

Automatizarea proceselor energetice

Curs 2

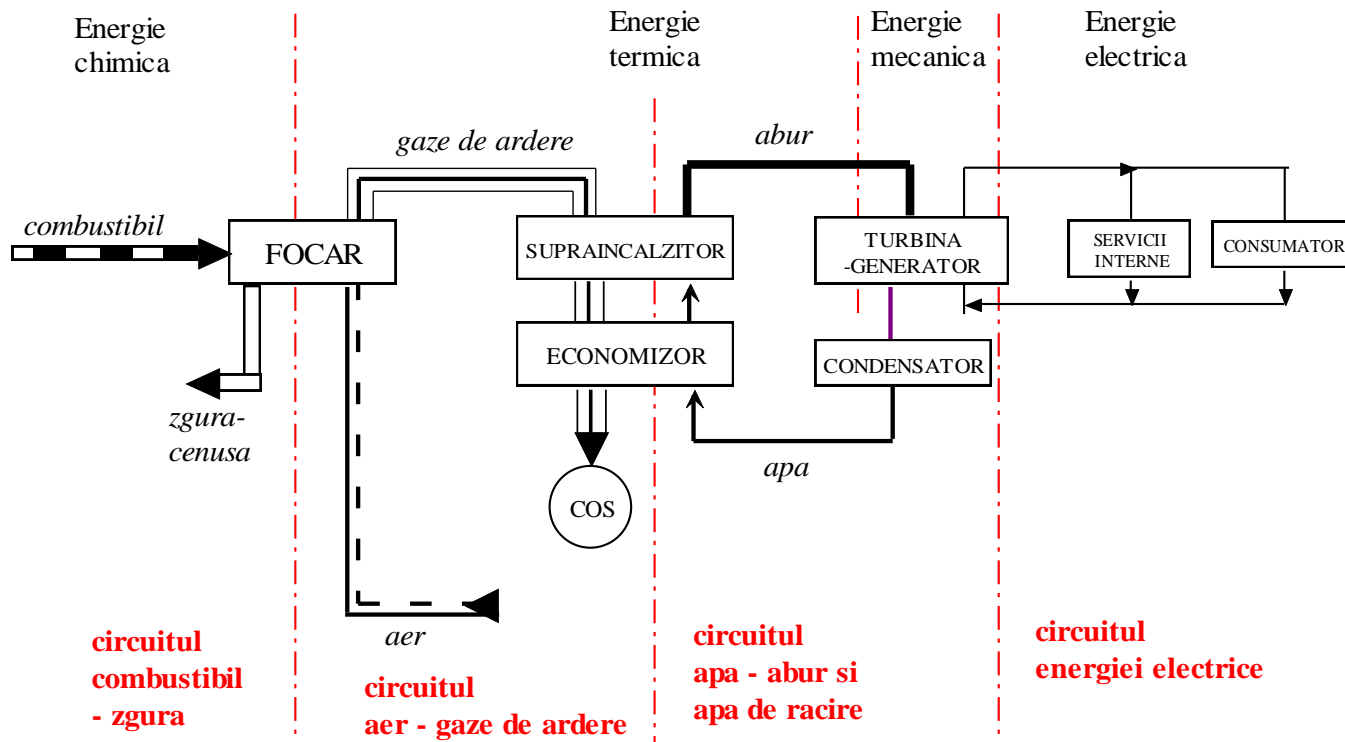
3. Caracterizarea generala a proceselor si instalatiilor dintr-o termocentrala

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

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

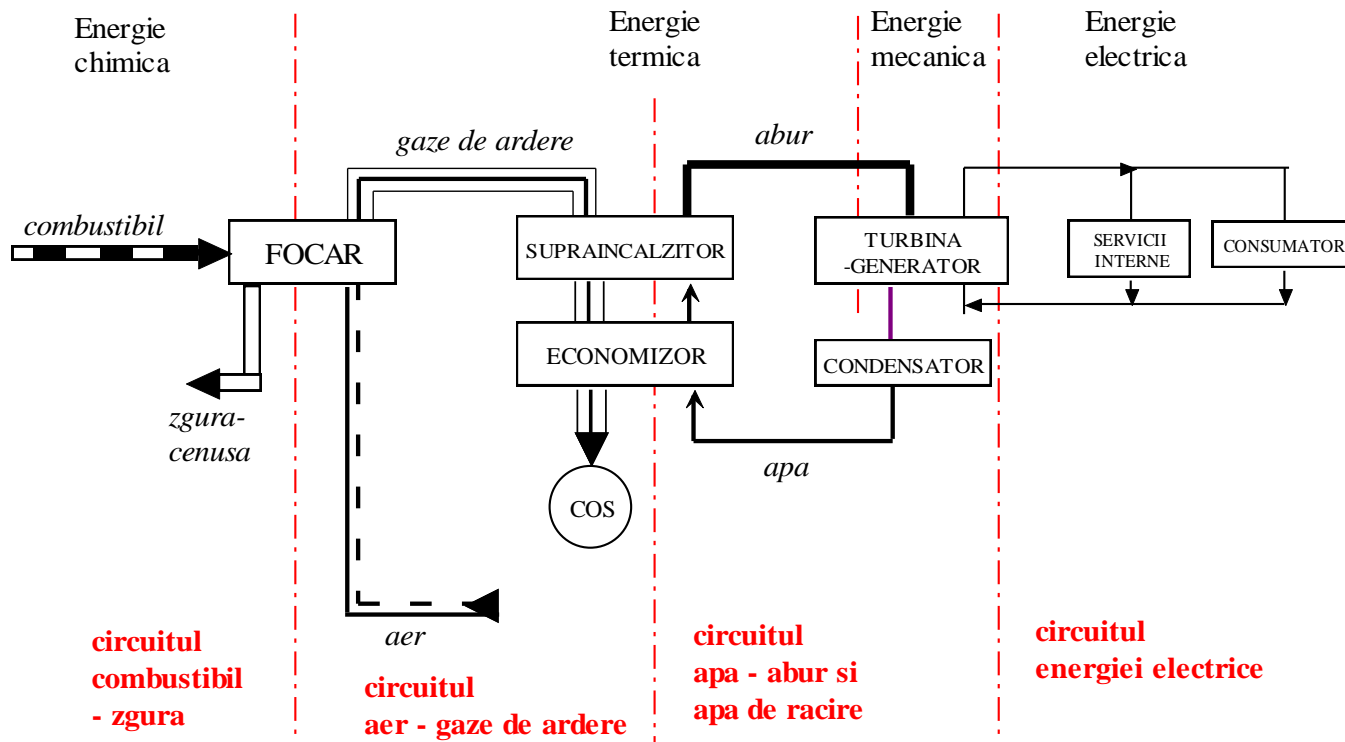
3.1. Principalele circuite dintr-o centrala termoelectrica

- ❑ Centrala termoelectrica reprezinta un ansamblu de instalatii destinate producerii de energie electrica sau de energie electrica si termica, prin conversia energiei chimice a combustibilului.
- ❑ Aceasta conversie presupune un lant de transformari simple, ce sunt prezentate impreuna cu principalele echipamente si fluxuri de agenti de lucru



