



Attilio Fiocco (Attilio)

LA RICERCA GUASTI IN AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

8 January 2014

"Strada impervia..."

...se non impraticabile oltre un certo punto".

Se volessimo porre il concetto espresso dal titolo di questo articolo sotto forma di metafora, di questo si tratterebbe.

L'automazione industriale e` paragonabile ad un frullato multidisciplinare di componenti, teorie e tecniche che non coinvolgono esclusivamente la materia "elettrica" ovviamente. C' e` infatti la meccanica, soprattutto quella di precisione, la fluidodinamica, la pneumatica ed altro ancora.

Esistono molti punti di approccio al tema dell'automazione industriale, in questo portale la maggior parte di questi, riguarda la progettazione e la realizzazione di sistemi di varia natura, piu` o meno complessi.

Per me e` sempre stato un argomento affascinante, tuttavia mi sono quasi sempre trovato in tutt'altra posizione, ed e` questo l'approccio che voglio e che posso cercare di seguire. Quello di colui il quale sta dall'altra parte rispetto ai progettisti e ai costruttori, i quali si sono "scervellati" per realizzare un insieme di macchine, impianti, programmi e logiche integrate atte a rendere un'automazione servibile e funzionante ad un determinato scopo/processo produttivo.

E` indispensabile, stringere man mano il cerchio.

L'usura, il guasto, i malfunzionamenti piu` disparati, sono fenomeni all'ordine del giorno in una struttura produttiva o gestionale che faccia dell'automazione il suo fulcro. Essi sono tanto piu` numerosi e vari, quanto piu` la struttura sia vasta e complessa.

La manutenzione

Una definizione ad ampio respiro di questo termine, nel contesto in cui affondo le radici di questo articolo, potrebbe essere: *"organizzazione di uomini, mezzi e procedure, atte a ridurre le inefficienze e i fermi produttivi ed a migliorare la funzionalita` e la produttivita`, nonche` il mantemineto dei macchinari ad elevati standard di efficienza al fine di garantire la funzionalita` del sistema e la qualita` del prodotto"* .

Un po' lunga come definizione, di solito si cerca di condensare, ma questa è la mia visione da addetto ai lavori. Probabilmente qualcun altro ne avrà una migliore. Tuttavia, nonostante tutti i programmi e le attività di controllo e di prevenzione, non è praticamente possibile scongiurare l'intervento "a rottura" (brake maintenance). Qualcuno potrebbe non essere d'accordo, ma le ragioni di quanto appena detto sono almeno un paio:

- Tempo disponibile
- Costi di manutenzione

Le due voci in realtà sono due facce di un'unica medaglia, la manutenzione infatti, non può e non deve costare più di quanto non possa costare un eventuale fermo produttivo in tutti i suoi aspetti.

Lo stesso vale per le attrezzature e i macchinari. Questi devono essere sì mantenuti in uno stato di perfetta efficienza, ma il costo per porre in essere tale condizione, non può essere sproporzionato rispetto al valore intrinseco del macchinario/processo stesso.

È una questione di equilibri, di business, ma ancor prima di bilanci aziendali.

Alla **manutenzione** è chiesto di essere ancora più efficiente della stessa produzione, che spesso si traduce in "maggior risultato col minimo sforzo".

Leggendo fino a questo punto, direi che il titolo dell'articolo possa sembrare fuorviante, sembra infatti io stia parlando d'altro, della manutenzione come reparto a sé stante, come un'entità calata nella specifica realtà produttiva e tecnologica.

In effetti sono partito da lontano, giusto per dare la mia visione di insieme. Tuttavia non avrebbe grande senso continuare a scrivere di verità e teorie, rimanendo comunque confinati al campo delle definizioni.

Quello che mi proponevo era come sempre di dare qualche spunto, poca cosa davvero, specialmente in relazione al titolo dell'articolo.

Ma non potrebbe essere altrimenti, il campo infatti è davvero vasto ed io stesso ne conosco solo una infinitesima parte.

Guasti meccanici

Anche se quello che sto per scrivere non è propriamente un "assoluto", si può dire che un guasto meccanico è normalmente più intuitivo di un guasto elettrico e di conseguenza la sua risoluzione lo è altrettanto.

