

INSTITUTUL CENTRAL DE FIZICĂ

INSTITUTUL CENTRAL DE FIZICA, BUCURESTI, C.P.MG-6, ROMANIA

- * Combinatul Siderurgic Galați
- ** Ministerul Industriei de Utilaj Greu
- *** Antrepriza Construcții Hidroenergetice Forări Galeriei Puțuri Târnița - Comuna Gilău, Județul Cluj
- **** Intreprinderea de Construcții Navale Constanța
- ***** Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Industria Lemnului București

R 088 00100

ICRFIP - LOP-65-1988

March

Controlul proceselor industriale cu
ajutorul echipamentelor cu laser He-Ne
pentru aliniere, orientări, ghidări

I.Ursu, M.Ivascu, V.Vasiliiu, M.Ristici, Gh.Vilcu*,
I.Gradisteanu, V.Pelle**, I.Botezatu***, V.Vasnea***
N.Orac****, V.Fernea*****

Abstract: The paper gives a brief presentation of the He-Ne laser devices main application fields in the national economy. It presents the utilisation of the devices we did in : industrial constructions, meta - lurgy, hidroelectric arrangement, wood industry, ship's construction, and other. One presents the main parameters possible to measure using He-Ne equipments for aligning and guiding. The paper presents the main bibliography on that subject.

INDUSTRIAL WORK CONTROLLING BY USING He-Ne LASER DEVICES FOR
ALIGNEMENT, ORIENTATION AND GUIDING

- Introduction
- Directing, alignement, guiding by laser devices in hydroelectric arrangement
- On the using of He-Ne laser devices in directing, guiding and alignement :
 - in high building construction
 - in common building construction
 - in metallurgy
 - in wood industry
- He-Ne laser equipments used in construction materials industry
- Axing, centering and alignement of section and block-sections in ships construction using He-Ne laser devices.

1. INTRODUCERE

Laserii sînt surse de radiații electromagnetice situate în domeniul vizibil, infraroșu sau ultravioletul apropiat. Radiația emisă de laser are proprietăți diferite față de radiația emisă de sursele clasice de lumină - becul cu incandescență, tuburile fluorescente, lămpile cu vapori de mercur, etc. Radiația emisă de laser prezintă o înaltă puritate monocromatică, o deosebit de înaltă coerență, o pronunțată direcționalitate și o deosebit de mare intensitate pe unghiul solid și lărgimea de bandă a emisieii.

Aceste proprietăți deosebite ale radiației emise de laseri au determinat aplicarea largă a unor echipamente mai simple sau deosebit de complexe dar conținînd laseri în extrem de multe domenii ale economiei sau vieții sociale.

Utilizarea laserilor cu He-Ne, datorită proprietăților deosebite ale radiației emise, a extins foarte mult aria de aplicare a metodelor optice de aliniere, ghidare și în foarte multe cazuri a simplificat utilizarea lor.

Echipamentele cu laseri He-Ne sînt aplicate în alinieri, orientări sau ghidări de utilaje care trebuie să execute o mișcare după o traiectorie dreaptă sau curbă. Ele sînt folosite cu precădere în construcțiile hidroenergetice, construcții de tunele pentru căi ferate sau metrou, în îmbunătățiri funciare, în montaje metalice pentru construcții navale, în trasarea liniei de axe la nave, în centrări de componente mecanice în construcțiile de mașini unelte și agregate complexe, în orientarea laminatelor în fața foarfecilor de tăiere, în centrarea-axarea utilajelor metalurgice.

Cîmpul de aplicare al acestor echipamente atît în domeniile enumerate mai sus cît și în alte noi domenii este în continuă creștere, ele devenind o unealtă indispensabilă pe marile șantiere ale

construcției socialiste pe pământul României.

Metodele de aliniere sînt, în general, de două tipuri :
fie alinierea unui cuplu de puncte după o linie dreaptă (linia de referință fiind materializată prin fasciculul laser), fie ghidarea unui punct, a mișcării unei mașini a cărei traiectorii trebuie să se facă după o linie dreaptă (care de asemeni va fi materializată prin fasciculul luminos emis de laserul cu He-Ne).

Din prima categorie de alinieri fac parte : montarea componentelor unei mașini unelte cu o precizie foarte mare (centrări bancuri de probă, centrări axe pompe, centrări corpuri de turbine cu imprecizii de ordinul micronului), montarea șinelor glisante pentru podurile rulante, montarea șinelor de cale ferată pentru viteze foarte mari, montarea și verificarea căilor de rulare pentru macarale portal, implantarea stîlpilor de rezistență din halele industriale mari, montarea și executarea cordoanelor de sudură la segmentele conductelor magistrale de petrol, gaze, apă, canalizare. etc.

În a doua categorie de lucrări care se execută sub controlul echipamentelor de ghidare - orientare amintim ghidarea mișcării mașinilor foarte puțin mobile așa cum sînt instalațiile care execută perforări de roci pentru tunelele de aducțiune la hidrocentrale, tunele de cale ferată sau metrou, a plugurilor pentru canalizare, a macaralelor plutitoare, a navelor care trebuie să construiască un dig, a utilajelor care execută șanțuri de drenaj (pentru eliminarea excesului de umezeală din sol), a utilajelor care execută operații de îmbunătățiri funciare (buldozere, screpere, auto gredere) a mașinilor care execută patul rezistiv, a betoanelor și a stratului de asfalt pentru șosele, piste de decolare și aterizare, piețe, etc.

Echipamentele cu laser He-Ne pentru aliniere - orientare - ghidare sau direcționare se compun dintr-un laser He-Ne de putere mică (1-3)mW), un sistem optic afocal pentru corectarea divergenței fasciculului emis de laserul cu He-Ne sau un sistem optic cu optică cilindrică, un sistem mecanic care permite orientarea stabilă în spațiu a direcției de referință materializată prin fasciculul laser (posedă mișcări fine de rotație și eventual translații) și sursa de alimentare cu energie electrică a laserului cu He-Ne (fig.1).

Forma aparatelor diferă funcție de condițiile în care trebuie să lucreze echipamentul respectiv și de utilajele a căror mișcare trebuie ghidate sau aliniat.

Din punct de vedere al formei geometrice materializată prin lumina laser emisă de echipamentele de aliniere - orientare - ghidare distingem trei categorii de echipamente. În prima categorie fasciculul luminos, care materializează o direcție, produce o pată luminoasă sub formă punctiformă. În cazul celei de a doua categorii fasciculul luminos descrie un plan, prin rotirea fasciculului luminos într-un plan de câteva zeci de ori pe secundă. În a treia categorie pata luminoasă produsă de echipament este o linie de referință obținută prin utilizarea unui sistem optic de lentile cilindrice în locul lunetei de colimare. Orientarea în spațiu a direcției, a liniei sau a planului de referință materializate prin fasciculul laser poate fi aleasă după dorința utilizatorului.

Familia de echipamente cu laser He-Ne de aliniere, orientare, ghidare, de construcție românească, este formată din LGA-2; LGA-3; ALGOCS 2 și 3, ELAC 1 și 2, ELOF-CT, GONIOMETRU cu laser He-Ne, ELMA [1-20] și ele se găsesc răspândite în destul de multe exemplare pe aproape întreg teritoriul țării.

Utilizarea acestor echipamente duce la creșterea tehnici-
tății, mărirea preciziilor de lucru, ușurarea muncii de ghidare
sau centrare cu înaltă precizie, orientarea continuă a mișcării
utilajelor de forat orizontal în secțiune plină de diametre mari
tip FGO cu precizii deosebit de ridicate, execuția nivelării te-
renurilor agricole supuse operației de îmbunătățiri funciare cu
mare randament și precizie de lucru ridicată, permite folosirea
utilajelor un timp mai îndelungat, practic 24 de ore din 24, ba
tribuie subliniat că lucrul de noapte devine mult mai precis.

Aceste echipamente sînt utilizate pe marile șantiere de
construcții hidroenergetice de pe Lotru, Rîul Mare, Colibița Jud.
Bistrița-Năsăud, Poiana Mărului - Caraș Severin, Tismana, Oașa ;
în construcții navale la ICN Constanța și în viitor la Santierele
Navale Brăila; în industria materialelor de construcții la Sibiu
și Jimbolia, în industria minieră la Baia Mare Herja, în valea
Jiului; în industria lemnului la ICPIL Pitești, la Combinatul
Siderurgic Galați, pe șantierele de îmbunătățiri funciare din Banat,
Brăila, Giurgiu și Slobozia. Asemenea echipamente au mai fost li-
vrate și multor altor întreprinderi.

2. DIRECTIONAREA, ALINIAREA, GHIDARE PRIN ECHIPAMENTE CU LASER He-Ne ÎN CONSTRUCȚII HIDROENERGETICE

Construcțiile hidroenergetice prin natura lor presupun un
mare volum de escavare de roci - tunele, baraje - fie că ele sînt
executate prin dinamitare sau cu instalații complexe de forare.

Cercetătorii din Institutul de Fizică și Tehnologia Aparatelor
cu Radiații în strînsă colaborare cu specialiștii de la
Trustul de Construcții Hidroenergetice au pus la punct o serie de
echipamente cu laser He-Ne pentru orientarea, direcționarea sau

ghidarea utilajelor care execută galeriile hidrocentralelor de pe rîurile interioare. Astfel a fost pus la punct echipamentul LGA-2 utilizat cu succes în construcțiile executate prin explozivi și echipamentul ALGOCS pentru ghidarea mișcării instalațiilor de forat galerii orizontale [2,4,6,9,11,13].

Aspectul echipamentului LGA-2 este dat în fotografia din fig.2. În fig.3 sînt prezentate fotografiile echipamentelor ALGOCS.

Un echipament de aliniere - orientare - direcționare - ghidare cu laser He-Ne se compune dintr-un laser cu He-Ne de putere mică, o lunetă afocală pentru corectarea divergenței fasciculului emis de laserul cu He-Ne, o sursă de alimentare cu energie electrică a laserului, sisteme mecanice care permit rotații fine și translații fine pentru poziționarea spațială corectă a fasciculului laser care va materializa direcția de referință și uneori și o lunetă pentru observarea impactului fasciculului laser pe mașina a cărei traiectorie dorim să o ghidăm.

Echipamentele cu laser He-Ne pentru orientare, ghidare în construcțiile de galerii sau tunele sînt utilizate pentru a materializa, prin lumina emisă de laser, o direcție de referință care poate fi axul unei galerii sau o direcție paralelă cu acesta funcție de utilajele tehnologice folosite la acel loc de muncă.

Echipamentul de orientare este fixat prin ancorare în peretele lateral al galeriei și va rămîne într-o poziție fixă atît timp cît se va executa o galerie lungă de 500 metri, cînd detecția radiației laser se face vizual sau pînă la 1000 metri, cînd detecția se face fotoelectric. Poziționarea spațială corectă a fasciculului emis de laser se face după indicațiile aparatului topometric de înaltă performanță.