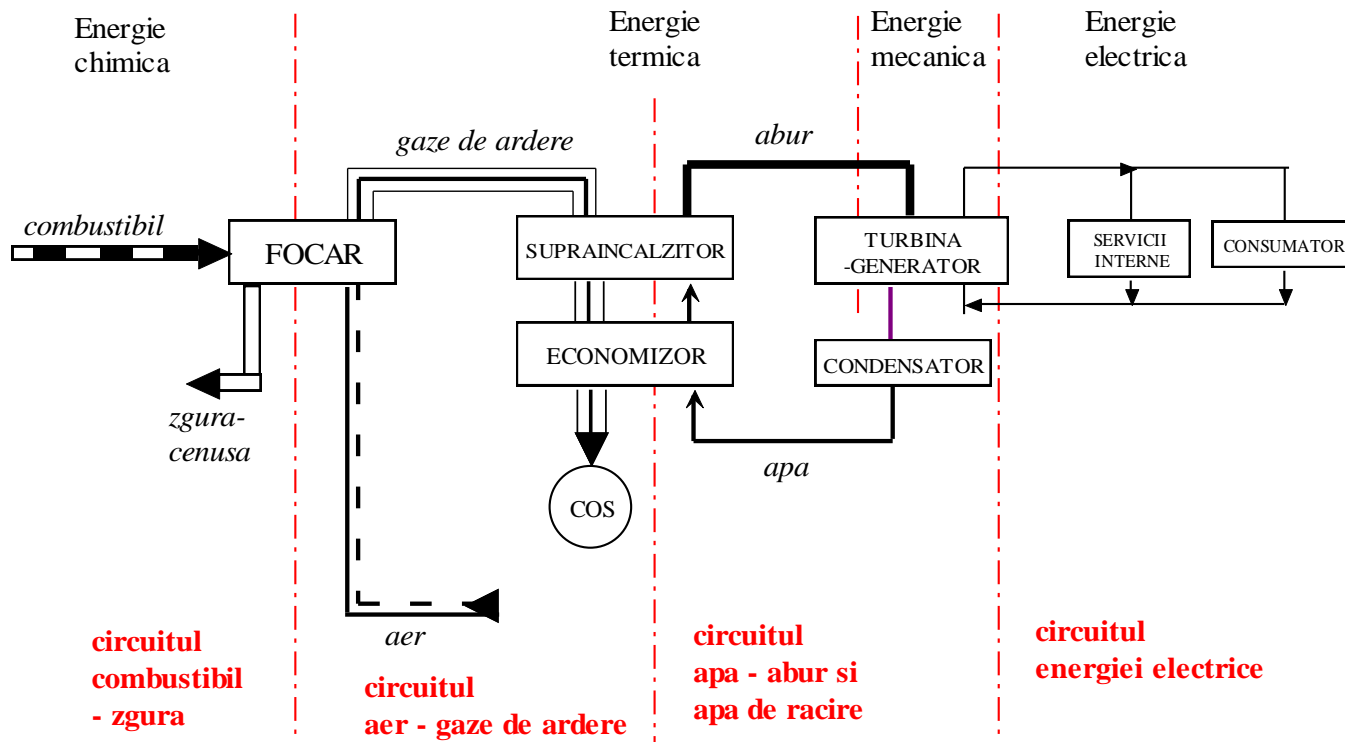
3.1. Principalele circuite dintr-o centrala termoelectrica

□ **Circuitul combustibilului** are o structura functionala dictata de felul combustibilului utilizat in centrala. Astfel in cazul utilizarii combustibilului solid (carbune), producerea zgurei si cenusii in urma procesului de ardere determina o structura functionala si de echipamente mult mai complexa decat in cazul utilizarii combustibilului gazos sau lichid.



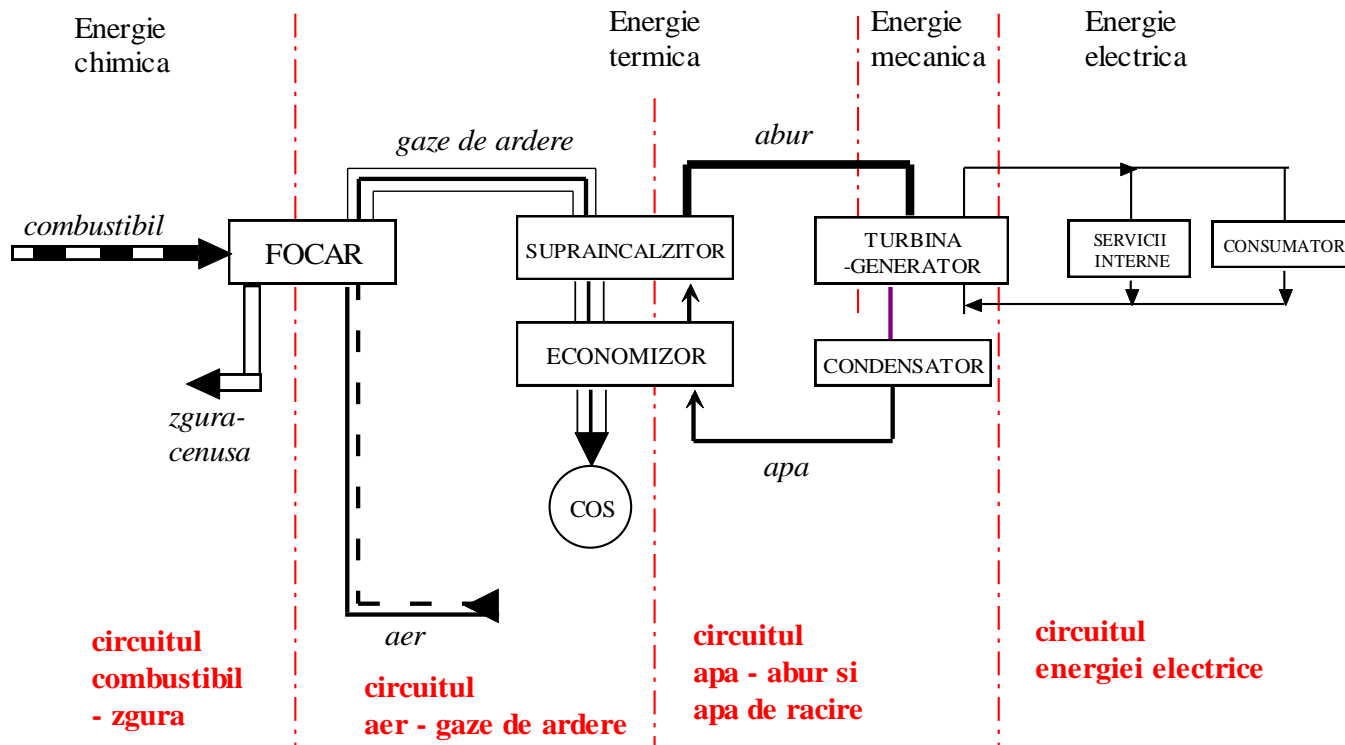
3.1. Principalele circuite dintr-o centrala termoelectrica

□ **Circuitul aer-gaze de ardere** realizeaza vehicularea aerului necesar arderii combustibilului in focarul cazanului, dupa o preincalzire a acestuia si a gazelor de ardere rezultate in urma acestei arderi.



3.1. Principalele circuite dintr-o centrala termoelectrica

- ❑ **Circuitul apa-abur** este principalul circuit al centralei termoelectrice.
- ❑ **Circuitul apei de racire** are drept principali consumatori : condensatoarele turbinei, compresoarele de aer, racitoarele de ulei ale turbinei, racitoarele generatorului electric, racirea tehnologica.

