

SISTEME SCADA

Cuprins

SISTEME SCADA.....	1
Obiective	1
Organizarea sarcinilor de lucru	1
1.Elemente introductive despre sistemele SCADA	2
Definiția sistemelor SCADA	2
Arhitectura generala a sistemelor SCADA	2
2. Mediul de dezvoltare SCADA - CITECT	3
Realizarea unei aplicații SCADA	3
3. Funcțiile sistemelor SCADA	7
Exemplificarea funcțiilor sistemelor SCADA	7
Test de autoevaluare	13
Rezumat	14
Rezultate așteptate	15
Termeni esențiali.....	16
Recomandări bibliografice	16
Link-uri utile	17
Test de evaluare	17

Obiective

- Prezentarea elementelor de baza despre sistemele SCADA
- Prezentarea arhitecturii generale a unui sistem SCADA
- Prezentarea și exemplificarea modului de realizare a un proiect SCADA
- Prezentarea și exemplificarea funcțiilor sistemelor SCADA

Organizarea sarcinilor de lucru

- Parcurgeți cele trei capitole ale cursului.
- La fiecare lecție urmăriți exemplele ilustrative și încercați să le realizați în medul de dezvoltare "Citect".
- Fixați principalele idei ale cursului, prezentate în rezumat.
- Completați testul de autoevaluare.
- Timpul de lucru pentru parcurgerea testului de autoevaluare este de 15 minute.

1.Elemente introductive despre sistemele SCADA

Definiția sistemelor SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)-este un sistem bazat pe calculator având rolul de comanda și monitorizare a proceselor tehnologice.

SCADA este cel mai modern instrument utilizat pentru supravegherea controlul și monitorizarea proceselor tehnologice. SCADA presupune un soft special instalat în calculator, soft care comanda și monitorizează un proces tehnologic prin intermediul unor echipamente locale (automate programabile PLC etc. SCADA permite mimarea procesului tehnologic, oricât de complex, și aducerea lui pe ecranul calculatorului.

Progresele substanțiale înregistrate în acest domeniu au făcut ca sistemele SCADA sa fie folosite în cele mai diverse domenii, de la producția bunurilor de larg consum, la metalurgie, chimie și energetică, până la domeniul nuclear.

Arhitectura generala a sistemelor SCADA

Un sistem SCADA este alcătuit din doua componente hardware principale:

- **Server** (unul sau mai multe)

Acesta este conectat la elementele de câmp (proces) prin intermediul diverselor sisteme de achiziții date. Sistemele de achiziții date sunt realizate în general pe baza microcontrolerelor având rolul de a achiziționa date din proces și de a supraveghea și controla funcționarea procesului. Achiziția de date se realizează și prin utilizarea senzorilor inteligenți care se pot conecta direct la calculator sau prin intermediul unor dispozitive intermediare numite "stații" sau "mastere" de comunicații care concentrează datele de la mai multi senzori inteligenți. Vom numi în continuare dispozitivele de achiziții date și control proces, "automate programabile" (PLC).

Serverul este responsabil pentru toate datele culese din proces (realizează și baza de date, asigura comunicația cu PLC-urile din proces);

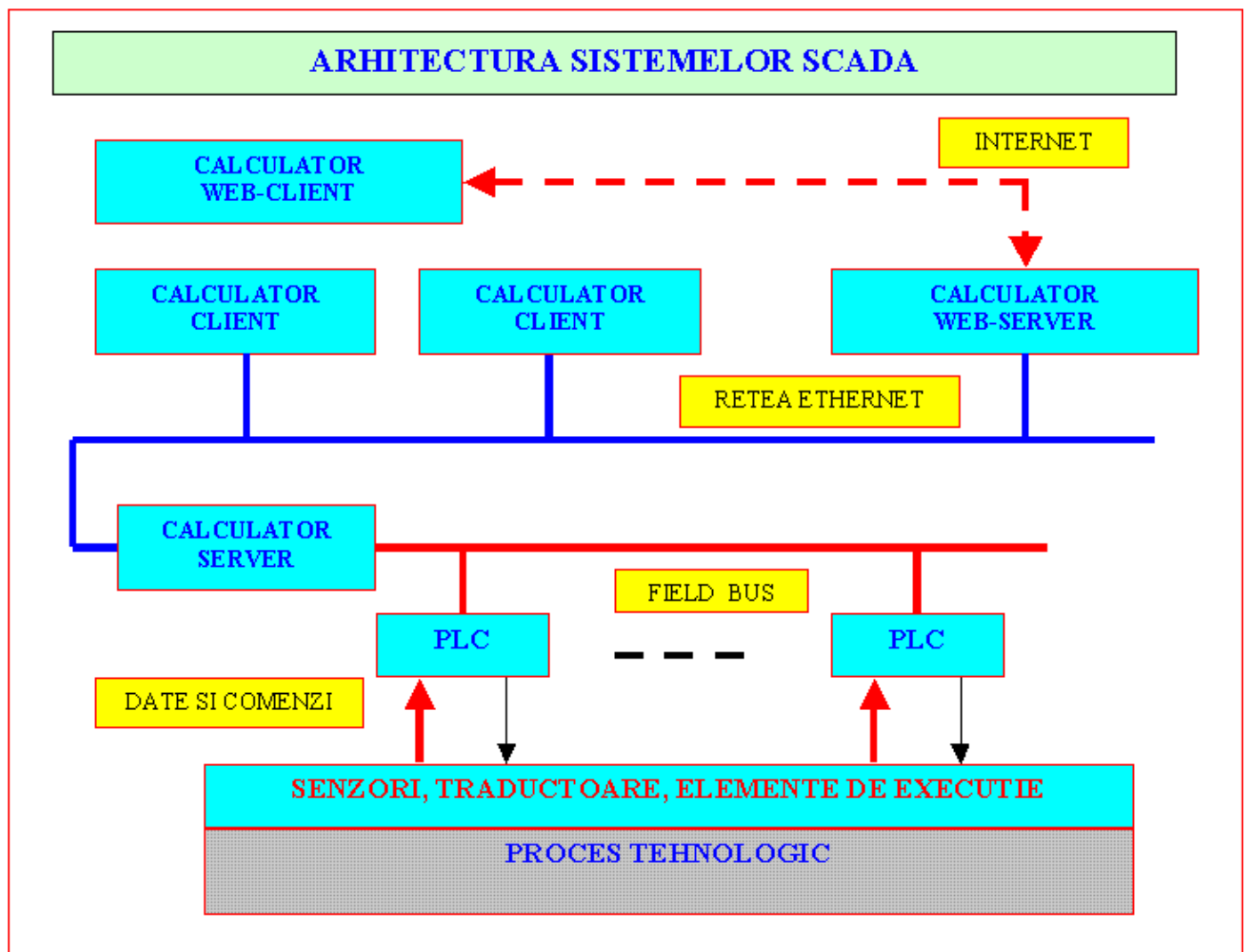
- **Client** (Viewer) .

Este legat în rețea cu serverul, utilizează datele din acesta și asigură comunicarea cu operatorul uman. Poate lipsi la sistemele mici (serverul îndeplinește și funcția de viewer).

