

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/7

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L2-9755
<b>Naslov projekta</b>	Zasnova linearnega merilnika absolutnega pomika z optičnim mikrosistemom s submikronsko ločljivostjo
<b>Vodja projekta</b>	1927 Janez Trontelj
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	4.725
<b>Cenovni razred</b>	C
<b>Trajanje projekta</b>	01.2007 - 12.2009
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

#### 2. Sofinancerji<sup>1</sup>

1.	Naziv	Iskra TELA
	Naslov	Cesta dveh cesarjev 403 1000 Ljubljana
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

<p>Teoretične osnove in raziskave smo analizirali in razvili do mere, da jo je bilo mogoče implementirati v merilnikih pozicije z optičnim mikrosistemom (optična mikro-glava – Priloga -slika 15).</p> <p>KVADRATURA SIGNALA:</p>
--

Ko se premika čitalna letev s fotosenzorjem glede na merilno letev se periodično spreminja obsevanje fotodiod tako, da dobimo na izhodu periodičen signal. Željeno je, da je ta signal čim bolj podoben sinusu. Brez uklona in loma svetlobe bi bil signal trikotne oz. trapezne oblike. S spreminjanjem geometrije optičnega senzorja lahko spreminjamo obliko signala in s tem popačenje (total harmonic distortion, THD).

V numericnih analizah, ki smo jih naredili, je perioda merilne letve  $20\mu\text{m}$ , perioda čitalne letve pa  $19\mu\text{m}$  (Nonius),  $h = 30\mu\text{m}$  je razdalja med merilnima letvama,  $z = 1, 2\text{mm}$  je razdalja med čitalno letvijo in fotodiodami.

#### DEKODIRNI SISTEM:

Dekodirni sistem sestavlja pet fotodiod, ki so prilepljene na tiskano ploščo (PCB). Nad fotodiode je pritrjena čitalna letev. Senzor sestavlja 5 polj, RI polje za generiranje referenčnega signala in štiri polja (+A, -A, +B, -B) za generiranje dveh kvadraturnih signalov. Ta štiri polja so enaka in zamaknjena za četrino periode letve (PL) tako, da generirajo 4 za 90 stopinj zamaknjene sinusne signale (*ang. four-field scanning*). Signale +A in -A ter +B in -B paroma odštejemo tako, da se znebimo enosmernih komponent signalov.

Cilji razvoja in raziskav so bili trije: Za večjo odpornost proti motnjam (nečistoče in defekti na merilni in čitalni letvi, vibracije, neenakomerna obsijanost fotodiod...) smo razdelili 4 polja za generiranje diferencialnih kvadraturnih signalov na manjše dele in jih med sabo porazdelili, da bi s tem zmanjšali motnje s povprečenjem. Za manjše popačenje smo implementirali Nonius (Vernier) princip. Prav tako pa smo zamenjali vso elektroniko v zvezi z ojačenjem in kalibriranjem signalov iz fotodiod. Uporabili smo namensko integrirano vezje IC-MSB podjetja IC-Haus. Prej so bili za to uporabljeni diskretni operacijski ojačevalniki.

Štiri velika polja smo zamenjali z večjim številom manjših kot prikazujejo priložene slike (Priloga - sliki 1 in 14). Zaradi preglednosti so narisana  $3 \times 4$  polja, na dejanskem integriranem vezju jih je  $16 \times 4$  (Priloga - sliki 8 in 12)). S tem smo dosegli bolj enakomerno obsijanost fotodiod in s tem boljše ujemanje med diferencialnimi signali (+A, -A ter +B, -B). Prav tako pa smo na ta način dosegli, da se morebitne nečistoče in defekti na merilni in čitalni letvi bolj enakomerno porazdelijo po vseh štirih signalih.

Nonius (v nekaterih državah se imenuje Vernier) princip se uporablja za natančno merjenje dolžin oz. za povečanje ločljivosti. V vsakdanjem življenju ga najpogosteje srečamo pri kljunastem merilu. Sestavljata ga dve ravnili, ki ju pomikamo med seboj. Glavno ravnilo ima dolžino delca  $1\text{mm}$ , pomično ravnilo pa  $0,9\text{mm}$ . Dva vzorca, ki imata podobni periodi  $P_1$  in  $P_2$ , prekrijemo med seboj in dobimo tretji vzorec z večjo periodo. Naj bo  $P_1 > P_2$ ,  $n$  naravno število,  $P$  pa je perioda novega vzorca, potem velja:

