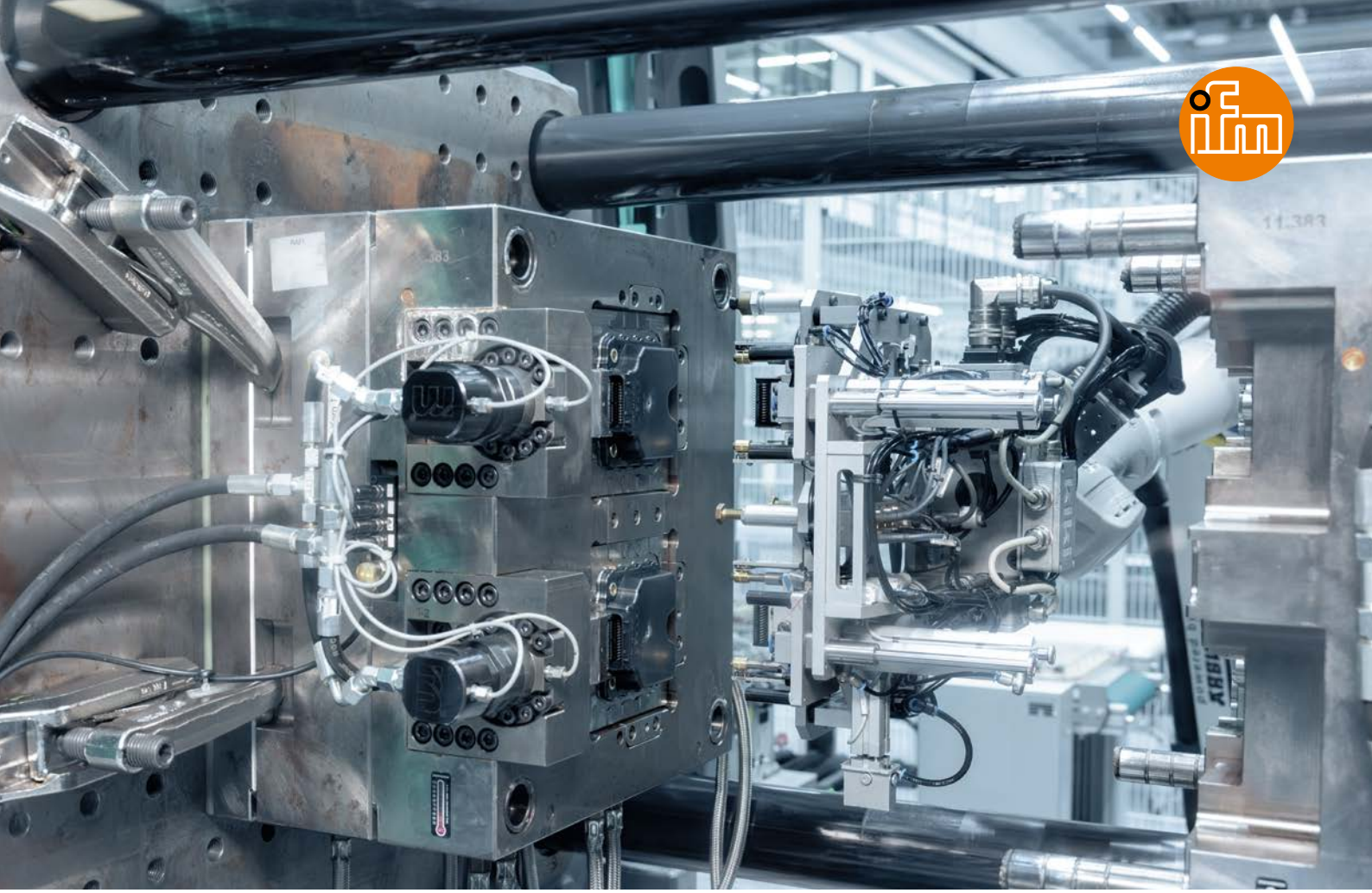


INSIGHT DIGITALI PER LO STAMPAGGIO A INIEZIONE

Sensori e IIoT migliorano qualità ed efficienza energetica nello stampaggio a iniezione.

