

BELAVIO

# INFORMACIJE SSES

SSES:

Strokovna sekcija za elektronske sestavne dele, mikroelektroniko in materiale pri Jugoslovanski zvezi za ETAN

Stručna sekcija za elektronske sestavne delove, mikroelektroniku i materijale kod Jugoslavenskog saveza za ETAN

**3** ○ **1985**

LJUBLJANA, SEPT. 1985, LETNIK-GODINA 15, ŠTEVILKA-BROJ 35



Merjenje mikroelektronskih vezij  
ISKRA MIKROELEKTRONIKA

# INFORMACIJE SSED

Izdaja trimesečno Strokovna sekcija za elektronske sestavne dele, mikroelektroniko in materiale pri Jugoslovanski zvezi za ETAN

Izdaje tromesečno Stručna sekcija za elektronske sestavne delove, mikroelektroniku i materiale pri Jugoslavenskom savezu za ETAN

Glavni in odgovorni urednik Alojzij Keber, dipl. ing.  
Glavni i odgovorni urednik

Uredniški odbor Mag Milan Slokan, dipl. ing.  
Redakcioni odbor Miroslav Turina, dipl. ing.  
Mag Stanko Solar, dipl. ing.  
Dr Rudi Ročak, dipl. ing.  
Pavle Tepina, dipl. ing.

Člani izvršnega odbora SSED Prof dr Petar Biljanović, dipl. ing. — Elektrotehnički fakultet, Zagreb  
Članovi izvršnog odbora SSED Jasminka Čupurdija, dipl. ing. — Rade Končar, Zagreb  
Mag Marko Hrovat, dipl. ing. — Institut Jožef Stefan, Ljubljana  
Dr Sveto Jovičić, dipl. ing. — Beograd  
Franc Jan, dipl. ing. — Iskra — IEZE, Šentjernej  
Dr Evgen Kansky, dipl. ing. — IEVT, Ljubljana  
Alozij Keber, dipl. ing. — Institut Jožef Stefan, Ljubljana  
Prof dr Drago Kolar, dipl. ing. — Institut Jožef Stefan, Ljubljana  
Podpredsednik Ratko Krčmar, dipl. ing. — Rudi Čajavec, Banja Luka  
Podpredsednik Mr Vlado Pantović, dipl. ing. — Ei — IRI, Zemun  
Ljutica Pešić, dipl. ing. — Mihajlo Pupin, Beograd  
Ervin Pirtovšek, dipl. ing. — Iskra — IEZE, Ljubljana-Stegne  
Mr Ljubiša Ristić, dipl. ing. — Ei — Tvornica poluvodiča, Niš  
Predsednik Dr Rudi Ročak, dipl. ing. — Iskra — Mikroelektronika, Ljubljana-Stegne  
Podpredsednik Mag Milan Slokan, dipl. ing. — Ljubljana  
Mag Stanko Solar, dipl. ing. — Iskra — Avtoelektrika, Ljubljana  
Prof dr Sedat Širbegović, dipl. ing. — Elektrotehnički fakultet, Banja Luka  
Mag Drago Škrbinc, dipl. ing. — Iskra — IEZE, Ljubljana-Stegne  
Tajnik — sekretar Pavle Tepina, dipl. ing. — Ljubljana  
Prof dr Lojze Trontelj, dipl. ing. — Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana  
Mr Srebrenka Ursić, dipl. ing. — Rade Končar, Zagreb

Naslov uredništva Uredništvo Informacije SSED  
Adresa redakcije Elektrotehniška zveza Slovenije  
Titova 50, 61000 LJUBLJANA  
telefon (061) 316-886

Člani SSED prejema ju Informacije SSED brezplačno

Članovi SSED primaju Informacije SSED besplatno

Po mnenju Republiškega komiteja za kulturo SRS številka 4210—56/79 z dne 2. 2. 1979 je publikacija oproščena plačila davka od prometa proizvodov.

Mišljenjem Republiškega komiteta za kulturo SRS broj 4210—56/79 od 2. 2. 1979 je publikacija oslobođena poreza na promet.

Tisk: Partizanska knjiga, Ljubljana  
Tisk ovojnice: Kočevski tisk, Kočevje  
Naklada: 1000 izvodov

Tisak: Partizanska knjiga, Ljubljana  
Tisak omota: Kočevski tisk, Kočevje  
Tiraž: 1000 komada

## VSEBINA – SADRŽAJ

Rudi Ročak DRAGI ČLANI!	
Pavle Tepina XXIX. JUGOSLOVANSKA KONFERENCA ETAN-a	89
Miroslav Gojo IX. JUGOSLAVENSKI SIMPOZIJ O ELEKTROKEMIJI	90
Brane Kren 15. EVROPSKA KONFERENCA O POLPREVODNIŠKIH ELEMENTIH ESSDERC 85	90
Milan Slokan V SPOMIN NA LOVRA REŠKA	92
Miloljub Smiljanić, Zoran Djurić SILICIJUMSKI PIN FOTODETEKTORI	93
Milan H. Florjančič TEHNIČNO STANJE BODOČIH MASOVNIH POMNILNIKOV	99
Peter Stavanja RAČUNALNIŠKO PODPRTO NAČRTOVANJE VEZIJI V ISKRI DO MIKROELEKTRONIKA	109
Drago Škrbinc PERSPEKTIVNI RAZVOJ MEDJUNARODNOG I JUGOSLAVENSKOG TRŽIŠTA OTPORNIKA	110
Miroslav Turina PROŠIRUJE SE PROIZVODNJA POLUVODIČKIH ELEMENATA U JUGOSLAVIJI	114
Herman Vidmar USPEŠNA TEHNIČNA PREDSTAVITEV	115
Marijan Stele KAKO ZAŠČITITI NOVOSTI	119
Pavle Tepina PROGRAM SIMPOZIJA SD-85	122
Strokovne informacije o proizvodih s področja elektronskih sestavnih delov, mikroelektronike in materialov	
SILICIJUMSKE PIN FOTODIODE	124
PRIKAZALNIKI S TEKOČIMI KRISTALI	125
NOVA VEZJA IZ ISKRE MIKROELEKTRONIKE	126

## DRAGI ČLANI!

Že tretjič so naše Informacije SSESĐ izšle v svoji novi obliki. Uredniški odbor je uspel v tretje držati obljubljeni tempo izdavanja našega glasila, čeprav se še vedno tu pa tam zatika. Potrebuje predvsem vaš večji odziv. Le tako bodo Informacije SSESĐ za vse člane dovolj zanimive, le tako lahko pričakujemo zanimivejše in kvalitetnejše prispevke. Razen aktualnih društvenih novic in novic iz delovnega okolja bi želeli doseči tudi zavidljiv tehnični nivo. Apeliram predvsem na naše bolj izkušene člane, predavatelje in profesorje naših univerz, da s preglednimi članki s področja svojega delovanja zainteresirajo in usmerijo mlajše člane v problematiko sestavnih delov, mikroelektronike in materialov.

Osmega oktobra tega leta bomo imeli občni zbor sekcije za elektronske sestavne dele, mikroelektroniko in materiale pri zvezi ETAN. Pregledali bomo naše delo v zadnjem triletnem obdobju. Po odločitvi seje predsedstva ETAN-a, ki je bila letos junija v Nišu, se bomo v prihodnosti reorganizirali v društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale, ki bo član zveze ETAN. S tem bomo pravno boljše regulirali naš status in omogočili še aktivnejše delovanje društva kot celote in njegovih posameznih članov tako v strokovnih komisijah kot v področnih sekcijah. Društvo bo imelo enake cilje kot sedanja sekcija in bo združevalo strokovnjake iz vse Jugoslavije. Na občnem zboru bomo potrdili ali zavrgli predlagano iniciativo. Zato vas vse vabim dne 8. 10. 1985 ob 15. uri v čim večjem številu v kinodvorano Gospodarskega razstavišča v Ljubljani.

Lep pozdrav in na svikenje!

Predsednik SSESĐ:

Dr. Rudi Ročnik

## XXIX. JUGOSLOVANSKA KONFERENCA ETAN-a

Pavle Tepina

Letošnja, XXIX. Jugoslovanska konferenca ETAN-a je bila od 3. do 7. junija v Nišu pod pokroviteljstvom Skupščine občine Niš. Udeležilo se je je okrog 350 strokovnjakov iz vse Jugoslavije.

Na otvoritveni plenarni seji sta bila podana dva referata:

- Družbeno-ekonomski in kulturni razvoj Niša
- Sedanji trenutek in perspektive razvoja elektronike

Druga plenarna seja je bila posvečena materialom in tehnologiji mikroelektronike.

Na tretji plenarni seji je bil podan referat:

- Program razvoja sistema znanstveno-tehničnih informacij v SFRJ do leta 2000 s planskimi elementi do leta 1990.

Z zadnjo - četrto plenarno sejo se je XXIX. Konferenca ETAN-a zaključila. Na njej so bili razglašeni tudi najboljši referati in sicer:

1. Z. Stojanović, EI RO Poluprovodnici, Niš in V. Litovski, Fakulteta za elektroniko, Niš  
LOGIČNA SIMULACIJA Z UPORABO PROGRAMA LOST
2. B. Reljn, Fakulteta za elektrotehniko, Beograd  
TOČNO PROJEKTIRANJE SPLOŠNEGA BIKVADRATNEGA FILTRA Z REALNIM OPERACIJSKIM OJAČEVALNIKOM
3. G. Jovanović, Institut za uporabno matematiko in elektroniko, Beograd  
ALGORITEM ZA DETEKCIJO OSNOVNE FREKVENCE GOVORA, ZASNOVAN NA SPOZNAVANJU OBLIKE
4. V. Rojc, Fakulteta za elektrotehniko, strojništvo in brodogradnjo, Split  
ANALIZA KARAKTERISTIČNE IMPEDANCE ODVISNE OD FREKVENCE
5. M. Mijić, Fakulteta za elektrotehniko, Beograd  
D. Ljubisavljević, G. Šakota, Lola Audio, Beograd  
B. Pavić, EI-IRI, Beograd  
VZBUJEVALNI GENERATOR ZA MERJENJE ČASA REVERBERACIJE
6. M. Radenković, VTI, Beograd  
S. Stanković, Fakulteta za elektrotehniko, Beograd  
ADAPTIVNI REGULATOR ZASNOVAN NA DIREKTNI MINIMIZACIJI SREDNJEKVADRATNEGA KRITERIJA
7. M. Katarandjić, S. Osmanagić, A. Filipović  
Fakulteta za elektrotehniko, Sarajevo  
DIPSY-E, SREDSTVO ZA RAZVOJ EKSPERTNIH SISTEMOV
8. M. Komljenović, S. Marinković, R. Čajavec, Banja Luka  
Luka  
S. Širbegović, Fakulteta za elektrotehniko, Banja Luka  
IZBIRA IN UNIFIKACIJA KONDENZATORJEV Z RAČUNALNIKOM

9. M. Maležič, A. Goričan, J. Petrovčič, V. Bogataj, Institut Jožef Stefan, Ljubljana  
SISTEMI ZA MERJENJE ŽIVČNE KONTROLE IN AKTIVACIJE MIŠIC MED HOJO

10. J. Riznić, D. Spasojević, Institut B. Kidrič, Vinča  
M. Studović, Fakulteta za strojništvo, Beograd  
MODELIRANJE OBNAŠANJA REAKTORSKEGA KANALA V MOTENIH POGOJIH DELOVANJA

11. S. Božinovski, Fakulteta za elektrotehniko, Skopje  
PRISTOP FORMIRANJU EVALUACIJSKEGA SISTEMA ZA VZBUJANJE PRIKLADNE AKCIJE V SITUACIJI SREČANJA PRI OBČUTLJIVIH INTELIGENTNIH ROBOTIH

12. Z.S. Nikolić, Fakulteta za elektroniko, Niš  
MATEMATIČNI FORMALIZEM IN DIAGRAMI SINTRA-NJA

Delo same konference se je odvijalo v 13. komisijah, ki so obsegale 278 referatov (številke v oklepajih pomenijo število podanih referatov):

- elektronika (28)
- telekomunikacije (52)
- električna vezja (18)
- antene in razprostiranje (22)
- akustika (18)
- avtomatizacija vodenja (28)
- tehnika računalnikov in informatika (28)
- vodenje sestavljenih sistemov (3)
- nuklearna tehnika in tehnologija (32)
- bio-medicinska tehnika (9)
- robotika (6)
- elektronski sestavni deli in materiali (20)
- fizikalna kemija materialov (32)

Ob tolikšnem številu referatov in raznovrstnosti komisij res ni možno podati splošno oceno kvalitete le-teh. Če se omejimo le na komisijo za elektronske sestavne dele in materiale, lahko ugotovimo, da je še nekaj referatov zaslužio, da se jih postavi ob bok proglašnemu najboljšemu. Bogata diskusija je samo še potrjevala zgornjo ugotovitev.

XXIX. Konferenca ETAN-a je vsekakor izpolnila in potrdila svoj osnovni namen: prikaz stanja na področju razvoja in raziskav ter dognanj na širokem področju problematik, ki jih zajema ETAN v Jugoslaviji.

Pavle Tepina, dipl.ing.  
SSED, Ljubljana

## IX. JUGOSLAVENSKI SIMPOZIJ O ELEKTROKEMIJI

Miroslav Gajo

Od 3 do 7 lipnja 1985 godine održan je u Dubrovniku u Zavodu za zaštitu materijala od korozije IX. jugoslavenski simpozij o elektrokemiji. Ovo već tradicionalno savjetovanje jugoslavenskih elektrokemičara okupilo je oko 150 stručnjaka sa fakulteta, instituta a znatan dio i iz industrije.

U zadnje doba elektrokemija doživljava svoju renesansu. U posljednjih nekoliko godina svjedoci smo naglog razvoja novih metoda istraživanja elektrokemijskih reakcija, ispitivanja na molekularnom nivou, itd. Došlo je do razvoja novih oblasti i proširenja interesa za elektrokemiju kao znanstvene discipline. Tome svakako doprinosi i razvoj mikroelektronike, a kroz nju i razvoj novih uređaja za istraživanje i mjerenje. Takvo stanje najbolje se vidi i prema radovima objavljenim na IX. jugoslavenskom simpoziju o elektrokemiji.

Na Simpoziju je održano 5 plenarnih predavanja, s tim, da je po tradiciji prvo plenarno predavanje održao predsjednik International Society of Electrochemistry, prof. B.E. Conway, pod naslovom: "The State of Adsorption and Coverage by "Overpotential-Deposited" (OPD) Species in Faradic Reactions". Drugo plenarno predavanje imao je I. Ružić iz Instituta "Rudjer Bošković" pod naslovom "Razvoj digitalne simulacije elektrodnih procesa". Jedno od jako interesantnih predavanja imao je i Akademik M. Šušić s Prirodnomatemičkog fakulteta u Beogradu pod naslovom "Elektrohemijska čvrstih jonskih provodnika". K. Popov i M. Maksimović s Tehnološko-metalurškog fakulteta u Beogradu održali su predavanje o elektrokemijskom taloženju metala periodično promjenjivom brzinom, dok je I. Roušar s Instituta za kemijsku tehnologiju, Zavoda za anorgansku tehnologiju iz Praga održao predavanje iz područja elektro-

kemijskog inženjerstva: "Matematički modeli elektrokemijskih reaktora stvorenih korištenjem metoda konačnih i graničnih elemenata".

Inače na Simpoziju je bilo prikazano oko 140 radova iz raznih oblasti elektrokemije, no kao i do sada najveći broj radova bio je iz područja elektrodike, elektrokatalize i elektrolita (34 rada). Zatim veliki interes jugoslavenski elektrokemičari pokazuju za koroziju i zaštitu materijala (23 rada), elektrokemijskih izvora struje (18 radova), elektrokemije poluvodiča i oksida te materijala u mikroelektronici (17 radova), elektroanalitike i mjernih tehnika (14 radova), taloženja i otapanja metala (19 radova) i elektrokemijskog inženjerstva (9 radova).

Interesantno je zapaziti da se prvi puta pojavljuje kao posebna sekcija elektrokemija poluvodiča i oksida i materijali u mikroelektronici, što je svakako i naša zasluga, budući da je bilo interesa za ovaj Simpozij i među elektrokemičarima čiji je djelokrug rada u poluvodičkoj industriji. Organizatori ovog skupa (Srpsko hemijsko društvo, Srpska akademija nauka i umetnosti, i Zavod za zaštitu materijala od korozije JAZU iz Dubrovnika) prihvatili su sugestiju za osnivanje posebne sekcije za elektrokemiju poluvodiča, te se na kraju Simpozija zaključilo da je to učinjeno s puno opravdanja. Takodjer se za vrijeme Simpozija moglo primjetiti da ima dosta referata iz industrije, što je očiti znak da se i u poduzećima radi na istraživanju i razvoju a ovakvi skupovi samo poboljšavaju razmjenu iskustava, kako praktičnih tako i teoretskih, te u svakom slučaju da se obnove stara i uspostave nova poznanstva koja mogu itekako dobro koristiti.

Mgr. Miroslav Gojo, dipl.ing.  
RIZ - Tvornica poluvodiča,  
Zagreb

## 15. EVROPSKA KONFERENCA O POLPREVODNIŠKIH ELEMENTIH ESSDERC 85

Brane Kren

V dneh od 9. do 12. septembra 1985 je bila v Zvezni republikli Nemčiji, v mestu Aachen 15. evropska konferenca o polprevodniških elementih - ESSDERC. Mesto Aachen leži okoli 70 km od mesta Köln proti nizozemski meji. To je staro mesto in nekdanja prestolnica Karla Velikega.

Mesto konference je bilo v Karman-Auditorium, na Tehnični univerzi - Inštitutu za polprevodniško elektroniko. Konference se je udeležilo okoli 400 udeležencev iz 27 držav. Najbolj so bile zastopane sledeče države: Zvezna republika Nemčija (130), Francija (51), Velika Britanija

(45), Nizozemska (34), Belgija (25), Švedska (20), Švica (15), Italija (14) ter ZDA (12). Iz inštitutov in proizvodnje je bilo po 136 udeležencev, iz univerz 66 in iz laboratorijev 52 udeležencev.

Referate so prispevale sledeče države: Zvezna republika Nemčija (49), Velika Britanija (40), Francija (28), Nizozemska (17), ZDA (14), Italija (9), Belgija (7), Japonska (6), Švica (4), Švedska (3), Romunija, Poljska in Kanada po dva ter ČSSR, Indija, Kitajska, Danska in Španija po enega. Na konferenci je bilo tako predstavljeno 188 referatov v treh različnih sekcijah:

1. Si in ostali elementi: 69 referatov
2. Splošna tehnologija: 61 referatov
3. Elementi in tehnologija III-V skupine: 58 referatov.

Sekcije so obravnavale naslednje tematike:

Sekcija 1:- poly-Si bipolarni tranzistor

- bipolarni elementi
- MOSFET (vroči nosilci, majhne dimenzije)
- senzorji
- modeliranje in simulacija elementov
- latch-up v CMOS tehnologiji
- močnostni elementi
- GaAs in Si za VHS digitalne aplikacije

Sekcija 2:- defekti v Si

- tehnologija Si elementov
- tanki oksidni filmi
- silicij na izolatorju
- tanki izolacijski filmi
- plazma procesi
- short time annealing
- kontakti in metalizacija

Sekcija 3:- rast iz plinaste faze

- molecular beam epitaxy
- VPE in MBE za rast plasti in struktur III-V
- bipolarni tranzistorji, detektorji
- laserji
- III-V tehnologija in elementi
- implantacija, difuzija
- fotodetektorji
- MESFET

Zelo zanimiva so bila tudi uvodna predavanja, kjer je bil prikazan splošni pregled obravnavane teme v svetu. Teh predavanj je bilo 14 z naslednjimi naslovi:

1. H. Beneking, Institute of Semiconductor Electronics, Aachen  
Technical University, Aachen, ZRN  
III-V BIPOLAR DEVICES
2. S. Konaka, Atsugi Electrical Communication Laboratories, MTT Konagawa, Japan  
SUPER SELF-ALIGNED PROCESS TECHNOLOGY (SST)  
FOR Si BIPOLAR DEVICES
3. C. de Prost, Matra Harris, Nantes, F  
LIMITS OF OPTICAL LITHOGRAPHY
4. M. Poppinger, Siemens AG, Erlangen, ZRN  
SILICON DIAPHRAGM PRESSURE SENSORS
5. P. Petroff, ATT - Bell Labs, Murray Hill, NY, USA  
CHARACTERIZATION OF INTERFACES IN III-V HETEROSTRUCTURES
6. B. de Cremoux, Thomson - CSF, Orsay, F  
QUANTUM WELL LASER DIODES
7. S.L. Partridge, Mrs., GEC Research, Wembley, UK  
SILICON-ON-INSULATORS AND DEVICE APPLICATIONS
8. D. Bimberg, Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Berlin, Berlin, ZRN  
LIFETIME REDUCTION IN QUANTUM WELL STRUCTURES
9. R. T. Blunt, Plessey Research, Caswell, UK  
ION TRANSPLANTATION AND ANNEALING OF GaAs
10. C.L. Claeys, IMEC, Leuven, B  
PROCESSING RELATED DEFECTS IN SILICON
11. J.G. Wilkes, Mullard, Southampton, UK  
PLASMA STIMULATED DEPOSITION OF MATERIALS FOR SILICON TECHNOLOGY
12. M.G. Collet, Philips Research Laboratories, Eindhoven, NL  
SOLID STATE IMAGE SENSORS
13. P.D. Scovel, Standard Telecommunication Laboratories, Harlow, UK  
RAPID THERMAL PROCESSING FOR SILICON VLSI APPLICATIONS
14. F.M.D'Heurle, IBM Research Center, Yorktown Heights, NY, USA  
SILICIDES: VLSI TECHNOLOGY AND MATERIAL CHARACTERISTICS

To je kratka vsebina poteka konference ESSDERC '85. Na konferenci smo dobili abstract vseh referatov, celotni referati pa bodo objavljeni v reviji "Solid State Devices" najverjetneje v začetku naslednjega leta. Abstracts - 15th European Solid State Device Research Conference - ESSDERC '85, Aachen, Germany, 9 - 12 September 1985 si lahko izposodite v Iskri Mikroelektroniki.

Mag. Brane Kren  
Iskra Mikroelektronika,  
Ljubljana, Stegne

## V SPOMIN NA LOVRA REŠKA

Milan Slokan

Močno nas je prizadela vest, da je letos septembra sredi ustvarjalnega dela preminil Lovro Rešek, dipl.ing. meteorologije, ki smo ga zlasti v Sloveniji poznali po njegovi dejavnosti v Raziskovalni skupnosti Slovenije. Večino svojega strokovnega udejstvovanja je posvetil sestavnim delom za elektroniko, zato obudimo spomin na njegovo osebnost tudi v našem glasilu.



