



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



CONFINDUSTRIA



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

Ing. Ilaria Macri

Low Voltage Power Distribution Manager

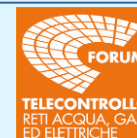
Siemens spa – Divisione Industria

Via Piero e Alberto Pirelli, Milano +39 02 24362098 - [ilaria.macri@siemens.com](mailto:ilaria.macri@siemens.com)

**AssoAutomazione**

Associazione Italiana  
Automazione e Misura

*Forum Telecontrollo Reti Acqua Gas ed Elettriche  
Roma 14-15 ottobre 2009*



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

Obiettivo della presentazione:

- Modificare i paradigmi consolidati
- Globalizzazione e decentralizzazione
- Salvaguardia delle risorse
- Sistema di interconnessioni ed integrazione tra reti e servizi “reti intelligenti”: possibilità di gestire in maniera nuova e più razionale la produzione, il trasporto e l’utilizzo di energia ed acqua
- Efficienza energetica



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

- Soluzione decentrata basata su sistemi esperti in collaborazione con Università di Erlangen, Dipartimento di Meccanica dei fluidi - Prof. Dr. Delgado (progettazione tecnica e procedure di progettazione della struttura di laboratorio)
- Automazione delle unità in laboratorio (cicli di controllo subordinato, interfaccia uomo macchina)
- Sviluppo sistema ibrido esperto in combinazione con: Software-Sensing, Avanced Process Control (APC), FuzzyControl++, NeuroSystems
- Convalida del sistema di controllo presso l'impianto
- Sviluppo di un modello di simulazione
- Convalida del sistema di controllo mediante simulazione al computer



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# **Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro**

- Risparmio idrico consistente nella preparazione delle acque industriali per le attività di vita quotidiana che non richiedono acqua potabile
- Realizzazione di un grande impianto a Shanghai (partendo da pilota di 10.000 abitanti)

Steps della presentazione:

- 1) Processo di trattamento acque reflue
- 2) Sistema di automazione
- 3) Gestione dell'energia e risparmio energetico per acqua, gas ed elettricità



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 1) Processo di trattamento acque reflue

Consumo d'acqua significa produzione di acque reflue: risparmio acqua potabile grazie alla produzione di acqua di servizio per diversi scopi, es acqua di scarico sanitaria, irrigazione in megacittà cinesi (Shanghai)



Focalizzazione sulle acque di scarico in processi di trattamento acqua gestiti dalle municipalizzate /ATO, in particolare in riferimento a:

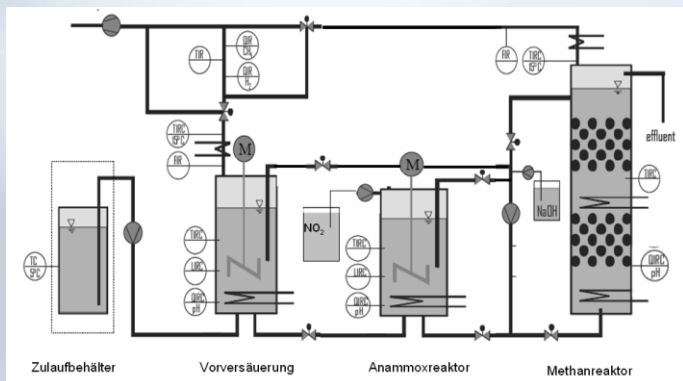
- acque gialle (concentrazione di N nelle urine alta),
- acque marroni (concentrazione C nelle feci alta),
- acque grigie (acqua prodotta da lavaggio, pulizia e docce)



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 1) Processo di trattamento acque reflue

Cosa significa?



### Decentralizzato

- riduzione del trasporto
  - aumento della disponibilità
  - aumento della fornitura
- **alta flessibilità**

### Service water

- uso per lavaggio
  - uso per scarichi
  - uso per irrigazione
- **risparmio di acqua potabile**

### Anaerobico

- bilancio energetico positivo
- basse esigenze nutrizionali
- minimo ingombro
- riduzione fanghi

Composti organici  
digeriti da microrganismi

### Easy-to-use

- processo stabile
  - manutenzione da remoto
  - riduzione FTE
- **sistema di automazione intelligente**

# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 1) Processo di trattamento acque reflue

Quale gestione?

Processo anaerobico: senza costi aggiuntivi di aerazione intensiva, riduzione nella produzione di fanghi, unità indipendenti / vani (superficie di base più piccola)

- 2 frame base (maggiore flessibilità)
- 3 reattori (2-step digestione anaerobica, processo ANAMMOX)



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 1) Processo di trattamento acque reflue

Cosa succede? ....dal punto di vista microbico – Reattore1

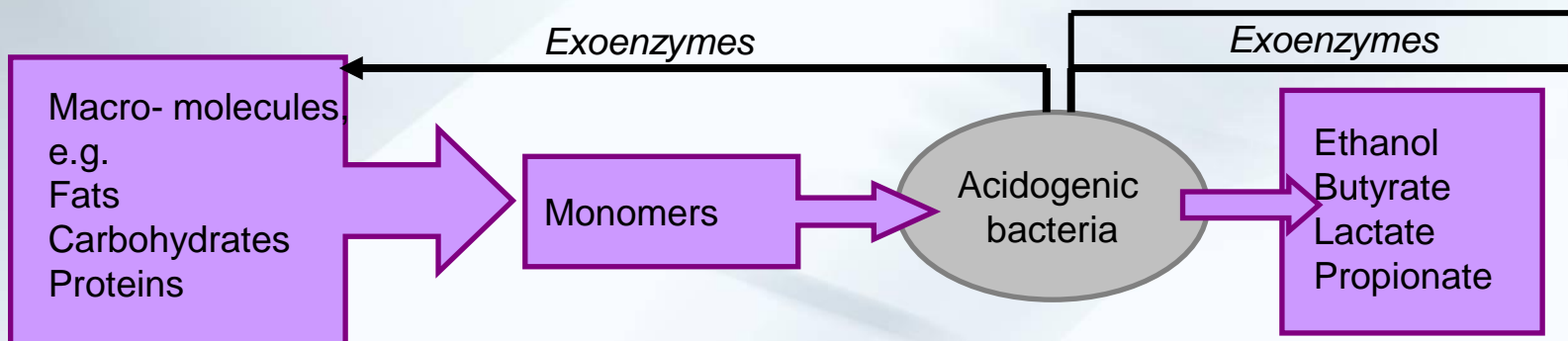
2 Fasi

- Idrolisi (exoenzymes prodotto da batteri acidogenici)
- Acidificazione (batteri acidogenici)

Condizioni di processo - pH 5.3, T = 35 ° C

Obiettivo: degradazione della materia organica

Reactor 1 (R1)  
Anaerobic  
Sequencing  
Batch Reactor





# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 1) Processo di trattamento ed automazione

Cosa succede? ....dal punto di vista microbico – Reattore2

2 Fasi

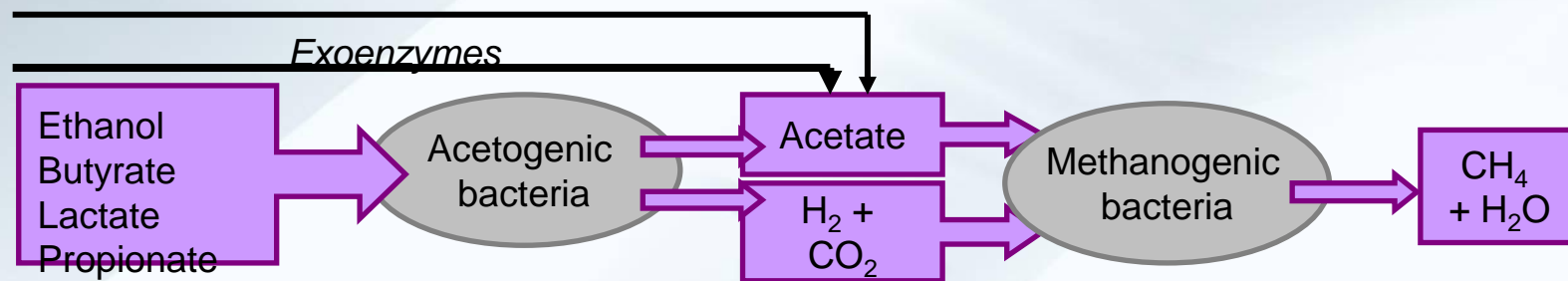
- Acetogenesi (batteri acetogeni)
- Metanogenesi (batteri methanogenic)

Condizioni di processo - pH 7.0, T = 36 ° C

Obiettivo: degradazione della materia organica (misurata con CMFM)

Produzione di biogas (altra energia prodotta, per uso termico ed elettrico)

Reactor 2 (R2)  
Fixed Bed  
Reactor



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 1) Processo di trattamento acque reflue

Cosa succede? ....dal punto di vista microbico – Reattore3

Innovazione: ANAMMOX (ossidazione anaerobica di ammonio)

processo conseguente ai 2 step precedenti (R1, R2) per

degradazione ad alta concentrazione di ammonio (acqua gialla!)

