

Un nuovo approccio alla manutenzione

Migliorare la manutenzione rientra ormai nell'ottica di integrare i prodotti con servizi customer-oriented che permettono di differenziare il proprio prodotto e renderlo più competitivo. Nel caso delle macchine utensili risulta rilevante considerare anche che la qualità del prodotto ottenuto spesso è più importante della quantità e per questo motivo si preferisce ridurre il rendimento pur di avere una qualità al massimo. La progettazione deve utilizzare queste informazioni per migliorare il prodotto

Smart Embedded Systems - IMS-IST507100) ha come obiettivo l'analisi e lo sviluppo di modelli innovativi per la gestione del ciclo di vita del prodotto e di strumenti per la tracciabilità associati a componenti middleware, firmware e software messi in comunicazione con sistemi di supporto alle decisioni che elaborano i dati raccolti sul campo.

Il progetto PROMISE è un progetto integrato di ricerca industriale finanziato dall'Unione Europea che permette a istituti di ricerca di rilevanza internazionale e aziende europee di vari settori di collaborare su temi comuni della tracciabilità per innovare i propri processi e prodotti. La ricerca può così trovare diretta applicazione in scenari diversi che vanno dall'automotive, agli elettrodomestici, alle macchine utensili, con lo scopo ultimo di creare una serie di strumenti per l'integrazione delle varie fasi del ciclo di vita di un prodotto e per la trasformazione del flusso di informa-

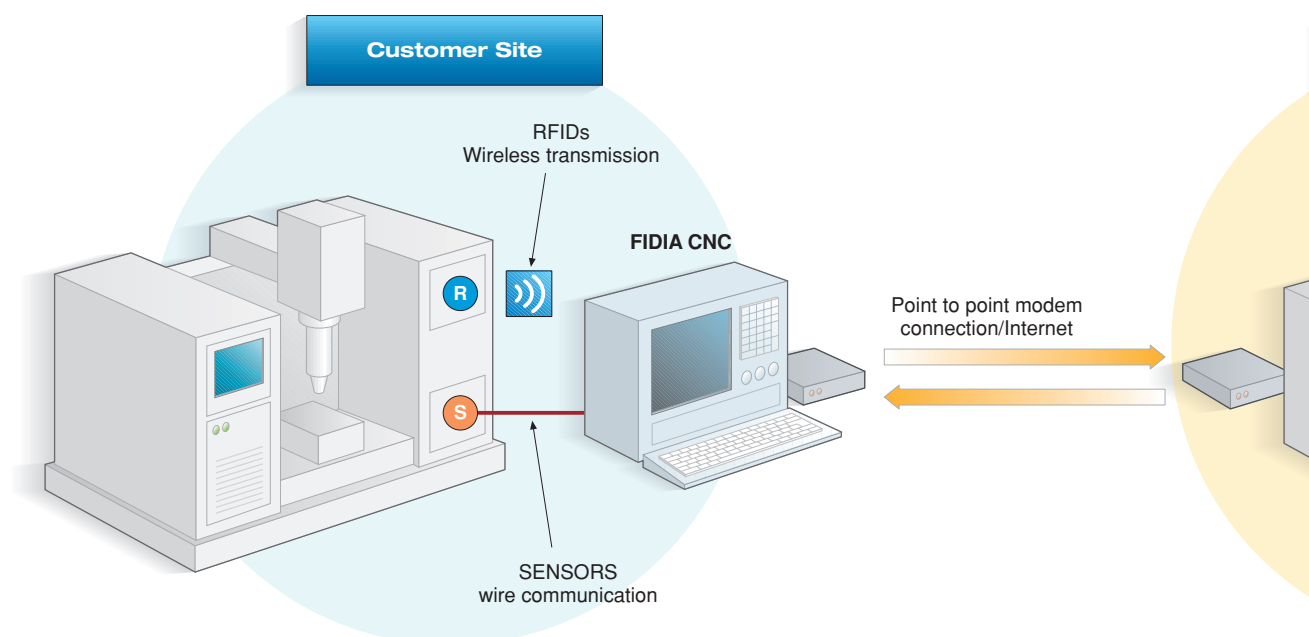
La gestione del ciclo di vita del prodotto e dei processi acquisisce maggiore importanza nel contesto di mercato che si sta sviluppando negli ultimi anni grazie anche all'evoluzione dei sistemi di gestione dei dati relativi al prodotto e alle nuove tecnologie ICT (Information & Communication Technology), che permettono di monitorare e raccogliere informazioni dal prodotto stesso lungo



tutte le fasi del suo ciclo di vita e ne consentono il riutilizzo per la progettazione di nuovi prodotti.

