

## FOTOELEKTRIČNI UREĐAJ NA PASAŽNOM INSTRUMENTU S PET NIVOA AMPLITUDNE DISKRIMINACIJE

Nikola SOLARIĆ — Zagreb\*

**SUMMARY** — A photoelectrical devices for registration of the meridian transits of the stars is developed at the Observatory of the Faculty of Geodesy in Zagreb. The advantage of this device is the smaller influence of noise level using five amplitude discrimination levels instead of one as usual. This was possible because it was applied a relatively fast electronic counter and an electronic gate composed of small integrated circuits. By this added device it is possible to eliminate the manifold passage of the signal through discrimination level caused by the noise. It is also possible to automase the observation because we can get arithmetical mean of the transit instants through all discrimination levels of amplitude and over the all edges in both positions of the instrument. By these advantages it is possible to use this device for the observations of the fainter stars.

**KRATAK SADRŽAJ** — Na Zvezdarnici Geodetskog fakulteta u Zagrebu izrađuje se fotoelektrični uređaj za registraciju vremena prolaza zvijezda kroz meridijan. Prednost ovog fotoelektričnog uređaja je, što je za vrijeme prolaza slike zvijezda preko rubova vizirne rešetke umjesto uobičajenog jednog nivoa amplitudne diskriminacije postavljeno pet različitih nivoa diskriminacije, a tim se može smanjiti utjecaj šuma. To je moguće jer je primijenjeno relativno brzo elektroničko brojilo i specijalna elektronička vrata sastavljena iz malih integriranih sklopova. Brzo elektroničko brojilo s elektroničkim vratima omogućava i smanjivanje utjecaja šuma koji izaziva da električni signal za vrijeme prolaza slike zvijezde preko nekog ruba vizirne rešetke prolazi više puta kroz nivo diskriminacije. Osim toga, pomoću istog tog brojila i elektroničkih vrata postiže se i automatizacija procesa opažanja, jer se odmah za opažanja gotovo automatski dobiva aritmetička sredina vremena prolaza preko svih nivoa amplitudne diskriminacije i svih pukotina vizirne rešetke preko kojih prolazi slika zvijezde u I i II položaju instrumenta. Ovaj uređaj zbog svega naprijed navedenog omogućava automatizaciju procesa mjerenja, veću točnost mjerenja odnosno moguće je proširiti program opažanja i na slabije zvijezde.

Kod opažanja s fotoelektričnim uređajem na pasažnom instrumentu za vrijeme prolaza slike zvijezde preko pukotina vizirne rešetke dobiva se iz fotomultiplikatora električni signal. Na tom signalu nalaze se šumovi koji nastaju najvećim dijelom u fotomultiplikatoru i kojima je uzrok treperenje

\* Adresa autora: Nikola Solarić, dipl. ing. geod. i dipl. ing. fiz. Geodetski fakultet, 41000 Zagreb, Kačićeva 26.

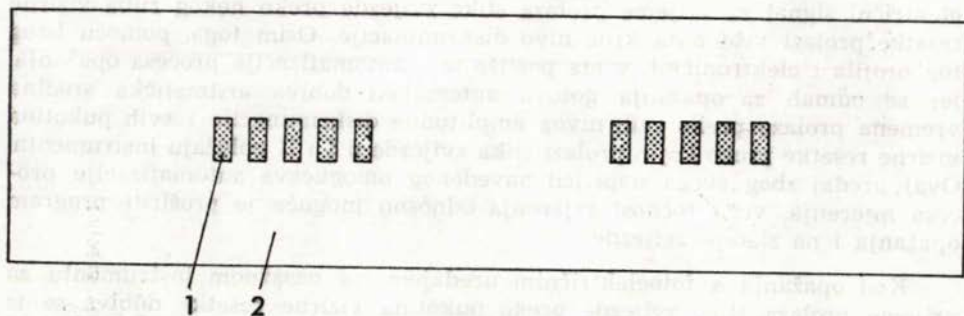
slike zvijezde okomito na rubove pukotine vizirne rešetke izazvano atmosferskim smetnjama.\*

Dr H. Potthoff iz Dresdenu primijenio je elektronički kronograf s memorijom, da bi smanjio utjecaj jednog dijela ovih šumova na određivanje vremena prolaza zvijezda. Pomoću ovog kronografa mogu se registrirati maksimalno 4 vremena prolaza slike zvijezde za prijelaza preko jednog ruba pukotine vizirne rešetke. To omogućava da se na jednom nivou amplitudne diskriminacije može smanjiti utjecaj šuma koji izaziva da električni signal za vrijeme prolaza slike zvijezde preko nekog ruba vizirne rešetke prolazi više puta kroz nivo diskriminacije.