Rojen leta 1931 v Kropi, malem mestecu z industrijsko tradicijo, se je po končanem študiju leta 1959 zapisal dejavnosti elektronskih sestavnih delov, ko se je zaposlil v Industriji za elektrozveze (IEV) v Ljubljani. Pričel je kot razvijalec uporovnih elementov, predvsem ogljenih plastičnih uporov, katerih proizvodnja je tekla v Šentjerneju. Delal je na raziskavah vpliva površine keramike na uporovne lastnosti, na problemih jedkanja površine, na spiralizaciji uporov, na tehnologiji pirolize itd., pa tudi na izpopolnjevanju proizvodne tehnologije. Pri tem si je ustvaril dobro povezavo s kolegi v proizvodnji. Skupaj s prof. Pavličem sta tudi prijavela dva patenta za tehnološke izboljšave ogljenih uporov. Leta 1961 je postal Rešek vodja kemijsko fizikalnega laboratorija IEV (ta se je tedaj združila z Iskro), kjer je imel opravka s široko paleto materialov in elektronskih sestavnih delov, ki jih je Iskra že takrat proizvajala v poskusni in redni proizvodnji, vendar je še vedno sodeloval s tovarno uporov v Šentjerneju. Kot ekspert za uporovne elemente je delal nekaj časa tudi v indijski tovarni uporov, ki ji je Iskra prodala "know-how". Leta 1972 je prevzel mesto vodje razvoja v tovarni baterij Zmaj v Ljubljani, kjer so tedaj proizvajali le klasične Leclanché baterije. Na podlagi izkušenj iz kemijskega laboratorija IEV, kjer so osvajali tudi sodobne baterije za elektroniko, je v Zmaju po temeljiti analizi stanja in možnosti načrtoval zelo ambiciozen plan razvoja novih vrst baterij. Svojih zamisli mu žal ni uspelo izpeljati, zato je leta 1975 prevzel voljeno mesto strokovnega tajnika tedaj ustanovljene Področne raziskovalne skupnosti za elektrotehniko v Raziskovalni skupnosti Slovenije. Pri tem je kot človek iz industrije

lahko ocenil in tudi z osebnim prizadevanjem podprl uvajanje novih tehnologij. Tipičen primer za njegovo zagnanost je bila podpora in svetovanje ob razvojnem projektu za debeloplastna hibridna vezja, ki sta ga sofinancirali Raziskovalna skupnost Slovenije in Ljubljanska banka. Iz te prve investicije v poskusno proizvodnjo je zrasla danes najpomembnejša proizvodnja teh vezij v Jugoslaviji. Po reorganizaciji Raziskovalne skupnosti Slovenije je zadnja leta spremljal vse delo novo ustanovljenih Posebnih raziskovalnih skupnosti, vendar je še vedno našel čas tudi za tipično raziskovalno delo, na primer v zvezi s problematiko inplantiranih uporov v monolitnih uporovnih verigah v laboratoriju za mikroelektroniko fakultete za elektrotehniko v Ljubljani. Po svojem bistvu napreden strokovnjak in dober organizator, se je vedno vključil z vsem žarom v dobre nove zamisli, na primer še letos v pripravo in organizacijo jugoslovanskega posvetovanja o robotizaciji JUROB v Opatici. Reškovo življenje je bilo polno angažirano življenje strokovnjaka in organizatorja razvoja, pri čemer se je vedno zavedal pomena elektronskih sestavnih delov, materialov in tehnologij za rast naše elektronike.

Ves čas se je tudi zanimal za naše akcije v SSES, udeleževal se je naših prireditev in strokovnih potovanj na Salon des composants v Parizu in na Electronico v Münchnu, tudi v zadnjih letih, ko je delal v Raziskovalni skupnosti Slovenije.

Lovro Rešek je bil kot človek izredno komunikativen. Zato je zlahka sodeloval z drugimi strokovnjaki in sodelavci ter je veljal za dobrega tovariša. Poleg strokovnega dela je imel Rešek še eno veliko ljubezen: petje. Že od mladih let vnet za zborovsko in solistično petje je nato dolga leta prepeval kot prvi tenorist pri znanem oktetu Gallus ter z njim nastopil razen doma tudi v domala vseh državah Zahodne Evrope in leta 1978 tudi v Ameriki in Kanadi. S petjem, ki ga je spremljalo vse življenje, so se poslovili od njega v Kropi ob odprtem grobu tudi domačini in tovariši iz okteta Gallus. Marsikomu se je orosilo oko, ko smo slišali pesem Lipa zelenela je.

Z Lovrom Reškom smo izgubili dobrega strokovnjaka in organizatorja raziskovalnega dela, obenem pa kolega, kakršnih bi zlasti v današnjih časih rabili še in še.

Mag. Milan Slokan, dipl.ing.  
SSES, Ljubljana



## SILICIJUMSKI PIN FOTODETEKTORI

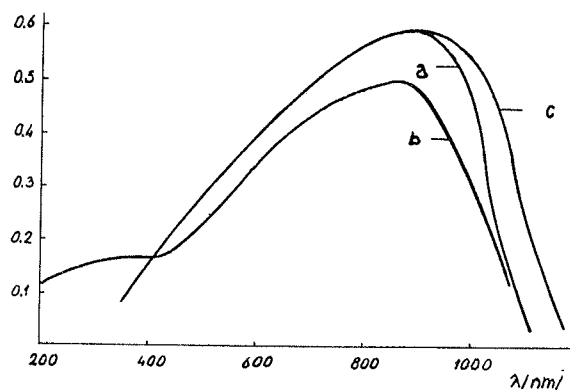
Miloljub Smiljanić, Zoran Đurić

## UVOD

Fotodiode su poluprovodnički elementi osetljivi na svetlost (zračenje) i vrše direktnu konverziju upadne svetlosne energije u električnu energiju. Fotodiode na bazi Si su "standardno" osetljive na svetlosno zračenje u opsegu talasnih dužina 400-1050 nm (a na sl. 1.) a specijalnim izvodjenjima se opseg može proširiti na talasne dužine do 200 nm u ultravioletnom delu spektra (b na sl. 1) i 1150 nm u bliskom infracrvenom delu spektra (c na sl. 1). IHTM-IMTM\* standardno proizvodi po sopstvenoj tehnologiji fotodiode tipa a i c.

## II. FIZIČKI PRINCIPI RADA

U principu, fotodiodu čini svaki p-n spoj čiji deo površine (aktivna površina) je "providan" za svetlost (zračenje) koja se detektuje i u čijoj se baznoj oblasti svetlost apsor-



Sl. 1.

buje potpuno ili delimično. Apsorbovana svetlost generiše parove elektron-šupljina. Pod uticajem ugradjenog polja (nepolarisane diode) ili polarizacijom (inverznom) formiranog polja dolazi do razdvajanja nosilaca i njihovog "prebacivanja" ka elektrodama. Ako su elektrode spojene spoljnim kolom, kao rezultat gornjeg procesa dolazi do pojave foto struje.

U daljem tekstu se opisuju fotodiode projektovane za rad u fotoprovodnom režimu odnosno režimu rada sa priključenom inverznom polarizacijom. Mogućnost primene u fotovoltaičnom režimu rada (bez polarizacije) se daje u posebnom delu.

Nivo apsorpcije, odnosno dubina prodiranja svetlosti zavisi od vrste materijala bazne oblasti i talasne dužine svetlosti. Tako za Si, dubina prodiranja svetlosti talasne dužine 200 nm iznosi svega oko 0,1  $\mu\text{m}$  dok na 1060 nm dubina prodiranja je veća od 700  $\mu\text{m}$ .

Osetljivost fotodioda je proporcionalna apsorbovanoj svetlosti odnosno generisanom broju parova elektron-šupljina. Medjutim, u osetljivosti "učestvuju" samo oni generisani nosioci koji se ne rekombinuju. Tako, aktivni su oni nosioci koji se generišu u delu bazne oblasti u kojoj deluje jako polje, tzv. osiromašena oblast p-n spoja. Aktivni su i oni nosioci koji difuzijom uspeju dostići osiromašenu oblast pre nego što se rekombinuju. Medjutim, kako je difuzija spor proces ovi nosioci nisu aktivni pri detekciji brzih svetlosnih impulsa ili visoko-frekventno modulisanog intenziteta svetlosti.

Dakle, Si fotodiode po osetljivošću pokrivaju spektar standardnih svetlosnih izvora (sijalice) kao i zračenje HeNe, GaAs (GaAlAs), Nd - YAG i GaInAs lasera.

U sprezi sa ovim izvorima svetlosti Si fotodiode mogu poslužiti kao:

- detektorski element u svetlovodnim telekomunikacijama u I optičkom prozoru
- detektor brzih svetlosnih impulsa
- detektor modulisane svetlosti
- detektor intenziteta svetlosti (zračenja)
- detektor dima
- brojač čestica i komada
- merač protoka i nivoa fluida
- detektor boja
- merač rastojanja i otklona
- element za pozicioniranje i navodjenje
- element u automatizaciji mašina i procesa
- element u alarmnim uredjajima
- element u uredjajima zaštite na radu

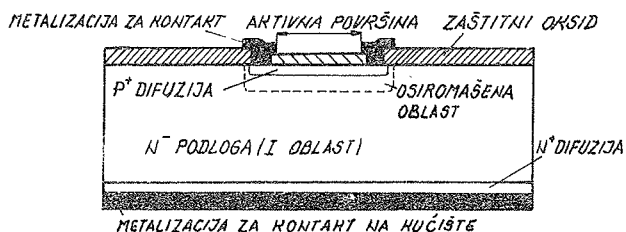
U zavisnosti od primene postoji niz tipova fotodioda koji se razlikuju po:

- dizajnu
- geometriji
- tehnologiji izrade
- kvalitetu polaznog materijala

\* IHTM-RO Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju  
IMTM - OOUR Institut za mikroelektronske tehnologije i monokristale

IHTM-IMTM fotodiode su PIN tipa uradjene planarnom tehnologijom i projektovane da imaju veoma brz odziv na svetlosni signal. Uz ostale kvalitetne karakteristike ovo čini da IHTM-IMTM fotodiode zadovoljavaju ceo spektar pomenutih primena.

Zbog toga, povišenje osetljivosti a pogotovo osetljivosti na brze signale i veće talasne dužine uslovljava povećanje širine osiromašene oblasti p-n spoja. To se postiže povećanjem inverzne polarizacije (proporcionalno kvadratnom korenu) i/ili smanjenjem koncentracije primesa zazne oblasti (obrnuto proporcionalno kvadratnom korenu). Za brze fotodiode se koristi Si sa vrlo niskom koncentracijom primesa bliskom besprimesnom-intrinsic, odakle potiče i "I" kao oznaka za baznu oblast u PIN nazivu. P i N se odnose na oblasti P i N tipa dobijenih difuzijama primesa pri čemu je jedna "aktivna" a druga služi za poboljšanje kontaktnih svojstava (sl. 2 i 3).



Sl. 2.

### III. KONFIGURACIJA PIN FOTODIODA

#### a) PIN fotodiode na N-tipu podloge

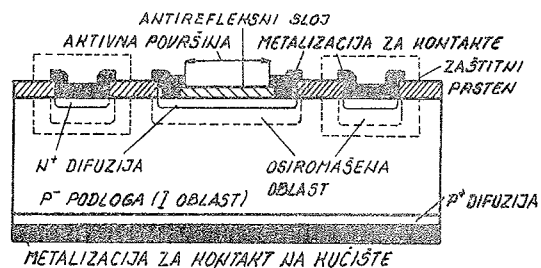
Kod PIN fotodiode na N podlozi aktivna difuzija je P-tipa a kontaktna difuzija  $N^+$ -tipa. Aktivna oblast je definisana unutrašnjim prečnikom prstena za metalizaciju. Za smanjenje refleksije svetlosti od površine Si formira se antirefleksni sloj optimiziran za određenu talasnu dužinu.

Kod N-tipa optimizacija se vrši za talasnu dužinu od 900 nm.

Kako je na 900 nm dubina prodiranja svetlosti oko  $25 \mu\text{m}$  to je i minimalna potrebna dubina bazne oblasti. Praktično se uzimaju deblje pločice iz manipulativnih razloga. Drugi razlog je potreba za smanjenjem kapacitivnosti čija je minimalna vrednost određena debljinom pločice (osiromašena oblast jednaka debljini pločice).

#### b) PIN fotodiode na p-tipu podloge

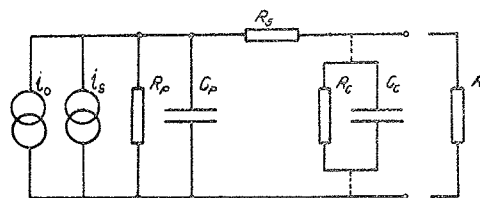
Kod PIN fotodiode na P-podlozi, aktivna difuzija je N-tipa, a kontaktna difuzija  $P^+$ -tipa. Debljina antirefleksnog sloja je optimizirana na zračenje talasnih dužina 1060 nm. Kod ovih fotodiode se formira zaštitni prsten koji ima zadatak da smanji površinsku struju curenja. Zaštitni prsten se priključuje na istu polarizaciju kao i aktivni p-n spoj. Povećana osetljivost na 1060 nm se ostvaruje kori-



Sl. 3.

šćenjem šire bazne oblasti (deblje pločice) i ostvarivanjem refleksije svetlosti sa donje površine. Kako je optimalno da u radnom režimu čitava bazna oblast bude osiromašena (veća osetljivost, manja kapacitivnost - brži odziv) to je potrebno imati baznu oblast sa ekstremno malom koncentracijom primesa. Zbog toga se koristi P-tip Si kod koga se ovaj zahtev uspešnije može ostvariti.

### IV. EKVIVALENTNA ŠEMA FOTODIODA



Sl. 4.

- $i_o$  - struja mraka (curenja)
- $i_s$  - struja signala
- $R_p$  - paralelna dinamička otpornost
- $C_p$  - kapacitivnost p-n spoja (osiromašena oblast)
- $R_s$  - serijska otpornost
- $R_c, C_c$  - otpornost i kapacitivnost kanala između aktivnog p-n spoja i zaštitnog prstena (samo za p-tip podloge)
- $R_L$  - otpornost opterećenja

Kod standardno kvalitetnih fotodioda je  $R_p, R_c \ll R_L$  a  $C_c \ll C_p$ , pa je napon signala za fotoprovodni režim rada dat sa

$$V_s = \frac{i_s}{\sqrt{1 + 0,21 \omega^2 \tau_r^2}} \cdot \frac{R_L}{\sqrt{1 + \omega^2 C_p^2 (R_s + R_L)^2}} \quad (1)$$

$\tau_r$  je vreme uspostavljanja prednje ivice strujnog odziva na pravougaonu svetlosnu pobudu.

## V. ELEKTROOPTIČKE KARAKTERISTIKE Si PIN FOTODIODE ZA FOTOPROVODNI REŽIM RADA

### 1. Probojni napon $V_D$

Probojni napon zavisi od parametara polaznog materijala, dizajna, strukture i kvaliteta tehnoloških postupaka. Probojni napon se definiše kao napon pri kome struja mraka dostiže utvrđenu vrednost. To je najčešće 100 puta veća struja od tipične struje mraka pri radnom naponu.

### 2. Struja mraka $I_0$

Inverzna struja pri idealno zamračenoj fotodiodi naziva se struja mraka. Struja mraka ima sledeće komponente:

- površinsku struju curenja kao rezultat nesavršenosti na površini ali i dizajna. Povećava se povećanjem obima p-n spoja fotodiode. Kod fotodiode na p-tipu se delimično smanjuje upotrebom zaštitnog prstena.
- zapreminska struja curenja kao rezultat nesavršenosti polaznog materijala i nesavršenosti tehnoloških postupaka. Povećava se sa povećanjem površine p-n spoja.
- difuziona komponenta zavisna od parametara polaznih materijala, direktno proporcionalna sa površinom p-n spoja.
- generaciono-rekombinaciona komponenta zavisna od parametara polaznog materijala, direktno proporcionalna površini p-n spoja i kvadratnom korenu napona inverzne polarizacije.

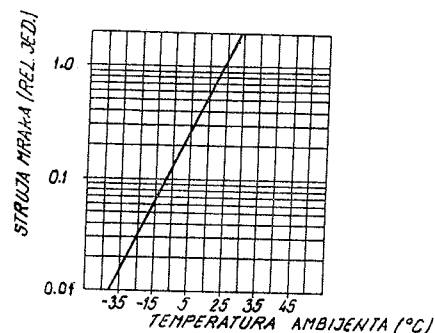
Za određeni polazni materijal difuziona i generaciono-rekombinaciona komponenta čine teorijsku granicu ispod koje se struja mraka ne može smanjivati. Obe su temperaturni jako zavisne, stim da kod Si pri višim temperaturama dominira difuziona a pri nižim (zavisno do napona) generaciono-rekombinaciona komponenta.

Tipična temperaturna zavisnost je data na sl. 5.

Uobičajeno pravilo: struja mraka se duplira na svakih  $10^\circ\text{C}$  promene temperature.

Smanjenje struje mraka je poželjno iz dva razloga:

1. Smanjuje se tzv. sačminski šum
2. Snižava se granica linearnosti osetljivosti pri slabim "jednosmernim" svetlosnim pobudama koje daju foto



Sl. 5.

struju reda veličine struje mraka. Kako struja mraka zavisi od napona polarizacije, uvek se specificira napon pri kome se daje vrednost struje mraka.

### 3. Osetljivost $S$

Osetljivost je odnos foto struje prema snazi upadnog zračenja koje pada pod pravim uglom na aktivnu površinu fotodiode. Izražava se u jedinicama A/W (ili  $\mu\text{A}/\mu\text{W}$ ).

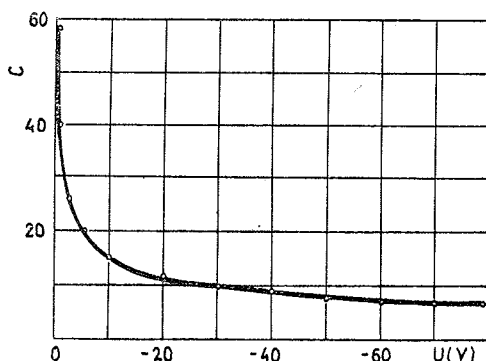
Osetljivost zavisi od talasne dužine na način prikazan na sl. 1. Osetljivost zavisi od napona polarizacije sve dok čitava širina bazne ( $I$ ) oblasti nije osiromašena. U tom slučaju osetljivosti su iste za brzi i spor svetlosni impuls odnosno za NF i VF modulisanu svetlost. Kada nije čitava  $I$  oblast osiromašena, NF osetljivost je veća od VF osetljivosti. Zbog toga se osetljivost daje pri specificiranom naponu i talasnoj dužini.

### 4. Kapacitivnost $C_p$

Što se kapacitivnosti tiče, p-n spoj se može predstaviti pločastim kondenzatorom čiji je dielektrik Si (relativna dielektrična konstanta 11,7), površina jednaka površini p-n spoja a debljina jednaka širini osiromašene oblasti. Kapacitivnost je direktno proporcionalna površini p-n spoja (nešto veća od aktivne površine fotodiode), a obrnuto-proporcionalna kvadratnom korenu napona polarizacije. Poželjno je da je radni napon dovoljan da osiromaši

čitavu I oblast, kada kapacitivnost dostiže minimalnu vrednost i koja dalje ne zavisi od napona.

Uz vrednosti kapacitivnosti specificira se napon polarizacije. Tipična zavisnost kapacitivnosti od napona polarizacije data je na sl. 6.



Sl. 6.

#### 5. Vreme uspostavljanja $\tau_r$

Vreme uspostavljanja strujnog odziva na svetlosnu pobudu je određeno:

- vremenom preleta svetlošću generisanih nosilaca od mesta generisanja do granice osiromašene oblasti
- RC konstantom fotodiodnog strujnog kola

Ako su vrednosti pod a) i b) uporedljive ukupno vreme uspostavljanja je jednako kvadratnom korenu iz zbira kvadrata vrednosti vremena pod a i b.

Shodno napomenama kod ekvivalentne šeme fotodiode, RC konstanta kola je data sa  $C_p (R_s + R_L)$ .

Vreme preleta ima značajnije vrednosti kod fotodiode prilagodjenih za zračenje na 1060 nm gde je širina osiromašene oblasti velika. Kako vreme uspostavljanja može biti određeno vremenskom konstantom kola, to se obavezno specificira  $R_L$  (najčešće 50 Ohm) kao i primenjeni napon (zbog  $C_p$ ). Vreme uspostavljanja se meri na dva načina: a) kao vreme između 10 % i 90 % amplitude prednje ivice odziva na idealno pravougaonu svetlosnu pobudu, b) kao širina na 50 % amplitude na svetlosni impuls u obliku  $\mathcal{J}$ -funkcije.

#### 6. Serijska otpornost $R_s$

Serijska otpornost ima dve komponente:

- otpornost dela I oblasti koja nije osiromašena
- otpornost veza, kontakata i kontaktnih površina

Otpornost pod a) otpada kada je čitava oblast osiromašena. Maksimalne vrednosti serijske otpornosti se mogu odrediti tako što se meri dinamička otpornost pri strui  $I_d$  u direktnom smeru i od toga odbije (na temperaturi  $27^\circ\text{C}$ )  $26/I$  sa  $I$  u mA.

Serijska otpornost je najčešće manja od 50 Ohm.

#### 7. Dinamička otpornost $R_p$

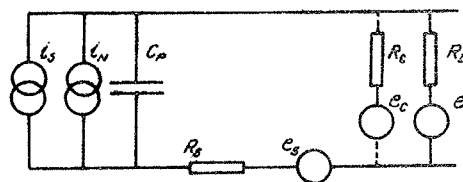
Kako naponsko-strujna karakteristika nije linearna, to dinamička otpornost zavisi od primenjenog napona odnosno radne tačke. Kod fotoprovodnog režima rada, radna tačka je u "zaravnjenom" delu inverzne karakteristike tako da  $R_p$  ima ogromne vrednosti. Zbog toga se kod fotoprovodnog režima rada  $R_p$  može "izbaciti" iz ekvivalentne šeme na sl. 4. Kod fotonaponskog režima rada bitne su vrednosti  $R_p$  pri nultim polarizacijama i jedan je od najpre-sudnijih parametara za "eksploatacioni" kvalitet. O ovom će biti reči kasnije.

#### 8. Otpornost kanala $R_c$ (kod fotodiode na P-tipu)

Otpornost kanala između aktivnog p-n spoja i zaštitnog prstena treba da bude što veća da ne bi ograničavala vrednost otpornika opterećenja sa kojim je vezan u paraleli. Specijalnim postupcima (dodatni stop prsten) se ova otpornost povećava. Otpornost kanala se smanjuje sa porastom temperature i osvetljenjem površine između zaštitnog prstena i aktivne oblasti. Ovo drugo se izbegava koncentrisanjem svetlosti samo na aktivnu površinu. U nekim slučajevima primene može se postići bolji rezultat kada se isključi zaštitni prsten i kada  $R_c$  postaje beskonačno.

#### 9. Struja šuma fotodiode $i_n$

Na sl. 7. je data uprošćena ekvivalentna AC šema fotodio-



Sl. 7.

de na sl. 4. sa uključivanjem izvora šuma.

$i_s$  - struja signala

$i_n$  - struja šuma idealne fotodiode

$e_s, e_c, e_L$  - džonsonovski šum na otpornicima  $R_c, R_c$  i  $R_L$   
( $e = \sqrt{4kTR\Delta f}$ )

( $e_c, R_c$  kod fotodiode sa zaštitnim prstenom)

Struja šuma  $i_n$  ima sledeće komponente:

a) sačminski šum jednak  $(2q_i \Delta f)^{1/2}$  gde je  $i_o$  struja mraka ili uopšte jednosmerna komponenta struje kroz fotodiodu (struja mraka plus fotostruja od pozadine).

$\Delta f$  je propusni opseg u kome se meri šum.

b) "1/f" šum, izražen na nižim frekvencijama, ima minimalne vrednosti pri nultim polarizacijama.

c) Kvantni šum (signala i pozadine) nastaje kao posledica kvantne prirode svetlosti. Najčešće je maskiran ostalim komponentama šuma.

d) Slučajni (praskvai) šum

Pri dovoljno visokim frekvencijama sačminska komponenta struje šuma predstavlja teorijski minimalnu vrednost struje šuma pri određenoj  $i_o$ . Ova vrednost se dostiže kod kvalitetno izvedenih fotodiode. Kako struja šuma može zavistiti od frekvencije, to se mora specificirati frekvencija pri kojoj se meri, kao i propusni opseg  $\Delta f$ .

Najčešće se vrednost struje šuma svodi na:

$f=1\text{Hz}$  i izražava u  $A/\text{Hz}^{1/2}$ . Komponente struje šuma a i b zavise od napona, pa je potrebno specificirati i napon pri kome se meri.

