

Car rubber profiles: new development in flocking automation

INTRODUZIONE

Le tecniche del flock sono state impiegate su materiali in gomma, in plastica, metallo, ecc. per settori come l'automotive, l'imballaggio ed altri ambiti commerciali.

Tra le varie macchine di floccaggio presenti sui mercati, vi sono linee per il floccaggio di componentistica in gomma per autoveicoli. Nel corso degli anni queste macchine hanno beneficiato di una progressiva evoluzione tecnica e tecnologica.

Dagli esiti positivi di questa evoluzione, si va imponendo in aggiunta e sempre di più la necessità di operare su linee di floccaggio in modo automatico e con sistemi di gestione dei dati raccolti dalla strumentazione elettronica impiegata sulle linee.

Un settore che consente sviluppi interessanti sono appunto le linee di floccaggio profili per autoveicoli, in gomma in ripresa. In sintesi si tratta di floccare su linee dedicate gli angoli di profili in gomma estrusa (EPDM, TPE e TPV) precedentemente giuntati da apposite presse a iniezione.

Sono stati così realizzati impianti automatici dotati di ampia sensoristica e sistemi robotizzati finalizzati a conseguire:

- **automazione utile ad aumentare la produttività, ridurre la difettosità e massimizzare il controllo dei parametri delle varie funzioni tecniche utilizzate negli impianti;**
- **ergonomia** per migliorare le condizioni di lavoro degli operatori. Nella fattispecie è stato realizzato un sistema per migliorare il carico e scarico dei pezzi nella linea: si è prodotto appunto un sistema che sollevi a libro i supporti porta pezzi per rendere più agevole l'operazione carico/scarico;
- elevata **produttività** con bassa incidenza di manodopera;
- **versatilità** per poter cambiare rapidamente la tipologia del profilo;
- possibilità di **raccogliere dati di processo** attraverso opportuna **sensoristica** e utilizzo di avanzati sistemi di **comunicazione** per fruire e elaborare i parametri raccolti da remoto.

AIGLE Macchine S.r.l.

Via Donatello 8 - 10071 - Borgaro Torinese - Italia

Tel +39 011 2624382

E-mail: info@aigle.it <http://www.aigle.it>

C.F. e VAT N° 08765330017



Questi nuovi progressi consentono l'utilizzo e lo sviluppo di prodotti innovativi con particolare riferimento alle tematiche dell'automazione e della gestione dei dati di processo applicati in prevalenza (ma non solo) al settore dell'automotive, che rappresenta anche a livello globale uno dei mercati a maggior sviluppo (oltre all'automotive infatti gli altri settori di applicabilità sono per esempio il settore aeronautico, navale, ferroviario e quello edile).



LO STATO DELL'ARTE E GLI SVILUPPI

Nell'ambito del floccaggio profili in gomma in ripresa, vi sono già delle applicazioni che necessitano di processi semi-industriali se non in certi casi ancora artigianali. Aigle stessa ha sviluppato e installato nei decenni diverse linee di floccaggio di questo tipo. Si tratta però di impianti sui quali si è ora ritenuto possibile ed utile installare dei sistemi robotizzati per automatizzare tutte le varie fasi e soprattutto gestire in modo opportuno i dati di processo raccolti.

Inoltre, in merito agli automatismi di produzione, ad oggi la parte di pretrattamento dei profili e la parte di applicazione della colla sono effettuati ancora manualmente e talvolta fuori linea.

