

SOLUȚII MODERNE DE CONTROL ȘI COMANDĂ CU AJUTORUL TEHNICII LASER PENTRU ORGANELE DE LUCRU ALE UTILAJELOR TERASIERE

**T.-C. POPESCU, Gh. ȘOVĂIALĂ,
C. NICOLESCU, F. ANDREI,
Alina POPESCU**

INOE 2000-IHP, București
e-mail: popescu.ihp@fluidas.ro

The laser leveling technology has a series of important advantages over the classic technology: high precision, substantial diminution of the tracing effort, reduced on site implementation effort of the leveling project, reduced number of crosses which has significant implications in the time, fuel and labor effort consumption and the soil subsidence grade. In principle, control and actuation of the operating parts are achieved through the following components: the laser equipment (emitter and receiver sensor), electronic tracing and actuation module and the proportional electro hydraulic system.

The results of our research consist in: setting a configuration for the laser control system on two groups of components: basic, which is valid for all hydraulic drive leveling machines and specific, which differs according to the mobility of the operating parts (scoops and blades); making an option for a leveling machine, in order to mount on this one the specific laser control system; making the hydraulic drive system of this machine compatible with the specific laser control system.

Research activities will be carried on as follows: mounting the laser control equipment on a tractor grader; laying out the project for leveling the agricultural land which on tests will be carried; indoor tests on the laser equipment, under conditions of simulating the real behaviour on a machine; outdoor tests, under real operating conditions, on the leveling machine equipped with the laser system; quality analysis on the leveling work performed and functionality of the system.

Research will not be directed towards designing and developing laser components, electronic or hydraulic ones, and specific to all leveling machines, which already have their top providers on a world level. It will aim to integrate these components within a modular system designed for use in agriculture and meant to raise efficiency of water consumption on agricultural lands.

Keywords: *laser leveling technology, laser equipment, tractor grader, control system.*

Nivelarea reprezintă ansamblul lucrărilor de amenajare, întreținere și exploatare, prin care se dislocă și se transportă cantități de pământ din zonele mai

ridicate în cele mai joase ale terenului, realizându-se suprafețe plane continue, orizontale sau cu pante controlate pe o direcție (longitudinală) sau pe două direcții (longitudinală și transversală). Prin executarea nivelării și întreținerea ei anuală se urmărește realizarea unor areale cu condiții optime pentru: împiedicarea scurgerii concentrate a apei pe terenurile în pantă și astuparea rigolelor formate după ploile torențiale; asigurarea unei distribuții cât mai uniforme a apei provenite din irigații și precipitații, prin înlăturarea micro-depresiunilor; asigurarea unei fertilități uniforme a solului pe suprafața amenajată; asigurarea uniformității la execuția lucrărilor de pregătire a patului germinativ, de însămânțare și întreținere a culturilor.

Nivelarea creează premisele utilizării eficiente a resurselor de apă, naturale și artificiale, pe terenurile agricole irigate și neirigate, prin punerea plantelor în condiții pe cât posibil egale de creștere și dezvoltare, din punctul de vedere al distribuției uniforme, către plante, a cantității de apă ajunsă pe sol. Prin nivelare se diminuează sau se înlătură procesul de degradare a solului, provocat de băltirea apei în zonele joase (cu crovuri), care generează fenomenul de înmlăștinire, respectiv de sărăturare secundară în zonele înalte.

Din practica agricolă s-a constatat că lucrările de nivelare trebuie să asigure, pentru panta longitudinală a suprafeței nivelate de maxim 1,5 % (funcție de metoda de udare), o abatere de maxim $\pm 3 \dots 5$ cm pe întreaga suprafață.

Tehnologia de nivelare laser presupune execuția nivelării cu un utilaj complex, specializat, cu comandă laser, capabil să realizeze lucrarea din două treceri, o nivelare grosieră și una de finisare, cu abateri de la panta longitudinală de max. $\pm 2,5 \dots 3$ cm, cu reducerea substanțială a efortului de urmărire, transpunere și materializare în teren a proiectului de nivelare.

