



A III –a Sesiune Științifică

CIB 2007

15 - 16 Noiembrie 2007, Brașov

CONTROLLER PD SI PID PENTRU ACȚIONAREA STRUCTURILOR DE ORIENTARE A PANOURILOR SOLARE

BOTIȘ Marius
VIȘA Ion

Universitatea Transilvania Brașov-Facultatea de Construcții, e-mail mbotis@unitbv.ro

Abstract: In this paper is presented two controller schemes for control of type PD and PID, which is use for a structure with solar panels (tracking control). For control of solar structure the authors use a dynamic model with one degree of freedom, because after complex analyses, centripetal terms and Coriolis terms that appear in a model with two degree of freedom, are not so important. The precision of position for solar panels is very important because energetic efficiency for conversion solar energy in electrical energy depend by orientation of solar panels. Controller de type PD and PID are designed in Simulink.

Key words: dynamic model, controller PID and PD, tracking control

1. MODELUL DINAMIC PENTRU UN SISTEM CU UN SINGUR GRAD DE LIBERTATE DINAMICĂ ($c_{11}=1m$; $m_1=2000Kg$)

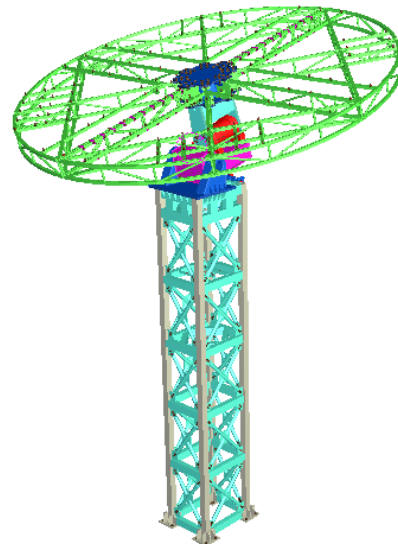
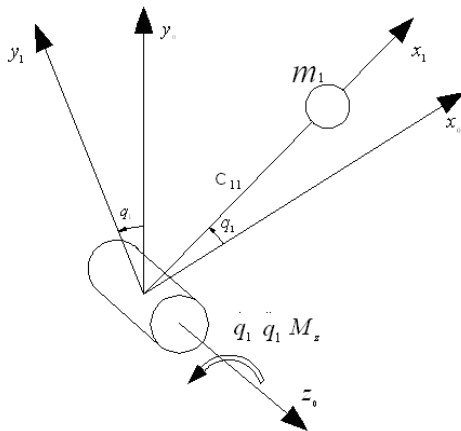


Fig.1 Schematizare model dinamic

Fig.2 Structura controlată PD și PID

Vectorul de poziție a elementului care se rotește în jurul axei z:

$$r_1 = \begin{Bmatrix} c_{11} \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}; \omega_1 = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{q}_1 \end{Bmatrix}; \varepsilon_1 = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \ddot{q}_1 \end{Bmatrix}; v_{G_1} = \tilde{\omega} r_1 = \begin{bmatrix} 0 & -\dot{q}_1 & 0 \\ \dot{q}_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} c_{11} \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ c_{11} \dot{q}_1 \\ 0 \end{Bmatrix}. \quad (1)$$

Energia cinetică:

$$E = \frac{1}{2}(m_1 v_G + J_z \omega_1^2) = \frac{1}{2}(\dot{q}_1^2 m_1 c_{11}^2 + J_z \dot{q}_1^2) = \frac{1}{2} \dot{q}_1^2 (J_z + m_1 c_{11}^2). \quad (2)$$

Energia potențială:

$$U = m_1 g c_{11} \sin q_1 \quad (3)$$

Ecuțiile lui Lagrange pentru sistemul mecanic, din fig.1, sunt:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_k} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_k} = Q_k^* \quad k=1 \quad (4)$$

Pentru a determina momentul motor necesar, M_z , aplicând relațiile lui Lagrange, se obține:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_1} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_1} = M_z \frac{\partial L}{\partial q_1} = \dot{q}_1 (J_z + m c_{11}^2); \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_1} \right) = \ddot{q}_1 (J_z + m c_{11}^2); \frac{\partial L}{\partial q_1} = m_1 g c_{11} \cos q_1. \quad (5)$$