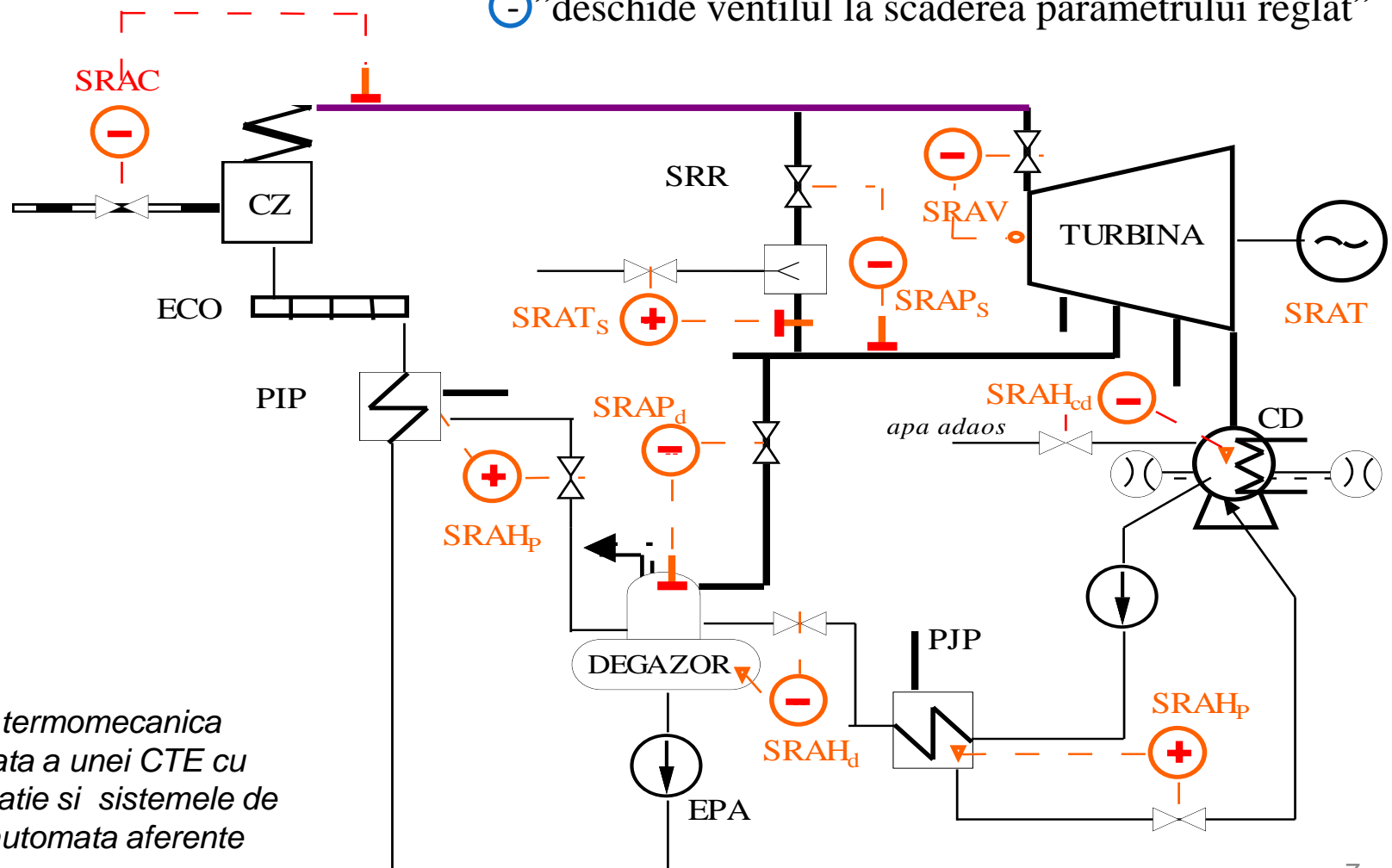


3.2. Cerinte impuse SRA dintr-o centrala termo electrica

- ❑ **Realizarea unei egalitati permanente intre debitul de abur livrat de cazan si cel consumat de turbina.** Cazanul trebuie sa furnizeze abur la parametrii ceruti (presiune si temperatura). Aceasta conditie este rezolvata de sistemele de reglare a procesului de ardere din cazan, **simbolic** reprezentat prin circuitul *SRAC*, unde s-a evidentiat doar ***unul din parametrii reglati, presiunea si una din marimile de executie, debitul de combustibil destinat arderii.***
- ❑ **Puterea activa generata trebuie sa fie in permanenta egala cu cea ceruta de consumatori.** Acest lucru se realizeaza luand ca ***parametru reglat turatia turbinei, iar ca marime de executie debitul de abur admis in turbina*** (circuitul *SRAV*) ;
- ❑ **Trebuie sa se regleze in mod permanent sarcina reactiva a grupului,** astfel incat sa existe o egalitate intre puterea reactiva produsa si cea consumata, ceea ce se traduce prin mentinerea constanta a tensiunii. Conditia aceasta se realizeaza prin ***sistemul de reglare automata a tensiunii la generatoare (SRAT).*** Se masoara tensiunea la bornele generatorului comandandu-se excitatia generatorului sincron ;

3.2. Cerinte impuse SRA dintr-o centrala termo electrica

- ⊕ “deschide ventilul la cresterea parametrului reglat”
- ⊖ ”deschide ventilul la scaderea parametrului reglat”



Schema termomecanica simplificata a unei CTE cu condensatie si sistemele de reglare automata aferente

3.2. Cerinte impuse SRA dintr-o centrala termo electrica

□ **Conditile de functionare tehnologica a condensatorului turbinei constau in asigurarea aspiratiei pompelor de condensat, concomitent cu mentinerea vidului (prin ejectoarele condensatorului) si cu evitarea cresterii excesive a nivelului de condensat in condensator.** Mentinerea vidului se realizeaza prin mentinerea constanta a *presiunii aburului la ejectorul de baza prin $SRAP_{ej}$* , folosindu-se ca *marime de executie debitul de abur prin statia de reducere*. In ceea ce priveste celelalte conditii, se face o reglare de nivel de condensat in condensator si se foloseste debitul de recirculare a condensatului spre condensator (de exemplu in cazul schemei apa de adaos care este adusa de la instalatia de epurare si tratare chimica a apei) ca marime de executie ($SRAH_{cd}$) ;

□ **La preincalzitoarele de apa se prevede un reglaj de nivel $SRAH_p$ cu comanda debitului de evacuare a condensatului in scopul evitarii patrunderii apei in corpul turbinei, pe de o parte, si a mentinerii unei temperaturi constante a apei preincalzite, pe de alta parte.** Cea din urma conditie influenteaza randamentul termic al centralei . Pentru acesta preincalzitoarele sunt prevazute cu un SRA care masurand nivelul de condensat din rezervorul schimbatorului comanda evacuare condensatului considerandu-se ca in regim nominal exista o dependenta univoca intre temperatura apei la iesire si suprafata de schimb de caldura abur apa;

3.2. Cerinte impuse SRA dintr-o centrala termo electrica

□ pentru a asigura degazarea apei si evacuarea gazelor rezultate, precum si un nivel constant al apei in rezervorul degazorului, apar doua probleme principale de rezolvat :