Najčešće se specificira struja šuma zamračene fotodiode.

#### 10. Napon šuma na otporniku opterećenja $v_n$

Za primenu fotodiode je potrebno poznavati i napon šuma  $v_n$  na otporniku opterećenja. Sa šeme na sl. 7 sledi

$$(R'_L = R_c \parallel R_L)$$

$$v_n = \frac{e_s^2 \omega^2 C_p^2 R_L^2 + e_L^2 (1 + \omega^2 C_p^2 R_s^2) + i_n^2 R_L^2}{1 + \omega^2 C_p^2 (R'_L + R_s)^2}^{1/2} \quad (2)$$

Ovaj izraz važi i za fotodiodu bez zaštitnog prstena. Potrebno je samo umesto  $R'_L$  staviti  $R_L$ . Pri dovoljno niskim frekvencijama i dovoljno malim  $R_L$ , napon šuma  $v_n$  postaje  $i_n \cdot R_L$ , pa se pri ovim uslovima može direktno meriti  $i_n$ .

#### 11. NEP

NEP se izračunava kao odnos struje šuma  $i_n$  prema oset-

ljivosti  $s$  i daje se u jedinicama  $\text{WHz}^{-1/2}$ . NEP predstavlja minimalnu snagu upadne svetlosti kojom se postiže da fotostruja bude jednaka struji šuma. Obzirom na rečeno za osetljivost i struju šumu, uz podatke za NEP potrebno je specificirati talasnu dužinu, frekvenciju, propusni opseg i napon polarizacije pri kome se meri. Ovako definisan NEP se odnosi na idealnu fotodiodu. Za primenu je korisno imati u vidu i doprinos otpornika opterećenja u NEP-u. Kombinovanjem izrade (1) i (2) NEP se za ovaj slučaj može dati u obliku:

$$\text{NEP} = \frac{(1 + 0,21 \omega^2 C_p^2 R_s^2)^{1/2} [e_s^2 \omega^2 C_p^2 R_L^2 + e_L^2 (1 + \omega^2 C_p^2 R_s^2) + i_n^2 R_L^2]^{1/2}}{s(\lambda) R'_L}$$

#### 12. Linearnost odziva

Si PIN fotodiode u fotoprovodnom režimu rada imaju veoma širok opseg u kome je fotostruja linearna sa snagom upadne svetlosti. Pri niskim nivoima osvetljenosti ograničenje je struja mraka fotodiode, odnosno struja šuma.

Pri visokim nivoima ograničenje je dozvoljena disipacija snage bilo na samoj fotodiodi bilo na otporniku opterećenja. Odnos gornje i donje granice linearnosti je od  $10^5$  do  $10^9$  puta, zavisno od konfiguracije i kvaliteta fotodiode.

#### 13. Ugaona raspodela

Osetljivost se standardno definiše za upadnu svetlost normalno na aktivnu površinu fotodiode. Osetljivost opada približno sa kosinusom ugla koji čini upadna svetlost sa normalom na površinu. Za uglove  $30^\circ$  do  $80^\circ$  odstupanje od gornjeg zakona je manje od 10 %, a zakon je neprimenljiv za uglove veće od  $80^\circ$ .

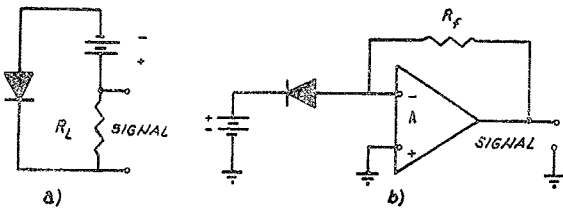
### VI. ŠEME VEZIVANJA FOTODIODA

#### 1. Fotoprovodni režim rada (FP)

Na sl. 8 je dat način vezivanja fotodiode u fotoprovodnom režimu rada (sl. 8.a) i sa (sl. 8.b) operacionim pojačavačem za N-tip podloge.

Pri određenom intezitetu detektovanog zračenja, signal je proporcionalan sa  $R_L$  odnosno  $R_f$  do vrlo visokih vrednosti otpornosti. Gornje granične vrednosti  $R_L$  i  $R_f$  su određene potrebnom brzinom odziva, odnosno RC konstantom kola. Isti zahtev se rešava i izborom inverzne polarizacije čime se podešava kapacitivnost.

Pogodnost primene operacionog pojačavača je u tome što sa tačke gledišta vremenske konstante fotodioda "vidi" otpornost  $R_f/A_o$ , gde je  $A_o$  pojačanje otvorenog kola.

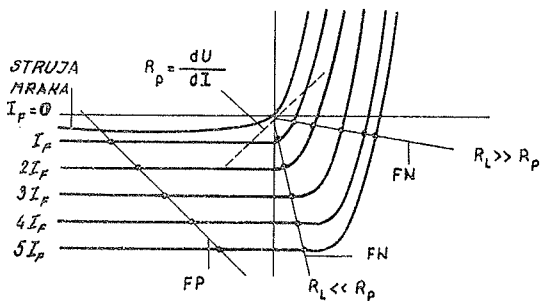


Sl. 8.

Položaj radne prave u ovom režimu vidi se sa sl. 9. (oznaka FP). Vidimo da je linearnost odziva na upadno zračenje nezavisna od izbora  $R_L$  (ekvidistantnost radne tačke).

## 2. Fotonaponski režim rada (FN)

Način vezivanja fotodioda u FN režimu prikazan je na sl. 10 i to (10.a) bez i (10.b) sa operacionim pojačavačem.



Sl. 9.

Na sl. 9. su prikazane radne prave u dve karajnosti. Kada je otpornost  $R_L$  odnosno  $R_f/A$  znatno manje od  $R_p$ , onda važi linearnost izlaznog signala sa intezitetom zračenja koje se detektuje. Tada je izlazni signal proporcionalan sa  $R_L$  odnosno sa  $R_f$ . kada je  $R_L, R_f/A \gg R_p$ , onda signal raste nelinearno sa porastom inteziteta zračenja odnosno približno logaritamski.

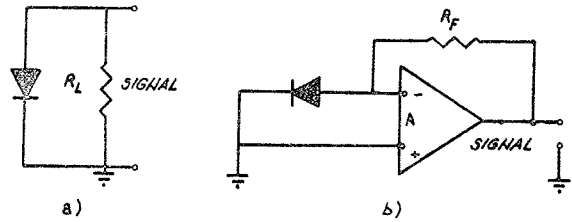
Granica fotostruje pri kojoj je linearnost očuvana je data izrazom:

$$I_{Fm} = \frac{0,025}{R_s + R_L} \ln \frac{L \cdot R_p}{R_L + R_s} \quad (4)$$

gde je  $L$  (%) linearnost koja se zahteva.

Vidimo da se ova granična struja može povećavati uz očuvanje vrednosti signala upotrebom operacionog pojačavača ( $R_p/A$  umesto  $R_L$ ).

FN režim rada je pogodan u slučajevima kada nije potreban brz odziv (1 MHz). Superioran je nad FP u primenama ispod 1 kHz. Naime, kod FN režima rada šum je iz-



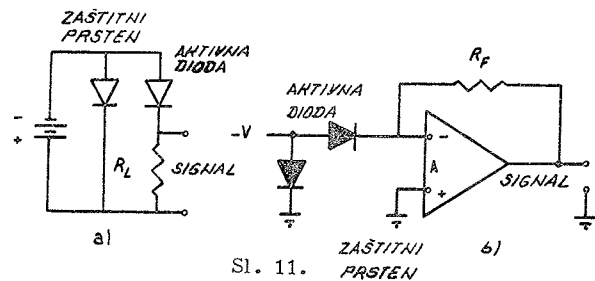
Sl. 10.

zuzetno nizak jer je struja curenja mala usled nultih polarizacija. Šum je praktično određen džonsonovim šumom na  $R_p$ , odnosno:

$$i_n = \sqrt{\frac{4kT \Delta f}{R_p}} \quad (5)$$

gde je  $R_p$  definisano kao na sl. 9.

Iz (4) i (5) se vidi da je  $R_p$  presudna mera kvaliteta fotodioda za rad u FN režimu rada.



Sl. 11.

Fotodiode PIN konfiguracije se prevashodno izradjuju za detekciju brzih signala i modulirane svetlosti visokih frekvencija za šta je neophodan FP režim rada. Postizanje brzog odziva je povezano sa korišćenjem visokootpornog (skupog) Si i vrlo ostrim tehnološkim zahtevima prilikom razvoja i kasnije izrade.

Ovako projektovane PIN fotodiode se mogu koristiti i u FN režimu rada. Pri tome je potrebno da je vrednost  $R_p$  dovoljno velika.

## 3. PIN fotodiode na P-tipu sa zaštitnim prstenom

Šema veza ovog tipa fotodioda je data na sl. 11.

Zaštitni prsten se vezuje direktno na polarizaciju, a aktivna dioda preko otpornika opterećenja.

Dr Miloljub Smiljanić, dipl. ing.  
Dr Zoran Djurić, dipl. ing.

## TEHNIČNO STANJE BODOČIH MASOVNIH POMNILNIKOV

Milan H. Florjančič

### Vsebina

Digitalni optični diskovni pomnilniki in magnetni diskovni pomnilniki, posebno z navpičnim magnetenjem, obetajo, da bodo zadovoljili nenehne zahteve po shranjevanju vse večjih količin podatkov.

Bodoče pomnilniške tehnologije stremijo za vse večjimi gostotami informacije.

Obrazložene so fizikalne osnove, zapisni in reprodukcijski postopki, pomnilne plasti in načini shranjevanja, temu slede podatki o površinski gostoti pomnilnika in kratek opis pomnilniških sistemov. Primerjava tehnologij na osnovi najpomembnejših značilnosti in možne aplikacije dopolnjujejo izvajanja.

### Abstract

Digital optical disc recorders and hard disc magnetic recorders in particular with perpendicular magnetic recording are promising to meet permanent demand for storage of huge information amount.

Advanced storage technologies are aiming at higher areal densities.

Physical basics, writing and reading methods, storage film media and storage processes are depicted, afterwards data on areal storage density and a brief description of memory systems follow. Technology comparison based on most important features and potential applications complete the discourse.

### 1. Uvod

V modernih procesnih in komunikacijskih sistemih narašča potreba po shranjevanju vse večjih količin podatkov.

Pri raziskavah in razvoju naprav oziroma sistemov naslednje generacije in uvajanju novih tehnologij moramo preudarjati in ocenjevati medsebojne vplive in najti odgovore na naslednja vprašanja: katere lastnosti nam nudi nova tehnologija, kakšno izboljšanje lahko pričakujemo, kakšno je razmerje med ceno in zmogljivostjo, kakšno zrelost je že dosegla tehnologija, je tehnologija že na kri-

žišču oziroma kdaj bo uvedba tehnologije in kakšna je tendenca nadaljnjega razvoja tehnologije?

Pri masovnih pomnilnikih so fizična velikost, pomnilniška gostota, čas doseganja, zanesljivost in cena posebno pomembni kriteriji.

Vse kaže, da bodo v naslednjem časovnem obdobju digitalni optični in izpopolnjeni magnetni pomnilniki prevladovali na področju masovnega shranjevanja podatkov. Obe tehnologiji sta v raziskovalnem oziroma razvojnem stadiju in prihajata postopoma na tržišče.

Pomembno je, da se ravno v tem stanju seznanimo s tehnologijama in spoznamo fizikalne lastnosti in principe delovanja, tako da lahko kritično ocenimo in primerjamo tehnološke značilnosti.

### 2. Digitalni optični diskovni pomnilniki

Po večletnem razvoju prihajajo postopoma na tržišče digitalni optični diskovni pomnilniki [1], [2], [3], [4], [5], [6], ki so v bistvu nadaljnji razvoj video- in avdiodiska.

V osnovi temeljijo optični diskovni pomnilniki na reprodukciji in zapisu podatkov s pomočjo koherentnega laserskega snopa. Optična glava, ki vsebuje lasersko diodo, objektiv, prizme, zrcala in servomehanizem, je dovolj oddaljena od diska, tako da je trčenje glave z diskom izključeno. To svojstvo je velika prednost pri optičnih digitalnih diskih, saj omogoča izmenjavanje diskov.

Pri reprodukciji oseva fokusiran snop laserskih žarkov majhne moči (okoli 1 mW) s premerom približno  $1\ \mu\text{m}$  do  $2\ \mu\text{m}$  površino optičnega diska, v katero so bili poprej zapisani podatki. Podatki so zapisani v mikrodomenah (pegah), katerih optične lastnosti se razlikujejo od okolice na prvotnem še neuporabljenem disku. Od površine odsevana svetloba vpada na fotodetektor, ki zaznava njeno jakost v odvisnosti od zapisanih podatkov in jo pretvarja v električne signale.

Pri zapisu povzroči fokusirani snop laserskih žarkov primerne moči (okoli 10 mW) spremembe optičnih lastnosti v mikrodomenah (pegah) s premerom okoli  $1\ \mu\text{m}$  na prvotni plošči, prevlečeni z optično občutljivo plastjo. Te

pege z drugačnimi optičnimi lastnostmi od ostale površine diska so nosilci podatkov.

Ločljivost in premer pege sta zaradi uklona žarkov odvisna od valovne dolžine vira svetlobe in numerične aperture uporabljenega objektiva. Pri valovni dolžini laserskega snopa  $\lambda = 830 \text{ nm}$  in numerični aperturi  $N.A. = 0,45$  objektiva znaša premer pege okoli  $1 \mu\text{m}$ .

### 2.1. Načini shranjevanja

Glede na postopek zapisa v tanko plast diska obstajajo:

- CD - ROM pomnilniki
- enkrat vpisljivi neizbrisljivi in
- ponovno vpisljivi izbrisljivi

digitalni optični diskovni pomnilniki.

Pri izdelavi CD-ROM digitalnih diskovnih pomnilnikov, ki so v bistvu podobni gramofonski plošči, morajo v ustrezni ustanovi na magnetnem traku zapisane podatke predelati po standardu in jih najprej zapisati na osnovni disk, s pomočjo katerega izdelajo po posebnem postopku (mastering) matrico. Ta pa potem omogoča tovarniško razmnoževanje odtiskov diska. Mikroskopske vdolbine v disku so nosilci digitalnih podatkov. Laserski snop za predvajanje je voden po zapisani sledi, v amplitudi modulirana odsevana svetloba vpada na fotodetektor, ki pretvarja spremembe jakosti odsevane svetlobe v električne signale.

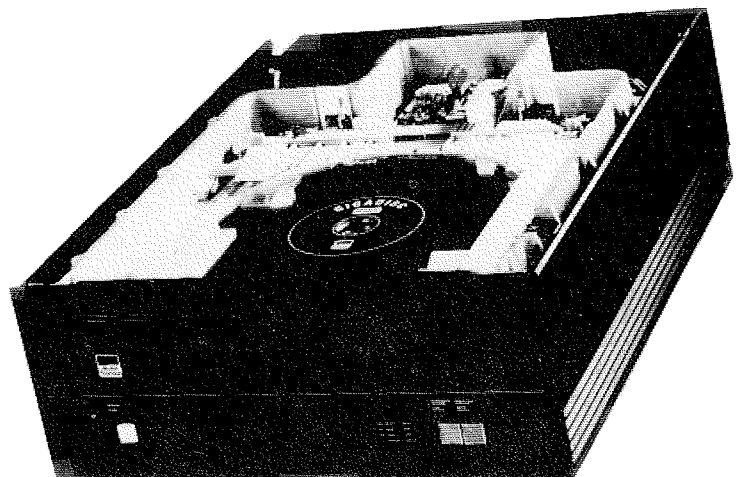
Diskovni pogon, ki omogoča vrtenje diska in odjem podatkov, je opremljen le z glavo za predvajanje. Ta vrsta optičnih diskovnih pomnilnikov, pri katerih je možno le predvajanje, je posebno ugodna, kadar uporaba zahteva veliko število diskov z istimi podatki. Cena zamotanega procesa (mastering) se porazdeli na veliko število razmnoženih kopij in komaj podraži stroške za posamični disk.

Audio diski, video diski, diski s sezname sestavnih delov, z načrti naprav v servisnih delavnicah, z voznimi redi, s telefonskimi imeniki in slično so le nekatera področja, kjer je za CD - ROM diske veliko zanimanje.

Enkrat vpisljivi, neizbrisljivi digitalni optični pomnilniki omogočajo zapis podatkov na lastnem diskovnem pogonu. Ti pomnilniki imajo v optični glavi lasersko diodo, katere moč je tako krmiljena, da pri zapisu podatkov znaša okoli  $10 \text{ mW}$  in se pri predvajanju zmanjša na okoli  $1 \text{ mW}$ . Na optično občutljivo plast diska fokusirani snop laserskih žarkov povzroči trajne spremembe optičnih lastnosti v

mikrodomenah. Podatke lahko zapišemo v optično občutljivo plast na določenem mestu le enkrat. Teh podatkov ni možno izbrisati. Predvajanje poteka slično kot pri CD - ROM disku. Vsak porabnik torej lahko sam naredi zapise svojih lastnih podatkov. Glede na to, da zapisanih podatkov ne moremo izbrisati in da je življenjska doba oziroma življenjsko pričakovanje takih diskov zelo dolgo (proizvajalci navajajo 10 do 30 let [6]), so taki pomnilniki primerni za arhivske namene kot npr. za shranjevanje bančnih transakcij, knjižnične sezname, rentgenske slike v medicini, geološke in seizmološke slike, arhive dopisov, dokumentov in načrtov v pisarniški komunikaciji. Tudi pri neizbrisljivem enkrat vpisljivem optičnem pomnilniku je možno zapisane podatke prenoviti na ta način, da se novi podatki zapišejo pod novim naslovom in da se podatki pod prejšnjim naslovom preskočijo. S tem pa se zmanjšuje efektivna površinska gostota pomnilnika.

Ponovno vpisljivi, izbrisljivi digitalni optični diskovni pomnilniki se v bistvu razlikujejo v optično občutljivi plasti in zapisnem postopku. Pri istem naslovu, na istem mestu, se lahko podatki izbrišejo in zapišejo novi podatki, podatki prenovijo, torej slično kot pri magnetnih pomnilnikih, stari podatki nadomestijo z novimi.



Vir: Alcatel Thomson Gigadisc

Slika 1.: Digitalni optični diskovni pomnilnik

### 2.2. Sestav

Celotni digitalni optični diskovni pomnilnik, kot je prikazan na sliki 1, sestoji iz

- zapisno-predvajalne pogonske enote in
- optičnega diska.

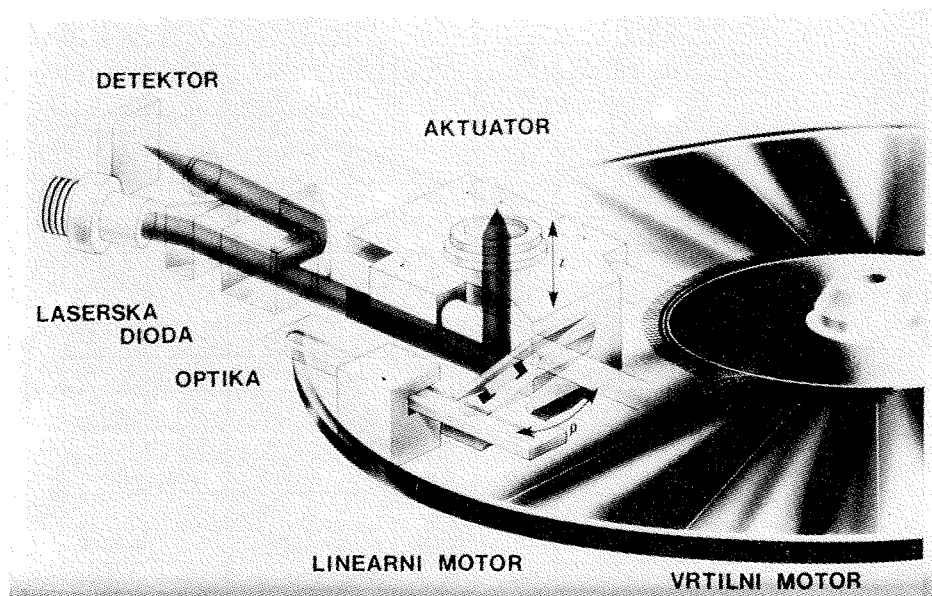


Zapisno-predvajalna pogonska enota vsebuje, kot je razvidno s slike 2:

- optično enoto z lasersko diodo in fotodetektorjem,
- v radialni in navpični smeri fino premakljivo optično glavo,
- motor za linearni grobi premik glave do zaželeni sledi
- vrtilni motor s pritrilnim krožnikom za disk na gredi
- elektroniko, ki krmili izhodno moč laserske diode (za zapis oziroma predvajanje), servomehanizem in dostop do podatkov.

(14 inch), 300 mm (12 inch), 200 mm (8 inch), 130 mm (5,25 inch) in v zadnjem času tudi 89 mm (3,5 inch) in 50 mm (2 inch). Potrebe po kapacitetah bodo bistveno vplivale na razširjenost diskov z določenimi premeri.

Steklo, plastika (PMMA) in aluminij so najbolj razširjeni materiali za osnovno ploščo. Steklo je dobro prosojno in ima najbolj gladko površino, plastika je najbolj cenena, aluminij pa izkazuje odlično planost, veliko trpežnost in trdnost, kar je posebno važno pri pomnilnikih z avtomati-



Vir: Alcatel Thomson Gigadisc

Slika 2.: Principialni sestav digitalnega optičnega diskovnega pomnilnika

V optičnem disku so shranjeni podatki, Ker je možnost medsebojne izmenjave diskov tudi na različnih zapisno-predvajalnih enotah nujna, je poenotenje optičnih diskov nadvse važna zahteva. V okviru mednarodne organizacije za standardizacijo ISO in tehniškega komiteja TC 97 je bil ustanovljen podkomite SC 23 z nalogo, da bi pripravil standardizacijo optičnih digitalnih podatkovnih diskov.

Optični diski se razlikujejo na splošno v:

- geometriji,
- materialu za osnovno ploščo oziroma optično občutljivo plast,
- postopku zapisa in predvajanja.

Kot kaže tabela 1, v kateri so navedeni bistveni karakteristični podatki izbora digitalnih optičnih diskovnih pomnilnikov, obstajajo diski z različnimi premeri: 356 mm

čno menjavo diskov (juke box). V novejšem času poročajo o polikarbonatnih osnovnih ploščah [6].

Tanka optično občutljiva plast, s katero je prevlečena osnovna plošča, mora imeti primerne optične lastnosti: veliko občutljivost na svetlobo in prilagoditev na valovno dolžino vira svetlobe, sposobnost hitre spremembe optičnih parametrov pod vplivom laserskega žarka, dobro odsevnost in veliko razliko med pego in okolico (signal to carrier ratio), minimalno gostoto napak, stabilnost pri staranju, zanemarljivo občutljivost na okolje in veliko življenjsko dobo oziroma pričakovanje.

Precejšnje število (okoli 150) raziskovalnih ustanov po svetu se ukvarja z razvojem optičnih diskov in zapisnim postopkom. Tudi optični pomnilniki v obliki kreditnih kartic prihajajo na tržišče.

Pri plasteh, uporabljenih za diske z enkratnim, neizbrisljivim zapisom, obstajajo materiali, pri katerih povzroči na površino plasti fokusiran snop laserskih žarkov ali morfološko spremembo strukture ali pa topografsko spremembo površine tankoplastnega sloja.

