

Automatizarea proceselor energetice

Curs 3

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

*S.I. dr.ing. Nicoleta Arghira
Prof.dr.ing. Ioana Făgărășan*

*Universitatea "POLITEHNICA" Bucuresti,
Facultatea de Automatica si Calculatoare*

Reglarea automata a procesului de ardere

- ❑ Producerea unei anumite cantitati de abur se face prin arderea unei anumite cantitati de combustibil in focarul cazanului.
- ❑ Pentru acesta trebuie sa se asigure o anumita cantitate de aer, cantitate care sa asigure un randament optim al cazanului din punct de vedere al procesului de ardere.
- ❑Drept marimi reglate ale procesului de ardere mentionam :
 - ❖presiunea aburului (**reglarea sarcini**)
 - ❖raportul aer combustibil (**reglarea combustiei**)
 - ❖depresiunea in focar (**reglarea debitului de gaze de ardere**)
- ❑Trebuie mentionat ca desi tratate separat reglarea celor trei parametrii se influenteaza reciproc intr-o masura mai mare sau mai mica in functie de solutiile constructive ale cazanului, de parametrii acestuia ca si de tipul combustibilului utilizat.

Reglarea automata a procesului de ardere

□ Solutiile de configurare depind si de regimul in care este exploatat cazanul, de exemplu:

- ❖ *Functionare in regim de baza*, cand sarcina cazanului este constanta pe intervale foarte mari de timp ;
- ❖ *Functionarea in regim de sarcina variabila*, atunci cand cazanul trebuie sa urmareasca sarcina turbinei, turboagregatul participand la reglarea frecventei in sistem.

Reglarea automata a procesului de ardere

a) *Reglarea presiunii aburului* - schema de legatura cazan turbina cu conducta colectoare

- ❑ Presiunea aburului este parametrul care sesizeaza cel mai bine dezechilibrul dintre debitul de abur produs de cazan si cel cerut de turbina.
- ❑ Mentinerea presiunii in limitele dorite se face in mod diferentiat pentru cazanele functionand pe conducta colectoare si cele functionand in schema bloc.

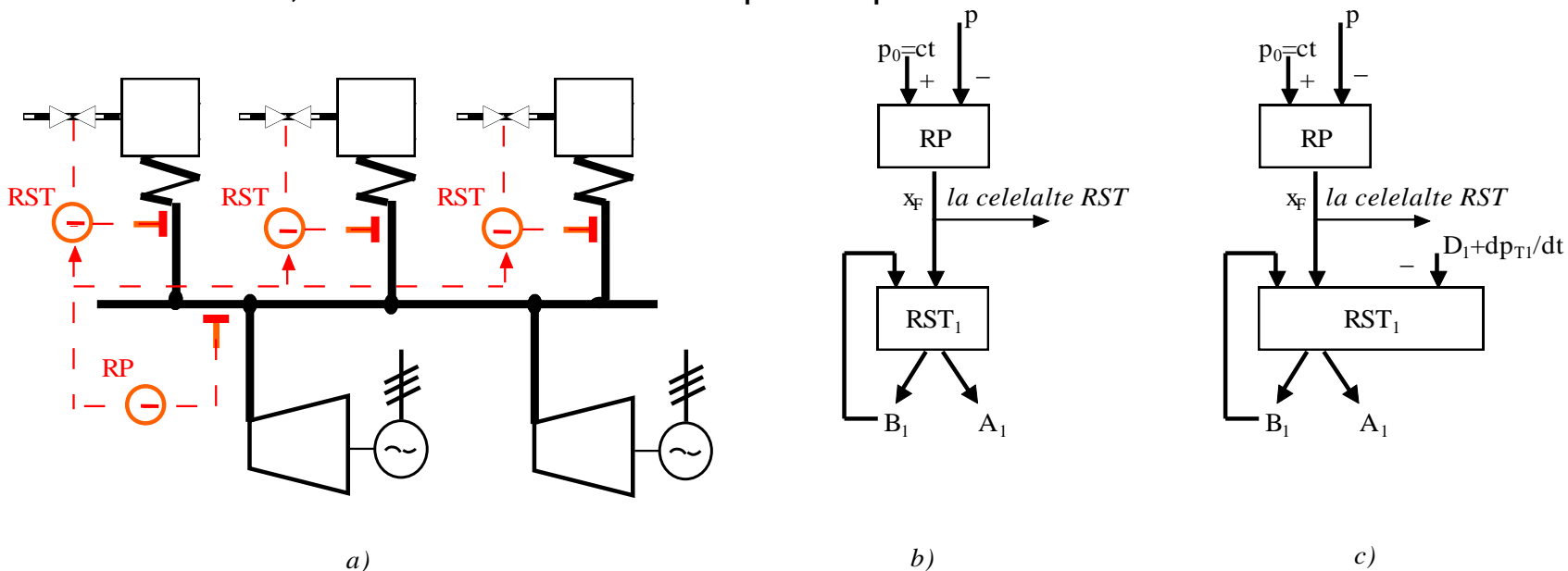
In schema de legatura cazan turbina cu conducta colectoare parametrul reglat este presiunea aburului pe conducta colectoare.

