

GRUP ȘCOLAR „AUREL VLAICU” LUGOJ
FILIERA : TEHNOLOGICĂ
PROFILUL : TEHNIC
SPECIALIZARE : TEHNICIAN ÎN AUTOMATIZĂRI

**LUCRARE PENTRU OBTINEREA
CERTIFICATULUI DE COMPETENȚE
PROFESIONALE**

COORDONATOR: ING. JOLDEȘ VIOREL

ABSOLVENT:
OCOLEANU MARIUS
Clasa a XII – a A

2007

TEMA LUCRĂRII

Elemente de Teorie SRA

ABSOLVENT:

**Ocoleanu Marius Andrei
CLS XII A**

Cuprins:

Generalitati 1.1.....	pagina 2-8
Clasificarea sistemelor de reglare automata 1.2.....	pagina 9-15
Regimurile de functionare a sistemelor de reglaj automat 1.3.....	pagina 16
Performantele sistemelor de reglaj automat 1.4	pagina 17
Bibliografie.....	pagina 20

Capitolul 1

ECHIPAMENTE ELECTRONICE DE AUTOMATIZARE

1 ELEMENTE DE TEORIA SISTEMELOR DE REGLARE AUTOMATĂ

1.1 Generalități

Prin automatizarea proceselor de producție se urmărește eliminarea intervenției directe a omului în aceste procese, asigurându-se desfășurarea lor în conformitate cu anumite cerințe impuse, fără intervenția operatorului.

Principalele avantaje ale automatizării constau în:

- creșterea productivității muncii;
- îmbunătățirea calității muncii;
- reducerea efortului intelectual depus de oameni în cadrul procesului de producție.

În structura oricărei instalații automatizate se disting:

- instalația tehnologică;
- dispozitivul de automatizare

Instalația tehnologică cuprinde ansamblul utilajelor în care se desfășoară procesul tehnologic iar dispozitivul de automatizare reprezintă totalitatea elementelor care asigură automatizarea instalației tehnologice. Instalația tehnologică împreună cu dispozitivul de automatizare formează sistemul automat.

Cele mai simple sisteme automate sunt sistemele de comandă automata; un asemenea sistem este reprezentat în figura 1.1, unde:

S1 (IT) reprezintă instalația tehnologică:

S2 – dispozitivul de automatizare.

Semnalele (curenți sau tensiuni) care apar la ieșirile sau intrările blocurilor din sistem sunt:

- u – mărimea de comandă;

m – mărimea de execuție;
 y – mărimea de ieșire.

Modificarea după dorință a mărimii de ieșire y se obține prin modificarea mărimii de comandă u fără intervenția directă a operatorului uman asupra instalației tehnologice.

De exemplu, în cazul instalației de comandă a turației unui motor electric de curent continuu din figura 1.2,

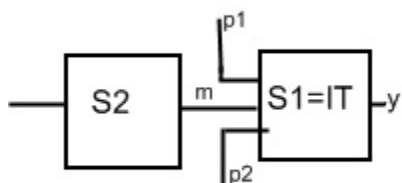


Fig 1.1 sistem de comandă automată

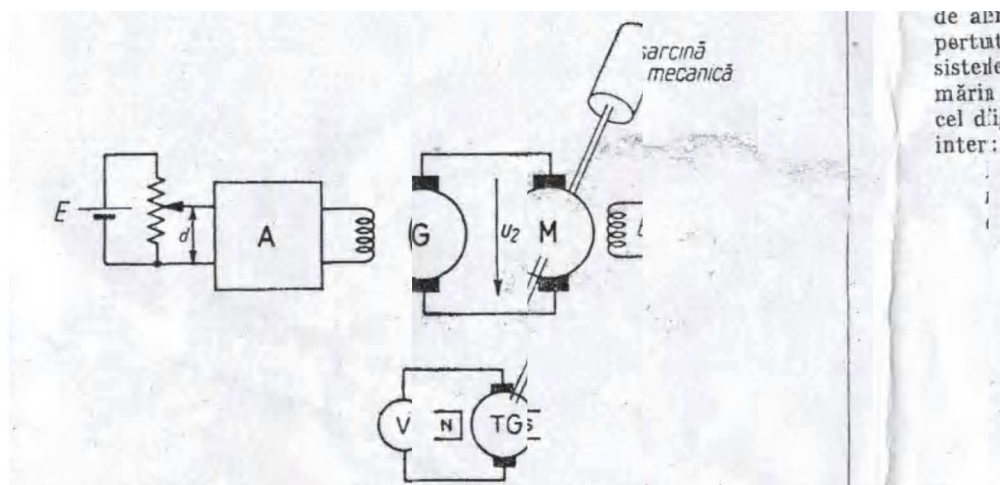


Fig. 1.2 Sistem de comandă a turației unui motor de curent continuu.