U Rigi na observatoriju prema prijedlogu K. A. Štejnisa i M. P. Ogrinša smanjuje se utjecaj jednog dijela šumova na fotoelektričnom uređaju slično kao i u Dresdenu, ali pomoću elektroničkog brojila.

Na Zvezdarnici Geodetskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu nastoji se postići smanjenje utjecaja šumova u fotoelektričnom uređaju pomoću veoma brzog elektroničkog brojila i elektroničkih vrata izrađenih iz malih integriranih sklopova. To omogućava da se za određivanje vremena prolaza slike zvijezde preko rubova pukotine vizirne rešetke može umjesto uobičajenog jednog nivoa amplitudne diskriminacije postavi pet različitih nivoa diskriminacije i da se smanji utjecaj šuma koji uzrokuje da električni signal za vrijeme prolaza slike zvijezde preko nekog ruba vizirne rešetke prolazi više puta kroz nivo diskriminacije. Na ovaj način dobiva se znatno više informacija koje omogućavaju smanjenje utjecaja šuma na točnost određivanja vremena prolaza zvijezde kroz meridijan odnosno omogućavaju proširenje programa opažanja i na slabije zvijezde (kod kojih je inače veći utjecaj šuma iz fotomultiplikatora i ne može se dovoljno točno odrediti vrijeme prolaza). Osim toga brojilo s elektroničkim vratima ima funkciju da usrednjava vremena prolaza slike zvijezde preko svih nivoa diskriminacije i svih pukotina vizirne rešetke iz I i II položaja pasažnog instrumenta. Ako se na vrijeme uključivanja elektroničkog brojila doda očitavanje elektroničkog brojila poslije prolaza zvijezde kroz vidno polje, dobiva se automatski aritmetička sredina vremena prolaza zvijezde kroz meridijan iz I i II položaja. Postupak obrade podataka na ovaj se način znatno pojednostavljuje.

Blok shema prema kojoj se izrađuje fotoelektrični uređaj na Zvezdarnici Geodetskog fakulteta u Zagrebu prikazana je na sl. 2 i sl. 6.

