

IL MONDO DEI ROBOT: I PROTAGONISTI DELL'AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

La realizzazione di sistemi di controllo automatico si può far risalire ad epoche piuttosto remote nella storia dell'umanità. Le prime applicazioni di carattere tecnico conosciute sono quelle sviluppate nella GRECIA nel III secolo A.C, consistenti nella realizzazione di apparati a galleggiante per la regolazione di livello. Nel I secolo A.C Erone di Alessandria, in uno scritto dal titolo PNEUMATICA, descrisse sia diversi regolatori di questo tipo, sia altri dispositivi per l'esecuzione automatica di movimenti, tra i quali il più notevole è forse quello per l'apertura automatica delle porte in un tempio. Le prime applicazioni dell'era moderna in EUROPA risalgono al secolo XVIII, per lo più motivate dal problema di ottenere velocità costanti nei meccanismi a orologeria. I primi dispositivi di controllo automatico di interesse industriale, furono sviluppati verso la seconda metà del XVIII secolo, per lo più per mantenere costante la velocità dei cosiddetti "motori primi", (terminologia con la quale in quel periodo si indicavano le prime macchine trasformatrici di energia: mulini a vento, mulini di acqua, macchine a vapore). Dispositivi a retroazione per la regolazione della velocità di mulini a vento furono brevettati da E. Lee nel 1745 e da Mead nel 1787, in Inghilterra. Il regolatore di Mead conteneva un misuratore centrifugo di velocità, (due masse sospese, poste in rotazione attorno ad un asse, che si allontanano o si avvicinano a questo asse, a seconda della maggiore o minore velocità di rotazione), mediante la quale venivano ruotate le pale del mulino, in modo tale da offrire maggiore o minore superficie al vento. Analogo principio venne realizzato da J. Watt per la regolazione della velocità delle macchine a vapore rotative. Non è chiaro se Watt utilizzò le idee di Mead o sviluppò il suo dispositivo indipendentemente; comunque il regolatore che porta il suo nome fu il primo ad essere realizzato in pratica e montato su una macchina a vapore, azionante una macina di grano. Da allora lo sviluppo di dispositivi per la regolazione di velocità continuò per quasi tutto il secolo XIX. Inoltre come quasi sempre accade nella tecnica, l'efficacia di una soluzione tecnica precorse l'analisi teorica. Infatti, il primo meccanismo di correzione, basato sull'accumulazione degli errori fu brevettato nel 1837 da Molinié, 45 anni prima che Von Neumann, (1882), progettasse un regolatore in cui questa operazione veniva introdotta deliberatamente. Inoltre, nel 1868, cominciò ad imporre uno studio rigoroso, dal punto di vista matematico, sulla stabilità dei regolatori, per evitare di ricercarla attraverso dei metodi più o meno empirici. Verso la metà del secolo, in concomitanza con lo sviluppo delle grandi navi a vapore, si pose il problema di realizzare dei motori in grado di spostare il timone.

Nel 1866 J. Mc Farlane Gray brevettò un dispositivo a retroazione nel quale l'assetto del timone, azionato da una macchina a vapore, veniva controllato posizionando una leva di comando. Questo dispositivo, può essere considerato come il primo sistema di controllo automatico di posizione nella storia della tecnica. Nel 1873 J. Farcot brevettò un apparecchio analogo e pubblicò un libro dal titolo:

il SERVO - MOTORE come MOTORE di ASSERVIMENTO.

Quindi venne introdotto per la prima volta il termine di SERVOMECCANISMO, che venne impiegato, poi per indicare, genericamente, dei sistemi di controllo in retroazione, per di dispositivi di posizionamento o di altre grandezze meccaniche, quali velocità e forza. Verso la fine del secolo, Intorno al 1900, cominciarono le prime applicazioni di tipo militare, per il posizionamento delle torrette dei cannoni nell'artiglieria navale. Dai comandi di posizionamento dei timoni, dal controllo della posizione dei cannoni navali, nel 1914 venne introdotto il primo sistema di pilotaggio delle navi. Nel 1930 cominciarono ad apparire i primi piloti automatici degli aeroplani. Si può dire che, lo sviluppo dei sistemi di controllo automatico, fu agevolato dall'avvento delle tecnologie elettriche ed elettroniche, dagli anni '30 in poi. Infine si conclude, dicendo che il primo trattato sui SERVOMECCANISMI, fu introdotto nel 1948, da un gruppo di ingegneri del Radiation Laboratory della Institute of Technology. Da questo alla realizzazione del primo robot industriale passarono soltanto undici anni.

