

SIMNON - SIMULATOR PENTRU SISTEME CONTINUE ȘI DISCRETE (III)

Ing. Marina Meilă Predovicu

Institutul Politehnic București

4. Simularea sistemelor interconectate

SIMNON permite simularea structurilor formate din ansambluri de sisteme continue și discrete, interconectate. Această facilitate permite reprezentarea și simularea proceselor industriale, conduse de regulatoare automate și a altor procese ce se descompun natural în subsisteme.

Pentru a reprezenta un subsistem, în descrierea sa trebuie declarate mărimile de intrare și de ieșire; în acest fel, aceste mărimi sînt făcute accesibile celorlalte subsisteme. În rest, descrierea este cea de sistem continuu sau discret, prezentată anterior. Numele tuturor mărimilor, inclusiv ale celor de intrare și de ieșire, sînt locale subsistemului.

Pentru specificarea conexiunilor, se introduce un nou tip de sistem, numit sistem de interconectare: CONNECTING SYSTEM.

4.1. Sintaxa descrierii unui sistem de interconectare

Descrierea unui sistem de interconectare conține aceleași 5 secțiuni, dintre care unele opționale:

```
Antet
Declarații
Inițializări variabile auxiliare
Calcul de variabile auxiliare
Calcul de variabile de intrare
END
```

Antetul conține declarația numelui și tipului sistemului:

```
CONNECTING SYSTEM <nume sistem>
```

Secțiunea de declarații este opțională. Ea conține numai declarația variabilei timp, în cazul cînd timpul apare explicit în expresiile din secțiunile de calcul.

```
TIME <variabila timp>
```

Secțiunile de inițializări și calcul de variabile auxiliare au sintaxa cunoscută de la sistemele continue și discrete. Aceste secțiuni sînt opționale.

În secțiunea de calcul al variabilelor de intrare, trebuie ca fiecare dintre variabilele de intrare, declarate în subsistemele componente, să i se atribuie o valoare. În membrul stîng al fiecărei atribuiri, apare o variabilă de intrare, iar în cel drept, o expresie în care pot interveni variabile de ieșire din oricare subsistem, variabile

auxiliare din sistemul de interconectare, constante, expresii booleene (v. exemplul sau capitolele următoare).

Deoarece numele de variabile sînt locale fiecărui subsistem, ele sînt postfațate de numele subsistemului căruia îi aparțin, între paranteze drepte:

variabila[sistem]

După cum se observă, sistemele interconectate nu sînt specificate explicit, ci prin intermediul mărimilor de intrare și ieșire ce apar în secțiunile de calcul ale sistemului de interconectare.

4.2. Exemplu: Descrierea buclei de reglare a poziției unui servomotor electric cu un regulator discret

Acest exemplu sintetizează cunoștințele despre sisteme continue, discrete și interconectate.

4.2.1. Descrierea funcționării motorului

Funcționarea motorului electric (v. Fig.4.1.) e guvernată de mărimea de stare theta, unghiul de rotație al axului. Derivata sa, în raport cu timpul, omega, reprezintă viteza unghiulară. Mărimile de intrare sînt tensiunea u și cuplul rezistent l_d . Măsura y reprezintă ieșirea unui traductor de poziție unghiulară oarecare.

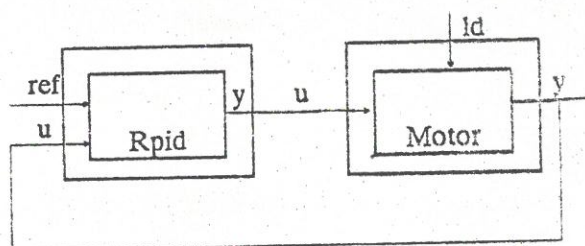


Fig. 4.1 Bucla de reglare a poziției cu servomotor și regulator discret

Funcționarea sistemului e descrisă de ecuațiile:

$$\frac{d}{dt} \text{omega} = me / j$$

$$me = km * i - ld$$

$$i = (u - km * \text{omega}) / r$$

$$y = ct * \text{theta}$$

unde me , j , km , i , r reprezintă, respectiv, cuplul echivalent, momentul de inerție, constanta electrică a motorului, intensitatea curentului și rezistența electrică, iar ct e o constantă a traductorului.

