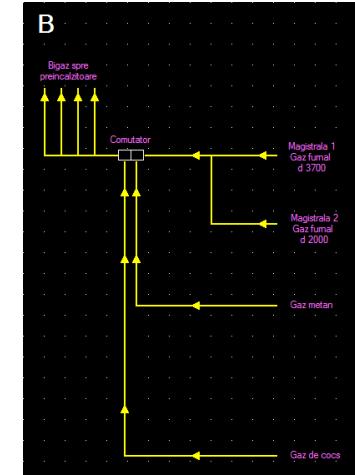
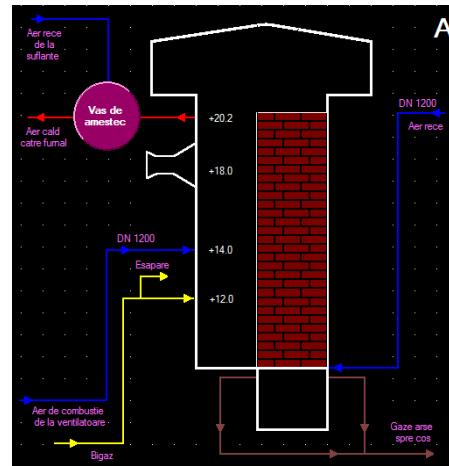
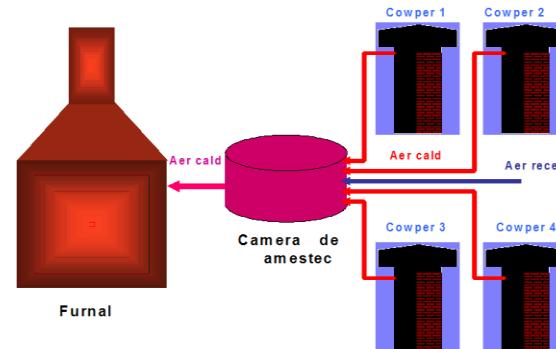


C9: Studii de caz

Cuprins (C9):

- Introducere
- Prezentare instalatie
- Cerinte beneficiar
- Solutie hardware
- Solutie software
- Implementare software
- Rezultate



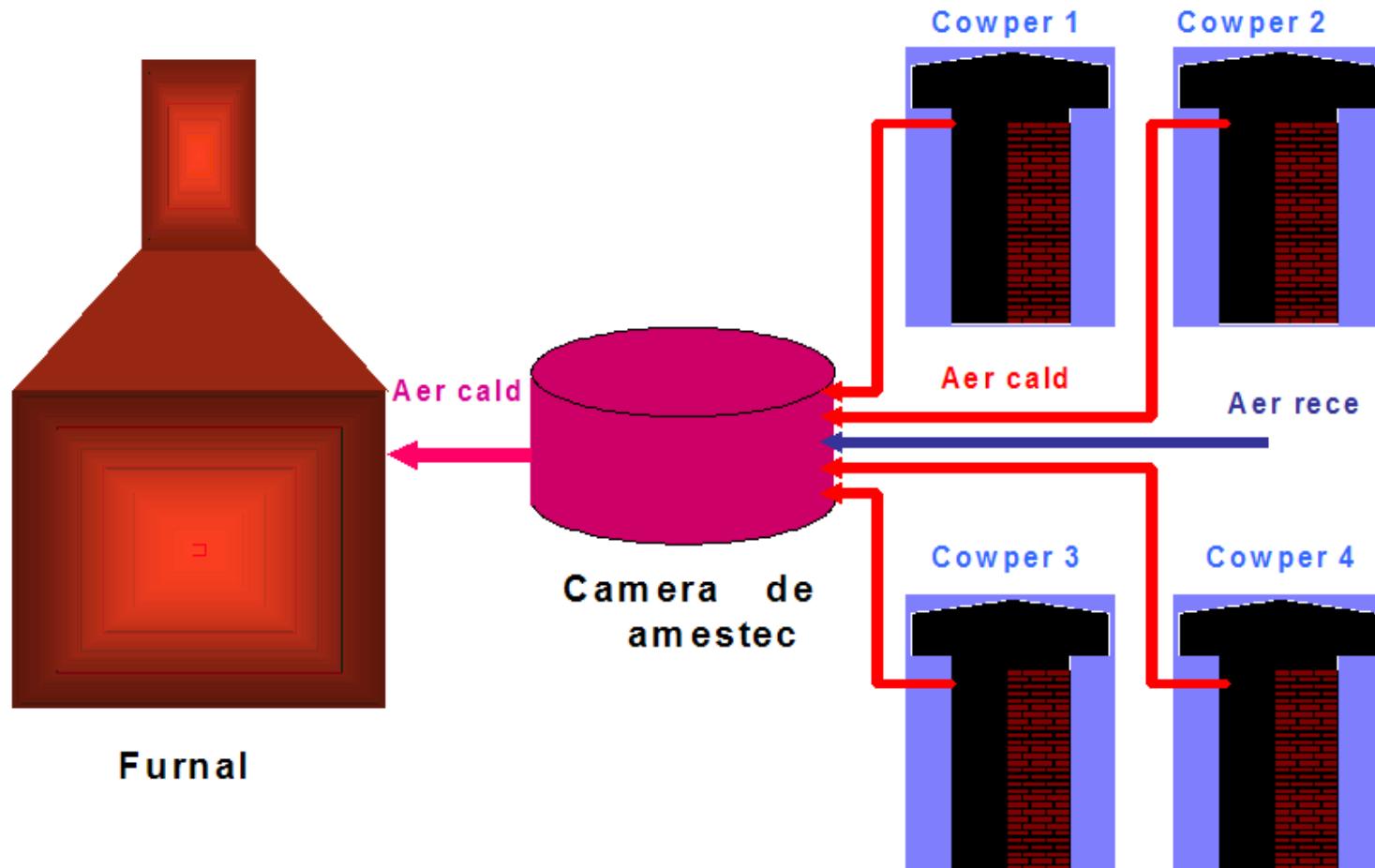
C9: Studii de caz

1. Introducere – Controlul si optimizarea unui cowper

Dupa privatizare, ISPAT-SIDEX, cel mai important producător de oțel și produse metalurgice din sud-estul Europei, a lansat un program de modernizare și retehnologizare. În cadrul acestuia, o atenție deosebită a fost acordată îmbunătățirii performanțelor de funcționare ale furnalelor încălzite cu aer cald produs cu ajutorul unei baterii de cawpere.