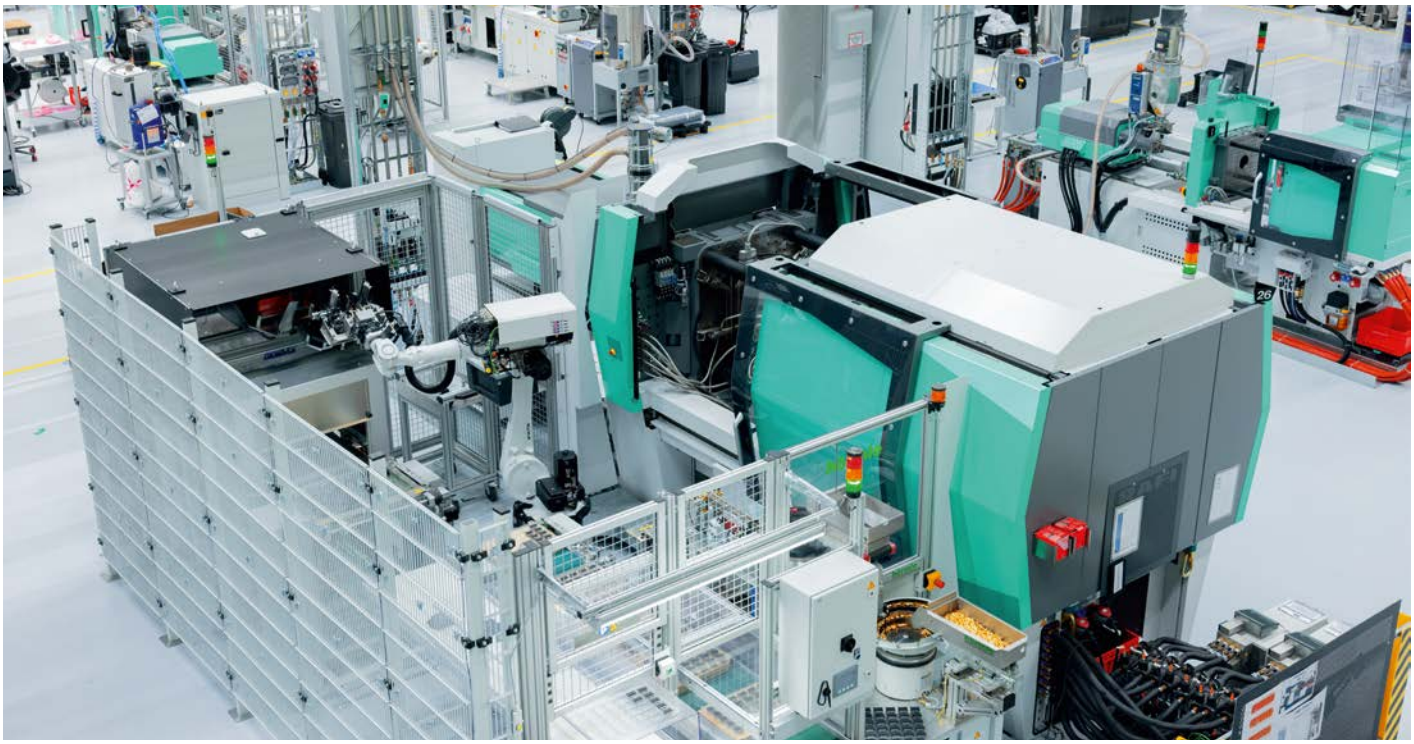
Requisiti di qualità sempre più elevati, una crescente pressione sui costi e la necessità di garantire la massima stabilità dei processi caratterizzano oggi il settore della lavorazione delle materie plastiche. Soprattutto nello stampaggio a iniezione, condizioni ripetibili e una gestione precisa del processo sono determinanti per ridurre gli scarti di produzione, contenere il consumo energetico e migliorare la redditività. Un fattore chiave di successo in questo contesto è la disponibilità di dati di processo affidabili. Presso la sede di Bad Waldsee, il Gruppo RAFI dimostra come l'impiego mirato di sensori e della piattaforma IIoT moneo consenta di trasformare semplici dati grezzi in insight concreti per l'ottimizzazione della produzione.

