



REGLAJUL DE STARE PENTRU PROCESE PT2 FOLOSIND MEDIUL SCILAB/XCOS

Petru CHIONCEL, Cristian P. CHIONCEL, Nicoleta GILLICH

STATE CONTROL FOR A PT2 PROCESSES USING SCILAB / XCOS ENVIRONMENT

This work aims to present the state control of a PT2 process, realizing the numerical application, based on the Scilab/Xcos environment. Starting from the model of state space representation for LTI systems, the controllability property of the control system is checked, and based on the signal diagram of state control is highlighted through simulation the step response for different parameters respectively the pole-zero plan.

Keywords: state control, PT2 process, state space model, step response, Scilab/Xcos environment

Cuvinte cheie: Reglaj de stare, proces PT2, model de stare, răspuns indicial, mediul Scilab/Xcos

1. Introducere

Reacția variabilelor de stare reprezintă caracteristica de bază a reglărilor după stare, proces de reglare care impune la majoritatea aplicațiilor [4], [5] o monitorizare în timp real [6]. Aceasta permite alegerea liberă a polilor sau valorilor proprii specifice circuitului închis de reglare și astfel impunerea dinamicii reglării [7].

Premisa este posibilitatea conducerii căi de reglare, adică toate variabilele de stare să poată fi influențate prin mărimile de prescriere [8].

Calculul regulatorului de stare se simplifică, dacă modelul de stare al căii de reglare este adus la forma normală de reglare.

2. Reglajul de stare al unui proces PT2 folosind mediul Scilab/Xcos

Procesul PT2 este transformat în forma normală de reglare. Considerăm ecuațiile de stare ale unui proces de tip PT2 soluționat în domeniul timp și frecvență, conform relației (1) [9].

Regulatele de stare pot fi calculate dacă procesul este reglabil. Matricea de reglare a procesului PT2 se exprimă conform relației (2) [9].

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_0^2 & -2\xi\omega_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ K\omega_0^2 \end{bmatrix} u(y) \quad (1)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}$$

$$Q_S = \begin{bmatrix} bA.b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & K\omega_0^2 \\ K\omega_0^2 & -2K\xi\omega_0^3 \end{bmatrix} = K\omega_0^2 \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -2\xi\omega_0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Condiția de reglabilitate este:

$$\det Q_S = -K\omega_0^4 \neq 0 \quad (3)$$

care trebuie să fie împlinită [9].

În cele din urmă se obține forma de reglare normală pentru procesul PT2:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\omega_0^2 & -2\xi\omega_0 \end{bmatrix}}_{A_c} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}}_{b_c} u(y) \quad (4)$$

$$y(t) = \underbrace{\begin{bmatrix} K\omega_0^2 & 0 \end{bmatrix}}_{C_c^T} \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{bmatrix}$$

Înlocuind valorile numerice pentru matricea sistemului A_c , vectorul de intrare b_c și vectorul de ieșire C_c^T cu $k = 1$, $\xi = 1$ și $\omega_0 = 1s^{-1}$ se obține diagrama de semnal a reglării după stare în forma normală de reglare, figura 1.

Prin procedeul de găsim al polilor, se obține:

$$\det \left[sE - (A_c - b_c r_c^T) \right] = s^2 + (2\xi\omega_0 - r_{2C})s + \omega_0^2 - r_{1C} = (s - s_{p1})(s - s_{p2}) \quad (5)$$

Apoi se determină parametrii de reglaj: r_{1C} , r_{2C} pentru polii s_{p1} , s_{p2} . Prefiltrul:

$$V_R = -\left[C_C^T (A_C + b_C r_C^T) \right]^{-1} = \frac{\omega_0^2 - r_{1C}}{K\omega_0^2}, \quad (6)$$

compensează diferențele staționare de reglaj pentru mărimile constante de conducere.

