

## **SISTEMI DI CONTROLLO: IERI E OGGI**

### **Alessandro Demontis**

Uno dei temi che maggiormente spaventano l'opinione pubblica riguardo al tema "centrali nucleari" è quello della corretta e sicura gestione dell'impianto. Cioè, mentre le reazioni avvengono in un impianto in marcia, come si tiene sotto controllo il tutto?

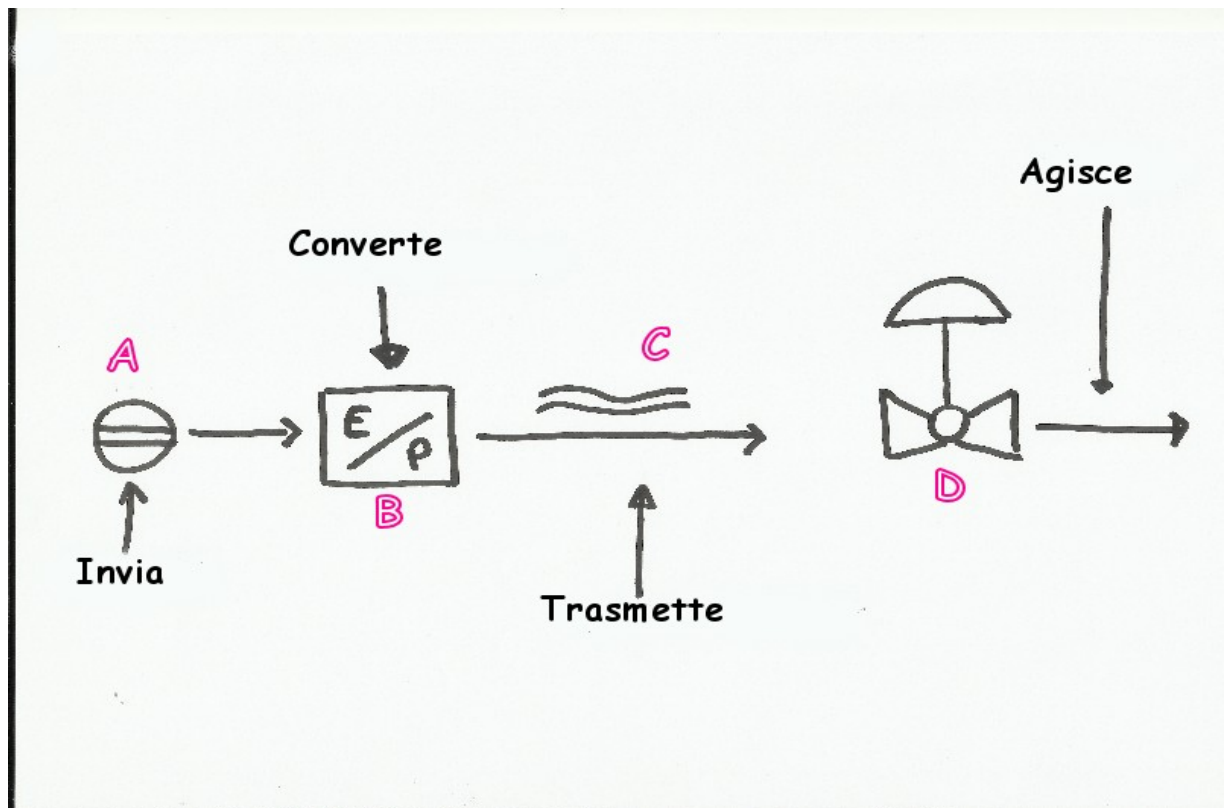
Come ogni genere di impianto, anche una centrale nucleare è dotata, nelle sue parti sensibili, di strumenti di rilevazione (esempio: un pressostato o una termocopia) e di strumenti di azione (esempio: una valvola) che mandano e ricevono segnali da un sistema controllato dall'uomo, ma capace di una certa capacità di automatismo.

