrasión del flocado. El distribuidor de flocado está encerrado en una **cámara climática** con control automático de la humedad y la temperatura para garantizar un funcionamiento constante de la operación de flocado.

- **El secado** se realiza mediante un sistema de lámparas de infrarrojos. Cada grupo de lámparas está equipado con un pirómetro que permite modular la intensidad de las lámparas una vez alcanzada la temperatura objetivo. Las lámparas tienen diferentes longitudes de onda en función de la fase de curado del adhesivo. Los parámetros de floculación (ventiladores y tensión del generador) son controlados por el robot en función de la trayectoria que siga.



- Instalaciones adecuadamente cerradas para minimizar la contaminación por fibras en el entorno de trabajo.



Los presostatos de todos los extractores se utilizan para controlar el caudal de aire correcto y señalar cualquier avería en los circuitos aerúlicos.

El sistema está gestionado por un **PLC para la gestión de los principales parámetros de producción**. El sistema también permite establecer "recetas" para productos específicos: los parámetros de producción establecidos pueden memorizarse y volver a proponerse posteriormente para procesos similares. También se pueden supervisar las posibles anomalías de la línea y analizar su impacto en la productividad.

El PLC se conecta, con un sistema SCADA (software CitectSCADA o WinnCC Professional), a un PC de recogida de datos:

- Diagrama sinóptico de la línea en el que se destacan los parámetros utilizados, la receta de la pieza que se está procesando, la producción en el plazo predefinido, la productividad y las posibles desviaciones del objetivo.
- El Plc tiene un contador interno que lleva la cuenta de las horas de funcionamiento y de las piezas producidas para mantener bajo control el desgaste de las piezas consumibles con el fin de alertar al responsable de producción para que programe el **mantenimiento**.

El estudio consistió en la adquisición de una solución técnica para sistemas robotizados capaces de garantizar la calidad y la repetibilidad del modelo de producción y, por consiguiente, del producto final.

También se estudiaron sistemas de **seguridad**, sensores y barreras para proteger a los operarios en futuras aplicaciones industriales.

El resultado en términos de capacidad de la planta es de aproximadamente 180 ángulos por hora (dependiendo de la forma de los perfiles a flocar).

En cuanto a la defectuosidad, se obtiene un resultado del 2-3 %.

Entrando aún más en detalle, la planta de flocado requería una serie de elementos evolutivos para garantizar la calidad y el control del producto.

Así se desarrollaron sistemas para:

1. **visualización** y gestión de los perfiles que no han recibido correctamente la fase de revestimiento y flocado. Los marcadores visuales indican los perfiles que permanecen en "cuarentena" porque se ha producido una emergencia durante el procesamiento. De este modo, el proceso de producción no se detiene para evitar generar residuos en otros perfiles.
2. identificación y registro de los distintos **lotes** producidos con registro en plc
3. gestión de **parámetros como la** velocidad de desplazamiento del perfil en función del tiempo de tratamiento y de permanencia en el horno. Los parámetros de temperatura del horno y velocidad de desplazamiento del perfil se almacenan, por ejemplo, cada 10 minutos. De este modo, el operador tiene la prueba de que el lote individual se ha producido con características constantes y verificables.
4. control del peso de las **materias primas** (flocas y cola) mediante células de carga para la gestión y el **control del consumo** y para el aviso de la proximidad de la reserva de producto, de modo que el operario se active para la sustitución del tambor de cola y la carga necesaria de floca en la tolva distribuidora.
5. Control de **caudal de caudal** con alarmas en caso de bajo o nulo suministro
6. control de los valores **del generador electrostático** con alarmas en caso de incumplimiento de los valores preestablecidos.
7. sistemas de control de **calidad** en línea con sistemas visuales/sensores avanzados

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Se cree que los desarrollos sobre el flocado automático de perfiles de caucho en recuperación pueden continuar y abrir nuevos horizontes para estas técnicas de producción, así como para otros tipos de líneas de flocado, como ha sido el caso en experimentos similares en el pasado.

El proyecto evolucionó a través de las siguientes actividades preliminares:

- a) **Análisis de los métodos de producción** y de los productos para la definición de modelos funcionales que permitan identificar sistemáticamente el potencial innovador de los perfiles de la línea de flocado en recuperación, así como las mejores oportunidades técnicas y tecnológicas, también importadas de otros sectores industriales;
- b) **Reconstrucción del estado de la tecnología** y la investigación en los ámbitos científicos y técnicos pertinentes, destacando qué agentes han invertido y desarrollado nuevos conocimientos en tecnologías de interés potencial y con qué resultados.
- c) **definición de oportunidades tecnológicas potenciales** y directrices para su posible aplicación posterior.

Esto llevó a:

- **resumir el estado actual de las tecnologías** electrónicas en los ámbitos técnico-científicos del control y la gestión de la calidad de los productos (los perfiles cubiertos descritos) y del sistema de producción para conseguirlo (línea de flocado evolucionado)
- **desarrollar nuevos conocimientos y aplicarlos al** producto y al sistema basándose en lo anterior
- definir nuevos objetivos de desarrollo para los sistemas electrónicos aplicados a futuras nuevas implantaciones

Por ello, se desarrollaron programas informáticos específicos y se seleccionaron e integraron componentes comerciales adaptados a las necesidades específicas.

Es previsible que en el futuro estas tecnologías puedan aplicarse a las instalaciones industriales, sin duda para los perfiles de caucho, pero sucesivamente también a otros productos industriales de diversa índole: juntas para la industria ligera, para bienes de consumo duraderos como electrodomésticos, para la construcción, etc.