Descrierea SIMNON reproduce aceste ecuații și pune

```

In evidență mărimile de intrare, ieșire și stare:
CONTINUOUS SYSTEM Motor "Antet
INPUT u Id "Declarații
OUTPUT y
STATE theta omega
DER dtheta domega
y = ct * theta "Calculare variabile
i = (u - km * omega) / r
me = km * i - Id
dtheta = omega
domega = me / j
ct:0.033 "[V/rad] Parametri
km:6.2e-3 "[Nm/A]
r:5.3 "[Ohm]
j:7.5e-7 "[kgm2]
END

```

4.2.2. Descrierea regulatorului

Se alege un regulator PID discret, având constantele de timp pentru integrare și derivare t_i , respectiv t_d , factorul de amplificare k , intrarea u , referința ref și ieșirea y .

Legea de reglare se scrie:

$$y(t) = k * e(t) + t_i * \sum_{j=1}^t e(j) * dt + t_d * (u(t) - u(t-1)) / dt$$

unde prin e am notat eroarea:
 $e(t) = ref(t) - u(t)$

iar prin dt pasul de discretizare în timp.

Descrierea SIMNON implementând această lege este:

```

DISCRETE SYSTEM Rpid "Regulator discret PID
INPUT ref u "Declarații
OUTPUT y
STATE i x
NEW ni nx
TIME t
TSAMP t s
e = ref - u "Atribuirii
p = k * e
d = t_d * (u - x) / dt
y = p + i + d
ni = i + e / t_i * dt
nx = u
ts = t + dt
k:1 "Parametri
t_d:0
t_i:1e10
dt:0.1
END

```

Au fost introduse două variabile auxiliare, d și p pentru termenul derivativ și cel proporțional, precum și două variabile de stare, i care reprezintă termenul integral și x care păstrează valoarea $u(t-1)$.

4.2.3. Sistemul de interconectare

Motorul și regulatorul sînt conectate ca în figura 4.2.

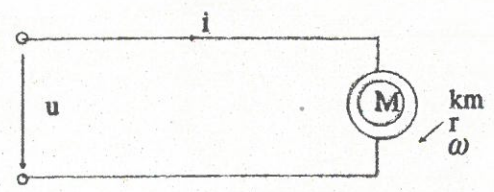


Fig 4.2. Schema motorului

Sistemului de interconectare îi revine specificarea acestor conexiuni, ca și a valorilor mărimilor exogene Id și ref .

```

CONNECTING SYSTEM Servo "Antet
TIME t "Declarație timp
"Atribuirii variabile intrare
ref[Rpid] = IF t < 0.5 THEN 0 ELSE 1 "Referință treaptă
ld[Motor] = lval
u[Rpid] = y[Motor]
u[Motor] = y[Rpid]
lval:0 "Parametri
END

```

Expresia referinței este o expresie booleană, descriind o funcție treaptă unitară la momentul $t = 0,5$.

4.3. Exemplu: Simularea funcționării buclei de reglare a poziției

Se începe prin activarea sistemelor ce intervin:

```

SYST Motor Rpid Servo
Sistemul de interconectare trebuie să apară pe ultima poziție a listei.
Se selectează variabilele ce urmează să fie memorate:

```

```
STORE ref[Rpid] y[Motor] y[Rpid]
```

Se face simularea propriu-zisă:

```

SIMU 0 4
Se afișează rezultatele în două ferestre ecran, una pentru comanda y[Rpid], cealaltă pentru referința și ieșirea y [Motor]:

```

```

SPLIT 2 1
ASHOW y[Rpid]
ASHOW ref[Rpid] y[Motor]

```

Curbele obținute sînt cele prezentate în figura 4.3.