mărimea de comandă este deplasarea d a cursorului față de capătul inferior al potențiometrului, mărimea de execuție este tensiunea U_2 aplicată motorului iar mărimea de ieșire poate fi considerată turația motorului M sau tensiunea dată de tahogeneratorul TG și proporțională cu această turație. Instalația tehnologică o constituie motorul iar dispozitivul de automatizare este format din amplificatorul A și generatorul G . Turația motorului este mărită sau micșorată după cum cursorul potențiometrului este deplasat în sus sau în jos. Există, așadar, o lege de dependență $y=f(u)$



Fig. 1.3 Reprezentarea echivalentă a sistemului de comandă din fig 1.2

O altă reprezentare mai detaliată a instalației de comandă din figura 1.2 este dată în figura 1.3, unde $Tr1$ și $Tr2$ poartă numele de traductoare. Traductoarele convertesc o mărime neelectrică oarecare (deplasare, presiune, temperatură e.t.c.) într-o mărime electrică (tensiune, current, rezistență e.t.c.). În cazul de față, s-a notat cu $Tr1$, potențiometrul care transformă deplasarea cursorului în tensiunea de intrare a amplificatorului A și cu $Tr2$ tahogeneratorul care convertește turația motorului în tensiune continuă. S-a notat prin EE (element de execuție) generatorul de tensiune continuă G .

Reprezentarea tipizată din figura 1.3, poate fi folosită pentru majoritatea sistemelor de comandă automată, semnificația elementelor componente fiind, desigur, diferită de la caz la caz.

În realitate, legea de dependență a mărimii de ieșire în funcție

de mărimea de intrare, $y=f(u)$, poate fi afectată de diferite mărimi perturbatoare. În cazul sistemului din figura 1.2, de plidă, sarcina mecanică poate varia, tensiunea de alimentare a potențiometrului se poate modifica. Efectul acestor mărimi perturbatoare, notate cu P1 și P2 în figura 1.1, nu poate fi corectat de către un sistem de comandă și se impune, de aceea, efectuarea unei comparații între mărimea de intrare și mărimea de ieșire. Sistemul din figura 1.1 devine astfel cel din figura 1.4 în care, pe lângă mărimile și blocurile diferite anterior mai intervin:

- EC – elementul de comparație;
- r – mărimea de referință;
- e – abaterea.

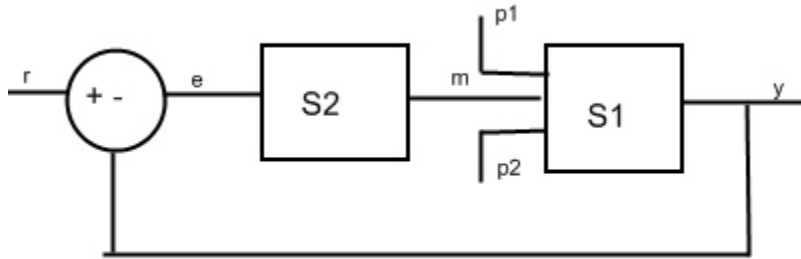


Fig 1.4 Sistem de reglare automată

În elementul de comparație se calculează diferența (abaterea e) între mărimea de referință r și mărimea de ieșire y ($e=r-y$), iar întregul sistem automat acționează astfel încât să micșoreze cât mai mult abaterea e . Legătura de la ieșire la elementul de comparație se numește legătură de reacție și, atunci când y este o mărime electrică, această legătură este pur și simplu un conductor.

Atunci când mărimea de ieșire se scade din mărimea de referință, reacția se numește negativă. Dacă elementul de comparație

s-ar fi obținut nu diferența ci suma dintre mărimile y și r , reacția s-ar fi numit pozitivă. În sistemele automate reacția este totdeauna negativă.

