Exemplul 1.1. Se considera un **sistem de reglare a nivelului *h*** într-un rezervor *1*, fig. 1.52

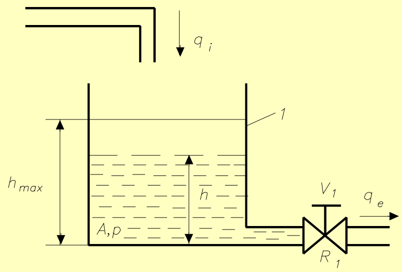


Fig. 1.52

- debitul de intrare q_i [kg/-sec.];
- debitul de iesire q_e

- densitatea lichidului ρ [kg/m^3]
- aria sectiunii transversale A [m^2]

Cu legea conservarii masei se obtine

$$A\rho\dot{h}(t) = q_i(t) - q_e(t). \qquad (1.131)$$

Pentru curgere laminara debitul de iesire $q_e(t)$ se determina cu relatia

$$q_e(t) = \frac{p(t)}{R_1} = \frac{\rho g h(t)}{R_1} \qquad (1.132)$$

unde $p(t)$ este presiunea hidrostatica la baza rezervorului; g este acceleratia gravitationala [m/s^2];

Înlocuind $q_e(t)$ din (1.132) în relatia (1.131) se obtine

$$A\rho\dot{h}(t) + \frac{\rho g h(t)}{R_1} = q_i(t) \qquad \text{respectiv} \qquad T_1\dot{h}(t) + h(t) = k_p q_i(t); \; T_1 = \frac{AR_1}{g}; k_p = \frac{R_1}{\rho g}.$$

Un sistem dinamic asociat acestui proces considera ca:
$x = h$ - **marimea de stare**; $u = q_i$ - **marimea de intrare** ;
$y = x = h$ - **marimea de iesire**. Se introduc multimile:
T $\subseteq$ **R**, multimea valorilor timpului t,
U = [α , β] $\subset$ **R**, α si β sunt valorile minima si respectiv maxima ale debitului de intrare q_i,
Ω - multimea functiilor continue definite pe **T** $\subseteq$ **R** cu valori în **U**,
X = [0, h_{max}], h_{max} -limita maxima a nivelului,
Y = **X**, multimea valorilor marimii de iesire,
Γ - multimea functiilor continue definite pe **T** $\subseteq$ **R** cu valori în **Y**

Solutia ecuatiei (1.134) este formata din doua componente

$$h(t) = h_l(t) + h_f(t). \qquad (1.135)$$

Componenta libera $h_l(t)$ este solutia ecuatiei omogene

$$T_1 \dot{h}(t) + h(t) = 0. \qquad h_l(t) = C e^{-\frac{t}{T_1}}. \qquad (1.137)$$

Componenta fortata $h_f(t)$ se deduce prin metoda variatiei constantei rezultând

$$h_f(t) = \frac{k_p}{T_1} \int_\tau^t e^{-\frac{(t-\sigma)}{T_1}} q_i(\sigma) d\sigma. \qquad (1.138)$$

Înlocuind (1.137) si (1.138) în (1.135) rezulta

$$h(t) = Ce^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{k_p}{T_1} \int_\tau^t e^{-\frac{(t-\sigma)}{T_1}} q_i(\sigma) d\sigma. \qquad (1.139)$$

Constanta de integrare C se determina impunând ca $h(t)$ din (1.139) sa satisfaca conditia initiala $h(\tau) = h_\tau$. Se obtine

$$h(\tau) = Ce^{-\frac{\tau}{T_1}} = h_\tau ; C = h_\tau e^{\frac{\tau}{T_1}}. \qquad (1.140)$$

Înlocuind C din (1.140) in (1.139) se obtine h(t)

$$h(t) = h_\tau e^{-\frac{(t-\tau)}{T_1}} + \frac{k_p}{T_1} \int_\tau^t e^{-\frac{(t-\sigma)}{T_1}} q_i(\sigma) d\sigma. \qquad (1.141)$$