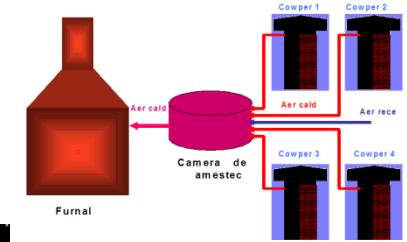
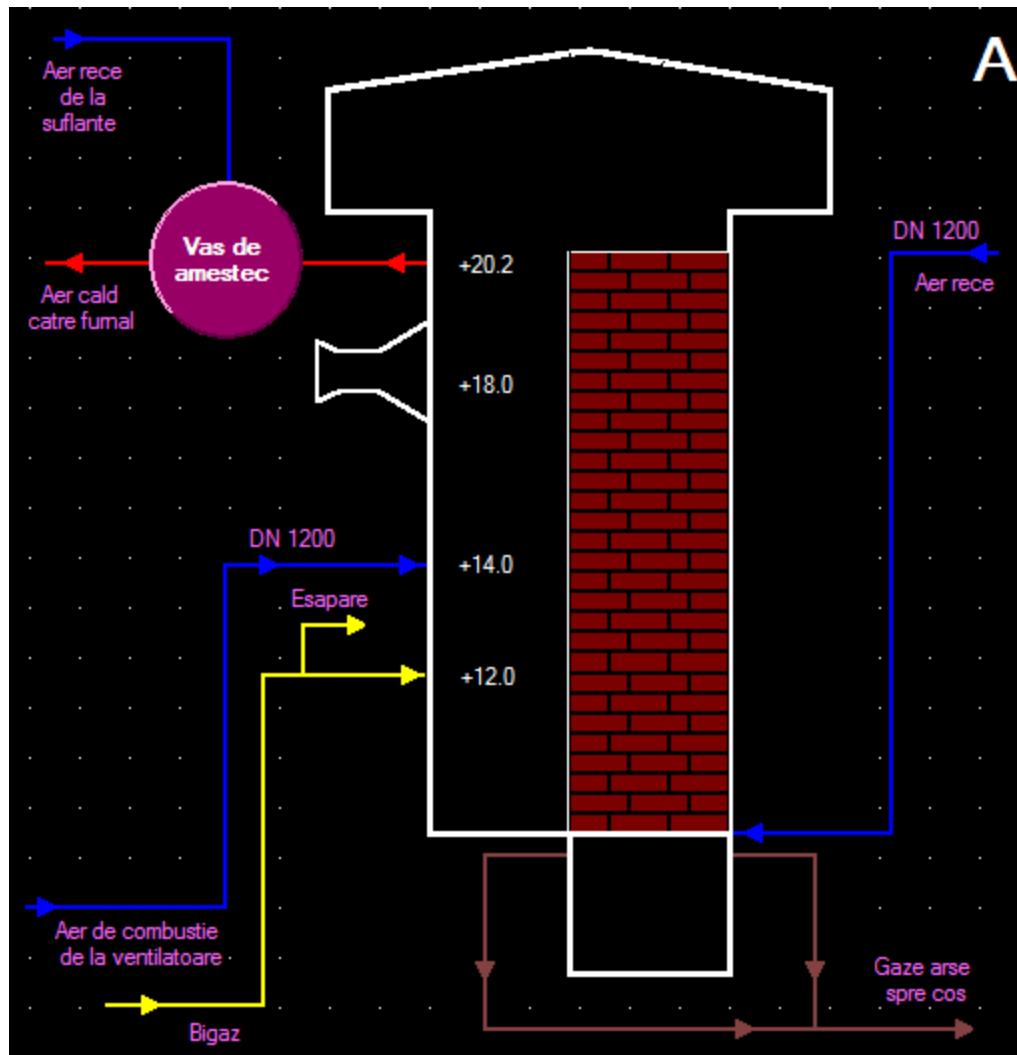
C9: Studii de caz

2. Prezentare instalatie



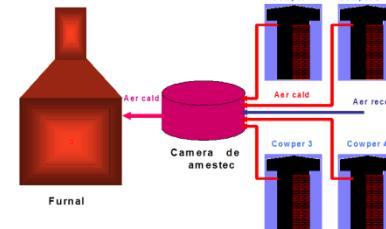
C9: Studii de caz

2. Prezentare instalatie



C9: Studii de caz

2. Prezentare instalatie

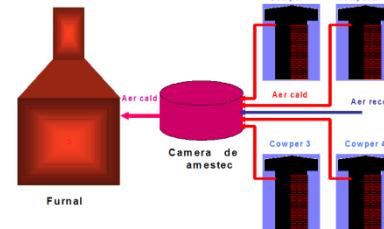


Funcționarea unui cawper presupune trei faze: încălzire, aerare și răcire.

- **Încalzirea** presupune arderea unui gaz (bigaz) și acumularea de către structura de cărămidă refracțiară a cawperului a căldurii cedate de gazele de ardere.
- **Aerarea** este etapa de după încălzire, de „curățare” a cawperului de eventualele gaze inflamabile periculoase, rămase după încetarea procesului de ardere.
- **Răcirea** (sau suflarea) implică parcurgerea cawperului „în sens îndepărtat” de un debit de aer curat (din atmosferă), ce preia căldura acumulată în faza de încălzire și dirijarea acestuia către furnal.

C9: Studii de caz

2. Prezentare instalatie

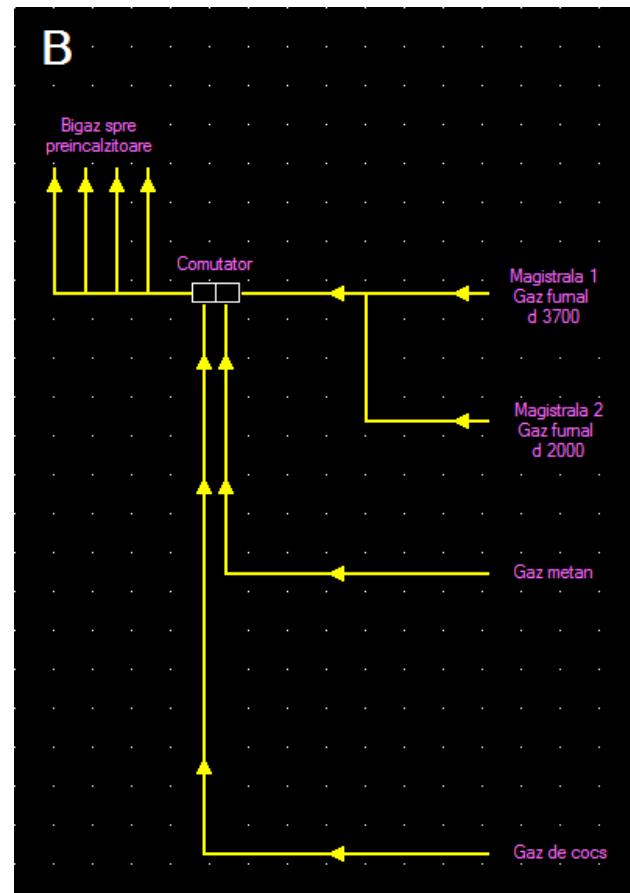
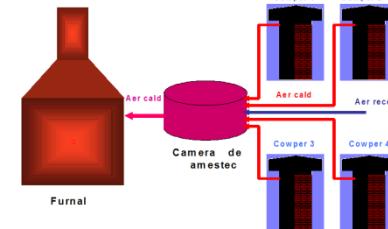


- **Cele trei faze se succed ciclic.** Între cawpere și furnal, aerul provenit de la unul sau două cawpere este amestecat și controlat din punct de vedere al temperaturii în interiorul unei camere de amestec. Printr-o sincronizare corectă, cele 4 cawpere furnizează pe rând sau în tandem aer cald către furnal.
- Trebuie notate câteva **particularități** importante ale acestui proces tehnologic: **dimensiunea** foarte mare a unui cawper, **întârzierile** importante ce apar, **distribuția** parametrilor, precum și importantele debite de **resurse energetice** consumate.

C9: Studii de caz

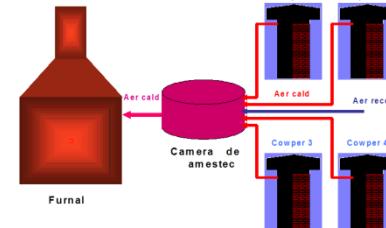
2. Prezentare instalatie

Un alt aspect important, este cel legat de **combustibilul utilizat** ce poate conține, în proporții variabile, de la șarjă la șarjă, **gaz metan**, **gaz furnal și gaz de cocs**. Dintre aceste trei gaze, doar gazul **metan** este cel care „**costă**”, celelalte două fiind produse în combinat. Din păcate, gazul **metan** este cel care are **puterea calorică** cea mai mare.



C9: Studii de caz

2. Prezentare instalatie



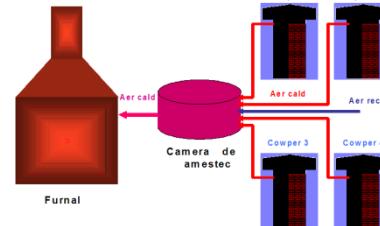
Pentru a evalua procesul de ardere, gazele arse sunt analizate din punctul de vedere al concentrațiilor de oxigen (O_2) și monoxid de carbon (CO).

- O cantitate prea mare de oxigen înseamnă o ventilație prea mare, inutilă, a focarului de ardere.
- O cantitate insuficientă de aer (de combustie) determină o ardere incompletă și determină apariția monoxidului de carbon, gaz deosebit de toxic, precum și a gazelor combustibile nearse, fapt ce crește riscul apariției exploziilor.

