

Retrospektivni pregled proizvodnje poluprovodnika u okviru Elektronske industrije u Nišu

Zoran Prijić Ninoslav Stojadinović

Univerzitet u Nišu, Elektronski fakultet
Katedra za mikroelektroniku

Petnica, jun 2013.



Retrospektivni
pregled
proizvodnje
poluprovodnika u
okviru Ei

Zoran Prijić,
Ninoslav
Stojadinović

Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

Zavodi RR su formalno osnovani 10.04.1948. godine. Glavni razlog za osnivanje je bila nestašica rendgen cevi, zbog čega je bio otežan rad svih bolnica u zemlji. Skraćenica "RR" potiče od pojmova radio i rendgen cevi. Između više lokacija u okolini Niša izabrana je ona koja je bila najbliža važnim saobraćajnicama i za koju je procenjeno da se može urediti sa najmanje troškova.

Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

Direkcija metalske i radio industrije iz Beograda osnovala je Agenciju u Nemačkoj radi anagažovanja nemačkih stručnjaka za rad u Zavodima RR. Preko 40 Nemaca je 1949. godine došlo u Zavode RR. Uz njihovu pomoć su naši stručnjaci konstruisali i proizveli prve serije radio cevi (1951.), rendgen cevi (1952.) i rendgen aparata (1953.). Osnovna oprema nabavljena je iz Nemačke iz pogona "Siemens"-a. Istovremeno, 1949. godine formirana je Industrijska škola Zavoda RR.

Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

Logo

Retrospektivni
pregled
proizvodnje
poluprovodnika u
okviru Ei

Zoran Prijic,
Ninoslav
Stojadinovic

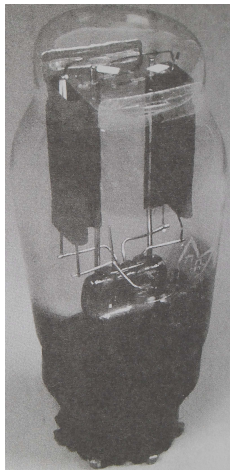


Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

Prva radio cev AZ-1



Za izradu je upotrebjeno staklo iz Paraćina i liskun iz Prokuplja.

Retrospektivni
pregled
proizvodnje
poluprovodnika u
okviru Ei

Zoran Prijić,
Ninoslav
Stojadinović

Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

Prvi radio aparat – 1954.



Reklama na magistralnom putu Niš–Pirot.

Retrospektivni
pregled
proizvodnje
poluprovodnika u
okviru Ei

Zoran Prijić,
Ninoslav
Stojadinović

Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

1956. godina

- ▶ Na čelo Zavoda RR dolazi Vladimir Jasić.
- ▶ Počinje velikoserijska proizvodnja radio aparata.
- ▶ Preko 90% delova iz sopstvene proizvodnje (obrtni kondenzatori, transformatori, ...)
- ▶ Priprema za proizvodnju TV prijemnika.

Deo izjave Vladimira Jasića listu "Narodne Novine" 21.09.1956. godine

Retrospektivni
pregled
proizvodnje
poluprovodnika u
okviru Ei

Zoran Prijić,
Ninoslav
Stojadinović

"Sistem odlučivanja, sistem rukovođenja prenosio se na kolektivnu odgovornost. Nedostajala je lična i profesionalna odgovornost, a kolektivna kontrola ... Gro ljudi koji su došli prvi put u fabriku bio je bez radnih navika koje treba da ima jedan industrijski radnik, a oni koji su bili kvalifikovani došli su u novu proizvodnju, za koju se isto tako morao formirati red i saznanje da se tehnološkoj disciplini moraju pokoravati"

Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

Izvod iz članka novinara "Narodnih Novina" D. Jankovića o od 21.09.1956. godine

Retrospektivni
pregled
proizvodnje
poluprovodnika u
okviru Ei

Zoran Prijić,
Ninoslav
Stojadinović

"Direktor je prekinuo sa tradicijom konsultacija po svaku cenu sa sekretarom fabričkog Komiteta, sa predsednikom Upravnog odbora, predsednikom Radničkog saveta i drugim ljudima, po najsitnijim svakodnevnim tekućim pitanjima"

Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

Vladimir Jasić: "O najbitnijim pitanjima proizvodnje odlučuje se na sastancima Upravnog odbora i Radničkog saveta, a o tekućim pitanjima se brine administrativno-upravni aparat. Mi smo na taj način razgraničili pojmove rukovođenja od upravljanja preduzećem, a samim tim i nadležnosti ..."

