

INFORMACIJE

Strokovno društvo za mikroelektroniko
elektronske sestavne dele in materiale

MIDEM

2°1992

Časopis za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale

Časopis za mikroelektroniku, elektronske sestavne dijelove i materijale

Journal of Microelectronics, Electronic Components and Materials

INFORMACIJE MIDEM, LETNIK 22, ŠT. 2(62), LJUBLJANA, JUNIJ 1992



INFORMACIJE MIDEM	LETNIK 22, ŠT. 2(62), LJUBLJANA,	JUNIJ 1992
INFORMACIJE MIDEM	GODINA 22, BR. 2(62), LJUBLJANA,	JUNI 1992
INFORMACIJE MIDEM	VOLUME 22, NO. 2(62), LJUBLJANA,	JUNE 1992

Izdaja trimesečno (marec, junij, september, december) Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale.

Izdaja tromesečno (mart, jun, septembar, decembar) Stručno društvo za mikroelektroniku, elektronske sestavne dijelove i materiale.

Published quarterly (march, june, september, december) by Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials - MIDEM.

Glavni in odgovorni urednik
Glavni i odgovorni urednik
Editor in Chief

Iztok Šorli, dipl. ing.
MIKROIKS, Ljubljana

Tehnični urednik
Tehnički urednik
Executive Editor

Janko Colnar

Uredniški odbor
Redakcioni odbor
Editorial Board

mag. Rudi Babič, dipl. ing. Tehniška fakulteta Maribor
Dr. Rudi Ročak, dipl. ing., MIKROIKS, Ljubljana
mag. Milan Slokan, dipl. ing., MIDEM, Ljubljana
Zlatko Bele, dipl. ing., MIKROIKS, Ljubljana
Miroslav Turina, dipl. ing., Rade Končar, Zagreb
Jože Jekovec, dipl. ing., Iskra ZORIN, Ljubljana

Časopisni svet
Izdavački svet
Publishing Council

Prof. dr. Leo Budin, dipl. ing., Elektrotehnički fakultet, Zagreb
Prof. dr. Dimitrije Čajkovski, dipl. ing., PMF, Sarajevo
Prof. dr. Georgij Dimirovski, dipl. ing., Elektrotehnički fakultet, Skopje
Prof. dr. Jože Furlan, dipl. ing. - Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
Franc Jan, dipl. ing. - Iskra-HIPOT, Šentjernej
Prof. dr. Drago Kolar, dipl. ing. - Institut Jožef Stefan, Ljubljana
Ratko Krčmar, dipl. ing., Rudi Čajavec, Banja Luka
Prof. dr. Ninoslav Stojadinović, dipl. ing. - Elektronski fakultet, Niš
Prof. dr. Dimitrije Tjapkin, dipl. ing. - Elektrotehnički fakultet, Beograd
Prof. dr. Zvonko Fazarinc, CIS, Stanford University, USA

Naslov uredništva
Adresa redakcije
Headquarters

Uredništvo Informacije MIDEM
Elektrotehniška zveza Slovenije
Dunajska 10, 61000 Ljubljana
telefon (061) 316-886

Letna naročnina za delovne organizacije znaša 2000,00 SIT, za zasebne naročnike 1000,00 SIT, cena posamezne številke 250,00 SIT. Člani in sponzorji MIDEM prejemajo Informacije MIDEM brezplačno.

Godišnja predplata za radne organizacije iznosi 2000,00 SIT, za privatne naročnike 1000,00 SIT, cijena pojedinog broja je 250,00 SIT. Članovi i sponzori MIDEM primaju Informacije MIDEM besplatno.

Annual Subscription Rate is DEM 40, separate issue is DEM 15. MIDEM members and Society sponsors receive Informacije MIDEM for free.

Znanstveni svet za tehnične vede I je podal pozitivno mnenje o časopisu kot znanstveno strokovni reviji za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale. Izdajo revije sofinancirajo Ministrstvo za znanost in tehnologijo in sponzorji društva.

Znanstveno-strokovne prispevke objavljene v Informacijah MIDEM zajemamo v domačo bazo podatkov

- ISKRA SAIDC-el, kakor tudi v tujo bazo podatkov

- INSPEC.

Po mnenju Republiškega sekretariata za informiranje št. 23-91 z dne 6. 3. 1991 je publikacija oproščena plačila davka od prometa proizvodov.

Mišljenjem Republiškega sekretariata za informiranje br. 23-91 od 6. 3. 1991 publikacija je oslobojena plačanja poreza na promet.

Oblikovanje besedila in tisk
Oblikovanje stavka i štampa
Printed by

BIRO M, Ljubljana

Naklada
Tiraž
Circulation

1000 izvodov
1000 primjeraka
1000 issues

R. Ročak: Predlog novih pravil društva MIDE M	84	R. Ročak: Outline for New MIDE M Society Rules
ZNANSTVENO STROKOVNI PRISPEVKI		PROFESSIONAL SCIENTIFIC PAPERS
A. Žnidaršič, M. Limpel, M. Drofenik: Raziskave močnostnih feritov	85	A. Žnidaršič, M. Limpel, M. Drofenik: Investigation of Power Ferrites
F. Vodopivec, D. Gnidovec, J. Žvokelj, B. Breskvar, M. Torkar: Mikrostruktura, duktilnost in magnetne lastnosti zlitine Fe ₁₂ Co ₁₀ W	89	F. Vodopivec, D. Gnidovec, J. Žvokelj, B. Breskvar, M. Torkar: Microstructure, Ductility and Magnetic Properties of Fe ₁₂ Co ₁₀ W Alloy
J. Holc: Senzorji vlage	95	J. Holc: Humidity Sensors
R. Babič, T. Dogša, M. Solar, A. Vesenjak, S. Solar, A. Rečnik: Mikroelektronski krmlilnik za elektronske sanitarne baterije	100	R. Babič, T. Dogša, M. Solar, A. Vesenjak, S. Solar, A. Rečnik: Microelectronic Sanitarian Batteries Driver Circuit
L. Mikola, D. Donlagić: Zanesljivost merilnih sistemov	107	L. Mikola, D. Donlagić: Reliability of Measuring Systems
A. Suhadolnik, A. Babnik, J. Možina: Merjenje lomnega količnika s fiberoptičnim odbojnostnim senzorjem	112	A. Suhadolnik, A. Babnik, J. Možina: Refractive Index Measurement Using Optical Fiber Reflection Sensor
Z. Bele: T9000 - Transputer nove generacije	117	Z. Bele: T9000 - A New Generation Transputer
PRIKAZI DOGODKOV, DEJAVNOSTI ČLANOV MIDE M IN DRUGIH INSTITUCIJ		REPRESENT OF EVENTS, ACTIVITIES OF MIDE M MEMBERS AND OTHER INSTITUTIONS
R. Ročak: Raziskovalno polje ELEKTRONSKE KOMPONENTE IN TEHNOLOGIJE	122	R. Ročak: Research Field ELECTRONIC COMPONENTS AND TECHNOLOGIES
KONFERENCE, POSVETOVANJA, SEMINARJI, POROČILA		CONFERENCES, COLLOQUIUMS, SEMINARS, REPORTS
Dejan Križaj: Konferenca NASECODE VIII	130	Dejan Križaj: NASECODE VIII Conference
M. Vujatović: MIPRO '92	131	M. Vujatović: MIPRO '92
PREDSTAVLJAMO DO Z NASLOVNICE		REPRESENT OF COMPANY FROM FRONT PAGE
Austria Mikro Systeme International GmbH	132	Austria Mikro Systeme International GmbH
ČLANI MIDE M		MIDE M MEMBERS
Sklic občnega zbora društva MIDE M za leto 1992	134	Call for MIDE M 1992 General Assembly
Finančno poročilo strokovnega društva MIDE M za leto 1991	134	MIDE M 1991 Financial Report
Pravila strokovnega društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale	135	Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, MIDE M -Rules
VESTI	139	NEWS
MIEL-SD '92, program	144	Advance Program, MIEL-SD'92
Slika na naslovnici: Austria Mikro Systeme International, AMS, je firma, ki se je specializirala za razvoj in proizvodnjo integriranih vezij po naročilu (ASIC) in standardnih integriranih vezij za specifično uporabo (ASSP). Firma zaseda posebej močan položaj na trgu vezij za telekomunikacije, avtoelektronike in industrijske elektronike.		Front page: Austria Mikro Systeme International, or AMS, specializes in the development and production of application specific integrated circuits (ASICs) and application specific standard products (ASSPs). The company is in a strong position within the market segments telecommunications, automotive and industrial electronics.

PREDLOG NOVIH PRAVIL DRUŠTVA MIDEM

Izvršilni odbor strokovnega društva MIDEM je na svoji seji 27.5.1992 sprejel osnutek novih Pravil društva, ki jih bo predlagal v sprejem na letnem občnem zboru društva 1.10.1992 v Portorožu. V tej številki časopisa objavljamo predlog v slovenščini in ga s tem dajemo v javno razpravo. Prosim vse člane, da sodelujejo s konstruktivnimi predlogi in pomagajo, da bi Pravila bila čim boljša.

Nova Pravila nimajo več tistih členov, ki so bili obvezni v prejšnjem samoupravnem političnem sistemu in niso več aktualni. Pravila so na ta način poenostavljena. Na žalost v Sloveniji še nimamo novega zakona o društvih pa je možno, da bodo potrebni v končni verziji Pravil še popravki. Upajmo, da ne bodo znova vsiljeni politični momenti. Ostale pomembnejše spremembe pa so:

- ☐ *društvo MIDEM se lahko včlani v druge zveze. Ni več avtomatsko član ETAN in EZS.*
- ☐ *člani društva so lahko vsi, ki sprejemajo Pravila društva, Slovenski in tuji državljani.*
- ☐ *organi društva so voljeni vsako tretjo leto, vendar brez omejitev.*
- ☐ *število članov organov društva se zmanjša:*
 - Izvršilni odbor z 29 na 15,*
 - Sekretariat s 15 na 5,*
 - Nadzorni odbor (prejšnji Odbor samoupravne društvene kontrole) s 5 na 3.*

Pričakovani sprejem novih Pravil društva bo tudi formalno internacionaliziral naše društvo, ki je po političnih spremembah na prostorih bivše Jugoslavije to tudi že de facto. Zaradi dosedanjih mednarodnih povezav društva MIDEM bo razširitev s člani, ki niso iz bivše Jugoslavije postopen in naraven proces.

PREDSEDNIK MIDEM
Dr. Rudolf Ročak



INVESTIGATION OF POWER FERRITES

Poster Sections, ECERS Conference 91, Augsburg

A. Žnidaršič, M. Limpel, M. Drofenik

KEY WORDS: power ferrites, MnZn ferrites, ferrite cores, magnetic materials, magnetic properties, switch mode power supplies, materials research, experimental results

ABSTRACT: The microstructure and grain boundary chemistry of MnZn ferrites for high frequency Switch Mode Power Supplies (SMPS) were investigated. Results show that the oxygen partial pressure, applied during the sintering of ferrites, is of vital importance for the microstructure development, grain boundary chemistry and magnetic properties of MnZn ferrites.

RAZISKAVE MOČNOSTNIH FERITOV

Poster sekcija, 2. konferenca Evropskega keramičnega društva, Augsburg 91

KLJUČNE BESEDE: močnostni feriti, MnZn feriti, feritna jedra, magnetni materiali, magnetne lastnosti, stikalni pretvorniki, raziskava materiala, eksperimentalni rezultati

POVZETEK: Raziskovali smo vpliv kemijske sestave meje med zrni in razvoj mikrostrukture MnZn feritov za močnostne aplikacije. Doseženi rezultati kažejo velik vpliv parcialnega tlaka kisika v fazi sintranja na razvoj mikrostrukture, kemijsko sestavo meje med zrni in magnetne lastnosti MnZn feritov.

INTRODUCTION

The application of Switch Mode Power Supplies (SMPS) increases permanently and promotes the development of new materials which enable a higher energy transfer per volume unit of ferrite material, the operation of ferrite cores at higher frequencies and an efficient design of new, improved circuits.

The useful application of MnZn ferrite in SMPS is associated with long term investigations. Particularly the optimisation of the composition and the engineering of the microstructure were important in improving the ferrite quality and achieving cores with good performances. However, on a fine scale the ingredients present intentionally (TiO_2 , SnO_2) or not (SiO_2 , CaO) can modify the grain resistivity or segregate on the grain boundary and form isolating films which increase the bulk resistivity. In that way the eddy current losses which dominate other losses at higher frequencies can be effectively suppressed^(1,2,3).

EXPERIMENTAL

Ferrite samples of various compositions were prepared by conventional ceramic process using chemical grade materials. A computer-controlled tube furnace was used to regulate the firing temperature and oxygen partial pressure. Ferrite toroids were sintered for 2 hours at 1200, 1300 and 1355°C with equilibrium $p\text{O}_2$, which enables 70, 80, 90 and 95 % decomposition of excess Fe_2O_3 .

The temperature dependence of core losses was measured with a wattmeter at test frequencies 25 and 100 kHz and induction level of 200 and 100 mT. Other frequency dependent parameters were measured using the impedance analyser.

The microstructure was determined by optic microscope and grain boundaries were inspected by the use of TEM.

Table I: Compositions of ferrites studied and sintering profiles

A	$\text{Mn}_{0.658}\text{Zn}_{0.260}\text{Sn}_{0.010}\text{Ti}_{0.011}\text{Fe}_{2.061}\text{O}_{4\pm\gamma}$	1	$T_s=1300^\circ\text{C}$	$t = 2\text{h}$	$\text{O}_2 \rightarrow 70\%$
B	$\text{Mn}_{0.659}\text{Zn}_{0.266}\text{Sn}_{0.010}\text{Ti}_{0.011}\text{Fe}_{2.055}\text{O}_{4\pm\gamma}$	2	$T_s=1200^\circ\text{C}$	$t = 2\text{h}$	$\text{O}_2 \rightarrow 80\%$
C	$\text{Mn}_{0.659}\text{Zn}_{0.268}\text{Sn}_{0.010}\text{Ti}_{0.011}\text{Fe}_{2.052}\text{O}_{4\pm\gamma}$	3	$T_s=1355^\circ\text{C}$	$t = 2\text{h}$	$\text{O}_2 \rightarrow 95\%$
D	$\text{Mn}_{0.659}\text{Zn}_{0.271}\text{Sn}_{0.010}\text{Ti}_{0.011}\text{Fe}_{2.049}\text{O}_{4\pm\gamma}$	4	$T_s=1300^\circ\text{C}$	$t = 2\text{h}$	$\text{O}_2 \rightarrow 90\%$

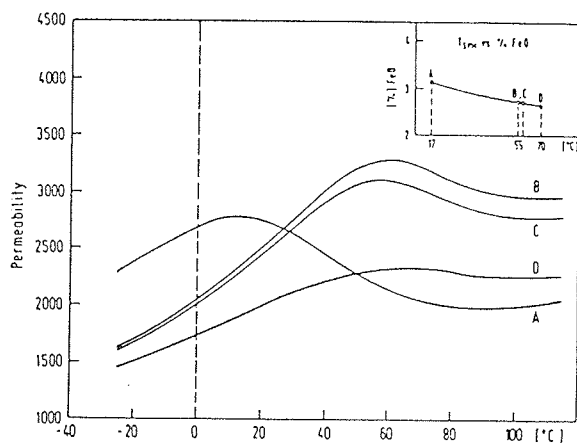


Fig. 1: Temperature characteristics of permeability

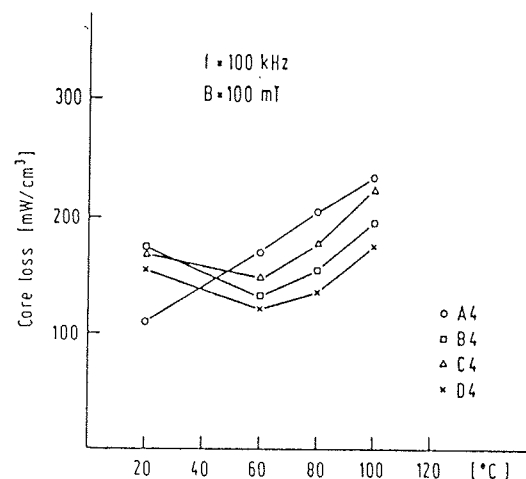


Fig. 2: Temperature characteristics of core loss

RESULTS AND DISCUSSION

In Fig. 1 the temperature dependence of initial magnetic permeability vs. ferrite stoichiometry is shown. The compositions of ferrite studied and the sintering profiles used are presented in Table I.

The gradual increase in the FeO in samples is accompanied by a corresponding shift of T_{SMP} (T_{SMP} = temperature where the permeability exhibits the peak in magnetic permeability). At that temperature the mechanism of magnetic polarisation is at least hindered so the temperature characteristics of core loss exhibits at that temperature its minimum as can be noticed from the temperature characteristics of core losses, Fig. 2. In Fig. 3 the frequency characteristics of initial permeability vs. composition is shown. The firing cycle was identical for all samples studied. The courses of frequency characteristics of magnetic permeability for samples A, B, C and D are similar, demonstrating that the limited change in the composition of samples studied does not influence noticeably the frequency stability, provided the firing cycle and hence the microstructure and stoichiometry are identical. A slight deviation can be noticed for sam-

ples A. The microstructure inspection of samples A shows that in these samples the beginning of discontinuous grain growth can be found here and there.

On the other hand, samples A1 and A4, sintered at firing cycles 1 and 4 respectively, show different courses of frequency characteristics of electric resistivity, Fig. 4. During the firing cycle 1 higher partial pressure of oxygen was applied (Table I). Samples A1 show lower grain boundary resistivity while samples A4 exhibit higher grain boundary resistivity. At higher frequencies where the grain-boundary layer is short-circuited by the high displacement current, both curves approach to the same resistivity, that is to that of ferrite grains.

TEM examinations of samples A1 and A4 show that the segregation of ingredients in samples A4 is much more pronounced, Fig. 5b. Besides, these samples exhibit a fine grain microstructure as well, Fig. 4b. Therefore a higher number of grain boundaries and the presence of insulating layers on it due to impurities segregation

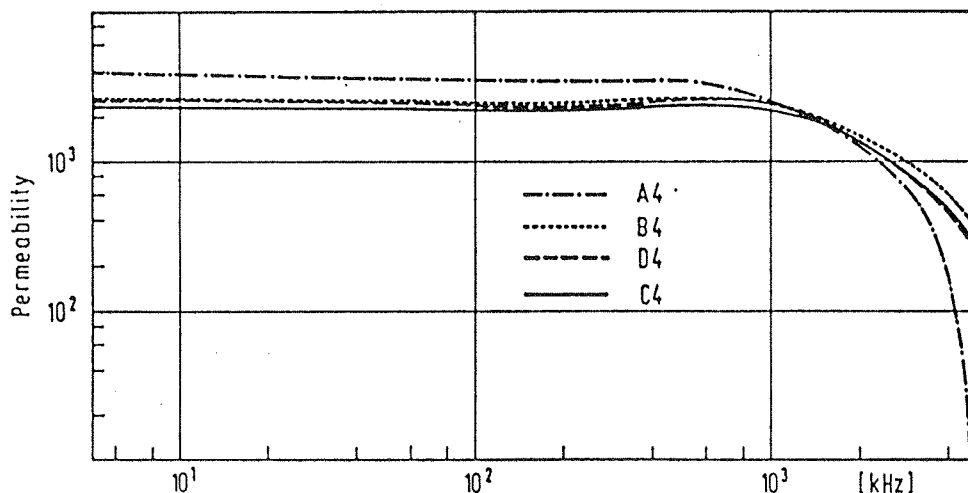


Fig. 3: Frequency characteristics of initial permeability

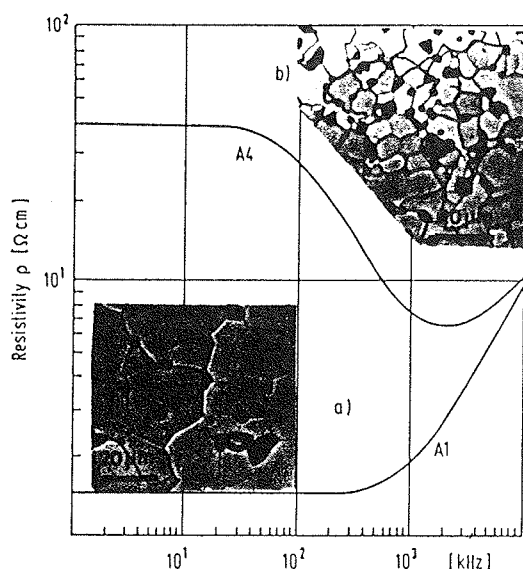


Fig. 4a,b: Frequency characteristics of resistivity

increase their grain boundary resistivity and minimises their eddy current losses.

On the other hand samples A1 exhibit lower grain boundary resistivity, and larger average grain size (Fig. 4a) while the segregation of impurities on their grain boundaries is less pronounced, Fig. 5a.

Since the sintering time of samples A using profiles 1 and/or 4 was the same in both cases one is justified to suppose that the grain boundary velocity is the most important parameter which governs the microstructure development and grain boundary chemistry and consequently eddy current losses.

In MnZn ferrites the microstructure development depends on the kinetic of grain boundary and pore motion⁽⁴⁾. Further, grain boundary and pore velocity depend

on the volume diffusion of vacancies, surface diffusion and vapour phase (oxygen) transport which determines the grain boundary velocity in MnZn ferrites to a great extent. Therefore the oxygen partial pressure is the essential parameter governing the intrinsic and effective grain boundary velocity in MnZn ferrites. In the case the grain boundary exceeds the pore velocity, large grains, exhibiting non-isolating grain boundaries⁽⁶⁾ with intragranular porosity are formed. However, when the pores are attached to the grain boundaries during grain growth and a normal microstructure is formed, this is still not a guarantee for the formation of thick isolating grain boundaries, this is particularly true when relatively large grains are formed. Besides, samples A1 show large pores which increase the substantial magnetic flux density and total magnetic losses.

In samples studied the difference in the microstructure and consequently different magnetic losses are due primarily to different ambient conditions, i.e. different partial pressure of oxygen during sintering. The oxygen partial pressure and the temperature were found to be the most important parameters governing the microstructure development and grain boundary chemistry during the engineering of the performances of MnZn ferrites. Besides, a relatively high oxygen partial pressure increases the grain boundary resistivity due to the preference oxidation of ferrous ions in the grain boundary region⁽⁷⁾ and enhance the impurities segregation on the grain boundaries⁽⁶⁾. However, oxygen pressure induced high grain boundary velocity may eliminate the beneficial influence of high oxygen pressure during sintering of power ferrites.

CONCLUSIONS

The chemical composition of MnZn ferrites studied has a remarkable influence on the temperature characteristics of core losses in SMPS. Particularly, composi-

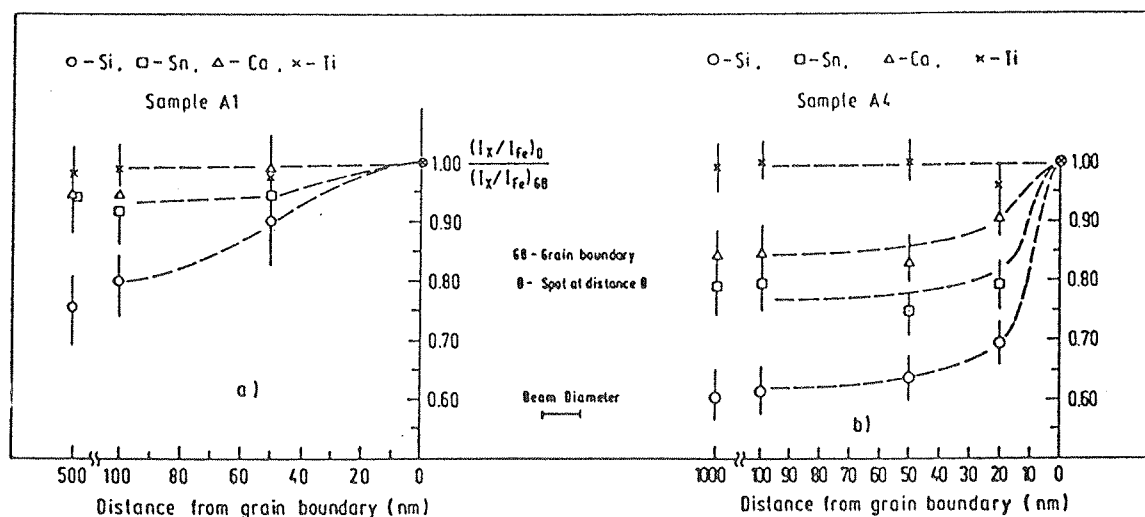


Fig. 5a,b: TEM/EDX study of the segregation of elements at grain boundaries in a - sample A1 and b - sample A4. Peak intensity ratios for different elements (scaling element is Fe), normalised to values measured at the grain boundary are plotted as a function of the distance from the boundary.

tions rich in ferrous ions modify the temperature characteristics of core losses to a great extent. The sintering parameters which keep a continuous grain boundary migration, i.e. a relatively high oxygen partial pressure, increase the average grain size and hinder the formation of insulating films on the grain boundaries that leads to high core losses.

REFERENCES

1. E.C. Snelling, "Some aspects of ferrite cores for H.F. power transformers" in Proceedings ICF - 5 (1989), Advances in Ferrites, p. 575.
2. Th.G.W. Stijntjes, "Power ferrites; Performance and Microstructure" in Proceedings of ICF - 5 (1989), Advances in Ferrites, p. 587.
3. C.R. Hendricks, V.W.R. Amarakoon, "Processing of Manganese Zinc Ferrites for High - Frequency Switch Made Power Supplies", Cer. Bull. 70(5), 817-823 (1991).
4. F.M. Carrpy, "The Effect of Pore Drag on Ceramic Microstructure", Cer. Microstr., Ed. R.M. Fulrath, J.A. Pask, Westerville Press, USA (1977), 261-275.

5. P.J.L. Reijnen, "Nonstoichiometry and sintering in Ionic Solids", in Problems of nonstoichiometry, Ed. A. Rabenao, 219-238 (1970).

6. K. Ishino Y. Narumia, "Development of Magnetic Ferrites; Control and Application of Losses", Cer. Bull. 66(19), 1469-1474 (1987).

7. I.N. Lin, R.K. Mirsha, G. Thomas, "Controlled Atmosphere Annealing of High-Permeability Manganese Zinc Ferrite", IEEE Trans. Mag. 22(3), 175-781 (1986).

Andrej Žnidaršič
ISKRA FERRITE FACTORY
Stegne 29, 61000 Ljubljana, Slovenia

mag. Marjeta Limpel, dipl. ing.
Šišenska 9a, 61000 Ljubljana, Slovenia

Dr. Miha Drofenik, dipl. ing.
"Jožef Stefan" Institute
Jamova 39, 61000 Ljubljana, Slovenia

Prispelo: 08.05.92 Sprejeto: 15.07.92

MIKROSTRUKTURA, DUKTILNOST IN MAGNETNE LASTNOSTI ZLITINE Fe₁₂Co₁₀W

F.Vodopivec, D.Gnidovec, J.Žvokelj, B.Breskvar, M.Torkar

KLJUČNE BESEDE: zlitina Fe₁₂Co₁₀W, magnetni materiali, magnetne lastnosti, deformabilnost, mikrostruktura, mehanske lastnosti, raziskava materiala, eksperimentalni rezultati

POVZETEK: Na laboratorijsko izdelanih zlitinah z nekoliko različno sestavo so bile raziskane odvisnosti mikrostrukture od temperature, vpliv temperature in mikrostrukture na deformabilnost z vlečenjem ter magnetne lastnosti. Nastanek magnetne anizotropije je povezan z lego paličastih precipitativ intermetalne faze Fe₃W₂.

MICROSTRUCTURE, DUCTILITY AND MAGNETIC PROPERTIES OF Fe₁₂Co₁₀W ALLOY

KEY WORDS: Fe₁₂Co₁₀W alloy, magnetic alloys, magnetic properties, deformability, microstructure, mechanical properties, materials research, experimental research

ABSTRACT: On laboratory alloys with slightly different composition the influence of annealing temperature on microstructure and deformability by wire drawing as well as magnetic properties were determined. The magnetic anisotropy is connected to the orientation of rod like precipitates of intermetallic phase Fe₃W₂.

1. UVOD

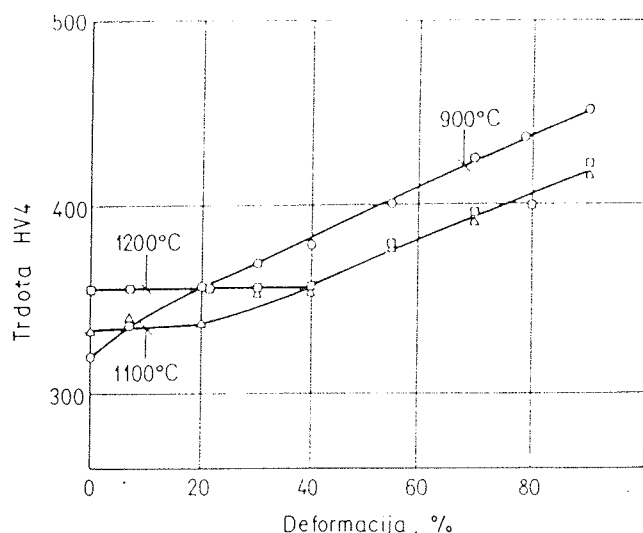
Zlitina železa z 10% W in 12% Co je namenjena za reed releje, kar pomeni, da združuje zadovoljive magnetne lastnosti, sposobnost za vtaljevanje v steklo in zadostno duktilnost za oblikovanje ploščate delovne konice. Po sestavi je cenejša od zlitin na osnovi kobalta (1). Po podatkih iz literature naj bi koercitivna sila dosegla do 32 A/cm, remanenca pa do 1,9 T (2,3,4). Pri naših poizkusih je bila dosežena koercitivna sila 39 A/cm, kar je zadovoljivo, remanenca pa največ 1,05 T, kar je mnogo manj, kljub sestavi, ki jo navaja vir (2), termični obdelavi v širokem razponu časa in temperatur z gašenjem iz 900 do 1200°C, deformaciji z vlečenjem v razponu do 90% in končnem staranju pri 550 do 750°C (5).

2. MIKROSTRUKTURA IN MAGNETNE LASTNOSTI

Zlitina ima različno mikrostrukturo, odvisno od temperature gašenja. Po gašenju s temperature do cca. 1050°C je mikrostruktura iz krogličastih precipitativ faze Fe₂W, nad cca. 1100°C pa iz paličastih precipitativ verjetno intermetalne faze Fe₃W₂, obakrat v matriksu iz faze α . Ni pa bila jasna v začetku raziskave fazna sestava zlitine pri temperaturi žarjenja. Vir 2 navaja, da imajo zlitine železa z volframom in z do 20% Co premensko temperaturo α - γ pri 920°C, iz česar bi se lahko sklepalo, da je pri višji temperaturi v zlitini Fe₁₂Co₁₀W obstojna le faza γ .

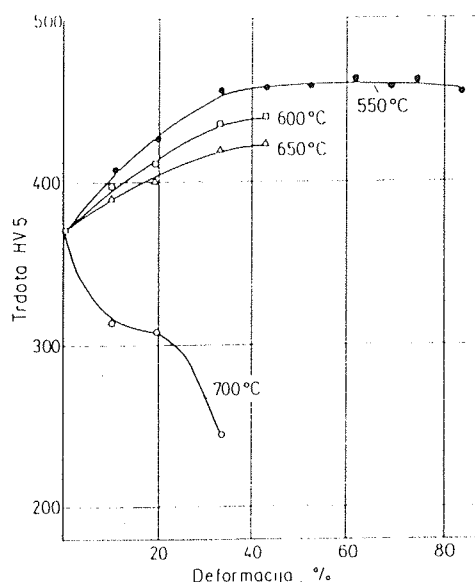
Utrjevanje zlitine pri deformaciji z vlečenjem je anormalno. Utrditve zlitine z mikrostrukturo iz sferičnih precipitativ je približno proporcionalna stopnji hladne deformacije (slika 1), medtem, ko pri zlitini z mikrostrukturo s paličastimi precipitativ pri začetni deformaciji utrditve skoraj ni bilo, nad kritično mejo, ki je odvisna od temperature homogenizacije in je dosegla cca. 40% po gašenju s 1200°C, pa je bila utrditve podobna kot v primeru mikrostrukture s krogličastimi precipitativ. Nenormalno obnašanje zlitine pri deformaciji se je odkrilo pri meritvah trdote, potrdile pa so ga tudi meritve mrežnega parametra v rentgenskem difraktometru in raztržni preizkus. Za nenormalno obnašanje pri deformaciji je predlagana razlaga, ki sloni na predpostavki, da se mrežne napake, ki jih ustvarja deformacija, porabijo za nastajanje proste površine zaradi drobljenja paličastih precipitativ.

Pri zlitini železa s 30% Cr in 10% Co, ki ima podobne magnetne lastnosti in v kateri se magnetna anizotropija in mnogo boljše magnetne lastnosti dosegajo s kombinacijo termične obdelave in hladne deformacije, je bilo ugotovljeno, da raste koercitivna sila proporcionalno z zmanjšanjem debeline vzorca, ki se deformira z vlečenjem, remanenca pa raste proporcionalno s podaljškom, torej z razmerjem kvadratov začetne in končne debeline (6). Ta zlitina doživi pri termični obdelavi pred deformacijo spinodalno premeno, pri kateri se homogena raztopina kroma in kobalta v α fazi razmeša v dve komponenti, ki se razlikujeta po sestavi in parametru kristalne mreže, vendar ohranita matično fazno sestavo (7). Pri vlečenju se obe fazi enakomerno po-

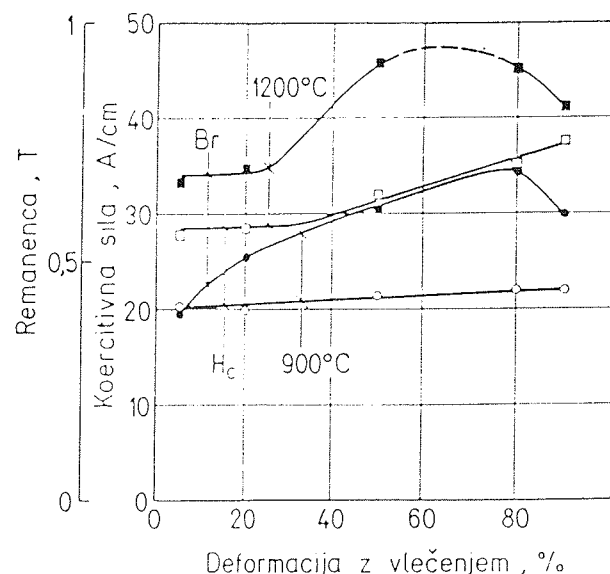


Slika 1: Zlitina A. Vpliv deformacije z vlečenjem pri sobni temperaturi po gašenju s temperature 900, 1100 in 1200 °C na trdoto.

daljšujeta in iz faze α_2 nastanejo elipsoidi, ki so tem daljši, čim večje je zmanjšanje preseka, medtem, ko se njihov premer zmanjšuje proporcionalno z zmanjšanjem debeline vlečenega vzorca. Iz teh odvisnosti je bila izpeljana razlaga, da se optimalne magnetne lastnosti dosežejo, če se zaradi deformacije seštejeta anizotropija zaradi nastajanja deformacijske teksture, torej naraščajočega deleža kristalnih zrn, ki imajo smer (100) v smeri osi vlečenja in anizotropija zaradi mikromorfološke teksture, ki nastane s podaljšanjem in aksialnim usmerjanjem spinodalnih faz, ki se ujemajo z elementarnimi Weissovimi domenami. Anizotropija v remanenci je pri tem odvisna od razmerja med dolžino in premerom Weissovih domen, anizotropija v koercitivni sili pa je produkt prilagoditvenih napetosti, oz. njihovega gradienta, ki je tem večji, čim bližje so domene skupaj, torej čim manjši je premer palice in Weissovih domen.



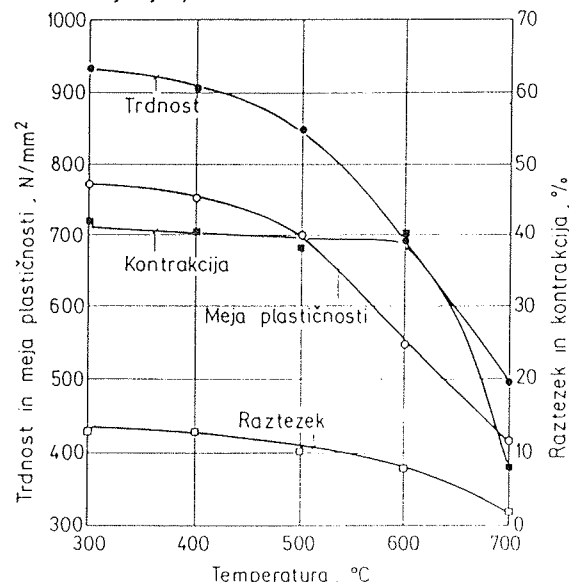
Slika 3: Zlitina B. Vpliv temperature preiskusa na trdnost in duktilnost. Pred preiskusom so bili vzorci gašeni s temperature 1200 °C.



Slika 2: Zlitina A. Vpliv deformacije z vlečenjem pri sobni temperaturi na remanenco in na koercitivno silo po homogenizaciji pri 900 in 1200 °C in gašenju v vodi.

