

TAVOLA ROTONDA SUL MOTION CONTROL
Milano 10 Ottobre 2001
Domenico Tomei
Dipartimento di Informatica e Sistemistica "Antonio Ruberti"
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Via Eudossiana 18 - 00184 ROMA
e-mail: dtomei@inwind.it

Far incontrare il mondo del Motion Control e quello della Meccanica per la Trasmissione di Potenza è stato l'obiettivo della Tavola Rotonda che la casa editrice Tecniche Nuove, con le riviste ORGANI DI TRASMISSIONE e AUTOMAZIONE INTEGRATA, ha organizzato presso la sede di Milano il 10 Ottobre 2001.

Nella produzione di macchine per l'industria, in cui si fa uso di sistemi di movimentazione controllata, è necessario da un lato progettare e realizzare la struttura meccanica e dall'altro progettare e realizzare un adeguato sistema di movimentazione e di controllo che consenta il raggiungimento delle prestazioni desiderate. Allo scopo di individuare meglio come integrare le competenze della struttura meccanica con quelle necessarie per la realizzazione del sistema di controllo, la Casa Editrice "Tecniche Nuove", ha fornito l'occasione di riunire in una Tavola Rotonda alcuni esperti nel settore della Meccanica e in quello dell'Automatica.

Il nuovo incontro, fa seguito ad un'analogia iniziativa svoltasi nel Gennaio 2001, ed ha avuto come obiettivo quello di esaminare e di mettere a fuoco le problematiche di maggior interesse nella movimentazione controllata, con particolare riferimento agli aspetti legati alla integrazione della Meccanica, con l'Elettronica, con l'Informatica e con l'Automatica.

Ancora una volta, il moderatore della Tavola Rotonda è stato Alessandro De Carli, ordinario di Ingegneria e Tecnologia dei Sistemi di Controllo nella Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma "La Sapienza".

Il mondo della "AUTOMATICA"

Già nella precedente tavola rotonda era emerso che il termine "controllo" veniva usato con significati differenti e spesso difficili da interpretare. Per tale motivo, il moderatore ha ritenuto opportuno chiedere preliminarmente ai presenti la loro opinione sul significato da attribuire a tale termine. Infatti, nella realizzazione di sistemi di movimentazione controllata, per applicazioni industriali, sono coinvolte competenze in tre settori distinti dell'Ingegneria: meccanica, elettrotecnica-elettronica-informatica, automatica. Sovente tale settore dell'Ingegneria viene indicato come "controllistica", collegando tale denominazione dal termine "controllo". Tale termine può essere utilizzato con differenti significati e ciò genera confusione in quanto non individua in modo chiaro e univoco le finalità che dovrebbero essere raggiunte. È quanto mai opportuno allora chiarire il significato da attribuire al termine "controllo", e indicare quali competenze dovrebbe avere un esperto in tale settore.

Le competenze in Automatica, afferma il moderatore, fin'ora emergevano come una specializzazione della Laurea alcuni rami dell'Ingegneria (Elettronica, Informatica, Meccanica, Elettrotecnica, ecc.). In questa confusione di competenze era stato perso il significato del termine "controllo". I termini Automatica, Automazione, Controllo sono poco familiari nel contesto industriale italiano e pertanto non facilmente inquadrabili. Dal mondo esterno è

però pressante la richiesta di una preparazione e specializzazione in tali settori in quanto nella ricerca personale qualificato viene constatata la mancanza di figure professionali qualificate e preparate in tale settore.

Il termine “controllo”, dice Giuseppe Plumari (Gerit), probabilmente è scaturito dal termine inglese “control”, che può racchiudere diversi significati a seconda del contesto applicativo in cui è utilizzato. Ad esempio, può indicare un azionamento (inverter o convertitore), o una modalità di controllo locale o un software di supervisione. Ad ogni modo il termine “sistema di controllo” sta ad indicare quell’insieme di apparecchiature che sono in grado di rendere operative le modalità di funzionamento desiderate, indipendente dalla tecnologia utilizzata per la realizzazione, ossia un Personal Computer, schede controllo assi, schede per il Controllo Numerico. Il sistema di controllo va quindi ben oltre la strumentazione utilizzata ai livelli funzionali più bassi e sta ad indicare quella parte del sistema controllato che fornisce “intelligenza” e consente di raggiungere le finalità desiderate, quali ad esempio il controllo del moto. La diversità dei significati da attribuire al termine “controllo” induce sicuramente una certa confusione.