Se defineste functia de tranzitie a starilor

$$\varphi(t, \tau, x_\tau, \omega) = h(t) = x(t). \qquad (1.142)$$

Functia $f(t, x(t), u(t))$ rezulta din ecuatia (1.134) care se poate scrie astfel

$$\dot{h}(t) = -\frac{1}{T_1} h(t) + \frac{k_p}{T_1} q_i(t) \qquad \dot{x}(t) = -\frac{1}{T_1} x(t) + \frac{k_p}{T_1} u(t) = f(t, x(t), u(t)). \qquad (1.143)$$

Functia de iesire *g(t, x(t))* este

$$g\,(t, x\,(t)) = x\,(t) = h\,(t) = y\,(t)\,. \qquad (1.144)$$

Functia de tranzitie a starilor data de relatia (1.142), cu *h(t)* din (1.141) satisface proprietatile
- de directivitate: este definita pentru $t \geq \tau$;
- *de consistenta: pentru* $t = \tau$; $h(\tau) = h_\tau$;
- *de compozabilitate:*

$$\varphi(t_3, t_1, x(t_1), \omega) = \varphi(t_3, t_2, \varphi(t_2, t_1, x(t_1), \omega), \omega)\,. \qquad (1.145)$$

$$\varphi(t_3, t_1, x(t_1), \omega) = h(t_1)\,e^{-\frac{t_3 - t_1}{T_1}} + \frac{k_p}{T_1}\int_{t_1}^{t_3} e^{-\frac{t_3 - \sigma}{T_1}}\, q_i(\sigma)\, d\sigma$$

$$\varphi(t_2, t_1, x(t_1), \omega) = h(t_1)\,e^{-\frac{t_2 - t_1}{T_1}} + \frac{k_p}{T_1}\int_{t_1}^{t_2} e^{-\frac{t_2 - \sigma}{T_1}}\, q_i(\sigma)\, d\sigma$$

$$\varphi(t_3, t_2, \varphi(t_2, t_1, x(t_1), \omega), \omega) = \varphi(t_2, t_1, x(t_1), \omega)\,e^{-\frac{t_3 - t_2}{T_1}} + \frac{k_p}{T_1}\int_{t_2}^{t_3} e^{-\frac{t_3 - \sigma}{T_1}}\, q_i(\sigma)\, d\sigma =$$

$$= h(t_1)\,e^{-\frac{t_3 - t_1}{T_1}} + \frac{k_p}{T_1}\int_{t_1}^{t_3} e^{-\frac{t_3 - \sigma}{T_1}}\, q_i(\sigma)\, d\sigma = \varphi(t_3, t_1, x(t_1), \omega)\,.$$

1.5.3. Tipuri de sisteme dinamice

1. Sisteme dinamice liniare si neliniare

Defintia 1.4. - Un **sistem dinamic** Σ (neted sau discret) se numeste **liniar** daca:
a) **functia *f*** este **liniara în *x* si *u***, adica

$$f\,(t, x, u) = A(t)\,x\,(t) + B(t)\,u\,(t) \qquad (1.165)$$

1.5.3. Tipuri de sisteme dinamice

- *b*) **functia *g*** este **liniara** în *x*, adica

$$g(t,x) = C(t)\,x(t) \qquad (1.166)$$

cu $C(t) \in \mathbf{R}^{p\times n}$, (continua daca $t \in \mathbf{R}$);

Functia de tranzitie a starilor $\varphi(t, \tau, x_{\tau}, \omega)$ este o aplicatie liniara în argumentele *x, ω.*

$$\varphi(t,\tau,c_1 x_{1\tau} + c_2 x_{2\tau}, c_1\omega_1 + c_2\omega_2) = c_1\varphi(t,\tau,x_{1\tau},\omega_1) + c_2\varphi(t,\tau,x_{2\tau},\omega_2)$$

$$\varphi(t,\tau,cx_{\tau},c\,\omega) = c\,\varphi(t,\tau,x_{\tau},\omega). \qquad (1.167)$$

Daca functiile **f si g nu sunt liniare**, atunci **sistemul dinamic** se numeste **neliniar**

2. Sisteme dinamice invariante sau variante în timp

- *Definitia 1.5.* **Un sistem dinamic** (neted sau discret) se numeste **invariant în timp** (constant) daca

$$f(t,x(t),u(t)) = f(x(t),u(t)) \qquad (1.168)$$

$$g(t,x(t)) = g(x(t))$$

adica **timpul *t* nu apare explicit în functiile *f, g***.

