

# **CONTROLLO DI IMPIANTI DI PRODUZIONE INDUSTRIALE BASATO SU SISTEMI MANIFATTURIERI OLONICI E STANDARD IEC 61499**

**di Federico Colautti**

La presente Tesi si propone di realizzare una panoramica sulla nuova filosofia del Controllo Distribuito, analizzandone le caratteristiche, studiandone le differenze con le altre tecniche Tradizionali e Centralizzate, e concentrandosi su alcuni dei numerosi Approcci di cui essa dispone. Si focalizzano in particolare i Sistemi Manifatturieri Olonici, dei quali si fornisce un'ampia introduzione storica, ed una buona analisi delle Architetture Implementative, nonché delle Condizioni di Lavoro Ideali, e delle fondamentali Caratteristiche di Adattamento ed Autonomia di cui essi dispongono.

Congiuntamente a codesti sistemi, viene presentato lo Standard IEC 61499, che rappresenta un ottimo metodo per la loro implementazione, insieme agli Agenti, i quali sono un altro paradigma per la Progettazione di Sistemi Distribuiti.

Per Sistema Distribuito, si intende un ambiente di controllo costituito da singoli Moduli intercomunicanti, ciascuno dei quali governa una unità (vale a dire una risorsa fisica, un macchinario, o semplicemente un modulo software) dell'Impianto Industriale controllato, e scambia Informazioni (quali semplici Dati, Comunicazioni di Servizio, ma anche Ordini di Lavoro) con gli altri Moduli che costituiscono il Sistema.

Un approccio come quello in esame, sebbene ancora in fase di studio, potrebbe incontrare una notevole applicabilità nell'Automazione degli Impianti Industriali moderni, dato che esso viene incontro ai fabbisogni principali dei Sistemi di Automazione e Produzione d'oggi, quali l'Integrazione d'Azienda, la possibilità di Cooperare con Clienti e Fornitori, l'Interoperabilità, l'Agilità nell'affrontare i cambiamenti del proprio ambiente, la Scalabilità e la Robustezza.

Per realizzare un Sistema Distribuito è possibile utilizzare diverse metodologie di progettazione, come l'approccio basato su Componenti, quello Funzionale, quello ad Oggetti e l'approccio orientato all'uso di Pattern. Tuttavia, tra questi risultano di particolare interesse l'approccio ad Agenti (ed i relativi Sistemi Multi Agente), nonché la metodologia basata su Oloni (da cui derivano i Sistemi Manifatturieri Olonici).

Per quanto concerne gli Agenti, la loro definizione principale li descrive come Sistemi Software situati in un particolare Ambiente, all'interno del quale essi possono agire flessibilmente ed autonomamente, allo scopo di realizzare i propri obiettivi di design.

I Sistemi Multi Agente sono costituiti da due o più Agenti che interagiscono tra loro, seguendo dei protocolli di comunicazione ben definiti, e delle modalità di interazione specifiche (Client-Server, Peer to Peer, ecc...), le quali vengono negoziate dagli stessi Agenti, e possono essere modificate nell'arco del tempo, quando se ne presenta la necessità.

L'uso dei Sistemi Multi Agente è particolarmente diffuso nel campo delle Applicazioni Ipermediali, della Tecnologia Web, e dell'e-commerce, mentre solo recentemente si è iniziato a studiarne l'applicabilità nel campo dell'Automazione Industriale, per il quale tuttavia risultano di maggiore interesse i Sistemi Olonici.

Il termine Olone (Holon) fu coniato nel 1967 dal sociologo ungherese Arthur Koestler (Koestler, "The Ghost in the Machine", 1967), allo scopo di spiegare l'evoluzione dei sistemi biologici e sociali. Questi sistemi tendono a sviluppare, durante la crescita, delle stabili forme intermedie che sono parzialmente autosufficienti. Tuttavia, risulta molto difficile distinguere, in un sistema vivente, tra l'intero corpo del sistema ed una sola delle sue parti. Tale osservazione portò Koestler a proporre la voce "*holon*", combinazione del greco '*holos*', che significa tutto, con il suffisso '*on*', che sta ad indicare una particella od una parte infinitesima, come potrebbero essere un protone od un neutrone in un atomo. Questo termine suggerisce dunque la combinazione di un intero sistema con le sue componenti individuali .