BRACCIA MECCANICHE

L'esigenza di sostituire in tutto o in parte l'intervento dell'uomo nei processi produttivi si è manifestata sin dall'inizio dell'era industriale. Da allora, fino alla metà degli anni '50 del secolo scorso, l'automazione è consistita essenzialmente nell'impiego di macchine o apparati, per l'esecuzione di operazioni specifiche.

I primi apparati di questo tipo comparvero verso la fine del XVIII secolo, come telai tessili automatici, a cui seguirono, per tutto il XIX secolo, le macchine per lavorazioni meccaniche, come per il taglio, la foratura, ecc, o per il confezionamento dei prodotti, (cioè dispositivi per l'inscatolamento automatico dei prodotti alimentari). Inoltre lo stesso ambiente di lavoro venne progressivamente riorganizzato in funzione di un maggiore automatismo.

Questo tipo di automazione, che raggiunge il suo apice nei primi decenni del secolo scorso, si integra in maniera efficace con il lavoro manuale, in tal modo che Charlie Chaplin rese celebre nel film del 1936 TEMPI MODERNI.

L'AUTOMAZIONE legata ad operazioni specifiche viene detta RIGIDA, in quanto le macchine per essa concepite non sono in genere utilizzabili per svolgere compiti diversi. Tale macchina automatica conviene, dal punto di vista economico, soltanto quando sia possibile ammortizzare il costo della macchina automatica su un numero elevato di unità di prodotto. Lo sviluppo industriale ha indotto la tendenza al rinnovo frequente dei prodotti, questo dovuto a vari motivi, quali quello della competizione, della convenienza a introdurre nuove tecnologie, quello di creare delle spinte consumistiche, ecc. Tutto questo ha imposto la concezione di macchine versatili, cioè in grado di adattarsi alle nuove funzioni produttive con il minore costo possibile, o con costi estremamente ridotti. L'automazione che fa uso di un tale tipo di macchina, adatte ad eseguire diversi tipi di operazioni, delle quali il ROBOT INDUSTRIALE costituisce l'esempio a maggiore diffusione, è detta FLESSIBILE.

Pertanto, una definizione attuale di ROBOT può essere la seguente:

esso è un manipolatore multifunzionale riprogrammabile.

In altri termini il ROBOT, è concepito per muovere materiali, parti, utensili o dispositivi specifici, secondo modalità programmate, in modo tale da eseguire un'ampia gamma di compiti. Si fa notare che il termine ROBOT fu introdotto nel 1922 dal commediografo ceco Karel Capek, con riferimento ad automi umanoidi che svolgono attività lavorative in sostituzione dell'uomo, (nelle lingue slave la radice ROBOT comprende il significato di LAVORO MANUALE).

Subito dopo il termine di ROBOT e di ROBOTICA entrarono nel linguaggio degli scrittori di fantascienza, alquanto prima che lo sviluppo della tecnologia rendesse possibile la loro realizzazione concreta. Pertanto dalla fantasia degli scrittori si arrivò alla realizzazione reale intorno alla metà degli anni '50. Nel 1954 fu presentata la richiesta del primo brevetto relativo ad un manipolatore meccanico programmabile. Nel 1956 nacque quella che viene riconosciuta come la prima azienda produttrice di robot industriali, la UNIMATION INC. Questa azienda realizzò il primo prototipo funzionante e nel 1961 installò i primi robot, presso la GENERAL MOTORS, per il trattamento di parti realizzate in pressofusione. Successivamente, la stessa società, realizzò un robot per eseguire la saldatura a punti nelle carrozzerie delle automobili. Nel 1966 una ditta norvegese, realizzò un manipolatore automatico per la verniciatura di macchine agricole. La stessa ditta sviluppò e commercializzò detto manipolatore con un discreto successo. Nel 1960 cominciò a svilupparsi un mercato di robot industriali, con notevole impulso in America, ma nel 1968 la produzione di robot si estese in Giappone.