In cazul sistemelor liniare (1.165), (1.166) *f* si *g* devin

$$f(x(t),u(t)) = A\,x(t) + B\,u(t) \qquad (1.169)$$

$$g(x(t)) = C\,x(t)$$

cu *A, B, C* matrici constante de dimensiuni corespunzatoare.

Daca functiile *f* si/sau *g* depind explicit de timp, atunci sistemul se numeste *variant în timp.*

3. Sisteme dinamice cu parametri concentrati si cu parametri distribuiti

- In cadrul unui sistem dinamic Σ în care se pune in evidenta o singura variabila independenta - timpul *t* - sistemul dinamic Σ se numeste *cu* ***parametri concentrati*****.** Sistemele netede (continue în timp) sunt descrise de ecuatii diferentiale ordinare, iar sistemele discrete sunt descrise de ecuatii cu diferente.
- In cadrul sistemului, in care pe lânga variabila timp *t* se pune în evidenta si o alta variabila independenta, de exemplu o variabila spatiala, atunci sistemul dinamic Σ se numeste ***cu parametri distribuiti*****.**

4. Sisteme dinamice deterministe si stocastice

Daca toate **semnalele** din cadrul unui sistem Σ sunt **semnale deterministe sistemul** dinamic Σ se numeste **determinist.**
Daca cel putin **un semnal** din cadrul unui sistem Σ este un **semnal stocastic** atunci **sistemul** Σ se numeste **stocastic.**

5. Sisteme dinamice liniare, finit dimensionale si netede variante in timp

Teorema 1.1. Un sistem dinamic liniar, finit dimensional si neted Σ este descris de **ecuatii vectorial-matriciale** de forma

$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)u(t) \qquad (1.171)$$
$$y(t) = C(t)x(t)$$

$$x=\begin{bmatrix}x_1\\x_2\\ \cdot\\ \cdot\\ \cdot\\ x_n\end{bmatrix};u=\begin{bmatrix}u_1\\u_2\\ \cdot\\ \cdot\\ \cdot\\ u_m\end{bmatrix};y=\begin{bmatrix}y_1\\y_2\\ \cdot\\ \cdot\\ \cdot\\ y_p\end{bmatrix} \quad (1.172)$$

Unde **x, u, y** sunt respectiv **vectorul de stare**, **vectorul de intrare (de comanda) si vectorul de iesire,**

$$A(t)=\begin{bmatrix}a_{11}(t) & . & . & . & a_{1n}(t)\\ a_{21}(t) & . & . & . & a_{2n}(t)\\ . & . & . & . & .\\ a_{n1}(t) & . & . & . & a_{nn}(t)\end{bmatrix} \quad B(t)=\begin{bmatrix}b_{11}(t) & . & . & . & b_{1m}(t)\\ b_{21}(t) & . & . & . & b_{2m}(t)\\ . & . & . & . & .\\ b_{n1}(t) & . & . & . & b_{nm}(t)\end{bmatrix}$$

$$C=\begin{bmatrix}c_{11}(t) & . & . & . & c_{1n}(t)\\ c_{21}(t) & . & . & . & c_{2n}(t)\\ . & . & . & . & .\\ c_{p1}(t) & . & . & . & c_{pn}(t)\end{bmatrix}$$

A(t) - matricea sistemului (de evolutie), B(t) - matricea intrarii (de comanda) si C(t) - matricea iesirii (de observare).

Demonstratie - Utilizând proprietatea de liniaritate a functiei de tranzitie a starilor si considerând în relatia (1.167):
$c_1 = c_2 = 1$, $x_1 = x_\tau$, $x_{2\tau} = 0$, $\omega_1 = 0$, $\omega_2 = \omega$ se obtine

$$\varphi(t,\tau,x_\tau,\omega)=\varphi(t,\tau,x_\tau,0)+\varphi(t,\tau,0,\omega). \quad (1.174)$$

$\varphi(t,\tau,x_\tau,0)$ componenta libera - caracterizeaza regimul liber

$\varphi(t,\tau,0,\omega)$ compornenta fortata - caracterizeaza regimul fortat sau permanent

$$\varphi(t,\tau,x_\tau,0)=\phi(t,\tau)\,x_\tau=\phi(t,\tau)\,x(\tau) \quad (1.175)$$

$$\varphi(t,\tau,0,\omega)=\phi_\omega(t,\tau)\,\omega$$

$\Phi(t, \tau)$ este o matrice *(n x n)* numita **matrice de tranzitie**.