Vittoriano Zanotti (Rossi Motoriduttori) fa presente che ascolta per la prima volta i termini “controllo” e “controllistica”. Nell’Industria e nei Sistemi di Automazione non è mai capitato di sentire utilizzate tali espressioni. A sua immaginazione, il controllista si configura come lo specialista che si occupa della parte di comando della macchina ed è responsabile della realizzazione. La sua professionalità deve essere tale da tenere conto delle esigenze della movimentazione e da saper progettare e realizzare il sistema di movimentazione che comprende la trasmissione meccanica, il motore, il convertitore e infine tutta la parte di coordinamento, di controllo e di supervisione del moto.

Guido Colombo (Control Techniques) sostiene che il controllista dovrebbe avere per lo più le caratteristiche di un sistemista, ossia di colui che oltre a conoscere gli elementi che costituiscono un sistema di movimentazione per la parte meccanica, elettronica e informatica deve essere in grado di coordinare il loro funzionamento per poter raggiungere le finalità desiderate. Il controllista si configura quindi come un “supervisore” di sistema. Tale figura professionale in sé non esiste, ma quella che più gli si avvicina è il sistemista. È difficile che un esperto di meccanica abbia conoscenze di sistemistica, così come un esperto di elettronica abbia conoscenze di meccanica e di modalità evolute di coordinamento delle azioni di controllo. Il controllista è pertanto una figura professionale a se stante, caratterizzata oltre che da conoscenze specifiche da una base culturale multidisciplinare.

La figura del controllista, dice Michele Greco (Schneider Electric), è una figura nuova e caratterizzata da elevata professionalità in vari settori. Nel campo delle macchine utensili si identifica come la persona in grado di gestire la parte meccanica ed quella elettrica.

Il controllista, afferma ??? Belloni di Eurotherm Drives, è un esperto che riesce ad integrare competenze in vari settori, non proprio in maniera specialistica, ma che sappia utilizzare vari sistemi e i prodotti già disponibili per ottenere realizzazioni tecnologicamente valide.

Il controllista, ritiene Andrea Franchini (Siemens), deve avere una conoscenza molto dettagliata del sistema da controllare. Il controllo è, infatti, un po’ come il cervello del sistema di movimentazione. Se la parte azionamento e motore è il muscolo, se la parte meccanica è il braccio forte, il tutto non può prescindere da una modalità di controllo che consenta di ottenere le finalità desiderate tenendo conto delle limitazioni introdotte dal sistema meccanico e dagli organi di potenza. Ad esempio, nel caso delle macchine utensili, ed in genera-

le nell'automazione dei processi discontinui, la modalità di controllo va scelta in modo da ottenere il risultato desiderato per quanto riguarda la qualità e il numero di pezzi prodotti, oppure nel caso dei processi continui, la qualità del prodotto finito. Certamente il controllista è soprattutto un sistemista che deve avere una buona conoscenza del sistema a cui applicare l'azione di controllo.

Il controllista è quella figura, dice Rinaldelli (D.Electron), che deve sommare in sé l'esperienza e la conoscenza di quelle che sono i controlli automatici nonché la conoscenza approfondita del sistema da controllare, che è necessario modellare prima di passare alla realizzazione del sistema di controllo.

La figura del controllista, sostiene Alberto Mietta (Rockwell Automation), è legata all'aspetto della progettazione del sistema di controllo. La controllistica ha come scopo lo studio degli anelli di regolazione e di controllo, e della struttura del sistema di controllo. Calato nella realtà applicativa, deve essere una figura che associa le competenze generali necessarie ad affrontare le problematiche del Motion Control e le conoscenze relative al sistema da movimentare, per poter progettare un sistema di controllo di adeguate prestazioni.

Il mondo esterno, rileva il coordinatore, e soprattutto l'industria di processo, vede il controllista come uno strumentista. Nell'industria che utilizza la movimentazione controllata la situazione non è molto diversa. Il controllista viene visto come colui che dovrebbe connettere gli azionamenti alla strumentazione di vario tipo in un sistema da controllare già progettato. È lecito chiedersi chi debba rendere funzionanti gli azionamenti e la strumentazione per ottenere dal sistema controllato la funzionalità desiderata. La risposta che è compito dell'informatico rendere il sistema di movimentazione funzionante, in quanto conoscenze e software di programmazione impiegati. Questo stato di cose si verifica perché molte volte coloro che realizzano i sistemi meccanici che utilizzano i sistemi di movimentazione controllati "risparmiano" nella progettazione delle modalità di controllo affidando tale compito ai programmatori di PLC o di software di tipo SCARA. Avviene allora che nelle macchine controllate da PLC il corretto funzionamento è ottenuto allungando i tempi di produzione della macchina controllata anche se ciò va a scapito delle sue prestazioni globali. In definitiva, il coordinatore rammenta che benché sia diffusa l'opinione che il controllista sia uno strumentista, oppure la persona che si occupa del software di connessione della strumentazione, tale visione è in netto contrasto con quanto accade a livello internazionale. A conclusione del suo intervento, il coordinatore ha richiamato l'attenzione dei partecipanti che l'ANIE pubblica ogni anno un libro bianco in cui vengono riportati i dati significativi sullo stato dell'Automazione in Italia, relativamente all'anno precedentemente trascorso.

