

Intranet di supervisione e supporto alle decisioni

Franco Portas, Enrico Pittaluga, Antonio Novellino, Dario Ceccoli

L'articolo descrive quali sono le linee che guidano la realizzazione di nuovi sistemi integrati per la gestione della produzione: nuovo approccio alla progettazione e realizzazione dei controlli di processo intesi come sistemi integrati che dialogano con gli altri sistemi di fabbrica; gestione completa delle informazioni per migliorare la qualità e ridurre i costi di produzione; impiego di tecnologie standard di avanguardia per l'integrazione e la distribuzione su scala geografica dei servizi offerti; adozione di una serie di linee guida per la realizzazione dei controlli di processo.



Figura 1 - Gli attori del sistema

Il caso di studio presentato riporta l'esperienza condotta all'interno di uno stabilimento destinato alla produzione di accessori in gomma per i cavi elettrici ad alta tensione. Gli impianti di produzione consentono, partendo dal materiale isolante grezzo, di ottenere i manicotti stampati a caldo di varie tipologie. In cascata alla produzione è prevista una linea di assemblaggio delle parti accessorie, di controllo qualità e collaudo elettrico. Gli impianti di produzione sono corredati di sistemi computerizzati (Plc+Pc) per il controllo di processo. L'anello spesso mancante nell'ottimizzazione dei processi produttivi tra il campo e il sistema informativo aziendale risulta proprio quello che va sotto il nome di sistema Mes (Manufacturing Execution System).

Per poter implementare e sviluppare soluzioni basate su architetture Mes, risulta ad oggi vincente l'approccio bottom-up che è in grado di fornire risultati immediati a fronte di piccoli investimenti iniziali; nasce perciò l'esigenza di ripensare l'approccio alla realizzazione spostando il focus della progettazione dal controllo di processo vero e proprio al sistema Mes nel suo complesso, identificando a livello generale quali sono le esigenze e gli utilizzatori del sistema.

Gli obiettivi

La gestione e l'elaborazione delle grandezze coinvolte nel processo di produzione consente di ottenere informazioni a partire dai dati raccolti sul campo. Gli obiettivi che il progetto si propone di perseguire adottando il modello descritto sono essenzialmente:

- disponibilità degli indicatori di sintesi che descrivono la produzione nel suo complesso: materiali impiegati, manu-

fatti prodotti, produttività degli impianti;

- stime di produttività e consumi della produzione sia in forma aggregata che informata dettagliata sulle singole produzioni. Tali informazioni risultano fondamentali come supporto alle decisioni;
- tracciabilità di ogni singolo manufatto e di ogni singolo processo per la diagnosi a posteriori delle non conformità;
- supporto alle azioni correttive in risposta ai difetti di produzione;
- supporto alle azioni preventive mediante rappresentazioni del trend delle grandezze caratteristiche del processo. Questa funzionalità gioca un ruolo fondamentale nella prevenzione dei malfunzionamenti e degli arresti di produzione, in quanto può evidenziare le anomalie di funzionamento prima che queste causino un arresto vero e proprio nella produzione;
- supporto alla manutenzione dei dispositivi fornendo agli operatori addetti un'interfaccia utente che prescinde dal ciclo di produzione vero e proprio, ma fornisce una visione orizzontale dei vari apparati semplificando le attività di controllo e manutenzione.

La caratteristica fondamentale di questo tipo di scenario è costituita dalla sua spiccata interdisciplinarietà, in quanto sono richieste competenze tipiche del mondo dell'automazione industriale per l'interfacciamento verso i sistemi di produzione, ma anche esperienza della modellazione delle basi di dati e nella realizzazione di software orientati alla manipolazione delle informazioni.

F. Portas, R&S/Q - Lab. Sperimentale Accessori, Pirelli Cavi e Sistemi Energia SpA; E. Pittaluga, Presidente eTT Srl; A. Novellino, Responsabile R&S eTT Srl; D. Ceccoli, Senior Analyst eTT Srl

Il modello del sistema

Dal punto di vista funzionale gli attori del sistema possono essere raggruppati in due categorie:

- Information provider: sono gli altri sistemi dai quali le informazioni vengono acquisite. In questa categoria rientrano i controlli di processo, i sistemi di acquisizione dati afferenti agli impianti di produzione che operano senza il controllo automatico e tutte le "operazioni" di test e collaudi dei vari manufatti;