In questo contesto il progetto europeo PROMISE (Product Lifecycle Management and Information Tracking using

zioni in conoscenza. Tutto questo è finalizzato al potenziamento della comunicazione tra i diversi stakeholder della catena del valore, dal progettista al manutentore, dal cliente finale a colui che si occupa della dismissione per ritorna-



Il loop del flusso di informazioni attraverso le varie fasi del ciclo di vita del prodotto.

re al progettista che deve concepire la nuova generazione di prodotti in base ai dati relativi al ciclo di vita della generazione precedente. Questa catena di processi può essere supportata da diverse tecnologie abilitanti, sia a livello di prodotto per la raccolta dei dati sul campo (quali le smart tag, i sistemi RFID, ...), sia a livello centralizzato con sistemi di gestione dei dati quali PDM (Product Data Management), PDKM (Product Data and Knowledge Management), PLM (Product Lifecycle Management) e nuovi strumenti di supporto alle decisioni che permettono ai vari attori coinvolti di raccogliere e inviare infor-

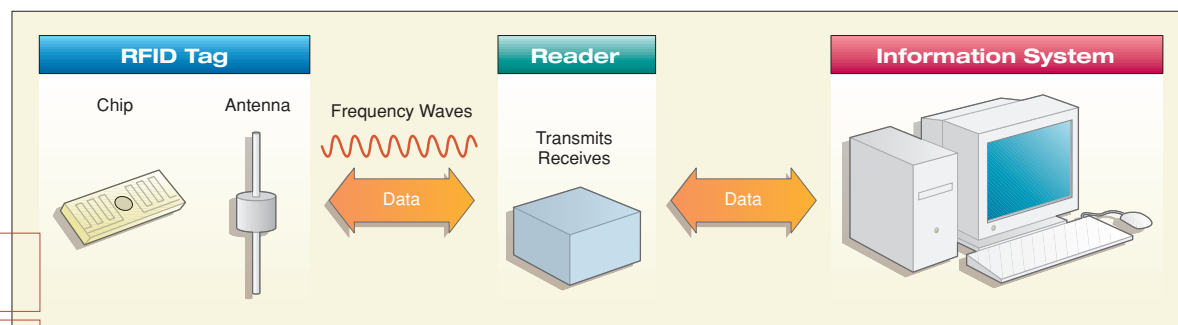
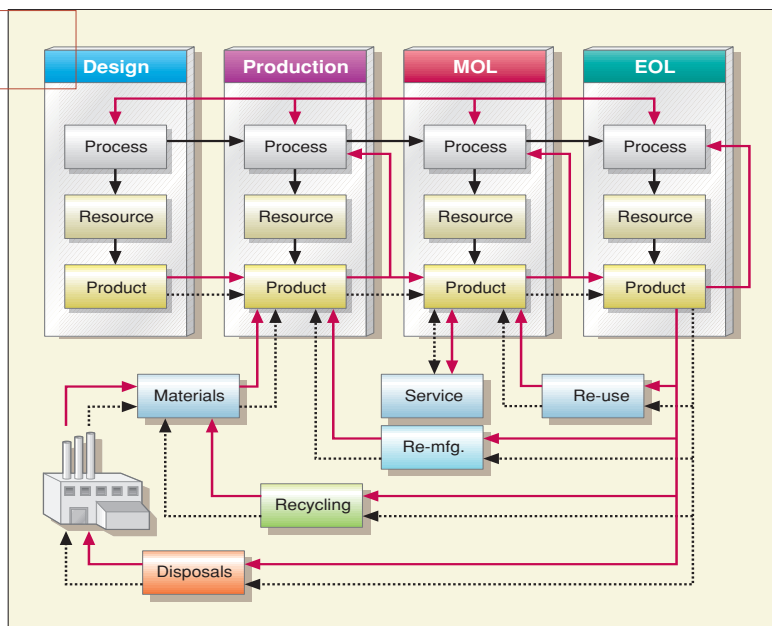


Figura 1. Schema del concept alla base del progetto PROMISE.

mazioni da/verso il prodotto, di analizzarle e trasformarle in conoscenze utili per il miglioramento del prodotto stesso o dell'interazione tra attori e tra attori e prodotto (Figura 1).