$$P = nP_1 = (n + 1)P_2$$

$$n = P_2 / (P_1 - P_2) \quad (1.3)$$

$$P = P_1 P_2 / (P_1 - P_2) \quad (1.4)$$

Prosojni deli čitalne letve predstavljajo okna skozi katera pada svetloba na fotodiode. Vsako okno lahko obravnavamo kot izvor periodičnega signala. Pri starem sistemu sta perioda merilne in čitalne letve enaka, zato so vsa okna pokrita istočasno in generirajo sofazne signale. Pri Noniusu pa zaradi različnih period letve okna generirajo fazno zamaknjene signale. Signali sosednjih oken so zamaknjeni za  $360/(n + 1)$  stopinj. Te zamaknjene signale seštevajo fotodiode, ki so pod okni. Ko se merilna letev premika glede na čitalno, se okna periodično odpirajo in zapirajo tako, da je videti kot, da se vzorec produkta prosojnosti premika skupaj z merilno letvijo. Ko se merilna letev premakne za periodo letve ( $P_1 = 20\mu\text{m}$ ), se premakne vzorec za periodo ( $P = 180\mu\text{m}$ ). Z Nonius sistemom smo povečali ločljivost tako, da moramo s fotodiodami detektirati svetlobni vzorec z večjo periodo ( $180\mu\text{m}$ ). V ta daljši vzorec lahko damo štiri diode zamaknjene za 90 stopinj in tako generiramo štiri diferencialne kvadraturene signale.

Za načrtovan fotosenzor smo izbrali čitalno letev s periodo  $19\mu\text{m}$  pri periodi merilne letve  $20\mu\text{m}$ . Tako nastane Noniusov vzorec periode  $380\mu\text{m}$ . V teh  $380\mu\text{m}$  smo enakomerno namestili štiri diode za generiranje 90st. zamaknjenih signalov. Na integriranem vezju je šestnajst takih celic.

Numericne analize so pokazale, da ima Nonius sistem približno trikrat manjše popačenje, zato smo star sistem opustili.

**REFERENČNI IMPULZ:**

Merilni sistem ne generira samo sinusni in kosinusni signal ampak tudi referenčni impulz za absolutno kodiranje pozicije. Impulz mora imeti maksimum, ko sta kvadraturna signala enaka in pozitivna, tako da lahko peljemo vse tri signale na logična IN vrata in tako generiramo signal za krmiljenje digitalnega števecja.

Pri sami realizaciji merilnega sistema je bilo potrebno načrtati čitalno lettev tako, da je ta impulz na pravem mestu. Prav tako je bilo potrebno načrtati referenčno čitalno lettev tako, da se pravilno oblikuje impulz tako, da ima maksimum pri 135 stopinjah in ima maksimalno slabljenje izven ene periode sinusnaga signala.

**ROTACIJA SENZORJA GLEDE NA MERILNO LETEV:**

Rotacijo merilne letve oz. čipa s fotosenzorjem si lahko predstavljamo kot zamik fotodiod za  $D$ . Celo diodo razdelimo na  $N$  delov, potem vsaka dioda prispeva enak delež in celotnega toka  $iD$ , ki pa je zamaknjen za  $x = D/N$  glede na sosednjo diodo. Te tokove seštejemo. Prevajalna funkcija ima značilno  $\sin x/x$  obliko in predstavlja nizkopasovni filter. Ta filter ima dve lepi lastnosti, linearni fazni zamik in dejstvo, da lahko s spreminjanjem  $D$  nastavljamo ničle (neskončno dušenje) prevajalne funkcije. Ugotovili smo, da ima pri  $D = 2\pi/3\omega$  prevajalna funkcija ničle pri frekvencah, ki so tretji mnogokratniki osnovne frekvence, pri  $D = 2\pi/2\omega$  pa pri sodih frekvencah.

**FILTRIRANJE:**

Uporaba diferencialnega sistema odpravi sode harmonske frekvence. To je znano dejstvo. Odpraviti je bilo treba še lihe komponente iz sinusnega signala.. Raziskali smo inovativen način filtriranja:

Ko se fotosenzor premika glede na merilno lettev se generira periodičen signal. Ta signal je periodičen glede na premik  $x$  in ima periodo merilne letve  $p0$ . V časovni prostor se preslika preko hitrosti  $x = v(t)t$ , ki v splošnem ni konstantna, ampak je funkcija časa. Signal v časovnem prostoru ni periodičen ampak je moduliran(frekvencno), zato je filtriranje v časovnem prostoru skoraj nemogoče.