Meccatronica: nuovi approcci alla progettazione

Per entrare più nel vivo degli argomenti che saranno discussi nella Tavola Rotonda, il moderatore fa presente che sarebbe opportuno definire una volta per tutto cosa debba intendersi con il termine Meccatronica. La Meccatronica è nata in Giappone 30 anni fa circa, come fusione di competenze di carattere diverso, per arrivare alla realizzazione di prodotti innovativi in cui la movimentazione controllata rivestiva un ruolo determinante. È stata applicata prevalentemente per la realizzazioni di beni di largo consumo le cui elevate prestazioni erano ottenute facendo in modo che nella realizzazione del sistema controllato, fossero introdotte in modo coordinato innovazioni nella strumentazione e nelle modalità di controllo e di gestione.

Del termine Meccatronica sono date visioni non del tutto corrette. Ad esempio, alcuni vedono la Meccatronica come fusione di elettronica e meccanica, cercando di scaricare sull'elettronica ciò che diventa troppo costoso e non conveniente realizzare con la meccanica. Altri ancora intendono la Meccatronica come strettamente collegata alla realizzazione di sistemi di movimentazione e alla pianificazione del moto. È dunque necessario fare chiarezza e chiedersi se sia interessante e significativo estendere quest'esperienza anche nel settore della movimentazione controllata per applicazioni industriali.

La Meccatronica può essere considerata come una sorta di interfaccia trasparente fra quello che è il settore della meccanica, (studio e dimensionamento di componenti meccanici, studio agli elementi finiti delle strutture) e il settore dell'elettronica e del controllo. Sostiene Andrea Franchini (???) che senza uno studio approfondito della struttura meccanica della macchina non si può elevare la qualità delle prestazioni dinamiche. L'applicazione dell'elettronica e dell'automazione non sono da sole sufficienti ad elevare in modo significativo la qualità delle prestazioni. È importante tener conto del comportamento dinamico nella progettazione della struttura meccanica e di quella di supporto della macchina stessa, del sistema di movimentazione e del sistema di controllo, in modo tale da raggiungere le prestazioni desiderate. Il controllista deve essere un po' meccatronico e il meccanico in parte elettronico. Probabilmente queste due figure devono andare a coincidere. Dice, infatti, ??? Franchini che il progettista del sistema di controllo non può essere escluso dalla progettazione del sistema da controllare. Nell'attività di progettazione devono confluire pertanto competenze diversificate se si desidera ottenere risultati migliori.

Aldo Cavalcari (consulente di Tecniche Nuove) fa presente che è stato incaricato di tenere alcuni corsi di meccatronica con contenuti già definiti. I corsi erano rivolti a esperti di meccanica, e pertanto il contenuto riguardava essenzialmente la strumentazione cinetica, i PLC e la loro programmazione, i sensori, gli attuatori e i componenti pneumatici. Si è anche parlato di motori, di servomeccanismi e di argomenti altri argomenti strettamente collegati. Durante il Corso la parola meccatronica non è stata mai usata, tanto da ritenere che tale termine quasi sia in disuso.

Sicuramente la visione meccatronica, afferma Giuseppe Plumari nel progetto globale di una macchina è qualcosa che è assente nel modo di vedere della movimentazione controllata in Italia. L'esperto di meccatronica è una figura professionale che manca e dovrebbe coniugare quelle che sono le esigenze della macchina nonché saper scegliere la meccanica e l'elettronica più appropriata. È, infatti, prassi l'inserimento di un riduttore in un sistema di movimentazione per risolvere il problema di adeguare la coppia alla velocità, sperando poi che attraverso l'elettronica e l'informatica si riesca a far funzionare la macchina nel modo desiderato, effettuando magari opportune correzioni e aggiustamenti. La cultura meccatronica, continua Giuseppe Plumari, deve essere alla base della cultura del progettista di oggi, il quale dovrebbe tener conto anche degli aspetti energetici. Infatti, ci si affida spesso ad una meccanica scadente a scapito di un consumo elettrico eccessivo. È importante l'uso di tecnologie legate anche al risparmio energetico. Questa può essere una valida caratteristica della macchina che avrà un impatto ambientale ridotto e utilizzerà minore energia per funzionare.

