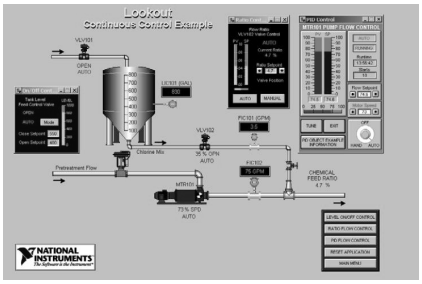
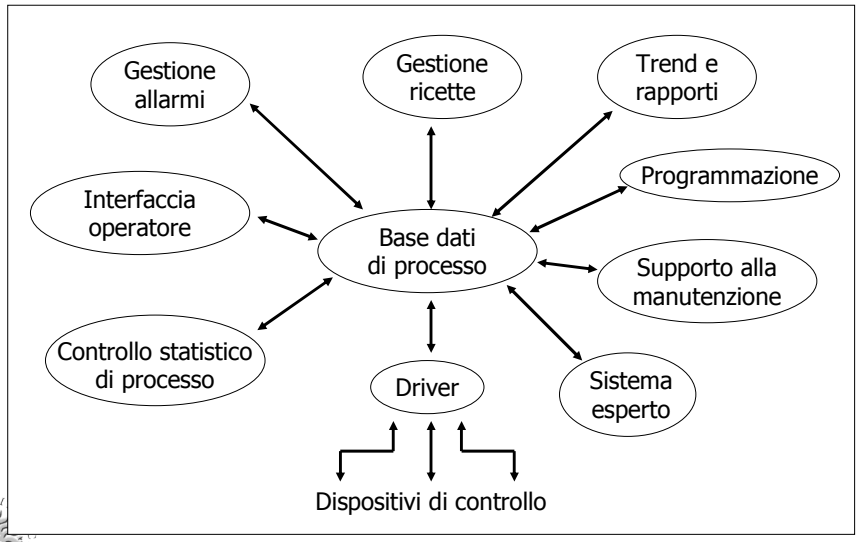
SCADA

Sistemi per il controllo di supervisione e l'acquisizione dati o SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

- Sistema informatico di misura e controllo distribuito per il monitoraggio di processi fisici
- Il cuore dello SCADA è la sua realizzazione software
- Struttura modulare con tecnologia cliente servente



SCADA: struttura modulare



SCADA

- Nucleo: base dati di processo
- Moduli:
  - interfaccia operatore
  - archiviazione storica dati
  - gestione allarmi ed eventi
  - sistema esperto
  - programmazione (del sistema e di stazioni remote)
  - generazione rapporti
  - gestione ricette
  - controllo statistico di processo
  - supporto alla manutenzione
  - comunicazione

SCADA: Base dati di processo

- Base dati di processo è il modulo centrale al quale si interfacciano tutti gli altri moduli
- Le informazioni devono essere processate in modo sistematico
- Ogni record della base dati prevede diversi campi. Es.:
  - codice della variabile, descrizione, tipo, indirizzo, classe di allarme, tempo di aggiornamento, valore grezzo, valore convertito, stato di allarme
  - per variabili analogiche, deve essere conservata l'unità di misura e l'intervallo ammissibile di variazione
  - per variabili binarie, lo stato ed il valore di allarme

SCADA: Base dati di processo

- Esempio variabile analogica di temperatura:
  - codice: T25
  - descrizione: temperatura vasca
  - tipo: IAN
  - indirizzo: #2:35/36
  - unità: gradi Celsius
  - val. minimo: 45.0
  - val. massimo: 75.0
  - campionam. (s): 20
  - classe allarme: 2
  - valore grezzo: 355.5
  - valore convertito: 78.1
  - stato di allarme: 1

SCADA: Base dati di processo

- Esempio ingresso binario:
  - codice: K010
  - descrizione: pompa di scarico
  - tipo: IBI
  - indirizzo: #7:12/01
  - stato 0: ON
  - stato 1: OFF
  - stato allarme: OFF
  - classe allarme: 3
  - campionam. (s): 2
  - valore grezzo: 0
  - valore convertito: ON
  - stato di allarme: 0

SCADA: Base dati di processo

- Vantaggio: uniformare dati
- Permette agli altri moduli di accedere alla base dati senza dettagli su come le variabili siano misurate
- Se cambia la procedura di acquisizione di una variabile, le modifiche riguardano solo la base dati
- È possibile definire variabili derivate da quelle misurate
- La base dati deve essere aggiornata velocemente (in memoria centrale e non su memoria di massa)
- Dimensioni massime fisse (nuovo dato cancella precedente)