Echipamentele ALGOCS au fost concepute special pentru ghidarea și controlul direcției în subteran a instalațiilor de forat galerii orizontale în secțiuni plină de diametre mari. Aceste instalații complexe au fost concepute de specialiștii români la IPCUP - Ploiești și realizate de Intreprinderea 1 Mai Ploiești. Ele permit forarea unor galerii cu diametrul minim de 3,2 m cu viteze de avans de 6 m pe zi. Galeria excavată prin frezele dispuse pe un disc rotitor, în partea din față a mașinii de forat, este perfect cilindrică fără a mai fi necesare umpleri ulterioare cu ciment, așa cum se întâmplă în cazul galeriilor forate prin exploziv. Instalația FGO are o deosebit de mare complexitate, este foarte compactă și prezintă o productivitate ridicată.

Radiația laser pătrunde în interiorul instalației de forat orizontal și ajunge la două panouri carolate aflate într-o poziție fixă față de instalația de forat. Se utilizează două panouri, unul în partea din spate a mașinii și altul în partea din față a instalației pentru a mări precizia de orientare și a putea sesiza din vreme abaterea mașinii față de direcția după care ar fi trebuit să meargă și care este materializată prin fasciculul laser. Schema de ghidare a instalației de forat prin echipament de aliniere este dată în fig.4.

Operatorul instalației de forat va urmări continuu locul de impact al radiației laser pe panoul carolat. Dacă radiația cade în centrul caroiajului, atunci instalația de forat este corect orientată. Dacă observă o abatere (în sus, în jos, sau lateral) operatorul va comanda sistemele hidraulice ale mașinii pentru ca acestea să execute o mișcare în sens contrar abaterii constatate. Prin această ghidare se poate menține o imprecizie de orientare de cel mult 10^{-4} din distanța parcursă de instalația de forat (deci abatere de un centimetru pe suta de metri, dar se poate ușor ajunge la câțiva mm pe suta de metri).

Pentru construcțiile hidroenergetice unde roca conține urme de gaze explozive se cere ca atât instalațiile de forat cât și echipamentele de ghidare să fie în construcție antigriz. Noi am pus la punct, pentru aceste condiții, echipamentele ELAC 1 și 2 [3,7,8]. Aspectul exterior al celor două echipamente este dat în fotografiile din figurile 5 și 6 iar schema de principiu în fig.7.

În construcțiile hidroenergetice sînt necesare nu numai o direcție de referință materializată prin radiația laser ci și un plan de referință util pentru turnarea fundațiilor mari cât și în construcția barajelor în formă trapezoidală. Prin interpunerea unei pentaprisme în fasciculul laser și rotind rapid pentaprisma în planul suprafeței de intrare se creează o pînză de lumină care este folosită ca un plan de referință. Această pînză de lumină este recepționată fotoelectric și permite aprecierea momentului cînt se execută corect o lucrare (excavare, nivelare, turnare de betoane sau arocamente).

Acest echipament cu laser [21-23], denumit uneori și roto-plan, este compus dintr-un bloc emițător (care de fapt dă planul de referință materializat prin pînză de lumină), un receptor linear și un indicator de poziție. În general blocul emițător se montează pe un trepied direct în mijlocul terenului care dorim să-l nivelăm sau în apropierea terenului care urmează a fi excavat mecanic sau betonat etc. Blocul receptor se montează pe lama utilajului, cu care se execută operația de nivelare (buldozer, screper, auto greder) și este legat prin cablu cu blocul indicator de poziție care se montează pe bordul utilajului pentru a putea fi ușor urmărit de operator. Emițătorul are posibilitatea de a-și căuta singur planul orizontal sau un plan inclinat, după dorință, în limita pînă la 15° chiar dacă poziționarea sa geometrică diferă de cea comandată. Nivelările execu-

cate după indicațiile date de acest echipament se încadrează în valorile permise de stasuri de 1 cm/100 m. Cu acest detector nu pot fi puse în evidență denivelări mai mari de ± 20 cm față de planul de referință. Pentru executarea nivelării terenurilor cu denivelări mari se execută la început nivelarea după ochi sau procedeele clasice și apoi nivelarea finală se execută după indicațiile echipamentului cu laser He-Ne care dă planul de referință.

Cu un singur asemenea echipament se pot orienta simultan mai multe utilaje care execută aceeași lucrare.

De asemeni, se pot face ridicări topometrice a terenurilor ce trebuiesc prelucrate pentru a se executa o construcție, vezi fig.8 și bibliografia 2.

3. DIRECTIONAREA, ALINIAREA, GHIDAREA PRIN UTILIZAREA ECHIPAMENTELOR CU LASER ÎN CAZUL CONSTRUCȚIILOR ÎNALTE

Echipamentele cu laser He-Ne sînt aplicate cu deosebit succes pentru controlul glisărilor în cazul construcțiilor înalte sau a montării unor componente mecanice sau prefabricat. .

În cazul glisărilor pe verticală avem trei tipuri de abateri posibile : abaterea de la verticală a construcției înalte, alunecarea în plan orizontal dar construcția să gliseze în continuare pe plan vertical, deci o construcție în trepte și răsucirea construcției față de axul său de simetrie.

Metoda clasică de urmărire a glisărilor constă în utilizarea firului cu plumb față de care se măsoară abaterea de la verticalitate și nivele cu lichid montate pe platforma de glisare pentru măsurarea orizontalității. Aceste mijloace de măsurare sînt bune, ieftine, foarte lente și în multe cazuri insuficient de precise. Măsurări deo-

sebit de precise se obțin prin utilizarea teodolitelor dar cu ele, de fapt, constatăm cum a fost executată construcția respectivă și nu se poate urmări continuu execuția lucrării. Utilizarea echipamentelor cu laser permit obținerea unor precizii ridicate, dar nu de vîrf ca în cazul teodolitelor, și o urmărire continuă direct de către personalul muncitor care execută acea construcție. De asemeni, în cazul utilizării acestor echipamente se poate executa automatizarea completă a procesului de ghidare.

Metoda fizică pe care se bazează utilizarea echipamentelor cu laser He-Ne în dilatarea și controlul executării construcțiilor înalte constă în faptul că fasciculul luminos emis de laser permite punerea rapidă în evidență a abaterilor de la verticală, orice alunecare sau răsucire. Pentru aceasta este necesar a lucra cu două fascicule luminoase, unul din ele plasat pe axul construcției sau cît mai aproape de acesta și celălalt cît mai la marginea construcției înalte. Dacă locul de amplasare a utilajelor tehnologice pentru ridicarea construcției nu permit să avem un spațiu ne obturabil pentru plasarea echipamentelor cu laser în cele două poziții indicate mai sus, atunci acestea din urmă pot fi aranjate și în alte locuri dar avînd o distanță de cîtiva metri între cele două fascicule verticale.

Schema de glisare a construcțiilor înalte după indicațiile echipamentelor cu laser montate la baza acestora este dată în figura 9.

Pe platforma superioară se montează cîte un panou transparent și caroiat plasat în dreptul celor două fascicule verticale. Acesta permit citirea abaterilor față de centrul caroiajului și sensul lor. Din citirea abaterilor față de centrul crucii reticulare și a sensului acestora se pot face aprecieri precise dacă glisarea se face

perfect pe verticală și să se ia măsuri urgente pentru înlăturarea abaterilor constatate.

În ghidarea acestor glisări pot apărea următoarele trei situații distincte.

Față de fasciculul central nu avem abateri, dar apar abateri față de fasciculul lateral ($\Delta x_1 = 0$; $\Delta x_2 \neq 0$). Această situație indică faptul că glisarea se execută după verticală, dar planul platformei superioare este înclinat față de planul orizontal. În această situație se va comanda mărirea ^{presiunii} în vinciurile care sînt mai joase. Presiunea va crește din aproape în aproape pînă se ajunge la planul orizontal (situație în care $\Delta x_1 = \Delta x_2 = 0$).

Apare o abatere egală atât față de fasciculul central cît și față de cel lateral ($\Delta x_1 = \Delta x_2 \neq 0$). În acest caz platforma superioară a construcției înalte are o alunecare față de poziția corectă egală ca mărime și sens cu abaterile măsurate pe carciaj față de centrul acestora. Se vor lua măsuri pentru a trage construcția în poziția corectă.

Atunci cînd se constată că există deplasări, dar inegale ($\Delta x_1 \neq 0$ $\Delta x_2 \neq 0$) înseamnă că a apărut o răsucire a construcției. Sensul abaterii indică sensul contrar răsucirii. Pentru corectare se acționează asupra presiunii din vinciurile de ridicare a platformei pentru a compensa abaterea constatată. Dacă $\Delta x_1 = \Delta y_1 = 0$ și $\Delta x_2 = 0$ $\Delta y_2 \neq 0$ înseamnă că a apărut o răsucire în jurul axului construcției.

Pentru a materializa două direcții verticale se utilizează un singur echipament de aliniere - orientare - ghidare așa numitul goniometru cu laser, pus la punct de IFTAR, și o serie de componente optice și mecanice de foarte mare precizie conform schemei din fig.9.

Pentru creșterea preciziilor se pot utiliza alături de panourile caroiate și oglinzi plane care permit dublarea preciziilor prin măsurarea poziției fasciculelor reflectate de oglinzile plane fixate inițial solidar și în plan cu platforma superioară.

Pentru măsurarea orizontalității platformei se pot monta pe aceasta o serie de nivele electronice care astăzi se produc la Intreprinderea de Mecanică Fină.

Ghidarea glisărilor după indicațiile date de echipamentele cu laser He-Ne permite efectuarea acestor construcții exact pe verticală, lucru mergând continuu, fără întreruperi pentru măsurări și cu mare exactitate. Construcțiile înalte tipice a căror ghidare se poate face cu echipamente de tip goniometru sînt : turnurile de televiziune, coșurile de fum, turnurile de răcire de la termocentrale, compartimentele pentru lifturi, silozuri, turnuri de apă, etc. [2,6].

Echipamentele cu laser He-Ne pot fi utilizate cu deosebit de mari avantaje în ghidarea construcțiilor de blocuri din prefabricate sau prin cofraje glisante. În acest caz se utilizează unul sau mai multe echipamente cu laser He-Ne precum și un set de componente opto-mecanice de înaltă precizie care se fixează la nivelul solului sau parterului pe pereții construcției în devenire și vom avea o serie de linii de referință materializate prin lumină laser și a căror poziție poate fi atât orizontală cît și verticală așa cum se poate vedea în fig.10.

Se înțelege că pe lîngă ghidarea de acest tip se cere ca să se schimbe mentalitatea pe șantierele de construcții, ca să pregătim oamenii care vor folosi aceste noi tehnologii.

Pînă acum, în țara noastră, asemenea tipuri de ghidări nu s-au făcut decît accidental. Sperăm ca în viitor Antreprizele de construcții județene să-și dea seama de importanța economică a ghidării con-

strucțiilor prin laser și să se doteze cu echipamentele cu laser și componentele optico-mecanice necesare. Institutul Central de Fizică prin echipamentele deja puse la punct poate face față dotărilor necesare constructorilor din țara noastră. Inceputul este făcut prin dotarea Centralei de Construcții Industriale, Antrepriza Generală a Municipiului București.

În construcțiile înalte se pune și problema montării perfect pe verticală și paralelă a șinelor de glisare a lifturilor de mare viteză sau mare capacitate.

Pentru această problemă am conceput echipamentul ELMA [16] care indică perfect verticala locului iar blocul de detecție permite alinierea, centrarea și montarea glisierelor cu o imprecizie de 0,02 mm față de verticală. Blocul electronic de detecție și prelucrare a semnalelor este un aparat cu performanțe deosebite [24] și care sperăm să-și găsească locul în alte aplicații de performanță.