Nello stabilimento di Bad Waldsee, RAFI produce componenti plastici stampati a iniezione, destinati sia alla propria gamma di prodotti HMI standard sia ad applicazioni sviluppate su specifica dei clienti. Le aree di applicazione spaziano dalla tecnologia medica a quella agricola, fino alle applicazioni industriali e automobilistiche. Di conseguenza, i requisiti in termini di precisione dimensionale, qualità delle superfici e stabilità a lungo termine dei componenti sono molto elevati.

Nel processo di stampaggio a iniezione, il granulato di plastica preventivamente essiccato viene plastificato e iniettato ad alta pressione nello stampo. La successiva fase di raffreddamento è determinante per la qualità del componente. La temperatura dello stampo, la portata del fluido di raffreddamento e le differenze di temperatura tra mandata e ritorno devono essere rispettate con estrema precisione. Anche minime variazioni possono ripercuotersi negativamente sulla durata del ciclo, sulla stabilità dimensionale o sull'aspetto del componente.

Obiettivo: trasparenza nel processo grazie ai dati e non alle ipotesi

Il punto di partenza del progetto è stato l'impiego mirato dei sensori e della piattaforma IIoT moneo dello specialista in automazione ifm. L'obiettivo era superare una valutazione del processo di stampaggio a iniezione basata esclusivamente su dati empirici e controlli a campione. Si voleva, invece, rendere il processo trasparente e comprensibile sulla base di dati affidabili.



Macchina per stampaggio a iniezione di materie plastiche con robot per la movimentazione dei pezzi stampati.

Guido Zoll, responsabile Sviluppo e Progettazione presso RAFI, descrive l'approccio in questo modo: *"Volevamo capire cosa succede realmente durante un ciclo di stampaggio a iniezione e quali parametri influenzano davvero la qualità e l'efficienza".*

L'attenzione si è concentrata in particolare sulle condizioni termiche all'interno dello stampo, sul grado di utilizzo dei circuiti di raffreddamento e sul consumo di fluidi ausiliari quali l'aria compressa e l'energia elettrica. L'obiettivo era creare trasparenza e individuare azioni concrete per l'ottimizzazione del processo.