SCADA: Modulo comunicazione

- Il modulo di comunicazione (o driver):
  - gestisce la comunicazione con i vari dispositivi
  - controlla il trasporto delle informazioni (eseguito via seriale o rete informatica
  - si occupa dell'interpretazione dei messaggi e del legame bidirezionale tra base dati e dispositivo
- Deve essere presente almeno un modulo driver
- Il driver deve accedere contemporaneamente a più dispositivi (PLC, regolatori, dispositivi di controllo) connessi col campo. Tali dispositivi vengono chiamati RTU (Remote Terminal Unit, unità terminale remota)

SCADA: Modulo comunicazione

- Influenzato da tipo di comunicazione accettato dal dispositivo
- I produttori di dispositivi di controllo esplicitano il modo in cui i dispositivi possono comunicare con l'esterno
- I produttori di SCADA possono fornire i moduli di comunicazione per i dispositivi più comuni
- Esistono driver per le reti per il controllo e per il campo
- Driver può permettere la comunicazione con altri applicativi software in esecuzione sullo stesso elaboratore (fogli elettronici o programmi gestione dati)

SCADA: Interfaccia Uomo-Macchina

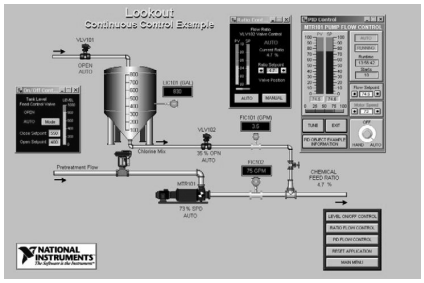
- In un sistema automatizzato l'operatore fa da supervisore
- L'uomo interagisce col sistema tramite l'HMI (Human-Machine Interface)
- L'HMI deve permettere l'accesso alle variabili della base dati con tecniche di selezione variabili, selezione campi, ordinamento, interrogazione
- Comunicazione con l'operatore tramite pagine grafiche che rappresentano pannelli di comando e quadri sinottici dell'impianto

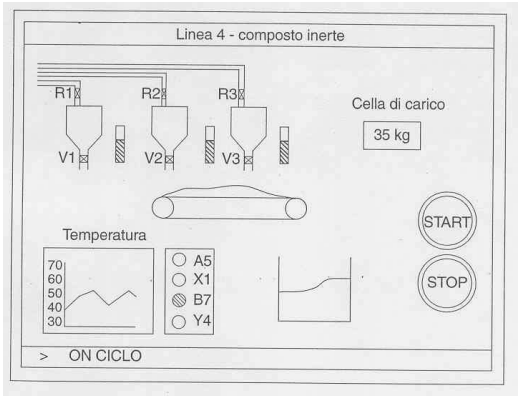
SCADA: Interfaccia Uomo-Macchina

- I pannelli di comando permettono l'invio di comandi all'impianto attraverso simboli grafici (pulsanti, manopole, comandi a slitta)
- I quadri sinottici:
  - elementi statici: attributi grafici (aspetto, colore, dimensione) non cambiano
  - elementi dinamici: attributi variano secondo valore di variabili
  - permettono all'operatore di visualizzare/supervisionare parte dell'impianto
  - importanza della coerenza (esempio: allarme = luce lampeggiante)

SCADA: Interfaccia Uomo-Macchina

- I quadri sinottici permettono di visualizzare stato e trend di variabili, permettono di intervenire sul processo





SCADA: Gestione allarmi

- Classificazione allarmi:
  - a insorgenza: attivati al verificarsi di un evento, restano attivi fino alla reinizializzazione del sistema
  - a insorgenza e riconoscimento: vengono disattivati quando l'operatore ne effettua il riconoscimento
  - a insorgenza, riconoscimento e rientro: vengono disattivati dopo il riconoscimento e quando viene meno la condizione di attivazione
- Il modulo gestione allarmi del sistema SCADA permette di:
  - programmare le condizioni d'allarme
  - raggruppare gli allarmi in classi di priorità
  - associare ad ogni allarme sequenza di operazioni
  - memorizzare insorgenza allarme in memoria non volatile
  - filtrare gli allarmi