Da queste esperienze è scaturita la necessità di sviluppare nuovi modelli produttivi automatizzati di floccaggio per questi componenti

L'ambito di ricerca si è sviluppato nell'area di un progetto industriale e di innovazione con l'obiettivo di creare un modello innovativo e sostanzialmente differente da quelli attualmente esistenti, anche grazie all'impiego di sensoristica, connectivity, data analytics (analisi dei dati di produzione):

In sintesi, in merito a questo tipo di impianti, attualmente sui mercati le prime 2 operazioni (a, b) tra le cinque presenti su queste macchine, sono effettuate manualmente:

- a. Pretrattamento (nel mondo attualmente eseguito fuori linea o a mano)
- b. Applicazione colla (nel mondo attualmente eseguito a mano da un operatore)
- c. Applicazione flock
- d. Essiccazione colla
- e. Pulizia finale

La novità consiste nell'automatizzarle con l'impiego di robot e di strumenti specifici come pistole al plasma ed erogatori colla di precisione, ma nel far questo l'intero impianto ha subito necessariamente una profonda evoluzione elettronica in tutte le sue fasi. È infatti indispensabile che in automatico vengano riconosciuti i componenti in gomma da trattare e che tutte le fasi siano gestite e monitorate in automatico in modo integrato.

È stato così necessario che i dati registrati dagli appositi sensori e telecamere non fossero solo raccolti ma elaborati in fase di produzione e poi ovviamente rielaborati in continuo per controllare e aumentare l'efficienza dell'intero sistema di produzione (produttività, riduzione scarti, ecc).

Poiché le cinque fasi di lavoro sono molto diverse tra loro, ciascuna necessita di appositi strumenti di lettura, gestione e raccolta di dati (per esempio pirometri nei forni, kilovolmetri in area di floccaggio, pressostati di regolazione in area colla, termometri ed igrometri in area di floccaggio, ecc).

Quindi la novità non è solamente l'innovazione relativa all'automatizzazione a cascata delle prime due fasi, ma lo studio di un **sistema integrato** che raccolga dati molto diversi tra loro e provenienti da sensoristica diversa, dati che poi vengono analizzati e gestiti in continuo.

Aigle ha così sviluppato alcune parti di linea prototipali per realizzare poi un sistema automatico e di gestione dei dati di processo. L'obiettivo è stato di convalidare e dimostrare le tecnologie impiegate in ambito industriale prima a livello prototipale e poi a livello operativo reale, fino alla qualificazione del sistema ed alla dimostrazione della applicabilità in area di produzione di profili in gomma.

Si è cercato infine di combinare da un lato le specifiche materie prime (prodotti chimici e flock) alle esigenze peculiari del sistema di controllo che si è poi sviluppato in modo da trattare in superficie dei profili con le caratteristiche tecniche ricercate



IL PROFILO IN GOMMA FLOCCATO: VERSO LA QUALITA' TOTALE

Nello specifico sugli autoveicoli (e non solo) vengono utilizzati profili in gomma che necessitano di diversi trattamenti per conferire caratteristiche di isolamento termico e di resistenza alle intemperie ed alla abrasione. L'applicazione di questi trattamenti consente infatti di:

- limitare le **vibrazioni** (effetto antirombo)
- facilitare lo **scorrimento** meccanico
- allungare la vita del prodotto limitandone l'**usura meccanica** e l'aggressione di **componenti atmosferici**.

Vi sono tuttavia diverse difficoltà affrontate per automatizzare il processo produttivo e gestirne i dati e raggiungere questo scopo a livello appunto di processo e di controllo dello stesso.

La ricerca qui presentata ha affrontato e risolto:

- **automatizzazione e controllo del processo**

- **modifica della forma della gomma** durante i trattamenti (che ostacola ovviamente la qualità e la ripetibilità del prodotto)