Non per niente, per l'individuazione di un guasto meccanico non servono particolari strumenti diagnostici, anche se a volte una termocamera IR non sarebbe male avercela!

I guasti meccanici il più delle volte si evincono dalla mancanza di un "moto" o di una funzionalità dipendente, come la trasmissione cinematica. Molte volte i grippaggi o altre condizioni di blocco, soprattutto quando parliamo di motori elettrici, evolvono

con l'intervento delle protezioni termiche.

Non si può dire altrettanto quando il guasto consiste nella rottura di elementi di accoppiamento (giunti, giunti elastici, chiavette, assi, pignoni, ecc..), in questi casi, continuando con l'esempio dei motori elettrici (ma anche pneumatici), il motore gira senza compiere tuttavia il lavoro richiesto.

Ma di meccanico, in un'automazione industriale non ci sono solo i cinematismi connessi ai motori elettrici.

Motori elettrici e trasmissione

Lo "schiavettamento"

è uno dei guasti più frequenti, soprattutto su forme costruttive di modesta taglia.

La chiavetta è quell'elemento che accoppia per incastro l'asse motore (in cui è predisposto l'alloggiamento per la chiavetta) all'elemento di trasmissione, che può essere un giunto o anche una semplice girante se il motore in questione è quello di un'elettropompa.

La chiavetta, usurandosi (magari a causa di un eccessivo giogo) arriva al punto di non fare più tenuta tra i due elementi. A questo punto, l'inerzia del carico e la perdita di connessione dell'elemento rispetto all'asse motore, determinano la riduzione fino alla completa assenza di lavoro utile.

Una pompa che non ha più forza in mandata, nonostante il motore giri regolarmente, potrebbe soffrire di tale problema.



asse con chiavetta

In ogni caso, il 99% degli interventi meccanici, e` bene ricordarlo per farsene buona pace, non puo` prescindere dallo smontaggio del dispositivo, fatte salve le eventuali verifiche manuali che possano dare un'idea dell'anomalia.

Niente di strano che smontando la parte di accoppiamento di un motore "schiavettato" ci si trovi di fronte ad un asse in condizioni a dir poco malconcio...



sede chiavetta

In casi ordinari, con alloggio della chiavetta in condizioni integre e` sufficiente sostituire la chiavetta. Ma nel caso come quello proposto nella seconda foto, mettere una nuova chiavetta in una sede dilaniata non avrebbe senso.

In questi casi, si fanno delle valutazioni caso per caso, passando dalla sostituzione dell'intero indotto (se disponibile), al rifacimento al tornio della sede di alloggiamento.

Giunti elastici, cinghie e catene

Tra i guasti che provocano l'assenza di lavoro al cospetto del normale girare del motore, c'è e` anche quello della rottura dei giunti di accoppiamento o di altri elementi funzionali, quali cinghie dentate o catene di trascinamento.

I giunti sono elementi soggetti a logoramento. Essi realizzano l'accoppiamento meccanico tra l'asse motore e quello del carico.

La loro durata e` funzionale soprattutto del numero di avviamenti e del tipo di avviatore utilizzato. E` intuitivo che di fronte ad un carico ad elevata inerzia, una partenza diretta sia piu` traumatica rispetto ad una partenza in rampa allungata nella quale il regime di rotazione venga raggiunto in maniera graduale.

*giunto**giunto*

Spesso a cedere per primo e` proprio l'elemento che confluisce elasticita` al giunto e che ne smorza gli attriti.

Mi e` capitato svariate volte di trovare l'elemento elastomerico ridotto in poltiglia, con la conseguenza che i denti dei giunti lavorando in presa ghisa su ghisa o alluminio su alluminio, alla lunga (neanche troppo) si spezzassero vicendevolmente.

Le cinghie e le catene di trasmissione, sono rispettivamente soggette ad allungamento/deformazione/sfilacciatura (fino alla lacerazione e relativa rottura) le prime e rottura meccanica le seconde.

In questi casi, essendo normalmente sistemi di rimando a vista, la diagnosi e` immediata.