SCADA: Gestione ricette

- Il modulo gestione ricette (o lotti o batch) deve gestire sequenze di operazioni predefinite (ricette)
- Le ricette possono essere fatte eseguire a scadenze temporali, al verificarsi di eventi o dopo richiesta dell'operatore
- In ambiente multi-processo, serve ad impostare i dati di impianto per ciascun processo
- Nel caso di multi-prodotto, per memorizzare i dati relativi a ciascun prodotto (da fornire alle macchine)

SCADA: Tendenze e rapporti

- Il modulo tendenze e rapporti tiene traccia dei ritmi di produzione:
  - per il passato (serie storiche dei valori di alcune variabili)
  - per il presente (rappresentazione grafica in tempo reale dell'evoluzione di tali valori)
- Analisi di serie storiche permette di cercare cause di anomalie di funzionamento (a volte è imposta per legge)
- La rappresentazione tempo-reale permette di tenere sotto controllo l'evoluzione del processo produttivo
- Collegati alle tendenze (trend) ci sono i rapporti (report) sullo stato dell'impianto in forma cartacea o informatica
- Report posso essere fatti generare automaticamente dallo SCADA

SCADA: Supporto alla manutenzione

- Tipologie di manutenzione:
  - correttiva o straordinarie: al verificarsi di un guasto
  - preventiva o programmata: ad intervalli prefissati (per evitare interruzioni di funzionamento)
- Per manutenzione correttiva:
  - lo SCADA rileva la condizione anomala di funzionamento e consente all'operatore di individuare il guasto.
  - Tiene traccia dei guasti per analisi sulla frequenza e tipologia di guasto
- Per manutenzione preventiva:
  - operazioni di manutenzione ripetute ogni intervallo di tempo o numero di ore di funzionamento, o al verificarsi di un evento.
  - Lo SCADA può gestire le numerose variabili e realizzare il piano giornaliero di manutenzione

SCADA: Sistema esperto

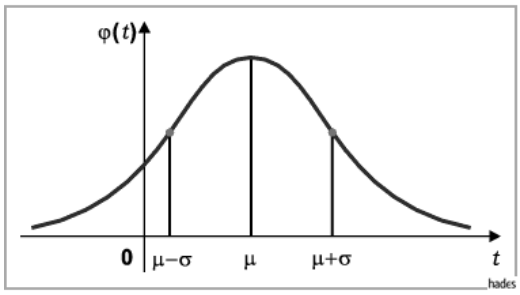
- Il modulo sistema esperto è delegato alla decisione delle modalità di comportamento al verificarsi di un particolare evento (se non esplicitamente programmate)
- Teoricamente deve sostituire l'operatore umano nel prendere decisioni (in base allo stato dell'impianto ed alla sua esperienza)
- Solitamente propone diverse alternative comportamentali all'operatore al quale spetta la decisone finale
- Applicazione di tecniche di intelligenza artificiale

SCADA: Controllo statistico di processo

- Principi di base del controllo statistico di processo (CSP) definiti da Walter Shewhart negli anni '20, sono alla base del concetto di qualità totale della produzione
- Ogni processo genera uscite i cui valori misurati sono variazioni casuali intorno ad un valor medio
- Casualità è inevitabile ed è generata sia da operazioni di misura sia da influenze di parametri non controllabili
- Misura della casualità è la curva di distribuzione delle probabilità
- Raccogliendo i campioni in gruppi (es. da 5) essi si distribuiscono secondo una distribuzione normale (teorema del limite centrale)

SCADA: Controllo statistico di processo

- Distribuzione normale
- μ valore medio
- σ deviazione standard
- in 6σ: 99.7% dei campioni

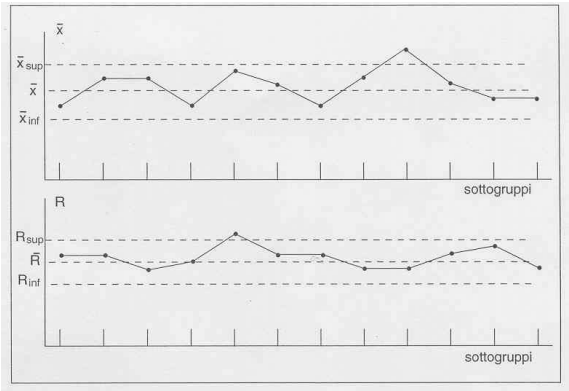


- Se un processo è sotto controllo statistico di processo, media e varianza non cambiano. Se cambiano, il processo è affetto da cause di errore deterministico, non casuale, che devono essere identificate, eliminate o compensate