Sloji, pri katerih nastopijo izbokline pod vplivom toplotne energije laserskega snopa, so izdelani iz več plasti: zgornja tanka kovinska plast, vmesna posebna plast iz polimera in spodnja kovinska plast. Fokusirani snop laserskih žarkov omehča zgornjo plast, vmesna plast se pri tem razkro-

PROIZVAJALEC	OPTICAL STORAGE INT'L	OPTIMEM	HITACHI	ALCATEL THOMSON GIGADISC	MATSUSHITA	STORAGETEK
MODEL	LASER DRIVE 1200	OPTIMEM 1000	H-6975	GD 1001	OMDR	7600
PREMER DISKA $\mu\text{MCH}$	12 306	12 305	12 305	12 305	8 203	14 356
KAPACITETA GBYTE	1	1	1.3/2.6	1	0.7	4.7
LINEARNA GOSTOTA BIT/MM	550	570	630	570	760	
GOSTOTA SLEDI SLEDI/MM	626	570	768	570	598	
POVRŠINSKA GOSTOTA KBIT/MM <sup>2</sup>	348	325	484	330		1100
KAPACITETA SLEDI KBYTE	32	25	31.7	25	32	120
ŠTEVILO SLEDI NA POVRŠINI	32K	40K	41K	40K		35K
SREDNJI ČAS DOSEGA MS	150	145	250	100	500	85
HITROST PRENOSA Mbit/s	2	5	3.5	4	4	24
VRTILNA HITROST VRT./MIN	480	1200	600	1200	900	2000
ŠTEVILO LASERJEV	1	1	1	1	1	2
REPRODUKCIJA/ZAPIS MCM	1 / 15	1 / 10	2.5 / 18	1.5 / 9	2.5 / 18	
POGOSTOST ODPOVEDI S KOREKCIJO	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-13</sup>
VMESNIK	ISI/SCSI	SCSI	IEEE 488	SCSI	POSEBEN	
POLNJENJE S KASETO	ČELNO	ČELNO	ČELNO	ČELNO	ČELNO	ČELNO
POVPR. ČAS MED ODPOVEDIMA UR	12000	5000		10000	4000	
MATERIAL DISKA	Te-ZLITINA	KOVINA/ POLIMER	Te-ZLITINA	KOVINA/ POLIMER	Te O <sub>x</sub>	Te-ZLITINA
SUBSTRAT	STEKLO	STEKLO	STEKLO	STEKLO	PMMA	ALUMINIJ
VELIKOST						
VIŠINA MM	133	178	178	178	191	1400
ŠIRINA MM	482	482	356	482	254	1320
GLOBINA MM	650	610	584	630	508	810

Tabela 1.: Karakteristični podatki izbora digitalnih optičnih diskovnih pomnilnikov

Morfološka sprememba je sprememba notranje strukture materiala. Ta ima za posledico spremembo indeksa refrakcije, ki jo zaznava fotodetektor pri odsevani svetlobi. Tej skupini pripadajo dvoplastne prevleke kovine in silicija, ki se pod vplivom toplotne energije laserskega snopa talijo in medsebojno difundirajo v kovinske silicide in suboksidi ( $\text{Te O}_x$ ,  $x \sim 1,1$ ), kjer preide prvotni amorfni material pod vplivom toplote v kristalno obliko.

Topografska sprememba, ki se kaže v trajni spremembi površine optično občutljive plasti, je posledica gibanja mase materiala. To so plasti, ki tvorijo luknjice, vdolbine oziroma izbokline.

Pri pogosto uporabljeni plasti iz telurjeve zlitine tali laserski snop sloj, tako da se stvori luknjica, obrobljena z odtaljenim materialom. Razlika v odsevu na plasti oziroma luknjici zadostuje, da detektor spoznava zapisane podatke.

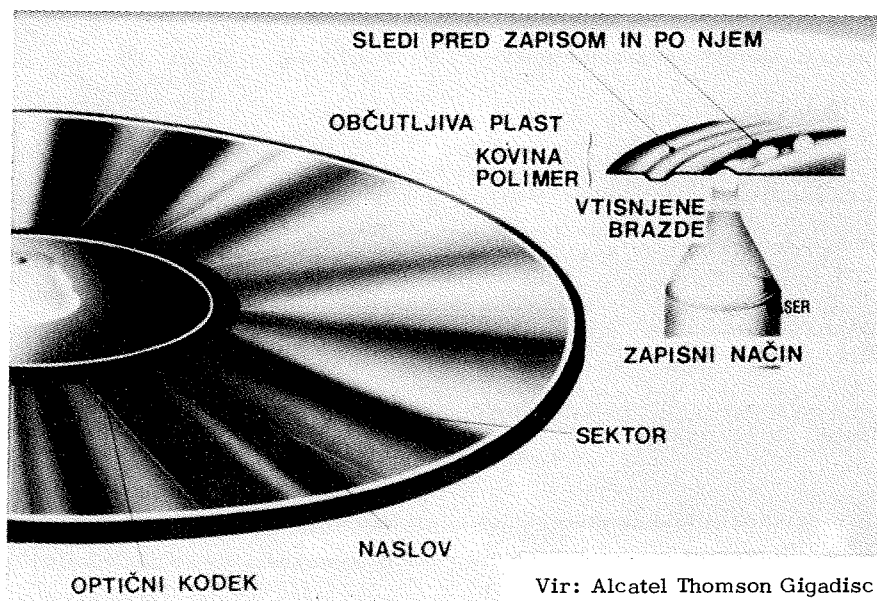
ji in izloči plin, ki s svojim pritiskom izboči zgornjo metalno plast; tvori torej mehurčke. Nastale trajne izbokline razpršujejo svetlobo in odsevajo svetlobo drugače kot prvotna plošča.

Preden zapišemo podatke v tako ploščo, ima disk vtisnjene brazde, ki služijo kot sledi, po katerih se vodi laserski snop s pomočjo servomehanizmov. S slike 3 so dobro razvidni postopek zapisa in brazde pred zapisom podatkov in po njem [3]. Disk je opremljen tudi z naslovnimi in sektorskimi podatki.

Optična plast je zaščitena z dodatnim prosojnim slojem proti agresivnemu okolju. Na sliki 4 je prikazan disk drugega proizvajalca [2], kjer sta dve stekleni osnovni plošči z občutljivo plastjo čeloma nameščeni kot sendvič, tako da se optično občutljiva sloja nahajata med osnovnima ploščama in je vmesni prostor napolnjen z zrakom.

Celotne plošče so spravljene v kasete, ki nudijo dodatno zaščito. Ko se kaseto vloži v zapisno- predvavalno pogonsko enoto, poseben mehanizem odpre kaseto in položi disk na vrtilni krožnik, tako da fokusirani snop laserskih žarkov neposredno otipava površino z zapisom podatkov.

Pri zapisu podatkov delujeta istočasno fokusirani snop laserskih žarkov in magnetno polje na isto področje, kot kaže slika 5. Laserski snop segreje osevano področje magnetnega sloja preko Curiejeve temperature. Na to segreto področje s prvotno magnetno orientacijo deluje magnetno po-



Vir: Alcatel Thomson Gigadisc

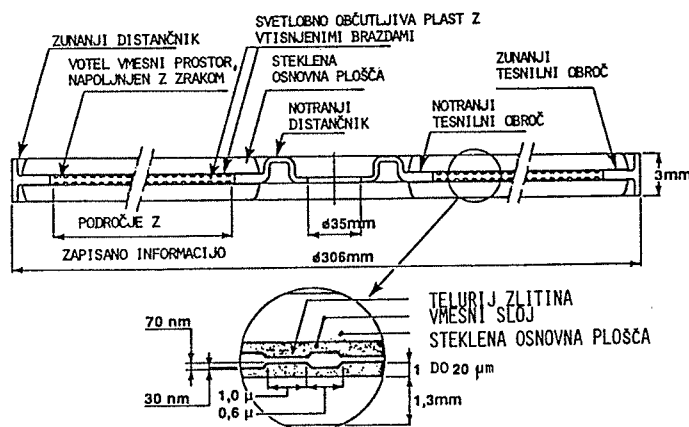
Slika 3.: Optični disk z neizbrisljivim zapisom

Šele v zadnjem času so se v raziskovalnih ustanovah pokazali uspehi na področju izbrisljivih ponovno vpisljivih diskov [4], [5], [6]. Raziskave so usmerjene na dve glavni skupini:

magnetooptične diske in

diske z morfološko fazno spremembo.

lje, ki vsili novo smer magnetenja in pri ohlajanju to smer vmrzne. Podatki so v mikrodomenah, ki imajo drugačno orientacijo magnetenja od ostale površine. Pri predvajanju podatkov je izkoriščen Kerrov efekt. Različne smeri magnetenja vrtijo različno polarizacijsko ravnino polarizirane svetlobe. Zaradi spremembe magnetne orientacije na-



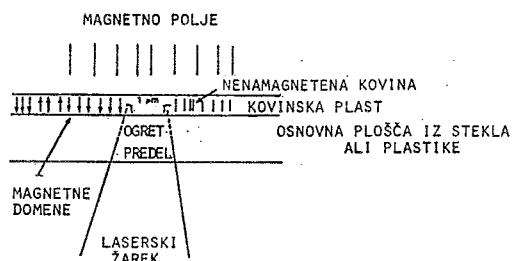
Slika 4.: Konstrukcija dvostranskega optičnega diska 2

Trenutno obetajo magnetooptični diski največ uspeha. To so plasti amorfnih zlitin prehodnih kovin iz vrste redkih zemelj.

stopi Kerrova rotacija, kot prikazuje slika 6, tako da polarizirana svetloba za analizatorjem spremeni svojo jakost, kar zaznava detektor. Podatek se izbriše kot pri

vpisu, le da je magnetno polje obrnjeno v prvotno smer.

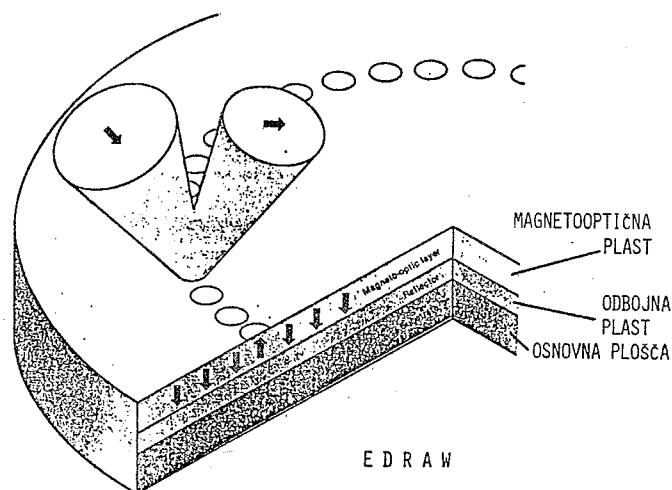
V osnovi so magnetooptični pomnilniki magnetni pomnilniki, kjer pri zapisu podatkov služi laserski snop za segrevanje mikrodomene, pri predvajanju pa je izkoriščena koherentna svetloba laserja. Iz tega razloga je predloženo za take pomnilnike ime: z laserjem podprti magnetni



Slika 5.: Magnetooptični zapisni način

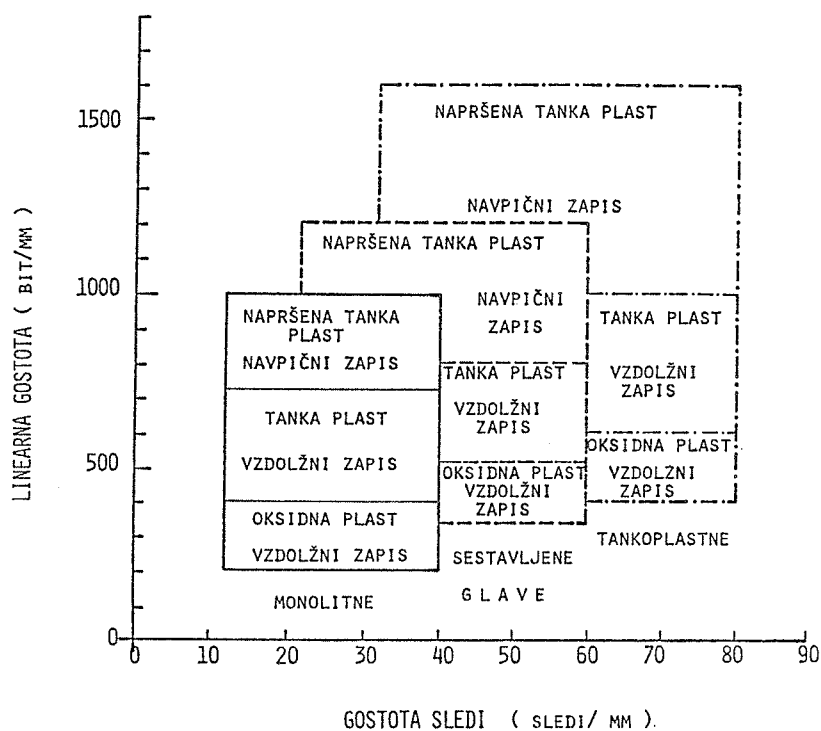
diskovni pomnilniki. Poročajo, da je bilo na eksperimentalnih modelih doseženih več kot milijon zapisov in izbrisov brez zaznavne spremembe pri predvajanju [5], [6], [7], [8].

kristalno morfološko fazo in nasprotno pa je pri trenutnem stanju razvoja omejeno in posebno kritična veličina.



Slika 6.: Predvajanje zapisanih podatkov iz magnetooptičnega

diska s pomočjo optičnega Kerrovega efekta. Bodočnost pripada izbrisljivemu ponovno vpisljivemu optičnemu diskovnemu pomnilniku [6], posebno še, ker je pod posebnimi pogoji možen tudi neizbrisljivi zapis na istem disku.



Slika 7.: Napredek v gostoti pri magnetnih diskovnih pomnilnikih

Pri materialih z morfološko strukturno spremembo (suboksidni) je postopek zapisa enostavnejši, saj ni potrebno dodatno magnetno polje, število preokretov iz amorfne v

### 3. Digitalni magnetni diskovni pomnilniki

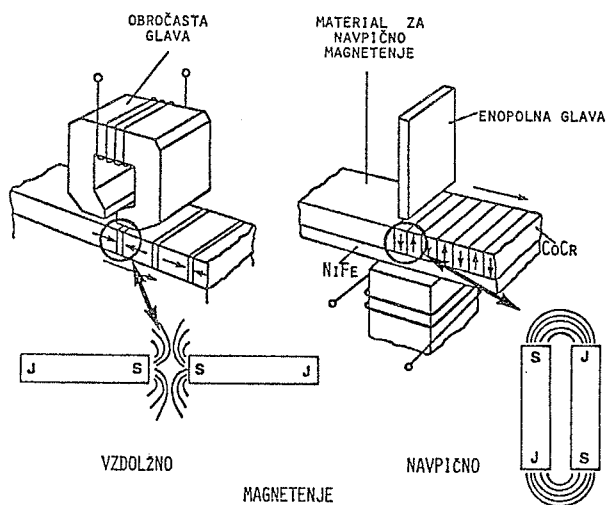
Magnetni diskovni pomnilniki imajo že dolgoletno tradicijo.

V zadnjih letih je proizvajalcem uspevalo podvojiti površinsko gostoto vsakih 2,5 let [7], [8]. Danes je dosežena površinska gostota okoli 30 kbit/mm<sup>2</sup>.

Potrebe po vse večjih pomnilniških zmogljivostih, zahteve po zmanjšanju fizične velikosti in po znižanju cen narekujejo nadaljnje raziskave in usmerjajo razvoj na naslednjih področjih:

- zapisna tehnika,
- magnetne plasti,
- magnetne glave.

Na sliki 7 je nakazan načelen vpliv posameznih izboljšav in tehnološkega napredka na omenjenih področjih, potankosti pa slede v naslednjih poglavjih.



Slika 8.: Vzdolžni in navpični magnetni zapis

### 3.1 Zapisna tehnika

Pri sedanjem zapisovanju podatkov pri magnetnih diskovnih pomnilnikih se pretežno uporablja vzdolžna tehnika zapisovanja. Čeprav je bila že dolgo poznana tudi navpična zapisna tehnika, je nastopilo zanimanje za navpično magnetenje pred približno 10 leti, posebno na Japonskem, ker ta tehnika obeta povečanje površinske gostote zapisovanja [8], [10], [11]. Razmere pri vzdolžnem in navpičnem magnetenju nazorno prikazuje slika 8.

Pri vzdolžnem magnetnem zapisnem postopku ležijo elementarni magnetki v ravnini magnetne plasti. Z zmanjšanjem zapisne celice se mora zaradi oblikovne anizotropije sorazmerno stanjšati tudi plast, tako da ostane vzdolž-

na smer magnetenja ohranjena. Podatek je zapisan tako, da zapisana celica obrne smer magnetenja. Pomanjkljivost vzdolžnega magnetenja je v razmagnetanju, ki zmanjšuje predvajani signal. Razmagnetanje skuša razmakniti prehodno področje med celicama [10] slično, kot se dva paličasta čelno nameščena istoimenska magnetna pola odbijata med seboj, kot je prikazano na sliki 8. Zaradi šibkega magnetnega polja mora lebdeti odjemna glava v neposredni bližini magnetne plasti, kar povečuje nevarnost trčenja glave s površino diska in poškodbe sloja.

Pri navpičnem magnetenju, kjer elementarni magnetki stojijo pravokotno na ploščo diska, povzročijo notranja polja zoženje prehodnega področja, slično kot se dva nasprotno magnetena paličasta magnetka, nameščena bokoma drug poleg drugega [10], medsebojno privlačujeta, kot nazorno kaže slika 8.

Zanimanje za navpično magnetenje je naraslo, ker ta zapisna tehnika predstavlja velik skok v povečanju površinske gostote pri magnetnih diskovnih pomnilnikih. Raziskuje se po vsem svetu zelo intenzivno, prvi laboratorijski rezultati so že doseženi. Po oprezni oceni razvojnega stanja lahko pričakujemo, da bodo diskovni pomnilniki z navpičnim magnetnim zapisom na tržišču do konca tega desetletja [8], [10], [11].

### 3.2 Magnetni zapisni sloji

Magnetne plasti današnjih diskov temeljijo na železovooksidnih zrnkih. Železovooksidna zrnca, pomešana z lepilom, so nanešena na osnovno ploščo, ki je navadno iz aluminija. Med strjevanjem prevleke se plošča vrti in je izpostavljena magnetnemu polju, ki vtisne vzdolžno orientacijo magnetenja. Posebna plast pokrije in zaščiti površino magnetnega sloja [8].

Površinsko gostoto je možno povečati s tem, da se zmanjša razsežnost osnovne celice, to je oksidnih zrnec. To zmanjšanje zahteva zaradi oblikovne anizotropije sorazmerno stanjšanje magnetne plasti. Meja debeline plasti znaša sedaj okoli 0,6 μm. Dolžina zrnca okoli 1,6 μm zahteva ozko režo pri magnetni glavi (okoli 0,6 μm). Razumljivo je, da je polje tako majhne oksidne celice zelo šibko, kar zahteva približanje magnetne glave k magnetni plasti do minimalne razdalje okoli 0,4 μm. Pri tej majhni razdalji nastopajo problemi s prahom in kontaminacijo, ki so rešeni na tak način, da so pri diskovnih pomnilnikih izvedbe Winchester kritični deli (disk, glava, rotor) zaščiteni v čis-

tem okolju, kar pa onemogoča izmenjavo diskov.

Za nadaljnje povečanje površinske pomnilniške gostote zasledujejo proizvajalci diskov inovacije na področju nekovinskih in kovinskih tankoplastnih magnetnih slojev [8], [9].

Pri nekovinskih tankih plasteh so nanesene na osnovno ploščo železne plasti s kobaltom oziroma kromom. Postopek nanašanja je zamotan. Napršena plast je podvržena kemični konverziji pri visoki temperaturi, ki povzroči dokončno oksidno plast. Zamotanost postopka pri izdelavi omejuje razširjenost takšnega sloja.

Pri kovinskih tankoplastnih slojih je osnovna plošča iz aluminija prevlečena najprej s slojem iz niklja (okoli 8  $\mu\text{m}$ ), potem pa je nanesena tanka magnetna plast (okoli 8 nm) iz zlitin kobalt-fosfor ali pa kobalt-nikelj-fosfor [9].

Za nanašanje tankih plasti pridejo v poštev: naparevanje (vacuum evaporation), naprševanje (sputtering), kemično neelektrično platiranje (electroless plating) in električno platiranje (electroplating).

Pri depoziciji zlitin in večjih količin diskov je naparevanje problematično. Naprševanje omogoča dobro kakovost magnetne plasti, razpoložljive naprave pa omejujejo proizvodnjo. Pri kemičnem neelektričnem platiranju je možno sicer istočasno nanašanje večjih količin diskov, vendar je zelo težko kontrolirati magnetne lastnosti slojev. Prednost električnega platiranja je v tem, da je tokovna gostota dodatni parameter za doseg kakovostnih lastnosti sloja. Postopek ni drag in bi ga bilo možno avtomatizirati [9].

Prednost tankoplastnih kovinskih slojev je v tem, da omogočajo večjo površinsko gostoto, manjše število napak v sloju in večjo trpežnost. Manjše elementarne celice dovoljujejo linearno gostoto nad 1000 bit/mm [9], [12].

Tanki metalni sloji so trši, kar bistveno pripomore k trpežnosti.

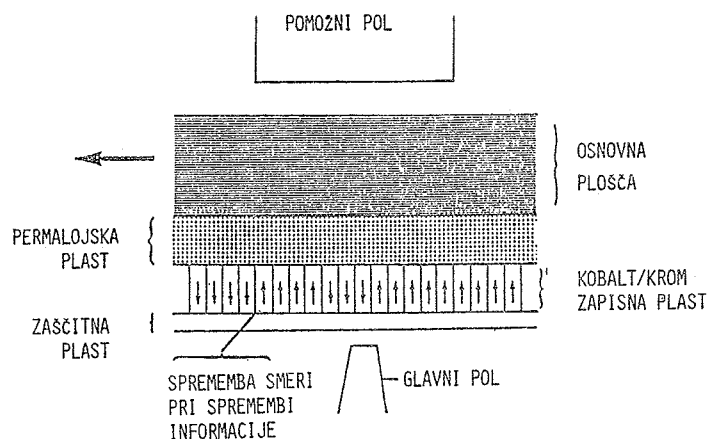
Za navpično magnetenje je v razvoju kobalt-kromov magnetni material, ki mu je pri naprševanju inducirana navpična anizotropija [9], [10]. Nadaljnji razvoj je pokazal izboljševanje v tem, da je med substrat in tanko kobalt-kromovo plast nanesena permalojska plast [11], s čimer je izboljšana povratna pot za magnetni pretok, kot je razvidno s slike 9. Raziskave za optimalne magnetne materiale za navpično magnetenje tečejo po vsem svetu [8], [11].

### 3.3 Magnetne glave

Magnetne glave so prešle različne stopnje razvoja (slika 10). Prvotno uporabljene permalojske glave so nadomestili z monolitnimi feritnimi glavami. Zmanjšanje dimenzij glave vpliva na gostoto zapisa, obenem pa otežkoča izdelavo glav. Naslednja stopnja razvoja uporablja sestavljene glave, kjer služi tanko jedro magnetnega materiala, vloženo v drsnik, za glavo in s tem bistveno zmanjša razsipno polje, kar omogoča povečanje gostote sledi.

Za nadaljnje povečanje ločljivosti in s tem povečanje gostote s tankoplastnimi glavami je bila prevzeta polprevodniška tehnologija, to je fotolitografska tehnika, naprševanje in jedkanje. Na plošči keramičnega substrata se izdeluje več glav istočasno, tako da so z medsebojno izoliranimi sloji izvedeni poli, dovodi in tuljava. Z razžaganjem substrata se ločijo posamezne glave, ki so vdelane v drsnik.

V novejšem času odpira magnetoupornostni efekt pri predvajalnih glavah nove možnosti povečanja površinske gostote [12].