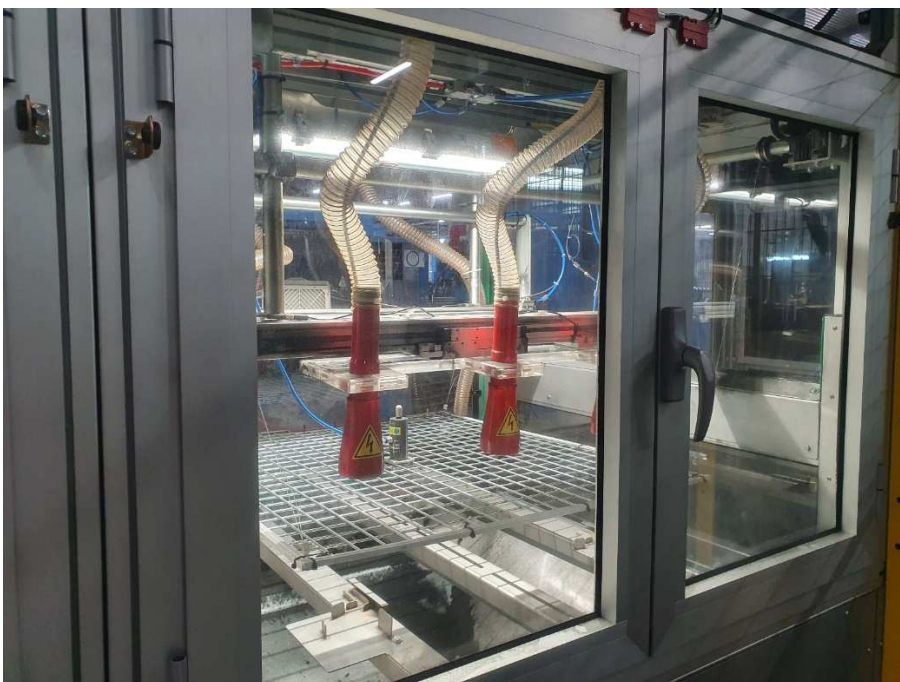
- floccabilità delle **sezioni dei profili che risultano difficili** da raggiungere dalle fibre di flock (presenza di aree sottosquadra).

Oggi il crescente bisogno di automatizzazione di diverse parti meccaniche dell'automobile, primi tra tutti portelloni, cofani, e in altri ambienti non prettamente automobilistici ma affini, vede crescere l'utilizzo dei profili floccati. L'aumento della domanda però richiede una razionalizzazione dei criteri produttivi e del loro controllo e un **aumento della produttività**.

Nello stesso momento, il costante aumento degli standard qualitativi, richiedono ai produttori di detti componenti uno sforzo per arrivare alla qualità totale e quindi sistemi produttivi che siano in grado di aumentare la produttività mantenendo alto il controllo qualitativo del semilavorato.

I motivi per cui attualmente non vi erano ancora impianti automatizzati particolarmente evoluti per quanto sopra citato, risiedono principalmente nei seguenti fattori:

- i particolari in gomma sono soggetti al non mantenere una **forma ed una posizione costante** lungo la linea di produzione. Questo rende difficile l'impiego di robot.
- il profilo va floccato non completamente **ma solo in alcune parti**. Quindi l'applicazione della colla a spray dovrebbe prevedere l'impiego di maschere; questo renderebbe il procedimento costoso e più difficilmente automatizzabile.
- la difficoltà del floccaggio su gomma risiede nel combinare un apposito pretrattamento (al plasma) e l'individuare prodotti chimici (colle e vernici) compatibili con erogatori di precisione. I profili per poter essere floccati hanno la necessità che le colle creino sulla superficie del prodotto in gomma uno strato di circa 0,2 mm. Questo lo si può ottenere solo con tecniche a spray. Sono state anche individuate delle colle che polimerizzano a temperature relativamente basse, ma che consentano di ben ancorarsi alla gomma. Pretrattamento, quantità e qualità della distribuzione della colla, controllo dei flussi di flock, campi elettrostatici controllo della temperatura di essiccazione, sono i **parametri** che questa ricerca ha raccolto e gestito con l'ausilio di avanzati sistemi di misura automazione e protocolli di comunicazione che hanno reso facilmente fruibili i dati di processo da parte dello staff dedicato al controllo della produzione.



Per i profili le difficoltà di floccabilità si moltiplicano a causa del fatto che è complesso raggiungere con le fibre in modo uniforme tutta la **sezione** dei profili stessi. Per questo si è inteso utilizzare la tecnica del floccaggio elettropneumatico che, mischiando in modo preciso aria e flock, consente alle fibre di raggiungere aree di difficile floccabilità.

