



Automatizări și optimizări în industria alimentară

Curs 3

1.5. Legile reglării sistemelor automate – aplicații pe utilaj chimic

Temperatura de ieșire este funcție de:

$$\theta_{ep} = f(Q_p, \theta_{ip}, c_p, \theta_0, Q_a, Q_{gc}, c_{gc}, p_{gc})$$

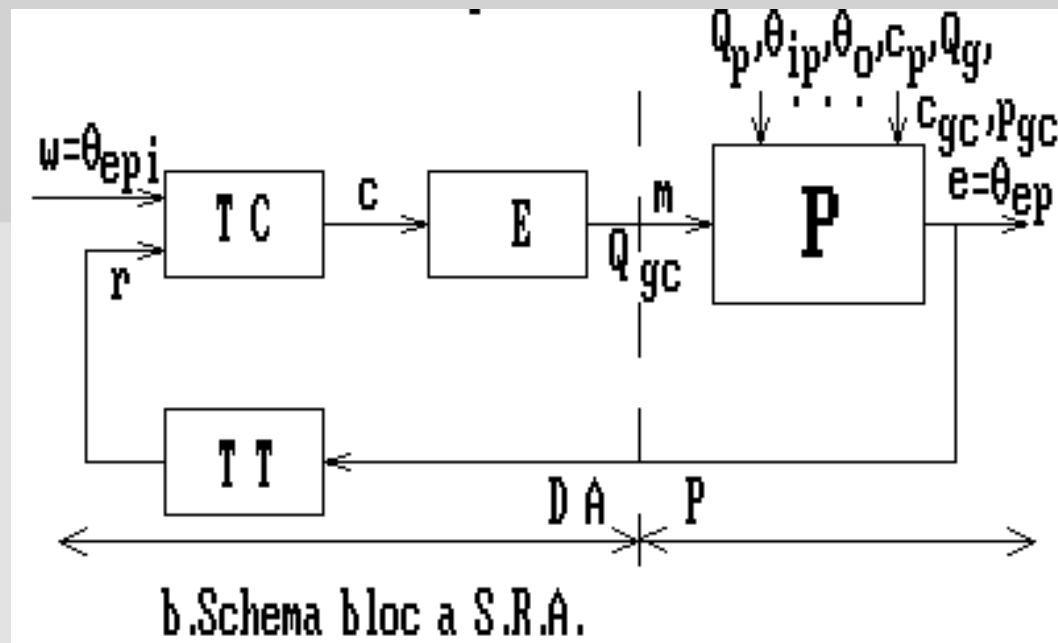
Pentru a alege ca mărime de execuție un debit, avem în vedere faptul că există trei debite care pot fi modificate: Q_a , Q_p

și Q_{gc} .

- ✓ Q_a nu este indicat să fie ales ca mărime de execuție pentru că, acesta are valori mari și necesită un robinet de dimensiuni mari.
- ✓ Q_p nu este bine să fie ales drept mărime de execuție pentru că, el sosește de obicei dintr-o fază anterioară a procesului tehnologic în care este înglobat cuptorul cu serpentină. Amplasarea unui robinet cu ventil pe conducta pe care circulă produsul înseamnă introducerea în circuitul acestuia a unei rezistențe hidraulice suplimentare variabile, care poate să influențeze funcționarea utilajului amplasat înaintea cuptorului.
- ✓ rezultă că numai Q_{gc} poate fi ales ca mărime de execuție.