Una cinghia spezzata normalmente va sostituita. Una catena interrotta, va sostituita tra le due false maglie della serie.

*catena**cinghie*

Grippaggi e bloccaggi

A differenza delle anomalie fin qui raccontate, i grippaggi spesso non determinano solo un'assenza di lavoro, piuttosto si ripercuotono anche sul generatore di moto che si trova più o meno improvvisamente a lavorare con un carico ad inerzia esponenzialmente maggiore rispetto a quella di dimensionamento. Basti verificare gli assorbimenti di un motore a gabbia a rotore bloccato.

Come detto in precedenza, in questi casi, spesso è l'intervento di un "termico" di protezione ad avvisarci del problema.

Numerosi sono gli elementi che possono essere oggetto di un grippaggio tra cui: cuscinetti, bronzine, pignoni, per citarne solo alcuni. Le cause, vanno dall'assenza di lubrificazione, all'usura, all'accoppiamento disassato (con parti che si trovano a

lavorare in condizioni di maggior sforzo rispetto al previsto) e via scorrendo.

Questo per quanto riguarda i componenti di maggior impiego in impianti industriali. Come detto prima però la meccanica è ovunque e non tutta è intuitiva come quella fin qui accennata.

Macchine specifiche, pompe volumetriche, valvole proporzionali, hanno un funzionamento la cui precisione è spesso demandata al corretto funzionamento di parti meccaniche. Crepature, lineature, fessurizzazioni anche impercettibili, possono creare anomalie di non facile riscontro immediato.

Una parentesi importante

Giusto una breve digressione sullo spunto emerso da quest'ultimo paragrafo.

Fare una trattazione delle tipologie più frequenti di guasto o del modo in cui ricercarne la natura, non è cosa semplice, o meglio, può esserlo finché parliamo di un motore elettrico generico, o di un qualsiasi altro dispositivo che possa essere visto come singolo elemento a se stante, estrapolato dal concetto di macchinario.

Ma anche così facendo, risulta difficile separare e settorializzare guasti meccanici da guasti pneumatici, piuttosto che idraulici ed elettrici, poiché spesso le varie nature si fondono in un tutt'uno.

Questo per dire, che l'approccio reale, davanti ad un guasto è spesso di tipo multidisciplinare, solamente dopo avere eseguito una serie di verifiche, ed avere individuato il problema reale si può catalogare il guasto come "meccanico", "elettrico" o altro.

Tutto ciò non fa altro che incrementare il personale e comunitario know how in fatto di ricerca guasti e risoluzione degli stessi.

È evidente che di fronte ad automazioni industriali di settore, specifiche o come si suol dire "customizzate" (modo che trovo orrendo, quando si potrebbe dire: fatte su misura per il cliente), e quindi non davanti ad un singolo pezzo della catena (quale il motore elettrico preso negli esempi precedenti), un ruolo determinante provenga dalla consapevolezza e dalla conoscenza approfondita di "come funziona" il sistema e i sotto sistemi che lo compongono.

Il tecnico della manutenzione, sostanzialmente deve essere un tecnico "*onnisciente*" almeno per quanto riguarda il suo spazio di impiego.

Questo è quello che vivevo nella mia realtà lavorativa. Nulla toglie che grosse aziende, possano puntare su figure diverse, ciascuna con una sua preparazione specifica in un determinato campo della tecnologia impiantistica. Aziende che possono permettersi squadre di manutenzione di dieci, venti, cinquanta unità per turno. Nella PMI, spesso non è così e si ripropone il concetto di polivalenza funzionale.

Tuttavia quando si acquista esperienza specifica, si acquista congiuntamente anche metodo procedurale e lo si affina col tempo. Se così non fosse, questo articolo non avrebbe alcun senso, potendo essere applicabile solo a contesti specifici.

Chi è soggetto preposto alla ricerca e alla risoluzione dei guasti, deve normalmente avere una capacità di valutazione assai aperta. Una volta acquisito il metodo e l'esperienza necessaria, ponendosi in una realtà sconosciuta ed estranea ai suoi precedenti, anche se con un po' di smarrimento iniziale, non ci vorrà molto a mettere in pratica "il metodo" di ricerca.