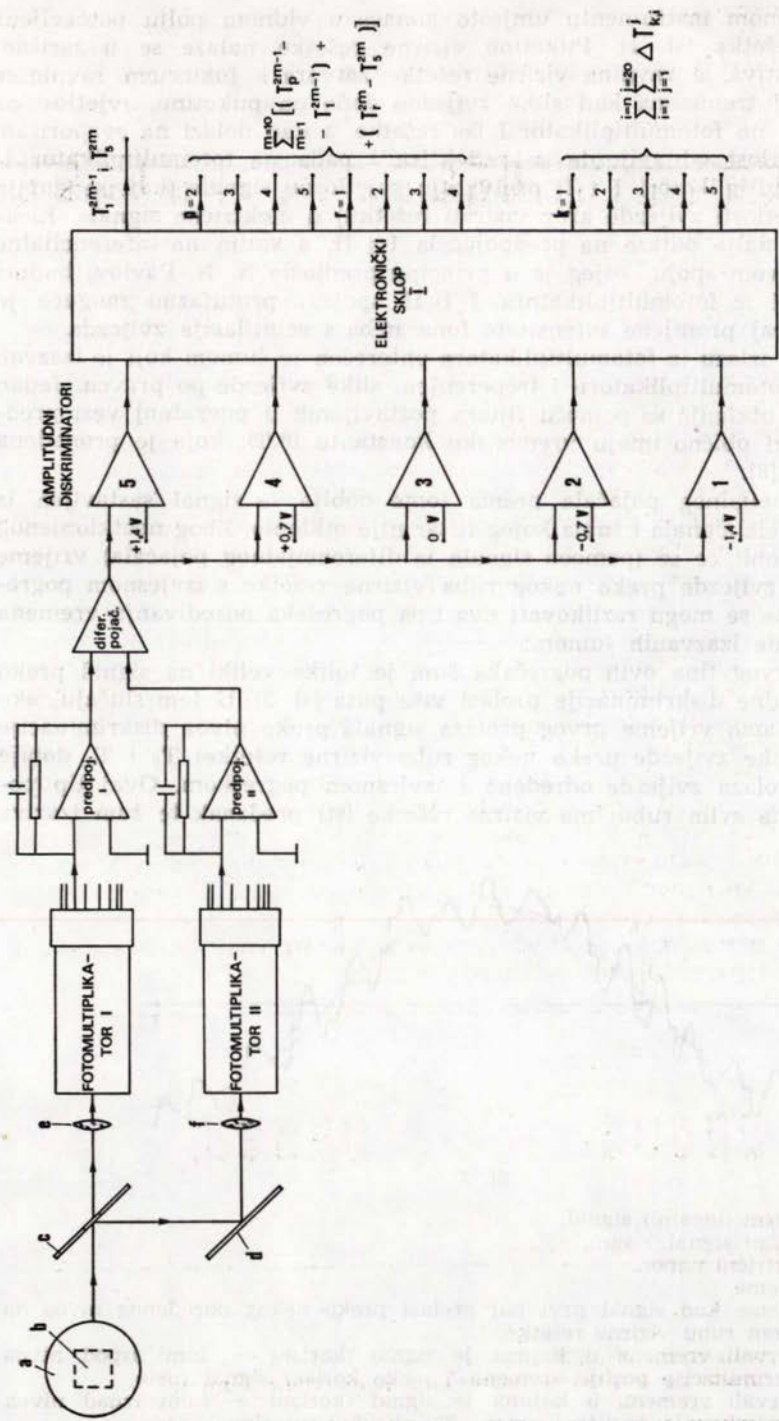


Sl. 1.

1 — evaporirani aluminij

2 — mjesta na kojima je odstranjen evaporirani aluminij

\* U daljnjem tekstu samo »treperenje slike zvijezde po pravcu«.



Sl. 2.

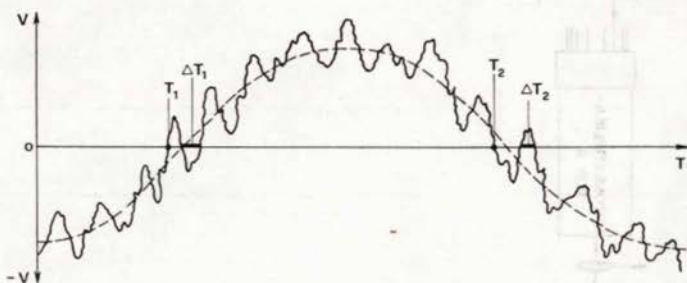
- a — objektiv
- b — prizma
- c — vizirna rešetka
- d — zrcalo
- e — leća
- f — leća

Na pasažnom instrumentu umjesto konaca u vidnom polju postavljena je vizirna rešetka (sl. 1). Pukotine vizirne rešetke nalaze se u žarišnoj ravnini objektiva, a ravnina vizirne rešetke zatvara s fokusnom ravninom kut od  $45^\circ$ . U trenucima kad slika zvijezde dođe na pukotinu, svjetlost od zvijezde pada na fotomultiplikator I iza rešetke, a kad dolazi na evaporirani aluminij svjetlost od zvijezde se reflektira i pada na fotomultiplikator II (sl. 2). Fotomultiplikatori I i II pretvaraju svjetlosne signale (koji se dobiju prolazom svjetlosti zvijezde kroz vizirnu rešetku) u električne signale. Električni signali dalje odlaze na predpojačala I i II, a zatim na diferencijalno pojačalo. U ovom spoju, kojeg je u principu predložio N. N. Pavlov, budući da su signali iz fotomultiplikatora I i II spojeni protufazno moguće je otkloniti utjecaj promjene intenziteta fona neba i scintilacije zvijezda.

Signal na izlazu iz fotomultiplikatora opterećen je šumom koji je izazvan uglavnom u fotomultiplikatoru i treperenjem slike zvijezde po pravcu. Jedan dio tog šuma otklanja se pomoću filtara postavljenih u povratnoj vezi predpojačala. Filtri obično imaju vremensku konstantu  $0^{\circ},05$ , koja je pronađena kao optimalna [8].

Iz diferencijalnog pojačala prema tome dobije se signal sastavljen iz »korisnog« dijela signala i šuma kojeg filter nije otklonio. Zbog neotklonjenog dijela šuma dobit će se (pomoću signala iz diferencijalnog pojačala) vrijeme prolaza slike zvijezde preko nekog ruba vizirne rešetke s izvjesnom pogreškom. Pri tome se mogu razlikovati dva tipa pogrešaka određivanja vremena prolaza zvijezde izazvanih šumom:

I) Kod prvog tipa ovih pogrešaka šum je toliko veliki da signal preko nivoa amplitudne diskriminacije prolazi više puta (sl. 3). U tom slučaju, ako se registriira samo vrijeme prvog prolaza signala preko nivoa diskriminacije (za prolaza slike zvijezde preko nekog ruba vizirne rešetke)  $T_1$  i  $T_2$  dobije se vrijeme prolaza zvijezde određeno s izvjesnom pogreškom. Ovaj tip pogrešaka ima na svim rubovima vizirne rešetke isti predznak te šum izaziva

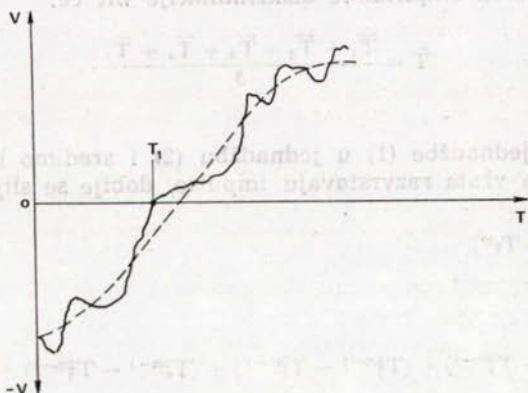


Sl. 3.

- = korisni (idealni) signal,
- = korisni signal + šum,
- $V$  = električni napon,
- $T$  = vrijeme,
- $T_1$  i  $T_2$  = vrijeme kad signal prvi put prolazi preko nekog određenog nivoa na nekom rubu vizirne rešetke,
- $\Delta T_1$  = intervali vremena u kojima je signal (korisni + šum) ispod nivoa diskriminacije poslije vremena  $T_1$ , ako korisni signal raste,
- $\Delta T_2$  = intervali vremena u kojima je signal (korisni + šum) iznad nivoa diskriminacije poslije vremena  $T_2$ , ako korisni signal pada.

pogrešku sistematskog karaktera. Ukoliko se na vrijeme  $T_1$  odnosno  $T_2$  dodaju intervali vremena  $\Delta T_1$  odnosno  $\Delta T_2$  (vidi sl. 3) dobije se vrijeme prolaza slike zvijezde preko pukotina vizirne rešetke s manjom pogreškom i pogreška nije sistematskog karaktera. Principijelno na ovaj način smanjuje se utjecaj ovog tipa pogreške na fotoelektričkim uređajima u Dresdenu i Rigi, a otklanjat će se i u Zagrebu.

II) Kod drugog tipa pogrešaka određivanja vremena prolaza izazvanih šumom, signal (korisni + šum) ne prolazi jedan nivo više puta, ali šum deformira signal tako da je vrijeme prolaza preko nekog nivoa pogrešno (sl. 4). Utjecaj ovog tipa pogreške moguće je smanjiti na taj način da se postavi



Sl. 4.

- = korisni (idealni) signal,
- = korisni signal + šum,
- $V$  = električni napon,
- $T$  = vrijeme,
- $T_1$  = vrijeme prolaza signala preko nekog određenog nivoa.

više različitih nivoa amplitudne diskriminacije, a za vrijeme prolaza zvijezde kroz meridijan da se uzme aritmetička sredina vremena prolaza preko više različitih nivoa.

Da bi smanjili utjecaj pogreške drugog tipa (koja nastaje zbog šuma) na fotoelektričnom uređaju u Zagrebu signal s diferencijalnog pojačala (sl. 2) ide na pet amplitudnih diskriminatora s različitim nivoima diskriminacije.

Vrijeme prolaza zvijezde kroz meridijan određuje se vremenom prolaza slike zvijezde preko 5 pukotina (10 rubova) vizirne rešetke u I položaju instrumenta i ponovo u II položaju preko istih tih pukotina. Iz tog slijedi da je prema sl. 5 srednje vrijeme prolaza zvijezde kroz meridijan  $\bar{T}_1, \bar{T}_2, \bar{T}_3, \bar{T}_4$  i  $\bar{T}_5$  dobiveno iz vremena prolaza preko nivo 1, 2, 3, 4 i 5:

$$\bar{T}_1 = \frac{T_1 + \sum_{i=1}^{i=n} \Delta T_{1,i} + T_1^0 + \sum_{i=1}^{i=n} \Delta T_{1,i}^0}{20}$$

$$\begin{aligned} \bar{T}_2 &= \frac{T_2^1 + \sum_{i=1}^{i=n} \Delta T_{2,i}^1 + T_2^2 + \sum_{i=1}^{i=n} \Delta T_{2,i}^2 + \dots + T_2^0 + \sum_{i=1}^{i=n} \Delta T_{2,i}^0}{20}, \\ &\vdots \\ \bar{T}_5 &= \frac{T_5^1 + \sum_{i=1}^{i=n} \Delta T_{5,i}^1 + T_5^2 + \sum_{i=1}^{i=n} \Delta T_{5,i}^2 + \dots + T_5^0 + \sum_{i=1}^{i=n} \Delta T_{5,i}^0}{20}. \end{aligned} \quad (1)$$

