

Automatizarea proceselor energetice

PROF.DR.ING. IOANA FĂGĂRĂȘAN

Ș.L.DR.ING. NICOLETA ARGHIRA

<http://shiva.pub.ro/cursuri/automatizarea-proceselor-energetice/>

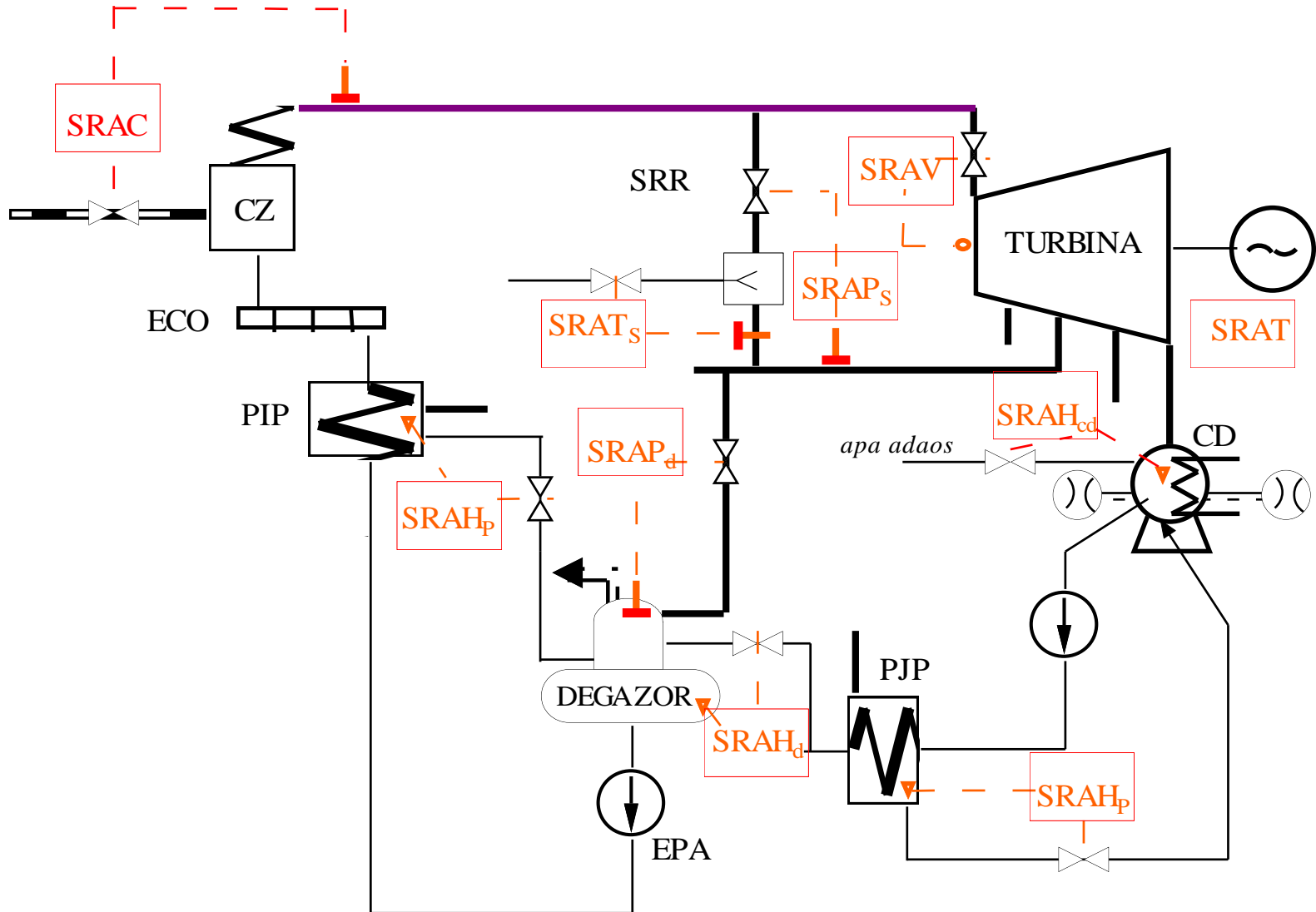
Bibliografie

- ILIESCU S.St., Ioana FĂGĂRĂȘAN – **Automatizarea centralelor electrice**, Ed. Printech, 2005, Bucuresti.
- ILIESCU S.St., **Teoria reglării automate**, Ed. PROXIMA, București 2006, ISBN 973-7636-15-5
- MIHOC D., ILIESCU S.St., FĂGĂRĂȘAN Ioana, ȚĂRANU Gh., **Conducerea și automatizarea instalațiilor energetice**, 110 pagini, Editura Printech, București, ISBN (10) 973-718-497-1, ISBN (13) 978-973-718-497-9 , 110 pg., 2006
- MIHOC D., ILIESCU S.St., FĂGĂRĂȘAN Ioana, ȚĂRANU Gh., MATEI G., **Automatizări electro- și termoenergetice**, Ed. PRINTECH, București, ISBN: 978-973-718-936-3, 180 pg., 2008;

Conducerea și automatizarea instalațiilor energetice



Schema termomecanica simplificata a unei centrale si sistemele de reglare automata aferente



Cuprins:

1. Introducere in automatizari

1. 1. Tipuri de scheme tehnologice

1. 2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE

1. 3. Elemente de algebră booleană utilizate pentru comanda automată a SEE

1.4. Sisteme cuplate rigid la iesire.

Partea I: AUTOMATIZAREA SUBSISTEMULUI TERMOMECHANIC DINTR-O TERMOCENTRALA

2. Procese si instalatii intr-o termocentrala

2.1. Principalele circuite si agenti de lucru. Clasificari.

2.2. Cerintele impuse SRA dintr-o termocentrala.

2.3. Influenta circuitului termic al centralei asupra conditiilor impuse automatizarii.

Cuprins:

3. Automatizarea cazanelor de abur.

3.1. Consideratii generale

3.2. Automatizarea cazanelor de abur cu circulatie naturala (cu tambur)

3.2.1. Cazanul de abur ca obiect reglat

3.2.2. Reglarea automata a procesului de ardere

3.2.3. Reglarea automata a alimentarii cu apa.

3.2.4. Reglarea automata a temperaturii aburului supraincalzit.

3.2.5. Reglarea automata a purjei.

3.3. Automatizarea cazanelor de abur cu strabatere fortata

3.3.1. Cazanul de abur ca obiect reglat

3.3.2. Reglarea automata a procesului de ardere si a alimentarii cu apa

3.3.3. Reglarea automata a temperaturii aburului supraincalzit

Cuprins:

4. Automatizarea turbinei si a instalatiilor anexe

- 4.1. Turbina de abur ca obiect reglat
- 4.2. Reglarea automata a turbinelor cu abur
- 4.3. Automatizarea instalatiilor aferente turbinelor cu abur
 - 4.3.1. Reglarea automata a presiunii aburului la labirinti
 - 4.3.2. Reglarea automata a condensatorului
 - 4.3.3. Reglarea automata a PIP si PJP

5. Automatizarea instalatiilor interne din centrala

- 5.1. Automatizarea instalatiilor de alimentare cu combustibil
- 5.2. Automatizarea degazorului
- 5.3. Automatizarea SRR
- 5.4. Automatizarea instalatiilor de prepararea apei de adaos

Cuprins

- **6. Sisteme de comanda automata. Protectii tehnologice ale turbinei**
- **Partea a II-a: AUTOMATIZAREA UNEI CENTRALE NUCLEARO-ELECTRICE**
- **7. Automatizarea centralelor nuclearo-electrice**
- 7.1. Reactorul nuclear ca obiect al reglarii
- 7.2. Reactii interne si externe
- 7.3. Prezentarea generala a sistemului de conducere a partii nucleare a unei unitati CANDU – PHWR

Cuprins:

Partea a III-a: AUTOMATIZAREA SUBSISTEMULUI ELECTRIC DINTR-O CENTRALA ELECTRICA

8. Subsistemul de conducere dintr-o centrala electrica

8.1. Concepte de conducere

8.2. Functiile sistemului de conducere

8.3. Sisteme de protectie, blocaj, comanda si semnalizare

8.4. Structuri de conducere.

1. Introducere în automatizări

1. 1. Tipuri de scheme tehnologice

1. 2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE

1. 3. Elemente de algebră booleană utilizate pentru comanda automată a SEE

1.4. Caracterizarea generală a proceselor energetice

1.5. Sisteme cuplate rigid la ieșire.

Ce este automatizarea?

□ **Automatizarea** unui proces presupune alegerea si dimensionarea celor mai eficiente mijloace tehnice care asigura desfasurarea procesului in conformitate cu cerintele de performanta impuse.

□ ***Adoptarea unei solutii adecvate de automatizare presupune:***

- cunoasterea cat mai completa a evolutiei procesului;
- cunoasterea restrictiilor tehnologice in care acesta evolueaza;
- proiectarea si alegerea unei solutii atat ca structura conceptuala, cat si ca echipamente de automatizare care sa permita conducerea procesului dupa strategii prestabilite, asigurandu-se functionarea echipamentelor la parametrii doriti, cu satisfacerea criteriilor de performanta impuse intregului sistem de conducere.

1. Introducere în automatizări

1. 1. Tipuri de scheme tehnologice

Scheme tehnologice cu automatizări (P&ID)










Process/Piping and Instrumentation Diagram (P&ID): în care sunt reprezentate atât elementele instalației automatizate, legăturile lor funcționale, cât și elementele și circuitele instalației de automatizare.

[Exemplu P&ID](#)

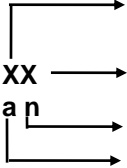
1. Introducere în automatizări

1.1. Tipuri de scheme tehnologice

Scheme tehnologice cu automatizări (P&ID)

Simbol	Semnificație	Simbol	Semnificație	Simbol	Semnificație
	comandă de la distanță (închis, deschis, stop)		comandă de la distanță (pornit/oprit, crește/scade)		element de comutare automat-manual (pentru reglarea referinței în bucla de reglare: A-referința culeasă din proces; M-referință modificată manual)
	aparat local		traductor, detector		aparat montat pe panou sau pupitru în CCT – camera de comandă tehnică (contur operativ)
	aparat montat în panou local		aparat montat în dulap neoperativ		semnal analogic (binar) transmis la calculatorul de proces

Sursa: ISA – www.isa.org

- 
- prima literă (primele litere) reprezintă simbolul parametrului măsurat
 - a doua literă (ultimele litere începând cu a doua) reprezintă simbolul funcției aparatului
 - cifră reprezentând numărul aparatului în buclă
 - litere având următoarea semnificație : **b** = buton; **g** = aparat indicator; **f** = traductor; **u** = aparat calcul

1. Introducere în automatizări

1. Tipuri de scheme tehnologice

Scheme tehnologice cu automatizări (P&ID)

Cele mai utilizate simboluri ale parametrilor și funcțiilor sunt :

	<u>simboluri parametri</u>		<u>simboluri funcții</u>
A	calitate (pH, μ S)	I	indicare
F	debit	R	înregistrare
L	nivel	Q	contorizare
P	presiune	A	semnalizare
T	temperatură	S	protecție
Y	turație	Y	calcul
Z	poziție	T	transmitere la distanță
V	vibrații	E	element sensibil (detector)
U	deplasare	C	reglare
X	dilatare relativă	W	priză pentru măsurători de probă
		K	referință

