

# VAKUUMIST

5

november  
1983

GLASILO DRUŠTVA ZA VAKUUMSKO TEHNIKO SLOVENIJE

## VSEBINA

1. Vrstični elektronski mikroskop
2. Novi ionizacijski vakuumeter
3. IX. jugoslovanski vakuumski kongres - Zagreb 1983
4. Delo JUVAK-a od 1979 do 1983
5. Člani republiških društev izvoljeni v organe JUVAK-a na skupščini 15.10.1983
6. Vtisi z IX. mednarodnega vakuumskega kongresa - Madrid 1983
7. Vakuumski merilnik z vrtečim se rotorjem
8. Tečaj: "Tanke vakuumske plasti" - priprave in prva izvedba
9. Koledar pomembnih prireditev
10. Vabilo na tečaj: "Osnove vakuumske tehnike"
11. Kratke novice, obvestila

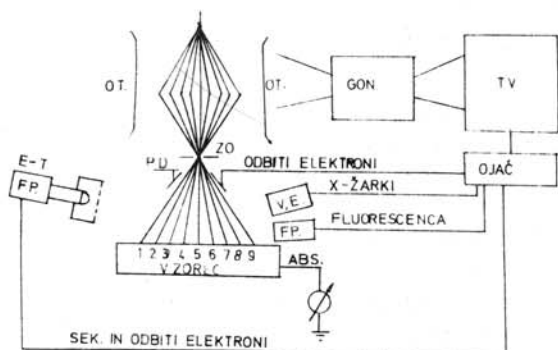
## VRSTIČNI ELEKTRONSKI MIKROSKOP

Leta 1963 je znani raziskovalni inštitut naredil analizo tržišča z namenom, da bi ugotovili koliko vrstičnih elektronskih mikroskopov bi lahko prodali v ZDA. Napovedali so, da bi s prodajo treh do petih mikroskopov pokrili to tržišče in da bi bil trg z desetimi mikrosko-

pi zasičen. Čez deset let se je pokazalo, da so v ZDA prodali preko 1200 tovrstnih mikroskopov. Vprašanje je, zakaj so se raziskovalci tržišča zmotili? Mogoče ker so vprašali napačne ljudi, ki so predvidevali le majhno uporabo instrumentov, z ločljivostjo samo okrog

20 nm. Očitno so mnogi znanstveniki uvideli, da je informacija v sliki lahko važnejša kot ločljivost sama po sebi. Prav tako v mnogih hitro se razvijajočih tehnologijah raziskovalci vedno pogosteje potrebujejo informacije in pravilno razlago dogajanj v dimenzijskem območju mikrometra ali še manj. Eden od nepogrešljivih in najbolj udobnih pripomočkov za tovrstna opazovanja je tudi vrstični elektronski mikroskop.

Vrstični elektronski mikroskop ali angleško Scanning Electron Microscop s kratico SEM, je naprava za preiskovanje mikroskopa, kjer s finim curkom elektronov preiskujemo površino vzorca točko za točko. Bistvene komponente naprave so: elektronska puška, magnetne leče, odklonski sistem, detektorji signalov, ojačevalniki in TV-zaslon. Ves sistem od katode do vzorca in detektorjev je evakuiran in tlak je okrog  $1.10^{-3}$  (Pa)  $\approx 1.10^{-5}$  mbar



Slika 1. Shema važnejših elementov za nastanek slike v vrstičnem elektronskem mikroskopu. ZO - zalonka objektivna; PD - polprevodniški detektor odbitih elektronov; E-T - Everhart-Thornley detektor sekundarnih in odbitih elektronov; FP - fotopomoževalka; V, E - valovno ali / in energijsko disperzivni detektor X-žarkov; TV - TV zaslon; ABS - merilnik absorbiranega toka; GON - generator odklonskih napetosti; OT - odklonske tuljave.

Pomembno za nastanek slike je, da curek elektronov ne udarja na vzorec stalno v isti točki, temveč potuje po njem nekaj časa v določeni smeri; če je naslednja pot elektronskega curka nekoliko pod prejšnjo in naslednja zopet nekoliko pod prejšnjo, bo elektronski curek prepotoval določeno ploskev na vzorcu. Ker elektronski odklonski sistem mikroskopa in televizijskega zaslona vodi isti generator, odgovarja vsaki poziciji elektronskega curka na vzorcu enakoležna pozicija na televizijskem zaslonu; če torej pri potovanju po vzorcu opiše curek pravokotni raster, se bo ustrezen raster pojavil tudi na TV zaslonu.

V vsaki točki na vzorcu se elektronski curek mudi določen čas ( $t$ ). Med tem časom hitri vpadni elektroni nekaterim atomom izbijejo elektrone in jih vzbudijo. Atom je v vzbujenem stanju zelo kratek čas v primerjavi s časom ( $t$ ), tako da je interakcija elektronskega curka v točki končana takoj, ko jo elektronski curek zapusti. Posledice prehoda elektrona v osnovno stanje so lahko:

- visoko energetske elektroni (odbiti)
- nizko energetske elektroni
- Augerjevi elektroni
- X-žarki
- sevanje v UV, IR in vidnem delu spektra

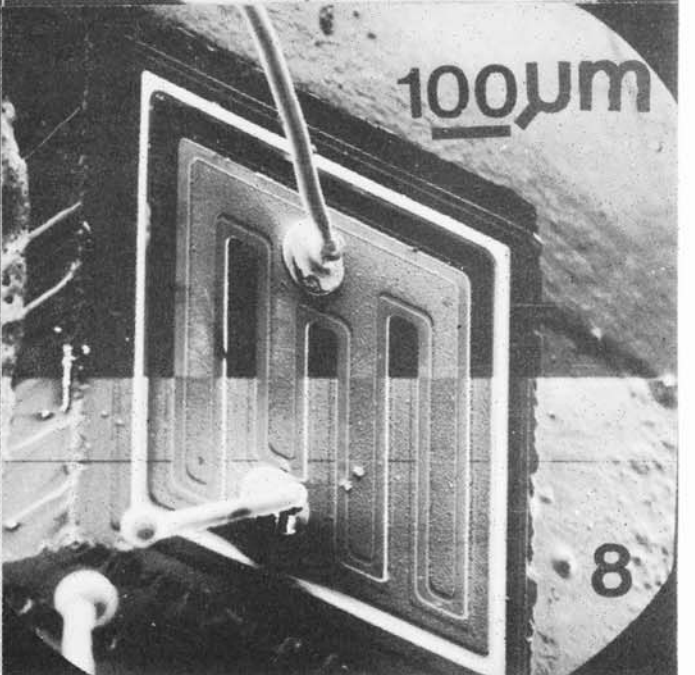
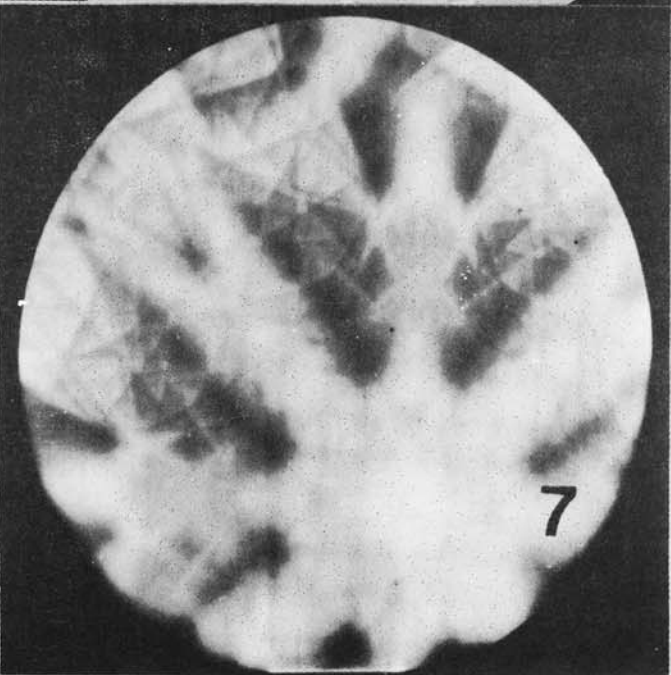
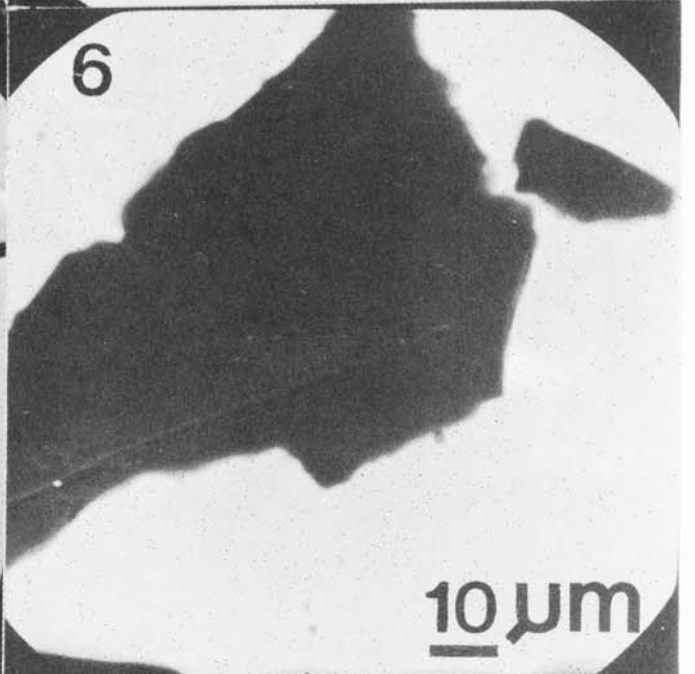
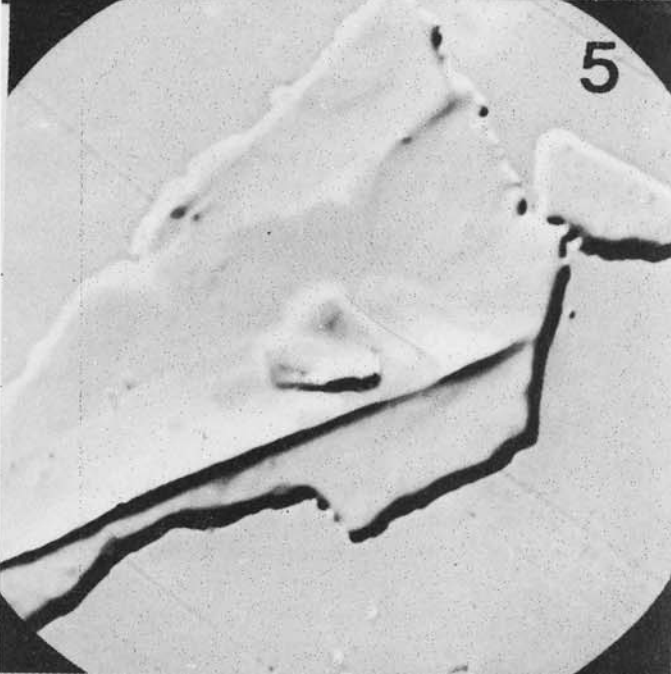
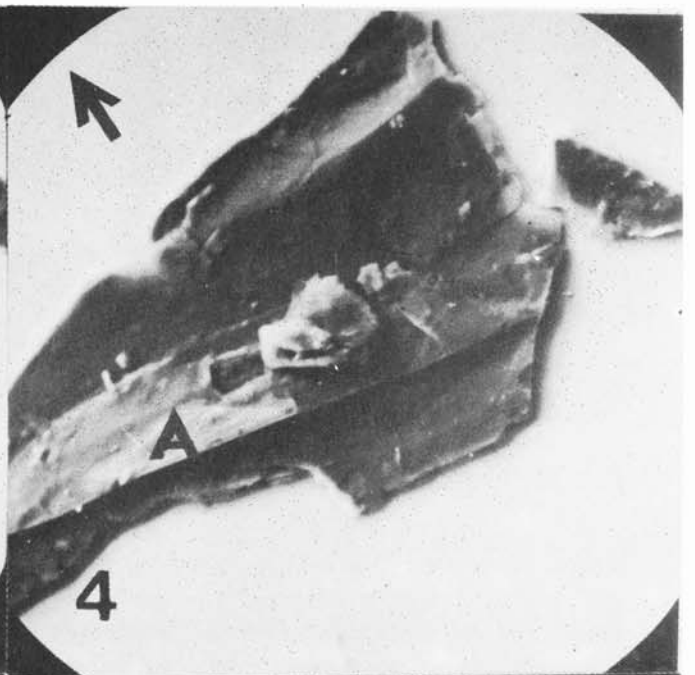
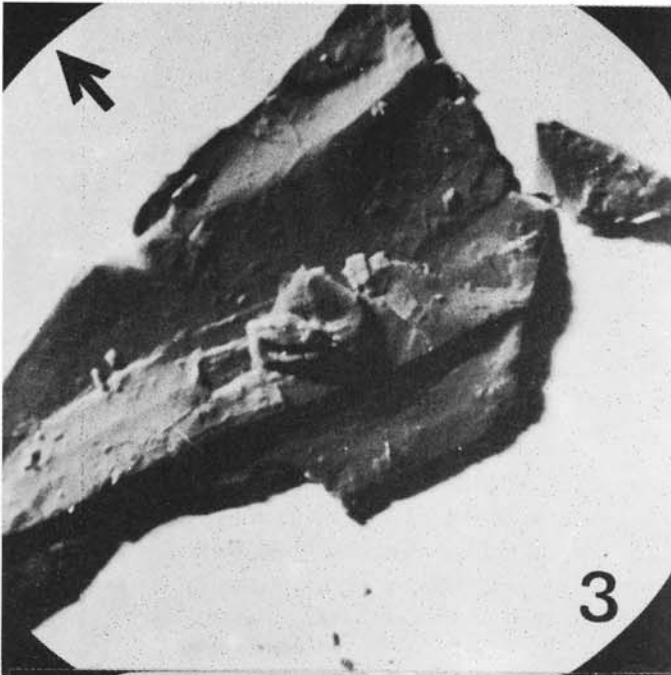
Za tvorbo signala in nato slike, lahko uporabimo vsakega od teh delcev (fotonov), lahko tudi več hkrati, saj vsak nosi določeno informacijo o vzorcu.

