

ELEKTRONSKI DALJINOMETAR DISTOMAT DI 50

U Švajcarskoj je od strane firme Wild iz Heerbrugga i Albiswerk iz Ziricha konstruisan elektronski fazoni daljinomjer nazvan Distomat DI 50 koji je na osnovu dosadašnjih iskustava prilagoden najnovijoj tehnici rada.

Pri konstrukciji daljinomera Distomat DI 50 pošlo se prvenstveno sa čisto geodetske tačke gledišta. Dosadašnje iskustvo je nitalagalo ostvarivanje principa prisilnog centrisanja elektronskog daljinomera i teodolita, jer se pokazalo da će ekonomična upotreba takvog daljinomera, naročito u poligonskoj mreži zahtevati u budućnosti pored čistog merenja odstojanja i trilateracije i merenje uglova. Zbog toga je kod Distomata DI 50, generator nosećih talasa — klistorn, zajedno sa celim visokofrekventnim uređajem i antenom, potpuno odvojen u poseban deo, tako da se može postaviti, zajedno sa optičkim viskom, na standardni geodetski stativ.

Deo za merenje, kao i izvor energije, odvojeni su kao posebni delovi tako da ih je moguće odmaći, koristeći kablove, i na odstojanje do 15 m.* Na taj način omogućena je laka zamena daljinomera — dela sa antenom, sa teodolitom, bez posebnog centrisanja i horizontaliranja, a u cilju eventualne potrebe i za merenjem uglova. Mogućnost primene ovakvog daljinomera postala je time daleko veća. Da navedemo samo mogućnost da se poseban deo za merenje montira u neko prevozno sredstvo (džip) koje se može lako kreirati po terenu, dok se deo sa antenom, ukoliko to zahtevaju terenske prilike, može postaviti ili na stativ ili na piramidu (10—12 m visine). Na taj način moguće je brže i lakše savladivati raz-

na odstojanja a pored toga se i snabdevanje daljinomera potrebnom energijom može uprostiti preko akumulatora u kolima.

Da bi se delom sa antenom moglo lako raditi, on je snabdeven vertikalnom i horizontalnom obrtnom osovinom, čime je znatno olakšano usmeravanje daljinomera jer se lako, kao i durbin teodolita, može upravljati prema cilju. Karakteristično je da se nulta tačka merenja nalazi na obrtnoj osovini tako da se ona i prilikom kosih »vizura« (pravac antene) nalazi uvek centrično u odnosu na tačku iznad koje se daljinomer centriše.

Inače, konstrukciono uzevši, daljinomer Distomat DI 50 (sl. 1) principijel-



Slika 1

* U toku su pokušaji da se kablovi produže do 25 ili 30 m a da se time ne utiče kako na domet tako i na tačnost daljinomera.

no je sličan ostalim daljinomerima sa izvesnim izmenama i uprošćenjima.

Distomat DI 50, kao tzv. noseće talase, koristi kontinuirane električne mikrotalase (ultrakratke radiotalase), čija se frekvencija može menjati u granicama od 10 200 MHz do 10 500 MHz a čije se talasne dužine kreću oko 3 cm. Kao generator ovih nosećih talasa koristi se klistron. Tačne vrednosti frekvencije nosećeg talasa mogu se očitati na posebnom brojačniku. Merni talasi, koji povećavaju tačnost primenjene fazne metode, modulišu se prema frekvenciji nosećih talasa tj. vrši se upravljanje oscilacijama noseće frekvencije pomoću oscilacija merne frekvencije. Sama modulacija ostvaruje se neposredno u klistronu, posredstvom promene napona, tako da oscilacije noseće frekvencije postaju frekventno modulirane.

Frekventna modulacija uslovljava primenu klistrona kao generatora noseće frekvencije jer se u tom slučaju ona lako i ostvaruje. Stabilizacija frekvencije za vreme merenja garantovana je sa $\pm 2.10^{-7}$ zahvaljujući termostabilizaciji kvarcnih kristala pomoću termostata, sa odstupanjem od $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Ovako frekventno modulirane oscilacije emituju se preko dipola i antene u obliku uzanog snopa u pravcu pomoćne stanice koja se nalazi na drugom kraju odstojanja koje se meri. Dipol i antena pomoćne stanice primaju oscilacije emitovane od strane glavne stanice. U isto vreme i pomoćna stanica emituje u pravcu glavne stanice svoje oscilacije koje su polarizovane pod uglom od 90° i koje se razlikuju od oscilacija glavne stanice za meufrekvenciju koja iznosi 37 MHz. Pored toga, oscilacije koje se vraćaju od pomoćne stanice, modulirane su sa frekvencijom koja je veća za 250 Hz.