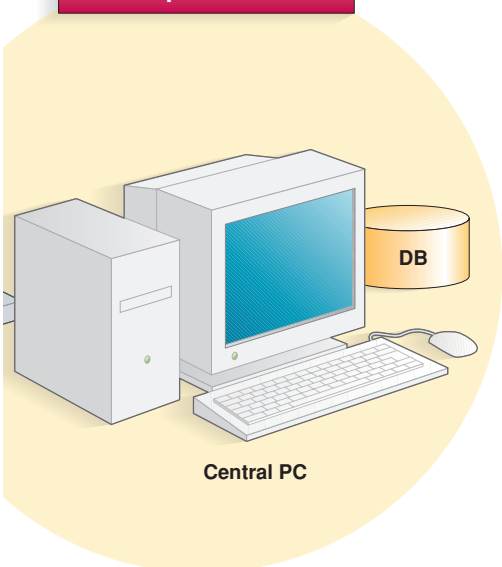
Le fasi che caratterizzano il ciclo di vita di un prodotto e che possono essere integrate tra loro grazie alle tecnologie abilitanti possono essere classificate nel seguente modo:

- Beginning of Life (BOL) che, oltre alle attività di ricerca e sviluppo, include la progettazione, l'ingegnerizzazione e la produzione;
- Middle of Life (MOL), che contempla la gestione del prodotto per quanto riguarda il suo utilizzo, i servizi forniti e la manutenzione. In questa fase rientrano tutte le attività riguardanti l'utilizzo del prodotto stesso e l'interazione tra prodotto, cliente (utilizzatore) ed azienda produttrice (ad es.: assistenza post-vendita, manutenzione, ...);
- End of Life (EOL), della quale fanno parte le attività riguardanti la dismissione e il riciclaggio del prodotto o di sue componenti.

Per ogni fase della vita di un prodotto sono sviluppati strumenti (PDM, ERP, SCM, CRM, ...) che ne facilitano le attività. Per garantire efficienza ed efficacia nella trasmissione dei dati e delle specifiche di progetto è necessaria una uniformità di fondo al flusso di informazioni che passa attraverso tutte queste differenti supporti che possono solo così essere integrati con successo.

Tra progettazione e produzione il flusso delle informazioni è pressoché completo e favorito da sistemi consolidati come i CAD/CAM. Anche il Product Data Management (PDM) e i sistemi di knowledge management sono spesso efficacemente ed efficientemente utilizzati dalle aziende. Il flusso informativo diventa via via più carente a partire dalle fasi di MOL fino all'EOL. Infatti, per la maggioranza dei prodotti ad alto contenuto tecnologico e, soprattutto, per quelli che producono 'rifiuti hi-tech' (come i materiali elettronici di consumo, gli elettrodomestici e i veicoli), sarebbe molto utile che il flusso di informazioni tra il prodotto e i diversi attori

Technical Assistance Department



IL CASO CRF

Una finalizzazione delle strategie di manutenzione predittiva per il settore automotive è la loro applicazione alla manutenzione personalizzata, il cui obiettivo è quello di rivedere la pianificazione dei tagliandi di manutenzione ordinaria in maniera tale da ottimizzare l'utilizzo dei materiali di consumo e permettere nel contempo una maggiore flessibilità di utilizzo al proprietario del prodotto. Questo aspetto assume particolare rilievo nel caso di veicoli commerciali per i quali la non disponibilità del veicolo rappresenta un costo diretto immediatamente quantificabile. Nell'ambito del progetto PROMISE il caso di studio che CRF sta analizzando è volto alla definizione di una strategia per la personalizzazione dell'intervallo di sostituzione olio motore e del filtro aria. L'attività in corso prevede il monitoraggio di una flotta di veicoli impegnati su differenti missioni (autostradale, urbana, suburbana). Tale attività sperimentale ha come obiettivo l'identificazione di misure indirette prevalentemente legate all'utilizzo del veicolo in grado di stimare con sufficiente precisione il degrado qualitativo dell'olio e del filtro aria.