1.5. Legile reglării sistemelor automate - aplicații pe utilaj chimic

Schema bloc a sistemului automat:



1.5. Legile reglării sistemelor automate – aplicații pe utilaj chimic

Proprietăți:

- ✓ **In interiorul sistemului informația se transmite în circuit închis.** Leșirea din regim staționar este generată de apariția unei abateri între valoarea dorită a mărimii de ieșire și valoarea efectivă a acesteia.
- ✓ Mărimea de ieșire la sistemele de reglare automată se modifică, ca rezultat al influenței tuturor mărimilor de perturbație care acționează asupra procesului automatizat. La sfârșitul procesului de reglare, când abaterea este anulată, se poate considera că **a fost compensat efectul tuturor mărimilor de perturbație.** Acesta constituie cel mai mare avantaj al sistemelor de reglare automată.
- ✓ Pentru că acțiunea dispozitivului de automatizare este declanșată de apariția unei abateri și pentru că modificarea mărimii de perturbație în timp nu se transmite instantaneu, prin modificarea mărimii de ieșire, aceste **sisteme automate sunt lente.** Chiar și modificarea mărimii de execuție este transmisă întârziat, prin aceasta inerția întregului sistem fiind mai ridicată. Sistemele de reglare automată au dezavantajul că sunt lente. Timpul de restabilire a unui nou regim staționar pentru acest cuptor de capacitate medie este de 20-30 minute.

1.5. Legile reglării sistemelor automate – aplicații pe utilaj chimic

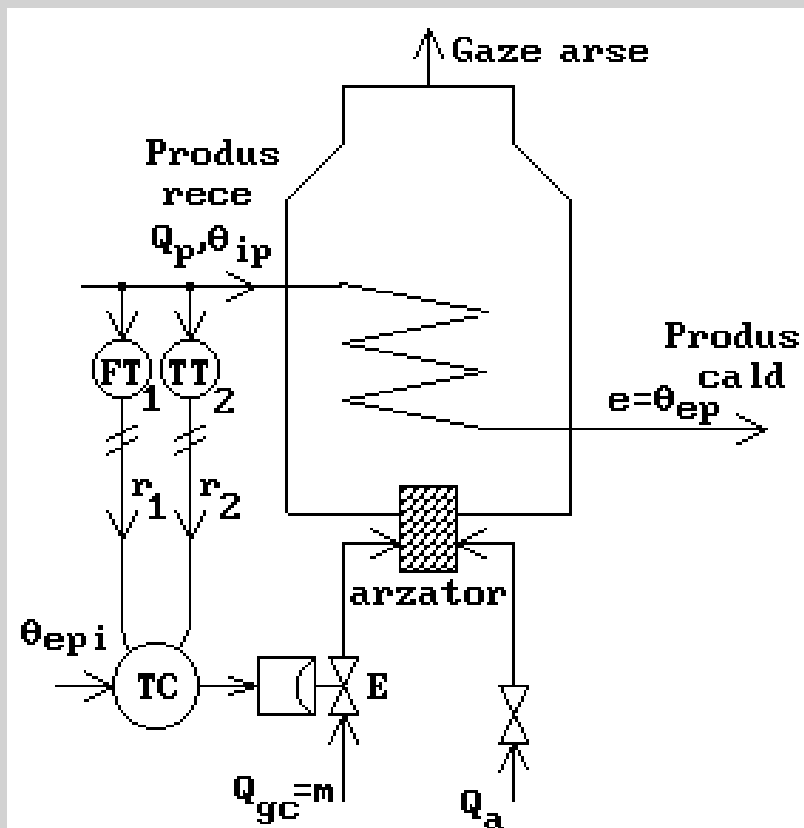
2. Legea reglării după perturbație

Aceste sisteme au proprietatea de a observa în permanență evoluția perturbațiilor și atunci când constată modificări ale acestora emit comenzi de compensare a efectului perturbațiilor simultan cu acțiunea acestora, astfel încât starea curentă a sistemului nu se modifică în raport cu starea de referință.

Aceste sisteme automate funcționează pe baza legii reglării după perturbație și se numesc **sisteme de comandă automată (SCA)** sau **sisteme în circuit deschis**.

1.5. Legile reglării sistemelor automate - aplicații pe utilaj chimic

Schema fizică a unui astfel de sistem este:



Funcționarea este simplă. Se comandă modificarea debitului de combustie atunci când se modifică debitul sau temperatura produsului la intrare.