Astfel, perturbatia externa, reprezentata prin debitul de abur consumat de turbina, trebuie repartizata in mod corespunzator pe cazanele aflate in functiune. Dat fiind ca aceste cazane functioneaza in paralel la iesire, perturbatia de debit va trebui sa fie repartizata conform **gradului de statism** al *presiunii pe bara colectoare in raport cu perturbatia de debit.*

Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului - schema de legatura cazan turbina cu conducta colectoare

Acest lucru se realizeaza prin intermediul unui regulator principal RP care elaboreaza un semnal x_F numit si **semnal de intensitate a focului**, transmis reglatoarelor de sarcina termica RST la fiecare cazan, care la randul lor vor comanda fie debitul de combustibil B , fie debitul de aer A , sau in anumite situatii in paralel pe A si B .

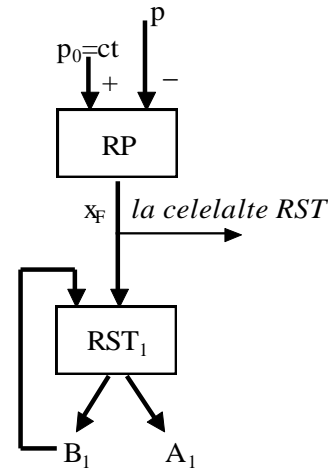


Scheme de legatura cazan turbina conducta colectoare (a) si schemele de principiu a reglarii presiunii aburului pe conducta colectoare (b) si (c)

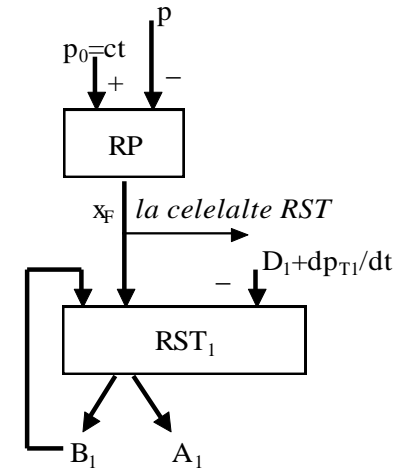
Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului - schema de legatura cazan turbina cu conducta colectoare

□ Structura buclei din figura b. permite rejectarea perturbatiilor exterioare dar dupa trecerea perioadei tranzitorii o astfel de structura nu mai reuseste sa readuca perfect parametrii individuali ai cazanului la valorile dorite si nu tine cont de perturbatiile interioare.



b)

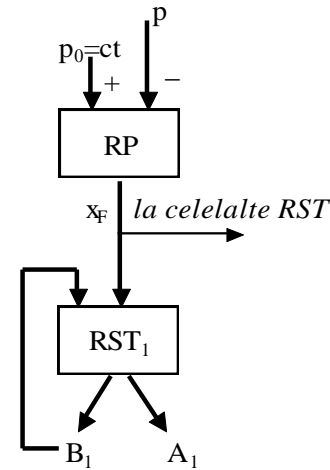


c)

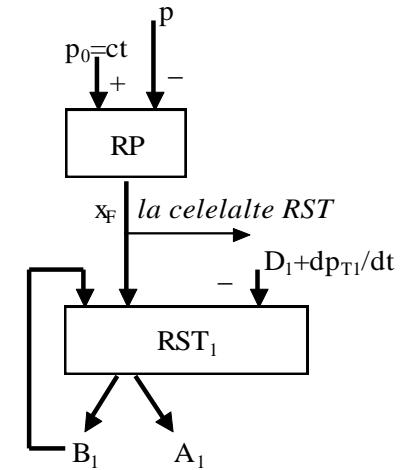
Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului - schema de legatura cazan turbina cu conducta colectoare

