

SERVOMECANISM HIDRAULIC DE REGLARE A POZIȚIEI CU REACȚIE PRIN LASER DESTINAT ECHIPĂRII UTILAJELOR TERASIERE DE NIVELARE

T.C. POPESCU¹, Gh. ȘOVĂIALĂ¹,
C. NICOLESCU¹

¹ Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru
Optoelectronică (INOE 2000)- Filiala Institutul de
Cercetări pentru Hidraulică și Pneumatică București
(IHP), popescu.ihp@fluidas.ro

The goal of the theoretical and experimental research activities presented is to promote a modular system, comprising laser and electro hydraulic parts, which gives the navy machines the possibility to perform land leveling in automatic running [1]. The theoretical research activities include numerical simulation of the dynamics of the modular system and implicit mathematical modeling, performed by means of numerical simulation in AMESim [2]. The experimental identification of the modular system was performed both in laboratory, on a device that simulates the actual operating conditions, and on a motorgrader, while performing leveling work in "automatic running" [3]. Beside the advantages consisting in high precision of leveling works and significant reduction in fuel consumption and manpower, leveling based on laser position reaction offers some other advantages in the case of leveling agricultural lands. These concern efficient utilization of water and diminishing soil compaction.

Key words: *laser components, numerical simulation, experimental identification*

Sistemul este gândit ca o opțiune suplimentară a utilajului terasier, care permite acestuia să execute operațiunea de nivelare a terenurilor în regim automat, după un "plan optic de referință", generat de către un emițător laser rotativ și după ce în prealabil au fost executate minim două nivelări grosiere, în regim de comandă manuală a organului de lucru (cupă sau lamă) a utilajului.

Pentru promovarea acestui sistem automat modular cu componente laser autorii îl denumesc așa cum este el cunoscut de către potențialii beneficiari, care execută lucrări de nivelare a terenurilor: **sistem cu comandă și control laser**, componentele laser fiind cele de care "conduc" atât procesul automat de nivelare, cât și procesul de control al calității nivelării. Din punctul de vedere al teoriei sistemelor automate, sistemul este un **servomecanism hidraulic cu reacție de poziție prin laser**. Reacția de poziție prin laser, comparată cu o referință "zero", poate fi asimilată cu o comandă laser, de semn contrar reacției de poziție.

Nivelarea bazată pe "comandă și control laser" prezintă un impact pozitiv pentru MEDIU (combaterea fenomenelor de degradare secundară a solului cauzate

de lipsa sau excesul de apă), **ENERGIE** (economii de carburanți datorate numărului redus de treceri ale utilajului terasier) și **RESURSE** (reducerea manoperei pentru transpunerea în teren a proiectului de nivelare și pentru măsurarea calității nivelării).

MATERIAL ȘI METODĂ

Modelul de simulare în AMESim (*fig.1*) conține două servomecanisme hidraulice cu reacție de poziție și permite: reglarea parametrilor de acord K_p , K_i , K_d ai regulatorului PID, în vederea optimizării relației între dinamica, precizia și stabilitatea sistemului modular structurat pe componente laser și electrohidraulice; modelarea matematică implicită a sistemului automat; reducerea eforturilor de proiectare și execuție a dispozitivului pe care se poate testa, în condiții de laborator apropiate de condițiile reale, a sistemului modular automat structurat pe componente laser și electrohidraulice.

Modelul de simulare se poate asimila cu un servomecanism hidraulic cu reacție electrică de poziție, alimentat la presiune constantă, cu o legătură de reacție externă și două legături de reacție interne.

Prima legătură de reacție internă se stabilește la nivelul servomecanismului hidraulic de simulare a profilului terenului denivelat, între traductorul de deplasare liniară și comparatorul acestui servomecanism.

A doua legătură de reacție internă se stabilește la nivelul servomecanismului hidraulic de urmărire cu comandă laser, între traductorul de deplasare liniară și comparatorul servomecanismului.