1958. godina

- ▶ Izvoz radio i rendgen aparata.
- ▶ Industrijska proizvodnja TV prijemnika, u saradnji sa kompanijom "Philips".
- ▶ Plan razvoja poluprovodničkih komponenata, prvenstveno tranzistora.
- ▶ Investicija za kapacitete do milion tranzistora godišnje.
- ▶ Predviđeni rok realizacije je početak 1963. godine.

1960. i 1961. godina

- ▶ Konstrukcija prvih tranzistorskih radio prijemnika "RR-210-T" i "RR-110-T".
- ▶ Počela serijska proizvodnja germanijumskih tačkastih dioda.
- ▶ Rukovodilac razvoja poluprovodničkih komponenata je bio prof. dr Đorđe Bošan.
- ▶ Za razvoj dioda su članovi tima nagrađeni novčano u rasponu 3–10 prosečnih plata.
- ▶ Odobren investicioni program za "otvaranje pogona za proizvodnju tranzistora".
- ▶ Razvijene snažne diode i niskofrekventni tranzistor.
- ▶ Formiranje Beogradske elektronske industrije ("BELIND").

1962. godina - stvaranje Elektronske industrije Niš

- ▶ Srbija: "Zavodi RR" i "BELIND"
- ▶ Hrvatska: "RIZ"
- ▶ Slovenija: "ISKRA"
- ▶ BIH: "Energoinvest" i "Rudi Čajavec"
- ▶ Crna Gora: "OBOD"

Integracijom Zavoda RR i BELIND-a je 27.01.1962. godine stvorena Elektronska industrija Niš. Formalno i suštinsko konstituisanje završeno je 17.09.1962. godine.

"Do spajanja je došlo u cilju udruživanja kadrova, poslovnog fonda i dosadašnjih iskustava kao solidne baze za ostvarivanje specijalizovanije i jeftinije proizvodnje, a samim tim i za osvajanje domaćeg i inostranog tržišta."

Sopstveni razvoj poluprovodničkih komponenata (27.10.1962.)

Retrospektivni pregled proizvodnje poluprovodnika u okviru Ei

Zoran Prijčić,
Ninoslav Stojadinović

Zavodi RR

Elektronska industrija

Fabrika poluprovodnika

На списку добитника награда „Ослобођење Ниша” налазила су се и имена људи чији радови отварају једно ново подручје културне делатности у Нишу — подручје науке. Разговор са њима детаљније открива резултате који су свратили на себе пажњу јавности.



Полуџроводни џранзисџорски елементи од домаће џерманијума

ли значајне резултате у освајању високофреквентних германијумских транзистора.

— Ми смо радили на полупроводним саставним деловима у које убрајамо диоде и транзисторе. По једној ранијој варијанти требало је да се купи лиценца и читава опрема од неке познате светске фирме, за вриште милиона долара. Да бисмо избегли оволико плаћање ми смо формирали лабораторију и сами разрадили технолошке процесе за ове елементе. У том погледу смо се оријентисали једино на домаће снаге, пре свега на сопствену лабораторију и неке институте у Београду. Други део посла састојао се у томе да на бази домаће технологије пројектујемо фабрику за масовну производњу. Пројект смо израдили а извођење пројекта је у завршној фази тако да ћемо ускоро у крилу Завода РР добити још једну фабри-

ку. Целокупна опрема је домаћа, с тим што се од тога опет највећим делом израђује у самим Заводима РР. Капацитети те фабрике ће употпуности задовољити домаће потребе а већ смо имали и извесне контакте који треба да омогуће извоз једног дела те производње. Једном речју успели смо први пут да добијемо полупроводне саставне делове од домаћег германијума при чему смо у нашим лабораторијама извели целокупан технолошки процес почев од германијум диоксида до монокрystala германијума. То нам даје наде да ћемо моћи да извршимо са увозне листе артикла за који дајемо највише деовиза, — завршио је Ђорђе Бошан у чијем досијеу стоји да је рођен 1926. године у Новом Саду, да је одмах после завршетка природно-математичког факултета 1953. године почео да ради у Заводима РР и да је 1960. године одликован Орденом рада III реда.