La definizione di una strategia di manutenzione personalizzata prevede i seguenti passi:

- per i singoli componenti è necessario stimare mediante l'utilizzo di metodologie statistiche un algoritmo in grado di stimare l'autonomia residua in funzione dell'effettivo degrado occorso durante l'utilizzo del veicolo;
- tenendo in considerazione quanto stimato per i singoli componenti, si passa alla costruzione 'dinamica' di un piano di manutenzione in cui si accorpano più interventi manutentivi.

Il piano di manutenzione stimato tramite questo approccio metodologico fornirà come output un valore intervallato (in termini di tempo o di percorrenza) e sarà prospettato all'utilizzatore del veicolo quanto più in anticipo possibile. In questo modo si potrà sincronizzare l'intervento con le necessità di mobilità dell'utilizzatore del veicolo e sarà possibile passare da un calendario di manutenzione fisso e fortemente inefficiente in quanto definito su considerazioni di worst case, a un calendario di manutenzione flessibile e basato sull'effettivo profilo di utilizzo dei materiali di consumo/componenti.

non si interrompesse dopo la vendita. Il fatto che il flusso di informazioni si arresti poco dopo la vendita, infatti, impedisce il riutilizzo di dati relativi al prodotto stesso per la generazione di conoscenza fondamentale per le attività dei manutentori e degli attori coinvolti nella dismissione o nel riciclo, ma anche dei progettisti e dei responsabili della produzione. [Kiritsis et al 2003]

LA MANUTENZIONE INTEGRATA NEL CICLO DI VITA DEL PRODOTTO

Nell'ambito del progetto PROMISE, l'ITIA-CNR è coinvolto nello sviluppo di metodologie e strumenti per migliorare la gestione e l'integrazione della fase MOL con le altre fasi del ciclo di vita del prodotto. In particolare si sta lavorando per la gestione della manutenzione presso due realtà industriali piuttosto differenti, ma che richiedono entrambe di gestire in modo razionale tutti i dati

della manutenzione. Un primo settore al quale si fa riferimento è quello automotive. L'obiettivo che si vuole raggiungere con questo partner industriale consiste, principalmente, nella definizione e nello sviluppo d'un approccio innovativo in grado di migliorare la gestione della manutenzione di una flotta di veicoli commerciali, mirando a una riduzione dei costi complessivi a essa imputabili.

L'altro ambito riguarda, invece, la gestione della manutenzione di macchine utensili. In questo caso, l'obiettivo perseguito consiste nella riduzione dei costi relativi all'esecuzione di interventi di manutenzione sui componenti critici della macchina attraverso un miglioramento delle fasi di pianificazione ed effettuazione del servizio di assistenza tecnica.

In entrambi i casi, quindi, l'obiettivo ultimo consiste nell'abbattimento dei costi complessivi per la manutenzione, cal-

colati prendendo in considerazione come i costi della manutenzione possono ricadere con effetti positivi anche su tutte le altre fasi del ciclo di vita del prodotto che vanno dalla progettazione alla vendita fino alla sua dismissione.

Tra gli obiettivi del progetto PROMISE va senz'altro annoverato lo sviluppo di modelli e, successivamente, strumenti informatici che consentano di migliorare la gestione del ciclo di vita di particolari prodotti/soluzioni, realizzati dai partner industriali coinvolti nel progetto stesso. Tuttavia, per garantire effetti (benefici) su un più ampio spettro di imprese e soggetti industriali, che vada oltre le aziende che direttamente sono coinvolte nel progetto, è necessario sviluppare strumenti che siano in grado di soddisfare esigenze diverse e variegate. Per far ciò risulta irrinunciabile la definizione di soluzioni quanto più flessibili e modulari, che siano in grado di rispondere a realtà e richieste provenienti da un ampio spettro di settori industriali e di stadi della supply chain. L'approccio che si è scelto per garantire l' 'ereditabilità' dei risultati passa attraverso l'individuazione delle richieste specifiche di ciascun soggetto industriale coinvolto nel progetto, la definizione di attività elementari che consentano, complessivamente, di raggiungere l'obiettivo prefissato e, infine, la definizione di moduli e strumenti in grado, ciascuno, di supportare l'utente nell'attuazione delle singole attività.

