

# Sistemi Pims nella produzione di gomme

di Emanuela Pavan, Eugenio Giaffreda, Franco Traverso, Nunzio Bonavita, Marianna Suar, Giuseppe Colombani, Claudio Marzola e Paolo Betti

L'applicazione del sistema Pims (Process Information Management System) Tenore Nt presso l'impianto di produzione di gomme EPDM dello stabilimento EniChem di Ferrara, offre uno strumento di controllo e di supervisione del processo di ultima generazione e facilmente gestibile dall'operatore. Lo scopo è anche di dotare l'impianto dell'infrastruttura necessaria per possibili estensioni ad applicazione di alto livello (Mes, Erp), che consentano di realizzare quella continuità tra il processo produttivo e gli aspetti gestionali di azienda che rende competitivo l'intero ciclo industriale.

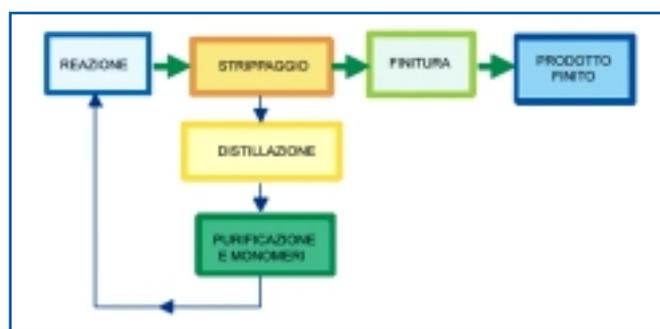


Figura 1 - Schema delle sezioni di impianto

La forte competitività che caratterizza i mercati industriali e la conseguente esigenza di aumentare la redditività e la flessibilità operativa degli impianti stanno spingendo le industrie di processo a superare rapidamente le tradizionali architetture di automazione basate sull'impiego di livelli distinti e separati di controllo e gestione. Solo una profonda e trasparente integrazione fra i vari supporti informatici di processo e di gestione aziendale può infatti garantire quella continuità della catena produttiva che, estendendosi dal (sub-)fornitore fino al cliente finale, consente performance adeguate in termini di *efficacia* (intesa come capacità produttiva, qualità, affidabilità), *efficienza* (costi operativi, flessibilità, time-to-market) e, in ultima analisi, di redditività. L'elemento critico in questo cambio di prospettiva diventa lo strato intermedio fra i sistemi di controllo di processo (Dcs, Plc, Scada), che permettono l'efficacia produttiva, e i livelli gestionali e transazionali (Erp, Scm) che ne garantiscono l'efficienza. Il cosiddetto "middleware" si configura come l'erede e l'evoluzione di una serie di applicazioni e pacchetti software, basati su piattaforme hardware e sistemi operativi eterogenei proprio perché concepiti e sviluppati in maniera non aggregata e per finalità disparate [1, 2, 3].

A tale insieme, identificato nella moderna letteratura dall'acronimo inglese Mes (Manufacturing Execution System), appartengono, tra gli altri, soluzioni e applicativi quali:

- i sistemi per la gestione e il controllo della qualità (Lims, Sqc);

E. Pavan, E. Giaffreda, N. Bonavita, F. Traverso - Abb Industria SpA, Genova. M. Suar, P. Betti, C. Marzola, G. Colombani - EniChem SpA, stabilimento di Ferrara.

- i sistemi per la gestione delle procedure manutentive (Cmms, [4]);
- i sistemi per la programmazione produttiva (Aps);
- i sistemi per la gestione automatizzata dei documenti;
- i sistemi di controllo avanzato e ottimizzazione di processo (Apc);
- applicazioni specifiche dei singoli segmenti produttivi (per esempio gestione dei processi batch nell'industria farmaceutica).

Il principale fattore comune tra tutte queste applicazioni è la loro dipendenza da un continuo, affidabile flusso di dati di processo in tempo reale. Ne deriva che elemento fondante e irrinunciabile nella costruzione di una moderna ed efficiente strategia di automazione di impresa sono i sistemi di raccolta, storizzazione e visualizzazione dati. I cosiddetti Pims (Process Information Management Systems) rappresentano, cioè, l'infrastruttura necessaria, abilitante e qualificante per quell'integrazione verticale che abbiamo visto essere requisito indispensabile per la sopravvivenza e il successo delle industrie di processo all'inizio del nuovo decennio. È difficile sottovalutare l'importanza di questo componente, alla luce delle problematiche altrimenti associate alle tradizionali configurazioni di automazione. È evidente che la possibilità di disporre di un unico ambiente di raccolta e immagazzinamento dati, possibilmente compatibile con i più diffusi standard informatici, costituisce l'occasione irrinunciabile per disaccoppiare il mondo gestionale e transazionale dalla pluralità di soluzioni di automazione industriale che la normale prassi operativa e il background della società ha stratificato nei siti produttivi. Allo stesso tempo, il superamento delle barriere rappresentate dalla presenza di