Momentul motor, în cupla de rotație, are următoarea expresie:

$$M_z = \ddot{q}_1 (J_z + m c_{11}^2) - m_1 g c_{11} \cos q_1 \quad (6)$$

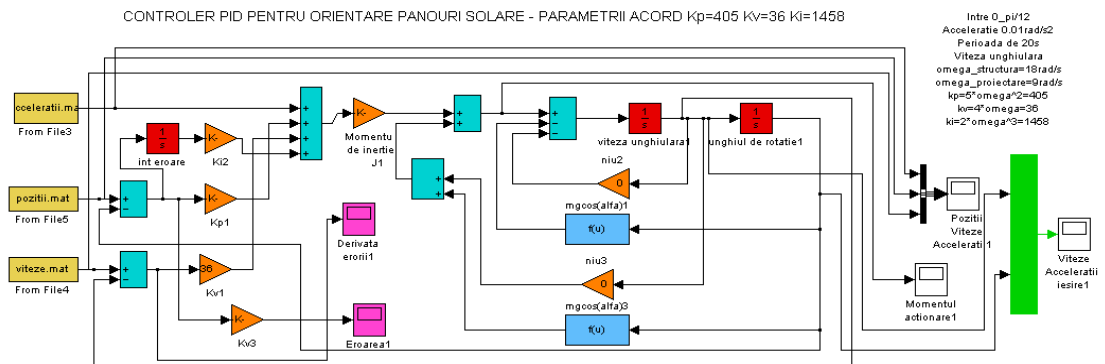


Fig.3 Control PID pe 1 grad de libertate pentru structura de orientare a panourilor solare

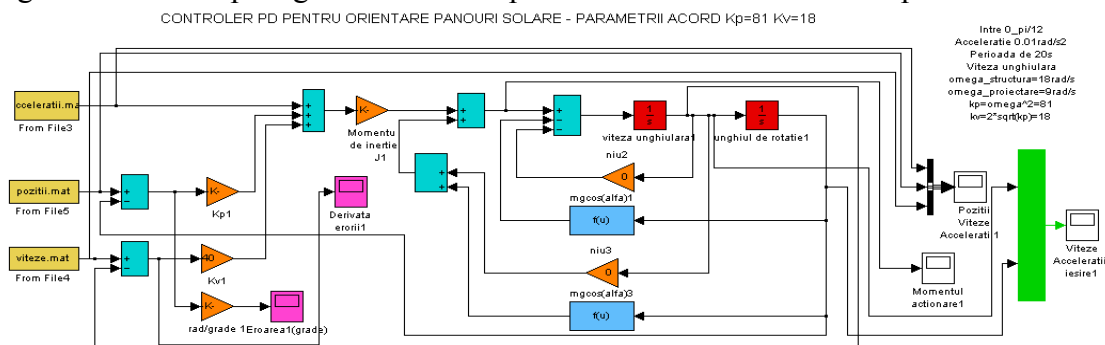


Fig.4 Control PD pe 1 grad de libertate pentru structura de orientare a panourilor solare