Facendo riferimento alle metodologie di gestione della manutenzione oggi più diffuse (Fedele et al., 2004), (Swanson, 2001), (Bateman, 1995), è possibile proporre una classificazione basandosi sul modo tramite il quale l'utilizzatore 'tratta' la rottura del prodotto o di un suo componente. In particolare, è possibile definire tre approcci differenti: politiche reattive, politiche proattive e politiche integrate, quali il TPM (Total Productive Maintenance) e il RCM (Reliability Centred Maintenance). Adottando politiche di tipo reattivo, l'intervento di manutenzione viene effettuato solo in seguito alla rottura del prodotto o del componente. L'obiettivo perseguito da questa tipologia di approcci consiste principalmente nell'ottimizzazione del calendario degli interventi da attuare per la riparazione o la sostituzione degli elementi deteriorati

nel caso, ad esempio, di un insieme di prodotti.

Le politiche proattive, d'altro canto, operano col fine di evitare la rottura del componente e pianificano gli interventi di manutenzione in maniera tale che l'integrità del prodotto sia sempre garantita. Alcune di queste metodologie utilizzano dati storici e pianificano ex ante gli interventi da effettuare sul prodotto, in base all'affidabilità di altri prodotti simili realizzati in passato (manutenzione preventiva). Altri approcci, invece, si basano su di un monitoraggio in tempo reale dello stato dei componenti critici di un prodotto, che consenta di intervenire prima che il componente stesso raggiunga un livello di consumo o degrado che infici il funzionamento del prodotto stesso (manutenzione predittiva). Approcci, infine, come i sopraccitati TPM e RCM vanno oltre la mera gestione 'operativa' della manutenzione di un prodotto. Essi, infatti, presuppongono la definizione di una strategia d'intervento aggressiva in grado di migliorare la gestione complessiva del ciclo di vita, anche attraverso la realizzazione di strumenti in grado di favorire la comunicazione tra le diverse fasi ed, in particolare, quelle della progettazione e dell'utilizzo del prodotto stesso.

La scelta tra le diverse alternative va effettuata calibrando i costi derivanti da un'eventuale rottura del prodotto e i costi legati alla gestione ed all'attuazione degli interventi manutentivi.

Per entrambi i partner industriali cui viene fatto riferimento nella presente trattazione, in particolare, è parso interessante e opportuno optare per un approccio che, da un lato consentisse di migliorare le attuali prestazioni e, dall'altro, non arrivasse a incidere troppo sulle politiche e le strategie aziendali delle realtà nelle quali andava a inserirsi, in modo da consentirne una più facile e rapida adozione. Per questo motivo, trascurando le politiche di tipo reattivo, largamente inefficienti per entrambi i settori esaminati, si è scelto di adottare un approccio graduale all'inserimento di elementi innovativi negli attuali processi aziendali.

La scelta è, quindi, ricaduta su politiche manutentive di tipo proattivo e, in particolare, anche con l'intento di sfruttare la tecnologia degli RFID sviluppata

in seno al progetto, di manutenzione predittiva (Figura 2).

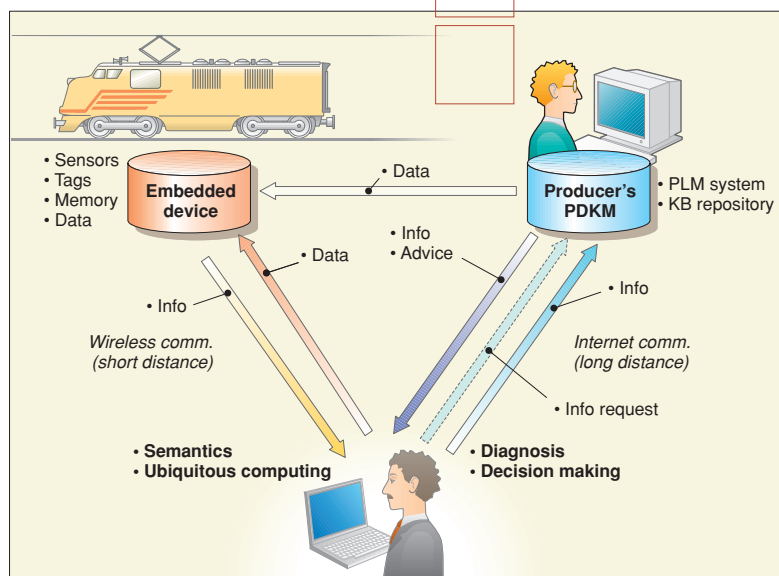
Per il settore automotive tale scelta risulta piuttosto innovativa: infatti, la maggior parte dei produttori di veicoli (commerciali e non) è attualmente orientata su politiche di manutenzione preventiva, specie per le fasi di vita del prodotto immediatamente successive all'acquisto e, specie per veicoli più prossimi alla dismissione, su politiche reattive (l'intervento manutentivo viene attuato solo in seguito alla rottura del componente).