Presupposto: degrado completo di C

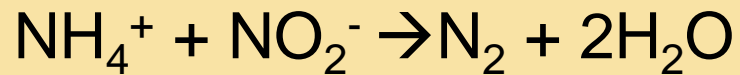
Condizioni di processo - pH 8.0, T = 37 ° C

Reactor 3 (R3)  
Fixed Bed  
Reactor



Anammox  
culture

Fixed Bed



Aggiunta di nitriti ( $\text{NO}_2^-$ )

# **Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro**

## **2) Sistema di automazione**

Obiettivo è individuare politiche gestionali che permettano l'ottimizzazione delle infrastrutture territoriali,

grazie ad analisi statistiche previsionali dei fabbisogni (simulazioni numeriche, analisi delle serie storiche e fuzzy analysis)

grazie a modelli matematici complessi, algoritmi specifici: i sistemi esperti di supporto alle decisioni

Sono sistemi capaci di utilizzare a pieno il contenuto informativo derivante dalla strumentazione di processo (sensori) e consentire l'azionamento delle macchine operatrici in campo (compressori, pompe etc), sulla base di reali esigenze del processo (consapevolezza del processo)



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



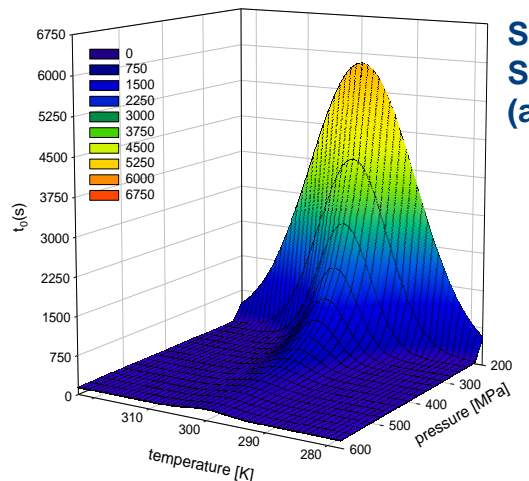
DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



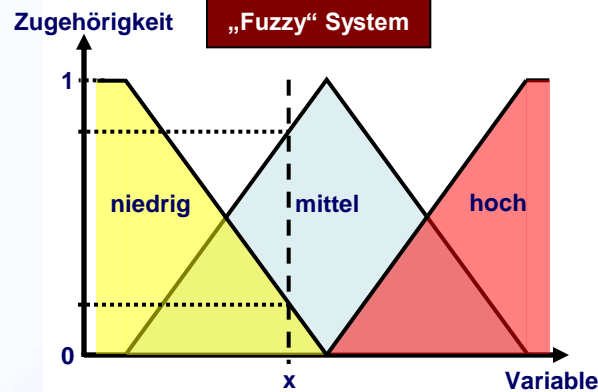
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 2) Sistema di automazione



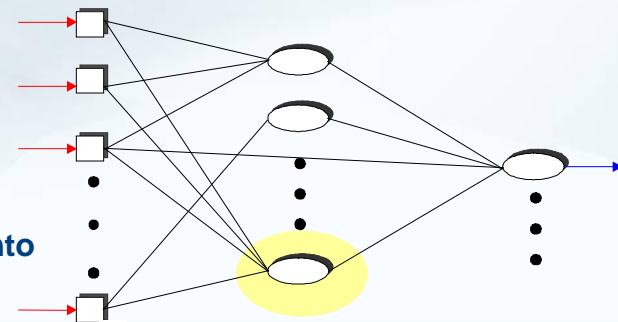
Software Sensing (accuratezza)

Sistema ibrido esperto



Conoscenza ed esperienza

Reti neurali



Misura e supervisione

Sistema veloce di apprendimento delle capability



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 2) Sistema di automazione



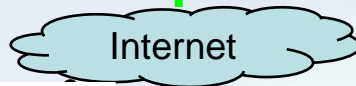
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 2) Sistema di automazione - architettura

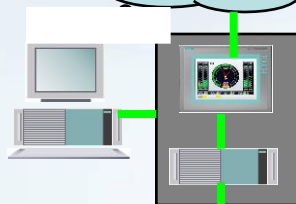


Centro di controllo

AS Client / Web Client



Hw firewall / IP Tunnel



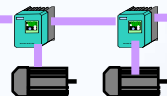
Sw client / server

Visualizzazione,  
libro operatore,  
archivio



PLC

Sistema esperto,  
reti neurali, logica  
fuzzy



Sensori intelligenti (profibus)



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 2) Sistema di automazione

Automazione:

- Ingegneria di processo: diretto controllo del process
- aumento della robustezza dei processi
- stabilizzazione degli stati instabili
- necessità di esperti a bordo

Attività del sistema di controllo:

- bilancio on line delle medie e dei grossi flussi energetici utilizzando i blocchi delle librerie standard
- dati per reportistica, fatturazione, rapporto con autorità e KPI
- confronto tra diversi impianti in postazioni decentralizzate
- generare dati per Facility Management e Controlling



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



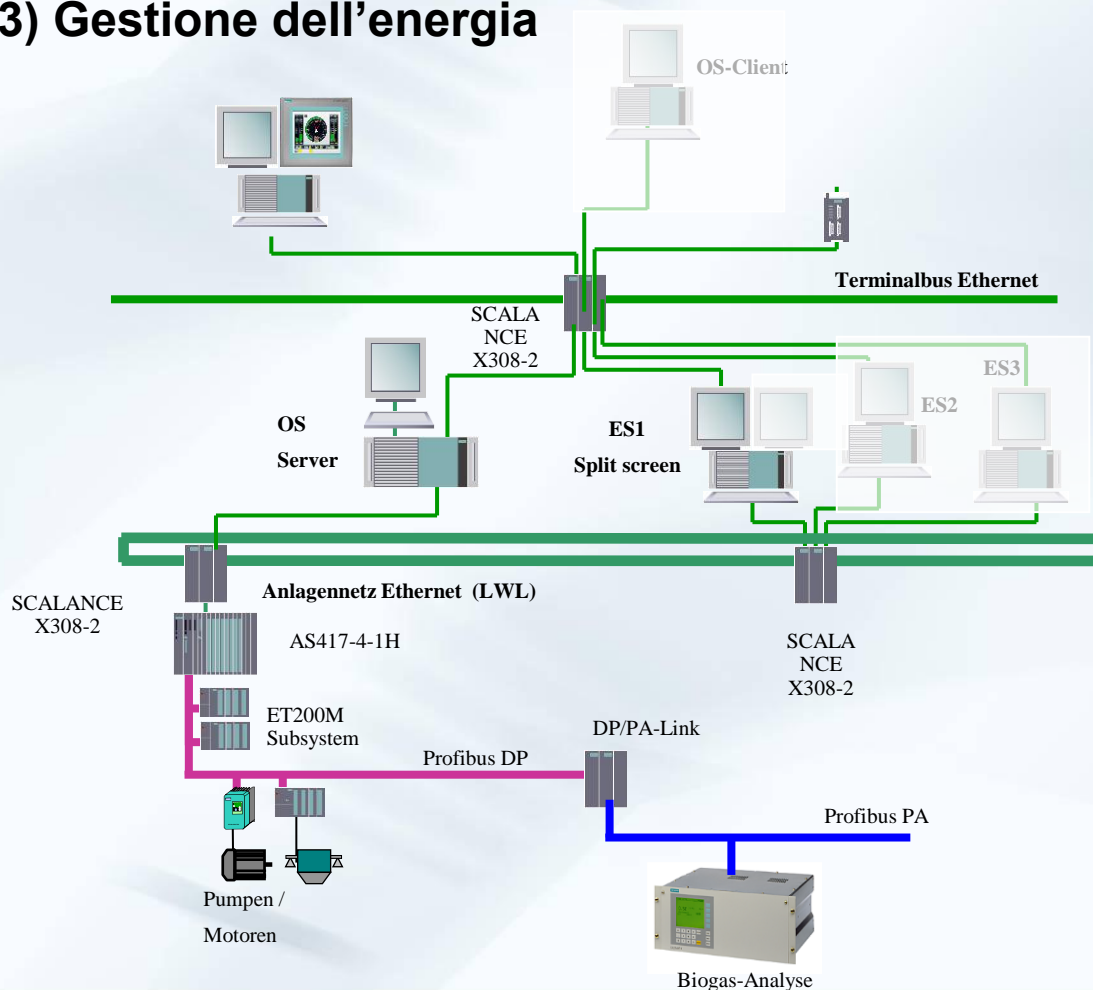
DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 3) Gestione dell'energia



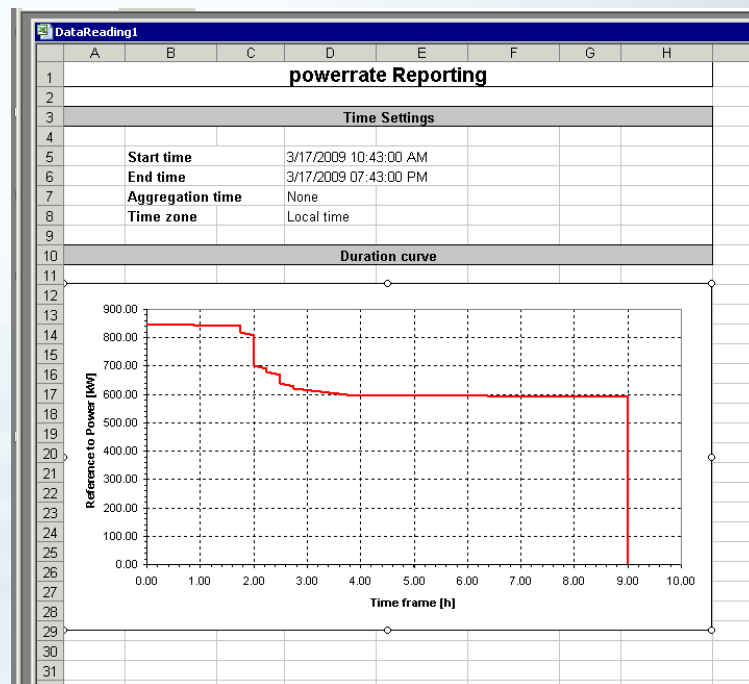


# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 3) Gestione dell'energia

Vantaggi:

- L'analisi dei flussi di energia negli impianti
- Analisi dei costi di energia di singole fasi del processo (Centri di Costo)
- Determinazione delle possibilità di ottimizzazione
- Evitare i limiti superiori di potenza per evitare penali e spese



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

## 3) Gestione dell'energia

### Impianto Anaerobico

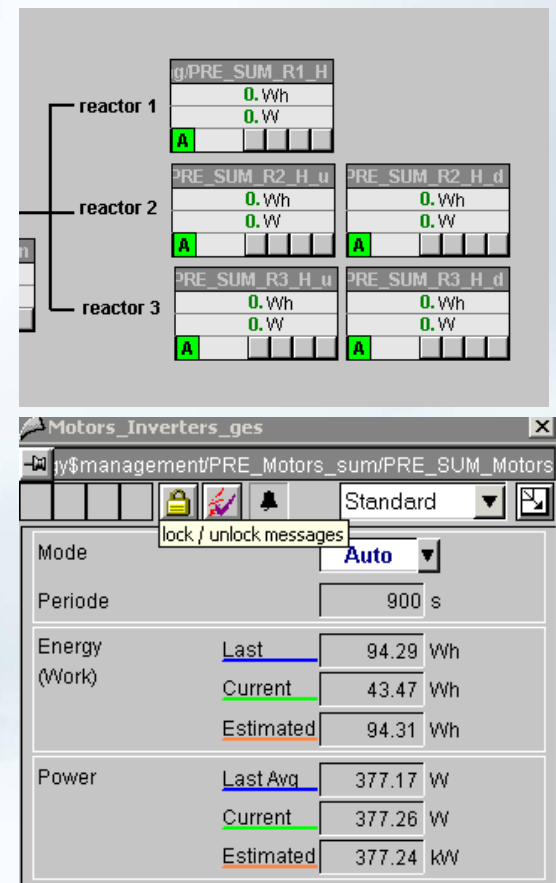
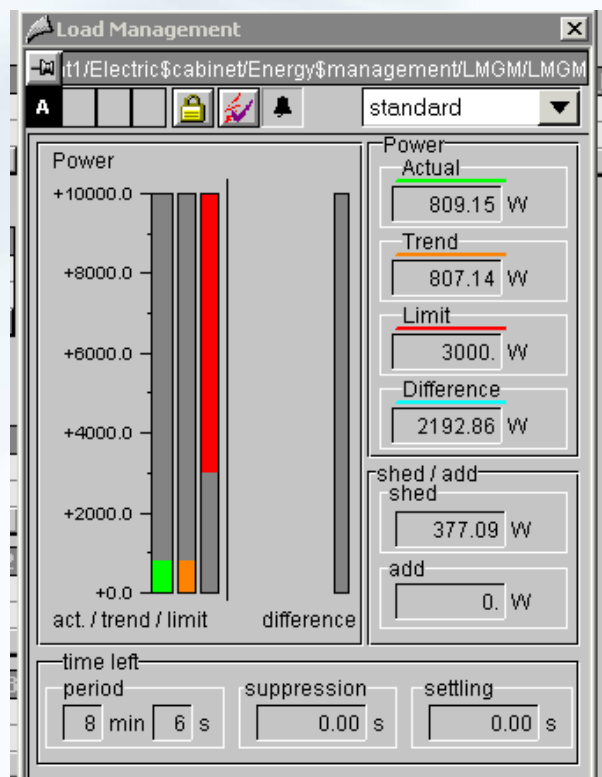
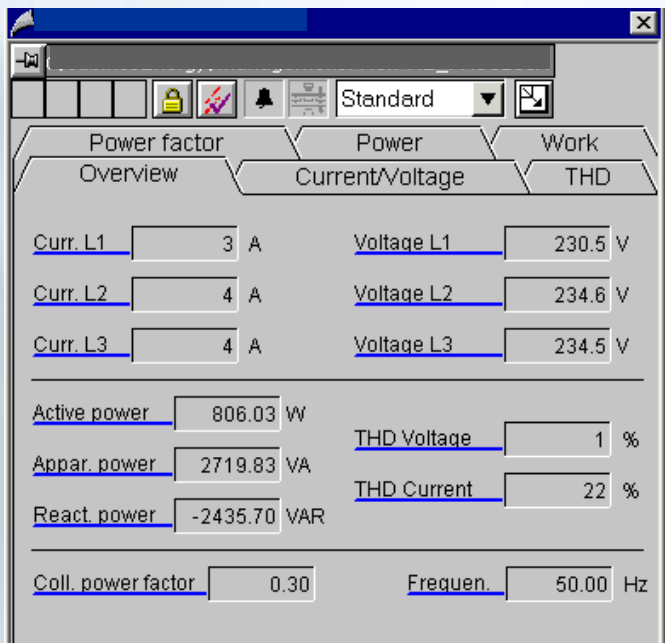
- domanda di energia principalmente per gli azionamenti elettrici (pompe, agitatori)
- alta domanda di energia per il riscaldamento
- domanda supplementare di energia per ventilatori (aerazione)

Possibilità di spegnere dei dispositivi per breve tempo se il superamento dei limiti di energia è prevedibile