Echipamentul ELMA indică verticala locului cu o imprecizie de cel mult $2 \cdot 10^{-6}$.

Schema de principiu a acestui echipament de orientare, ghidare, care face parte din generația a doua de echipamente românești de orientare, este dată în figura 11.

Pe baza acestor echipamente corpul tehnic din industrie trebuie să gândească noul proces tehnologic de montare, aliniere, centrare și să pregătească personalul muncitor pentru a face față lucrului cu noul utilaj.

4. UTILIZAREA ECHIPAMENTELOR CU LASER PENTRU ALINIAREA - DIRECTIONAREA CONSTRUCTIILOR PE SOL

Echipamentele cu laseri He-Ne capătă pe zi ce trece o răspîndire tot mai largă în lucrările de construcții de pe sol. Această răspîndire va permite ca fiecare echipă de montări să aibă în dotare pe lîngă sculele și standurile necesare și un echipament cu laser He-Ne ca o sculă indispensabilă cu ajutorul căreia după fasciculul emis de laser să execute repede, corect și puțin obositor o lucrare de montare și în acelaș timp să se autocontroleze dacă lucrarea a fost executată corect.

Tipurile de lucrări care pot fi executate după indicațiile unui fascicul laser folosit ca direcție de referință sînt : implantarea stîlpilor de rezistență din halele industriale mari; montarea șinelor glisante a podurilor rulante, execuția cordoanelor de sudură pentru unirea tronsoanelor conductelor magistrale de petrol, gaze, apă; implantarea conductelor, etc.

Spre a înțelege necesitatea utilizării echipamentelor cu laser în asemenea tipuri de lucrări este mai bine a explica modul de utilizare a echipamentului.

Pentru implantarea stîlpilor de rezistență ai unei hale industriale se montează primul stîlp după indicațiile unui aparat topografic. Pe acest stîlp se fixează echipamentul cu laser care va materializa prin lumină o direcție față de care se poate executa rapid și foarte precis implantarea șirului de stîlpi. Acest lucru se înțelege ușor urmărind figura 12. În această situație, echipa de montori va urmări ca stîlpul de rezistență să fie implantat la o anumită distanță față de fasciculul laser. Dacă se montează cîte un echipament laser pentru cele două direcții paralele ale fiecărui stîlp,

toți stâlpii din șir vor fi montați corect în toate planurile. Când sînt urgențe mari pentru montarea mai multor rînduri de stâlpi de rezistență este preferabilă montarea mai întîi a două șiruri de margine situați pe două laturi ale halei și apoi a monta echipamente cu laser pentru alinierea celorlalte șiruri de stâlpi ca în fig.12. Șeful de lot va indica înălțimea și locul exact de amplasare a echipamentului cu laser, iar direcția fasciculului emis va fi controlată prin mijloace topometrice.

Pentru montarea șinelor glisante ale podurilor rulante se poziționează echipamentul cu laser He-Ne astfel ca fasciculul laser să fie deasupra șinei ce va fi montată iar pe aceasta va fi fixat un călăreț cu profilul șinei și terminat cu un panou caroiat (în cazul detecției vizuale) sau cu o montură pentru un foto-detector cu patru sectoare (cînd detecția fasciculului se face fotoelectric. Montorul va urmări tot timpul panoul sau instrumentele blocului electronic de recepție știind cînd trebuie să strîngă șina glisantă (pentru a o coborî - deci panta luminoasă cade mai jos de centrul caroiajului) sau să introducă bailagăre (pentru a o ridica - cînd panta luminoasă este deasupra centrului caroiajului) sau să o tragă într-o parte sau alta. După indicațiile fasciculului luminos lucrul merge mai repede, cu mai mult spor și cu o deosebit de ridicată precizie. În plus orice control este ușor, comod și deosebit de cert de efectuat.

Alinierea tronsoanelor conductelor magistrale pentru efectuarea cordoanelor de sudură se face mai ușor și cu deosebit de mare precizie folosind echipamentele cu laser conform figurii 13.

5. UTILIZAREA ECHIPAMENTELOR CU LASER He-Ne IN INDUSTRIA METALURGICA

Echipamentele cu laser He-Ne și-au găsit aplicarea în cel puțin două probleme de interes ale metalurgiei a căror rezolvare aduce economii de materiale, energie, carburanți și duce la creșterea productivității și a parametrilor calitativi ai produselor.

Prima este orientarea sau alinierea tablelor laminate în fața foarfecelor de tăiere a marginilor laminatelor.

Utilajul pentru tăierea marginilor laminatelor este format din două cuțite paralele, una în poziție fixă și a doua paralelă cu prima dar cu posibilitatea de a varia distanța dintre ele. Operația de tăiere a marginilor laminatelor este o problemă importantă și orientarea materialului laminat cât mai paralel cu direcția de tăiere a foarfecelor duce la economia de material și încadrarea materialului într-o categorie calitativ superioară [12].

Deci pentru orientarea laminatelor avem nevoie de două linii de referință față de care să se orienteze laminatul. Având în vedere faptul că laminatul este fierbinte se recomandă o trasare a liniilor fără contact. Acest lucru este posibil cu ajutorul fasciculului luminos emis de un laser cu He-Ne.

Pentru aceasta s-a pus la punct un echipament care conține un laser He-Ne și o lunetă cu optică cilindrică. Utilizarea opticii cilindrice permite obținerea unei linii de referință, de fapt o elipsă extrem de alungită. Datorită ariei mari pe care o reprezintă elipsa (o lățime de 2 până la 5 mm și o lungime de 15-20 m) și faptului că pata luminoasă trebuie să fie vizibilă la lumina zilei sau la iluminarea dintr-o hală industrială este necesar să fie utilizat un laser He-Ne cu o putere de cel puțin 3 mW.

Aceste echipamente lucrează la Combinatul Siderurgic Galați din anul 1983 cu foarte bune rezultate.

A doua problemă este alinierea utilajelor de tras țeavă (cajelor) după o direcție perfect normală pe vatra cuptorului. Pentru aceasta se montează un echipament cu laser He-Ne astfel fixat ca fasciculul emis de laser să fie linia de referință față de care se aliniază cajele. În acest mod alinierea este mai ușoară, mai rapidă, mai precisă și în plus față de metoda actuală se face economic de material, combustibil și energie electrică.

Pentru acest tip de aliniere recomandăm utilizarea echipamentelor ALGOC-2 sau LGA-2.

6. UTILIZAREA ECHIPAMENTELOR CU LASER He-Ne ÎN INDUSTRIA LEMNULUI

În industria lemnului pentru fabricarea placajelor se utilizează foarfeci prevăzute cu sisteme de detectare și tăiere automată a "defectelor deschise" din furnire. În categoria defectelor deschise se includ: crăpăturile, găurile datorită insectelor, etc, caracterizate prin aceea că ele sînt transparente pentru un fascicul luminos. Furnirele tehnice conțin și "defecte închise" netransparente pentru fasciculul luminos și în general se prezintă ca o pată de altă culoare. Pentru furnire de calitate superioară se pune problema înlăturării tuturor defectelor din placa de furnir.

Dacă se utilizează un sistem de fotocelule plasate pe o linie dreaptă și o sursă de lumină aranjată convenabil față de fotodetectori, atunci prin proiectarea continuă a fasciculului luminos peste furnir este posibil a repera orice defect deschis și printr-un sistem electronic se recomandă automat acționarea foarfecii pentru tăierea porțiunii cu defecte deschise.

Defectele închise nu pot fi tăiate decît la o comandă manuală de către operatorul foarfecii prin observare vizuală. Pentru observa-

rea și comandarea directă a momentului de declanșare a foarfecii s-a conceput un echipament cu laser He-Ne ca proiector de lumină. Acest echipament este montat deasupra benzii transportoare a furnirului și dă continuu un fascicul luminos (o fantă de lumină) cu o lățime de 2-4 mm și o lungime de pînă la 2800 mm cît poate să fie de lată o placă de furnir [4,14,15,18].

Această metodă pusă la punct de specialiștii din domeniul laserilor împreună cu cei dîn industria lemnului funcționează cu bune rezultate la ICPIIL Pitești din iunie 1987 [18] și se speră generalizarea lui la toate foarfecile de tăiat furnire.

Schema de principiu a folosirii proiectorului laser este dată în fig.14.

7. UTILIZAREA ECHIPAMENTELOR CU LASER He- Ne IN INDUSTRIA MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

În industria materialelor de construcții din țara noastră s-a pus problema creierii unor utilaje de mare productivitate și cu precizii de prelucrare mult îmbunătățite. În cadrul acestui program s-au realizat mașini complexe care, prin intermediul unor faze simple sau diamontate, permit tăierea precisă a marginilor cahlelor de teracotă, a plăcilor de faianță sau tăierea din rocă a unor materiale de construcție pentru placarea clădirilor (gaterie cu mai multe pinze).

Orientarea fazelor sau a pinzelor atît la montarea acestora cît și în procesul său de tăiere se face cu ajutorul unor echipamente cu laser He-Ne care dă ca referință o linie de lumină [3,4,6]. Pentru aceste operații se folosește echipamentul ELOF-CT [14,15] care dă o linie de referință materializată prin lumina laser și care apare în poziție fixă pe masa de lucru la apăsare pe o pedală.

Aceste instalații lucrează la IUPS Sibiu și Intreprinderea de teracote Jimbolia și în viitor va avea toate utilajele pentru tăierea marginilor cahnelor de teracotă, în special pentru producția export.

Preciziile care se obțin cu aceste echipamente sînt de $\pm 0,2$ mm.

Gaterele cu mai multe pînze pentru tăierea blocurilor de marmură sau a altor materiale pentru placarea construcțiilor au nevoie de un control al tăierii perfect paralele ceea ce se poate realiza tot prin echipament laser dar cu un sistem optico-mecanic mai complex și eventual cu o recepție fotoelectrică pentru automatizarea procesului de tăiere. Această problemă nu a fost încă rezolvată în țara noastră.

8. TRASAREA AXELOR, CENTRAREA SI ALINIAREA SECȚIILOR SI BLOC - SECȚIILOR IN CONSTRUCȚIILE NAVALE UTILIZIND ECHIPAMENTELE CU LASER He-Ne

Dezvoltarea impetuoasă, în ultimele două decenii, a construcțiilor navale în țara noastră a determinat necesitatea punerii la punct a unor tehnologii care să permită creșterea productivității muncii, a creșterii preciziei de trasare a axelor motor-reductor - elice-cîrmă, precum și a unor noi tehnologii care să permită realizarea cordoanelor de sudură cu înaltă precizie între secțiile și bloc secțiile navelor de mare sau foarte mare tonaj.

Cercetătorii din secția laseri IPTAR împreună cu specialiștii de la Intreprinderea de Construcții Navale Constanța [5,19] au pus la punct patru tehnologii specifice construcțiilor navale ce pot fi executate prin utilizarea unor echipamente cu laser He-Ne. Astfel s-a pus la punct tehnologia de măsurare a abaterilor fundului

navelor (formă aproximativ plană) față de forma dată prin proiect; a abaterilor de la un plan a pereților secțiilor și bloc secțiilor de mare tonaj; tehnologia de trasare a axelor pentru motor - reductor - elice - cîrmă; tehnologia de trasare a surplusurilor tehnologice ale secțiilor și bloc secțiilor înainte de a se executa cordo-nul de sudură pentru îmbinarea lor; tehnologia de trasare a liniei de plutire și eventual a pescajului.