Serverele sunt conectate la automatele programabile printr-o gama foarte larga de drivere de comunicație (sute de drivere care asigura legătura practic cu toate PLC-urile de la firmele cunoscute).

Un singur server poate comunica simultan cu mai multe protocoale. Se pot dezvolta și drivere de comunicație noi.

Serverele si viewer-ele sunt legate în rețea (Ethernet). Tehnologia Web adoptată permite acum vizualizarea unui proces și prin mediul Internet-ului.



2. Mediul de dezvoltare SCADA - CITECT

Realizarea unei aplicații SCADA

Realizarea unei aplicații SCADA presupune o serie de pași cum ar fi:

- identificarea și setarea corespunzătoare a elementelor pentru achiziția de date precum și a echipamentelor pentru comanda și controlul procesului monitorizat.
- crearea unui nou proiect
- definirea și setarea tag-urilor
- realizarea paginilor grafice pentru mimarea procesului monitorizat
- scrierea de funcții și setarea corespunzătoare a elementelor grafice din paginile grafice pentru realizarea mimării procesului.
- stabilirea utilizatorilor aplicației și setarea drepturilor acestora.
- testarea și rularea aplicației

Crearea unui nou proiect

Din Citect Explorer -> File -> New Project, deschidem un nou proiect intitulat "Sch_el"

Din Citect Explorer -> Sch_el -> Communications -> Clusters, definesc un cluster de comunicare numit "sch_el_cluster".

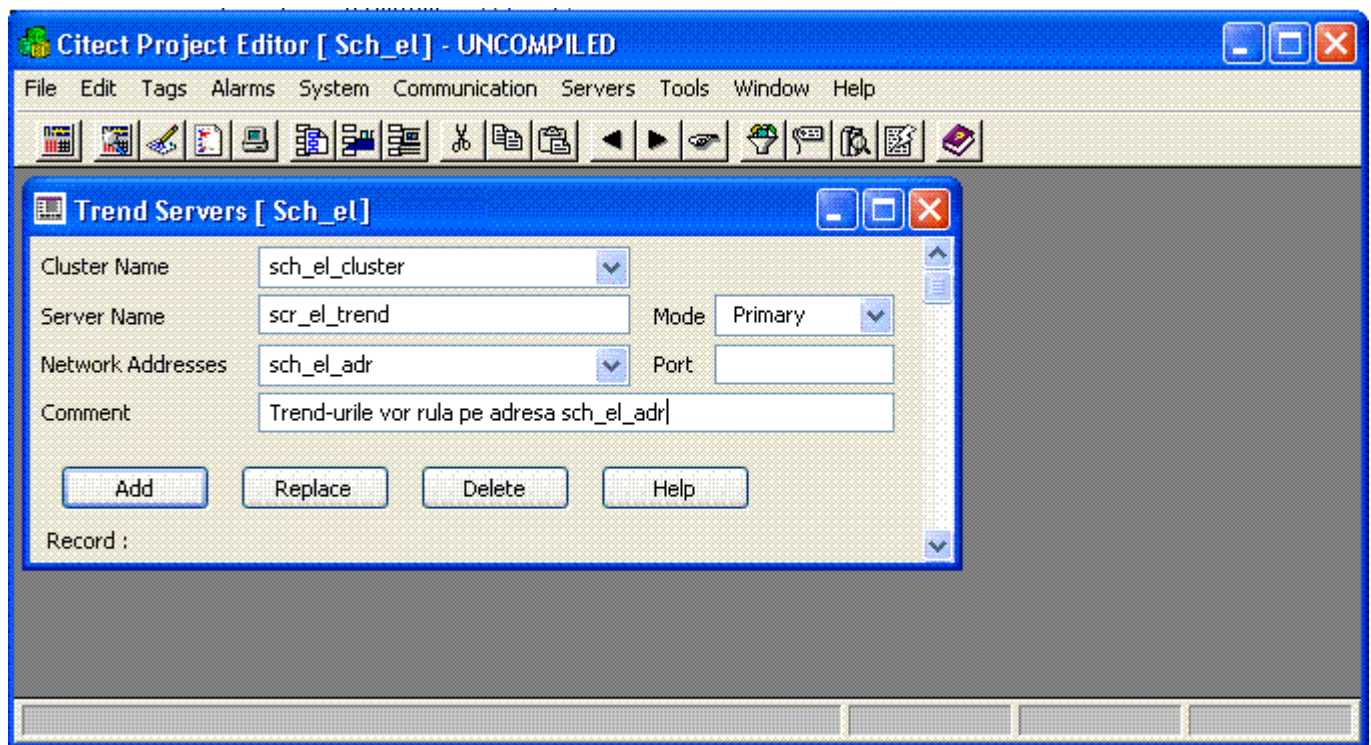
Din Citect Project Editor -> Servers -> Network Address, definesc adresa .TCP/IP 127.0.0.1 numita: "sch_el_adr". Adresa "sch_el_adr" fiind adresa TCP/IT a sistemului de achiziție date care echează sistemul de alimentare, fiind inclus în schema electrica de alimentare.

Vor fi configurate în continuare facilitatile de "Alarmare", "Trending" și "Report" astfel:

Din Citect Project Editor -> Servers -> Alarm Server

Din Citect Project Editor -> Servers -> Report Server

Din Citect Project Editor -> Servers -> Trend Server



Din Citect Project Editor -> Servers -> I/O Server

Din Citect Explorer -> Sch_el_alim -> Communications -> ExpressI/O Device Setup -> Next -> Use an existing I/O -> Disk I/O Device -> Citect generic Protocol -> Automatic refresh of tags -> Finish

Configurarea tag-urilor

Întreaga aplicație SCADA se bazează pe stabilirea și utilizarea TAG-urilor. Tag-urile sunt interfața între utilizator și procesul monitorizat. Există mai multe tipuri de variabile tag.

- Variabile tag - sunt variabilele care au legătura directă cu procesul, fiind modificate direct de sistemul de achiziție și control și totodată la acestea are acces și aplicația SCADA
- Variabile tag locale - necesare dezvoltării aplicației SCADA
- Variabile tag de tip trends - necesare pentru trasarea graficelor mărimilor achiziționate din proces

Pentru a adăuga o variabilă tag care să reprezinte spre exemplu un comutator telecomandat pentru alimentarea generală cu energie, procedăm astfel:

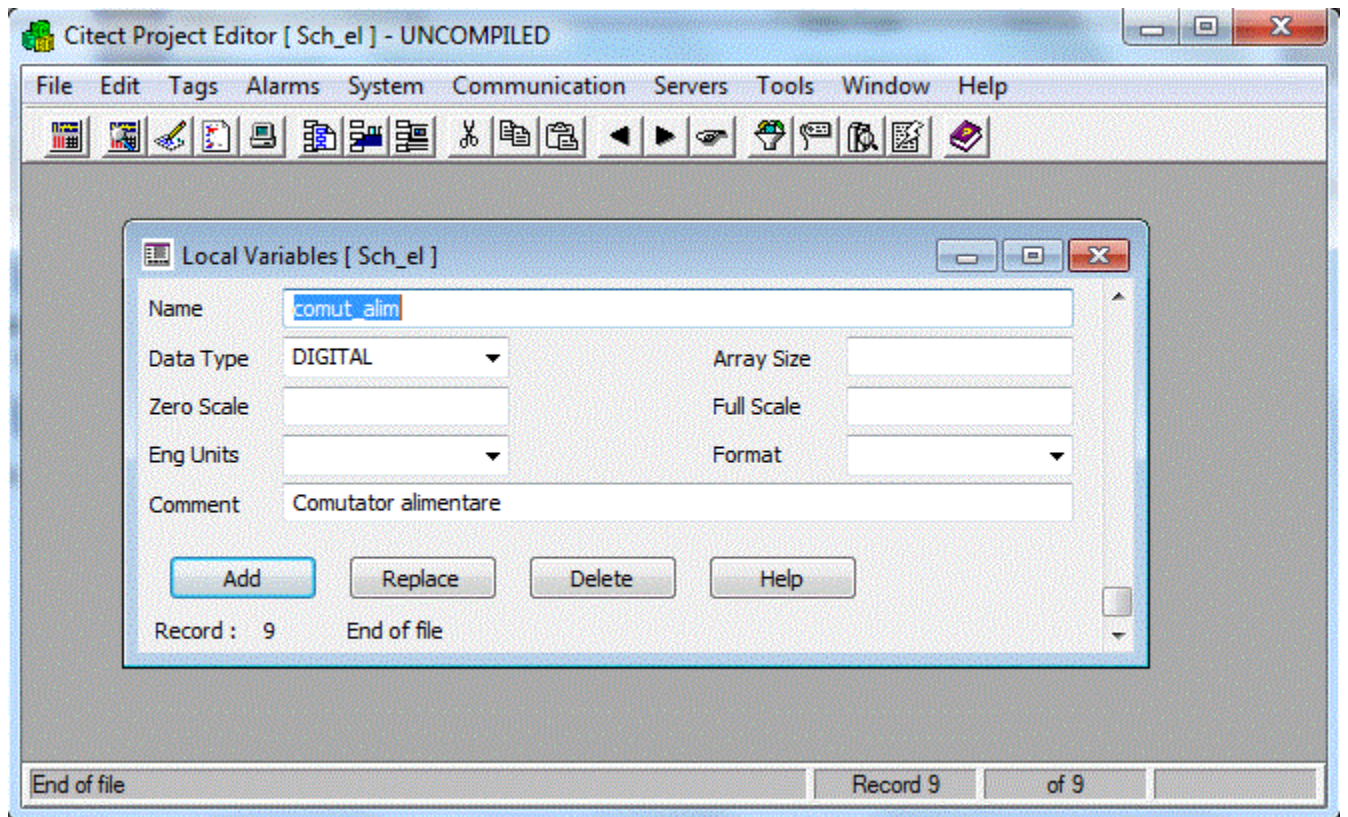
Din Citect Project Editor -> Tags -> Variable Tags

După cum se observă, s-a introdus variabila tag numită "comut_alim", face parte din cluster-ul "sch_el_cluster", este o variabilă digitală de tipul I/O citită de la Device-ul generic IODev

În mod similar se creează variabilele tag locale și variabilele tag de tip trends.

Variabilele tag au un corespondent fizic în sistemul de achiziție și control date. În lipsa acestui sistem vom lucra numai cu variabile locale. Vom introduce deci variabila locală numită "comut_alim". Atenție, variabila tag anterioară va fi ștearsă, altfel va fi lansat un mesaj ce indică faptul că variabila "comut_alim" mai există. Vom adăuga deci Local Variable "comut_alim" astfel:

Din Citect Project Editor -> Tags -> Local Variable



Realizarea unei pagini grafice

Se va crea o noua pagina grafica numita **on_off_v0**, în care vom plasa un buton cu titlul "Pornit/Oprit", un buton cu titlul "Start", un al treilea buton care sa poarte titlul "Stop" și un LED care pentru semnalizare optica.

Mod de realizare:

Din Citect Explorer -> Sch_el -> Graphics -> Pages -> Next -> Create new page-> Se crează o noua pagina grafica având numele "On_off_v0". Se plasează trei obiecte "Button". Se modifica proprietățile butoanelor astfel încât sa apară textele corespunzătoare.

Plasam de asemenea un led semnalizator prin plasarea unui obiect "Simbol set" și setarea în mod corespunzător.

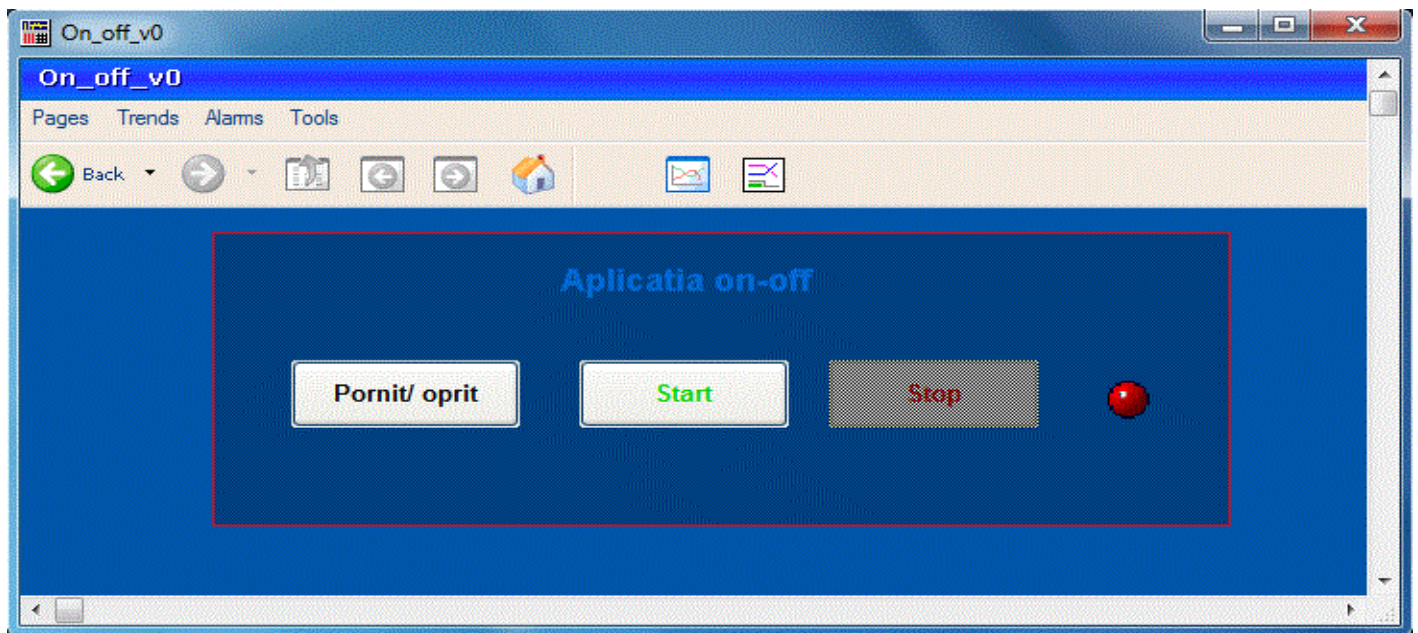
Pentru a stabili funcționalitate dorita vom stabili proprietățile "Input" pentru fiecare buton astfel:

- Pentru butonul "Stat" - setam proprietatea " Input" -Action up si la "Up command" completam cu **comut_alim=1** de asemenea setăm proprietatea " Acces" și completam Disable whwen cu **comut_alim=1**
- Pentru butonul "Stop" - setam proprietatea " Input" -Action up si la "Up command" completam cu **comut_alim=0** deasemenea setam proprietatea " Acces" si completam Disable whwen cu

comut_alim=0

- Pentru butonul "Start/Stop" - setam proprietatea " Input" -Action up si la "Up command" completam cu **Toggle(comut_alim)**
- Pentru plasarea ledului s-a ales "Simbol set" si s-au selectat imaginile pentru on si off de asemenea la "On simbol whwen" s-a completat cu **comut_alim**

Se rulează aplicația și schema devine funcțională putându-se acționa butoanele, led-ul și butoanele, schimbându-se în mod corespunzător



3. Funcțiile sistemelor SCADA

Sistemele de tip SCADA sunt implementate în cadrul diverselor sisteme tehnologice având în vedere facilitățile și avantajele certe oferite de acestea. Printre funcțiile realizate de sistemele SCADA se pot enumera:

- Supravegherea și controlul
- Alarmarea
- Realizarea listelor de evenimente și a rapoartelor de producție
- Analiza post avarie

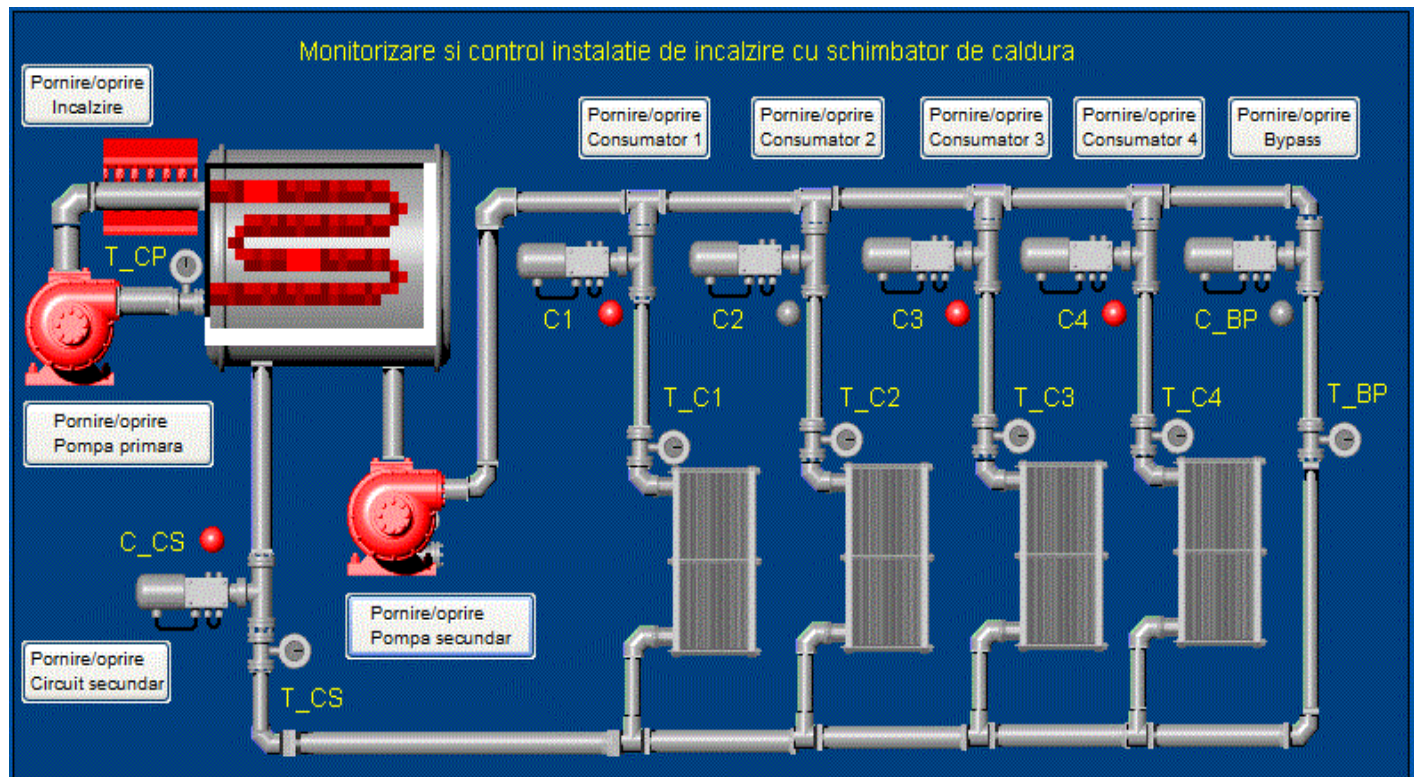
Exemplificarea funcțiilor sistemelor SCADA

Supravegherea și controlul

Una dintre cele mai importante funcții ale sistemelor SCADA, o reprezintă funcția de **supraveghere și controlul**

Supravegherea și controlul proceselor tehnologice se face prin intermediul unor pagini grafice care mimează procesul tehnologic și sunt afișate pe unul sau mai multe monitoare de calculator. Aceste pagini grafice se mai numesc și interfețe om mașină HMI (Human Machine Interface). Operația de supraveghere mai poartă numele de monitorizare. Putem spune deci ca monitorizarea și controlul proceselor tehnologice se face prin intermediul HMI-urilor.

Pentru a exemplifica funcția de **supraveghere și controlul**, vom realiza în continuare o aplicație pentru monitorizarea și controlul unei instalații de încălzire cu schimbător de căldură.



Fiecare element din pagina grafica mimează elemente din instalația reală. De asemenea mare parte dintre elemente își schimbă starea în timpul funcționării, stare care se reflecta în schema grafica.