Inoltre i profili non hanno una forma ed una posizione sempre costante. Abbiamo studiato una soluzione con l'impiego di **telecamere installate sui robot per correggere in diretta le traiettorie** e limitare il problema. Per questi motivi fino ad oggi gli operatori sono sempre stati obbligati ad operare manualmente ed è già stata espressa con evidenza la necessità di automatizzare il procedimento

Non vi sono attualmente sistemi alternativi al flock che possano garantire le stesse performances sui profili in gomma. Un prodotto di tipo "tessile" che segua con precisione la superficie di oggetti in gomma non è disponibile sul mercato. Inoltre le fibre di flock possono essere selezionate per:

- diametro
- lunghezza
- colore

Per la gomma si predilige il flock in poliestere o poliammide in quanto più resistenti. Tuttavia anche la possibilità di scegliere il tipo di fibra e quindi le sue performances meccaniche può consentire utilizzi molto vari.

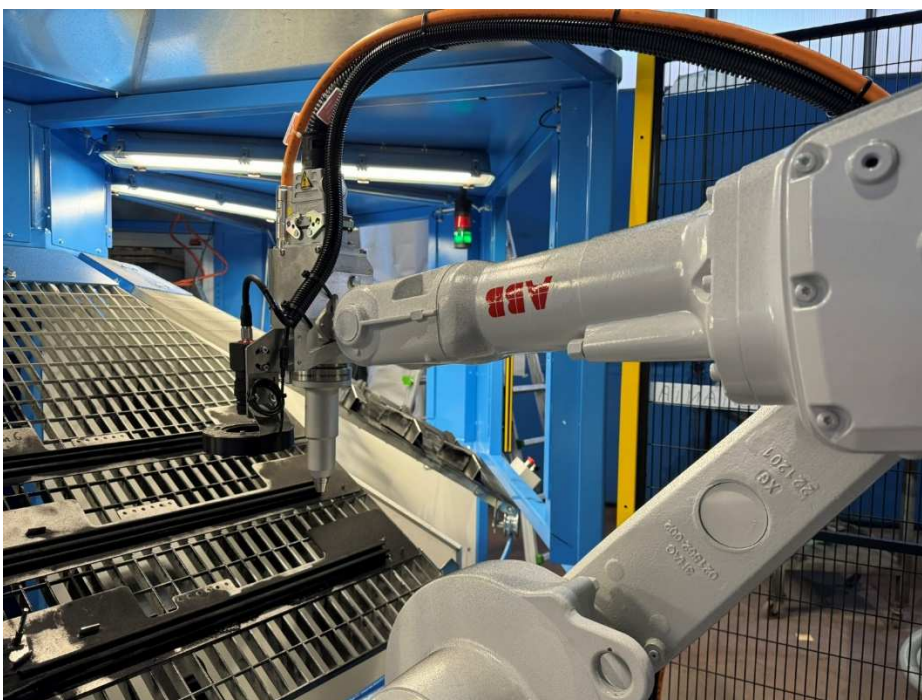
LA LINEA DI FLOCCAGGIO: INNOVAZIONE

Diversi elementi sono quindi stati adottati sulle nuove linee di floccaggio:

- Il **sostegno dei pezzi** è assicurato da un sistema a doghe o supporti che traslano con fermate passo a passo. Si è studiata la compatibilità con il sistema di trasporto a doghe o a supporti su giostra impiegato su queste linee di floccaggio, realizzate in precedenza, in termini: meccanici, di velocità operativa e di compatibilità geometrica del prodotto. Le doghe per esempio si elevano verso l'operatore con un sistema di leveraggi automatici (controllati da sensori di posizione) che permettono un agevole carico dei pezzi sulla linea. In questo modo la posizione del busto rimane il più possibile eretta durante le operazioni di carico/scarico dei profili.