Posle odgovarajuće demodulacije, na svakoj stanici, formira se signal od 250 Hz, od koga nastaju impulsi koji prolaze kroz nulu. Na pomoćnoj stanici tako nastalim impulsima naknadno se vrši modulacija klistrona. Na glavnu stanicu ti impulsi stižu sa izvesnim zakašnjenjem koje iznosi koliko i vreme njihovog prostiranja između stanica. Posle njihove odgovarajuće demodulacije, na glavnoj stanici, stvaraju se dva niza impulsa iz čijih se faznih razlika i dolazi do vremena prostiranja odnosno do odstojanja koje se meri.

Radi povećanja tačnosti merenja odstojanja, period od 250 Hz interpoliše se još 500 puta, tako da se dobija frekvencija impulsa koja iznosi 125 kHz. Inače svako merenje se u samom daljinomeru automatski ponavlja dvadeset do četrdeset puta i odmah sračunava prosečna vrednost, čime se znatno povećava sigurnost merenja. Čitanje prosečne vrednosti vrši se digitalnim načinom, odnosno na posebnom brojačniku — indikatoru odstojanja, gde se rezultat pokazuje direktno u brojevima koji predstavljaju srednju vrednost višestrukog merenja, koje se obavlja velikom brzinom.

Primenom različitih vrednosti mernih frekvencija vrši se indicacija odstojanja do na centimetar a ako se vrši opažanje i na tzv. finoj frekvenciji, dobiće se rešenje i za milimetre, što predstavlja red veličina viši od onog koji je naznačen na poslednjem mestu brojačnika. Na brojačniku — indikatoru odstojanja, najviše se može pokazati odstojanje koje iznosi 20 km tako da se za veća odstojanja moraju znati koliko se puta u njemu sadrži to odstojanje, što ustvari nije nikakav problem. Dobijeno izmereno odstojanje odnosi se na »ugradeni« koeficijent prelamanja za čiju vrednost je uzet jedan srednji koeficijent prelamanja elektromagnetskih talasa u vazduhu a koji iznosi 1 000 320. Prema tome, dobijena vrednost izmerenog odstojanja, pri manjim zahtevima za tačnošću, odgovara stvarnom kosom odstojanju i bez uvođenja popravki za meteorološke uslove.

Sam proces merenja je veoma jednostavan, tako da se za rad sa daljinomerom Distomat DI 50, za nekoliko časova mogu obučiti i nestručne osobe. Za uspešan rad sa daljinomerom treba se samo pridržavati kratkog uputstva, koje se nalazi na unutrašnjoj strani poklopa dela za merenje. Posle kratke kontrole funkcionisanja i doterivanja, prethodno odabrane noseće frekvencije, potrebno je samo okretanje preklopnika za programiranje iz položaja označenog sa 0 do položaja označenog sa 9. Takt merenja regulišu dve kazaljke koje se pomeraju prema crvenoj odnosno zelenoj oznaci.

Mereno odstojanje pokazuje se odmah na brojačniku — indikatoru odstojanja, dok se pri položaju preklopnika za programiranje, između 8 i 9, unose još i popravke za eventualno

zaokrugljenje. Najvažnije je to da se ne unosi nikakav međurezultat, da nije potrebno bilo kakvo pomoćno računanje i da ne postoji nikakva višeznačnost rezultata. Upisivanje rezultata pojedinih merenja sasvim je uprošćeno i brzo s obzirom da se uvek pokazuje celo odstojanje. Nije potrebno upisivanje delimičnih rezultata koji se onda moraju oduzimati pa iz njih eventualno tek sračunavati srednje vreme prostiranja pa tek na osnovu njega doći do vrednosti merenog odstojanja.

Kod upotrebe Distomata DI 50 moguće je istovremeno sa očitovanjem vrednosti merenog odstojanja vršiti i njihovo grafičko nanošenje a u cilju dobijanja oscilirajuće krive. Na taj način postoji mogućnost da se merenje eventualno i prekine, čim se pokaže potpuni ciklus sinusoidalnih oscilacija, ili pak da se sa merenjem produži, ukoliko dođe do nenormalnog odbijanja talasa od zemljišta ili predmeta. Poklopac dela za merenje, istovremeno, služi i kao pult za vođenje zapisnika. Pored toga, prilikom noćnih radova, stanice su snabdevene pokretnom svetiljkom koja olakšava rad, naročito vođenje zapisnika.

Ceo proces očitavanja odstojanja ne traje više od 30 sekundi. U slučaju potrebe za tačnijim rezultatima, merenje se vrši višestruko, odnosno merenje se vrši u nizovima. U tom slučaju rezultat je oslobođen štetnog uticaja eventualnog odbijanja talasa do koga često može doći. U tom slučaju, pri korišćenju raznih nosećih frekvencija, ponavljanje merenja se vrši samo za vrednosti desimetara i santimetara. Zbog toga, takvo jedno precizno merenje, traje najviše deset sekunda.