Legătura externă a servomecanismului hidraulic ce simulează comportarea dinamică a echipamentului modular cu comandă laser se stabilește între un al doilea traductor liniar de deplasare al servomecanismului de generare profil teren și un al doilea comparator al servomecanismului de urmărire cu comandă laser.

Pe acest model AMESim s-a simulat comportarea dinamică a servomecanismului modular cu comandă laser, atunci când servomecanismul de generare a profilului terenului denivelat este excitat la intrare cu diferite semnale: dreptunghiular constant (SQW0), sinusoidal constant (SIN0), sinusoidal variabil (VSIN0 și RAMP0).

Echivalarea constructivă a dispozitivului de testare, în condiții de laborator, a sistemului modular comandat prin laser cu componentele mediului de simulare AMESim, care au stat la baza modelului de simulare numerică a dinamicii sistemului, se prezintă comparativ în *fig.2*.

Semnificația notațiilor din *fig. 2*. este următoarea: EL- emițător laser TOPCON; POR- plan optic de referință; RL- receptor laser de cotă TOPCON; BE- bloc electronic TOPCON; GS- generator de semnale; SC- servocontroler; DAS- placă achiziție date; DH 4/3 BOSCH- distribuitorul proporțional Dn10 al servomecanismului de simulare profil teren; DH 4/3 ATOS- distribuitorul proporțional Dn6 (din chitul hidraulic TOPCON) al servomecanismului de urmărire cu comandă laser.

Cele două servomecanisme electrohidraulice, care compun dispozitivul de testare (*fig.3*) s-au racordat hidraulic la un stand (*fig.4*) cu următoarele caracteristici: presiune de lucru: max.40 bar; putere utilă necesară: 5 kW; putere maximă instalată stand: 15 Kw; tensiune alimentare motor antrenare pompă volumică cu debit variabil: 380 Vc.a.; tensiune alimentare electromagneți proporționali: 24 Vc.c.; curent de comandă distribuitoare proporționale: 4...20 mA; domeniu de lucru traductori de deplasare: -10V...+10 V.

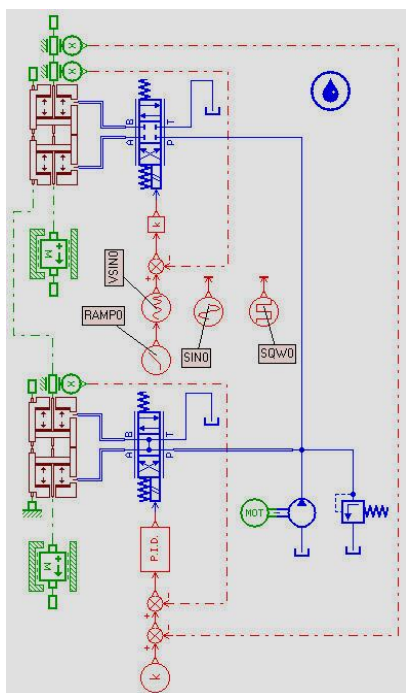


Figura 1 Modelul complet în AMESim pentru simularea comportării dinamice a sistemului modular cu comandă laser, destinat echipării utilajelor terasiere de nivelare în plan orizontal

