

AUTOMAZIONE

*Or che bravo sono stato
posso fare anche il bucato.
Il bucato in casa c'è
chi lo fa meglio di te!*



Cos'è l'automazione?

- Il termine *automazione* identifica la *tecnologia* che usa *sistemi* di *controllo* per gestire *macchine* e *processi*, riducendo la necessità dell'intervento umano.
- Si realizza per l'esecuzione di operazioni ripetitive o complesse, ma anche ove si richieda sicurezza o certezza dell'azione o semplicemente per maggiore comodità.

Dizionario (© Devoto – Oli)

- *Automazione* – il ricorso a mezzi e procedimenti tecnici, specialmente elettronici, diretti ad assicurare uno svolgimento o un funzionamento nel quale l'intervento dell'uomo risulti ridotto o eliminato.
- *Tecnologia* – lo studio delle scienze applicate, con particolare riferimento ai diversi procedimenti per la trasformazione della materia prima in prodotti di impiego o di consumo.
- *Sistema* – complesso di strumenti, meccanismi o elementi strutturali destinato a particolari fini tecnici.
- *Controllo* – esame condotto allo scopo di garantire la regolarità dal punto di vista tecnologico.
- *Macchina* – congegno rispondente a determinati requisiti tecnologici, destinato allo svolgimento di un lavoro con notevoli margini di vantaggio.
- *Processo* – successione di fatti e fenomeni aventi tra loro un nesso (legame); oppure, operazione o serie di operazioni con cui un risultato è ottenuto.

Cos'è l'automazione?

- Nel corso degli anni sono state conferite al termine “**automazione**” varie definizioni per poi trarre la conclusione che per automazione si può intendere un fenomeno che ha - insieme - natura tecnologica, economica, organizzativa e sociale e ha per oggetto la gestione e l'evoluzione di complessi sistemi tecnico-organizzativi che realizzano processi produttivi di prodotti e/o servizi.

Cos'è l'automazione?

- Definendo l'automazione come la tecnologia necessaria per realizzare macchine in grado di sostituire uno o più attributi dell'uomo nell'effettuare un lavoro, proponiamo una classificazione basata sugli attributi sostituiti.



Cos'è l'automazione?

Livello	Attributo sostituito	Esempio
0	Nessuno	Utensili manuali
1	Energia	Utensili motorizzati a controllo manuale
2	Destrezza	Automazioni a ciclo singolo
3	Diligenza	Automazioni a ciclo ripetuto
4	Giudizio	Controllo a ciclo chiuso
5	Valutazione	Capacità di ottimizzazione del ciclo
6	Apprendimento	Limitate capacità di autoprogrammazione
7	Ragionamento	Capacità di ragionamento induttivo
8	Creatività	Capacità di creare manufatti originali

Quando nasce l'automazione?

- A partire dalla rivoluzione industriale (XVIII-XIX secolo) sono stati richiesti, agli ingegneri e alle industrie degli enormi investimenti nell'automazione.



Pionieri dell'automazione

- La macchina a vapore di James Watt prima, ...



James Watt



Macchina a vapore

Pionieri dell'automazione

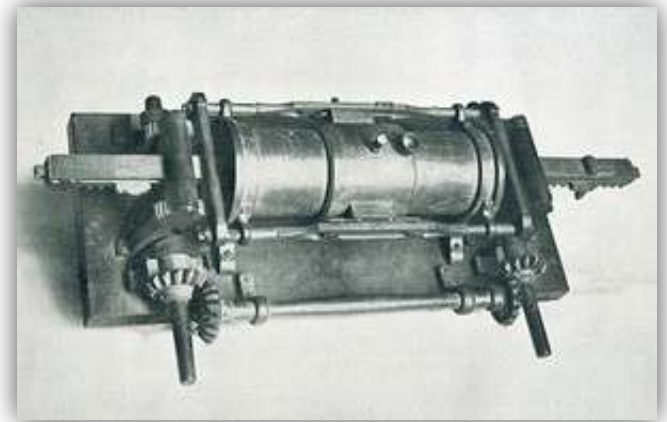
- ... il motore a scoppio di Eugenio Barsanti e Felice Matteucci dopo ...



Barsanti



Matteucci



Motore a scoppio

L'automazione oggi

- ... e l'elettronica dopo, hanno permesso il raggiungimento di notevoli progressi tecnologici.