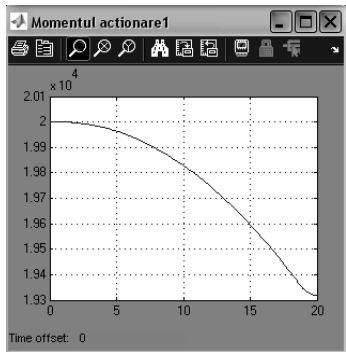


Fig.5 Momentul motor-controler PD

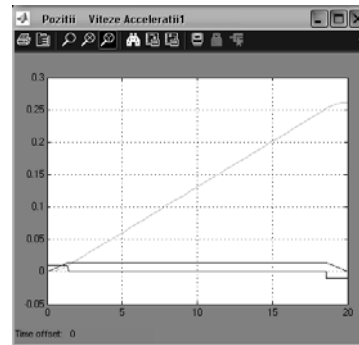


Fig.6 Accelerație, viteză, deplasare-controler PD

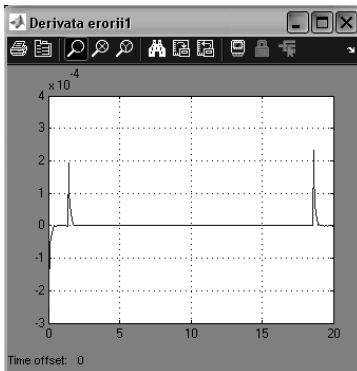


Fig.7 Derivata erorii-controler PD

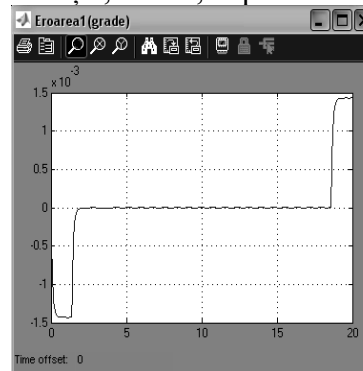


Fig.8 Eroarea de poziționare-controler PD

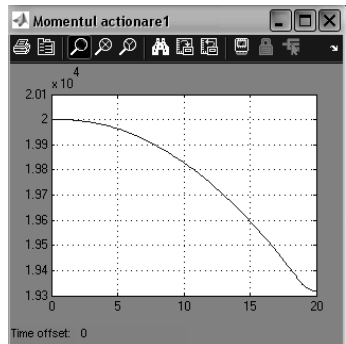


Fig.9 Momentul motor-controler PID

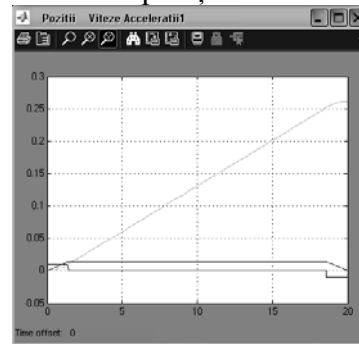


Fig.10 Accelerație, viteză, deplasare-controler PID

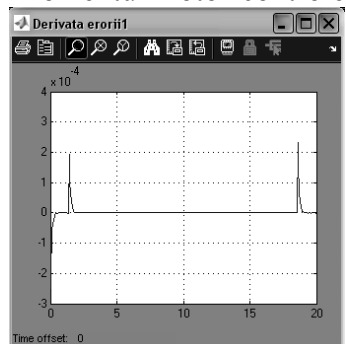


Fig.11 Derivata erorii-controler PID

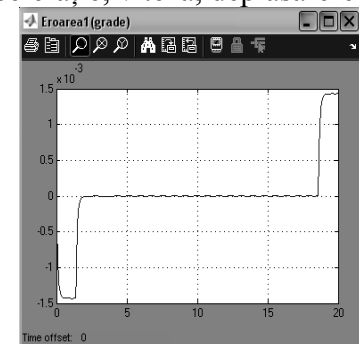


Fig.12 Eroarea de poziționare-controler PID

2. CONTROLERUL PD SI PID

Controlerul PD și PID au fost proiectate pe baza legii calculării momentului. Valoarea momentului, generat de controlerul PD, este:

$$\tau = M(q)(\ddot{q}_d - u) + N(q, \dot{q}); u = -diag(k_{vi})\dot{e} - diag(k_{pi})e \quad (7)$$

$$\tau = M(q)(\ddot{q}_d + diag(k_{vi})\dot{e} + diag(k_{pi})e) + N(q, \dot{q})$$

unde,

τ vectorul momentelor generalizate din cuple; $M(q)$ este matricea de inerție a sistemului;

$N(q, \dot{q})$ este vectorul termenilor neliniari; \ddot{q}_d este vectorul accelerațiilor dorite;

$diag(k_{vi})$ matricea diagonală formată din parametrii de acord derivativ al controlerului;

$diag(k_{pi})$ matricea diagonală formată din parametrii de acord proporționali ai controlerului;

e este vectorul erorilor;

\dot{e} este vectorul vitezelor erorilor.

Legea de variație a erorii, în cazul controlerului PD, este:

$$\tau = M(q)(\ddot{q}_d + diag(k_{vi})\dot{e} + diag(k_{pi})e) + N(q, \dot{q}); \tau = M(q)\ddot{q} + N(q, \dot{q}) + \tau_p; \quad (8)$$

$$\ddot{e} + diag(k_{vi})\dot{e} + diag(k_{pi})e = M^{-1}(q)\tau_p$$

unde,

\ddot{q} este vectorul accelerațiilor măsurabile în cuple; τ_p este vectorul momentelor perturbatoare

Parametrii de acord ai controlerului PD se determină din condiția ca sistemul să fie critic amortizat :

$$k_v = 2\zeta\omega_p; k_p = \omega_p^2; \zeta = 1 \Rightarrow k_v = 2\sqrt{k_p}; k_p = \omega_p^2 \quad (9)$$

Creșterea frecvenței, ω_p , conduce la micșorarea perturbației, $M^{-1}(q)\tau_p$, care trebuie să fie rejectată. Valoarea lui ω_p trebuie însă limitată superior pentru a evita fenomenul de rezonanță la $\omega_p = \omega_s / 2$, unde ω_s este frecvența proprie a elementului acționat. Se poate observa că, pentru a putea realiza un control optim trebuie marită rigiditatea elementelor structurii.

În figurile 3 și 4 sunt prezentate schemele de control PD și PID pentru modelul dinamic cu 1 GLD. Parametrii de acord, optimi pentru cele 2 scheme, au fost determinați prin simulări. În figurile 5,6,7,8,9,10,11,12 sunt prezentate legile de mișcare impuse și variația momentului de acționare, precum și erorile de poziționare pentru controlerile PD și PID.

3. CONCLUZII

Din analiza rezultatelor obținute, se observă că eroarea de poziționare cea mai mică se obține în cazul controlerului PID la parametrii de acord optimizați.

Pentru a putea măria precizia de poziționare, se poate recurge la mărirea rigidităților elementelor sistemului de orientare printr-o conformare corespunzătoare.

Impreciziile cele mai mari de la legea de mișcare sunt în perioadele de accelerare și decelerare a sistemului datorită forțelor de inerție. Pentru a ameliora aceste erori se pot crea legi de mișcare care să aibă doar o perioadă de accelerare și o perioadă de decelerare.

4. BIBLIGRAFIE:

[1]. Botiș Marius - Static and modal analysis of trusses structures. Editura Napoca STAR 2007.

[2]. Ogata, K –Modern Control Engineering. Prentice-Hall, 1997.