I sensori come fonte di dati nello stampo e sulla macchina

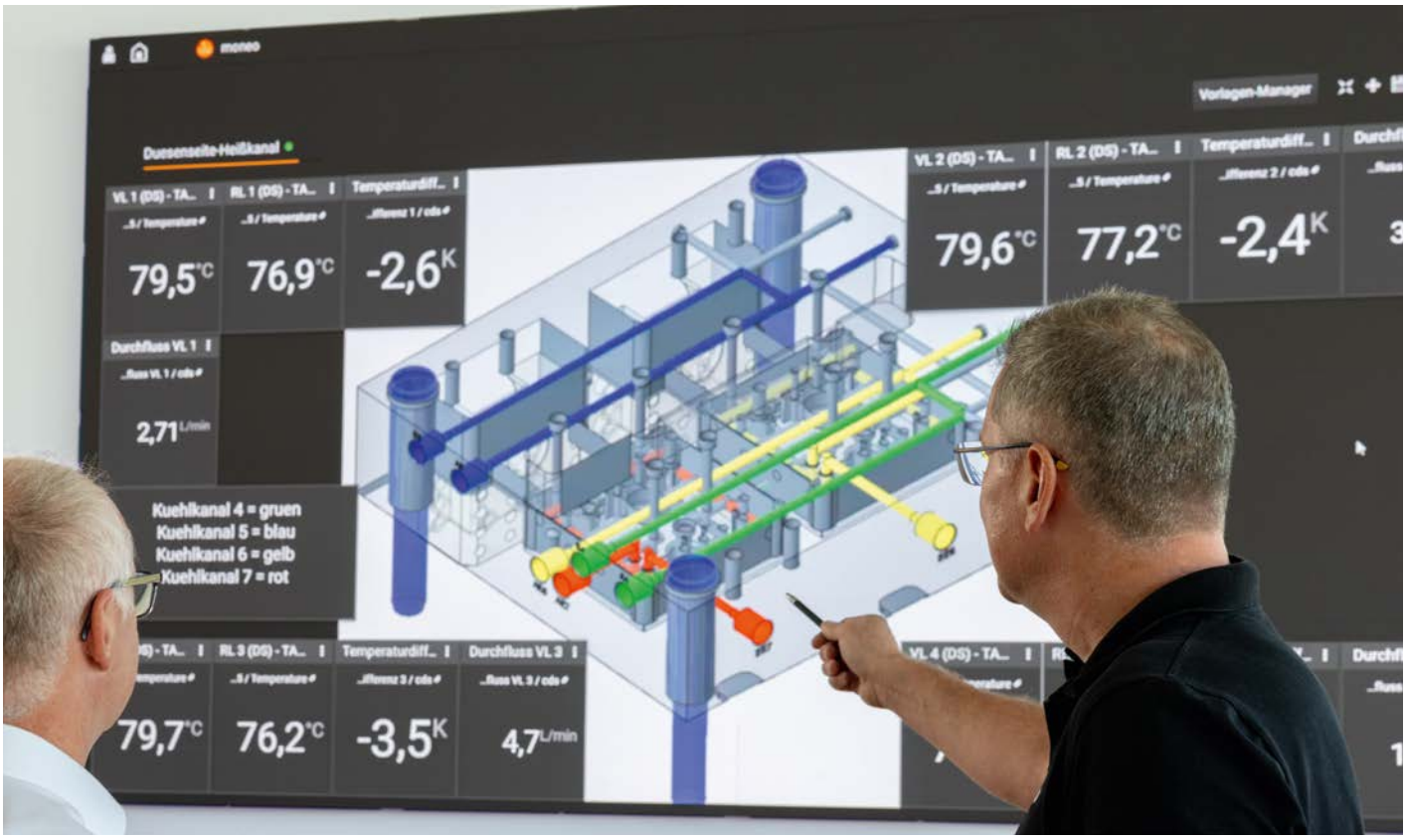
Nella fase pratica, i diversi circuiti di raffreddamento degli stampi a iniezione sono stati dotati di flussimetri e sensori di temperatura. Questi dispositivi rilevano in modo continuo le temperature di mandata e di ritorno, nonché il rispettivo volume dell'acqua di raffreddamento. Su questa base è possibile determinare con precisione le differenze di temperatura e trarre conclusioni attendibili sull'efficienza del raffreddamento dello stampo.

"Oltre al circuito di raffreddamento, analizziamo anche l'assorbimento di corrente della macchina per individuare tempestivamente i picchi di carico. Monitoriamo anche l'alimentazione di aria compressa del braccio robotico e della pressa per lo stampaggio a iniezione, poiché eventuali perdite o raccordi allentati si riflettono immediatamente nelle curve caratteristiche. Questi dati vengono acquisiti tramite moneo e analizzati in modo continuo. Se i valori di misura superano le soglie definite, il software genera automaticamente un messaggio di allarme. In questo modo è possibile individuare le anomalie in tempo reale, ad esempio quando un robot perde un componente a causa di una pressione insufficiente", afferma **Guido Zoll.** Poiché l'aria compressa è una delle forme di energia più costose, anche le perdite più piccole hanno un impatto economico significativo.

moneo come piattaforma IIoT centrale

Una grande quantità di dati provenienti dai sensori, di per sé, non genera ancora valore aggiunto. Ciò che conta davvero è la loro acquisizione, analisi e interpretazione strutturata.

Trasparenza digitale: moneo acquisisce, visualizza e analizza tutti i dati provenienti dai sensori e genera automaticamente un avviso in caso di superamento dei valori di soglia o di anomalie.