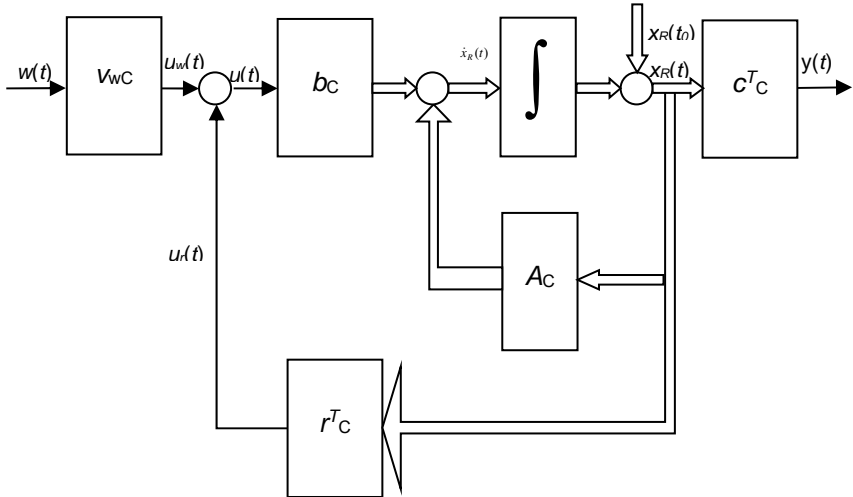


Fig. 1 Diagrama de semnal a reglării după stare în forma normală

În continuare se prezintă programul de calcul numeric al reglajului de stare, apelând funcții definite de comunitatea de utilizatori ai mediului Scilab [1], *acker_coef* și *acker* [2], asociat cu o serie de comentarii menite să ușureze urmărirea aplicației. În baza aplicației se vizualizează prin simulare [10] răspunsul indicial, figura 2, respectiv planul poli –zerouri, figura 3.

```
function [K]=acker_coef(A, B, alpha)
    sa = size(A);
    n = sa(1); // dimensiunea sistemului
    Com = cont_mat(A,B);
    Comi = inv(Com);
    alpha = [alpha,1];
    alphaC = alpha(1) * eye(n,n);
    for i = 2:n+1
        alphaC = alphaC + alpha(i) * A^(i-1);
    end
```

```

K = [zeros(1,n-1),1]*Comi*alphaC;
endfunction
function [K]=acker(A, B, p)
    n = length(p);
    s = poly(0,'s');
    equation = 1;
    for i = 1:n
        equation = equation*(s-p(i));
    end
    alpha = coeff(equation);
    K = acker_coef(A,B,alpha);
endfunction
clf();
KS=1; w0S=1; DS=0.707; // parametrii căii de reglare
s=poly(0,'s');
NUM_HS=[KS*w0S^2]; // numărătorul f.d.t.
den_HS=s^2+2*DS*w0S*s+w0S^2 // numitorul f.d.t.
sys=cont_frm(NUM_HS,den_HS); // model matematic de stare,

for k=[1 2 4]
    w0Z=k*w0S; // w0 al reglării de stare
    sp1Z=w0Z*(-DS+%i*sqrt(1-DS^2)); // Polii reglării după stare
    sp2Z=w0Z*(-DS-%i*sqrt(1-DS^2));
    poleZ=[sp1Z,sp2Z]; // vectorul polilor prescriși
    A=sys(2); // matricea de stare a sist.
    B=sys(3); // matricea vectorului intrare
    rR=acker(A,B,poleZ); // calculul coef. Ackermann
    rR=-rR; // pozitivă
    vwR=(w0S^2-rR(1))/(KS*w0S^2); // filtru
    AS=A+B*rR; // matricea reglării de stare
    bS=vwR*B; // vect. de intare a reglării
    cR=sys(4); // vect. de ieșire
    dR=sys(5);
    SS=syslin('c',AS,bS,cR,dR);
    t=0:.01:8; // def. vectorului timp
    y=csim('step',t,SS); // răspunsul indicial
    plot(t,y);xgrid(6) // reprezentarea răsp. indicial
    xtitle('Raspuns indicial','Timp(sec)', 'Amplitudine')
end
// Reprezentare poli - zerouri
h=clean(ss2tf) // funcția de transfer a SS