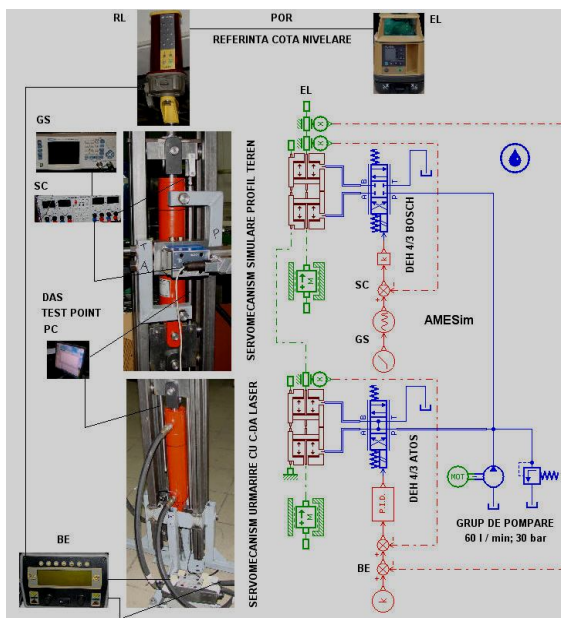


Figura 2 Schemă echivalare stand de probare sistem cu c-dă laser, destinat echipării utilajelor terasiere de nivelare, cu componente din bibliotecile programului



Figura 3 Dispozitiv de testare servomecanism hidraulic de reglare a poziției cu reacție prin laser, destinat echipării utilajelor terasiere de nivelare

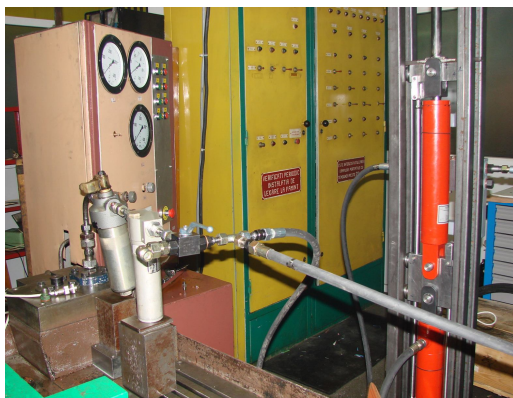


Figura 4 Stand pentru racordarea hidraulică a dispozitivului de testare

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Rezultatele simulării numerice

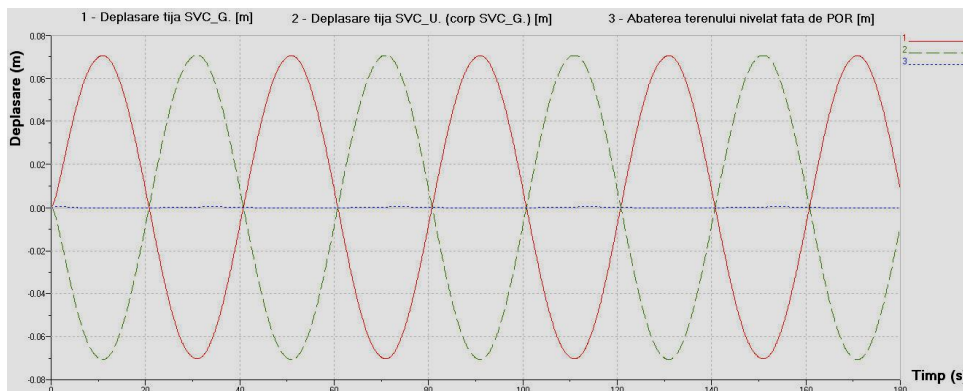


Figura 5 Răspunsul servomecanismului de urmărire cu c-dă laser, la excitarea servomecanismului de generare profil teren cu un semnal sinusoidal constant

În figura 5 este prezentat răspunsul servomecanismului de urmărire cu comandă laser, la excitarea servomecanismului de generare profil teren cu un semnal sinusoidal cu amplitudine de 14 cm și frecvență de 0,025 Hz, în care: 1- deplasarea tijei servocilindrului de generare profil teren; 2- deplasarea tijei servocilindrului de urmărire și corpului servocilindrului de generare; 3- abaterea terenului nivelat față de planul optic de referință (POR).