Schemele de principiu a realizării tehnologiilor respective sînt date în fig. 15; 16 și 17.

Aceste noi tehnologii sînt destinate a permite executarea mai rapidă și mai precisă a operațiunilor de strunjire a lașărelor pentru liniile de arbori (elice, cîrmă), a executa rapid și precis marcarea plusurilor (în mod deosebit de avantajos în planul vertical sau plane inclinate a bloc secțiilor) care trebuiesc debitate la îmbinările între bloc secțiile navelor, a măsura abaterea de la planeitate sau linearitate în construcțiile navale.

Aplicarea acestor tehnologii la I.C.N. Constanța a condus la creșterea preciziei operațiilor de trasare și controlul acestora în toleranțe de $\pm 0,5$ mm, la scurtarea timpului de centrare a secțiilor și a liniilor de axe, la verificarea operativă a planeității și rectilinității în construcția de nave. Aceste tehnologii vor fi aplicate în 1988 la Santierele Navale Brăila și în viitor în alte șantiere navale. Aceste tehnologii pot fi realizate cu ajutorul echipamentului ALGOCS-2 și cu un alt dispozitiv optico-mecanic care permite trasarea unui plan vertical prin baleierea extrem de fină a fasciculului laser [25] în acest plan.

În perspectivă se dorește implementarea profundă a echipamentelor cu laser He-Ne de aliniere - orientare -ghidare în economia națională, susținerea continuă a sectoarelor unde deja ele au fost implementate, realizarea producției de serie a acestor echipamente pentru a face față solicitărilor din ce în ce mai mari ale beneficiarilor economiei naționale, crearea de noi echipamente care să permită alinieri, centrări cu precizii foarte mari de pînă la cîțiva microni (în special pentru echipamentele termoenergetice), echipamente pentru măsurarea diametrelor microparticulelor (necesare industriei miniere).

Sperăm ca prin crearea de colective mixte cuprinzînd cercetători din domeniul laserilor și specialiști din diferite ramuri ale economiei naționale să creiem o aparatură complexă, modernă care să permită ridicarea nivelului tehnic al producției din țara noastră.

BIBLIOGRAFIE

- [1] V.Vasiliu, V.Drăgănescu, "Echipamente cu laser He-Ne de orientare, dirijare și aliniere" LOP-29-1982, Ed.CIP Press.
- [2] V.Vasiliu, "Utilizarea echipamentelor cu laser He-Ne în economia națională", LOP-42-1983, Ed. CIP Press.
- [3] I.Ursu, V.Vasiliu, "Use of He-Ne laser equipments in various branche of national economy. Second Int.Conf. Trends in Quantum Electronics (TQE), Bucharest 2-6 sept. 1985, p.424, Ed. CIP Press,
- [4] I.Ursu, V.Vasiliu "Utilizarea echipamentelor cu laser He-Ne în diverse sectoare ale economiei naționale "Progrese în Fizică", Iași, 3-5 oct.1985, pag.536, Ed. CIP Press.
- [5] M.Ivașcu, V.Vasiliu, A.I.Ciura, N.Orac, Gh.Dinoiu, N.Rusen "Tehnologii pentru trasarea axelor de centrare și aliniere a secțiilor și bloc secțiilor în construcțiile navale utilizând echipamente cu laser He-Ne" Progrese în Fizică, Galați, 9-11 oct. 1986, p.394, Ed. CIP Press
- [6] V.Vasiliu, Laserii cu He-Ne și aplicații. Ed.Stiințifică și Enciclopedică, București, 1987
- [7] I.Ursu, V.Vasiliu, P.Bachmann. "He-Ne laser equipment ELAC-II in firedamp conditions", Second Int.Conf. TQE, Bucharest, 2-6 sept.1985, p.425, Ed. CIP Press.
- [8] I.Ursu, V.Vasiliu, P.Bachmann. "Echipament cu laser He-Ne de ghidare în condiții grizutoase tip ELAC II". Progrese în Fizică, Iași 3-5 oct.1985, p.751, Ed. CIP Press.
- [9] V.Vasiliu, V.Blaș, P.Bachmann, N.Iancu, S.Georgescu, P.Ghilac, I.Serban, "ALGOCS II - Echipament cu laser He-Ne" Progrese în Fizică, Iași, 3-5 oct.1985, p.752, Ed.CIP Press.
- [10] A.Agafiței, V.Vasiliu. "Physics Research and Applications with the first Romanian Laser". Lasers and Applications. Editors I.Ursu, V.Vasiliu, I.A.Dorobanțu, V.Drăgănescu, București, 1985, pag.6, Ed.CIP Press.

- [11] V.Vasiliu, M.Ristici. "He-Ne laser equipment for alignment orientation and guiding" Laser and Applications. Editors I.Ursu, V.Vasiliu, I.A.Dorobanțu, V.Drăgănescu, București 1985, p.98, Ed. CIP Press
- [12] V.Vasiliu, L.Bursănescu, I.Serban, Gh.Vîlcu, Gh.Pricop, "Utilizarea echipamentelor cu laser He-Ne în industria metalurgică românească", Progrese în Fizică, Galați 9-11 oct.1986, p.496, Ed. CIP Press.
- [13] V.Vasiliu, V.Blaș, P.Bachmann, N.Iancu, S.Georgescu, P.Ghilac, I.Serban. "ALGOCS II He-Ne Laser Aligning Equipment", Second Int.Conf. TQE, Bucharest, 2-6 sept.1985, p.427, Ed.CIP Press
- [14] V.Vasiliu, N.Iancu, P.Bachmann, S.Georgescu, C.Moldovan, "Echipament cu laser He-Ne pentru ghidarea frezelor de tăiere a marginilor cahrelor de teracotă", Progrese în Fizică, Iași 3-5 oct.1985, p.752, Ed.CIP Press.
- [15] V.Vasiliu, N.Iancu, P.Bachmann, S.Georgescu, C.Moldovan, "He-Ne laser equipment for guiding wall-tile edge cutters" Second Int.Conf. TQE, Bucharest, 2-6 sept.1985, p.429, CIP Press
- [16] V.Vasiliu, L.Bursănescu, Anca Constantinescu, "Echipament cu laser He-Ne pentru montarea și alinierea glisierelor ascensoarelor" Consfătuirea națională de laseri, p.13, Ed. CIP Press București, 1987
- [17] L.Bursănescu, V.Vasiliu, M.Mitroi, M.Ristici, Gh.Bucur, "Echipament cu laser He-Ne pentru orientări în condiții miniere normale tip ALGOCS-3, Consfătuirea Națională de Laseri, p.15, Ed.CIP Press, București 1987
- [18] V.Vasiliu, L.Bursănescu, V.Fernea, "Echipament cu laser He-Ne utilizat ca proiector de lumină în industria lemnului" Consfătuirea Națională de Laseri, p.17, Ed.CIP Press București 1987
- [19] V.Vasiliu și colab., Inovații în domeniul construcțiilor navale, 1986
- [20] V.Vasiliu și colab., Inovații în industria lemnului, 1986

- [21] I.Chiș, A.I.Ciura, C.Grișoriu, M.V.Udrea, N.Dușescu, V.Dușă, A.Mărculescu, "Inslatație cu laser pentru controlul nivelării terenurilor", Conf.Naț.de Laseri, p.23, București, 20-21 oct.1987, Ed. CIP Press
- [22] A.I.Ciura, "Aplicații ale laserilor în controlul nivelării terenurilor" Conf.Naț. de Laseri, București 20-21 oct.1987, p.24, Ed. CIP Press
- [23] I.Ursu, V.Vasiliu, M.Ristici, A.I.Ciura, P.Bachmann, N.Iancu, I.Chiș, M.Udrea, "Echipamente cu laser He-Ne utilizate în operațiuni de aliniere, orientare, ghidare" Prezent și viitor în optica aplicată, 22-24 sept.1986, IOR - București
- [24] L.Bursănescu, "Echipament electronic de prelucrare a datelor pentru aliniere și centrări de precizie cu laser He-Ne" Consfătuirea Națională de Laseri, p.22, Ed. CIP Press, București, 1987
- [25] V.Vasiliu, C.Săndulache, Gh.Bucur, N.Orac, "Dispozitiv optico-mecanic pentru descrierea unui plan vertical", Consfătuirea Națională de Laseri, p.18, CIP PRESS, București, 1987

LEGENDA FIGURILOR

- Figura 1 Schema de componență a echipamentelor cu laser He-Ne de aliniere, orientare, ghidare
- 1 - sistem mecanic de rotație fină în plan vertical
 - 2 - sursa de alimentare cu energie electrică a laserului cu He-Ne
 - 3 - lunetă de vizualizare a fasciculului emis direct la distanță unde dorim să aliniem, ghidăm, etc.
 - 4 - nivelă de calare
 - 5 - laserul cu He-Ne
 - 6 - lunetă afocală pentru corectarea divergenței
 - 7 - sistem mecanic pentru rotație fină în plan orizontal
- Figura 2 Fotografia echipamentului de orientare tip LGA-2
- Figura 3 Fotografiile echipamentelor de ghidare a mișcării instalațiilor de forat galerii orizontale de tip ALGOCS-2
- Figura 4 Schema de montare a echipamentului cu laser He-Ne și de ghidare a mișcării instalațiilor de tip FGO
- E A L - echipament de aliniere cu laser ; P_1 și P_2 panouri carolate pentru citirea abaterilor, M_1 și M_2 mire cu diafragme pentru punerea corectă în stație a echipamentului laser ;
- I F O - instalația de forat orizontal
- Figura 5 Fotografia echipamentului ELAC-1
- Figura 6 Fotografia echipamentului de orientare-ghidare în condiții grizutoase tip ELAC-2
- Figura 7 Schema de principiu a echipamentului ELAC-2

- Figura 8 Schema de ridicare topografică a unui teren. Detectorul este montat pe o tijă telescopică și este în montaj autocăutător de fascicul. Se măsoară permanent înălțimea detectorului și deplasarea rașinii în teren.
- Figura 9 Schema de ghidare prin echipamente cu laser He-Ne a glisării în cazul construcțiilor înalte.
- Figura 10 Schemă de ghidare în construcția blocurilor din prefabricate prin echipamente cu laser He-Ne și dispozitive optico-mecanice.
- Figura 11 Schema de principiu a echipamentului de aliniere cu laser He-Ne tip ELMA.
- Figura 12 Schema de ghidare în cazul implantării stîlpilor de rezistență din halele industriale.
- Figura 13 Schema de aliniere a tronsoanelor conductelor magistrale după indicațiile echipamentelor cu laseri.
- Figura 14 Schema de principiu a folosirii echipamentelor laser în industria furnirelor.
- Figura 15 Schema de principiu pentru folosirea echipamentelor cu laser în măsurarea abaterilor pereților sau fundului navei față de proiect.
- Figura 16 Schema de trasare a surplusurilor tehnologice ale secțiilor și bloc secțiilor corpului de nave.
- Figura 17 Schema de trasare a axelor pentru motor - reductor - elice - cîrmă.