Pentru a realiza pagina grafica, atribuim elementelor plasate, variabile tag. Vom defini deci următoarele tag-uri sub forma de variabile locale ținând cont ca aplicația este numai o simulare, neexistam interfațarea cu procesul tehnologic

Tag-uri aferente				
Nume	Tip	Domeniu	Um	Comentariu
c_cs	DIGITAL	-	-	Comanda circuit secundar

c1	DIGITAL	-	-	Comanda consumator 1
c2	DIGITAL	-	-	Comanda consumator 2
c2	DIGITAL	-	-	Comanda consumator 3
c4	DIGITAL	-	-	Comanda consumator 4
c_bp	DIGITAL	-	-	Comanda bypass
c_pp	DIGITAL	-	-	Comanda pompa principala
c_ps	DIGITAL	-	-	Comanda pompa secundara
c_inc	DIGITAL	-	-	Comanda încălzire
t_cp	REAL	gr C	100	Temperatura în circuitul primar
t_cs	DIGITAL	gr C	100	Temperatura în circuitul secundar

De pe pagina grafică, se pot lansa de asemenea diverse comenzi, care ajung la instalația reală și se execută. În urma execuției acestora, starea instalației se schimbă, aceasta reflectându-se în schema grafică. În aplicația de sus se întâlnesc elemente de monitorizare și control care ilustrează practic funcția de **supraveghere și controlul**

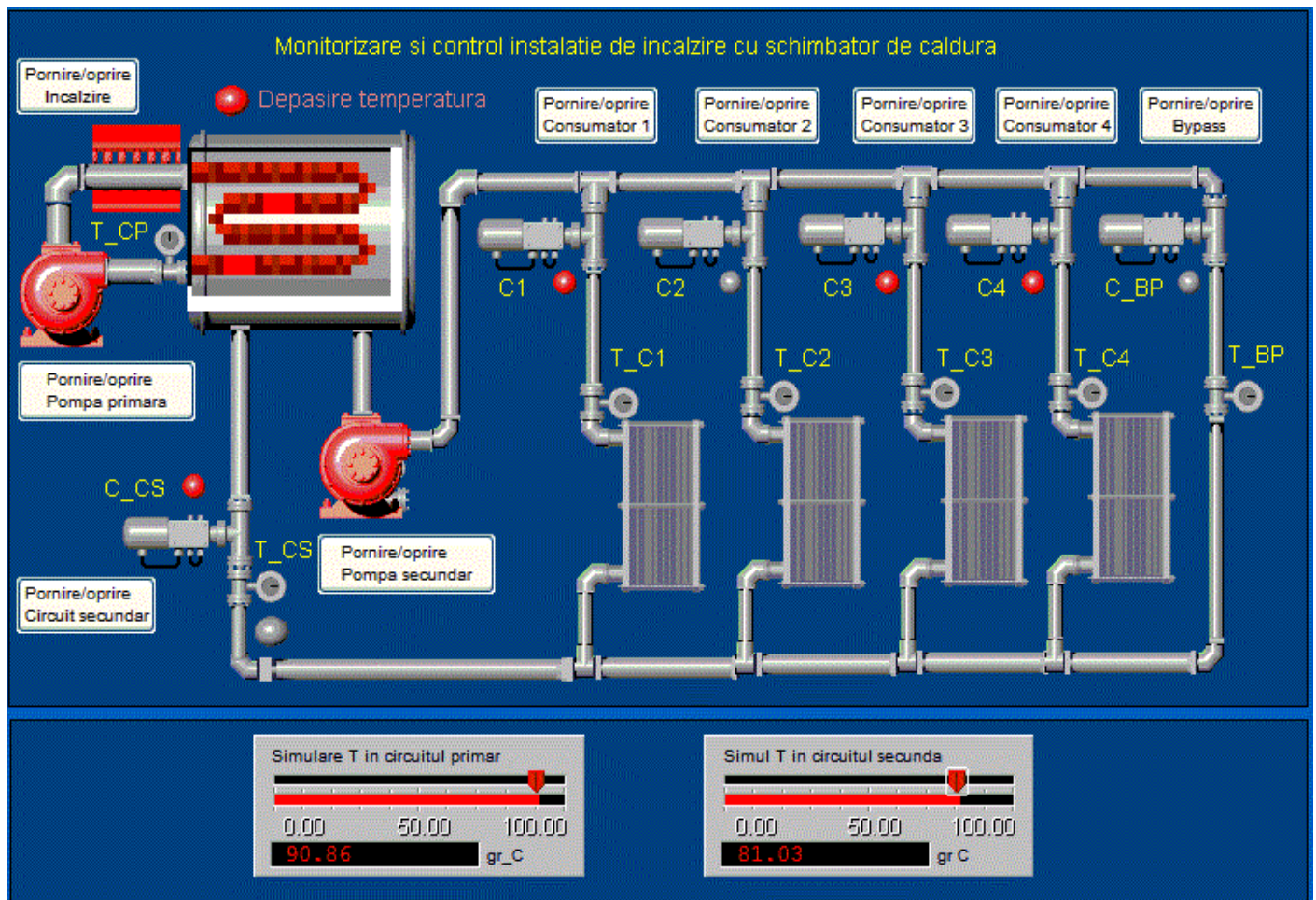
Alarmarea

Următoarea funcție a sistemelor SCADA, o reprezintă funcția de **alarmare**, funcție pe care dorim s-o ilustrăm în continuare, prin îmbogățirea aplicației anterioare cu facilități de alarmare.

Instalația dispune de senzorii T_C1-T_C4, T_BP, T_CS și T_CP care măsoară temperatura în diverse puncte ale instalației. Senzorul T_CP măsoară temperatura în circuitul primar iar T_CS măsoară temperatura în circuitul secundar. Când aceste temperaturi depășesc o anumite temperaturi prescrise va trebui să lansăm alarme care să indice aceste depășiri. Pentru a simula temperatura în circuitul primar vom introduce tag-ul tcp respectiv tcs și două controale "Genie-Manual Loader" pe care le configurăm în mod corespunzător pentru a modifica cei doi parametri.

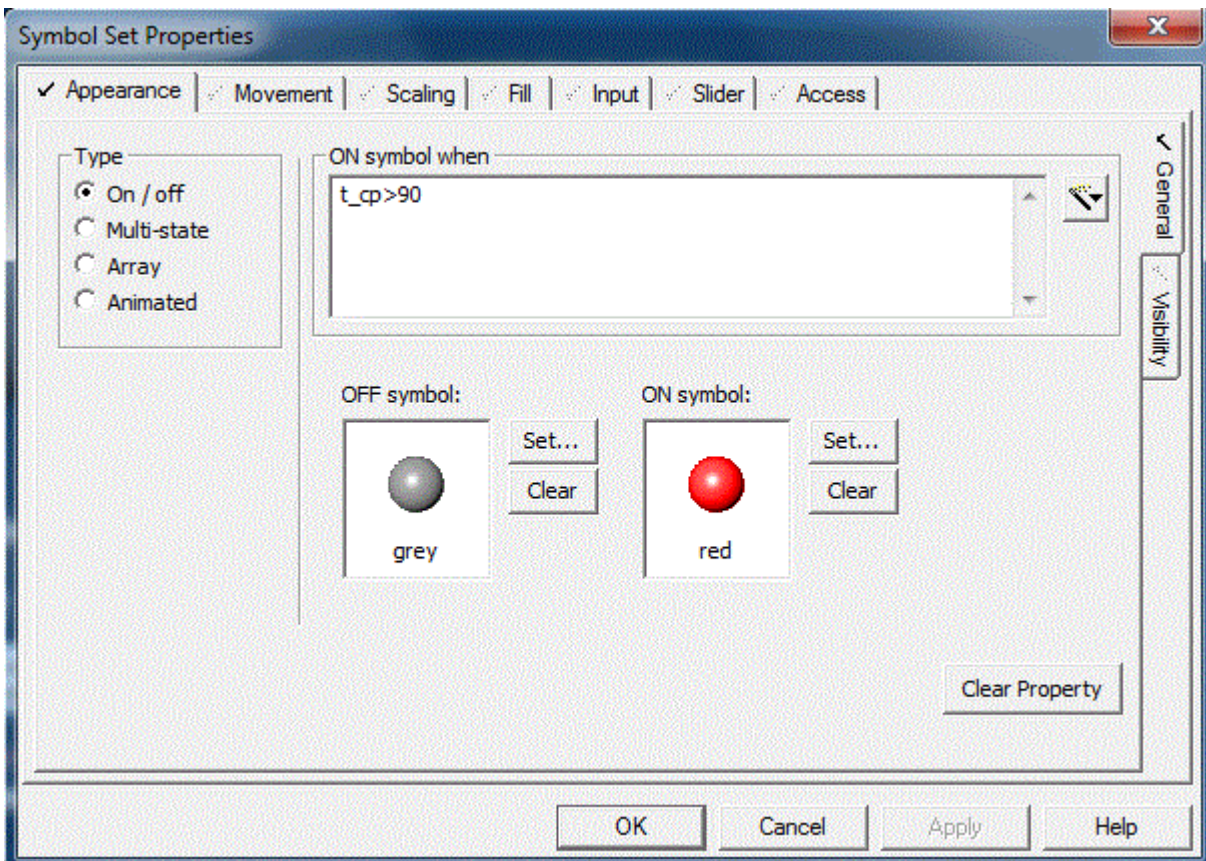
Tag-uri aferente				
Nume	Tip	Domeniu	Um	Comentariu