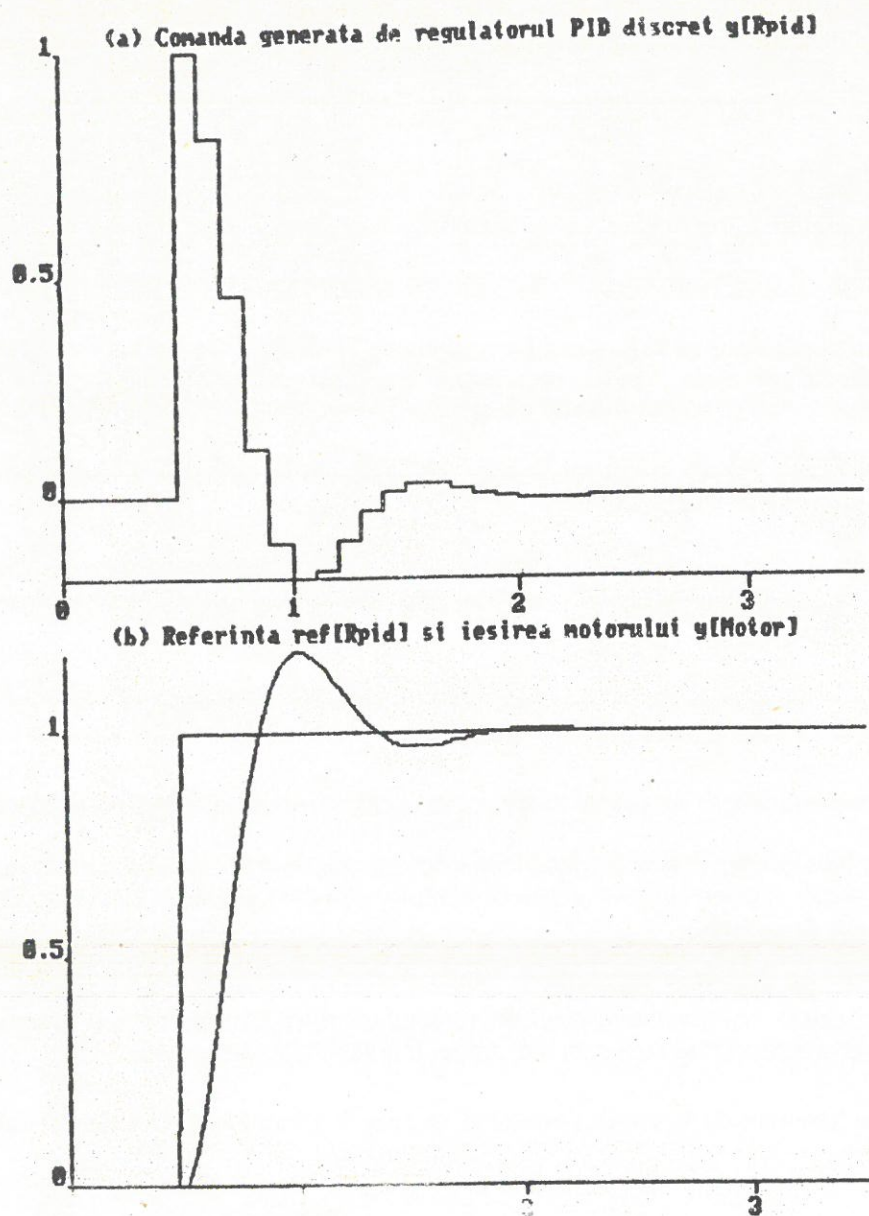


Fig.4.3. Comanda, referința și ieșirea sistemului interconectat format dintr-un motor electric și un regulator discret