=> **concentrațiile de oxigen (O_2) și monoxid de carbon (CO)**

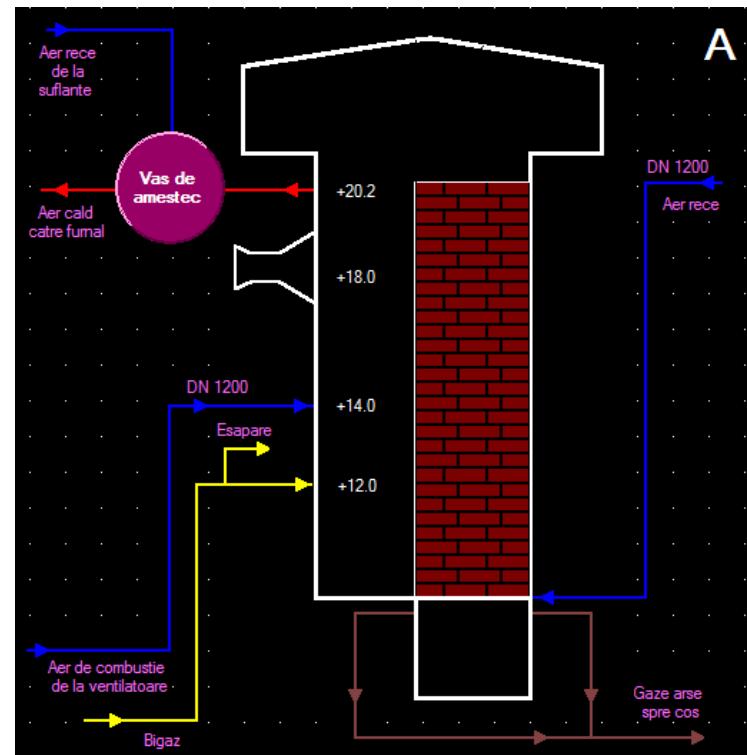
C9: Studii de caz

2. Prezentare instalatie



Restricțiile tehnologice:

- Debitul de aer;
 - Debitul de bigaz;
 - Temperatura cupolei;
 - Temperatura gazelor arse;
 - Concentratia de (%CO);
 - Concentratia de O₂.
-
- Elementele de executie;
 - Pregatirea personalului.

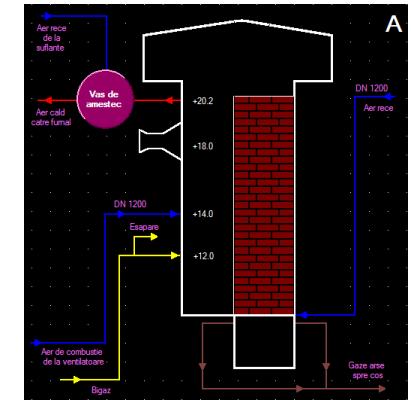
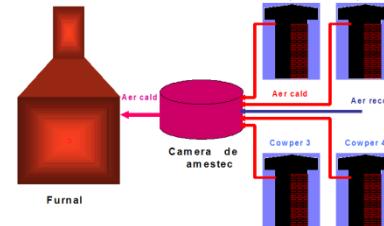


C9: Studii de caz

3. Cerinte beneficiar

Cerinte:

- Achizitia parametrilor din proces;
- Controlul buclelor de reglare;
- Reducerea consumurilor de energetice;
- Pastrarea vechilor elemente de automatizare.

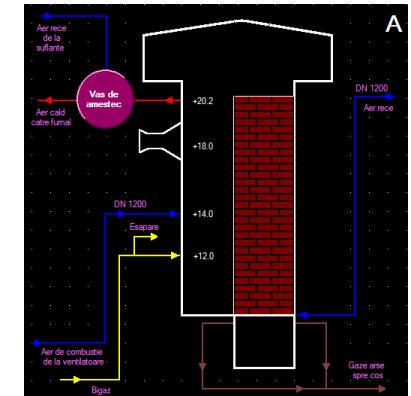
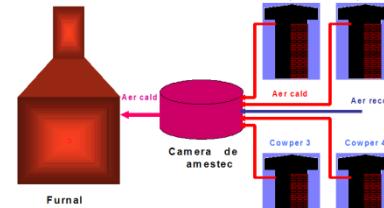
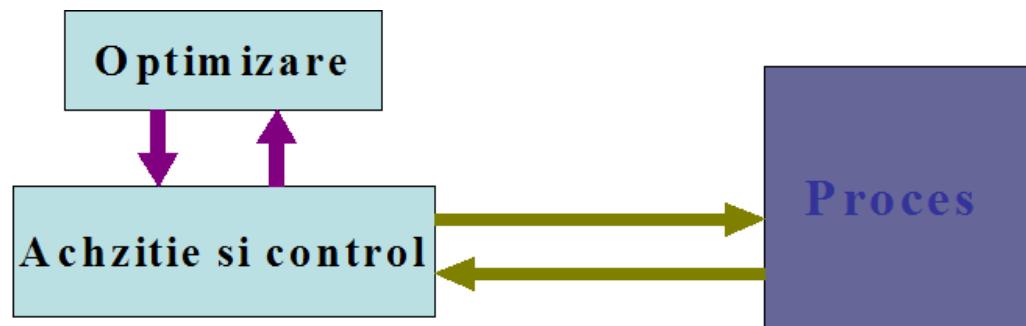
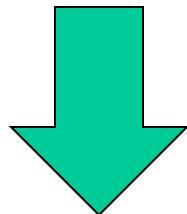


C9: Studii de caz

3. Cerinte beneficiar

Cerinte:

- Achizitia parametrilor din proces;
- Controlul buclelor de reglare;
- Reducerea consumurilor de energetice;
- Pastrarea vechilor elemente de automatizare.



C9: Studii de caz

4. Solutia hardware

Achizitie:

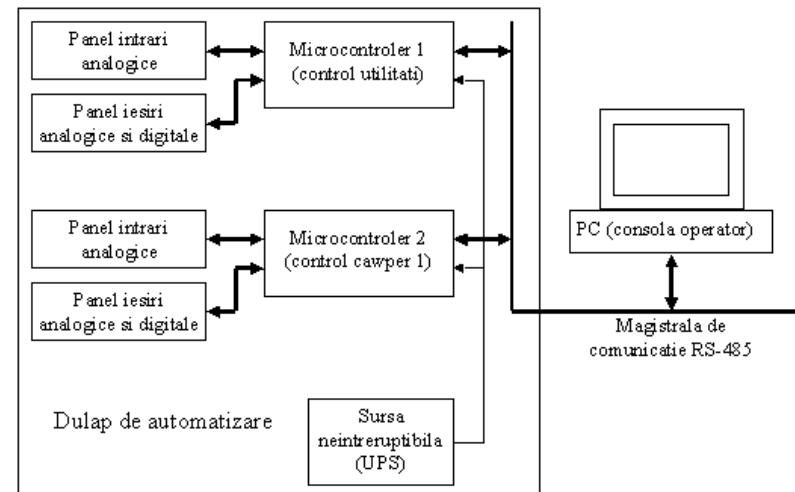
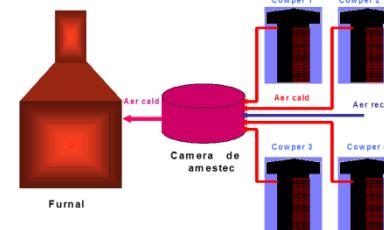
- 21 de mărimi din proces;
- 7 bucle de reglare.

Hardware:

- 2 microcontrollere;
- 4 interfeite (panel) de conexiune;
- 1-2 consola operator (PC).

Comunicatie:

- seriala (RS232/485).



C9: Studii de caz

5. Solutia software

Software microcontrollere:

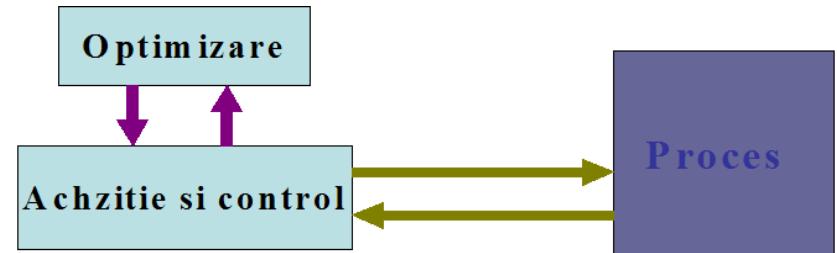
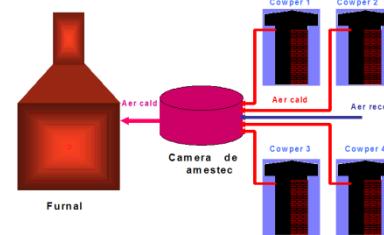
- achizitie;
- reglare;
- comunicatie.