Videli smo, da nam različni periodi merilne in čitalne letve povzročita tretji vzorec z daljšo periodo. Prosojni deli čitalne letve niso prekriti istočasno zaradi različnih period letev. Vsak prosojni del čitalne letve lahko obravnavamo kot izvor periodičnega signala s periodo, ki je enaka periodi merilne letve. Te signale seštevamo s fotodiodami, ki so pod čitalno letvijo. Tudi tu smo uporabili orodja za analizo linearnih sistemov (konvolucija, Fourierjeva transformacija). Seštevanje fazno zamaknjenih signalov predstavlja povprečenje signala, torej nizkoprepustni filter, ki ga lahko opišemo z ustrezno prevajalno funkcijo  $H(j\omega)$  in impulznim odzivom  $h(x)$ . Impulzni odziv takega filtra je enak skupini zamaknjenih Diracovih impulzov. Impulzni odziv  $h(x)$  in absolutna vrednost prevajalne funkcije (amplitudni odziv)  $|H(\omega)|$  za vrednost zamika  $a = p0/6$ . Amplitudni odziv je periodična funkcija s periodo  $\Omega0 = 2\pi/a$ , kjer je  $a$  zamik signalov. To ni kvaliteten niskoprepusten filter, ima pa ničle (neskončno dušenje) v konstantnih intervalih, kar lahko izrabimo za izločanje nekaterih neželenih višjih harmonskih komponent. Prvo ničlo ima pri  $\omega = 2\pi/ma$ ,  $m$  je število signalov, ki jih seštevamo  $\omega0 = 2\pi f0 = 2\pi/p0$  je osnovna frekvenca signala.

Če fotodiode zožimo na  $76\mu\text{m} = 4 \times 19\mu\text{m}$  potem te diode pokrijejo samo štiri okna in dobimo filtersko funkcijo, ki izloči peto harmonsko frekvenco in nekatere mnogokratnike. Za filtersko funkcijo, ki bi izločila tretjo harmonsko komponento (najbolj problematična), bi morali razširiti fotodiode, vendar v tem primeru ne bi mogli imeti vseh štirih fotodiod v eni periodi Noniusa.

S seštevanjem zamaknjenih signalov lahko torej odpravljamo določene harmonske komponente. Nova geometrija fotosenzorja nam omogoča oblikovanje še dodatne filterske funkcije. Nov fotosenzor ima štiri fotodiode za generiranje štirih kvadraturnih signalov (+A, -A, +B, -B) porazdeljene po površini. Posamezne celice lahko med seboj zamaknemo za neko razdaljo  $a$  in s tem ustvarimo nove zamaknjene signale (tokove), ki jih seštejemo tako, da ustrezne diode povežemo v isto vozlišče.

Z nastalim filtrom smo želeli izločiti tretjo harmonsko komponento. Razmik med celicami smo naredili  $a = 380\mu\text{m}/mk = 380\mu\text{m}/(14 \times 3) = 9\mu\text{m}$ , kjer je  $m = 14$  število celic, ki jih

imamo na razpolago (omejeno s površino integriranega vezja),  $k = 3$  pa je harmonska komponenta, ki smo jo želeli izlociti in to nam je uspelo.

Na voljo je še tretji filter, ki ga ustvarimo z rotiranjem fotosenzorja glede na merilno letev. Naslednja frekvenca, ki smo jo želeli izlociti je sedma. Fotosenzor zavrtimo tako, da ima prvo ničlo pri sedmi harmonski komponenti, lahko pa npr. tako, da ima prvo ničlo pri  $7\omega/2$  ali pa  $7\omega/3$ . V tem primeru sedmo harmonsko komponento izniči druga oz. tretja ničla.

**Povzetek:**

Implementacija Vernierjevega principa merjenja na način, kjer se celice optičnih senzorjev distribuirajo vzdolž čitalne letve, kamor vgradimo raster v razmerju 1:0,9 ali v poljubnem razmerju glede na število elementov v periodi, je prinesla izboljšavo dinamičnega območja za 30 dB.

Posegi, kot je rotacija celic na čitalnem steklu ali celic optičnega senzorja, dodatno izboljšajo dinamiko, vendar na račun zmanjševanja amplitude signala iz senzorjev. Ključna ugotovitev znanstvenega spoznanja pa je, da je mogoče dodatno izboljšati kvaliteto sinusnih signalov iz senzorjev z ustrezno implementacijo Vernierjevega principa na letvah in na senzorjih, vendar z dodatnim zamikom. Velika prednost tega principa je, da se amplituda signala ne zmanjša več, kot je procent zamika, dušenje višje-harmonskih komponent pa je boljše od -63 dB. Meritve so bile izvedene na modelih z 40 mikrometersko periodo, z 20um in z 10um periodo in z uporabo demonstracijskega modula podjetja Ic-Nq (Ic-hause).