□ Cea de-a doua structura de bucla de reglare (figura c) realizeaza o rejectie a perturbatiei interioare pe fiecare cazan in parte datorita introducerii unui semnal suplimentar la fiecare RST, asa numitul **semnal de caldura**, egal cu suma dintre debitul de abur al cazanului si derivata presiunii in tambur :

$$D + \frac{dp_T}{dt}$$


b)



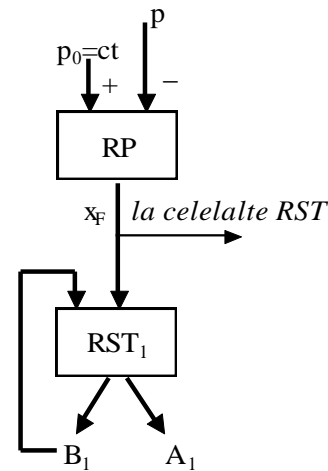
c)

Prin acest semnal se poate urmări cantitatea de caldura primita de sistemul vaporizator, acest lucru fiind cu atat mai important cu cat avem de-a face cu combustibil solid, atunci cand cantitatea de combustibil introdusa in cazan nu poate fi masurata exact si continuu. Utilizarea semnalului de caldura are avantajul ca tine cont atat de cantitatea cat si de calitatea combustibilului introdus in focar, dar prezinta dezavantajul obtinerii mai dificile a lui si influentarii de catre perturbatiile exterioare.

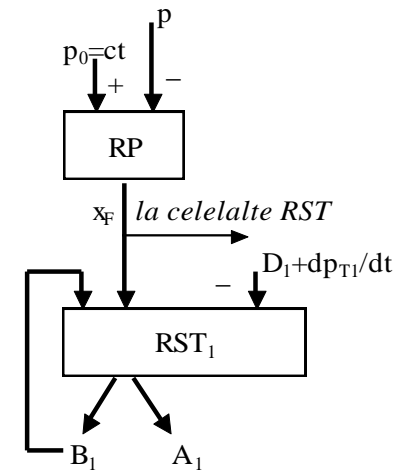
Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului - schema de legatura cazan turbina cu conducta colectoare

□ Pentru a realiza repartitia perturbatiei exterioare intre cazanele aflate in functiune pe bara colectoare, este necesara o repartitie univoca : RP sa aiba o caracteristica astatica in raport cu perturbatia in schimb RSTurile pot avea o caracteristica statica.



b)



c)

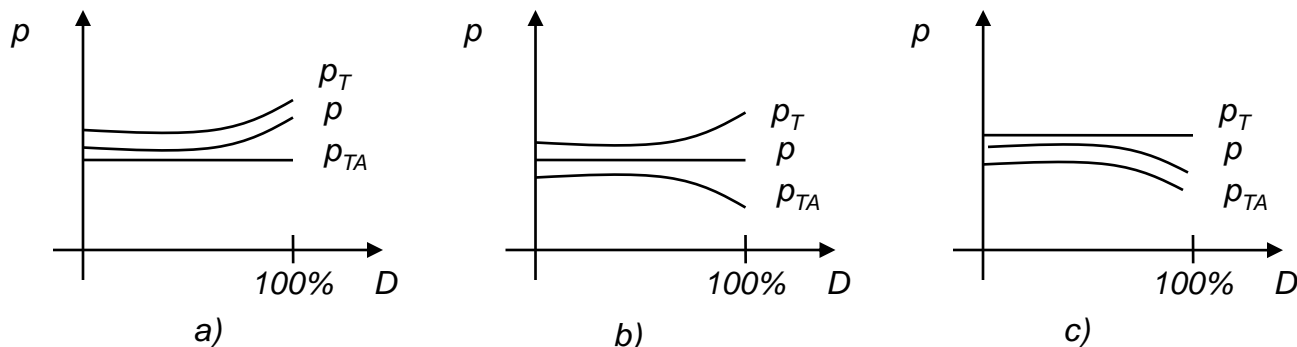
Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului - schema de legatura bloc cazan turbina