Software consola operator:

- Afisare;
- Setare;
- Comunicatie;
- Istorice;
- Alarme.

Software optimizare:

- Identificare model functionare;
- Calcul puncte de functionare.

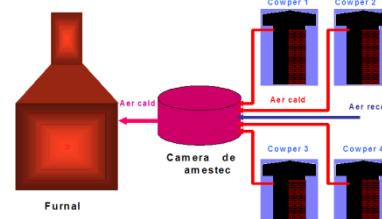


C9: Studii de caz

5. Solutia software

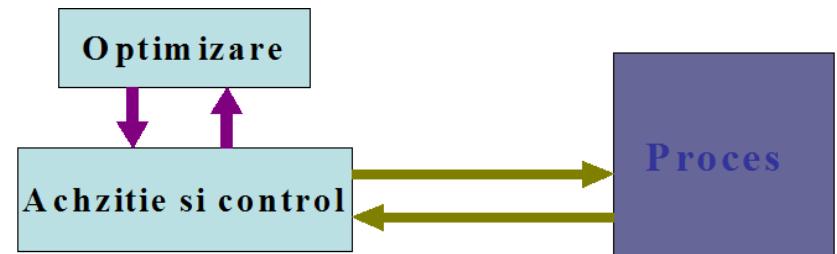
Software microcontrollere:

- Implementare in C.



Software consola operator:

- LabWindows/CVI
- SQL

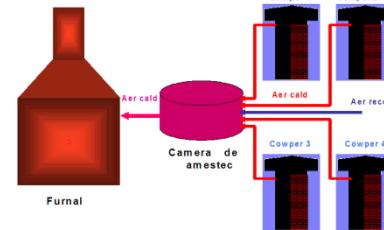


Software optimizare:

- LabWindows/CVI

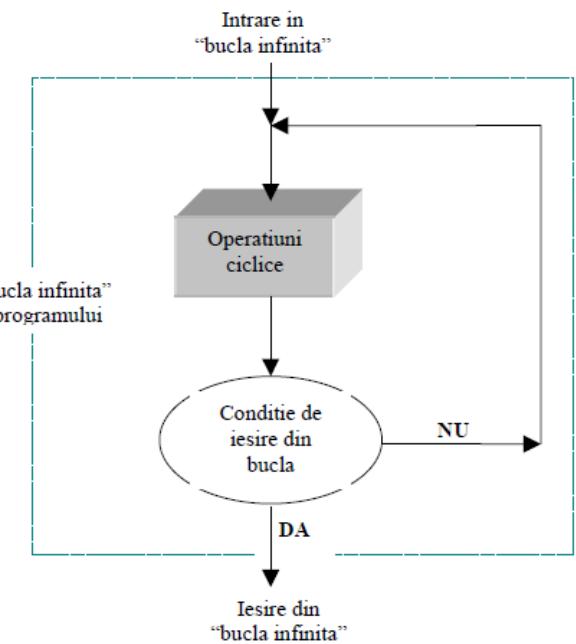
C9: Studii de caz

6. Implementare software



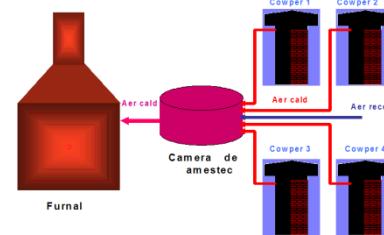
Software microcontrollere:

- Implementare in C;
- Intreruperi;
- Ceas de gardă;
- Bucla “infinită”;
- Baza programului sunt “Registri”;
- Implementare PID, RST(PID);
- Comunicatie dupa un protocol optimizat.



C9: Studii de caz

6. Implementare software



Software consola operator:

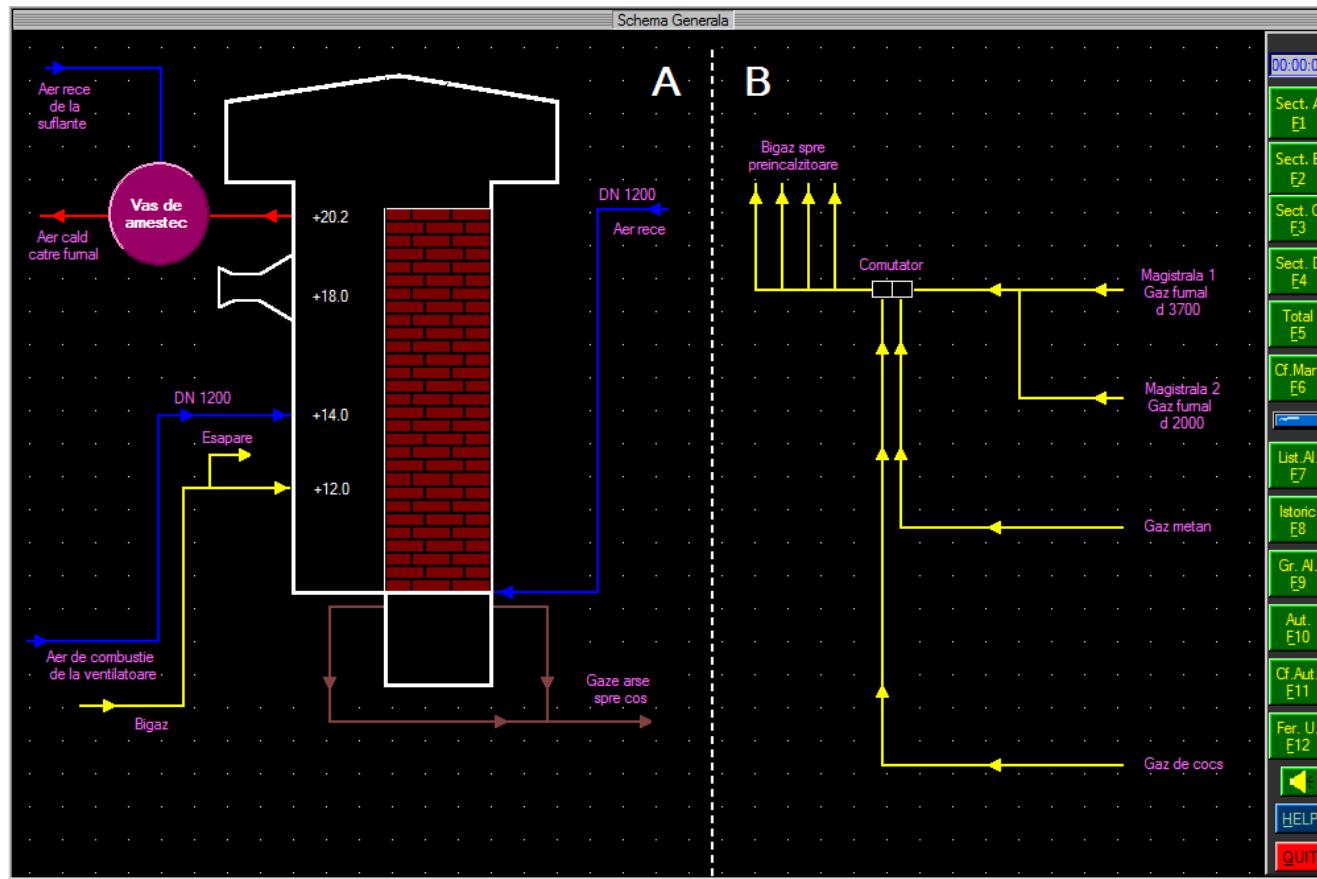
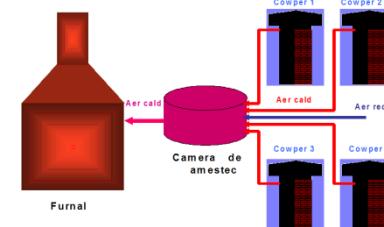
- Implementare in Lindows/CVI;
- Bucla “infinita”;
- Bucla comunicatie;
- Ecrane si controale cu acces restrictionat de drepturi;
- Inregistrare actiuni operator.