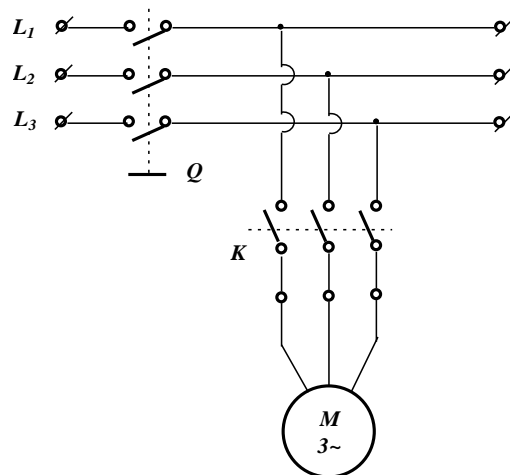
1. Introducere în automatizări

1. Tipuri de scheme tehnologice

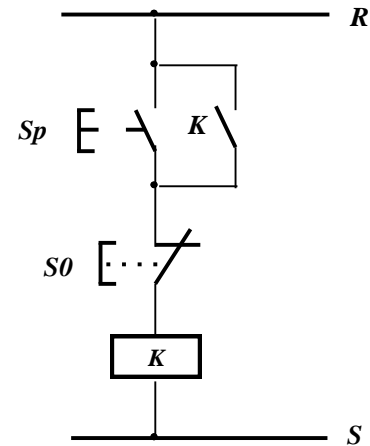
Scheme desfășurate

Scheme desfășurate: reprezintă legăturile dintre aparate sau dintre elementele componente ale acestora, care permit înțelegerea și urmărirea funcționării efective a circuitelor electrice;

Partea de forță



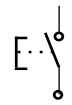
Partea de comandă



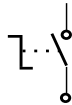
1. Introducere în automatizări

1.1. Tipuri de scheme tehnologice

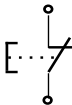
- Semne convenționale IEC folosite pentru schemele instalațiilor electrice



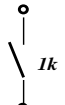
Buton normal deschis actionat prin impingere cu revenire



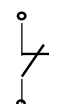
Buton normal deschis actionat prin rotire cu mentinerea pozitiei



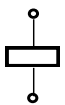
Buton normal inchis actionat prin impingere (apasare) cu revenire



Contact de releu sau contactor normal deschis



Contact de releu sau contactor normal inchis



Bobina de contactor principal sau releu intermediar



Contactor



Contactor asociat cu relee de suprasarcina

1. Introducere în automatizări

1.1. Tipuri de scheme tehnologice

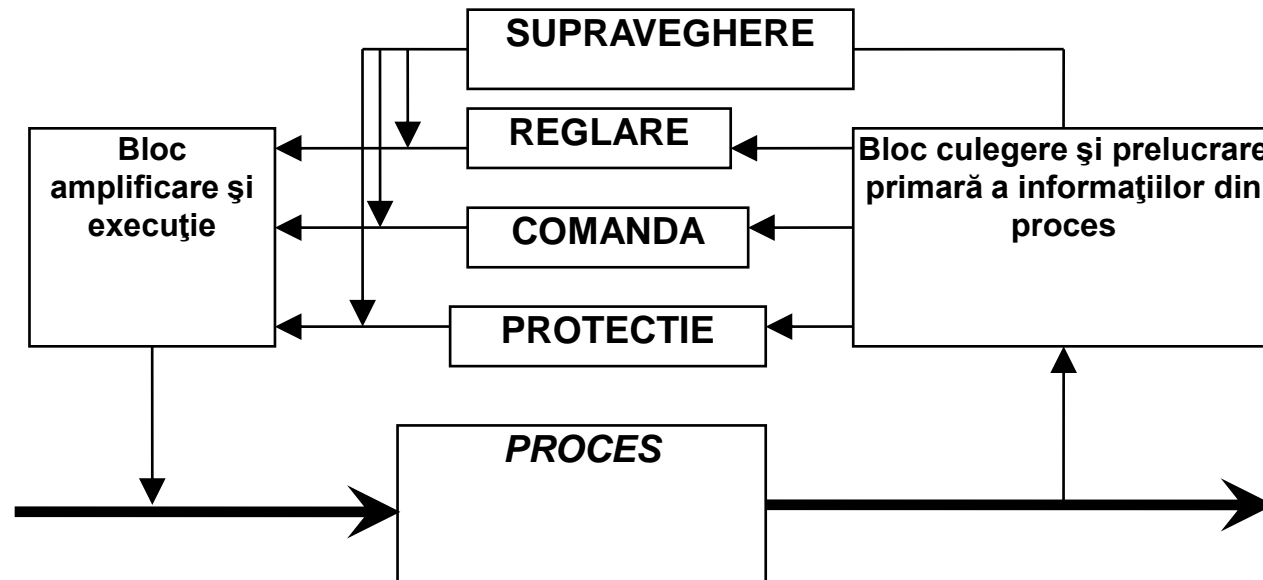
- *Scheme de montaj*

Scheme sau tabele de conexiuni interioare: pe baza cărora se execută legăturile dintre aparate, precum și legăturile dintre aparate și șirurile de cleme din interiorul tablourilor sau pupitrelor de comandă.

Schemele sau tabelele de conexiuni exterioare: pe baza cărora se execută legăturile dintre echipamente și aparatele locale (traductoare, butoane de comandă, acționări, etc.)

1. Introducere în automatizări

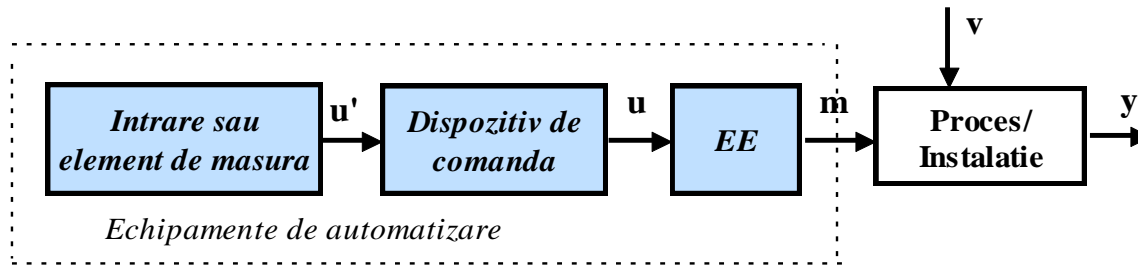
1.2. Elemente de TRA cu aplicatii pentru SEE