Srednje vrijeme prolaza kroz meridijan dobiveno iz vremena prolaza preko svih pet nivoa amplitudne diskriminacije bit će:

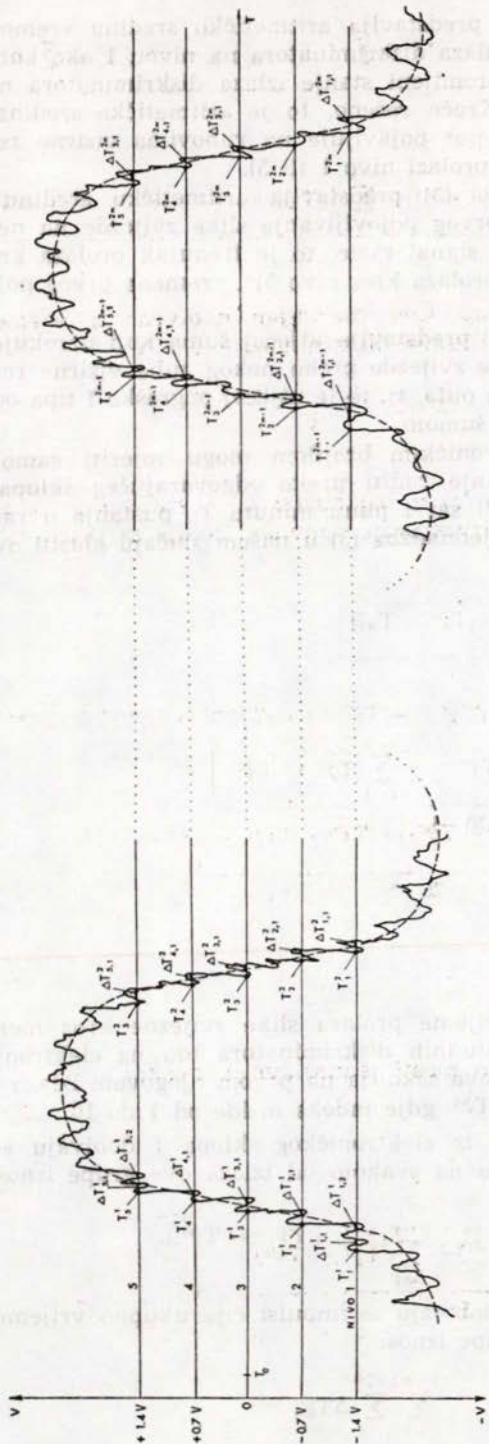
$$\bar{T} = \frac{\bar{T}_1 + \bar{T}_2 + \bar{T}_3 + \bar{T}_4 + \bar{T}_5}{5}. \quad (2)$$

Uvrstimo li jednadžbe (1) u jednadžbu (2) i sredimo li ju prema tome kako elektronička vrata razvrstavaju impulse, dobije se slijedeća jednadžba:

$$\begin{aligned} \bar{T} &= \frac{\sum_{m=1}^{m=10} (T_1^{2m-1} + T_5^m)}{20} + \\ &+ \frac{\sum_{m=1}^{m=10} [(T_2^{2m-1} - T_1^{2m-1}) + (T_3^{2m-1} - T_1^{2m-1}) + (T_4^{2m-1} - T_1^{2m-1}) + (T_5^{2m-1} - T_1^{2m-1})]}{20 \cdot 5} + \\ &+ \frac{\sum_{m=1}^{m=10} [(T_4^{2m} - T_3^{2m}) + (T_3^{2m} - T_2^{2m}) + (T_2^{2m} - T_3^{2m}) + (T_1^{2m} - T_3^{2m})]}{20 \cdot 5} + \\ &+ \frac{\sum_{k=1}^{k=5} \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=20} \Delta T_{k,i}^j}{20 \cdot 5}. \end{aligned}$$

Ovu jednadžbu možemo pisati jednostavnije ovako:

$$\begin{aligned} \bar{T} &= \frac{\sum_{m=1}^{m=10} (T_1^{2m-1} + T_5^m)}{20} + \\ &+ \frac{\sum_{m=1}^{m=10} \left[ \sum_{p=2}^{p=5} (T_p^{2m-1} - T_1^{2m-1}) + \sum_{r=1}^{r=4} (T_r^{2m} - T_3^{2m}) \right]}{20 \cdot 5} + \\ &+ \frac{\sum_{k=1}^{k=5} \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=20} \Delta T_{k,i}^j}{20 \cdot 5}. \end{aligned} \quad (3)$$



Sl. 5.