Spremembe v signalu in s tem tudi kontrast (drugače je slika enakomerno svetla), dajo lahko slike: topografija, sestava, kristalna

Slika 3., 4., 5., 6., Posnetki nečistoče na čistem indiju z uporabo različnih signalov. Posnetki so narejeni po pretaljevanju v visokem vakuumu. Delec na sliki je v glavnem sestavljen iz MgO in SiO<sub>2</sub>. Slika 3., je posneta s signalom odbitih elektronov iz E-T detektorja, ki je v smeri puščice. Sence so ostre in ni znakov nabijanja. Slika 4., je posneta z istim E-T detektorjem s signalom sekundarnih elektronov. Tudi tu je detektor v smeri puščice. Sence so majhne in niso ostre. Na mestu A se pojavljajo znaki električnega nabijanja. Slika 5., je posneta s signalom odbitih elektronov iz polprevodniškega detektorja; tip signala je TOPO. Povdarjene so topografske spremembe. Slika 6., je posneta na enak način, le signal je tipa KOMPO, očitna je sprememba v sestavi.

Slika 7. Posnetek s signalom odbitih elektronov na kristalu W. Kristalografska orientacija kristala je 0, 0, 1,

Slika 8. Najprej smo po zgornjem električnem dovodu pripeljali v tranzistor napetost - 3 V proti okolici in posneli zgornji temnejši del slike. Nato smo električno napetost odklopili in posneli še spodnji svetlejši del slike. Kontrast je nastal zaradi različnega električnega potenciala na določenih površinah na vzorcu.





zgradba, magnetni gradienti, električni gradienti.

Povečavo dobimo, če je površina po kateri potuje elektronski curek manjša, kot površina slike na TV zaslonu. Običajno imajo TV zasloni obliko kvadrata s stranico 100 (mm) in če želimo 10-kratno povečavo mora elektronski curek potovati na vzorcu po rastru v obliki kvadrata s stranico 10 (mm); pri 10000-kratni povečavi pa po kvadratu s stranico 0,1 (mm).

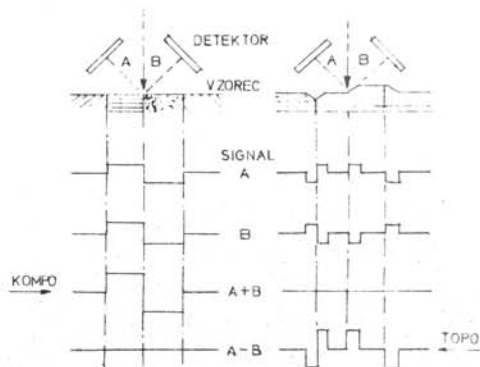
### Detektor odbitih in sekundarnih elektronov

Tovrstni detektor je najbolj uporabljan v vrstični elektronski mikroskopiji. Osnovni deli detektorja so: kovinska mrežica, fluorescentni zaslon, svetlobni vodnik in fotopomnoževalka.

Po definiciji imajo sekundarni elektroni energijo manjšo od 50 (eV), odbiti elektroni pa imajo energijo večjo od 50 (eV). Z električno napetostjo med vzorcem in mrežico izberemo vrsto elektronov, ki jih želimo detektirati. Če je mrežica na potencialu -50 (eV), se sekundarni elektroni odklonijo in v detektor vstopajo samo odbiti elektroni, na katere ta napetost le malo vpliva. Če je mrežica nabita pozitivno, pritegne detektor skoraj vse sekundarne elektrone in so odbiti v manjšini. Odbitih elektronov pride v detektor vedno le toliko, kolikor jih odleti v smeri detektorja. Med mrežico in fluorescentnim zaslonom je napetost okrog 12 (keV), tako da fluorescentni zaslon pri trku s temi elektroni sveti. Sproščena svetloba potuje po svetlobnem vodniku v fotopomnoževalko, ki pretvori svetlobni signal v električni, s katerim krmilimo svetlost slike na TV ekranu. (Slika 3, 4, 7, 8).

### Silicijev P-N polprevodniški detektor odbitih elektronov

Detektor je P-N spoj, v katerem pod vplivom hitrih elektronov nastajajo pari elektron-vrzel. Če na nasprotni strani spoja pritismo elektrodi zunanega tokokroga, steče šibek električni tok. Primerno ojačan signal uporabimo za kontrolo svetlosti slike na TV ekranu. Običajno je ta detektor sestavljen iz dveh ločenih detektorjev postavljenih simetrično glede na vzbujevalni snop. V operacijski enoti lahko signala štejeemo ali odštejemo. V prvem primeru dobimo sliko, kjer se pokaže predvsem razlika med področji z različno sestavo, v drugem primeru pa se pokažejo predvsem reliefne značilnosti vzorca. (Slika 5, 6).



Slika 2. Shema delovanja polprevodniškega detektorja odbitih elektronov. KOMPO - sprememba signala zaradi različne sestave vzorca; TOPO - sprememba signala zaradi topografskih sprememb.

### Detektor UV, IR in vidne svetlobe

Nekateri vzorci sevajo svetlobo pod vplivom upadnih elektronov. Tovrstno sevanje detektiramo direktno z fotopomnoževalko.

### Detektor X-žarkov in elektronska mikroanaliza sta opisana v vakuumistu št. 3, sep. 1982.

### Priprava vzorcev za raziskave z vrstičnim elektronskim mikroskopom

Velika prednost vrstičnega elektronskega mikroskopa je v tem, da vzorce lahko preiščemo praktično brez predhodnih priprav, saj je SEM površinski raziskovalni pripomoček. Debelina vzorca ni važna kot v primeru transmisijskega elektronskega mikroskopa, kjer morajo biti vzorci tanjši od 1 μm. Velikost vzorca je omejena le z velikostjo vakuumskega recipienta. Vzorci tudi ne smejo biti hlapni in biti morajo površinsko električno prevodni, če niso, naparimo nanje tanko prevodno plast (npr. ogljik, Al ali Au).

### Kontrast v SEM

V splošnem se signala v dveh različnih točkah vzorca razlikujeta zaradi fizikalnih razlik pri interakciji curka hitrih elektronov z vzorcem ali pa je to posledica različnih vplivov na elektrone, ko zapuščajo vzorec. Na ravnem vzorcu, ki je pravokoten na primarnem snopu elektronov in vsebuje področja, ki so v kemijski sestavi različna (npr. večfazna zlitina), opazimo odboj elektronov, ki je tem večji, čim večje je povprečno vrstno število elementov v točki. Svetlost slike na zaslonu naravnoma ta-

ko, da so področja z največjim vrstnim številom bela, področja z najmanjšim temna, ostala področja imajo določen siv ton, ki je sorazmeren povprečnemu vrstnemu številu elementov. Te vrste kontrast se imenuje KOMPO.

Kontrast TOPO nastane zaradi topografije vzorca, če kontroliramo množino odbitih elektronov nad površinama, ki sta različno nagnjeni glede na vpadni curek elektronov, ugotovimo, da je izstopajočih elektronov več na površini, ki je bolj navajena glede na vzbujevalni snop elektronov. Pri opazovanju vzorca s signalom odbiti elektronov so temna vsa mesta, ki jih detektor ne vidi. Pri uporabi samo enega detektorja odbitih elektronov vplivata na kon-

trast slike oba efekta KOMPO in TOPO, medtem ko pri uporabi dveh detektorjev ta dva efekta lahko ločeno registriramo.

Pri opazovanju vzorca s sekundarnimi elektroni so mesta obrnjena proti detektorju najsvetlejša, signal pa dobimo tudi iz področij, ki jih detektor neposredno ne vidi. Poleg tega dobimo s signalom sekundarnih elektronov informacijo iz površinskih slojev vzorca - iz približno  $10 \times$  manjše globine kot s signalom odbitih elektronov; tudi ločljivost je z uporabo tega signala največja.