1. Introducere în automatizări

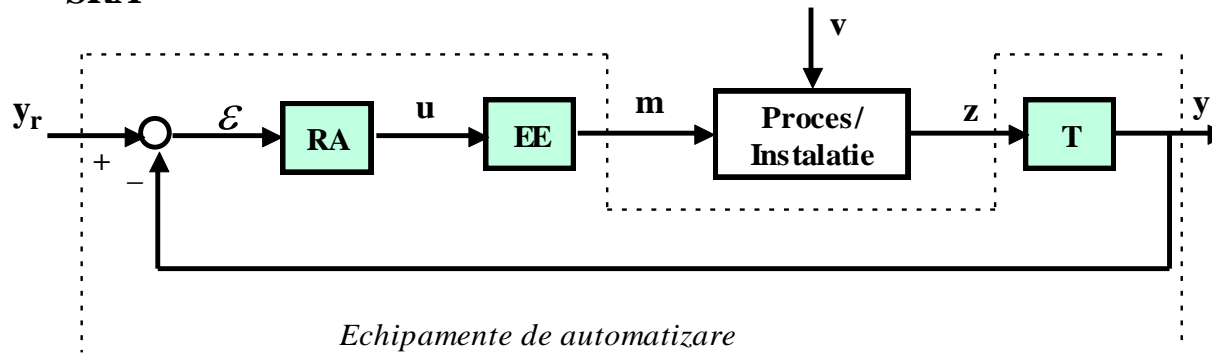
1. Elemente de TRA cu aplicatii pentru SEE

SCA



Componentele SA:
RA=regulator automat
EE=element de executie
T=traductor

SRA



Marimi:
y=masura *u=comanda;*
y_r=referinta *m= executie;*
ε= eroare *z= calitate*
v=perturbatie

1. Introducere în automatizări

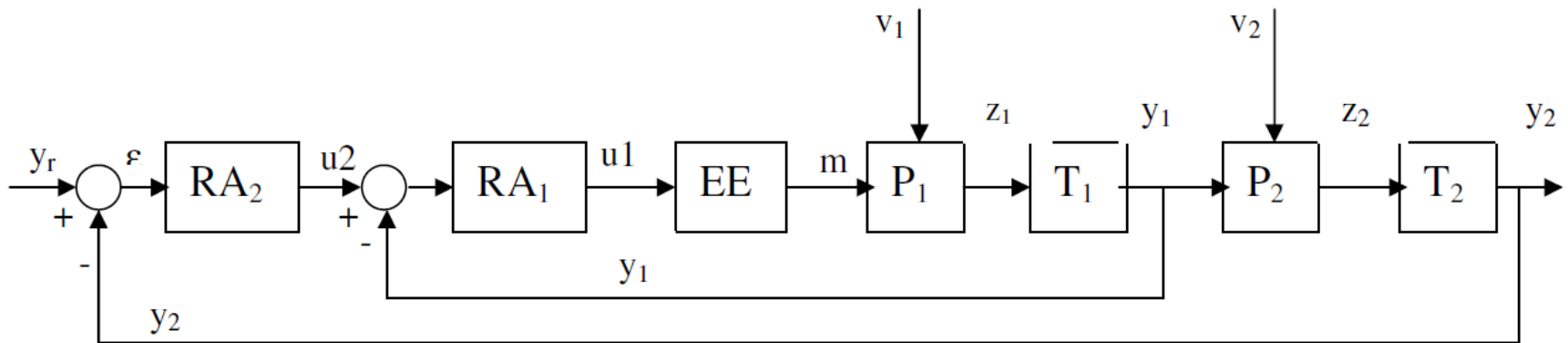
1.2. Elemente de TRA cu aplicatii pentru SEE

Sistemul de comandă automată	Sistemul de reglare automată
<ul style="list-style-type: none">- acțiune în circuit deschis- acționează numai asupra perturbațiilor cunoscute- nu sunt probleme deosebite în ceea ce privește stabilitatea ansamblului (poate să nu fie instabilă în măsura în care sistemul comandat este el însuși stabil)	<ul style="list-style-type: none">- acțiune în circuit închis (bucla de reglare)- se poate acționa asupra tuturor perturbațiilor- poate deveni instabil chiar dacă y_r și v sunt mărginite

1. Introducere în automatizări

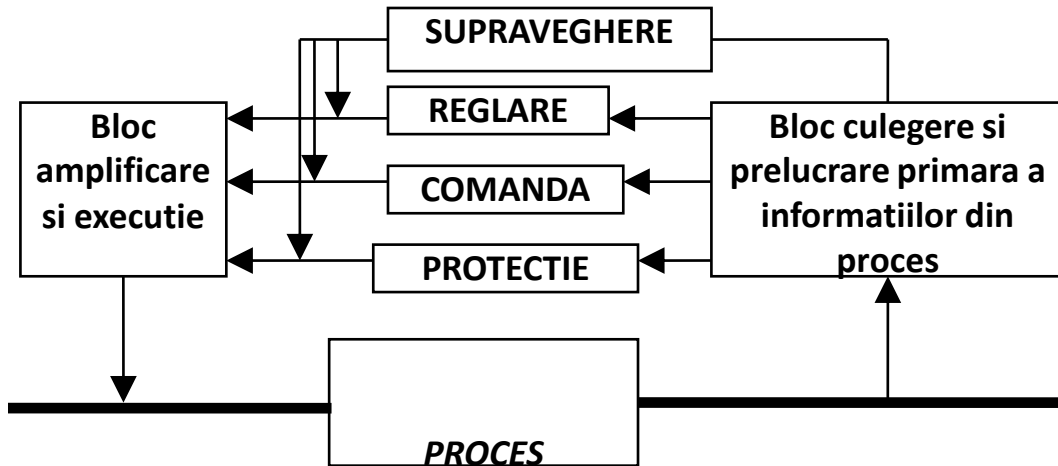
1.2. Elemente de TRA cu aplicatii pentru SEE