Sistemul din figura 1.4 se numește sistem de reglare automată și o prezentare mai detaliată a lui este dată în figura 1.5 unde:

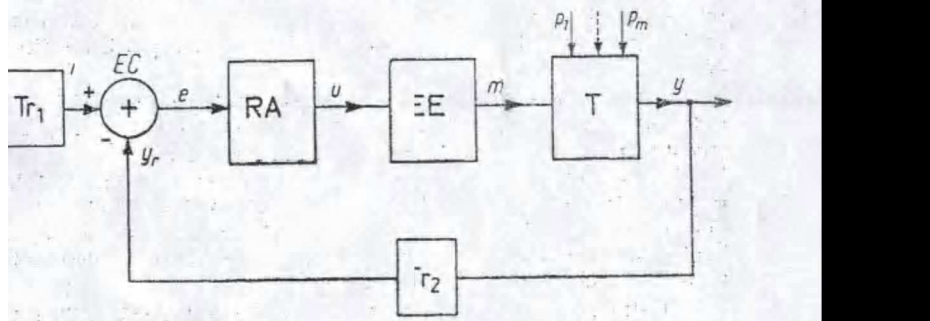


Fig 1.5 Schema bloc a unui sistem de reglare automată

- Tr_1 este traductorul de intrare necesar în situațiile în care mărimea de referință nu este o mărime electrică; el convertește r_1 (mărimea de referință neelectrică);
- EC – elementul de comparație;
- RA – regulatorul automat, asigură o anumită dependență $u=f(e)$ aleasă astfel încât variația în timp a mărimii de ieșire y să fie cât mai aproape de cea dorită;
- EE – elementul de execuție;
- Tr_2 – traducătorul de ieșire transformă mărimea de ieșire y , în cazul general de natură neelectrică, în y_r , mărimea de reacție.

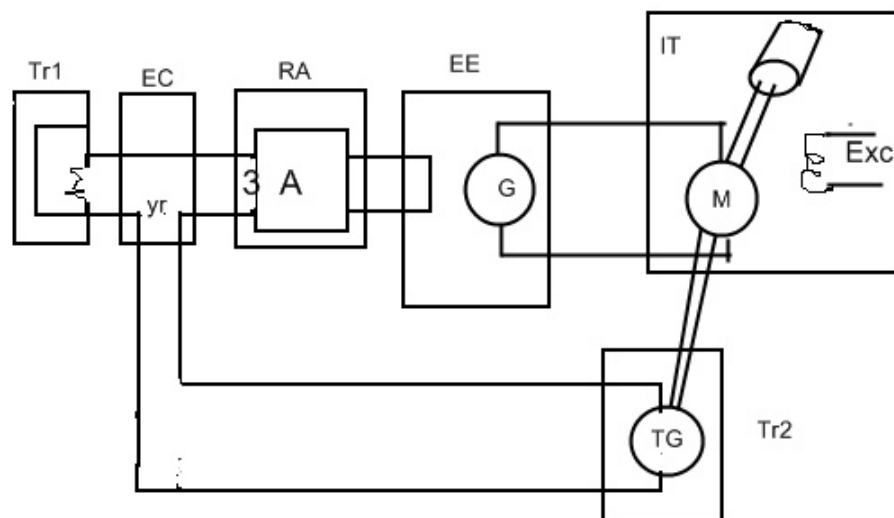


Fig. 1.6 Sistem de reglaj automat al turației unui motor de curent continuu.

Sistemul de comandă a turației unui motor de c.c. din figura 1.2 poate fi convertit în sistemul de reglare a turației unui motor de c.c. din figura 1.6 prin scăderea tensiunii tahogeneratorului din tensiunea de la ieșirea potențiometrului. Acest circuit de scădere a tensiunilor constituie chiar elementul de comparație. Corespondența dintre celelalte elemente ale acestui exemplu particular și elementele schemei generale din figura 1.5 pot fi urmărite pe desen.

Principalul avantaj al sistemelor de reglare față de sistemele de comandă automată constată în faptul că influența perturbațiilor asupra mărimii de ieșire y este mult redusă. Astfel să preupunem că din cauza unor perturbații, turația motorului crește peste valoare dorită. Tensiunea dată de tahogenerator crește crește iar diferența dintre tensiunea dată de potențimetru și tensiunea dată de tahogenerator va scade; în consecință, tensiunea de la ieșirea amplificatorului se va micșora determinând micșorarea tensiunii de alimentare a motorului și, în final, a turației lui.

O altă reprezentare a unui sistem de reglare automată (SRA) este dată în figura 1.7, a. Ea se referă la un caz mai general, conținând pe calea de reacție nu un simplu traductor, ci un regulator automat suplimentar, RA_2 . Pe calea directă, elementele componente sunt grupate într-un mod diferit. Instalația tehnologică împreună cu elementul de execuție și traductorul de ieșire alcătuiesc partea fixă F a sistemului, denumită astfel deoarece ea este impusă din start inginerului proiectant.