- asigurarea aspiratiei pompei de alimentare EPA, prin mentinerea constanta a nivelului apei in rezervorul degazorului ; problema rezolvata de catre $SRAH_d$ care masoara nivelul apei comandand in mod corespunzator admisia de apa dinspre PJPuri ;

- asigurarea temperaturii de degazare si in acelasi timp asigurarea unei suprapresiuni pentru evacuarea gazelor rezultate in urma procesului de degazare ; pentru rezolvarea acestei probleme degazorul este prevazut cu un reglaj de presiune $SRAP_d$, care utilizeaza ca si parametru reglat presiunea in partea superioara a domului degazorului si ca marime de executie debitul de abur admis;

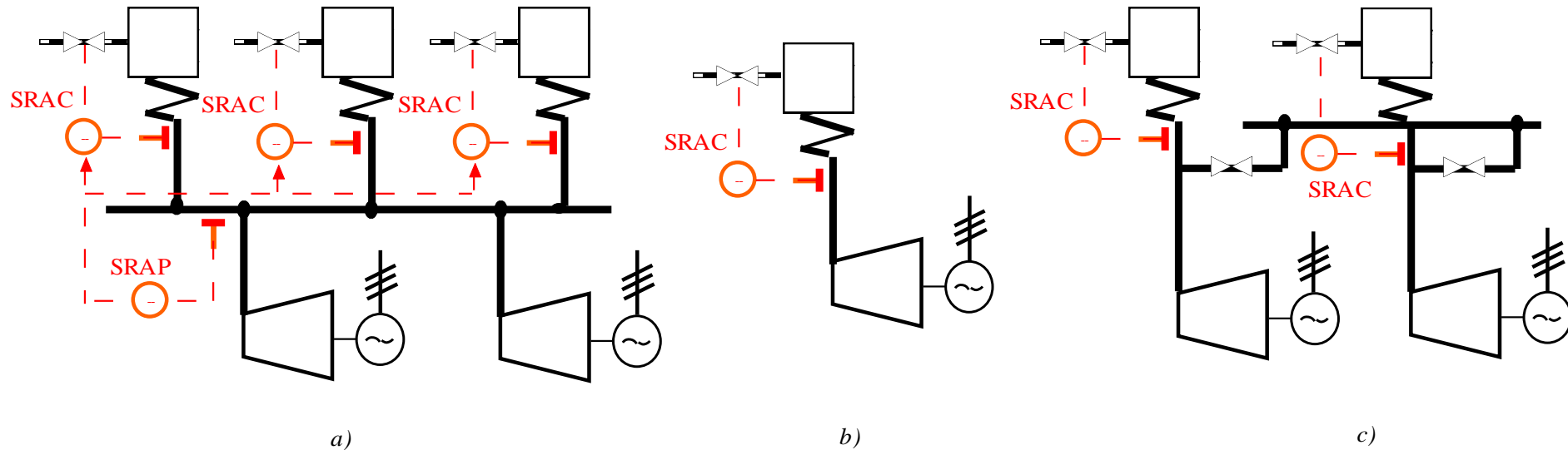
□ in cazul statiilor de reducere racire se impune asigurarea uni debit de abur la valorile cerute de consumator, respectiv o temperatura constanta a aburului la iesirea din statie. Prima conditie se realizeaza luand presiunea din aval de SRR ca marime reglata si debitul prin statia de reducere ca marime de executie ($SRAP_s$). A doua conditie se realizeaza luand ca marime reglata temperatura aburului din aval de SRR si debitul de injectie in statia de racire ca marime de executie ($SRAT_s$)

3.3. Influenta circuitului termic al centralelor asupra conditiilor impuse automatizarii cazanelor de abur

Legatura dintre cazanele de abur si turbine se poate face in 3 moduri diferite in functie de conditiile tehnologice impuse :

- ❑ **schema cu conducta colectoare**, in care cazanele functioneaza in paralel pe o conducta comuna din care se alimenteaza cu abur toate turbinele
- ❑ **schema bloc**, in care fiecare turbina este alimentata direct de la cazanul de abur
- ❑ **schema bloc cu conducta de ajutor**, care functional este similara cu schema bloc in sensul ca turbina este legata direct de cazanul de abur care o alimenteaza, insa exista in plus o conducta prin care se poate face legatura in caz de nevoie, intre oricare grup turbogenerator si orice cazan

3.3. Influenta circuitului termic al centralelor asupra conditiilor impuse automatizarii cazanelor de abur



Scheme de legatura cazan turbina :
a) conducta colectoare ; b) bloc ; c) cu conducta de ajutor

❑ **Sistemul de reglare automata** a cazanului are rolul de a mentine **debitul de abur** produs de acesta la nivelul cerut de consumator la parametrii (**presiune si temperatura**) nominali.

❑ Acest lucru se face in conditiile existentei **marimilor perturbatoare** care in functie de pozitia lor in raport cu SRA, pot fi de doua categorii : **externe** si **interne**.

3.3. Influenta circuitului termic al centralelor asupra conditiilor impuse automatizarii cazanelor de abur

□ **Perturbatiile externe** actioneaza din afara schemei de reglare si sunt reprezentate in special prin *variatiile de sarcina ale turbinei*.

□ **Perturbatiile interne** sunt de doua categorii :

- **perturbatii cantitative**, cum ar fi variatia presiunii combustibilului gazos, care determina o modificare a debitului de gaz la aceiasi pozitie a clapetei de reglare a debitului de combustibil.

- **perturbatii calitative**, reprezentate de modificarea puterii calorice a combustibilului, avand drept efect modificarea debitului de abur la acelasi debit de combustibil.

□ Stabilirea structurii constructiv-functionale a schemei de reglare se face functie de proprietatile dinamice ale cazanului, proprietati care sunt determinate nu numai de tipul cazanului, dimensiunile si modul constructiv de realizare, ci si de modul de legatura a acestuia cu turbina.

3.3. Influenta circuitului termic al centralelor asupra conditiilor impuse automatizarii cazanelor de abur

- In functie de schema de legatura dintre cazan si turbina adoptata se impun o serie de conditii pe care trebuie sa le indeplineasca sistemul de reglare automata aferent.
- La o dispozitie conforma ***schemei cu conducta colectoare***, SRAul cazanelor si turbinelor trebuie sa asigure :
 - repartizarea perturbatiei de sarcina a turbinei sau turbinelor intre cazanele care functioneaza in paralel, perturbatia ce se traduce prin variatia debitului de abur la turbina, rezulta ca perturbatiile externe trebuie compensate de toate cazanele, functie de caracteristica statica in raport cu parametrul reglat.
 - inlaturarea perturbatiilor interne proprii fiecarui cazan (de exemplu, variatia calitatii combustibilului), trebuie sa fie rezolvata la nivelul fiecaruia dintre ele si nu pe seama celorlalte cazane functionand in paralel ;
 - asigurarea calitatii energiei electrice livrate (tensiune si frecventa constanta) ;
 - asigurarea parametrilor aburului debitat turbinelor.