Le principali tappe dello sviluppo tecnologico che resero possibile, la materializzazione delle intuizioni di Capek e degli scrittori di fantascienza, sono essenzialmente tre:

- ◆ La messa a punto di metodi sistematici di analisi e progetto di apparati, in grado di dirigere il movimento di un meccanismo, o la teoria dei servomeccanismi, il cui maggiore impulso si ebbe intorno al 1940 - 1950.
- ◆ L'avvento del calcolatore elettronico, (1956).
- ◆ La tecnica dei dispositivi elettronici allo stato solido, (dal 1950 ed ancora in fase di sviluppo).

Oggi i ROBOT disponibili sul mercato, si possono ricondurre a tre tipologie o categorie, (tre generazioni per indicare tre diversi stadi evolutivi), a seconda del tipo di compiti che sono in grado di eseguire.

I robot della prima generazione, che peraltro costituiscono la grande maggioranza dei robot utilizzati nell'industria manifatturiera, sono in grado di apprendere, eseguire, e ripetere una semplice successione di operazioni di manipolazione. Questi robot sono " CIECHI, SORDI e MUTI "; l'ambiente in cui sono impiegati deve essere strutturato in modo da facilitarne le loro azioni. In pratica è l'ambiente che deve essere predisposto per agevolare il lavoro del manipolatore indicato, oltre che le varie parti devono essere disposte in modo opportuno.

I robot della seconda generazione sono dotati di una qualche capacità sensoria, possono ad esempio dosare la forza con la quale stringere un dado, eseguire un montaggio o rilevare la presenza di oggetti). Questi robot inoltre hanno una maggiore capacità elaborazione, il che consente una maggiore " intelligenza dell'ambiente lavorativo ". Tali robot possono allora eseguire compiti nei quali siano richiesti ampi spostamenti, come nelle saldature a punto, nella verniciature, nelle applicazioni di sigillante, ecc.

I robot della terza generazione, ancora oggi in fase di sviluppo, saranno dotati di facoltà sensorie paragonabili, se non superiori, a quelle umane; saranno accoppiati ad elaboratori di grande potenzialità, e saranno in grado di cooperare con altri robot per l'esecuzione di compiti estremamente complessi e di prendere decisioni sulla base di eventi e regole.

AUTOMI AL LAVORO

Un robot industriale è formata da una "catena" di segmenti rigidi, collegati da articolazioni, (GIUNTI), di tipo PRISMATICO, che consentono lo scorrimento di un segmento rispetto all'altro, in UNA sola direzione o ROTATIVO che, consentono la rotazione di un segmento rispetto all'altro, attorno ad un asse.

Il segmento che si trova ad un estremo della catena è fissato ad un basamento, mentre il segmento opposto è libero e fornito di un utensile, mediante il quale si manipolano oggetti o si eseguono operazioni. In questa catena si possono distinguere un braccio ed una mano. Il movimento dei segmenti che costituiscono il braccio consentono normalmente di raggiungere tutti i punti di un certo ambiente, (l'ambiente LAVORO), mentre il movimento della mano consente di orientare l'utensile o il pezzo manipolato, in funzione del programma che deve essere eseguito.

In definitiva lo **SPAZIO di LAVORO di un robot è l'insieme di punti che possono essere raggiunti mediante il movimento del braccio.**

La struttura di un robot e la configurazione del suo spazio di lavoro dipendono dalle dimensioni dei segmenti e dal tipo di giunti impiegati nel braccio.

I robot disponibili in commercio appartengono ad una delle seguenti categorie.

I ROBOT CARTESIANI, il cui braccio è costituito da tre segmenti connessi da giunti prismatici.

I ROBOT CILINDRICI, in cui si alternano un giunto prismatico, uno rotativo e uno prismatico.

I ROBOT SFERICI o POLARI, in cui i primi due giunti sono rotativi e il terzo è prismatico.

I ROBOT ARTICOLATI, in cui tutti e tre i giunti sono rotativi.

In tutte queste categorie il braccio è sempre formato da tre segmenti, che è il minimo numero di segmenti necessario per accedere a tutti i punti di uno spazio. Non è escluso l'impiego di robot con un numero maggiore di segmenti, quando per eseguire il loro compito è necessario evitare degli ostacoli. Se il robot deve lavorare in un piano esso può essere costituito da due soli segmenti. Il movimento delle braccia o dei segmenti è ottenuto da dei motori, che sono montati su uno o più giunti.