Peter Pavli  
IEVT, Ljubljana

## NOVI IONIZACIJSKI VAKUUMMETER

Prikazan je ionizacijski vakuummeter z Bayard-Alpertovo triodo za merjenje tlakov od  $10^{-3}$  do  $10^{-9}$  mbar, lastne konstrukcije. Podane so glavne karakteristike in opis aparature.

### 1. Uvod

Raziskovalno delo in tehnologije v ultra visokem vakuumu so v zadnjih letih narekovale razvoj lastnega merilnika za visoki in ultra visoki vakuum. Razvoj na področju elektronike je prinesel nove sodobne elemente, ki smo jih s pridom uporabili pri gradnji novega ionizacijskega vakuumetra.

Čeprav ostaja klasična Bayard-Alpertova (BA) trioda še vedno najprimernejši "senzor", pa se je napajalni in ojačevalni del močno posodobil.

Gradimo prvo serijo takih merilnikov, za katere je veliko zanimanja.

Celotno delo je razdeljeno na tri dele: razvoj BA triode, elektronske merilne in napajalne enote.

### 2. Razvoj glavnih sestavin ionizacijskega merilnika za visoki in ultra visoki vakuum

#### 2.1. Bayard-Alpert (BA) trioda

BA triodo sestavljajo:

a) stekleno ohiške - balon s standardnim podnožjem OCTAL, ter provodi iz zlitine VACON 10

b) elektrodni sistem s samonosno mrežico (anodo) iz volframa. Prednost samonosne mrežice (brez dodatnih vzdolžnih opornikov) je predvsem v razmeroma enostavni mehanski izdelavi, pri razplinjevanju pa jo lahko segrejemo kar z električnim tokom. Tako dosežemo med razplinjevanjem temperaturo mrežice 1000 do 1200°C, ne da bi potrebovali močnejšo kato do za bombardiranje z elektroni. Slaba lastnost pa je v tem, da mora biti mrežica izdelana iz debelejšje žice, kar ima za posledico manjšo prepustnost za elektrone in s tem tudi manjšo občutljivost elektrone. Tehnologija izdelave vključuje termično obdelavo mrežice, pri čemer je postopek rekristalizacije volframa najbolj zahteven. Mrežica je namreč primer- na za vgradnjo v BA triodo le, če je tako pripravljena, da se med razplinjevanjem v vakuumu ne bo posedla, oz. kako drugače spremenila svoje oblike, kar je pomembno za točnost in ponovljivost meritev.

c) Kolektor ionov je prav tako izdelan iz volframske žice. Imeti mora dobre mehanske lastnosti in prav tako kot mrežica ne sme spreminjati svoje oblike niti lege v triodnem sistemu.

d) Katoda iz volframa mora imeti podobne mehanske lastnosti kot mrežica in kolektor.

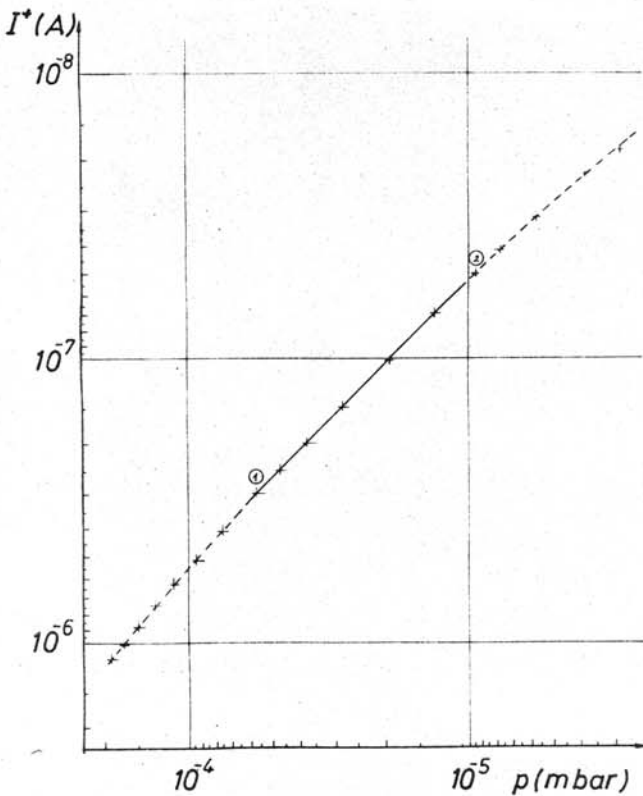
#### 2.1.1. Umerjanje BA triode

Naše BA triode smo umerili po metodi dinamič-

ne redukcije tlaka. Ta metoda se uporablja predvsem zato, ker ni absolutnih merilnikov za najnižje tlake, sekundarne normale pa so težko dosegljive.

Uporabljena metoda dinamične redukcije tlaka je primerna tudi za aktivne pline in v principu ni omejena proti nižjim tlakom. Navadno umerjamo ionizacijske merilnike na zrak, dušik ali argon. Za druge pline si običajno pomagamo s koeficienti relativne občutljivosti, ki so tabelirani v literaturi.

Umeritveno krivuljo za zrak, ki smo jo dobili po omenjeni metodi, prikazuje sl. 1.

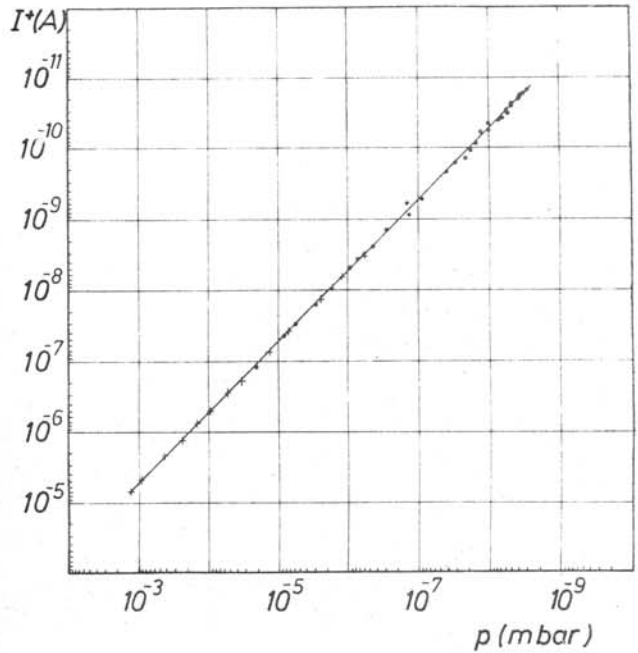


Slika 1. Umeritvena krivulja BA triode - določitev občutljivosti

Iz nje je razvidno, da umeritvene točke ležijo na premici le v področju med oznakama 1 in 2. To je uporabno področje za naše meritve, v katerem določimo občutljivost. Poprečna občutljivost naših BA triod je  $5,31 \text{ mbar}^{-1}$ .

Metoda dinamične ekspanzije, ki nam je sicer omogočila točno določitev občutljivosti, pa ni bila primerna za kontrolo v širšem tlačnem področju; zato smo uporabili referenčni ionizacijski merilnik.

Kontrolni diagram prikazuje sl. 2.



Slika 2.: Kontrolni diagram - kontrola linearosti v širšem tlačnem področju

Pri natančnih meritvah je bilo potrebno predhodno vakuumski sistem dobro pregreti (6 do 8 ur pri temperaturi  $180^{\circ}\text{C}$ ), BA triodo pa dobro razpliniti. Le tako smo zagotovili točnost in ponovljivost meritev.

### 2.2. Elektronska merilna in napajalna enota

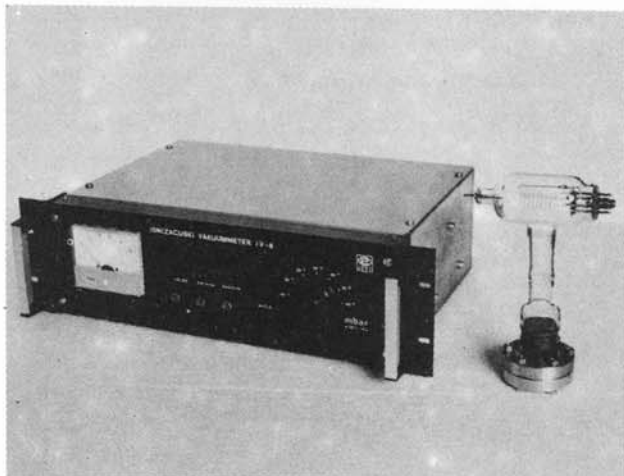
Pri izdelavi teh enot smo skušali doseči predvsem naslednje:

- uporabiti čim manjše število sestavnih delov in enostavnih podsklepov ter s tem zagotoviti enostavnost in nizko ceno merilnika
- uporabiti čim več domačega materiala
- zagotoviti potrebno stabilnost elektronskega toka in anodne napetosti, s katerima je povezana tudi točnost meritve
- izdelati čim enostavnejši in hkrati dovolj zanesljiv elektrometer za merjenje majhnih ionskih tokov
- zaščititi elektronsko vezje pred okvarami, ki bi nastale v primeru kratkih stikov na priključnih kabljih, konektorjih ali v sami merilni elektroniki
- preprečiti pregoretnje vroče katode merilne elektronke v primeru nenadnega vdora zraka ali vklopa gretja katode pri slabem vakuumu

Merilno in napajalno enoto sestavljajo tile podsklopi: mrežni del, stabilizator elektronskega toka, vezje za vklop in izklop gretja katode, elektrometer in elementi zaščite.

Pri izdelavi vseh teh podsklopov smo upoštevali vse navedene zahteve.

V podrobnosti razvoja merilne in napajalne enote se v tem sestavku ne bomo spuščali: prikazujemo le sliko aparature in detektorja



ter navajamo osnovne tehnične podatke:

- merilno območje:  $5 \cdot 10^{-3}$  do  $5 \cdot 10^{-10}$  mbar  
(7 dekad)

- točnost meritve:  $\pm 10 \%$
- izhod za pisalnik: 0 do 10 V
- elektronski tok:
  - nastavljiv v območju 0,5 do 1,5 mA
  - stabilnost  $\pm 2 \%$
  - možnost zunanjega krmiljenja vklopa elektronskega toka
- anodna napetost: " 200 V (stabilnost boljša kot 1 %)
- zaščita katode:
  - avtomatski izklop kurjave pri prekoračenju merilnega področja za 20%
  - pri tlaku v področju  $10^{-3}$  mbar je temperatura katode nižja. Elektronski tok je 10-krat manjši kot na drugih področjih.

Marko Pribošek  
dr. Jože Gasperič  
mgr. Bojan Povh  
IEVT Ljubljana

#### IX. JUGOSLOVANKI VAKUUMSKI KONGRES ZAGREB - 1983

Zveza društev za vakuumsko tehniko Jugoslavije (JUVAK) v povezavi s posameznim republiškim društvom že vrsto let organizira strokovne kongrese o uporabi vakuuma ter o znanosti in tehnikah, ki so vezane na vakuum. Dosedanji kongresi so se zvrstili takole: 1. - 1959 Ljubljana, 2. - 1964 Beograd, 3. - 1966 Zagreb, 4. - 1968 Bled, 5. - 1971 Portorož, 6. - Postojna, 7. - 1975 Beograd, 8. - 1979 Bled, 9. - 1983 Zagreb.