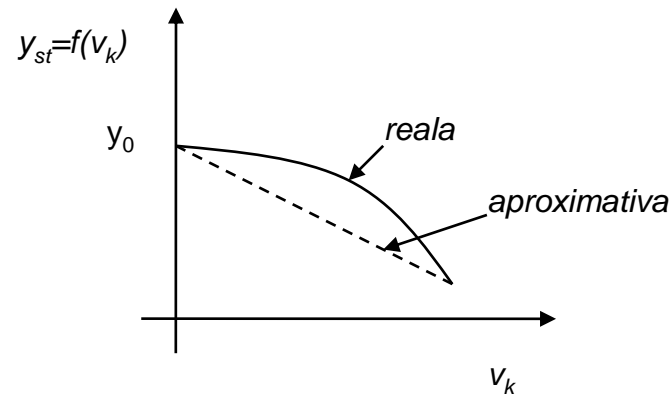
3.3. Influenta circuitului termic al centralelor asupra conditiilor impuse automatizarii cazanelor de abur

□ In cazul functionarii bloc a cazanului cu turbina conditiile de functionare sunt aceleasi, cu deosebirea ca perturbatiile, atat interne cat si externe, nu se mai trateaza in mod deosebit, ele fiind rezolvate ca un tot unitar. Functionarea schemei bloc cu conducta de ajutor este similara cu cea a schemei bloc.

3.4. Caracterizarea proceselor energetice. Grad de statism

Un SRA monovariabil poate fi supus la mai multe perturbatii astfel incat raspunsul sistemului in regim stationar y_{st} depinde de aceste perturbatii (v_k): $y_{st} = f(v_1, v_2, \dots, v_n)$, dintre care una poate fi considerata perturbatie dominanta v_k .

Pentru majoritatea proceselor energetice caracteristica statica a raspunsului sistemului considerat functie de perturbatia dominanta este de tipul celei din figura



Caracteristica statica a raspunsului unui sistem functie de perrturbatie

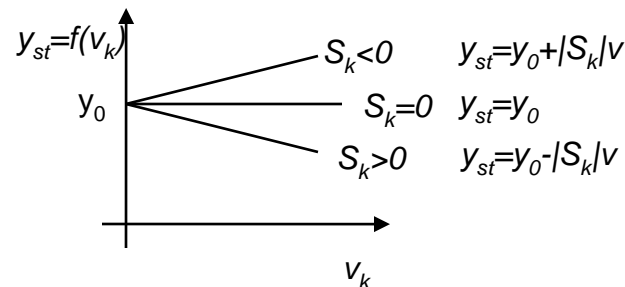
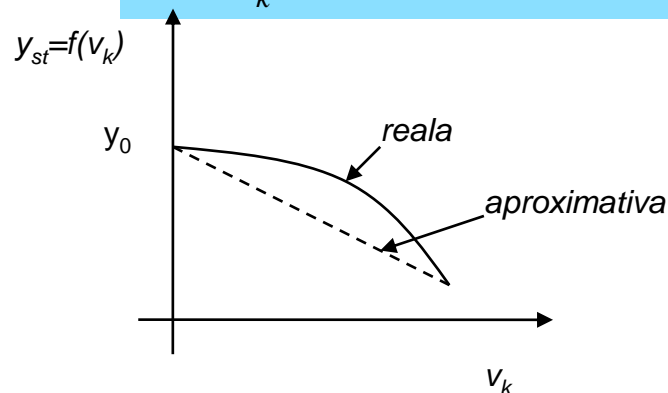
3.4. Caracterizarea proceselor energetice. Grad de statism

Pentru simplitate aproximand caracteristica statica vom putea nota

$y_{st} = y_0 - S_k \cdot v_k$ unde panta caracteristici notate cu S_k reprezinta **gradul de statism al sistemului**.

Putem astfel avea doua situatii:

- $\frac{\partial f}{\partial v_k} = S_k \neq 0$, in care sistemul este **static** in raport cu perturbatia v_k , avand un grad de statism $S_k \neq 0$;
- $\frac{\partial f}{\partial v_k} = S_k = 0$, sistemul este **astatic** in raport cu perturbatia v_k .

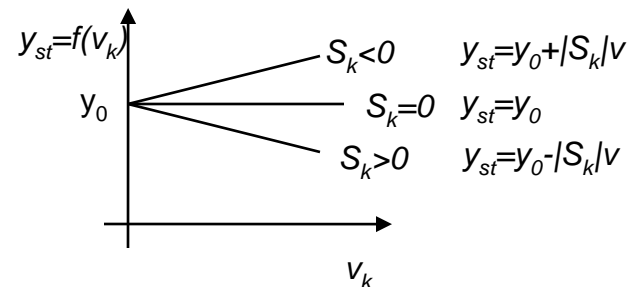
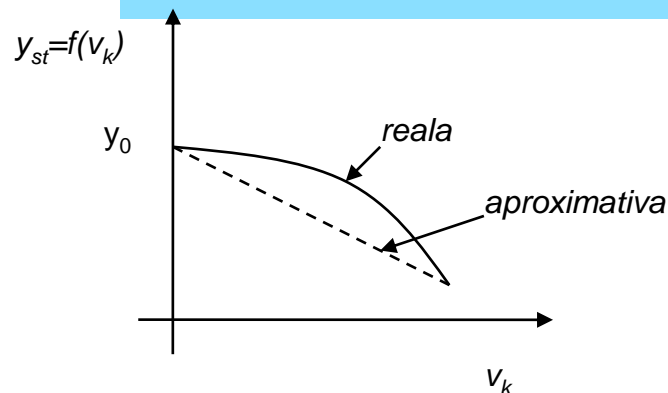


Caracteristica statica a raspunsului unui sistem functie de perrturbatie

3.4. Caracterizarea proceselor energetice. Grad de statism

- Se observa astfel ca un sistem static in raport cu perturbatia are o eroare stationara diferita de zero in timp ce un sistem astatic are o eroare stationara egala cu zero ($y_0 - y_{st} = S_k \cdot v_k = \varepsilon_{st}$)
- Gradul de statism poate fi exprimat in valoare absoluta sau relativa prin raportare la marimile nominale :

$$y_{st} = y_0 - S_k \cdot v_k \Rightarrow \frac{y_{st}}{y_0} = 1 - \underbrace{S_k \cdot \frac{v_0}{y_0}}_{S^*} \cdot \frac{v_k}{v_0} \Rightarrow y^* = 1 - S^* \cdot v^*$$



Caracteristica statica a raspunsului unui sistem functie de perrturbatie

3.4. Caracterizarea proceselor energetice. Grad de statism

- Gradul de statism poate caracteriza procesul fara dispozitivul de automatizare si in acest caz se numeste **grad de statism natural** sau poate caracteriza SRA (proces + dispozitiv de automatizare in bucla inchisa) si atunci se numeste **grad de statism artificial**.
- Majoritatea proceselor energetice au un grad de statism natural (S_N) mare intre 150%si 250%. Pentru a diminua acest inconvenient se introduce prin regulatorul automat un factor de amplificare foarte mare pentru a obtine un grad artificial de statism (S_A) foarte mic deoarece :

$$S_A = \frac{S_N}{1+k}$$

unde k este factorul de amplificare al sistemului in circuit inchis impreuna cu dispozitivul de automatizare.