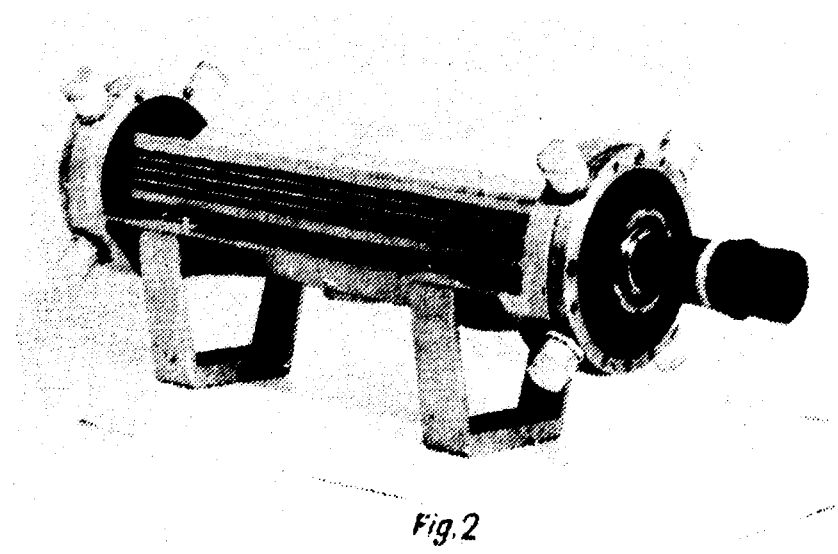
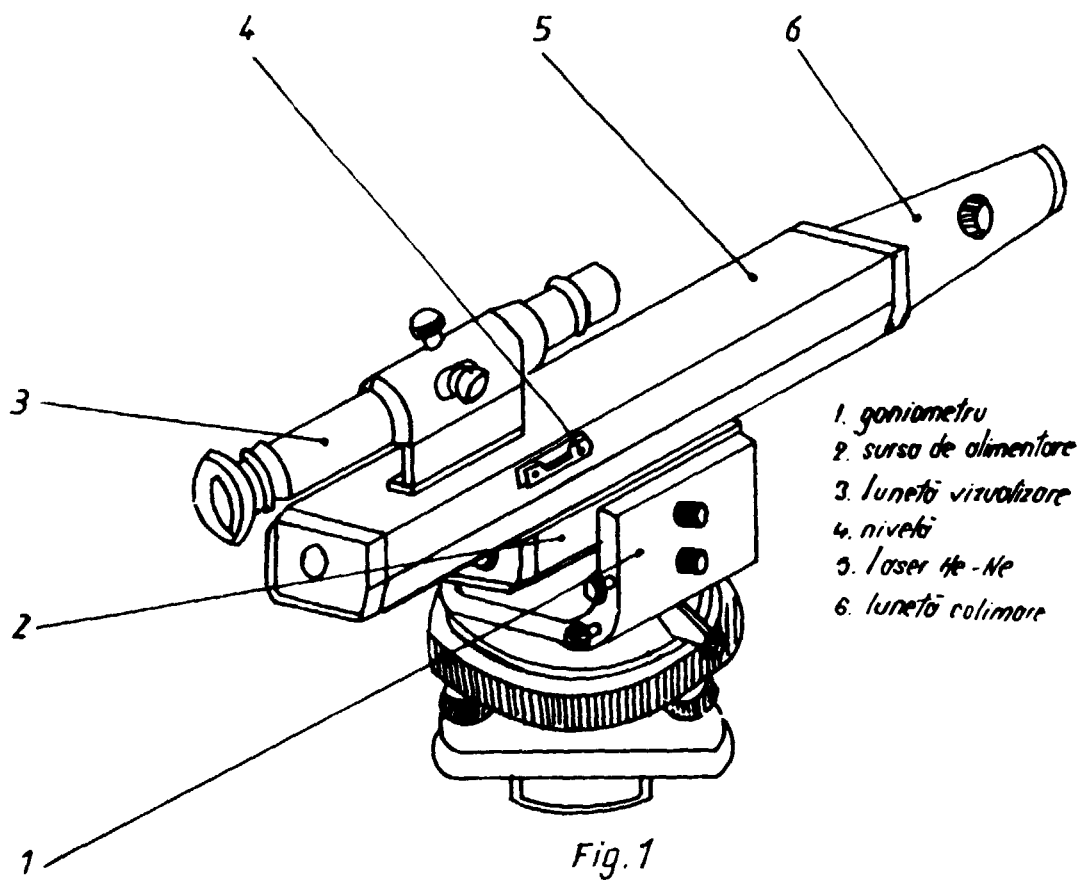




Fig.3

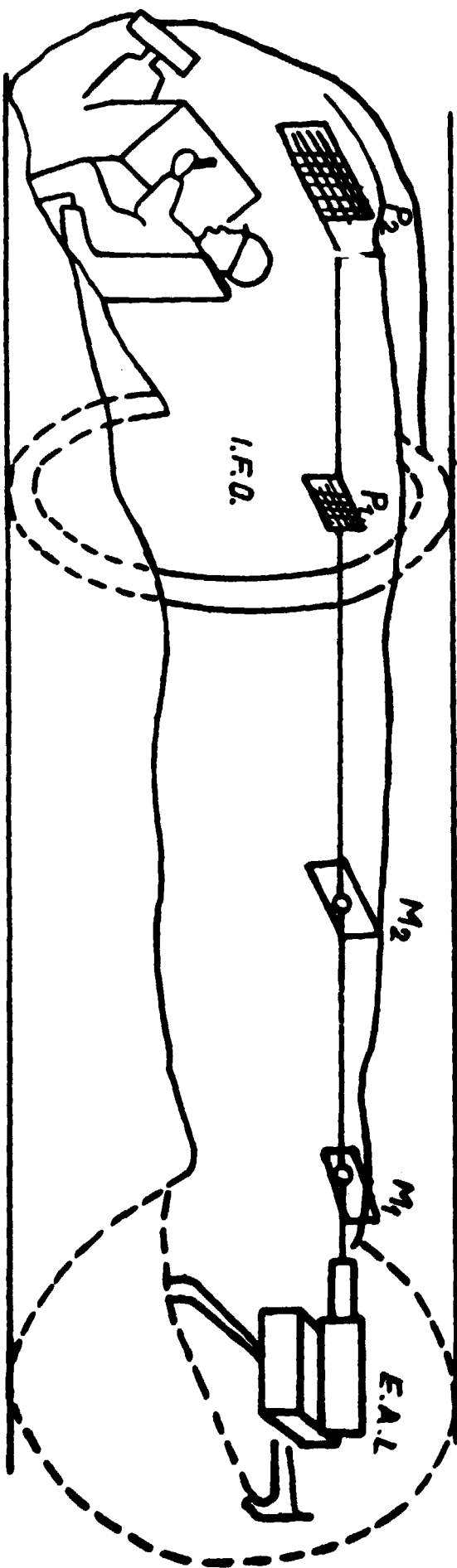


Fig. 4

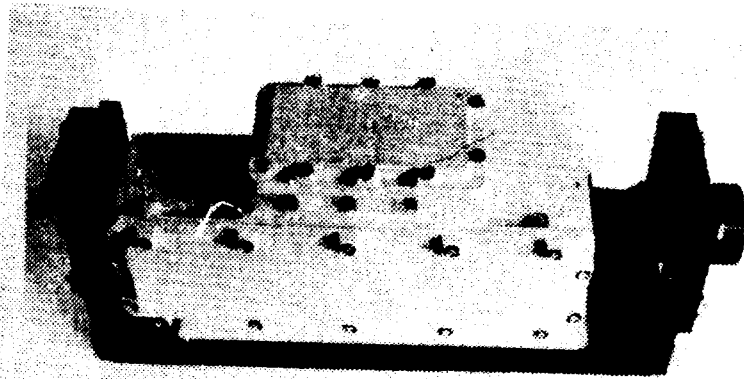


Fig. 5

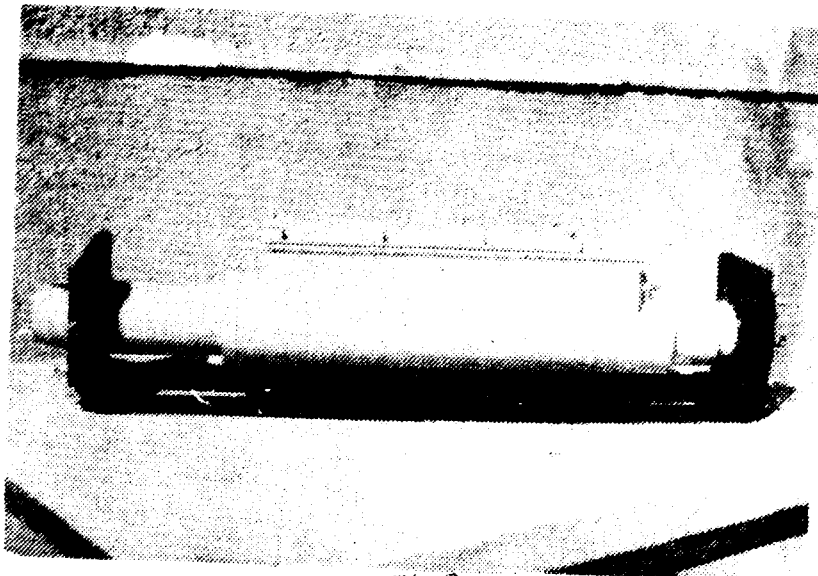


Fig. 6

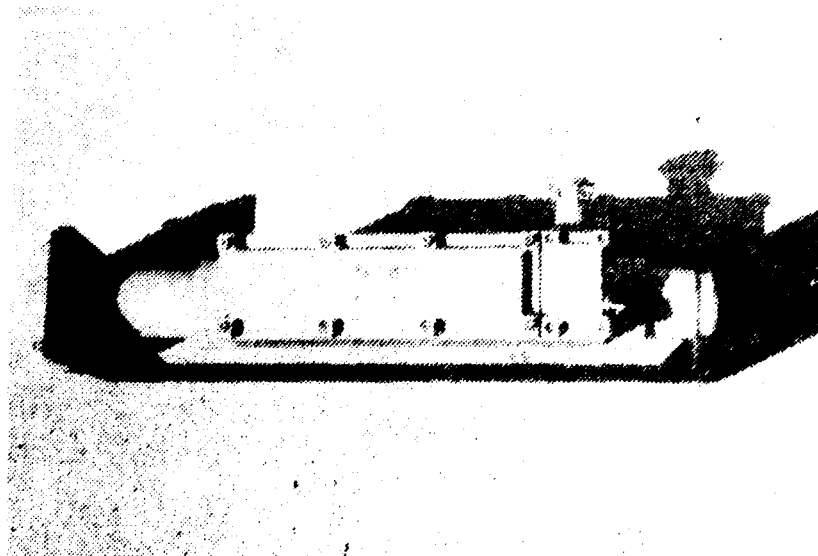
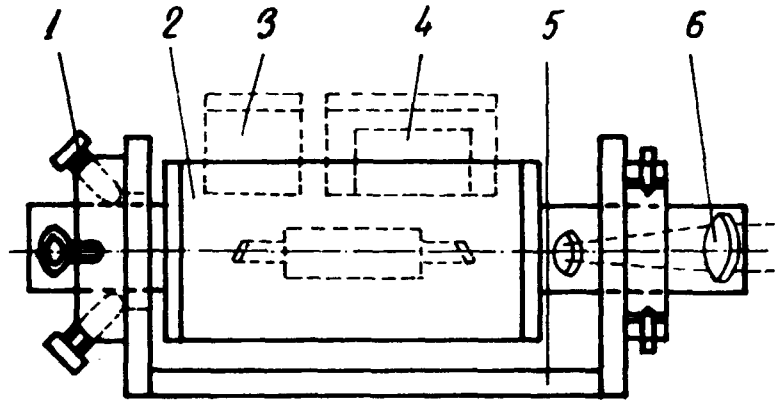


Fig. 6



1. Sistemul mecanic pentru poziționarea spațiului a fasciculului Laser.
2. Compartiment Laser He-Ne.
3. Compartiment conexiuni electrice.
4. Sursa de alimentare.
5. Sistem mecanic pentru fixare.
6. Luneta colimatoare.