Scheda elettronica

L'automazione oggi

- Il maggior sviluppo nel campo dell'automazione è avvenuto con l'avvento dell'elettronica che ha consentito di passare dal livello 3 (*diligenza*) della meccanica pura alle possibilità offerte dall'elettronica e dai controlli automatici.
- Oggi l'automazione ha raggiunto il livello 5 (*valutazione*) con qualche caso di livello 6 (*apprendimento*).

L'automazione oggi

- Tali livelli di automazione sono realizzati mediante l'interazione tra la meccanica pura (che provvede alla sostituzione degli attributi umani fino al *livello 3*) e dispositivi elettronici quali:
 - Computer dedicati chiamati controllori logici programmabili (PLC).
 - Attuatori, sensori e trasduttori.
 - Sistemi di visione artificiale.
 - Microcontrollori.
 - PC dotato di apposite schede di I/O, generalmente chiamato CN (controllo numerico).
 - Logica cablata (ormai rara, in quanto è l'antenata del PLC).

L'automazione oggi

- Un particolare caso di automazione, nonché uno dei casi attualmente più avanzati, è quello delle **macchine utensili a controllo numerico**, che consentono la realizzazione di manufatti sostituendosi all'uomo nel fornire energia, destrezza, diligenza, giudizio e valutazione (livello 5).
- La massima estremizzazione dell'automazione manifatturiera è la **fabbrica automatica**.

L'automazione oggi

- Un recente sviluppo della tecnologia è l'automazione applicata all'ambito domestico, detta "**domotica**".



L'automazione oggi

- L'automazione applicata nei laboratori di ricerca e diagnosi si chiama "automazione di laboratorio".

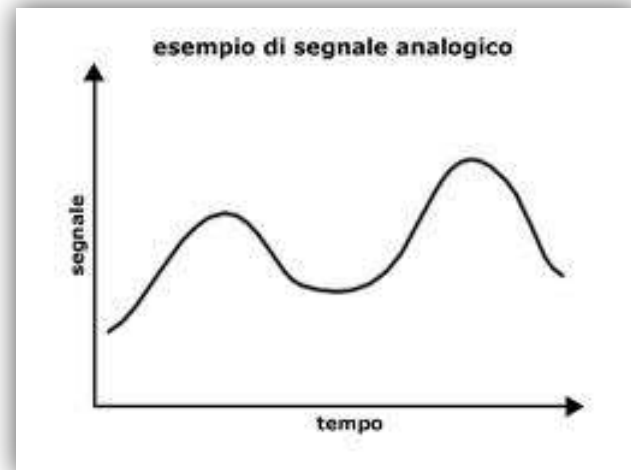
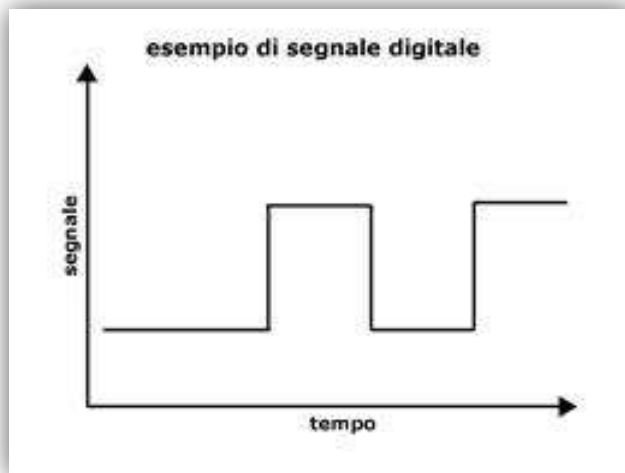


II PLC

- Il controllore logico programmabile o *programmable logic controller* (PLC) è un computer industriale specializzato in origine nella gestione dei processi industriali.
- Il PLC esegue un programma ed elabora i segnali *digitali* ed *analogici* provenienti da sensori e diretti agli attuatori presenti in un impianto industriale.

II PLC

- Segnali elettrici *digitali* e *analogici*.



II PLC

- Nel tempo, con la progressiva miniaturizzazione della componentistica elettronica e la diminuzione dei costi, è entrato anche nell'uso domestico.
 - L'installazione di un PLC nel quadro elettrico di un'abitazione, a valle degli interruttori magnetotermico e differenziale (salvavita), permette la gestione automatica dei molteplici sistemi e impianti installati nella casa: impianto di riscaldamento, antifurto, irrigazione, LAN, luci, ecc.

