

La Diagnostica e la Manutenzione Predittiva

Automanutenzione, ovvero la capacità di conservare immutate nel tempo le potenzialità produttive, oltre al valore intrinseco degli *assets*. Il tutto facendo ricorso a personale interno all'azienda, mentre si cerca di ridurre al minimo le fermate, i costi fissi del magazzino, il rischio ambientale, gestendo al meglio risorse umane sempre più motivate, anche se scarse numericamente.



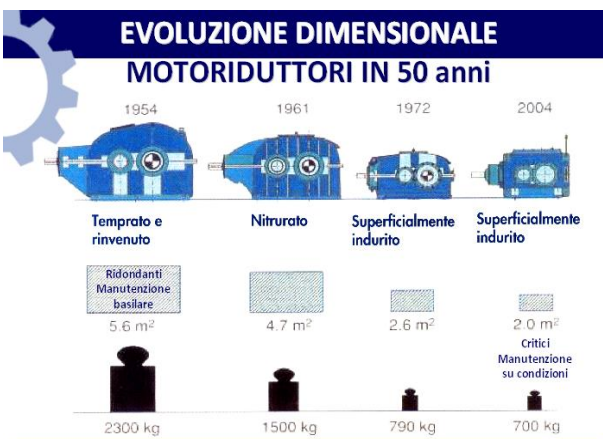
Sono alcuni dei “desiderata” di chi deve pensare alla produzione e che dalla manutenzione corrente pretende il massimo in termini di efficienza e rapidità di intervento.

Tale traguardo era ben difficilmente raggiungibile solo venti anni addietro, epoca a cui risalgono la maggioranza degli insediamenti industriali italiani od europei.

Molte installazioni nell'industria pesante (ma anche di processo) sono state concepite come un grande investimento in termini di hardware, con scarse attenzioni al “LCC” (*Life Cycle Cost*) ed alla oggettiva manutenibilità.

Si ricercava prioritariamente il ritorno economico e l'ammortamento degli *assets* in tempi brevi, valutandone l'efficacia solo in termini di produzione beni/ore lavorate; un basso costo in fase di acquisto era garanzia di sicuro successo.

Si è poi scoperto che durante l'arco di vita degli impianti, il costo per interventi programmati (o peggio a guasto) superava di gran lunga l'investimento iniziale.



Nel tempo molte macchine sono divenute obsolescenti, ma pur sempre indispensabili al processo, e si è fatto ricorso, come soluzione pratica all'unica panacea possibile, ovvero alla Diagnostica ed alla Manutenzione Predittiva; le sole garanzie contro il rischio di un decadimento incontrollato.

Contemporaneamente lo sviluppo tecnologico ha risposto all'esigenza di incrementare i margini produttivi con la progettazione di macchine sempre più veloci, meno ingombranti e più economiche, ma anche molto più critiche! Oggi per implementare un'attività

diagnostica precoce, all'interno della Manutenzione ordinaria, occorre conciliare l'esigenza dei volumi produttivi richiesti dalla grande distribuzione, ed al contempo inserirsi senza traumi nelle procedure correnti. Molto spesso si tratta di scelte "politiche" che possono scaturire solo dalle pressioni di un management davvero motivato.

La ricerca attiva delle "cause prime del guasto" è ben più sviluppata nel campo della fisiopatologia umana; anche in questo caso per la tempestiva cura dei sintomi legati all'invecchiamento (un processo incontrovertibile nella società odierna), occorre fare ricorso a test diagnostici sempre più sofisticati, seppur resi semplificati ed economici. Il tutto per garantirne l'applicazione estensiva, alla portata di tutti. Gli organismi viventi impiegano strumenti di automanutenzione (in biologia si parla di omeostasi) in maniera continuativa, a loro insaputa. Quando tali processi si arrestano o rallentano, scattano i fenomeni degenerativi (definiti genericamente "mal essere").

LA CHIRURGIA

In antico era proprio la **CHIRURGIA** invasiva quella che riceveva le maggiori **attenzioni** da parte del pubblico



Lezione di anatomia - REMBRANDT. F:1632

Da qui nasce il ricorso alla medicina preventiva e l'impegno per raggiungere il famoso *Life Extension Factor*, senza compromettere l'autonomia ed operosità (fisica ed intellettuale) dell'uomo moderno.

Il reperimento di strumenti diagnostici per impiego in campo industriale semplici, efficaci e puntuali è oggi

facilitato, grazie ad un'indagine su qualunque motore di ricerca internet. Ci sorprenderà la convergenza delle terminologie impiegate.

In tali contenitori virtuali di informazioni la commistione tra fisiopatologia umana e diagnostica meccanica è ben presente, confermando come l'innovazione in tali settori proceda secondo linee guida dettate da protocolli universali.

In altre occasioni mi sono spinto ad esaminare quali e quanti siano i *links* tra prevenzione medica e cura delle macchine e come sia stimolante mutuare dal linguaggio medico definizioni oggi in voga anche nel settore industriale evoluto.