Mikrostrukturne preiskave so pokazale, da pri deformaciji zlitine Fe10W12Co pri sobni temperaturi sferični precipitaci, ki nastanejo pri žarjenju do temperature cca. 1050°C, ohranijo obliko in začetno velikost, paličasti precipitaci pa se drobijo. V nedeformirani zlitini so precipitaci izrazito paličaste oblike z razmerjem dolžina/debelina 5 do 10. Po 40% deformaciji z vlečenjem se najdejo le še redki paličasti precipitaci, po 70% deformaciji pa najdemo le še poliedrične precipitate z velikostjo, ki ustreza njihovi debelini pred deformacijo.

Slika 2 kaže, da se koercitivna sila komaj spreminja z večanjem deformacije po žarjenju pri 900°C, pač pa raste približno proporcionalno deformaciji po žarjenju pri 1200°C, vendar šele, ko je dosežena deformacija nad 20%. Po žarjenju pri 900°C raste remanenca z rastjo



Slika 4: Zlitina B. Vpliv deformacije z vlečenjem pri različnih temperaturah na trdoto. Pred vlečenjem so bili preiskušanci gašeni s temperature 1200 °C.

deformacije do okoli 80%, nato se zmanjša. Po gašenju s 1200°C dosežemo največjo remanenco po deformaciji okoli 70%, kar ni v soglasju s podatkom v viru (2), ki navaja, da remanenca raste do deformacije 97%.

Po gašenju s 1200 in 900°C ima zlitina matriks iz faze α , v obeh primerih se torej pri vlečenju razvije enaka deformacijska tekstura. V drugem primeru precipitati ohranijo obliko in velikost, v prvem pa se zaradi drobljenja zmanjšujejo in spreminjajo obliko iz paličaste v zrnato. Ta spoznanja vodijo do sklepa, da je delež kristalografske teksture v magnetni anizotropiji manjši od deleža mikromorfološke teksture, zato ta sila le malo raste pri deformaciji po žarjenju pri 900°C. Bolj raste remanenca, vendar le od neke minimalne do neke maksimalne deformacije. Po žarjenju pri 1200°C raste koercitivna sila praktično proporcionalno z deformacijo nad 20% in mnogo močnejše kot po žarjenju pri 900°C. To je verjetno v zvezi z velikostjo precipitatom, ki so za red velikosti manjši po žarjenju pri 1200 kot pri 900°C in se še zmanjšujejo zaradi drobljenja. Tudi začetna remanenca je večja in raste hitreje od neke minimalne do neke maksimalne deformacije med 60 in 70%, kot po homogenizaciji pri 900°C.

3. DUKTILNOST IN MIKROSTRUKTURA

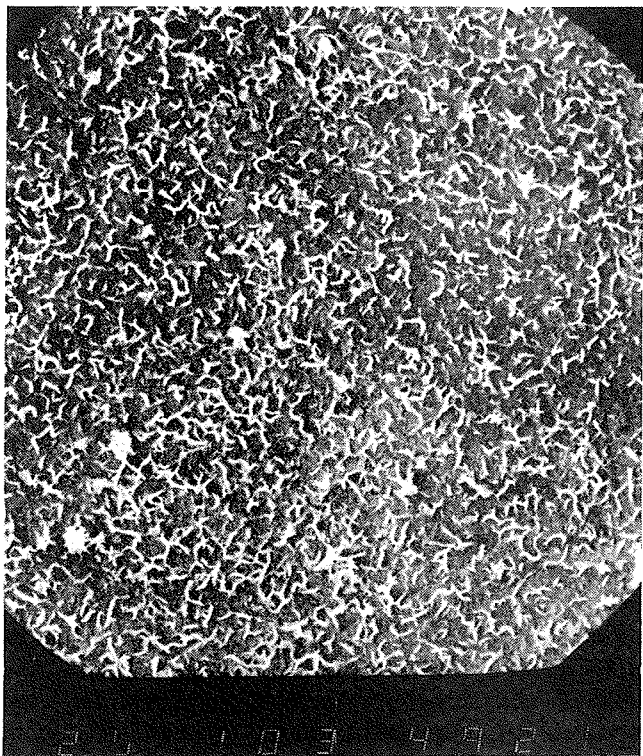
Zlitina z osnovno sestavo 9,8% W in 12% Co je imela veliko duktilnost v vsem razponu temperature~homogenizacije 900 do 1300°C (8), torej v temperaturnem področju stabilnosti krogličastih in paličastih precipitatom. Nenavadno obnašanje pri deformacijski utrditvi zlitine s paličastimi precipitati z odsotnostjo deforma-

cijske utrditve pri začetni deformaciji smo že komentirali v začetku razprave.

Na sliki 3 je prikazan vpliv temperature preizkušanja na trdnost in duktilnost zlitine z 9% W in 11,7% Co (zlitina B). Trdnost se zmanjšuje od temperature 300°C naprej, duktilnost pa zelo močno nad 600°C, ko poteka deformacija tudi z drsenjem zrna ob zrnu in je na prelomu vse več interkristalne površine. Pri vročem vlečenju je bilo mogoče doseči deformacijo okoli 80% pri temperaturi 550°C in okoli 40% pri temperaturah 600 do 700°C (slika 4). Pri temperaturah 500 do 650°C je bil vpliv deformacije na trdoto normalen, pri 700°C pa se je pri naraščanju deformacije trdota celo zmanjševala. Mikrostruktura preiskava je pokazala, da je to posledica poprave matriksa in sferoidizacije paličastih izločkov, ki so nastali pri gašenju zlitine s temperature 1200°C. Pri temperaturah vlečenja 550 do 650°C ni bilo opaziti drobljenja paličastih precipitatom v pomembni meri. Precipitati kljub aksialni deformaciji niso bili aksialno poravnani (slika 5), pogosto pa so bili sprijeti skupaj v obliko kitajskih črk. Pri enaki deformaciji do 650°C je bila trdota celo nekoliko večja, kot pri vlečenju pri sobni temperaturi. To kaže, da praktično ni bilo poprave, razen nad približno 40% deformacije, pa tudi ni bil aktiven mehanizem, zaradi katerega je trdota pri začetni deformaciji pri sobni temperaturi komaj rastla.

Magnetne lastnosti po vlečenju pri temperaturah 550 do 650°C niso bile boljše kot po vlečenju pri sobni temperaturi, po vlečenju pri 700°C pa so bile celo slabše.

Odstopanje v utrditvi pri deformaciji pri temperaturi ambiente in pri povišani temperaturi razlagamo z dejstvom,



Slika 5: Zlitina B. Paličasti precipitati po 43% deformaciji z vlečenjem pri 600°C.



Slika 6: pov. 100x. Zlitina A. Posneto v SEM. Mikrostruktura po gašenju s temperature 1200°C.

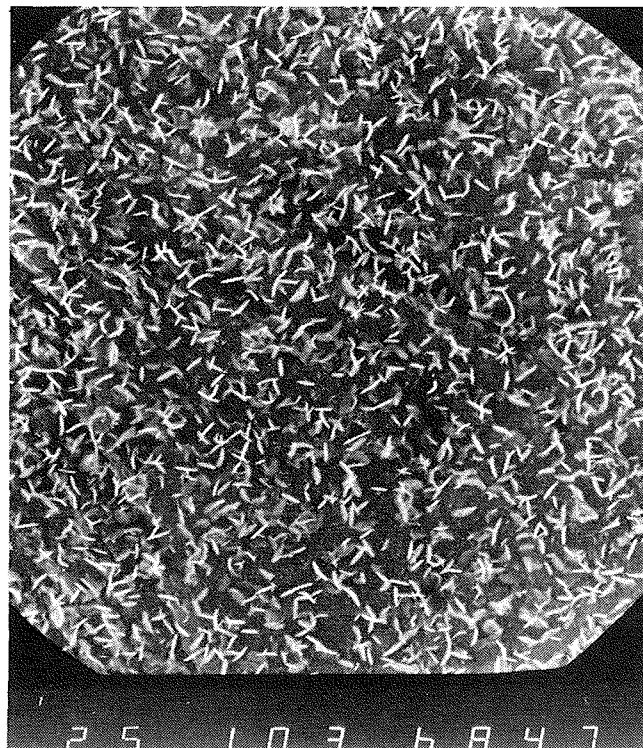


Slika 7: pov. 100x. Zlitina B. Posneto v SEM. Mikrostruktura po gašenju s temperature 1200°C.

da pri povišanih temperaturah praktično ni drobljenja paličastih precipitatorov, zato tudi ne nastajajo v pomembni meri proste površine, ki bi absorbirale napake, ki jih v kristalni mreži ustvari deformacija.

Ponoven in pazljiv pregled mikrostrukture je med zlitinama A in B pokazal nekoliko razlike. V obeh pri opazovanju v SEM pri majhni povečavi vidimo temno in svetlo fazo, ki se po mikromorfologiji ne razlikujeta, pač pa se razlikujeta po količini obeh faz (sliki 6 in 7). Pri večji povečavi najdemo le v svetli fazi paličaste precipitate (slika 8). Ti precipitati, ki po jedkanju štrlijo nad ravnino matriksa, generirajo mnogo več sekundarnih elektronov, zato je SEM slika svetlejša. Analiza mikrostruktur na slikah 6 in 7 je pokazala, da je v zlitini A po gašenju s 1200°C okoli 65%, v zlitini B pa okoli 50% svetle faze. V zlitini A je analiza na dilatometru pokazala pri segrevanju pri 915°C premeno $\alpha \rightarrow \gamma$. To se zadovoljivo ujema tudi s podatkom v viru 2, s tem virom se ujema tudi temperaturni razteznostni koeficient v razponu temperature 20 do 600°C. Analiza z elektronskim mikroanalizatorjem je pokazala, da je v svetli fazi 5% manj kobalta in 12% več volframa kot v temni fazi. Iz vseh podatkov in iz dejstva, da je kobalt depresor za α fazo, volfram pa depresor za γ fazo, sklepamo, da predstavljajo svetla zrna del zlitine, ki je bil pri temperaturi 1200°C stabilna α faza, temni del pa stabilna γ faza. Iz tega izhaja zelo pomemben sklep, da nastajajo paličasti precipitati le v delu zlitine, ki ga sestavlja α faza stabilna pri temperaturi homogenizacije 1200°C.

Izhajajoč iz tega spoznanja in ob upoštevanju dejstva, da se obnašajo kot permanentni magnet le zrna s paličastimi precipitati, ker v temnih zrnih ni ničesar, kar

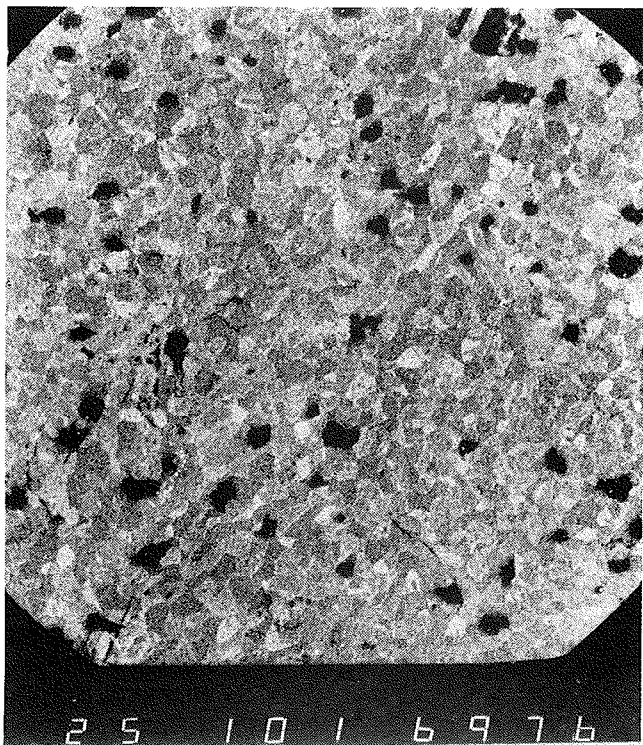


Slika 8: pov. 10000x. Zlitina A. Paličasti precipitati v svetlih zrnih na sliki 6.

bi zadrževalo usmeritev Weisssovih domen nastalo pri magnetenju, smo menili, da bo mogoče dobiti bistveno boljše magnetne lastnosti pri sestavi zlitine, ki bo pri temperaturi homogenizacije zagotovila izključno prisotnost faze α . Zato smo izdelali novo zlitino (zlitina C), ki je imela pri 9,6% W in 12% Co in dodatki depresorjev faze γ po homogenizaciji pri 1200°C nad 95% α faze (slika 9). Premena $\alpha \rightarrow \gamma$ je pri segrevanju bila pri temperaturi 929°C, kar je višje kot pri zlitini A.

Začetna remanenca je bila pri tej zlitini okoli 50% večja kot pri zlitini A, pri koercitivni sili pa je bila razlika majhna. Po hladni deformaciji bi torej lahko pričakovali tudi večjo remanenco, ki bi se bolj približala vrednosti v ref. 2, če pa bi uspeli z deformacijo uvrstiti precipitate v aksialni smeri, bi verjetno to vrednost (1,9 T) celo dosegli.

Pri preizkusih deformacije z vlečenjem v razponu temperature 20 do 600°C se je pokazalo, da je zlitina C zelo malo deformabilna, mnogo premalo, da bi lahko dosegli pomembno deformacijo in magnetno anizotropijo. Zato je bila izvršena serija poskusov s ciljem, da se ugotovi duktilnost zlitine C z raztržnim preizkusom v razponu temperature 20 do 600°C. Rezultate preizkusov prikazuje slika 10. Pri temperaturah 300 do 500°C ima zlitina neko duktilnost, vendar je poprečna vrednost več meritev relativno majhna, trosenje rezultatov posamičnih meritev pa zelo veliko. Zato ni pričakovati uspešne deformacije z vlečenjem. Trosenje razlaga tudi, zakaj so se pri vlečenju pri 400°C nekatere palice odtrgale že pri prvem vleku, druge pa pri drugem vleku po 15% deformaciji. Očitno je torej, da daje mikrostruktura iz zrn faze α z zelo številnimi paličastimi precipitati zlitini zelo majhno deformacijsko sposobnost.



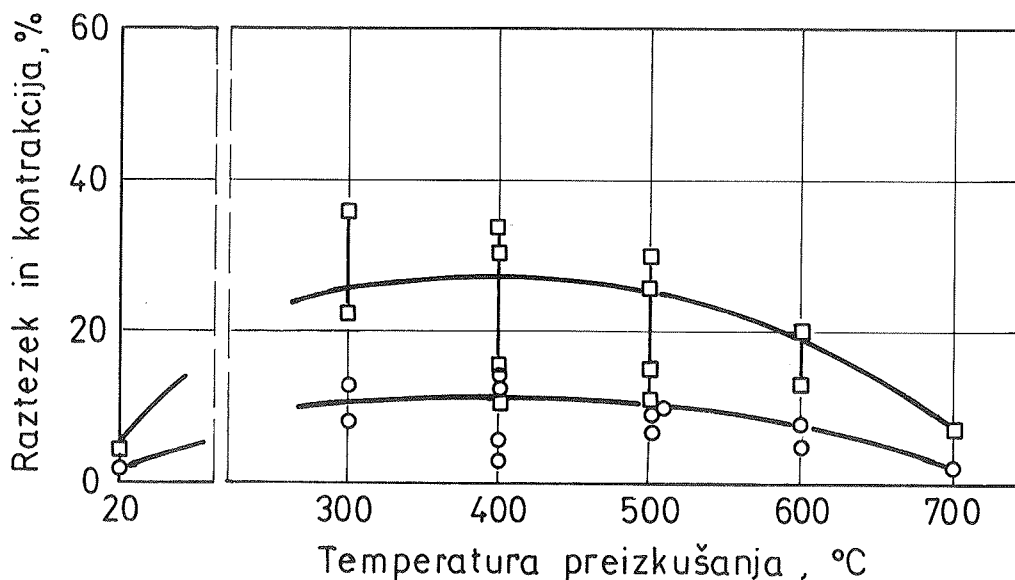
Slika 9: pov. 100x. Zlitina C. Posneto v SEM. Mikrostruktura po gašenju s temperature 1200°C.

Končno spoznanje dela je, da mikrostruktura, ki zagotavlja dobre izhodne magnetne lastnosti, ne zagotavlja duktilnosti. To vodi v sklep, da je potrebno nadaljevanje raziskav usmeriti v možnosti, ki jih daje vroča ekstruzija, ki bo paličaste precipitate usmerila aksialno in bo tako zadoščeno pogoju mikromorfološke anizotropije in v iskanje kompromisa med količinama faz α in γ pri temperaturi homogenizacije obstojnosti paličastih izločkov, ki bi omogočila deformacijo z vlečenjem pri sobni, ali pa pri povišani temperaturi ter zagotovila po deformaciji okoli 70% tudi zadostno duktilnost za izdelavo ploščatih konic delov relejev.

4. SKLEPI

Na treh zlitinah z osnovno sestavo Fe₁₂Co₁₀W, ki so se nekoliko razlikovale po sestavi, so bile izvršene mikrostrukturne, mehanske in magnetne preiskave ter preizkusi deformacije z vlečenjem pri temperaturah med 20 in 700°C. Zaključki preiskav in preizkusov so naslednji:

- ☐ mikrostruktura je odvisna od sestave in od temperature homogenizacije. Pri temperaturi 900°C nastanejo krogličasti, pri temperaturi 1200°C pa paličasti precipitati dveh intermetalnih faz iz binarnega sistema Fe-W;
- ☐ paličasti precipitati nastajajo le v fazi, ki je bila identificirana po sestavi in dilatometriji kot faza α obstojna pri temperaturi 1200°C;
- ☐ začetna remanenca in koercitivna sila sta večji v zlitini po homogenizaciji pri 1200°C, kot po homogenizaciji pri 900°C. V obeh primerih se magnetne lastnosti povečujejo z deformacijo z vlečenjem. Pri tem koercitivna sila preseže, remanenca pa močno zaostaja za vrednostmi, ki jih navaja literatura;
- ☐ manjšo remanenco razlagamo s preveliko količino paramagnetne faze v zlitini, ki je bila deformirana z vlečenjem in z odsotnostjo aksialne usmerjenosti paličastih precipitativ, ki bi zagotovili povečanje magnetne anizotropije za delež, ki je odvisen od mikromorfološke anizotropije;
- ☐ s primerno sestavo je mogoče doseči, da je pri temperaturi 1200°C nad 95% zlitine iz faze α , torej iz faze, v kateri nastajajo paličasti precipitati. Začetna remanenca te zlitine je za okoli 50% večja kot v zlitini z okoli 55% faze pri temperaturi homogenizacije 1200°C, vendar pa je zlitina praktično nedeformabilna z vlečenjem v razponu temperature 20 do 600°C. To pomeni, da je nosilec duktilnosti delež mikrostrukture, ki je tvoril fazo pri temperaturi homogenizacije;



Slika 10: Zlitina C. Vpliv temperature preizkušanja na duktilnost izraženo z raztezkom in kontrakcijo.

- izboljšanje magnetnih lastnosti zlitin, torej zadostna remanenca in koercitivna sila ob hladni deformabilnosti, ki je potrebna za deformacijo z vlečenjem in za oblikovanje ploščate konice relejnih elementov, bo mogoče doseči bodisi z ekstruzijo zlitine pri temperaturi obstojnosti paličastih precipitativ, to bo zagotovilo aksialno uravnanost teh precipitativ in ustrezno duktilnost s pravim razmerjem količine faz α in γ , ali pa z deformacijo zlitine z vlečenjem ob pogoju, da bo to razmerje zagotovilo zadostno duktilnost zlitine in količino faze α s paličastimi precipitativ, ki je potrebna, da se dosežejo pričakovane magnetne lastnosti.

5. VIRI

1. M.R. Pennel: Magnetic Materials for Dry Reed Contacts: IEEE Transactions on Magnetism, Mag. 12, 1976, 789-794.
2. K. Kumasaka in K. Ono: Low Cobalt FeCoW Semihard Magnetic Alloy for Remanent Reed Switch Applications: IEEE Transactions on Magnetism, Mag. 18, 1982, 941-944.
3. S. Jin, T.H. Tiefel, J.E. Bennett in W.E. Archer: New FeCrMo Glass Sealable Magnet Alloys for Remanent Reed Contacts: IEEE Transactions on Magnetism, Mag. 18, 1982, 1454-1458.

4. O. Kawa, T. Soda in T. Yano: New Semihard Magnetic Alloys and its Application to Remanent Reed Switches: Proceedings of the 31. Relays Conference, Stillwater, USA, 1983, 10.1-10.9.

5. F. Vodopivec, D. Gnidovec, B. Breskvar in F. Grešovnik: Mikrostruktura, duktilnost in magnetne lastnosti železove zlitine z 12% Co in 10% W za hermetične releje: XI. jugoslovanski vakuumski kongres, Gozd Martuljek, april 1990, zbornik del str. 434-440.

6. F. Vodopivec, D. Gnidovec, B. Arzenšek, M. Torkar in B. Breskvar: Magnetic Anisotropy in a 32% Cr, 10,5% Co Iron Alloy: Journal of Magnetism and Magnetic Materials 81, 1989, 369373.

7. F. Vodopivec, M. Pristavec, J. Žvokelj, D. Gnidovec in F. Grešovnik: On the Spinodal Decomposition in Iron Alloys with 5,4 to 24% Co, 28% Cr and Minor Additions of other Elements: Zeitschrift für Metallkunde 79, 1988, 10, 648-853.

8. D. Gnidovec, F. Vodopivec, B. Breskvar in M. Torkar: Poročilo MI Ljubljana, št. 90-002.

dr. F. Vodopivec, dipl. ing.

Mag. D. Gnidovec, dipl. ing.

Mag. J. Žvokelj, dipl. ing.

B. Breskvar, dipl. ing.

Mag. M. Torkar, dipl. ing.

*Inštitut za kovinske materiale in tehnologije
Lepi pot 11, Ljubljana*

Prispelo: 19.05.92

Sprejeto: 20.07.92

SENZORJI VLAŽE

Janez Holc

KLJUČNE BESEDE: senzori vlage, keramični senzori, polimerni senzori, merjenje vlage, materiali za senzore, lastnosti senzorjev, razvoj senzorjev, raziskava materiala

POVZETEK: V prispevku so opisani nekateri polimerni in keramični senzori vlage, principi delovanja ter načini izdelave.

HUMIDITY SENSORS

KEY WORDS: humidity sensors, ceramic sensors, polymer sensors, humidity measurement, materials for sensors, sensors properties, development of sensors, materials research

ABSTRACT: Polymer and ceramic humidity sensors as well as the physical principles and stability of sensor response are describe in this paper.

1. Uvod

Merjenje in kontrola količine vlage postaja vedno pomembnejše, tako v industrijskih procesih, kot tudi v vsakdanjem življenju. Merimo in kontroliramo jo v procesih sušenja, namakanju rastlinjakov in toplih gredah, v klimatskih napravah, bolnišnicah, gospodinjstvih strojih, elektronskih napravah itd..

Za merjenje vlažnosti se izrabljajo različni principi delovanja, eden izmed teh je spreminjanje električnih lastnosti določenim materialom pri adsorpciji vode. Materiali, ki reagirajo na spremembo vlažnosti so tako organski kot anorganski materiali. Spreminjajo se jim električne lastnosti kot so: dielektrična konstanta, prevodnost in dielektrične izgube. Keramični senzorski materiali se uporabljajo v obliki porozne tablete ali filma. Zaradi absorpcije drugih snovi na površini senzorskega materiala se lastnosti materiala trajno spremenijo. Zato keramični senzor občasno regeneriramo s segrevanjem. Polimernim materialom, ki se uporabljajo za izdelavo senzorjev vlage, se z vlažnostjo spreminjajo lastnosti celotnega kosa materiala (bulk effect device) in so zato manj občutljivi na onesnaženje, so pa zato ti senzori občutljivi na povišano temperaturo in agresivne snovi.

Namen tega prispevka je opis delovanja keramičnih in polimernih senzorjev vlage, postopkov izdelave in testiranja senzorjev ter kratek opis raziskav, ki potekajo na IJS, na odseku za keramiko na področju keramičnih senzorjev vlage.

2. MERJENJE VLAŽNOSTI

Vsakdo, ki se ukvarja z merjenjem vlažnosti ve, da sta pomembni vsaj dve količini: rosišče (dew point) in relativna vlažnost (relative humidity ali R.H.). Rosišče je tempera-

tura pri kateri se prične iz vlažnega plina kondenzirati vlaga, relativna vlažnost pri določeni temperaturi pa nam pove razmerje med delnim parnim tlakom vodne pare in ravnotežnim parnim tlakom vode. Manjši ko je delni tlak vodne pare pri konstantni temperaturi v zraku (plinu), manjša je relativna vlažnost in nižja je temperatura rosišča.

Določevanje temperature rosišča je zamuden postopek in se le malokrat uporablja za merjenje količine vlage v plinih. Namenjeno je za zelo natančno določevanje količine vlage in umeritve senzorjev vlage. Plin se mora počasi ohladiti na temperaturo rosišča, ko zaznamo prve kapljice kondenzata se ohlajanje prekine in odčita temperaturo rosišča. Relativna vlažnost se podaja v % pri določeni temperaturi. Ker je vlaga v plinih pri normalnih pogojih le okrog 1 ut.% je meritev relativne vlažnosti dokaj netočna, saj so skoraj tipične napake merilnikov relativne vlažnosti $\pm 5\%$ prave vrednosti. Postopek merjenja relativne vlažnosti je hiter, saj ima večina senzorjev odzivne čase krajše kot ena minuta.

Za merjenje vlažnosti se izrabljajo različni principi delovanja. V tabeli 1 so prikazani nekateri principi delovanja merilnikov vlage.

Tabela 1: Principi delovanja merilnikov vlage

Princip delovanja	Mehanizem delovanja
Kapacitivnostni	Dielektrična konstanta materiala se spreminja s količino adsorbirane vlage
Kulometrični	Vlaga se absorbira na P_2O_5 , meri se množina elektrenine za razkroj absorbirane vode

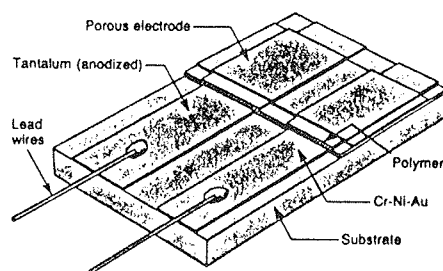
Prevodnostni	Prevodnost materialov se spremeni s količino adsorbirane vode
Gravimetrični	Vlaga se absorbira na sušilno sredstvo, ki se ga nato stehta
Psihrometrični	Meri se razlika med temperaturo suhega in vlažnega termometra
Rosišče	Temperatura pri kateri se prične kondenzirati vlaga
Infrardeči	Absorpcija IR sevanja vodnih molekul pri valovni dolžini 1.5 μm in 1.93 μm
Mikrovalovni	Dušenje mikrovalov v prisotnosti vlage
Piezoelektrični	Spreminjanje frekvence piezokristala zaradi absorpcije vlage na higroskopičnem materialu

3. SENZORSKI MATERIALI

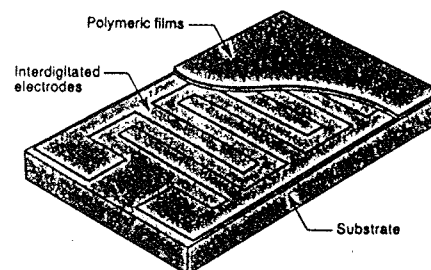
3.1. Polimerni senzorski materiali

Polimerni senzorji vlage (1,2) so poznani dlje kot keramični. Higrometer na las ali sintetično vlakno sta že primera polimernih senzorjev vlage. Današnji polimerni senzorji vlage delujejo po dielektričnem ali prevodnem principu (3,4). Ideja delovanja dielektričnega senzorja je dokaj preprosta. Polimerni materiali imajo dielektrično konstanto približno 5, adsorbirana voda pa okoli 80. Torej se s količino adsorbirane vode na polimeru spreminja dielektrična konstanta.

V primerjavi s keramičnimi senzorji vlage so polimerni senzorji manj robustni, kajti občutljivi so na temperaturne spremembe in agresivne snovi, ki so lahko prisotne v mernem plinu. Polimerni senzorji vlage imajo obliko tankega neporoznega filma zato je vzpostavljanje ravnotežja med paro in adsorbirano vodo počasno. So pa zaradi neporozne strukture polimerov ti senzorji vlage v primerjavi s poroznimi keramičnimi manj občutljivi na onesnaženje z dimom, težkohlavnimi olji itd..



Slika 1: Polimerni dielektrični senzor vlage (5).



Slika 2: Prerez senzorja vlage na osnovi polielektrolitov (5)

Glavni dielektrični polimerni materiali so: celulozni estri in polimidi (Kapton) (5), polielektrolitski pa so: anionski in kationski ionski izmenjevalci (polistiren sulfonati, Nafion itd.) (5).

Dielektrični polimerni senzorji so oblikovani podobno kot električni kondenzator. Izgled takega senzorja je prikazan na sliki 1.

Na substrat (plastika, keramika ali steklo) sta nanešeni dve elektrodi nad katerima je polimerni material. Na polimerni material se nanese še zgornja porozna elektroda, ki ima funkcijo vmesne elektrode in delne zaščite senzorske plasti. Senzor vlage iz polielektrolitov je narejen podobno kot električni upor, katerega upornost se spreminja z vlažnostjo. Nad dve interdigitalni elektrodi na substratu je nanešena tanka plast polielektrolita. Na senzorsko plast je nanešena še zaščitna porozna plast melamin-formaldehidne smole ali teflona. Izgled takega senzorja je na sliki 2.

Poseben problem senzorjev vlage je staranje, vpliv temperature in onesnaževalcev na spreminjanje začetnih električnih lastnosti. V tabeli 2 je spisek nekaterih testov (5), ki jih naj bi opravili na senzorju vlage preden se ga prične izdelovati in uporabljati.

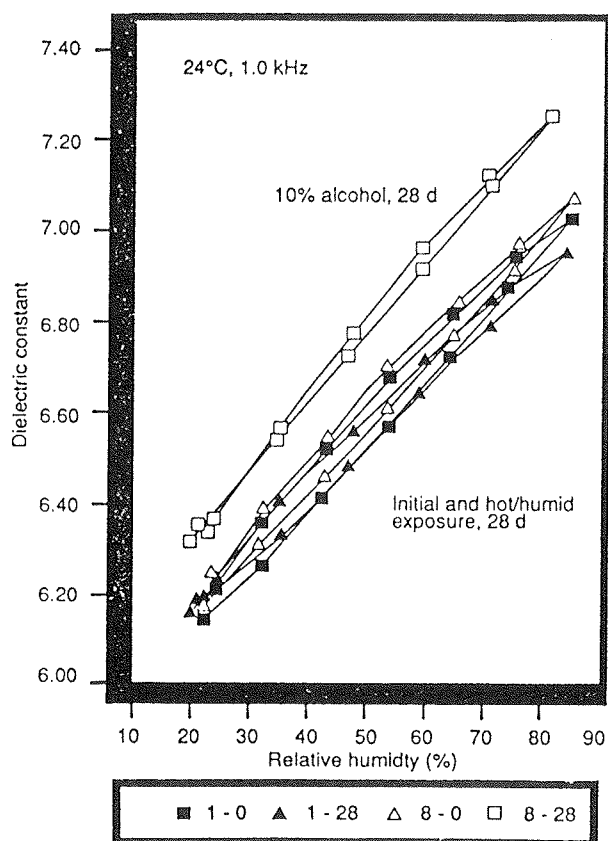
Tabela 2: Spisek možnih testov senzorjev vlage (5).

Alkohol	200 ur nad alkoholom pri 20°C
Korozija	1000 ur pri 75 % R.H., 200 ppb klora, 100 ppb H ₂ S in 200 ppb NO ₂ pri 30°C
Cikliranje	100 ciklov med 0°C in 95% R.H., 40°C in 20°C ter 40°C in 95% R.H.
Rosišče	100 ciklov pri 40°C
Skladiščenje	3000 ur 60°C in 95% R.H.
Vodikov sulfid	200 ur 3 ppm H ₂ S in 40°C
Nizka temperatura	3000 ur -40°C
Vojaški standard	202E, metoda 106D
Delovanje	3000 ur vključen pri 30°C in 95% R.H.

Oljne pare	10 ciklov; zgoreno 0.1 ml rastlinskega olja v 12l volumna
Organska topila	1000 ur nad bencinom pri 25°C
Dim	10 ciklov; cigareta zgorena v 12l prostoru
Vroča voda	20 ciklov pri 40°C

Kot je razvidno iz tabele 2, so to zelo rigorozni testi in težko je pričakovati, da vse vrste senzorjev brez posledic prenesejo te teste. Zato se vrsto senzorja vlage izbere glede na uporabo. Če vemo, da bo na primer senzor deloval pri sobni temperaturi in v razponu od 20 do 80% R.H. v neonesnaženi atmosferi izberemo najpreprostejši kapacitivni polimerni senzor. Polielektrolitskih polimernih senzorjev ne uporabljamo v zelo suhem ali zelo vlažnem zraku, keramične pa uporabimo tam, kjer jih moramo občasno regenerirati.

Na sliki 3 in 4 sta diagrama spreminjanja električnih lastnosti kapacitivnega in polielektrolitskega tipa senzorja vlage v odvisnosti od časa izpostavitve alkoholnim param (etil alkohol) (5). Če primerjamo diagrama 3 in 4 vidimo, da se dielektrična konstanta kapacitivnega senzorja vlage s časom izpostavitve alkoholnim param spreminja, na polielektrolitski tip senzorja pa nima vpliva.

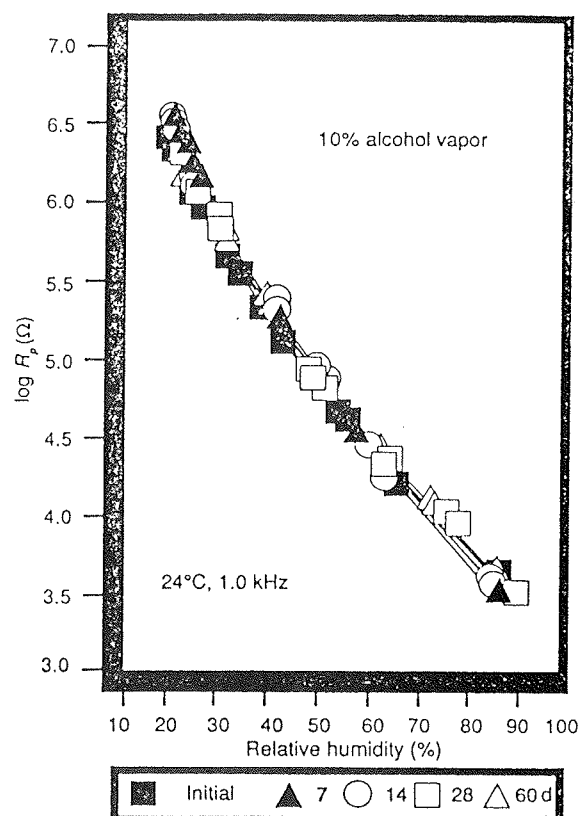


Slika 3: Staranje polimernega senzorja (Kapton film) v prisotnosti alkoholnih par (5)

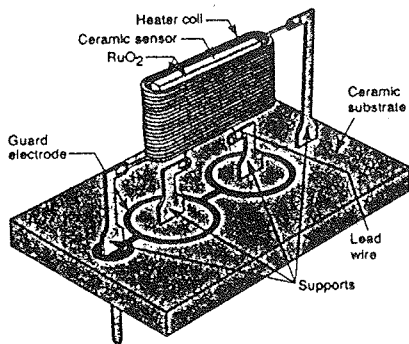
3.2. Keramični senzorski materiali

Veliko število anorganskih materialov kaže spremembe električnih lastnosti v odvisnosti od relativne vlažnosti. Za izdelavo keramičnih senzorjev vlage uporabljamo: Al_2O_3 , LiCl , MgCr_2O_4 , $\text{TiO}_2 - \text{V}_2\text{O}_5$, $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$ itd. (5,6). Dober senzorski material naj bi imel te lastnosti: veliko občutljivost, reverzibilnost, hiter odzivni čas, dolgo življenjsko dobo, selektivnost ter kemijsko in termično stabilnost. Tem pogojem v večini primerov zadostijo keramični senzorji vlage. To so porozni keramični materiali, katerim se zaradi adsorpcije vodne pare na površini spreminja električna prevodnost ali dielektrična konstanta. Glede na prevladujoč proces prevajanja razlikujemo senzorje vlage z ionsko in elektronsko prevodnostjo (7). $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$ tip sodi med elektronske in ima pred ionskimi (npr. TiO_2) prednost, da ni občutljiv na spremembe koncentracije nekaterih drugih plinov, kot npr. CO_2 .

Keramični senzorji vlage so izdelani podobno kot polielektrolitski polimerni senzorji v primeru če so prevodnega tipa in podobno kot kapacitivni polimerni, če so kapacitivnega tipa. Ker lahko pri večji vlažnosti in onesnaženi atmosferi pride do ireverzibilnih sprememb v senzorski plasti, imajo keramični senzorji vdelan še grelnik, ki občasno segreje senzor na okoli 400 do 500°C, da se na ta način odstranijo hlapne organske molekule.



Slika 4: Staranje polielektrolitskega senzorja vlage v prisotnosti alkoholnih par (5)



Slika 5: Konstrukcija keramičnega senzorja vlage z grelnikom (5)

Na sliki 5 je prikazan izgled komercialnega keramičnega senzorja vlage, ki se uporablja v mikrovalovnih pečicah za detekcijo vlage. Senzor je izdelan iz $\text{MgCr}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$ keramike z RuO_2 elektrodami. Okoli senzorja je grelnik, ki po procesu kuhanja regenerira senzor.