ЂОРЂЕ БОШАН, физичар Завода РР је заједно са Вукашином Радовановићем, инжењером и Цedomиром Арсићем, хемичаром разрадио технолошки процес за добијање полупроводних елемената на бази германијума и силицијума. Осим тога они су пројектовали комплетну фабрику за производњу полупроводних елемената и постиг-

Puštanje u pogon fabrike za proizvodnju poluprovodnika (28.11.1962.)

Retrospektivni pregled proizvodnje poluprovodnika u okviru Ei

Zoran Prijjić,
Ninoslav Stojadinović

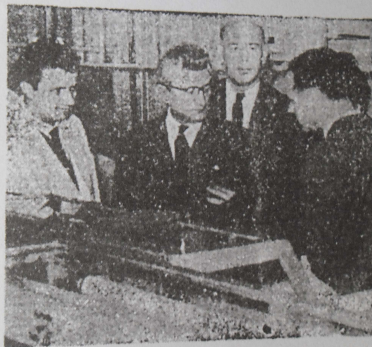
Zavodi RR

Elektronska industrija

Fabrika poluprovodnika

У ЗАВОДИМА РР ПУШТЕНА У ПОГОН ФАБРИКА ЗА ПРОИЗВОДЊУ ПОЛУПРОВОДНИКА

У Заводима РР 28. новембра пуштена је у погон Фабрика за производњу полупроводника за широку потрошњу. Објекат су пројектовали стручњаци Завода, што је допринело да његова изградња, која је финансирана из сопствених средстава, стаје само 10% од износа који би за то затражила било која светска фирма. Приликом пројектовања и изградње Фабрике коришћена је, сем искуства многих предузећа и непосредна помоћ неких научних институција као што су Хемијско-технолошки институт у Београду и Институт за електронику у Љубљани. Изградња и пуштање у погон овог објекта је од посебног значаја јер се тиме ствара база за даље усавршавање и освајање производње у Заводима РР. Ово утолико пре што су техничка испитивања у земљи и иностранству показала да су полупроводнички инструменти, намењени иначе за уграђивање у телепринтере, радиостанице, ПТТ централе, за-



тим за уређаје телекомуникације и сигнализације — квалитета европског стандарда.

На слици: Воја Лековић, потпредседник Извршног већа Србије пушта у погон нову Фабрику.

1963. godina

Retrospektivni
pregled
proizvodnje
poluprovodnika u
okviru Ei

Zoran Prijić,
Ninoslav
Stojadinović

Ukupna vrednost proizvodnje Ei–Niš predstavljala je polovinu od vrednosti proizvodnje celokupne elektronske industrije u Jugoslaviji. Tržišno učešće u prodaji TV prijemnika je bilo 72%, a u prodaji radio aparata 80%.

Vladimir Jasić: "... Prošlog meseca proizveli smo 8500 televizora i ni jedan od njih nije ostao u magacinu. **Tržište** ih veoma mnogo traži. Sem toga, proizvodimo i 100000 tranzistorskih prijemnika i 100000 radio prijemnika."

Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

Fabrika poluprovodnika 1965.–1969.

- ▶ Proizvodnja za potrebe Ei.
- ▶ Uspostavljanje saradnje sa kompanijama "Toshiba", "Telefunken", "Texas Instruments" i "RCA".
- ▶ Početak razvoja poluprovodničkih komponenata na bazi silicijuma.
- ▶ Tehnologije prečišćavanja silicijuma, izvlačenja monokristala i mehaničke obrade.
- ▶ Tehnologije dopiranja silicijuma.
- ▶ Priprema za izgradnju nove fabrike.