MATERIAL ȘI METODĂ

Lucrarea este rezultatul unui demers de investigare și analiză comparată a numeroase surse bibliografice naționale și internaționale cu privire la tema cercetată. Analiza critică s-a îmbinat cu sinteza în vederea realizării unor clarificări conceptuale și a unor puncte de vedere proprii cu privire la elaborarea unei tehnologii de nivelare a terenurilor agricole, bazată pe utilaje terasiere cu comandă laser, performante din punctul de vedere al calității nivelării și al consumului de resurse.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Echipamentele LASER pentru controlul de poziție și comandă a organelor de lucru ale utilajelor terasiere, utilizate la lucrările de nivelare a terenurilor agricole, pot fi instalate pe toate tipurile de utilaje la care poziționarea organelor de lucru se realizează cu ajutorul cilindrilor hidraulici.

În accepțiunea clasică, echipamentul conține următoarele subansamble:

- **emițătorul laser**, amplasat în centrul suprafeței de nivelat, deasupra unui punct cu cotă cunoscută, pe un trepied reglabil pe verticală emite o rază laser, în mișcarea de rotație. Aceasta generează planul de referință laser (cu posibilități de programare a pantei longitudinale și transversale), pe care organul de lucru al

utilajului îl va urmări pe durata nivelării. După setarea pantei, impusă prin proiectul de nivelare, emițătorul laser se auto-poziționează.

- **receptorul laser**, al cărui suport este solidar cu organul de lucru al utilajului terasier, interceptează fasciculul laser generat de emițătorul laser și transmite informațiile altimetrice, respectiv poziția organului de lucru față de planul laser de referință, unui modul electronic de urmărire și comandă, amplasat în cabina utilajului terasier;

- **modulul electronic de urmărire și comandă** convertește și amplifică informația laser recepționată, o compară cu o mărime prescrisă specifică cotei de nivelare, stabilește eroarea față de mărimea prescrisă și emite o comandă, spre un sistem de acționare electrohidraulic, în sensul anulării erorii;

- **sistemul electrohidraulic**, comandat de modulul electronic, are rolul de acționare a cilindrilor hidraulici ai utilajului terasier, în sensul menținerii organului de lucru în planul de nivelare stabilit prin proiectul de nivelare, plan paralel cu planul de referință laser.

Tehnica de control și comandă laser se pretează pentru toate utilajele terasiere ale căror organe de lucru sunt poziționate cu ajutorul cilindrilor hidraulici.

Firme de prestigiu în domeniul echipamentelor laser (TOPCON-Japonia, SPECTRA PRECISION-SUA), produc o gamă variată de componente laser, specifice utilajelor terasiere.

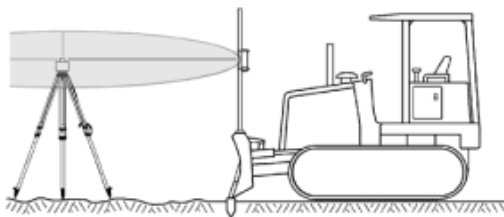


Figura 1. Schema funcțională de principiu a echipamentului laser



Fig.2 Emițător laser cu auto-orizontalizare



Fig.3 Receptor laser fixat pe suportul telescopic



Fig.4 Senzor laser de cotă

Senzorii de recepție a fasciculului laser se montează pe suporturi telescopici speciali, cu precizie milimetrică de reglaj, solidar cu organul de lucru al utilajului terasier. Numărul acestora este impus de numărul planelor în care se poate deplasa organul de lucru al utilajului terasier.

Pentru gredere și autogredere, echipamentul de recepție laser mai conține:

- **senzorul de cotă**, care evaluează poziția sa față de planul de referință laser generat de emițător;

- **senzorul de pantă transversală** este un dispozitiv electronic cu funcționare pe principiul nivelei. Panta transversală, impusă de sarcina de nivelare (deplasamentele de pământ) se setează din blocul electronic de comandă. Senzorul de pantă măsoară abaterile de la panta setată, generate de orografia terenului, și trimite semnale blocului electronic în sensul anulării acestora.

- **senzorul rotativ** măsoară unghiul momentan de orientare a lamei în plan orizontal-longitudinal, necesar optimizării direcției de deplasare a pământului în scopul reducerii rezistenței la înaintare.