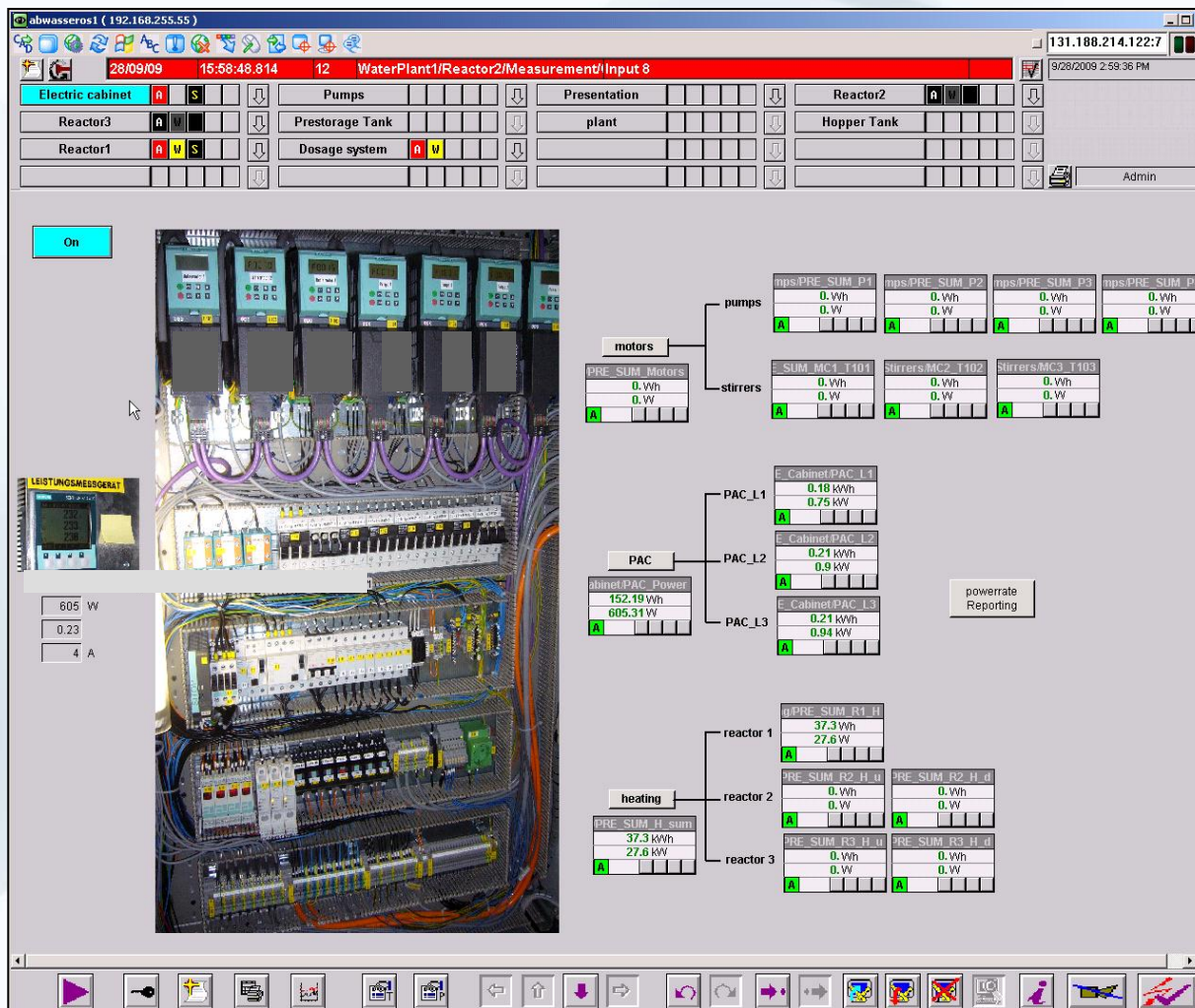


# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

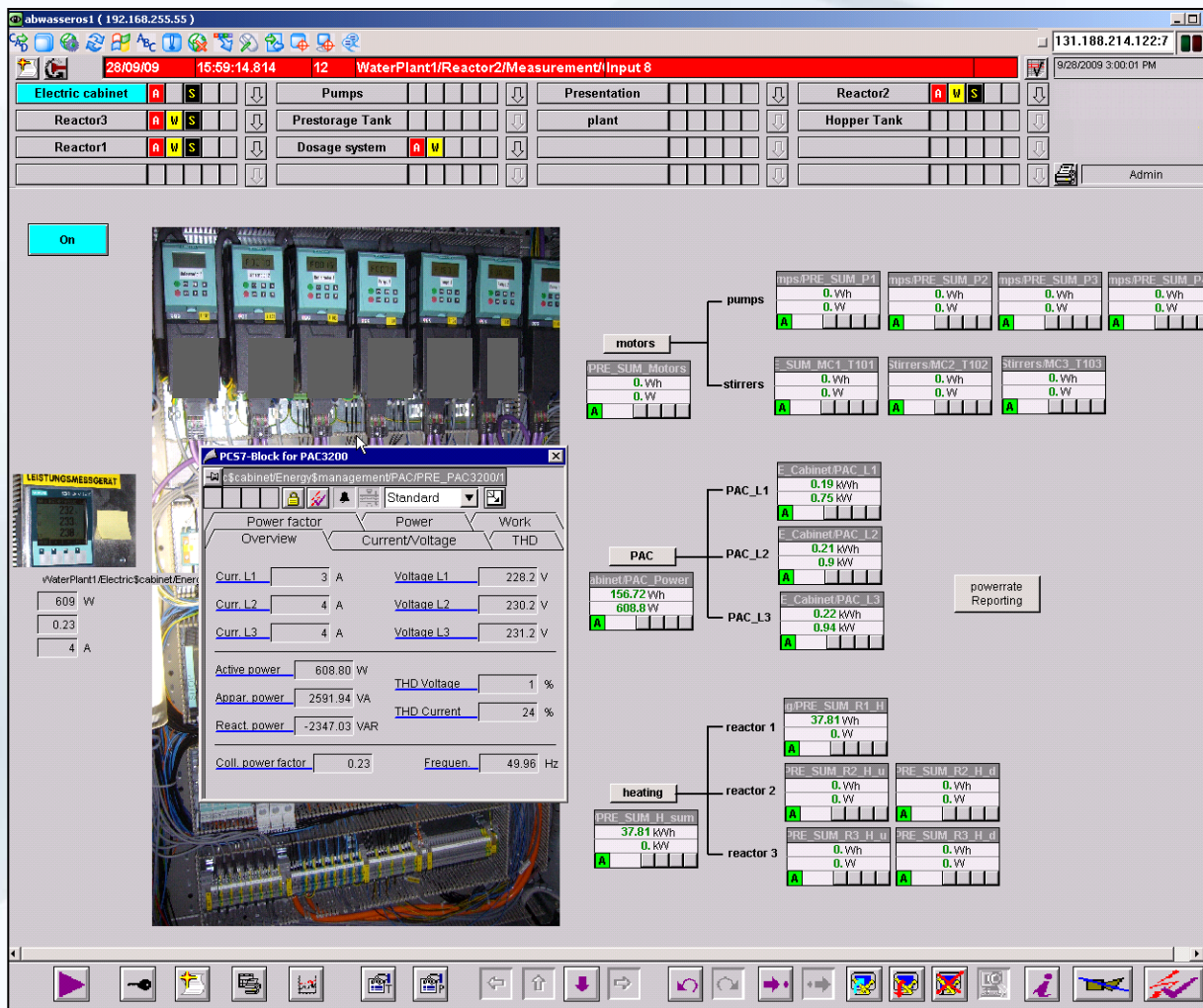
## 3) Gestione dell'energia



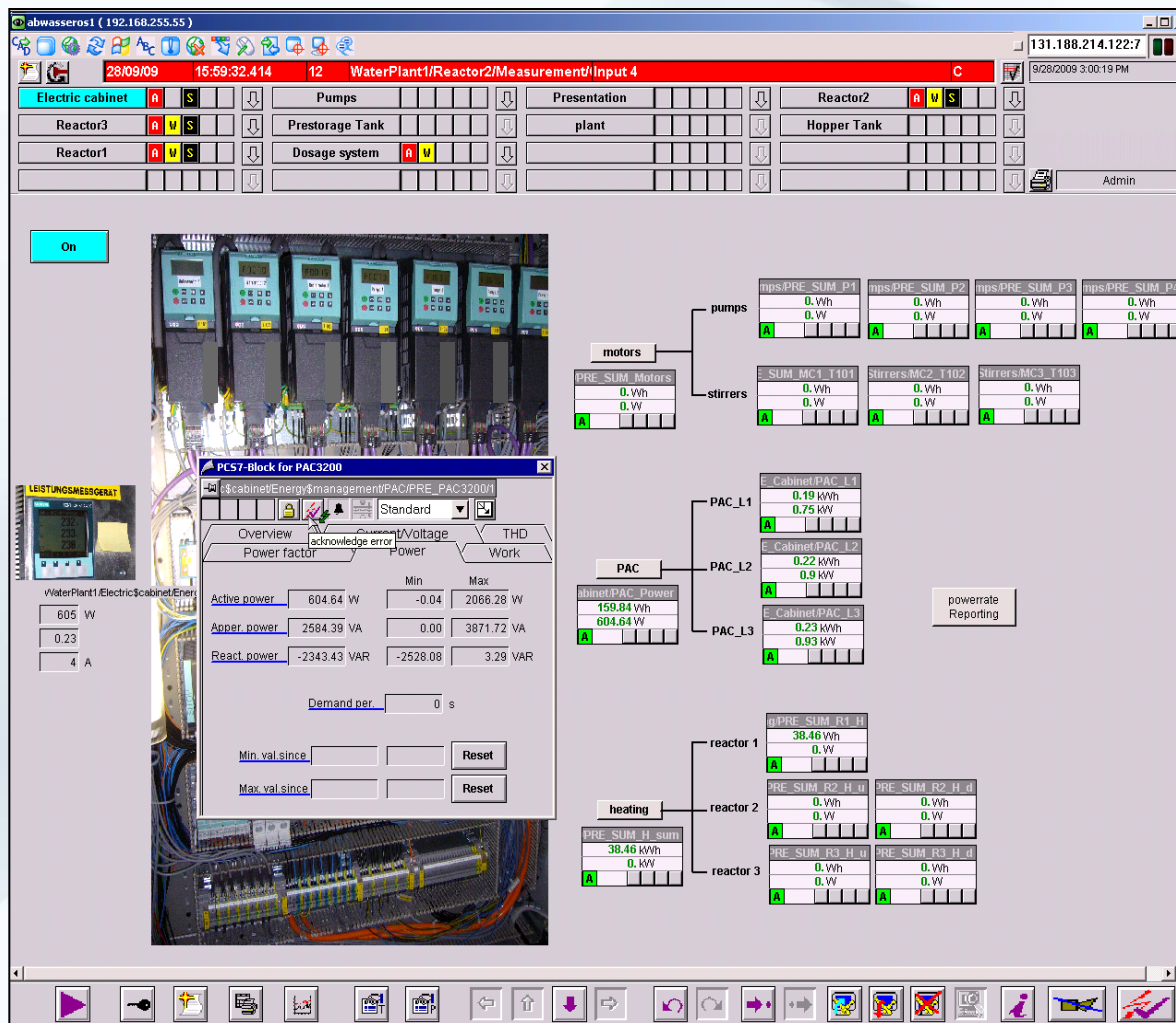
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