Semnificația notațiilor:

FT_1 - traductor de debit pentru Q_p

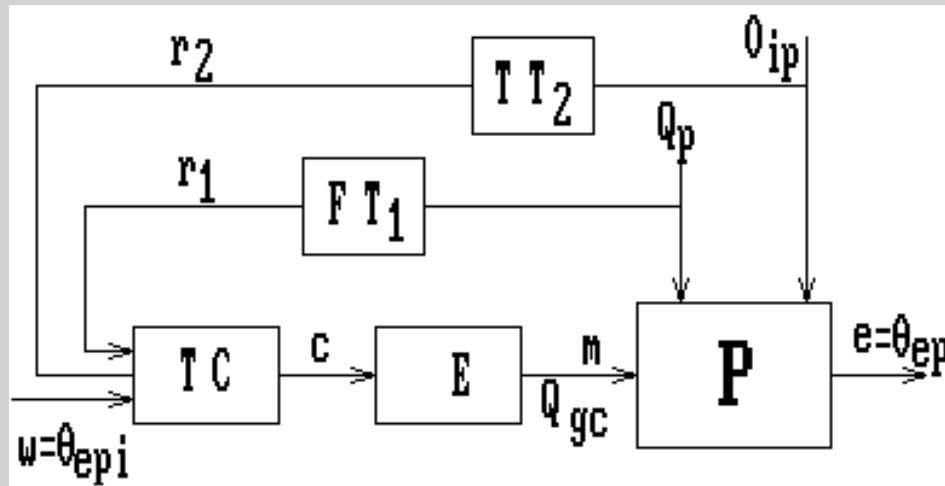
TT_2 - traductor de temperatură pentru θ_{ip}

TC - regulator de temperatură

Apar două canale de transmitere a informației:

- ✓ canalul I, nu parcurge dispozitivul de automatizare (FT_1 și TT_2);
- ✓ canalul II, care parcurge elementele dispozitivului de automatizare (TC, E).

1.5. Legile reglării sistemelor automate - aplicații pe utilaj chimic



Pentru funcționarea acestui sistem automat, cele două semnale transmise prin cele două canale trebuie să fie egale și de semn contrar. Poate apărea situația nefavorabilă în care se poate modifica una din celelalte mărimi de perturbație.

În cazul în care se modifică p_{gc} , se modifică variabila de ieșire și nu mai există egalitatea dorită fără ca dispozitivul de automatizare să aibă vreo informație în legătură cu această modificare. Ca atare, dispozitivul de automatizare nu intră în funcțiune, deci nu își îndeplinește rolul.

1.5. Legile reglării sistemelor automate – aplicații pe utilaj chimic

Sistemele automate care funcționează după această lege se caracterizează prin următoarele:

- ✓ compensează numai efectul mărimilor de perturbație care sunt adoptate în calitate de variabile de intrare. Dacă se modifică celelalte mărimi de perturbație sistemul automat nu mai este eficient. Acesta constituie un dezavantaj major.
- ✓ deoarece semnalul de reglare, respectiv informația, se transmite într-un singur sens aceste sisteme automate sunt foarte rapide, ceea ce constituie un mare avantaj.
- ✓ se pot compensa prin dispozitive de automatizare adecvate, în principiu, toate mărimile de perturbație care acționează asupra unui proces tehnologic. Pentru aceasta însă trebuie cunoscute relațiile de dependență matematică a variabilei de ieșire în raport cu toate aceste mărimi de perturbație. Cu alte cuvinte, trebuie să se elaboreze modelul matematic de conducere total al procesului și trebuie luate în discuție atâtea sisteme automate câte mărimi de perturbație există.

2. Dinamica proceselor

2.1. Teoria reglării automate

Procesul de reglare: se definește ca acțiunea DA prin care o mărime, mărimea reglată ($e=x$), este măsurată continuu, comparată cu o altă mărime, mărimea de referință ($i=w=xp$) și, în funcție de rezultatul acestei comparații, DA intervine asupra P în sensul aducerii mărimii reglate la valoarea celei de referință.