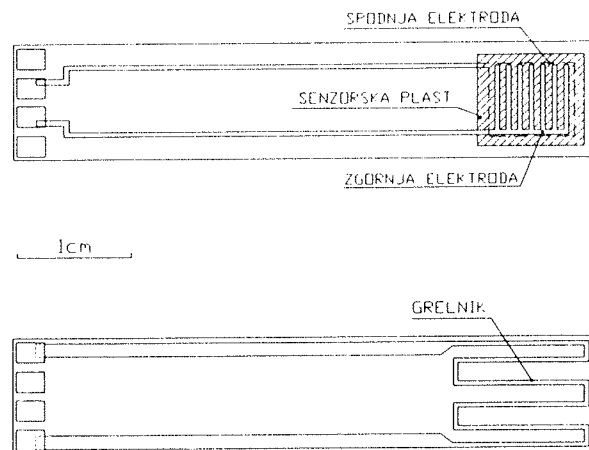
4. Primerjava lastnosti opisanih senzorjev vlage

Dober senzor vlage naj bi reagiral v celotnem območju in naj ne bi bil občutljiv na onesnaženje. Keramični senzorji vlage sicer reagirajo v celotnem območju relativne vlage toda v primerjavi s polimernimi senzorji so občutljivejši na onesnaženje. Če imajo keramični senzorji vdelan grelnik so uporabni tudi v onesnaženem okolju, seveda pa to podraži ceno senzorja in merilne elektronike. Polielektrolitski polimerni senzorji so skoraj neobčutljivi na onesnaženje, vendar niso uporabni pri majhnih in velikih relativnih vlažnostih. Dielektrični polimerni senzorji reagirajo na spremembe vlažnosti v celotnem področju toda zelo so občutljivi na onesnaženje. Naslednji problem je velika električna upornost polielektrolitskih in keramičnih senzorjev pri nizkih relativnih vlažnostih, kar ima za posledico lezenje upornosti pri konstantni vlažnosti.

Torej lahko zaključimo, da moramo izbrati za vsako uporabo ustrezen senzor in ga v dani sredini tudi preizkusiti, da lahko napovemo, kako se bo v tej sredini obnašal.

5. Raziskave senzorjev vlage na IJS

Na odseku za keramiko IJS raziskujemo materiale in postopke, ki so ustrezni za izdelavo senzorjev vlage. Ti materiali so: TiO_2 ter $(\text{Ba}, \text{Sr})\text{TiO}_3$ nedopirana ter dopirana z dodatki raznih oksidov (8,9). Namen raziskav je najti materiale, ki reagirajo na spremembo vlažnosti v celotnem področju relativne vlažnosti ter, da pri staranju kažejo čim manjše spremembe električnih lastnosti. Za izdelavo senzorjev vlage uporabljamo debeloslojno tehnologijo, to je tiskanje posameznih delov senzorja. Ta tehnologija je dokaj enostavna, vendar je zaradi relativno tankih plasti s stališča reakcij med posamezni-



Slika 6: Debeloslojni keramični senzor vlage

mi plastmi potrebno skrbno izbrati materiale, konfiguracijo senzorjev ter postopke izdelave in žganja. Na sliki 6 je prikazan načrt prototipa keramičnega senzorja vlage, izdelanega v debeloslojni tehnologiji. Na spodnjo elektrodo je natisnjena senzorska plast, ki ima kontrolirano poroznost. Od pogojev priprave prahu (klasični postopki, sol-gel) in sintranja je odvisno ali bo senzor reagiral v celotnem področju relativnih vlažnosti. Poseben problem predstavljajo elektrode senzorja. Debeloslojne paste v večini vsebujejo za boljšo adhezijo steklasto fazo. Steklasta faza med procesom žganja (800 do 1100°C) reagira s senzorskim materialom, zato se spremeni poroznost in površina materiala. V takem primeru ima senzor manjšo občutljivost pri majhnih vlažnostih, ker se zmanjša koncentracija površinskih defektov in količina zelo majhnih por (10).

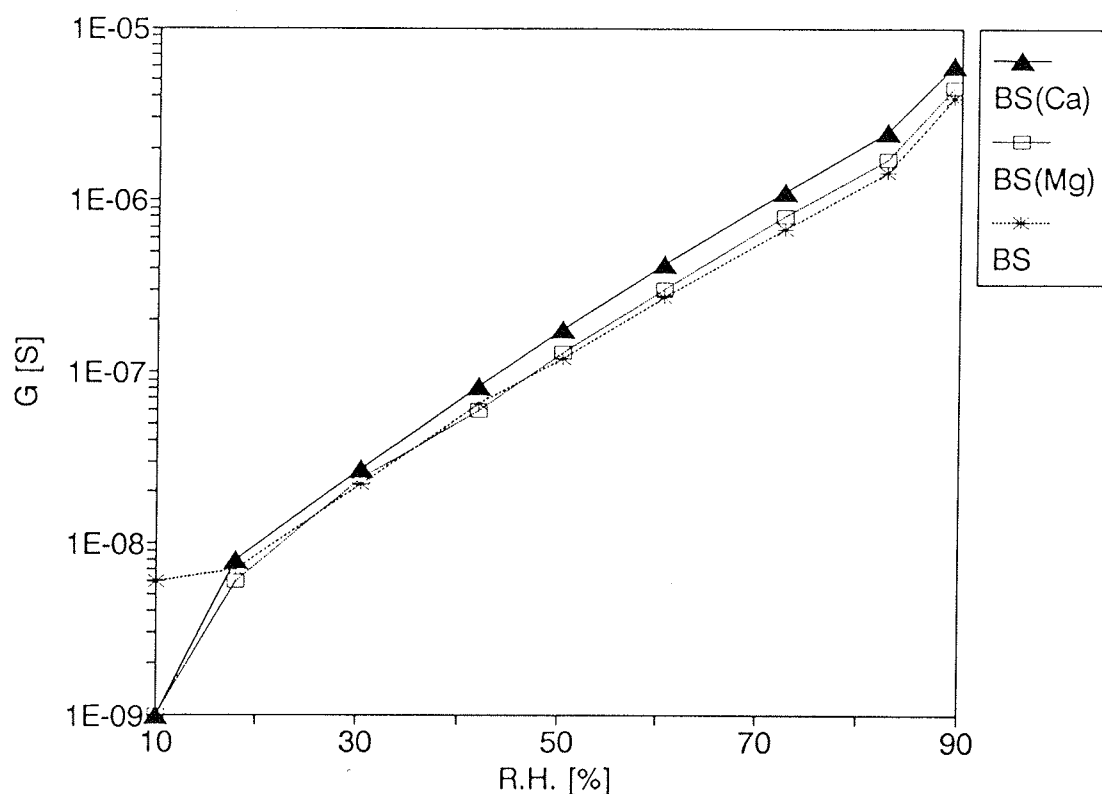
Senzor ima na nasprotni strani substrata natisnjen grelnik, ki po potrebi občasno regenerira senzor (slika6). Diagram poteka odvisnosti izmenične upornosti senzorja v odvisnosti od relativne vlažnosti je prikazan na sliki 7.

6. Zaključki

Opisani so nekateri tipi senzorjev vlage, ki se uporabljajo za merjenje in kontrolo relativne vlažnosti. Polimerni senzorji vlage so manj občutljivi na onesnaženje, so pa zato v primerjavi s keramičnimi občutljivejši na visoke temperature in agresivno okolje. Senzor vlage izberemo glede na območje merjenja, natančnost merjenja, temperaturo in prisotnost drugih snovi. Predstavljeno je tudi delo na senzorjih vlage na IJS odseku za keramiko.

8. Zahvala

Zahvaljujemo se Ministrstvu za znanost in tehnologijo Republike Slovenije za financiranje raziskav na področju senzorja vlage.



Slika 7: Diagram odvisnosti izmenične prevodnosti senzorja vlage na osnovi (Ba,Sr)TiO₃ (BS) keramike od relativne vlažnosti.

7. Literatura

- 1) W. J. Smith, "Electrical Humidity Sensing Element", US patent 3295088, 1966
- 2) P. E. Thoma, "Capacitance Humidity Sensing Element", US patent 3582728, 1971
- 3) M. Hijikigawa, S. Miyoshi, T. Sugihara in A. Jinda, "A Thin Film resistance Humidity Sensor", Sens. Actuators, Vol.4, 1983, 307
- 4) S. Miyoshi, T. Sugihara in M. Hijikigawa, "Moisture Sensitive Resistive Element", US patent 4528543, 1985
- 5) B. M. Kulwicki, "Humidity Sensors", J. Am. Ceram. Soc., Vol. 74(4), 1991, 697
- 6) T. Hitta, "Development and Application of Ceramic Humidity Sensor", Chem. Sens. Technol. Vol.1, 1988, 57
- 7) Y. Shmizu, H. Arai in T. Seiyama, "Theoretical Studies on the Impedance Humidity Characteristics of Ceramics Humidity Sensors", Sens. Actuators, Vol.7, 1985, 11
- 8) J. Slunečko, J. Holc in M. Hrovat, "TiO₂ senzor vlage", XI. Jug. konf. o modernih anorganskih materialih ETAN 90, Jug. Savez za ETAN Beograd 1990, 33
- 9) J. Slunečko, J. Holc, M. Hrovat in M. Čeh, "Thick Film Humidity Sensors Based on (Ba,Sr)TiO₃ porous ceramics with MgO and CaO", Sens. Actuators B, Vol.7, 1992, 439
- 10) J. Slunečko, J. Holc, M. Hrovat, M. Čeh in S. Bernik, "Evaluation of Materials for Thick Film Humidity Sensors", Proc. of 8th European Hybrid Microelectronics Conf. Rotterdam 1991, IHME 1991, 236

dr. Janez Holc
Inštitut Jožef Stefan
61111 Ljubljana, Jamova 39

Prispelo: 16.06.92

Sprejeto: 18.07.92

Mikroelektronski krmilnik za elektronske sanitarne baterije

R. Babič, T. Dogša, M. Solar, A. Vesenjaj, S. Solar, A. Rečnik

KLJUČNE BESEDE: elektronski krmilniki, elektronska vezja, krmilna vezja, mikroelektronika, elektronske sanitarne baterije, računalniško načrtovanje vezij

POVZETEK: V članku je opisan primer načrtovanja krmilnika za elektronske sanitarne baterije, ki je prirejen za mikroelektronsko izvedbo. Krmilnik deluje na osnovi zaznavanja odboja infrardeče svetlobe in omogoča aktiviranje vodovodnih armatur brez fizičnega dotika. Po tej zasnovi, ki vključuje analogne in digitalne dele vezja in upošteva omejitve povezane z mikroelektronsko tehnologijo, smo izdelali laboratorijsko vezje v klasični obliki s standardnimi elektronskimi komponentami. Za posamezne dele vezja smo uporabili postopke računalniško podprtega načrtovanja.

Microelectronic Sanitarian Batteries Driver Circuit.

KEY WORDS: electronic drivers, electronic circuits, driver circuits, integrated circuits, electronic sanitarian batteries, computer aided circuits design

ABSTRACT: In this article the computer aided design of electronic sanitarian batteries driver circuit with the purpose to be realized in the integrated circuit is described. The driver circuit acts on the basis of perception of emitted infra red light reflection and enables activation of sanitarian batteries without touching. The laboratory version of driver circuit is realized with discrete analog and digital components on the basis of integrated circuit design principles where the restrictions of microelectronic technology are taken into account.

1. UVOD

Elektronske sanitarne baterije uporabljamo v armaturah, ki jih aktiviramo brez fizičnega dotika. S tem je zagotovljena higienska uporaba armatur, enostavno rokovanje in optimalno varčevanje z vodo. Posebej pomembna je uporaba v zdravstvu, sanitarnih prostorih, prehrabeni industriji, turističnih objektih, šolah in vrtcih.

Elektronski krmilnik je sestavljen iz oddajnika, ki oddaja usmerjeno, infrardečo svetlobo v prostor pred armaturo in sprejemnika za zaznavanje dela odbite svetlobe ter aktiviranje elektromagnetnega ventila. Vezje vsebuje analogne in digitalne komponente. Za krmiljenje oddajne LED diode in elektromagnetnega ventila pa sta potrebni tudi močnostni izhodni stopnji. Povezave močnostnih komponent z običajnimi analogno digitalnimi deli vezij označujemo kot SMART POWER integrirana vezja. Taka vezja postajajo vedno bolj aktualna, ker omogočajo neposredno vzbujanje različnih vrst elektromagnetnih aktuatorjev. To pa pomeni večjo zanesljivost delovanja in prihranek na velikost in teži končnih izdelkov.

Elektronski krmilnik smo izdelali v laboratorijski obliki s standardnimi elektronskimi komponentami. Pri zasnovi vezja smo upoštevali omejitve povezane z mikroelektronsko tehnologijo, da bi bil možen enostaven prenos vezja v integrirano strukturo. Pri postopkih načrtovanja smo za analogne dele vezja uporabili simulacijo s simulatorjem SPICE, za digitalne dele vezja pa smo uporabili logično simulacijo s programskim paketom SCEPTRE.

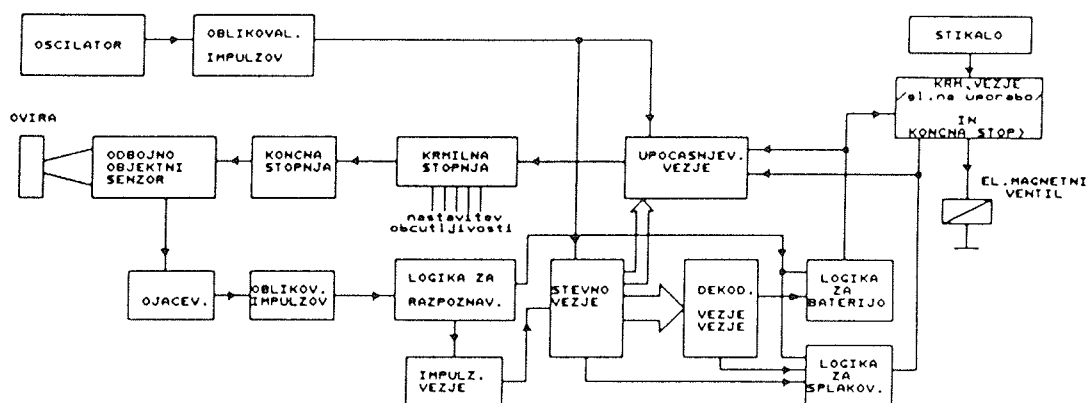
2. ZASNOVA KRMILNIKA

Delovanje elektronskega krmilnika temelji na zaznavanju odbite infrardeče svetlobe. Pri načrtovanju smo upoštevali naslednje zahteve:

- univerzalna zasnova vezja; za uporabo v sanitarnih baterijah, tuših in splakovalnikih
- majhne dimenzije končnega vezja zaradi možnosti vgradnje neposredno v armaturo,
- zanesljivo delovanje v prisotnosti motenj,
- možnost zunanje nastavitve občutljivosti,
- impulzno vzbujanje infrardečega senzorja,
- upočasnjeno impulzno delovanje v neaktivnem času,
- napajalna napetost vezja naj bo 15 V,
- neposredno odpiranje elektromagnetnega ventila.

Bločno shemo krmilnika, ki upošteva opisane zahteve, prikazuje slika 2.1.

V prikazani strukturi se ločita oddajni in sprejemni del vezja. Oddajni del je sestavljen iz oscilatorja simetričnih pravokotnih impulzov, oblikovalnika impulzov, upočasnjevalnika ter krmilne in izhodne stopnje za vzbujanje infrardeče LED diode. Sprejemni del pa je sestavljen iz infrardečega senzorja, ojačevalnika vhodnega signala, oblikovalnika impulzov, logičnega vezja za prepoznavanje odbitih signalov, števne vezja za določitev časovnih zakasnitev, impulznega vezja, dekodirnega vezja, logičnega vezja za krmiljenje sanitarnih baterij, logičnega vezja za krmiljenje splakovalnikov ter izhodne stopnje za vzbujanje elektromagnetnega ventila.



Slika 2.1: Bločna shema krmilnika

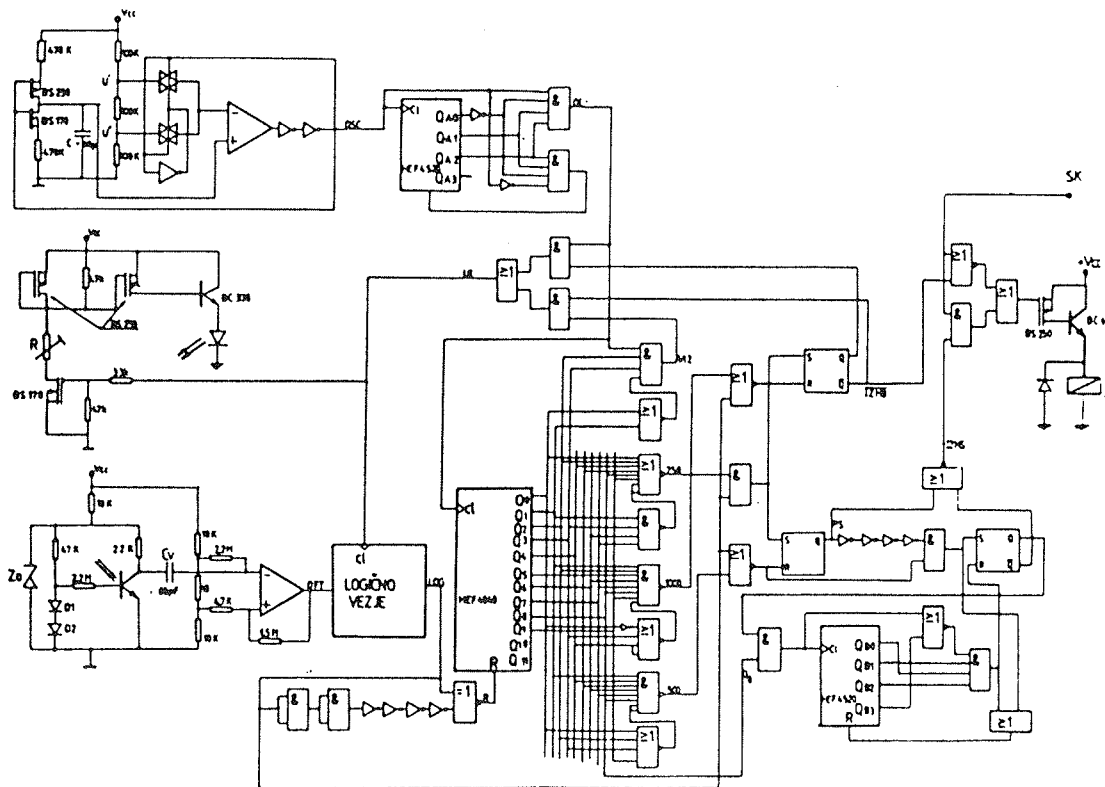
3. IZVEDBA

3.1. Izvedba z diskretnimi komponentami

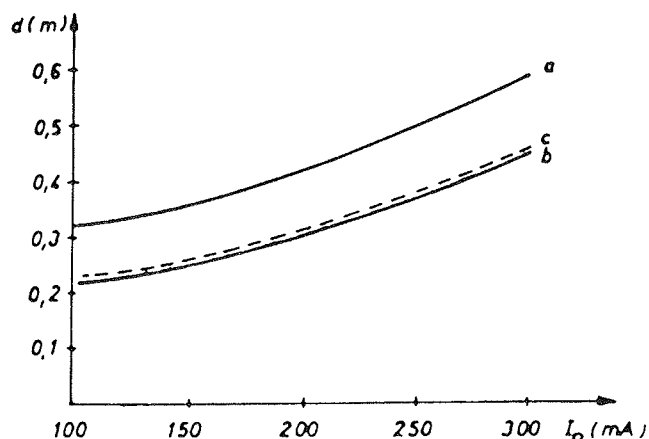
Elektronski krmilnik smo izdelali kot laboratorijsko verzijo z diskretnimi komponentami. Uporabili smo splošno uporabno standardne analogne in digitalne komponente. Električno vezje je prikazano na sliki 3.1. Zasnova vezja je prirejena izvedbi v integrirani tehnologiji. Zato smo se izognili uporabi kondenzatorjev pri določevanju različnih časovnih zakasnitev, izjemo pred-

stavljata le kondenzator v oscilatorju in vhodni kondenzator v sprejemnem delu vezja.

Izdelano vezje smo uporabili predvsem zaradi potrebe po testiranju vezja ter za izbiro posameznih parametrov vezja, ki določajo njegovo občutljivost. Za infrardeči senzor smo uporabili kombinacijo diskretnih komponent LED diode CQY99 in fototranzistorja MT2. Pri testiranju se je pokazal velik vpliv natančnosti namestitve obeh elementov na nosilno ploščico. Občutljivost senzorja in s tem velikost razdalje do ovire je odvisna od namestitve osi obeh elementov. Zato bi bilo v prihodnje ugodno uporabiti infrardeči senzor, izdelan v enem ohišju.



Slika 3.1: Elektronski krmilnik v diskretni izvedbi



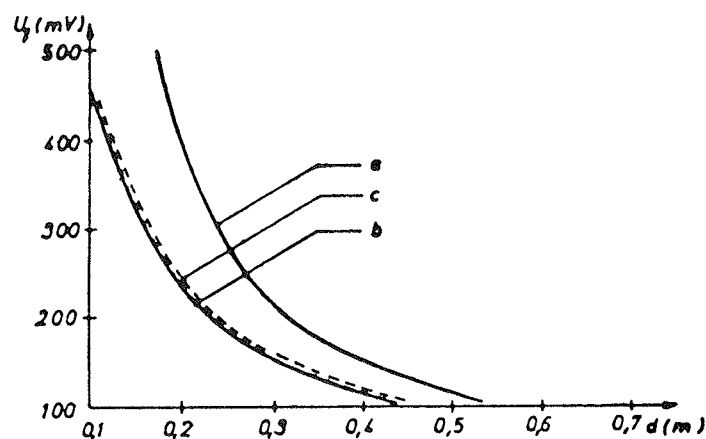
Slika 3.2: Odvisnost med razdaljo do prepreke in velikostjo toka skozi oddajno diodo

Vrste preprek:

- a: bela tkanina
- b: modra tkanina
- c: roka

S pomočjo izmerjenih rezultatov občutljivosti odbojno objektnega senzorja smo lahko določili parametre ojačevalnega vezja skupaj z oblikovalnikom impulzov. Obe vezji praktično predstavljata vmesnik med fototranzistorsko stopnjo na vходу in logičnim delom na izhodu. Ker se na izhodu fototranzistorja pojavljajo koristni signali v območju $U_{vh} = 20$ do 100 mV, smo izbrali ojačenje ojačevalnika $A = 100$, preklopni napetosti Schmittovega preklopnega vezja pa znašata $5,8$ in $9,8$ V. Zaradi vplivov zunanjih virov osvetlitve smo predvideli kapacitivno povezavo med senzorjem in ojačevalnikom. CR vezje predstavlja visoko prepustno sito, s katerim zadovoljivo izsejemo motilne svetlobne signale nizkih frekvenc. Tako smo dosegli želeno imunost vezja na motilne signale iz okolja in na signale, ki so posledica parazitnih kapacitivnih elementov v vezju.

Na sliki 3.2 in 3.3 so zbrani rezultati meritev. Na prvi sliki so podane odvisnosti med razdaljo sprejemno oddajnega senzorja od prepreke in velikostjo toka skozi oddajno



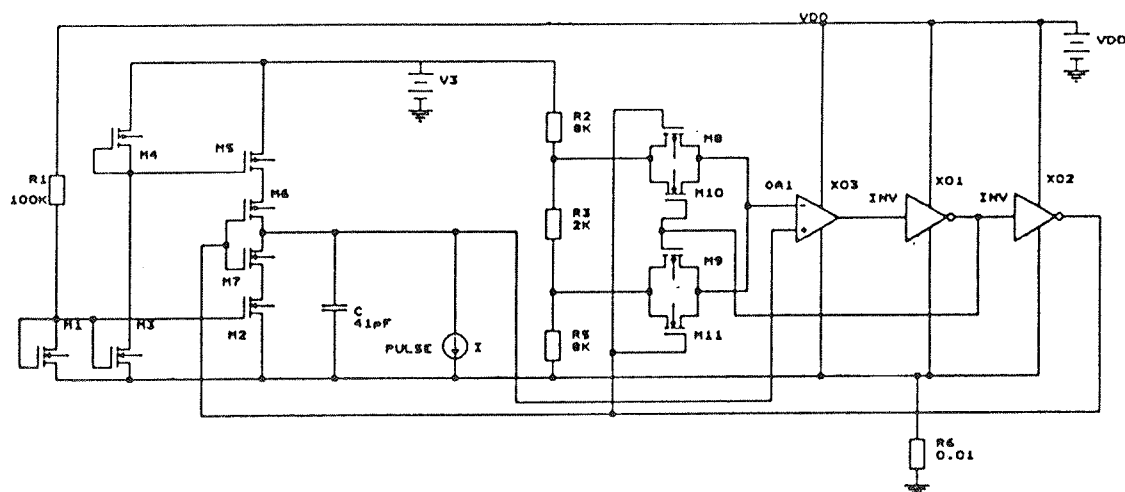
Slika 3.3: Odvisnost napetosti U od razdalje med senzorjem in prepreko

LED diodo za različne vrste preprek. Za prepreke smo uporabili beli papir, belo in modro tkanino ter roko. Na sliki 3.3 pa so prikazane odvisnosti napetosti na izhodu fototransistorja U_F v odvisnosti od razdalje infrardečega senzorja od uporabljenih vrst preprek. Vse meritve so bile izvedene v običajno osvetljenem prostoru.

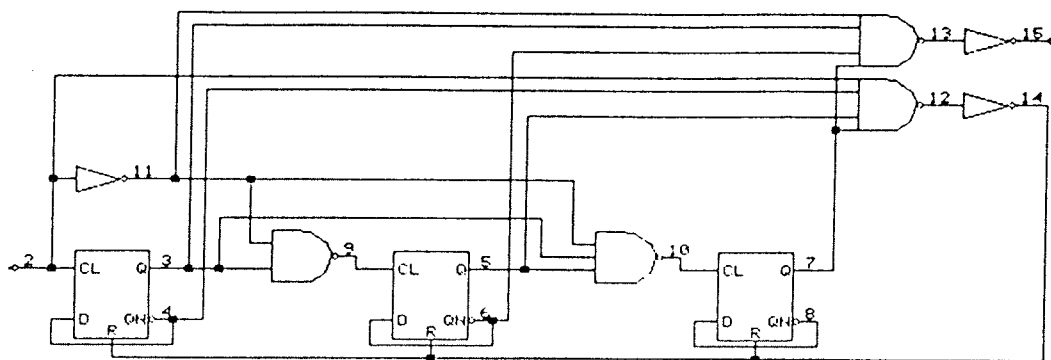
3.2. Izvedba v integrirani obliki

Nova dognanja v mikroelektronski tehnologiji, ki še vedno poudarjajo večje stopnje integracije, omogočajo tudi povezovanje analognih in digitalnih struktur ter povezavo z močnostnimi ali visokonapetostnimi komponentami, kar imenujemo SMART POWER integrirana vezja. Z njimi lahko neposredno krmilimo izhodne elektromagnetne aktuatorje z napajalnimi napetostmi iz nizkonapetostnega omrežja ter s tokovi v amperskem območju.^{(1), (2)}

Elektronski krmilnik za sanitarne baterije predstavlja takšno vezje. Pri zagotavljanju osnovnih funkcij delovanja mora poskrbeti tudi za neposredno odpiranje elektromagnetnega ventila. Le tako bodo zagotovljene



Slika 3.4: Oscilator



Slika 3.5: Oblikovalnik impulzov

dovolj majhne dimenzije in bo možna vgradnja v ohišje armature.

Zasnova vezja za mikroelektronsko izvedbo je zastavljena še nekoliko splošneje kot za vezje, ki smo ga izdelali izvedeno v diskretni obliki. Poglejmo posamezne dele vezja. Opis je skupen tudi za diskretno obliko.

3.2.1. Oddajni del

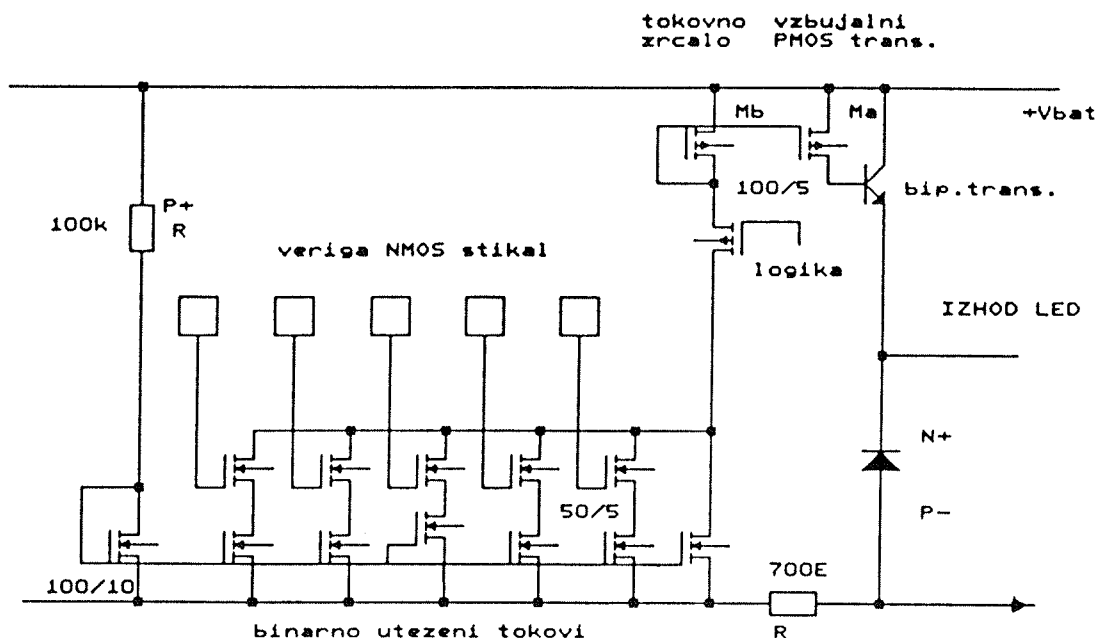
Oddajni del zagotavlja impulzno vzbujanje oddajne LED diode. Sestavljen je iz analognih in digitalnih delov vezij. Osnovo predstavlja oscilator za generiranje simetričnih pravokotnih impulzov. Izbrali smo vezavo, ki je prikazana na sliki 3.4. Zanj smo dobili tudi zelo dobre simulacijske rezultate.

V povezavi z oscilatorjem smo predvideli tudi izdelavo referenčnega generatorja toka, ki se uporablja tudi pri

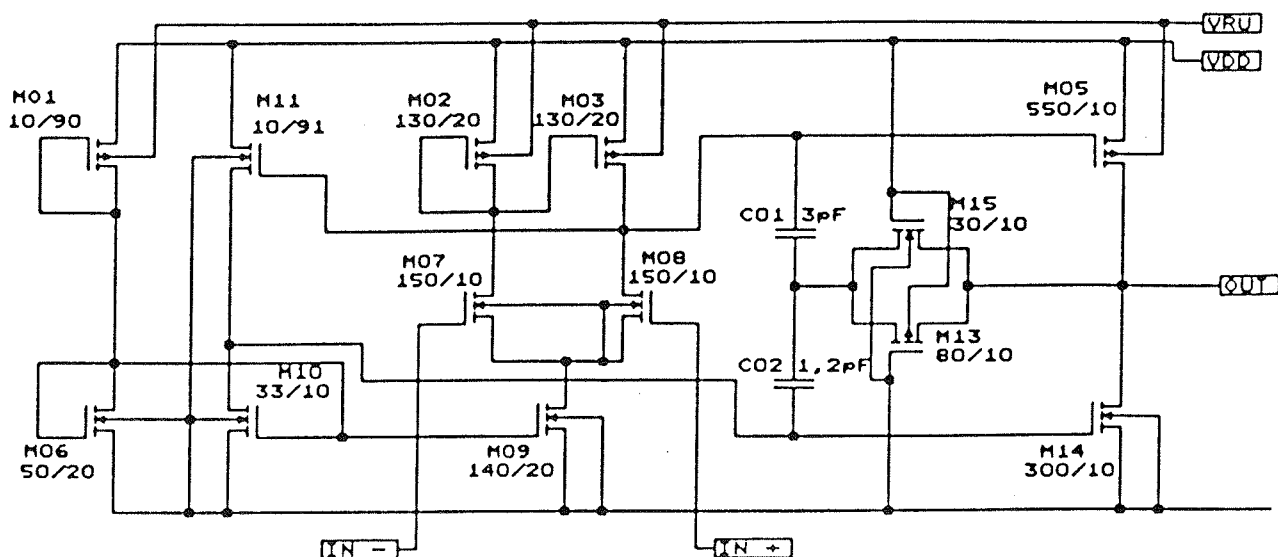
krmiljenju LED diode. Ker želimo krmiliti LED diodo s kratkimi impulzi, potrebujemo oblikovalnik impulzov. Izveden je s pomočjo 3 bitnega sinhronnega števalca in ustreznim dekodejem. Iz osnovnega signala oscilatorja izločimo vsako šesto periodo in s tem generiramo potrebne pozitivne impulze. Vezje, prirejeno za logično simulacijo prikazuje slika 3.5.

Na izhodu oblikovalnika impulzov smo uporabili še delilnik impulzov. Njegova naloga je zmanjšati frekvenco vzbujanja oddajne LED diode v času, ko se sanitarne naprave ne uporabljajo. S tem dosežemo manjšo obremenitev LED diode.

Krmilna stopnja zagotavlja krmiljenje LED diode in omogoča nastavitve občutljivosti vezja. Predvideli smo možnost binarne prednastavitve vrednosti izhodnega toka od 120 mA do 490 mA v 32 nivojih. Vezje je prikazano na sliki 3.6.



Slika 3.6: Krmilna vezje z izhodno stopnjo



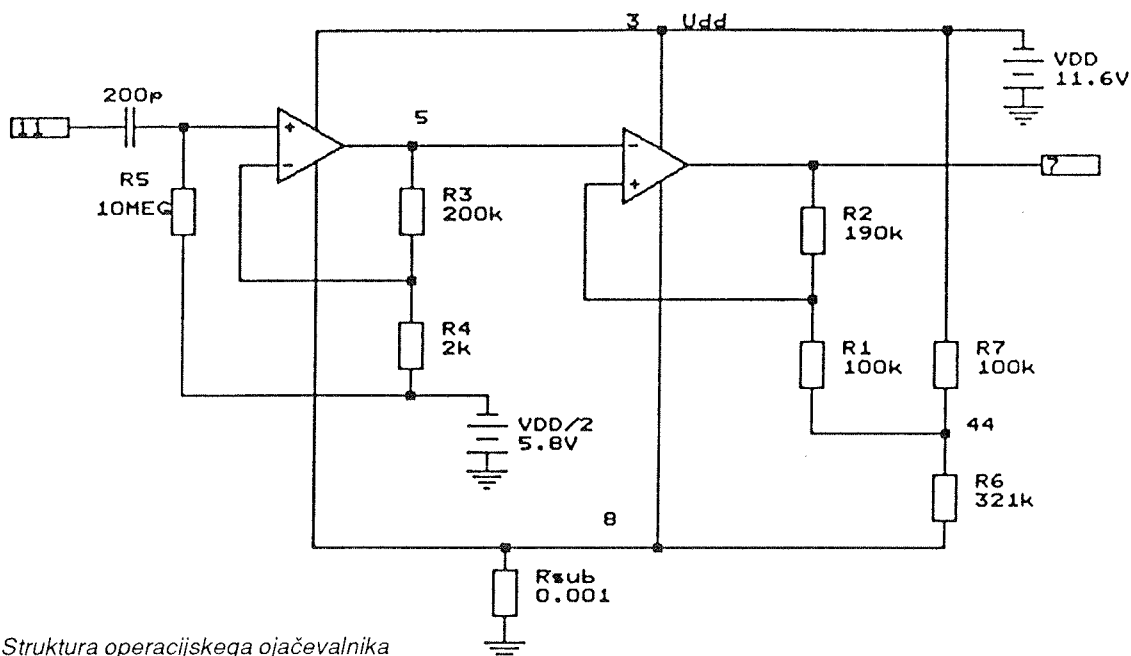
Slika 3.7: Ojačevalno in oblikovalno vezje

Sestavljeno je iz skupnega referenčnega generatorja toka. Ta tok se zrcali prek binarno utežene tranzistorske verige, s katero zagotavljamo vzbujačnemu PMOS tranzistorju potreben tok za krmiljenje baze izhodnega bipolarnega tranzistorja. Za grobo oceno razmer velja, da se tokovi zrcalijo z razmerjem širine W in dolžine L posameznih tranzistorjev.