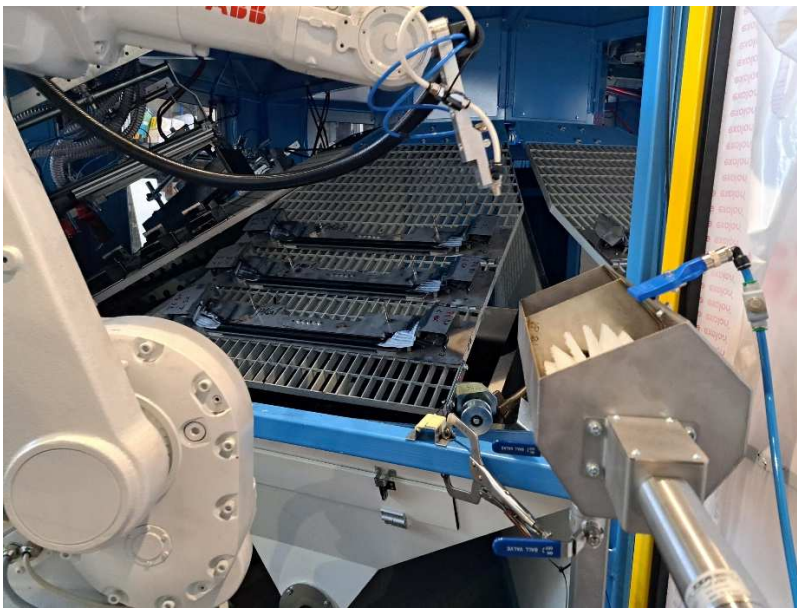
- Nel primo robot, quello previsto per il **pre-trattamento al plasma** è prevista una telecamera dotata di opportuni sistemi di illuminazione. La telecamera è utile per due distinte funzioni:
 - o **Identificazione del tipo di profilo** da trattare per scegliere la ricetta da eseguire
 - o **Individuazione della precisa posizione** di ogni singolo pezzo per referenziare i robot in modo da effettuare precisamente le operazioni robotizzate,



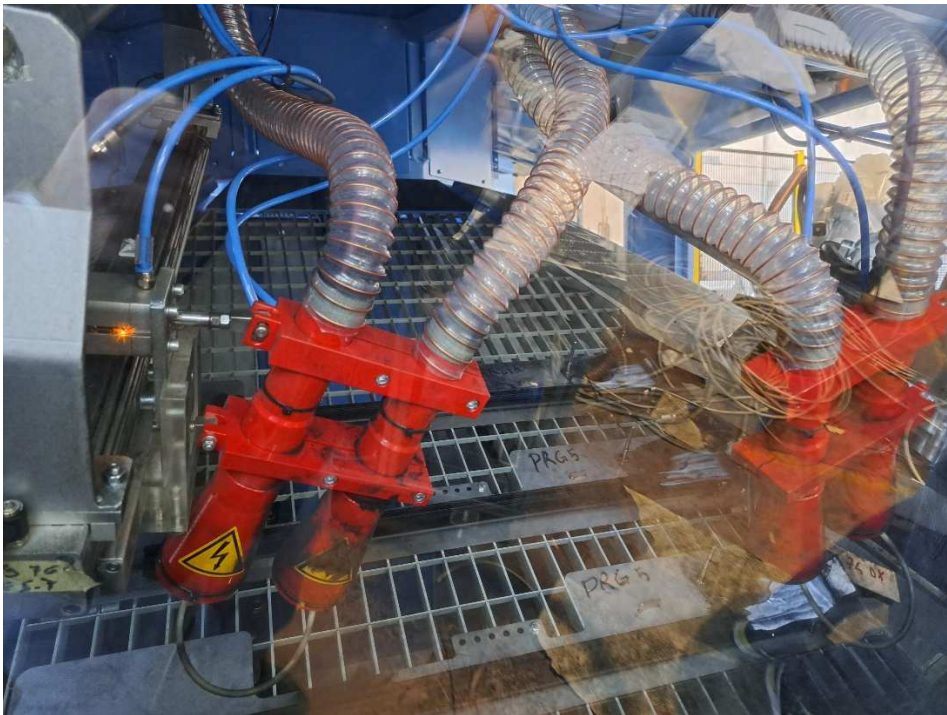
- **Applicazione adesivo**, su questo ambito per il passaggio all'utilizzo del secondo robot si è individuata una pistola di spruzzo con possibilità di variare in modo significativo la rosa di applicazione, da molto piccola, min 5 mm, a un max di 15-20 mm. Il robot gestisce la rosa di applicazione con una valvola proporzionale che varia in funzione delle varie zone da trattare con l'adesivo:
- rosa piccola per i contorni in modo da non creare zone con over-spraying
- rosa più ampia per le zone centrali per abbreviare i tempi di applicazione (essenziali per raggiungere il target).