Teoria reglării automate – studiază comportarea la transfer a elementelor de reglare componente, precum și interacțiunea acestora în cadrul sistemului automat, cu scopul de a determina condițiile în care sistemul este stabil, iar durata procesului de reglare și abaterea variabilei de ieșire în decursul procesului tranzitor au valoare minimă.

Comportarea la transfer a unui sistem de reglare caracterizează comportarea unui sistem automat și, este definită ca ansamblul alcătuit din comportarea statică și dinamică a acestuia.

Comportarea statică este caracterizată de faptul că mărimile de intrare și ieșire nu se modifică în timp. Din punct de vedere matematic comportarea statică este caracterizată printr-o relație de forma:

$$e = f(i) \quad (1)$$

2.1. Teoria reglării automate

Reprezentarea grafică sau tabelară a relației (1) constituie **caracteristică statică** care poate fi trasată:

- ✓ pentru elementele de reglare componente ale sistemului;
- ✓ pentru sistemul automat în ansamblul său.

Comportarea dinamică caracterizează sistemele la care mărimile de intrare și de ieșire devin funcții de timp, $i(t)$ respectiv $e(t)$.

Din punct de vedere matematic comportarea dinamică este caracterizată printr-o relație de forma:

$$e(t) = f [i(t)] \quad (2)$$

Reprezentarea grafică sau tabelară a relației (2) constituie **caracteristica dinamică**.

Comportarea la transfer este caracterizată matematic cu ajutorul funcției de transfer.

2.2. Semnale de intrare standard și răspunsul sistemelor.

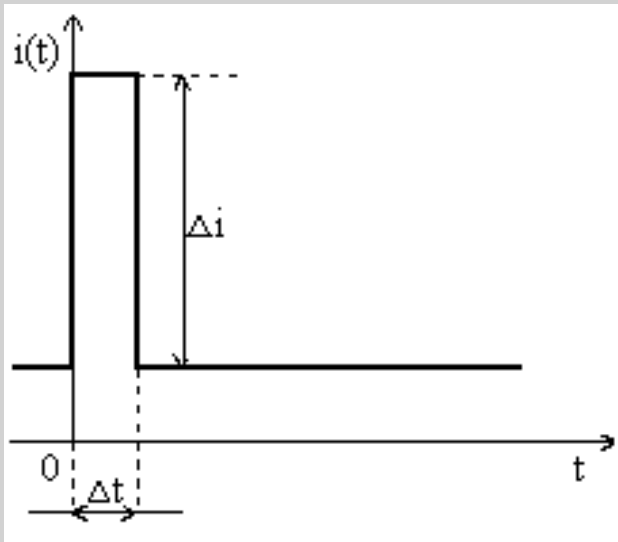
Studiul comportării dinamice se ocupă de legătura care există între variațiile în timp ale mărimii de intrare și ale mărimii de ieșire, variații care au loc în decursul regimului tranzitor din elementele de reglare. Pentru a obține rezultate comparabile s-au introdus anumite forme de variație ale mărimii de intrare, adică s-au stabilit anumite **tipuri de semnale de intrare**.

Semnalele de intrare frecvent utilizate sunt:

- **Semnalul impuls;**
- **Semnalul treaptă;**
- **Semnalul rampă;**
- **Semnalul periodic.**

2.2. Semnale de intrare standard și răspunsul sistemelor.

Semnalul impuls - creșterea sau scăderea bruscă a mărimii de intrare, urmată de revenirea tot atât de bruscă la valoarea inițială.