C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software consola operator:

- Ecrane principale:

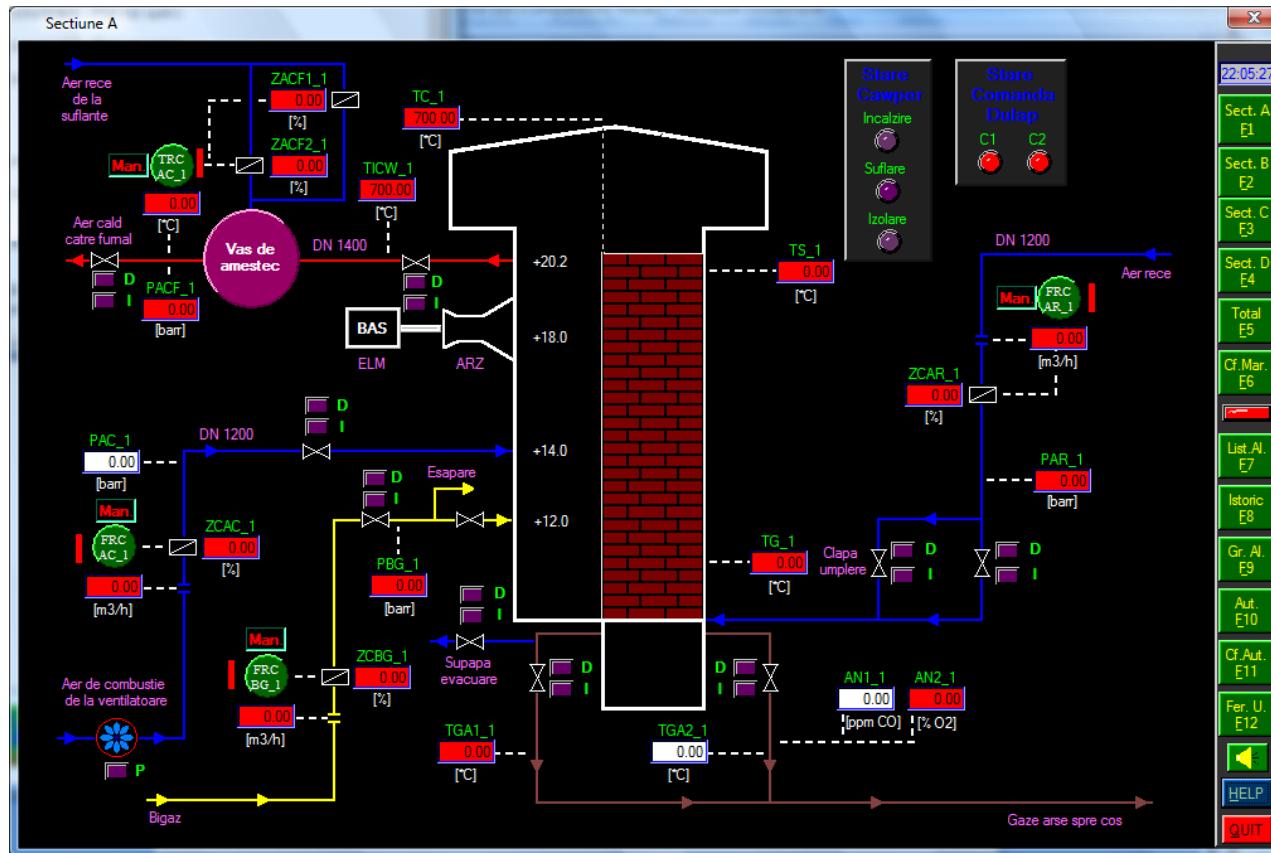
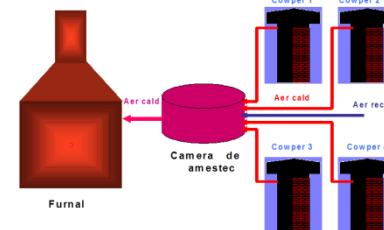


C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software consola operator:

- Ecrane principale:

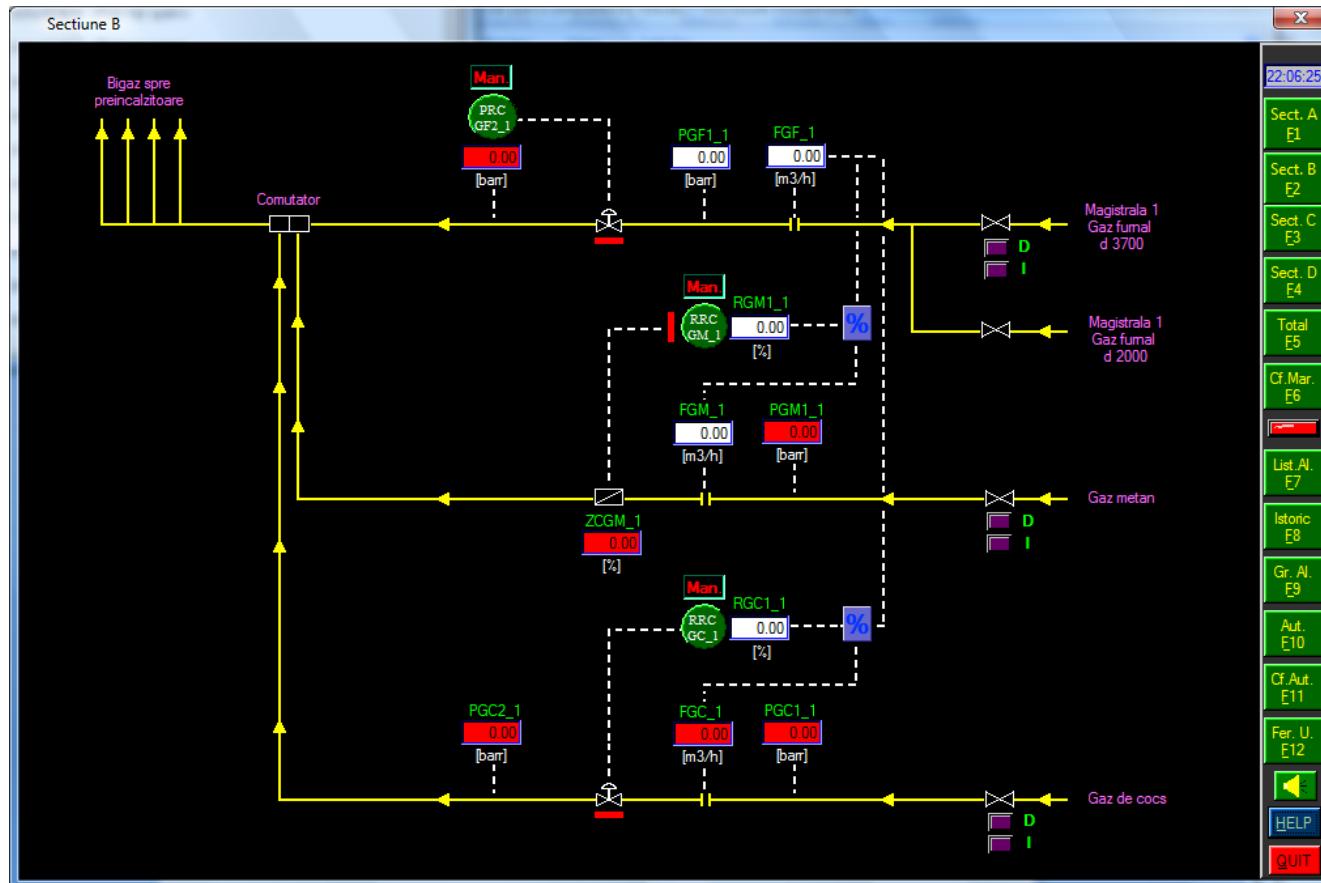
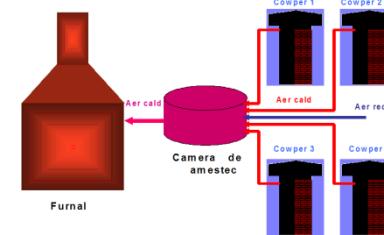


C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software consola operator:

- Ecrane principale:

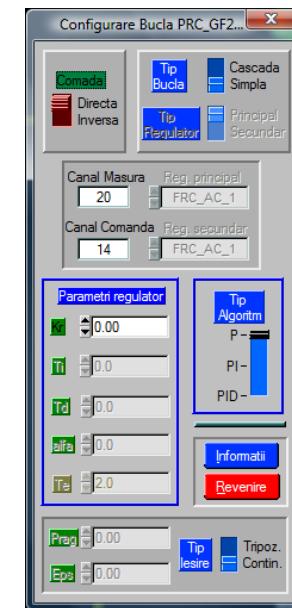
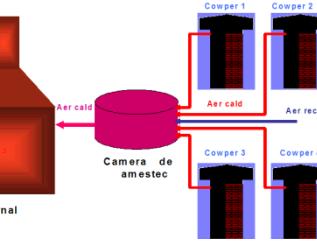
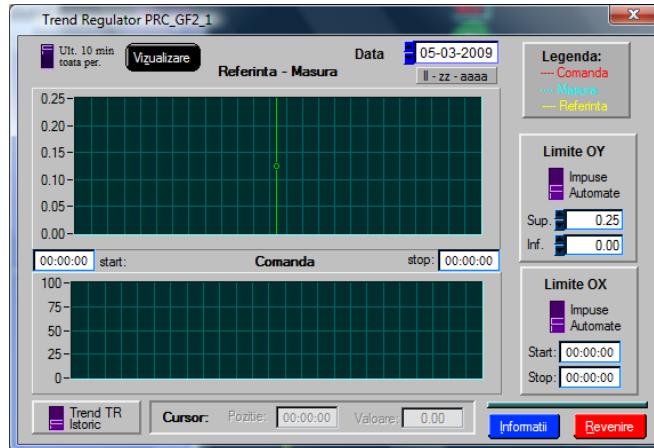
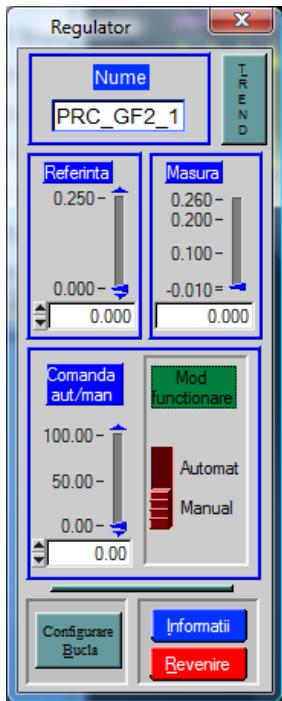


C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software consola operator:

- Ecrane bucle de reglare:

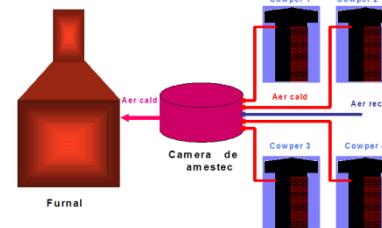
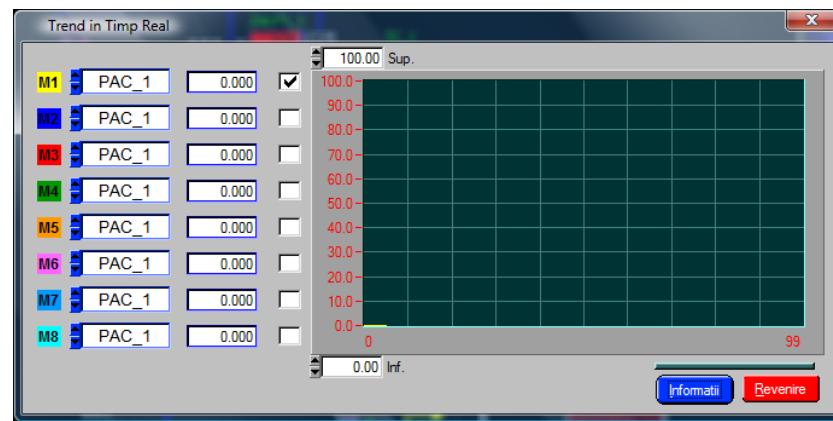
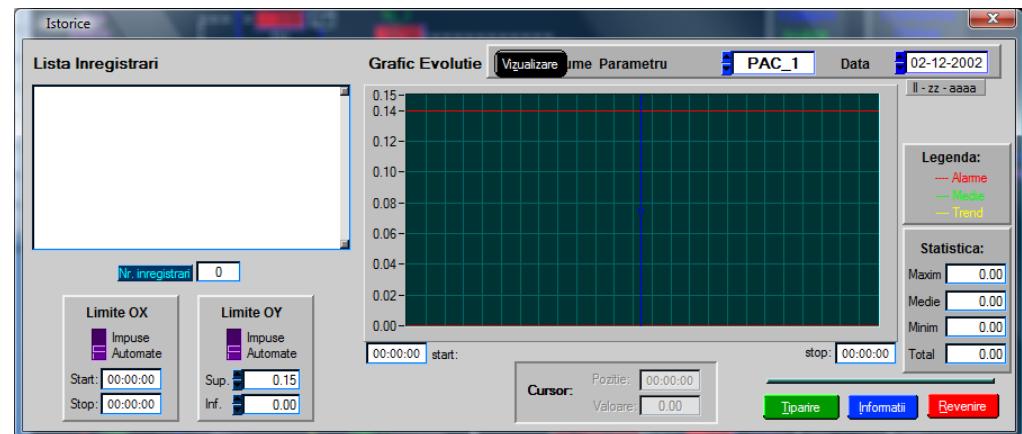


C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software consola operator:

- Configurare parametri:

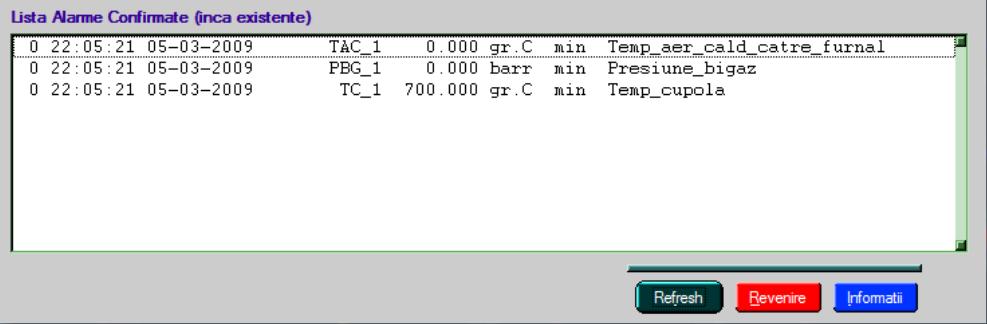
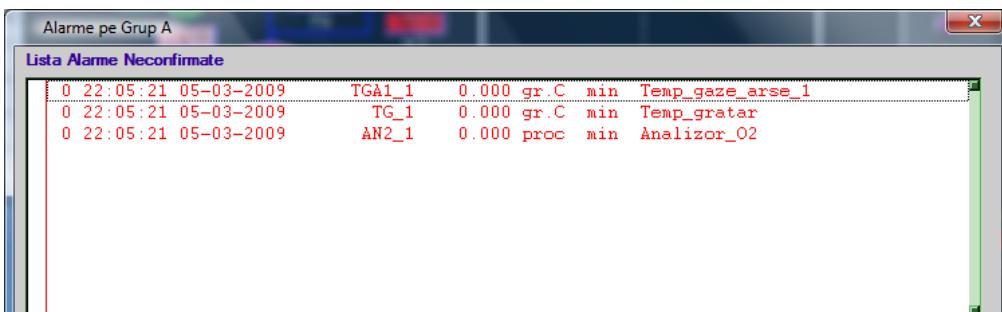
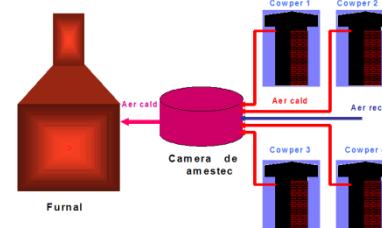


C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software consola operator:

- Alarme:



C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software consola operator:

- Lista drepturi:

Configurare Drepturi Utilizatori

Nr. Utilizator	Nume: default	Setare
29	Parolă: ***	Informatii
		Revenire

Drepturi:

<input checked="" type="checkbox"/> Vizualizare sinoptică	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Vizualizare sch. gen.	<input type="checkbox"/>
>> <input type="checkbox"/> Inchidere program	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Vizualizare alarme	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Vizualizare istorice	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Act/Dezact. al. sonora	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Vizualizare grup alarme	<input type="checkbox"/>
>> <input checked="" type="checkbox"/> Acces reglatoare	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Configurare marimi	<input type="checkbox"/> Setare mod funct. statie
<input type="checkbox"/> Configurare reglatoare	<input type="checkbox"/> Setare drepturi acces