È proprio qui che entra in gioco moneo: *"La nostra piattaforma IIoT garantisce trasparenza all'interno dell'impianto e mostra come vengono utilizzate veramente le macchine"*, spiega **Christoph Schneider,** Vice President IIoT Use Cases presso ifm solutions. **Guido Zoll** aggiunge: *"Inoltre, tutti i membri del team, dal responsabile di gruppo al capoturno, possono accedere agli indicatori chiave. Dalle curve caratteristiche si capisce subito se un processo è stabile o se qualcosa sta andando fuori controllo"*.

I sensori IO-Link utilizzati comunicano tramite master IO-Link che raccolgono i dati e li trasmettono alla rete aziendale tramite Ethernet. Da lì, i valori di misura vengono inviati a moneo. Già durante la fase di messa in servizio, l'approccio modulare della piattaforma ha dimostrato i suoi vantaggi: *"Grazie al modulo software moneo configure, abbiamo potuto parametrizzare preventivamente i sensori e poi metterli in funzione senza tempi di fermo significativi"*, ha affermato **Christoph Schneider**, che ha supportato il progetto per conto di ifm.

moneo ha una struttura modulare e copre diversi livelli: dalla gestione dei dispositivi alla raccolta dei dati, fino all'analisi e alla gestione degli allarmi.

Acquisizione, analisi, visualizzazione e storicizzazione dei dati

In moneo, tutti i dati provenienti dai sensori vengono raccolti, archiviati centralmente, elaborati e storicizzati. Tramite apposite dashboard, gli stati attuali del processo possono essere visualizzati in forma numerica e grafica. Gli utenti possono verificare a colpo d'occhio se le temperature, le portate o i consumi rientrano nei limiti di tolleranza definiti. Questa trasparenza e l'elaborazione dei valori di misura in indicatori significativi rappresentano un passo decisivo, come sottolinea **Christoph Schneider**: *"Solo quando i dati diventano visibili è possibile capire dove intervenire"*.

Oltre alla semplice visualizzazione, moneo consente una storicizzazione completa. Ciò permette di analizzare l'andamento dei processi nell'arco di ore, giorni o settimane e di metterlo in correlazione con le caratteristiche di qualità dei componenti prodotti.

Valori di soglia, allarmi e rilevamento delle anomalie

Uno degli elementi chiave di moneo è il monitoraggio automatico dei valori di soglia definiti. Se tali valori vengono superati per eccesso o per difetto, il sistema genera allarmi, ad esempio tramite e-mail o notifiche nella dashboard. In questo modo è possibile individuare e correggere tempestivamente eventuali deviazioni, prima che si traducano in difetti dei componenti prodotti.

> I dati vengono acquisiti tramite moneo e analizzati in modo continuo. Se i valori di misura superano le soglie, il software genera automaticamente un messaggio di allarme. In questo modo è possibile individuare le anomalie in tempo reale.
>
> *Guido Zoll, Sviluppo e Progettazione presso RAFI*