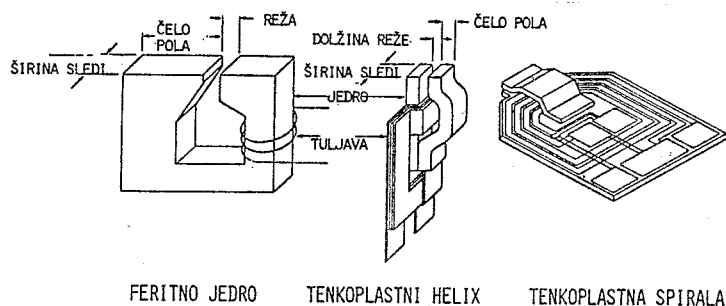
Slika 9.: Navpični magnetni zapis in pripadajoča dvopolna magnetna glava

Za navpično magnetno tehniko so bile razvite posebne glave z dvema poloma, glavnim in pomožnim. Možna varianta take glave je prikazana na sliki 9.

### 4. Primerjava tehnologij

Medtem ko smo se v dosedanjih izvajanjih načeloma seznanili z novima tehnologijama diskovnih pomnilnikov, je za ocenjevanje tehnoloških lastnosti in umestnost uvajanja tehnologij v predvidenih uporabah nadvse koristno napraviti medsebojno primerjavo.

Na sliki 11 je za magnetne diskovne pomnilnike z vzdolžnim zapisom prikazan časovni tehnični razvoj linearne gostote, gostote sledi in površinske gostote. Poleg tega so črtkano vrisane v sliko tudi krivulje površinskih gostot za magnetne diskovne pomnilnike z navpičnim magnetenjem in za digitalne optične diskovne pomnilnike, kot jih napovedujejo v strokovnih krogih.



Slika 10.: Napredek pri magnetnih glavah

Tabela 2 podaja dosežene oziroma predvidene gostote za pomnilnike, ki smo jih obravnavali v tem članku, glede na pomnilno plast, izvedbo glave in tehniko zapisa.

Tabela 3 je relativna primerjava važnih svojstvenih lastnosti med magnetnimi diskovnimi pomnilniki z vzdolžnim magnetenjem, magnetnimi diskovnimi pomnilniki z navpičnim magnetenjem in digitalnimi optičnimi diskovnimi pomnilniki.

Iz vseh dosedanjih izvajanj in tendence nadaljnjega razvoja pri diskovnih pomnilnikih trenutno ni možno enoveljavno podati izjavo o prednosti prve tehnologije pred drugo.

Jasno je, da bodo digitalni magnetni pomnilniki z navpičnim zapisom bistveno povečali gostoto zapisa in s tem prispevali k povečanju kapacitete pomnilnika in k znižanju cen. Na to bomo morali počakati še nekaj let.

Digitalni optični diskovni pomnilniki, vpsljevni neizbrisljivi, utegnejo osvojiti arhivsko področje uporabe, potem ko bodo razjasnjene in izpolnjene vse pravosodne predpostavke.

## 5. Zaključek

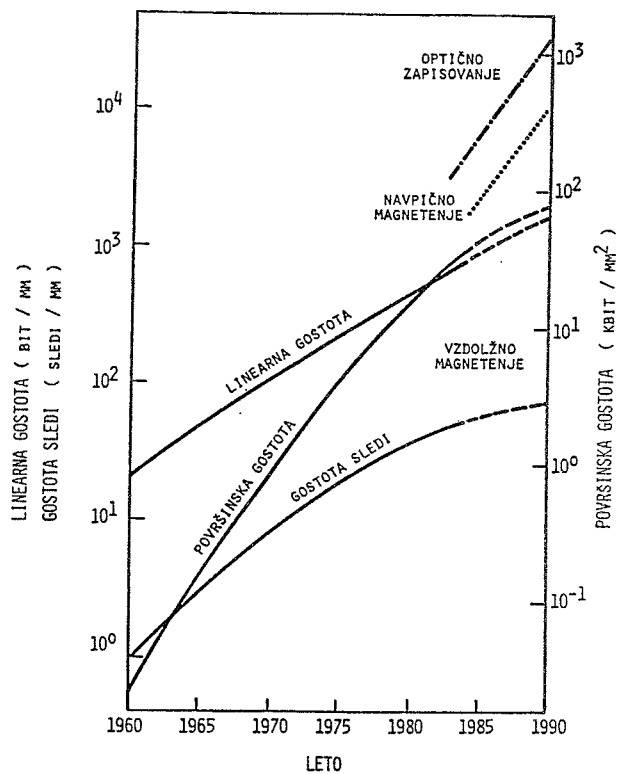
Nadaljnje smeri razvoja, ki se kažejo pri digitalnih optičnih diskovnih pomnilnikih, so: manjše razsežnosti in prehod k izbrisljivim ponovno vpsljevim pomnilnikom.

Pri magnetnih digitalnih diskovnih pomnilnikih je linearna gostota večja kot pri optičnih pomnilnih sistemih. Prav ta-

ko imajo magnetni pomnilniki ugodnejše lastnosti, kar se tiče krajšega časa dosega in hitrega prenosa. Medtem ko je dokaj lažje znižati ceno magnetne glave zaradi enostavnosti, pa ostaja ne majhen problem zmanjšati višino letenja magnetne glave nad površino magnetne plasti. Problematika doseganja stabilnih razmer minimalnih oddaljenosti glave od površine je najvažnejša naloga za nadaljnji u-

spešen prodor magnetne diskovne pomnilniške tehnologije.

Če ta naloga ne bo uspešno rešena v doglednem časovnem obdobju, bodo magnetni diskovni pomnilniki izpostavljeni močni konkurenci optičnih diskovnih pomnilnikov, posebno



Slika 11.: Časovni razvoj gostot diskovnih pomnilnikov

če bo nadaljnji razvoj pri izbrisljivih ponovno vpsljevih pomnilnikih dosegel zrelost. V centralnih sistemih, kjer

cena pomnilnika ni tako važna, hiter dostop do podatkov in hiter prenos pa nujen, in pa v majhnih pomnilniških sistemih (manj kot 100 MB), kjer je odločilna cena pogona, utegnejo magnetni diskovni pomnilniki obdržati svojo pozicijo [12].

Ker sta razvoj in napredek pomnilniških tehnologij zelo hitra, je zelo priporočljivo stalno zasledovati tehnologije in preverjati postavljene prognoze.

- 3 Popoff, P., J. Ledieu: Towards New Information Systems: Gigadisc. Proceedings of SPIE - Applications of Optical Digital Data Disk Storage Systems Vol. 490 (1984) Bruxelles, s. 20 - 25.
- 4 De Haan, M., C. Steembergen, Di Chen: Optical Memory Research Pay Off. Computer Design 23 (1984) 11, s. 85 - 92.
- 5 Bell, E. A.: Optical Data Storage - A Status Report. 6th Symposium on Mass Storage Systems, Digest of papers, Vail, Colorado June 4 - 7, 1984, s. 93 - 98.

TEHNOLOGIJA			LINEARNA GOSTOTA BIT/MM	GOSTOTA SLEDI SLEDI/MM	POVRŠINSKA GOSTOTA KBIT/MM <sup>2</sup>
PLAST	GLAVA	ZAPIS			
OKSIDNA ZRNCA	MONOLITNA FERITNA	VZDOLŽNI	350	20	7
OKSIDNA ZRNCA	TANKOPLASTNA	VZDOLŽNI	590	32	19
TANKA PLAST	SESTAVLJENA FERITNA	VZDOLŽNI	985	48	47
TANKA KOVINSKA PLAST	TANKOPLASTNA	VZDOLŽNI	1900	50	95
TANKA KOVINSKA PLAST	TANKOPLASTNA	NAVPIČNI	3900	48	187
TANKA KOVINSKA PLAST	LASERSKA	OPTIČNI NEIZBRISLJIV	590	590	348

Tabela 2.: Dosežene oziroma predvidene gostote diskovnih pomnilnikov v odvisnosti od tehnologije pomnilne plasti, izvedbe glave in tehnike zapisa

## 6. Literatura

- 1 Miyaoka, S.: High-Density Storage Possible With Optical Disk Recording. Journal of Electronic Engineering 21 (1984) 213, s. 94 - 100.

	$\frac{\text{NAVPIČNI}}{\text{VZDOLŽNI}}$	$\frac{\text{OPTIČNI}}{\text{VZDOLŽNI}}$	$\frac{\text{OPTIČNI}}{\text{NAVPIČNI}}$
HITROST PRENOSA	4	0,1	0,025
GOSTOTA SLEDI	1	15	15
LINEARNA GOSTOTA	4	0,7	0,175
POVRŠINSKA GOSTOTA	4	10,5	2,625
ČAS DOSEGA	1	10	10
KAPACITETA POMNILNIKA	4	8	2

VZDOLŽNI ZAPIS  
NAVPIČNI ZAPIS  
OPTIČNI ZAPIS

Tabela 3.: Relativna primerjava važnih lastnosti

- 2 Rooijmans, C.J.M., J.A. Th. Verhoeven: Characteristics of the Optical Media Laboratory Disk. Proceedings of SPIE - Optical Storage Media Vol. 420 (1983) Arlington, USA, s. 22 - 25.

- 6 Rothchild, E. S.: 1985 - the year of erasable disk. Proceedings of SPIE - 3rd International Conference on Optical Mass Data Storage Vol. 529 (1985), Los Angeles, s. 217 - 223.
- 7 Bell, E. A.: Critical Issues in High-Density Magnetic and Optical Data Storage. Laser Focus 19 (1983) 8, s. 61 - 66 in 19 (1983) 9, s. 126 - 136.
- 8 White, R. M.: Magnetic Disks: Storage Density on the Rise. IEEE Spectrum 21 (1983) 8, s. 32 - 38.
- 9 Smith, H. S.: Thin-film Media Meet Increased Storage Demands. Computer Design 23 (1984) 4, s. 273 - 281.
- 10 Potter, R. I.: Perpendicular Recording. Digest of Papers COMPCON Spring 1982, No 397, s. 284 - 287.
- 11 Iwasaki, S.: Perpendicular Magnetic Recording - Evolution and Future, IEEE Trans. on Magnetics, MAG-20 (1984) 5, s. 657 - 662.
- 12 Kaneko, R.: Future of Hard Disk Technology. Proceedings of SPIE - 3rd International Conference on Optical Mass Data Storage Vol. 529 (1985), Los Angeles, s. 190 - 197.

Dr. Milan H. Florjančič  
Standard Elektrik Lorenz AG,  
Stuttgart, Z.R. Nemčija



## RAČUNALNIŠKO PODPRTO NAČRTOVANJE VEZIJ V ISKRI DO MIKROELEKTRONIKA

Peter Stavanja

O računalniško podprtem načrtovanju ali CAD (Computer Aided Design), kot se temu s tujko pravi, slišimo danes že skoraj na vsakem koraku. Ne bi navajal definicij in analiz, ampak bom na kratko prikazal, kako je računalniško podprto načrtovanje zastavljeno v Iskri DO Mikroelektronika, kakšne rezultate daje in kako je dostopno načrtovalcem in razvojnikom v ostalih Iskrinih delovnih organizacijah in izven njih.

Paket programov, ki jih ima Iskra DO Mikroelektronika, omogoča načrtovanje zelo obsežnih integriranih vezij. To je od zasnove sistema do načrtovanja geometrije vezja, priprave podatkov za izdelavo foto mask in izdelavo testnega programa. Torej ni namenjen samo mikroelektroniki in njenim potencialnim uporabnikom, ampak tudi vsem, ki načrtujejo elektronske sisteme in pri tem želijo skrajšati in poceniti njihov razvoj. Kako to? Vsak elektronski sistem, če ne v celoti pa po delih, lahko računalniško obdelamo, ali kakor temu pravimo, simuliramo, kar je prav gotovo hitreje kot klasična izdelava prototipa in ne zahteva, da razpolagamo že v času razvoja sistema z vsemi komponentami, ki jih ta vsebuje. Poleg tega pa pri simulaciji lahko preizkusimo tudi različne pogoje delovanja, ki jim bo bodoči sistem kasneje izpostavljen.

Sistem računalniško podprtega načrtovanja v Iskri DO Mikroelektronika lahko razdelimo na več delov:

- logičen opis vezja z vnosom logične sheme
- simulacija delovanja logične sheme
- načrtovanje nestandardnih podsklopov vezja
- razporejanje in povezovanje podsklopov vezja
- in priprava podatkov za izdelavo foto mask
- izdelava testnega programa

Za prva dva dela in deloma tudi za tretjega in šestega ne moremo trditi, da spadata v področje mikroelektronike, saj ju lahko definira in preverja samo načrtovalec sistema oziroma naročnik integriranega vezja.

**LOGIČEN OPIS:** Tu gre za logičen opis vezja, kjer načrtovalec uporablja namesto svinčnika in papirja inženirsko postajo (zaslon, tastatura, miška), na kateri izbira z enostavnimi ukazi iz banke podatkov (knjižnice) standardne simbole (logične operatorje), jih razporeja po zaslonu in medsebojno povezuje. Bistvena razlika med klasičnim na-

črtovanjem na papir in računalniško podprtim načrtovanjem je v tem, da smo pri klasičnem načinu omejeni na simbole (komponente) v raznih katalogih, pri računalniškem pa na simbole (operatorje) v knjižnici simbolov. Pri tem je potrebno posebej poudariti, da so v knjižnici simbolov, ko gre za načrtovanje integriranega vezja, samo osnovni logični operatorji, iz katerih lahko gradimo posamezne podsklope (macroje) oziroma sestavljamo vezje. Razlika v naborih razpoložljivih simbolov pri obeh načinih načrtovanja ima za posledico različen pristop k načrtovanju. To je tudi edina težava, ki jo imajo načrtovalci pri uvajanju v uporabo računalniško podprtega načrtovanja, medtem ko jim sama uporaba in krmiljenje programov ne povzroča posebnih težav.

Primer različnega pristopa k načrtovanju v enem in drugem načinu bi bil lahko naslednji: Potrebujemo 5 bitni binarni števec.

1. Pri načrtovanju s standardnimi komponentami ima načrtovalec možnost izbirati med dvema 4 bitnima binarnima števčema, ki ju poveže med seboj in pri tem enega le delno koristi, ali 8 bitnim binarnim števcem, ki ga ravno tako le delno koristi. Pri tej odločitvi bo največkrat odločil "predal" oziroma "skladišče" in manjkrat cena oziroma dobavni rok.

2. Pri računalniško podprtem načrtovanju s knjižnico standardnih simbolov bo načrtovalec vedno vzel osnovni simbol binarne delitve, ga uporabil 5 krat in jih medsebojno povezal. Tako dobljen sklop (5 bitni binarni števec) lahko ponovno shrani v knjižnico simbolov za kasnejšo uporabo.

Vsekakor se lahko definira tudi taka knjižnica standardnih simbolov, ki ustreza standardnim komponentam v katalogih, vendar je taka knjižnica smiselna samo takrat, ko se uporablja za računalniško podprto načrtovanje s standardnimi komponentami - tiskana vezja.

**SIMULACIJA LOGIČNE SHEME** zahteva poleg sheme same še časovni opis vhodnega vzorca (vhodni signali) in seznam vozlišč ali izhodov, ki jih želi načrtovalec opazovati in jih simulacijski program izpisuje. Pri definiciji vhodnega vzorca je možno izbirati tudi kombinacije, ki v realnem okolju delovanja ne nastopijo. To pa pomeni, da je

možna tudi analiza vezja glede na motnje in se to tudi da upoštevati pri samem načrtovanju. Pri klasičnem načinu načrtovanja z izdelavo prototipa, je vse možne kombinacije vhodnih signalov včasih praktično nemogoče preveriti, saj bi pri današnjih kompleksnejših sistemih rabili množico med seboj odvisno povezanih signalnih generatorjev. Rezultat simulacije je na razpolago praktično takoj, načrtovalec pa lahko dokaj enostavno spreminja logično shemo in opazuje vpliv sprememb na funkcijo vezja.

NAČRTOVANJE NESTANDARDNIH PODSKLOPOV VEZJA je že postopek v načrtovanju integriranega vezja, kjer naročnik vezja samo definira funkcijo podslopa in določi vhodne in izhodne parametre. Vezje samo (dimenzije tranzistorjev in njihovo medsebojno povezavo) izdelajo načrtovalci, ki poznajo mikroelektronske tehnologije, njihove parametre, omejitve in geometrijska pravila načrtovanja.

RAZPOREJANJE IN POVEZOVANJE PODSKLOPOV VEZJA je postopek, ki zahtevata dobro poznavanje omejitev mikroelektronskih tehnologij. Pri prvem gre za razporejanje podsloпов vezja (simbolov) in povezovanje le-teh med seboj s strogim upoštevanjem geometrijskih pravil načrtovanja s posebnim poudarkom na izkoriščenosti silicijeve površine. Ta postopek se lahko izvede ročno ali z računalniškim programom, ki to naredi avtomatsko. Po tem postopku sledi kontrola, ki je v bistvu inverzni postopek: program generira iz geometrije vezja logično shemo le-tega in jo primerja s prvotno, ki je bila uporabljena za simulacijo.

PRIPRAVA PODATKOV ZA IZDELAVO FOTO MASK je avtomatski postopek, ki sledi zadnji uspešni kontroli in iz geometrijskih podatkov o vezju pripravi podatke za generator maske na magnetnem traku.

IZDELAVA TESTNEGA PROGRAMA zahteva sodelovanje načrtovalca sistema in testnega inženirja v mikroelektroniki. Tu se najprej določi vhodni testni vzorec in odziv vezja

nanj, sledijo zahteve za vhodno izhodne parametre (časi vzpona in padca impulzov, vhodni/izhodni tokovi in napetosti ...) in končno pisanje testnega programa. Programska orodja v paketu za računalniško podprto načrtovanje precej olajšajo to delo, vendar mora načrtovalec še vedno poskrbeti za tak vhodni testni vzorec, da bo z njim pretestiral vsak del vezja (simbole in povezave).

Na kratko opisani računalniško podprt postopek za načrtovanje integriranih vezij uporabljamo v Iskri DO Mikroelektronika že skoraj leto dni. V tem času smo že načrtali nekaj integriranih vezij in pomagali pri definiciji nekaj sistemov s pomočjo logične simulacije na računalniku. Če smo še nedolgo tega merili čas potreben za načrtovanje integriranega vezja v inženirskih letih, potem danes lahko trdimo, da smo se že približali inženirskim mesecem, naš cilj pa je ta čas še skrajšati.

Na vprašanje, kdo in kako lahko uporablja ta programski paket, bom raje kar naštel, kdo se je do sedaj seznanil z njim in ga koristno uporabil, ne glede na to, ali je svoje vezje kasneje realiziral v monolitni izvedbi ali ne. To so bili strokovnjaki iz:

- Iskra Avtomatika (5 inženirjev)
- Iskra ISEZ (2 inženirja)
- Iskra Kibernetika (4 inženirji)
- Rade Končar (2 inženirja)
- TF, Univerza Maribor
- Birostroj, Maribor

Morda še informacija:

telefonska številka Iskre DO Mikroelektronika je 061 576 311.

Peter Stavanja

Iskra Mikroelektronika,  
Ljubljana, Stegne 15d

## PERSPEKTIVNI RAZVOJ MEĐUNARODNOG I JUGOSLAVENSKOG TRŽIŠTA OTPORNIKA

Drago Škrbinc

Predgovor (Miroslav Turina)

DRAGO ŠKRIBINC, dipl. ekonomist tehničkog smjera zaposlen u ISKRA - IEZE, DSSS, Ljubljana, Stegne 17, na poslovima i radnim zadacima pomoćnika rukovodioca projek-

tno tehničkog područja za programske prognoze obranio je na Visokoj ekonomsko-komercijalnoj školi Univerziteta u Mariboru magistarski rad pod naslovom "Perspektivni raz-

voj mednarodnega in jugoslovanskega tržišča uporov". Mentor je bio dr Roman Obraz, redovni profesor na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu.

Iz te opširne radnje (više od 150 stranica teksta) objavljujemo u ovom broju INFORMACIJE SSESU uvod, sažetak i zaključak. Radnja je inače podijeljena u šest dijelova:

1. Uvodno poglavlje
2. Relevantni činioci i smjerovi razvoja nepromjenljivih linearnih otpornika
3. Svjetsko tržište nepromjenljivih otpornika
4. Jugoslavensko tržište nepromjenljivih otpornika
5. Sažetak i zaključci magistrskog rada
6. Prilozi.

Čitaoci, koje ovo područje više zanima, mogu opširnije podatke i više informacija dobiti od autora radnje.

## 1. Uvod

Ciljem magistrske naloge - očitovati sedanje in bodoče velikosti uporovnih tržišč v svetu in v Jugoslaviji ter ugotoviti tržnih in tehnoloških zakonitosti v najpomembnejših potrošnih segmentih elektronike - sta bili prilagojeni zbiranje in obdelava podatkov. Z literaturo, ki mi je bila dostopna, in brez možnosti udeležbe na mednarodnih posvetovanjih ali drugih strokovno znanstvenih posvetih s priznanimi strokovnjaki sem z raziskavo in obdelavo sekundarnih virov, z intervjuji in z anketo opredelil tržne in produktne trende. Obravnavana področja pomenijo večino svetovne proizvodnje in tržišča elektronike, od koder prihaja največ proizvodnih in tehnoloških novosti. Za razliko od sve-

1/ Pod pojmom "svetovno" tržišče so zajeti podatki za področja:

- Severna Amerika (ZDA in Kanada)
- Zapadna Evropa (13 držav)
- Japonska in preostali Daljni vzhod (razen Kitajske in Indije) v nadaljevanju: Japonska in Daljni vzhod
- Ostali svet (vključuje Mehiko, Južno Ameriko, države SEV, Avstralijo in Novo Zelandijo)

2/ I/O analiza - input-output analiza - Model in sredstva analize procesa družbene reprodukcije. Nanaša se na analizo medsebojnih odnosov gospodarskih dejavnosti, vej in grupacij v okviru industrije in drugih gospodarskih dejavnosti na nivoju nacionalne ekonomije ali na nivojih ožjih regionalnih gospodarskih enot. Osnovna naloga te analize je v opazovanju zakonitosti medsebojnih ekonomskih in tehnično-tehnoloških odnosov med različnimi sektorji (dejavnosti, veje, grupacije, itd.) ekonomske aktivnosti. Med drugim se uporablja za predvidevanja bodočih vzporednih in med seboj odvisnih sprememb v gospodarski aktivnosti različnih sektorjev in vsega gospodarstva

tovnega <sup>1/</sup> tržišča, ki je v celoti rezultat sekundarnih virov in I/O <sup>2/</sup> analize, je večina informacij za jugoslovansko tržišče pridobljenih z osebnimi stiki, z internimi informacijami v ISKRI, z intervjuji in z navedeno anketo. Drugi viri informacij so zaradi nepopolnosti uporabljeni le kot globalni pokazatelji. Ciljem magistrskega dela je prirejena tudi struktura vsebine.

Ker je poudarek na razvoju uporovnega tržišča in uporovnih proizvodih, sem si prizadeval, da bi našel kar največ takih informacij, ki opredeljujejo stanje in verjetni bodoči razvoj tega tržišča. Iz množice različnih informacij so izbrane le bistvene, ki so uporabljene v tem delu.

Čeprav bodo večjim uporabnikom uporov in ekspertom s tega področja nekatere navedbe že znane, je zaradi boljše preglednosti in širše uporabnosti dela podanih tudi nekaj splošnih podatkov.

Analiza in prognoza razvoja proizvodov vsebujeta dopolnitve k obstoječemu stanju, kot so podane v dostopnih novejših strokovnih revijah, pri čemer so nakazane le glavne smeri razvoja za nekatere pomembnejše tehnične karakteristike. Tehnologije proizvodnje uporov so zaradi obsežnosti, dostopnosti in tehnične tematike podane le na kratko.