[Lista cu Actiunile Utilizatorilor](#)

Actiuni Utilizatori

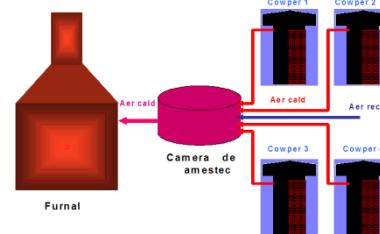
Nr. Utilizator: 0	Nume: a	Data: 05-03-2009
-------------------	---------	------------------

Lista Inregistrari

18:37:40 Deschidere_aplicatie
18:37:54 Deschidere_sectiune_A
18:38:03 Deschidere_sectiune_B
18:38:08 Deschidere_sectiune_A
18:39:04 inchidere_program
22:05:19 Deschidere_aplicatie
22:05:24 Deschidere_sectiune_A
22:06:17 Deschidere_sectiune_B
22:09:34 Deschidere_sectiune_A
22:11:42 Dezactivare_alarmare_sonora
22:13:41 Deschidere_grupuri_alarme
22:14:18 Refresh_grup_A
22:15:38 Refresh_pe_acelasi_grup
22:16:16 Refresh_grup_B
22:16:22 Refresh_pe_acelasi_grup

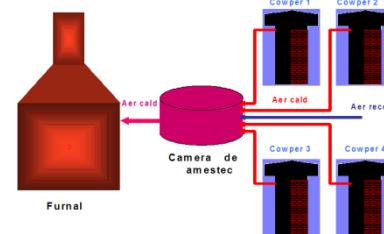
Nr. inregistrari: 15

[Listare actiuni](#) [Informatii](#) [Revenire](#)



C9: Studii de caz

6. Implementare software



Software optimizare:

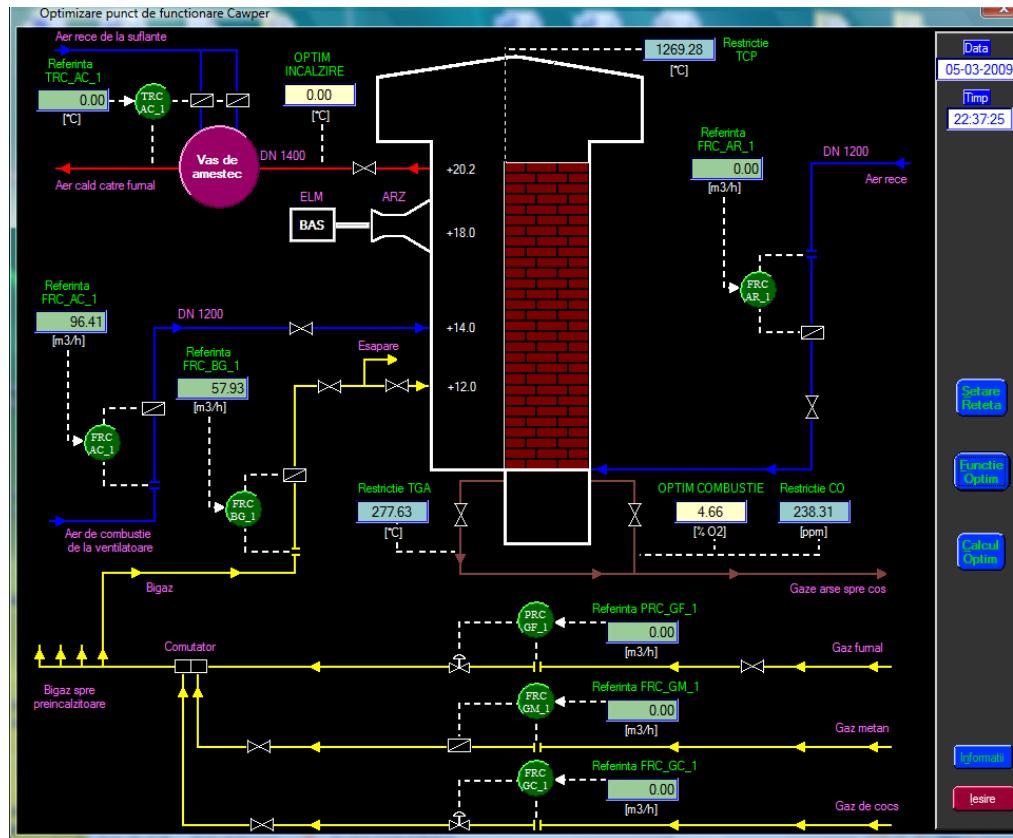
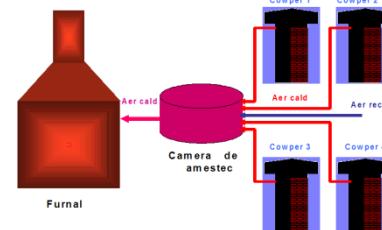
- Implementare in LabWindows/CVI;
- Bucla “infinita”;
- Functioneaza pe una din consolele operator;
- Optimizare puncte de functionare
- Implementeaza metoda BOX (optimizare multivariabila cu legaturi).

C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software optimizare:

- Ecran principal:

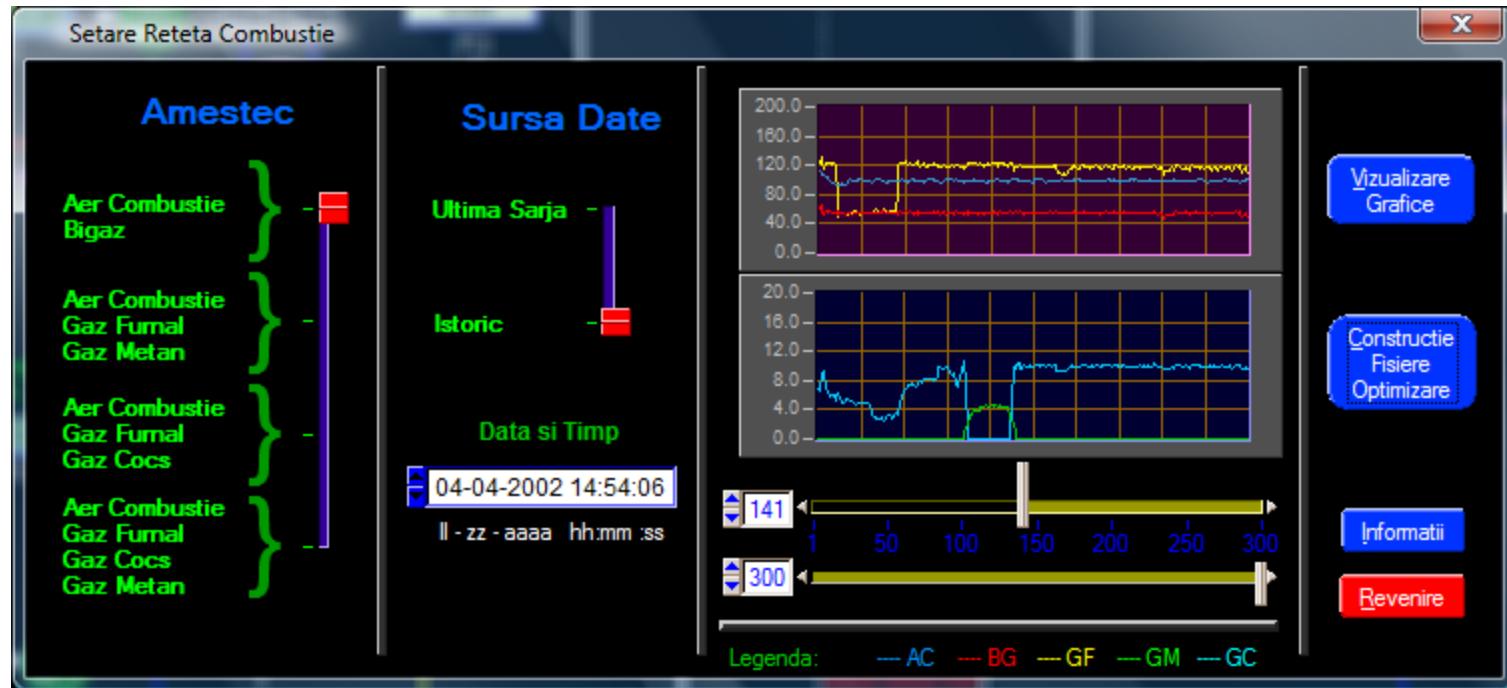
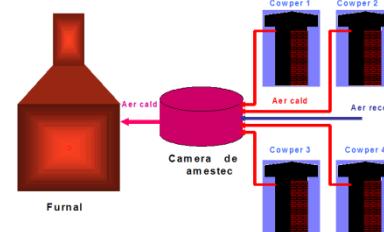