```

`plzr(h)`
`xtitle('Reprezentare poli - zerouri', 'Axa reala', 'Axa imaginara')`

// calcularea polilor

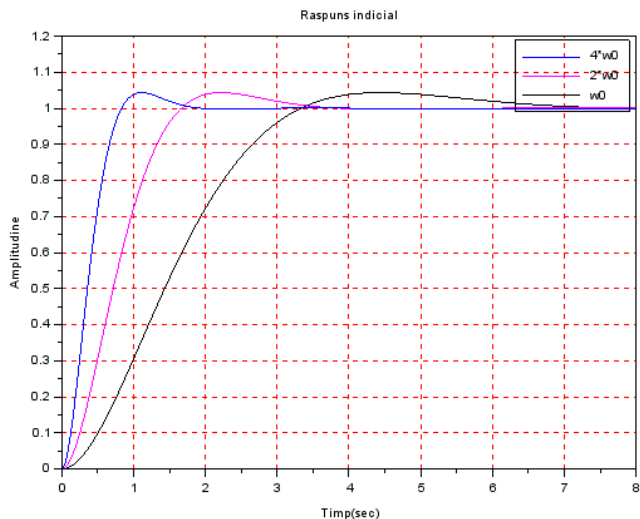


Fig. 2 Răspunsul indical pentru diferite frecvențe de pulsație

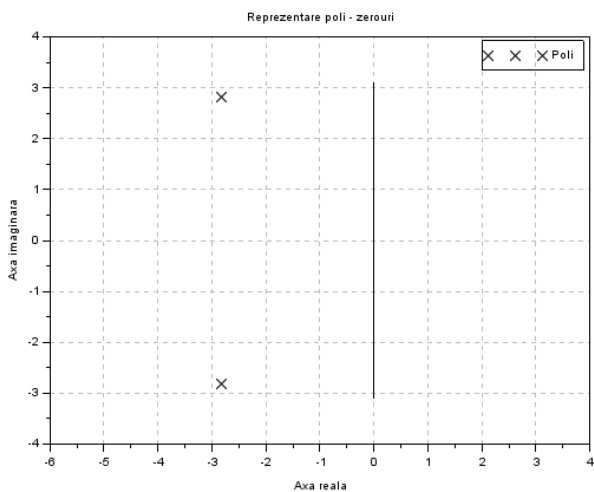


Fig. 3 Reprezentarea polilor sistemului aferent căii de reglare PT2 pentru $4 \cdot \omega_0$ s

3. Concluzii

Sistemul de reglare cu reacție după stare conține informații mai „actuale” decât mărimile de ieșire din acel moment și deci reprezintă o structură de conducere mai performantă. Performanțele obținute referitoare la stabilitate și comportament dinamic în cazul proceselor PT2, deseori întâlnite în practică, pot fi apreciate prin folosirea mediului Scilab/Xcos prin analiza răspunsului indicial și al planului poli – zerouri, așa cum s-a prezentat în lucrare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] * * * www.scilab.org (open source), INRIA, Franța, 2016.
- [2] * * * <https://forge.scilab.org/index.php/p/act/source/tree/master/Scilab>
- [3] Chioncel, C.P., *Prelucrarea numerică a semnalelor*, Editura Eftimie Murgu, Reșița, 2009.
- [4] Chioncel, C.P., Chioncel, P., Gillich, Nicoleta, *Scalar control structure of an asynchronous motor at maximum torque*, Annals of DAAM and Proceedings, 978-3-901509-68-1, pp.233-234, 2008.
- [5] Chioncel, C.P., Chioncel, C., Gillich, Nicoleta, Gillich, G.-R., *Speed control method for asynchronous motor*, Annals of DAAM and Proceedings, 978-3-90150-958-2, pp. 137-138, 2007.
- [6] Chioncel, C.P., Chioncel, C., Gillich, Nicoleta, Gillich, G.-R., *CMS solutions in monitoring and real time data transfer of photovoltaic plants*, XVth International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA, Plovdiv, Bulgaria, pp. 14 – 17, 2007.
- [7] Chioncel, C.P., Băbescu, M., Chioncel, P., *Optimizations of the Wind Systems, Based on the Maximum Wind Energy*, International Conference on Optimization of the Robots and Manipulators IPCSIT, vol.8, pp. 978-981, 2011.
- [8] Chioncel, C.P., Spunei, E., et.al., *Direct Self Control Structure for the Asynchronous Machine, Implemented in Scilab/Xcos*, 6th International Conference on Modern Power Systems, Cluj-Napoca, pp. 52-55, 2015.
- [9] Wendt, L., *Taschenbuch der Regelungstechnik*, Verlag Harri Deutsch, 3-8171-1749-3, 2005.
- [10] Chioncel, C.P., *Modelare, identificare și simulare*, Editura Eftimie Murgu, Reșița, 978-606-631-059-8, 2015.

Prof. Univ. Dr. Ing. Petru CHIONCEL, Facultatea de Inginerie și Management,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița, email p.chioncel@uem.ro

Conf. Dr. Ing. Cristian P. CHIONCEL, Facultatea de Inginerie și Management,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița, email c.chioncel@uem.ro

Prof. Univ. Dr. Ing. Nicoleta GILLICH, Facultatea de Inginerie și Management,
Universitatea „Eftimie Murgu” din Reșița, membru AGIR,
email n.gillich@uem.ro