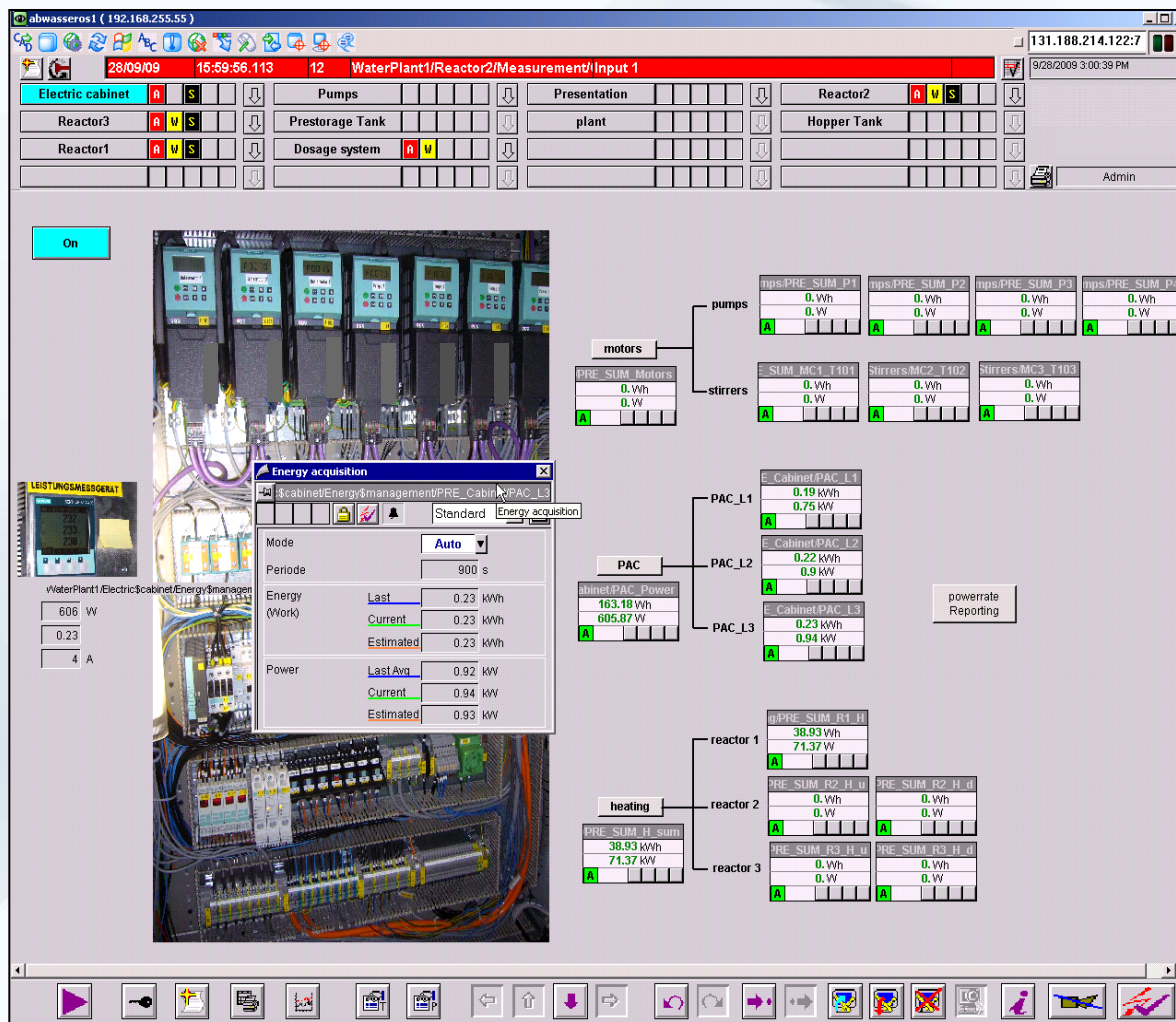
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



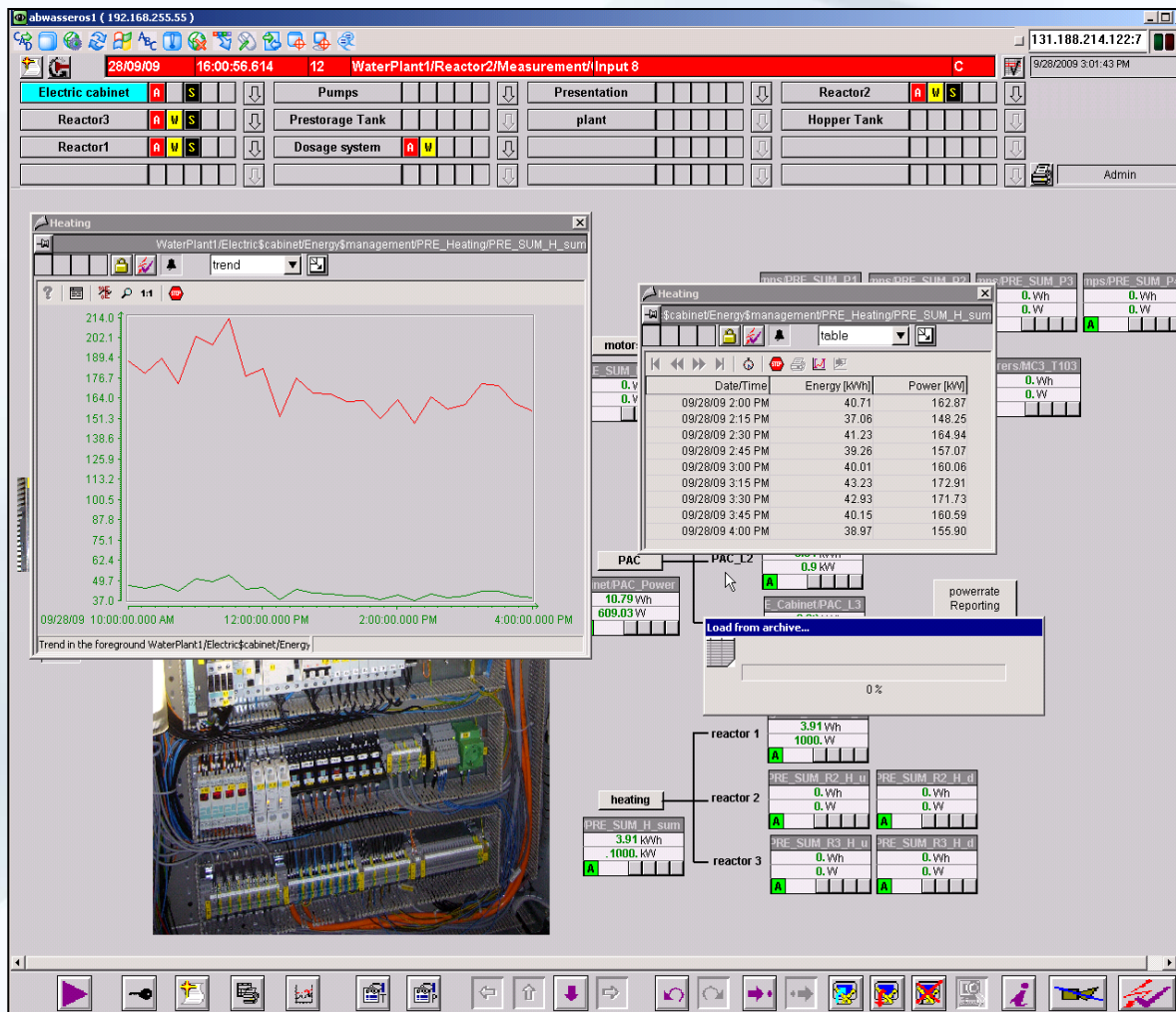
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro





# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

The screenshot displays a SCADA interface for a water plant. The main window is titled 'Load Management' and contains a table with the following data:

Consumer load name	Available	Load management	In manual	Manual add	Current power	Connected	Capacity	Priority	Rolling sequence
Pump 1	active	active	active	active	0	active	250	2	1
Pump 2	active	active	active	active	0	active	250	3	4
Pump 3	active	active	active	active	0	active	250	4	1
Pump 4	active	active	active	active	0	active	250	3	5
Pump 5	active	active	active	active	0	active	250	2	2
Stirrer 1	active	active	active	active	0	active	750	4	1
Stirrer 2	active	active	active	active	0	active	750	4	2
Stirrer 3	active	active	active	active	0	active	750	4	3
Stirrer 1 slow	active	active	active	active	0	active	750	5	1
Stirrer 2 slow	active	active	active	active	0	active	750	5	2
Stirrer 3 slow	active	active	active	active	0	active	750	5	3
Heating R1	active	active	active	active	0	active	1000	3	1
Heating R2 up	active	active	active	active	0	active	1000	3	2
Heating R2 down	active	active	active	active	0	active	1000	3	2
Heating R3 down	active	active	active	active	0	active	1000	3	3
Heating R3 up	active	active	active	active	0	active	1000	3	3
Cabinet Lamp	active	active	active	active	80	active	80	1	1
Load 18	active	active	active	active	0	active	0	0	0
Load 19	active	active	active	active	0	active	0	0	0
Load 20	active	active	active	active	0	active	0	0	0