## 2. Cilj magistrskega dela

Cilj magistrskega dela je analizirati sedanje in prognozirati bodoče velikosti uporovnih tržišč v svetu in v Jugoslaviji ter podati velikosti in trende porabe posameznih vrst uporov v najpomembnejših potrošnih segmentih elektronike. Za posamezne uporovne vrste je potrebno raziskati razvojne trende in tiste dejavnike, ki imajo na to največji vpliv.

Pridobljene informacije naj bi bile v pomoč proizvajalcem uporov pri oblikovanju in izvajanju poslovne politike, pri čemer imam v mislih predvsem ISKRO - Industrijo elementov za elektroniko, kjer sem zaposlen, in je največji proizvajalec in edini izvoznik nespremenljivih linearnih uporov v Jugoslaviji.

Cilj splošnega pomena je podati enega od možnih modelov za raziskavo tržišča elektronskih elementov, posebno tedaj, ko ni dovolj drugih statističnih podatkov.

Posebej želim poudariti na velike možnosti, ki jih imajo nekateri tradicionalni proizvajalci diskretnih elektronskih elementov, ki se vse pogosteje odločajo za osvajanje povsem novih programov, za katere nimajo, razen velikih želja, dovolj drugih pogojev (znanje, kapital, kadri ....),

istočasno pa razvojno, tehnološko in proizvodno zanemarljivo obstoječe programe, ki bi jih ob dosti manjših naporih in vlaganjih zmogli modernizirati in za katere obstajajo doma in v svetu velike tržne možnosti.

Ne nazadnje je cilj magistrskega dela tudi natančneje opredeliti pogosta mnenja, ki se pojavljajo v strokovnem tisku, namreč da je s pojavom integriranih polprevodniških elementov in vezij prišel čas, ko diskretnih elektronskih elementov ne bomo več potrebovali, ker bodo kot sestavni del vključeni v integriranih vezjih.

### 3. Metodologija

Metode raziskovalnega dela so različne glede na vrsto informacij (kvalitativne, kvantitativne) oziroma glede na tržišča (jugoslovansko, druga).

Kvantitativna analiza stanja in prognoza svetovnih tržišč je izvedena z input-output analizo in z uporabo vhodno-izhodnih (I/O) koeficientov. Izhodiščni I/O koeficienti so izračunani iz podatkov za tržišče ZDA. Pri analizi stanja in prognoze za jugoslovansko tržišče uporov je uporabljena kombinirana metoda I/O koeficientov, rezultatov pisne ankete in statističnih podatkov.

Kvalitativna analiza in prognoza je izvedena pretežno na podlagi podatkov iz sekundarnih virov, izjema je jugoslovansko tržišče elektronike in uporov, kjer so uporabljeni tudi podatki pisne ankete in intervjujev.

Podatki o stanju in prognozi tehničnega razvoja uporovnih proizvodov in posameznih segmentov elektronike so črpani in analizirani iz najrazličnejših strokovnih knjig, publikacij in katalogov.

Pri vseh proučevanjih in izračunih je bila kot izhodišče uporabljena segmentacija, ki jo uporabljajo na razvitem tržišču elektronike v ZDA. Zaradi lažje predstave obsega je v točki 1.4. prikazan pregled proizvodov obravnavanih segmentov elektronike.

Pri pisni anketi kvantitativne in kvalitativne raziskave tržišča uporov v Jugoslaviji je bila uporabljena posebna metoda s telefonsko prednjo, z njo je bil dosežen nadpovprečen odziv. Anketni vprašalnik je bil kot opomnik uporabljen tudi pri intervjujih.

Pri izračunu velikosti posameznih tržišč uporov je najpomembnejše spoznanje, da je potrebno izhajati iz velikosti proizvodnje elektronskih naprav na obravnavanem področ-

ju, ne pa iz velikosti njihovega tržišča ter da so za globalne izračune vhodnih elementov to je števec I/O koeficienta nepomembni podatki o vrednosti zalog, o izvozu oziroma uvozu.

V izračunih velikosti tržišča in porabe uporov sploh na posameznih področjih oziroma segmentih elektronike ni upoštevana poraba uporov, ki je potrebna za servisiranje in amatersko rabo. Tudi tiste elektronske elemente, ki imajo kratko življensko dobo glede na naprave, v katere so vgrajeni, je potrebno upoštevati (slikovne cevi za televizijske sprejemnike, potenciometri, ...).

Poudarjam, da je I/O metoda zelo primerna za globalne ocene in ocene strukture tržišča, posebej še v primerih, ko so statistični podatki premalo strukturirani, ali pa sploh ne obstajajo. Pri izračunih izhodiščnih I/O koeficientov je potrebno v števcu upoštevati dejansko vrednost, ker so pogosto statistični podatki bistveno manjši od dejanskih v praksi. Del proizvodnje vhodnih elementov proizvajalci končnih proizvodov izdelujejo sami in jih tudi sami porabijo in niso zajeti v statističnih publikacijah.

### 4. Tehnični razvoj nespremenljivih uporov in tehnološki vplivi na uporabo nespremenljivih uporov

Razvoj nespremenljivih linearnih uporov poteka vzporedno z razvojem elektronskih elementov in elektronske industrije, pri čemer se v proizvodnji uporov uporabljajo sodobni razvojni dosežki iz različnih področij tehnike.

Cilji razvoja na področju nespremenljivih uporov so usmerjeni v zadovoljitev potreb in zahtev uporabnikov. Izboljšave tehničnih karakteristik nespremenljivih uporov so predvsem rezultat uporabe novih proizvodnih postopkov in uporabe novejših materialov, ki omogočajo višjo stabilnost, večjo moč pri enakih dimenzijah, širši obseg uporabnega področja, nižji šum, nižji temperaturni koeficient upornosti in druge karakteristike. Navedene lastnosti omogočajo razne zlitine kovin, kot so nikelj, krom, kobalt, rutenij in druge, ki jih uporabljajo za izdelavo uporovnih plasti ob uporabi novejših tehnologij, kot sitotisk, vakuumsko naparovanje, lasersko umerjanje uporov in kemijska depozicija uporovne plasti.

Sodobni uporovni nosilci so iz steatita, forsterita, berilija, porcelana ali stekla. Navedeni materiali se odlikujejo po visoki čistoči in dobri toplotni prevodnosti. Uporaba novejših materialov in tehnologij pri proizvodnji uporov je omo-

gočila zmanjšati stroške proizvodnje oziroma sploh omogočila proizvodnjo uporov s širšim področjem zelenih karakteristik. Vse navedene izboljšave je možno uporabiti le pri proizvodnji kovinskih plastnih uporov (vključno z uporovnimi verigami in čipi). Pri proizvodnji žičnih in ogljikovih plastnih uporov imajo omejene izboljšave vpliv v prvi vrsti na uporabni nosilec. Dosežen napredek v proizvodnji masnih uporov je bolj rezultat prilagajanja potrebam uporabnikov kot novejših tehnologij in materialov.

Med raznimi tehnološkimi izboljšavami v elektroniki najmočneje vplivata na spremembe pri nespremenljivih uporih proces uvajanja avtomatske montaže elektronskih elementov in proces splošne miniaturizacije elektronskih naprav. Zaradi izboljšav montažnih tehnologij so bili razviti posebni načini embalaranja uporov, razviti so bili dimenzijsko manjši upori in povsem novi čip upori, ki so prilagojeni avtomatskim montažnim tehnologijam (za montažo elementov brez priključnih žic).

#### 5. Tržišče nespremenljivih uporov

V obdobju od leta 1982 do leta 1987 se bo svetovno tržišče nespremenljivih uporov predvidoma povečalo od 1.408 milijonov US\$ na 2.536 US\$, kar pomeni povečanje za okoli 80 %. Količinska poraba vseh uporov se bo od 65 milijard kosov povečala na 124 milijard kosov, kar je 91 % več kot leta 1982 (izračunano po poprečnih cenah uporov v ZDA leta 1982).

Na koncu obravnavanega obdobja je prognozirana poraba uporov po področjih naslednja:

- Severna Amerika 35 % celotne vrednosti svetovne porabe uporov,
- Japonska in Daljni vzhod 35 % celotne vrednosti svetovne porabe uporov,
- Zapadna Evropa 17 % celotne vrednosti svetovne porabe uporov,
- Ostali svet 13 % celotne vrednosti svetovne porabe uporov,

Struktura celotne svetovne porabe uporov po segmentih elektronike je naslednja:

- naprave za široko potrošnjo 43 %,
- industrijska elektronika 19 %,
- naprave za posebne namene 18 %,
- komunikacijske naprave 11 % in
- računalništvo 9 %.

Zaporedje vrednosti porabe po vrstah uporov se v opazovanem obdobju ne bo spremenilo, prav tako ne bo bistve-

nih strukturnih sprememb. Največjo stopnjo rasti imajo čipi, katerih vrednost naj bi se povečala za 3,67 krat, vendar v strukturi celotne porabe leta 1987 še vedno predstavljajo le 6 % celotne vrednosti.

Ob predvidljivih gospodarskih gibanjih bodo cene kovinskih plastnih uporov, uporabnih verig in čipov zaradi vse večje uporabe in večje ekonomičnosti proizvodnje še padale, medtem ko cene ogljikovih plastnih in masnih uporov ne bodo doživele omembe vrednih sprememb. Cene žičnih uporov se bodo spreminjale predvsem zaradi sprememb borznih cen uporabne žice.

Največja proizvodnja uporov bo na Japonskem in Daljnem vzhodu. Proizvodnja uporov v Severni Ameriki in Zapadni Evropi ne bo zadoščala za lastne potrebe in jih bodo zato pokrili proizvajalci iz Japonske, Daljnega vzhoda in ostalega sveta.

Smer razvoja posameznih uporabnih vrst in ceno nespremenljivih uporov bodo določali predvsem proizvajalci iz Japonske in Daljnega vzhoda.

V Jugoslaviji je največji proizvajalec uporov za domače in izvozno tržišče ISKRA, drugi jugoslovanski proizvajalci uporov proizvajajo upore predvsem za lastne potrebe. Celotna vrednost porabe bo na koncu obravnavanega obdobja predvidoma znašala 1.096 milijonov dinarjev. Največji delež porabe uporov je v segmentu naprav za industrijsko elektroniko 53 %, temu sledijo segment komunikacijske naprave 27 %, naprave za široko potrošnjo 15 % in računalništvo 5 %. Ocenjujem, da bo v obdobju po letu 1987 največji porast porabe pri kovinskih plastnih uporabnih verigah in čipih, medtem ko bo poraba ogljikovih plastnih, masnih in ostalih plastnih uporov naraščala relativno počasneje.

#### 6. Zaključki

Vrednost tržišča nespremenljivih uporov v primerjavi z vrednostjo tržišča elektronike relativno upada, absolutno pa narašča. Tržne potrebe se bodo tudi v prihodnje še povečevale.

Na povečanje porabe uporov bosta v največji meri vplivala naslednja dejavnika:

- visoka rast proizvodnje že obstoječih elektronskih naprav in
- proizvodnja novorazvitih naprav.

Na zmanjšanje porabe uporov delujeta predvsem dejavnika:

- vedno večja uporaba integriranih mikroelektronskih vezij in
- digitalizacija elektronike.

Tehnični razvoj je usmerjen predvsem v izboljšanje tehničnih lastnosti, miniaturizacijo, v izvedbe, ki so primerne za avtomatsko montažo elementov, posebej še v uporabne vrste brez žičnih priključkov.

Za prodor na svetovno tržišče se zahteva usklajenost z mednarodnimi standardi, visoka zanesljivost in komercialna konkurenčnost.

Bistvo magistrskega dela je v potrditvi teze, da je s tržnega vidika smotno intenzivirati proizvodnjo nespremenljivih uporov in v zavrnitvi pogostih mnenj, da diskretnih elektronskih elementov, predvsem uporov s splošno industrijsko uveljavitvijo integriranih mikroelektronskih vezij v proizvodnji, takorekoč ne bomo več potrebovali, ker bo-

do kot sestavni del vključeni v integriranih mikroelektronskih vezjih.

Tovrstna mnenja so napačna in ne odražajo dejanskega stanja, kar je bilo dokazano z oceno sedanje in bodoče porabe nespremenljivih uporov v svetu in v Jugoslaviji.

Izvedene raziskave o tržišču so le del potrebnih aktivnosti marketinga. Področje nadaljnjih raziskav je primarno povezano predvsem s tehničnimi raziskavami in razvojem, razvojem proizvodne opreme in izračuni optimalnosti proizvodnje. V okviru operativnega izvoznega trženja pa je potrebno opredeliti predvsem ciljna tržišča, potencialne kupce, konkurenco, prodajne kanale in pripraviti programe promocijskih aktivnosti.

Mag. Drago Škrbinc  
ISKRA - IEZE  
Ljubljana, Stegne 17

## PROŠIRUJE SE PROIZVODNJA POLUVODIČKIH ELEMENATA U JUGOSLAVIJI

Miroslav Turina

Već duže vrijeme u krugovima elektroničara u Zagrebu i van Zagreba kolaju vijesti o proširenju asortimana proizvodnje poluvodičkih elemenata u RIZ-u ulaskom u proizvodnju elemenata u TO-3 kućištu. Nepotpuna informacija izazvala je različite komentare i tumačenja. Želeći svim članovima SSESĐ-a i ostalim čitaocima INFORMACIJA SSESĐ osigurati punu informaciju urednički odbor obratio se drugu Zoranu Milčiću, potpredsjedniku za razvoj Poslovnog odbora SOUR-a RIZ s molbom za razgovor.

Informacija koju dajemo napisana je na osnovu nedavnog razgovora s drugom Milčićem, posjete novom pogonu i ranijih razgovora s drugom Vlatkom Žagarom, predsjednikom poslovnog odbora SOUR-a RIZ.

Još krajem 1983. godine RIZ je primio načelnu ponudu talijanske firme SGS-ATES da se na principu zajedničkog ulaganja u Zagrebu izgradi novi industrijski kapacitet za proizvodnju poluvodičkih komponenata.

RIZ je prihvatio ponudu i u razgovorima koji su uslijedili razjašnjeni su modaliteti buduće suradnje RIZ-a i SGS-a. U razgovorima su pored predstavnika RIZ-a i SGS-a učestvovali predstavnici IICY (Medjunarodna korporacija za

investicije u Jugoslaviji). IICY čiji je posao pomaganje i promoviranje viših oblika privredne suradnje i razvijanje zajedničkih ulaganja inozemnih firmi i jugoslavenskih organizacija udruženog rada angažirana je s ciljem da se razradi koncept izvozno orijentirane dugoročne poslovne suradnje između RIZ-a i SGS-a.

U razgovorima sa SGS-om utvrđeno je da postoji obostrana zainteresiranost za dugoročnost suradnje. Obostrano je prihvaćen princip postupnosti u razvijanju suradnje. Dugoročni ciljevi postizati će se u koracima u kojima će svaki prethodni stvarati ekonomske i poslovne uvjete za naredni korak. Također je utvrđeno da suradnja sa SGS-om ne ograničava RIZ u razvijanju suradnje i poslovnih odnosa s bilo kojom drugom firmom na bilo kojem drugom programu.

SGS je ponudio više programa za suradnju. Dogovoreno je da se za početak suradnje odabere program montaže i testiranja tranzistora, multičip sklopova i linearnih integriranih sklopova u TO-3 kućištu.

Dogovor je postignut na slijedećim osnovama:

- SGS isporučuje opremu, tehnologiju, obučava RIZ-ov ka-

- dar i svojim kadrom asistira pri uhodavanju proizvodnje;
- SGS se obavezuje da u toku trajanja ugovora otkupljuje cjelokupnu proizvodnju određenu minimalnim i maksimalnim količinama;
  - SGS se obavezuje da će snabdjevati RIZ repromaterijalom potrebnim za ugovorenu proizvodnju, ako RIZ ne može potreban materijal nabaviti iz drugih izvora;
  - RIZ osigurava proizvodni prostor, radnu snagu i rukovodjenje proizvodnjom.

Nakon postignutog sporazuma sa SGS-om u RIZ-u je odlučeno da proizvodnju elemenata u TO-3 kućištu preuzme OOUR - Tvornica elemenata. Ta tvornica je jedan od najstarijih proizvođača elektroničkih elemenata u zemlji. Proizvodni program obuhvaća motane kondenzatore i štampane ploče. Proizvodnja elemenata u TO-3 kućištu organizirana je u prostoru gdje se do nedavno nalazila proizvodnja kondenzatora, koja je sada preseljena na drugu lokaciju. Zanimljivo je da se u prostoru, gdje sada započinje proizvodnja TO-3 tranzistora, svojevremeno prije sedamnaest godina započela i proizvodnja tranzistora u TO-18 i TO-5 kućištu.

U vrijeme kada smo posjetili novi pogon sva oprema je bila montirana, svi strojevi ispitani i upravo su proizvedeni prvi probni uzorci. Kapacitet postavljene linije iznosi 9 miliona komada elemenata u TO-3 kućištu godišnje. To je samo polovica kapaciteta dogovorenog sa SGS-om. Radi nedostatka prostora nije za sada bilo moguće smjestiti cijelu proizvodnu liniju. U RIZ-u se nadaju da će problem prostora biti uskoro riješen, što bi omogućilo da se postavi i drugi dio linije i ukupni godišnji kapacitet poveća na 18 miliona komada.

Proizvodni proces obuhvaća sve operacije počevši od rezanja silicij pločica do završnog testiranja i označavanja

elemenata. Sav rukovodeći stručni kadar i veći dio operatera su novi mladi radnici, koji su početnu obuku prošli dijelom u tvornicama SGS-a, a dijelom u Zagrebu pod nadzorom SGS-ovih stručnjaka.

Na pitanje da li RIZ namjerava proširiti suradnju sa SGS-om odgovoreno je pozitivno. Posao s TO-3 tranzistorima predstavlja eksperiment s kojim treba testirati mogućnost ovakve suradnje. Ukoliko obadvije strane budu zadovoljne s postignutim posao će se širiti na nova područja, ali o tome je još prerano govoriti.

U stručnoj javnosti čulo se više prigovora na aranžman RIZ-a i SGS-a. Smatra se da RIZ prihvaća nepotpunu i zastarjelu tehnologiju, pa cijeli posao ne znači ništa u pogledu tehničko-tehnološkog unapredjenja domaće proizvodnje poluvodičkih elemenata. Drugi prigovor odnosi se na narušavanje dogovora o pravcima i programima razvoja domaće proizvodnje poluvodičkih elemenata.

Posao o kojemu je riječ ne predstavlja tehnološku osnovu za razvoj elektroničke industrije. Tu činjenicu RIZ ne osporava. Medjutim naglašava se, s punim pravom, da ne treba ptcjenjivati montažu i testiranje poluvodičkih elemenata. To su vrlo važni dijelovi cjelokupnog tehnološkog procesa proizvodnje poluvodičkih elemenata.

Drugi prigovor takodjer ne stoji, jer je ovo isključivo izvozni posao i ne remeti poslovanje bilo kojem drugom domaćem proizvođaču poluvodičkih elemenata. Što više kroz nabavku repromaterijala na domaćem tržištu neto vrijednost deviznog priliva može se znatno povećati.

U ostvarivanju koncepcije dugoročnog razvoja elektroničke industrije u SR Hrvatskoj i ovakvi poslovi imaju svoju ulogu i bilo bi korisno da ih se realizira još mnogo više.

Miroslav Turina, dipl.ing.  
SSESD,  
Zagreb

#### USPEŠNA TEHNIČNA PREDSTAVITEV Herman Vidmar

Spomnite se zadnjega posvetovanja, ki ste se ga udeležili! Kolikokrat se je zgodilo, da je vaš kolega - referent projekiral diapozitiv in se pri tem čudil, da prenekateri poslušalec onstran prve vrste ni mogel prečitati teksta in ga razumeti? Ali še bolj enostavno: koliko predstavitev je bi-

lo suhoparno naštevanje teorije, enačb, rezultatov, zaključkov in dejstev, včasih spremljanih z diapozitivi, ki pa so bili predstavljeni le kot nadomestilo za pisani referat in jih je govornik uporabljal zgolj kot kazalo?

Kot inženir in strokovnjak zahtevate popolnost na tehničnem in znanstvenem polju, kot poslušalec pričakujete, da bodo predstavitve in diapozitivi jasni, razumljivi in zanimivi. Če ste predavatelj vi, zaslužijo vaši poslušalci vsekakor enake pogoje.

Preko 80 % človekovih komunikacij se odvija z gledanjem in le okoli 10 % s poslušanjem. Na splošno govori večina ljudi 125 besed na minuto, vendar lahko misli s 500 - 1000 besedami na minuto. Razumljivo je, da se lahko poslušalec v danih primerih podzavestno dolgočasi.

Vaša predstavitve ne sme popačevati dejstev, ne sme ji manjkati jasnosti in točnosti, ne sme biti prenasočena z informacijami, sicer boste veliko govorili, a nič sporočili. Vsekakor pa si zapomnite, da naj vi ne predstavite pisanega referata (ki bi ga sicer lahko samo čitali), ampak da izvedete predstavitve na osnovi pisanega referata. Namen vaše predstavitve naj bi bilo dejstvo, da vzbudite pozornost na vaš pisani referat tistim, ki so ga že prečitali.

Zato, da bi olajšali delo referentom, kako pripraviti svoj pisani referat in kako ga ustno predstaviti čim bolj efektno, smo sestavili

- Priporočila avtorjem za sestavo referatov in za ustno predstavitve na posvetovanjih

skupno z

- Navodilo avtorjem za oblikovanje referatov,

ki smo jih zbrali tudi iz obstoječe literature, predvsem iz priporočil UIT - mednarodne unije za telekomunikacije, ki ga je sestavila za referente zadnjega simpozija FORUM 83 v Ženevi in tudi iz priporočila A. Coloner-ja, ki ga je izdal IEE v Izraelu.

#### PRIPOROČILA AVTORJEM ZA SESTAVO REFERATOV IN ZA USTNO PREDSTAVITEV NA ZASEDANJIH POSVETOVANJ

Informacije, ki naj bi jih dobili udeleženci posvetovanj, se prenašajo v dveh oblikah:

- kot napisani in objavljeni referati v Zbornikih in
- kot ustna predstavitve ter diskusija na zasedanjih.

Za dosežanje maksimalnega uspeha sta potrebna dva povsem različna načina obdelave. Napisani in objavljeni referat naj bo bolj podroben, bolj določen in bolj koncentriran, ustna predstavitve pa mora teči od ideje do logičnega zaključka na način, ki omogoča domala takojšnje razumevanje.

#### Prvi del: Napisan in objavljen referat

Kljub temu, da je bil predložen povzetek referata sprejet, se lahko zgodi, da bo referat zavržen, če ne odgovarja eni od tem razpisa, če je usmerjen preveč komercialno, ali če je preveč specifičen in podroben opis proizvajalčevega izdelka. Referat naj poda tematiko kolikor mogoče novih aplikacij in mora nakazati rezultate, ki so bili doseženi.

Sicer naj bo referat, ki se objavi v Zborniku, izdelan na osnovi "NAVODILA AVTORJEM ZA OBLIKOVANJE REFERATOV" s priloženim podtiskanim formularjem za izvedbo prve strani referata.

#### Drugi del: Tehnika ustne predstavitve vsebine referata na zasedanju in priporočila avtorjem

Napisani referati in tehnika ustne predstavitve so naslovljeni na dve različni vrsti receptorjev. Kadar proučujete napisan referat, se lahko ustavite, se povrnete na mesta, ki vam razčistijo nejasne točke, preskočite odstavke, ki vas ne zanimajo in tako lahko prilagodite hitrost proučevanja vašemu lastnemu sistemu študija. Poslušalec na ustni predstavitvi nima te možnosti; časovna razvrstitev, koncentracija informacije in način podajanja so povsem v rokah predavatelja. Zaradi tega je potrebno uporabiti povsem drugačno tehniko pri ustni predstavitvi snovi kakor pri pisanju referata za objavo.