Letošnji IX. jugoslovanski vakuumski kongres je potekal v zagrebškem hotelu Internacional in sicer 14. in 15. oktobra 1983. Organizator je bil Društvo za vakuumsko tehniko Hrvaške v povezavi s Fakulteto za strojništvo in brodogradnjo v Zagrebu ter s SOZD-om Rade Končar, prav tako iz Zagreba.

Osrednji temi kongresa sta bili proizvodnja in merjenje vakuuma, ter vakuumske tehnologije. Skupno je bilo prijavljenih 53 referatov in sicer (prepis iz zbornika referatov - JUVAK Bilten 20, ki je bil izdan že pred kongresom):

1. M. V. Kurepa:  
"Mjerenje parcijalnih pritiskov gasov i para"

2. B. Povh:  
"Prevodnost odprtine pri realni namestitvi"
3. I. Belič, B. Jenko:  
"Izčrpavanje in razplinjevanje ultra visoko vakuumskega sistema s pomočjo računalnika"
4. M. Pribošek, J. Gasperič, B. Povh:  
"Novi Ionizacijski vakuummeter"
5. R. Zavašnik, J. Gasperič:  
"Vakuumska leak detekcija"
6. M. Kajzer, N. Radić, Z. Šternberg:  
"Ispitivanje i konstrukcija titanske sublimacione pumpe"
7. I. Naumovski:  
"Mjerenje rezidualnog tlaka vakuumskih prekidnih komora magnetronskim postupkom"
8. A. Gavrilović:  
"Jonska implantacija u poluprovodničkoj tehnologiji"
9. N. J. Tanović:  
"Usavršavanje optike ubrzanih snopova naelektrisanih čestica u sistemu za implantaciju"
10. B. Navinšek, A. Žabkar:  
"Reaktivno ionsko prekrivanje materialov s titanovim nitridom in karbidom "

11. A. Zalar:  
"Analiza tankih plasti s spektroskopijom Augerjevih elektronov (AES)"
12. A. Zalar, E. Kinsky, B. Praček:  
"Ugotavljanje kemijskih spojin s spektroskopijom Augerjevih elektronov (AES)"
13. M. Murko Jezovšek:  
"Analiza kontaktnih površin hermetičnih kontaktnikov s spektroskopijom Augerjevih elektronov"
14. M. Jenko, E. Kinsky, V. Nemanič, R. Zavašnik:  
"Preiskave procesov na površini tekočega indija"
15. H. Zorc, K. Švenda, A. Peršin, V. Bartolić:  
"Primjena višeslojnih interferencionih sistema u izradi zaštitnih laserskih naočala"
16. B. Navinšek:  
"Priprava ultračistih večplastnih struktur z enosmernim, reaktivnim in RF naprševanjem"
17. T. M. Nenadović:  
"Morfološke promene u sistemima tankih slojeva"
18. T. Mihać, T. Dimitrijević, N. Bibić, T. Nenadović:  
"Deponovanje i karakterizacija Ni-Zr sistema u vakuumu"
19. A. Banovec, M. Kern, K. Požun, S. Vrhovec:  
"Tankoplastni tenziometer"
20. T. Dimitrijević, N. Bibić, M. Milosavljević, T. Nenadović:  
"Vakuumsko deponovanje tankih slojeva za solarne ćelije"
21. M. Tasevski:  
"Vakuumsko naparevanje kontaktova za sončne celice"
22. S. Lugomer, M. Stipančić, M. Kerenović, M. Vrdoljak:  
"Komparativna "IN SITU" studija rasta optičkih tankih slojeva nekih metalnih oksida"
23. J. Lindav, A. Švajger:  
"Vpliv spremembe parametrova naparevanja na optične lastnosti sloja"
24. M. Milić, N. Popović, V. Spasić, T. Nenadović, T. Mihać:  
"Vakuumsko deponovanje TiN za poboljšanje mehaničkih osobina materijala"
25. A. Švajger:  
"Vpliv hrapavosti podloge na optično kvaliteto slojev"
26. I. Esih:  
"Primjena vakuuma u tehnologiji prevlačenja"
27. A. Pregelj:  
"Dekoratívne tanke plasti"
28. Z. W. Šternberg:  
"Primjena vakuuma u sklopnoj tehnici"
29. D. Dužević, M. Goger:  
"Vakuumska tehnika kao preduvjet suvremene sklopne tehnologije"
30. D. Gracin, A. Pavlešin, Z. W. Šternberg:  
"Uredjaj za odredjivanje plinova u materijalima"
31. V. Nemanič, B. Erjavec, R. Zavašnik:  
"Ultravisoko vakuumske prirobnice in tesnilke"
32. Dj. Bošan, D. Srdoč, H. Pavlica:  
"Hermetičnost GM cevi zaptivenih aralditom"
33. T. Čordašić:  
"Sistemi va vakuumsku obradu izvora svjetla"
34. A. Srdoč, A. Sliepčević, B. Obelić, N. Horvatinčić, I. Krajcar:  
"Dobivanje plinova velike čistoće pomoću vakuumske tehnologije"
35. E. Perman, P. Pavli, R. Zavašnik:  
"Določevanje sestave stekel z elektronskim mikroanalizatorjem"
36. F. Breclj:  
"Neusklajeni spoji bakra s steklom"
37. R. Tavzes, L. Koller, M. Jenko:  
"Vakuumsko tesni laserski zvari"
38. T. Jokić, B. Gončić, Z. Jurela:  
"Vakuumsko degaziranje elektrolitičkih prevlaka"
39. Dj. Milosavljević:  
"Destilacija kalcijuma"
40. Dj. Milosavljević:  
"Uredjaj za destilaciju kalcijuma"
41. V. Alić:  
"Sistemi za vakuumsko hladjenje recirkulacione vode"
42. M. Pohl, B. Jenko:  
"Elektronsko krmiljenje peći za pregrevanje ultravakuumskih sistema (UVS)"
43. J. Gvozdanović, V. Lazić, M. Curaković, I. Vujković:  
"Primena vakuumske metode ispitivanja propustljivosti polietilenskih filmova na gasove"
44. R. Jugović:  
"Neki aspekti sušenja mjernih transformatora"
45. B. Tomčik, M. Zlatanović:  
"Jonsko intriranje čelika č. 4732 sa dodatnim grejanjem uzoraka"



46. V.Prešern:  
"Utica j obrade u vakuumu na kvalitetu nekih čelika"
47. M.Stupnišek:  
"Toplinska obrada čelika u vakuumu"
48. J.Gasperič, V.Rebec, B.Kos, A.Virant:  
"Razvojna usmerjenost vakuumske dejavnosti na IEVT"
49. Dj.Milosavljević:  
"Laboratorija za vakuum metalurgiju IHIS-a"
50. J.Gasperič, V.Rebec, B.Kos:  
"Nekatere aplikacije vakuumske tehnike v medicini"
51. M.Kojić, R.Petrović:  
"Proračun sudova pod pritiskom metodom konačnih elemenata uz automatsko generisanje podataka"
52. A.Cimerman, M.Legiša:  
"Liofilizacija - metoda za shranjevanje nekaterih industrijskih gliv"
53. A.Kambič:  
"Visokovakuumsko ulje za difuzione pumpe Kadiff Oil 33"

V okviru kongresa sta bili organizirani tudi dve okrogli mizi z naslovoma:

- Problematika uporabe in vzdrževanja vakuumske tehnične opreme in
- Problematika projektiranja, proizvodnje, kooperacije in plasmana vakuumske-tehnične opreme

Obe sta bili dobro obiskani in veliko udeležencev je tudi sodelovalo v diskusiji. Prikazano je bilo, kakšna vakuumska oprema v Jugoslaviji obstaja, kakšni so problemi z vzdrževanjem in kaj lahko že izdelamo doma. Tu precej izstopa IEVT z dolgoletnimi izkušnjami, vendar je bilo poudarjeno, da v Jugoslaviji obstaja že več tovarn, ki bi bile sposobne proizvajati dovršen del vakuumske opreme in ki bi jim izdelovanje posameznega vakuumskega elementa z ozirom na proizvodni program popolnoma pristojalo. Tako

je n.pr. pametneje usmeriti v pravo proizvodnjo PNEUROPA vakuumskih priključkov Prvo Iskro Barić ali kako drugo tovarno kot pa IEVT, ki naj bi se ukvarjal z razvojem oz. izdelavo manjših serij zahtevnejših vak. proizvodov. Prišlo je torej do pričetkov dogovarjanja o delitvi dela na področju vakuuma.

Iz razprav nekaterih udeležencev okrog mize je bilo razvidno, da se v Jugoslaviji uporablja tudi precej grobega vakuuma (šrpalke z vodnim obročem: Litostroj, Jastrebac), a ga uporabniki vzdržujejo vsak zase, brez povezave z znanjem, ki je koncentrirano v društvih. V bodoče naj bi uporabniki in društva več sodelovali, pripravili naj bi se primerni tečajji in k vzgojno - izobraževalnemu delu naj bi se pritegnilo tudi več učiteljev z različnih fakultet, katerih udeležba na kongresu ni bila dovolj šna glede na pomembnost stroke v sedanjem gospodarskem trenutku.

Kot posledica misli in idej izrečenih na omenjenih pogovorih so bile na skupščini JUVAK, ki je bila 15.10.83 zvečer po zaključku kongresa, izvoljene naslednje komisije:

- Komisija za eksploatacijo in vzdrževanje vakuumske opreme,
- Komisija za napredek gospodarstva, ter
- Komisija za izobraževanje in strokovno problematiko.

Kongres je potekal v eni sami dvorani zelo intenzivno (posamezen referent je imel le okrog 10 min časa za nastop) in v dveh dneh kongresa je bilo zelo malo časa za diskusije, oz. za stike s kolegi od drugod, kar je tudi eden od namenov kongresnih srečanj. Kljub temu moramo reči, da je kongres dobro uspel, za kar gre zahvala neumornim članom hrvaškega društva.

Za kongres je bilo razposlanih okrog 1300 vabil na različne naslove. Referatov je prispelelo 53 iz 20 različnih delovnih organizacij (15 iz znanstveno-raziskovalnih in 5 iz gospodarstva), prisotnih udeležencev pa je bilo 99.

Andrej Pregelj

DELO JUVAK-a OD 1979 DO 1983

Zveza društev za vakuumsko tehniko Jugoslavije -JUVAK je bila ustanovljena 26. oktobra 1979 leta na Bledu, kot naslednica Jugoslovanskega

komiteja za vakuumsko tehniko (1962 do 1979) oz. Jugoslovanskega centra za vakuumsko tehniko, osnovanega 1. 1960. Naša organizacija je bila

od vsega začetka članica SMEITJ (Zveza strojnih in elektrotehniških inženirjev in tehnikov Jugoslavije) in je od 1. 1962 soustanoviteljica ter članica Mednarodne Unije za vakuumsko znanost, tehnologije in aplikacije (IUVSTA). Člani zveze so: Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, Hrvatske in Srbije.