- ❑ In cazul schemei de legatura bloc cazan turbina semnalul de presiune poate fi :
 - ❖ presiunea in tambur (p_T) ;
 - ❖ presiunea aburului la iesirea din cazan (p) ;
 - ❖ presiunea aburului la turbina (p_{TA})
- ❑ Putem astfel utiliza mai multe strategii de conducere din punct de vedere al presiunii
 - urmarirea unei presiuni a aburului la turbina constanta ($p_{TA}=ct$), strategie ce este favorabila turbo-agregatului, protejand astfel turbina la variatii nedorite ale presiunii. Evident aceasta strategie este defavorabila cazanului deoarece micsoareaza randamentul de functionare al acestuia.
 - urmarirea unei presiuni constante a aburului la iesirea din cazan ($p=ct$), strategie ce este favorabila cazanului dar in acelasi timp nu este recomandabila turbinei
 - mentinerea unei presiuni in tamburul cazanului aproape constanta ($p_T \approx ct$)

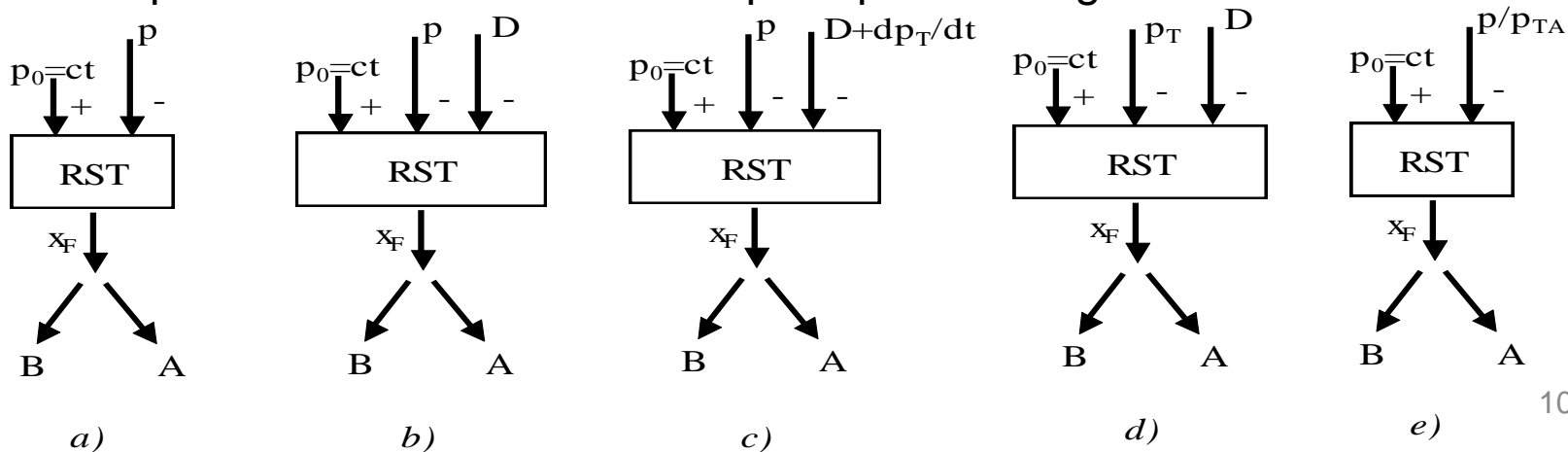
Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului - schema de legatura bloc cazan turbina



Strategii de reglare a sarcinii cazanelor functionand in schema bloc cu turbina

Funcție de una din aceste strategii și funcție de regimul de funcționare al turbinei putem avea diverse scheme principale de reglare.



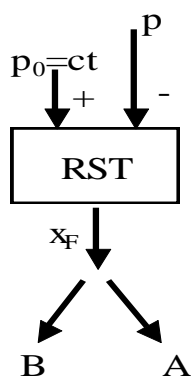
Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului - schema de legatura bloc cazan turbina

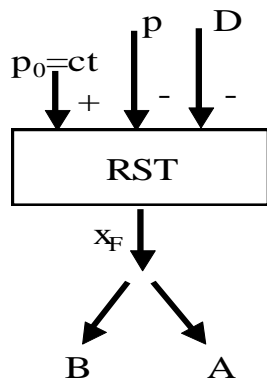
In var. a regulatorul cazanului comanda intensitatea focului si asigura mentinea constanta a presiunii aburului la iesirea din cazan, dupa o lege statica in cazul unui regulator de tip P, respectiv astatica in cazul unui regulator PI sau PID. Schema nu are performante suficiente de bune la comportari dinamice.