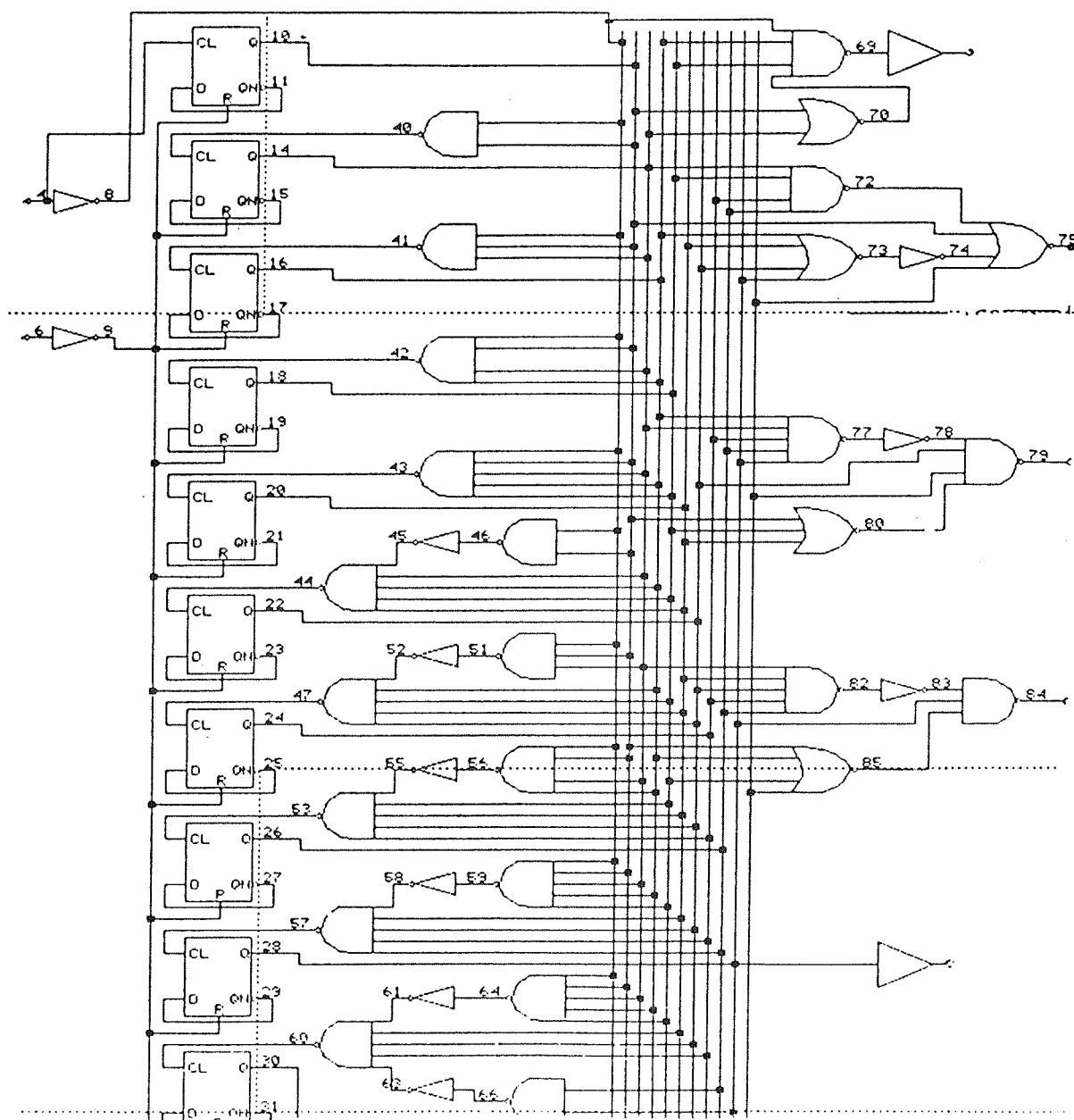
Vse binarno utežene tokove tokovnih izvorov združimo prek NMOS tranzistorskih stikal z zanemarljivo R_{ON} upornostjo v PMOS tokovno zrcalo, prek katerega vzbuja izhodno stopnjo. NMOS tranzistorska stikala krmilimo prek zunanjih blazinic, oz. priključkov. Želeni

položaj stikala bomo naslovili z vezavo priključka na + ali - napajalno napetost.

Pri nazivnem toku skozi LED diodo $I_D = 0,3 \text{ A}$, znaša pri tokovnem ojačanju bipolarnega tranzistorja $h_{fe} \geq 100$ krmilni tok $I_B = 3 \text{ mA}$. Ta tok moramo zagotoviti ob upoštevanju bremena v emitorju tranzistorja in zahtevani napetosti na oddajni diodi $U_D = 3 \text{ V}$. Vzbujevalni PMOS tranzistor deluje v zasičenju in tok je določen z razmerjem razsežnosti vseh tranzistorjev in vsiljenim tokom iz binarno uteženih tokovnih izvorov.



Slika 3.8: Struktura operacijskega ojačevalnika



Slika 3.9: Števno vezje

Za vzbujanje LED diode bomo uporabili bipolarni tranzistor, ki je standardni gradnik tudi v MOS strukturah. V primeru N^- podlage je bipolarni tranzistor tipa NPN s skupnim kolektorjem. Velikost tranzistorja je določena s tokovno zmogljivostjo difuzije. Pri uporabi N^+ podloge pa dobimo kombinirani lateralno vertikalni tranzistor. N^+ difuzija pa še dodatno zmanjšuje medsebojne površinske vplive do drugih gradnikov integriranega vezja.

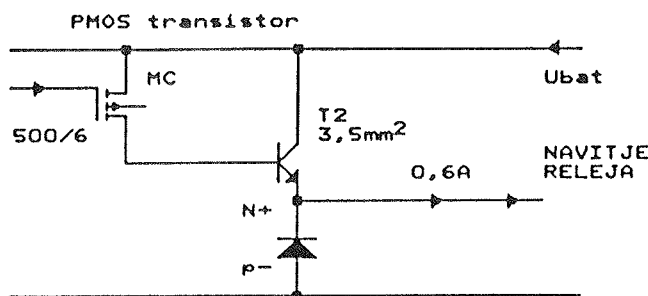
3.2.2. Sprejemni del

Sprejemni del zaznava odbito infrardečo svetlobo, prepozna prave impulze ter poskrbi za vzbujanje elektromagnetnega ventila. Tako kot oddajni del je tudi

sprejemni del sestavljen iz analognih in digitalnih delov vezij.

Na sliki 3.7 je prikazano ojačevalno in oblikovalno vezje za signale iz infrardečega senzorja. Pri analogni simulaciji smo uporabili strukturo operacijskega ojačevalnika, ki ga kaže slika 3.8. Pri izbiri operacijskih ojačevalnikov danes ni večjih problemov^{(3), (4)}.

Izhod oblikovalnika impulzov vodimo na logično vezje za razpoznavanje koristnih signalov. Izhod logičnega vezja sme biti na visokem nivoju le v primeru, ko sta sprejeti in oddani signal po obliki in frekvenci enaka. Za uspešno razpoznavanje koristnih signalov smo uporabili kombinacijo pomičnega registra v povezavi z vezjem za navzkrižno primerjavo signalov na vhodu.



Slika 3.10: Izhodna stopnja za vzbujanje elektromagnetnega ventila

Časovno dogajanje krmilnika je določeno s števnim vezjem, ki je sestavljen iz števca, dekoderja in impulznega vezja za resetiranje števca. Na izhodu iz števne vezja dobimo štiri vrste impulzov, ki določajo želene zakasnilne čase. Pri tem časovni zakasnitvi t_1 in t_2 uporabljamo pri uporabi krmilnika za sanitarne baterije, zakasnitvi t_3 in t_4 pa pri uporabi krmilnika za splakovalnik. Števno vezje prikazuje slika 3.9.

Vzbujanje elektromagnetnega ventila sanitarne baterije omogoča visok nivo iz logičnega vezja za razpoznavanje koristnih signalov z uporabljenima časovnima zakasnitvama pri vklopu in izklopu. S tem vezje odpravlja možnosti kratkotrajnih neželenih aktiviranj. Izhodna stopnja za vzbujanje elektromagnetnega ventila je podobna izhodni stopnji, kot jo uporabljamo pri krmiljenju LED diode v oddajnem delu. Potrebna je le večja tokovna zmogljivost in zanemarljiv padec napetosti na tranzistorju. Zaradi tega mora imeti večjo tokovno zmogljivost tudi PMOS krmilni tranzistor. Vezje podaja slika 3.10.

3.2.3. Napajalni del

Napajanje elektronskega krmilnika je predvideno iz enosmerne napetosti 15 V. Pri uporabi CMOS procesa z N - podlago zahteva uporaba bipolarnih tranzistorjev skupno pozitivno elektrodo. V našem primeru uporabljamo dva bipolarna tranzistorja: za vzbujanje oddajne LED diode in za vzbujanje elektromagnetnega ventila. Oba tranzistorja bosta neposredno vezana na zunanjo napajalno napetost, saj zahtevamo v tem delu vezja

sorazmerno velik tok. V primeru, ko je skupna elektroda podlaga z najvišjo pozitivno napetostjo, je napajanje ostalih gradnikov izvedeno tako, kot ga kaže slika 3.11.

4. Zaključek

Opisali smo primer načrtovanja krmilnika za elektronske sanitarne baterije, ki je prirejen za izvedbo v integrirani tehnologiji. Po tej zasnovi smo izdelali laboratorijski prototip z diskretnimi komponentami, ki se pa v vseh podrobnostih ne more ujemati z vezjem, prirejenim za mikroelektronsko tehnologijo. Za vse opisane dele vezja smo uporabili računalniško podprto načrtovanje. Za logični del vezja smo uporabili programski paket SCEPTR, za analogne dele vezja pa simulator SPICE verzija 2.G.6. Rezultati analogne simulacije, pri kateri smo upoštevali parametre tehnološkega procesa za $5\ \mu\text{m}$ CMOS tehnologijo za nominalno temperaturo 27°C ter za -40°C , oz. $+140^\circ\text{C}$, so potrdili ustreznost zasnove vezja.

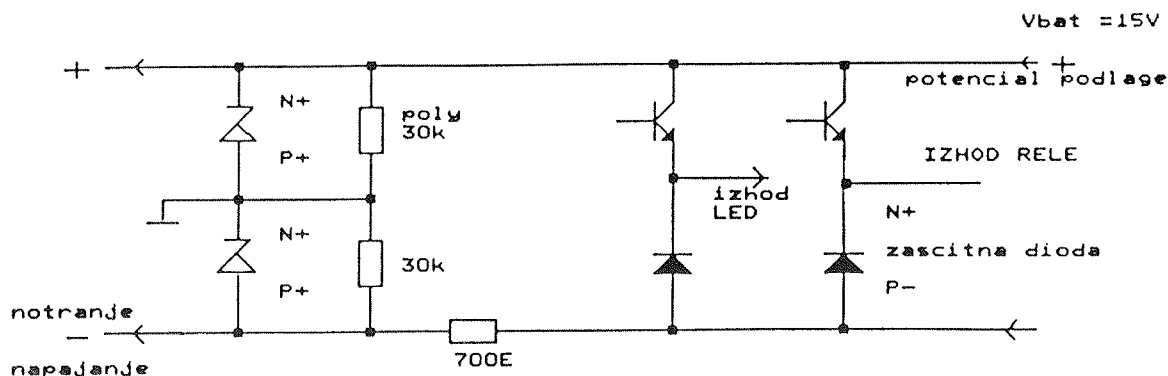
5. Literatura

1. Z. Krivokapič, Integrirana močnostna vezja MOS, Informacije MIDEM, št. 3, 1987 Ljubljana
2. S. Solar, M. Jenko, V. Kregar, Krmilnik elektroluminiscenčnega prikaznika, Informacije MIDEM, št. 4, 1989, Ljubljana
3. P. E. ALLEN, D. R. HOLBERG, CMOS Analog Circuit Design, Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York 1987
4. T. Pleteršek, J. Trontelj, L. Trontelj, Širokopasovni operacijski ojačevalniki, Zbornik referatov 16 Jugoslovanskega posvetovanja o mikroelektroniki, MIEL 88, Zagreb 1988.

dr. R. Babič, dr. T. Dogša,
mag. M. Solar, ing. A. Vesenjaj,
TF Maribor, ERI
mag. S. Solar
Iskra Avtoelektrika,
ing. A. Rečnik
Birostroj Maribor

Prispelo: 16.06.92

Sprejeto: 13.07.92



Slika 3.11: Napajalni del z izhodnima stopnjama

Zanesljivost merilnih sistemov

L. Mikola, D. Donlagić

KLJUČNE BESEDE: zanesljivost, verjetnost, redundanca, merilni sistem, elektronski sistemi, aparatura oprema

POVZETEK: V članku je opozorjeno na problematiko zanesljivosti s posebnih poudarkom na merilnih sistemih. Nakazan je postopek za določanje zanesljivosti aparature opreme in nekaj načinov za njeno povečanje. Opozorjeno je na literaturo, ki omogoča temeljitejšo in poglobljeno obravnavo.

Reliability of Measuring Systems

KEY WORDS: reliability, probability, redundancy, measuring systems, electronic systems, hardware

ABSTRACT: The paper draws attention to the problems of reliability with special emphasis on measuring systems. Presented is a method for the determination of hardware reliability and some ways of improving it. Included is a list of relevant references.

1. Uvod

Merilni sistemi so pomembna sestavina kompleksnih tehničnih sistemov. Od njih je v veliki meri odvisno, če bodo nadzorovani procesi potekali znotraj zahtevanih območij. Odpoved merilnega sistema lahko povzroči zaustavitev procesa, v kritičnejših primerih pa tudi nevarnost za ljudi in okolje. Zato je zanesljivo delovanje merilnih sistemov zelo pomembno in ga je treba analizirati že v fazi načrtovanja sistema in nadaljevati v fazi realizacije, oz. zanesljivost "vgraditi" v sistem. Ob zagotovitvi ustreznih obratovalnih pogojev je nato mogoče pričakovati, da bo sistem opravljal svojo osnovno funkcijo z ustrežno visoko zanesljivostjo.

2. Zanesljivost v merilni tehniki

Zanesljivost $R(t)$ (a. reliability, n. Zuverlässigkeit), je definirana kot verjetnost uspešnega delovanja opazovane enote (elementa, naprave, sistema) znotraj zahtevanih meja v določenem časovnem intervalu. Nanjo vpliva več parametrov, od zasnove, kakovosti sestavnih delov, vplivov vplivnih veličin, do človeškega faktorja. Te vplive je mogoče zajeti in obdelati s statističnimi metodami in verjetnostnim računom ter podati kvantitativno ali kvalitativno oceno zanesljivosti. Pogoji za realno ocenjevanje pa je temeljito poznavanje obravnavanega sistema in razmer, v katerih bo opravljal svojo funkcijo.

V merilni tehniki je znana zahteva, naj bo izmerjena vrednost fizikalne veličine enaka ali vsaj dovolj blizu pravi vrednosti. Zato se od zanesljivega sistema pričakuje, da bo sposoben dati merilne rezultate, ki se bodo le malo razlikovali od prave vrednosti merjene veličine, da bo sipanje rezultatov pri ponovljenih merjen-

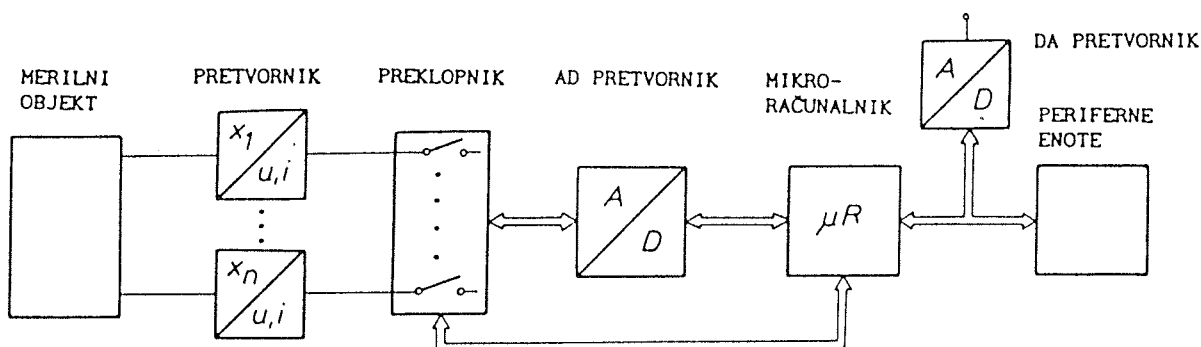
jih čim manjše in da bo časovna stabilnost lastnosti sistema visoka. Osnovna informacija o izpolnjevanju naštetih zahtev je dana s podatkom o razredu merilnega sistema.

Sodobni merilni sistemi so sestavljeni iz množice elementov. Pri obravnavi njihove zanesljivosti se izhaja iz zanesljivosti posameznih elementov, lahko pa tudi iz zanesljivosti kompleksnejših sestavnih delov, če so dosegljivi ustrezni osnovni podatki. Nato se postopno prehaja na določitev zanesljivosti celotnega sistema. Spremembe lastnosti osnovnih elementov vplivajo na spremembo lastnosti sistema, kar lahko privede do prenehanja delovanja (popolne odpovedi) ali pa delovanja izven zahtevanih območij (delne odpovedi). V tem drugem primeru bi lahko merilni sistem sicer posredoval merilne rezultate, vendar bi ti bili izven območij pogreškov, ki jih zagotavlja podatek o razredu sistema. Kakorkoli že, sistem v nobenem od teh primerov ne opravlja svoje funkcije tako, kot je od njega zahtevano.

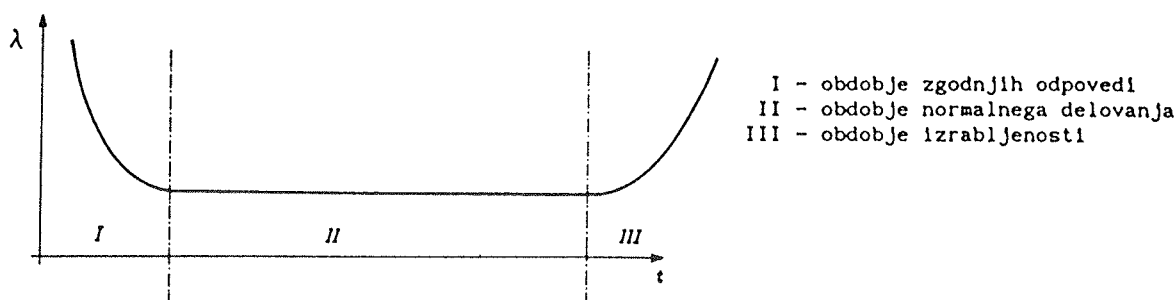
V sodobnih merilnih sistemih so že pogosto vgrajene tehnične rešitve, ki povečujejo zanesljivost. Taki so na primer sistemi s samotestiranjem in sistemi s samoumerjanjem.

3. Zanesljivost aparature opreme merilnih sistemov

Sodobni merilni sistem zbira in obdeluje merilne podatke o več enakih ali različnih fizikalnih veličinah, od katerih je odvisen potek nadzorovanega procesa. Tak merilni sistem (slika 1) je skupina večih naprav, med katerimi je praviloma mikroračunalnik, ki krmili delovanje celotnega



Slika 1: Shema merilnega sistema



Slika 2: Potek pogostosti odpovedi $\lambda(t)$

sistema, obdeluje podatke, posluhuje periferne enote itd.

Ocenjevanje zanesljivosti sistemov se praviloma na- naša na obdobje normalnega delovanja v njihovi življenjski dobi, to je na obdobje, ki leži med obdobjem zgodnjih odpovedi in obdobjem izrabljenosti, v katerih je opažena večja vrednost pogostosti odpovedi $\lambda(t)$. V obravnavanem obdobju velja izhodišče $\lambda(t) = \text{konst.}$

To izhodišče je v elektrotehniki pogosto uporabljano, posebej pa v elektroniki. Sodobni merilni sistemi so praktično elektronski sistemi, zato je mogoče zanesljivost njihovih elementov oceniti z izrazom (2):

$$R(t) = e^{-\lambda \cdot t} \quad (1)$$

Čas t (h) je časovni interval opazovanja, imenovan tudi čas misije. $\lambda(t)$ (h^{-1}) je pogostost odpovedi, ki je vhodni podatek in mora biti poznan ali predhodno določen za vsak element, upoštevajoč vse vplivne veličine, od katerih je $\lambda(t)$ odvisna. Pomembno je, da se ugotovi dovolj veljaven podatek $\lambda(t)$, s čimer je tudi ocena zanesljivosti veljavnejša.

Pogosto naletimo na problem kako dobiti realne vhodne podatke za $\lambda(t)$. Včasih jih sicer dajo proizvajalci elementov ali sklopov, velikokrat pa mora ustrezen podatek oblikovati uporabnik sam, izhajajoč iz nekega osnovnega podatka, ki ga priredi za svoje specifične potrebe, oz.

razmere. Način priprave vhodnih podatkov je razdelan v ustrezni literaturi (7).

Nekoliko pregledneje je mogoče primerjati numerične rezultate, če opazujemo zanesljivosti komplementarno verjetnost odpovedi $Q(t)$.

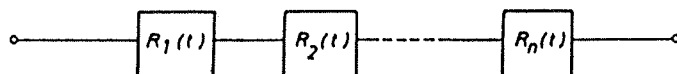
$$Q(t) = 1 - R(t) \quad (2)$$

Na raven sistema se z ravni elementov praviloma prehaja z upoštevanjem zaporedne vezave v smislu zanesljivosti, kar pomeni, da odpoved kateregakoli elementa povzroči odpoved sistema.

Zanesljivost sistema je tedaj (3):

$$R_s(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \dots R_n(t) \quad (3)$$

Kadar gre za popravljive sisteme, kar merilni sistemi povečini so, se računa razpoložljivost $A(t)$, ki pomeni verjetnost, da bo sistem ob določenem (zahtevanem) trenutku na razpolago za opravljanje svoje funkcije. Razpoložljivost se računa z izrazom (2):



Slika 3: Zaporedna vezava

$$A(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu) \cdot t} \quad (4)$$

$\mu(t) (h^{-1})$ je pogostost popravil, ki jo je mogoče izračunati z izrazom (2):

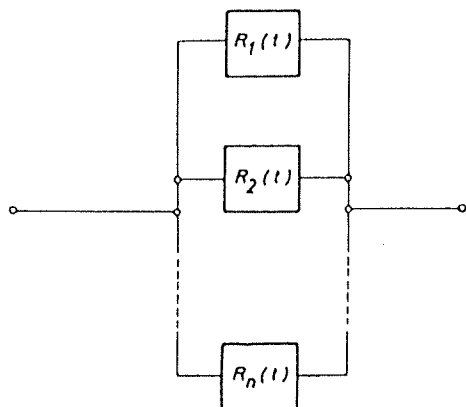
$$\mu(t) = \frac{1}{MTTR} \quad (5)$$

MTTR (h) je srednji čas popravila obravnavanega sistema, torej tudi vhodni podatek, odvisen od vrste faktorjev: izkušenosti tehničnega kadra, dosegljivosti rezervnih delov, obsega in vrste okvare itd.

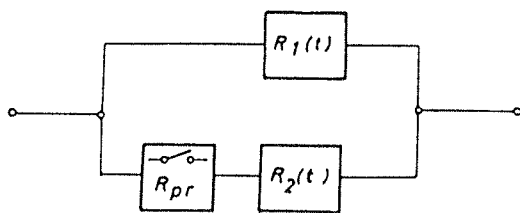
Tudi v primeru popravljivih sistemov je ugodneje vrednotiti s $Q_1(t)$, verjetnostjo, da ob zahtevanem trenutku sistem ne bo sposoben opravljati svoje funkcije.

$$Q_1(t) = 1 - A(t) \quad (6)$$

Posebno obravnavo, s specifičnimi pristopi, zahteva uporabljena programska oprema. Ta sicer ni izpostavljena staranju kot aparatura oprema, vendar je važno, katere faze so pri obravnavi zajete, npr. faza zasnov, izdelave, testiranja, uporabe. Pristopi k obravnavi so opredeljeni z določenimi modeli. Področje zanesljivosti programske opreme, ki je vsekakor pomembna sestavina merilnih sistemov, v tem članku ni obravnavano.



Slika 4: Sistem z aktivno redundanco



Slika 5: Sistem s pasivno redundanco

4. Sistemi s povečano zanesljivostjo

Merilni sistemi, ki opravljajo svojo funkcijo v izrazito pomembnih tehničnih ali drugih sistemih, morajo imeti visoko zanesljivost. Kadar so vse možnosti povečevanja zanesljivosti enojnega sistema izrabljene, se nadaljnje povečanje lahko doseže z uvedbo redundance, to je nekega paralelnega sistema, ki lahko prevzame nalogo osnovnega, če le-ta odpove. Redundanca je lahko aktivna, kar pomeni, da sta sistema delujoča in obema teče življenjska doba, ali pa pasivna, kadar se redundančni sistem vklopi šele v trenutku, ko osnovni odpove. V primeru izredno pomembnih naprav, npr. takih, katerih okvare lahko povzročijo nevarnost ljudem in okolju, mora biti redundanca večkratna, da se dosežejo nizke verjetnosti odpovedi celotnega sistema.

Enostaven primer sheme aktivnega redundančnega sistema je podan na sliki 4.

V smislu zanesljivosti je to vzporedna vezava. Zanesljivost takega sistema se izračuna z izrazom (3):

$$R_s(t) = 1 - Q_s(t) \quad (7)$$

$$Q_s(t) = Q_1(t) \cdot Q_2(t) \dots Q_n(t) \quad (8)$$

Primer sistema s pasivno redundanco z enim redundančnim sistemom je prikazan na sliki 5.

Izračun zanesljivosti $R_s(t)$ se v tem primeru izračuna z izrazom (2):

$$R_s(t) = \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} e^{-\lambda_1 \cdot t} - \frac{\lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1} e^{-\lambda_2 \cdot t} \quad (9)$$

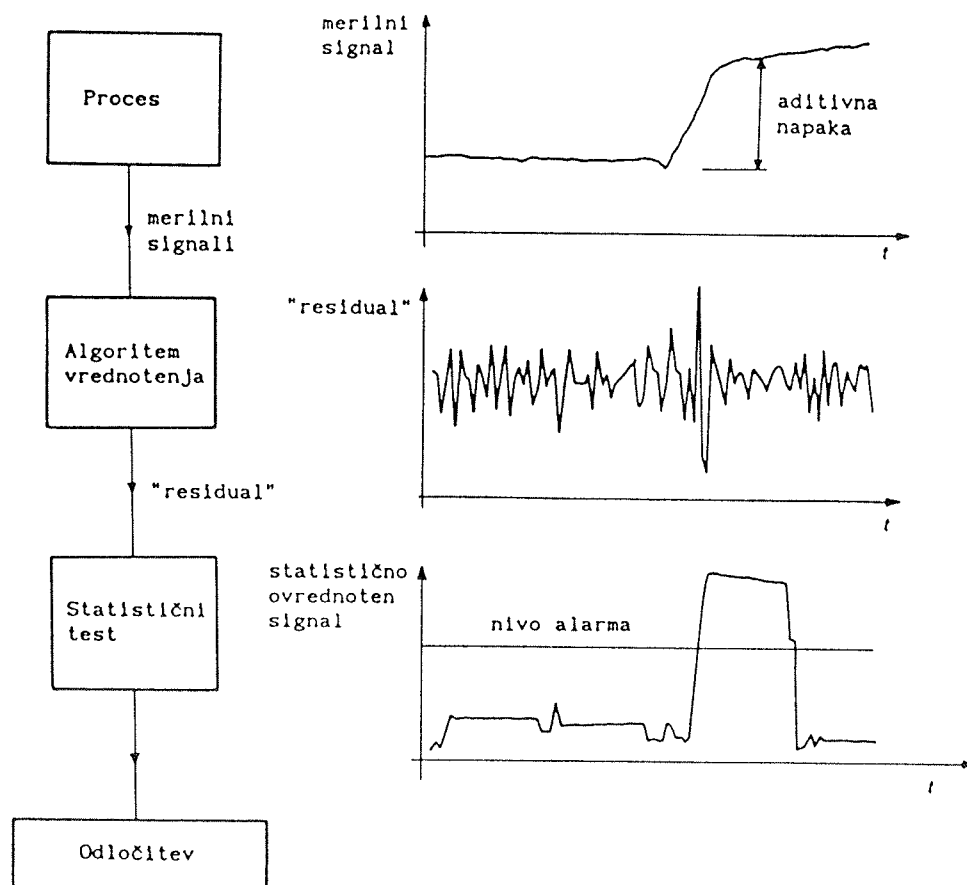
Predpostavljeno je, da je v tem primeru zanesljivost preklonke naprave $R_{pr} = 1$. Če to ni zagotovljeno, je treba upoštevati tudi možnost odpovedi preklonke naprave.

5. Analitična redundanca

Analitična redundanca se uporabi takrat, kadar razen od merilnega sistema dobljene informacije obstajajo še nadaljnja znanja o tehničnem procesu ali merilnem sistemu, ki se jih da upodobiti z matematičnim modelom. Ta je vgrajen v procesni računalnik, ki povezan v proces preverja merjene vrednosti in njihovo verjetnost. Razen istovrstnih veličin se lahko primerjajo tudi razlikujoče se in ne le neposredno izmerjene, pač pa tudi izračunane.

Proces je v tem primeru sestavljen iz dveh etap: tvorbe "residuala" (signala indikacije sprememb) in odločitve. Dokazano je, da se učinkovit sistem da doseči le z učinkovitim procesom generiranja "residuala".

Koncept sistema z analitično redundanco je prikazan na sliki 6.



Slika 6: Koncept analitične redundance

Namesto redundančne aparaturne opreme je v tem primeru uporabljena redundančna informacija.

Tak način kontrole verjetnosti pomaga tudi v izjemnih situacijah pri odločitvi, če so nenavadni merilni signali verjetni, ali pa kaže na izredne pogojske razmere.

6. Rezultati izračunov

Po v poglavjih 3 in 4 nakazanem načinu je bila opravljena kvantitativna ocena zanesljivosti aparaturne opreme merilnega sistema predstavljenega na sliki 1.

Izračun je bil izveden za enojni sistem, za sistem z aktivno redundanco, sistem s pasivno redundanco in

enojni sistem upoštevajoč možnost popravila. Za zadnji primer je bil privzet podatek MTTR = 10 ur ($\mu = 0,1 \text{ h}^{-1}$). Rezultati so podani za tri čase opazovanja in so predstavljeni v tabeli T - 1.

Dobljena razmerja potrjujejo teoretična izhodišča. Za popolno informacijo in končno izbiro določene konfiguracije sistema pa je potrebno oceniti še zanesljivost programske opreme in celotni sistem tudi ekonomsko ovrednotiti.

7. Zaključek

Visoka zanesljivost delovanja merilnih sistemov je ena temeljnih zahtev, posebej v primerih nadzora ljudem in

Tabela T – 1: Rezultati izračunov zanesljivosti

Vrsta sistema	Q_s		
	t = 10 ur	t = 100 ur	t = 1000 ur
enojni	$1,56 \cdot 10^{-3}$	$1,55 \cdot 10^{-2}$	$1,45 \cdot 10^{-1}$
z akt. redundanco	$2,45 \cdot 10^{-6}$	$2,42 \cdot 10^{-4}$	$2,10 \cdot 10^{-2}$
s pas. redundanco	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
enojni popravljivi	$1,7 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$

okolju nevarnih procesov. Zato mora biti prisotna od snovanja do obratovanja sistema, vse do zaključka njegove življenjske dobe, ko merilni sistem preseže dovoljeno verjetnost odpovedi. Kadar so izražene posebne zahteve, je nujno ukrepati tako, da je zanesljivost zelo visoka, ne glede na stroške.

Problematika zanesljivosti je široka, prisotna je praktično v vseh vejah tehnike. Zanesljivost kot področje je doživela širok razmah predvsem pri razvoju zračnega prometa, vesoljskih raziskav in jedrske energetike. Pri količkah pomembnih sistemih so analize zanesljivosti nujne.

8. Literatura

1. Schröder, E.: Zuverlässigkeit von Mess- und Automatisierungseinrichtungen, Carl Hanser Verlag München Wien 1984

2. Arsenault, J. E. Roberts, J. A.: Reliability and Maintainability of Electronic Systems, Computer Science Press, 1980

3. Reinschke, K., Ušakov, I. A.: Zuverlässigkeitsstrukturen, R. Olden- burg Verlag München Wien 1988

4. Bajenescu, T. I.: Zuverlässigkeit elektronischer Komponenten, VDE- Verlag GmbH Berlin, Offenbach 1985

5. Basseville, M.: Detecting Changes in Signals and Systems-A, Automatica, Vol. 24, No. 3, 1988, 309-324

6. Prock, J.: Ein allgemeines Konzept zur online-Messfehlererkennung in dynamischen Systemen mittels analytischer Redundanz, Automatisierungstechnik 37 (1989)8, 289-294

7. Military Standardization Handbook, Reliability Prediction of Electronic Equipment, 217 C, 1979

mag. Ladislav MIKOLA, dipl. ing.;

dr. Dali DONLAGIĆ, dipl. ing.

*Univerza v Mariboru, Tehniška fakulteta
- Elektrotehnika, računalništvo in informatika
Smetanova 17, 62000 MARIBOR*

Prispelo: 16.06.92

Sprejeto: 26.06.92

MERJENJE LOMNEGA KOLIČNIKA S FIBEROPTIČNIM ODBOJNOSTNIM SENZORJEM

A.Suhadolnik, A.Babnik, J.Možina

KLJUČNE BESEDE: optična vlakna, vlakenskooptični senzorji, odbojnostni senzorji, lomni količnik, merjenje karakteristik, merjenje koncentracije raztopin, eksperimentalne raziskave, eksperimentalni rezultati

POVZETEK: Razvili smo verzijo fiberoptičnega odbojnostnega senzorja za merjenje lomnih količnikov tekočin. Senzor omogoča merjenje lomnega količnika z natančnostjo 0.001. Prikazani so eksperimentalni rezultati merjenja lomnega količnika različnih raztopin NaCl v vodi.

REFRACTIVE INDEX MEASUREMENT USING OPTICAL FIBER REFLECTION SENSOR

KEY WORDS: optic fibres, fibre optic sensors, reflection sensors, reflective index, characteristic measurement, solution concentration measurements, experimental research, experimental results

ABSTRACT: In this contribution, the optical fiber reflection sensor for the determination of the refractive index of liquids is described. The measuring system has an accuracy of 0.001. The experimental results of refractive index measurements of aqueous solutions of NaCl are presented.

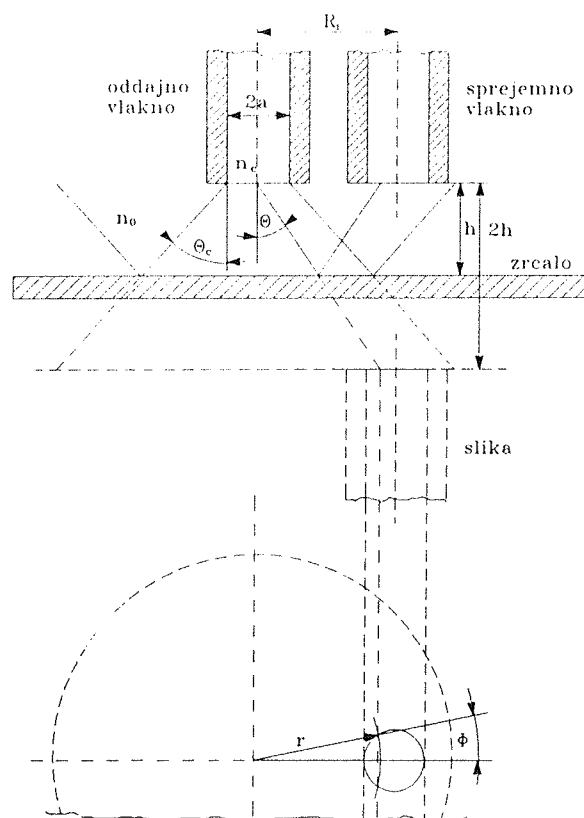
1. UVOD

Z optičnimi vlakni je možno izdelati senzorje za merjenje številnih fizikalnih, kemijskih in drugih veličin⁽¹⁾. Med njimi imajo posebno mesto intezitetni odbojnostni senzorji⁽²⁾. Pri tovrstnih senzorjih merimo količino svetlobe, ki po odboju na zrcalni površini, postavljeni nasproti konici oddajnega vlakna, vstopa v sprejemno vlakno. Oddajno in sprejemno vlakno sta med seboj vzporedni in postavljeni pravokotno na zrcalno površino. Število sprejemnih in lansirnih vlaken je lahko različno⁽³⁾. Tak senzor ustreza za detekcijo pomikov zrcalne ploskve v smeri osi vlaken. Z različnimi oblikami senzorskih konic⁽⁴⁾ lahko dosežemo linearnost odziva na delu merilnega območja. Ti senzorji se uporabljajo predvsem kot senzorji pomika⁽⁵⁾, pretoka⁽⁶⁾, kot hidrofon⁽⁷⁾ in merilci pritiska^(2, 8). Uporabni so tudi kot detektorji prisotnosti tekočine⁽⁹⁾. V tem prispevku poročamo o uporabi tovrstnega senzorja za merjenje lomnega količnika tekočin. Nova metoda merjenja lomnega količnika s fiberoptičnim odbojnostnim senzorjem predstavlja dopolnitev že znanih metod^(10, 11, 12, 13).

2. TEORETIČNE OSNOVE

Fiberoptični odbojnostni senzor za merjenje lomnega količnika tekočin je sestavljen iz dveh večrodovnih optičnih vlaken (slika 1). Vlakno, po katerem prihaja svetloba do zrcala, imenujemo oddajno vlakno. Sprejemno vlakno, ki je vzporedno oddajnemu, sprejema del odbite svetlobe in jo vodi do fotodiode.

Celotna svetlobna moč P_t v vstopnem vlaknu se zmanjša ob izstopu iz vlakna zaradi Fresnelovega odboja $P_i = T_i(n_0)P_t$, kjer je $T_i(n_0)$ Fresnelov transmissijski



Slika 1: Fiberoptični odbojnostni senzor

koeficient in P_i svetlobna moč sevana iz oddajnega vlakna.