Izgrađena nova fabrika poluprovodnika (1970.-1971.)

Retrospektivni
pregled
proizvodnje
poluprovodnika u
okviru Ei

Zoran Prijčić,
Ninoslav
Stojadinović



Zavodi RR

Elektronska
industrija

Fabrika
poluprovodnika

- ▶ Polovinom 1971.godine Fabrika poluprovodnika izvezla je milion silicijumskih tranzistora u SAD. Kupac je bila kompanija "Texas Instruments" iz koje je stigao telegram: "Kvalitet do sada isporučenih tranzistora je izvrstan. Vaši ljudi su dobro obavili posao."
- ▶ Tokom 1971. godine u Jugoslaviju je uvezeno 360000 tranzistorskih radio prijemnika, a u pogonima Ei proizvedeno 69000.

Fabrika poluprovodnika: proizvodni program 1971.–1981.

- ▶ Diode (ispravljačke, brze prekidačke, Zener)
- ▶ Varistori
- ▶ Tiristori
- ▶ Diaci, triaci
- ▶ Bipolarni tranzistori (homotaksijalni, epitaksijalni, Darlington)

Korišćena je planarna tehnologija, na pločicama prečnika 2 inča. Fabrika je podmirivala oko 70% potreba jugoslovenskog tržišta, a ostatak proizvodnje je bio namenjen izvozu. Razvoj optoelektronskih komponenata započeo je 1975. godine, po zahtevu JNA. Istovremeno, po zahtevu JNA i ostalih članica Ei, planirana je investicija u proizvodnju integrisanih kola.

Proizvodnja CMOS integrisanih kola: 1981.

- ▶ Za proizvodnju integrisanih kola odabrana je CMOS tehnologija.
- ▶ Licencirana je tehnologija kompanije RCA.
- ▶ Deo fabrike je u potpunosti adaptiran za novu proizvodnju.
- ▶ Nabavljena je najsavremenija proizvodna oprema.
- ▶ Proizvodnja digitalnih CMOS integrisanih kola sa aluminijumskim gejtom serije CD4000.
- ▶ Proizvodnja visokopouzdanih i komercijalnih integrisanih kola.
- ▶ Planarna tehnologija, na pločicama prečnika 3 inča.

Ostvarenju ovog projekta posebno je doprineo prof. dr Radivoje Popović.

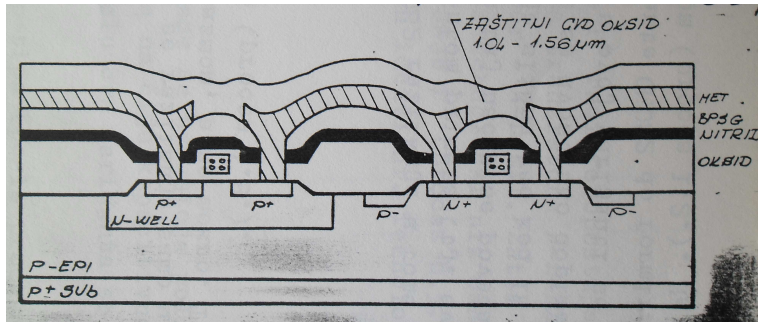
Proizvodnja CMOS integriranih kola i MOS tranzistora snage: 1981.–1991.

- ▶ Licencirana tehnologija CMOS integriranih kola sa polisilicijumskim gejtom serije CDP1800.
- ▶ Proizvedeni 8-bitni mikroprocesori.
- ▶ Nabavljen najsavremeniji softver i hardver za projektovanje integriranih kola.
- ▶ Razvijena familija programibilnih logičkih kola (gejtovske matrice).
- ▶ Razvijena tehnologije proizvodnje VDMOS tranzistora snage.
- ▶ Sopstvenim razvojem modifikovane licencirane CMOS tehnologije, radi unapređenja prinosa i pouzdanosti.
- ▶ Licencirane nove CMOS tehnologije (QMOS)

Skica iz tehničke dokumentacije CMOS - $3\mu\text{m}$

Retrospektivni pregled proizvodnje poluprovodnika u okviru Ei

Zoran Prijić,
Ninoslav Stojadinović



Zavodi RR

Elektronska industrija

Fabrika poluprovodnika

Radi optimizacije tehnoloških parametara, korišćen je softver za modeliranje i simulaciju tehnoloških procesa.