In *varianta b si c* se realizeaza un sistem de urmarire a debitului (var. b) si a sarcini termice a cazanului (var. c) ceea ce permite sa realizeze performante superioare in regim dinamic.

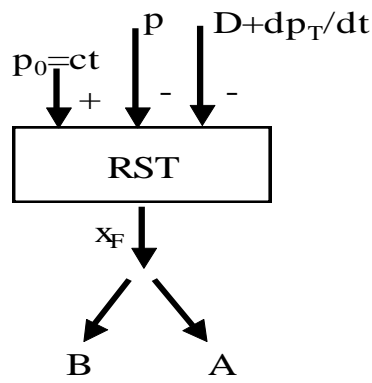
Varianta d asigura o presiune constanta in tamburul cazanului ceea ce poate fi impus in anumite cazuri de conditiile constructive ale cazanului, iar in *varianta e* se asigura un raport constant intre presiunea aburului la iesirea din cazan si presiunea acestuia la intrarea in turbina.



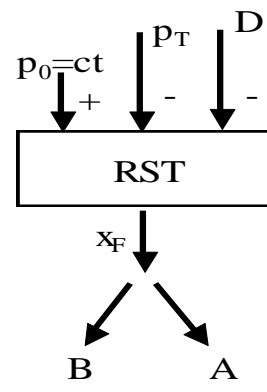
a)



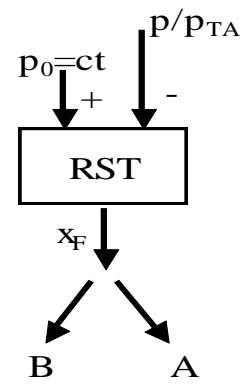
b)



c)



d)



e)

Reglarea automata a procesului de ardere

b) Reglarea raportului aer-combustibil

- ❑ Corelația dintre debitul de combustibil (B) și debitul de aer (A) determină randamentul cazanului. Pentru diverse sarcini ale cazanului randamentul optim al cazanului diferă.
- ❑ Debitul de aer real este diferit de cel teoretic printr-un coeficient de exces de aer, α , coeficient ce este dependent de sarcina cazanului.
- ❑ Menținerea unui randament optim constant al cazanului depinde de α , care la rândul lui depinde de debitul de abur, D , și implicit de debitul de combustibil, B .
- ❑ Pentru situația în care cazanul funcționează în regim de baza (sarcină fixă, $D=ct$), raportul aer/combustibil sau aer/abur este constant și implicit excesul de aer este menținut constant pentru un randament optim. La o sarcină variabilă ar fi necesar să modifice coeficientul de exces de aer pentru a avea un randament maxim optim.

Reglarea automata a procesului de ardere

b) Reglarea raportului aer-combustibil

- ❑ *O combustie bună presupune și o cantitate minimă de gaze nearse sau un anumit procent de oxigen în gazele de ardere. Dacă analizăm de exemplu conținutul de oxigen în gazele de ardere putem controla combustia în focarul cazanului.*
- ❑ Rezultă astfel două modalități de reglare a raportului aer combustibil :
 - O **metoda indirectă** (un raport aer/combustibil constant)
 - O **metoda directă**, care constă în urmărirea procentului de oxigen în gazele de ardere

Reglarea automata a procesului de ardere

b) Reglarea raportului aer-combustibil

- ❑ În schemele de control indirect al arderii (figura 4.6. a-d) excesul de aer se menține constant prin asigurarea unui raport constant aer-combustibil. În schema cu control direct mărimea de referință a regulatorului de aer este dată de regulatorul arderii, care măsoară conținutul de oxigen din gazele de ardere.

- ❑ Rezultă astfel două modalități de reglare a raportului aer combustibil :
 - O **metoda indirectă** (un raport aer/combustibil constant)
 - O **metoda directă**, care constă în urmărirea procentului de oxigen în gazele de ardere