I motori impiegati possono essere elettrici o idraulici.

Un sistema di controllo automatico è realizzato da diverse parti connesse fra di loro, al fine di ottenere l'esecuzione di determinate operazioni, senza il diretto intervento dell'uomo. Nel caso di un robot industriale, tali operazioni riguardano in genere i movimenti del braccio, da un punto all'altro dello spazio di lavoro, e della mano, al fine di eseguire le operazioni programmate. In questo caso ciò che si desidera è lo spostamento della mano secondo delle modalità fissate a priori o programmate in precedenza. Lo spostamento della mano, rispetto ad

una posizione, prestabilita, ritenuta come una posizione di riposo, è caratterizzata da sei grandezze indipendenti:

- Le tre coordinate cartesiane che individuano la posizione del polso;
- I tre angoli che individuano l'orientamento della mano rispetto al braccio.

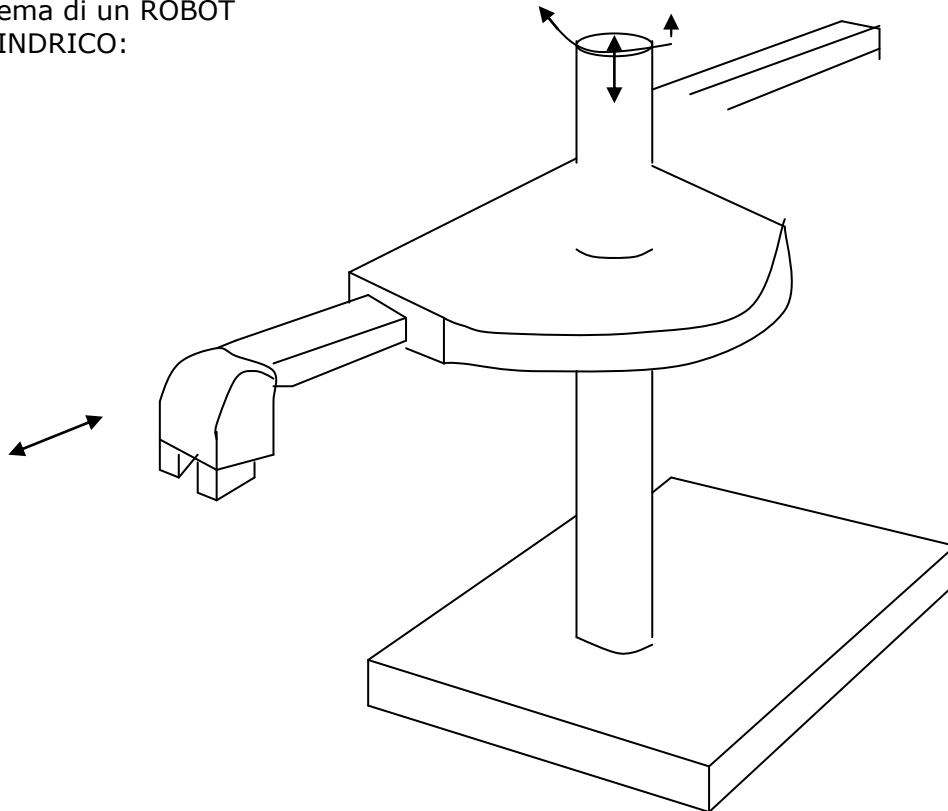
Si osserva che lo scopo del sistema di controllo automatico è quello di ottenere che, ciascuna di queste sei grandezze assuma nel tempo, un andamento corrispondente alle modalità di movimento desiderate o programmate.