Fig.7

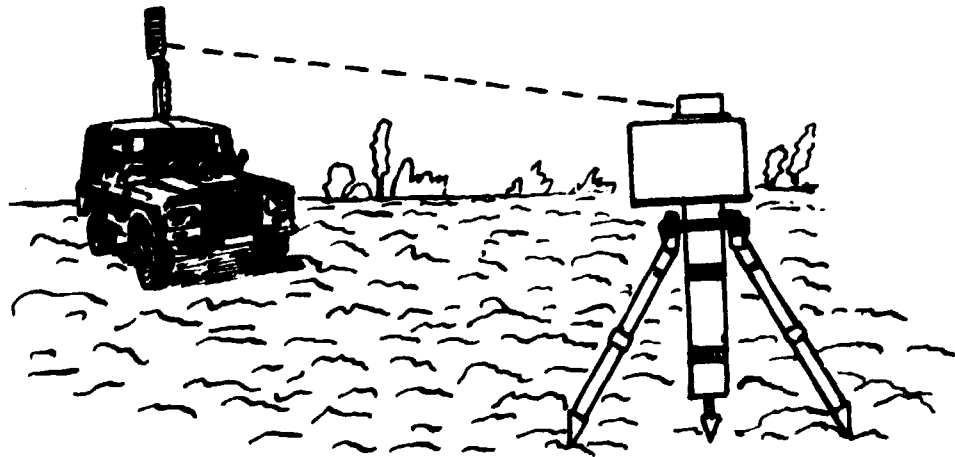


Fig.8.

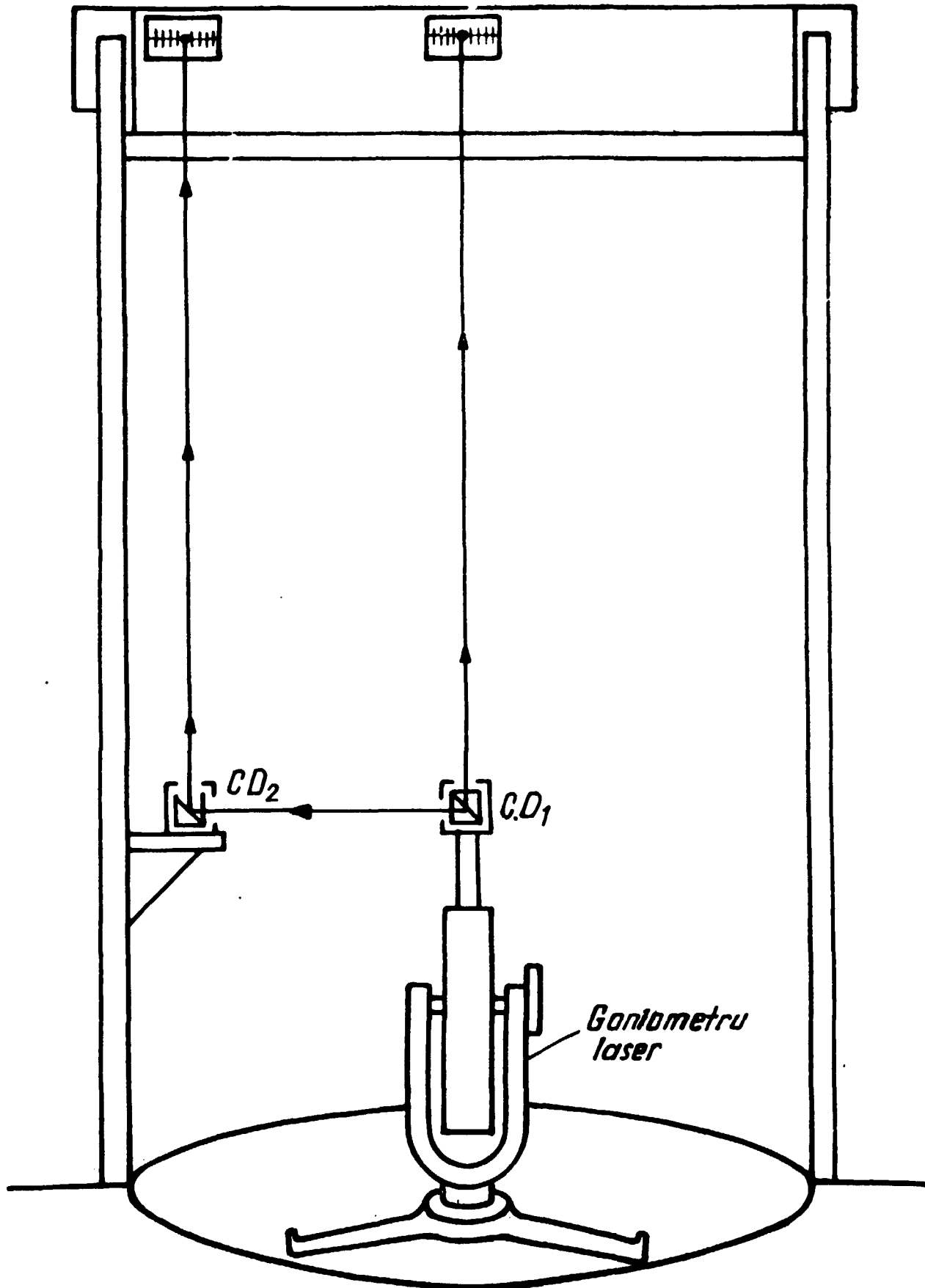


Fig. 9

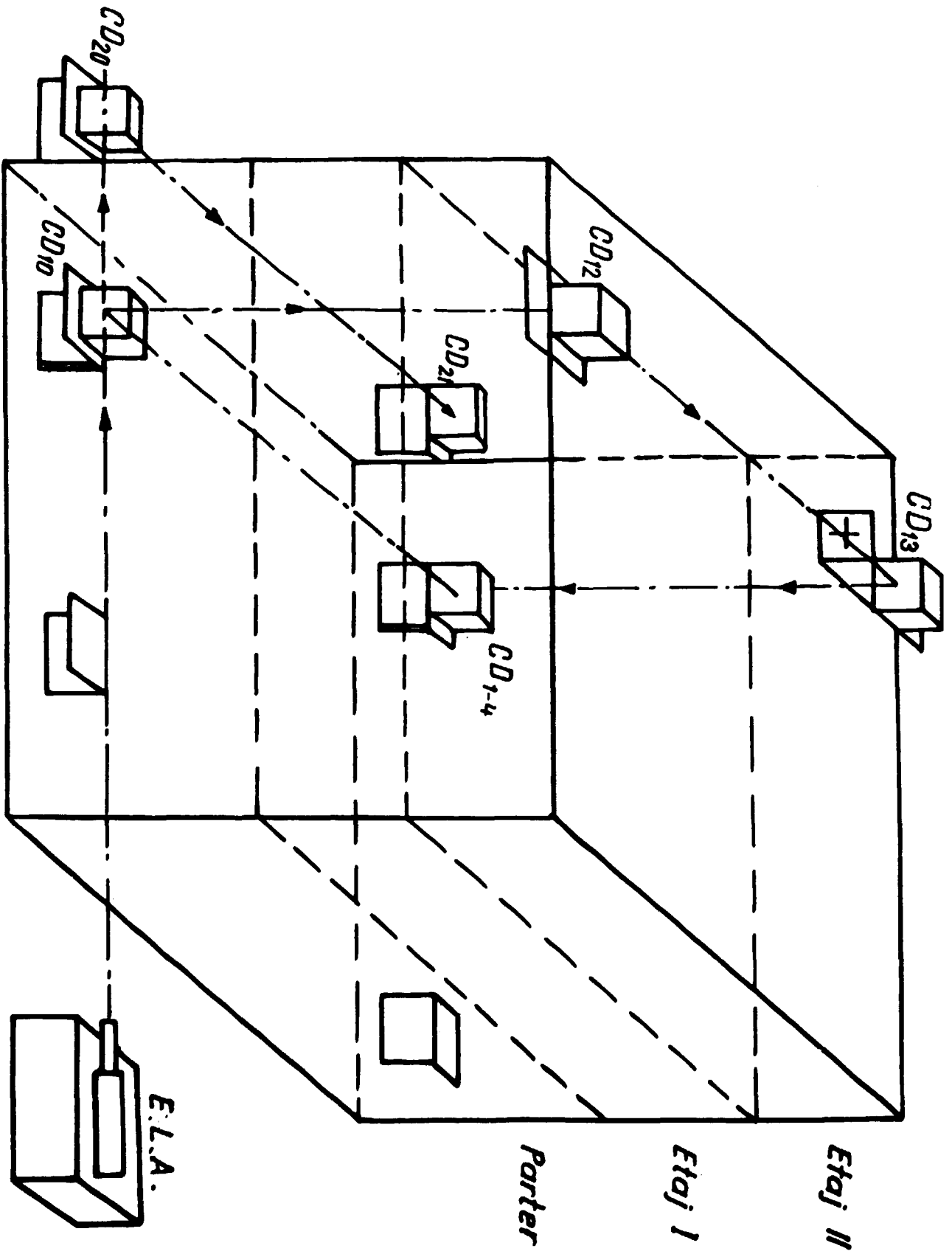
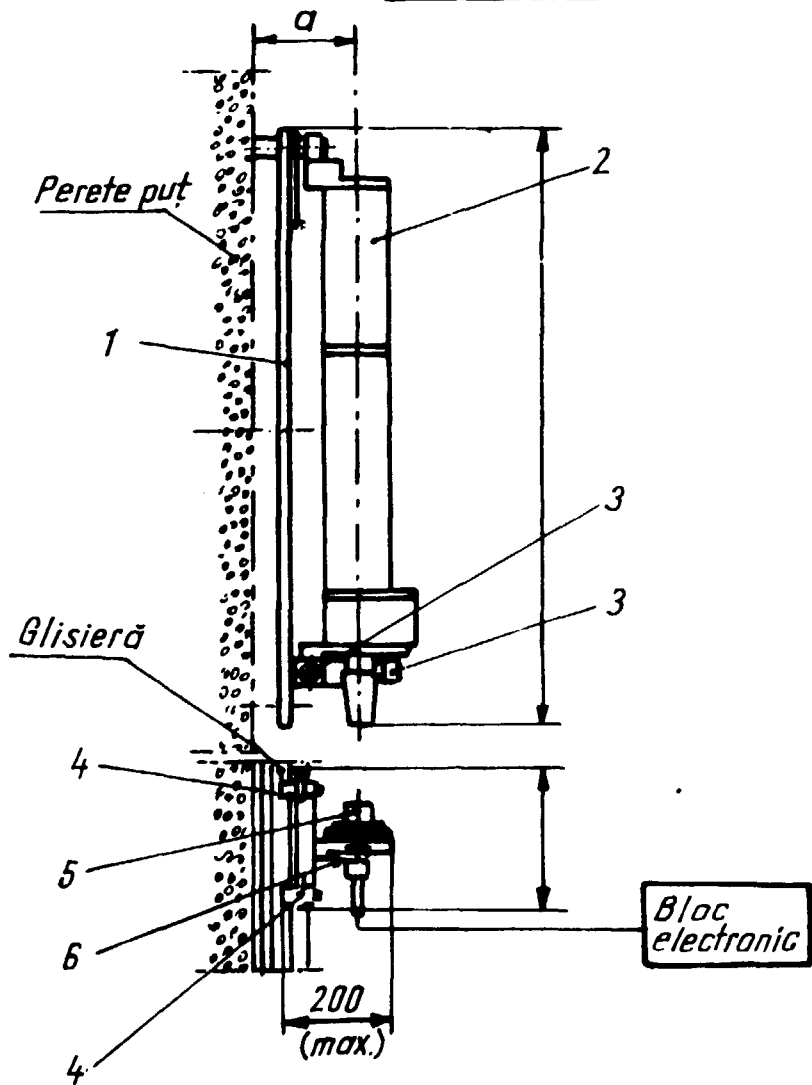