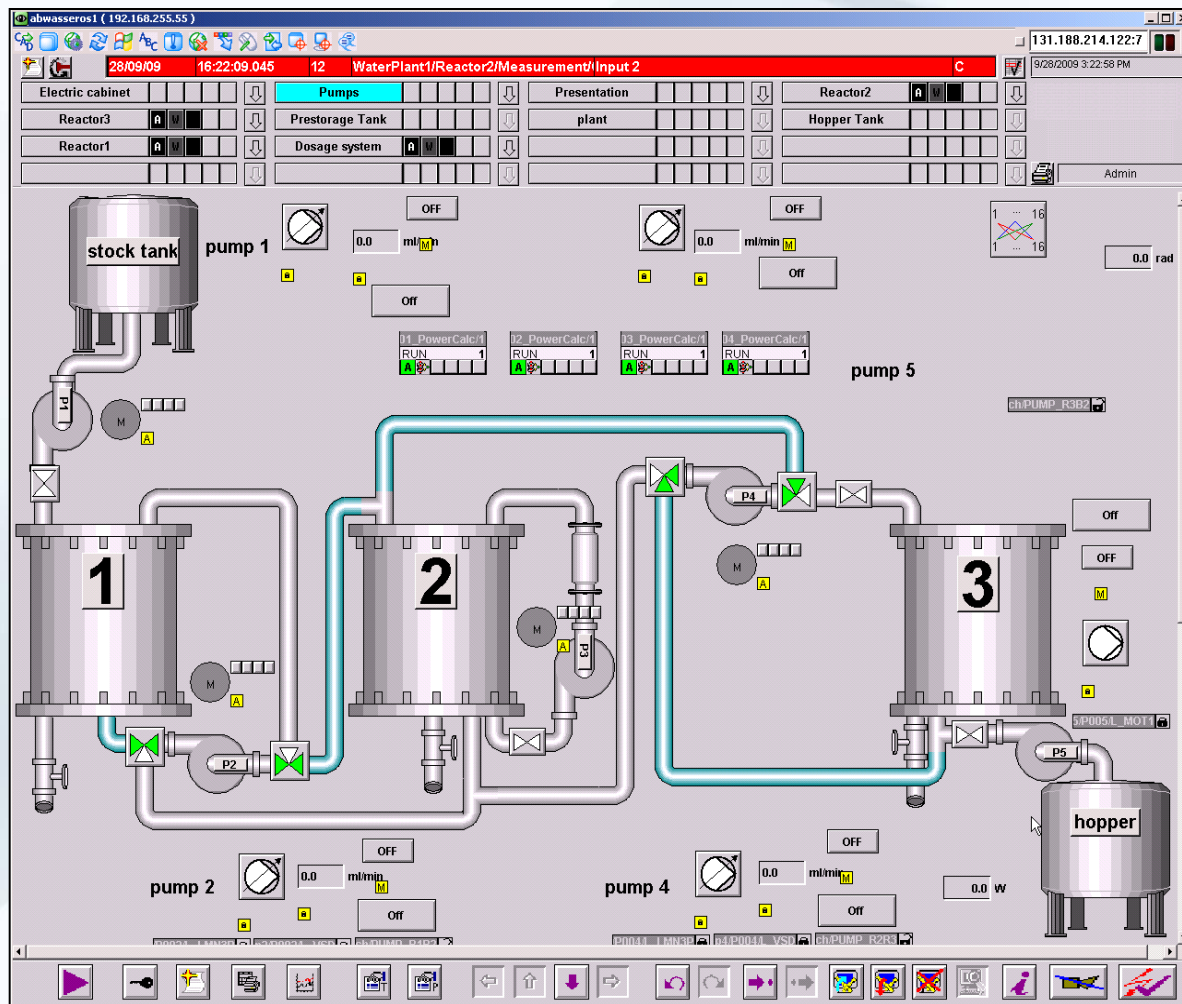
The interface also includes a sidebar with a 'LEISTUNGSMESSEGERAT' (power meter) showing 609 W and 0.24 A, and a 'Reactor1' status panel showing 3000 W.

# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

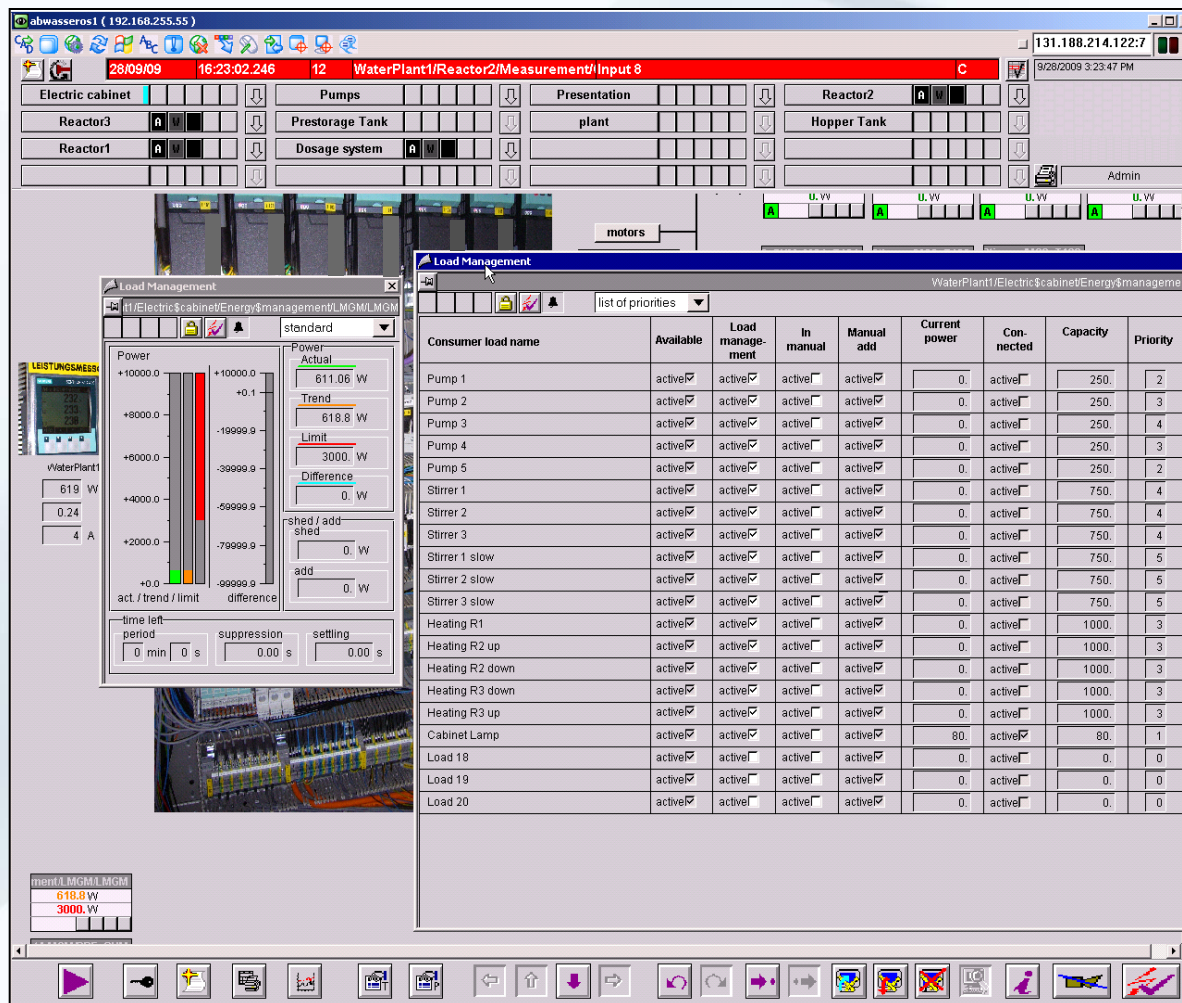
The screenshot shows a software interface for a water plant control system. The main window displays a control panel with various components like Reactor1, Reactor2, Pumps, and Dosage system. A 'Load Management' dialog box is open, displaying a table of consumer loads. The table has the following columns: Consumer load name, Acquisition type, Capacity, Min. connect time, Min. disconnect time, Max. disconnect time, Priority, and Rolling sequen. The table lists 26 items, including pumps, stirrers, heaters, and cabinet lamps.

Consumer load name	Acquisition type	Capacity	Min. connect time	Min. disconnect time	Max. disconnect time	Priority	Rolling sequen
1 Pump 1	1	250	30	30	900	2	1
2 Pump 2	1	250	30	30	180	3	4
3 Pump 3	1	250	30	30	180	4	1
4 Pump 4	1	250	30	30	180	3	5
5 Pump 5	2	250	30	30	900	2	2
6 Stirrer 1	1	750	30	30	900	4	1
7 Stirrer 2	1	750	30	30	900	4	1
8 Stirrer 3	1	750	30	30	900	4	1
9 Stirrer 1 slow	1	750	30	30	120	5	1
10 Stirrer 2 slow	1	750	30	30	120	5	2
11 Stirrer 3 slow	1	750	30	30	120	5	3
12 Heating R1	1	1000	30	30	450	3	1
13 Heating R2 up	1	1000	30	30	450	3	2
14 Heating R2 down	1	1000	30	30	450	3	2
15 Heating R3 down	1	1000	30	30	450	3	3
16 Heating R3 up	1	1000	30	30	450	3	3
17 Cabinet Lamp	2	70	20	10	10	1	1
18 Load 18	0	0	0	0	0	0	0
19 Load 19	0	0	0	0	0	0	0
20 Load 20	0	0	0	0	0	0	0
21 Load 21	0	0	0	0	0	0	0
22 Load 22	0	0	0	0	0	0	0
23 Load 23	0	0	0	0	0	0	0
24 Load 24	0	0	0	0	0	0	0
25 Load 25	0	0	0	0	0	0	0
26 Load 26	n	n	n	n	n	n	n