Meccatronica è un termine legato ad una serie di competenze: meccanica, controlli, informatica. In definitiva, dichiara Alberto Mietta di Rockwell Automation può essere vista come l'insieme coordinato delle competenze necessarie per gestire il progetto di una macchina finalizzato al raggiungimento di prestazioni elevate. Per questo non si può prescindere anche da buone basi di matematica e di analisi del comportamento dinamico dei sistemi.

Nell'ambito italiano, dice Guido Colombo, aziende che hanno esperti di meccatronica o di controllistica o simili, non ce ne sono. La realtà industriale italiana è fatta di piccole e medie imprese, per le quali è prassi demandare al fornitore di azionamenti il compito di progettare e realizzare le parti meccaniche, di progettare la parte elettronica e di provvedere al dimensionamento dei motori. Ciò che può accadere è che se il cliente sbaglia a fornire i dati o fornisce dati parziali, nonostante il dimensionamento sia corretto, il sistema non potrà funzionare. È opportuno allora cambiare la mentalità delle industrie italiane che sono in genere piccole e relegate alla meccanica di vecchio stampo. La realtà internazionale è sicuramente ben diversa e il lavoro di progettazione è impostato in modo differente da quello tradizionale.

L'Automazione nel settore industriale, presenta una serie di esigenze che vanno debitamente tenute in conto per riuscire ad ottenere un prodotto di qualità e prestazioni elevate. In questo settore Vittoriano Zanotti vede l'esigenza di avere una visione meccatronica, ossia di una visione d'insieme dei problemi collegati alla realizzazione di un sistema meccanico controllato. Sicuramente quei componenti che non sono nati per l'Automazione e quando sono impiegati nella realizzazione di sistemi controllati hanno l'esigenza di essere esaminati da molti punti di vista: accelerazione, velocità, sollecitazione di spunto, correnti assorbite, effetti termici, giochi, regolarità di moto. Vanno visti con un occhio più esperto di quello del progettista meccanico o di quello del progettista della parte elettrica. Il termine meccatronico, potrebbe far pensare a un tuttologo specialista che deve avere una visione d'insieme dell'intero sistema. In realtà la meccatronica sta ad indicare l'opportunità di avere una visione d'insieme più specialistica. È chiaro che ogni elemento e ogni parametro ha conseguenze reciproche che influenzano le prestazioni della macchina. L'esigenza è allora quella di vedere il sistema da controllare e quello controllato nel loro insieme. Questo, in effetti, non è un concetto nuovo. La novità, allora, sta nel fatto che è importante esaminare il problema della progettazione nel suo insieme, e analizzare e conoscere le caratteristiche di ciascuno degli elementi che non sono progettate ad hoc.

È importante, afferma il coordinatore, trasmettere queste idee al mondo esterno. Spesso la movimentazione controllata è applicata in modo tradizionale perché manca la cultura o perché non si conoscono le competenze necessarie nella parte più qualificante della controllistica e della meccatronica e si continua a progettare facendo riferimento all'Ingegneria più tradizionale e alla intuizione.

Prestazioni e progettazione

Una collaborazione costruttiva deve partire dalla individuazione delle prestazioni che si desidera raggiungere. Alcune sono tipiche della struttura meccanica, altre del sistema di controllo, altre ancora del sistema meccanico controllato per quando riguarda la sua utilizzazione. Definire quale siano le prestazioni specifiche di un settore che condizionano anche quelle degli altri settori, sarebbe uno degli obiettivi da raggiungere. Sarebbe inoltre auspicabile individuare le modalità per rendere più efficace e comprensibile lo scambio delle informazioni tra gli interessati alla realizzazione e alla utilizzazione di sistemi controllati.

È importante aver chiaro che le prestazioni dell'intero sistema siano tradotte in termini di regole di moto, di forze, di coppie o velocità che gli azionamenti devono fornire. Questo significa tener conto di tutta una serie di aspetti legati alla movimentazione controllata e riguardanti: l'inverter, i motori, i riduttori di velocità, i freni meccanici o la resistenza di frenatura, gli aspetti energetici e dinamici. Come afferma Vittoriano Zanotti è importante e fon-

damentale capire il fenomeno nel suo insieme e andare a scegliere quanto di più opportuno, anche economicamente, per riuscire ad ottenere le prestazioni desiderate.