C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software optimizare:

- Ecran setare reteta de combustie:

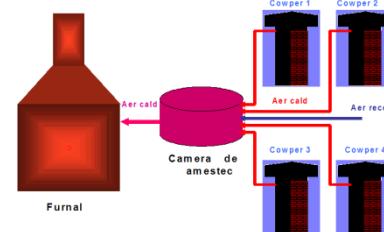


C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software optimizare:

- Ecran calcul optim:



Functie Optimizare

Model Combustie $Y = (-5.444252) + (0.146109) \cdot x_1 + (-0.000488) \cdot x_1 \cdot x_1 + (0.009476) \cdot x_2$

Minimizare Concentratie Oxigen in gaze arse		Restrictii tehnologice		Legenda parametri:	
Debit_AC	96.406 [m ³ /h]	Debit_AC	96.310 [m ³ /h]	x_1 =	Debit_AC
Debit_BG	46.649 [m ³ /h]	Debit_BG	46.602 [m ³ /h]	x_2 =	Debit_BG
Debit_GF	0.000 [m ³ /h]	Debit_GF	0.000 [m ³ /h]	$\underline{\quad}$ =	Debit_GF
Debit_GM	0.000 [m ³ /h]	Debit_GM	0.000 [m ³ /h]	$\underline{\quad}$ =	Debit_GM
Debit_GC	0.000 [m ³ /h]	Debit_GC	0.000 [m ³ /h]	$\underline{\quad}$ =	Debit_GC
<hr/>					
Temp_CP	0.00 [gr.C]	Temp_CP	1259.29 [gr.C]	R1 =	Temp_CP
Concentratie_CO	0.00 [ppm]	Concentratie_CO	7.32 [ppm]	R2 =	Concentratie_CO
Temp_GA	0.00 [gr.C]	Temp_GA	230.88 [gr.C]	R3 =	Temp_GA
<hr/>					
Concentratie_O2	4.55 [%]	Concentratie_O2	4.19 [min] 5.84 [max]	$Y =$	Concentratie_O2

Optimizare regim combustie

Informatii

Revenire

Constructie fisiere

NU

Calculare optim

NU

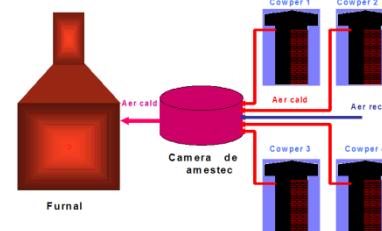
Calcul Optim

C9: Studii de caz

6. Implementare software

Software optimizare:

- Ecran calcul optim (cu activarea restrictiilor):



Functie Optimizare

Model Combustie $Y = (-5.444252)+(0.146109)*x_1+(-0.000488)*x_1*x_1+(0.009476)*x_2$

Minimizare Concentratie Oxigen in gaze arse		Restrictii tehnologice		Legenda parametri:	
Debit_AC	96.406 [m ³ /h]	Debit_AC	96.310 102.452 [m ³ /h]	x_1	= Debit_AC
Debit_BG	57.934 [m ³ /h]	Debit_BG	46.602 57.992 [m ³ /h]	x_2	= Debit_BG
Debit_GF	0.000 [m ³ /h]	Debit_GF	0.000 0.000 [m ³ /h]	—	= Debit_GF
Debit_GM	0.000 [m ³ /h]	Debit_GM	0.000 0.000 [m ³ /h]	—	= Debit_GM
Debit_GC	0.000 [m ³ /h]	Debit_GC	0.000 0.000 [m ³ /h]	—	= Debit_GC
<hr/>					
Temp_CP	1269.28 [gr.C]	Temp_CP	1259.29 1282.19 [gr.C]	<input checked="" type="checkbox"/> R1	= Temp_CP
Concentratie_CO	238.31 [ppm]	Concentratie_CO	7.32 1184.14 [ppm]	<input checked="" type="checkbox"/> R2	= Concentratie_CO
Temp_GA	277.63 [gr.C]	Temp_GA	230.88 341.49 [gr.C]	<input checked="" type="checkbox"/> R3	= Temp_GA
<hr/>					
Concentratie_O2	4.66 [%]	Concentratie_O2	4.19 5.84 [%]	Y	= Concentratie_O2
		(min)	(max)		

Optimizare regim combustie

Informatii

Revenire

Constructie fiziere

NU

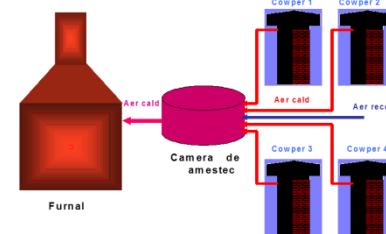
Calculare optim

NU

Calcul Optim

C9: Studii de caz

6. Rezultate



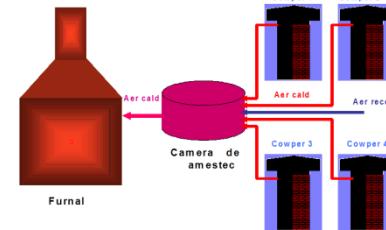
Calcul bucle de reglare:

- Elementele de executie cu joc si (unele) fara pozitioner;
- Calcul parametri modele;
- Calcul parametri algoritmi de reglare (WinReg);
- Utilizarea algoritmilor de reglare in locul “comenzii manuale”.

C9: Studii de caz

6. Rezultate

Optimizare:



$$z(\%O_2) = f(x_1, x_2)$$

$$\hat{z}_1(\%CO) = f_2(x_1, x_2)$$

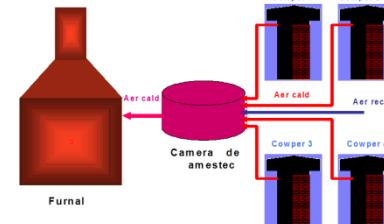
$$\hat{z}_2(T_{cowper\,cupola}) = f_3(x_1, x_2)$$

$$\hat{z}_3(T_{flow\,gas}) = f_4(x_1, x_2)$$

C9: Studii de caz

6. Rezultate

Optimizare:



$$\hat{z} = -9.665 + 0.229 x_1 - 0.0009 x_1^2 + 0.010 x_2$$

$$\hat{z}_1 = 4282.875 - 21.566 x_1 - 0.077 x_1^2 - 21.500 x_2$$

$$\hat{z}_2 = 1277.613 + 0.001 x_1^2 - 0.387 x_2$$

$$\hat{z}_3 = 499.161926 - 0.002147 x_1^2 - 3.49945 x_2$$

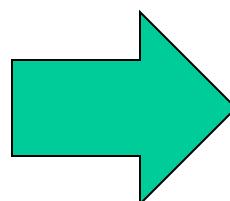
$$0 \leq \hat{z}_1 \leq 450 \text{ ppm}$$

$$0 \leq \hat{z}_2 \leq 1300^\circ C$$

$$0 \leq \hat{z}_3 \leq 340^\circ C$$

$$96.309 \leq x_1 \leq 102.452$$

$$46.602 \leq x_2 \leq 57.992$$



$$x_1^* = 97469.85 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$x_2^* = 47804.16 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$z_{\min} (\% O_2) = 4.65\%$$

$$z_1 (\% CO) = 415.73 \text{ ppm}$$

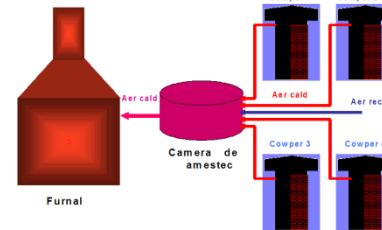
$$z_2 (T_{cupola}) = 1273.25^\circ C$$

$$z_3 (T_{flow \ gas}) = 311.47^\circ C.$$

C9: Studii de caz

6. Rezultate

Globale:



Efectul aplicării acestui sistem a condus la o scădere a debitului de combustibil cu aproximativ 7.2% !!!