Nel sistema di distribuzione colla è utilizzato un sensore avanzato per il controllo del flusso di adesivo.

Questo misura l'adesivo in passaggio per confermare il corretto funzionamento del sistema e allenterà il PLC in caso di misure di passaggio anomale e non in linea con i dati prefissati.



- **Floccaggio** con pistole elettropneumatiche per la distribuzione della fibra, con un particolare dispositivo per la filtrazione ed il recupero del flock in eccesso. Le pistole attaccate a un terzo robot, possono essere costruite con stampa 3D utilizzando filamento polipropilene trasparente. In questo modo il tubo che porta la microfibrina di poliestere, ha le necessarie caratteristiche di resistenza meccanica, ma al tempo stesso con la necessaria trasparenza: con la trasparenza del tubo siamo in grado di monitorare la presenza del flusso e la quantità di fibra mandata alle pistole con un sensore ottico. In questo modo possiamo comandare la velocità dell'inverter del ventilatore della mandata della fibra con il segnale ricevuto dal sensore. In questo modo è ottimizzata la quantità di flock che arriva sul profilo, inoltre in caso di otturazione della tubazione il sistema prevede un'accelerazione della velocità del ventilatore per rimuovere in modo autonomo il blocco, senza richiedere l'intervento dell'operatore e lo stop prolungato della linea. Nel caso del perdurare del blocco, il sensore può comandare un segnale di allarme e blocco linea.



- Impianto di floccaggio dotato di campo elettrostatico a intensità variabile che contribuisce ad ottenere ottime resistenze del flock all'abrasione. Il distributore del flock è chiuso in una **camera climatica** con controllo automatico di umidità e temperatura per assicurare costanza di funzionamento dell'operazione di floccaggio.

- L'essiccazione è prevista utilizzando un sistema di lampade a infrarossi. Ogni gruppo di lampade è dotato di un pirometro che permette di modulare l'intensità delle lampade una volta raggiunto il target di temperatura. Le lampade hanno diverse lunghezze d'onda in funzione dello stadio di cottura dell'adesivo. I parametri attinenti al floccaggio (ventilatori e tensione del generatore) sono controllati dal robot in funzione del percorso eseguito dal robot.



- Impianto adeguatamente chiuso per permettere di ridurre al minimo l'inquinamento di fibra nell'ambiente di lavoro.



È stato previsto l'uso di pressostati in tutti i ventilatori di esaustione per controllare il corretto flusso di aria e per segnalare eventuali anomalie dei circuiti aeraulici.

Il sistema è gestito da un **PLC per la gestione dei principali parametri** di produzione. Il sistema consente anche di impostare "ricette" su prodotti specifici: i parametri di produzione impostati si possono memorizzare e riproporre successivamente per lavorazioni similari. Si possono anche controllare le eventuali anomalie della linea con analisi di incidenza sulla produttività.

Il PLC è collegato, con un Sistema SCADA (software CitectSCADA oppure WinnCC Professional), a un PC di raccolta dati che offre:

- Sinottico della linea con evidenziazione dei parametri utilizzati, ricetta del pezzo attualmente in lavorazione, produzione nell'arco temporale predefinito, produttività, eventuali scostamenti da target.
- Il Plc ha un contatore interno che tiene conto delle ore di funzionamento e pezzi prodotti per mantenere sotto controllo l'usura di parti di consumo per avvisare il responsabile di produzione per le tempistiche di **manutenzione**.