t_cp	REAL	gr C	100	Temperatura în circuitul primar
t_cs	REAL	gr C	100	Temperatura în circuitul secundar



Dacă de exemplu, temperatura prescrisa este de 90 gr C și temperatura în circuitul primar sau secundar depășește valoarea prescrisa, se lansează o alarmă, în cazul de sus se aprinde un led și apare textul "Depășire temperatura"

Pentru realizarea acestei funcțiuni, s-a plasat un "Set Simbol" în care au fost alese cele doua simboluri LED-gray respectiv LED-red. De data aceasta tag-ul asociat este de forma : **t_cp>90**;

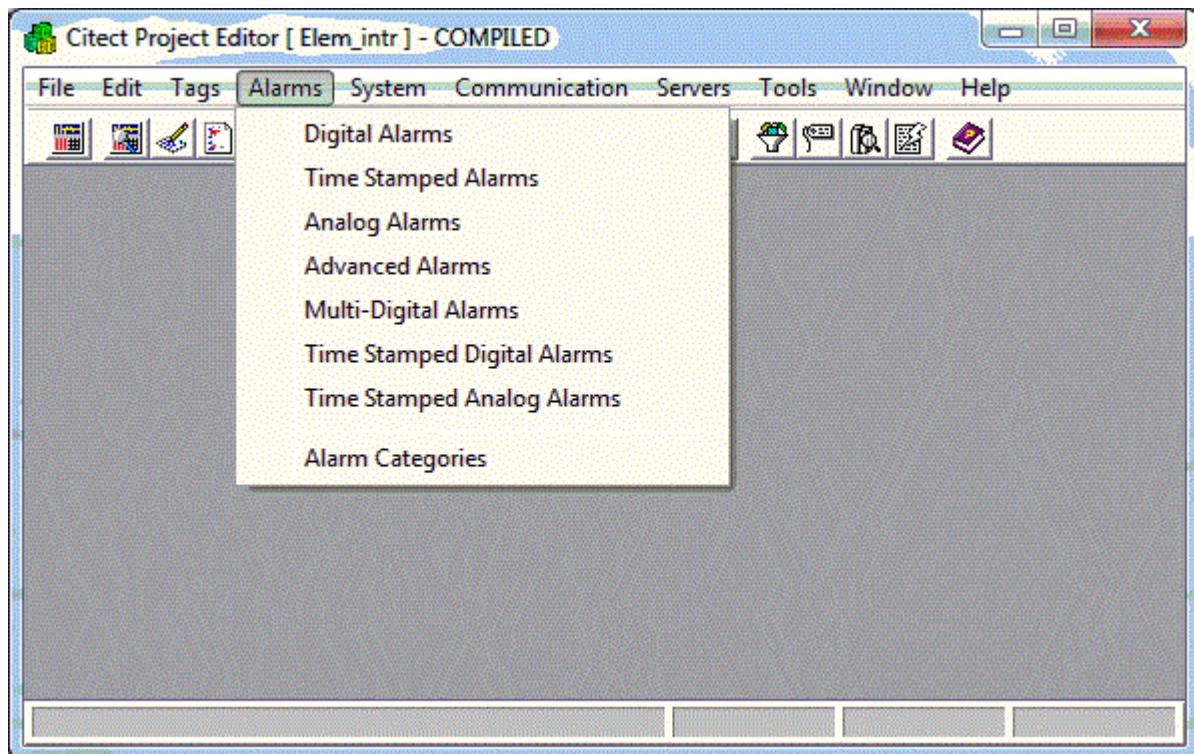


Pentru a activa textul: "Depășire temperatura" numai la depășirea temperaturii, s-a plasat un text a cărui proprietate "Vizibility" este condiționată de expresia: **t_cp>90**;

Realizarea listelor de evenimente

Următoarea funcție a sistemelor SCADA, o reprezintă funcția de **realizarea listelor de evenimente**, funcție pe care dorim s-o ilustrăm în continuare.

Majoritatea sistemelor SCADA oferă un mecanism prin care sunt memorate toate comenzile date prin intermediul HMI-urilor de către utilizator. Pentru a realiza lista de evenimente, trebuie în primul rând specificate tag-urile care trebuie urmărite, precum și mesajele corespunzătoare atribuite fiecărui tag. În mediul de dezvoltare "Citect" se pot seta diverse tipuri de alarme din meniul : Citect Project Editor -> Alarms.



Vom seta in continuare cateva alarme digitale care ne vor genera liste de evenimente.

Tag-uri aferente					
Nume tag alarma	Nume alarma	Descriere alarma	Tag-ul corespunzător	Categoria	Comentariu
al_c_pp	P principala	S-a acționat P principala	c_pp	1	S-a acționat pompa principala (on sau off)
al_c_ps	P secundara	S-a acționat P secundara	c_ps	1	S-a acționat pompa secundara (on sau off)
al_c_inc	Încălzire	S-a acționat Încălzirea	c_inc	1	S-a acționat încălzirea (on sau off)

Odată configurata lista alarmelor, fiecare modificare a tag-ului corespunzător va fi înscrisa în lista, astfel aceasta lista se poate consulta.