Sistem de reglare in cascada



1. Introducere în automatizări

1.2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE

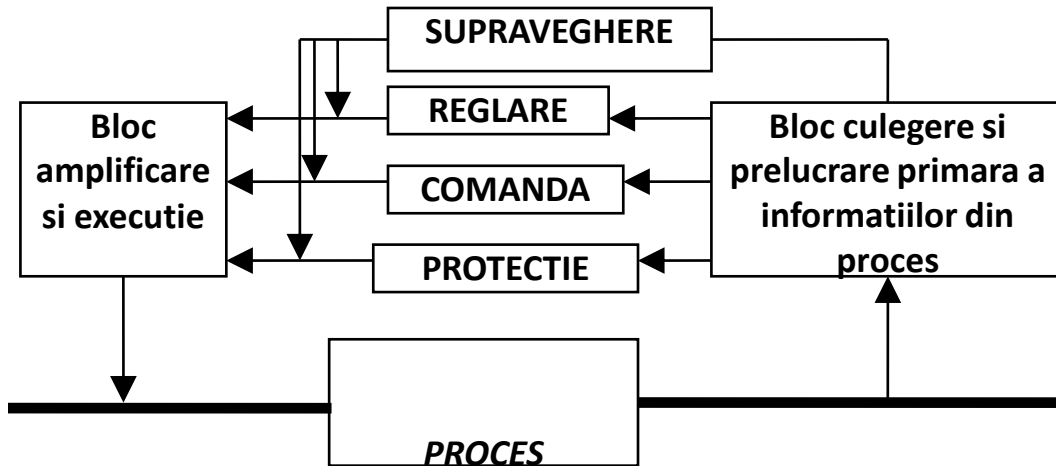


Procesul de automatizat si sistemul de conducere a proceselor

Dispozitivele de reglare sesizeaza continuu (masoara) marimea reglata, o compara cu o alta marime, marimea de referinta (sau de conducere) si în functie de rezultatul acestei comparatii se intervine în sensul aducerii marimii reglate la valoarea celei de referinta. Modul de actiune mai sus mentionat are loc într-un circuit închis numit si bucla de reglare. Reglarea automata se realizeaza fara participarea omului, cu ajutorul reguletoarelor automate.

1. Introducere în automatizări

1.2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE



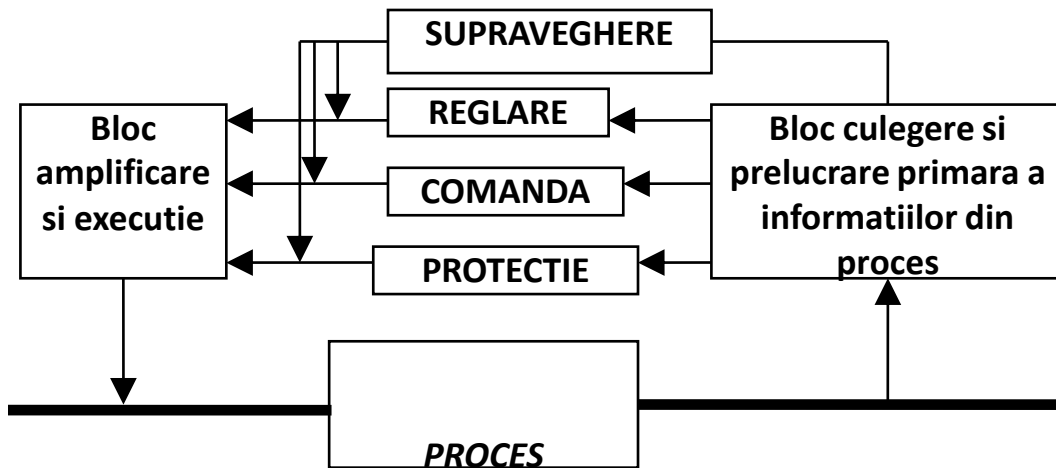
Procesul de automatizat si sistemul de conducere a proceselor

Dispozitivele de comanda influenteaza marimile de iesire, în functie de marimile de intrare, pe baza legitatilor specifice sistemului. O caracteristica a procesului de comanda este evolutia lui în circuit deschis, printr-un element de transfer individual sau printr-un lant de elemente de comanda.

Mecanismele de protectie asigura tratarea cu caracter prioritar asupra comenzii permitând prevenirea evolutiilor considerate periculoase pentru echipamente si personalul de exploatare.

1. Introducere în automatizări

1.2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE



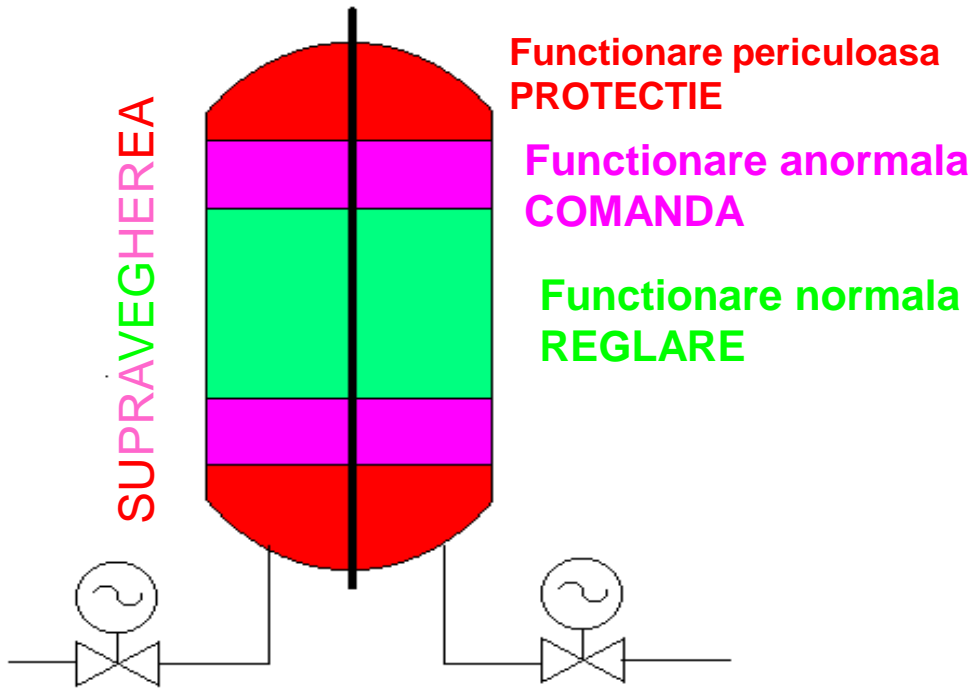
Procesul de automatizat si sistemul de conducere a proceselor

Prin **supraveghere** se intelege achizitia datelor provenite din proces (masuratori), prelucrarea si afisarea informatiilor, arhivare si semnalizare.