Glavni tehnološki procesi

- ▶ Difuzija.
- ▶ Epitaksijalni rast.
- ▶ Jonska implantacija.
- ▶ Optička fotolitografija ($5 \mu\text{m}$).
- ▶ Termička i CVD oksidacija.
- ▶ Depozicija polisilicijuma.
- ▶ Jednoslojna i višeslojna metalizacija.
- ▶ Plazma i hemijska nagrizanja.
- ▶ Automatska montaža čipova u plastično kućište.
- ▶ Automatske linije za karakterizaciju čipova i gotovih komponenata.

Deo rezultata automatskog testiranja procesnih i električnih paramatara

Retrospektivni pregled proizvodnje poluprovodnika u okviru Ei

Zoran Prijjić,
Ninoslav Stojadinović

Zavodi RR

Elektronska industrija

Fabrika poluprovodnika

```
RES P+ DIFF, OHMS/SQ(V), SIZE= 29.0 SQ, VRES=
RES N+ DIFF, OHMS/SQ(V), SIZE= 29.0 SQ, VRES=
RES N+ POLY1, OHMS/SQ(V), SIZE= 29.0 SQ, VRES=
RES P- WELL, OHMS/SQ(V), SIZE= 29.0 SQ, VRES=
RES PWELL -IMP, OHMS/SQ(V), SIZE= 29.0 SQ, VR
RES 4X3 N+POLY, OHMS/SQ(V) /CONTACT, SIZE= 1.0
RES 4X4 N+POLY, OHMS/SQ(V) /CONTACT, SIZE= 1.0
RES 4X4 P+DIF, OHMS/SQ(V) /CONTACT, SIZE= 1.00
RES 4X10 P+DIF, OHMS/SQ(V) /CONTACT, SIZE= 1.0
RES 4X4 N+DIF, OHMS/SQ(V) /CONTACT, SIZE= 1.00
RES 4X10 N+DIF, OHMS/SQ(V) /CONTACT, SIZE= 1.0
NMOS-S 30/30, ARIT VGS, (600. M : 1.30 )
NMOS-S 12/3, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U )
NMOS-S 12/3, ID, VDS= 3.00 V, VGS= 2.00 V, VE
NMOS-S 12/4, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U )
NMOS-S 12/4, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U )
NMOS-S 12/4, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U )
NMOS-S 12/4, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U )
NMOS-S 12/3.5, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U
NMOS-S 12/3.5, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U
NMOS-S 12/3.5, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U
NMOS-S 12/3.5, ARIT IDS TRIODE, (5.00U : 30.0U
```


U fabrici je bilo zaposleno oko 200 visokoobrazovanih stručnjaka. Glavni izvor kadrova bili su Elektronski fakultet u Nišu i Elektrotehnički fakultet u Beogradu, kao i ostali tehnički i prirodno–matematički fakulteti. Pored toga, fabrika je zapošljavala oko 400 stručnjaka sa višom i srednjom stručnom spremom.

Kadrovi - 1964.

Radnički savet Elektronske industrije Niš
raspisuje

Konkurs

za dodelu stipendija za školsku 1964/65. godinu

460 stipendija za Elektrotehnički fakultet i to:	
— odelak za telekomunikacije i elektroniku	410
— odelak za tehničku fiziku	40
— odelak za energetiku	10
410 stipendija za Mašinski fakultet i to:	
— odelak proizvodni	290
— odelak konstruktivni	100
— pripremno proizvodni odelak	100
— odelak energetike	10
150 stipendija za Tehnološki fakultet i to:	
— odelak tehnološki	130
— odelak metalurški	20
130 stipendija za Prirodno-matematički fakultet i to:	
— odelak hemije	10
— odelak fizičke hemije	10
— odelak fizike	20

Prijava za konkurs treba da sadrži sledeća dokumenta:


- molba za konkurs sa kratkom biografijom,
- Preporuka SOJ, odelone SSJ,
- uverenje o poličnom ispitima i upisanom semestru, a za studente I godine i preko dip. lome u završenoj srednjoj školi,
- potvrda fakulteta da ne prima stipendiju i
- uverenje o zdravstvenom stanju.