Fig. 10

Tipul glisieri	I	II	III	IV	V
a	135	145	150	160	190



- 1. Placă suport
- 2. Echipament laser
- 3. Suruburi micrometrice reglaj z.y
- 4. Şuruburi de fixare
- 5. Detector
- 6. Şurub de reglare z.y

Fig. 11

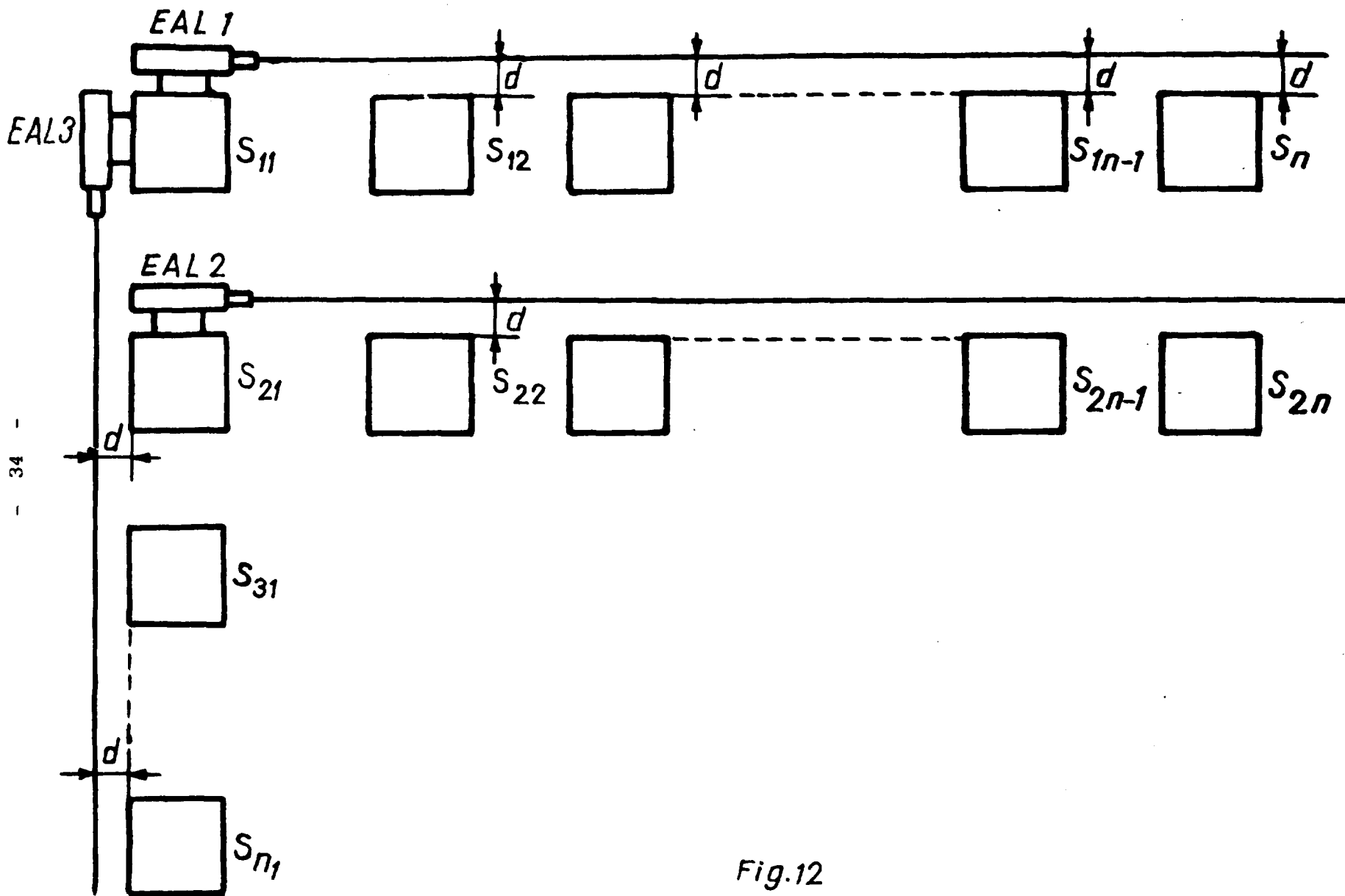


Fig.12

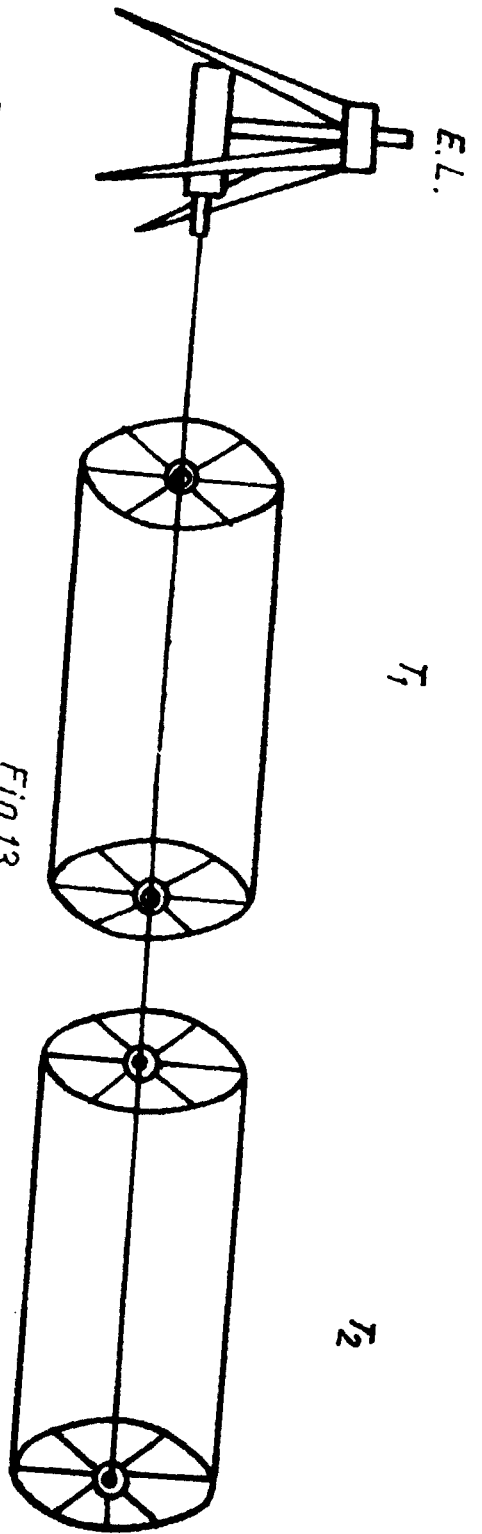


Fig. 13