Poznato je da su meteorološka merenja, u cilju dobijanja srednjih meteoroloških uslova, prilikom elektronskih merenja odstojanja, uopšte, prilično nepouzdana a i nedovoljna za dobijanje reprezentativnijih podataka. Tehnika elektronskog merenja odstojanja, po svojoj tačnosti, za sada još uvek je bolja, sigurno za jedan red veličina, od tehnike meteoroloških merenja. Prema tome, ukoliko elektronsko merenje odstojanja duže vremenski traje, utoliko postoji manja sigurnost u reprezentativnost meteoroloških merenja. Zbog toga je i vreme, potrebno za merenje odstojanja pomoću daljinomra Distomat DI 50 svedeno na najmanju mo-

guću meru. Na taj način štetan uticaj meteoroloških usolva, koji nisu sasvim tačno utvrđeni, znatno je smanjen.

Distomat DI 50 konstruisan je na principu zamenljivih stanica tako da se prostim prekopčavanjem može izmeniti njihova funkcija, odnosno da glavna stanica postane pomoćna a pomoćna stanica glavna. Na taj način je omogućeno da se mereno odstojanje, odmah po završenom merenju u jednom pravcu, može izmeriti i u obrnutom pravcu. Na taj način se povećava tačnost merenja jer se mogu otkriti smetnje u prostiranju elektromagnetskih talasa a koje se ne mogu lako otkriti, naročito prilikom merenja većih odstojanja.

Za komuniciranje između stanica koristi se ugrađeni radio telefon sa zvučnikom, koji radi na istoj nosećoj frekvenciji, koja se koristi i za merenje. Pored toga, stanice su snabdevene i ručnom telefonskom slušalicom kao i slušalicom sa mikrofonom koja se može staviti na glavu a koja se uspešno koristi kada je na terenu velika buka. Radio telefonska veza između stanica može se ostvariti bez nekog manipulisanja ručicom ili preklopnikom kad god se ne meri. Pored eventualnih obaveštenja i odgovora, radio telefon se koristi i kao pomoć prilikom tačnog usmeravanja stanica jer nestajanje žuma je znak da su stanice dobro usmerene. Sem toga, prilikom samog merenja, iz zvučnika se čuje jedan jasan ton čiji prestanak upozorava da se preklopnik za programiranje može dalje prebaciti.

Daljinomer je, sem klistrona, potpuno trazistorisan, što je omogućilo smanjenje njegove težine, tako da deo sa antenom, ima svega 7 kg a deo za merenje 14,5 kg. Za transport na većim odstojanjima stanice se pakuju u dve lake metalne kutije. Na samom terenu, deo sa antenom, može se prenostiti koristeći kožnu ručicu a deo za merenje, može se prenositi obešen o rame pomoću remena. Za prenošenje pri velikim usponima obezbeđena je neka vrsta ranca.

Što se tiče tačnosti merenja odstojanja sa daljinomerom Distomat DI 50, prema podacima firme, ona iznosi $\pm(2 \text{ cm} + D \cdot 10^{-5})$ do $\pm(2 \text{ cm} + D \cdot 10^{-6})$ dok se on može koristiti za odstojanje od 100 m do 50 km pod svim atmosferskim prilikama. Treba napomenuti da je, pod povoljnim uslovima, prof. Dr Gerke, sa Tehničke visoke škole u

Braunšvajgu, izmerio sa Distomatom DI 50 već i odstojanje od 105 km.

Primena daljinomera Distomat DI 50 je ista kao i svih ostalih daljinomera, dakle za trilateracije, počevši od trigonometrijskih mreža I reda. Pored toga, zahvaljujući mogućnosti za prisilno centrisanje, Distomat DI 50 je prilagođen za razvijanje dugačkih poligonskih vlakova, pošto će ekonomična upotreba ovog daljinomera u budućno-

sti zahtevati 75% »elektronskog« poligoniranja pri čemu se moraju opažati i poligonski uglovi. Ostalih 25% su tada čisto merenje odstojanja i trilateracije. Kao dokaz za ispravnost ove pretpostavke, može da posluži Australija, koja je za nekoliko godina ceo kontinent pokrila poligonskom mrežom izvedenom elektronskim putem.

M. Đorđević

SVIM SURADNICIMA I PRETPLATNICIMA
ŽELI MNOGO USPJEHA I SVE NAJBOLJE
U NOVOJ GODINI

UPRAVA I UREDNIŠTVO
»GEODETSKOG LISTA«