$T$  = vrijeme,  
 $V$  = električni napon,  
 $T_0$  = vrijeme od kojeg elektroničko brojiilo počne da broji,  
 $\Delta T$  = intervali vremena u kojima je signal ispod odgovarajućeg nivoa poslije prvog prolaza signala preko tog nivoa, ako korisni signal raste ili ako je iznad nivoa ukoliko korisni signal pada,

— indeks gore uz  $T$  i  $\Delta T$  označava redni broj ruba preko kojeg prolazi slika zvijezde,  
 — indeks dolje uz  $T$  i  $\Delta T$  označava redni broj nivoa — drugi indeks dolje uz  $\Delta T$  označava redni broj intervala vremena  $\Delta T$  na nekom nivou jednog ruba vizirne rešetke,  $m = 1, 2, 3, \dots, 10$ .

U jednadžbi (3) prvi član predstavlja aritmetičku sredinu vremena kad se prvi put promijeni stanje izlaza diskriminatora na nivou 1 ako korisni signal raste ili kad se prvi put promijeni stanje izlaza diskriminatora na nivou 5 kad korisni signal pada. Kraće rečeno, to je aritmetička sredina vremena kad se slika zvijezde prvi put pojavljuje na rubovima vizirne rešetke (bez obzira da li signal najprije prolazi nivo 1 ili 5).

Drugi član u jednadžbi (3) predstavlja aritmetičku sredinu intervala vremena između vremena prvog pojavljivanja slike zvijezde na nekom rubu vizirne rešetke (ako korisni signal raste, to je trenutak prolaza kroz nivo 1, a ako pada, to je trenutak prolaza kroz nivo 5) i vremena prvog pojavljivanja na ostalim nivoima.

Treći član jednadžbe (3) predstavlja utjecaj šuma koji uzrokuje da električni signal za prolaza slike zvijezde preko nekog ruba vizirne rešetke prolazi preko jednog nivoa više puta, tj. to je utjecaj pogreške I tipa određivanja vremena prolaza izazvanih šumom.

Budući da se s elektroničkim brojilom mogu mjeriti samo intervali vremena i jer brojilo počinje raditi preko odgovarajućeg sklopa na punu minutu, potrebno je zapisati sat i punu minutu  $T_0$  puštanja u rad elektroničkog brojila. Zbog tog će jednadžba (3) u našem slučaju glasiti ovako:

$$\begin{aligned} \bar{T} = T_0 + & \frac{\sum_{m=1}^{m=10} [(T_1^{2m-1} - T_0) + (T_3^{2m} - T_0)]}{20} + \\ & + \frac{\sum_{m=1}^{m=10} \left[ \sum_{p=2}^{p=5} (T_p^{2m-1} - T_1^{2p-1}) + \sum_{r=1}^{r=4} (T_r^{2m} - T_3^{2m}) \right]}{20 \cdot 5} + \\ & + \frac{\sum_{k=1}^{k=5} \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=20} \Delta T_{k,i}^j}{20 \cdot 5}. \end{aligned} \quad (4)$$

Da bi dobili srednje vrijeme prolaza slike zvijezde kroz meridijan po formuli (4) impulsi s amplitudnih diskriminatora idu na elektronički sklop I (sl. 2) koji impulse razvrstava tako da na prvom njegovom izlazu dobivamo impulse u vremenu  $T_1^{2m-1}$  i  $T_3^{2m}$ , gdje indeks m ide od 1 do 10.