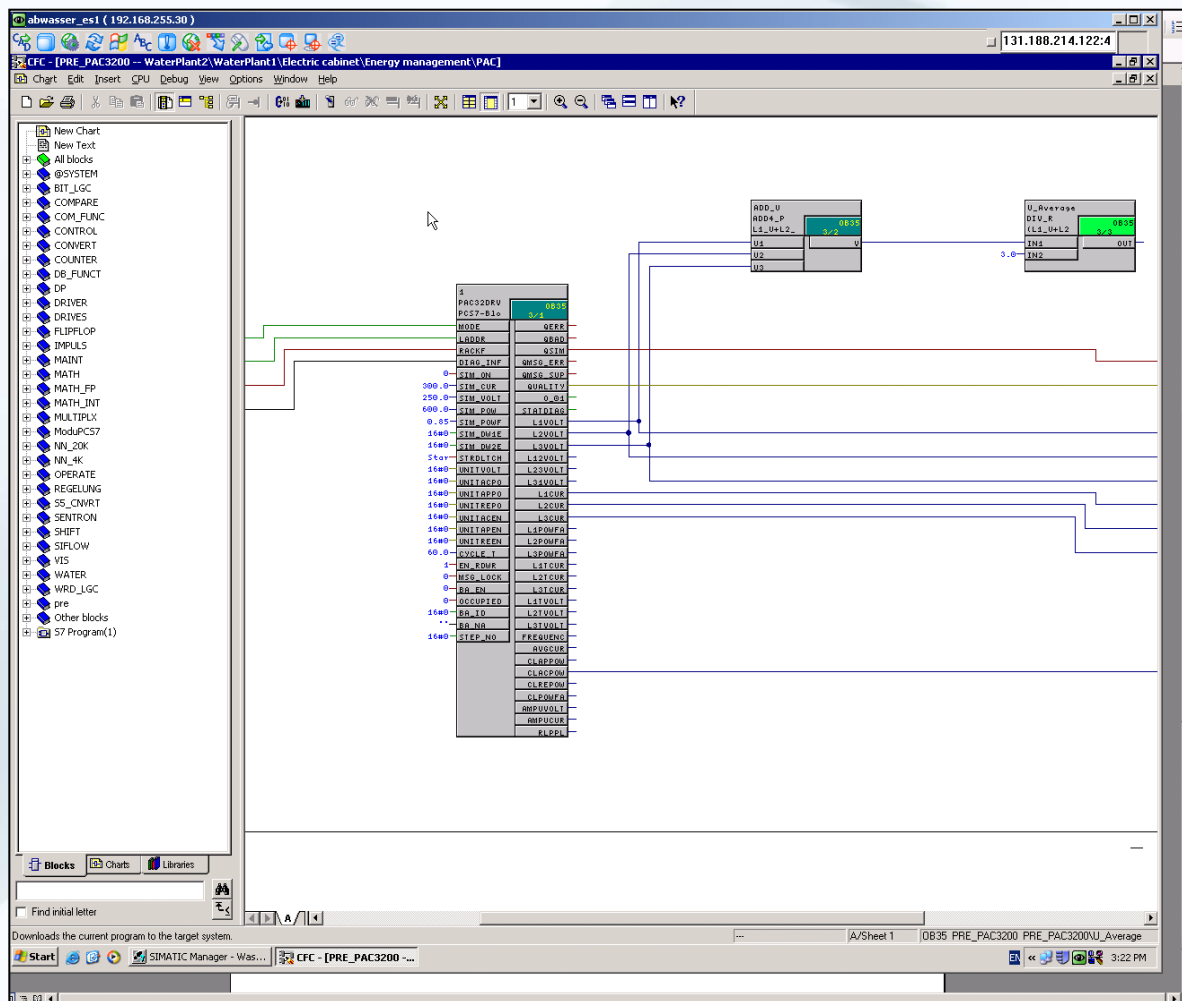
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



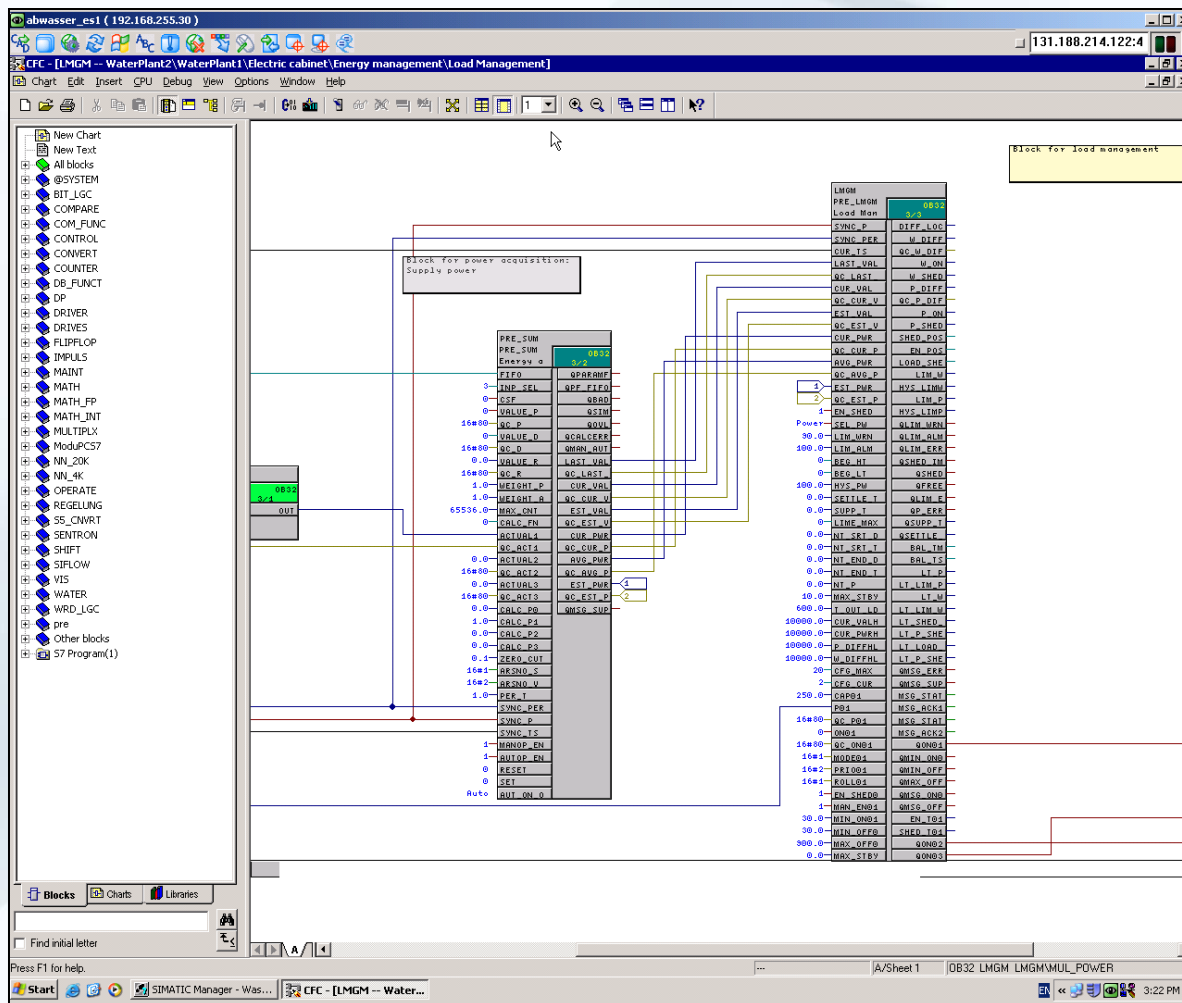
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



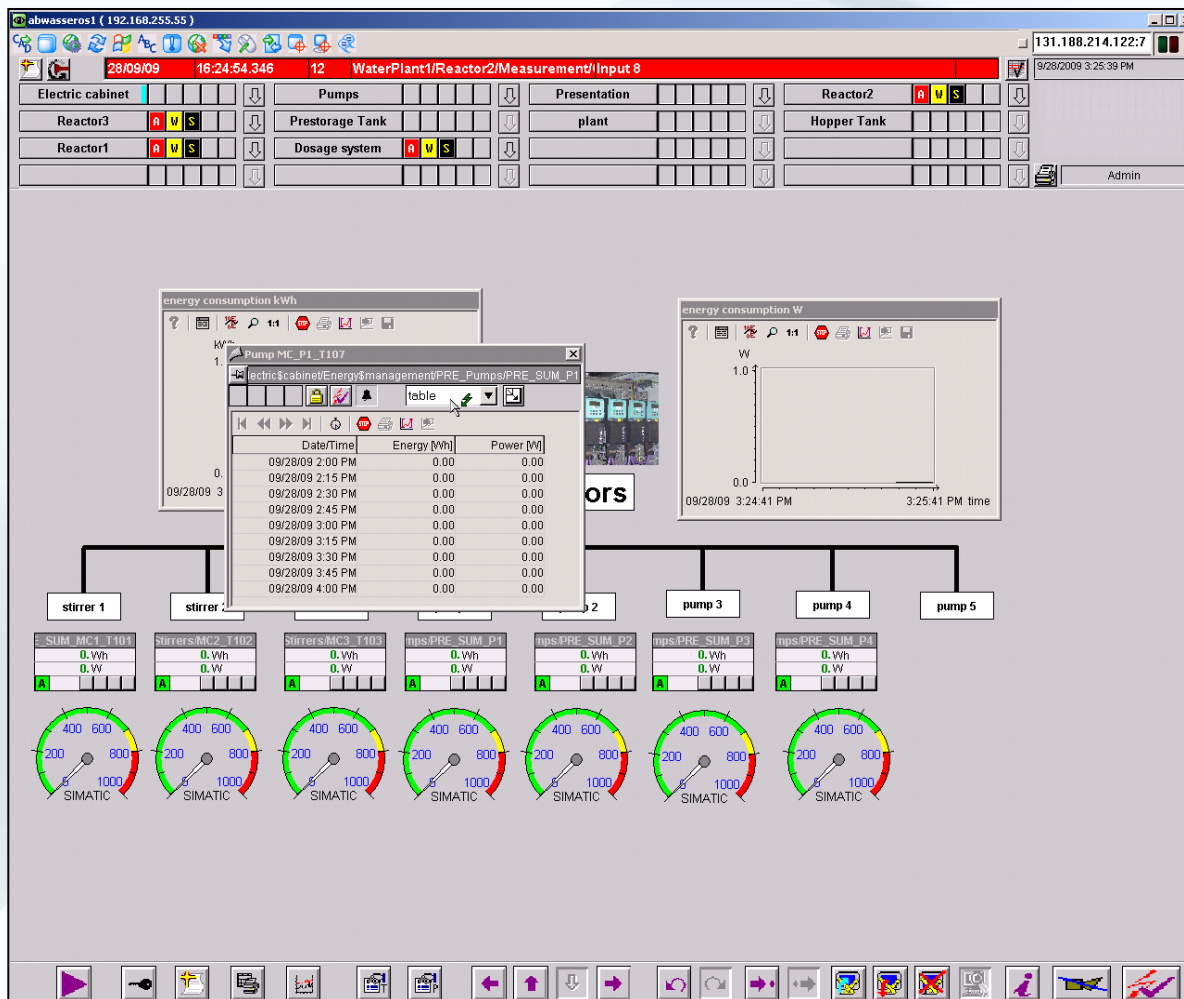
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