Più frequenti ma non ancora molto dif-

ferenti di tipo predittivo, dunque, richiede il verificarsi di una serie di precondizioni. Sono necessari:

- strumenti in grado di monitorare in tempo reale lo stato di consumo e degrado dei componenti critici;

Figura 2. Le tecnologie abilitanti dei sistemi di tracciabilità si basano sul fatto che da un sistema di rilevazione dei dati dal prodotto (una etichetta RFID per esempio) vengono trasmessi i dati ad un sistema di raccolta e successivamente immagazzinati nel sistema informativo per elaborazioni e utilizzo.



fuse invece, sono le politiche di manutenzione predittiva nell'ambito delle macchine utensili ed, in particolare, per fresatrici utilizzate per la lavorazione di stampi.

Coerentemente con l'intento di fornire uno schema generico che possa essere adottato da un ampio spettro di settori industriali, è possibile sintetizzare come segue le fasi principali che compongono l'attuazione di una politica di manutenzione di tipo predittivo:

- raccolta dati fisici (in tempo reale) attraverso sensori o altri strumenti atti al monitoraggio dei componenti critici (precedentemente individuati);
- comparazione dei suddetti dati con valori storici dei livelli di consumo/degrado dei componenti monitorati;
- definizione della tipologia di intervento da porre in atto (es.: sostituzione componente, riparazione componente o posticipo dell'intervento).

La realizzazione di una politica manu-

- un database di dati storici che consentano di mettere in relazione il livello di consumo o deterioramento dei singoli componenti con la probabilità di rottura degli stessi;

- uno strumento di calcolo a supporto delle decisioni in grado di effettuare la comparazione tra i valori monitorati e quelli storici e che supporti l'utente nella definizione della tipologia d'intervento meglio confacente alle reali condizioni dei componenti monitorati.

Lo strumento di supporto alle decisioni proposto si basa su di un algoritmo che minimizza i costi legati alle varie fasi del ciclo di vita del prodotto. In particolare, vengono prese in considerazione tutte le fasi che vanno dal momento attuale sino alla dismissione/riciclo del prodotto stesso e viene individuato il calendario di interventi manutentivi da effettuare che consenta di minimizzare i costi complessivi legati alla manutenzione.

Tre sono le tipologie di voci di costo che

vengono prese in considerazione nell'ottimizzazione: costi legati all'intervento di manutenzione (materiale e componenti sostituiti, manodopera,...), costi legati ad inefficienze nell'utilizzo del prodotto stesso causate dal deterioramento del prodotto o di suoi componenti e, infine, costi legati al verificarsi di rotture o danneggiamenti di altri prodotti, macchinari o persone causati da un eccessivo ritardo nell'effettuazione dell'intervento manutentivo (in questo caso viene calcolata una probabilità d'accadimento dell'evento che aumenterà con l'incremento della dilazione dell'intervento di manutenzione). Le suddette voci di costo vengono calcolate per ciascun istante della vita residua del prodotto che s'incontra tra l'istante in cui viene presa la decisione sino alla sua dismissione. Il calendario di interventi di manutenzione da effettuare viene scelto minimizzando il costo complessivo ottenuto sommando le tre tipologie di voci sopra elencate per tutte le fasi residue della vita del prodotto. Nell'individuazione delle alternative viene presa in considerazione anche la disponibilità dei vari attori coinvolti (principalmente: l'utilizzatore del prodotto ed il manutentore), così da incrementare la flessibilità ed il livello di personalizzazione dello strumento.

ANALISI COSTI-BENEFICI

L'introduzione di queste tecnologie abilitanti a vari livelli del ciclo di vita di prodotti durevoli, come le macchine utensili o i veicoli, rappresenta una nuova opportunità di business dal momento che il prodotto fisico viene arricchito di servizi aggiuntivi (quali la telediagnosi, il monitoraggio a distanza, la manutenzione ondemand, ...) che comportano notevoli risparmi di costo.