Koestler osservò che, negli organismi viventi come nelle organizzazioni sociali, non esistono entità totalmente autosufficienti ed isolate, in quanto ogni componente del sistema (come una cellula semplice nel corpo di un animale, od una famiglia in una società), è a sua volta scomponibile in unità ancora più elementari (plasma e nucleo nella cellula, genitori e figli nella famiglia), ma, contemporaneamente, esso fa parte di una unità organizzativa ancora più grande (vale a dire un sottosistema, come accade nel caso della cellula, che appartiene ad un tessuto muscolare facente parte del corpo, e nella famiglia, la quale appartiene ad una comunità interna alla società).

Nonostante questi concetti siano stati creati per l'analisi dei sistemi sociali e biologici, negli ultimi anni essi sono stati "importati" dal mondo dell'Informatica e dell'Automazione Industriale, che li utilizzano principalmente nel campo della ricerca. Infatti, i Sistemi Manifatturieri Olonici (Holon Manufacturing Systems - HMS), che vengono analizzati in questo Capitolo, sono stati proposti intorno al 1990 dal Consorzio HMS, come un nuovo paradigma per la produzione manifatturiera.

Secondo tale Consorzio, un Olone è un blocco di costruzione autonomo e cooperativo, che fa parte di un sistema di produzione, ed ha lo scopo di trasformare, trasportare, immagazzinare e/o controllare la validità di informazioni ed oggetti fisici.

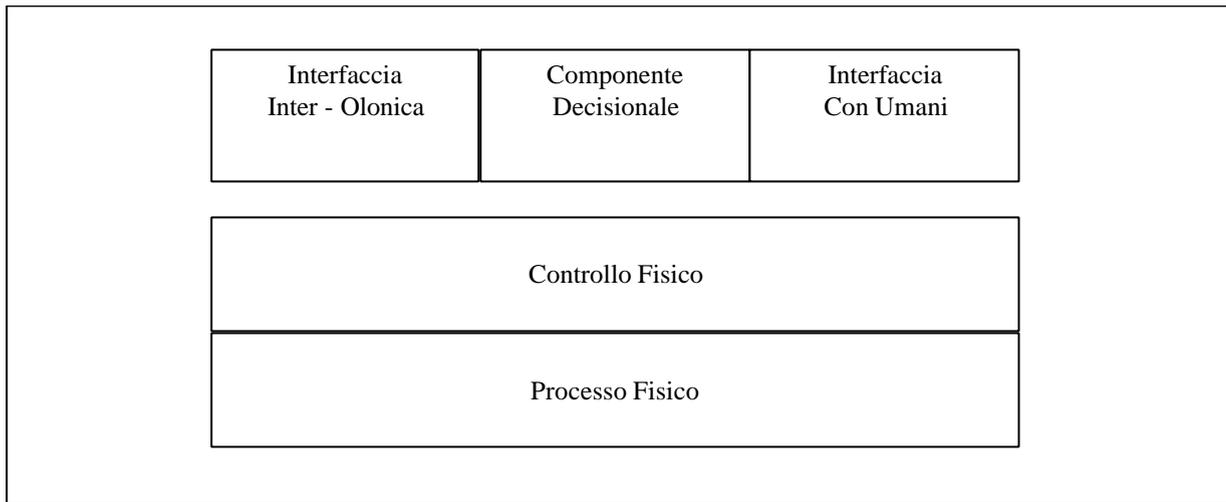
In particolare, un Olone è un'unità autosufficiente ed auto - affidabile , dotata di un elevato grado di indipendenza, che può prendere delle decisioni in modo autonomo, senza dover consultare un livello più alto nella gerarchia di controllo. Al tempo stesso, però, un Olone è anche assoggettato ai livelli più alti del Sistema di Controllo, in quanto deve svolgere i compiti che gli vengono assegnati dagli Oloni suoi superiori.