Na drugoj grupi izlaza iz elektroničkog sklopa I dobivaju se impulsi čije ukupno vrijeme trajanja na svakom od izlaza ove grupe iznosi

$$\sum_{m=1}^{m=10} [(T_p^{2m-1} - T_1^{2m-1}) + (T_r^{2m} - T_3^{2m})].$$

Na trećoj grupi izlaza dobivaju se impulsi čije ukupno vrijeme trajanja na svakom od izlaza ove grupe iznosi:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=20} \Delta T_{k,i}^j.$$



Prije početka opažanja zvijezde opažać pritisne prekidač  $P_1$  (sl. 6) te sekundni impulsi sata odlaze na sklop za start na punu minutu. Sat i punu minutu vremena  $T_0$  uključivanja elektroničkog brojila opažać zapiše u zapisnik. Tog trenutka na izlazu sklopa za start na punu minutu dolazi do skoka iz stanja »0« u stanje »1« i od tog vremena impulsi iz oscilatora 500 KHz (sl. 6) mogu prolaziti kroz »i« logički sklop na vremenski razdjelnik. Vremenski razdjelnik dijeli frekvenciju sa 100, te se na izlazima dobiju impulsi frekvencije 5 KHz. Osim toga vremenski razdjelnik raspoređuje impulse na pojedine izlaze tako da postoji fazni pomak među impulsima na njegovim izlazima. To omogućava da se pomoću samo jednog elektroničkog brojila mogu mjeriti svi potrebni intervali vremena koji se nalaze na desnoj strani jednadžbe (4).

Impulsi s prvog izlaza elektroničkog sklopa I (sl. 2) odlaze u vremenu  $T_1^{2m-1}$  i  $T_3^m$  na posmični registar (sl. 6). Izlazi posmičnog registra nalaze se u stanju »1«, a u vremenu  $T_1^{2m-1}$  i  $T_3^m$  redom skaču u stanje »0«. Izlazi posmičnog registra vezani su s grupom »i« logičkih sklopova  $I_1$  (sl. 6) koji propuštaju impulse s vremenskog razdjelnika dalje na »ili« logički sklop  $L_1$  u intervalima vremena čija je ukupna suma

$$\sum_{m=1}^{m=10} [(T_1^{2m-1} - T_0) + (T_3^m - T_0)].$$

Budući da je na izlazima iz vremenskog razdjelnika frekvencija impulsa 5 KHz i da su impulsi na izlazima međusobno pomaknuti u fazi, kroz »ili« logički sklop  $L_1$  proći će impulsi čiji se ukupni broj  $i_1$  može izračunati prema jednadžbi:

$$i_1 = \frac{\sum_{m=1}^{m=10} [(T_1^{2m-1} - T_0) + (T_3^m - T_0)]}{20},$$

gdje vrijeme treba biti izraženo u stotisućinci sekunde. Ovi impulsi dalje prolaze kroz »ili« logički sklop  $L_5$  na elektroničko brojilo. Na elektroničkom se brojilu pomoću ove grupe impulsa dobiva aritmetička sredina intervala vremena između vremena uključivanja elektroničkog brojila  $T_0$  i vremena  $T_2^{2m-1}$  i  $T_3^m$  kad se slika zvijezde prvi put pojavljuje na rubovima vizirne rešetke, tj. dobiva se drugi član jednadžbe (4).

Impulsi s druge grupe izlaza elektroničkog sklopa I (sl. 2)

$$\sum_{m=1}^{m=10} [(T_p^{2m-1} - T_1^{2m-1}) + (T_r^{2m} - T_3^{2m})]$$

odlaze na grupu »i« logičkih sklopova  $I_2$  (sl. 6) koji propuštaju impulse s vremenskog razdjelnika dalje na »ili« logički sklop  $L_2$  samo u intervalima vremena čiji je ukupni iznos

$$\sum_{m=1}^{m=10} \left[ \sum_{p=2}^{p=5} (T_p^{2m-1} - T_1^{2m-1}) + \sum_{r=1}^{r=4} (T_r^{2m} + T_3^{2m}) \right].$$



Na sličan način kao i kod »ili« logičkog sklopa  $L_1$ , tako se može izvesti jednačba (5) prema kojoj se može izračunati koliko će ukupno impulsa  $i_2$  proći kroz sklop  $L_2$ :

$$i_2 = \frac{\sum_{m=1}^{10} \left[ \sum_{p=2}^{p=5} (T_p^{2m-1} - T_1^{2m-1}) + \sum_{r=1}^{r=4} (T_r^{2m} - T_3^{2m}) \right]}{20}, \quad (5)$$

gdje je vrijeme izraženo u stotisućinci sekunde. Impulsi iz sklopa  $L_2$  prolaze dalje kroz »ili« logički sklop  $L_4$  na djelitelj frekvencije (1 : 5), te se na izlazu iz djelitelja od ove grupe impulsa dobije  $i_2$  impulsa, gdje je  $i_2 = \frac{i_2'}{5}$ . Ovi impulsi dalje prolaze kroz »ili« logički sklop  $L_5$  na elektroničko brojilo. Na elektroničkom se brojilu pomoću ove grupe impulsa dobiva aritmetička sredina intervala vremena između vremena prvog pojavljivanja slike zvijezde na nekom rubu vizirne rešetke  $T_1^{2m-1}$  i  $T_3^{2m}$  i vremena prvog pojavljivanja na ostalim nivoima, tj. na elektroničkom se brojilu dobiva treći član jednačbe (4).