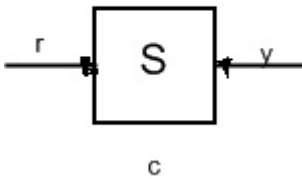
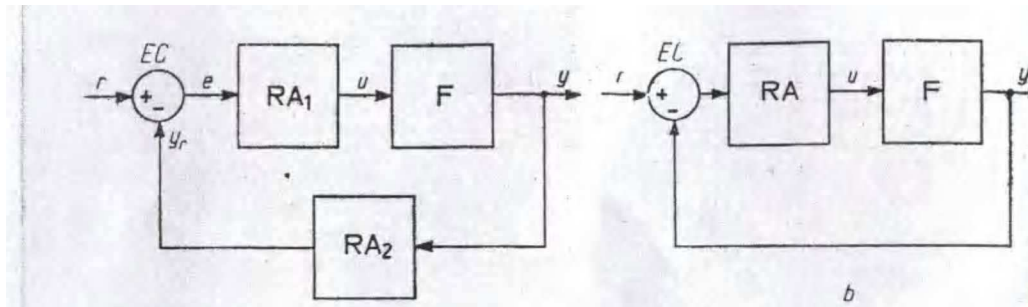


Fig. 1.7 Reprezentări echivalente ale sistemelor de reglare automată.

În cadrul teoriei sistemelor de reglare automată se demonstrează că oricare asemenea sistem poate fi echivalent cu sistemul din figura 1.7, b, având un singur regulator automat.

În figura 1.7, c este dată reprezentare globală a tuturor sistemelor din figurile anterioare, caracterizate prin aceea că au o singură mărime de intrare și o singură mărime de ieșire.

În concluzie, sistemele de reglare automată (SRA) – a căror reprezentare generală este dată în figura 1.8 – asigură o anumită variație în timp a uneia sau a mai multor mărimi de ieșire y_1, \dots, y_m ale instalației tehnologice în funcție de evoluția în timp a uneia sau a mai multor mărimi de intrare r_1, \dots, r_m . Ele sunt descrise cu ajutorul unei scheme de elemente (schema funcțională sau schema unui bloc). Elementul unui sistem automat (elementul de automatizare) este o parte componentă a unui sistem automat care îndeplinește o funcție de sine stătătoare.

1.2 Clasificarea sistemelor de reglare automată

Sistemele automate pot fi clasificate după următoarele criterii:

1. După numărul mărimilor de comandă și al parametrilor reglați se disting:
 - SRA monovariabile (cu o singură intrare și o singură ieșire) – vezi figura 8.7, c;
 - 2. După modul de variație în timp a mărimii (sau mărimilor) de referință există:
 - sisteme de stabilizare la care r este constant;
 - sisteme cu program la care r variază după un program prestabilit;

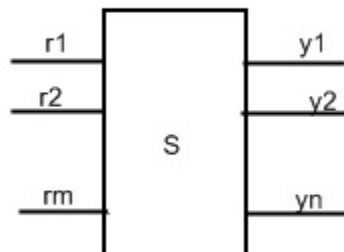


Fig 1.8 Sistem de reglare automată cu mai multe intrări și mai multe ieșiri

- sisteme de urmărire la care mărimea r variază arbitrar.

3. După dependența legii de variație $y=f(r)$ de valoarea mărimilor electrice din sistem SRA sunt:

- liniare,
- neliniare.

În cazul primelor, legea de variație $y=f(r)$ este independentă de valoare mărimilor r , e , u , y iar în cazul celor neliniare, această lege se modifică o dată cu creșterea mărimilor menționate.

4. După modul de variație în timp a mărimilor electrice principale sistemele de reglaj automat se împart în:

- SRA continue;
- SRA discrete.

În cazul SRA continue, mărimile electrice care se transmit de la un bloc la altul sunt diferite de zero pe toată axa timpului în vreme ce în sisteme discrete ele iau valori diferite de zero doar pentru anumite valori ale timpului.

5. După viteza de variație a mărimilor electrice din interiorul SRA și, în special, după viteza de variație a semnalelor din interiorul instalației tehnologice se disting:

- SRA pentru procese lente;
- SRA pentru procese rapide.