#### 4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

Sistem je bil v celoti realiziran po planu – do 20um periode pravokotnih signalov. Naredili smo poizkus več, z 10um periodo. Raziskave so dale vzpodbudna rezultate tudi pri geometrijah, manjših od 10um. Če zaključimo, z novim sistemom, ki meri s periodo 20um in THD pod -60 dB, lahko z uporabo interpolacijskih postopkov merimo linearno pozicijo s preciznostjo 20um/4096, kar je 5 nanometrov – več kot smo pričakovali.

Izdelano je bilo modelno vezje dekodirnika z interpolacijskim vezjem IC-MS13 za 10, 20 in 40 um merilno letev.

Razvita in izdelana so nova merilna in čitalna stekla, ki uporabljajo princip noniusa za zmanjšanje harmoničnih popačenj proizvedenih sinusnih signalov.

Razviti in izdelani modeli povsem novih optičnih senzorjev, ki v sklopu z novo merilno in čitalno letvijo proizvedejo svetlobno odvisen zaporni tok. Le ta se povpreči preko N osnovnih period, doda se Vernierjeva perioda s ciljem doseči celotno razmerje pravokotnih signalov proti generiranemu šumu boljše od -60 dB.

Izboljšali smo kvaliteto proizvedenih ortogonalnih signalov za 30dB glede na klasičen način proizvodnje signalov z optičnimi dekodirniki. Sedaj je postalo povsem realno povečati ločljivost merjenja na faktor 2000 krat, kar naredimo brez težav z ustreznim interpolacijskim vezjem. To smo dosegli z vgradnjo Vernierjevega načina, tako na senzorjih kot na čitalni letvi. Dodatno izboljšanje dinamike pa je prinesel povsem inovativen način z zamikanjem celic. S tem smo skoraj povsem izfiltrirali tretjo harmonsko komponento v signalu (Priloga -slika 14).

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta<sup>4</sup>

Sprememb ni, so pa izboljšave kot je navedeno.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Optični dekodirnik z izboljšano linearnostjo
		<i>ANG</i> Optical encoder head with improved linearity
	Opis	<i>SLO</i> Predstavljen je optični kodirnik z visoko točnostjo pretvorbe. Sestoji se iz polja optičnih senzorjev, namenjenih povprečenju signala ter iz fiksne in čitalne letve z 10um rastrom in z Vernierjevo porazdelitvijo. Zgradba sistema omogoča periodično prerazporeditev optičnih robov znotraj periode sinusnega signala in znotraj Vernierjeve periode ter s tem zmanjšanje popačenja proizvedenih sinusnih signalov za 30dB. Izdelana matematična analiza se dobro ujema z izsledki meritev.
		<i>ANG</i> A high precision optical scanner, combining averaged optical sensors array with appropriate 10um graduated scales on measurement - fix plate and Vernier sliced parallel scale on reading plate is presented. The generated sine wave signals are at least 30dB less distorted by distributing and mismatching optical edges over a number of sine wave periods within a number of Vernier scaled periods. Good matching was found between mathematically analyzed optical scanner and measurement results.
	Objavljeno v	Inf. MIDEEM, mar. 2009, letn. 39, št. 1, str. 22-27, ilustr. [COBISS.SI-ID 7187028]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	7187028	
2.	Naslov	<i>SLO</i> Priporočila za načrtovanje elektromagnetnih robustnih mikroelektronskih sistemov po naročilu
		<i>ANG</i> Design guidelines for a robust electromagnetic compatibility operation of application specific microelectronic systems
	Opis	<i>SLO</i> Na pravilno delovanje mikroelektronskih sistemov pogosto vplivajo elektromagnetne motnje. Z zmanjševanjem velikosti mikroelektronskih struktur in njihovih napajalnih napetosti, so se povečale zahteve za elektromagnetno robustnost integriranih vezij. Upoštevanje elektromagnetne združljivosti je torej potrebno tako zaradi pravilnega delovanja vezja, kot tudi zaradi upoštevanja predpisanih zakonov elektromagnetne združljivosti.
		<i>ANG</i> Proper operation of microelectronic systems is often influenced by electromagnetic interference. While the geometry and power supply voltage of the microelectronic structures are decreasing, the demand for emission robust integrated circuits is increasing. Designing the integrated circuit for electromagnetic compatibility is therefore necessary to achieve the desired functional performance as well as to meet legal requirements.
	Objavljeno v	Inf. MIDEEM, sep. 2008, letn. 38, št. 3, str. 180-185, ilustr. [COBISS.SI-ID 6980948]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	6980948	
3.	Naslov	<i>SLO</i> Optični dekodirnik z visoko ločljivostjo – pod -60dB
		<i>ANG</i> Optical encoder system with THD below -60dB
	Opis	<i>SLO</i> Opisan je linearni optični dekodirni sistem z poljem optičnih senzorjev z implementiranim algoritmom povprečenja ter z Vernierjevo porazdelitvijo rastra. Doseženo popačenje proizvedenih pravokotnih signalov je pod -60dB.
		<i>ANG</i> Paper describes high precision linear optical scanner, combining an averaged optical sensors array with an appropriate 10 um graduated scales on measurement - fix plate and Vernier sliced parallel scale on a reading plate. The total distortion of the generated quadrature signals are below -60dB.
	Objavljeno v	44th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Advanced Plasma Technologies, September 17. - September 19. 2008, Fiesa, Slovenia. Proceedings. Ljubljana: MIDEEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2008, str. 259-264, ilustr. [COBISS.SI-ID 6661972]
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