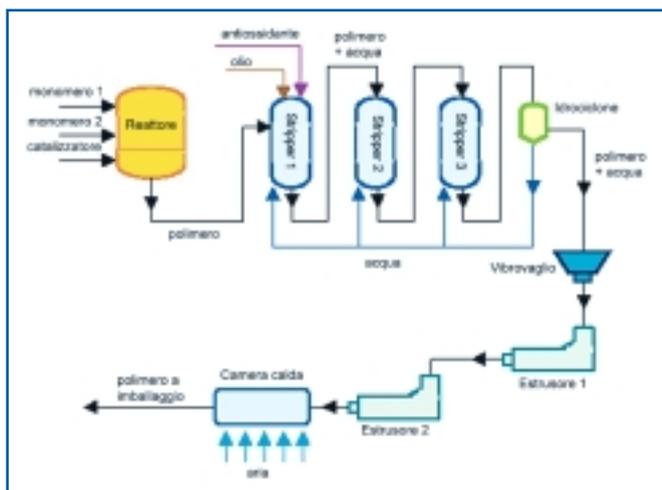


Figura 2 - Schema del processo

una serie di sistemi di tipo proprietario, basati su linguaggi di programmazione e protocolli differenti e sul conseguente impiego di driver di comunicazione o di interfacce specifiche, permette di rimuovere quello che è il principale fattore limitante nella realizzazione di strategie di automazione avanzata. Il presente articolo ha lo scopo di offrire un esempio concreto degli enormi benefici derivanti dall'integrazione fra factory-floor e boardroom, tramite l'applicazione di un Pims di nuova generazione effettuata presso lo stabilimento EniChem di Ferrara.

### L'impianto EPDM di EniChem Ferrara

Nel panorama dell'industria degli elastomeri e delle gomme sintetiche, lo stabilimento di Ferrara ricopre un ruolo da protagonista. La sua attività produttiva inizia nel 1941 come Saigs (Società Anonima Italiana Gomma Sintetica) e prosegue, sotto varie proprietà (Montecatini, Montedison, Enimont), come principale polo petrolchimico per la sintesi di elastomeri fino al 1991, anno in cui EniChem rileva la Dutral e avvia la terza linea di produzione elastomeri, consolidando ulteriormente i processi produttivi delle gomme EPDM e degli impianti pilota. Attualmente le gomme EPDM rappresentano uno dei materiali polimerici più versatili e richiesti in commercio. Vengono, infatti, impiegate in una vasta gamma di settori applicativi che vanno dall'industria meccanica e di trazione, alla produzione di membrane, vernici e rivestimenti, a materiali sigillanti per fluidi idraulici e per sistemi di frenaggio o, ancora, a materiali elettrici e da costruzione con caratteristiche isolanti. L'esigenza di salvaguardare la propria competitività e di soddisfare la richiesta del mercato, mantenendo un'adeguata potenzialità di espansione, ha richiesto la ristrutturazione del sistema di automazione esistente con un struttura di controllo più potente, flessibile ed aperta, in grado di rispondere alle nuove e crescenti esigenze imposte dal mercato e dalle tecnologie disponibili. Nell'ottica di realizzare tali obiettivi, il revamping del sistema di controllo e supervisione dell'impianto è stato realizzato congiuntamente all'introduzione, nell'architettura complessiva, del Pims di nuova generazione Tenore Nt, un sistema di acquisizione, monitoraggio e storicizzazione dati fornito da Abb Industria, partner tecnologico di EniChem Ferrara in questo progetto, che integra alle normali funzioni dei sistemi di controllo di processo l'infrastruttura indispensabile per una serie di possibili estensioni a livello di Mes, in modo da realizzare



Figura 3 - Display grafico sezione di polimerizzazione

pienamente i requisiti di continuità tra il processo produttivo e gli aspetti gestionali e transazionali.