Date	On Time	Off Time	Alarm
 Incalzirea	04:12:46 0	0	
 Incalzirea	04:12:27	04:12:32 00:00:05	
 Incalzirea	04:11:54	04:12:24 00:00:30	
 P principala	04:11:52 0	0	
 P secundara	04:11:49 0	0	
 Incalzirea	04:11:29	04:11:37 00:00:08	

Analiza post avarie - trending

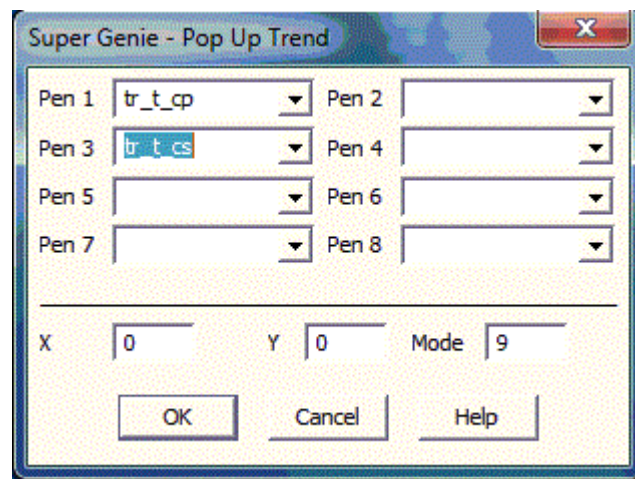
Următoarea funcție a sistemelor SCADA, o reprezintă funcția de **analiza post avarie**, funcție importantă pentru analiza funcționării sistemului sau pentru analiza sistemului după o avarie.

Se pot defini tag-uri de tip trend astfel valoarea tag-urilor atașate acestora va fi memorată la intervale prestabilite de timp fiind posibilă astfel analiza acestora.

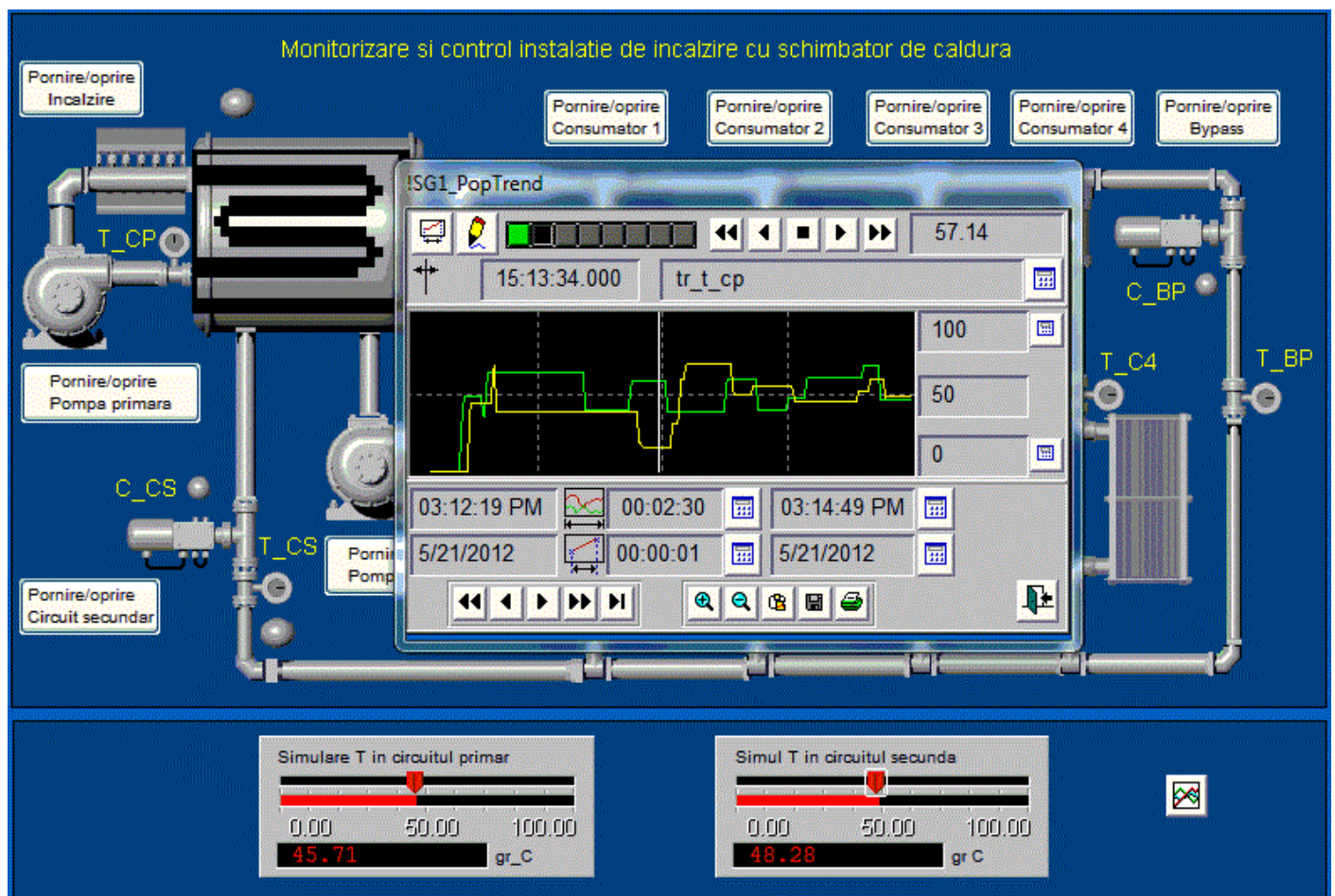
Vom adăuga deci următoarele Trend Tags

Tag-uri aferente				
Nume Trend Tag	Tag aferent	Perioada de eșantionare	Um	Comentariu
tr_t_cp	t_cp	500	100	Trend-temperatura circuit principal
tr_t_cs	t_cs	500	Trend-temperatura circuit principal	

Vom adăuga acum pe ultima pagină grafică un obiect "Genie->trend->G1_Pop_tn2", pe care îl setăm astfel:



Rulând aplicația și modificând T_CP și T_CS din cele doua elemente de simulare, se poate acționa butonul aferent obiectului G1_Pop_tn2 și obținem:



Test de autoevaluare

- -Marcați răspunsurile corecte la întrebările următoare.
- -ATENTIE: pot exista unul, niciunul sau mai multe răspunsuri corecte la aceeași întrebare.
- -*Timp de lucru: 10 minute*

1. *Ce este un sistem SCADA ?*

- ☐ a. Este un sistem de comanda la distanta a proceselor tehnologice
- ☐ b. Este un sistem de monitorizare a proceselor tehnologice
- ☐ c. Este un sistem bazat pe calculator având rolul de comanda și monitorizare a proceselor tehnologice
- ☐ d. Este un sistem de gestiune și eficientizare a proceselor tehnologice

2. *Care dintre funcțiile SCADA de mai jos presupun obligatoriu un HMI ?*

- ☐ a. Supravegherea și controlul
- ☐ b. Alarmarea
- ☐ c. Realizarea listelor de evenimente si a rapoartelor de productie
- ☐ d. Analiza post avarie

3. *Care dintre dispozitivele din lista de jos realizează achiziția de date ?*

- ☐ a. PLC-uri
- ☐ b. Servere SCADA
- ☐ c. Senzori inteligenți
- ☐ d. Clienți SCADA

4. *Ce operatii fac parte din deschiderea unui nou proiect ?*

- ☐ a. Configurarea serverului de alarmare

- ☐ b. Configurarea elementelor pentru achiziția de date
- ☐ c. Configurarea serverului de training
- ☐ d. Configurarea serverului de rapoarte

5. Care variabila are legătura directă cu procesul ?

- ☐ a. Variabile tags
- ☐ b. Variabile locale
- ☐ c. Variabile tags de tip trends
- ☐

Grila de evaluare: 1-c; 2-a; 3-a, c; 4-Da; 5-a, c, d

Rezumat

Definiția sistemelor SCADA

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)-este un sistem bazat pe calculator având rolul de comanda și monitorizare a proceselor tehnologice.