II PLC

- La struttura del PLC viene adattata in base al processo da automatizzare.



PLC

II PLC

- Durante la progettazione del sistema di controllo, vengono scelte le *schede* adatte alle grandezze elettriche in gioco. Le varie schede vengono quindi inserite sul *bus* o *rack* del PLC.



RACK

II PLC

- La prima azione che il PLC compie è la **lettura degli ingressi** e con questo si intende tutti gli ingressi sia digitali che analogici, on board o su bus di campo (schede remote collegate al PLC o con una rete di comunicazione).



II PLC

- Dopo aver letto tutti gli ingressi, il loro stato viene memorizzato in una memoria che è definita “Registro immagine degli ingressi”.



Memoria elettronica

II PLC

- A questo punto le istruzioni di comando vengono elaborate in sequenza dalla CPU e il risultato viene memorizzato nel “Registro immagine delle uscite”.
- Infine, il contenuto dell'immagine delle uscite viene scritto sulle uscite fisiche ovvero le uscite vengono attivate.

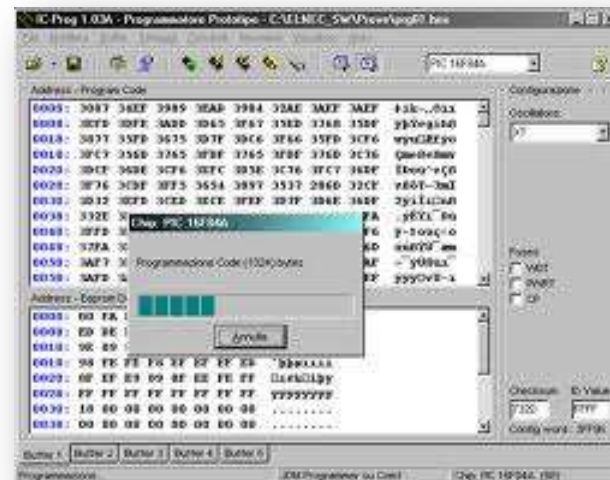
II PLC

- Poiché l'elaborazione delle istruzioni si ripete continuamente, si parla di **elaborazione ciclica**.
- Il tempo che il controllore impiega per una singola elaborazione viene detto **tempo di ciclo** (solitamente da 10 a 100 millisecondi).



II PLC

- Il PLC per ottemperare ai suoi compiti deve essere programmato.
- La **programmazione** del PLC è effettuata normalmente con un PC sul quale un software specializzato permette di creare programmi da scaricare nella memoria della CPU del PLC.



L'attuatore

- In senso lato, un attuatore è talvolta definito come un qualsiasi dispositivo che converte dell'energia da una forma ad un'altra, in modo che questa agisca nell'ambiente fisico al posto dell'uomo.
- Anche un meccanismo che mette qualcosa in azione automaticamente è detto attuatore.

L'attuatore

- In ingegneria gli **attuatori** sono capaci di trasformare un segnale in ingresso (tipicamente elettrico) in movimento, come esempi di attuatori sono i motori elettrici, gli elettromagneti, i relè, ecc.



Attuatore

L'attuatore

- I motori sono usati soprattutto quando si richiedono movimenti circolari, ma possono essere impiegati per applicazioni lineari trasformando il movimento da circolare a lineare con una vite senza fine.



Motore elettrico



Vite senza fine

Il sensore

- Comunemente con il termine **sensore** si definisce un dispositivo che trasforma una grandezza fisica che si vuole misurare in un segnale di natura diversa (tipicamente elettrico) più facilmente misurabile o memorizzabile.



Sensore di temperatura

Il sensore

- Un sensore si trova in diretta interazione con il sistema misurato.
- Anche se storicamente sono sempre stati usati dispositivi che traducono le grandezze fisiche in visualizzazioni di più semplice leggibilità, con lo sviluppo dell'elettronica i sensori hanno invaso ogni campo tecnologico.

Il sensore

- A parte le ovvie applicazioni legate alla strumentazione di misura, i sensori sono usati intensamente in medicina, nella industria e nella robotica e in generale nei sistemi di controllo.



Il trasduttore

- Il **trasduttore** è un dispositivo, generalmente elettrico o elettronico, che converte un tipo di energia relativa a grandezze meccaniche e fisiche in segnali elettrici.