### Il processo

L'impianto in esame produce gomme sintetiche EPDM, cioè copolimeri e terpolimeri di Etilene-Propilene, commercialmente noti con il nome di Dutral. Dispone complessivamente di tre linee di produzione. Ciascuna linea è caratterizzata da una sezione di reazione, strippaggio e finitura, mentre la sezione di distillazione, purificazione e recupero dei monomeri reagenti è unica e comune a tutte e tre le linee (Figura 1). I monomeri impiegati per la sintesi della gomma sono principalmente Etilene e Propilene, quando il prodotto finale è costituito dal copolimero dei due monomeri, ed Etilidene-Norbornene (ENB) come terzo monomero, nel caso il processo sia impostato sulla produzione di terpolimeri. Il solvente impiegato nella reazione è costituito dallo stesso Propilene aggiunto in eccesso rispetto alla quantità stechiometrica di reazione. In aggiunta ai monomeri, in fase di reazione sono introdotti anche il catalizzatore ed un agente antiagglomerante (antistick), il cui scopo è quello di impedire che si verifichino fenomeni di impaccamento della gomma nel reattore durante la polimerizzazione. Nella successiva sezione di strippaggio, costituita da stripper dedicati su ogni linea, sono introdotti l'agente antiossidante, per stabilizzare il polimero prodotto e, se richiesto da specifica, dell'olio paraffinico di estensione per migliorare la duttilità e la malleabilità del polimero in eventuali successive fasi di lavorazione o di blending con altri materiali.

Il processo di sintesi dei copolimeri è a ciclo continuo (Figura 2); durante lo svolgimento della reazione in testa al reattore si accumula la fase gassosa, costituita dai monomeri che non hanno reagito, che viene raccolta, inviata ad un condensatore e reintrodotta nel reattore come ricircolo liquido.

Dal fondo del reattore si raccoglie, invece, la fase liquida, costituita da una miscela di acqua e polimero che viene inviata alla sezione di strippaggio, in cui la soluzione di polimero ed acqua è attraversata in controcorrente da vapore che trascina via i gas degli eventuali monomeri non reagiti.

I gas asportati dal vapore di strippaggio sono inviati alla distillazione ed alla purificazione per il recupero dei reagenti ed il loro riutilizzo in fase di sintesi, mentre la soluzione di acqua e polimero prosegue verso la sezione di finitura in cui si effettua





Figura 6 - Display grafico gestione bilanci

### Il progetto

Il progetto, iniziato nel giugno 2000 e conclusosi nel novembre dello stesso anno, ha previsto inizialmente la rielaborazione delle strategie di controllo residenti sul controllore HP1000 per adattarle alle funzioni del Calculation Engine di Tenore Nt. I nuovi algoritmi di ottimizzazione elaborati e gli applicativi finalizzati a riprodurre tutte le funzioni specifiche di gestione del processo (procedure di campionamento dei dati, avvio, arresto, cambio campagna di produzione, modifica obiettivi di produzione ecc.) previste, a suo tempo, dal cliente stesso nel vecchio sistema di controllo, sono stati successivamente trasferiti su Tenore Nt. Nella fase conclusiva del progetto è stata completata l'installazione del nuovo sistema di controllo ed il collaudo finale con l'impianto in marcia.

Complessivamente sono stati elaborati, per ogni linea di produzione, nove moduli di calcolo (Figura 5), contenenti gli algoritmi di ottimizzazione e di regolazione delle principali variabili di processo (potenzialità del reattore, resa, fattore di conversione teorico, set-point finali delle portate di alimentazione ecc.). Altri due moduli di calcolo, comuni ad entrambe le linee, sono stati implementati per il controllo della regolazione del ciclo frigo e della portata di Propano da alimentare nel reattore insieme al Propilene per migliorare l'efficienza di reazione. Parallelamente all'attività di implementazione degli algoritmi di ottimizzazione sono stati realizzati alcuni programmi applicativi in ambiente Visual Basic (Figura 6) che consistono in una serie di display grafici e di pop-up interattivi attraverso i quali l'operatore è in grado di gestire, per ogni singola linea di produzione, le seguenti procedure:

- avvio, arresto, cambio campagna di produzione: selezione del tipo di copolimero/ terpolimero da produrre ed inserimento dei principali parametri necessari all'avvio, al cambio o alla fermata della campagna di produzione del prodotto selezionato;
- dati di produzione: visualizzazione delle informazioni relative alle campagne effettuate o in corso;
- gestione campagna: visualizzazione dei pannelli di controllo che consentono sia interventi specifici sugli algoritmi di calcolo (modifica obiettivi di produzione, controllo dei bilanci di materia lungo la linea, calcolo olio di puntura ecc.) sia la gestione di una serie di procedure operative (introduzione dei