Že takoj, ob začetku, t.j. 1979 so nastale težave z registracijo zveze, kajti SZDLJ ni dala pristanka, da bi bila pravna oseba. Nastala je "komična" situacija: člani zveze, to so društva, so bili pravne osebe, zveza le-teh pa zaradi nesprejemljivega stališča odgovornih v SZDLJ ni mogla biti. V tem "brezpravnem" položaju se je delo JUVAK-a odvijalo v Društvu za vakuumsko tehniko Slovenije. Šele odločno stališče Sveta za znanstveno delo pri oboroženih silah Jugoslavije je pripomoglo, da se je v SZDLJ spremenilo mnenje in se je JUVAK lahko registriral kot pravna oseba, vendar je od ustanovitve do tega trenutka pretklo skoraj dve leti (do 3.6.1983). Šele po registraciji se je lahko začelo normalno odvijati delo in izpolnjevati sklepe blejske skupščine.

Med temi sta bila ustanovitev društev v BiH in Črni gori. Na Bledu so bili imenovani iniciatorji, ki pa so po vrsti odnehali; zaradi boleznih, zaradi začetnih neuspehov. Iskali smo nove ljudi, ki bi bili pripravljeni delati, vendar nam to ni uspelo. Skoraj na vsaki seji izvršnega odbora smo o tem razpravljali, vendar je bil trud zaman. Kljub temu, da je vakuumška

tehnika v BiH in tudi v Črni gori že kar dobro vpeljana, pa med tamkajšnjimi vakuumisti nismo našli tistega, ki bi bil pripravljen prijeti za organizacijo društva.

Izvršni odbor je med drugim sklenil, da poveri organizacijo IX. jugoslovanskega vakuumskega kongresa društvu iz Hrvatske s posebnim namenom, da bi le to spet zaživel. Hrvaški vakuumisti so sicer pobudo sprejeli, vendar so izvedbo odlagali. Da bi jim na koncu le uspelo, smo morali vložiti veliko truda, premagati veliko kritičnih faz. Vsi smo bili srečni, ko je kongres minil. Od tisti dobrih idej, ki so jih imeli organizatorji na začetku, jih je na koncu ostalo prav malo. Dveletno delo oz. priprave so se prezrcalile v dva borna dneva kongresa s poprečno strokovno ravnanje.

Finančni položaj JUVAK-a je bil že od začetka in je ostal do danes problematičen. Samo slovensko društvo je izpolnjevalo svoje finančne obveznosti, medtem ko ostali dve v vsej JUVAK-ovi zgodovini nista prispevali ničesar, ker sta sami gospodarili na finančnem robu.

Predstavniki JUVAK-a so sodelovali v izvršnem odboru Mednarodne Unije IUVSTA v njenih sekcijah in komitejih. Skupaj z DVTS smo pripravili udeležbo jugoslovanskih vakuumistov na IX. mednarodnem kongresu v Madridu. O glavnih aktivnostih društev pa bomo še pisali.

dr. Jože Gasperič

ČLANI REPUBLIŠKIH DRUŠTEV - IZVOLJENI V ORGANE JUVAK-a  
NA SKUPŠČINI 15.10.1983

Predsednik: mgr. Zalar Anton

Podpredsedniki: dr. Perović Drana (Srbija)  
Živković Dragan (Hrvaška)  
dr. Evgen Kansky (Slovenija)

Izvršni odbor:- Hranisavljević Sava } Srbija  
- Milosavljević Đorđe }  
- Radulović M. }  
- mgr. Zorc Hrvoje } Hrvatska  
- mgr. Obelić Vlado }  
- Rukavina Jadranka }  
- Lindav Janez } Slovenija  
- Žabkar Anton }  
- Pavli Peter }

Organizac. sekretar: Zavašnik Rasto

Finančni sekretar: Jenko Monika

Nadzorni odbor:

- dr. Nenadović T., namestnik: Vukobratović R.  
- Srdoč D., " : Milošević A.  
- dr. Lah F., " : Švajger A.

Disciplinska komisija:

- mgr. Obradović N., namestnik: Budinčević I.  
- Tomaš P., " Antunović N.  
- Pregelj A., " Grahek K.

Poleg omenjenih standardnih organov smo se na skupščini dogovorili, da bodo v okviru JUVAK-a odslej delovale še naslednje tri komisije:

- za izobraževanje in strokovno problematiko:

Predsednik: dr. Kurepa Milan  
Člani: dr. Bošan Dorde  
Sternberg Zdenko  
dr. Gasperič Jože

- za eksploatacijo in vzdrževanje vakuumske opreme:

Predsednik: mrr. Obelić Vlado  
Člani: Dimitrijević T.

- za napredek gospodarstva:

Predsednik: Ven Slobodan  
Člani: Čordašić Tomislav

## VTISI Z IX. MEDNARODNEGA VAKUUMSKEGA KONGRESA

### Priprave

Za Madridski kongres sem se, oziroma smo se, razmeroma dobro pripravili. Zgoščene povzetke naših strokovnih poročil smo morali poslati že pred 1. aprilom. V 5-tih kongresnih dneh se je lahko zvrstilo poleg 85 naročenih uvodnih predavanj le 630 predstavitev novih dosežkov, zato so programske komisije predloge, ki so morali biti originalni, še neobjavljeni in kvalitetni, strogo presojale ter zavrnile okoli 400 tem. Lahko smo zadovoljni, saj od 6 predlogov iz Ljubljane ni bil odbit nobeden, kar potrjuje resnost naših priprav. Iz cele države smo se predstavili z enim uvodnim predavanjem teoretika R. Braka iz Zagreba ter z 10 izvirnimi strokovnimi poročili. Torej 1,4 % vseh referatov, kar je bistveno več kot kdajkoli prej! Vključili smo se tudi v organizacijski del kongresa. Med predsedniki posameznih sekcij predavanj so bili trije Jugoslovani, po eden je bil v mednarodnem svetovalnem odboru in odboru dopisnih članov. Imeli smo svojo polnoštevilno delegacijo na generalni skupščini IUVSTA in svoje predstavnike na vseh sejah strokovnih komisij IUVSTA ter seveda tudi svojega zastopnika v njenem izvršnem odboru.

Za naše priprave je bilo izredno pomembno, da smo prejeli dokončno urejeni program z naslovi prispevkov in spiskom avtorjev že julija. Zato sem lahko že med počitnicami začel razporejati čas in se pripravljati na srečanja z zanimivimi znanimi ali še neznanimi strokovnjaki. Razmeroma močna ekipa z IEVT si je zato lahko že vnaprej smotrno razdelila področja, ki so jih posamezniki zasledovali.

In končno sodi med naše priprave tudi organizacija skupinskega potovanja jugoslovanskih vakuumistov v Madrid, ki je bila zares vzorno izpeljana v okviru DVT SR Slovenije.

### V Madridu

Prvič sem se srečal s Španijo. Pokrajinsko je popolnoma drugačna od drugih dežel, ki sem jih doslej videl: suha, kamnita, gorata. Madrid je najlepše urejeno velemesto v katerem sem bil. Preseneča z širokimi ulicami, razkošnimi spomeniki, palačami, muzeji, zelenicami, gostim a urejenim prometom, založenostjo trgovin. V tem širokopoteznem stilu je zgrajen tudi kongresni center, v katerem je naša prireditelva našla svojemu pomenu zares ustrezno okolje vključno s predavalnicami. Bili smo popolnoma izolirani od hude vročine in velemestnega vrveža. Organizacija je bila dobra, ne, mnogo več, bila je odlična. To ugotavljam z vso treznostjo šele sedaj, ko se je presing kongresnih dni že odmaknil. Prireditelji nas niso izpustili tudi po 7 uri zvečer, ko smo delovni dan zaključili. V svoji mapi sem našel vabila za 4 večerne prireditve - od sprejema pri županu do koncerta in srečanja delegatov generalne skupščine IUVSTA. Ta neformalna in sproščena srečanja strokovnjakov so nudila obilo priložnosti za zблиževanja in iskrene pogovore.

### Kaj je bilo novega

Naštevam kar na pamet, ker nimam časa urediti vtise. Posebno doživetje je bilo vseh 5 plenarnih uvodnih predavanj. Če posebej naj omenim prvega "Rast tankih plasti - atomska slika",

ki ga je podal G. Erlich, iz Univerze Illinois. Nekatere od njegovih slik tudi sam kažem na predavanjih, vendar z novimi izsledki jih je povezal v presenetljivo ubrano celoto. Neslutene perspektive se odpirajo z epitoksialnimi večplastnimi III-V strukturami tipa GaAs-GaAlAs. Kriočrpalke so postale pri doseganju skrajnega UVV neprekosljive in nenadomestljive. Za IR senzor iz Hg Cd Te sem dobil pomembne napotke. Tudi za luminiscentne kazalnike smo prinesli v Ljubljano dragocene podatke. Na področju analitike površin je zablestela nova izboljšana metoda SLMS-a imenovana SNMS -secondary neutral mass spectrometry. Resno moramo razmišljati da bi se doopremili s to analitsko tehniko. Trde Prevlake za obdelovalna orodja in proti obrabi stopajo v novo zrelo obdobje. Francoski izumitelj je prikazal popolnoma suho in čisto črpalko za področje do  $1.10^{-3}$  mbar. Pomembna inovacija je rentgenska elektronika z lebdeče magnetno uležajeno rotirajočo anodo, ki jo je razvil naš znanec R. Comsa. Še in še bi lahko našteval .....

### Srečanja

S številnimi znanci sem se pogovarjal, spoznal sem pa tudi dosti novih, zanimivih ljudi. Naj le omenim nekatera srečanja.

Od fotokatodistov so bili navzoči Španci, ki so svoje osnovno znanje nabirali v USA in šele sedaj na Univerzi organizirajo raziskovalni laboratorij, v katerem bo kot glavno orožje služila ESCA. Čas jih je hudo prehitel: od 4 najavljenih prispevkov so uspeli pripraviti samo enega pa tudi obljubljenega obiska njihovega inštituta ni bilo, niti separatov mi niso dali. Vsebinsko bistveno polnejši so bili pogovori s tremi strokovnjaki iz Philipsove grupacije. Tema, ki smo jo premlevali s presledki 4 dni je bila: sestava in struktura antimonidnih katod.

Dr. Hipson z National Research Concila, Ottawa Canada in avtor plenarnega predavanja: Limits of vacuum production and measurements:

"Sem v zelo težki situaciji: vpeljati moram nekaj novih raziskovalnih smeri na inštitutu. Katere? Zato poslušam čim več predavanj v različnih sekcijah, skrbno pregledujem posterje, vsak prost trenutek izkoriščam za razgovore. Jugoslovani iz Ljubljane ste me presenetili z raziskovalno vsebino, ki ste jo izluščili pri

reševanju uporabnih nalog za proizvodnjo. Lepe reči delate. Sodim, da ste za današnje čase v vašem okolju na pravi poti".