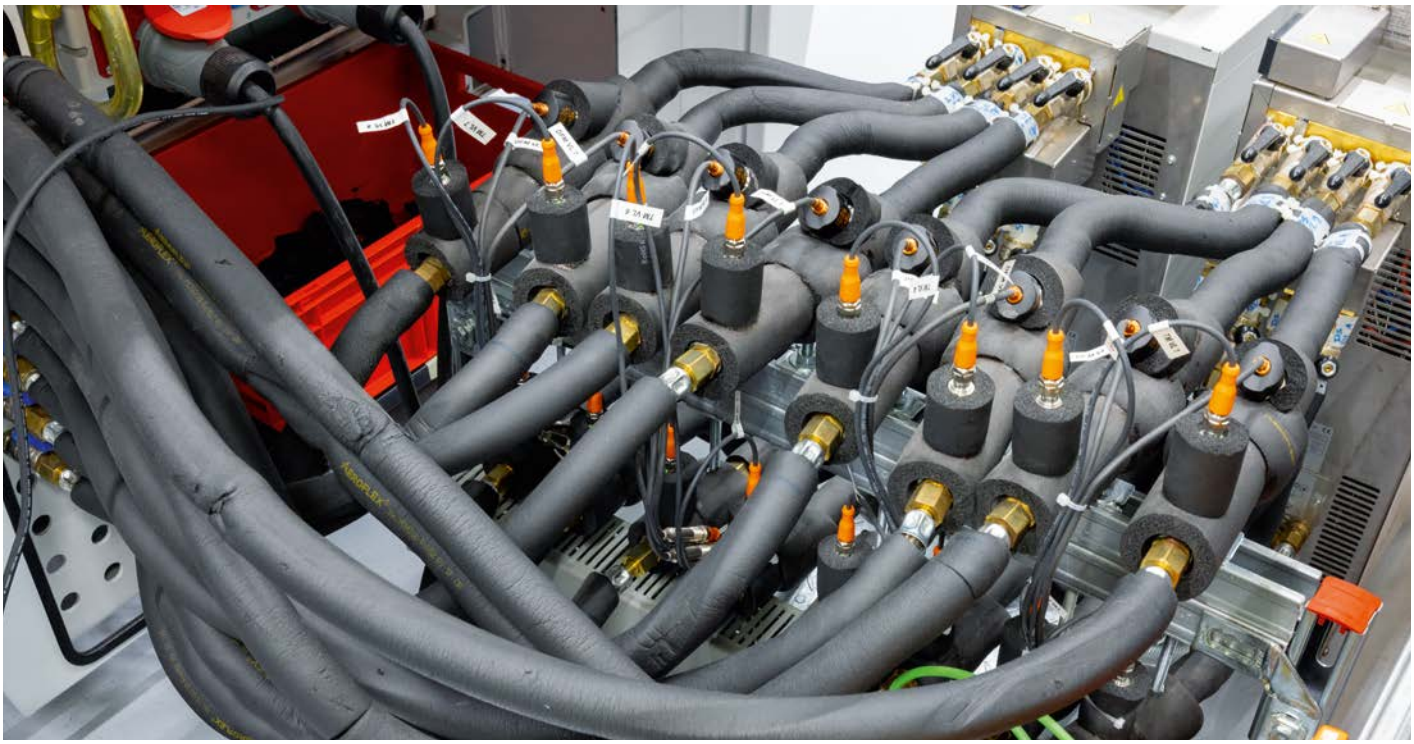
Il misuratore di aria compressa SD8500 rileva con estrema precisione la portata, il consumo, la pressione e la temperatura del fluido. Tutti i valori di misura vengono trasmessi in formato digitale tramite IO-Link al sistema di controllo e a moneo.

Inoltre, moneo supporta il rilevamento delle anomalie nel processo. Le variazioni nei profili di temperatura o di flusso, così come l'analisi dell'energia termica calcolata, consentono ad esempio di individuare eventuali contaminazioni progressive dei canali di raffreddamento. *"Spesso si dà per scontato che tutto vada bene se l'aspetto del componente è buono. I dati, però, mostrano se il raffreddamento è eccessivo o distribuito in modo non uniforme"*, afferma **Christoph Schneider**. Queste funzioni di analisi intelligente di moneo contribuiscono in modo determinante a mantenere stabili i processi e garantire un livello costantemente alto della qualità del prodotto.