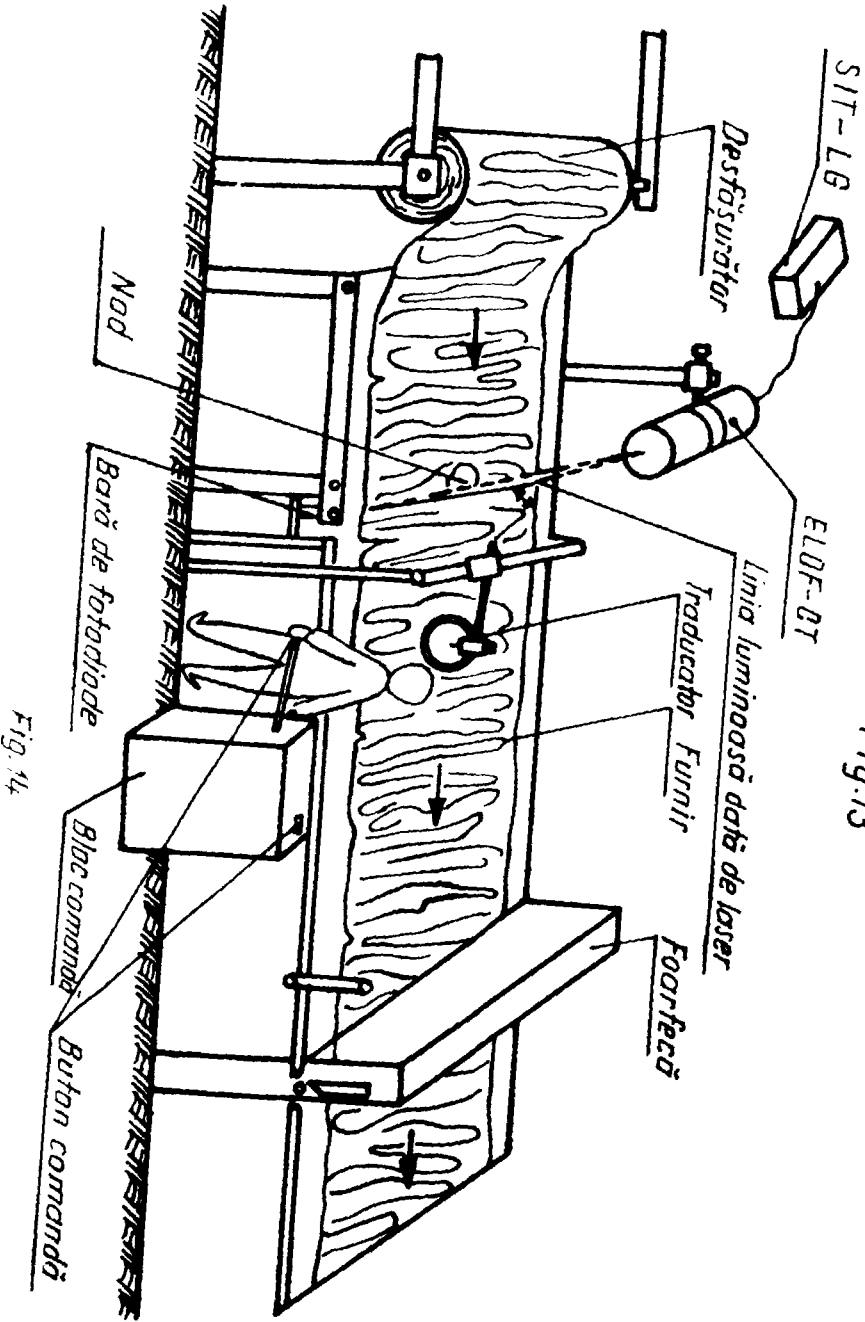


Fig. 14

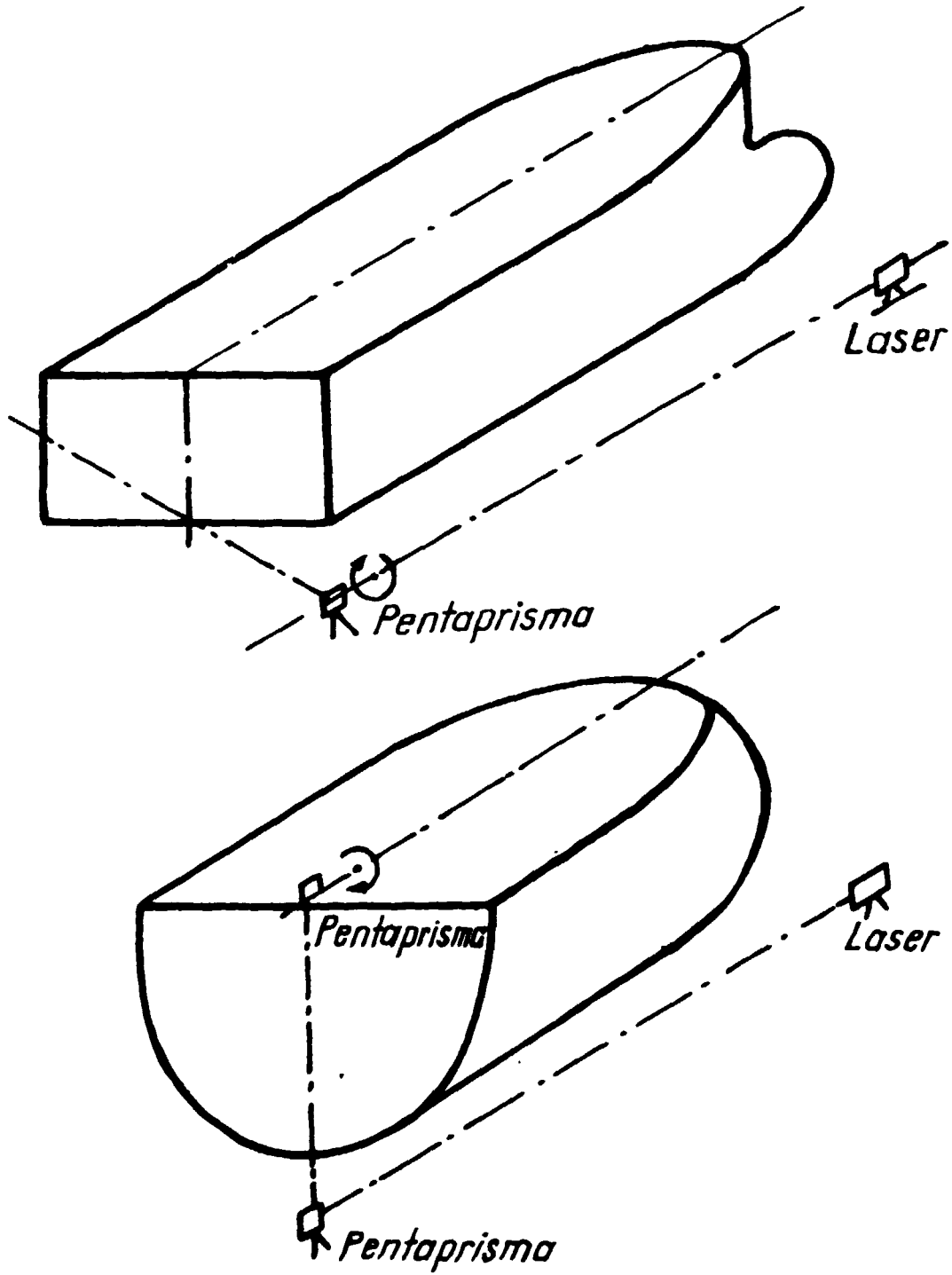


Fig.15

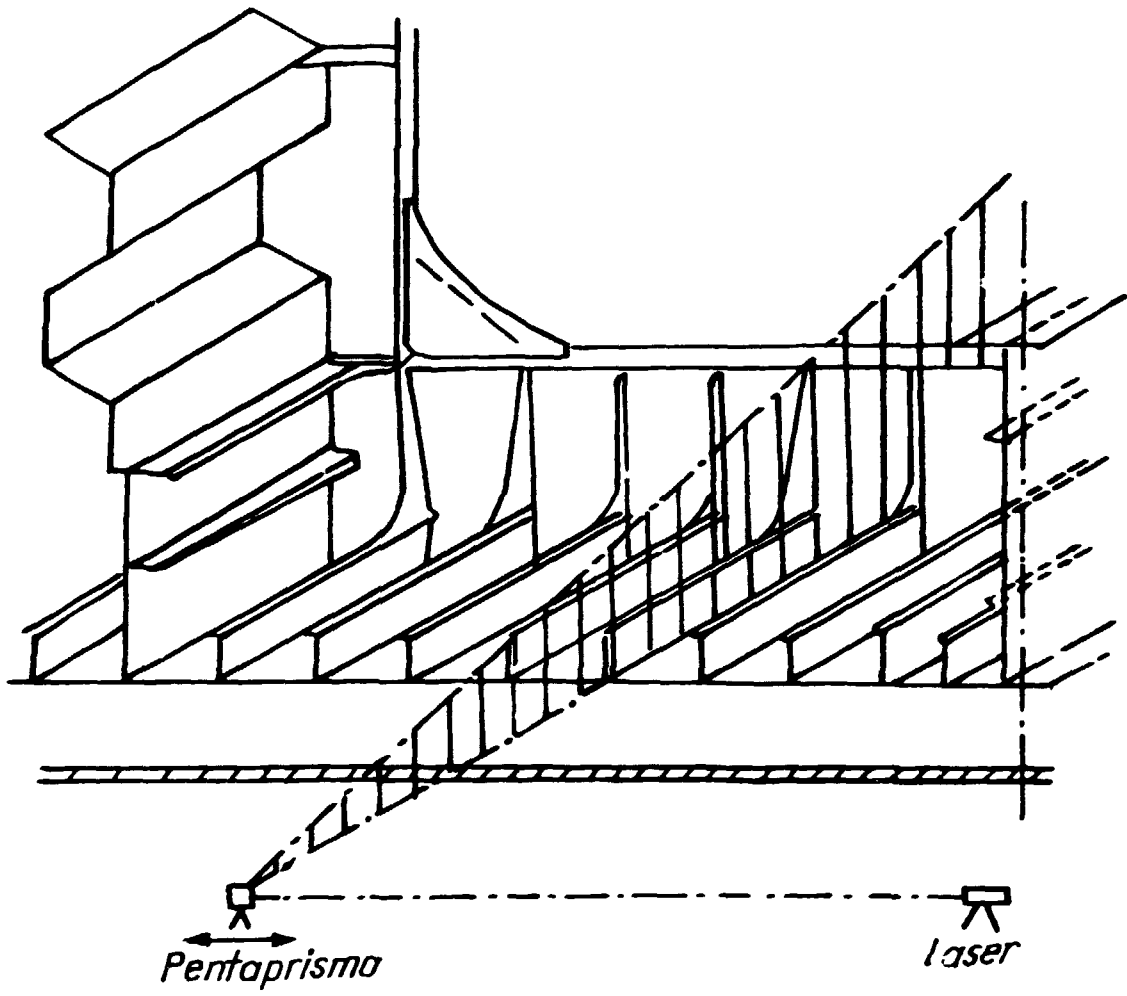
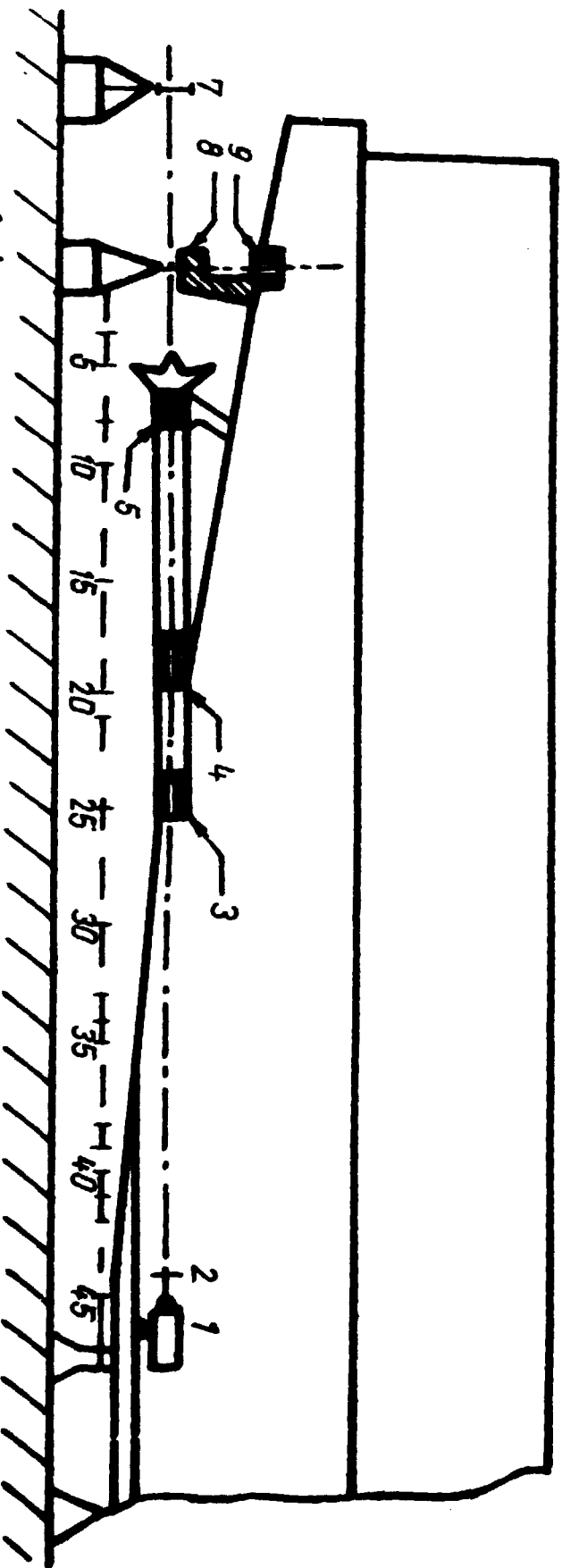


Fig. 16



- 1 Laser
- 2 Viziera la cofa flansai oxului
- 3, 4; 5; 6; 9 Viziere spectrale obturabile cu pastile centrale
- 6 Pentaprisma
- 7 Panou caroidat

Fig. 17