Il limite alle prestazioni, sostiene Giuseppe Plumari, è dovuto sicuramente alla parte meccanica. Molto spesso, ciò è dovuto ad una scarsa conoscenza del sistema meccanico in cui si trascurano gli effetti dei giochi e dei laschi tra gli ingranaggi, nonché della limitata rigidità dell'intero sistema meccanico. Ciò condiziona pesantemente le prestazioni della macchina. Accade infatti che per risolvere il problema del controllo della stessa sia necessario rallentare la dinamica e degradare le prestazioni.

L'assenza di chiarezza del dettaglio delle prestazioni deriva, secondo Giovanni Agostini (Presidente dell'ASSIOT), il più delle volte da una scarsa chiarezza contrattuale. Spesso vengono venduti impianti o apparecchiature, senza descrivere in modo sufficientemente chiaro e dettagliato le prestazioni desiderate. Sovente si fa riferimento ad un certo campione di prodotto ma non se ne definiscono le caratteristiche peculiari. Il cliente non sempre fornisce tutti i dati tecnologici necessari a caratterizzare le prestazioni da raggiungere. Nella discussione preliminare in fase di preventivo, si parte da un contratto non inquadrato in modo inequivocabile. Ne deriva una serie di lacune a cui deve far fronte chi si occupa ad esempio di controllo durante la realizzazione. La scarsa definizione e l'insufficiente dettaglio nel definire le prestazioni dei sistemi commercializzati e venduti, nonché l'insufficiente scambio di informazioni tra l'utilizzatore finale e il costruttore dell'impianto sono la causa prima delle limitazioni che occorre dare alle prestazioni per ottenere un sistema controllato funzionante.

Giorgio Paganelli Azza (Ina Rullini) vede comune un po' a tutti la riflessione che il cliente finale tende a non distinguere le competenze dei fornitori di meccanica da quelle dei fornitori dei sistemi di controllo, cercando di avere un unico fornitore un po' tuttologo che gli dia indicazioni di massima su quei settori in cui non è sufficientemente ferrato e pronto. La carenza di informazioni sulla macchina e sulle sue prestazioni, rende necessario fare qualche studio e formulare alcune ipotesi sui vari sistemi e sul tipo di prestazioni che potrebbero avere i propri prodotti, sperando di riuscire ad avvicinarsi all'obiettivo del cliente. Le aziende italiane tendono ad essere messe in secondo piano in ambito internazionale per quel che riguarda le prestazioni. Tale impressione emerge dal confronto con i colleghi della casa madre che vedono il fornitore come un partner con cui progettare la macchina. Forse è importante far capire ai costruttori italiani che, per le loro dimensioni, non hanno la possibilità di avere grandi uffici tecnici e che il fornitore ha la capacità di avere personale qualificato per offrire un servizio competente a patto di utilizzare il fornitore come partner con cui progettare e non come colui avere un rapporto molto limitato che termina con una semplice fornitura.

Nella mia esperienza, dice ?? Mancuso (Osai), noto spesso e volentieri, non tanto una cattiva definizione contrattuale delle prestazioni, quanto più l'assoluta mancanza di conoscenza di ciò che si intende raggiungere, che è una cosa completamente diversa. Il lavoro del controllista, del mecatronico è effettivamente quello di costringere il meccanico a capire quello che realmente vuole realizzare con il controllo del sistema in esame.

Mi è capitato più volte, continua Mancuso, di dover realizzare un sistema di controllo per una macchina già progettata. Il più delle volte questa attività ha portato a soluzioni non funzionali, che scontentano il progettista perché non funzionali, scontentano l'utilizzatore perché troppo macchinose. Invece, quanto accade che il costruttore, avendo instaurato un

rapporto fiduciario, si rivolge al controllista per un'attività comune di progettazione della macchina, nascono progetti che si rivelano funzionali, soddisfacenti e basso costo.

Viste le difficoltà di gestione di un controllo ad anello chiuso di assi oleodinamici, dice Francesco De Nicolò (Bosh), la Società che rappresento si è munita di un sistema di simulazione di sistemi oleodinamici molto sofisticato. Per questo, quando viene richiesto un sistema completo di controllo, si chiede espressamente che il cliente fornisca informazioni sul sistema da controllare il più possibile dettagliate. Senza questi dati non si riescono ad assicurare le prestazioni richieste. I sistemi di simulazione, in Germania, sono ad un livello molto avanzato. È da anni che hanno sviluppato programmi di calcolo per sistemi monoasse dove è richiesta una serie di dati per la simulazione. Esistono anche sistemi più complessi dove è possibile simulare anche i cinematismi, l'interferenza tra i vari movimenti, e si riesce in teoria a simulare una macchina completa. Questi non sono software commerciali perché è knowhow della società a cui hanno collaborato anche università tedesche. È quindi importante avere tutte le informazioni per simulare al meglio la macchina. Tale capacità progettuale viene proposta ai clienti. L'informazione fondamentale è che si è in grado di fornire il sistema completo con la responsabilità di raggiungere le prestazioni desiderate, a patto che il costruttore della parte meccanica fornisca tutte le informazioni necessarie alla simulazione.