$\Phi_\omega(t, \tau)$ este un **operator liniar integral** exprimabil printr-o matrice *(n x m)*.

$$\dot{x}(t) = \dot{\varphi}(t,\tau,x_\tau,\omega) = f(t,\varphi(t,\tau,x_\tau,\omega),u(t)) = \\ = f(t,x(t),u(t)) = A(t)x(t) + B(t)u(t) \qquad (1.177)$$

Pentru $\omega(t) = 0$, $(u(t) = 0))$ din (1.174), (1.177) rezulta

$$\varphi(t,\tau,x_\tau,0) = f(t,x(t),0).$$

$$f(t,x(t),0) = \dot{\phi}(t,t)\,x(t) = A(t)\,x(t)$$

$$A(t) = \dot{\phi}(t,t) \qquad (1.181)$$

Se considera conditia initiala $x(\tau) = x_\tau = 0$ si din (1.176) - (1.178) rezulta

$$\dot{\varphi}(t,\tau,0,\omega) = \frac{d}{dt}[\phi_\omega(t,\tau)\omega] = f(t,x(t),u(t)) = A(t)x(t) + B(t)u(t). \qquad (1.182)$$

Pentru $\tau = t$, $x(t) = 0$ si $\omega(t)$ se reduce la o valoare punctuala din tot intervalul pe care-l reprezinta; astfel din (1.182) se obtine relatia

$$f(t,0,u(t)) = B(t)\,u(t) \qquad (1.183)$$

de unde se determina matricea *B(t)* de dimensiuni *n x m*.

Functia de iesire *g* fiind liniara în raport cu *x* se poate scrie

$$y(t) = g(t,x(t)) = C(t)\,x(t). \qquad (1.184)$$

Din (1.184) se obtine matricea *C(t)* de dimensiuni *p x n*. Daca vectorul de comanda *u(t)* influenteaza direct iesirea *y(t)* ecuatiile (1.171) ale unui sistem dinamic liniar neted finit dimensional, devin

$$\dot{x}(t) = A(t)x(t) + B(t)u(t) \qquad (1.185)$$
$$y(t) = C(t)x(t) + D(t)u(t)$$

unde *D(t)* este o matrice *p x m* de forma

$$D(t) = \begin{bmatrix} d_{11}(t) & . & . & . & d_{1m}(t) \\ d_{21}(t) & . & . & . & d_{2m}(t) \\ . & . & . & . & . \\ d_{p1}(t) & . & . & . & d_{pm}(t) \end{bmatrix}.$$

(1.186)

Integrând ecuatia diferentiala din (1.185) se obtine

$$x(t) = x(\tau) + \int_{\tau}^{t} [A(\sigma)x(\sigma) + B(\sigma)u(\sigma)]d\sigma \qquad (1.186)$$

Presupunând *u(t)* si *x(τ)* cunoscute în fig. 1.54 se reprezinta schema bloc structurala asociata unui sistem dinamic liniar neted.

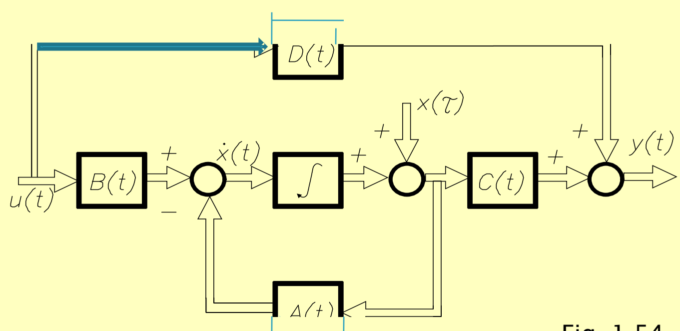


Fig. 1.54

7. Sisteme dinamice liniare, finit dimensionale, invariante in timp

- *Teorema 1.2.* Un sistem dinamic liniar finit dimensional Σ este invariant în timp daca si numai daca matricile *A, B, C*, din (1.171) sunt constante. Deci pentru sistemele continue (netede) ecuatiile sistemului (1.171) devin