#### Priprava na vašo predstavitve

Pri pripravi vaše ustne predstavitve upoštevajte tale dejstva:

##### 1. Poslušalec je prej zasičen kot predavatelj!

Poslušalstvo bo poslušalo z razumevanjem le, če bo vaše predavanje skrbno časovno odmerjeno. Uporabljajte kratke stavke, govorite počasi, kakor v razgovoru ter uvajajte kratke odmore, da se lahko prebavijo pomembna dejstva posebno tedaj, če se predstavlja več težko razumljivih konceptov.

Izogibajte se skrajšank in kratic razen če ste sigurni, da so te splošno poznane.

V kolikor bo vaš referat simultano prevajan v katerega od drugih jezikov simpozija, govorite že zaradi vlnjenosti do poslušalcev in do simultanih prevajalcev skrbno, preudarno in v znosno odmerjenem tempu.



2. Govor ni napisan referat! Dobro napisan referat ni primeren za ustno predstavitvev, pa naj bo naučen na pamet ali čitan iz natipkanega materiala. Pri predvajanju bodite čim bolj neformalni in sproščeni.

Pot za dosego tega ni, da bi čitali dobesedno iz rokopisa. Uporabljajte skrbno pripravljene diapozitive ali prosojnice in naj vam služijo te kot osnova za vašo predstavitvev. Izogibajte se podrobnostim, ki so sicer bolj primerne za objavo v tisku, a jim poslušalci ne morejo zlahkoto slediti na predavanju. Podajte predvsem bistva.

3. Večina podajanj upošteva te glavne točke:

- Uvod: na kratko orišite predmet in nakažite tri ali štiri glavne teme vašega govora.
  - Namen: definirajte problem: zakaj ste izdelali to študijo? Zakaj je bil eksperiment izveden? Zakaj je bila naprava izdelana? Kako dobro deluje? Ali dosega rezultate, ki ste jih pričakovali?
  - Opis: opišite potek svojega dela izključno z vidika glavnih, pomembnih značilnosti. Preveč podrobnosti bi zbegalo poslušalce in zasenčilo vaše glavne argumente.
  - Rezultat - Poizkusite odgovoriti na vprašanje "kaj sem hotel doseči" in "kako je bil uporabljen rezultat vašega dela?"
  - Aplikacije in razširitve: obrazložite, kako se lahko uporabijo vaši rezultati na drugih področjih in nakažite, kakšno nadaljnje delo naj bi še sledilo. To bo pomagalo, da vzpodbudite vprašanje vašim poslušalcem.
- Naučite se glavne značilnosti vašega referata na pamet; napišite jih in nato govorite o njih z vašimi sodelavci; govorite o njih sami s seboj; govorite o njih v magnetofon. Preverite sami resničen čas trajanja podajanja. Tedaj in le tedaj ste pripravljeni da lahko govorite o tem vašim poslušalcem.

4. Odmero časa je najbolje ugotoviti s ponavljanjem.

Napišite povzetek, ki ga mislite povedati, nato ocenite čas predvajanja. Računajte na eventualno simultano predvajanje, primerna hitrost je okoli 120 do 140 besed na minuto. Uporabite magnetofon za ponavljanje; že po nekaj delnih ponovitvah boste dosegli izboljšanje.

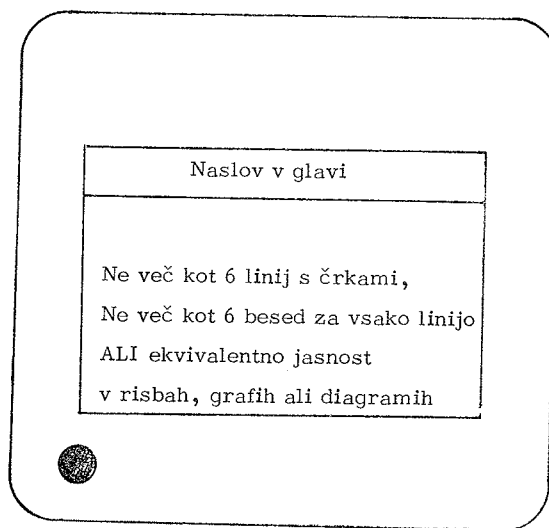
5. Določitev časa z ozirom na prilagajanje sposobnostim poslušalcev, da vam slede in da vas razumejo, bo prišla avtomatično, če boste mislili tako, kakor govorite, to je, če govorite o poglobitvini mislih v vašem referatu.

Izredno važno je, da ponavljate svoj govor vključno z diapozitivi ali prosojnicami tako, da boste zagotovili gladko tekoče podajanje in da se boste držali odmerjenega časa.

6. Matematiki je težko slediti razen, ko se študira detajlno in dovolj ležerno. V kolikor pa morate uporabiti matematične koncepte, jih uporabljajte le za svojske in posebne oblike in rešitve. Prepustite poslušalcem detajlnejšo obdelavo potem, ko bodo prečitali natisnjen referat.

7. Diapozitivi in prosojnice morajo biti enostavni in razumljivi že ob bežnem pogledu nanje. Tedaj ni časa, da bi se čitalo od strani, ni časa, da bi se odločali, kateri napis spada h kateri krivulji, ni časa, da bi izostrovali sliko z objektivom na skoraj nevidno drobne napise. Noben napis naj ne bo manjši od  $\frac{1}{20}$  celotne višine diapozitiva ali prosojnice.

Ponavljamo - izogibajte se majhnih črk!



8. Projecirana slika diapozitivov ali prosojnic naj bo primerna velikosti dvorane, raje večja. Zaradi tega je priporočljivo uporabiti diapozitive z vodoravnim formatom slike.

9. Diapozitivi naj bodo opremljeni z označbo za pravilno orientacijo. Priporočljivo je uporabiti belo točko premera 5 do 7 mm, ki jo namestite v levem spodnjem kotu, če držite diapozitiv tako, da lahko napise čitate. Slika kaže

glavne značilnosti, ki naj jih ima primeren diapozitiv. Odprtina diapozitiva je 36 x 24 mm in to z dolgo stranico v vodoravni legi. Montirani so v ohišju velikosti 50 x 50 mm. Priporočljivo je, da prinesete vaše diapozitive v magazinu, po možnosti okroglem.

Preizkusite vaše diapozitive ročno. V kolikor jih lahko prečitete brez projektorja ali povečevalnega stekla, lahko pričakujete, da bo projekcija nato tudi dobra.

#### 10. Prosojnice na transparentnih folijah.

Za projeciranje z grafoskopom lahko uporabljamo ali gole transparentne folije, na katere predavatelj lahko riše med predavanjem, ali pa prosojnice, ki jih izdelamo na folijah vnaprej. Dimenzija uporabne odprtine je 210 x 290 mm. Na 0,25 mm debelo ocatatno transparentno folijo se nariše s primernimi raznobarvnimi pisali ali s tušem risbe in napiše napise. Izdelava prosojnic je možna torej tudi brez fotografskega postopka. Prosojnice se lahko tudi obarva.

Predavatelj je med predvajanjem obrnjen proti udeležencem zasedanja tudi tedaj, ko razlaga risbo ali riše na folijo sam. Prednost projekcije z grafoskopom je v tem, da se lahko predvaja tudi v manj zatemnjeni dvorani.

#### Vizualni pripomočki - uporaba diapozitivov ali prosojnic

Za diapozitive velja važno priporočilo:

Z avtomatom za menjavo diapozitivov naj upravlja predavatelj sam!

Diapozitivi in prosojnice: V kolikor predstavlja diapozitiv ali prosojnica enostaven in en sam pojem ter je opremljen z dovolj velikimi črkami, ki se dajo lahko čitati, bo izredno pripomogel k dobremu uspehu vašega podajanja.

Pazite tudi na tale pravila:

1. Dajte udeležencem nekaj sekund časa, da pogledajo in proučijo projecirano sliko, predno začnete o njej govoriti. Vedite, da udeleženci ne morejo proučevati slike in poslušati vašo razlago sočasno.
2. Ne obračajte hrbta poslušalcem. Ne proučujte vašega diapozitiva in predavate hkrati. Koristno je, če izdelate spisek ali skice vaših diapozitivov iz vašega referata tako, da jih na govorilnem pultu zataknete v istem vrstnem redu, kot so nameščeni diapozitivi.

3. Uporabite vsak diapozitiv le enkrat. V kolikor morate govoriti o istem diapozitivu v različnih časih vašega predavanja, uporabite posebno kopijo diapozitiva in jo namestite na pravilno mesto. To bo odpravilo tavanje in prikazovanje napačnega diapozitiva.

4. Če ste končali z razlago podrobnosti na vašem diapozitivu ali prosojnici in jih ne potrebujete več, predvidite ali ponovno projekcijo naslova ali čakalnega diapozitiva ali prosojnice, ki naj bo obarvan s primerno barvo. To bo za udeležence prijeten predah in izognili se boste motnji, ki nastane, če se prižigajo luči v dvorani.

5. Objektiv in risba diapozitiva morata biti čista in jasna, kar se doseže z enostavno, kontrastno risbo. Barva ni vedno nujna. Edini zagovor za razumno uporabo barve je tam, kjer barve očitno povišajo vsebino informacije ali kjer usmerjajo gledalčevo pozornost na bistvo, ki ga želite poudariti. Barve so tudi koristne, če naj bi boljše razločevali na primer posamične krivulje ali če je barva sama del ideje, ki naj bo predstavljena na diapozitivu oziroma na prosojnici.

V kolikor ste izdelali vaš govor in vaše diapozitive ali prosojnice po teh priporočilih, potem ste dovolj pripravljeni, da boste imeli lahko, prepričljivo predstavitev. Če boste govorili tako, kakor mislite, se bo vaš govor avtomatsko prilagodil sposobnostim poslušalcev, da ga bodo sprejeli in razumeli.

Pomagalo bo tudi, če boste imeli v mislih tale priporočila, kaj storiti in kaj ne:

1. Govorite sproščeno. Na ta način bo vsak poslušalec čutil, da govorite naravnost njemu. Zaupajte mikrofону in ozvočenju, da vas bodo udeleženci dobro slišali.
2. Ne hitite  
Govorite počasi.  
Uvajajte premore med idejami, da boste sigurni, da ste jih zares obdelali - in pustite nekaj časa, da vam bo prevajalec lahko sledil.
3. Zamislite se v vaše poslušalce in predavajte tako, kot da bi sami slišali snov prvič.
4. Pazite na fizične pogoje za dobro predstavitev:  
Stojte v normalni a živahni drži, dihajte globoko in re-

dno glejte na vaš auditorij. Zavedajte se, da so vaši poslušalci porazdeljeni po vsej dvorani in da morate z vašim pogledom kar se da naravno motriti čim bolj pogosto vse predele dvorane.

5. Prinesite vaše diapozitive s seboj v lastnem magazinu že pravilno orientirane in v pravilnem vrstnem redu ter v kaseti, označeni z vašim imenom.

NE storite tega:

1. Ne čitajte pusto. Namesto tega povdarite ključne točke, važne diapozitive ali slične izbrane glavne predmete referata.

2. Ne poizkusite obdelati več kot enega ali dva bistvena predmeta. Bolje je obdelati manj bistvenih točk in te boljše, kakor pa izgubiti kontakt s poslušalstvom zaradi tega, če obdelujete preveč predmetov.
3. Ne strmite v "vesolje!" ali ne glejte le v en del dvorane. Ne visite togo na govorniškem pultu in ne glejte nepremično v vaš rokopis.
4. **NE UPORABITE MAJHNIH ČRK NA DIAPOZITIVIH!**
5. Ne govorite "Naslednji diapozitiv prosim" - uporabljajte sami tipko za menjavanje diapozitivov.

Herman Vidmar, dipl.ing.  
Elektrotehniška zveza Slovenije  
Ljubljana

## KAKO ZAŠČITITI NOVOSTI

Marijan Stele

Ker je področje industrijske lastnine, ki obsega tehnične izboljšave, patente, modele in vzorce, blagovne in storitvene znamke in označbe porekla proizvodov, slabo poznano širšemu krogu, želimo z javno objavo v vseh sredstvih obveščanja pomagati vsem bodočim inovatorjem pri njihovi ustvarjalnosti in jim hkrati omogočiti posredovanje osnovnih podatkov o pripravi, zaščiti, možnostih uredništvu in plasmana njihovih dosežkov.

Javno posredovanje teh informacij je še toliko pomembnejše, ker naš izobraževalni sistem tja do visokih šol ne nudi niti najosnovnejšega poznavanja tega področja celo tistim, ki končujejo šolanje. Prav tako pa bodo informacije dobrodošle vsem, ki ne vedo, kam bi se lahko obrnili za potrebne podatke, navodila, obrazce, nasvete in pomoč pri uveljavljanju svojih zamisli in rešitev.

Organizacije, ki se v Sloveniji ukvarjajo s to dejavnostjo, lahko nudijo potrebne podatke o patentni zaščiti v posameznih domačih in tujih podjetjih v Jugoslaviji in svetu, patentne in druge dokumente, preverijo, ali je novost že zaščitena, in katere rešitve so nove na sorodnem področju. Poznavanje znanih rešitev v zadnjem obdobju in načina ter obsega zaščite je največkrat bistveno za uspeh pri pridobitvi zaščitne pravice. Iz analize podatkov na področju industrijske lastnine je moč razbrati razvojne usmeritve, opuščanje posameznih področij proizvodnje in opreme, poslovne in tržne interese, možnosti kopiranja izdelkov in

uporabe tujega znanja. Prav zato je danes postalo poznavanje iskanja in analize informacij na področju industrijske lastnine osnova za razvoj novih proizvodov in tehnologij in načrtovanje raziskav ter usmerjanje inovativne dejavnosti na področja, ki so tržno zanimiva in proizvodno uresničljiva v svoji sredini in v delavnem okolju.

Oblike zaščite so:

### KORISTNI PREDLOGI

Za vzpodbujanje in kreativno aktiviranje je zelo primerna akcija nagrajevanja vsakega predloga, ki predvideva spremembo obstoječega stanja. Predlogi so lahko pozitivni ali negativni in služijo posameznim službam za analizo in nadaljnje razvijanje dobrih predlogov, ki naj se v praksi dvojno stimulirajo. V praksi se je pokazalo, da je ta način zelo primeren za vzpodbujanje ljudi in prav nikjer niso bili stroški nagrajevanja večji od prihrankov (na primer na Japonskem + 68 %, ZRN + 46 %, Avstrija + 44 %, ZDA + 38 % v korist prihrankov).

Zanimivi so poskusi s krožki z ustnimi predlogi, ki se beležijo in se vrednotijo s povečanjem vrednosti točke.

Pri nas so v vseh delovnih organizacijah, ki so to uvedle, zaznali dvakratno do petkratno povečanje inventivne dejavnosti.

## TEHNIČNE IZBOLJŠAVE

To so vse oblike racionalizacije dela, ki nastanejo z znanimi delovnimi sredstvi in postopki, vendar s končnim rezultatom v povečanju dohodka, izboljšanju kvalitete, prihranka energije, materialov, časa izdelave, izboljšanje izkoriščenosti opreme, kontrole proizvodov, varstva pri delu in okolja.

Tehnične izboljšave ne zajemajo rutinska dela in delovanje opreme in sredstev. Za razlikovanje med delovno dolžnostjo in inovacijo je pomembno, če je bila za načrtovani razvoj odprta delovna naloga, ki je nakazovala rešitev in imela evidentirane stroške za pripravljala dela pred rešitvijo. V nasprotnem primeru je inovator, če delovna naloga ni bila v okviru njegovega stalnega in rutinskega delokroga, v vsakem primeru upravičen do prijave tehnične izboljšave. Le-to je dolžan pisмено prijaviti svoji DO z opisom, podatki ali risbo ter predlogi za njeno uporabo in opisom prednosti pred obstoječim stanjem. DO mu mora pomagati pri realizaciji priprave nove rešitve in jo v 3. mesecih tudi preiskusiti in avtorja pisмено obvestiti, ali rešitev sprejema ali ne oziroma pojasniti, da ta tehnično ni izvedljiva.

Če rešitev sprejme, jo mora uporabiti v roku 1. leta in obvestiti o tem regionalno gospodarsko zbornico, drugače pa je je na razpolago vsem DO v državi, kar velja tudi, če DO rešitev zavrne.

Avtor je upravičen do posebnega plačila za njeno uporabo največ za 5 let od začetka njene uporabe. Višina plačila je odvisna od ustvarjenega povečanega dohodka ali zmanjšanja stroškov, ali izgube z njeno uporabo, ki je običajno določena s pogoji v samoupravnem splošnem aktu DO, ne sme pa biti manjša (v praksi je od 0,5 do 3 % povečanega dohodka). Če teh samoupravnih aktov DO nima, jih mora urediti v 6 mesecih po prejemu 1. tehnične izboljšave.

Med DO se prodaja tehnične izboljšave uravnava s samoupravnim sporazumom. Pri tem je zelo pomembno, da lahko avtor in DO odpreta delovni nalog in evidentirata stroške pri pripravi in realizaciji, ki ju vključita v svoje zahteve. To je še posebno pomembno, če pride do spora, ki ga rešuje sodišče združenega dela.

Regionalne gospodarske zbornice, ki jim morajo DO javljati vse uporabljene in zavrnjene rešitve, morajo le-te nuditi vsem OZD in delavcem v državi z osnovnimi podatki.

Tehnična izboljšava je tudi rešitev, ki ji ni podeljena patentna pravica, ki pa izpolnjuje enega od zahtevkov in povečuje dohodek.

Pri nas je zabeleženih le majhno število tehničnih izboljšav. Večina regionalnih gospodarskih zbornic nima zbranih podatkov. Na področju trženja deluje organizacija NOVUM v Ljubljani in posamezne institucije, DO in poslovne skupnosti, ki vključujejo izboljšave v svojo ponudbo.

Predvidena je računalniška obdelava in pregled ponudbe in povpraševanja po inovacijah pri ITEO-ju v Ljubljani. Osnovna navodila daje avtorjem Regionalni center za patente v SRS, strokovno pomoč pa Patentna pisarna v Ljubljani.

## PATENT

To je izum, s katerim se zavaruje novo rešitev tehničnega problema, ki je tehnično izvedljiv in se da uporabiti v industrijski proizvodnji ali drugi dejavnosti in če ni zajet v znanem stanju tehnike. To pa pomeni, da pred prijavo ni bil objavljen in prikazan ali uporabljen (razen na sejmu v roku 3 mesecev), če je vsebinsko podoben drugi patentni prijavi. Ne more se patentirati kemičnih proizvodov, zlitin, farmacevtskih in živilskih izdelkov, gnojil in zaščitnih sredstev, jedersko gorivo, naprav in sredstev za varstvo, zmesi več snovi, rastlinskih, živalskih vrst in bioloških postopkov ter izumov, ki nasprotujejo morali in zakonu.

Patent velja od dneva priporočene prijave Zveznemu zavodu za patente v Beogradu z vplačano takso 72 din s potrdilom o zaposlitvi v DO ter za študente in upokojence. Po 18 mesecih je javno objavljena prijava in v roku 4 let je treba vložiti zahtevo za preizkus preveritve, če gre resnično za patent in mora pri tem vplačati 1.000.- din. Ob tem mora avtor ali zastopnik plačati še takse za objavo patentne prijave, tiskanje patenta in za trajanje patenta - skupni stroški znašajo povprečno 1.500.- din, za privatnike pa 15.000.- din.

Patent traja 7 let od dneva objave (18 mesecev po prijavi). Avtorju pripadajo vse pravice, ko mu je patent podeljen, vendar pa so mu priznane od dneva, ko je patent prijavil. Žal je ta rok pri nas 4 - 7 let, v tujini pa 2 - 3 leta. Če se patent uporablja in zadošča za potrebe pri nas, se lahko podaljša ob plačilu takse še za 7 let.

Izumitelj je dolžan po zakonu patent najprej prijaviti v SFRJ, nato pa ga lahko prijavi v roku 12 mesecev še v drugih državah.

Izumitelj lahko zahteva ob plačilu dodatne takse 12.- din objavo patentne prijave že po 3. mesecih, da tako skrajša postopek podelitve patenta.

Zaupni izumi se ne objavljajo, avtor pa dobi zanje enkratno odškodnino.

Če prijavitelj napačno vloži prijavo, mu ZZP določi rok za popravek (običajno 3 mesece). Vsakdo lahko ugovarja podeljeni patentni pravici ves čas trajanja patenta od objave prijave preko pristojnega sodišča.

Izumitelj ima pravico do posebne nagrade tudi v primeru, če se v OZD patent ne uporablja, a je bil ustvarjen v njej in tudi, če se izum izkorišča, pa ni mogoče določiti njegovega vpliva na povečanje dohodka.

#### MODEL IN VZOREC

Z modelom se zavaruje nova zunanja oblika industrijskega ali obrtnega izdelka ali njegovega dela.

Z vzorcem se zaščiti nova slika ali risba, ki jo lahko prenesemo na določen izdelek ali njegov del.

S to obliko zaščite ne moremo zavarovati fotografskih in kartografskih del, tehničnih načrtov in skic, grbov ali stvari, ki nasprotujejo zakonu in morali družbe.

Zaščita modela in vzorca traja 5 let od dneva prijave z možnostjo podaljšanja še za 5 let, če zadovoljuje potrebe domačega trga. Prijavo je treba na izpolnjenem obrazcu s priloženim opisom, sliko, risbo, skico ali fotografijo oblike priporočeno prijaviti pri ZZP v Beogradu in vplačati takso 42.- din za posameznike s potrdilom o zaposlitvi, študente in upokoјence. OZD in privatniki plačajo 280.- din.

Pri zaščiti je pomembno navesti področja mednarodne klasifikacije vzorcev in modelov, na katerih se ti ščitijo, saj velja zaščita le za navedena področja.

Pred zaščito v tujini je potrebna prijava v SFRJ.

Izumitelji dobijo osnovna navodila in obrazce pri ZZP, na Regionalnem centru SRS, strokovno pomoč priprave in pri vodenju postopka pa v Patentni pisarni.

Pri Regionalnem centru SRS je v pripravi računalniška obdelava podatkov o zaščiti modelov in vzorcev po področjih in predmetih zaščite, državah in podjetjih.

#### BLAGOVNA IN STORITVENA ZNAMKA (ŽIG)

Z njo se zavaruje znak, ki je v prometu namenjen za ločevanje blaga in storitev iste ali podobne vrste. Znak je lahko v obliki slike, risbe, besede, izraza, vinjete, šifre, skrajšanke, kombinacije znakov in barv.

Enak ali podoben znak lahko uporablja druga organizacija ali oseba, vendar za drugo vrsto proizvodov. Združenja lahko zaščitijo kolektivno znamko, ki jo lahko uporablja več DO. Trajanje žiga ni omejeno, če se uporablja. Prijavo znamke je potrebno priporočeno prijaviti ZZP na izpolnjenem obrazcu ob plačilu takse 420.- din ter predloženem klišeju in odtisku, ob kolektivni znamki pa tudi samoupravni akt o združevanju DO. Pomembno pri prijavi je točno navesti vse vrste blaga po mednarodni klasifikaciji blaga in storitev, za katere velja zaščita.

Pred zaščitenjem znamke v tujini jo je potrebno najprej zaščititi pri nas, v roku 6 mesecev pa v tujini. S tem se pridobi prednostna pravica. Preko ZZP v Beogradu se lahko znamka zaščiti pri Mednarodnem biroju za zaščito industrijske lastnine v Ženevi, in velja zanjo hkrati zaščita v 23 državah.

Osnovna navodila in obrazce dobijo prijavitelji pri ZZP Regionalnem centru SRS, strokovno pomoč pri pripravi in vodenju postopka pridobitve zaščitne pravice pa v Patentni pisarni v Ljubljani.