Prijava prijema imaju odlični i vrlo dobri svršeni učenici srednjih škola i studenati koji redovno polazu ispite.

Pe završena studija stipendisti će se raspoređivati na radnim mestima u okviru Ei - Niš.

Molbe sa potrebnim dokumentima slati na adresu: Elektronska industrija - NIŠ, Centar za obuku kadrova.

Konkurs ostaje otvoren do 25. oktobra 1964. godine.

 Elektronska industrija Niš

Retrospektivni pregled proizvodnje poluprovodnika u okviru Ei

Zoran Prijjić,
Ninoslav Stojadinović

Zavodi RR

Elektronska industrija

Fabrika poluprovodnika

Kadrovi - 1965.

КОМИСИЈА ЗА СТУЧНО ОБРАЗОВАЊЕ КАДРОВА
РАДНИЧКОГ САВЕТА

**ЕЛЕКТРОНСКА ИНДУСТРИЈА
НИШ**

РАСПИСУЈЕ
КОНКУРС

за доделу нових стипендија за школску 1965/66. годину

450 стипендија за електротехнички факултет и то:	200
— одсек ЕЛЕКТРОНИКЕ	200
— одсек ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈА	0
400 стипендија за машински факултет и то:	200
— одсек КОНСТРУКЦИЈИ	100
— одсек ПРОИЗВОДНИ	100
100 стипендија за природно-математички факултет и то:	
— ГРУПА ФИЗИКЕ	45
— ГРУПА ХЕМИЈЕ	35
— ГРУПА ФИЗИКЕ ХЕМИЈЕ	20
50 стипендија за технолошки факултет и то:	
— одсек ТЕХНОЛОШКИ	35
— одсек НЕОРГАНСКИ	15
— одсек МЕТАЛУРГИЈИ	0

Пријава за конкурс треба да садржи следећа документа:

Моља на конкурс се чланица биографичног, привредног ССД, односно ССД, уверење о положијеним испитима и уверење о здравственој способности, а за студенте I године и прелиминарне испитивање одговорног органа школе, позивајући факултете да не пријављују и уверење о здравственој способности.

Позивајући своје одрасле и младе колеге уредних средних школа, студенти који редовно похађају школе, а имају просечну оцелу већу од 6.

По завршетку стипендијског конкурсног периода се распоређују на рад у фабрику Електронске индустрије — Ниш.

Моља се подноси са документима сагати за адресу:
ЕЛЕКТРОНСКА ИНДУСТРИЈА — НИШ,
Центар за обуку кадрова

Моља се са потписаним документима треба се узимати у разматрање.
Конкурс остаје отворен до 30. октобра 1965. године.

ЕЛЕКТРОНСКА ИНДУСТРИЈА — НИШ
1965 1-2

450 stipendija za Elektrotehnički fakultet, 400 za Mašinski fakultet, 100 za Prirodno–matematički fakultet i 50 za Tehnološki fakultet.

Možda 2065?

Retrospektivni pregled proizvodnje poluprovodnika u okviru Ei

Zoran Prijčić,
Ninoslav Stojadinović

Zavodi RR

Elektronska industrija

Fabrika poluprovodnika

- ▶ N. Randelović, "*Polu veka u korak sa svetom (1948.-1998.)*", Monografija Ei, 2003.
 - ▶ Arhiva Elektronske industrije Niš
 - ▶ Arhiva lista "Narodne Novine", Niš
 - ▶ Arhiva Elektronskog fakulteta u Nišu
- + Živa reč učesnika pojedinih događaja.