Arhitectura generală a sistemelor SCADA

Un sistem SCADA este alcătuit din două componente hardware principale:

- Server
- Client

Realizarea unei aplicații SCADA

Realizarea unei aplicații SCADA presupune o serie de pași cum ar fi:

- identificarea și setarea corespunzătoare a elementelor pentru achiziția de date precum și a echipamentelor pentru comanda și controlul procesului monitorizat.
- crearea unui nou proiect
- definirea și setarea tag-urilor
- realizarea paginilor grafice pentru mimarea procesului monitorizat

- scrierea de funcții și setarea corespunzătoare a elementelor grafice din paginile grafice pentru realizarea mimării procesului.
- stabilirea utilizatorilor aplicației și setarea drepturilor acestora.
- testarea și rularea aplicației

Configurarea tag-urilor

Aplicațiile SCADA se bazează pe stabilirea și utilizarea TAG-urilor. Tag-urile sunt interfața între utilizator și procesul monitorizat. Există mai multe tipuri de variabile tag.

- Variabile tag - sunt variabilele care au legătura directă cu procesul, fiind modificate direct de sistemul de achiziție și control și totodată la acestea are acces și aplicația SCADA
- Variabile tag locale - necesare dezvoltării aplicației SCADA
- Variabile tag de tip trends - necesare pentru trasarea graficelor mărimilor achiziționate din proces

Funcțiile sistemelor SCADA

- Supravegherea și controlul
- Alarmarea
- Realizarea listelor de evenimente
- Analiza post avarie - trending

Rezultate așteptate

După studierea acestui modul, ar trebui să cunoașteți:

- Ce înseamnă un sistem SCADA
- Arhitectura generală a unui sistem SCADA
- Cum să creați un proiect în mediul de dezvoltare "Citect"
- Care sunt funcțiile sistemelor SCADA

Termeni esențiali

Termen	Descriere
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
Tag	Nume generic pentru elementele din procesul monitorizat codificate prin intermediul variabilelor
HMI	Human Machine Interface -Interfața dintre aplicație și utilizator
Trend	Evoluția în timp a unei mărimi fizice

Server SCADA	Serverul SCADA este subansamblul unui sistem SCADA responsabil pentru toate datele culese din proces (realizează și baza de date, asigură comunicația cu PLC-urile din proces)
Client SCADA	Clientul SCADA este subansamblul unui sistem SCADA, legat în rețea cu serverul, utilizează datele din acesta și asigură comunicarea cu operatorul uman
Cluster-ul	O grupare de elemente de același tip

Recomandări bibliografice

- [1] A. Daneels - What is SCADA -International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control Systems, 1999, Trieste, Italy
- [2] Gavril Todorean, Microprocesoare Univ. Tehnica Cluj, 1994
- [3] Mircea Dulau, Automatizarea proceselor termice și chimice- Universitatea "Petru MaiorTargu Mureș, 2002
- [4] Traian Tur,Brevet de invenție nr:11863 "Sistem pentru automatizarea și monitorizarea proceselor industriale", OSIM, 2003
- [5] Jeff Kent, C++ fără mistere,Ed.Rosetti Educational 2004 .
- [6] Boldur Barbat - Informatica industrială - Programarea în timp real – Institutul Central pentru Conducere și informatica 1984
- [7] Ioan Babuita – Conducerea automată a proceselor – Ed. Facla 1985
- [8] Ghercioiu-National instruments - Orizonturi în instrumentație 1995

Link-uri utile

- 1. <http://www.free-scada.org/> - Free SCADA - 2009.
- 2. <http://www.7t.dk/igss/default.asp> - IGSS SCADA System - 2009
- 3. <http://www.7t.dk/igss/default.asp?showid=374> - IGSS Online SCADA Training - 2009
- 4. <http://www.7t.dk/free-scada-software/index.html>- IGSS Free SCADA Software -2009
- 5. <http://www.citect.com/> - CITECT SCADA -2009
- 6. http://www.citect.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1457&Itemid=1314 - Download CITECT demo -

2009

- 7. <http://www.indusoft.com/index.asp> - INDUSOFT SCADA - 2009
- 8 <http://www.gefanuc.com/products/2819> - Proficy HMI/SCADA - SIMPLICITY - 2009.
- 9. <http://www.genlogic.com/> - Dynamic Graphics, Data Visualization, Human-Machine Interface (HMI) - 2010
- 10 <http://www.genlogic.com/demos.html> - On-Line Java and AJAX Demos - 2010
- 11 <http://www.free-scada.org/> - - 2009
- 12 <http://www.free-scada.org/> - - 2009

Test de evaluare

- -Marcați răspunsurile corecte la întrebările următoare.
- -ATENȚIE: pot exista unul, niciunul sau mai multe răspunsuri corecte la aceeași întrebare.
- -Timp de lucru: 10 minute

1. Cum este conectat un server SCADA la un proces tehnologic ?

- ☐ Este conectat la procesul tehnologic prin intermediul senzorilor
- ☐ Este conectat la procesul tehnologic prin intermediul diverselor sisteme de achiziții date
- ☐ Este conectat la procesul tehnologic prin intermediul rețelei ETHERNET
- ☐ Este conectat la procesul tehnologic prin intermediul magistralei FIELD BUS

2. Care dintre funcțiile SCADA de mai jos presupun adăugarea de tag-uri specifice ?

- ☐ a. Supravegherea și controlul
- ☐ b. Alarmarea
- ☐ c. Realizarea listelor de evenimente și a rapoartelor de producție
- ☐ d. Analiza post avarie

3. Tag-urile de tip trend sunt necesare pentru:

- ☐ a. Realizarea paginilor grafice
- ☐ b. Alarmare
- ☐ c. Analiza post avarie
- ☐ d. Plasarea controalelor "Genie" pe paginile grafice

4. Ce element se plasează în pagina grafica, pentru a afișa în un simbol cu doua stări:

- ☐ a. Un element de tip "Simbol Set"
- ☐ b. Un element de tip "Buton"
- ☐ c. Un element de tip "Genie"
- ☐ d. Un element de tip "Trend"

5. Cu un tag de tip "DIGITAL" putem controla un "Set simbol" de tipul

- ☐ a. On/off
- ☐ b. Multistate
- ☐ c. Array
- ☐ d. Animated

Grila de evaluare: 1-b; 2-c, d; 3-c; 4-a; 5-a, d.