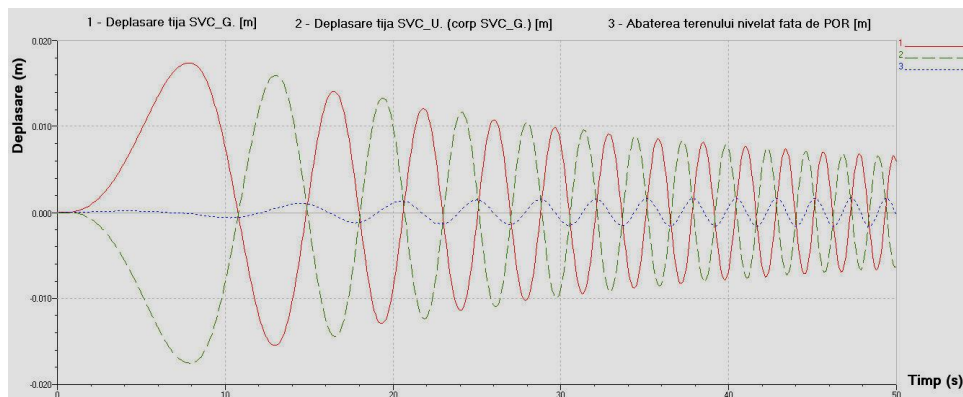


Figura 6 Răspunsul servomecanismului de urmărire cu c-dă laser, la excitarea servomecanismului de generare profil teren cu un semnal sinusoidal variabil, de amplitudine maximă 5 mA

În figura 6 se prezintă răspunsul servomecanismului de urmărire cu comandă laser, la excitarea servomecanismului de generare profil teren cu un semnal sinusoidal cu amplitudine și frecvență variabile, în care: 1 - deplasarea tijei

servocilindrului de generare profil teren; 2 - deplasarea tijei servocilindrului de urmărire și corpului servocilindrului de generare; 3- abaterea terenului nivelat față de planul optic de referință (POR).

Rezultatele identificării experimentale

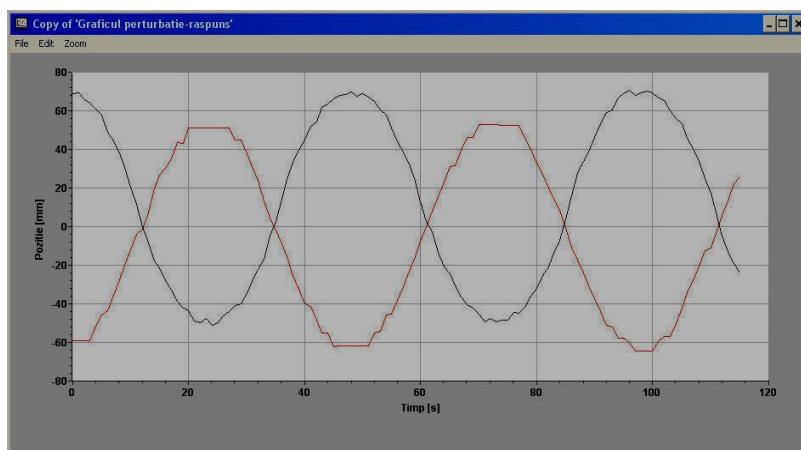


Figura 7 Comportarea servomecanismului de urmărire cu c-dă laser (roșu) la perturbația servomecanismului de generare profil teren denivelat (negru), care este excitat cu un semnal sinusoidal cu frecvență de 20 mHz

În figura 7 se prezintă răspunsul servomecanismului de urmărire cu comandă laser, la excitarea servomecanismului de simulare profil teren cu semnal sinusoidal constant.