6. După gradul de adaptare a sistemelor la parametrii instalației tehnologice, există:

- SRA cu acordare fixă;
- SRA cu acordare automată (autoadaptive)

Structura și parametrii sistemelor din prima categorie sunt stabilite o dată cu proiectarea și construcția sistemului în timp ce sistemele din a doua categorie își pot modifica legea de reglare $y=f(r)$ în timpul funcționării pe baza unor informații asupra instalației tehnologice obținute prin supravegherea permanentă a acesteia.

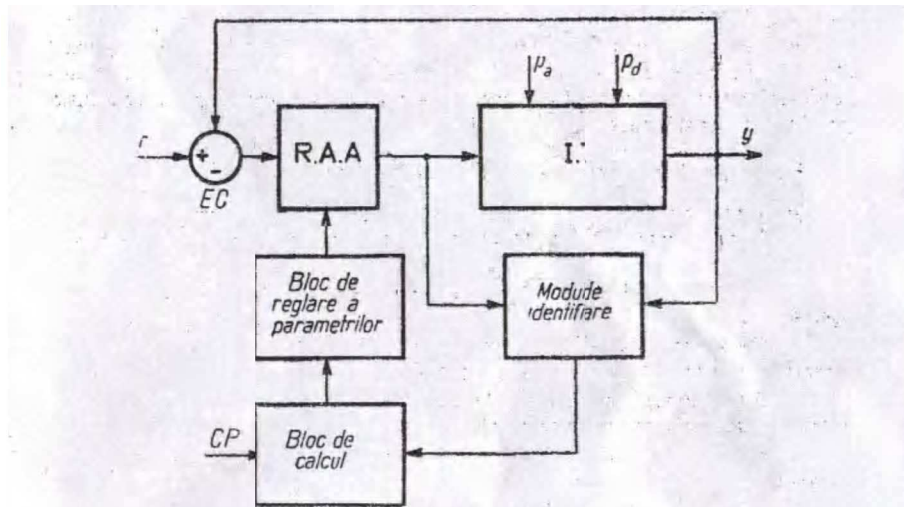


Fig 1.9 Schema bloc a unui SRA autoadaptiv.

Schema bloc a unui sistem SRA autoadaptiv este redată în figura 1.9. Regulatorul automat adaptiv (RAA) nu are parametrii constanți iar uneori nici structura fixă; împreună cu instalația tehnologică IT și elementul de comparație EC el alcătuiește un SRA. Comportarea instalației tehnologice este în permanență supravegheată de către modulul de identificare ale cărui semnale de ieșire sunt furnizate blocului de calcul. Pe baza informațiilor astfel primite și pe baza criteriului de performanță CP, în acest bloc sunt calculate valorile parametrilor RAA pe care le fixează blocul de reglare a parametrilor.

7. După caracteristicile lor constructive, SRA se divid în:
- specializate
 - unificate.

Sistemele de reglaj automat specializate sunt destinate unui anumit proces tehnologic sau, în cel mai bun caz, unei clase restrânse de procese tehnologice. Folosirea lor este limitată de următoarele dezavantaje:

- flexibilitate redusă;
- cost ridicat;
- întreținere costisitoare.

Sistemele de reglaj automat unificate se construiesc din Elemente de automatizare care se pot întreconecta în mai multe moduri deoarece semnalele (mărimile electrice) la

intrarea și la ieșirea lor variază în aceeași gamă. Cele mai utilizate game de semnal unificat sunt: $2 \div 10$ mA; $4 \div 20$ mA; $0 \div 10$ mA; $-10V \div 10V$; $0 \div 5V$; $1 \div 5V$.

Elementele de automatizare care pot intra în componența unui SRA pot fi clasificate ca în figura 1.10.

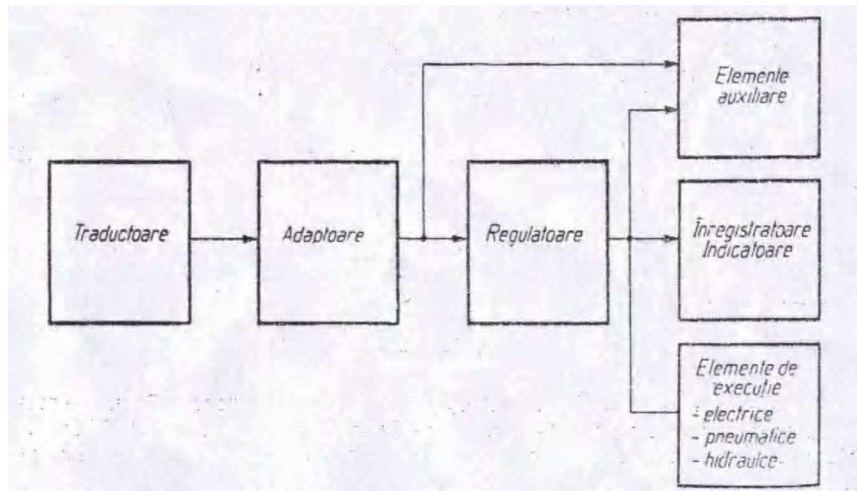


Fig. 1.10. Categoriile de elemente de automatizare care intra în competența unui sistem automat