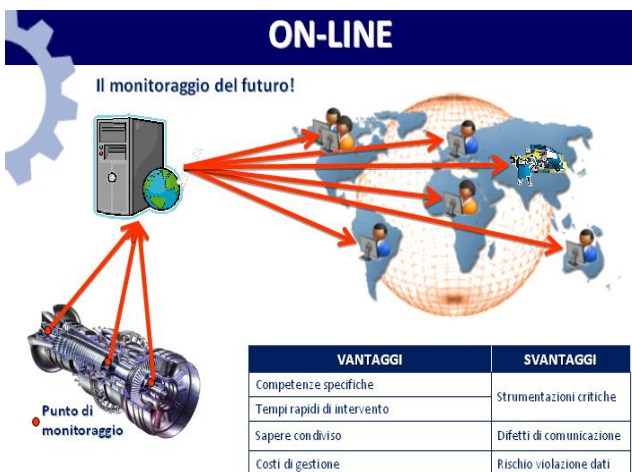
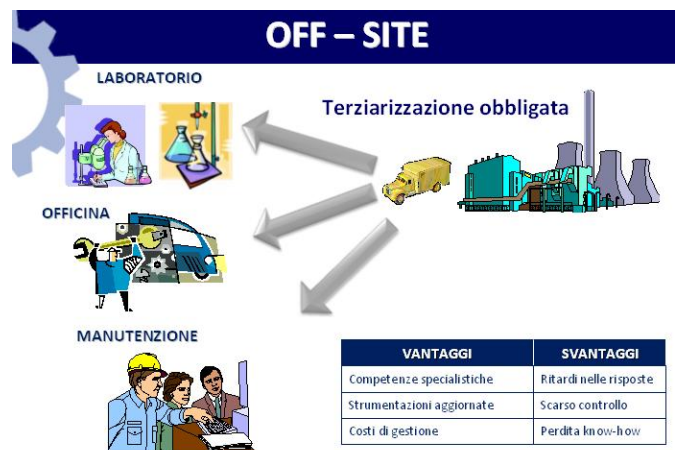
In occasione di questo Congresso vorrei fornire un contributo su ciò che rende sempre più praticabile l'ipotesi "Manutenzione Predittiva" tramite la diagnostica, superando alcuni dei vincoli fisici sin qui incontrati da parte degli operatori.

Potenzialità dell'informattizzazione

Il ritmo attuale dello sviluppo tecnologico nel campo dell'informatica e dell'elettronica ha prodotto profondi cambiamenti in tutti i settori dell'ingegneria. La sempre più capillare diffusione della rete ha permesso di delocalizzare le informazioni senza perderne l'accessibilità. Siamo entrati in un'era di informazione "diffusa". Le ricadute nel mondo della manutenzione sono state notevoli e profonde.

Si è passati dalle procedure *off site* (con interventi saltuari da parte di personale specialistico o consulenti esterni) all'*on site* (sviluppando competenze interne all'azienda) al *real time* (introducendo determinati sensori ed amplificatori dei "segnali deboli" nelle linee e nelle macchine più critiche) fino a giungere all'*on line* (ovvero alla possibilità di

condividere in tempo reale parametri operativi, mutuati dall'impianto con esperti o consulenti non necessariamente aziendali). Nasce così la possibilità di creare competenze condivise a livello web, con diversi livelli di accesso e di autorizzazioni. Si può ipotizzare di creare un primo livello di informazioni accessibili solo da personale aziendale o da consulenti legati all'azienda, mentre un secondo step (privo di informazioni strategiche o legate alla privacy) risulterebbe aperto a tutti. In particolare questo approccio permetterebbe di condividere i dati inerenti un particolare asset a livello mondiale, aumentandone la conoscenza diffusa e permettendo la ricerca di soluzioni efficaci, testate e disponibili velocemente. Con ciò giungendo al paradosso (in un regime di security e tutela rigorosa della privacy) che custodire gelosamente la propria conoscenza non sempre rappresenta la scelta strategica vincente.



Le prospettive legate allo sviluppo di tali tecnologie (grazie a palmari, sensori RFID, strutture web-server autonome...) sono assai entusiasmanti e fanno prevedere la possibilità di grandi sviluppi diagnostici, a costi sempre più contenuti.