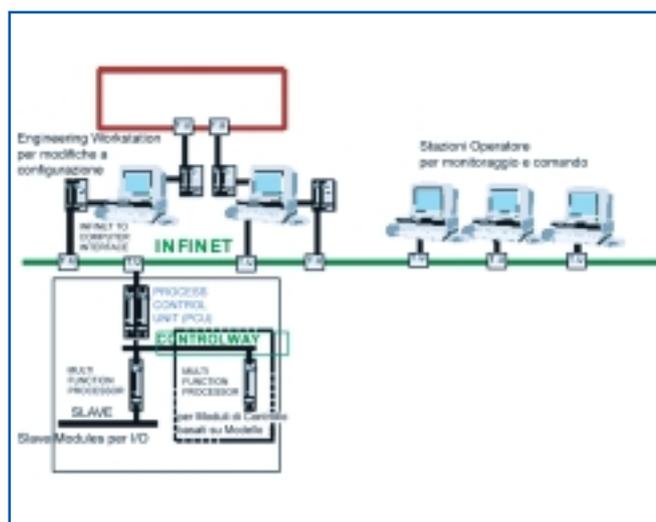


Figura 7 - Architettura hardware del sistema di controllo

- dati analitici, procedura di avviamento reattore, lavaggio reattore, prelievo campione ecc.);
- monitoraggio calcoli: visualizzazione di un menu generale da cui è possibile accedere a singoli quadri in cui sono riportati i set-point calcolati da ogni modulo software per la regolazione in automatico delle principali variabili di processo ed i calcoli più significativi.

### Architettura hardware

Il sistema di controllo è costituito da due stazioni Server, collegate al Dcs Infi-90, sulle quali è installato Tenore Nt, che fornisce l'ambiente di esecuzione run-time degli algoritmi di ottimizzazione e di regolazione, e da tre stazioni Client per la supervisione e il controllo di processo. Il controllo e la regolazione sono realizzati tramite due schede MFP02 (Multi Function Processor, i moduli intelligenti del Dcs Infi90), una per ogni linea, che consentono la lettura e la scrittura delle variabili su Dcs. I due server sono collegati in backup tramite l'apposita scheda di interfaccia Ici e con i Client tramite rete Ethernet.

### Risultati

L'esperienza di messa in servizio e i primi mesi di esercizio del nuovo sistema hanno dimostrato la completa affidabilità della soluzione implementata. La nuova architettura ha infatti garantito, nella continuità della produzione, dei principali obiettivi che l'azienda si era proposta. I maggiori benefici derivanti dall'applicazione del Pims Tenore Nt sono riportati di seguito.

- La drastica riduzione del tempo di esecuzione degli algoritmi di ottimizzazione ad un valore notevolmente inferiore rispetto a quello originariamente operativo nel calcolatore HP1000. I vantaggi immediati derivanti dall' aumento della velocità di esecuzione del software di regolazione si sono tradotti in:
  - una maggiore rapidità della risposta strumentale dell'impianto a fronte di improvvise variazioni di variabili critiche;
  - una maggiore flessibilità di impianto che ha, di conseguenza, permesso di limitare e prevenire situazioni a rischio, anticipando possibili transitori o periodi di marcia fuori assetto-impianto e minimizzando la frequenza e la durata di quelli pianificati;
  - una riduzione dell'incidenza dei tempi di ritardo generalmen-

te associati alla normale conduzione di impianto. Questo comporta una riduzione del rischio di generare situazioni di instabilità che possono provocare il blocco di una o più sezioni di impianto.

- La possibilità di utilizzare il sistema di supervisione come strumento per attività di simulazione off-line e di collaudo di determinati scenari di impianto. In questo modo risulta possibile individuare i punti chiave determinanti per raggiungere una maggiore efficienza nella conduzione del processo, oppure di elaborare possibili strategie di ottimizzazione, favorendo un maggiore avvicinamento ai vincoli operativi del processo nell'ottica di un incremento nella resa e nella qualità del prodotto finale.
- La possibilità di effettuare tutta una serie di attività finalizzate al collaudo, all'avviamento, all'ottimizzazione ed alla manutenzione della strumentazione e dei macchinari, con il conseguente abbattimento dei costi associati agli interventi di tipo manutentivo e di quelli generati da arresti involontari dell'impianto dovuti a malfunzionamenti oppure pianificati per manutenzione.
- L'acquisizione di una maggiore sicurezza, da parte degli operatori, nella conduzione del processo e negli interventi effettuati da stazione operatore, assicurando, in questo modo, una maggiore continuità del controllo in automatico e qualificando maggiormente l'attività operativa e le mansioni del personale di sala controllo.

L'integrazione del Pims Tenore Nt al sistema di controllo di processo ha permesso, quindi, di inglobare una serie di funzionalità pre-esistenti in un contesto tecnologico attuale e molto più dinamico, assicurando la possibilità di verificare ed acquisire in tempo reale e in modo continuo ogni aspetto del processo e di fornire l'infrastruttura indispensabile per una serie di possibili estensioni a livello di Mes che potranno permettere all'impianto in questione di realizzare i requisiti di continuità tra il processo produttivo e gli aspetti gestionali necessari a rendere competitivo l'intero ciclo industriale.