$$\dot{x}(t) = A\,x(t) + B\,u(t) \qquad (1.188)$$
$$y(t) = C\,x(t);\ t \in R$$

Pentru sistemele liniare netede invariante în timp functia de tranzitie *φ* are proprietatea

$$\varphi(t,\tau,x,\omega) = \varphi(t+\theta,\tau+\theta,x_\tau,z^{-\theta}\omega) \quad \theta \in T \qquad (1.190)$$

unde $z^{-\theta}$ este operatorul care defineste operatia de translatie pe multimea **Ω**:

$$z^{-\theta} : \omega \rightarrow \omega^{*} \qquad \omega^{*}(t) = \omega(t-\theta) \qquad (1.191)$$

Solutia ecuatiei diferentiale (1.171) se poate determina prin metoda variatiei constantei si are forma

$$x(t) = \phi(t,\tau)\,x(\tau) + \int_\tau^t \phi(t,\sigma)B(\sigma)u(\sigma)d\sigma = \varphi(t,\tau,x_\tau,\omega) \qquad (1.192)$$

Pentru *ω = 0* ecuatia diferentiala (1.171) se reduce la ecuatia omogena

$$\dot{x}(t) = A(t)\,x(t)$$

care are solutia:

$$x(t) = \varphi(t,\tau,x_\tau,0) = \Phi(t,\tau)\,x(\tau) \qquad (1.194)$$

În baza proprietatii de invarianta (1.190) a functiei de tranzitie a starilor se pot scrie relatiile

$$x(t) = \varphi(t,\tau,x_\tau,0) = \varphi(t+\theta,\tau+\theta,x_{\tau+\theta},0)$$
$$\Phi(t,\tau)x(\tau) = \Phi(t+\theta,\tau+\theta)x(\tau+\theta) = \Phi(t+\theta,\tau+\theta)x(\tau) \qquad (1.195)$$
$$\Phi(t,\tau) = \Phi(t+\theta,\tau+\theta)$$

Pentru $\theta = -\tau$ rezulta $\Phi(t,\tau) = \Phi(t-\tau,0)$

Relatia (1.194) devine $x(t) = \Phi(t-\tau,0)\,x(\tau)$

Solutia (1.197) trebuie sa verifice ecuatia omogena (1.193).

$$\left.\frac{dx(t)}{dt}\right|_{\tau=t} = \frac{d}{dt}\left[\Phi(t-\tau,0)\,x(t)\right]_{\tau=t} = \left.\frac{d\Phi(t-\tau,0)}{dt}\right|_{\tau=t} \cdot x(t) = A(t)x(t)$$

$$A(t) = \frac{d}{dt}\left[\Phi(t-\tau,0)\right]_{\tau=t} = const. \qquad (1.199)$$

Pentru a arata ca B(t) = constant, se presupune ca $x_\tau = 0$ si ca intrarea a fost translata în timp conform relatiei (1.191)

$$\varphi(t,\tau,0,\omega) = \varphi(t+\theta,\tau+\theta,0,z^{-\theta}\cdot\omega)$$
$$\int_\tau^t \Phi(t,\sigma)B(\sigma)u(\sigma)d\sigma = \int_{\tau+\theta}^{t+\theta} \Phi(t+\theta,\sigma)B(\sigma)u(\sigma-\theta)d\sigma$$

$$\int_\tau^t \Phi(t-\sigma,0)B(\sigma)u(\sigma)d\sigma = \int_{\tau+\theta}^{t+\theta} \Phi(t+\theta-\sigma,0)B(\sigma)u(\sigma-\theta)d\sigma$$

Prin schimbarea de variabila *σ – θ = σ'*, se obtine

$$\int_\tau^t \Phi(t-\sigma,0)B(\sigma)u(\sigma)d\sigma = \int_\tau^t \Phi(t-\sigma,0)B(\sigma+\theta)u(\sigma)d\sigma$$
$$\int_\tau^t \Phi(t-\sigma,0)[B(\sigma)-B(\sigma+\theta)]u(\sigma)d\sigma = 0 \qquad (1.202)$$