A questo punto della discussione il coordinatore porta all'attenzione dei partecipanti due aspetti. Il primo riguarda la scarsissima conoscenza dei motori elettrici utilizzati per la movimentazione. L'industria giapponese sta sviluppando una serie di motori per le piccole e medie potenze, da inquadrare nella famiglia di motori a riluttanza variabile in cui un adeguato accoppiamento con la parte elettronica consente di raggiungere ottime prestazioni. Anche in Italia si comincia ad utilizzare il motore lineare. La sua introduzione sconvolge profondamente la realizzazione del sistema da controllare e di quello di controllo, per i problemi connessi alla elevatissima rapidità di risposta. Ancora una volta è necessario partire da quelle che sono le prestazioni desiderate dalla macchina, e dalla conoscenza degli effetti, studiati su simulazione, che potrebbe avere il motore lineare su una struttura meccanica.

L'altro aspetto riguarda il fatto che non ci si rende conto che per raggiungere le prestazioni desiderate collegate alla precisione e alla rapidità di risposta dinamica, è necessario applicare le modalità di controllo più evolute uscendo dalla logica del PID e dalle sue varianti. Le modalità di controllo sono quelle che hanno qualificato, nel mercato giapponese, le prestazioni di molti prodotti. Si tengano presente ad esempio, le prestazioni degli ascensori dei grattacieli dove è necessario tener conto, tra le altre cose, dell'elasticità delle funi e del benessere dei passeggeri. È fondamentale la conoscenza approfondita del sistema; in caso contrario l'approccio di "addormentare la dinamica" è l'unica maniera per risolvere il problema del controllo, con le ovvie conseguenze sulle prestazioni.

Metodologie da trasferire

Dopo una breve pausa, la discussione riprende con una considerazione del coordinatore sulla opportunità di estendere al settore della movimentazione controllata per applicazioni industriali gli approcci seguiti nella realizzazione dei prodotti di largo consumo (macchine fotografiche, hard disk, DVD, lettori di CD) in cui l'integrazione di competenze fra esperti di diversi settori ha portato alla realizzazione sistemi di movimentazione ad elevare le prestazioni.

??? Franchini (Siemens) crede che sia opportuno mettere a fuoco i vincoli che in un certo senso frenano questa integrazione di competenze. Nel settore dei beni di largo consumo questa integrazione di esperti esiste perché il volume della produzione è elevato. Quindi fare uno studio interdisciplinare ad alto livello per poter poi trasferire sul prodotto finito quelli che sono i vantaggi di tale studio, è giustificato dato il rilevante numero di pezzi prodotti. Nel settore delle macchine utensili, in Italia il mercato è rivolto a quantitativi ridotti. Il problema nell'applicazione di metodologie sistematiche è di natura strettamente economica in quanto non può essere giustificato il costo di uno studio di mecatronica su una macchina che magari verrà prodotta in unico esemplare. Diverso il discorso per quanto riguarda i concorrenti stranieri che producono decine di migliaia di macchine per anno. Allora, può avere un senso sostenere il costo di uno studio completo con integrazione delle diverse aree disciplinari interessate alla realizzazione macchina. Purtroppo nel settore della movimentazione il più delle volte si incontrano clienti che chiedono di fare il dimensionamento perché non hanno tempo, oppure hanno risorse limitate. Ciò si traduce in una sorta di barriera alla trasmissione di cultura.

