

LASERI I NJIHOVA PRIMENA ZA GEODETSKA LINEARNA MERENJA

MOMČILO ĐORĐEVIĆ dipl. inž. — Beograd

Odnos između linearnih merenja u trigonometrijskim mrežama i uglova do sada je bio u velikoj prednosti na strani uglova. Smatra se da odnos broja linearnih merenja prema broju merenih uglova iznosi oko 1 : 30—1 : 100. Uglovi su se merili jednostavnije, sigurnije, tačnije i povoljnije u ekonomskom smislu. Razumljivo da su otuda proizlazili zahtevi za velikom tačnošću koji su se postavljali i tako malom broju linearnih merenja u trigonometrijskim mrežama. Uspešno korišćenje linearnih merenja nalagalo je stroge uslove oblicima osnovičkih mreža što je često bilo vezano sa velikim materijalnim izdacima. Sa druge strane težilo se za povećanjem tačnosti trigonometrijskih mreža. To je jedino bilo moguće povećanjem broja linearnih merenja, povećanjem tačnosti uglovnih merenja i određivanjem Laplasovih azimuta. Kako je sve ovo vezano sa velikim materijalnim izdacima došlo se na ideju da se povećanje tačnosti trigonometrijskih mreža izvrši znatnim povećanjem linearnih merenja.

Povećanje broja linearnih merenja primenom klasičnih pribora, kao na primer invarskim žicama, nije bilo moguće iz više razloga a prvenstveno iz čisto tehničkih i ekonomskih razloga. Poslednje vreme je karakteristično po mnogim konstrukcijama pribora koji bi sa uspehom mogli da zamene dosadašnje metode za linearna merenja a koje su vezane za tlo i koje su prema tome mnogo zavisile od vegetacije i topografije terena. U vezi sa tim, razvoj pribora za linearna merenja izazvao je i rešenje mnogih novih pitanja geodetskog korišćenja ovih pribora. Time je pokrenut i čitav niz novih pitanja iz oblasti fizike, radiotehnike, elektronike, meteorologije i naravno geodezije. Zahvaljujući opštem napretku nauke konstruisani su i mogli pribori širom sveta koji koriste razne načine i metode za linearna merenja a koji su uglavnom tesno vezani sa veličinom brzine i zakonima prostiranja elektromagnetskih radijacija. Tako i možemo izvršiti podelu pomenutih pribora a u zavisnosti od spektra koji obuhvata neke od radijacija elektromagnetske prirode, pa tako i razlikujemo:

- pribore zasnovane na primeni vidljive svetlosti i
- pribore zasnovane na primeni električnih talasa.

Osvrnućemo se na najnovija dostignuća u oblasti pribora koji su zasnovani na primeni vidljive svetlosti.

Graniči se sa neverovatnim činjenica da su beskrajno sićušne čestice — elektroni i njihovo proučavanje baš omogućile uspon u ovoj oblasti kao uostalom i u mnogim drugim naučnim oblastima.

Proučavanjem unutar atomskih procesa zaključeno je da elektroni mogu da kruže samo po određenim orbitama. Prelazi elektrona iz jedne orbite u drugu mogu da se odigravaju u skokovima. Takvi prelazi praćeni su emisijom ili absorpcijom kvanta energije. Detaljno izučavanje baš ovog procesa a naročito proizvodnje svetlosti u atomima, dovelo je do nastajanja nove naučne discipline nazvane kvantna elektronika a ona je opet dovela do novih mogućnosti za konstruisanje pribora za geodetska linearna merenja.

Dosadašnji najspektakularniji rezultat u razvoju kvantne elektronike je otkriće novog svetlosnog izvora nazvanog laser. Naziv dolazi od početnih slova engleskih reči »Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation« što bi u prevodu značilo: »Pojačavanje svetlosti stimuliranom emisijom zračenja«.

L a s e r i koriste atomske sisteme čije se elektromagnetske radijacije sastoje od niza određenih talasnih dužina. U principu, ako se želi da laser proizvodi neku određenu talasnu dužinu treba izabrati takav atomski sistem koji između svojih određenih vrednosti talasnih dužina ima baš želejenu. Pored toga, praktična teškoća se sastoji u tome da moraju biti zadovoljeni još neki uslovi koje svi atomski sistemi ne zadovoljavaju. Uglavnom problem je pronaći sistem i takav postupak kod kojih je moguće da emisija prevlada nad absorpcijom. Kod običnih svetlosnih izvora svetlost se proizvodi u mnogobrojnim atomima koji se nalaze u različitim stanjima usled čega ona i predstavlja vrlo neuredan skup raznih frekvencija. U laserima međutim, proizvodnja svetlosti nije prepuštena stihijnom procesu, nego se njom u izvesnoj meri upravlja. Koristeći pojavu tzv. stimulirane emisije svetlosti, u proces emisije svetlosti uključuju se samo atomi koji se nalaze u jednom određenom pobuđenom stanju. Među materijalima pogodnim za laser najviše je primenjen rubin* ali se upotrebljavaju i neki drugi kristali kao i neke organske tečnosti i gasovi.