Produsul de convolutie sa fie nul, trebuie ca unul din factori sa fie identic nul

Pentru ca $\Phi(t - \sigma,0) \neq 0$, $u(\sigma) \neq 0$ pentru $\sigma \in [\tau, t]$ rezulta ca

$$B(\sigma) = B(\sigma + \theta)$$

Pentru $\sigma = t$ si $\theta = -t$ se obtine

$$B(\sigma) = B(0) = ct \qquad (\forall)t \in T \qquad (1.204)$$

Functia de iesire, *g(t, x)* nu depinde explicit de timp

$$C(t) = C = ct \qquad (1.205)$$

1.5.4. Proprietatile interne ale sistemelor dinamice

Proprietatile interne fundamentale **ale sistemelor dinamice** sunt: a) **observabilitatea**; b) **controlabilitatea**; c) **stabilitatea**; d) **adaptabilitatea**; e) **identificabilitatea**; f) **structurabilitatea**.

a) Observabilitatea

Definitia 1.7. Un sistem dinamic este de stare observabila, daca pe baza cunoasterii intrarii

$$\omega(t) \in \Omega$$

si a iesirii $\gamma(t) \in \Gamma$ se poate determina starea x(t) $\in$ ***X***

$$\omega(t) \to x(t), [\tau, t] \subset T, \Pi_t \omega(t) = u(t)$$

$$x(t) \to \gamma(t), [\tau, t] \subset T, \Pi_t \gamma(t) = y(t)$$

b) Controlabilitatea

Definitia 1.8. Un sistem dinamic este de stare controlabila daca exista comenzi *ω(t)*, care realizeaza tranzitia starii *x(t)* din orice stare initiala $x(\tau)$ în orice stare finala $x(t_1)$, în intervalul de timp finit $[\tau, t_1]$.

c) Stabilitatea

Definitia 1.9. Stabilitatea reprezinta proprietatea unui sistem, care fiind perturbat dintr-o stare de echilibru stationar, revine dupa disparitia cauzei în aceeasi stare de echilibru în mod natural. Notiunea de stare de echilibru stationar folosita aici este similara celei din mecanica.

d) Adaptabilitatea

Definitia 1.10. Un sistem dinamic este adaptabil daca se poate evidentia în interiorul lui o variabila α care admite pentru $t \in \boldsymbol{T}$ o variatie conform unei legi impuse η_1. Variabila α se numeste *de adaptare* iar functia η_1 se numeste *criteriu de adaptare*

e) Identificabilitatea

Definitia 1.11. Un sistem este identificabil daca se poate evidentia în interiorul lui o variabila β, masurabila pentru $t \in \boldsymbol{T}$, numita *de identificare* care conform unui criteriu η_2, sa ofere o imagine asupra proprietatilor sale interne, respectiv asupra structurii si parametrilor sai.

f) Structurabilitatea

Definitia 1.12. Pentru a evidentia **o structura,** un sistem dinamic este **discretizat** într-un ansamblu de **parti numite elemente** sau **subsisteme legate functional** astfel încât sa respecte tranzitia **cauzala intrare-iesire**: $\omega \rightarrow \gamma$.

Definitia 1.13. Se numesc subsisteme de baza sau elemente de baza sistemele cele mai reduse din punct de vedere al variabilei de stare si care nu mai pot fi descompuse.

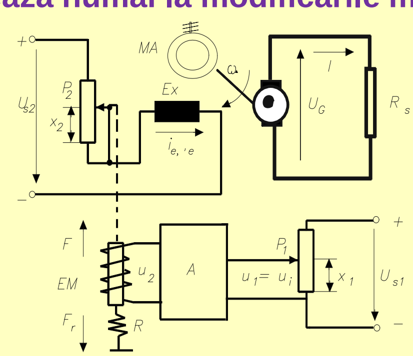
1.5.5. Clasificarea sistemelor dinamice

- **Clasificarea sistemelor dinamice –** dupa **criterii**:
- a) dupa **structura**, b) dupa **adaptabilitate**
- O **structura fundamentala** reprezinta o **reuniune de elemente de baza, cu proprietati impuse**. Aceste proprietati nu se regasesc în elementele de baza, ci **în reuniunea lor.**
- Se deosebesc **doua grupe de sisteme dinamice**:
- a) **sisteme dinamice cu *structura deschisa*** *;*
- b) **sisteme dinamice cu *structura inchisa.***

- **Sisteme dinamice cu structura deschisa -** sunt constituite prin **reuniunea de elemente de baza cuplate functional astfel ca marimea de intrare a oricarui element sa nu fie influentata de marimea sa de iesire**, direct sau indirect.