Zrcalo je postavljeno na razdalji h od konice senzorja. Svetloba zapuša oddajno vlakno pod maksimalnim kotom θ_c , ki je izražen z naslednjo enačbo

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{NA}{n_0}\right) \quad (1)$$

NA predstavlja numerično odprtino vlakna in n_0 lomni količnik medija, ki obdaja vlakno.

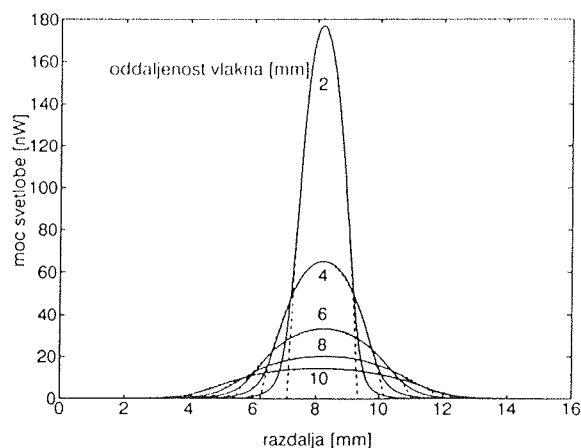
Povezava med intenzitetno porazdelitvijo svetlobe $I(r, 2h)$ na ravni, ki je za razdaljo $2h$ oddaljena od površine zrcala in sevano močjo P_i je naslednja:

$$P_i = \int_0^R \int_0^{2\pi} I(r, 2h) r \, d\theta \, dr \quad (2)$$

kjer r predstavlja oddaljenost opazovane točke od osi oddajnega vlakna, θ pa kot med zveznico obeh osi vlaken in opazovano točko (slika 1). R je radij konusa izstopnega žarka svetlobe na oddaljenosti $2h$, $R = a + 2h \tan(\theta_c)$, in a premer jedra vlakna. Intenzitetna porazdelitev $I(r, 2h)$ je odvisna le od kota θ .

Intenzitetno porazdelitev na ravni površini smo merili za različne oddaljenosti $2h$ z detektorjem, ki je imel majhno točkasto odprtino in se je gibal po premici, ki pravokotno seka os vlakna. Odprtina detektorja je bila manjša od $100 \mu\text{m}$. Dolžina merjenega vlakna, ki je bil ovit na cilindru s premerom 0.11 m je bila 12 m in debelina jedra vlakna 1 mm . He-Ne laser je bil uporabljen kot izvor svetlobe. Slika 2 prikazuje merjene rezultate aproksimirane s parabolo.

Iz meritev je razvidno, da lahko privzamemo parabolično intenzitetno porazdelitev na razdalji $2h$ od jedra vlakna $I(r, 2h) = A(1 - r^2/B^2)$. Majhna odstopanja od položene parabole so opazna pri nizki intenziteti. Parametra A in B lahko določimo z uporabo enačbe (2). Intenzitetna porazdelitev ima po preračunu naslednjo obliko



Slika 2: Intenzitetna porazdelitev svetlobe na oddaljenosti $2h$ od vlakna

$$I(r, 2h) = \frac{2P_i}{\pi R^2} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) \quad (3)$$

V kolikor zanemarimo izgube pri prenosu svetlobe po obeh vlaknih in absorpcijo v merjenem mediju, lahko razmerje moči $\eta(2h, n_0)$ med izhodno svetlobo $P_o(2h, n_0)$ in celotno vhodno svetlobno močjo P_i v odvisnosti od razdalje med konicama vlaken in zrcalno površino podamo z naslednjim izrazom

$$\eta(2h, n_0) = \frac{P_o(2h, n_0)}{P_i} = \int_{R_1}^{R_2} \int_0^{\theta_c} T_i(n_0) T_o(r, 2h, n_0) \cdot \frac{2}{\pi R^2} \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) r \, d\theta \, dr \quad (4)$$

V tem integralu predstavlja $\theta_c = \arccos((R_i^2 + r^2 - a^2) / 2R_i r)$, in R_i razdaljo med osema obeh vlaken. Sprejeta svetloba na sprejemnem vlaknu $P_o(2h, n_0)$ je zmanjšana zaradi Fresnelovega odboja na prehodu svetlobe iz enega medija v drugega. Fresnelov transmisijski koeficient $T_o(r, 2h, n_0)$ je odvisen od lomnega količnika medija in kota vpadnega žarka.

$$T_o(r, 2h, n_0) = \frac{1}{2} \frac{\sin(2U) \sin(2V)}{\sin^2(U+V) \cos^2(U-V)} + \frac{1}{2} \frac{\sin(2U) \sin(2V)}{\sin^2(U+V)} \quad (5)$$

Tu predstavlja n_c lomni količnik jedra vlakna, parametra U in V pa sta določena z izrazoma $U = \arctg(r/(2h))$ in po Snellovem lomnem zakonu $V = \arcsin(\sin(U)n_0/n_c)$.

Fresnelov koeficient na oddajnem vlaknu $T_i(n_0)$ lahko izrazimo za pravokotni iztopajoč žarek:

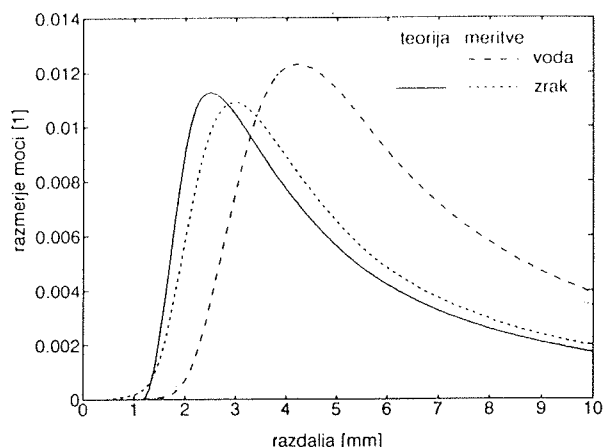
$$T_i(n_0) = \frac{4n_c n_0}{(n_c + n_0)^2} \quad (6)$$

Meje integriranja R_1 in R_2 so podane z naslednjimi izrazi:

$$\begin{aligned} R \leq R_i - a & \Rightarrow R_1 = 0 \\ & R_2 = 0 \\ R_i - a < R < R_i + a & \Rightarrow R_1 = R_i - a \\ & R_2 = R \\ R \geq R_i + a & \Rightarrow R_1 = R_i + a \\ & R_2 = R_i + a \end{aligned} \quad (7)$$

Faktor razmerja moči $\eta(d, n_0)$ je bil izračunan za različne razdalje med optičnim vlaknom in zrcalom. Slika 3 prikazuje izračunan faktor $\eta(d, n_0)$ pri različnih razdaljah ($h = 0$ do 14 mm) in lomnem količniku $n_0 = 1$ za zrak in $n_0 = 1.332$ za vodo. Pri izračunu teoretičnih krivulj so bili upoštevani naslednji podatki $a = 0.5 \text{ mm}$, $R_i = 2.2 \text{ mm}$, $NA = 0.47$ in $n_c = 1.495$.

Horizontalni zamik obeh krivulj v odvisnosti od lomnega količnika je osnova za uporabo tega senzorja pri določanju lomnega količnika tekočin.



Slika 3: Teoretično izračunano razmerje η za zrak in vodo v odvisnosti od razdalje med konico senzorja in zrcalno površino

3. EKSPERIMENTALNI SISTEM

V senzorsko konico smo vgradili tri med seboj vzporedna optična vlakna, ki so nameščena drugo za drugim (slika 4). Prvo oddajno vlakno dovaja svetlobo na zrcalo, sprejemni vlakni pa svetlobo sprejemata in jo usmerjata na svetlobna detektorja. Dodatno sprejemno vlakno na dvojni oddaljenosti od osi oddajnega vlakna služi za poznejšo kompenzacijo merjenega signala. Da se pokaže, da kompenzirani signal ne vsebuje sprememb zaradi nihanja intenzitete svetlobe izvora, sprememb zaradi odbojnosti površine in absorpcije v tekočini⁽¹⁴⁾. Celoten eksperimentalni sistem je prikazan na sliki 4. Kot svetlobni izvor smo uporabili HeNe laser moči 5 mW in valovne dolžine 633 nm. Svetlobno moč smo merili s Si fotodiodama in optičnim merilnikom moči (Anritsu ML910B). Za odmik konic vlaken od zrcalne površine smo uporabili pozicionirno mizo, gnano s koračnim motorjem. Celoten sistem je bil računalniško upravljan. Pri

eksperimentalnem delu smo uporabljali plastična PMMA (polimetil metaakrilat) vlakna s premerom jedra 0.5 mm, numerično odprtino $NA=0.47$ in koračnim lomnim profilom jedra ($n_c = 1.495$). Senzorsko glavo in pomično zrcalo smo pomočili v merjeno tekočino.

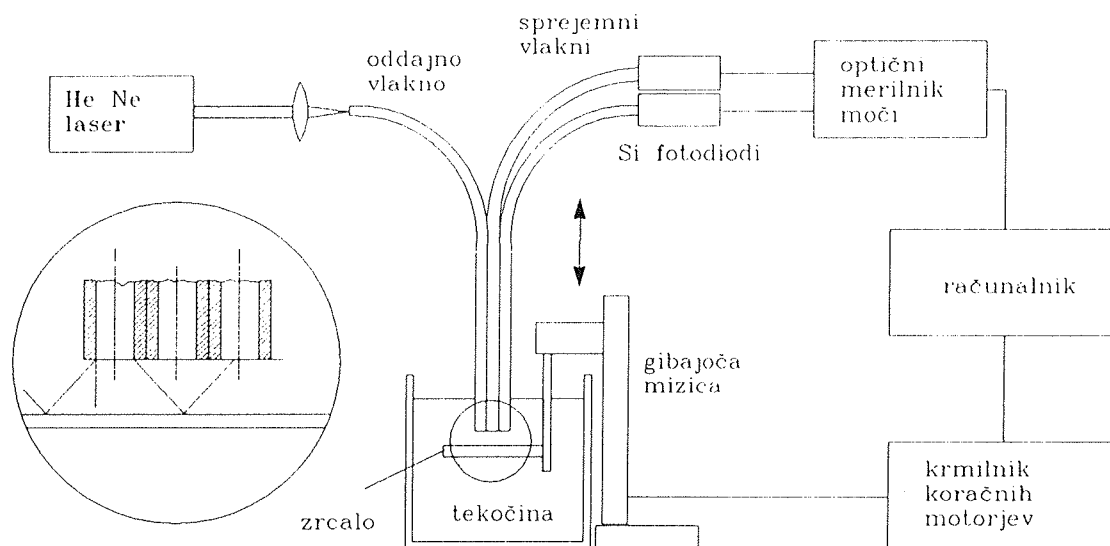
4. MERITVE IN REZULTATI

Lomne količnike smo merili na vzorcih raztopine kuhinjske soli (NaCl) v vodi. Koncentracije so se gibale od 0 % do 25% raztopine pri temperaturi 20°C. Lomne količnike pripravljenih raztopin smo predhodno izmerili z Abbejevim refraktometrom pri isti temperaturi.

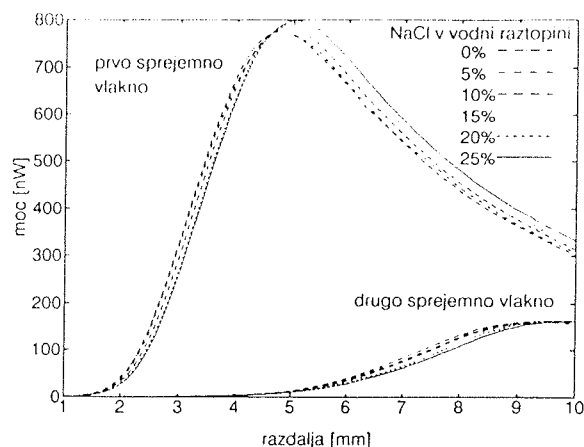
Senzorsko konico smo pomočili v tekočino z določenim lomnim količnikom, oz. koncentracijo ter opazovali signal pri oddaljevanju čel vlaken od zrcalne površine. Začetna točka odmikanja je bila na mestu dotika vlaken in zrcalne površine, največji odmik pa je bil 10 mm. Meritve smo ponavljali z različnimi koncentracijami raztopin soli, pri čemer je bila začetna točka vedno na istem mestu. Slika 5 prikazuje merjene signale na obeh sprejemnih vlaknih pri različnih koncentracijah soli (NaCl) v vodi.

Na sliki 6 je prikazan kompenziran signal oziroma razmerje odzivov obeh vlaken prikazanih na sliki 5. Podobne rezultate smo dobili tudi pri merjenju različnih raztopin soli LiBr in glicerina v vodi.

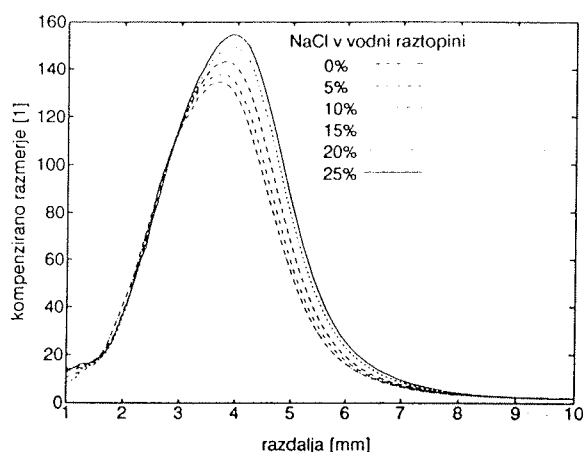
Na tej osnovi lahko z upoštevanjem zveze med koncentracijo in lomnim količnikom umerimo senzor. Razmerje obeh odzivov v odvisnosti od lomnega količnika pri različnih zamikih prikazuje slika 7. Odvisnost razmerja odzivov od lomnega količnika je linearna pri odmikih od 4 do 6 mm.



Slika 4: Eksperimentalni sistem



Slika 5: Izhodni signal na obeh sprejemnih vlaknih pri različnih koncentracijah NaCl v vodi z različnim odmikom konice senzorja od zrcala

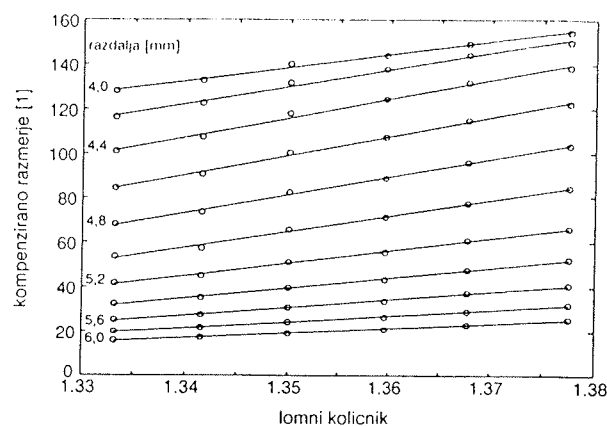


Slika 6: Kompenziran signal v odvisnosti od odmika pri različnih koncentracijah raztopine kuhinjske soli v vodi

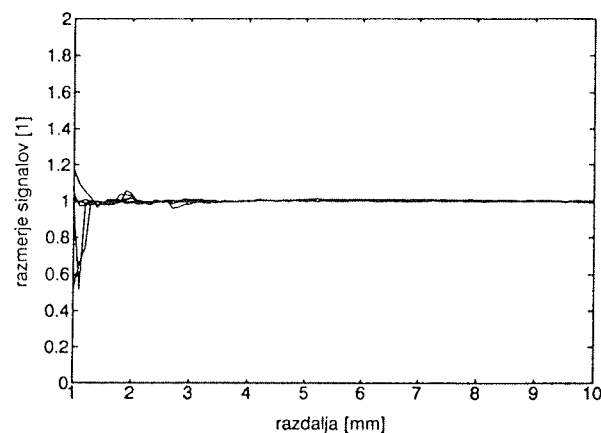
Merili smo tudi časovno stabilnost signala. Meritev lomnega količnika raztopine smo ponavljali z dvournim časovnim zamikom pri isti koncentraciji in isti začetni točki, nakar smo kompenzirane signale meritev delili z začetno meritvijo (slika 8). Ponovljivost kompenzirane signala pri večjih odmikih (uporabno področje) je zadovoljiva. Signala dveh časovno zamaknjenih meritev brez kompenzacije nista enaka, kar utemeljuje uporabo metode kompenzacije.

5. ZAKLJUČKI

Na osnovi dobljenih rezultatov ugotavljamo, da opisani odbojnostni senzor s tremi optičnimi vlakni ustreza za merjenje lomnih količnikov, oz. koncentracij raztopin. Za izbrane primere raztopin smo določili optimalne razdalje med konicami vlaken in zrcalno površino. Dosežena natančnost pri določevanju lomnega količnika znaša 0.001.



Slika 7: Kompenziran signal v odvisnosti od lomnega količnika



Slika 8: Stabilnost senzorja

6. LITERATURA

1. E. Udd: Fiber optic sensors, A. Wiley, Interscience publication, New York, 1991
2. C. M. Davis: Fiber optic sensors: an overview, Optical engineering, Vol. 24, 1985
3. B. Culshaw, J. Dakin: Optical fiber sensors, Vol. 2, Artech House, Boston, 1988
4. D. A. Krohn: Intensity modulated fiber optic sensors: Overview, Fiber Optic Sensors IV, SPIE 718, Massachusetts, 1986
5. R. O. Cook and C. W. Hamm, Fiber optic lever displacement transducer, Appl. Opt. Vol.18, 1979
6. H. M. Ghezelaigh, B. E. Jones, R. C. Spooner: An optical fibre petal flowmeter for low gasflows, Fiber Optic Sensors, SPIE 586, France, 1985
7. F. W. Cuomo: Pressure and pressure gradient fiber-optic lever hydrophones, J. Ac. Soc. Am., Vol. 73, 1983
8. K. Iwamoto and I. Kamata, Pressure sensor using optical fibers Appl. Opt., Vol.29, 1990
9. W. B. Spillman: Industrial uses of fiber optic sensors, Fiber Optic Sensors IV, SPIE 718, Massachusetts, 1986
10. T. Takeo, H. Hattori: Optical fiber sensor for measuring refractive index, Jap. J. Appl. Phys., Vol. 21, 1982

11. E. Karrer and R. S. Orr, A photoelectric refractometer, J. Opt. Soc. Am., Vol 36, 1946
12. N. S. Kapany, J. N. Pike: Fiber optics. Part IV. Photorefractometer, J. Optical Soc. Am., Vol. 47, 1957
13. K. Spenner et al.: Experimental investigation of fiber optic liquid level sensors and refractometers, Proc. 1st Int. Conf. Optical Fibre Sensors, London (IEE Conf. Publ. 221), 1983
14. C. P. Cockshott, S. J. Pacaud: Compensation of an optical reflective sensor, Sensors and Actuators, Vol. 17, 1989

*as. mag. Alojz Suhadolnik,
Aleš Babnik, dipl.ing.,
izr. prof. dr. Janez Možina,
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo
Murnikova 2
61000 Ljubljana*

Prispelo: 29.06.92

Sprejeto: 13.07.92

T9000 - A NEW GENERATION TRANSPUTER (Architecture and Applications) Part I

Zlatko Bele

KEYWORDS: transputers, T9000, multiprocessing, embedded computer systems, virtual channel processors, programmable memory interfaces, communication subsystems, architecture, application

ABSTRACT: In this two part article a new generation transputer T9000 is described. Part I deals with it's basic concept and architecture, while Part II describes main areas of it's applications.

T9000 - TRANSPUTER NOVE GENERACIJE (Zgradba in uporaba) I. del

KLJUČNE BESEDE: transputerji, T9000, multiprocesiranje, sistemi z računalnikom, virtualni kanalski procesorji, programabilni pomnilniški vmesniki, komunikacijski podsistemi, zgradba, uporaba

POVZETEK: Omenjeni članek v dveh delih opisuje transputer nove generacije T9000. V prvem delu je podan osnovni koncept in zgradba T9000, v drugem pa so opisana glavna področja in načini njegove uporabe.

INTRODUCTION

The T9000 transputer is the first member of a new generation of high performance transputers designed to give exceptional single processor performance and virtually unlimited multiple processor capability.

An advanced CMOS technology has been used to integrate a 32-bit integer processor, a 64-bit floating point unit, 16 kBytes of cache memory, a communications processor and four high bandwidth serial communications links on a single T9000 chip.

The T9000 is completely software compatible with the first generation of transputers, extending the transputer range, and giving easy upgradability.

A new family of communication peripherals supports the construction of T9000 networks and mixed transputer systems.

The T9000 excels in real-time embedded applications, delivering exceptional performance with scalable multi-processor capability and extensive industry standard software support.

*** PERFORMANCE**

The T9000 transputer is an exceptionally high performance microprocessor. It has been designed to achieve maximum integer and scalar floating point performance from a single microprocessor, without compromising multiprocessing capability and ease of use.

The T9000 offers:

*** Exceptional uniprocessor performance**

The T9000 transputer boasts exceptional single processor performance: the new super scalar core is capable of peak performance of 200 MIPS and 25 MFLOPS at 50 MHz.

*** Real-time performance**

The T9000 has been designed with ultimate consideration for the real time-embedded systems market, with an on-chip kernel giving hardware support for multi-tasking, multiple interrupts, and sub-microsecond interrupt response and context switching.

*** Unlimited multiprocessor performance**

On-chip and off-chip support for high speed multiprocessing allows system scalability: the ability to increase the performance by adding more processors. The T9000 architecture makes this form of application accelerations both simple and low cost.

*** Usable performance**

The T9000 microarchitecture design allows compilers to be written to fully exploit the superscalar performance. Furthermore, the combination of on-chip cache and PMI allows maximum performance of the T9000 to be obtained using low cost DRAMS.

MULTIPROCESSING

For applications that demand performance and functionality which single processors cannot provide, the transputer family has complete hardware and software support for multiprocessing. The T9000 transputer enhances this position through a new on-chip communications subsystem and off-chip communications peripherals.

*** On-chip support for multiprocessing**

The T9000 serial communications links provide total of 80 Mbytes/s bidirectional bandwidth. This on-chip communications technology, supported by a packet-based link protocol, enables inter-processor communication, high speed data transfer and I/O, and distributed control.

The on-chip Virtual Channel Processor (VCP) makes the programming of multiprocessor systems both simple and powerful. This is supported by a range of development tools and industry standard programming languages.

*** Off-chip support for multiprocessing**

The T9000 transputer is supported by a range of communications peripherals that add to the multiprocessing capability of T9000 systems. The C1XX family ensures that any size of T9000 system can be constructed, connecting first generations and second generation transputers, and providing an interface to the outside world.

The C104 is a complete packet routing switch on a single chip. The C104 connects 32 links to each other via a non-blocking crossbar switch with sub-microsecond latency. This allows communications between T9000 transputer that are not directly connected, emulating a direct connection between each of the devices in a T9000 network.

Multiple C104 can be easily connected together to make larger networks, linking any number of T9000 transputers.

The C100 system protocol convertor converts between the first generation transputer links and the new T9000 links. This allows mixed transputer networks to be constructed using the optimum combination of transputers to satisfy processing power, communications bandwidth and system cost.

The C101 link adaptor provides a parallel interface between a T9000 link and external systems such as buses, peripheral devices and even other microprocessors.

SOFTWARE

The success of any microprocessor is determined as much by the quality of its software tools as by any other feature.

The T9000 transputer as well as the whole transputer family is provided with a range of industry standard compilers and powerful development tools to support the embedded systems market.

In addition to the software tools developed specifically for the T9000, instruction set compatibility with the first generation transputer family means that the T9000 inherits an existing range of transputer development and application software. To support the development of T9000 transputer systems following is offered by producer:

*** The transputer toolset**

The transputer toolset is a set of development tools for programming, configuring and debugging mixed transputer systems. It is available on a variety of host computers including IBM and NEC PC, VAX, SUN3/SUN4.

*** Compilers**

For fast development time, and to satisfy the diverse programming requirements of different applications areas, the toolset can be used with a variety of industry standard compilers, all with major support for multiprocessing.

The T9000 is supported by a range of compilers including ANSI C, C++, FORTRAN, OCCAM and ADA. These compilers are available for the whole transputer family, and have been optimised for the new T9000 microarchitecture.

* System software

System software support for the T9000 reflects the requirements of the embedded systems marketplace. The T9000 is supported by a range of operating systems and real-time kernels including C-exec and VRTX real-time kernels and the Chorus distributed UNIX operating system.

This impressive array of development tools, industry standard compilers and system software effectively meets the demands of the embedded systems market.

THE T9000 ARCHITECTURE

All the members of the transputer family share the same architecture, combining processor, communications links, RAM, and many other features, all on a single chip.

The T9000 transputer architecture has been designed to cater for the increasing demands made by today's embedded system applications.

* Superscalar processor

At the heart of the T9000 lies the superscalar processor, with the ability to execute up to eight instructions in every clock cycle.

The on-chip 64-bit floating point unit has a peak performance of 25 MFLOPS at 50 MHz. The FPU is a scalar processor, ideally suited to high performance numerical applications.

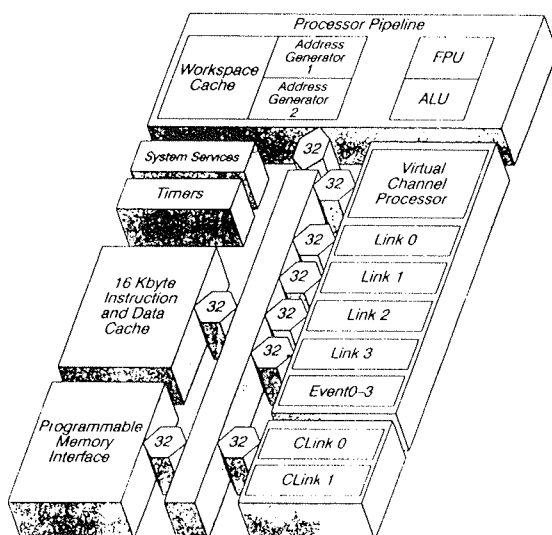


Figure 1: T9000 basic architecture

The T9000 pipeline contains an Instruction Grouper stage, which takes code sequences and organises the instructions into groups to best exploit the functionality of the pipeline. This means that the microarchitecture is transparent to the user, and allows efficient code to be written in industry standard languages to fully utilise the performance capabilities of the T9000.

* Communications subsystem

The T9000 communications subsystem comprises four high bandwidth serial links, two control links and a dedicated virtual channel processor (VCP).

Each 100 MBaud serial link has a packet based link protocol, supporting a data rate of 10 MBytes/s, giving the T9000 a total bidirectional communications bandwidth of 80 MBytes/s. The links are primarily used as an efficient method of direct communications between T9000 transputers. Communication between software processes, or tasks, on transputers takes place over software channels. The same machine instructions are used for communication between processes on the same processor as for communication between processes on different processors. Virtual channels for off-chip communications are multiplexed onto each physical link by the VCP.

This support for interprocessors communication is unique to the T9000, and makes programming a multi-processor system as simple as programming a single processor.

Communication between T9000s and peripherals which are not directly connected is achieved by using the C1XX family of communications peripherals.

This combination of on-chip and off-chip communications support makes the T9000 transputer the optimum solution for multiprocessing systems.

* On-chip cache

To support the high performance processor core, the T9000 has a 16 kByte on-chip cache. This can also be programmed to function as 16 kByte of on-chip memory, or 8 kByte of on-chip memory and 8 kByte of cache.

This adds flexibility to system design, allowing applications to run with no external memory, and guaranteeing deterministic code behavior in on-chip memory for applications where this is critical.

* Programmable memory interface

The T9000 programmable memory interface (PMI) has been designed to provide maximum bandwidth to support the on-chip cache, system flexibility, and support for low cost mixed memory systems.

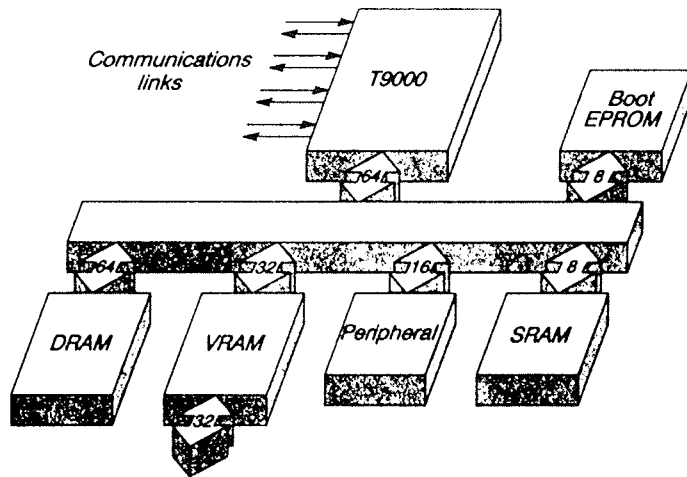


Figure 2.: T9000 example system

The T9000 can directly address a 4 GByte physical address space, and provides a peak external memory bandwidth of 200 MBytes/s. Four independent banks of external memory are supported, allowing the implementation of mixed memory systems, with support for a combination of DRAMS, SRAMS, EPROM and VRAM. The databus of each bank can be configured to be 64, 32, 16 or 8 bits wide depending on the type of memory being used.

This feature combined with an efficient on-chip cache mean that the full performance on the T9000 transputer can be exploited using low cost DRAM. Furthermore, up to 8 MBytes of DRAM can be connected to the PM1 with zero external logic, leading to minimum component count and low system cost.

Table 1: The transputer product range

Family	Part number	Speed (MHz)	On-chip SRAM	Serial links	Package	Process
T2-16 bit CPU	T222-G17M	17.5	4K	4	68 PGA	Mil-Std-883C
	T225-G20S	20	4K	4	68 PGA	Commercial
	T225-G25S	25	4K	4	68 PGA	Commercial
	T225-J20S	20	4K	4	68 PLCC	Commercial
	T225-F20S	20	4K	4	100 CQFP	Commercial
T4 - 32 bit CPU	T400-G20S	20	2K	2	84 PGA	Commercial
	T400-J20S	20	2K	2	84 PLCC	Commercial
	T400-X20S	20	2K	2	100 PQFP	Commercial
	T425-G20S	20	4K	4	84 PGA	Commercial
	T425-G25S	25	4K	4	84 PGA	Commercial
	T425-J20S	20	4K	4	84 PLCC	Commercial
	T425-F20S	20	4K	4	100 CQFP	Commercial
T8 - 32 bit CPU + 64 bit FPU	T800-G17M	17.5	4K	4	84 PGA	Mil-Std-883C
	T801-G20S	20	4K	4	100 PGA	Commercial
	T801-G25S	25	4K	4	100 PGA	Commercial
	T805-G20S	20	4K	4	84 PGA	Commercial
	T805-G25S	25	4K	4	84 PGA	Commercial
	T805-G30S	30	4K	4	84 PGA	Commercial
	T805-J20S	20	4K	4	84 PLCC	Commercial
	T805-F20S	20	4K	4	100 CQFP	Commercial
T9 - 32 bit CPU + 64 bit FPU	T9000-F40S	40	16K	4	208 CQFP	Commercial
	T9000-F50S	50	16K	4	208 CQFP	Commercial
T2/T4/T8 peripherals	C011-P20S	Link adaptor to bus or I/O			28 PDIL	Commercial
	C011-E20S	Link adaptor to bus or I/O			28 SOJ	Commercial
	C011-S20M	Link adaptor to bus or I/O			28 CDIL	Mil-Std-883C
	C012-P20S	Link adaptor to bus			24 PDIL	Commercial
	C004-G20S	32 way crossbar switch			84 PGA	Commercial
	C004-G20M	32 way crossbar switch			84 PGA	Mil-Std-883C
T9 peripherals	C100-F10S	System protocol converter			100 CQFP	Commercial
	C104-F10S	Packet routing switch			208 CQFP	Commercial

* High integration for real-time system

The T9000 has an on chip hardware kernel which comprises on-chip timers and process schedulers. The T9000's multiple interrupt capability and sub-microsecond interrupt response and context switching make it ideally suited to real-time applications that demand high performance and maximum on-chip functionality.

The considerations for ease of use and low system cost extends to on-chip phase locked loop(PLL) technology. This allows a low frequency 5 MHz input clock to be used, which is then generated into the high frequency processor clock, removing the need to route high speed clocks on PCB.

The original transputer architecture was designed to allow maximum usability and minimum system cost without sacrificing performance and multiprocessing capabilities. The T9000 continues this tradition, giving the added benefits of exceptional integer and floating point

performance and enhanced multiprocessing support, combined with ultimate consideration for system cost and design flexibility

* Transputer product range

In Table 1. a complete transputer product range is presented in terms of part numbers, speed, on-chip memory as well as type of package being used.

*Po interni dokumentaciji
SGS-THOMSON/INMOS priredil:
Zlatko Bele
MIKROIKS d. o. o.
Dunajska 5
61000 Ljubljana
SLOVENIJA*

Prispelo: 29.06.92

Sprejeto: 20.07.92

PRIKAZI DOGODKOV, DEJAVNOSTI ČLANOV MIDEM IN DRUGIH INSTITUCIJ

RAZISKOVALNO POLJE ELEKTRONSKE KOMPONENTE IN TEHNOLOGIJE

Polje "Elektronske komponente in tehnologije" obsega področja:

- ☐ materiali za elektronske komponente
- ☐ elektronske komponente
- ☐ mikroelektronika
- ☐ optoelektronika
- ☐ vakuumistika
- ☐ karakterizacija elektronskih materialov in komponent.

V polje spadajo raziskave tistih materialov, ki se uporabljajo za izdelavo elektronskih komponent ter raziskave usmerjene k realizaciji komponent in njihovi karakterizaciji. V polje štejemo tudi razvoj merilnih metod in strukturne raziskave materialov, komponent, fiziko delovanja komponent ter raziskave tehnoloških postopkov.

Zaradi obstajanja nekaterih drugih raziskovalnih polj, sem ne spadajo aplikacije elektronskih komponent, ker so lahko del raziskav v poljih: Energetika, Sistemi in kibernetika, Računalništvo in informatika, Telekomunikacije, Proizvodne tehnologije in sistemi, Električne naprave, Metrologija. Pri tem ne izključujemo možnega prekrivanja.

Posamezna področja v polju lahko dodatno definiramo takole:

- ☐ Elektronski materiali,
so raziskave tistih temeljnih materialov, ki so neposredno v uporabi pri izdelavi posameznih elektronskih komponent.
- ☐ Elektronske komponente,
so raziskave vseh elektronskih, pasivnih in aktivnih komponent in sklopov ter tehnologije njihove izdelave.
- ☐ Mikroelektronika
so raziskave tehnologije načrtovanja, tehnologije izdelave monolitnih in hibridnih integriranih vezij ter njihove testabilnosti in tehnologije testiranja.
- ☐ Vakuumistika
so osnovne raziskave vakuumske tehnike in tehnologij na tistem delu, ki je povezan z ostalimi področji polja.
- ☐ Optoelektronika
so raziskave optoelektronskih komponent ter raziskave tehnologij njihove izdelave.

- ☐ Karakterizacija elektronskih materialov in komponent
so raziskave tistih temeljnih merilnih metod, ki so potrebne za fizikalno in kemijsko karakterizacijo elektronskih komponent in tehnologij.

Nacionalni koordinator polja:

dr. Rudolf Ročak, Mikroiks d.o.o. Ljubljana, Dunajska 5, tel. 061- 132310

Namestnik nacionalnega koordinatorja polja:

dr. Alenka Rožaj-Brvar, Iskra Elektrooptika d.d., Ljubljana, Stegne 7, tel. 061-192093

Strokovni sodelavec polja z Ministrstva za znanost in tehnologijo:

dr. Miloš Komac, MZT, Ljubljana, Slovenska 50, tel. 061-111107

Personalno jedro polja:

Poleg koordinatorja, njegovega namestnika in strokovnega sodelavca ministrstva sestavljajo personalno jedro še:

- dr. Jože Gasperič (Institut Jožef Stefan), vakuumska tehnologija
- Franc Jan (Iskra Hipot), hibridna mikroelektronika
- dr. Karel Jezernik (Tehniška fakulteta Maribor), uporaba
- dr. Marija Kosec (Institut Jožef Stefan), materiali
- mag. Miran Kramberger (Iskra SEMICON), polprevodniki
- dr. Jože Petkovšek (Iskra Elektrooptika), optoelektronika
- Igor Pompe (Iskra IEZE Holding d.o.o.), komponente
- dr. Janez Trontelj (Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, Ljubljana), mikroelektronika
- dr. Anton Zalar (Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko), merilna tehnika in karakterizacija

1. UVODNE IN SPLOŠNE UGOTOVITVE

Raziskovalno polje naj bi oblikovalo usklajeno, strokovno argumentirano in perspektivno raziskovalno in razvojno strategijo na področju elektronskih komponent in

tehnologij v Sloveniji. Povezovalo naj bi strokovnjake iz raziskovalne in industrijske sfere, pomagalo pri strategiji prenosa znanja med njima in pri povezovanju s svetom. Sodelovanje personalnega jedra s široko raziskovalno in razvojno bazo v Sloveniji ter koordinacija prek nacionalnega koordinatorja in njegovega namestnika ter strokovnega sodelavca polja pri Ministrstvu za znanost in tehnologijo naj bi omogočilo strokovno in demokratično soupravljanje z javnimi sredstvi in pomagalo pri ustvarjanju globalne razvojne usmeritve Republike Slovenije.

Raziskave in razvoj vseh področij, definiranih v polju, temeljijo neposredno na osnovnih raziskavah fizike, kemije in so pod neposrednim vplivom aplikacijskih raziskav vseh polj, v katerih je vključena problematika elektronike.