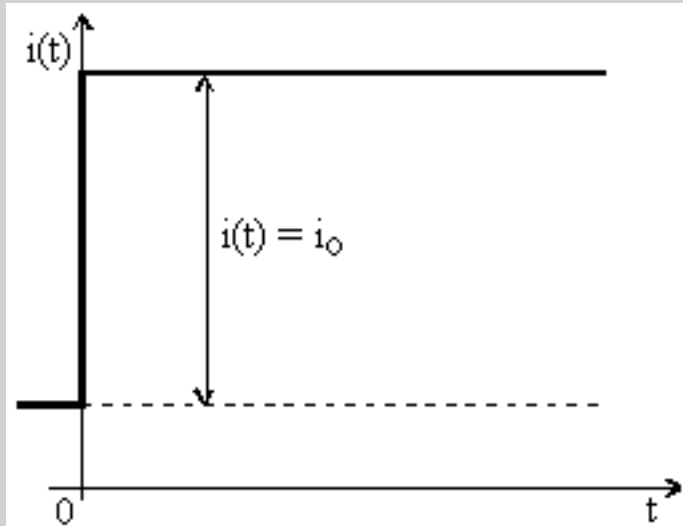


$$\delta(t) = \int_0^t i(t) dt = 1 \text{ - Impuls unitar = impuls Dirac = funcție delta}$$

Variația mărimii de ieșire, provocată de semnalul impuls poartă denumirea de **răspuns la semnal impuls**, iar funcția care exprimă variația variabilei de ieșire după un impuls unitar se numește funcție pondere și se notează cu $g(t)$.

2.2. Semnale de intrare standard și răspunsul sistemelor.

Semnalul treaptă– variația în salt a mărimii de intrare, după care rămâne constantă la noua valoare.



Semnalul treaptă este caracterizat prin următoarele relații:

$$i(t) = 0 \quad \text{pentru } t < 0$$

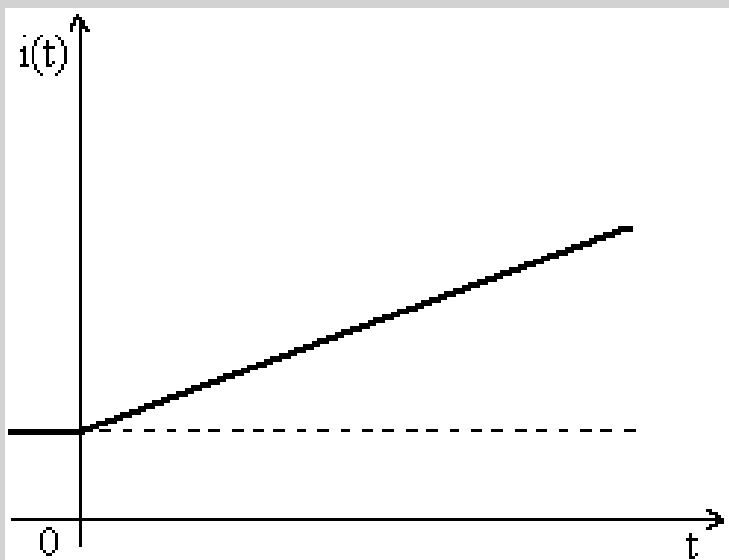
$$i(t) = i_0 \quad \text{pentru } t > 0$$

$$i_0 = 1 \quad \text{- Semnal treaptă unitară}$$

Variația mărimii de ieșire, provocată de semnalul treaptă, se numește **răspuns la semnal treaptă**, iar funcția care exprimă această variație în cazul semnalului treaptă unitară este funcția indicială. Această funcție se notează prin $h(t)$.

2.2. Semnale de intrare standard și răspunsul sistemelor.

Semnalul rampă - creșterea sau scăderea cu viteză constantă a mărimii de intrare constituie semnalul rampă .