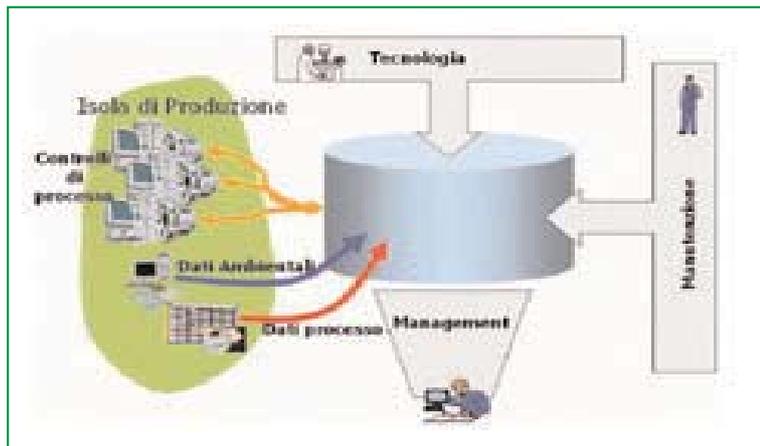


Figura 2 - Il sistema



Figura 3 - Distribuzione su scala geografica

- Information client: sono rappresentati dalle varie "modalità" di impiego del sistema da parte degli operatori (consultazione, laboratorio, supporto alle decisioni).

In generale, per i sistemi di produzione si possono delineare tre categorie di utilizzatori, ciascuna delle quali esprime particolari esigenze:

- livello tecnologico: visione "verticale" sulle singole produzioni;
- livello manutenzione: visione "orizzontale" sui dispositivi per il controllo periodico del sistema e la verifica delle prestazioni;
- livello management: visione del management sugli indicatori significativi della produzione.

Nel seguito vengono approfonditi gli aspetti funzionali e tecnologici legati a questo tipo di approccio. Per modellare il sistema nel suo complesso viene utilizzato come elemento di modellazione fondamentale l'isola di produzione che rappresenta l'insieme completo di tutti i processi produttivi intesi come sorgenti di informazioni.

Le sorgenti di dati possono essere così suddivise: controlli di processo veri e propri; dati ambientali: sensori posti nell'ambiente nel quale operano i controlli di processo per far confluire nel sistema informazioni quali la temperatura, pressione, umidità dell'ambiente, le caratteristiche delle sostanze in ingresso alla produzione (acqua, aria ecc.); dati di processo: informazioni sulle fasi di lavorazione dei manufatti (collaudi, controlli qualità, mescole, assemblaggi vari ecc.) prodotti e/o manipolati dalle attività pre- e post-produzione. Gli utilizzatori del sistema sono: livello manutenzione; livello tecnologia di processo; livello management.

L'accesso

Un'altra caratteristica fondamentale che il sistema, inteso come insieme di servizi, deve possedere riguarda la sua distribuzione su scala geografica. In altre parole, le varie isole di produzione confluiscono verso un "repository" di dati e servizi a livello locale e questi repository insistono sulla rete geografica per consentire l'accesso ai servizi in modalità distribuita. In particolare è importante osservare che: il sistema è distribuito ma non gerarchico: ciascuna isola di produzione è proprietaria dei dati che vengono resi disponibili in rete secondo il protocollo concordato, ma non esiste alcun nodo centrale senza il quale il sistema "crolla"; le funzionalità di management sono accessibili su rete geografica che consente di avere la sintesi in tempo reale dei dati principali a livello di più stabilimenti di produzione; è possibile, grazie alla distribuzione in rete, operare analisi di processo e assistenza in remoto.

I servizi

Livello manutenzione. Il livello manutenzione si occupa di controllare periodicamente il funzionamento di tutti i dispositivi e i sensori presenti sull'impianto

indipendentemente dal processo di fabbricazione al quale questi afferiscono. Nasce perciò l'esigenza di rendere disponibile una vista "orizzontale" sui sistemi facenti parte dell'isola di produzione che rende disponibile:

- l'elenco delle variabili di processo e i relativi valori in tempo reale;
- gli allarmi;
- lo stato dei dispositivi.