Trasduttore di pressione

Il trasduttore

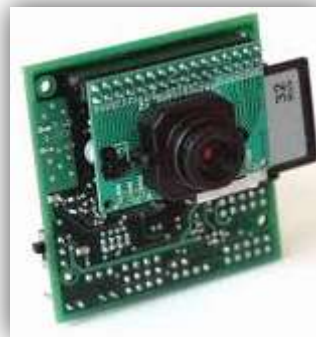
- Molti trasduttori sono sia sensori sia attuatori.
- In senso lato, un trasduttore è talvolta definito come un qualsiasi dispositivo che converte dell'energia da una forma ad un'altra, in modo che questa possa essere rielaborata o dall'uomo o da altre macchine.

La visione artificiale

- La visione artificiale è l'insieme dei processi che mirano a creare un modello approssimato del mondo reale (3D) partendo da immagini bidimensionali (2D).



2D



3D

La visione artificiale

- Lo scopo principale della visione artificiale è quello di riprodurre la vista umana.
- Vedere è inteso non solo come l'acquisizione di una fotografia bidimensionale di un'area, ma soprattutto come l'interpretazione del contenuto di quell'area.
- L'informazione è intesa in questo caso come qualcosa che implica una decisione automatica.

La visione artificiale

- Un sistema di visione artificiale è costituito dall'integrazione di componenti ottiche, elettroniche e meccaniche che permettono di acquisire, registrare ed elaborare immagini sia nello spettro della luce visibile che al di fuori di essa (infrarosso, ultravioletto, raggi X, ecc.).

La visione artificiale

- Il risultato dell'elaborazione è il riconoscimento di determinate caratteristiche dell'immagine per varie finalità di controllo, classificazione, selezione, ecc.



La visione artificiale

- Grazie alle funzionalità e alla elevata potenza di calcolo i sistemi di visione possono trovare campi di applicazione virtualmente illimitati.



La visione artificiale

- Fra le applicazioni in campo industriale figurano:
 - Riconoscimento difetti e rispetto delle tolleranze
 - Orientamento, posizionamento e guida robot
 - Misure non a contatto
 - Verifiche su nastri in continuo
 - Classificazione e scelta
 - Lettura di caratteri e codici

La visione artificiale

- Una nuova area di applicazioni emergente è quella dei veicoli autonomi come sommergibili, veicoli terrestri su ruote o cingolati, aerei.
- Un sistema di visione artificiale può sia supportare un pilota di questi veicoli in varie situazioni, sia occuparsi dell'intera navigazione.
- In questo caso è importante saper riconoscere gli ostacoli e riuscire a produrre una mappa della zona circostante.

La visione artificiale

- Esempi in questa area sono i warning system nelle automobili, i sistemi per l'atterraggio automatico degli aerei o i sistemi per la guida automatica di autovetture.
- Quest'ultima tecnologia anche se studiata e prodotta non ha ancora raggiunto i costi sufficienti per essere lanciata sul mercato.

La visione artificiale

- Le applicazioni militari sono probabilmente una delle più grandi aree che sfrutta i benefici della visione artificiale anche se solo una piccola parte del lavoro svolto in questo ambiente viene reso pubblico.
- Ovvvi esempi possono essere il sistema di guida e puntamento dei missili.



La visione artificiale

- Un operatore umano che lavora su un nastro trasportatore per il controllo difettosità dei pezzi non può eseguire un controllo al 100% su tutti i pezzi e mantenere nel tempo la costanza dei criteri di valutazione, mentre un sistema di visione può operare per intere giornate senza alcuna variazione delle prestazioni.



La visione artificiale

- Anche l'omogeneità del giudizio fra operatori diversi costituisce un elemento che porta a preferire un controllo automatizzato: è virtualmente impossibile ottenere da operatori umani la costanza ed omogeneità dei criteri di valutazione.

La visione artificiale

- In condizioni ambientali limite come ambienti molto rumorosi, esposti ad agenti chimici, temperature molto elevate o molto fredde, aree nel raggio di azione di macchine o sistemi di movimentazione, spazi ristretti, un sistema di visione può operare in tranquillità senza mettere a rischio la vita dei lavoratori o sottoporli a stress fisici inutili.

La visione artificiale

- Un sistema di visione è in grado di svolgere operazioni di verifica in frazioni di secondo anche su oggetti in movimento molto veloce, come su nastri trasportatori.
- La dimensione degli oggetti è una variabile che spesso limita la verifica e il controllo umano nel processo produttivo.
- I sistemi di visione consentono di analizzare particolari non visibili o difficilmente identificabili dall'uomo grazie a ottiche e software specifici.