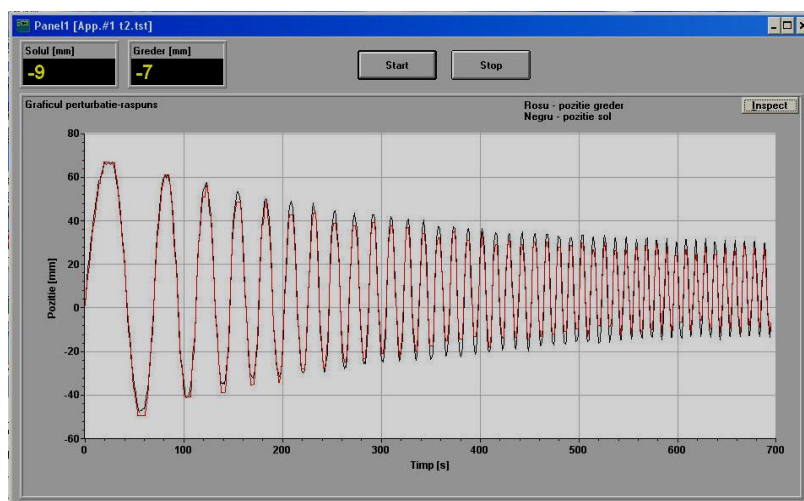


Figura 8 Comportarea servomecanismului de urmărire cu c-dă laser (roșu) la perturbația servomecanismului de generare profil teren denivelat (negru), care este excitat cu un semnal sinusoidal variabil, cu frecvență de 10...100 mHz

În *figura 8* se prezintă răspunsul servomecanismului de urmărire cu comandă laser, la excitarea servomecanismului de simulare profil teren cu semnal sinusoidal variabil.

CONCLUZII

Rezultatele cercetărilor teoretice și experimentele confirmă rapiditatea, precizia și stabilitatea sistemului modular automat destinat echipării utilajelor terasiere de nivelare.

Abaterile terenului nivelat (fig. 13) cu un autogreder, echipat cu acest sistem automat (structurat pe componente laser TOPCON), față de un plan optic de referință setat din blocul electronic al sistemului, sunt de max. $\pm 1,5$ cm, pentru întreaga suprafață nivelată.

Modelarea matematică implicită, simularea numerică și identificarea experimentală s-au realizat pentru cazul nivelării automate după un plan optic de referință orizontal.

Testarea sistemului modular automat structurat pe componente laser TOPCON (Japonia), în condiții reale de funcționare (montat pe un autogreder) s-a realizat atât pentru cazul nivelării după un plan optic de referință orizontal cât și pentru cazul nivelării după un plan optic de referință înclinat pe două direcții ortogonale.

Implementarea pe un utilaj terasier de nivelare, cu lamă sau cupă acționate hidraulic, indiferent de proveniența sau gradul de uzură al utilajului, presupune parcurgerea următoarelor etape: cunoașterea perfectă a schemei de acționare hidraulică a utilajului; comandarea componentelor sistemului modular (kit hidraulic, bloc electronic, emițător laser, receptor laser, senzori, accesorii), în funcție de schema hidraulică de acționare; reglarea în laborator a parametrilor de acord ai sistemului modular structurat pe componente laser, hidraulice și electronice; montarea sistemului modular pe utilaj; reglarea pe utilaj a parametrilor inițiali de funcționare ai sistemului automat (setarea "zerourilor").

BIBLIOGRAFIE

1. Popescu, T.C., 2008 – *Cercetări asupra sintezei sistemelor de acționare hidraulice*, Teză de doctorat, Universitatea "POLITEHNICA" București.
2. Popescu, T. C., Drumea, A., Duțu, I. 2008 – *Numerical simulation and experimental identification of the laser controlled modular system purposefully created for equipping the terrace leveling installations*, Keywords: "Simulation, LASER, modular, terrace leveling", Paper Nr. F003- "ISSE 2008 31st International Spring Seminar on Electronics Technology Reliability and Life-time Prediction", Budapest, Hungary, <http://www.isse-eu.net>.
3. Popescu, T. C., Blejan, M., 2008 – *Experimental Research upon Accommodating the Functional Parameters of a Laser Controlled System Designed for a Grading Machinery with the Actual Operating Conditions of the Grading Machinery*, Keywords: "laser, ground leveling, electrohydraulic driving", - "ATOM-N 2008 4th edition Advanced Topics in Optoelectronics, Microelectronics, and Nanotechnologies", Constanța, România, <http://www.atom-n2008.ro>.