Livello tecnologia di processo. Per operare un efficace monitoraggio della produzione, il responsabile di processo deve poter disporre delle seguenti funzionalità:

- tracciabilità dei manufatti con consultazione dell'archivio storico;

- report della produzione organizzati per tipologia di prodotto;
- trend e statistiche per l'individuazione delle anomalie e la prevenzione degli arresti della produzione;
- simulazione su sinottico del processo produttivo per la diagnosi dei malfunzionamenti del sistema e dei difetti di produzione;
- possibilità di intervenire sui parametri caratteristici del processo per adattarlo alle esigenze della produzione.

Livello management. La sintesi dell'andamento di produzione si traduce in una serie di indicatori che sono fondamentali per il "business management" a livello del quale occorre rendere disponibili:

- sintesi dei macroindicatori della produzione;
- stato attività dei vari impianti;
- direttive di produzione.

Architettura

L'architettura di un sistema che deve rispondere alle esigenze sopra citate è organizzata in moduli differenti le cui interazioni e la cui scomponibilità non possono prescindere da tre requisiti fondamentali: scalabilità, flessibilità e modularità.

L'architettura di sistema è basata sullo standard internet per poter rendere disponibili con interfaccia di tipo Web in rete geografica (intranet) tutte le interfacce operatore. Questo consente di ottenere un'elevata scalabilità e flessibilità in quanto le singole stazioni di lavoro possono essere destinati a utilizzi diversi senza la necessità di avere configurazioni hardware o software particolari.

La centralizzazione dei dati è inoltre requisito essenziale per poter operare una sintesi delle informazioni e avere una visione d'insieme dell'intero processo produttivo e ottenere statistiche complesse a vari livelli di aggregazione e di correlazione. I moduli software principali che compongono il sistema sono illustrati nella figura 4.

L'*Acquisizione dati* è deputata alla raccolta dati proveniente dai vari sistemi siano essi controlli di processo o sistemi di acquisizione distribuita. Per interagire con tali sistemi è necessario l'impiego di moduli specializzati per interagire con l'esterno utilizzando a seconda del controllo di processo interfacciato le tecniche opportune.

Il *Datawarehouse* contiene tutti i dati del sistema. In questo caso si impiega il termine più generico datawarehouse anziché database poiché questo componente non contiene solo la collezione dei dati, ma anche le procedure di aggregazione dei medesimi per fornire i servizi necessari a produrre le statistiche e gli indicatori necessari per il supporto alle decisioni.

Il *Repository* rappresenta il dizionario dei dati del sistema, cioè delle descrizioni dei vari "information provider" e delle applicazioni disponibili e delle informazioni per gestire l'accesso e l'utilizzo delle varie funzionalità.

L'*Application Server* contiene tutti i moduli di interfaccia verso gli utenti.

Il *Web Server* rende disponibili le varie applicazioni sotto forma di pagine Web e gestisce le questioni legate alla sicurezza degli accessi e alla riservatezza delle informazioni.

Acquisizione dati

Il modulo di acquisizione dati deve essere predisposto per raccogliere dati da fonti eterogenee e convertirli in un formato standard fornendo una rappresentazione coerente del sistema nel suo complesso che non dipende dalle caratteristiche peculiari dei singoli dispositivi e/o sotto-sistemi. In prima istanza si possono catalogare tre tipi di sorgenti di dati:

- controlli di processo (deputati alla produzione vera e propria) che forniscono dati in continuo dai quali è possibile modellare il concetto di manufatto associando ad esso l'andamento nel tempo delle grandezze che ne hanno caratterizzato la produzione;