Guasti pneumatici e fluidodinamici

In verità queste due famiglie di guasti possono essere ricondotti a problematiche distinte di natura "meccanica" o "elettrica", poiché scomponendo un sistema pneumatico o idraulico nelle sue varie componenti, troveremo quasi sempre parti meccaniche in movimento logico ed eventualmente parti elettriche di comando/controllo.

È difficile analizzare singolarmente questi componenti, se ne può tuttavia citare qualcuno.

Pompe

Ne esistono di innumerevoli specie e tipologie, a seconda della destinazione d'uso, dei materiali da "pompate", delle portate richieste, del dislivello di pompaggio, di eventuali contro pressioni, del luogo di installazione e tanto altro ancora.

Anche i comandi e l'alimentazione, possono essere di varia natura (elettrica, pneumatica, combinata, ecc.).

Pressoché tutte le pompe però sono dotate di elementi meccanici adibiti al lavoro vero e proprio (sfere, giranti, pistoni, palette, ecc..) e al contempo dei necessari elementi di tenuta (guarnizioni e membrane, premistoppa, o-ring, tenute, baderne, ecc..).

Trafilamenti

E lapalissiano, quando una pompa trafile è sinonimo di qualche tenuta ormai usurata che chiede di essere sostituita.

In mancanza di un "esplosivo" della pompa da smontare (ma questo vale per qualunque componente meccanico composto da varie parti montate in assieme), è bene sistemare tutti i pezzi in maniera ordinata sul banco da lavoro, man mano che si proceda con l'apertura delle varie parti.

Spesso le varie parti sono costruite in maniera tale che non si possa sbagliare a

rimontarle, ma questa non e' una regola, quindi crearsi dei riferimenti (punzonare) eventuali lati combacianti che possano essere erroneamente invertiti o fotografare se ve ne fosse la possibilita' le varie fasi di smontaggio.

Le eventuali guarnizioni logore o le membrane spaccate sono abbastanza facili da riconoscere, tuttavia e' buona regola, una volta che la pompa sia completamente smontata, procedere alla sostituzione dell'intero kit di tenute e guarnizioni varie. Anche questo vale non solo per le pompe.

Per le tenute con premi stoppa (generalmente poste a tenuta dell'asse motore) sara' sufficiente dare qualche giro di chiave ai due dadi che premono la "stoppa" (almeno finche' questa non sia del tutto logora).

Mancanza di pressione o assenza di pompaggio

Anche qui, bisognerebbe valutare in considerazione del tipo di lavoro o di pompa.

Sappiate comunque che la maggior parte delle giranti generalmente sono soggette ad usura e a rottura.

Oltre ovviamente al controllo dell' eventuale assenza di aria compressa di alimentazione (per le pompe pneumatiche), va verificato che il problema non sia riconducibile a valvole di pilotaggio o di by-pass della pompa stessa.

Per tipi di pompe, apparentemente piu' complicate, tipo quelle a pistoni assiali o a palette, cercate bene gli "esplosi" delle stesse, prima di apprestarvi a smontarle.

Se non li trovate, fate ancora piu' attenzione che in precedenza durante le fasi di smontaggio.

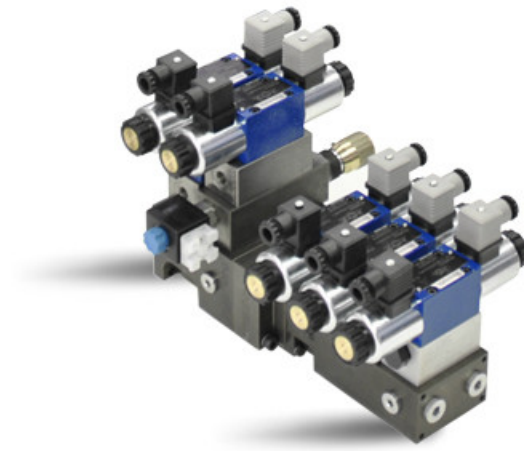
Servovalvole

Anche di valvole ne esiste una caterva. Ma il discorso e' identico a quello delle pompe.