L a s e r je jednostavan uređaj — njegov glavni deo — kod rubinskog lasera — čini kristal rubina, izrađen u obliku štapića oko 5 cm dugog, prečnika 5 mm, čiji su krajevi vrlo precizno poravnati i pokriveni slojem visoke reflektivne moći (npr. posrebreni). Ako se sada atomskom sistemu, koji je pretstavljen kristalom rubina, dovede energija (npr. ksenonovom lampom) ona će prodreti u rubin i tako potstaći atome hroma da prime energiju. Ti tako pobuđeni atomi odaju primljenu energiju u obliku svetlosnih čestica — fotona, a ovi opet pobuđuju druge atome hroma da bi i oni odavali fotone — pa tako nastaje lančana reakcija tog procesa. Svi ti fotoni još se reflektuju natrag u rubinski štapić od refleksionog sloja i tako se stalno umnožavaju sve dok od njih ne postane snop ogromne energije, koji se zatim usmerava u željenom pravcu.

* aluminijumov oksid Al_2O_3 sa 0,05% primese hromovog oksida Cr_2O_3 .

Laserski zraci su paralelni sa osovinom štapića tako da se njihovo uglovno širenje primećuje tek na rastojanjima od više hiljada kilometara. To dolazi usled toga što se pojačava stimuliranom emisijom samo onaj smer svetlosnih čestica koji je paralelan osovini štapića. Pored toga emitovana svetlost je monohromatska tj. svetlost je strogo određene talasne dužine. To je posledica rezonantnog procesa koji se sastoji u tome da fotoni kod stimulirane emisije izazivaju atome da emituju fotone iste talasne dužine kao što su i oni koji su ih stimulirali. Treće svojstvo je veliki intenzitet svetlosnog snopa. Do ovoga dolazi zbog načina kojim se dovedena energija uglavnom koncentrira samo za stimuliranje jednog određenog prelaza (od svih mogućih prelaza atomskog sistema), a zatim i zbog usmerenosti energije u jednom pravcu.

Prvi uspešan laser izrađen je 1960. godine i od onda se intenzivno radi na njegovom usavršavanju i na pronalaženju novih. Njegove osobine, koje se pre svega ogledaju u intenzitetu, paralelnosti i monohromatičnosti laserskog snopa, stvaraju novo poglavlje u konstrukcijama pribora za geodetska linearna merenja.

Otkrićem lasera uspostavljena je bliska veza između optike i radio-tehnike, koje do sada nisu imale nikakvih dodirnih tačaka sem što je pokazano da su svetlosni zraci, kao i radio talasi, zajedničke elektromagnetske prirode.

Nedavno je pronaden još jedan potpuno novi tip lasera, koji predstavlja možda najveći prodor učinjen do sada u ovoj oblasti. Naime, napravljen je laser na bazi poluprovodničke diode od galijum arsenida, gde se laserski snop proizvodi propuštanjem električne struje kroz diodu. Pri tome dovedena električna energija pretvara se u svetlosnu sa stepenom korisnog dejstva bliskog jedinici (primenom kristala rubina stepen korisnog dejstva je manji od 1%). Pored toga kod ovog lasera postoji mogućnost za laku modulaciju laserskog snopa što se izvodi u srazmeri sa dovedenom strujom.

Da samo spomenemo i najnoviji laser sa sunčevim svetlom kod koga sunce služi kao »svetlosna pumpa«. Kod ovog lasera sunčeva svetlost se koristi za stvaranje kontinuirane koherentne infracrvene svetlosti. Ovaj laser se sastoji od hemisferičnog ogledala prečnika 30 cm pomoću koga se vrši koncentracija sunčeve svetlosti a zatim od stvarnog laserskog uređaja sa kalcijum-fluoridnim kristalom i od spektrometra koji služi za merenje izlazne svetlosne energije.

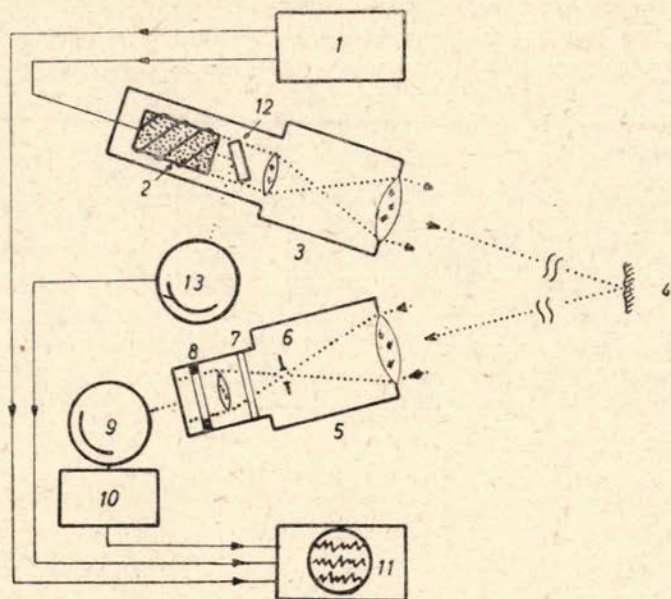
Rad sa laserima sve više dobija puni zamah i uskoro se mogu očekivati i prvi povoljni rezultati njegove primene pri linearnim merenjima u svim oblastima geodezije.