În categoria sistemelor de reglare electrohidraulice, sunt incluse toate aparatele sau sistemele care asigură reglajul parametrilor hidraulici de tipul presiune sau debit cu ajutorul comenzilor electrice-electronice. Printr-o comandă adecvată a parametrilor hidraulici, se asigură o variație controlată a parametrilor fizici ai sistemului mecanic acționat precum viteza, accelerația, turația, poziția, forța, momentul etc.

Distribuitoarele proporționale, frecvent utilizate în cadrul sistemelor de acționare folosite în hidraulică, fac parte din categoria echipamentelor pentru reglarea și controlul debitului, cu rolul de a asigura transmiterea fluidului de lucru (uleiul hidraulic) către elementele hidraulice ale instalației sub acțiunea unei comenzi electrice exterioare. În general se folosesc distribuitoare hidraulice cu sertar cilindric și acționare cu electromagneți proporționali.

Rezultatele cercetărilor s-au materializat în: configurarea sistemului de comandă și control laser pe doua categorii de componente: **de bază**, valabile pe toate utilajele terasiere cu acționare hidraulică și **specifice**, funcție de gradele de mobilitate ale organelor de lucru (cupe și lame); formularea opțiunii pentru un utilaj terasier de nivelare, în vederea montării pe acesta a sistemului specific de comandă și control laser; compatibilizarea sistemului de acționare hidraulică propriu al utilajului ales, cu sistemul specific de comandă și control laser;

Cercetările vor continua cu: montarea echipamentului de comandă laser pe un autogreder; elaborarea proiectului de nivelare al terenului agricol pe care se vor desfășura experimentările; experimentarea în laborator a echipamentului laser, în condiții de simulare a comportării reale pe utilaj; experimentarea în câmp, în condiții reale de exploatare, a utilajului terasier echipat cu sistemul laser; analiza calității lucrării de nivelare executate și a funcționalității sistemului.

Cercetările nu vor urma calea proiectării și realizării unor componente laser, electronice sau hidraulice, specifice utilajelor terasiere, pentru care există furnizori de top la nivel mondial. Ele vor viza integrarea acestor componente într-un sistem modular, destinat unei aplicații din agricultură, menită să contribuie la eficientizarea consumului de apă pe terenurile agricole.

Sistemul configurat conține două categorii de componente: **de bază**, valabile pentru toate utilajele terasiere: emițătorul laser, receptorii laser și dispozitivele de fixare pentru emițător și receptori; **specifice autogrederului**, utilaj complex, cu

multiple posibilități de acționare ale lamei: blocul electronic, sistemul hidraulic al distribuitorilor proporționale care comandă cilindrii hidraulici de acționare a lamei, senzorul de pantă și senzorul de rotație.

Din condiții de eficientizare a consumului de apă pe terenurile agricole, în sensul că apa ajunsă pe sol, provenită din irigații sau precipitații, să fie dirijată direct la plante, nivelarea terenurilor agricole se face cu dublă pantă: longitudinală și transversală. În consecință s-a ales un emițător laser cu posibilitatea de programare a două pante pe direcții ortogonale.

Sistemul hidraulic de distribuție proporțională, cu electromagneți proporționali alimentați la 24 V c.c., va funcționa în paralel cu sistemul de distribuție tip inversor, existent pe utilaj. Comutarea pe unul din cele două sisteme de distribuție, funcție de regimul de lucru al utilajului (manual, cu sistemul de distribuție hidraulic propriu al utilajului sau automat, prin comandă laser, cu sistemul de distribuție proporțional) se face prin by-pass.

Sistemul de comandă și control laser se configurează în varianta cu un receptor laser, programabil pentru detecția pantei longitudinale a emițătorului și un senzor de pantă transversală (fig.5).