### Conclusioni e prospettive future

Il successo dell'applicazione del sistema di gestione dell'informazione di processo Tenore Nt all'impianto EPDM di Eni-Chem Ferrara è testimoniato dalla decisione del cliente di estenderne l'uso anche alla terza linea (precedentemente gestita esclusivamente a Dcs e non soggetta alla supervisione dell'HP 1000). Oltre ai risultati conseguiti, ovvero:

- aumento dell'affidabilità e della flessibilità dell'impianto;
- aumento della capacità produttiva;
- ottimizzazione della manodopera;

l'impianto ha acquisito la consapevolezza che il sistema Tenore Nt, per le proprie caratteristiche di modularità ed espandibilità, costituisce l'infrastruttura ideale su cui sviluppare e integrare quelle funzionalità Mes in grado di far beneficiare l'impianto dei vantaggi offerti dall'Information Technology applicata alla realtà industriale.

È infatti in fase di sviluppo uno studio di fattibilità che valuti le attuali prestazioni dell'impianto, le confronti mediante i più moderni criteri di benchmarking alle reali potenzialità e selezioni quelle applicazioni avanzate che possano esaltare le potenzialità inesprese e rimuovere eventuali colli di bottiglia. Un sistema aperto come quello proposto si offre, quindi, disponibile a supportare le nuove tecnologie che vanno ben oltre il fronte dell'automazione tradizionale e che consentono una flessibilità

### Glossario

Apc	=	Advanced Process Control
Asms	=	Abnormal Situation Management System
Aps	=	Advanced Planning Scheduling
Cmms	=	Computerized Maintenance Management Software
Dcs	=	Distributed Control System
EPDM	=	Etilene-Propilene Diene Monomero
Erp	=	Enterprise Resource Planning
Lims	=	Laboratory Information Management System
Mes	=	Manufacturing Execution System
Mvspc	=	Multivariate Statistic Process Control
Pems	=	Predictive Emission Monitoring System
Pims	=	Process Information Management System
Plc	=	Programmable Logic Control
Scada	=	Supervisory Control And Data Acquisition
Scm	=	Supply Chain Management
Spc	=	Statistical Process Control
Sqc	=	Statistical Quality Control

produttiva sempre più spinta. Tra i molti possibili applicativi che Tenore Nt può supportare e che verranno valutati in base alle specifiche prospettive di ritorno economico, meritano di essere valutate:

- Abnormal Situation Management System (Asms) e/o guida operatore sensibile al contesto, basati su sistema esperto;
- pacchetti di analisi statistica evoluta (Mvspc) per la rilevazione precoce di malfunzionamenti e/o scopi di data-mining;
- sensori virtuali per la stima, in linea, di quantità non misurabili;
- Predictive Emission Monitoring System (Pems) per il monitoraggio predittivo delle emissioni.

L'impianto è ora dotato di quel middleware abilitante la comunicazione fra il mondo del processo e il mondo transazionale che può metterlo in grado di integrare tutte quelle funzionalità che si è soliti riassumere sotto la sigla Erp. Basti pensare a tutte quelle realtà operative mirate ad offrire non più e non solo qualcosa che, partendo da strumenti o attuatori, giunga all'interfaccia operatore ma che passando attraverso il controllo dell'unità produttiva e dell'impianto arrivi a includere la gestione del processo, la pianificazione dei materiali e quella globale delle risorse di impresa.

In questo contesto, la versatilità e la facilità d'uso del Pims implementato assumono il ruolo di elementi cruciali e qualificanti.

### Bibliografia

- [1] B. Pecar, R. Mulder, *Controllo di processo scalabile con tecnologia Opc*, Automazione e Strumentazione, novembre 1999, pp. 107-114.
- [2] B.L. Harkins, E.S. Middleton, D.A. Mushin, *Linking the plant floor to the enterprise: benefits and pitfalls*, Hydrocarbon Processing, June 1999, pp. 49-54.
- [3] T. Stoeckel, R.C. Jasso, *Modernization project yields a more competitive plant*, Hydrocarbon Processing, February 1999, pp. 83-84.
- [4] H.P. Bloch, *Consider reliability-focused maintenance*, Hydrocarbon Processing, August 1999, pp. 14-15.
- [5] "Tenore Nt Overview", Abb Energy Automation, doc. n. BG4 1000.TN1.K0 Rev. 1.4.