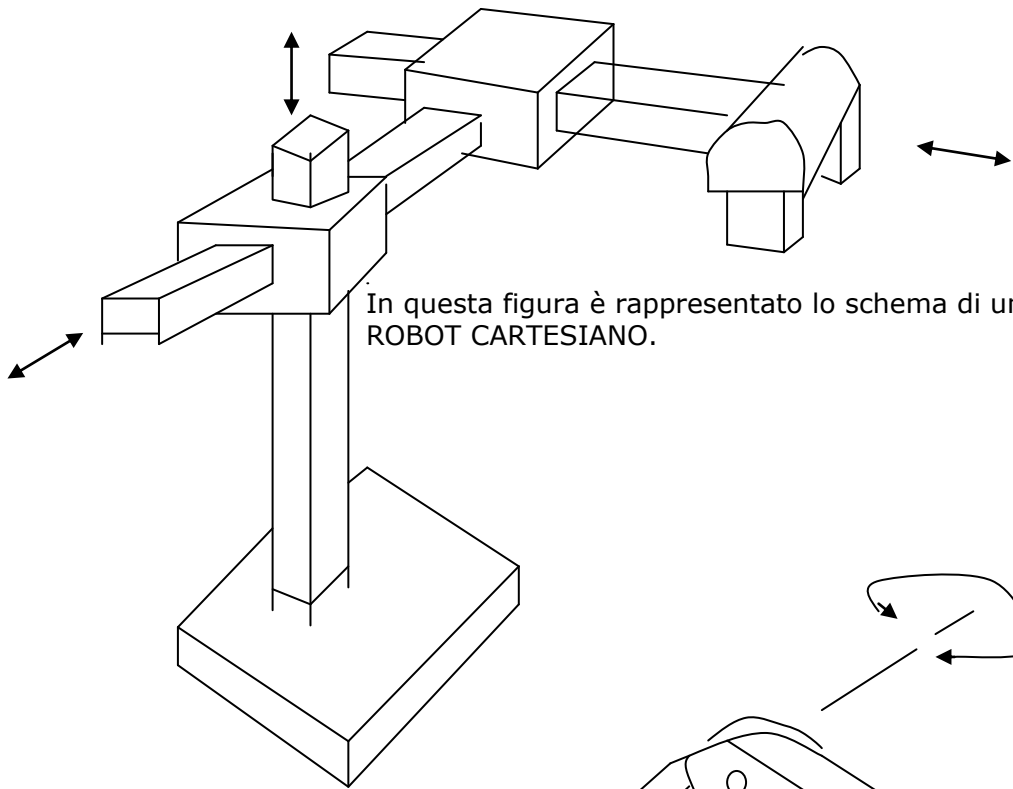
In questo caso si parla allora di controllo di POSIZIONE, in quanto alle grandezze cui ci interessiamo, noi vogliamo imporre delle posizioni opportune.

Infine si ricorda che, dal punto di vista tecnico, CONTROLLARE, proviene dall'analogo inglese TO CONTROL, il cui significato comprende quelli di DIRIGERE, ESERCITARE INFLUENZA SU, oltre a quello più comune in italiano di VERIFICARE.

Sempre nel caso dei robot il controllo può riguardare altre grandezze fisiche, diverse dalla posizione, come ad esempio, la FORZA con la quale le dita della mano stringano un utensile, o con quale forza un oggetto possa essere messo a contatto con un altro, come anche la forza con cui invitare una vite o un dado nel caso di montaggio. In figura è rappresentato lo schema di un ROBOT

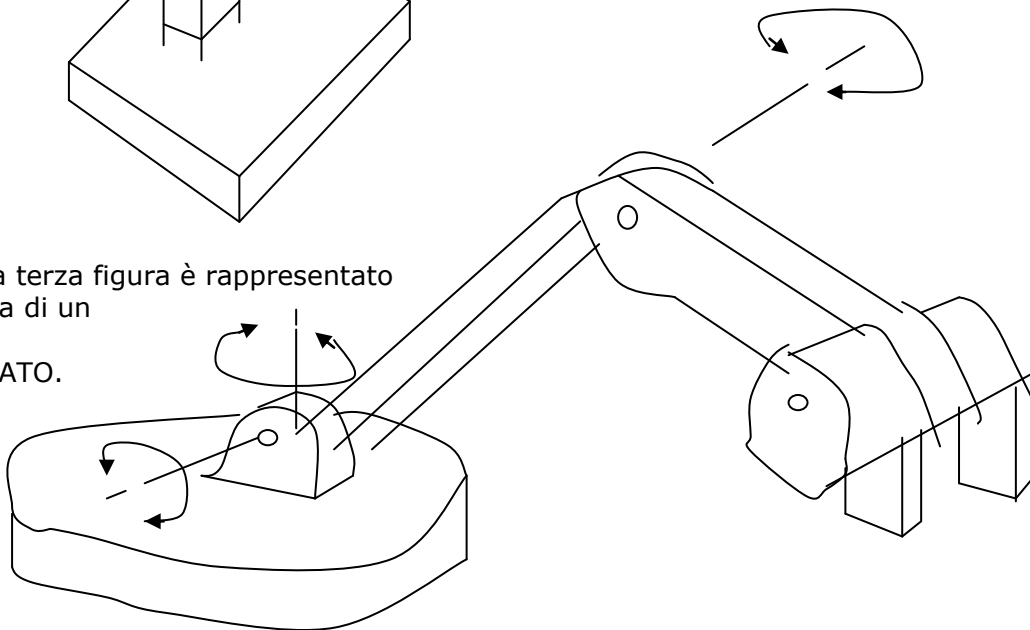
CILINDRICO:



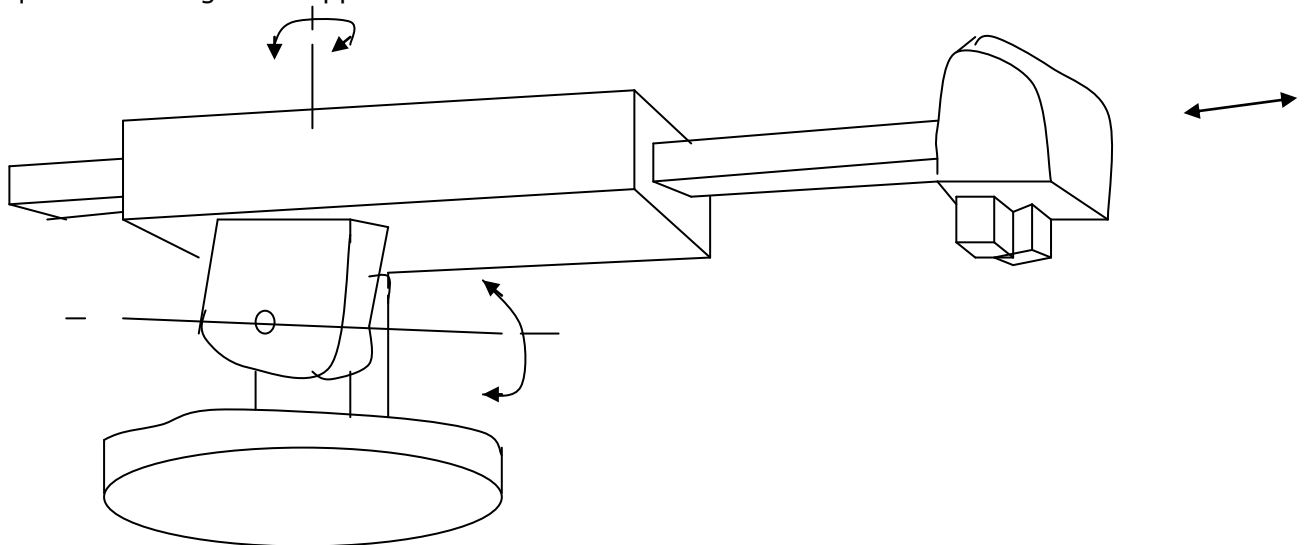


In questa figura è rappresentato lo schema di un ROBOT CARTESIANO.

In questa terza figura è rappresentato lo schema di un ROBOT ARTICOLATO.



In quest'ultima figura è rappresentato il ROBOT SFERICO o POLARE:



La maggior parte dei ROBOT appartiene ad una delle quattro categorie indicate nelle figure precedenti:

i ROBOT CARTESIANI composti da tre segmenti che possono scorrere ciascuno in direzione perpendicolare agli altri due;

ROBOT CILINDRICI, in cui i primi due movimenti consentono di raggiungere tutti i punti di una superficie cilindrica;

ROBOT SFERICI o POLARI, in cui i primi due movimenti consentono di raggiungere i punti di una superficie sferica;

ROBOT ARTICOLATI, in cui tutti e tre i movimenti sono ottenuti mediante rotazioni.