Un Sistema di Oloni che collaborano allo scopo di raggiungere un obiettivo, viene detto Olarchia.

L'Architettura generale di un Olone, proposta dal consorzio HMS, viene illustrata in figura 1. Come si può notare, essa è costituita da tre componenti di Interfaccia (per l'interfacciamento con altri Oloni, con Umani, e con l'eventuale Componente Fisica), un Kernel (Componente Decisionale dell'Olone), ed un'eventuale Componente Fisica (Hardware dell'Olone).

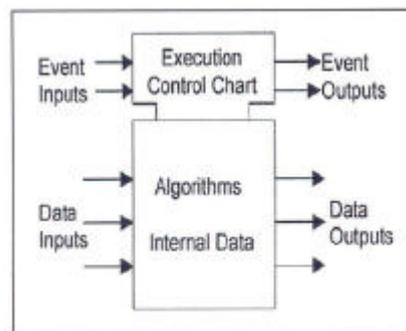
Va precisato che un Olone, a differenza di un Agente, può includere nella propria struttura anche una componente Hardware, la quale realizza il Processo Fisico da esso controllato.

Ulteriori precisazioni sugli Oloni, sugli Agenti, e sulle differenze tra questi, verranno discusse più in dettaglio nell'elaborato.



**Figura 1.** Architettura generale di un Olone. L'elaborazione delle Informazioni viene realizzata al livello più alto della struttura, cioè dalla componente decisionale. Il processo fisico viene invece svolto dagli ultimi due livelli, vale a dire dal Controllo Fisico e dal Processo Fisico.

IEC è l'acronimo di International Electrotechnical Commission, vale a dire, Commissione Elettrotecnica Internazionale. Questa organizzazione è incaricata della realizzazione degli Standard Internazionali che riguardano tutti i settori della tecnologia Elettrica ed Elettronica. Lo Standard IEC 61499 definisce i Blocchi Funzionali per Sistemi di Controllo e Supervisione di Impianti Industriali.



**Figura 2. Modello del Blocco Funzionale**

Un Blocco Funzionale (Function Block - FB) rappresenta un'unità funzionale software, associata ad una risorsa hardware del Sistema di Controllo. Un'istanza di un FB è caratterizzata da un Nome di Tipo (il blocco di base cui l'istanza appartiene), un Nome di Istanza, un Insieme degli Eventi d'Ingresso, un Insieme degli Eventi d'Uscita, un Insieme di Dati in Ingresso, un Insieme di Dati in Uscita, un Insieme di Dati Locali, un Execution Control Chart (ECC), costituito da Stati, Transizioni ed Azioni, il quale invoca l'esecuzione di Algoritmi in risposta agli Eventi di Ingresso, e da un Insieme di Algoritmi, ognuno dei quali è associato ad uno Stato dell'ECC.

La rappresentazione grafica di un FB è osservabile in Figura 2.

Lo Standard prevede che ad ogni risorsa dell'Impianto Industriale da controllare, venga associato un Blocco Funzionale. In tal modo, è possibile realizzare un Sistema di Supervisione distribuito,

formato da un insieme di FB che interagiscono tra loro, scambiandosi dati e segnalandosi gli eventi che mano a mano accadono durante l'evoluzione del Processo Produttivo.

Nell'elaborato verrà infine indicato il modo per realizzare un Sistema Manifatturiero Olonico, utilizzando la combinazione di Agenti e Blocchi Funzionali.

La vasta bibliografia utilizzata è reperibile nella Tesi.