Dal monitoraggio all'ottimizzazione attiva dei processi

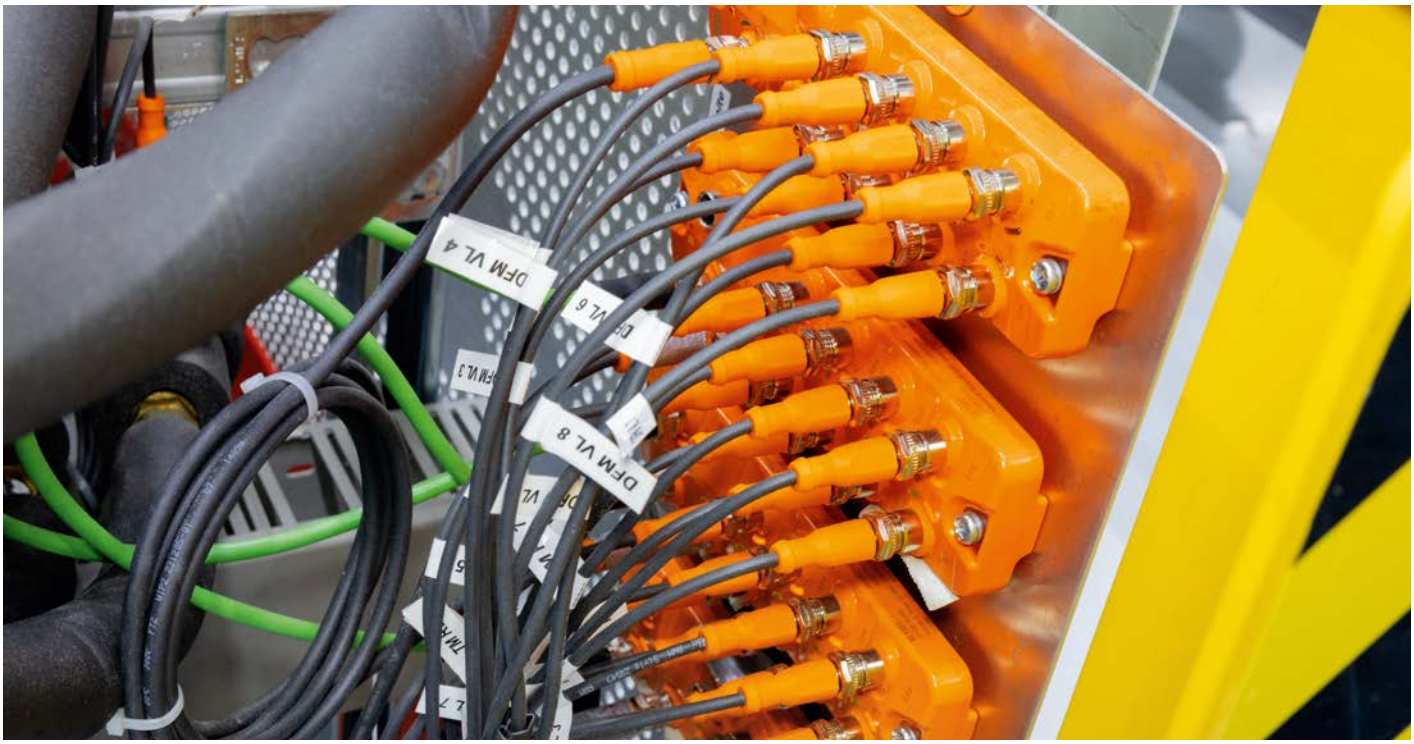
Il valore aggiunto di moneo non risiede solo nel monitoraggio, ma soprattutto nella possibilità di tradurre i dati raccolti in azioni concrete. Presso RAFI, l'analisi dei dati ha già consentito di individuare diversi potenziali di ottimizzazione, ad esempio in relazione alla portata dell'acqua di raffreddamento.

In un caso specifico è stata registrata una differenza di temperatura di appena 0,8 °C invece dei 2 °C richiesti, segno evidente di una portata eccessiva.



I vari circuiti di raffreddamento dello stampo a iniezione vengono monitorati tramite sensori di temperatura installati in mandata e in ritorno, con una precisione di un decimo di grado.

Tutti i segnali dei sensori digitali e analogici vengono raggruppati tramite i moduli I/O IO-Link AL2301 e inoltrati come segnali IO-Link al sistema di controllo e a moneo.



L'adeguamento del circuito di raffreddamento ha permesso di ridurre il consumo energetico senza compromettere la stabilità del processo. Allo stesso tempo, i dati offrono la possibilità di ridurre in modo mirato i tempi di ciclo e di aumentare così la produttività a parità di tempo.