Raziskovalno polje "Elektronske komponente in tehnologije" ima v Sloveniji relativno močno industrijsko zaledje, ki je bilo že v preteklosti v veliki meri usmerjeno v svet. V sami Sloveniji ima veliko strateško pomembnost kot generator in temelj relativno močne elektronske industrije, ki je sama po sebi povsod v svetu pa tudi pri nas, velikega nacionalnega pomena v splošnem družbenem razvoju.

2. STANJE V SVETU IN V SLOVENIJI

V svetu je razvoj elektronskih komponent in pripadajočih tehnologij pogojen (in pogojuje) razvoj elektronike, informatike ter prek njih avtomatike in praktično vse druge visoke tehnologije. V nobeno drugo raziskovalno področje ne vlagajo tolikšna sredstva, kot v razvoj elektronskih komponent, posebej mikroelektroniko. Pri tem prednjačijo Japonci, drugi pa jih poskušajo dohajati. Zaradi strateške pomembnosti, posebej področja mikroelektronike, vlagajo poleg proizvajalcev velika finančna sredstva tudi same države. Na izredno propulzivnem področju, na katerem imajo najnaprednejši velike "ekstraprofite", je tudi velika nestabilnost. Zato so značilne zelo pogoste periodične krize, ki se vrstijo vedno hitreje. Kljub temu pa je v preteklosti delež elektronskih komponent na svetovnem tržišču elektronike po vrednosti rasel ter je dosegel okrog 25%. V letu 1992 je bila vrednost svetovnega tržišča elektronike 650 milijard USD, samih komponent pa 160. Letna rast obeh tržišč je nad 5%.

Značilnost strategije razvoja v svetu je vertikalna integracija proizvajalcev elektronskih komponent, posebej mikroelektronskih, v velike elektronske komplekse. Tudi v tej strategiji prednjačijo japonski industrijski sistemi. Tisti proizvajalci, ki se niso vertikalno integrirali, so se medsebojno povezali v večje multinacionalke, mali pa usmerili na določene tržne niše.

Raziskovalno razvojna strategija je večplastna. Temeljne raziskave se odvijajo na univerzitetnih inštitutih, splošni tehnološki razvoj v znanstvenih parkih in centralnih razvojnih laboratorijih velikih koncernov, aplikacijski

in za proizvodnjo pripravi tehnološki razvoj pa direktno v razvojnih oddelkih posameznih tovarn, pretežno na samih proizvodnih linijah ali proizvodnih kapacitetah. Bolj kot so tehnologije komplicirane, bolj se čuti smer pomika razvoja v proizvodnjo. V modernih mikroelektronskih tehnologijah je cena posamezne naprave kaj hitro prek milijon USD, moderna tehnološka enota pa tudi prek 100 mio USD, vzdrževanje komplicirane in zahtevne tehnološke infrastrukture pa tudi hitro doseže milijonske dolarske letne zneske. Mnoge moderne tehnologije so take, da so neposredno vezane na naprave in zato ne obstajajo več nekdanje "razvojne naprave". Tudi prenos tehnologij iz enega laboratorija v drugi je včasih težji kot sam razvoj. Zato so običajni nakupi tehnologij skupaj s predpisanimi napravami in metodami dela. Zaradi izredno dinamičnega razvoja aplikacij elektronskih komponent morajo biti proizvajalci kljub vsemu tudi dovolj tehnološko prožni. Iz navedenih razlogov se pojavljajo, posebej na Japonskem, takoi-menovane "razvojne tovarne".

Slovenska industrija elektronskih komponent in tudi mikroelektronike je bila vertikalno vgrajena predvsem v sistemu Iskre. Bila je tudi temelj elektronske industrije bivše Jugoslavije in njenega vojaškega dela. Kljub temu je po svojih kapacitetah presegala odjem na domačem tržišču in je bila zaradi tega že dolgo usmerjena v izvoz. To ji je omogočilo preživetje kljub izredni krizi, ki je nastala zaradi razpada sistema Iskre in tudi jugoslovankega tržišča. Izjema je bila edino mikroelektronika, ki je bila prva žrtev razpadajočega se Iskrinega industrijskega sistema.

Slovenski proizvajalci elektronskih komponent, čeprav velik del svoje proizvodnje izvažajo, niso poslovno direktno povezani v industrijske multinacionalke. V 1991 letu so imeli skupni prihodek 118 mio USD, pri izvozu 57, kar je v povprečju 48%. Ker mnogi prikažejo v svojem prihodku tudi uvoz in prodajo izdelkov svojih tujih partnerjev na domačem tržišču, je delež proizvodnih kapacitet, ki delajo za tuja tržišča še veliko večji. V naslednjih štirih letih predvidevajo slovenski proizvajalci elektronskih komponent povprečno letno rast 12%, pri prodaji na tuja tržišča pa celo 24%. Ti podatki povedo, da se namerava slovenska industrija intenzivno vključiti v mednarodni trg. To bo zmogla samo z večjim znanjem, z analizo trga, iskanjem proizvodnih niš, s poslovnim znanjem pri iskanju in združevanju s svetovnimi partnerji, s tehnološkimi inovacijami, racionalizacijo proizvodnje in uvajanjem celovite kvalitete v svoja podjetja ter znanj o mednarodnem trženju.

S tako usmeritvijo bo odločilno vplivala na strategijo razvoja v polju "Elektronske komponente in tehnologije" na eni strani, potrebovala pa bo močno in moderno raziskovalno sfero na drugi.

3. UGOTOVITVE SWOT ANALIZE

S- Prednosti

- Tradicionalna prisotnost slovenskih proizvajalcev elektronskih komponent na svetovnem tržišču.
- Proizvodnja elektronskih komponent je v primerjavi z drugimi industrijami relativno energijsko varčna.
- Tehnologije preveč ne obremenjujejo okolja.
- Proizvodnja je delovno intenzivna, zaposluje veliko ženske delovne sile.
- Geografska lega slovenskih proizvajalcev je za izdelke po specifičnih zahtevah kupcev ugodna, prav tako obstaja možnost fleksibilnega usmerjanja v ožje programe in v take, ki zahtevajo višjo stopnjo kvalitete.
- Opremljenost proizvodne in raziskovalne sfere je ustrezna.
- V razvoj se je vlagalo relativno veliko sredstev.
- Poraba elektronskih komponent v svetu stalno narašča.
- Pri proizvodnji nekaterih komponent razpolagamo z lastnimi tehnologijami.
- Devizna bilanca pri proizvodnji elektronskih komponent je močno pozitivna.
- Temeljna znanja so ustrezna.
- Imamo več mednarodno uspešnih raziskovalnih in razvojnih skupin.
- Dosedanje sodelovanje med razvojno in industrijsko sfero je relativno tesno.

W- Slabosti

- Majhno domače tržišče. Premalo uspešno trženje doma in pomanjkanje znanja mednarodnega trženja.
- Čeprav se v razvoj vlaga relativno veliko sredstev pa je to v absolutnem smislu malo.
- Velike težave pri prenosu razvojnih dosežkov v proizvodnjo.
- Investicijsko šibak, zato vprašljiv in prepočasen prenos novih izdelkov in tehnologij v proizvodnjo.
- Zamujanje pri vstopu na tržišče.
- Preslab prenos znanja z univerze v industrijo.
- Zaprtost univerzitetnih krogov za prenos znanja iz industrije nazaj na univerze za bolj praktično vzgojo bodočih industrijskih tehnoloških kadrov.
- Pomanjkanje splošnih inženirskih znanj.
- Zaostajanje na področju celovitega zagotavljanja kvalitete.

O- Priložnosti

- Specialne elektronske komponente.
- Specialne tržne niše

T- Nevarnosti

- Mednarodna konkurenca je izredno močna.
- Prepočasno prilagajanje spremembam na tržišču.
- Prepočasno spoznanje, da mora obstajati med dobavitelji in kupci partnerski odnos.

4. POMEN RAZVOJA POLJA "ELEKTRONSKE KOMPONENTE IN TEHNOLOGIJE" ZA SLOVENIJO

Industrija, ki jo pokriva polje "Elektronske komponente in tehnologije", je v letu 1991 zaposlovala okoli 5600 ljudi, v veliki meri ženske. Kot področje med temeljnimi raziskavami in elektronsko industrijo ima tudi močan raziskovalni potencial v samih tovarnah in na univerzitetnih inštitutih.

Razvoj področij polja "Elektronske komponente in tehnologije" ne predvideva direktne rasti zaposlitve, čeprav ni izključeno njeno povečanje v primeru, da bodo mednarodne povezave in odpiranje na svetovno tržišče prinesli tudi takoimenovani "lohnarbeit". Vsekakor bi bila usmeritev na takšna področja, ki jih lahko štejemo med "visoke tehnologije", za Slovenijo učinkovitejša in donosnejša, kot pa v klasično industrijo.

Dolgoročnejša usmeritev je vsekakor obvladovanje izdelave zahtevnejših izdelkov višjega kvalitetnega razreda in iz določenih tržnih niš. Te niše so lahko s področja zrelih, oz. pri svetovnih proizvajalcih opuščeni programi, ali z novih, za svetovne proizvajalce še premajhnih trgov. V obeh primerih bo potreben velik razvojni napor. Medtem, ko je za drugi primer to samoumevno, saj bomo v take niše lahko prodrli samo z raziskovalnimi in razvojnimi naporji in inventivnimi strokovnjaki, ustrezno šolanje, je za prvi primer trditev paradoksalna. Ker vemo, da je pri zrelih, da ne rečemo skoraj opuščeni izdelkih, profit skrajno nizek in je možen samo z razvojno in proizvodno urejenimi tehnološkimi postopki ter skrajnimi industrijskimi racionalizacijami in inovacijami, potem postane paradoks razumljiv.

Smotno je, da se Slovenija gospodarsko in znanstveno poveže s svetom predvsem na najbolj propulzivnem področju, to pa je elektronika in njene izpeljanke. V elektroniki pa so elektronske komponente skupne.

5. PROBLEMATIKA MIKROELEKTRONIKE

V polju "Elektronske komponente in tehnologije" lahko menimo, da je področje mikroelektronike najbolj kritično. Potem, ko je Slovenija zastavila tehnološko zelo napred-

no usmeritev na področju mikroelektronike že konec sedemdesetih let, je konec osemdesetih to področje doživelo hud udarec. Takratno vodstvo Iskre se je odločilo ob prvi izgubi, ki ji je samo krepko botrovalo, likvidirati tovarno, vredno nekaj deset milijonov ameriških dolarjev. Zapravilo je kadre, vredne nekaj milijonov dolarjev, tehnologijo, za katero je plačalo tudi nekaj milijonov dolarjev, tovarno, ki je tehnološko postala zrela, ki se je uspešno vključila v evropsko mikroelektroniko in pričela krepko izvažati mikroelektronska vezja na zahodno evropsko tržišče. Hkrati je razvojno raziskovalna sfera na Fakulteti za elektrotehniko in računalništvo v Ljubljani, v katero se je v preteklih desetih letih vložilo tudi večje število milijonov ameriških dolarjev, izgubila svojo industrijsko zaledje.

Oprema in manjši del kadrov likvidirane tovarne se je uspešno vključil v slovensko polprevodniško industrijo, razvojna skupina na Fakulteti za elektrotehniko in računalništvo v Ljubljani pa se že nekaj let muči, da bi vzpostavila pilotski laboratorij na fakulteti.

Medtem se je tudi relativno velika skupina (več deset) razvijalcev novih mikroelektronskih vezij, šolanih za slovensko elektronsko industrijo preusmerila na druga področja delovanja.

Kljub temu je pri nas, posebej na področju načrtovanja elektronskih vezij, še vedno delujoča močna, mednarodno uveljavljena skupina. Tudi tehnološki strokovnjaki uspešno sodelujejo z nekaterimi evropskimi in ameriški proizvajalci mikroelektronskih vezij.

Temu področju v raziskovalnem polju bo potrebno posvetiti posebno pozornost in najti način za ohranitev vsaj tistega, kar je ostalo, da bi zadržali jedro, okrog katerega se lahko znova začne vzpon mikroelektronike, vendar brez prejšnjih strateških napak: netržnosti, zaprtosti v premajhen sistem elektronike, strateške pomembnosti, brez strateške podpore.

5. PREDLOG TEŽIŠČNIH STROKOVNIH IN RAZVOJNIH SMERI

Temeljne raziskave bo potrebno usmeriti v razumevanje tehnoloških procesov in zakonitosti ter razumevanje delovanja elektronskih komponent, ki bodo zanimive za slovenske proizvajalce.

Pri oblikovanju temeljnih raziskovalnih programov moramo upoštevati tudi znanstveno aktualnost in možnost povezovanja v mednarodne projekte ter možen prispevek k vzgoji kadrov. Vloga znastvenih raziskovalcev se bo morala razširiti tudi na vlogo zgodnjih znanilcev možnih inovacijskih postopkov, uporabe materialov ali novih tehnično zanimivih izdelkov, ki lahko odprejo nove tržne niše.

Razvojne projekte v Sloveniji v polju "Elektronske komponente in tehnologije" je potrebno povezati s tistimi

komponentami in področji, ki danes že delujejo, ki potrebujejo svojo tehnološko in proizvodno perfekcijo, da bi se lahko kosali na svetovnem tržišču. Z njimi je potrebno omogočiti čimbolj enakopravno sodelovanje slovenske industrije elektronskih komponent in elektronike s tujimi partnerji.

Aplikativne raziskave je potrebno povezati predvsem z razvojno usmerjeno industrijo, spodbujati interdisciplinarnost, vertikalno integracijo in tržno usmeritev. Na mednarodnem področju je potrebno zasledovati cilj: pridobivanja znanja in prenosa tehnoloških dosežkov v Slovenijo. Prodaja znanja bi morala potekati predvsem v obliki zamenjave le-tega.

Podpreti bo potrebno predvsem interdisciplinarne projekte, ki bodo povezovali različna polja in različna področja v polju, razvoj najmodernejših tehnologij za doseg najvišje kvalitete in zanesljivosti ter prodornost slovenskih elektronskih komponent po evropskih standardih.

Stalno tehnološko izpopolnjevanje, organizacija specializiranih seminarjev, konferenc in vključevanje v vse oblike mednarodnega sodelovanja mora biti posebna dolžnost kompletnega polja.

6. OPREDELITEV RAZVOJA PO POSAMEZNIH PODROČJIH

6.1. MATERIALI ZA ELEKTRONSKE KOMPONENTE

Materiali so temelj elektronskih komponent. Njihove lastnosti so namreč odvisne od konstrukcije, materialov in tehnologij. Znanje o materialih in tehnologijah v znanosti meri kroji napredek v industriji elektronskih komponent. To znanje je nujno tudi za uporabnike elektronskih komponent.

V Sloveniji imamo nekaj dobrih, v svetu uveljavljenih raziskovalnih skupin. Te imajo priložnost, da postanejo vodilne v prostoru držav srednjeevropske iniciative. Potrebna je večja povezanost in interdisciplinarnost teh skupin.

Razčlenitev smeri raziskav:

Keramični materiali, procesne tehnologije

- Strukturne značilnosti keramičnih materialov ter korelacije s funkcionalnimi lastnostmi (mehanizmi nastajanja defektov, modeliranje, interakcije na faznih mejah keramika-keramika; aktivni material-elektroda-zaščita, funkcionalne lastnosti različno strukturiranih materialov.
- Tehnologije novih metod oblikovanja: nalivanje plasti, sol-gel tehnika kot baza za pripravo večplastnih tudi multifunkcionalnih elementov ter vključevanje

debeloplastne tehnologije pri izdelavi keramičnih komponent.

Površine in tanke plasti

- Večplastne strukture in kompozitni materiali: kovina/kovina, kovina/polprevodnik, kovina/kovinski oksid, kovina/polimer: priprava (sinteza), karakterizacija in meritve fizikalnih lastnosti.
- Modelne tankoplastne strukture za osnovne raziskave z metodami za analizo površin.
- Visokotemperaturni superprevodni materiali: tanke plasti, kodovni materiali, monokristali.
- Vakuumsko razplinjenje materialov za miniaturne elektronske sestavne dele.
- Kontaktni materiali in reakcije na površinah. Raziskave prehodnih materialov.
- Reakcije kovinskih oksidov z vodikovo plazmo in kisikove plazme s tankimi plastmi ogljikovodikov.
- Spoji keramika-kovina z vmesno metalizacijsko plastjo.
- Preiskava stekel in keramičnih materialov.

Kovinski materiali in tehnologije

- Deformabilne in nedeformabilne trdomagnetne zlitine.
- Kontinuirno litje magnetnih zlitin v profile z majhnim presekom.
- Masovni mehkomagnetni materiali, neorientirana in orientirana elektropločevina.
- Posebni mehkomagnetni materiali.
- Nanokristalinične in amorfne mehkomagnetne zlitine. -Amorfne trdomagnetne zlitine tipa Fe-RE-B.
- Mehkomagnetne in trdomagnetne zlitine, izdelane po postopkih metalurgije prahov.
- Lite magnetne zlitine z visoko koercitivnostjo.
- Razvoj metodologije kemijske analitike določevanja elementov v sledih.
- Metalurška analiza procesov med vročo predelavo zlitin za uporovne žice.
- Zlitine na osnovi Fe-Ni- Co za usklajene spoje s steklom.
- Zlitine na osnovi Fe-Co-W(Mo) za vtaľjevanje v mehka stekla, za tlačne spoje steklo-kovina.
- Spajke za spajanje v vakuumu.
- Spajke za optoelektroniko.
- Spajke za spajanje v zračni in zaščitni atmosferi.
- Kontaktni zlitine, izdelane po konvencionalnih postopkih.
- Kontaktni materiali iz psevdozlitin.

- Kontaktni materiali po postopkih metalurgije prahov.

Polprevodniški material in tehnologije

- Silicij: amorfni, polikristalni, epitaksialni.
- Binarni polprevodniki skupine III-V in II-VI.
- Ternarni polprevodniki.
- Računalniško analiziranje in modeliranje polprevodniških materialov.
- Analiza, postavljanje modelov in računalniško modeliranje polprevodniških tehnologij in procesov.
- Polprevodniške tehnologije in procesi.

6.2. ELEKTRONSKE KOMPONENTE

V Sloveniji je več uspešnih proizvajalcev elektronskih komponent. Raziskave in razvoj na področju elektronskih komponent bodo usmerjeni predvsem v racionalizacijo sedanje proizvodnje, izboljševanje karakteristik, miniaturizacijo, zagotavljanje kakovosti ter razvoj specifičnih elementov za prodajo v tržne niše.

Razčlenitev razvojnih usmeritev:

Mehkomagnetni feriti

- Visokopermeabilni Mn-Zn feriti.
- Močnostni Mn-Zn feriti.

Induktivne komponente na feritnih jedrih

- Znižanje stroškov, povečanje kakovosti, zanesljivosti, testiranje, oprema.

Žični in plastni upori

- Zmanjšanje dimenzij, razširitev območja uporabnosti, povečanje stabilnosti, avtomatizacija.
- SMD varovalni mini in mikro melf upori.

PCB sklopi

- Načrtovanje in testiranje vezij, usposobitev s klasičnimi in SMT komponentami.

Varistorji

- Avtomatizacija nizkoenergijskih varistorjev.
- Uvajanje energijskih varistorjev v proizvodnjo.
- Večplastni elementi.

Pozistorji

- Razvoj novih naročniških tipov.

Večplastni keramični kondenzatorji

- Uporaba cenejših materialov.

Al elektrolitski kondenzatorji

- Tonfrekvenčni in napajalni kondenzatorji.
- Delovanje pri višjih frekvencah in zmanjšanje izgub.
- Povečanje obremenitve z izmeničnim tokom.
- Avtomatizacija.

Folijski kondenzatorji

- Miniaturizacija.
- SMD.
- Avtomatizacija.

Potenciometri

- Miniaturizacija.
- SMD.
- Uvajanje novih materialov.
- Miniaturna stikala.

Elektromehanski releji

- Miniaturni kartični releji, SMD, magnetni sklopi, kontaktne zmogljivosti.
- Avtomatizacija.

Kovinski magneti

- Nove tehnologije in materiali.
- Dopolnitev procesne tehnologije za obvladovanje kakovosti.

Keramika

- Nove tehnologije in materiali.

Žarnice

- Izboljšanje konstrukcij in tehnologij za avtomobilске žarnice.
- Vpeljava proizvodnje napetostnih plinskih odvodnikov.

Baterije

- Razne specialne baterije.
- Baterije sprejemljive za okolje.
- Uničevanje odpadnih baterij.
- Razvoj in izdelava specialne opreme

Piezo izdelki

- Masivne in plastne piezokeramične komponente: senzorji, akustični elementi.

EMI filtri in induktivne komponente

- Izdelki po specifičnih zahtevah kupcev.

LCD

- Načrtovanje modulov po zahtevah kupcev.
- Folijske tastature in moduli s kombinacijami tastatur.
- Moduli za varilska očala.
- Prikazne table, barvni prikazalniki.

Polprevodniški elementi

- Diode za SMT.
- Zaščitne polprevodniške komponente.
- Polprevodniški senzorji.
- Povečanje zanesljivosti in kvalitete.

Hibridna mikroelektronska vezja

- Visokofrekvenčna hibridna vezja.
- Tankoplastna hibridna vezja.
- Debeloplastna hibridna vezja.
- Senzorski elementi in inteligenčni senzorji.
- Večplastna in multičip tehnologija.

Monolitna mikroelektronska vezja

- Aplikacijsko specifična integrirana vezja (ASIC).
- Tehnologije načrtovanja.
- Testiranje in testabilnost mikroelektronskih vezij.
- Tehnološki procesi.
- Pilotski laboratorij.
- Montaža mikroelektronskih vezij.

Senzorji

- Pripraviti interdisciplinarni projekt.

6.3. MIKROELEKTRONIKA

Na področju mikroelektronike obstaja v Sloveniji mednarodno uveljavljena skupina za načrtovanje mikroelektronskih vezij in skupina za razvoj tehnologij. Tovarna mikroelektronike je bila likvidirana, oprema razprodana, pilotni laboratorij že nekaj let v konstrukciji in pred zagonom. Vložena so bila velika sredstva, zato je potrebno obstoječe ohraniti in dvigniti na višji nivo.

Raziskave tehnologije načrtovanja

- Metodologija načrtovanja naj omogoči prehod na integrirane elektronske sisteme in vključitev domačega znanja v slovensko elektronsko industrijo. To lahko elektronsko industrijo prestrukturira iz de-

lovno intenzivne industrije v tako, ki bo vgrajevala "pamet" in si jo s svojimi integriranimi vezji tudi ščitila.

Raziskave polprevodniških postopkov

- Raziskave tehnoloških postopkov so bazične in podpirajo ne le mikroelektronske tehnologije, ampak so tudi osnova za vzdrževanje znanja in podpora drugim osnovnim in aplikativnim tehnologijam. Čeprav so v mikroelektroniki tehnologije najbolj komplicirane, je tudi pri drugih polprevodniških tehnologijah potrebno kontinuirano raziskovanje in razvoj.

Raziskave in razvoj hibridne mikroelektronike

- Raziskave in ovrednotenje materialov ter tehnologij, ki omogočajo izdelavo hibridnih vezij z visoko gostoto povezav, večjih moči in debeloplastnih senzorjev.
- Razvoj novih metod nameščanja integriranih vezij z veliko gostoto priključkov.
- Razvoj hibridnih vezij za nova področja uporabe, kjer zaradi svoje prilagodljivosti zadovoljujejo naraščajoče zahteve pri razvoju elektronskih naprav in sistemov.
- Hibridne tehnologije za visokofrekvenčna integrirana vezja za telekomunikacije.

Razvoj in vzpostavitev procesnih korakov za izdelavo prototipov vezij ASIC

- Hitra in učinkovita verifikacija elektronske in sistemske zasnove vezij ASIC.
- Spodbujanje prestrukturiranja elektronske industrije z lastno zasnovo (ASIC).
- Sodobno izobraževanje na področju elektronike.
- Podpora razvoju načrtovalskih metodologij.
- Zasnova in realizacija novih integriranih struktur, predvsem na področju senzorjev.
- Od zasnove vezja do delujočih prototipov, optimiziranih za velikoserijsko proizvodnjo.
- Mednarodno povezovanje.

6.4. OPTOELEKTRONIKA

Strateške usmeritve razvoja na področju optoelektronike bodo izvoz, novi civilni programi, iskanje tržnih niš, izobraževanje, celovito zagotavljanje kakovosti, mednarodno povezovanje na raziskovalnem in aplikativnem področju.

Osnovne raziskave

- Fotokatodni materiali.
- Termične katode.
- Optoelektronski materiali.
- Interakcije laser-trdni material.
- Svetlobni izviri in senzorji.
- Optoakustika.

Razvoj tehnologij

- Vakuumska optoelektronika.
- Laserske naprave.
- Termovizijske naprave.
- Specialne optične in elektrooptične komponente.
- Miniaturne fotokatode.
- Miniaturni hladilniki.
- Specialne komponente.

6.5 VAKUUMISTIKA

Vakuumske tehnologije med drugim omogočajo pridobivanje ultra čistih materialov za elektroniko, mikroelektroniko in optoelektroniko. Na področju tega polja pa je zasidranost takšna:

Tanke plasti

- Za elektroniko.
- Za mikroelektroniko.
- Za optoelektroniko.
- Za široko porabo.

Ustvarjanje in vzdrževanje vakuum v znanstvenih instrumentih

- Elektronski mikroskopi.
- Masni spektrometri.
- Analizatorji.
- Mikrosonde.
- Pospeševalniki elektronov.
- Implanterji.

Razvoj in gradnja

- Sestavni deli in naprave za pridobivanje in preiskavo materialov.

Izdelava elektronk in svetil

- Elektronke.
- Fluorescentna svetila.
- Žarnice.

Pomožne vakuumske tehnologije

- Za pripravo materialov.
- Detekcija netesnosti.

6.6. KARAKTERIZACIJE ELEKTRONSKIH MATERIALOV IN KOMPONENT

Laboratorije na različnih inštitutih, ki imajo mednarodno preverjene kadre, je potrebno združiti v en funkcionalen in dobro opremljen, odprt center za mikrostrukturno in površinsko analizo. Sicer pa bo karakterizacija materialov obsegala strukturne preiskave, elementno in kemijsko analizo mikro in nano področij, površin in faznih mej materialov ter meritve njihovih fizikalnih lastnosti.

Izredno pomembne bodo tudi raziskave, ki bodo pomagale pri razumevanju določenih tehnoloških postopkov, posebej v polprevodniški in posebej v mikroelektronski tehnologiji.

Usmeritve raziskav:

- Karakterizacija anorganskih materialov, kovin, stekla in keramike s poudarkom na novih kompozitnih materialih.
- Preiskava tankih plasti za elektroniko, mikroelektroniko in optoelektroniko. Preiskava prevodnih, polprevodnih in izolacijskih plasti, medfaznih področij, difuzijskih barier, reakcijskih področij (silicidi, nitridi, oksidi).
- Preiskave površin elektronskih in mikroelektronskih materialov, obdelanih s posebnimi postopki v plazmi, z dopiranjem ali bombardiranjem z energijskimi delci. Preiskave površin materialov po kemijskih in elektrokemijskih reakcijah.
- Preiskave novih večplastnih struktur in superprevodnih materialov ter tankih plasti.
- Raziskava in razvoj novih referenčnih tankoplastnih struktur za kalibracijo in meritev analiznih parametrov med AES, XPS ali SIMS profilno analizo. Medlaboratorijska primerjava rezultatov z vodikovimi laboratoriji v svetu.
- Preiskava sestavnih delov za elektroniko, elektronskih komponent in mikroelektronskih vezij. Ugotavljanje vzrokov za defektne elemente in komponente. Posredna kontrola tehnoloških procesov, kot so čiščenje, jedkanje, pasivacija, spajkanje itd.
- Dopolnitev obstoječih preiskovalnih sistemov, kombinacija različnih preiskovalnih metod, računalniška obdelava analiznih rezultatov in avtomatizacija postopkov.
- Uvedba in razvoj novih preiskovalnih metod.
- Del raziskovalnih kapacitet bo uporabnih tudi za raziskave v drugih raziskovalnih poljih.

7. ROBNİ POGOJI RAZISKOVALNEGA POLJA

Slovenija mora biti zaradi svoje majhnosti odprta svetu z vsemi svojimi potenciali. Mednarodno moramo sodelovati v vseh primerih: enakopravno ali nosilno v tistih primerih, ko lahko s svojimi manjšimi raziskovalnimi skupinami uveljavljamo znanstvene dosežke z vključevanjem v mednarodne projekte s prevzemom podprojektov in z uporabo tujega znanja in industrijskim povezovanjem.

Dolgoročna usmeritev Slovenije bi morala biti proizvodnja zahtevnejših, energijsko in surovinsko skromnih izdelkov, takoimenovana "hightech". Potrebno je interesno povezati raziskovalno in industrijsko sfero pri skupnih, interdisciplinarnih projektih. Čeprav naj bi iniciativa za take projekte praviloma prišla iz industrije ali razisko-

valne stroke, je potrebna strateška, družbena odločitev na nivoju nekaj ministrstev, definicija projektov in razpis podprojektov, oz. posameznih raziskovalno-razvojnih nalog z izbiro najboljših izvajalcev. Projekti bi se morali strokovno-administrativno voditi, kot je to v navadi v Evropi.

Menimo, da bo to po naši samoupravni zgodovini tudi najtežji in največji korak v raziskovalno razvojni strategiji.

8. SPISEK USTANOV IN PODJETIJ, KI KANDIDIRAJO NA MZT Z RAZVOJNIMI PROJEKTI IZ POLJA "ELEKTRONSKE KOMPONENTE IN TEHNOLOGIJE"

8.1. Znanstveno raziskovalni projekti

- ☐ Institut Jožef Stefan
- ☐ Tehniška fakulteta Maribor
- ☐ Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo, Ljubljana
- ☐ Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko

8.2. Industrijsko razvojni projekti

- ☐ Iskra Elektrozveze, Ljubljana
- ☐ Iskra Varistor, Ljubljana
- ☐ Iskra Feriti, Ljubljana
- ☐ Iskra Hipot, Sentjerne
- ☐ Iskra Zaščite, Ljubljana
- ☐ Iskra Tela, Ljubljana
- ☐ Iskra Indel, Kostanjevica na Krki
- ☐ Iskra SEM, Ljubljana
- ☐ Iskra Stirel, Dobropolje
- ☐ Iskra Industrija kondenzatorjev in opreme, Semič
- ☐ Iskra Elektroliti, Mokronog
- ☐ Iskra Semicon, Trbovlje
- ☐ Iskra AET, Tolmin
- ☐ Iskra Avtoelektrika, Nova Gorica
- ☐ Iskra Elektroomoptika, Ljubljana
- ☐ Iskra Terminali, Kranj
- ☐ Iskra Magneti, Ljubljana
- ☐ Inštitut Zoran Rant, Škofja Loka
- ☐ Institut Jožef Stefan, Ljubljana
- ☐ Inštitut za kakovost in metrologijo, Ljubljana
- ☐ Inštitut za elektroniko in vakuumskotehniko, Ljubljana
- ☐ Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Ljubljana
- ☐ Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
- ☐ Fakulteta za elektroniko in računalništvo, Ljubljana
- ☐ Tehniška fakulteta, Maribor
- ☐ M & M, Trzin
- ☐ Elektroelement, Izlake
- ☐ Tehnica, Železniki
- ☐ Gorenje Gospodinjstvi aparati, Velenje
- ☐ KEKO, Žužemberk
- ☐ Lasscan, Ljubljana
- ☐ Senzolab, Ljubljana
- ☐ RAPS, Prevalje
- ☐ Mikroiks, Ljubljana
- ☐ Domex Elektronika, Medvode

Dr. Rudolf Ročak
MIKROIKS d.o.o.
Dunajska 5, Ljubljana

KONFERENCE, POSVETOVANJA, SEMINARJI, POROČILA

NASECODE VIII Conference

Za razliko od prejšnjih let je bila letošnja NASECODE (Numerical Analysis of Semiconductor Devices and Integrated Circuits) konferenca blizu naše nove države - na Dunaju. V prekrasnem ambientu dunajskega City Club Vienna so se od 19. do 22. maja vrstila predavanja o numeričnih simulacijah in modeliranju polprevodniških elementov in integriranih vezij. Udeleženci konference prihajajo praktično iz vsega sveta: največ je seveda Američanov in Japoncev, iz evropskih držav Francozov in Nizozemcev, iz leta v leto pa se povečuje tudi število udeležencev iz bivšega vzhodnega bloka. Iz Slovenije smo se konference udeležili le predstavniki Fakultete za elektrotehniko in računalništvo v Ljubljani: Slavko Amon, Saša Sokolić in Dejan Križaj.

Prvi dan dela konference sta bila le dva krajša tečaja (tutorial short courses), prvi o 3D modeliranju polprevodniških struktur (J. Johnson, E. Buturla - IBM) in drugi o tehniki končnih elementov za 2D in 3D simulacijo polprevodnikov (J. Miller - Trinity College Dublin, S Wang - Tritech).

Konferenca se je tako zares začela šele naslednji dan. Ta dan zgodaj zjutraj smo se tudi mi odpravili z avtom na Dunaj. Avto prof. Amona je sicer že v letih (kar se pozna na porabi olja), kljub temu pa še vedno dovolj poskočen, da je bila pot do Dunaja hitra in prijetna. Šele na recepciji konference smo dobili končni program konference in izkazalo se je, da je naš referat na vrsti še isti dan popoldne. To je bila tokrat večja napaka organizatorjev, saj bi morali vsem udeležencem pravočasno poslati program konference. Popoldne sem torej predstavil naš referat o modeliranju sončnih celic (D. Križaj, S. Sokolić, S. Amon: Modelling solar cell distributed sheet resistance). To je bila tema, s katero smo se ukvarjali zadnjega pol leta in je razkrila nekaj dovolj zanimivih problemov. Predvsem smo proučevali vpliv plastne upornosti sončne celice na njeno delovanje. Čeprav tokratna tema morda ni bila najbolj primerna za predstavitev na tej konferenci, smo vendar imeli po koncu predavanj kar nekaj razprav o našem referatu.

Konferenca je bila sicer sestavljena iz več sekcij. Naj jih naštejemo le nekaj: Computational Techniques in Process and Device Simulation, Process Modeling and Simulation, New Methods for Solving the Boltzmann Equation, Monte Carlo Particle Simulation, Advanced

Hydrodynamic Transport Models, SOFTWARE FORUM, Computational Techniques, Physical Aspects, Circuit Modelling, Device Modelling. Poudarek je bil predvsem na preseganju klasičnih pristopov modeliranja polprevodnikov (simulacije s pomočjo drift-difuzijskega modela - DD) z vpeljavo termodinamskih in hidrodinamskih enačb (HDF), oz. simulacije delcev s pomočjo Monte Carlo metode ali pa Boltzmannove enačbe. Pristopi so različni, občutek pa imam, da je predvsem popularno preučevanje hidrodinamskih modelov. Vsi ti modeli so potrebni predvsem za simulacijo specialnih, submikronskih elementov. Raziskovalci preučujejo predvsem razlike med starim DD in novim HD načinom modeliranja ter iščejo numerične metode, ustrezne za hitro reševanje HD enačb. Prav potratnost računalniškega časa pri HD simulacijah (reševanje sedmih namesto treh enačb) je problem, ki je rešljiv le s pomočjo zelo hitrih in sposobnih računalnikov. Brez dvoma bodo zato HD simulacije uporabljene le v primerih, ko DD modeli ne dajejo več dovolj natančnih rezultatov.

Seveda pa so take konference pomembne tudi zaradi stikov z drugimi raziskovalci, razprav med odmori, kosili itd. Kot je v navadi, je bil en večer namenjen konferenčni večerji, ki je bila organizirana v prelepih prostorih hotela, ki je znamenit predvsem po svoji tropski piramidi, pod katero se skriva velik in razgiban bazen z otočki, mostički, palmami in barčki, skratka prostor za neprekinjeno sprostitve in uživanje. Če imate sobo (apartma) v tem hotelu, imate seveda vse te prostore (poleg tenisa, vadbišča za golf, savne, trim kabinetov, ...) na razpolago kadarkoli se vam zahoče. Za en dan (in noč) takega uživanja pa morate odšteti prek 1500 ATS pa še to je verjetno cena s popustom za konferenčne goste. Mi smo se rajši odločili za Slovencem znani Korotan, ki za najmanj 5x manjšo ceno nudi prav prijetno bivanje.

Po koncu konference nam je preostalo še skok v Shopping City Süd, oddaljen od hotela le nekaj sto metrov in seveda pot domov, ki nam bo ostala v spominu predvsem zaradi avta, ki ima poleg olja zelo rad tudi bencin. K sreči pa so avstrijski kmetje precej prijazni in imajo vedno kakšno kantico bencina v rezervi ...

*Dejan Križaj
Laboratorij za Elektronske elemente
Fakulteta za Elektrotehniko in računalništvo, Ljubljana*

U OPATIJI USPJEŠNO ORGANIZIRAN XV. ZNANSTVENO - STRUČNI SKUP MIPRO '92

NAPREDAK USPRKOS SVEMU

MIPRO se transformira u Hrvatsko društvo za mikroprocesorske, procesne i informacijske sustave, mikroelektroniku i elektroniku - MIPRO

U Opatiji je usprkos nametnutom ratu Republici Hrvatskoj, gospodarskoj stagnaciji i ostalim nepovoljnim uvjetima u svibnju veoma uspješno organiziran tradicionalni, ovaj puta XV. Znanstveno - stručni skup s međunarodnim sudjelovanjem MIPRO '92. Skup je okupio 469 sudionika među kojima je bilo 75 stranaca, ponajviše iz Slovenije.