Din aceasta categorie fac parte : a_1) sistemele de *comanda automata* ; a_2) sistemele de *compensare automata*

a_1) Sistemele de comanda automata sunt sisteme care **reactioneaza numai la modificarile marimii de intrare.**



Generator de curent continuu

Fig.1.55

Rotorul *G* al generatorului - antrenat de motorul asincron *MA* cu o viteza unghiulara ω = *constant*. Înfasurarea de excitatie a generatorului este parcursa de curentul i_e , care produce fluxul magnetic Φ_e. Curentul i_e depinde de valoarea rezistentei variabile, realizata cu potentiometrul P_2, determinata de pozitia x_2 a cursorului acestuia, rigidizat cu armatura mobila a electromagnetului *EM.* Deplasarea acestei armaturi depinde de diferenta dintre forta *F* dezvoltata de electromagnet si forta F_r a resortului *R*. În functie de pozitia x_1 a cursorului potentiometrului P_1 se obtine tensiunea $u_i = u_1$ care este amplificata de amplificatorul *A*. Tensiunea de iesire a amplificatorului, u_2 , alimenteaza înfasurarea electromagnetului *EM* care produce forta *F*.

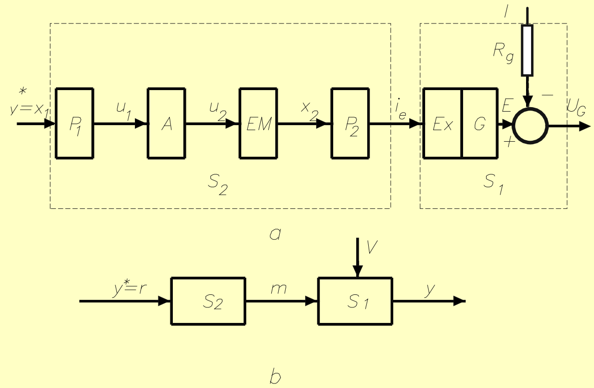
În înfasurarea rotorica a generatorului se induce o tensiune electromotoare *E* , care determina un curent *I* ce parcurge aceasta înfasurare de rezistenta R_g si rezistenta de sarcina R_s . Tensiunea la bornele generatorului U_G , constituie marimea de iesire a sistemului, $U_G = y$, si este data de relatia

$$U_G = E - R_g I = k\Phi_e\omega - R_g I = C_e\Phi_e - R_g I$$

unde: *k,* C_e sunt constante de proportionalitate

Prin deplasarea x_1 a cursorului potentiometrului P_1 se impune valoarea dorita y_* a marimii de iesire, deci a tensiunii U_G

Schema care ilustreaza transferul informational al acestui sistem



(1.56)

Acest sistem are o structura deschisa pentru ca marimea de iesire nu influenteaza în nici un fel marimea de intrare în oricare din elementele sistemului.

În schema bloc se pun în evidenta **doua subsisteme înseriate** reprezentate în fig. 1.56.b : ***S_1* - subsistemul principal (condus)** asigura dependenta marimii de iesire ***y*** de marimea de executie ***m*** ; ***S_2* - subsistemul de comanda** asigura dependenta marimii de executie ***m*** de marimea de intrare în sistem, care este marimea impusa (dorita) ***y^**** (sau de referinta ***r***).

Asupra subsistemelor S_1 si S_2 actioneaza deseori si alte **marimi exterioare** (de exemplu *v* în fig. 1.56.b) care, au de obicei, un **caracter perturbator**.

In cazul generatorului - marimea perturbatoare este curentul *I*. Tensiunea U_G scade la cresterea curentului *I* datorita caderii de tensiune pe rezistenta R_g a rotorului, conform relatiei (1.206).