Semnalul rampă este caracterizat prin următoarele relații:

$$i(t) = 0 \text{ pentru } t < 0$$

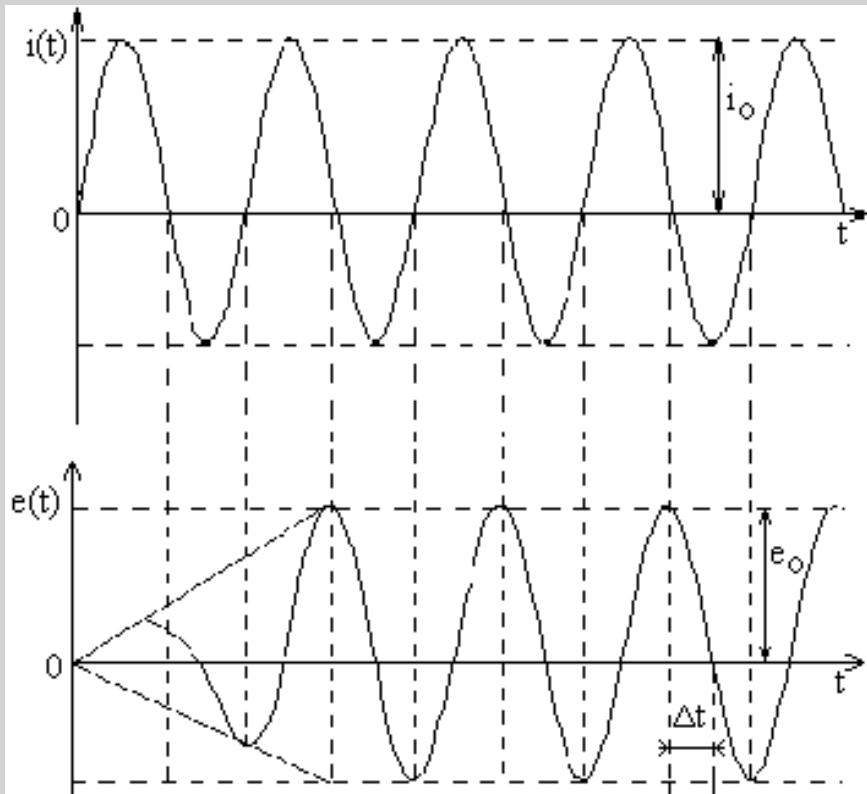
$$i(t) = c \cdot t \text{ pentru } t > 0$$

$$c = 1 \quad \text{- Semnal rampă unitară}$$

Variația mărimii de ieșire determinată de semnalul rampă constituie **răspunsul la semnal rampă**, a cărei expresie se notează cu $u(t)$ (în cazul rampei unitare $c = 1$).

2.2. Semnale de intrare standard și răspunsul sistemelor.

Semnalul periodic - constă dintr-o variație continuă, sinusoidală a mărimii de intrare. Această comportare impune mărimii de ieșire o oscilație de amplitudine constantă și de aceeași frecvență, dar cu o anumită întârziere Δt față de oscilațiile mărimii de intrare. Această întârziere denotă existența unui defazaj α între cele două oscilații.



Raportul dintre amplitudinile e_0 și i_0 , precum și defazajul α variază cu frecvența oscilațiilor, modul de variație fiind caracteristic pentru comportarea dinamică a elementelor de reglare.

Funcția care exprimă concomitent dependența raportului amplitudinilor și a defazajului față de frecvență poartă denumirea de **răspuns la frecvență**.

2.3. Tipuri de elemente de reglare

Atât procesele P cât și dispozitivele de automatizare DA sunt elemente de reglare ER, în care se stabilesc anumite dependențe între variabilele de ieșire e și cele de intrare i . După caracterul acestor dependențe, elementele de reglare se clasifică în:

1. elemente proporționale, P;
2. elemente integrale, I;
3. elemente derivate, D;

Proprietățile acestor elemente vor fi redate prin ecuații ce descriu:

- Comportarea lor statică;
- Comportarea lor dinamică;
- Expresia răspunsului la semnal treaptă.

2.3.1. Elemente proporționale - P

Elementele proporționale se caracterizează prin existența în regim staționar a unei dependențe liniare între variabila de intrare și variabila de ieșire.