La visione artificiale

- Anche in presenza di oggetti caratterizzati da tolleranze molto ristrette, i sistemi di visione consentono di raggiungere una precisione ed un'accuratezza del controllo di gran lunga superiore a quella umana.
- Questo permette di ottenere prodotti sempre più conformi alle esigenze del mercato.

La visione artificiale

- Oltre ad assolvere ai compiti di controllo, ad esempio individuando e scartando pezzi difettosi, i nostri sistemi di visione sono in grado di generare e memorizzare dati sul processo in tempo reale, evidenziando scostamenti dai parametri ottimali.

La visione artificiale

- Questo consente di individuare eventuali segnali o trend di peggioramento del processo, aiutando così i gestori della linea di produzione ad intraprendere le azioni correttive prima che si esca dalle soglie di tolleranza previste.

Il microcontrollore

- Il **microcontrollore** o *microcontroller* è un dispositivo elettronico integrato su singolo chip.



Il microcontrollore

- Nato come evoluzione alternativa al **microprocessore** ed utilizzato generalmente in sistemi per applicazioni specifiche di controllo digitale.



Il microcontrollore

- Il microcontrollore è progettato per interagire direttamente con il mondo esterno tramite un programma residente nella propria memoria interna e mediante l'uso di pin specializzati o configurabili dal programmatore.
- Sono disponibili in 3 fasce di capacità elaborativa: 8 bit, 16 bit e 32 bit.

Il microcontrollore

- L'ampia gamma di funzioni di comando e controllo disponibili, sia analogiche che digitali, integrate sullo stesso chip, permette l'impiego del microcontrollore in sostituzione di schede elettroniche cablate tradizionali ben più complesse e costose.



Scheda cablata

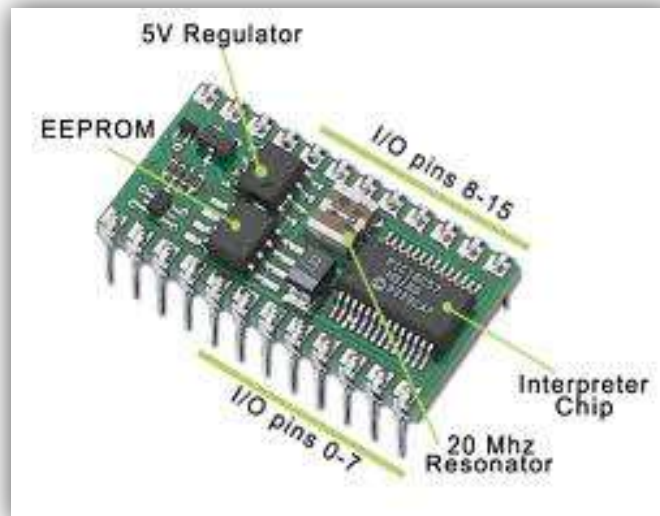
Il microcontrollore

- Per i microcontrollori sono rilasciati sistemi di sviluppo amatoriali e professionali anche in modalità open source.



Il microcontrollore

- Il microcontrollore è un sistema completo, che integra in uno stesso chip il processore, la memoria permanente, la memoria volatile e i canali di I/O, oltre ad eventuali altri blocchi specializzati.



Il microcontrollore

- In generale, essendo concepiti per applicazioni specifiche e per l'uso in condizioni ambientali particolari che impongono limitazioni sia in termini di consumi che in termini di dissipazione di potenza.
- I microcontrollori presentano caratteristiche meno spinte rispetto ai microprocessori ma risultano più economici di questi ultimi sia per l'integrazione in un solo chip di una serie di componenti sia per fattori di economia di scala legati ai volumi di produzione molto più elevati.

Il microcontrollore

- Applicazioni di impiego:
 - Al primo posto in classifica come segmento di mercato troviamo l'auto e altri mezzi di trasporto, che utilizza decine, in alcuni casi anche centinaia, di componenti per singola unità industriale venduta.
 - Segue il segmento della telefonia mobile e delle telecomunicazioni in genere, quindi vengono i prodotti medicali, l'elettronica di consumo e gli elettrodomestici.