Traductoarele convertesc diverse mărimi fizice neelectrice (presiune, temperatură, debit, pH etc.) într-o mărime electrică care nu variază în gama unificată; de aici rezultă necesitatea adaptoarelor care convertesc semnalul dat de traductor în semnal unificat. Semnalul $e(t)$ de la intrarea reglatoarelor ca și semnalul de comandă $u(t)$ de la ieșirea lor variază în gama de semnal unificat.

Reglatoarele tipizate, fabricate în cadrul sistemelor unificate asigură funcții de dependență $u=f(e)$ simple; aceste funcții de dependență denumite și ecuații de funcționare sunt prezentate în tabelul 1.1.

Tabelul 1.1. Ecuațiile de funcționare ale reglatoarelor tipizate

Tipul regulatorului	Ecuatii de funcționare
P	$u = K_R e$
PI	$u = K_R (e + \frac{1}{T_I} \int e dt)$
PD	$u = K_R (e + T_D \frac{de}{dt})$
PD ₁ D ₂	$u = K_R (e + T_{D1} \frac{de}{dt} + T_{D2} \frac{d^2e}{dt^2})$
PID	$u = K_R (e + \frac{1}{T_I} \int e dt + T_D \frac{de}{dt})$

unde:

- K_R se numeste coeficient de amplificare;
- T_I – constantă de timp integrare;
- T_D – constantă de timp derivare.

Pentru a înțelege sensul fizic al constantelor de timp și pentru a dispune de metode practice de determinare a lor, este necesar să se cunoască răspunsul reguletoarelor PI și PD în regim tranzitoriu la variații tipice ale mărimii de intrare.

Astfel considerând că la intrarea unui regulator PI se aplică un semnal treaptă:

$$e = \begin{cases} 0 & T \leq 0 \\ A & T \geq 0 \end{cases}$$

răspunsul acestuia reprezentat în figura 1.11 este de forma:

$$u = AK_R (1 + \frac{t}{T_I}).$$

Se observă că la $t = T_I$, $u = 2AK_R$; în concluzie, constanta T_I este egală cu intervalul de timp după care mărimea de ieșire a unui regulator PI se dublează în raport cu saltul din origine atunci când la intrare se aplică o mărime treptată.

În mod analog, considerând că la intrarea unui regulator PD se aplică un semnal rampă $e = At$, răspunsul acesteia (fig. 1.12) este de forma : $u = AK_R (1 + T_D t)$.

Remarcând faptul că la $t = T_D$, $u = 2AK_R T_D$ se poate afirma că T_D

este egală cu intervalul de timp după care mărimea de ieșire a unui regulator PD se dublează în raport cu saltul în origine atunci când la intrarea regulatorului se aplică un semnal rampă.

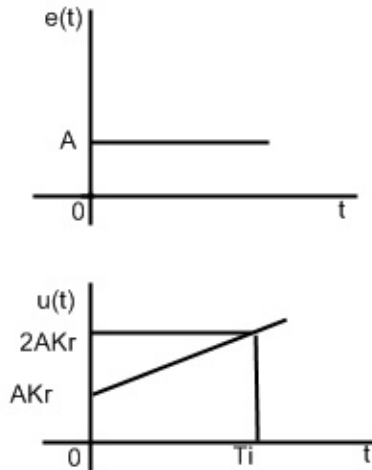


Fig. 1.11 Răspunsul regulatorului P1 la un semnal treaptă.