Prof. Dr. E. Bas, vodja laboratorija za vak. tehniko in el. optiko na ETH, Zürich:

"Čez leto grem v pokoj. Delamo na zelo sorodnih področjih: površinska analitika, preiskave tekočih kovin, gradnja naprav, UVV. Marsičesa se še lahko naučite pri nas. Kombinacija dveh metod za analizo površin AES in ISS, ki smo jo razvili, je izredno učinkovita in perspektivna. Z mojim odhodom se bo program spremenil. Zato pohitite, zaželjeni obiskovalci boste!"

Prof. Dr. Antal, novi predsednik IUVESTA, Fiz. Inst. Tehnološke Univerze, Budapest:

"Hvala za čestitke. Mimo zadolžitev v zvezi z IUVESTA si bom močno prizadeval, da dvostranske vakuumske simpozije Madžarska - Avstrija razširimo z vključitvijo Jugoslavije na tristranske v smislu naših zares dobrih sosedskih odnosov. Pomagajte mi, da bi steklo že v letu 1984!"

R. Sawin, komercialni direktor firme Ceramseal, USA:

"Vidim, da zelo dobro poznate tehnologijo spojev keramika-kovina. Če vas bo pot zanesla v Ameriko nas na vsak način obiščite. Pokazali vam bomo kaj delamo in radi se bomo pogovarjali o raziskovalnih aspektih tehnologije spojev."

Dr. Imachi, direktor ULVAC - Tokio (vodilne japonske grupacije na področju vakuumskih tehnologij):

"Kot v vaši deželi se na Japonskem srečujemo tudi z velikimi problemi v gospodarstvu. Ti nas silijo, da skrbno zbiramo podatke, mnogo premišljamo in se skušamo odločiti z pogledom v prihodnost. ULVAC je zagotovo zainteresiran za sodelovanje z IEVT. Vaša misel, da bi se začeli spoznavati in zblíževati z zamenjavo mlajših raziskovalcev mi je zelo všeč. Pričakujem vaše pismo s konkretnimi predlogi."

Zabeležki o podobnih razgovorih se mi je nabralo še okoli 25!

dr. Evgen Kansky

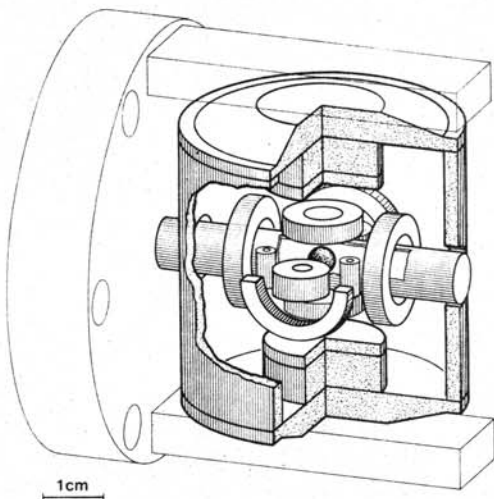


## VAKUUMSKI MERILNIK Z VRTEČIM SE ROTORJEM

Na razstavi vakuumske opreme, ki je bila istočasno z IX. svetovnim vakuumskim kongresom v Madridu, je firma KFA iz Jülicha v Zvezni republiki Nemčiji ponovno predstavila vakuumski merilnik z vrtečim se rotorjem. Kot so nam povedali predstavniki firme se cena giblje okrog 10.000 DM. V tem kratkem obvestilu so podane glavne značilnosti tega merilnika.

### Princip delovanja

Tlak plina je določen iz zaviralnega efekta, ki nastopi zaradi delovanja plinskih molekul na prosto se vrtečo jekleno kroglico (krogli-



ca za ležaje  $\varnothing$  4-5 mm). Kroglica je magnetno obešena - brez stikov - znotraj cevi, iz stekla ali nerjavečega jekla, vezane na vakuumski sistem.

### Uporaba merilnika

- za kalibracijo merilnikov tlaka (kot sekundarni-prenosni standard)

- za meritve tlaka korozivnih in reaktivnih plinov
- za meritve tlaka, kjer je zelo pomembno, da merilnik ne kvari plina in ne spreminja tlaka
- za meritve tlaka v majhnih hermetično zaprtih sistemih

### Lastnosti merilnika

- pasivni transducer tlaka z naslednjimi lastnostmi:
  - a) nobenih vzbujanj plinskih molekul
  - b) nobenih termičnih motenj
  - c) temperatura v merilni glavi se ne razlikuje od temperature okolice
  - d) ni efektov črpanja ali razplinjevanja v sami merilni glavi
- umerjenost je odvisna samo od rotorja v obliki kroglice
- kalibracija je dolgoročno stabilna bolj kot na  $\pm 1\%$
- delovno področje tlaka sega od  $10^{-7}$  mbar do atmosferskega tlaka. Kazanje merilnika je proporcionalno tlaku od  $10^{-7}$  mbar do 1 mbar
- merilna glava je pregrevljiva do  $400^{\circ}\text{C}$
- v merilnik je vključeno procesiranje digitalnih podatkov (16-bitni mikroročunalnik)

Predstavniki firme so nam tudi povedali, da je spodnja merilna meja  $10^{-7}$  mbar določena z napako pri štetju števila vrtljajev kroglice. Če bi hoteli napako znižati na polovico, bi morali šteti vrtljaje dvakrat dlje časa - namesto 5 sekund bi morali šteti vrtljaje 10 sekund. To daljšanje časa štetja pa seveda ne pride v poštev, saj je možno, da se tudi tlak sam že menja v tako dolgem času.

IEVT, Ljubljana  
Rasto Zavašnik dipl. ing

## TEČAJ: VAKUUMSKE TANKE PLASTI--PRIPRAVE IN PRVA IZVEDBA

Sloraj dve leti sta minili od začetnih zamisli do realizacije prvega tečaja z zgornjim naslovom. Ker v društvu takrat rezen želje nismo imeli ničesar za organizacijo takega tečaja, smo si kot prvo nalogo zadali zbiranje gradiva.

Odbor za pripravo tečaja je najprej izbral osnutek tém za vsebino; le-tega smo nato večkrat popravljali in dopolnjevali naslove posameznih področij, nato pa iskali in še razmeroma hitro zbrali sodelavce, ki so obljubili, da bodo na-

pisali gradivo vsak za svoje področje. Od tu naprej je delo potekalo precej počasneje, v glavnem zato, ker se je pisanje tekstov precej zavleklo. Tudi koordinacija je šepala; prvotno je bilo namreč mišljeno, da bi avtorji najprej pripravili osnutke, katere bi skupno obravnavali, da bi ne prišlo do pomanjkljivosti oziroma do prekrivanja vsebine; nato naj bi vsak dokončno izdelal svoje poglavje tako, da bi bilo primerno za objavo v zborniku predavanj, katerega tudi nameravamo izdati.

Do datuma - junij 83 - ki smo ga izbrali za začetek prvega tečaja: "Tanke vakuumske plasti", smo končno le uspeli zbrati vse pismene prispevke in sestavili smo sledeči urnik tečaja:

- Vakuumske tanke plasti - splošni uvod, dr. Navinšek B. .... 30 min
- Fizikalne osnove vakuumskega nanašanja tankih plasti, mgr. Povh B. .... 45 min
- Vakuumske tanke plasti - nastajanje in lastnosti, dr. Kansky E. .... 30 min
- Vakuumske naprave za naparovanje tankih plasti, Tavzes R. .... 45 min
- Materiali in izvori za nanašanje tankih plasti, Jerič S. .... 35 min
- Mehanizmi nanašanja tankih plasti v plazmi, Žabkar T. .... 45 min
- Naprave za naprševanje tankih plasti, Banovec A. .... 45 min
- Tanke plasti v mikroelektroniki, prof. dr. Trontelj L. .... 45 min
- Kermetne tanke plasti, dr. Gasperič 30 min
- Prevodne in transparentne tanke plasti, Navinšek B. .... 30 min

- Magnetne tanke plasti, Žabkar T. ... 30 min
- Tantalove tanke plasti, Razinger J. 30 min
- Uporovne plasti NiCr naparjene s preskakujočim elektronskim curkom Berlič P. .... 30 min
- Dekorativne tanke plasti, Pregelj A. 30 min
- Optične tanke plasti, Švajger A. ... 45 min
- Elektronsko mikroskopske raziskave strukture tankih plasti, Marinkovič V. 45 min
- Nekaterne metode za merjenje debelin tankih plasti, Lindav J. .... 35 min
- Analiza tankih plasti s spektroskopijo Augerjevih elektronov (AES), Zalar A. .... 45 min

Našteti prispevki so - kot se je pokazalo pri prvi javni predstavitvi - še potrebni precej dopolnjevanja in vsklajevanja. Glede na pomembnost bo potrebno nekaterim temam pri sestavljanju bodočih urnikov in še posebej pri obdelavi zbranega gradiva za izdajo zbornika predavanj nameniti več časa oz. prostora, nekatere pa skrajšati. Vključili bomo tudi še kako novo področje n.pr.: trde prevleke in morda še kaj.

Kljub vsem opaženim pomanjkljivostim in kljub temu, da v prvi tečaj niso bile vključene vaje niti ogled laboratorijev, smo bili z izvedbo zadovoljni tako organizatorji iz DVTS kot tudi slušatelji. Tečaj je potekal od 20 do 24.6.83 v dopoldanskem času na IFVT. Udeležilo se ga je 17 vakuumistov iz domače hiše. Naslednji tečaj "Tanke vakuumske plasti" bo v začetku leta 1984.