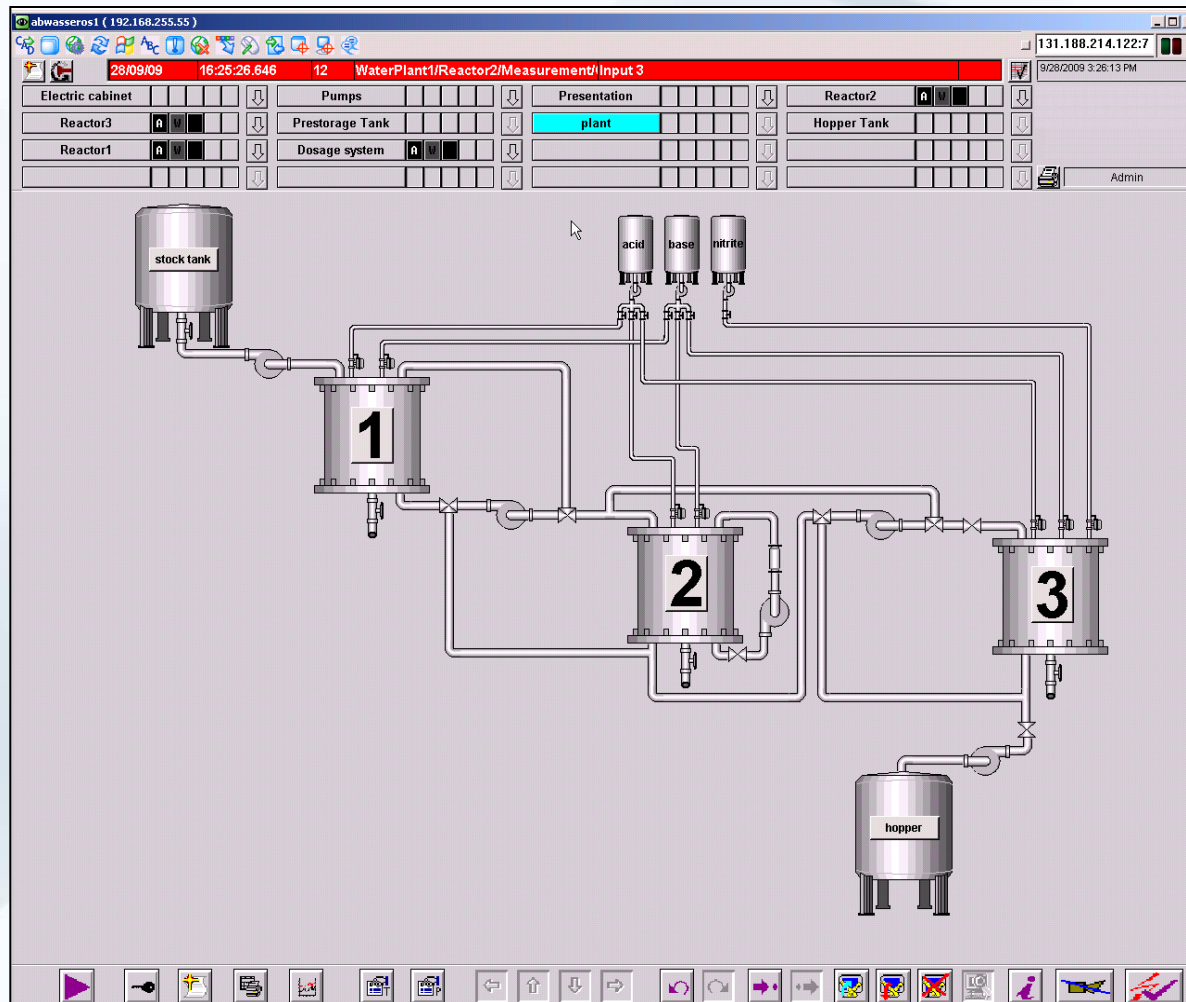
# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

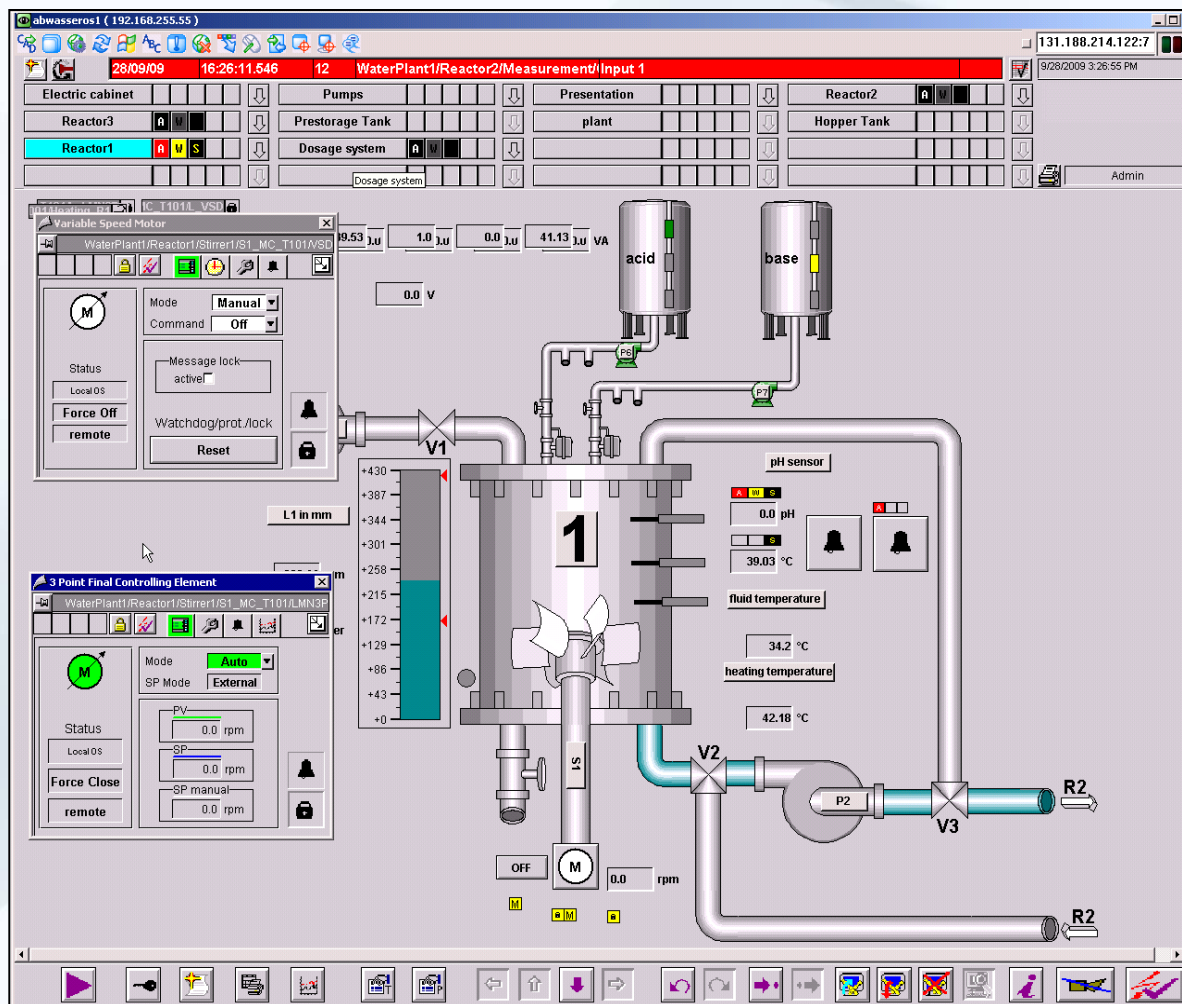


# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro





# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro



# Sistema ibrido esperto, modello di simulazione, logica fuzzy, reti neurali, sensori sw intelligenti, APC e risparmi energetici: soluzione per le megalopoli del futuro

- Il vero valore del telecontrollo è dato oggi dalla misurazione, dalla possibilità d'intervento in tempo reale e dalla gestione ottimizzata, con conseguente riduzione degli sprechi e degli sperperi, fino al completo annullamento dei rischi stessi
- Domani dallo sviluppo di sistemi esperti, come supporto alle previsioni ed alle decisioni
- GRAZIE per l'attenzione riservata



FEDERAZIONE NAZIONALE  
IMPRESE ELETTROTECNICHE  
ED ELETTRONICHE



DAL 1945 IL VALORE DELL'INNOVAZIONE

**AssoAutomazione**  
Associazione Italiana  
Automazione e Misura