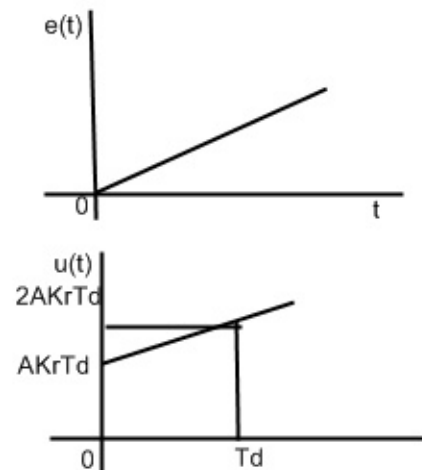


Fig. 1.12. Răspunsul regulatorului PD la un semnal rampă

Regulatele PD sunt utile pentru că ameliorează comportarea în regiuni tranzitoriu a sistemelor automate.

În practică, în locul coeficientului K_R se folosește deseori banda de proporționalitate, definită ca raportul dintre domeniul de variație a mărării de intrare (fig. 1.13) corespunzător domeniului maxim de variație a mărării de ieșire u_{\max} și domeniul maxim de variație a mărării e , e_{\max} .

Pentru un sistem unificat rezultă :

$$B\% = \frac{100}{K_r} \%$$

Rolul elementelor menționate în ultima coloană din figură 1.10 este indicată clar de denumirile lor. Elementele auxiliare, de pildă, servesc la calcul, semnalizarea, alarmă.

Echipamentele de automatizare unificate se caracterizează prin:

- înaltă flexibilitate și modularitate;
- compatibilitate cu clase largi de procese tehnologice;
- întreținerea simplificată.

8. După natura elementelor constructive folosite, sistemele de

reglaj automat pot fi:

- electronice;
- pneumatice;
- hidraulice.

În cazul ultimelor două categorii de SRA, semnalele ce se transmit de la un bloc la altul numai sunt de natură electrică ci sunt presiuni.

Este de remarcat că în România se fabrică dinainte de 1970 un sistem complet de elemente de automatizare cu semnul unificat electric și mai multe elemente de automatizare pneumatice. Cunoștințele prezentate în continuare se referă, cu excepția unor capitole, la sisteme automate monovalabile, liniare și continuu.

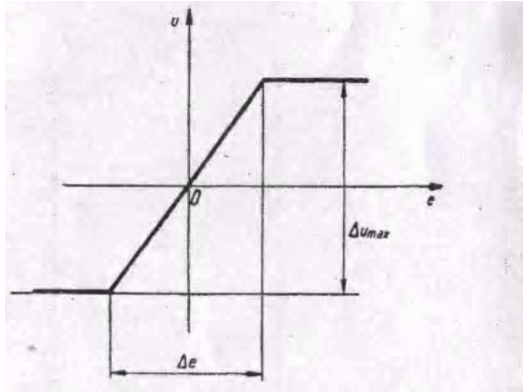


Fig 1.13. Caracteristica intrare-ieșire a unui regulator P

1.3. Regimurile de funcționare ale sistemelor de reglaj automat

Regimul normal de funcționare al unui SRA este regimul stațional definit ca regimul în care mărimile y și r au aceeași forma de variație în timp.

În timpul funcționării SRA apar, însă, variații ale mărimii de referință $r(t)$, uneori impuse chiar prin program, ca și variații ale mărimilor perturbatoare. Ca urmare a variației, în SRA apare un regim tranzitoriu în timpul căreia variația în timp a mărimii de ieșire $y(t)$ numai depinde de cea a mărimii de referință $r(t)$ și de structura sistemului. În cursul acestui regim mărimile reglate pot avea valori și variații în timp nepermise care pot aduce chiar la distrugerea instalației tehnologice comandate; de aceea, cunoașterea regimului tranzitoriu este importantă pentru a se stabili din proiectare măsuri de protecție a instalațiilor și a procesului tehnologic.

După terminarea regimului tranzitoriu, un SRA proiectat corect revine la un nou regim staționar.

1.4. Performanțele sistemelor de reglaj automat

Pentru a se putea aprecia comportarea SRA și pentru a le putea compara între ele, este necesară definirea unor indicii de calitate sau performanță. Acestea pot fi clasificate în următoarele categorii:

1 – performanțe diferite cu ajutorul curbei de variație în timp a semnalului de ieșire $y(t)$:

2 – performanțe definite cu ajutorul curbei de variație în funcție de frecvență a raportului dintre amplitudinea semnalului de ieșire și amplitudinea semnalului de referință atunci când acesta este sinusoidal, de frecvență variabilă. Această diagramă se numește răspunsul la frecvență;

3 – stabilitate.

1. Diagrama $y(t)$ depinde de variația în timp a semnalului de referință $r(t)$ și de variația în timp a perturbațiilor.

Pentru a defini performanțele SRA în raport cu intrarea se iau în considerație pentru semnalul $r(t)$ formele tipice de variație în timp din figura 1.14. Dintre acestea, principalele performanțe se definesc cu ajutorul unui semnal treaptă aplicat la intrare (vezi figura 1.14, a).