Per capire meglio, nelle pareti del 'nocciolo' del reattore, sono installati dei misuratori di pressione e di temperatura, che mandano costantemente dei segnali a uno strumento collocato in una 'Sala di Controllo' che si occuperà di visualizzare in ogni momento il valore misurato. Se tale valore, per esempio, dovesse superare una soglia, l'operatore umano che sta nella Sala di Controllo deve sapere che azione svolgere, per esempio premere un pulsante che manda un segnale elettrico a una valvola collocata vicino al nocciolo la quale apre per permettere un aumento del passaggio del liquido di raffreddamento.

Immaginate che in una centrale strumenti del genere sono presenti nella misura di centinaia, se non migliaia, che comunicano con gli operatori di sala controllo continuamente, e che continuamente vanno monitorati e gestiti. Capirete che è una mole di informazioni delicatissima e difficilissima da gestire.

Bene, le vecchie sale di controllo come quella di Chernobyl, tristemente famosa per l'incidente avvenuto nel 1986, erano basate su sistemi di strumenti antiquati, basati a loro volta su una tecnologia vetusta che funzionava grazie a segnali elettrici e a piccoli flussi di aria compressa.

Il principio di funzionamento è illustrato nel disegno qui sotto:



Quando l' operatore preme il pulsante A, esso invia un segnale elettrico al convertitore B, il quale calcola una quantità di aria che deve essere rilasciata. Quest' aria viene trasmessa ( C ) alla valvola D la quale agisce sul fluido di raffreddamento.

Si deve considerare che questo sistema é critico a causa di alcuni aspetti tra i quali la velocità di conversione e di trasferimento, la velocità e l' umidità dell' aria compressa, la distanza che l' aria deve percorrere, l' affidabilità della valvola.

L' aria compressa infatti contiene umidità, la quale a contatto con i tubicini genera spesso ruggine che si deposita nello strumento e causa intasamento, il chè rende l' intero sistema non funzionante.

Per avere idea di come fossero le sale di controllo basate su questa tecnologia basta guardare le foto proprio della centrale di Chernobyl, come quelle qui sotto:



*The old control room is shown inside reactor No.4 in the Chernobyl*



Se la prima foto ci dà l'idea di quanto ampie e complesse fossero queste sale controllo, la seconda immagine ci è molto utile per calarci nei panni degli operatori. Quei pannelli con griglie quadrate nella parte alta leggermente inclinata contengono tutti gli allarmi. Si tratta di lampadine che si accendono quando uno strumento segnala un valore anomalo, accensione che è accompagnata in genere da un segnale acustico che perdura finché l'operatore non lo tacita manualmente premendo un pulsante. Ora immaginate questa situazione: scatta un allarme, si accende una lampadina all'estrema sinistra dei pannelli, e suona il cicalino. L'operatore, oltre a verificare di cosa si tratti e pensare quale azione va svolta, deve scegliere se spegnere il cicalino o meno considerando che:

- 1) se non spegne il cicalino e si accende nel frattempo un secondo allarme in un altro punto egli non sentirà un nuovo suono ma il continuare del primo allarme acustico, quindi se non vede la seconda luce accesa egli non si renderà nemmeno conto del nuovo allarme;
- 2) se spegne il cicalino lo rende libero per un eventuale secondo, terzo allarme, e deve ricordarsi in sequenza tutte le eventuali lampadine che si accendono. Inoltre il dover continuamente tacitare i cicalini gli rende difficile compiere le azioni dovute per rimediare alla situazione di allarme.

La foto seguente mostra un primo piano di un pannello allarmi:



Vi renderete conto da soli che un sistema del genere é poco efficiente, richiede personale addestrato, resistente e in numero tale da poter gestire le varie casistiche.

Nella parte ad altezza d' uomo, in verticale, della seconda foto, sono riportati i pannelli che visualizzano i dati provenienti dagli strumenti dell' impianto / centrale, a volte visualizzati su un display o monitor, altre volte tracciati con un pennino colorato su un pezzo di carta graduato che scorre a velocità costante.