3.4. Caracterizarea proceselor energetice. Grad de statism

- In concluzie la procesele energetice cu grade de statism mari in urma proprietatii de autoreglare (atingerea regimului stationar fara introducerea unui regulator automat), la aparitia unei perturbatii sistemul se stabilizeaza cu eroare stationare mare ceea ce nu este permis si deci se impune introducerea unui regulator automat astfel incat sa se obtina un grad de statism artificial foarte mic (de ordinul 3% in raport cu perturbatia dominanta) ce permite stabilizarea sistemului cu eroare stationara acceptabila.
- Sistemele statice fiind sisteme cu eroare stationara sunt sisteme cu legi de reglare P sau PD in timp ce sistemele astatice ($\varepsilon_{st} = 0$) sunt sisteme cu componenta integrala (PI sau PID).

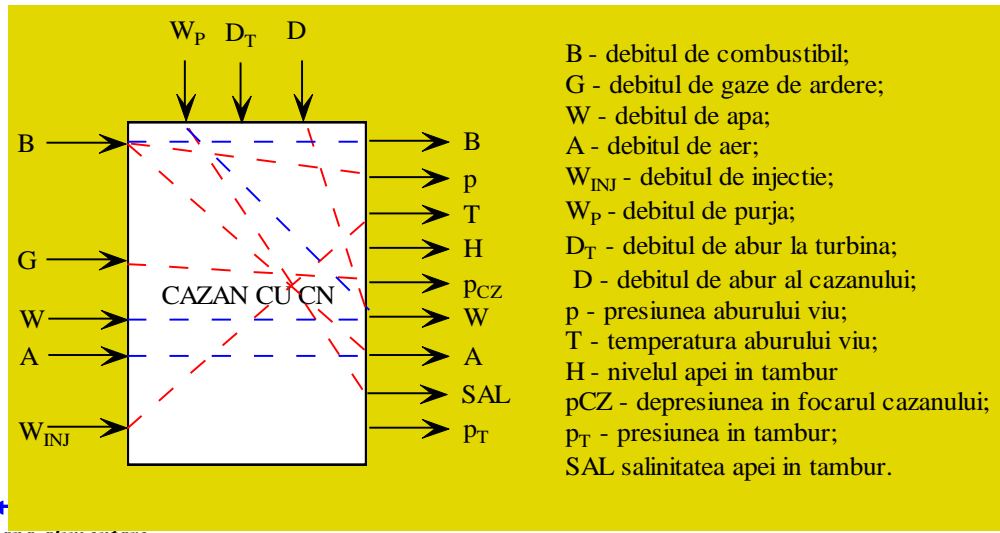
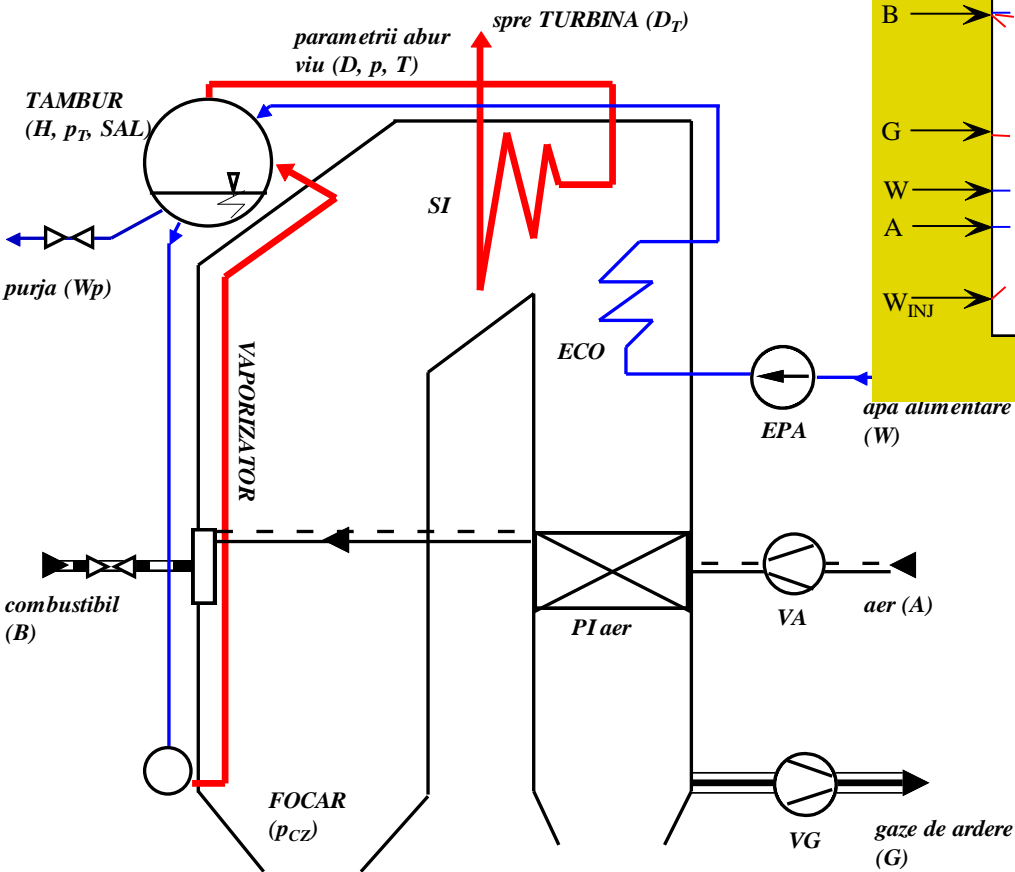
4. Automatizarea cazanelor de abur

Cazanul este un echipament destinat producerii aburului la parametrii ceruti de turbina. Se cunosc doua tipuri de cazane de baza :

□ **cazane cu circulatie naturala**, care se caracterizeaza prin faptul ca circulatia apei prin tevile fierbatoare se face in mod natural, datorita diferentei dintre greutatile specifice ale apei pe de-o parte si a amestecului apa-abur pe de alta parte.

□ **cazanele cu strabatere fortata**, caracterizate prin lipsa tamburului si realizarea circuitului apa abur sub forma unui schimbator de caldura foarte lung ; circulatia fluidului prin cazan fiind realizata cu ajutorul unei pompe de alimentare.

4.1. Automatizare cazanelor cu circulație naturală (cu tambur)



Cazanul de abur ca sistem multivariabil

Schema constructiva simplificata a unui cazan de abur cu tambur cu circulație naturală

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

- ❑ Din punct de vedere sistemic cazanul de abur este un sistem multivariabil, diversele dependente intrare iesire evidentiindu-se din punct de vedere dinamic prin identificare experimentală sau prin metode analitice.
- ❑ Experimentarile pe instalatii reale au pus in evidenta faptul ca nu toate interactiunile sunt puternice si din acesta cauza sistemul poate fi descompus in subsisteme, acestea fiind tratate cvasindependent din punct de vedere al automatizarii.
- ❑ Astfel, se poate aborda separat problema automatizarii principalelor circuite de reglare ale unui cazan tinand cont de urmatoarele conditii impuse SRA al cazanului :

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

1. *Realizare egalitatii intre debitul de abur cerut de turbina (D_T) si cel produs de cazan (D), in conditiile mentinerii constate a presiunii si temperaturii aburului viu.*

Reglarea lui D functie de D_T se numeste **reglarea sarcinii**. Marimea care sesiseaza cel mai bine acest dezechilibru este **presiunea aburului la iesirea din cazan, p** , la schema bloc, sau pe conducta colectoare, in cazul schemei cu conducta colectoare.