Lo studio ha riguardato l'acquisizione di una soluzione tecnica per sistemi robotizzati in grado di garantire qualità e ripetibilità del modello produttivo e di conseguenza del prodotto finale.

Sono stati infine studiati anche sistemi di **sicurezza**, per la sensoristica e le barriere per proteggere gli operatori per le future applicazioni industriali.

Risultato in termini di capacità in termini di produttività dell'impianto è circa 180 angoli/ora (in funzione della forma dei profili da floccare).

In termini di difettosità si raggiunge un risultato del 2-3 %.

Entrando ancora più in dettaglio, l'impianto per il floccaggio ha richiesto una serie di elementi evolutivi necessari per garantire la qualità del prodotto ed il controllo della stessa.

Sono stati così sviluppati sistemi per:

1. **visualizzare** e gestire i profili che non hanno ricevuto correttamente la fase di verniciatura e floccatura. Con segnalatori visivi si indicano i profili che restano in "quarantena" poiché durante la lavorazione è sopravvenuta un'emergenza. Il processo di produzione quindi non si ferma per evitare di creare scarto anche su altri profili
2. individuazione e registrazione dei vari **lotti** prodotti con registrazione su plc
3. gestione dei **parametri** quali la velocità di traslazione dei profili in base ai tempi di lavorazione e permanenza all'interno del forno. I parametri di temperatura forno, velocità di traslazione profili vengono memorizzati per es. ogni 10 minuti. In questo modo l'operatore ha la prova che il singolo lotto sia stato prodotto con caratteristiche costanti e verificabili.
4. controllo del peso delle **materie prime** (flock e colla) tramite celle di carico per la gestione e il **controllo dei consumi** e per l'avviso di avvicinamento alla riserva del prodotto in modo che l'operatore si attivi per la sostituzione del bidone della colla e del necessario carico di flock nella tramoggia del distributore.
5. controllo del **flusso di flock** con allarmi in caso di scarsa o alimentazione assente
6. controllo dei valori del **generatore elettrostatico** con allarmi in caso di non conformità coi valori preimpostati.
7. sistemi di controllo della **qualità** in linea con sistema visivi/sensori evoluti

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Si ritiene che sviluppi sul floccaggio in automatico di profili in gomma in ripresa possa proseguire ed aprire nuovi orizzonti a queste tecniche produttive così come ad altri tipi di linee di floccaggio come è già accaduto in esperienze simili in passato.

Il progetto si è evoluto attraverso le seguenti attività preliminari:

- a) **attività di analisi dei metodi di produzione** e dei prodotti per la definizione di modelli funzionali per individuare in modo sistematico le potenzialità innovative della linea di floccaggio profili in ripresa nonché le migliori opportunità tecniche e tecnologiche, anche importate da altri settori industriali;
- b) **ricostruzione dello stato dell'arte della tecnologia** e della ricerca nelle aree tecnico-scientifiche pertinenti evidenziando quali soggetti abbiano investito e sviluppato nuova conoscenza in tecnologie di potenziale interesse e con quali risultati
- c) **definizione delle potenziali opportunità tecnologiche** e delle linee guida per la successiva eventuale implementazione.

Questo ha portato a:

- **sintetizzare lo stato dell'arte delle tecnologie** elettroniche nelle aree tecnico scientifiche di controllo e gestione della qualità del prodotto (i profili trattati come descritto) e del sistema produttivo per realizzarlo (linea di floccaggio evoluta)
- **sviluppare nuove conoscenze e applicarle** sul prodotto e sul sistema in base a quanto sopra
- definire nuovi obiettivi di sviluppo dei sistemi elettronici applicati per future nuove implementazioni

Sono stati quindi sviluppati software dedicati e sono stati selezionati ed integrati componenti commerciali adatti alle specifiche esigenze

E' prevedibile per il futuro di poter applicare queste tecnologie su impianti industriali, certamente per i profili in gomma, ma in successione anche ad altri prodotti industriali di vario genere: guarnizioni per l'industria leggera, per beni di consumo durevoli come gli elettrodomestici, per l'edilizia, ecc