Il controllo numerico o CN

- Il **controllo numerico** è una caratteristica delle macchine utensili; si dicono "macchine a controllo numerico" o macchine "**CN**" quelle macchine utensili il cui movimento durante la lavorazione è diretto da un computer integrato nella macchina che ne comanda gli spostamenti e le funzioni secondo un ben definito programma di lavoro.

Il controllo numerico o CN



Tornio a controllo numerico

Il controllo numerico o CN

- Le macchine CN non sono **ròbot**: i ròbot sono in grado di adattarsi a variazioni dell'ambiente in cui stanno operando e portare a termine ugualmente il compito a cui sono preposti.



Ròbot industriale

Il controllo numerico o CN

- Una macchina CN si limita ad eseguire il programma impostato a prescindere da cosa accade intorno a lei ed è responsabilità dell'operatore preparare i pezzi da lavorare ed intervenire in caso di imprevisti.

Il controllo numerico o CN

- In altre parole, le macchine CN devono sempre operare sotto la supervisione di un operatore umano, mentre i robot possono, al limite, operare senza alcuna supervisione.

Il controllo numerico o CN

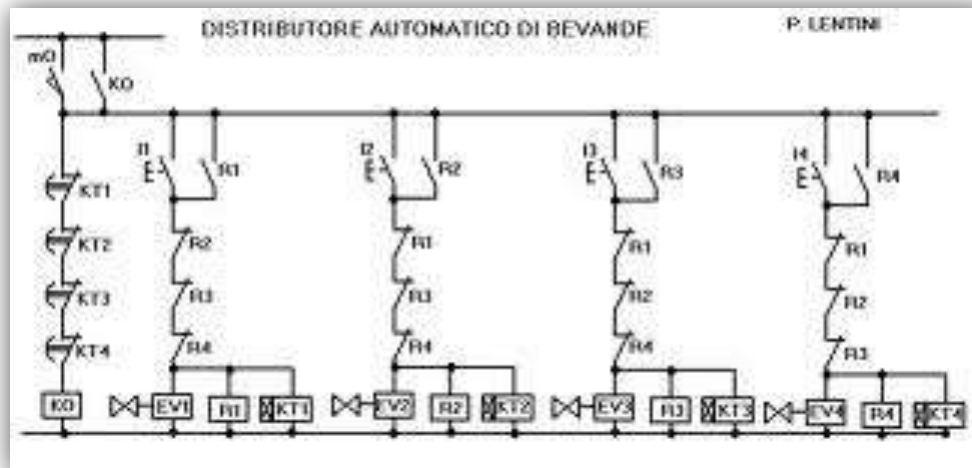
- Il controllo numerico di una macchina si basa sulla misura della posizione delle sue parti mobili tramite un trasduttore di posizione e sull'azionamento controllato di attuatori (motori, pistoni idraulici o altro) che governano il movimento della macchina in modo da posizionare l'utensile di lavorazione in un punto arbitrario scelto con precisione.

Il controllo numerico o CN

- Un dato movimento della macchina misurato dal trasduttore e controllato dal computer attraverso un motore, in modo tale che sia possibile posizionare la macchina con precisione in un punto arbitrario della corsa disponibile si dice **asse controllato**, o più semplicemente asse della macchina.

Logica cablata

- La **logica cablata** si ottiene collegando fisicamente tutte le apparecchiature che compongono un impianto, fra di loro, in modo da ottenere un determinato funzionamento dato dallo schema che devo realizzare.



Logica cablata

- Il vantaggio di questa logica è che è molto semplice da realizzare, quando abbiamo piccoli impianti, ed è abbastanza intuitiva però è poco flessibile in quanto per modificare un impianto bisogna smontare e cablare di nuovo secondo le modifiche.

Logica cablata

- Un altro svantaggio della logica cablata è che si basa anche sul funzionamento di apparecchiature elettromeccaniche, che sono soggette ad usura.



Relè elettromeccanico

Fabbrica automatica

- Per **fabbrica automatica** si intende l'impianto manifatturiero capace di funzionare senza l'ausilio dell'uomo, in maniera completamente automatica, tramite macchine utensili a controllo computerizzato (CNC) e robot industriali per le lavorazioni e per la movimentazione dei pezzi (AGV automated guided vehicles).

Fabbrica automatica



Macchine CNC

- Le **macchine CNC** (*computer numerical control* in inglese), che fino agli anni ottanta erano usate solo per lavorazioni ad alta precisione, sono oggi molto diffuse e impiegate in quasi ogni campo della meccanica.
- Esse rappresentano l'evoluzione delle macchine CN, perché permettono il controllo numerico diretto da un computer esterno.