Andrej Pregelj

#### KOLENDAR POMEMBNIH PRIREDITEV

27. - 28.10.83

Tehnologija in uporaba ionskega curka; Univerza Princeton, Princeton, ZDA

1. - 4.11.83

30. vakuumski simpozij Združenih držav, Boston, ZDA

7. - 9.11.83

Taljenje in rafinacija z elektronskim curkom, Reno, ZDA

8. - 12.11.83

5. mednarodni sejem o izdelavi elektronskih sestavnih delih: Productronica, München, ZRN

14. - 18.11.83

Simpozij društva za preiskavo materialov -  
"Tanke plasti in stične ploskve", Boston, ZDA

22. - 24.11.83

3. mednarodna konferenca o kvantitativni analizi površin, Teddington, Middlesex, Anglija

22. - 24.11.83

2. simpozij o suhih gravurah v mikroelektroniki, Grenoble, Francija;  
informacije: Francosko vakuumsko društvo;  
19 rue de Renard, 75004 Paris

28.11. - 2.12.83

Tehnologije za optična interferenčna prekritja, UCLA, Los Angeles, ZDA

6. - 9.12.83

Mednarodni simpozij o vakuumskih tehnologijah in uporabi vakuuma pri izkoriščanju jedrske energije; BAABHA atomic Research Centre -  
- dr. P. Vijendran, Bombay, India

14. - 16.12.83

Površine in fazne meje; Oxford, Anglija,  
informacije: Cavendish Laboratory - Cambridge

29.2. - 2.3.84

Seminar o uporabi površinske analiznih metod za reševanje praktičnih problemov; Boca Raton, F.L., ZDA

11. - 16.3.84

Optična mikrolitografija III: Tehnologije za naslednje desetletje; napredek v tehnologiji rezistov ter pri submikrometerskih litografijah z elektronskim curkom, z X-žarki in z ionskim curkom; Santa Clara, ZDA

1. - 4.4.84

Vacuum 84: Tehnološki aspekti o obdelavi in analizi površin; Fizikalni institut; 47, Belgrave Square, London, Anglija

1. - 5.4.84

6. Evropska konferenca o površinah trdnih snovi (ECOSS-6); dr. Inglesfield J.E., Daresbury Laboratory; York, Anglija

6. - 8.4.84

Vakuumski simpozij o naprševanju, Sekcija ameriškega vak. društva za tanke plasti; San Diego, Kalifornija, ZDA

8. - 13.4.84

Simpozij o karakterizaciji materialov v proizvodnji mikroelektronskih sestavnih delov; St. Luis, ZDA

9. - 13.4.84

11. mednarodna konferenca o metalurških prekritjih; Metalurška sekcija ameriškega vakuumskega društva, San Diego, ZDA

2. - 6.7.84

8. mednarodni kongres o katalizah, Zahodni Berlin, ZRN

13. - 17.8.84

6. mednarodna konferenca o tankih plasteh (ICTF-6); Stockholm, Švedska; informacije: dr. Soren Berg, Institut of Technology, Uppsala University Box 534, 75121 Uppsala, Sweden

27. - 31.8.84

3. mednarodna konferenca o trdnih plasteh in površinah; Sydney, Avstralija

29.8. - 3.9.84

16. mednarodna konferenca o pojavih v ioniziranih plinih (ICPIG-XVI), Düsseldorf, ZRN

8. - 13.10.84

9. mednarodni kongres o reologiji; Acapulco, Univerza Coyacan, 84510 Mexico

## TEČAJ "OSNOVE VAKUUMSKE TEHNIKE"

Na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko, pripravljamo ponovitev tečaja predvidoma od 14. do 16. nobembra 83. Kotizacija bo 5.500 din. Vsak udeleženec bo prejel zbornik predavanj, ki obsega naslednja poglavja:

1. Pomen in razvoj vakuumske tehnike
2. Fizikalne osnove vakuumske tehnike
3. Rotacijske črpalke
4. Membranske črpalke
5. Difuzijske črpalke
6. Sorpcijske črpalke
7. Vakuumski spoji in tesnilke
8. Vakuumski sistemi
9. Vakuometri
10. Odkrivanje netesnih mest (leak detekcija)
11. Vakuumski materiali in delo z njimi
12. Vakuumske tankoplastne tehnologije
13. Pomen površin v vakuumski tehniki in njihova karakterizacija
14. Vakuumska higiena in čisti postopki
15. Doziranje, čiščenje in preiskave plinov

Tečaj je namenjen za vse, ki imajo opravka z vakuumskimi postopki in napravami. Poleg predavanj bo obsegal še vaje in ogled inštituta. Prijave na naslov: Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, Teslova 30, Ljubljana. Dodatne informacije po telefonu 263-461 daje organizacijski odbor: Pavli Peter, Nemanič Vinko in Pregelj Andrej.

## VI. JUGOSLOVANSKO-NEMŠKI SIMPOZIJ O PRIPRAVI IN RAZVOJU KERAMIKE IN MATERIALOV NA OSNOVI PRAŠKASTE METALURGIJE (Struga-Ohrid, 11. do 13. april, 1983)

Jugoslovansko-nemški simpoziji o raziskavah in pripravi sodobnih keramičnih materialov so že tradicionalni. Vršijo se izmenično vsaki dve leti v Zvezni republiki Nemčiji in Jugoslaviji. Spodbuda za začetek je bil podpis sporazuma o znanstveno tehničnem sodelovanju med obema deželama. V ta sporazum je vključeno delo na skupnih projektih, izmenjava strokovnjakov in izmenjava informacij o dosežkih raziskav na področjih, ki zanimajo obe strani v obliki simpozijev. V okviru skupne problematike so bila opravljena že tudi številna diplomatska dela in disertacije kandidatov iz Jugoslavije in ZRN.

Letos je potekalo jugoslovansko-nemško srečan-

je v Strugi ob Ohridu pod pokroviteljstvom Univerze Cirila in Metoda v Skopju. Uradni jezik je bila angleščina. Tokrat se je prvič pojavila tudi zanimiva tematika s področja vakuumske tehnologije. Prof. dr. h.c. G. Petzow, vodja Laboratorija za praškasto metalurgijo na Max-Planck Institutu za raziskavo kovin v Stuttgartu je imel eno od uvodnih predavanj o spojih kovine s keramiko. Navedene so bile posebne študije o načinu spajanja po metodi "solid-state bonding". Vzorci so bili pripravljene v obliki sendvičev, kjer je bila vmesna plast med keramičnimi kosi kovinska folija. Kvaliteta spoja je močno odvisna od mikrostrukture prehodnega območja med krhko keramiko in duktilno kovino. Metoda "solid-state bonding" obljublja spoje, ki dosegajo trdnosti delov, ki jih spajamo. Razvite so bile tudi posebne metode, ki omogočajo kvantitativno določanje prelomne trdnosti spoja. Ker so raziskave o spojih keramika-kovina v svetu zaradi pomembnosti izredno potencirane, se zdi pomembna izjava prof. Petzov-a, da so v okviru jugoslovansko-nemškega sodelovanja dane vse možnosti za sodelovanje jugoslovanskih strokovnjakov pri raziskavah na tej problematiki v Laboratoriju za praškasto metalurgijo na Max-Planck Institutu v Stuttgartu.

Na simpoziju so bili udeleženi sodelavci naslednjih inštitucij: Inštitut za nuklearne znanosti "B. Kidrič", Vinča; Center za multidisciplinarne študije, Univerza Beograd; Inštitut für Gestinshüttenkunde, RWTH Aachen; Inštitut "Jožef Stefan"; Univerza E. Kardelja, Ljubljana; Institut für Material - und Festkörperforschung, Kernforschungszentrum, Karlsruhe; Max-Planck Institut für Materialforschung, Stuttgart; Institut für Reaktorwerkstoffe, KFA, Jülich; Rheine-Westphalian TUV, Essen; Tehnološki fakultet, Univerza Skopje in IEVT, Ljubljana.

M. Buh  
IEVT Ljubljana

## Simpozij: VAKUUMSKE TANKE PLASTI - MERILNE METODE IN SODOBNI IZVORI

Dne 19.4.1983 je Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije v povezavi z zastopstvom zahodno nemške firme Leybold-Heraeus in Inštitutom za elektroniko in vakuumsko tehniko organiziralo enodnevni simpozij z zgornjim naslovom in sicer v veliki predavalnici Kemijskega inštituta "Boris Kidrič" v Ljubljani. Med 8.30 in 14 uro so se zvrstila naslednja predavanja:



- Meritev debeline tankih plasti s tentnico na kremenov kristal
- Meritev debeline tankih plasti s fotometrom
- Napajanje tankih plasti z elektronskim snopom
- Magnetronske katode za velike hitrosti napajanja in njihovo električno napajanje

Predavali so strokovnjaki firme LH: Melchert, Dellert in Siegmund, prevajalca pa sta bila dr. Kinsky in tov. Kalan. Snov so podali v povezavi z najnovejšimi proizvodi Leybold Heraeus-a na omenjenih področjih: predstavitev so poživili z mnogimi diapozitivi, z vzorci in bogatim prospektnim materialom. V uvodu so propagandno opisali dosežke in uspehe svoje firme, ki je eden največjih vakuumskih koncernov na svetu. Zanimiva je bila tudi njihova ugotovitev, da kljub znakom gospodarskih težav po celotnem svetu, ni opaziti pomanjkanja dela za proizvajalce vakuumskih elementov, naprav in sistemov; pri njih n.p.r. imajo za leto 1984 že sedaj (v aprilu) naročil približno 14 % več kot za letos.

Simpozij je bil istočasno ponovna potrditev dobrega sodelovanja med LH in DVTS, kar je bilo lepo omenjeno v pozdravnem nagovoru predsednika društva mgr. Zalarja in predstavnika gostov g. Melchert-a. Ob zaključku so gostje Društvu za vak. tehniko Slovenije podarili rotacijsko črpalko LH-S 1,5 za tehnično izobraževalne namene.

Poleg obvestil posameznikom na IEVT, je bilo za simpozij poslanih še okrog loo vabil na različne naslove v SRS. Udeležba je bila precej manjša, vendar zadovoljiva, saj je bilo poslušalcev blizu 50. Z zanimanjem so sledili vsebini in sodelovali z vprašanji. V odmorih smo imeli lepo možnost spoznati se med seboj in ob pogovoru o podobnih problemih navezati stike za sodelovanje v bodoče.

Andrej Pregelj  
IEVT, Ljubljana

#### POSVETOVANJE MIEL 83 V ZAGREBU

Strokovna sekcija za elektronske sestavne dele, mikroelektroniko in materiale - SSES pri Jugoslovanski zvezi za ETAN, ki ima svoj sedež v Ljubljani, organizira že vrsto let strokovna posvetovanja o mikroelektroniki. Posvetovanje je vedno v drugem centru elektronske industrije v Jugoslaviji. Doslej so bila gostitelj pos-

vetovanj po vrstnem redu sledeča mesta: Ljubljana - 1965, Zagreb - 1974, Niš - 1974, Ljubljana - 1976, Banja Luka - 1977, Zagreb - 1978, Beograd - 1979, Niš - 1980, Ljubljana - 1981, Banja Luka - 1982, Zagreb - 1983.

Letošnje XI. Jugoslovansko posvetovanje o mikroelektroniki MIEL 83 je bilo v Zagrebu na Elektrotehniški fakulteti od 25. do 27. aprila 1983. Lokalna organizatorja sta bila RO RIZ-KOMEL OOUR Tvornica poluvodiča in Elektrotehniški fakultet vseučilišta u Zagrebu.

Osrednje teme posvetovanja so bile: monolitna integrirana vezja, hibridna integrirana vezja, polvodniški senzorji, prikazovalniki in elektronski elementi iz Ga As. Prijavljenih je bilo 58 referatov, od tega 9 iz inozemstva.

Uvodna predavanja so imeli:

- B. Murari iz SGS - ATEs, Milano: Linear Power Integrated circuits
- P.L. Kriby iz Welwyn Electronics, Ltd., Bedlington: Microelektronics - Its Future Role
- K.H. Zschauer, Siemens, München: Devices and Technology on GaAs

Letos je bilo posvetovanje zastopano prvič z mednarodnimi referati, kar gre prav gotovo zahvala organizatorjem iz Zagreba in predsedniku SSES dr. Rudi ju Ročaku, ki se globoko zaveda pomena povezovanja strokovnjakov v mednarodnem prostoru, predvsem še sedaj, ko so marsikomu zaprta vrata za tovrstno seznanjanje s tehnološkim razvojem v svetu izven naše domovine. Hkrati je takšno posvetovanje tudi priložnost za primerjavo dosežkov domače industrije z dosežki v svetu in končno je to tudi potrditev družbenega pomena in vloge mikroelektronike pri nas.