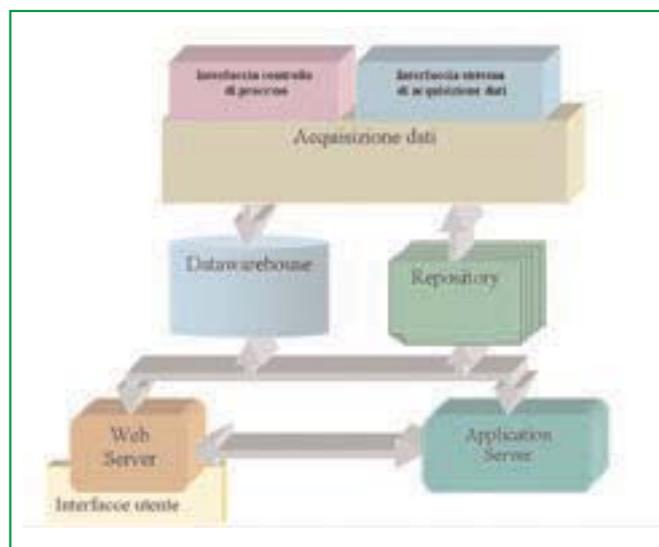


Figura 4 - Moduli software

- dati ambientali che sono costituiti da tutte le grandezze che non sono direttamente coinvolte nel loop di controllo della produzione, ma che hanno un'influenza significativa sulle caratteristiche finali del prodotto (ad. es. temperatura, umidità, pressione dell'ambiente, pressione / temperatura dei fluidi lubrificanti, della caldaia di alimentazione vapore ecc.);
- dati di processo che sono raccolti in maniera automatica o semi/automatica durante la fasi che seguono la produzione vera e propria (collaudo, assemblaggio, verifiche ispettive ecc.).

La raccolta di tutti questi dati consente di creare un modello completo dal quale si possano estrarre tutte le informazioni necessarie alla creazione di viste logiche del sistema da rendere disponibili ai differenti tipi di utenza (manutenzione, tecnologia, management).

Repository e Datawarehouse

Il termine *repository* indica genericamente una base dati nella quale confluiscono vari tipi di dati e nella quale sono presenti vari tipi di informazioni:

- i dati "dal campo" sono costituiti da tutte le grandezze e i loro andamenti nel tempo che vengono acquisite dalle varie isole di produzione;

- i dati di descrizione dettagliano il modello mediante il quale si rappresentano le varie sorgenti di dati (elenco di grandezze, descrizione delle interfacce utente, operazioni sui dati derivati);
- i dati di autenticazione descrivono gli utenti del servizio, i sistemi che sono connessi, i diritti che regolano l'accesso dei vari utenti alle singole funzionalità.

Pertanto l'architettura della base dati dovrà essere progettata e ottimizzata per la gestione dei dati di processo ai quali occorre un accesso in tempo reale, ma, al contempo, disporre di meccanismi di analisi e sintesi che possano operare in modo efficiente su una grande quantità di dati.

Interfacce utente

Le interfacce utente saranno rese disponibili ai vari attori del sistema corredate delle funzionalità che rispondono ai vari requisiti dettagliati dall'analisi.

Indipendentemente dalle singole interfacce, l'operatività del sistema è caratterizzata da alcune funzionalità comuni:

- accesso al sistema: le procedure di autenticazione del sistema sono uguali per tutti gli utenti rendendo ovviamente disponibili i servizi solo a coloro i quali sono autorizzati ad usarli;
- navigazione nel sistema: la descrizione dei vari componenti, l'elenco degli impianti e delle isole di produzione, sono descritte secondo un linguaggio e una semantica comune;
- integrazione di nuovi componenti: il collegamento di nuove parti del sistema, avviene in modo naturale senza creare discontinuità nell'operatività dei servizi. Le nuove parti arricchiscono l'elenco dei sistemi disponibili in quanto i tutti i sistemi sono descritti da un linguaggio comune e sono perciò immediatamente operativi quando vengono aggiunti al sistema.

Le tecnologie

I requisiti utente e le funzionalità descritte vedono coinvolte differenti tecnologie e, inoltre, l'adozione di standard è fondamentale per consentire una facile integrazione dei sistemi esistenti e per costruire un sistema che possa evolvere secondo le necessità future. I principali standard adottati sono:

- Opc per l'interfaccia verso i controlli di processo. Tale standard è universalmente adottato da tutti i software di supervisione Scada e i sistemi di acquisizione dati e descrive secondo un modello unificato tutti gli aspetti concernenti i le grandezze e i segnali.
- Web per la distribuzione in rete dei servizi anche su scala geografica appoggiandosi sulle infrastrutture di rete esistenti condividendone anche le politiche di autenticazione e sicurezza.
- Ssl per la riservatezza e la gestione dei livelli di accesso. Il protocollo di crittografia dei dati viene utilizzato come standard per le applicazioni bancarie e di commercio elettronico nelle quali sono richieste transazioni sicure su rete.
- DataWarehouse (Dw). Un Dw può essere considerato come un "magazzino" storico-temporale di dati organizzati in

modo da facilitarne la possibilità di analisi e comprensione. Il Dw è dunque un'architettura informativa orientata al supporto alle decisioni: essa consente alle organizzazioni di trarre grossi vantaggi in termini di competitività e di razionalizzazione nell'uso delle risorse.