Macchine CNC

- Le macchine CNC più avanzate sono dotate di testate orientabili (assi inclinati) in grado di ruotare giroscopicamente lungo due assi. Questo consente di inclinare l'utensile rispetto a tutti i piani di lavoro rendendo possibile realizzare figure molto complesse anche con forme difficilmente ottenibili persino con una lavorazione manuale

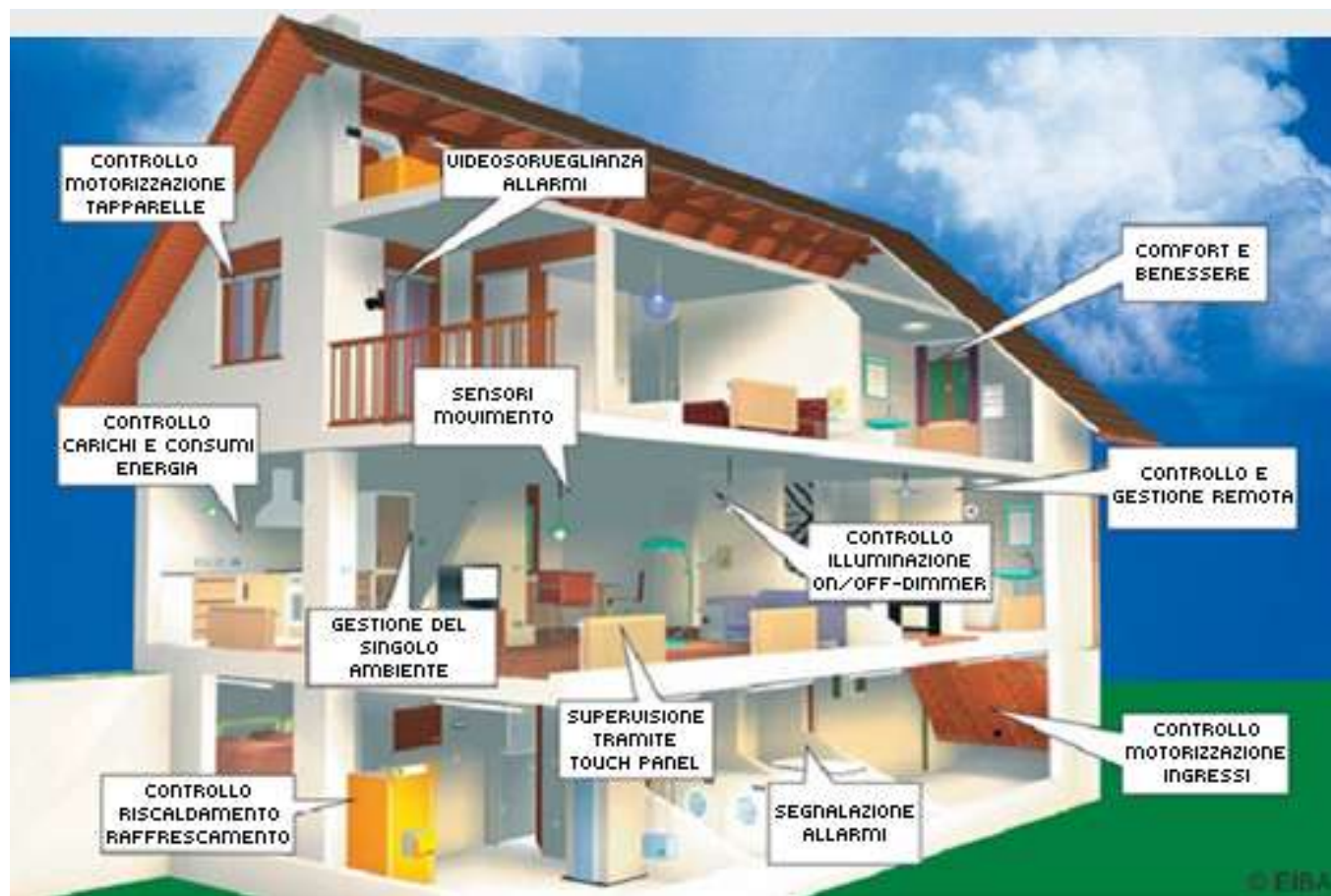
Macchine CNC



La casa intelligente

- La **casa intelligente** può essere controllata dall'utilizzatore tramite opportune interfacce utente (come pulsanti, telecomando, touch screen, tastiere, riconoscimento vocale), che realizzano il contatto (invio di comandi e ricezione informazioni) con il sistema intelligente di controllo, basato su un'unità computerizzata centrale oppure su un sistema a intelligenza distribuita.