In cazul sistemelor complexe supravegherea se poate face pe mai multe nivele, ingloband in acat caz si functiile de reglare, comanda si protectie.

1. Introducere în automatizări

1.2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE



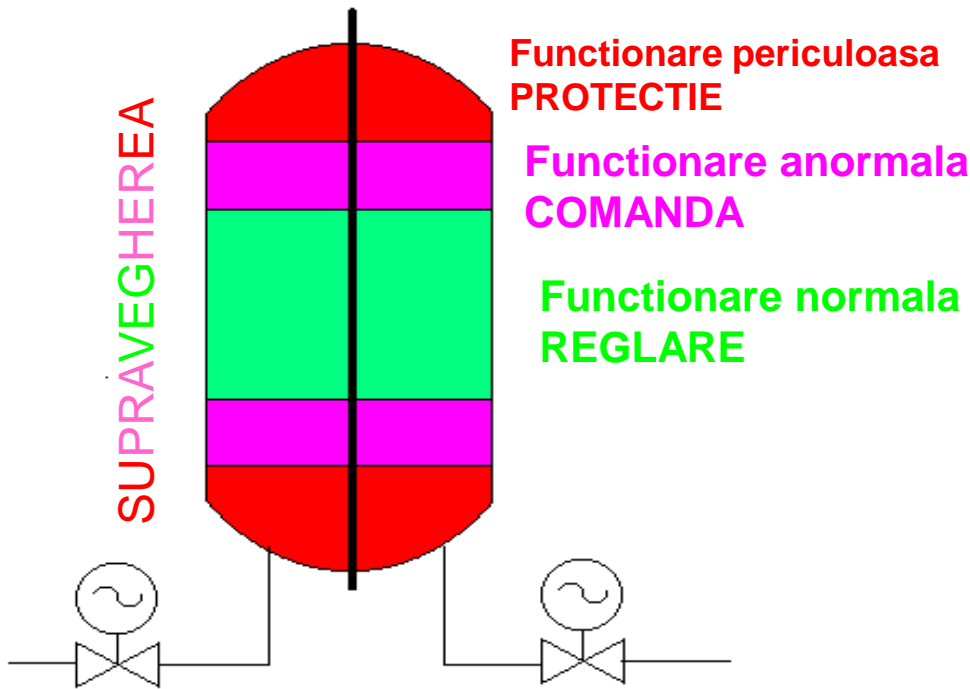
Funcțiile sistemului de conducere a proceselor pe domenii de funcționare a instalațiilor

Prin **supraveghere** se înțelege achiziția datelor provenite din proces (măsuratori), prelucrarea și afișarea informațiilor, arhivare și semnalizare.

În cazul sistemelor complexe supravegherea se poate face pe mai multe nivele, înglobând în acest caz și funcțiile de reglare, comandă și protecție.

1. Introducere în automatizări

1.2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE



Funcțiile sistemului de conducere a proceselor pe domenii de funcționare a instalațiilor

Semnalizarea constă în indicarea optică și acustică:

- ❑ a schimbării modului de funcționare a unei instalații (semnalizare de poziție sau funcționare),
- ❑ a apariției unei funcționări necorespunzătoare care poate conduce la avarii (semnalizare preventivă)
- ❑ sau la apariția propriu-zisă a avariei (semnalizare de avarie).

1. Introducere în automatizări

1.2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE

Tipuri de SRA:

- **Sisteme de rejecție a perturbațiilor**
- **Sisteme de urmărire (cu referință variabilă)**

Sisteme de rejecție a perturbațiilor (cu referință fixă): în acest caz, SRA asigură funcționarea procesului într-un regim staționar fixat prin $y_r(t)=ct$, indiferent de acțiunea perturbațiilor aditive;

Sisteme de urmărire (cu referință variabilă): funcția de reglare are ca efect final urmărirea cât mai fidelă de către mărimea măsurată a mărimii de referință;

1. Introducere în automatizări

1.2. Elemente de TRA cu aplicații pentru SEE

Performanțe SRA:

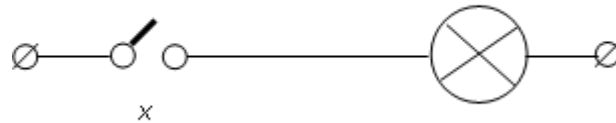
- ***Eroare staționară***
- ***Suprareglaj***
- ***Durata regimului tranzitoriu***

1. Introducere în automatizări

1.3. Elemente de algebră booleană utilizate pentru comanda automată a SEE

- **NOTIUNI DE ALGEBRA BOOLEANA**

- Teoria schemelor de comutație se bazează pe algebra logicii sau algebra booleană (de la creatorul acesteia, matematicianul *George Boole*, 1815-1864).



- Principiul aplicării algebrei booleane în studiul circuitelor de comutație:
- Contact “deschis” $x=0$, becul “stins” $B=0$;
- Contact “închis” $x=1$, becul “aprins” $B=1$;

1. Introducere în automatizări

1.3. Elemente de algebră booleană utilizate pentru comanda automată a SEE

- **NOTIUNI DE ALGEBRA BOOLEANA**

- Se definesc:

a	b	a+b	a·b
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1

- **Conjunctia** •

- **Disjunctia** +

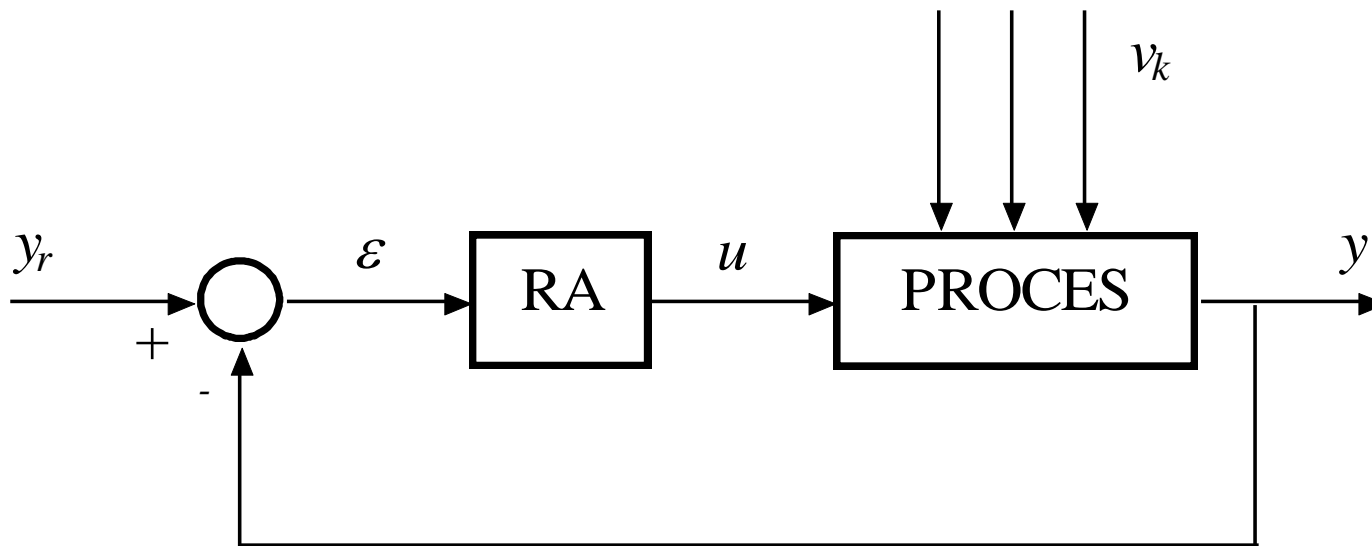
- **negatie** ---

a	\bar{a}
0	1
1	0

1. Introducere în automatizări

1.4. Sisteme cuplate rigid la ieșire

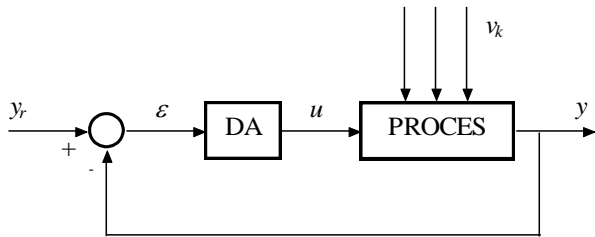
SRA supus la perturbații



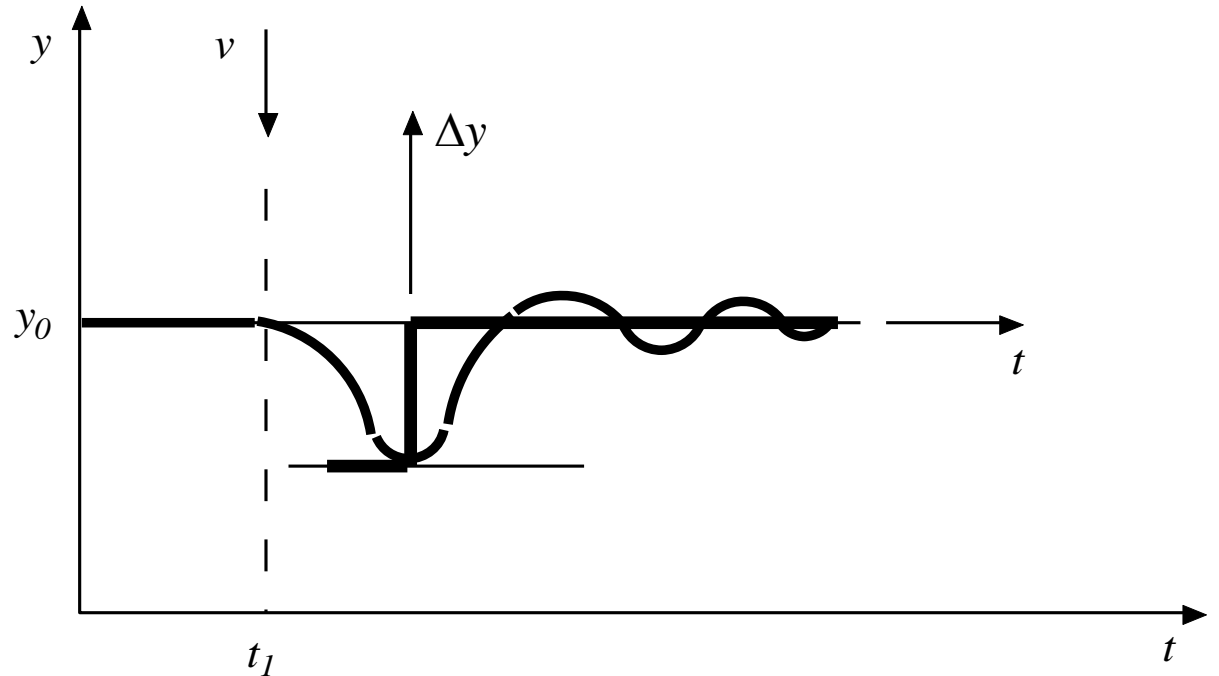
1. Introducere în automatizări

1.4. Sisteme cuplate rigid la ieșire

SRA supus la perturbații



Influența mărimii perturbatoare asupra mărimii de ieșire



1. Introducere în automatizări

1.4. Sisteme cuplate rigid la ieșire

$$y_s = f(v_1, \dots, v_n) \begin{cases} \frac{\partial y_s}{\partial v_k} = S_k \neq 0 & \text{sistem de reglare } \mathbf{static} \\ \frac{\partial y_s}{\partial v_k} = S_k = 0 & \text{sistem de reglare } \mathbf{astatic} \end{cases}$$

$S_k = \mathbf{grad\ de\ statism}$

$y_s = \mathbf{mărim\ ea\ de\ ieșire\ în\ regim\ staționar}$

1. Introducere în automatizări

1.4. Sisteme cuplate rigid la ieșire

SRA astatice sunt sisteme fără eroare staționară, ele funcționând după o lege de comandă care conține o componentă integrală, deci PI sau PID

SRA statice sunt sisteme cu eroare staționară diferită de zero (atât pentru y_r cât și pentru v), ele funcționând după o lege de comandă de tipul P sau PD.