"Il valore aggiunto si crea solo quando dai dati si ricavano delle misure e queste vengono reintrodotte nel processo", spiega **Christoph Schneider**. **Guido Zoll** di RAFI è d'accordo: *"L'idea di fondo era preservare risorse e impiegarne solo nella misura necessaria, ovvero di utilizzare in modo mirato l'acqua di raffreddamento, l'elettricità o l'aria compressa. Inoltre, volevamo evitare picchi di corrente. Quando più macchine attivano contemporaneamente i propri elementi riscaldanti, si verificano picchi di carico elevati. Grazie ai dati raccolti, in futuro potremo fare in modo che le macchine entrino in funzione in modo scaglionato. In questo modo sarà possibile ridurre questi picchi e risparmiare energia".*

A lungo termine si prevede di collegare direttamente sistemi esterni, come ad esempio i termoregolatori, per influenzare automaticamente le variabili di regolazione.

Efficienza energetica e sostenibilità

Oltre all'ottimizzazione della qualità e dei processi, anche l'efficienza energetica sta assumendo un'importanza sempre maggiore. Con moneo è possibile rilevare, analizzare e valutare dal punto di vista economico i consumi energetici e delle utenze in modo dettagliato. Così facendo, i potenziali di risparmio non solo diventano evidenti, ma anche quantificabili. Un esempio concreto è il consumo di aria compressa: *"Già poco dopo la messa in funzione abbiamo notato che il consumo di aria compressa aumentava costantemente: siamo riusciti a individuarne immediatamente la causa e ad adottare le misure del caso"*, ha affermato **Christoph Schneider.**

Grazie alla raccolta continua dei dati, vengono rilevate in modo affidabile anche le più piccole perdite, ad esempio durante i periodi di fermo macchina. Sulla base delle informazioni ottenute è possibile determinare con precisione il momento a partire dal quale gli interventi di manutenzione risultano economicamente vantaggiosi. Oltre ad una riduzione diretta dei costi, questo approccio basato sui dati contribuisce in modo quantificabile alla riduzione del consumo energetico e delle emissioni di CO_2.

Scalabilità e ulteriore sviluppo

Il progetto è stato concepito da RAFI fin dall'inizio con un approccio scalabile. È previsto il collegamento progressivo di ulteriori macchine e sono già in programma sensori aggiuntivi, ad esempio per il monitoraggio della temperatura e dell'umidità dell'ambiente di produzione. L'obiettivo è riunire e correlare in moneo tutti i fattori che influenzano la qualità del prodotto.
"Al momento stiamo pianificando l'estensione ad altre macchine. Inoltre, intendiamo integrare sensori aggiuntivi, ad esempio per misurare l'umidità all'interno dell'essiccatore, la pressione nello stampo, la temperatura nell'ambiente di produzione o i parametri dell'impianto di climatizzazione. L'obiettivo è raccogliere in moneo tutti i parametri che potrebbero influire sulla qualità dei pezzi stampati con processo a iniezione", afferma **Guido Zoll.**

Sviluppi futuri, come la manutenzione basata sulle condizioni operative, le raccomandazioni automatiche per l'azione e le analisi supportate dall'intelligenza artificiale, contribuiranno a proseguire nel percorso dalla semplice trasparenza dei dati verso una produzione in grado di ottimizzarsi autonomamente.

CONCLUSIONI

L'esempio di RAFI dimostra che, nello stampaggio a iniezione, la sensoristica esprime appieno il proprio potenziale solo in combinazione con una potente piattaforma IIoT. In questo contesto, moneo svolge il ruolo di sistema centrale della produzione: raccoglie, organizza e interpreta i dati di processo, rendendoli fruibili per i diversi ruoli utente. La trasparenza così ottenuta non solo consente di garantire una qualità costante, ma permette anche di realizzare risparmi energetici mirati e di ottimizzare continuamente i tempi di ciclo. In questo modo, moneo diventa uno strumento indispensabile per prendere decisioni basate sui dati e garantire una competitività sostenibile nel settore dello stampaggio a iniezione di materie plastiche.

ifm.com/cnt/rafi

ifm electronic gmbh · Friedrichstr. 1 · 45128 Essen