In particolare l'accesso continuo alle informazioni già strutturate, la loro replicabilità e delocalizzazione permettono

di immaginare un team di manutentori esperti, che dalla sede centrale dell'azienda è in grado di controllare tutto il parco macchine dislocato anche in altre sedi. Lo sviluppo di tali tecnologie consente di ipotizzare possibilità enormi (praticamente tutti i "desiderata" sulla gestione informazioni possono essere soddisfatti) tanto che siamo nuovamente in un periodo d'oro per reinvestire sulla risorsa umana. Non ci troviamo più nella condizione di avere gruppi di esperti "replicati" e divisi equamente presso ogni sede (con la figura tecnica vicina fisicamente alla macchina, e la necessità di raggruppare gli assets in vincoli spaziali stringenti). Bensì dei team dal potenziale molto maggiore della somma algebrica delle singole competenze. La vicinanza fisica di tali figure gestionali, associata alla contiguità "virtuale" dei macchinari, permetterebbe una crescita culturale e di competenze che l'azienda può sfruttare al meglio. Soprattutto in un'ottica di crescita intellettuale, mirando a centri di formazione continua in grado di far crescere giovani leve in comunione con il team di esperti. La inutilità di continui spostamenti libera risorse in grado di concentrarsi sui reali problemi e sulle azioni correttive.

La raccolta ed il trasferimento dati ormai non presenta difficoltà. Non abbiamo più bisogno dell'utile ma ormai superata pratica del *data entry* che ha permesso (mediante un passaggio storicamente fondamentale) di trasformare le informazioni da analogiche (su carta, o rilevate da manometri, spie, etc.) in digitali, ma sempre soggetto ad errori umani. Ogni macchinario di moderna progettazione è in grado di restituire i propri parametri di funzionamento in formato digitale; mentre per i sistemi non così avanzati esistono e sono stati sviluppati strumenti che si occupano espressamente di questa attività (*data logger*).

Abbiamo sviluppato con gli RFID la possibilità di etichettare e tracciare a costi irrisori qualsiasi oggetto fisico presente, trasformandolo "quasi per magia" in una entità digitale/virtuale in grado di comunicare con il sistema informatico. Con ciò superando lo spinoso problema dell'identificazione e localizzazione del bene.

Prospettive di sviluppo

Un altro scenario ricco di prospettive scaturisce dalla possibilità di applicare le moderne tecniche dell'intelligenza artificiale nella diagnostica corrente. Grazie allo sviluppo di reti bayesiane o neurali si possono ottenere ottimi risultati partendo da una *knowledge* che possiamo costruire proprio grazie alla acquisizione semplificata, in formato digitale dei dati dei macchinari sotto controllo.

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Con il termine **intelligenza artificiale** si intende generalmente l'abilità di un computer di svolgere funzioni e ragionamenti tipici della mente umana.

Nel suo aspetto puramente informatico, essa comprende la teoria e le tecniche per lo sviluppo di algoritmi che consentano alle macchine di mostrare un'abilità e/o attività intelligente, almeno in domini specifici.

GOLD NET

learning

3000	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3000	1	2	4	4	3	2	2	3	3
3000	2	1	1	2	1	2	3	3	3
4000	1	2	3	3	3	2	3	3	3
4000	2	1	1	2	1	2	2	1	1
4000	1	2	2	1	1	3	3	1	1

DATABASE

LEARNED NET
s. diff = 3
cross-entropy = 0.177

PRIOR NET
s. diff = 3
cross-entropy = 0.177

learning

LEARNED NET
s. diff = 3
cross-entropy = 0.177

Nel settore c'è ancora molto scetticismo nel delegare ad un calcolatore questa delicata attività, ma gli sviluppi odierni sono incoraggianti.

Soprattutto riflettendo sul fatto che non si tratta di contrapporre in maniera polemica l'intelligenza artificiale applicata alla diagnostica alla figura del manutentore esperto (sempre nell'ottica del miglioramento in termini di efficienza ed affidabilità). Nessuna ricerca di una sterile supremazia "di posizione". Bensì un percorso dinamico, legato ad una fattiva collaborazione tra diverse competenze in specifici settori diagnostici per "educare" l'intelligenza artificiale, migliorandone costantemente le *performance*. I primi *step* da seguire sono collegati allo sviluppo di una simile entità, in grado di distinguere i casi "degni di particolare attenzione" da quelli che rientrano in eventi (ricavati dai dati storici) ben definiti o che non presentano ambiguità. Il supervisore avrà così la possibilità di concentrare le proprie risorse, circoscrivendo il suo sforzo creativo a pochi casi ben definiti. Il cerchio andrà poi chiuso con il trasferimento della decisione presa dalla mente umana - come feedback - all'intelligenza artificiale stessa. Gli eventi di dubbia interpretazione da parte del sistema (ancora in fase di apprendimento) dovranno progressivamente diminuire, permettendo un controllo sempre più puntuale ed automatizzato. Un percorso lungo e complesso, attualmente oggetto di intensa sperimentazione universitaria. L'obiettivo è però ben definito e chiaro: permettere sempre più all'automazione ed all'informatica di alleviare la fatica (e la scarsa "retribuzione intellettuale") di un lavoro ripetitivo e poco stimolante. Tutto ciò - ci auguriamo - consentirà al manutentore evoluto, svincolato dalla routine, di dedicarsi alla ricerca di soluzioni sempre più ardite e concettualmente stimolanti.

Intervento di P.G.Adriani e M. Paoli per:

Congresso Italiano di Manutenzione

Verona, mer. 22 Ottobre, 2008