Con questo secondo tipo di segnalazione il pennino traccia sul foglio graduato una linea che costituisce a tutti gli effetti lo 'storico' di quel valore, utile per poterne seguire l' evolversi. Ma basta che questo pennino si blocchi (per esempio a causa del problema aria/ruggine di cui abbiamo parlato prima) perchè la linea rimanga fissa sull' ultimo valore anche quando questo in realtà é cambiato. Se l' operatore non si accorge di questo malfunzionamento non solo non può essere a conoscenza del reale valore di misura, ma si ritroverà con uno 'storico' falso.

I banchi che vedete nella seconda foto della sala controllo, infine, contengono i pulsanti, le leve, e i selettori su cui l' operatore agisce per comandare gli strumenti nell' impianto, quindi per aprire e chiudere valvole, azionare meccanismi, e inviare segnali a convertitori.

Questo é quello che succedeva nelle vecchie sale controllo, che erano decisamente a basso contenuto tecnologico e ad alto rischio di malfunzionamento ed errore umano. Come é la situazione attuale? Molto diversa.

I sistemi di controllo e le strumentazioni nel corso degli anni hanno fatto passi da gigante, di fatto eliminando quasi completamente i controlli pneumatici (cioè basati sull' aria compressa) così lenti e inefficaci e introducendo invece segnali elettrici più veloci, segnali elettromagnetici, segnali di rete (sì, proprio come quelli su cui viaggia internet!) che sono per loro natura più veloci, continui, e privi di rischio di blocco / intasamento.

I sistemi di controllo però hanno introdotto anche altri

tipi di migliorie: la tecnologia chiamata PLC per esempio é capace di raccogliere, in un unico piccolo display elettronico tanti segnali correlati tra loro. In questo modo per esempio l' operatore che deve azionare una valvola per aumentare il flusso dell' acqua di raffreddamento avrà nello stesso strumento:

- la misura reale di acqua che sta passando
- la percentuale di apertura della valvola
- il set di lavoro

il concetto di set di lavoro nello strumento é molto importante, perchè se l' operatore ritiene, per esempio, di dover mandare in continuo sempre la stessa quantità d' acqua, gli basta mettere il valore nel set e impostare il PLC perchè lavori in automatico, e questo strumento varierà automaticamente l' apertura della valvola fin quando la misura reale di acqua non coincide con il set, e si occuperà di effettuare le variazioni di apertura o chiusura per mantenere questa corrispondenza (pensiamo ad esempio a una mancanza di pressione momentanea nel circuito dell' acqua - il PLC compenserà automaticamente questo inconveniente).

Nella figura qui sotto é mostrato un esempio di strumento PLC multivalore, con in basso a destra i pulsanti per l' operatore.



Immaginate quindi che utilizzando questo sistema le sale controllo diventano più sicure, più veloci da gestire, più affidabili in quanto capaci di automatismi, e richiedono meno personale. Ecco in foto un esempio di sala controllo basata su questo sistema:



La foto seguente ritrae l' autore in una sala controllo a tecnologia mista pneumatica / PLC nel 1999 presso un impianto di proprietà di Enichem:





Ma le sale moderne non si basano più nemmeno su questa tecnologia, che richiede comunque un alto livello di impegno umano e, per quanto capace di semplici automatismi, non permette di gestire eventi tra loro legati.

Abbiamo visto infatti che tramite i PLC l'operatore può impostare, ad esempio, 20 litri/ora come flusso automatico e tenere sotto controllo la temperatura. Ma cosa succede se i valori di temperatura variano in modo che la quantità fissa d'acqua non sia più abbastanza, o al contrario sia troppa? L'operatore deve accorgersene e cambiare manualmente il set del PLC.

Non sarebbe meglio avere un controllo nel quale il misuratore di temperatura 'comanda' al PLC dell'acqua quanto liquido mandare?

Non conviene in sostanza creare una interconnessione tra gli strumenti, in modo che alcuni di loro si comandino e rilevino a vicenda? Questo concetto viene chiamato 'cascata' ed è gestito tramite i sistemi DCS, dei supercomponenti strumentali capaci di istruzioni logiche e di notevoli capacità di calcolo e memorizzazione.