SCADA: Controllo statistico di processo

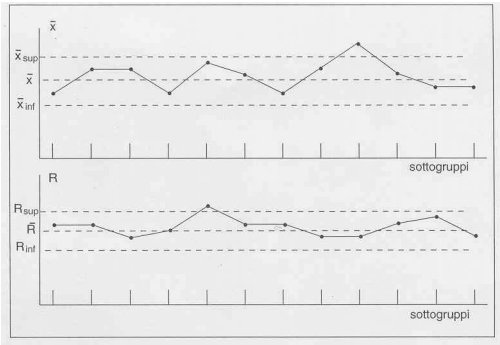
- Il modulo dello SCADA costruisce in tempo reale i diagrammi di controllo di Media ed Intervalli di variazione (Range) della variabile da controllare

- Definizione dei limiti superiori ed inferiori con il metodo dei 3σ o con metodi empirici



SCADA: Controllo statistico di processo

- Il processo non è sotto controllo statistico (guasto) quando:
  - uno o più punti fuori dai limiti di controllo
  - 9 punti successivi al di sopra o al di sotto del valor medio
  - 7 punti successivi con tendenza di crescenza o decrescenza
  - sequenza ciclica



SCADA: Linguaggi di programmazione

- Lo SCADA richiede un linguaggio di programmazione dedicato per definire tutte le attività
- Differenza tra linguaggi di tipo:
  - procedurale: esplicitazione di tutte le istruzioni (linguaggi classici)
  - descrittivo: permette di trattare agevolmente dati e relazioni tra essi (utenti non esperti)

SCADA: Architetture Hardware

- Storicamente gli SCADA di grande scala sono concepiti su sistemi operativi UNIX o VMS
- Recentemente si è passati da sistemi monolitici a sistemi modulari e flessibili, grazie all'uso di PC industriali per il controllo real-time
- Attualmente si realizzano su PC con sistemi operativi standard (abbattimento costi)

SCADA: Architetture Hardware

- Topologia:
  - connessione diretta: l'host dello SCADA è connesso alla/e RTU tramite collegamenti dedicati (seriale). Per piccole installazioni
  - connessione via rete: l'host connesso alla stessa rete delle RTU. Per medie installazioni
  - connessione via rete a più livelli: lo SCADA vede le RTU attraverso vari livelli di rete gerarchici. Grosse installazioni
- Le varie topologie possono comprendere sistemi su larga scala geografica

Sistemi MES

- Nella piramide CIM, sopra il livello di supervisione integrata c'è il livello di gestione stabilimento
- Per questo livello sono stati sviluppati applicativi software di ausilio alla pianificazione e gestione
- I sistemi MES (Manufacturing Execution Systems, sistemi per l'esecuzione della produzione) realizzano il collegamento tra produzione (controllo e supervisione) e gestione stabilimento (pianificazione attività e allocazione risorse)
- I MES producono informazioni che permettono l'ottimizzazione dell'attività di produzione

Sistemi MES

- Esempi di problematiche risolte con l'ausilio di MES:
  - parte dell'ordine di componenti non risponde ai criteri di accettazione
  - processo necessita di manutenzione preventiva
  - guasto improvviso di una macchina
  - cliente richiede che prodotto sia corredato da informazioni di produzione
  - cliente vuole sapere se incrementando l'ordine si rispettano tempi di consegna
  - cliente vuole sapere lo stato del suo ordine

Sistemi MES

- Funzioni principali del MES:
  - pianificazione attività di produzione per migliorare le prestazioni dell'impianto
  - allocazione risorse materiali e umane e loro monitoraggio
  - allocazione delle merci
  - gestione documentazione di merci, risorse e processi di produzione
  - tracciabilità dei prodotti
  - analisi prestazioni di produzione secondo metriche standard
  - gestione attività di manutenzione
- I MES sono applicativi software costruiti secondo logica cliente/servente che usa base dati relazionali. Implementati su PC, workstations o minielaboratori connessi sulla rete per le informazioni

Sistemi DCS

- DCS (Distributed Cotnrol Systems) indicano particolari sistemi:
  - utilizzati nell'industria di processo (chimico, petrolchimico…) con prevalente controllo a ciclo chiuso per la regolazione di variabili
  - proprietari, un solo fornitore fornisce dispositivi e software
  - chiusi, non è possibile integrare altri dispositivi (reti proprietarie)
  - software altamente specializzato, orientato al controllo a ciclo chiuso per la regolazione di variabili
  - architetture prevedono alto grado di ridondanza, sistemi che funzionano anche in presenza di malfunzionamenti