Za sada su poznati samo pokušaji za konstrukciju eksperimentalnog pribora za linearna merenja koristeći laser. U tome priboru laser radi u impulsnom režimu i ceo uređaj predstavlja potpunu analogiju sa običnim impulsnim radio lokacionim priborom.

Šema ovog pribora prikazana je na sl. 1.

Od izvora za napajanje 1 električni signal dolazi do kvantno mehaničkog generatora — lasera 2 odakle se veći deo nastalog svetlosnog

snopa, predajnikom 3 šalje ka tački 4 do koje se meri odstojanje. Odbijeni svetlosni signal skuplja se u prijemniku 5 i posle prolaza kroz dijafragmu 6, svetlosne filtre 7 i Fabrijevo sočivo 8 dolazi do fotopojčivača 9. Posle odgovarajućeg pojačavanja u 10 odbijeni signali dolazi do oscilografa 11. Do istog oscilografa dolazi i osnovni signal nastao od dela



Sl. 1

svetlosnog snopa nastalog u laseru a koji je pomoću nagnute pločice 12 upućen u fotopojčivač 13 i dalje do oscilografa. Isto tako do oscilografa dolazi i sinhronizujući signal od izvora za napajanje. Prema odnosu osnovnog, odbijenog i sinhronizujućeg signala u oscilografu može se suditi o veličini merenog odstojanja. Prema tome, u ovom slučaju oscilograf igra ulogu indikatora merenog odstojanja.

Ovaj prvi eksperimentalni pribor ispitivan je pri jakom sunčanom osvetljenju merenjem odstojanja od 1200 m a kao refleksijska površina, odnosno pasivni odbijač, korišćena je bela krečna stena. Eksperimenti po danu vršeni su takođe i merenjem odstojanja od 3000 m sa običnom stenom kao refleksijskom površinom. Pri noćnim ispitivanjima merena su odstojanja od 5500 m i 11200 m pri čemu je za refleksijsku površinu korišćeno razapeto platno (ekran) površine 3 m.²

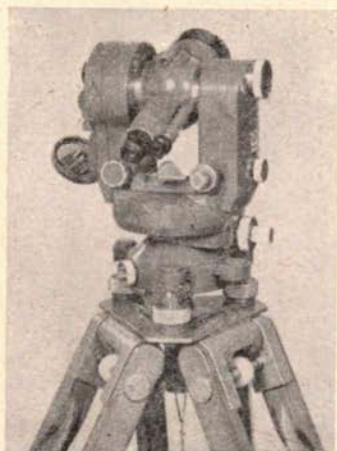
Nažalost, tačnost dobijenih rezultata bila je mala što se može objasniti radom pribora u impulsnom režimu, grubom načinu za indicaciju merenog odstojanja kao i nedovoljnoj razrađenosti metoda unutrašnje modulacije svetlosti u laserima. Primenom faznog sistema verovatno da

bi se dobila znatno veća tačnost a isto tako i modulisanjem laserskog snopa pomoću nekog spoljnog modulatora (npr. Kerova ćelija).

Eksperimenti izvršeni u poslednje vreme od strane National Bureau of Standards kao i Institute of Technology u Massachusettsu u SAD-u daju velike perspektive priborima za linearna merenja koji koriste lasere. Nažalost nikakvih pouzdanih i detaljnijih podataka o tome nema sem što se radi poređenja kaže da novo konstruisani pribor daje preciznost u merenju u takvim delovima koji bi se dobili »kad bi se 100 m podelilo na 200 000 000 podeoka«, ili pak da takav pribor može meriti dužinu od 100 m sa greškom od 10^{-8} « ((manje od 1 mikrona).

GEODETSKI MJERNI INSTRUMENTI

TEODOLITI — TAHIMETRI — INSTRUMENTI
ZA NIVELIRANJE — OPREMA ZA MJERNE
STOLOVE — PLANIMETRI — DVOJNA UGA-
ONA PRIZMA — MJERNE TRAKE — PANTO-
GRAFI itd.



Izvozi:

METRIMPEX

MADŽARSKO VANJSKOTRGOVINSKO PODU-
ZEĆE ZA PROIZVODE INDUSTRIJE INSTRU-
MENATA

BUDAPEST 62 P. O. B. 202

Zastupnik za SFRJ:

INDUSTRIAIMPORT, TITOGRAĐ

Filijale: Beograd, Zagreb, Sarajevo i Rijeka.

Tražite prospekte i obavijesti!

Prodaja za dinarska sredstva sa naših konsigna-
cionih skladišta.