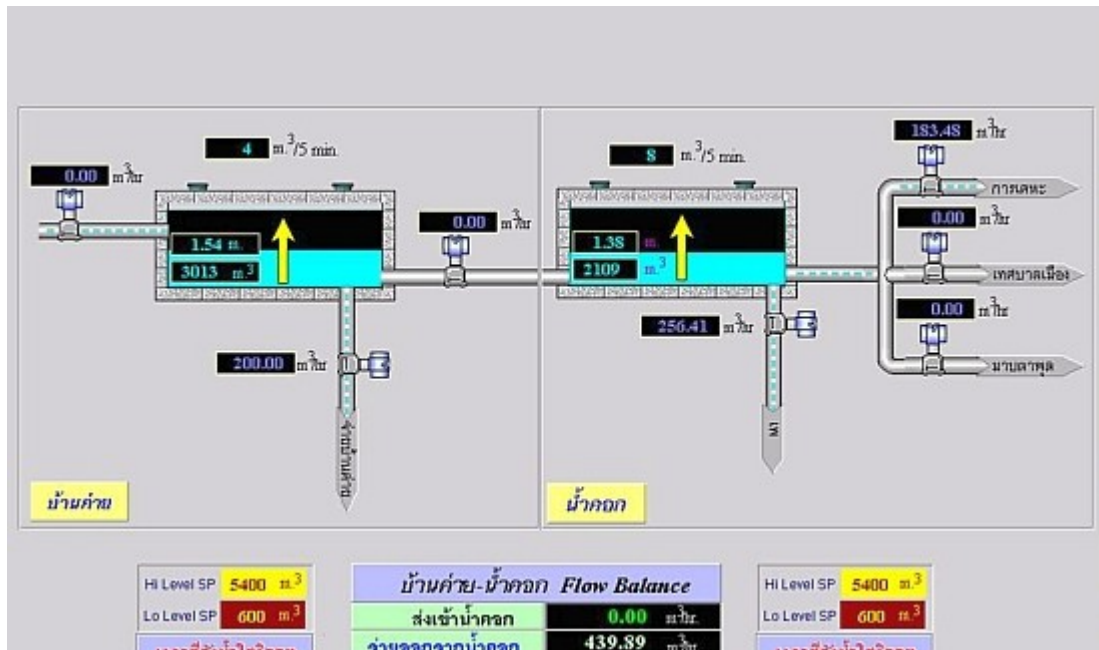
La sigla DCS significa 'Sistema di controllo distribuito', perchè è un sistema che è capace di ricevere dati da più fonti distribuite in diversi punti, è capace di calcolare e confrontare, e alla fine di mandare segnali ad ogni strumento collegato in modo che questo compia una determinata azione.

Con la tecnologia DCS ci si può permettere di avere non più un pannello a muro con tutti gli strumenti affiancati, ma una 'pagina grafica' che mostri effettivamente il luogo o ancora meglio la parte dell'impianto o apparecchiatura su cui lo strumento si trova e/o agisce!

Con il DCS e le sue pagine grafiche su un computer, l'operatore può stare seduto a un terminale a guardare un disegno del reattore nucleare, sul quale sono riportati tutti i valori di misura e tutti gli strumenti su cui può agire. Selezionando lo strumento che gli serve, può agire su di esso direttamente dandogli il nuovo valore da tastiera, o tramite il mouse.

Un esempio di questo sistema è visibile nella foto qui sotto:





L' utilizzo delle pagine grafiche e di questo sistema di controllo, come abbiamo detto, permette anche la creazione di 'logiche' e di 'template' di funzionamento. Cosa significa?

Tramite un linguaggio di programmazione, chi installa il DCS, in collaborazione col personale tecnico dell' impianto, può definire delle logiche di sicurezza che gestiscano più eventi e si basino su più parametri.

Facciamo un esempio:

Il nocciolo del reattore nucleare deve funzionare a una temperatura X, a una pressione Y, e richiede una quantità di raffreddamento che può variare tra Z1 e Z2.