#### OZNAČBA POREKLA PROIZVODA

Označba zavaruje in ščiti zemljepisno poreklo in ime proizvoda, katerega lastnosti so odvisne od kraja ali območja, kjer je izdelan, če so te lastnosti posledica podnebja, tal, naravnih značilnosti ali če je ime nastalo zaradi tradicionalne, dolge uporabe (naravni proizvodi, kmetijski pridelki, domača obrt, industrijski in obrtniški značilni proizvodi).

Področja in pogoje, kjer velja ta oblika, določi GZ Jugoslavije na predlog republiških ali pokrajinskih zbornic.

Uporabljati jo smejo le proizvajalci in trgovci, ki so vpisani v register pri ZZP.

Navodila in osnovne informacije o tem dajejo ZZP, gospodarske zbornice republik in Regionalni center za patente SRS.

#### PRILOGA

Pri nas se ukvarjajo s patenti:

1. Zvezni zavod za patente, Uzun Mirkova 1, Beograd  
(tel. 011 636 466, preiskave o zaščiti, prijavljanje, podeljevanje, dokumentacija).
2. Regionalni center ZZP v SRS, Parmova 33, Ljubljana

(tel. 061 316 525, dokumentacija, navodila, svetovanja, preiskave o zaščiti)

3. Patentna pisarna, Čopova 14, Ljubljana  
(tel. 061 217 012, prijave in vodenje postopkov zaščite)
4. Informacijski center, Kardeljeva ploščad 17, Ljubljana  
(tel. 061 344 189, naslovni računalniški podatki, statusne in zaščitne preiskave)

Ing. Marijan Stele  
Poslovna skupnost za svetovanje  
Ljubljana

#### PROGRAM SIMPOZIJA SD-85

Pavle Tepina

Ponedeljek, 7. oktobra 1985  
15.00 - 19.00

GR  
Dvorana A

Predsednik: R. Ročak

#### OTVORITEV

F. Jan, Iskra IEZE - TOZD HIPOT Šentjernej  
TEHNOLOGIJA POVRŠINSKE MONTAŽE ELEKTRONSKIH SESTAVNIH DELOV

E. Kansky, IEVT, Ljubljana  
ZAKAJ RAZVOJI ELEKTRONSKIH SESTAVNIH DELOV ZAMUJAJO

#### ODMOR

Predsednik: F. Jan

D. Ročak, Institut J. Stefan, Ljubljana  
F. Jan, Iskra IEZE - TOZD HIPOT, Šentjernej  
PREISKAVE KVALITETE POLIMERNIH ZAŠČIT ZA DEBELOPLASTNA VEZJA

M. Hrovat, D. Ročak, Institut J. Stefan, Ljubljana  
M. Gorišek, Iskra IEZE - TOZD HIPOT, Šentjernej  
SPREMEMBE UPORNOSTI DEBELOPLASTNIH UPOROV PO STARANJU

G. Prajdić, RO RIZ IETA, Zagreb  
FOTONAPONSKI PRETVARAČI IZRADJENI TEHNIKOM DEBELOG FILMA

O. Aleksić, D. Djaković, D. Todorović, Institut bezbednosti, Beograd  
P. Nikolić, Elektrotehnički fakultet, Beograd  
PRORAČUN OTPORNIKA U DEBELOM FILMU POMOČU NOVOG INTEGRALNOG EGET MODELA

V. Pantović, M. Radulović, EI-IRI, Beograd  
PROMENE DEBLJINA SLOJEVA U TOKU SINTEROVANJA DEBELIH SREBRNIH SLOJEVA

N. Strižak, RO RIZ IETA, Zagreb  
UTJECAJ HIBRIDNE MIKROELEKTRONIČKE TEHNOLOGIJE NA RAZVOJ TEHNOLOGIJE POVRŠINSKE MONTAŽE ELEMENTATA

A. Banovec, K. Požun, M. Kern, IEVT, Ljubljana  
M. Zgonik, Avtomontaža-TOZD Tovarna grelnih naprav, Ljubljana  
TANKOPLASTNI VERIŽNI TERMOELEMENT NiCr/Ni

T. Sladič, R. Ročak, Iskra-DO Mikroelektronika, Ljubljana  
NOSILCI TABLETK, MODERNA OHIŠJA MIKROELEKTRONSKIH VEZIJE ZA POVRŠINSKO MONTAŽO

Torek, 8. oktobra 1985  
08.30 - 12.30

GR  
Dvorana C

Predsednik: S. Rundić

M. Djokić, M. Damjanović, VTI, Beograd  
S. Rundić, TOC, Beograd  
VREDNOVANJE VIŠEPARAMETARSKOG IZBORA POLUPROVODNIKA ZA PROFESIONALNE UREDJAJE

Z. Zemljič, Iskra IEZE, Ljubljana  
ELEKTRONSKI ELEMENTI OCENJENE KAKOVOSTI PO SISTEMU IS 9000

M. Komljenović, R. Čajavec, Banja Luka  
S. Širbegović, Elektrotehnički fakultet, Banja Luka  
TESTIRANJE, IZBOR I ODREĐIVANJE EKVIVALENATA TRANZISTORA UZ POMOĆ RAČUNARA

D. Vučenović, S. Golubić, N. Tesla, Zagreb  
FUNKCIONALNO ISPITIVANJE INTEGRIRANIH SKLOPOVA VISOKOG (LSI) I VRLO VISOKOG (VLSI) STUPNJA INTEGRACIJE

S. Juras, N. Tesla, Zagreb  
ISPITIVANJE EPROM-ova S OSVRTOM NA UZROKE KVAROVA I NJIHOVO OBRAZAVANJE NA RAD INTEGRIRANOG SKLOPA

Z.S. Nikolić, Elektronski fakultet, Niš  
JEDNO REŠENJE INFORMACIONOG SISTEMA KONTROLE KVALITETA POLUPROVODNIČKIH KOMPONENATA

#### ODMOR

Predsednik: M. Slokan

M. Dvoršek, Iskra IEZE - TOZD Keramika  
M. Kosec, Institut J. Stefan, Ljubljana

- DONORSKO SUBSTITUIRANA PZT KERAMIKA - MIKRO-  
STRUKTURA IN ELEKTROMECHANISKE LASTNOSTI
- S. Beseničar, M. Drogenik, Institut J. Stefan, Ljubljana  
LASTNOSTI NiZn FERITOV PRIPRAVLJENIH S SINTRANJEM  
POD PRITISKOM
- W. Włosinski, Welding Departement, Varšava, Poljska  
CHARACTERIZATION OF CERAMIC TO METALS SEALS BY  
INTERFACES
- M. Limpel, Iskra IEZE - TOZD Feriti, Ljubljana  
Mn-Zn FERITI ZA MOČNOSTNO ELEKTRONIKO
- B. Navinšek, M. Peternel, Institut J. Stefan, Ljubljana  
ELEKTRIČNE LASTNOSTI, STABILIZACIJA IN TOPOGRAF-  
SKA ANALIZA NAPRŠENIH KROMOVH PLASTI
- B. Navinšek, M. Peternel, Institut J. Stefan, Ljubljana  
UPOROVNE KOMPONENTE V TANTALOVH TEHNOLOGIJI NA  
RAVNIH KERAMIČNIH SUBSTRATIH
- F. Friedrich, M. Jakič, S. Pejovnik<sup>+</sup>, Iskra-Industrija  
baterij,  
<sup>+</sup>Kemijski inštitut "B. Kidrič", Ljubljana  
SINTEZA IN KARAKTERIZACIJA KATODNIH NOSILCEV  
ZA Li/SOCl<sub>2</sub> BATERIJE
- Torek, 8. oktobra 1985 GR  
08.30 - 12.30 Dvorana B
- Predsednik: D. Kolar
- F. Skripin, I. Ščerba, M. Ristić, Univerzitet Beograd,  
Centar za multidisciplinarne studije  
OPTIČESKIJE SVOJSTVA I ENERGIČESKAJA STRUKTURA  
OKISI NIKELJA I DUOKISI VANADIJA
- I. Ščerba, J. Dutčag, M. Koterlin, O. Babič, F. Skripnik  
L. Anatasoska, M. Ristić, Univerzitet Beograd, Centar za  
multidisciplinarne studije  
ELEKTRONOE STROJENJE, FIZIČESKIJE SVOJSTVA I RENT-  
GENOVSKIJE SPEKTRI SOEDINJENJA TIPA R.E.M<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>
- Z. Nikolić, Elektronski fakultet, Niš  
M. Ristić, Centar za multidisciplinarne studije, Beograd  
PRILOG PROUČAVANJU KINETIKE RASTA VRATA TOKOM  
PROCESA SINTEROVANJA
- Z. Nikolić, Elektronski fakultet, Niš  
M.M. Ristić, Centar za multidisciplinarne studije, Beograd  
PRILOG UOPŠTAVANJU DIJAGRAMA
- ODMOR
- N. Cvetković, M. Dragojević-Nešić, RO Galenika, Beograd  
M. Ristić, Institut tehničkih nauka SANU, Beograd  
KINETIKA I MEHANIZAM SINTEROVANJA PMMA
- N. Novaković, Filozofski fakultet, Niš  
S. Stojilković, Elektronski fakultet, Niš  
NEKE TRANSPORTNE OSOBINE PLAZME U SMEŠI KSENONA  
I CELZIJUMA
- Z. Pavlović, S. Djordjević, RO EI-Poluprovodnici, Niš  
STRUJNO POJAČANJE DARLINGTON TRANZISTORA SNAGE
- R. Ramović, D. Tjapkin, V. Obradović, Elektrotehnički  
fakultet, Beograd  
RASPODELA TEMPERATURE U PIN-DIODI IZLOŽENOJ MIK-  
ROTALASNIM IMPULSIMA
- M. Radović, Filozofski fakultet, M. Pejović, Elektronski  
fakultet, B. Živković, Medicinski fakultet, Niš  
JEDNA APROKSIMATIVNA METODA ZA ODREĐIVANJE  
STATIČKOG PROBOJNOG NAPONA
- Torek, 8. oktobra 1985 GR  
15.30 Kinodvorana
- Letna skupščina SSES
- Ustanovni občni zbor Društva za elektronske sestavne dele,  
mikroelektroniko in materiale
- Sreda, 9. oktobra 1985 GR  
08.30 - 12.30 Dvorana C
- Predsednik: E. Pirtovšek
- P. Šega, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana  
SENZORJI - STANJE PRI NAS IN TRENDI
- M. Hrovat, S. Maček, Institut J. Stefan, Ljubljana  
D. Belavič, Iskra IEZE - TOZD HIPOT, Šentjernej  
DEBELOPLASTNI SENZOR ZA MERJENJE PRETOKA TOPLOTE
- M. Tasevski, A. Trčelj, M. Pohl, IEVT, Ljubljana  
MERITVE POLPREVODNIŠKIH LASTNOSTI HgCdTe SENZORJA
- B. Lavrenčič, J. Polanec, A. Kandušer, P. Cevc, Institut  
J. Stefan, Ljubljana  
PIROELEKTRIČNI DETEKTOR INFRARDEČEGA SEVANJA
- I. Pečenko, J. Mihelič, Iskra Avtomatika - TOZD Razvoj-  
ni inštitut, Ljubljana  
MINIATURIZACIJA BREZKONTAKTNIH INDUKTIVNIH  
STIKAL
- B. Wagner, D. Kohlenbrand, S. Salem, Iskra, Tovarna  
žarnic, Ljubljana  
E. Kinsky, V. Nemanič, IEVT, Ljubljana  
ELEKTROLUMINISCENTNI PANEL
- R. Tavzes, IEVT, Ljubljana  
HERMETIČNI RELEJI
- L. Koller, IEVT, Ljubljana  
TANKOPLASTNI POTENCIOMETER S ŠČETKASTIM DRŠNIKOM
- M. Jenko, IEVT, Ljubljana  
VAKUUMSKO DIFUZIJSKO KROMIRANJE MEHKEGA ŽELE-  
ZA ZA RELEJE
- T. Korica - SOUR RIZ - RO IETA, Zagreb  
PROJEKTIRANJE I MJERENJE MAGNETSKIH MATERIJALA  
ZA PRIMJENU U ELEKTRONICI
- ZAKLJUČEK
- Pavle tepina, dipl.ing.  
SSES  
Ljubljana

**INSTITUT HTM**  
**OUR institut za mikroelektronske**  
**tehnologije i monokristale**  
**SILICIJUMSKE PIN FOTODIODE**

VRSTA	TIP PODLOGE	AKTIVNA POVRŠINA (mm <sup>2</sup> )	PAKOVANJE	RADNI NAPON (V)	PROBNI NAPON (V)	STRUJA MRAKA (nA)		OSETLJIVOST (A/W)						NEP (10 <sup>-12</sup> W/Hz)			KAPACI- TIVNOST (pF)			VREME USPOSTAV- LJANJA 50 Ω (nS)	STEPEN RAZVOJA	PRIMEDBA
						TIP	MAX	900nm	1060nm	900nm	1060nm	TIP	MIN	TIP	MAX	TIP	MAX	TIP	MAX			
FD08N	N	0.8	TO-18	45	100	10	50	0.60	0.50	0.15	0.10	<0.1	0.5	<0.4	2	2.5	3	3	Atestirana matose- rijska proizvodnja			
FD5N	N	5	TO-5	45	100	30	100	0.60	0.50	0.15	0.10	<0.15	0.7	<0.5	3	8	10	5	Atestirana matose- rijska proizvodnja			
FD80N	N	80	TO- 25mm	45	100	300	1200	0.60	0.50	0.15	0.10	1	4	4	16	70	120	10	Uradjena prototi- pska partija			
FD5P	P	5	TO-5	200	250	30	150	0.60	0.50	0.45	0.40	<0.15	1.0	<0.25	1.5	2.5	3	< 11 <sup>(2)</sup>	Atestirana matose- rijska proizvodnja			
QDY7P	P	7	TO-5 TO-8	200	250	20	80	0.60	0.50	0.45	0.40	<0.2	0.7	0.30	3	1.2	1.4	< 11 <sup>(2)</sup>	Atestiranje u toku	Kvadratne fotodiode		
QDY60P	P	80	TO- 25mm	200	250	1000		0.60		0.45		3	< 6		10		< 20 <sup>(2)</sup>	Kraj	Sve veličine date po kvadrantu			
LFD05P	P	0.5	TO-18	300- 400	500	50		75		20		<0.02	<0.05		2			Istraživanje	Levinske fotodiode			

1) NA 50% AMPLITUDE

2) 10% - 90% AMPLITUDE





ISKRA IEZE

TOZD HIPOT

68310 ŠENTJERNEJ

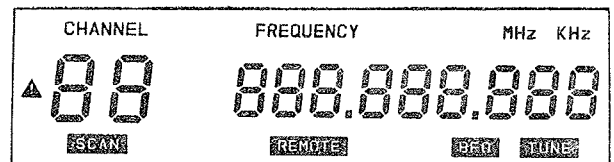
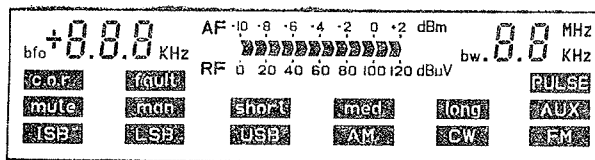
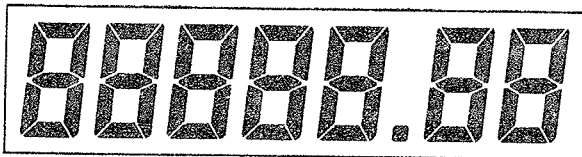
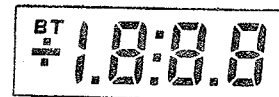
TEL. 068 32-017

32-020

32-104

32-105

IZDELUJEMO VSE VRSTE INSTRUMENTALNIH PRIKAZALNIKOV  
S TEKOČIMI KRISTALI - OD STANDARDNIH STEVILČNIH DO  
SPECIALNIH PO NAROČILU.



## OSNOVNE TEHNIČNE KARAKTERISTIKE:

Krmilna napetost	$3 \div 10V_{ef}$
Poraba toka	$1 \div 5\mu A$
Temperaturno območje delovanja standardno	$-10 \div 55^{\circ}C$
	razširjeno $-25 \div 80^{\circ}C$
Življenjska doba	50000 h

ISKRA MIKROELEKTRONIKA  
 Stegne 15 d, Ljubljana  
 Inženiring  
 tel. (061) 576-311

NOVA VEZJA IZ ISKRE MIKROELEKTRONIKE

EMZ 1409

Vezje za krmiljenje koračnega motorja. Izdelano je z nizkonapetostno CMOS tehnologijo. Napajalne napetosti so v območju od 1,1V do 3V. Vezje je dobavljivo v plastičnem ohišju (8 izvodov).

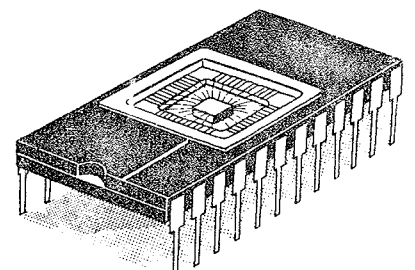
EMZ 1410

Časovno vezje, izdelano s tehnologijo CMOS, z napajalnimi napetostmi od 3V do 12V. Na izhodih generira sekundne impulze in impulze s frekvenco 32 kHz. Frekvenca oscilatorja je 4,2 MHz ali 8,4 MHz. Vezje je dobavljivo v keramičnem ohišju (8 izvodov).

EMZ 1412

Dvojni 128 bitni statični pomikalni register. Vezje je izdelano s tehnologijo CMOS, z napajalnimi napetostmi od 3V do 12V in frekvenco urnih impulzov do 2 MHz.

Vezje je dobavljivo v plastičnem ohišju (8 izvodov).



## Navodila avtorjem

Publikacija Informacije SSES D je zainteresirana za prispevke domačih in inozemskih avtorjev — še posebej članov SSES D — s področja elektronskih sestavnih delov, mikroelektronike in materialov, ki jih lahko razvrstimo v naslednje kategorije: izvirni znanstveni članki, strokovni članki, pregledni strokovni članki, mnenja in komentarji, strokovne novosti, članki iz prakse, članki in poročila iz delovnih organizacij, inštitutov in fakultet, članki in poročila o akcijah SSES D, članki in poročila o dejavnostih članov SSES D.

Sponzorji SSES D lahko brezplačno objavijo v vsaki številki publikacije po eno stran strokovnih informacij o svojih novih proizvodih, medtem ko je prispevek za objavo strokovnih informacij ostalih delovnih organizacij 6000 din za A4 stran.

Prispevek mora biti pripravljen tako:

- a) Imena in priimki avtorjev brez titula
- b) Naslov dela, ki ne sme biti daljši od 15 besed in mora jasno izražati problematiko prispevka
- c) Uvod — formulacija problema
- d) Jedro dela
- e) Zaključek
- f) Literatura
- i) Imena in priimki avtorjev, vključno s titulami in naslovi njihovih delovnih organizacij

Rokopis naj bo jasno tipkan v razmaku 1,5 v širini 12 cm (zaradi montaže na A3 formatu in pomanjšave na A4 format) na A4 listih. Obseg rokopisa naj praviloma ne bo večji od 20 s strojem pisanih listov A4, na katerih je širina tipkanja 12 cm.

Risbe je potrebno izdelati s tušem na pavs papirju ali belem papirju. Vsaka risba, tabela ali fotografija naj ima številko in podnapis, ki označuje njeno vsebino. Podnapisi za risbe, ki so široke do 12 cm, naj bodo tipkani do širine 12 cm, za risbe, ki so širše, pa širina podnapisa ni omejena. V tekstu je potrebno označiti mesto, kjer jih je potrebno vstaviti. Risbe, tabele in fotografije ni potrebno lepiti med tekst, ampak jih je potrebno ločeno priložiti članku.

Delo je lahko pisano v kateremkoli jugoslovanskem jeziku, dela inozemskih avtorjev pa v angleščini ali nemščini.

Avtorji so v celoti odgovorni za vsebino objavljenega sestavka.

Informacije SSES D izhajajo aprila, junija, septembra in decembra v tekočem letu.

Rokopise, prosimo, pošljite mesec dni pred izidom številke na:

Uredništvo Informacije SSES D  
Elektrotehniška zveza Slovenije  
Titova 50  
61000 LJUBLJANA

Rokopisov ne vračamo.

## Upute autorima

Publikacija »Informacije SSES D« zainteresirana je za priloge domačih i inozemskih autora, naročito članova SSES D. Priloge s područja elektroničkih sastavnih dijelova, mikroelektronike i materijala možemo razvrstati u sledeće skupine: izvorni znanstveni članci, stručni članci, prikazi stručnih članaka i drugih stručnih radova, mišljenja i komentari, novosti iz struke, članci i obavijesti iz prakse, članci i obavijesti iz radnih organizacija, instituta i fakulteta, članci i obavijesti o akcijama SSES D, članci i obavijesti o djelatnosti članova SSES D.

Sponzori SSES D-a mogu besplatno u svakome broju publikacije objaviti po jednu stran stručnih informacija o svojim novim proizvodima. Ostale radne organizacije plaćaju za objavljivanje sličnih informacija 6.000 din po jednoj A4 stranici.

Prilozi trebaju biti pripremljeni kako slijedi:

- a) Ime i prezime autora, bez titula
- b) Naslov ne smije biti duži od 15 riječi i mora jasno ukazati na sadržaj priloga
- c) Uvod u kojemu se opisuje pristup problemu
- d) Jezgro rada
- e) Zaključak
- f) Korištena literatura
- i) Imena i prezimena autora s titulama i nazivima institucija u kojima su zaposleni.

Rukopis treba biti uredno tipkan na A4 formatu u razmaku redova 1,5 i širini reda 12 cm (zbog montaže na A3 format i presnimavanja). U pravilu, opseg rokopisa ne treba prelaziti 20 tipkanih stranica A4 formata s redovima širine 12 cm.

Crteže treba izraditi tušem na pausu ili bijelom papiru. Svaki crtež, tablica ili fotografija treba imati naziv i broj. Za crteže do 12 cm širine naziv ne smije biti širi od 12 cm. Za crteže veće širine nije ograničena širina naziva. U tekstu je potrebno označiti mjesto za crteže. Crteže, tablice i fotografije ne treba lijepiti u tekst, već je potrebno priložiti ih članku odvojeno.

Rad može biti pisan na bilo kojem od jugoslavenskih jezika. Radovi inozemnih autora trebaju biti na engleskom ili njemačkom jeziku.

Autori odgovaraju u potpunosti za sadržaj objavljenog rada.

»Informacije SSES D« izlaze u aprilu, iunu, septembru i decembru tekuće godine.

Rokopise za slijedeći broj šaljite najmanje mjesec dana prije izlaska broja na:

Uredništvo »Informacije SSES D«  
Elektrotehniška zveza Slovenije  
Titova 50  
61000 LJUBLJANA

Rokopise ne vračamo.

## **Sponzorji SSED**

## **Sponzori SSED**

RIZ-KOMEL OOUR TVORNICA POLUVODIČA, Zagreb

SELK — TVORNICA SATOVA, Kutina

ISKRA — IEZE TOZD HIPOT, Šentjernej

ISKRA — MIKROELEKTRONIKA, Ljubljana

ULJANIK, Pula

RIZ-KOMEL OOUR ELEMENTI, Zagreb

ISKRA — IEZE TOZD SEM, Ljubljana

ISKRA — IEZE TOZD TOVARNA POLPREVODNIKOV, Trbovlje

UNIS — RO TVORNICA TELEKOMUNIKACIJSKE OPREME, Mostar

ELEKTRONIK — PROIZVODNJA ELEKTRIČKIH UREĐAJA, Zagreb

ISKRA — AVTOMATIKA, Ljubljana

ISKRA — INDUSTRIJA KONDENZATORJEV, Semič

FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO, Ljubljana

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET, Niš

RAZISKOVALNA SKUPNOST SLOVENIJE, Ljubljana

ISKRA — TOVARNA TELEVIZIJSKIH SPREJEMNIKOV, Pržanj