Mettendo da parte le valvole manuali, malfunzionamenti potrebbero essere dovuti alla rottura di spilli/cursori che agiscono all'interno del blocco valvola o del distributore, alla presenza di sporco o alla parte di comando (attuatori).

Quanto sopra nel caso si tratti di valvole on/off, nel caso di servovalvole proporzionali, queste integrano un circuito elettronico spesso con regolazione di tipo PID (proporzionale, integrale e derivato) atto a modulare l'apertura della valvola in funzione delle richieste specifiche. Normalmente il sistema funziona in anello chiuso e in retroazione, cio' vuol dire che dato un set point prefissato, la regolazione impone alla valvola quanto aprirsi, a valle poi, attraverso opportuni trasduttori (dispositivi capaci di trasformare una grandezza fisica in un segnale elettrico gestibile dal sistema di supervisione e controllo) si ha il riscontro di tale azione e l'eventuale tendenza a correggere (fin quando possibile) il pilotaggio qualora il sistema notasse una deriva fuori dai limiti previsti.

Per rendere l'idea e' un po' come il sistema di funzionamento dell'impianto ABS di un'automobile.

*valvole**valvola proporzionale*

Valvole pneumatiche ed elettropneumatiche

Il problema a cui piu` spesso vanno incontro e` la rottura delle guarnizioni di tenuta dei passaggi interni.

Questo provoca malfunzionamento degli attuatori comandati e spesso e` associata a sonre perdite d'aria in prossimita` degli scarichi.

In proposito, c' e` [questo](#) articolo che accennava al tema delle valvole in questione.

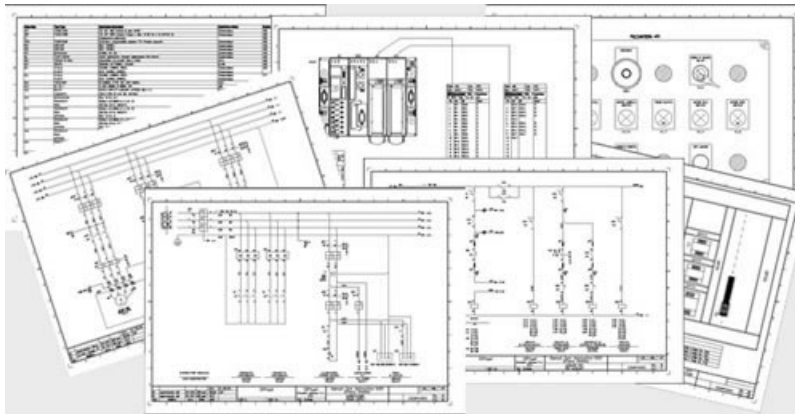
Guasti elettrici

E qui si apre un mondo.

Differentemente da quanto visto fino ad ora, nell'universo dei guasti elettrici non sempre c'è la possibilità di verificare un guasto semplicemente smontando un dispositivo. Il problema maggiore semmai, è proprio quello di intercettare il dispositivo guasto attraverso una serie di controlli che non sempre sono intuitivi come invece poteva esserlo per malfunzionamenti meccanici.

È difficile anche impostare il discorso. Quasi tutta l'automazione industriale si basa su principi elettrotecnici ed elettronici con annessi protocolli di comunicazione.

Se è vero che un guasto meccanico, lo si può intercettare e riparare anche senza l'ausilio di schemi e disegni, è altrettanto vero che andare alla ricerca di un guasto elettrico, senza avere lo schema dettagliato della macchina/impianto che si ha davanti è cosa assai più complessa, per non dire di peggio.



sistema-automazione-industriale.jpg

Essendo il campo che ho avuto modo di approfondire con più soddisfazione ed interesse, dico subito che il mio approccio con i guasti di natura elettrica (ma non solo, in realtà quello che segue è il concetto che sta alla base di ogni guasto, sul nascere) è simile, nella forma, a quella di un **albero di natale**.