Referati, razporejeni v sekcije, so pokrivali celotno področje od tehnologij, uporabe polprevodnikov do teoretičnih del. Pred posvetovanjem je bil izdan zbornik referatov.

Posvetovanje je spremljala razstava strokovne literature Jugoslovanskih avtorjev na temo "mikroelektronske komponente in tehnologija". Proizvajalci mikroelektronskih komponent pa so razstavili svoje proizvode.

V okviru posvetovanja je bila organizirana 27. aprila 1983 tudi okrogla miza z naslovom "Visokošolski študij elektronike in delež mikroelektronike v njem". Na posvetu, ki ga je vodil prof. dr. Petar Biljanović, so se zbrali

predstavniki skoraj vseh fakultet v Jugoslaviji, kakor tudi predstavniki nekaterih organizacij združenega dela, ki se bavijo z mikroelektroniko.

Najprej je bil podan pregled visokošolskega študija pri nas. Prof. Kirby iz Velike Britanije, ki se je tudi udeležil posveta, je pojasnil prisotnim organiziranje tovrstnega študija pri njih. Poudaril je, da je potrebno pri njih pripisati dober napredek elektronike dobremu sodelovanju industrije in fakultet. Precejšnjo veljavo ima podiplomski študij, ki šola strokovnjake za industrijo. Podiplomci seveda delajo med študijem na fakultetah. V Veliki Britaniji je znanstveno pedagoška organiziranost specializirana na posamezna področja mikroelektronike. Tri do štiri fakultete so povezane z enim zmogljivim računalniškim (CAD) centrom.

Sledila je diskusija skoraj vseh prisotnih. Bili so enotnega mnenja, da morajo inženirji zaradi današnjega hitrega razvoja tehnologije neprestano slediti temu razvoju. Povdarjeno je bilo, da če kje, potem je treba prav pri šolanju kadrov za mikroelektroniko šolati inženirje za jutri in ne za danes. Posebej je bilo povdarjeno, da bi se morali industrija, fakultete in inštituti še tesneje povezati, če želimo slediti napredku mikroelektronike.

Na koncu smo se prisotni domenili, da bomo v informacije SSESD objavljali članke, preko katerih bomo na sprejemljiv način podajali informacije o novostih s področja mikroelektronike za vse, tudi za tiste, ki nimajo fakultetne izobrazbe. Članke bodo pripravili profesorji z vseh fakultet v Jugoslaviji.

Alojzije Keber, dipl.ing.  
SSESD, Ljubljana

#### MELECON '83 V ATENAH

Melecon je elektrotehnična konferenca mediteranskih dežel in je organizirana vsako drugo leto. Prireja jo sekcija mednarodne elektrotehnične zveze IEEE, ki zavzema Evropo, Afriko in del Azije. Konferenca, ki sem se je udeležil v maju 1983 je imela za glavni temi energijo in informacijske sisteme.

Na njej sem imel referat z naslovom "SnO<sub>2</sub>/n-Si solar cell", ki je vzbudil nekaj zanimanja, posebej pri A. Luque vodji inštituta za sončno energijo v Španiji. Prvo uvodno predavanje je imel I. Guimaraes iz Portugalske z naslovom

"Advanced Solar Cells". Povedal je da izdelujejo amorfne sončne celice s 5% izkoristkom površine 1 dm<sup>2</sup> v 1/2 ure. Z njim sem se dogovoril, da lahko pridem k njim na strokovno izpopolnjevanje, kar je v zvezi z mojo nalogo iz programa "Novi vir energije". V prvem delu sta bili zanimivi predavanja še o znižanju plastne upornosti Si z uporabo mikrovalov (Francozi) in o vplivu getranja z Ar pri ionsko implantiranih sončnih celicah (Južna Afrika). Popoldansko uvodno predavanje je imel A. Luque z naslovom "Photovoltaic Concentration". Povedal je, da so od nedavnega dostopni komercialni koncentratorki sistemi in pokazal je diapozitive take elektrarne - celo polje v Saudski Arabiji za potrebe ene vasi. Postavili bodo 2000 takih elektrarn. Uporabljajo Fresnelove leče, celice površine 1 cm<sup>2</sup> hladijo z vodo, električni bakreni vodi pa so skoraj tako debeli kot vodi za hlajenje. Celica 1 cm<sup>2</sup> pri ojačanju 100 x daje 4 A. Izkoristek se še poveča z uporabo spektralnega razdeljevalca svetlobe, kratkovalovna svetloba gre k GaAlAs celici dolgo valovna pa k Si sončni celici.

Milan Tasevski dipl. ing  
IEVT Ljubljana

#### XIX. JUGOSLOVANSKI SIMPOZIJ O ELEKTRONSKIH SESTAVNIH DELIH IN MATERIALIH SD-83

Strokovna sekcija za elektronske sestavne dele, mikroelektroniko in materiale - SSESD pri Jugoslovanskem združenju za ETAN je priredila skupaj z Elektrotehniško zvezo Slovenije 3. in 4. oktobra 1983 ob razstavi Sodobna elektronika 83 na Gospodarskem razstavišču v Ljubljani XIX. Jugoslovanski simpozij o elektronskih sestavnih delih in materialih SD 83.

Na simpoziju je bilo prebranih dvaintrideset referatov. Povdarek letošnjega simpozija je bil na obravnavi problematike elektromehanskih sestavnih delov. Tovrstna tematika je bila prikazana v osmih referatih, ki so obravnavali: preiskave atmosfere v hermetičnih relejih, elektromehanične konstrukcije v AX-tehnologiji, izbiro sistema koračnih motorjev, merilno letov, montažo jedernega magneta, ocenjevanje magnetnih razmer v prožilnem releju za tokovno zaščitno stikalo, analizo mehanskega momenta preklopne hitrosti in obloka pri vrtljivih preklopnikih in fleksibilne prevodnike ter prevodnike za notranjo montažo, ki so bili atestirani v renomiranih inštitutih v Evropi in Ameriki. V

uvodu v to problematiko je bil podan referat o perspektivi elektromehanskih in mehanskih delov do leta 2000.

V ostalih referatih so referenti predstavili splošno problematiko tehnoloških problemov pri raziskavah, razvoju in izdelavi elementov za elektroniko.

Simpozija sta se udeležila tudi referenta iz Zvezne republike Nemčije in Poljske.

Organizatorji so izdali pred začetkom simpozija zbornik referatov.

Medtem, ko so bili raziskovalni inštituti in razvojni inštituti organizacij združenega dela dobro zastopani, je bilo čutiti premajhno udeležbo uporabnikov elektronskih sestavnih delov. Kljub temu lahko prištevamo letošnji simpozij med tiste strokovne manifestacije, ki so doprinesle svoj delež k zbliznanju in medsebojnemu povezovanju strokovnjakov iz vse Jugoslavije, kar je v današnjih dneh še kako pomembno.

#### PRODUCTRONICA 83

V času od 8. do 12. novembra 1983 bo v Münchnu letos že 5. mednarodni sejem opreme za elektronsko-industrijo. PRODUCTRONICA, kot se sejem imenuje, je na sporedu vsako drugo leto, vsako drugo leto pa je ob tem času v Münchnu razstava ELECTRONICA. Zadnji sejem leta 1981 je obsegal skupno površino 55.550 m<sup>2</sup> razstaviščne-ga prostora, ki so ga zasedli 904 razstavljalci iz 21. dežel. Sejem je obiskalo 37.000 strokovnjakov iz 53. dežel. Ti podatki kažejo na svetovno razsežnost in veljavo sejma, zato je leta prav gotovo in še kako pomemben tudi za naše strokovnjake.

Letošnji sejem bo po tematiki razdeljen na sledeče sektorje:

- naprave in pripomočki za izdelavo elementov iz trdnih snovi in hibridov
- naprave in pripomočki za izdelavo ploščic tiskanih vezij
- naprave in pripomočki za gradnjo elektronskih aparatov
- naprave in pripomočki za splošno proizvodnjo in navijalno tehniko
- merilne naprave za zagotavljanje kvalitete in kontrolo

Ustrezno tematiki posameznega sektorja bodo sejem spremljala tudi sledeča strokovna pos-

vetovanja:

- materiali za tehnologije trdnih snovi; novi postopki za izdelavo debelih plasti
- naprave in postopki za kemijsko obdelavo; galvanotehnika za elektroniko
- izvedbe sestavnih delov, postopki in naprave; novosti konektorske tehnike
- nove metode v navijalni tehniki; naprave za kontrolo pri gradnji instrumentov
- novi načini opremljanja industrijskih pogonov z instrumenti; uporaba LWL sistemov

Čeprav med zgoraj naštetimi naslovi ni posebej omenjena vakuumna tehnika, je sejem dokaj zanimiv tudi za strokovnjake s področja vakuumskih tehnologij.

Strokovna sekcija za elektronske sestavne dele, mikroelektroniko in materiale pri Jugoslovanski zvezi za ETAN bo priredila, kot že vrsto let doslej, strokovno ekskurzijo na PRODUCTRONICO 83. SSESSED vas vabi, da se nam pridružite na strokovnem potovanju v München.

Alojzije Keber, dipl.ing.  
SSESSED, Ljubljana

#### YUSEM-83

Od 26. do 28.5.1983 je bil v Kranjski gori 4. jugoslovanski simpozij o elektronski mikroskopiji, YUSEM-83. Organiziralo ga je Društvo za elektronsko mikroskopijo iz Ljubljane, v sodelovanju z Medicinsko fakulteto, Inštitutom J. Stefan, Inštitutom za biologijo, Univerzo E. Kardelja v Ljubljani in SŽ-Metalurškim inštitutom. Referate in posterje na kongresu, prav tako pa poglavja v zborniku so razdelili na naslednja področja: biologija celice, klinična in eksperimentalna patologija, mikrobiologija in materiali. V zborniku zbrani referati so večinoma s področja medicine, najzanimivejša za vakuumiste pa so vsekakor dela zbrana v poglavju "Materiali", ki obsega 4 uvodna predavanja in 31 razširjenih povzetkov. Ta dela so s področja elektronske mikroskopije, TEM in SEM, elektronske mikroanalize, spektroskopije Augerjevih elektronov in nekaj s področja rtg. in elektronske difrakcije. V razširjenih povzetkih je prikazana uporabnost teh metod pri preiskavah materialov: kovin, rud, mineralov, tekstila in barv. Na razpravi za okroglo mizo z delovnim naslovom "Opremljenost na področju elektronske mikroskopije in mikroanalize v Jugoslaviji" je bilo ugotovljeno, da

na tem področju težko sledimo razvoju v svetu zaradi zastarele opreme, neorganiziranega servisiranja naprav in nenačrtnega šolanja mladih strokovnjakov. Vsled tega so se udeleženci okrogle mize dogovorili za nekatere akcije, ki

naj bi v Jugoslaviji omogočile nadaljni razvoj elektronske mikroskopije.

A. Zalar