Prema ocjeni sudionika i za to kompetentnih ljudi MIPRO '92 bio je dosad gotovo najbolji MIPRO. Karakterizirali su ga dobra posjećenost seminara i savjetovanja, evidentna ozbiljnost i kvaliteta sudionika, dobro odabrane teme i programska kompozicija MIPRO '92. Posebno su bili dobro odabrani seminari i savjetovanja u organizaciji zajedno s HPT-om, HEP-om i INA - Rafinerijom Rijeka. Štoviše, MIPRO '92 je otkrio da usprkos svemu u Hrvatskoj ne samo da nije došlo do zastoja već se stvari kreću naprijed u području koje "pokriva" MIPRO. Skup MIPRO je dobio komplimente da se ozbiljno bavi znanstvenim i stručnim radom iz područja mikroprocesorskih sustava, mikroelektronike i elektronike, sintetički rečeno iz područja informacijske tehnologije. MIPRO tako zapravo pridonosi poticanju difuzije informacijskih tehnologija u sve grane gospodarstva i uslužnih djelatnosti.

SEMINARI I SAVJETOVANJA

U prva dva dana trajanja skupa (ponedjeljak i utorak) apsolvirani su seminari: Telekomunikacije u elektroprivredi/TEP; Videoteks - nova telematska usluga u Hrvatskoj i Iskustva u računalnom vođenju poduzeća procesne industrije/VPPI.

Treći dan, u srijedu, prijedodne prezentirane su dvije plenarne teme. Jednu je u ime skupine autora iz HPT-a Zagreb iznio dr. Vladimir Brlić o konceptu dugoročne evolucije telekomunikacijske mreže u Hrvatskoj. Drugu plenarnu temu izložio je Milan Bobetko, dipl. ing. iz HEP-a Zagreb o telekomunikacijama u Hrvatskoj elektroprivredi.

U srijedu poslijepodne rad su započeli i u četvrtak završili savjetovanja: Mikroročunala u tehničkim sustavima/MTS; Mikroelektronika i elektroničke tehnologije/MET i Savjetovanje o telekomunikacijama. Paralelno s tim savjetovanjima radio je i zajednički seminar o arhitekturi računalna s reduciranim skupom instrukcija i savjetovanje o mikroročunalima u inteligentnim informacijskim sustavima/MIS o čemu je objavljen i zajednički zbornik radova, dok su za sve ostale seminare i savjetovanja zasebni zbornici radova.

IZLOŽBA I STRUČNO - KOMERCIJALNE PREZENTACIJE

Na MIPRO '92 održana je osim toga izložba uređaja i elektroničke opreme i stručno - komercijalna prezentacija nekoliko tvrtki koje su sudionike seminara i savjetovanja, te pozvane goste upoznali sa svojim, ili svjetskim tvrtkama koje zastupaju odnosno s kojim suraduju, najnovijim tehnološkim rješenjima i proizvodima.

Medju izlagačima i onima koju su imali prezentaciju zapaženo iz Slovenije na MIPRO '92 imali su METRONIK, TEHNA, INDUSTRIJSKI BIRO - pro CADD iz Ljubljane, ABAKUS iz Kresnice, INEA Domžale, ISKRA - TENEL Novo mesto i drugi.

PRIPREME ZA MIPRO '93 I OSNIVANJE HD MIPRO

Pripreme za MIPRO '93 i skoro tiskanje Prve animacijske obavijesti za Znanstveno - stručni skup s međunarodnim sudjelovanjem MIPRO '93 odvijaju se paralelno s osnivanjem Hrvatskog društva mikroprocesorske, procesne i informacijske sustave, mikroelektroniku i elektroniku - MIPRO u kome će godišnji znanstveno - stručni skup MIPRO imati stožerno mjesto. Znanstveno - stručni skup usmjeravat će i dalje aktivnost (znanstveni i stručni rad) u sedam, a HD MIPRO u još 14 užih područja više u okviru šireg pojma - informacijske tehnologije.

Mirko Vujatović

PREDSTAVLJAMO PODJETJE Z NASLOVNICE

AMS Austria Mikro Systeme International GmbH:

Austria's "Silicon Valley"

For AMS it has only taken a few years to achieve the reputation of a leading European semiconductor manufacturer since its foundation in 1981. Located out in the country, 10 kilometers south of the city of Graz in the small community of Unterpremstätten, nobody would expect that this town has become the center of Austria's microelectronics industry, a literal replica of California's Silicon Valley - except for the impressive and beautifully restored Castle Premstätten in the feudal castle parks which not only houses the headquarters of AMS but also the castle's chapel with original 18th century paintings.

The term "International" is more than a PR slogan in the company's name: foreign activities, i.e. exports account for virtually 98% of the AMS turnover.

AMS' success has been proven by its continued sales and high profit growth that increased from 1990 to 1991 by more than 20% - according to "Expertronics" of Brussels, AMS - the only Austrian company in the study - has become one of Europe's Top 25 fastest growing electronics companies!

In order to secure the dynamic growth of the company AMS founded a design centre in Dresden that completes the network of AMS subsidiaries in Paris, Milano, London, Stockholm, Munich, Hamburg and Cupertino (USA). Trade partners listed according to volume are Germany, Italy and Spain, the Scandinavian Countries, UK, France, Switzerland, USA and Japan. Reasons for the continued growth of AMS are:

- its dedication to the ASIC and ASSP (application specific standard products) market, i.e. the development and production of tailor-made solutions and product innovations;
- great investments for research and development of submicron CMOS and BiCMOS (12% of the company revenue 1991);
- the continuity in its internationalization process: worldwide cooperations with universities and companies (e.g. Pioneer Semiconductors, Inc.) as well as the securing of international markets and agreements under the aspect of new technologies, products and projects (e.g. Esprit and Eureka);
- the implementation of a future orientated, new generation CAD/CAE software and hardware with an internationally and highly qualified young crew (currently about 600 employees).

Currently, AMS is one of the few European companies to house "under one roof" the departments R & D, design engineering, mask making, wafer fabrication, assembly and test. Full production at the AMS facility in Austria - from the concept up to the finished product - results in minimum lead times and highest quality. All AMS quality assurance activities are based upon ISO9001 since AMS now holds the CECC90000 Certification.

Optimum ASIC and ASSP solutions for telecommunications, automobile and industrial electronics.

The availability of modern silicon foundry facilities, the multi-project wafer train and sophisticated CAD/CAE technology, as well as IC design training are further services provided by the AMS experts. The company's professional consulting engineers render their assistance in the decision making process to finally yield the optimum ASIC and/or ASSP solutions, with emphasis on the telecommunications, automotive and industrial markets.

Within these markets, AMS has proven its expertise: In the telecommunications market AMS has provided a large number of dialler ICs with varied features and is currently developing products for the evolving mobile telephone market; in the automotive segment AMS specializes in ICs for safety electronics features such as the air bag and seat belt tensioner, only to name a few examples; in the industrial market AMS has developed a high performance analogue and digital cell library which makes possible the implementation of enhanced robotics, sensors and advanced instrumentation.

"The present need for advanced electronics today represents the most dramatic upheaval in the history of microelectronics and AMS is ready and prepared to meet this challenge" said Horst Gebert, President of AMS.

AMS has developed 0.8 μ and 1.2 μ double-metal BiCMOS processes. BiCMOS combines the benefits of bipolar and CMOS and achieves circuits with speed-power-density performance previously unattainable. In addition to these processes, AMS offers over 40 proven modular CMOS processes. AMS supports state-of-the-art, traditional and mature process technologies and guarantees the duration of any one process as long as required for a specific product.

AMS was elected as the most distinguished semiconductor facility "Top Fab of 1992" in Europe by an international gremium of highly ranking experts under the patronage of "Semiconductor International".

Reasons why AMS was presented with this unique award were the company's stringent environmental controls, its advanced facility, highest quality in production, its innovation and best customer service, its excellent strategic position and its sound financial stability.

ASM - Elected as Most Distinguished Semiconductor Facility of the Year

ASM - Austria's only ASIC manufacturer - was elected as the most distinguished semiconductor facility of the year "Top Fab of 1992" by an international gremium of highly ranking experts under the patronage of "Semiconductor International"!

Semiconductor International, the leading technical publication for IC manufacturers and associated companies has granted this special award for Europe for the first time.

There are about 30 semiconductor manufacturers in Europe: Top manufacturers with fabrication facilities in Europe include Japanese manufacturers, e.g. Toshiba and NEC, American manufacturers like Texas Instruments, Motorola, LSI Logic, National Semiconductors, etc. and European manufacturers like Siemens, Philips, SGS-Thomson, Mietec, ES2, etc. - with AMS now up front!

Motorola - with its 8 inch (200mm) processing fab - was elected as fab of the year in the US and NMBS - with its fully automated IC fabrication facility - as fab of the year in Japan.

Reasons why AMS was given this unique "Top Fab of 1992" award were:

Stringent environmental controls: 100% of the fab's exhaust air is scrubbed and all of the waste water is chemically, physically and biologically treated to meet Europe's strictest regulations. Wastes are treated in-house and discarded as stable non-toxic solid wastes. All CFCs have been completely eliminated in the facility.

The most advanced facility: Under the use of alternate working and service bays in the 28,51ft² (2,600m²) cleanroom, the production equipment is located inside the cleanroom and the maintenance equipment is inside the service bays to avoid air contamination in the working bays. Strict air purity is maintained under class 1 and class 10 conditions with 580 air changes per hour using 24 air handlers. All incoming chemicals and gases are first analyzed in the facility's labs for purity. 18M Ω -DI water is produced directly at the site.

Highest quality: Remarkably low defect rate of 1.5 parts per million ICs and shortest lead times characterize the high performance standard at AMS.

Innovation and best customer service: Wafer fabrication is a 24 hours/day, 7 days/week and 52 weeks/year activity at AMS. Approved processes are not eliminated once AMS develops new ones. A significant need still exists for 3 to 5 micron processes especially involving applications in the automotive field. Therefore, AMS guarantees the duration of a process as long as a customer requires it for a specific product.

Investments for the future: AMS has invested a great part in high performance equipment - tools that will take it far below current 0.8 micron processing geometries. Great investments have also been made in new personnel, resulting in a young, highly educated international crew.

Strategic position: AMS develops and produces custom application specific integrated circuits (ASICs) and application specific standard products (ASSPs) and also offers a vast number of silicon foundry services. The integrated facility is housed under one roof: research and development, design engineering, mask lithography, wafer fab, assembly and test departments are in the company headquarters in Unterpremstätten. Since from the concept down to the finished product every step is done on one location, AMS has the advantage of being highly flexible with shortest lead times.

Financial stability: Founded in 1982, the semiconductor manufacturer in Unterpremstätten is one of the leading ASIC manufacturers in Europe. Foreign exports account for 99% of the turnover, with the majority destined for the European market. AMS' success has been proven by its continues sales and high profit growth (20% increase from 1990 to 1991).

AMS Fab Facts:

Location:	Unterpremstätten, Austria
Factory size:	156,000 ft ² (14,500m ²)
Fab cost:	US\$ 85 milion
Fab size:	35,000 ft ² (3,250m ²)
Fab Employees:	180 (excluding test and assembly)
Production began:	1982
Products:	ASICs and ASSPs
Over 40 modular process technologies:	0.8 μ and 1.2 μ BiCMOS 1.0 - 5.0 μ CMOS 3.0 - 5.0 μ NMOS
Wafer size:	100mm
Capacity:	3,500 wafer starts per week

Contact: Dr. Conrad Heberling, ext. 277
AMS, Schloss Premstätten
A-8141 Unterpremstätten, Austria
Telex 312547 ams a
Fax (03136) 52501, 53650
Phone (03136) 500 - 0*

ČLANI MIDEM

SKLIC OBČNEGA ZBORA DRUŠTVA MIDEM ZA LETO 1992

V skladu z 18.členom pravil strokovnega društva MIDEM in sklepom 4.seje Izvršilnega odbora z dne 27.5.1992 sklicujem občni zbor društva:

dne 1.10.1992 ob 17:00
v Portorožu, hotel Bernardin

z naslednjim dnevnim redom:

1. otvoritev občnega zbora
2. izvolitev organov občnega zbora
3. poročilo predsednika
4. poročilo člana za finance

5. poročilo OSDK
6. diskusija po poročilih
7. razrešitev organov društva
8. sprejem novih pravil društva
9. izvolitev novih organov društva
10. smernice delovanja društva za naslednje triletno obdobje

Predlog novih pravil društva je objavljen v Informacije MIDEM 2/92. Razprava o pravilih je odprta do 28.10.1992.

FINANČNO POROČILO STROKOVNEGA DRUŠTVA MIDEM ZA LETO 1991

Obdobje: 1.1.1991 - 31.12.1991

PRIHODKI (SLT):

SKUPAJ	1.033.684,70
Prenos iz 1990	221.103,00
Lastna dejavnost:	367.543,50
MZT R Slovenije:	396.837,00
Članarina:	32.720,00
Obresti:	15.481,20

ODHODKI (SLT):

SKUPAJ	1.033.684,70
Prenos v 1992:	248.984,30
Proizv.storitve:	573.996,20
Neproizv.storitve:	92.632,90
Material:	57.790,50
Dnevnice:	50.874,90
Reprezentanca:	5.079,00
SDK	4.326,90

MZT: Ministrstvo za znanost in tehnologijo
SDK: Služba družbenega knjigovodstva

V Ljubljani, 28.2.1992

Član za finance:
dr. Alenka Rožaj-Brvar l.r.

Izvršilni odbor društva MIDE M je na svoji 4.seji dne 27.5.1992 sprejel osnutek novih pravil društva in jih predlaga svojim članom v razpravo. Razprava naj bi bila zaključena na rednem letnem občnem zboru društva 1.10.1992 v Portorožu, kjer je predvideno njihovo sprejetje. Prosimo vse člane, da predloge, dopolnitve, spremembe, popravke pošljejo pismeno najpozneje do 28.9.1992.

P R A V I L A

STROKOVNEGA DRUŠTVA ZA MIKROELEKTRONIKO, ELEKTRONSKE SESTAVNE DELE IN MATERIALE

I. SPLOŠNE DOLOČBE

Člen 1

STROKOVNO DRUŠTVO ZA MIKROELEKTRONIKO, ELEKTRONSKE SESTAVNE DELE IN MATERIALE (MIDE M) združuje strokovnjake s področja raziskav, razvoja in proizvodnje mikroelektronskih in ostalih elektronskih sestavnih delov in materialov.

Člen 2

Društvo MIDE M nadaljuje dejavnost strokovne sekcije ETAN-a za elektronske sestavne dele, mikroelektroniko in materiale.

Društvo je lahko član drugih strokovnih zvez v domovini in tujini.

Člen 3

Društvo MIDE M je pravna oseba.

Sedež društva je v Ljubljani.

Člen 4

Dejavnost MIDE M je javna. Člani društva imajo pravico vpogleda v zapisnike vseh sej organov društva, lahko prisostvujejo sejam organov društva. Sejam lahko prisostvujejo tudi predstavniki javnega obveščanja. O svojih aktivnostih se članstvo obvešča z društvenim glasilom in ostalimi sredstvi javnega obveščanja. Za zagotovitev javnosti dela je odgovoren predsednik MIDE M.

Člen 5

Društvo MIDE M ima pečat okrogle oblike z besedilom na obodu: Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale, v sredini pa: Ljubljana.

Člen 6

Društvo MIDE M zastopa in predstavlja predsednik ali v njegovi odsotnosti eden od podpredsednikov. Za izvršilni odbor podpisujeta predsednik ali tajnik (v odsot-

nosti predsednika eden od podpredsednikov). Dokumente v zvezi s finančnim poslovanjem podpisuje predsednik in član izvršilnega odbora zadolžen za finance.

II. NAMEN IN NALOGE

Člen 7

Namen strokovnega društva MIDE M je združevanje, informiranje in strokovno izpopolnjevanje strokovnjakov s področja raziskav, razvoja, proizvodnje in uporabe mikroelektronskih monolitnih in hibridnih vezij, diskretnih polprevodniških elementov, pasivnih elektronskih delov, elektronskih cevi, senzorjev, sončnih celic, baterij, tiskanih vezij, elektromehanskih elementov, kablov, optoelektronskih elementov in ostalih sestavnih delov za elektroniko in materialov, ki so potrebni za izdelavo navedenih elektronskih elementov in mikroelektronskih vezij.

Društvo dosega svoj namen z naslednjimi nalogami in cilji:

- ☐ zasleduje moderne svetovne dosežke s področja svojega delovanja in prenaša informacije svojim članom,
- ☐ podpira interdisciplinarno znanstveno-strokovno dejavnost in metodologijo reševanja strokovnih problemov,
- ☐ na področju svoje dejavnosti sodeluje pri oblikovanju javnega strokovnega mišljenja o tehnoloških in gospodarskih problemih,
- ☐ podpira in organizira različne oblike strokovnega izpopolnjevanja svojih članov,
- ☐ organizira strokovna in znanstvena posvetovanja,
- ☐ podpira in organizira založniško dejavnost v skladu z veljavnimi predpisi s tega področja,
- ☐ sodeluje z gospodarskimi organizacijami pri reševanju posameznih problemov stroke,
- ☐ sodeluje pri pripravi programov raziskav, razvoja in proizvodnje s področja svojega delovanja,
- ☐ sodeluje pri oblikovanju strokovne terminologije s sorodnimi društvi,
- ☐ sodeluje pri problematiki standardizacije s kvalificiranimi ustanovami,
- ☐ goji zavest o kvaliteti proizvodnje in izdelkov s področja delovanja svojih članov,
- ☐ organizira komisije za posamezna področja delovanja,
- ☐ organizira strokovne sekcije po potrebi,
- ☐ razvija med članstvom metode tovariškega in timskega dela.

III. ČLANSTVO

Člen 8

Član strokovnega društva MIDE M je lahko vsak, ki sprejme ta pravila.

Član je lahko tudi tuji državljan, če izpolnjuje navedeni pogoji.

Člen 9

- ☐ O sprejetju novih članov v društvo MIDE M odloča Izvršilni odbor na podlagi prijavnice.
- ☐ O sprejetju člana v društvo mora Izvršilni odbor odločati na prvi svoji naslednji seji in sklep sporočiti v 15 dneh.
- ☐ Eventuelne pritožbe na odločitve Izvršilnega odbora rešuje občni zbor.

Člen 10

Častne člane imenuje izmed članov društva občni zbor MIDE M na podlagi predloga Izvršilnega odbora.

Člen 11

Pogoji za določitev častnega, oz. zaslužnega člana so nakazana v posebnem pravilniku.

Člen 12

Pravice članov so:

- ☐ da volijo in so voljeni v organe društva,
- ☐ da sodelujejo v vseh akcijah društva,
- ☐ da razpravljajo o delovanju organov društva in predlagajo ukrepe za izboljšanje njihovega delovanja,
- ☐ da sodelujejo na sejah organov društva,
- ☐ da imajo vpogled v vse dokumente društva.

Člen 13

Dolžnosti članov so:

- ☐ da delujejo v skladu s temi pravili,
- ☐ da aktivno sodelujejo pri ustvarjanju ciljev in nalog društva,
- ☐ da tovariško in strokovno sodelujejo,
- ☐ da redno plačujejo članarino.

Člen 14

Članstvo v društvu preneha:

- ☐ s prostovoljnim izstopom s pismeno izstopno izjavo,
- ☐ s črtanjem iz seznama zaradi neplačane članarine 1 leto, kljub pismenemu opozorilu,
- ☐ z izključitvijo zaradi grobega prekrška pravil (odloči disciplinsko sodišče),
- ☐ s prenehanjem delovanja društva,
- ☐ s smrtjo.

IV. ORGANI

Člen 15

Organi Strokovnega društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale MIDE M so:

- 1 - Občni zbor - (OZ)
- 2 - Izvršilni odbor - (IO)
- 3 - Nadzorni odbor - (NO)
- 4 - Tovariško razsodišče - (TR)
- 5 - Disciplinsko sodišče - (DS)
- 6 - Kot pomožni organ IO se ustanovi sekretariat - (SE)

Člen 16

Mandatna doba vseh organov in funkcij je tri leta z možnostjo ponovne izvolitve.

1 - Občni zbor

Člen 17

Občni zbor je najvišji organ društva, ki ga sestavljajo vsi člani društva. Občni zbor je lahko reden ali izreden.

Reden občni zbor je vsako leto in ga sklicuje Izvršilni odbor.

Občni zbor voli organe društva vsako tretje leto.

Člen 18

Izredni občni zbor lahko skliče Izvršilni odbor na svojo pobudo, na zahtevo nadzornega odbora ali na zahtevo 1/3 članov.

Člen 19

Dnevni red izrednega občnega zbora lahko zajema samo vprašanja, zaradi katerih je zahtevano sklicanje občnega zbora.

Člen 20

Občni zbor sklepa polnomočno, če je prisotno več kot polovica članstva. Če ob navedenem času občni zbor ni sklepčen, se počaka pol ure, nakar se sklepa z večino prisotnih članov.

Člen 21

Občni zbor odpre predsednik društva in ga vodi, dokler občni zbor ne izvoli delovno predsedstvo, ki ga volijo člani iz svoje sredine. Občni zbor izvoli zapisnikarja, dva overitelja zapisnika, tri člane komisije za sklepe in tri

člane kandidacijske ter volilne komisije in druge delovne organe.

Občni zbor posluje po posebnem poslovniku.

Člen 22

Volitve in glasovanja so načeloma tajna, v kolikor občni zbor ne določi drugače. O prenehanju delovanja društva je glasovanje samo tajno in je potrebno, da za sklep glasuje 2/3 vseh članov.

Člen 23

Občni zbor ima naslednje naloge:

- a - sprejema, spreminja in dopolnjuje pravila
- b - imenuje častne člane
- c - odloča o dokončni izključitvi članov
- č - daje smernice in potrjuje program izvršilnega odbora
- d - obravnava poročila izvršilnega in nadzornega odbora
- e - obravnava in odobrava finančno poročilo in sprejema zaključni račun
- f - voli in razrešuje predsednika društva, člane Izvršilnega odbora, nadzornega odbora tovariškega razsodišča in disciplinskega sodišča
- g - sprejema program dela
- h - rešuje pritožbe na odločitve Izvršilnega odbora in Disciplinskega sodišča
- i - imenuje častne člane
- j - pooblasti Izvršilni odbor, da opravlja funkcijo delegacije
- k - sklepa o prenehanju delovanja in združitvi društva
- l - določa članarino

Člen 24

Sklepi občnega zbora so obvezujoči za vse člane. O delu občnega zbora se piše zapisnik, ki ga podpišejo predsednik delovnega predsedstva, zapisnikar in dva overitelja.

Člen 25

Predsednik zastopa društvo in je odgovoren za delo društva.

Sklicuje seje Izvršilnega odbora in Sekretariata ter izpolnjuje naloge, določene s statutom.

2 - Izvršilni odbor

Člen 26

Izvršilni odbor je organ Društva MIDE M ter šteje 15 članov, voljenih na občnem zboru.

Izvršnemu odboru predseduje predsednik društva, ki sklicuje izvršilni odbor najmanj dvakrat letno. Dnevni red mora biti sporočen vsaj 14 dni pred sejo odbora. Vsak član sveta ima pravico, da najpozneje 7 dni po sprejemu dnevnega reda predloži dopolnitev.

Izvršilni odbor je sklepčen, če glasuje za sklep vsaj polovica članov ali pa dvotretjinska večina prisotnih članov.

Člen 27

Izvršilni odbor odgovarja občnemu zboru.

Člen 28

Izvršilni odbor ima naslednje naloge in pravice:

- ☐ skrbi za izpolnjevanje sklepov skupščine
- ☐ pripravlja program delovanja za triletno obdobje, ki ga poda v odobritev občnemu zboru
- ☐ poroča občnemu zboru o delovanju društva
- ☐ pripravlja finančni plan in zaključni račun letnega poslovanja
- ☐ predlaga občnemu zboru o nabavi in odtujitvi društvene imovine
- ☐ pripravlja pravilnike, predsednike komisij in sekcij ter koordinira njihovo strokovno delo
- ☐ tolmači pravila
- ☐ sklicuje redni ali izredni občni zbor v skladu s pravili
- ☐ potrjuje letni strokovni program in daje smernice aktivnosti na posameznih področjih delovanja,
- ☐ odloča o članstvu v društvu MIDE M
- ☐ črta iz članstva člane zaradi neplačane članarine
- ☐ glede na potrebe delovanja društva lahko ustanovi sekcije kot delovna telesa
- ☐ potrjuje organizacijske in strokovne odbore manifestacij
- ☐ kontrolira delovanje strokovnih služb
- ☐ odobrava honorarje in ostale tekoče finančne zadeve
- ☐ voli in razrešuje podpredsednike in tajnike društva ter člana zadolženega za finance
- ☐ voli člane sekretariata
- ☐ potrjuje uredniški odbor in glavnega urednika glasila društva (Informacije) ter časopisni svet.
- ☐ potrjuje sklepe sekretariata in letna poročila sekretariata

3 - Sekretariat

Člen 29

Za uspešno izvajanje tekočih zadev med sejami izvršilnega odbora le-ta izvoli sekretariat, ki ga sestavljajo predsednik društva, dva podpredsednika, tajnik in član, odgovoren za finance.

Člen 30

Seje sekretariata sklicuje predsednik, po pooblastilu podpredsednik. Seje se sklicujejo po potrebi. Sekretariat je lahko razširjen tudi s predsedniki komisij, ki se ustanovijo po potrebi.

Člen 31

Sekretariat rešuje vsa tekoča vprašanja s področja delovanja društva v okviru odločitev in smernic izvršilnega odbora in odgovarja izvršilnemu odboru.

Člen 32

Sekretariat sklepa z večino vseh članov sekretariata ali pa z dvotretjinsko večino prisotnih članov. Sekretariat pripravlja in predlaga:

- ☐ predlaga imenovanje častnih članov
- ☐ pripravlja pravilnike
- ☐ predlaga komisije
- ☐ predlaga sekcije in predsednike sekcij
- ☐ predlaga organizacijske in strokovne manifestacije
- ☐ predlaga časopisni svet, uredniški odbor in glavnega urednika glasila MIDE M
- ☐ predlaga honorarje in ostale tekoče finančne zadeve
- ☐ pripravlja letno poročilo, ki ga potrjuje izvršilni odbor

4 - Nadzorni odbor

Člen 33

Nadzorni odbor voli občni zbor. Sestavljajo ga 3 člani, ki iz svoje sredine izberejo predsednika.

Člen 34

Nadzorni odbor nadzoruje celotno delovanje Strokovnega društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale in izvajanje sklepov organov društva, zakonskih predpisov in določil, kontrolira finančno poslovanje in pravilnost gospodarjenja. Nadzorni odbor poroča občnemu zboru, kateremu je odgovoren ter predlaga razrešnico organov društva.

O pregledu letnega zaključnega računa poroča tudi izvršilnemu odboru. Člani nadzornega odbora imajo na vseh sejah organov društva posvetovalno pravico in so o vseh sejah vnaprej obveščeni. Člani nadzornega odbora ne smejo biti člani izvršilnega odbora in sekretariata.

5 - Tovariško razsodišče

Člen 35

Tovariško razsodišče rešuje spore med člani. Tovariško razsodišče s tremi člani voli občni zbor. Med seboj izberejo predsednika. Razsodišče ima tajnika, ki ni član razsodišča. O svojem delu razsodišče vodi zapisnik.

Sklepi razsodišča morajo biti enoglasni. V primeru, da se enoglasnost ne doseže, sklepa občni zbor.

Pritožbe na sklepe razsodišča rešuje občni zbor, sklepi občnega zbora so dokončni.

Za svoje delo tovariško razsodišče odgovarja občnemu zboru.

6 - Disciplinsko sodišče

Člen 36

O reševanju posameznih zadev izda tovariško razsodišče ustrezne odločbe in sestavi zapisnik. Zoper odločbo tovariškega razsodišča je mogoča pritožba na občni zbor društva v 15 dneh po prejemu odločbe. Odločitev občnega zbora je dokončna.

V. MATERIALNO - FINANČNO POSLOVANJE DRUŠTVA

Člen 37

Materialna sredstva strokovnega društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale so:

- a) premoženje - aktivna imovina
- b) sredstva na podlagi sporazumov
- c) podpore in darila
- d) prihodek, ustvarjen od publikacij, posvetovanj, seminarjev in drugih aktivnosti društva v okviru zakonskih določil in teh pravil
- e) članarine

Člen 38

Premoženje društva sestavljajo vse premočnine in nepremočnine, ki so last društva in so kot take vpisane v inventurno knjigo. S premoženjem društva upravlja izvršilni odbor.

Premočnine se lahko nakupijo ali odtujijo tretjim osebam le na podlagi sklepa seje izvršilnega odbora. O nakupu in odtujitvi nepremočnin društva odloča občni zbor društva.

Člen 39

Materialno in finančno poslovanje mora biti v skladu z načeli, ki veljajo za društva ter z veljavnimi predpisi.

Materialna in finančna evidenca se opravlja po načelih blagajniškega in materialnega poslovanja.

Materialno finančno poslovanje izvaja društvo na temelju vsakoletnega finančnega plana v okviru zakonskih določil.

Vsak član društva lahko zahteva vpogled v finančno in materialno poslovanje društva.

Finančno poslovanje poteka prek tekočega računa pri SDK.

Finančne listine podpisujeta predsednik in član IO za finance.

VI. DELOVNA SKUPNOST

Člen 40

Za pripravljanje in izvrševanje strokovnih, finančnih, tehničnih in ostalih nalog ima društvo lahko delovno skupnost. Formiranje delovne skupnosti, pravice in dolžnosti članov delovne skupnosti se regulirajo s sporazumom, ki je v skladu z zakonom in ga potrdi strokovni svet.

Člen 41

Sredstva za delovanje delovne skupnosti se določajo in zagotovijo iz sredstev društva z letnim planom.

Člen 42

Delovna skupnost, ki jo vodi tajnik, katerega imenuje izvršilni odbor, ni pravna oseba.

Člen 43

Organizacijo in delo delovne skupnosti določa splošni akt, ki ga sprejme strokovni svet in organ delovne skupnosti in mora biti v skladu z zakoni in predpisi tega področja.

Člen 44

Delovanje strokovnega društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale preneha:

- a) s sklepom občnega zbora z 2/3 večino članov
- b) z odločbo pristojnega upravnega organa o prepovedi dela
- c) če pade število članov pod 10

Člen 45

Če društvo MIDE M preneha delovati, preide njegova imovina v upravljanje Elektrotehniški zvezi Slovenije do ponovne ustanovitve društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale ali podobnega strokovnega društva.

Člen 46

Spremembe in dopolnitve teh pravil se izvajajo po istem postopku, kot je določeno za njegovo sprejetje.

Člen 47

Ta pravila so bila sprejeta na občnem zboru dne 01.10.1992.

Tajnik:
Pavle Tepina

Predsednik:
Rudi Ročak

VESTI

Novosti iz Republike Slovenije

DOSEŽKI

Stari proizvodni program lechlanche baterij R6, R14 in R20 po svoji kakovosti ni dajal več realnih možnosti za povečanje prodaje na domačem trgu, niti na tujem tržišču.

Zato je bilo nujno potrebno pričeti z inovacijsko nalogo, ki je bila opredeljena v projektu **hermetiziranih baterij**. Osnovna naloga projekta HEBA (hermetizirana baterija) je bila uvedba novih izdelkov, ki se morajo po kakovosti uvrstiti v višji kakovostni razred, s poudarkom na popolni zaščiti pred iztokom, povečani kapaciteti baterij za zahtevnejše uporabnike in možnosti daljšega roka skladiščenja baterij.

Zaradi spremenjenega tehnološkega postopka je bilo za izdelavo baterij potrebno razviti in izdelati povsem novo strojno opremo in sicer za vsak tip baterije po eno linijo, sestavljeno iz 10 do 12 strojnih enot.

Konstrukcija nove opreme je zasnovana na načelu kontinuiranega sistema delovanja. To pomeni, da se vse operacije izvajajo med gibanjem, kar omogoča mnogo višje hitrosti delovanja. Trenutno je linija R6 sinhronizirana na 170 baterij na minuto, možne pa so tudi višje hitrosti. Delovanje celotne linije je krmiljeno z mikroprocesorji. Programska oprema za krmiljenje je v celoti izdelana v Zmaju.

Ta objekt predstavlja po obsegu in po zahtevnosti največji dosežek strojogradnje v zgodovini Zmaja.

Cilji projekta so poleg doseganja predvidene kvalitete vključevali tudi povečanje produktivnosti na linijah za približno 30% in zmanjšanje potrebne tlorisne površine za približno 50%.

Vir: **Jože Štemberger, dipl.ing., ISKRA IEZE, RO ISKRA Batrije Zmaj, d.o.o., tel: 061/12-511**

SLOVENIJA NA HANNOVER MESSE 92 INDUSTRIE

Pod pokroviteljstvom Ministarstva za nauku i tehnologiju Republike Slovenije učestvovalo je na ovogodišnjem industrijskom sajmu u Hannover-u 13 organizacija iz Republike Slovenije. One su izložile ukupno 35 različitih proizvoda.

S najviše izložaka, ukupno 8, bio je zastupljen Institut Jožef Stefan iz Ljubljane. Druga po broju izložaka, ukupno 4, bila je Data merilni sistemi-DMS, d.o.o. z Golnika.

Ostali su izlagali 1 ili 2 proizvoda. Izuzetak je INEA iz Domžala s 3 proizvoda.

Bilo je izloženo 6 ekspanata sa područja medicinske elektronike, 3 ekspanata iz područja upravljanja u industriji, 4 uređaja za motrenje utjecaja termo i nuklearnih elektrana na okolinu. Elektronički mjerni uređaji različitih namjena bili su zastupljeni s 6 ekspanata. Bilo je također izloženo 5 novih materijala. Četiri izložka moglo bi se razvrstati u elektroničke elemente, a tri u elektroničke uređaje različitih namjena. Nije izostao ni softver. Bila su prikazana 4 programa specifičnih namjena.

TEHNOLOŠKE NOVOSTI

Iz časopisa "ELECTRONIC DESIGN" prenosimo nekoliko tehnoloških novosti za koje smatramo da će biti zanimljive našim čitaocima:

Fiducial Mark Standard Smoothes SMD Placement

A major step in the standardization of surface mounted assembly processing has occurred in the form of a fiducial mark standard. The Surface Mount Equipment Manufacturers Association (SMEA), Laffayette Hill, Pa., has issued its document 3.1 on the subject, which provides common measurable points for all steps in pc board assembly process. Compliance with the standard's requirements will allow each piece of equipment used for surface mount technology assembly to accurately locate component land patterns. Topics covered in the standard include global and fiducials, fiducial mark design, clearances, base materials, and more.

Contact Judith Ginsberg at (215)825 1008 for a copy of the document.

First Alternative To 486 Coming From AMD

Although the 80486 microprocessor family has been sole-sourced since its inception by Intel Corp., Santa Clara, Calif., the first alternative to the family, the AM486 series, has now been developed by Advanced Micro Devices Inc., Sunnyvale, Calif. As with its 386 compatible family, AMD's designers create direct replacements for Intel's microprocessor that rely on the same microcode as the Intel original chips. (The use of Intel's microcode continues to be the subject of a major lawsuit between the two companies. Intel claims that AMD has no right to use the code, while AMD claims it does based on an

earlier licensing accord that allowed them to copy most Intel microcode in x86 family members.)

Like the 386-compatible chips, the forthcoming Am486 chips with 25-, 33-, and 50-MHz versions use full-static CMOS logic. Thus, the clock can be stopped or slowed to any speed to minimize power consumption during low-activity periods. The triple-level-metal 0.7µm process used to build the Am486 series keeps the chips performance-competitive and their size-cost-effective. Low-voltage versions, which can run from 3.3 V supplies, will also be available as an option. The 486DX chips come in pin-grid-array packages. A-25 MHz 486SX version will be offered in either PGA or plastic surface-mountable packages. CPU samples are expected in the mid to late third quarter, with production slated for the late fourth quarter. Low-voltage Am486DXLV processor samples will be released in the fourth quarter of this year. Coupled with the release of the Am486 family is a 33 MHz-version of 386 SX/SXL and a 40-MHz version of the Am386 DX/DXL that's housed in a space-saving 132-lead plastic surface-mountable package. In 1000 units lots, 386SX-33 sells for \$76 each, and the 386DX-40 sells for \$114 each. Prices for the 486 family will be released this summer. For more information, contact AMD at (408)732 2400.

IC FM Receivers Target Low Power Systems

Equipment designers can drastically cut size and power consumption of portable communication systems, such as wireless LANs and cellular and cordless telephones, with two single-chip FM receiver ICs developed by Philips Semiconductors, Eindhoven, the Netherlands. The company claims that its NE606 and NE607 are the industry's most advanced single-chip solutions for F mixer-IF systems. The ICs, which typically hold off-chip components, reduce pc-board area by as much as 15%, cut current drain from 5.8 to 3.4 mA, and lower supply

voltages from 5 to 3 V. In addition their shrink- small-out-line package, or SSOP (the SSOP is the world's smallest commercial 20-pin package), is only one-third the size of a conventional receiver IC in a small-outline-large package (SLOP). Each IC has a mixer/oscillator, dual op amps, IF amplifiers, a limiter amplifier, a voltage regulator, and a quadrature detector. An on-chip logarithmic receiver-signal-strength indicator can be configured as a feedback network to check incoming signal strength and adjust transmit power accordingly to ensure reliable communications. The 607 also includes an automatic frequency control pin to stabilize the IF in narrow-band applications. Production quantities of the NE606 and NE607 are available in SSOPs, DIPs, and SOLPs. Prices depend on the importing country.