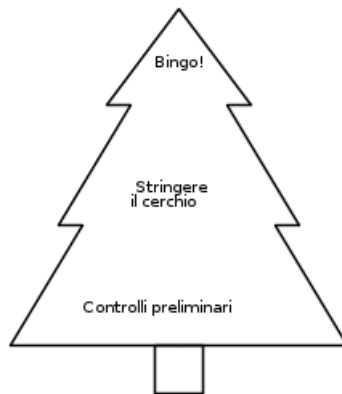
Davanti ad una macchina che non esegue un ciclo di lavorazione, davanti ad un allarme, davanti ad un malfunzionamento improvviso, l'esperienza ci consiglia una prima sfilza di controlli da eseguire, l'ordine è quello probabilistico che si consolida proprio con l'esperienza specifica. Prima di ciò c'è la conoscenza dei dispositivi basilari, dei vari dispositivi presi singolarmente e del loro funzionamento "sinfonico" (tutti insieme per perseguire un solo fine).

Questa serie di controlli, proprio perché un problema può essere figlio di diverse madri, sta alla base del mio albero di natale.

Ma non sempre le cose ci appaiono per quel che sono, e anche il concetto di probabilità ha i suoi vizi e i suoi limiti, sicché man mano si eseguono i controlli discriminatori al fine di escludere di volta in volta un presunto "colpevole" (o quanto meno un indiziato!), si scala sempre di più l'albero di natale.

La cima o il puntale non e' altro che l' "acme", l'individuazione del problema generante l'anomalia.

Sono arrivato alla conclusione che piu' alto e' l'albero di natale immaginario, piu' si saranno comprese ed assimilate nozioni utili, feedback di inestimabile valore in quel contesto. Questo non solo per avere alla fine risolto il problema, piuttosto perche' prima o poi tutto ri-torna utile.



Problemi di alimentazione (assenza di tensione)

E' un classico dei problemi, un'alimentazione di un quadro o di un gruppo prese o di un'utenza che all'improvviso viene a mancare, una spia di presenza rete che si oscura.

Be' sara' anche il piu' banale dei problemi, ma il [recente racconto](#) di **carlomariananenti**, mi insegna, o meglio mi ricorda che e' bene non dare mai nulla per scontato.

Interruttori automatici e/o fusibili

E' ovvio che i primi indiziati sono i fusibili e gli interruttori automatici di pertinenza. I suddetti dispositivi intervengono al manifestarsi di una sovracorrente (corto circuito o sovraccarico) o di un guasto a terra (con i dovuti distinguo in base al tipo di sistema di distribuzione e del tipo di interruttore).

Tuttavia, prima di procedere al ripristino dell'interruttore o alla sostituzione dei fusibili, e' bene verificare/ipotizzare la causa che abbia determinato l'intervento.

Il discorso vale piu' o meno in egual misura sia che si abbia quadri di distribuzione piuttosto che di quadri di automazione.

Quando non si ha selettivita' di intervento delle protezioni, prima di ripristinare l'alimentazione, nel caso non si sia gia' palesato il colpevole, si dovrebbero sezionare i circuiti a valle e ripristinarli man mano uno per volta, fino ad eventuale nuovo

intervento dei dispositivi di protezione.

Questa puo` non sembrare una metodologia ortodossa, ma e` di sicuro il sistema piu` rapido per individuare il problema.

Del resto, ricordate cosa scrissi all'inizio? Siamo in una realta` produttiva, non in un laboratorio di didattica, brutto per quanto possa sembrare non credo che esista un solo manutentore che a fronte di un interruttore intervenuto o di un paio di fusibili saltati (su un quadro con innumerevoli partenze) si metta a scollegare tutto per "meggerare" i vari circuiti. Poi magari, qualcuno lo fa!

A riguardo un esempio [realmente accaduto](#).

Contattori

L'assenza di alimentazione al carico, puo` anche essere discontinua, e puo` riguardare anche una sola fase, questo alla lunga (neanche troppo) puo` causare danni irreparabili al carico stesso.

Non e` infrequente che i teleruttori/contattori possano chiudere uno o piu` contatti di potenza in maniera incerta, con impedenza anche elevata.