Lo strumento che è stato utilizzato per valutare l'impatto di un'innovazione nell'arco dell'intero ciclo di vita è il Life Cycle Costing. Questa metodologia permette di stimare, l'impatto di una decisione, già nel momento della progettazione, su le fasi a valle del ciclo di vita del prodotto che deve essere innovato. La procedura consente una valutazione integrata delle varie fasi e delle diverse voci di costo da considerare. Il modello creato per eseguire l'analisi dell'impatto della manutenzione predit-

IL CASO FIDIA

L'approccio di manutenzione predittiva che si intende implementare si basa sull'analisi di dati relativi al funzionamento di una macchina utensile raccolti attraverso sensori posizionati su componenti critici. Nello specifico, lo scopo consiste nell'identificare comportamenti critici degli assi e dei loro componenti. I dati saranno raccolti automaticamente e costituiranno un input per il sistema di supporto alle decisioni al fine di valutare l'opportunità di un intervento di manutenzione sulla macchina. L'intervento può consistere nella sostituzione o riparazione di un componente oppure nella regolazione di un singolo componente o dell'intera macchina, a seconda della specifica situazione.

Come noto, le prestazioni di una macchina utensile sono soggette a un progressivo decadimento e la gestione dell'efficienza dipende così direttamente dall'operatore, che ha il compito di fissare i parametri di lavorazione che consentano di mantenere il livello qualitativo richiesto alla produzione. Entro un certo livello di degrado, la qualità della lavorazione è mantenuta a livelli accettabili mediante una riduzione della velocità di lavorazione a scapito, naturalmente, dell'efficienza produttiva: questo approccio non porta ad uno sfruttamento ottimale delle capacità della macchina. L'introduzione di criteri di valutazione in grado di identificare lo stato dei vari componenti ed il bilanciamento ideale tra velocità di lavorazione e qualità del prodotto permette una migliore gestione delle prestazioni. Inoltre un intervento puntuale allo scopo di evitare un guasto e una fermata è essenziale per il raggiungimento di una strategia efficace nell'approccio al miglioramento delle prestazioni.

tiva sul ciclo di vita della macchina utensile è stato sviluppato considerando sia il punto di vista del produttore di macchine utensili che quello dell'utilizzatore e i benefici che entrambi traggono dall'utilizzo di una nuova politica manutentiva. La realizzazione di questo modello è stata preceduta da un'analisi di tutte le voci di costo che rilevanti nella progettazione, realizzazione, produzione e vita di un prodotto, in particolare di una macchina utensile. Il modello dei costi sviluppato è di facile accessibilità per l'azienda e può essere utilizzato ogni volta che risulta necessario valutare progetti innovativi. La visione sul ciclo di vita incorporata nel modello permette al produttore di avere un approccio prudentiale alla valutazione degli investimenti che consideri anche i costi che devono sostenere i partner a valle della catena di fornitura. Il LCC è un prezioso strumento per aiutare i produttori ad analizzare i propri processi e a migliorare i prodotti e in qualche modo anche il consumatore ad essere più informato nelle sue scelte. Dal momento che attraverso il LCC si fa riferimento alla stima dei costi che un'azienda dovrà sostenere nell'ambito del ciclo di vita del prodotto per l'introduzione di nuove tecnologie, pro-

dotti o processi, esso costituirà la funzione obiettivo nelle decisioni concernenti lo sviluppo del prodotto. Inoltre il LCC si può considerare come strumento da integrare negli applicativi PLM dal momento che può essere usato nella fase iniziale di definizione di prodotto e di progetti innovativi. L'aspetto innovativo è legato alla necessità di gestire il flusso informativo dal cliente al fornitore per chiudere il loop di informazioni mancanti. Il prototipo sviluppato può essere usato sia dal produttore nel momento in cui deve progettare un nuovo prodotto, sia dall'utilizzatore nel momento dell'acquisto della macchina.

Claudio Roberto Boër è direttore di ricerca presso ITIA-CNR, Institute of Industrial Technologies and Automation, di Milano e Rossana Fornasiero, Marzio Sorlini, Andrea Zangiocomi sono ricercatori presso lo stesso Istituto. Nicoletta Francone opera presso il Centro Ricerche FIAT, Business and Information Technologies.

readerservice.it

ITIA n.24

CRF n.25

Fidia n.26