Egalitatea $D=D_T$ presupune o conditie de egalitate si intre cantitatea de caldura preluata prin vaporizarea apei Q_{vap} , si cea produsa in focar Q_{cb} prin arderea unei cantitati de combustibil. Cum prima este proportionala cu debitul de abur produs D si a doua cu debitul de combustibil B consumat, rezulta ca actionand asupra lui B se modifica D si implicit p . Rezulta ca restabilirea lui p se face utilizand **SRA al procesului de ardere** utilizand ca marime de executie debitul de combustibil, B .

In ceea ce priveste asigurarea unei temperaturi constante a aburului, fapt important din punct de vedere economic si al sigurantei in functionare, aceasta se realizeaza printr-un sistem de reglare separat care utilizeaza ca si marime de executie debitul de apa sau de condensat de injectie.

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

2. Asigurarea unei arderi optime in focar se realizeaza dand o anumita cantitate de aer A , proportional cu cantitatea de combustibil B introdusa. Intrucat B este determinat de p se poate adopta reglarea lui A considerand p ca si parametru reglat.
3. Realizarea egalitatii intre debitul de gaze arse produse in focar prin arderea combustibilului si cel evacuat din cazan G . SRAul in acest caz trebuie sa asigure o anumita valoare a depresiunii in focar. Intrucat G este proportional cu A depresiunea p_{CZ} va fi mentinuta constanta actionand asupra lui G cu semnal de anticipare de la A .
4. Mentinerea unui nivel H constant in tambur este foarte importanta la cazanele cu circulatie naturala. Acest lucru se obtine comandand in mod corespunzator debitul de apa de alimentare W si tinand cont de perturbatia de sarcina D .
5. Pastrarea unei anumite concentratii a salinitatii apei in tambur SAL , prin actionarea debitului de purja, eventual tinand cont si de perturbatia de sarcina D (care influenteaza W si implicit salinitatea)

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

4.1.1. 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 sarcinii**)
 - ❖ 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.

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

4.1.1. 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 e 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.

□ In configurarea automatizarii cazanului un element de baza il reprezinta domeniul de reglare al cazanului. Acesta reprezinta domeniul de variatie a sarcinii cazanului, in general in procente din sarcina totala. In acest domeniu, SRA-urile aferente pot sa mentina marimile reglate in limitele impuse de indicii de performanta ai cazanului (de ex. pt cazanul cu CN domeniul de reglare reprezinta intre 35-40%). Daca dorim ca si in afara acestui domeniu cazanul sa functioneze automat este necesar sa se actioneze asupra sistemelor de arzatoare ceea ce presupune existenta unui *sistem de supraveghere automata a flacarii*

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului

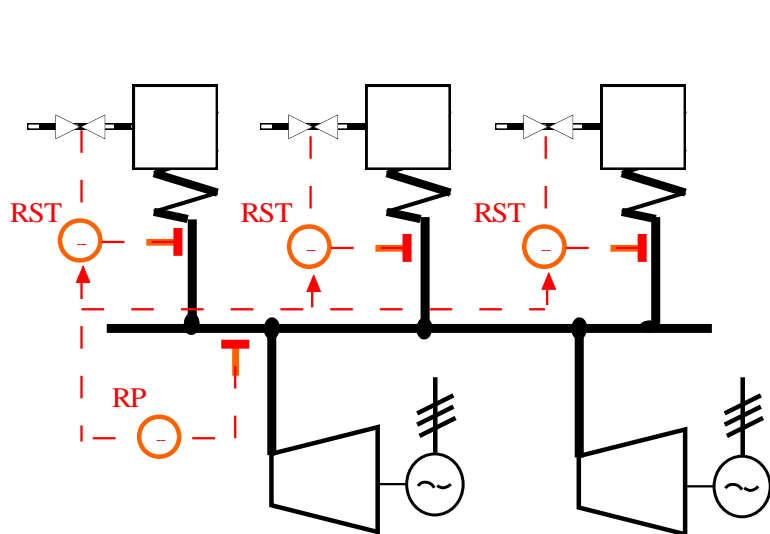
- ❑ Presiunea aburului este parametrul care sesizeaza cel mai bine dezechilibrul dintre debitul de abur produs de cazan si cel cerut de turbina.
- ❑ Mentinerea presiunii in limitele dorite se face in mod diferentiat pentru cazanele functionand pe conducta colectoare si cele functionand in schema bloc.

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*. Acest lucru se realizeaza de un 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 .

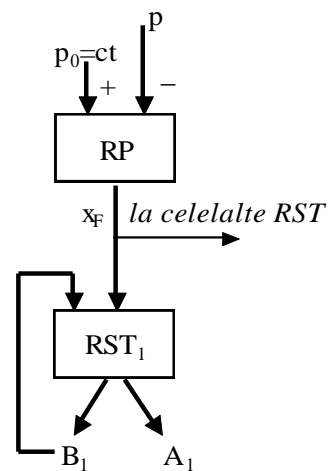
4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

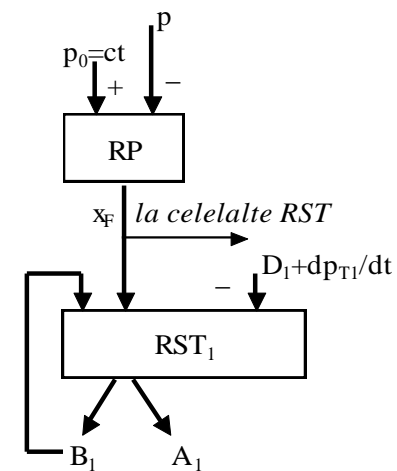
a) Reglarea presiunii aburului



a)



b)



c)

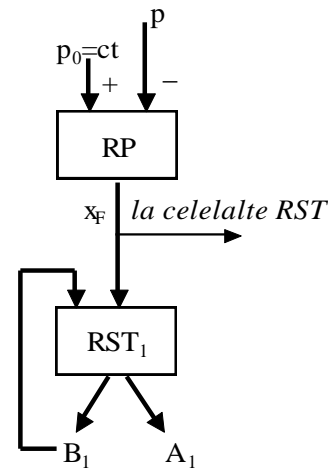
Scheme de legatura cazan turbina conducta colectoare (a) si schemele de principiu a reglarii presiunii aburului pe conducta colectoare (b) si (c)

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

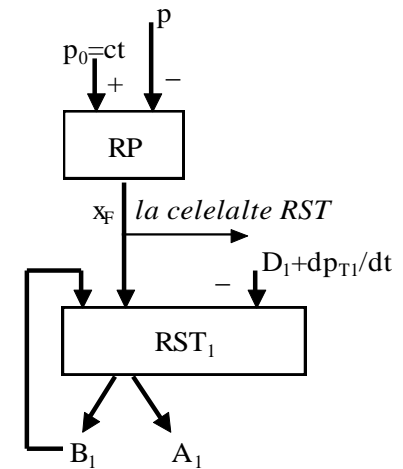
4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului

□ 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)



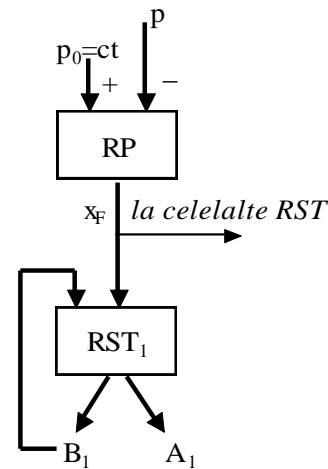
c)