Il moderatore rileva che il più delle volte si è di fronte a pezzi unici, ma una cosa è la loro realizzazione senza avere strumenti di progettazione adeguati e un'altra cosa è creare quella cultura per cui i costi, che sarebbero ingiustificati per la produzione di un pezzo unico, diventano un costo aggiuntivo accettabile. Attualmente è possibile accedere a tale cultura attraverso software specialistici di supporto alle modalità di progettazione. In questo tipo di formazione culturale il costo diminuisce profondamente ed è possibile utilizzare metodologie, tecnologie e approcci innovativi, a costi relativamente bassi. In tale opera di adeguamento culturale possono essere inseriti gli studenti in Ingegneria dei nuovi corsi di laurea di durata triennale, che sono tenuti a svolgere tre mesi di tirocinio presso un'azienda. Prima ancora di pesare alle modalità secondo cui attivare un adeguamento culturale è necessario rendere comprensibili quali siano i vantaggi dei nuovi approcci, valutati a seguito di un accurato esame costo-beneficio. Alla base delle innovazioni c'è ancora una questione scambio di informazioni.

Pur tenendo presente che il mercato italiano per gli inverter e per i convertitori è il secondo in Europa, Giuseppe Plumari ritiene che il problema maggiore è da ricercare nella frammentazione dell'industria che non consente al costruttore di scaricare i costi della ricerca sul costo di un singolo impianto. Come ulteriore provocazione al dibattito, occorre prendere coscienza che l'"ignoranza del costruttore" avvantaggia proprio i fornitori di inverter. Ogni azienda ha affinato le proprie armi, chi con simulatori, chi con sistemi di calcolo, chi in altri modi, per cui è nato il tuttologo. Il fornitore di azionamenti si propone al cliente come un tuttologo con l'obiettivo di tenere ben legato il cliente. Questo è un po' il motivo della diffidenza che può avere un'azienda ad aprire l'Università. La collaborazione viene infatti vista come una perdita di tempo e non come un mezzo per trasmettere ed elevare la cultura dell'azienda.

Il coordinatore fa presente che questo modo di agire delle aziende costituisce una giustificazione per l'Università a fissare il contenuto dei corsi indipendentemente dalle applicazioni. Spesso è troppo avanti e alla fine quanto insegnato non potrà essere mai utilizzato. Per riportarle dentro i giusti binari la formazione culturale delle Università occorre l'intervento e l'impegno dell'Industria. Ciò è realizzabile instaurando opportunità di dialogo, di scambio di informazioni, di trasferimento delle innovazioni culturali sia attraverso informazioni di tipo cartaceo sia attraverso l'acquisizione di persone che siano in grado di operare in tal senso. D'altra parte pensare di avere l'esclusiva, oggi è qualcosa che può reggere per un intervallo di tempo sempre più limitato.

?? Mietta fa presente che come sia sostanziale considerare che in questi ultimi anni il mercato italiano dell'Automazione sia diventato sempre più un mercato fatto di aziende di tipo commerciale. Pensare al periodo di tirocinio di uno studente presso un'azienda come mezzo per trasferire competenze è sostanzialmente corretto ma di fatto poco applicabile se tali aziende hanno finalità prettamente commerciali. Attualmente l'inserimento di uno studente per il tirocinio può creare il problema di stabilire le finalità e di assegnargli in modo corretto il compito dal momento che spesso non è operativo nell'azienda un reparto di progettazione.

I centri universitari, sostiene ??? Agostini, devono assumere un ruolo imprenditoriale nella ricerca e nello sviluppo di nuove soluzioni. Si devono presentare come possibili luoghi in cui fare ricerca e sviluppo. A questo punto, avendo temi di ricerca da risolvere ed essendo aumentato in maniera notevole l'interscambio tra l'Industria e l'Università, l'inserimento degli studenti per il tirocinio sarebbe notevolmente facilitato. In Germania, dove già da molti anni le Università si fanno concorrenza su progetti innovativi di ricerca e di sviluppo, l'inserimento degli studenti nell'Industria per il tirocinio ha avuto successo. In definitiva questo scambio, a parte l'aspetto istituzionale che per una laurea in ingegneria richiede un periodo di pratica presso le industrie, diventa obbligatorio. Il punto fondamentale è la possibilità di utilizzare il lavoro degli studenti di tirocinio è direttamente proporzionale all'incremento di rapporti con l'Università. Quando l'Università e il corpo docente sarà più imprenditoriale automaticamente sarà risolto anche il problema del tirocinio. Per facilitare lo scambio di informazioni potrebbe essere utile creare gruppi di lavoro interdisciplinari con il compito di stabilire come si possa migliorare lo scambio di informazioni con il cliente e con il costruttore di macchine o di alcune parti essenziali quali i sistemi di movimentazione. A tale fine occorre che gli esperti di elettronica e di meccanica siano ragionevolmente informati ciascuno delle problematiche di competenza dell'altro, in modo da incanalare in maniera adeguata il committente, che spesso necessita di essere indirizzato.