Piuttosto che dilungarmi con la spiegazione dei motivi e di come verificare questo tipo di problemi, vi rimando a quest'altro [articolo](#)

Mancata esecuzione istruzioni/azioni di processo

E` probabilmente uno dei problemi piu` frequenti che si trova a dovere affrontare.

Come detto, i processi industriali funzionano seguendo delle precise logiche, un qualsiasi macchinario/impianto e` contraddistinto da una serie di azioni consequenziali e/o concertate, piu` o meno complesse, che prevedono un numero variabile di relativi I/O dal campo.

Forse e` meglio spiegarsi con un esempio semplice. Poniamo il caso di avere una pressa di stampaggio di un profilato qualsiasi.

Il programma logico semplificato che andremo ad implementare sara` a livello marcoscopico simile al seguente:

- Pressa aperta in posizione
- Robot dosatore in set (richiamo programma)
- Colata
- Robot go home
- Chiusura pressa
- Inclinazione 20 gradi avanti pressa

Ognuna delle azioni sopra riportate e` contraddistinta da segnali di ingresso e di uscita che vengono elaborati e che sono condizione essenziale a proseguire step by step il ciclo produttivo.

Se la pressa e' aperta e in posizione, opportuni proximity (sensori induttivi) e/ o [finecorsa](#) passeranno l'informazione rilevata (sotto forma di segnale elettrico analogico o digitale) all'elaboratore, che puo' essere una scheda PLC, ma che agli albori era semplice logica cablata (rele'). E' poi il programma stesso a definire "il comportamento" dei vari componenti della macchina in relazione agli stati degli I/O. In questo caso, nel programma sara' scritto, che qualora la pressa non sia in posizione idonea (assenza dei segnali previsti dai sensori o dai finecorsa) il robot vada in allarme e non esegua il suo ciclo onde evitare collisioni o particolari di scarto. Sullo stesso principio di quanto appena detto, pressoché ogni fase del processo e' contraddistinta dai rispettivi input e output.

Conoscendo i propri polli e' facile adempiere ai controlli che stanno alla base dell'albero di natale, finecorsa bloccati, sensori che non leggono (ghiere svitate) sono fenomeni abbastanza frequenti.

Alla base pero' c' e' la conoscenza del principio di funzionamento e della relativa logica. Se non si disponesse di questi dati in ingresso, non si saprebbe da che parte cominciare con le verifiche e i controlli.

Man mano che le verifiche danno esito positivo e il problema permane, si salira' via via sempre piu' a monte nella catena dei comandi e dei consensi.

Di riflesso, man mano che ci si addentra nelle funzionalita' specifiche e meno a vista della logica programmata e dell'eventuale malfunzionamento di un qualunque componente, sia esso un SSR un convertitore ADC, un drive di un motore brushless, aumenta la necessita' di tirar fuori gli schemi dettagliati, perche' solo attraverso questi si puo' risalire verso le parti alte dell'albero di natale e alla risoluzione del problema.

Per questo motivo, tre sono gli elementi indispensabili per una ricerca guasti di questo tipo, tre erano i miei compagni di viaggio:

- Multimetro analogico (ma anche digitale puo' andar bene)
- Schema elettrico della macchina/impianto
- Cordina unipolare da 1,5 mm² (uso ponticello)

Il quarto strumento e a volte il piu' importante sebbene poco oggettivabile, e' sicuramente **il futo**, quello ti aiuta ad evitare le strade sbagliate quando ti trovi ad un bivio da seguire.

In pochi sanno cosa passa per la testa di un manutentore impegnato nella ricerca di un guasto. Potete chiedergli qualsiasi cosa ma la sua testa sara' da tutt'altra parte e quindi non fate molto affidamento nella risposta che vi verra' data.

Per ora mi fermo qui. Come spesso accade non sono riuscito a dare la piega che mi ero prefissato, mi sono un po' perso per strada non sapendo bene da quale contesto

pratico iniziare.

La mia idea adesso e` quella di aggiungere in coda all'articolo (non appena ne avro` la voglia e l'illuminazione) una sorta di check-list che prenda in esame diverse tipiche disfunzioni e i relativi controlli da mettere in campo.

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Attilio:la-ricerca-guasti-in-automazione-industriale>"