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

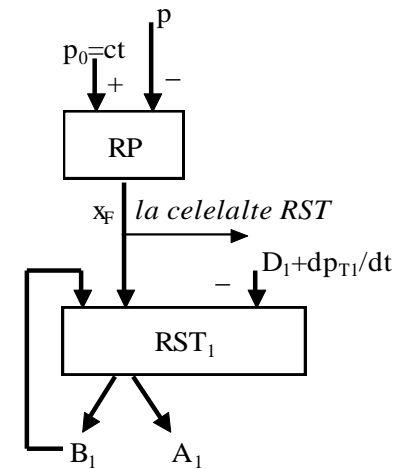
4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului

□ 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)

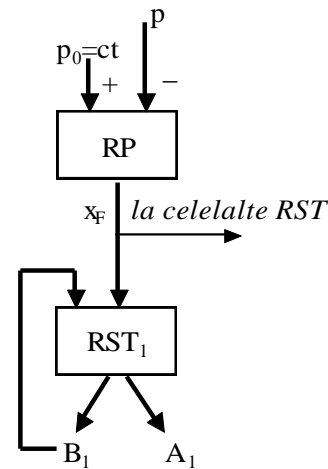
Prin acest semnal se poate urmări cantitatea de caldura primita de sistemul vaporizator, acest lucru fiind cu atat mai important cu cat avem de-a face cu combustibil solid, atunci cand cantitatea de combustibil introdusa in cazan nu poate fi masurata exact si continuu. Utilizarea semnalului de caldura 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.

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

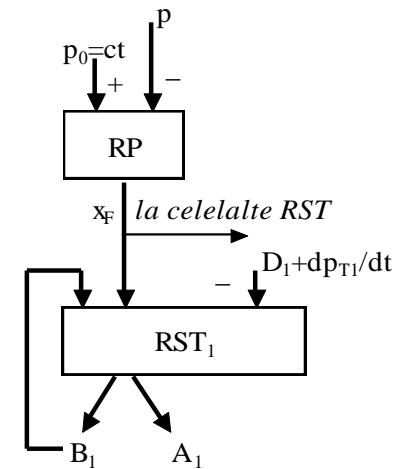
4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului

□ 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)

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

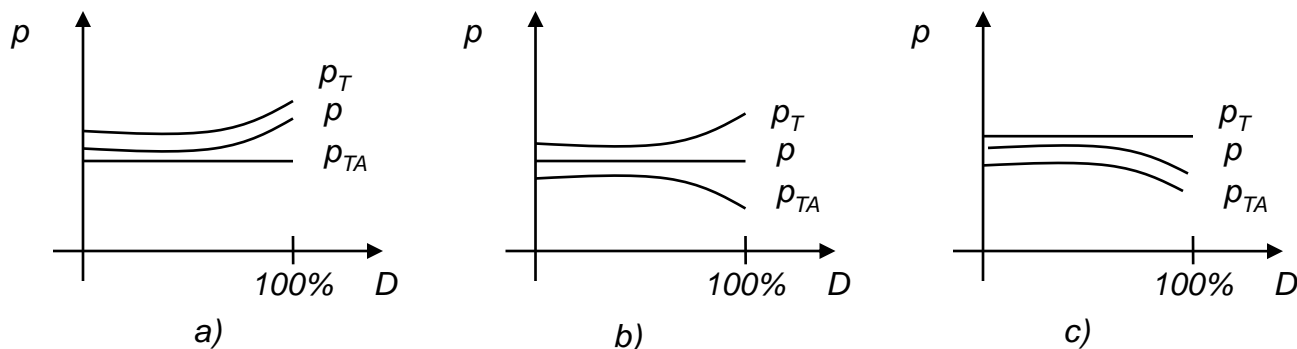
a) Reglarea presiunii aburului

- ❑ **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 ($p_T \approx ct$)

4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

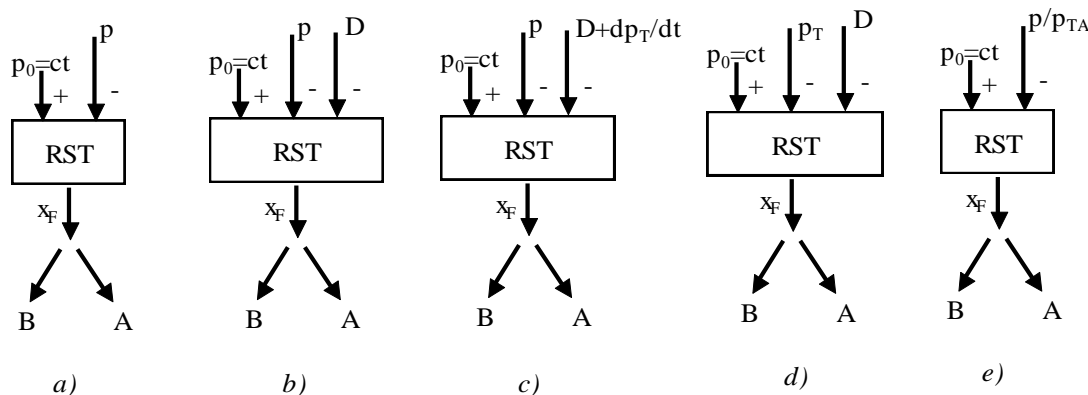
4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului



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

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



4.1. Automatizare cazanelor cu circulatie naturala (cu tambur)

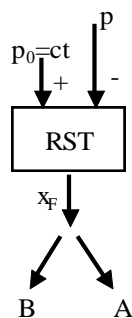
4.1.1. Reglarea automata a procesului de ardere

a) Reglarea presiunii aburului

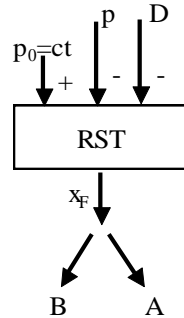
In var. a regulatorul cazanului comanda intensitatea focului si asigura mentinea constanta a presiunii aburului la iesirea din cazan, dupa o lege statica in cazul unui regulator de tip P, respectiv astatica in cazul unui regulator PI sau PID. Schema nu are performante suficiente de bune la comportari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

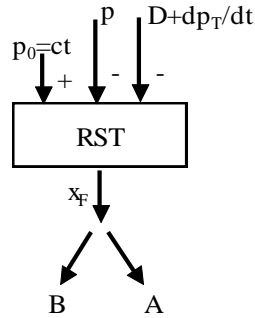
Varianta d asigura o presiune constanta in tamburul cazanului ceea ce poate fi impus in anumite cazuri de conditiile constructive ale cazanului, iar in *varianta e* se asigura un raport constant intre presiunea aburului la iesirea din cazan si presiunea acestuia la intrarea in turbina.



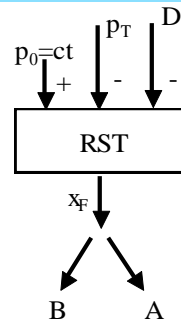
a)



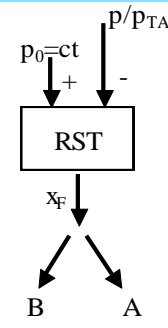
b)



c)



d)



e)