Nell'area di Vicenza, fa rilevare il coordinatore, c'è l'offerta di accogliere studenti per il tirocinio superiore alla domanda. Le piccole e medie imprese che richiedono questo tipo di intervento. La giustificazione di ciò va ricercata nell'azione meritoria di alcuni docenti dell'Università di Padova. Anche nel comprensorio senese-pisano esistono varie di industrie medio-piccole, tecnologicamente avanzate, che stanno facendo una pressante richiesta di studenti interessati a svolgere il tirocinio. Le loro richieste attualmente non possono essere soddisfatte. Spesso e volentieri è la locale Associazione degli Industriali che promuove queste iniziative e si pone come intermediario tra le due realtà.

Il coordinatore fa anche rilevare che nell'ambito di una migliore collaborazione fra Università e Industria occorre da una parte favorire l'imprenditorialità nell'affrontare programmi di ricerca di tipo innovativo e dall'altra non richiedere soluzioni a breve termine di problemi che l'Industria non è stata in grado di risolvere e che a volte diventano pressanti per la sua sopravvivenza. Il compito dell'Università è quello di formare laureati in grado di risolvere non solo i problemi di ieri e di oggi ma anche quelli del domani e del dopo domani, come avviene in alcune Università Europee. Non va dimenticato che il compito essenziale dell'Università deve rimanere quello della formazione.

Piermaria Davoli, docente di Comportamento Meccanico dei Materiali al Politecnico di Milano e responsabile editoriale (???) della rivista *Organi di Trasmissione*, fa presente che anche in Italia le cose stanno cambiando. Sono diventate operative nuove lauree, è stato inserito nel percorso formativo della laurea triennale il periodo di tirocinio presso

un'Industria come obbligatorio nell'ultimo semestre. La maggiore difficoltà che si riscontra è quello di trovare industrie che siano disponibili ad accogliere gli studenti per il tirocinio. Anche se la Lombardia è potenzialmente un territorio "fertile", le Industrie disponibili rimangono poche. La difficoltà è probabilmente dovuta a una questione di mentalità, poiché tali iniziative non sono state mai state prese. Anche in Italia l'Industria deve considerare l'opportunità di seguire nuovi percorsi per l'aggiornamento culturale e per l'acquisizione di personale a tutti i livelli con una formazione non più generica ma almeno in parte finalizzata. Molti sono convinti che ciò si possa fare, tant'è vero che già dal prossimo anno accademico arriveranno le prime ondate di studenti che dovranno fare lo il periodo di tirocinio, alla fine del loro percorso formativo. Per quanto riguarda l'aspetto della ricerca applicata, al Politecnico di Milano sono stati investiti decine di miliardi in nuovi laboratori e strutture di ricerca. Questi soldi sono il frutto di contratti di ricerca che il Politecnico ha ed ha avuto in essere. Con le grandi industrie è facile instaurare un dialogo, è meno facile farlo con le piccole e medie industrie, perché fa differenza il denaro che circola nelle prime. Ci sono poi molte occasioni non sfruttate dalla piccola e media impresa, perché non sono note tutte le opportunità. Ad esempio, i finanziamenti agevolati, sono un'opportunità molto valida ma che spesso si scontra con l'idea che costituisca una perdita di tempo la preparazione della documentazione da allegare alla richiesta di finanziamento.

Da questa discussione, afferma Agostini, è emersa la necessità di qualificare lo scambio di informazioni con i nostri clienti. È emersa anche la possibilità e l'utilità di attivare un più efficace scambio di idee e di informazioni fra i tecnici dei vari settori che sono coinvolti nella realizzazione di macchine e apparati. La finalità è quella di qualificare le richieste dei clienti finali e rendere più facile il loro soddisfacimento. Potrebbe essere pertanto utile costituire un gruppo di lavoro in cui siano coinvolte le professionalità emergenti nel settore del Motion Control. Nel settore della Meccanica dovrebbero essere incluse anche le professionalità nel settore idraulico e pneumatico. L'unione di aziende che si occupano della parte elettrica e della realizzazione dei sistemi di controllo, accoppiata a quelle che attualmente sono interessate nella parte meccanica, ma che un domani potrebbe prendere in considerazione l'opportunità di applicare anche sistemi idraulici, potrebbe essere un'idea a vantaggio di rapporti più qualificati nei confronti dei clienti. L'industria italiana ne riceverebbe un vantaggio notevole perché si troverebbe ad acquisire un livello più qualificato di professionalità.

La Tavola Rotonda si è conclusa con l'invito ad esaminare l'opportunità di istituire un gruppo di lavoro finalizzato allo sviluppo del Motion Control.