Sensors Use Thin Film With Shape Memory

A proprietary sputtering technique developed by the TiNi Alloy Co., Oakland, Calif., deposits films of nickel-titanium alloy with shape memory on to various substrates. Films have been produced on both glass and silicon, in thicknesses ranging from 2000 Å to 50 µm. The alloy has the unique property of assuming its original shape upon application of electrical power after it's deformed by an external force. The principle behind the shape-memory effect is the temperature-dependent change in the material's crystal structure. In a pneumatic-valve application, for example, the shape memory film is deformed by a constant air pressure to seat against a valve orifice. Valve opening and closure occurs in 15 ms. Other applications under development are Schottky-junction sensors and two state microscopic elements for optical storage. For other information, call John Busch, (415)658 3172.

Novosti iz AMS

Iz AMS Direct prenosimo informaciju
"New AMS LD/MF Feature Dialler Pair with Melody Generator and Memory"

Austria Mikro Systeme International GmbH announces the immediate availability of the AS2576/8, a versatile LD/MF dialler/controller pair with a 2-wire serial interface to an EEPROM. The main functions of the AS2576/8 are LD/MF dialling, melody generation, ring frequency discrimination and memorization. The AS2576 and AS2578 are fully plug-in compatible, i.e. the same PCB can be used for both devices-with the difference that the AS2576 has last number redial memory and the AS2578 can store up to 13 numbers.

Request a free data sheet by contacting your local AMS Sales Office or AMS Corporate Communications,

Schloss Premstätten, A-8141 Unterpremstätten, Austria.

AMS Expands Submicron Wafer Processing Capacity

The very favourable business development during the first quarter of 1992 has prompted Austria Mikro Systeme International GmbH to install a further wafer stepper for submicron processing capabilities. This new generation wafer stepper which uses menu-driven software and a 16-bit minicomputer with a 70 MB hard disk guarantees high flexibility and efficiency in handling low and high volume ASIC production. It further represents an advanced tool for future R & D projects.

The stepper has processing capabilities down to 0.65 micron, which means that AMS is ready and prepared to take on the challenge of developing processes in even smaller submicron technologies than AMS' current 0.8 micron CMOS process.

For the new manufacturing line - and additional to the submicron wafer stepper - the photo bay and clean room facility had to be increased in size accordingly. The new installations will be operative from July 1992 onwards.

AMS' independent process development through its own R & D department was founded in 1988 and the company has since invested an average of 12% of its annual revenues into research and development. The submicron stepper and developer and upgrades to the clean rooms represent a significant part of the company's investment.

Mr. Horst Gebert, President of AMS, commented: "This investment into state-of-the-art processing equipment is a further step towards guaranteeing AMS' future in keeping the company ahead in providing most advanced ASICs to the telecommunications, automotive and industrial markets."

Which technical books are the most popular in Silicon Valley?

ELECTRONICS:

1. **Art of Electronics**, 2nd ed., by Paul Horowitz and Winifred Hill, Cambridge University Press, 1989. \$54.50.
2. **C Language Algorithms for Digital Signal Processing** by Paul Embree and Bruce Kimble. Prentice Hall, 1990. \$55.
3. **Noise reduction Techniques in Electronic** by Henry Ott. Wiley, 1988. \$47.95.

4. **Switching Power Supply Design** by Abraham Pressman. McGraw Hill, 1991. \$49.95.

5. **Spice for Circuits and Electronics Using PSpice** by Mohammed Rashid. Prentice Hall, 1990. \$55.

COMPUTER SCIENCE

1. **C++ Programming Language**, second edition, by Bjarne Stroustrup. Addison Wesley, 1991. \$ 34.50.

2. **C++ Primer, second edition**, by Stanley Lippman, Addison Wesley, 1991. \$32.25.

3. **Mofit Programming Manual**, vol. 6, by Dan. Heller. O'Reilly, 1991. \$ 34.95.

4. **C Programming Language**, by Brian Keringan and Dennie Ritchie. Prentice Hall, 1989. \$ 33.50.

5. **Unix System Administration Handbook** by Evi Nemeth, Garth Snyder, and Scott Seebass. Prentice Hall, 1990. \$34.5.

This list is compiled for **Electronic Design** by Stacey's Bookstore, 21 University Ave., Palo Alto, CA 94301; (415)326 0681; fax (415)326 0693.

MALE IDEJE VELIKE KORISTI

(Primjeri iz prakse)

Objavljujemo nekoliko praktičnih aplikacija, koje smo preuzeli iz časopisa "Electronic Design". Nadamo se da će izabrani primjeri zainteresirati naše čitaoce.

AC pojačalo za vrlo niske frekvencije

John Dunn, 181 Marion Avenue, Merrick, NY 11566, objavio je sklop AC pojačala koje može pojačavati vrlo niske frekvencije. Uobičajeni način izvedbe nisko-frekventnih pojačala zahtijeva korištenje vrlo velikih kapaciteta. Ako se međutim upotrijebi konvertor s negativnim otporom moguće je izvesti pojačalo s ekstremno niskom donjom frekvencijom uz korištenje umjereno

velikog kapaciteta. Pri tome je moguće nezavisno podešavanje ulaznog otpora i pojačanja sklopa.

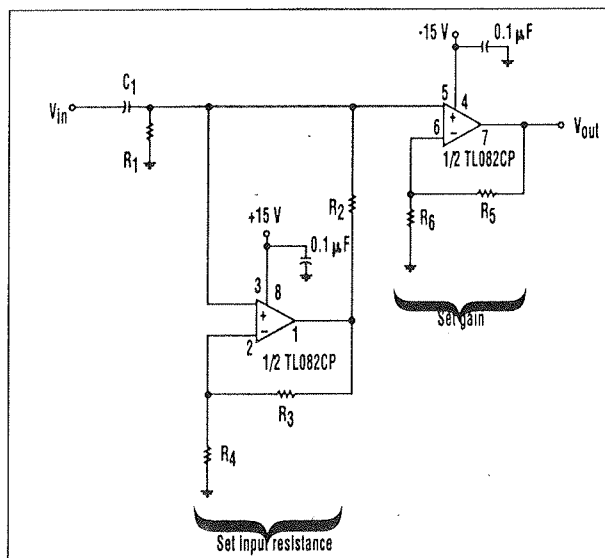
Shema pojačala prikazana je na slici. Prvi stupanj dvo-stepenog pojačala je konvertor s negativnim otporom. Na njemu se podešava ulazni otpor i donja granična frekvencija. Na drugome stupnju podešava se pojačanje.

$$\text{Ulazni otpor } R_{in} = R_1 R_2 R_4 / (R_2 R_4 - R_1 R_3)$$

$$\text{Donja granična frekvencija } f_{co} = 1 / (2\pi R_{in} C_1)$$

$$\text{Pojačanje } G = (R_5 + R_6) / R_6$$

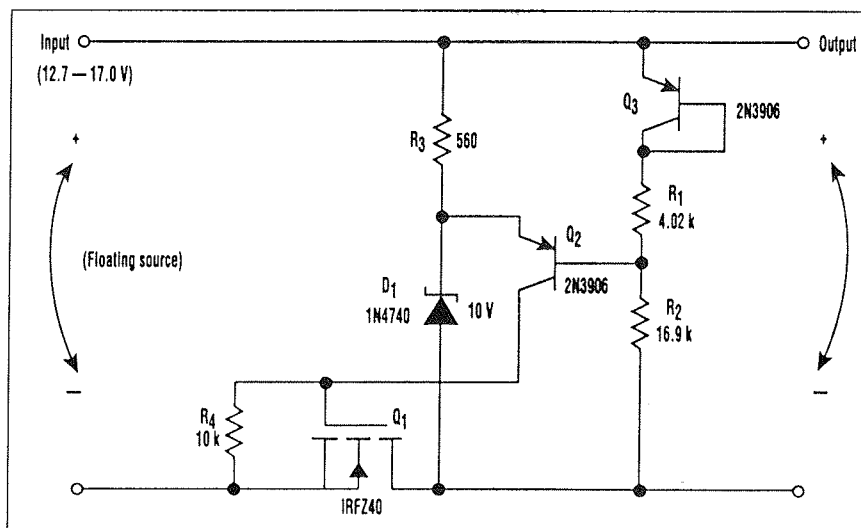
Uz $R_1 = R_2 = 100 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 97.6 \text{ k}\Omega$ i $C_1 = 0.1 \mu\text{F}$ ulazni otpor će biti oko $4 \text{ M}\Omega$, a donja granična frekvencija oko 0.4 Hz . Gornja granična frekvencija ovisiti će uglavnom o karakteristikama upotrebljenog pojačala.



Serijski stabilizator s malim padom napona

Scott Ellington iz "Space Science and Engineering Center", Univ. of Wisconsin, objavio je sklop serijskog stabilizatora napona kojega je shema prikazana na slici. Karakteristika je sklopa da kod opterećenja od 20 A ima minimalni pad napona od svega 0.7 V . Ovo je naročito važno kod uređaja napajanih iz baterija, jer omogućuje bolje iskorištenje kapaciteta baterije.

Spomenutu karakteristiku sklop zahvaljuje N kanalnom MOSFET tranzistoru koji je upotrebljen kao serijski regulacijski element. Inače shema cijeloga sklopa je uobičajena. Tranzistor Q_3 stavljen je da bi kompenzirao temperaturne promjene prelaza emiter baza tranzistora Q_2 .



Ako se želi stabilizator pozitivnog napona potrebno je umjesto N kanalnoga upotrijebiti P kanalni MOSFET, umjesto PNP tranzistora NPN tranzistore. Treba na-

pomenuti da će na P kanalnom MOSFET-u biti pad napona nešto veći, nego na N kanalnom.

Pretvorba osciloskopa u "Curve Tracer"

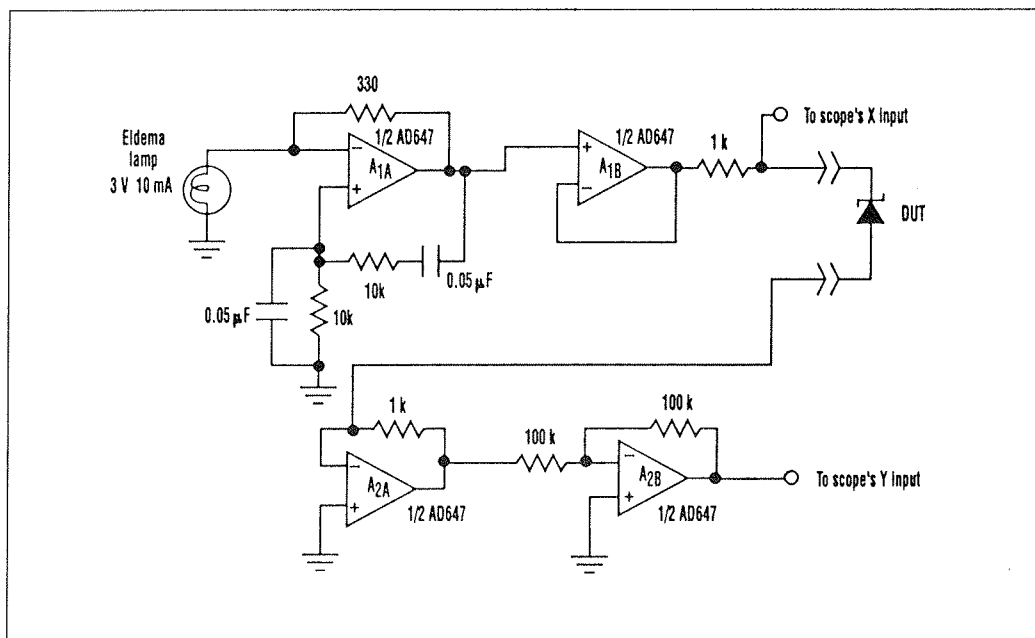
Lester R. Orense iz "Alegro Microsystems Philippi-ness, Inc." Sampaguita St. Marimar Village, Paranaque, Metro Manila objavio je jednostavan, jeftin i široko upotrebljiv elektronički sklop pomoću kojega obični osciloskop pretvaramo u "curve tracer".

Shema sklopa prikazana je na slici. Sklop je sastavljen od dva dvostruka operaciona pojačala i nekoliko pasivnih elemenata. Pojačalo A_{1A} spojeno je kao sinusni oscilator frekvencije 300 Hz i amplitude +/- 10 V. Preko

pojačala A_{1B} sinusoidalni signal šalje se na ispitivani element i na X ulaz osciloskopa.

Pojačalo A_{2A} radi kao strujno naponski pretvarač koji struju ispitivanog elementa pretvara u napon. Pojačalo A_{2B} spojeno je kao inverter, a izlaz pojačala spojen je na Y ulaz osciloskopa.

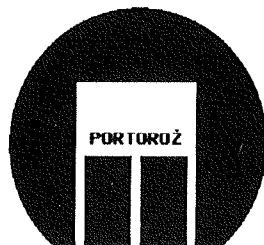
Opisani sklop je pogodan za pronalaženje pokvarenih elemenata u elektroničkim modulima i uređajima.



MIEL-SD 92, PROGRAM

20th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
MICROELECTRONICS, MIEL92

28th SYMPOSIUM ON DEVICES AND
MATERIALS, SD92



MIEL-SD 92

ADVANCE PROGRAMME

September 30 - October 2, 1992
PORTOROŽ, SLOVENIA

ORGANISER

MIDEM - Society for Microelectronics, Devices and Materials, Ljubljana, Slovenia

SPONSOR

Ministry of Science and Technology of Republic Slovenia

Iskra SEMICON d. d. Trbovlje, Slovenia

IEEE - Slovenian Section

PROGRAMME COMMITTEE

MIEL92

Slavko Amon, Slovenia
Franc Jan, Slovenia
Giovanni Soncini, Italy
Tomislav Švedek, Croatia

SD92

Marko Hrovat, Slovenia
Marička Kosec, Slovenia
Radomir Kuželj, ČSFR
Meta Limpel, Slovenia
Alenka Rožaj-Brvar, Slovenia
Anton Zalar, Slovenia

ORGANISING COMMITTEE

Jasminka Čupurdija, Croatia
Miran Kramberger, Slovenia
Rudi Ročak, Slovenia
Staša Jagodic, Slovenia

GENERAL INFORMATION

The 20th conference on microelectronics MIEL92 continues the tradition of the annual international conferences organised by MIDEM, Society for Microelectronics, Electronic devices and Materials, Ljubljana. The conference is organised this year jointly with the 28th Symposium on Devices and Materials, SD92, another annual meeting of the same Society.

Both conferences are well known through the distinguished guest speakers. Several hundred scientists from all over the world took parts on the MIEL conferences in the past, when Yugoslavia represented a bridge between West and East, between North and South. This goal of connection and building of friendship between the scientists and their companies remains the keystone of the organiser.

PREPARATION OF THE PAPERS

The papers have to be prepared on maximum **6 pages A4 format**, ready for reproduction in the Proceedings.

RECEIPT DEADLINE

Deadline for the manuscript of the paper is **September 1st**.

CONFERENCE PROCEEDINGS

Invited papers and accepted papers will be published in the conference proceedings distributed at the conference registration.

LANGUAGE

Official conference language is English.

REGISTRATION

The registration fee is USD 300. Members of MIDEM sponsors have a 30% discount, society members 50%. The fee includes free access to all conference events, including welcome cocktail party and the conference dinner on October 1st.

An information and registration desk will be open from Wednesday to Friday from 8:00 hrs to 18:00 hrs, and also Tuesday from 17:00 hrs to 21:00 hrs.

CONFERENCE VENUE

The conference will be held from September 30th to October 2nd, at Hotel Bernardin, Portorož, Slovenia.

TRAVEL AND HOTEL ACCOMMODATION

You can arrive to Portorož, Slovenia by plane to the airports of Trieste or Ljubljana. There are bus departures from corresponding bus stations to Portorož almost

every hour during the day. For your convenience a road map is enclosed to this programme.

We recommend accommodation in hotel Bernardin, where conference takes place. The price list and prospect are enclosed.

The room reservation has to be made directly to:
Emona-Bernardin hotels Ltd.
Obala 2
66320 Portorož, Slovenia
fax.: 066-76481, tel.: 066-75271 or 066-75771,
twx.: 34255 hotber

SOCIAL EVENTS

In addition to the cocktail party on Wednesday, September the 30th and the conference dinner on Thursday, October the 1st, a trip in the surroundings of Portorož will be organised on Saturday the 3rd if enough interest will be shown by the participants of the conference.

CONFERENCE PROGRAMME

Welcome and opening of the conference by Minister for Science and Technology of Republic Slovenia on September 30th at 9:00 hrs.

INVITED PAPERS

J. W. CICOGNANI, E. GRAMEGNA
DU PONT de NEMOURS INT. SA
SUISE

HYBRID CERAMIC CIRCUITS: FACING THE CHALLENGE FOR FUTURE HIGH DENSITY, HIGH PERFORMANCE APPLICATIONS.

G. IANNUZZI
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS, CENTRAL R&D TECHNOLOGY
ITALY

ULSI/VLSI TECHNOLOGY DEVELOPMENT IN THE FRAME OF EUROPEAN COOPERATION.

M. KOSEC
J. STEFAN INSTITUTE
SLOVENIA
ELECTROOPTIC CERAMICS

G. RANDONE
ITALTEL, CENTRAL RESEARCH LABORATORIES
ITALY
OPTICAL COMPONENTS AND TECHNOLOGIES FOR BROADBAND TELECOMMUNICATIONS

H. K. PULKER
BALZERS AG
LIECHTENSTEIN
REACTIVE PHYSICAL VAPOR DEPOSITION PROCESSES

M. RUDAN, A. GNUDI, M. C. VECCHI, G. BACCARANI
UNIVERSITY OF BOLOGNA, ELECTRONIC DEPT.
ITALY
EXTENDED-RANGE APPLICATIONS OF A DEVICE-ANALYSIS CODE

MIEL SESSION ON DEVICE PHYSICS

P. POPOVIĆ, J. FURLAN, F. SMOLE
FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA
THE EFFECT OF NONUNIFORM DEPOSITION OF a-Si ON THE EFFICIENCY OF SERIES OR PARALLEL TANDEM STRUCTURES

E. BASSANESE, J. FURLAN
FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA
DOS EVALUATION BY TRANSIENT PHOTO-CONDUCTIVITY FROM STEADY-STATE IN a-Si

I. SKUBIC, J. FURLAN
FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA
A NEW APPROACH FOR DOS EVALUATION IN LOW CONDUCTING MATERIALS WITH TRAPS BASED ON SCLC CONDUCTION AND C-V MEASUREMENTS

V. OBREJA
ICCE, R&D INSTITUTE FOR ELECTRONIC COMPONENTS
BUCHAREST, ROMANIA
EXPERIMENTAL DISPROOFS IN RELATION TO THE CURRENT VOLTAGE CHARACTERISTIC THEORY OF A SEMICONDUCTOR pn JUNCTION

S. OŽBOLT, L. TRONTELJ
FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA
SENSITIVITY OF P- AND N-CHANNEL MOSFETS TO G-IRRADIATION

L. FEDICHKIN, V. FEDIRKO, V. V'YURKOV
*INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY,
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
MOSKOW, RUSSIA*
QUANTUM BALLISTIC CHANNEL CURRENT INSTABILITY

M. ERSHOV, V. RYZHII
*INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY,
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
MOSKOW, RUSSIA*
**ELECTRON TRANSPORT CHARACTERISTICS OF
SI AND SIGE STRAINED LAYERS**

MIEL SESSION ON INTEGRATED CIRCUITS

J. TRONTELJ ml., D. RAIČ
*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*
**AUTOMATIC SYNTHESIS OF CIRCUIT SCHEMATICS
FROM STANDARD SPICE FILES**

S. STARAŠINIČ*, A. MARN**, V. RIBNIKAR***
**FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
**ISKRA TERMINALI, KRANJ SLOVENIA
***ISKRA ŠTEVCI, KRANJ SLOVENIA
LJUBLJANA, SLOVENIA*
**DESIGN CONSIDERATION FOR HIGH Q BANDPASS
FILTER**

S. STARAŠINIČ, J. TRONTELJ, L. TRONTELJ
*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*
**NOISE CHARACTERIZATION OF BASIC BUILDING
BLOCKS IN SWITCHED CAPACITOR CIRCUITS**

W. KAUSEL
*SEMCOTEC
VIENNA, AUSTRIA*
HCMOS FOUR CHANNEL COMBO

R. BABIČ, M. SOLAR, A. VESENJAK
*TEHNIŠKA FAKULTETA MARIBOR
MARIBOR, SLOVENIA*
**THE FIR DIGITAL FILTER MODULE IN DISTRIBUTED
ARITHMETIC STRUCTURE**

I. S. KOLEV
*HIGHER MECHANICAL AND ELECTRICAL
INSTITUTE
GABROVO, BULGARIA*
**CONTROL OF POWER MOS TRANSISTORS WITH
DIGITAL OPTRON INTEGRATED CIRCUITS**

L. TRONTELJ*, I. OREL**, S. ERZIN**, I. ZELINKA**
**FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA
**ISKRA TEL
KRANJ, SLOVENIA*
**ULT - MIXED ANALOG/DIGITAL ASIC FOR SI2000
SLIC**

T. PLETERŠEK, J. TRONTELJ, L. TRONTELJ
*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*
**HIGH SPEED SAMPLE AND HOLD AMPLIFIER WITH
SYNCHRONOUS RECTIFYING**

K. M. AL-RUWAIHI, F. A. SOLIMAN
*DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING,
COLLEGE OF ENGINEERING
UNIVERSITY OF BAHRAIN, STATE OF BAHRAIN*
PROGRAMMABLE ASTABLE MULTIVIBRATOR

A. ŽEMVA, B. ZAJC
*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*
NEW DEVICES AND CIRCUIT DESIGN, CAD

S. GRUDEN, B. ZAJC
*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*
**ANALOG ACTIVE FILTER FOR MID-HIGH FRE-
QUENCIES WITH PROGRAMMABLE PASSBAND**

M. LEBAN, B. ZAJC
*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*
**INFLUENCE OF HEURISTIC LOGIC MINIMIZATION
ON DESIGN OF MULTILEVEL DIGITAL INTE-
GRATED CIRCUITS**

MIEL SESSION ON MODELING

I. MACAROL

*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*

FOLISE- PROJECTION PRINTING SIMULATION

H. FISCHER, A. WILD

*MOTOROLA GMBH
MUNICH, GERMANY*

MODELLING METASTABLE STATES IN ASIC

F. RUNOVČ

*FACULTY OF NATURAL SCIENCE AND
TECHNOLOGY, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*

**INTEGRATION OF SOFTWARE TOOLS FOR TCAD:
A WORKSTATION APPROACH**

S. SOKOLIĆ, D. KRIŽAJ, F. SMOLE, S. AMON

*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*

QUASI 3D MODELLING OF a-Si:H SOLAR CELL

M. TOPIČ, F. SMOLE, J. FURLAN

*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*

**COMPUTER MODEL FOR THE SIMULATION OF
AMORPHOUS SILICON SOLAR CELL STRUC-
TURES**

S. OSSIKOVSKA, B. NENKOVA

*CENTRAL LABORATORY OF CONTROL SYSTEMS
SOFIA, BULGARIA*

**PHYSICAL MODELLING OF FAILURES, ARISING
UNDER THE DESTRUCTIVE FACTORS INFLUENCE
ON THE SEMICONDUCTOR DEVICES**

V. ŠUNDE

ZAGREB, CROATIA

**MACROMODEL OF VOLTAGE CONTROLLED OS-
CILLATOR FOR MONOLITHIC INTEGRATED CIR-
CUIT**

MIEL SESSION ON SEMICONDUCTOR DEVICES

M. KRAMBERGER, I. POLANC

*ISKRA SEMICON
TRBOVLJE, SLOVENIA*

ADVANCED STRUCTURE OF RECTIFYING DIODE

V. RYZHII, G. KHRENOV, I. KHMYROVA

*INSTITUTE OF PHYSICS AND TECHNOLOGY,
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
MOSKOW, RUSSIA*

**ELECTRICAL AND OPTICAL SWITCHING OF BI-
STABLE BIPOLAR TRANSISTOR**

P. GODIGNON, D. FLORES, J. REBOLLO, J. MILLAN

*CENTRO NACIONAL DE MICROELECTRONICA
BARCELONA, SPAIN*

**MODIFIED IBT STRUCTURE WITH EMITTER-TO-
BASE SHUNT RESISTOR**

P. GODIGNON, D. FLORES, J. REBOLLO, J. MILLAN

*CENTRO NACIONAL DE MICROELECTRONICA
BARCELONA, SPAIN*

**STUDY OF THE VERTICAL INSULATED BASE
TRANSISTOR**

Y. WANG*, U. HILLERINGMAN**, W. R. FAHRNER*,
K. GOSER**

**UNIVERSITY OF HAGEN*

***UNIVERSITY OF DORTMUND*

HAGEN, DORTMUND, GERMANY

**EDGE-EFFECT OF MOS STRUCTURE WITH A
STEPPED OXIDE AS CHARACTERIZED BY ADMIT-
TANCE MEASUREMENTS**

J. TRONTELJ, V. KUNC, TRONTELJ

*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*

**LATCH-UP PREVENTION AT HIGH VOLTAGE SUP-
PLY TRANSIENTS**

MIEL SESSION ON TECHNOLOGY

M. MAČEK*, AL V. KORDESCH**

**FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*

***IMP, SAN HOSE, CA 95134, USA*

**EFFECTS OF DIFFERENT PROCESS STEPS ON
THE GATE OXIDE QUALITY**

M. MAČEK*, AL V. KORDESCH**

**FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA
LJUBLJANA, SLOVENIA*

***IMP, SAN HOSE, CA 95134, USA*

**WAFER LEVEL ACCELERATED ELECTROMIGRA-
TION TEST**

A. ZALAR^{*}, F. PIMENTEL^{**}, S. HOFMANN^{**}, D. KOHL^{**},
P. PANJAN^{***}, B. PRAČEK^{*}
**INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO TEHNIKO*

LJUBLJANA, SLOVENIA

***MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR*

METALLFORSCHUNG

INSTITUT FÜR WERKSTOFFWISSENSCHAFT,

STUTTGART, GERMANY

****INŠTITUT JOŽEF ŠTEFAN,*

LJUBLJANA, SLOVENIA

**A STUDY OF THERMALLY FORMED SILICIDES IN A
Ni/Cr/Si MULTILAYER STRUCTURE**

A. CVELBAR, B. NAVINŠEK, P. PANJAN

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

**OXIDATION OF NITRIDE THIN FILMS IN TEMPERA-
TURE RANGE 100-450stC**

M. GODEC, P. PANJAN, B. NAVINŠEK

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

STUDY OF TiSi₂ GROWTH

T. ATHANAS^{*}, I. ŠORLI^{**}

** SEMCOTEC*

WIEN, AUSTRIA

*** MIKROIKS d. o. o.,*

LJUBLJANA, SLOVENIA

**MIXED PROCESS TECHNOLOGY FOR ASIC DE-
VICES**

D. BOLLMANN, G. NEUMAYER, K. HABERGER

*FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLID STATE
TECHNOLOGY*

MUNICH, GERMANY

**SHALLOW DOPING PROFILES PRODUCED WITH
PULSED LASERS**

D. RESNIK, D. VRTAČNIK, U. ALJANČIČ

*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA*

LJUBLJANA, SLOVENIA

**SURFACE SMOOTHNESS OF ANISOTROPICALLY
ETCHED (100) SILICON**

U. ALJANČIČ, D. VRTAČNIK, S. AMON

*FACULTY OF ELECTRICAL AND COMPUTER
ENGINEERING, UNIVERSITY OF LJUBLJANA*

LJUBLJANA, SLOVENIA

**OPTIMIZATION OF DIFFUSED RESISTORS IN PIE-
ZORESISTIVE SILICON PRESSURE SENSORS**

Z. ZUPANČIČ, M. KRAMBERGER

ISKRA SEMICON

TRBOVLJE, SLOVENIA

**HIGH PRODUCTIVE TECHNOLOGY FOR ZENER
DIODES**

M. ŠVAL, J. MLAKAR

ISKRA - ELEKTROZVEZE

LJUBLJANA, SLOVENIJA

**MINIATURE MICROWAVE HYBRID INTEGRATED
CIRCUITS**

**SD SESSION ON ELECTRONIC CERAMICS,
METALS AND COMPOSITES**

J. HOLC, J. SLUNEČKO, M. HROVAT

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

**TiO₂/Nb₂O₅ MATERIALS FOR BULK AND THICK
FILM HUMIDITY SENSORS**

S. BESENIČAR, J. HOLC, G. DRAŽIČ, B. SAJE^{*}

J. STEFAN INSTITUTE

ISKRA MAGNETI

LJUBLJANA, SLOVENIA

**THE INFLUENCE OF ZrO₂ ADDITION ON THE
PHASE COMPOSITION IN Nd-Dy-Fe-B SYSTEM**

A. ŽNIDARŠIČ, M. LIMPEL, M. DROFENIK^{*}

ISKRA FERRITE FACTORY

**J. STEFAN INSTITUTE*

LJUBLJANA, SLOVENIA

**INFLUENCE OF Ta₂O₅ ON THE MICROSTRUCTURE
IN LOW LOSS POWER FERRITES**

Z. ŽIVIČ, M. KOSEC^{*}, M. TRONTELJ^{*}

KEKO d. d., ŽUŽEMBERK, SLOVENIA

J. STEFAN INSTITUTE, LJUBLJANA, SLOVENIA

**PROPERTIES OF 4 VOLT MULTILAYER CHIP VARI-
STOR**

A. ŽIVIČ, V. LAKNER

ISKRA FERITI

LJUBLJANA, SLOVENIA

**RELATION BETWEEN CALCINATE AND MILLED
POWDER PARAMETERS AND MAGNETIC
PROPERTIES OF HIGH PERMEABILITY Mn-Zn FER-
RITES**

B. MALIČ, M. KOSEC

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

ANALYSIS OF THERMAL DECOMPOSITION OF DIFFERENT Pb-Zr ALKOXIDE DERIVED PRECURSORS

M. JENKO, F. VODOPIVEC, A. OSOJNIK, B. PRAČEK

INSTITUTE OF METALS AND TECHNOLOGIES

*INSTITUTE FOR ELECTRONICS AND VACUUM TECHNIQUE

LJUBLJANA, SLOVENIA

AES STUDIES OF ANTIMONY SURFACE AND GRAIN BOUNDARY SEGREGATION OF NON ORIENTED ELECTRICAL SHEETS

R. KUŽEL, J. KUBAT*, J. PROKEŠ, I. KRIVKA, C. KLASON**, O. STEFAN

FACULTY OF MATHEMATICS AND PHYSICS, CHARLES UNIVERSITY

PRAGUE, CZECHOSLOVAKIA

*DEPT. OF POLYMERIC MATERIALS, CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

GOTHENBURG, SWEDEN

**DEPT. OF PRODUCTION AND MATERIALS ENGINEERING, POLYMER CENTRE

UNIVERSITY OF LUND, LUND, SWEDEN

POLYMERIC MATERIALS AND COMPOSITES FOR MICROELECTRONICS

Z. RAJILIĆ, D. LJ. MIRJANIĆ

FACULTY OF TECHNOLOGY, UNIVERSITY OF BANJALUKA

BANJALUKA, BOSNIA AND HERCEGOVINA

CRITICAL CURRENT DENSITY OF THE HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTORS

J. A. ADELL, M. MOLINA, J. M. CAVERO

REALIBILITY AND MATERIALS DIVISION

TELEFONICA INVESTIGACION Y DESARROLLO

MADRID, SPAIN

ADHESIVES FOR ELECTRONIC APPLICATION

B. JENKO, A. PAULIN*

INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO TEHNIKO

LJUBLJANA, SLOVENIA

*TECHNICAL FACULTY, UNIVERSITY OF MARIBOR

MARIBOR, SLOVENIA

A NOVEL APPROACH TO GUIDE CHARGED PARTICLES

SD SESSION ON THICK FILMS

D. ROČAK, D. BELAVIČ, F. JAN

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

QUALITY TESTING OF ELECTRONIC CIRCUITS REALIZED IN SURFACE MOUNT TECHNOLOGY ON THICK FILM SUBSTRATE AND PRINTED CIRCUIT BOARD

M. HROVAT, D. BELAVIČ, A. MARKOŠEK

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

PROPERTIES OF THICK FILM NTC RESISTORS FIRED ON OR UNDER MULTILAYER DIELECTRICS

M. HROVAT, D. BELAVIČ, S. ŠOBA, A. MARKOŠEK

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

THICK FILM RESISTOR MATERIALS FOR STRAIN GAUGES

M. HROVAT, D. BELAVIČ, A. MARKOŠEK

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

CHARACTERISTICS OF THICK FILM NTC/RESISTORS COMBINATIONS

JOSE M. CAVERO, E. MINO

TELEFONICA INVESTIGACION Y DESARROLLO

MADRID, SPAIN

ANALYSIS OF THE SENSITIVITY OF THICK FILM RESISTORS TO SURGE VOLTAGE

R. KUŽEL, J. KUBAT, Z. VOTRUBA

FACULTY OF MATHEMATICS AND PHYSICS, CHARLES UNIVERSITY

PRAGUE, CZECHOSLOVAKIA

POLYMERIC COMPOSITES FOR THICK FILM RESISTOR PREPARATION

SD SESSION ON THIN FILMS, SURFACES AND INTERFACES IN ELECTRONIC DEVICES

A. KANDUŠER, D. MANDRINO, M. KOSEC, P. PANJAN,

B. B. LAVRENČIČ

J. STEFAN INSTITUTE

LJUBLJANA, SLOVENIA

FERROELECTRIC LiTaO₃ THIN FILM ANNEALED IN THE ELECTRIC FIELD

T. BELTRAM, G. DRAŽIČ, M. KOSEC,
J. STEFAN INSTITUTE
LJUBLJANA, SLOVENIA
**CRYSTALLIZATION OF SOL-GEL DERIVED PLZT
THIN FILMS**

M. TASEVSKI*, K. POŽUN**
*SATURNUS - AVTOOPREMA
**INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO
TEHNIKO
LJUBLJANA, SLOVENIA
**RESEARCHES ON SEMITRANSSPARENT MIRRORS
ON YELLOW PLASTIC**

J. MURKO-JEZOVŠEK, M. MOZETIČ, B. PRAČEK,
F. BRECELJ
INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO
TEHNIKO
LJUBLJANA, SLOVENIJA
**ANALYSES OF CONTACT SURFACES AND PRO-
TECTIVE GAS ATMOSPHERE IN MODEL REED
SWITCHES**

M. MOZETIČ, M. MURKO-JEZOVŠEK, A. PAULIN,
I. ŽGAJNAR, M. DROBNIČ
INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO
TEHNIKO
LJUBLJANA, SLOVENIA
**ARCING PHENOMENA IN MINIATURE REED
SWITCH CONTACTS**

L. KOLLER*, M. JENKO**, R. ZAVRŠNIK*,
*INSTITUTE FOR ELECTRONICS AND VACUUM
TECHNICS
**INSTITUTE OF METALS AND TECHNOLOGIES
LJUBLJANA, SLOVENIA
**OUTGASSING PROPERTIES OF AU ELECTRO-
PLATED CONTACT MATERIAL PdAg-30 FOR USE
IN HERMETIC RELAYS**

B. PRAČEK, M. KERN
INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO
TEHNIKO
LJUBLJANA, SLOVENIA
**AES STUDIES OF ACTIVE INTRACHANNEL SUR-
FACE IN MICROCHANNEL PLATES**

M. KERN*, K. POŽUN*, B. PARADIŽ*, I. JARKOVIČ**
INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO
TEHNIKO
LJUBLJANA, SLOVENIA
**INFLUENCE OF ADDITIVES AND CONTAMINA-
TIONS ON CONTACT RESISTANCE OF CARBON
RESISTIVE LAYERS IN POTENTIOMETERS**

B. PARADIŽ*, K. POŽUN*, M. KERN*, B. WAGNER**
*INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO
TEHNIKO
**ISKRA-TOVARNA ŽARNIC
LJUBLJANA, SLOVENIA
**MIGRATION OF Cu^xS DURING FORMING OF THE
POWDER DC ZnS:Mn, Cu ELECTROLUMINESCENT
STRUCTURE**

I. BELIČ*, L. I. BELIČ**
*UNIVERZA V LJUBLJANI, VŠNZ
**INŠTITUT ZA ELEKTRONIKO IN VAKUUMSKO
TEHNIKO
LJUBLJANA, SLOVENIA
**INFLUENCE OF THE ALUMINA MICROSTRUCTURE
ON THE METAL - CERAMIC SEAL PROPERTIES
AND THE COMPUTER MODEL FOR THE INTERGRA-
NULAR VOLUME CALCULATION**

S. SPRUK*, M. JENKO**, L. KOLLER*, D. RAILČ*
*INSTITUTE FOR ELECTRONICS AND VACUUM
TECHNIQUE
**INSTITUTE OF METALS AND TECHNOLOGIES
LJUBLJANA, SLOVENIA
**THE INFLUENCE OF HEAT TRANSFER ON THE RE-
LIABILITY OF GLASS TO METAL SEALS**

A. SUHADOLNIK, A. BABNIK, J. MOŽINA,
FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO
LJUBLJANA, SLOVENIA
**REFRACTIVE INDEX MEASUREMENT USING OPTI-
CAL FIBER INTERFEROMETER**

R. PANJAN, A. SUHADOLNIK, J. MOŽINA,
FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO
LJUBLJANA, SLOVENIA
**SURFACE PATTERN DETERMINATION WITH OPTI-
CAL FIBER SENSOR**