Implementazione

Sulla base di quanto esposto e facendo riferimento ai sistemi attuali in uso presso gli stabilimenti produttivi è possibile tradurre in esempi concreti alcune applicazioni delle funzionalità descritte in precedenza.

Il procedimento di fabbricazione è gestito da un controllo di processo che pilota i dispositivi registrando tutte le grandezze che caratterizzano il processo di fabbricazione: pressioni, in particolare la pressione di iniezione e la pressione interno stampo durante la vulcanizzazione; temperature, temperatura miscela durante il caricamento e temperatura di vulcanizzazione; posizione dell'iniettore; tutti gli stati logici di apertura/chiusura delle valvole e degli azionamenti. Inoltre, attorno al macchinario di produzione, esistono alcuni dispositivi che controllano funzioni ausiliarie, quali la fornitura di vapore per il riscaldamento, la fornitura di acqua per la caldaia del vapore, la fornitura di olio per i meccanismi idraulici. L'applicazione dell'automazione di fabbrica si pone come obiettivo principale il controllo automatico del processo di produzione vero e proprio per cui, in generale, gli impianti di produzione sono dotati di un sistema di controllo Pc+Plc che implementa gli anelli di regolazione fondamentali per la realizzazione del ciclo produttivo. Estendendo il modello tradizionale verso il modello di isola di produzione descritto in precedenza si ottengono notevoli benefici dovuti alla completezza di dati raccolti e alla sintesi delle informazioni che vengono presentate a vari livelli di dettaglio.

Livello management

I dati gestiti dal sistema che sono utili per costruire una serie di indici di prestazione sono: corsa dell'iniettore durante il

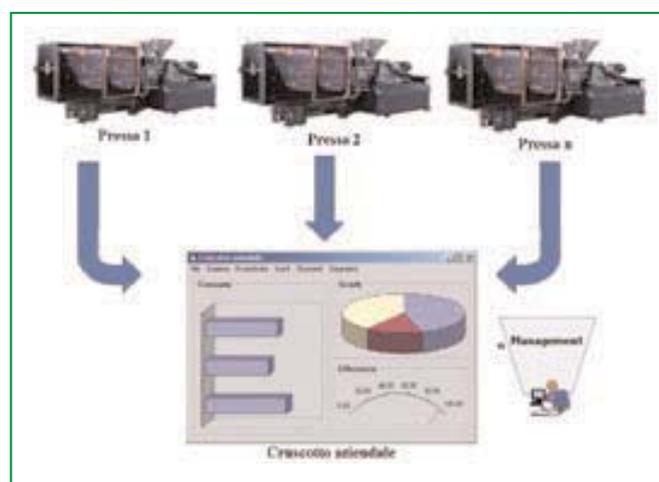


Figura 5 - Esempio di sintesi dei dati a livello management

ciclo di iniezione; numero di manicotti prodotti; durata del ciclo di produzione; tempo di apertura pressa; tipo di manicotto prodotto. La sintesi operata sui dati consente di ottenere: l'andamento dei consumi totali di materia prima nel tempo e dei consumi suddivisi per tipologia di manicotto; il rendimento di produzione confrontando la materia prima consumata e il numero di manicotti prodotti; la produttività dell'impianto misurata come numero di manicotti prodotti nell'unità di tempo e il tempo di non-produzione (pressa aperta) rispetto al tempo totale.

Livello tecnologia di processo

Dal punto di vista tecnologico, è importante avere una situazione a vari gradi di dettaglio in base alla quale poter operare diagnosi e interventi. I vantaggi derivanti dall'adozione del sistema proposto si possono tradurre in alcuni esempi concreti che rispondono alle più comuni esigenze di controllo della produzione. Partendo dagli andamenti delle grandezze e, in base agli stati logici, è possibile associare al singolo manicotto gli andamenti nel tempo di tutte le grandezze che ne hanno caratterizzato la produzione realizzando così la tracciabilità. È inoltre possibile associare i dati di ricetta impiegati per la fabbricazione di ogni singolo manicotto per tenere traccia di eventuali scostamenti dei parametri rispetto a quelli standard nel caso fossero state intraprese azioni di correzione dei parametri di fabbricazione "sul campo".