Impulsi s treće grupe izlaza elektroničkog sklopa I  $\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=20} \Delta T_{k,i}$  (sl. 2) odlaze na grupu »i« logičkih sklopova  $I_3$  (sl. 6) koji propuštaju impulse s vremenskog razdjelnika dalje na »ili« logički sklop  $L_3$  samo u intervalima vremena čije ukupno vrijeme iznosi  $\sum_{k=1}^{k=5} \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=20} \Delta T_{k,i}$ . Na sličan način kao i kod »ili« logičkog sklopa  $L_1$  može se izvesti jednačba (6) prema kojoj se može izračunati koliko će ukupno impulsa  $i_3$  proći kroz sklop  $L_3$ .

$$i_3 = \frac{\sum_{k=1}^{k=5} \sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=20} \Delta T_{k,i}}{20}, \quad (6)$$

gdje je vrijeme izraženo u stotisućinci sekunde. Impulsi iz sklopa  $L_3$  prolaze dalje kroz »ili« logički sklop  $L_4$  na djelitelj frekvencije (1 : 5), te se na izlazu iz djelitelja od ove grupe impulsa dobije  $i_3$  impulsa, gdje je  $i_3 = \frac{i_3'}{5}$ .

Ovi impulsi dalje prolaze kroz »ili« logički sklop  $L_5$  na elektroničko brojilo. Na elektroničkom se brojilu pomoću ove grupe impulsa dobiva koliki je utjecaj šuma koji izaziva da električni šum za prolaza slike zvijezde preko nekog ruba vizirne rešetke prolazi preko jednog nivoa više puta, tj. na elektroničkom se brojilu dobiva četvrti član jednačbe (4).

Poslije prolaza slike zvijezde kroz vidno polje durbina u I i II položaju instrumenta dobije se na ovaj način na elektroničkom brojilu interval vremena koji je u jednačbi (4) predstavljen drugim, trećim i četvrtim članom izražen u stotisućinci sekunde. Ukoliko se na očitavanje brojila poslije prolaza zvijezde kroz vidno polje prema jednačbi (4) dodaju sati i minute uključivanja brojila  $T_0$ , dobije se srednje vrijeme prolaza zvijezde kroz meridijan.

Ovim postupkom dobiva se odmah za opažanja veoma lagano, gotovo automatski i s visokom točnošću srednje vrijeme prolaza zvijezde kroz meridijan iz vremena prolaza preko svih pet nivoa amplitudne diskriminacije i svih pukotina vizirne rešetke preko kojih slika zvijezde prolazi u I i II

položaju instrumenta. Budući da ima pet puta više podataka mjerenja nego kad se mjeri vrijeme prolaza samo na jednom nivou diskriminacije, može se očekivati da će točnost biti približno dva puta veća, odnosno, da će se moći opažati slabije zvijezde (kod kojih šum izazvan u fotomultiplikatoru izaziva relativno veliku pogrešku u određivanju vremena prolaza).

#### Literatura

- [1] Kühn — Schmied: »Integrierte Schaltkreise«, VEB Verlag Technik Berlin 1972.
- [2] H. Potthoff: »Ein verbessertes Verfahren zur photoelektrischen Bestimmung von Durchgangszeiten am Transit«, Mitteilungen des Lohrmann—Observatoriums des Technischen Universität Dresden Nr. 29, 1974.
- [3] N. N. Pavlov: »Nekotorie rezultati fotoelektričkih nabljudenij v Pulkove na pasažnom instrumente s zerkalnoj vizurnoj rešetkoj i fotomnožiteljami FEU-20«. Trudi 12-j astrometričkoj konferencii SSSR, 1957.
- [4] RIZ: »Integrated circuits DTL 930 series«.
- [5] RIZ: »Integrated circuits TTL 74 series«.
- [6] RIZ: »Linear integrated circuits«.
- [7] K. A. Štejnš i M. P. Ogrinš: »Ustrojstvo i metod registraciji momentov prohođenija zvezd s učetom vibrosov«. Učenje zapiski, Tom 148, Riga 1971.
- [8] K. A. Štejnš: »O poetapnom vvedenii ASU dlja pasažnogo instrumenta AO LGU«. Učenje zapiski, Tom 220, Riga 1975.