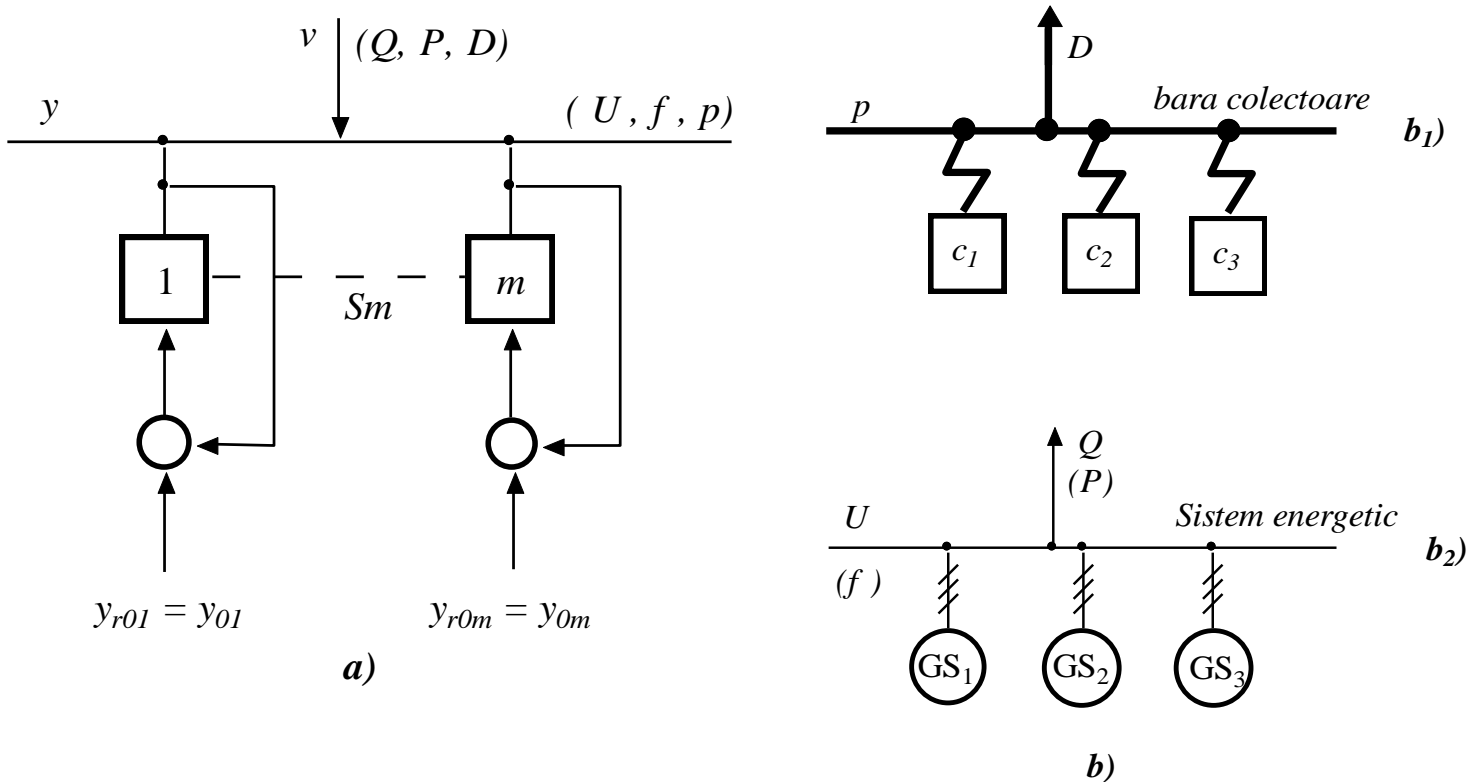
$$y_0 - y_s = S \cdot v$$

$$\varepsilon_s = S \cdot v$$

1. Introducere în automatizări

1.4. Sisteme cuplate rigid la ieșire

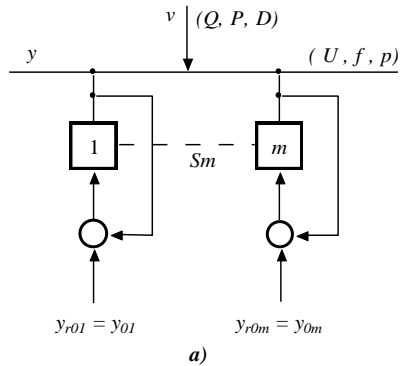
- Repartiția mărimii perturbatoare la SRA funcționând cuplate rigid la ieșire



D - Debit de abur
 p - Presiunea aburului
 pe bara colectoare
 f - Frecventa
 U - Tensiunea pe bara
 Q - Puterea reactiva
 P - Puterea activa

1. Introducere în automatizări

1.4. Sisteme cuplate rigid la ieșire



- Repartiția mărimii perturbatoare la SRA funcționând cuplate rigid la ieșire

A. cele m SRA statice => funcționare statică

$$S_{ech}^{\Delta} = \frac{1}{\sum_1^m \frac{1}{S_k}}$$

- **B. un SRA astatic, restul statice =>**
perturbația este preluată de grupul astatic

Linkuri utile/interesante

- - Eurel Young Engineers Seminar:
- <http://www.eurel.org/home/Events/YES/Pages/YES.aspx>
- - **Societatea Inginerilor Energeticieni din Romania - Filiala Bucuresti Tineret**
- **Facebook: SIER Bucuresti Tineret**
- - **IEEE Power and Energy Society, Control Systems Society**
- <http://www.ieee-pes.org/>
- <http://www.ieeecss.org/>
- - **ENTSOE: European Network of Transmission System Operators for electricity: <https://www.entsoe.eu/>**

Contact

- **Nicoleta ARGHIRA**
- Birou: ED212-213
- Mail: nicoleta.arghira@aii.pub.ro