Performanțele SRA pentru variația treaptă a semnalului de la intrarea.

În această situație, semnalul de ieșire, în mod ideal, ia forma unui semnal treaptă de valoare y_i . În realitate, el variază în timp după una din curbele reprezentate în figura 1.15, stabilindu-se în final la o valoare y_{st} ($y_{stationar}$). Deci $y_{st} = \lim y$.

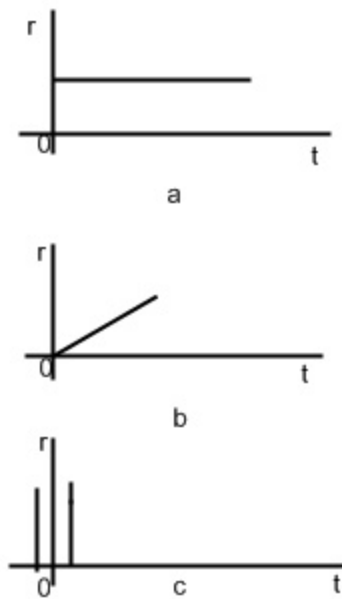


Fig 1.14. Forme tipice de variație a mărimii
De intrare al unui SRA

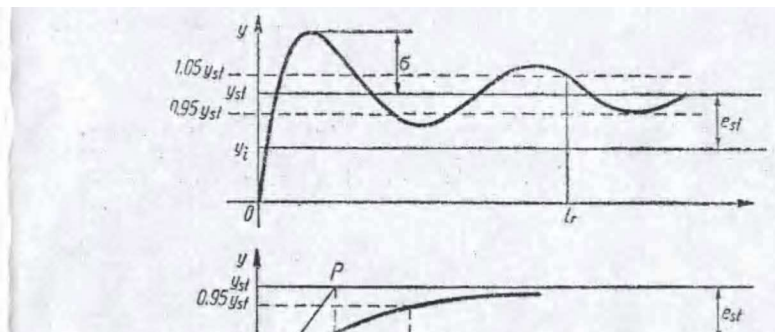


Fig. 1.15 Forme tipice de variație a semnalului de ieșire al unui SRA pentru un semnal de intrare treapta

Curba $y(t)$ poartă numele de răspuns indicial. După cum se vede, răspunsul indicat poate avea unu dintre cele trei forme din figura 1.15:

- răspuns tranzitoriu oscilant (fig. 1.15, a),
- răspuns aperiodic fără inflexiune, (fig. 1.15, b și d),
- răspuns aperiodic cu inflexiune.

Diferența dintre curba reală $y(t)$ și valoarea y_i :

$$z(t) = y(t) - y_i$$

Se numește eroare și, în cazul sistemelor bine reglate, trebuie să tindă către zero. În figura 1.15 diferența $y_{st} - y_i$ este mărită pentru a putea fi observată. Dacă legătura de reacție a SRA nu conține nici regulator nici traducător-ca în figura 1.14 semnalul $z(t)$ se confundă cu $e(t)$.

Performanțele SRA definite cu ajutorul diagramelor din figura 1.15, se împart în:

- performanțe referitoare la regimul staționar;
- performanțe referitoare la regimul tranzitoriu.

Bibliografie

1. Damachi E. Tunsoia – Electronică . EDP-BUC. 1979
2. Gray P.E. – “Bazele electronici moderne”- vol. I-II, ETH, BUC. 1979
3. Văcărescu A. –“Dispozitive semiconductoare-Manual de utilizare”
ETH. BUC – 1975
4. Ceangă E. Tusac I. , Miholca C.-“Electronică industrială și automatizări”- EHT. BUC. 1979
5. Constantin P. Bârca-Gălăreanu } .a. –“Electronică Industrială”- EDH –
BUC.-1976
6. Maican S. –“Sisteme numerice cu circuite integrate” ETH-BUC. 1980
7. Dancia I. –“ Micro-procesoare arhitectură internă”, E. Dacia- Cluj-
Napoca – 1979
8. Săvescu M. , și . a. –“Circuite Electronice”vol. I,II,III, ETH,
BUC.-1987-1989
9. Cărtureanu V.Iancu O. și.a. –“Materiale și componente electronice”
EDP. BUC. 1972
10. Internet –Electronică și automatizări