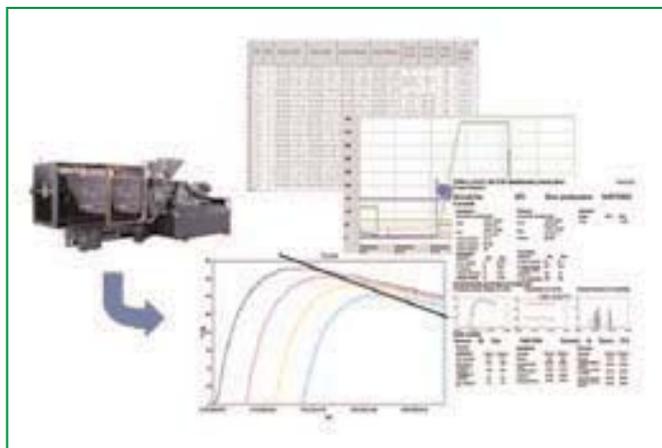


Figura 6 - Esempio di sintesi dei dati a livello tecnologia di processo

Di conseguenza, ciascun manufatto può essere accompagnato da una propria "scheda" di produzione che riassume tutte le informazioni caratteristiche della sua produzione. La generazione di indicatori di "trend" informa tempestivamente il responsabile del verificarsi di condizioni anomale che, a lungo andare possono dare origine ad arresti di produzione o al degrado della qualità dei prodotti.

Ad esempio i trend forniti possono riguardare l'andamento della pressione massima interno stampo e della temperatura massima interno stampo durante la vulcanizzazione. Una tendenza alla diminuzione può segnalare in anticipo eventuali difetti della miscela o logoramento di alcune parti meccaniche della pressa. In caso di segnalazioni di non

conformità, la tracciabilità storica unita alla possibilità di simulare su interfaccia l'evoluzione degli stati e delle grandezze del sistema durante la produzione del manicotto, consente di effettuare un'analisi di dettaglio per verificare se ci sono stati malfunzionamenti o anomalie che possono aver causato il difetto di produzione.

Livello manutenzione

Le funzioni di manutenzione possono avvalersi della disponibilità di informazioni e indicatori sintetizzati a partire da una "visione orizzontale" dei vari sistemi di produzione.

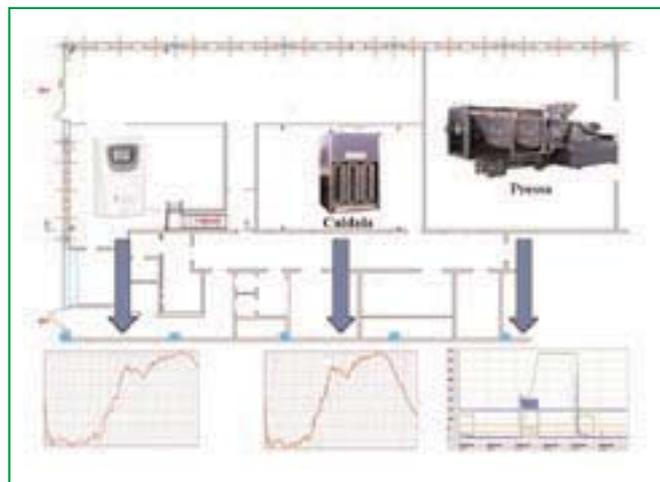


Figura 7 - Esempio di sintesi dei dati a livello manutenzione

- Visione di insieme immediata e facile da consultare di tutti i sensori dislocati nei vari impianti unita alla segnalazione in tempo reale di eventuali guasti e allarmi. Tutto ciò non richiede al manutentore la conoscenza esplicita del processo di produzione e dell'interfaccia Scada del controllo di processo.
- Azioni preventive sui malfunzionamento del sistema: ad esempio il trend dell'andamento della corrente massima del motore deputato all'iniezione può segnalare in anticipo il degrado del motore stesso o delle parti meccaniche circostanti prima del blocco definitivo e del conseguente arresto della produzione.
- Azioni preventive sulle apparecchiature ausiliarie: ad esempio il trend sul consumo di acqua per la caldaia può segnalare con largo anticipo l'insorgere di perdite e difetti vari che, a lungo andare, possono richiedere arresti di produzione per sostituire parti meccaniche e/o elettriche danneggiate.

Riferimenti

- [1] D. Balasso, *Dall'impianto all'azienda. Le architetture Mes. Automazione e Strumentazione*, Ottobre 2002.
- [2] E. Pittaluga, *Servizi di gestione integrata del sistema di produzione manicotti isolanti per cavi ad alta tensione. L'automazione nei nuovi scenari globalizzati - 30° Bias*, Milano, Novembre 2002.