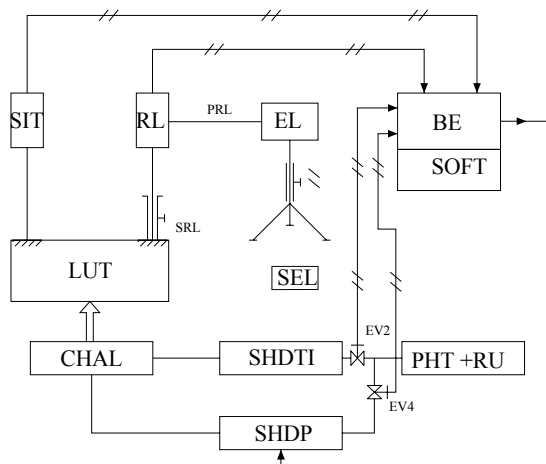


Figura 5. **Configurare sistem de comandă și control laser pentru utilaje terasiere de nivelare**

BE - bloc electronic; PHT+RU- pompă hidrostatică tractor și rezervor ulei; EL- emițător laser; SEL - suport emițător laser; PRL - plan referință laser; RL – receptor laser; SRL – suport receptor laser; SIT – senzor înclinare transversală; LUT – lamă utilaj terasier; CHAL – cilindri hidraulici acționare lamă; SHDTI – sistem hidraulic distribuție tip inversor; SHDP – sistem hidraulic distribuție proporțională; EV1, EV2 – electroventile de separare

CONCLUZII

Modulele echipamentului de comandă laser și acționare electrohidraulică, destinat utilajelor terasiere de nivelare, s-au achiziționat direct (componentele de bază, specifice tuturor utilajelor) sau sunt în curs de achiziționare (componentele

specifice –blocul electronic și chitul de componente hidraulice) de la firma TOPCON - Japonia;

Configurarea acestor module a presupus o analiză temeinică a principalilor producători mondiali de echipamente laser, destinate utilajelor de nivelare, în corelare cu analiza utilajelor terasiere folosite pe șantierele de îmbunătățiri funciare din țară;

S-au configurat principalele module ale sistemului de comandă laser pentru un autogreder, cel mai complex utilaj de nivelare, modulele fiind cu posibilități tehnice acoperitoare pentru utilaje terasiere cu un grad de complexitate mai scăzut (screpere, nivelatoare);

După integrarea modulele în sistem, acestea se vor testa atât în laborator, prin simularea condițiilor reale de funcționare, cât și pe utilajul care va executa efectiv, după un proiect, o operație de nivelare;

Pe plan național, nivelarea terenurilor agricole cu pantă controlată, utilizând tehnica laser prezintă caracter de noutate, asigurând atingerea unui nivel ridicat de precizie și reducerea consumurilor de carburant.

Numărul redus de treceri ale utilajului terasier cu comandă laser, necesar nivelării terenurilor agricole, diminuează atât consumurile de timp, manoperă, privind transpunerea în teren a proiectului de nivelare, cât și gradul de tasare al solului.

BIBLIOGRAFIE

1. Drumea P. - *"Cercetări teoretice și experimentale asupra aparaturii hidraulice proporționale"*, Referatele I și II ale tezei de doctorat, U.P.B.-L.A.C.H.P., 1994;
2. Ikeo S., Takahashi T. and Takahashi K. - *"Application of the Adaptive Control Theory to the Electrohydraulic Servo System Including Proportional Control Valve"*, The Third Scandinavian International Conference On Fluid Power;
3. Oppelt W. - *"Tehnica reglării automate"*, Editura Tehnică, București, 1965;
4. Marin V. - *"Dynamic Modelling of the Pressure and Flow Valves"*, Research Report, M.I.T. Boston, June 1970;
5. Ștefan Mihăilescu, Polidor Bratu, Valeriu Goran, Ștefan Aramă, *Mașini de construcții*, vol. 1, 2, Editura tehnică, București, 1984
6. Șovăială Gheorghe, *Cercetări privind perfecționarea utilajelor pentru realizarea rețelei provizorii de udare, în scopul îmbunătățirii parametrilor hidraulici ai acestora*, teză de doctorat, USAMV București, 04. 02. 2005.
7. *Elemente hidraulice proporționale cu acționare electrică* -Catalog HAWE HYDRAULIC
8. *Elemente hidraulice proporționale cu acționare electrică* -Catalog REXROTH-BOSCH
9. *Echipamente laser SPECTRA PRECISION* www.spectraprecision.com
10. *Conceptul Topcon GPS+* www.geodis.ro/www/index_ro.php?page=aparate_de_masura_-_construcii/r_3d_gps