La casa intelligente



La casa intelligente

- I diversi componenti del sistema sono connessi tra di loro e con il sistema di controllo tramite vari tipi di interconnessione (ad esempio rete locale, onde convogliate, onde radio, bus dedicato, ecc.).

La casa intelligente

- Il sistema di controllo centralizzato, oppure l'insieme delle periferiche in un sistema ad intelligenza distribuita, provvede a svolgere i comandi impartiti dall'utente (ad esempio accensione luce cucina oppure apertura tapparella sala).

La casa intelligente

- Il sistema di controllo centralizzato provvede, inoltre, a monitorare continuamente i parametri ambientali (come allagamento oppure presenza di gas), a gestire in maniera autonoma alcune regolazioni (ad esempio temperatura) e a generare eventuali segnalazioni all'utente o ai servizi di teleassistenza.

La casa intelligente

- Un sistema domotico si completa, di solito, attraverso uno o più sistemi di comunicazione con il mondo esterno (ad esempio messaggi telefonici preregistrati, SMS, generazione automatica di pagine web o e-mail) per permetterne il controllo e la visualizzazione dello stato anche da remoto.

La casa intelligente

- Sistemi comunicativi di questo tipo, chiamati gateway o *residential gateway* svolgono la funzione di avanzati router, permettono la connessione di tutta la rete domestica al mondo esterno, e quindi alle reti di pubblico dominio.

La casa intelligente

- Le soluzioni tecnologiche che possono essere adottate per la realizzazione di un sistema domotico sono caratterizzate da peculiarità d'uso proprie degli oggetti casalinghi: semplicità, continuità di funzionamento, affidabilità e basso costo.
- Le tecnologie per la domotica permettono inoltre di ottenere alcuni vantaggi quali ad esempio: risparmio energetico e automatizzazione di azioni quotidiane.

La casa intelligente

- Tutte queste caratteristiche, se non sviluppate singolarmente ma nel loro insieme, portano alla creazione di un sistema domotico integrato che può semplificare la vita all'interno delle abitazioni.

La casa intelligente

- La casa diventa intelligente non perché vi sono installati sistemi intelligenti, ma perché il sistema intelligente di cui è dotata è capace di controllare e gestire in modo facile il funzionamento degli impianti presenti.

La casa intelligente

- Per quanto riguarda il sistema di automazione, fondamentalmente ne esistono di due tipi.
- Uno basato su un'**unità di elaborazione centrale** che permette di gestire tutte le attuazioni a partire dai risultati di rilevazione.

La casa intelligente

- Uno a **struttura distribuita** dove le interazioni avvengono localmente in maniera distribuita ed eventualmente comunicate ad un'unità centrale per un controllo di coerenza generale, in genere sistemi di questo tipo sono più affidabili dei primi.



La casa intelligente

- L'interfaccia utente (interfaccia uomo macchina) deve, in base a tutte le precedenti considerazioni, essere *consistente* (non deve creare conflitti fra i comandi), essere di *facile* impiego (si pensi ai bambini o agli anziani) ed essere *gradevole* (la difficoltà di interazione con il sistema non deve essere una barriera al suo utilizzo).

La casa intelligente

- Lo scopo ultimo di un sistema della domotica è il controllo totale di tutti i servizi e la possibilità di realizzare nuove operazioni complesse, possibili solo nel caso in cui diversi sistemi semplici siano connessi e controllati in modo intelligente.

Home PLC

- Concetto innovativo nato in Italia che è sinonimo di Controllore Logico Programmabile (PLC) per l'Home Automation (Domotica) caratterizzato da un sistema di apparati sviluppati appositamente seguendo gli standard industriali, ma con l'implementazione di caratteristiche proprie dell'automazione domestica.

Home PLC

- Le caratteristiche che contraddistinguono il PLC domotico da quello industriale vanno dal range esteso della tensione di alimentazione (che nell'industriale è prevalentemente fissata a 24 Vdc, mentre in ambiente domotico è richiesta una maggiore versatilità) alle librerie specifiche per l'automazione di funzioni domotiche.

Home PLC



Home PLC