La nostra logica dunque sarà creata per monitorare tutti questi parametri e gestire le azioni relative, ad esempio in questo modo:

- se la temperatura supera T inizia a diminuire il valore Y di pressione utilizzando lo strumento adeguato
- se la temperatura T non diminuisce, ferma la diminuzione di pressione e aumenta la portata di acqua
- se la portata di acqua raggiunge il limite Z2 e la temperatura X non diminuisce, allora manda un segnale di blocco che disinnesci la reazione e avvia la procedura di spegnimento

E' facile comprendere come, implementando una serie di logiche e di template di funzionamento di questo genere, la sicurezza dell' impianto ne giovi alleggerendo, allo stesso tempo, il carico di lavoro dell' operatore e diminuendo contemporaneamente la percentuale di errore umano. Queste logiche e questi automatismi, comunque, possono in qualsiasi momento essere bypassati per permettere l'intervento manuale dell' operatore quando questo reputi di dover effettuare azioni diverse da quelle programmate.

I sistemi attuali, basati interamente su DCS, non si limitano ovviamente a uno o più computer con pagine del tipo di quella sopra. Il computer si occupa della visualizzazione e della modifica dei dati, ma tutti i dati provenienti dall' impianto o destinati all' impianto vengono raccolti in strutture chiamate 'cassetti' o 'armadi' che costituiscono il vero e proprio cuore del sistema DCS. Ne potete vedere un esempio qui:

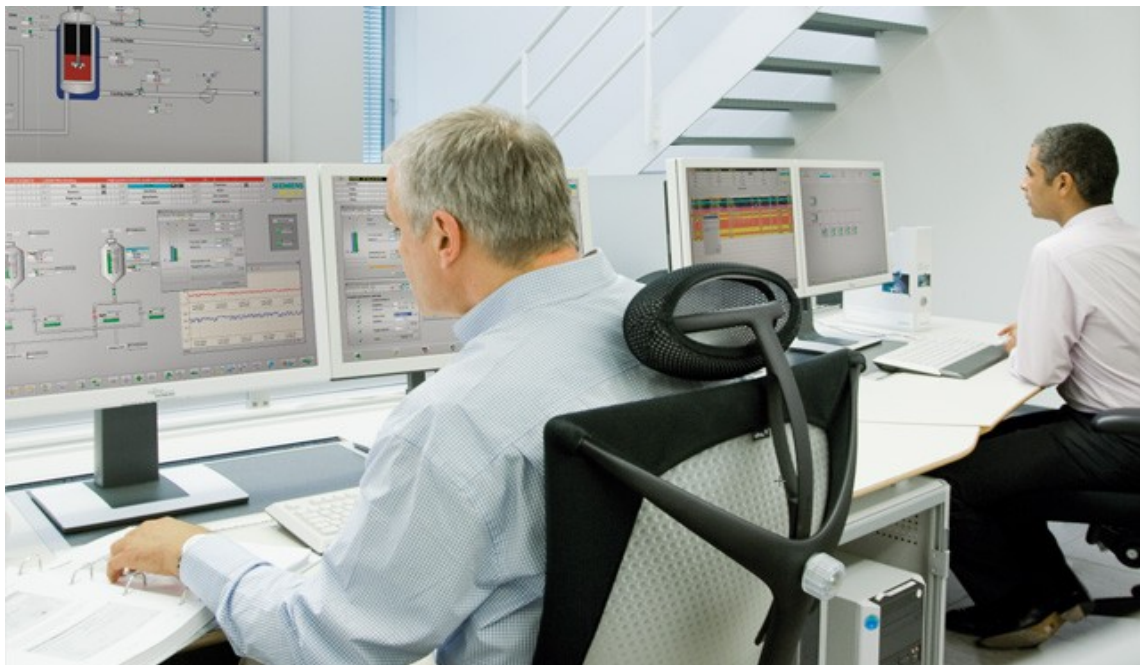


Come si presentano quindi le nuove sale controllo? Eccone qui qualcuna:



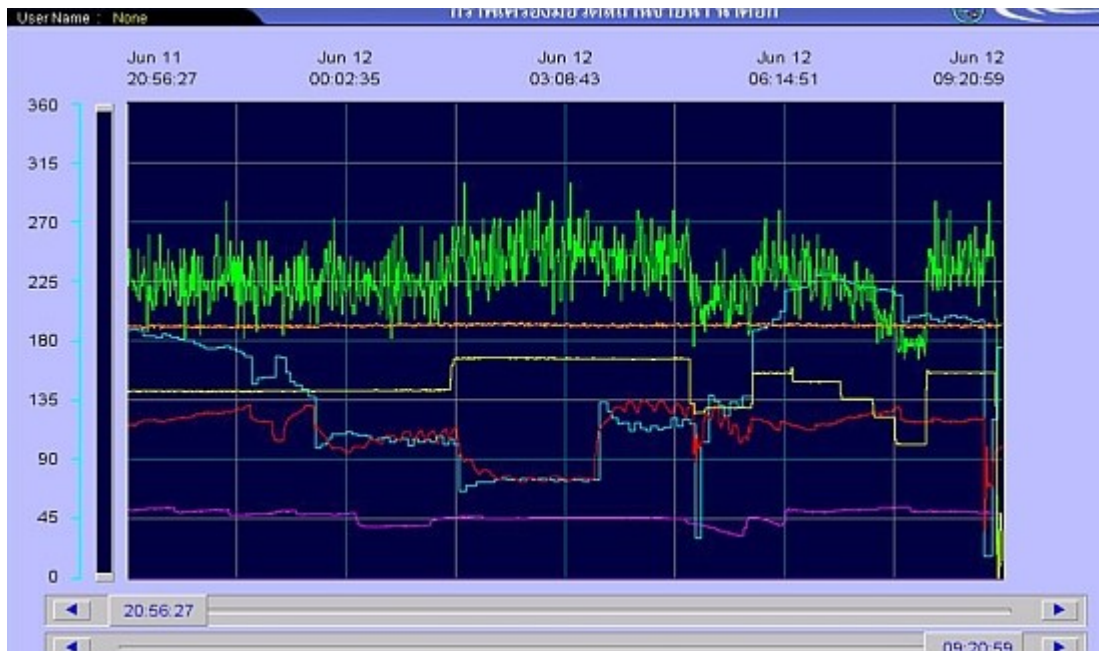


Queste tre foto sono esempi di sale controllo in cui si é preferito aggiornare i vecchi sistemi, e che presentano quindi una serie di controlli e pannelli a muro integrati con strumentazione PLC, di facile utilizzo manuale, e con stazioni DCS sulle quali l' operatore può agire in tutta tranquillità e comodamente seduto. Vediamo invece esempi di sala controllo completamente gestita tramite DCS:



La tecnologia delle pagine grafiche su computer ha permesso inoltre di migliorare gli storici di ogni misurazione, generando grafici consultabili in qualsiasi momento in forma elettronica o sottoforma di stampa, per esempio come in figura sotto:





La foto seguente ritrae di nuovo l' autore nel 2004, alla sua stazione DCS:

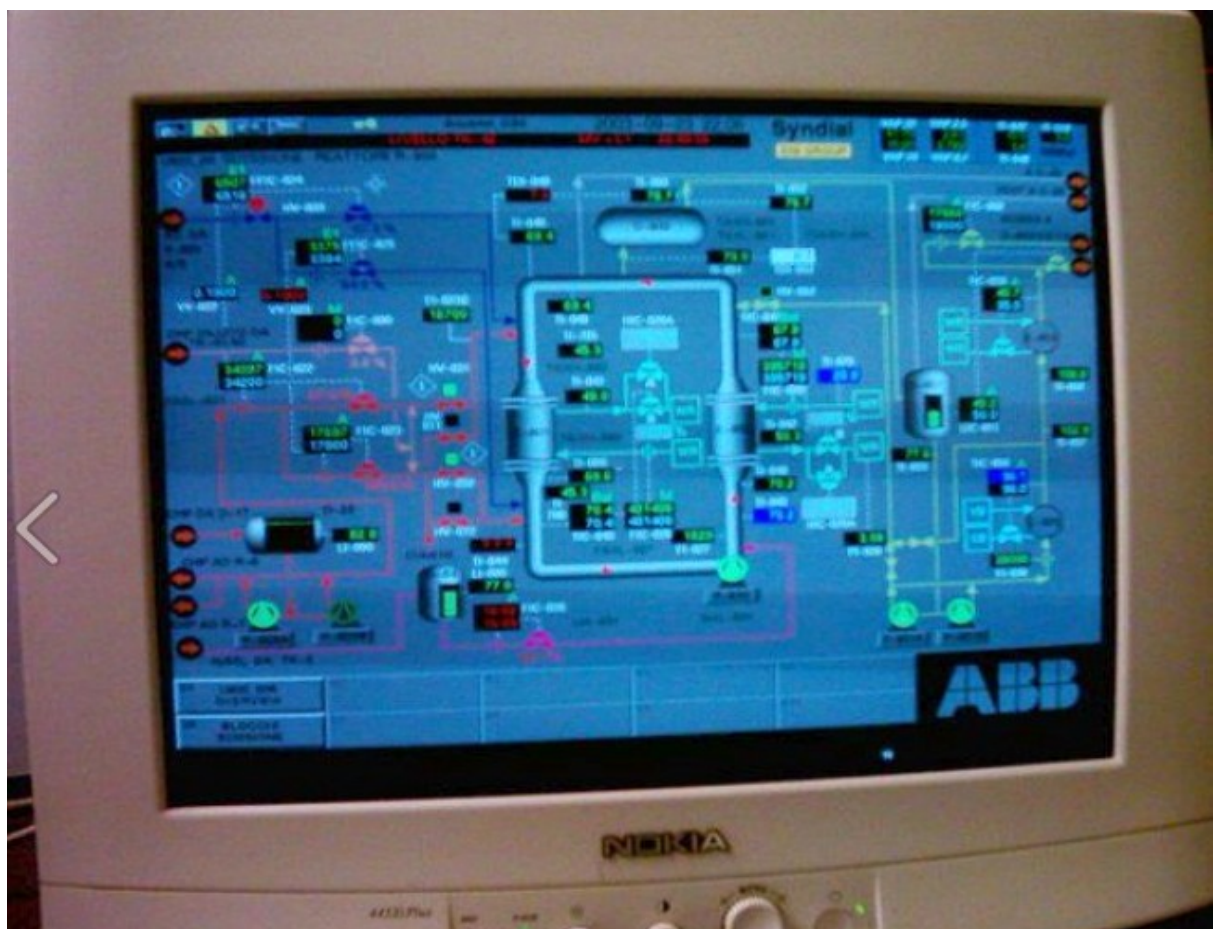


Nella foto seguente é mostrato il primo piano di una pagina grafica ad alto contenuto tecnico. E' visibile al centro un reattore (del tipo ad 'esplosione controllata') con la sua pompa, e ai lati sia destro che sinistro gli accumulatori e stabilizzatori con rispettive pompe. Sono ben visibili gli strumenti di livello (le caselle nere

con banda verde) all' interno dei vari barilotti, e le misure di temperatura tutt' intorno al reattore.

Nelle pompe viene mostrato anche lo stato di marcia / arresto: si noti in basso a sinistra che una pompa (sferica) é disegnata in verde chiaro e a 'corpo pieno', stato che indica la marcia, mentre quella alla sua destra é mostrata in verde scuro e a 'corpo vuoto', stato indicante l' arresto.

Nella parte più alta della pagina, la striscia nera orizzontale é una zona di notifica dove vengono segnalati tutti gli allarmi (in rosso), i quali, se clickati, aprono una pagina popup in cui é riassunta la caratteristica di allarme.



Quanto finora detto e mostrato non vuole essere certamente un trattato di sicurezza nelle centrali nucleari, ma vuole illustrare le migliorie tecnologiche che si sono susseguite nel tempo e che vengono implementate attualmente per rendere le centrali il più sicure possibili.