	COBISS.SI-ID	6661972
4.	Naslov	SLO Inercijski sistemi na osnovi MEMS tehnologije
		ANG MEMS-based inertial systems
	Opis	SLO Inercijski sistemi, ki bazirajo na MEMS tehnologijah so najhitreje rastoče področje trga senzorskih sistemov. Uporaba sega od potrošnih, osebnih navigacijskih do avtomobilskih sistemov, kjer se uporabljajo za zaznavo stabilnosti in prevračanja ter pri merjenju pospeška. Članek je pregled integriranih inercijskih sistemov, ki so sestavljeni iz sensorja pospeška, sensorja vrtenja, ASIC vezja, ki skrbi za krmiljenje sensorjev in detekcijo šibkih signalov, mikrokontrolerja in programov za krmiljenje in upravljanje varnega sistema ter ohišja.
		ANG MEMS-based inertial systems are one of the fastest growing application segments of the micro-sensor market. The applications range from consumer to personal navigation and automotive systems, where they are used for rollover detection and stability control. The paper is an overview of MEMS-based inertial systems composed of acceleration and gyro sensors, ASIC for driving the sensor and sensing the signals, packages to house the sensors and ASICs and software for controlling and fail-safe operation of the system.
	Objavljeno v	Inf. MIDEEM, dec. 2007, letn. 37, št. 4, str. 199-209, ilustr. [COBISS.SI-ID 6476116]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	6476116
5.	Naslov	SLO Nov model Hallovega elementa s šestimi priključki
		ANG A new model for six terminal Hall element
	Opis	SLO Razvit je bil nov model integriranega Hallovega elementa s šestimi priključki po izumu LMFE. Ta model omogoča simulacije obnašanj mikro sensorja, če je prisotna nesimetrija (offset), če je prisotno lastno segrevanje in če je prisotno referenčno magnetno polje, ki ga generira mikrotuljavica. Gre za najpopolnejši model, ki je trenutno na razpolago.
		ANG A new model of integrated Hall element with six terminals, invented by LMFE, has been developed. This model allows simulations of microsensor behavior when asymmetry is present (offset), when self-heating is present and if there is a reference magnetic field generated by a micro-coil. This is the most complete model currently available.
	Objavljeno v	Inf. MIDEEM, jun. 2007, letn. 37, št. 2, str. 61-66, ilustr. [COBISS.SI-ID 6228308]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	6228308

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat	
1.	Naslov	SLO Temperaturno neodvisen referenčen vir z nizko napajalno napetostjo
		ANG Temperature independent low reference voltage source
	Opis	SLO Referenčni vir je namenjen uporabi v integriranih sistemih, ki lahko uporabljajo baterijsko napajanje. Referenčni vir temelji na ekstrakciji potenciala energijske reže silicija, vendar izkorišča le polovico območja, saj je potencial 1,205V previsok. Referenčni vir deluje pri napetosti do 0,8V in ima na izhodu napetost nastavljivo od 0,3V do 0,5V s točnostjo 20ppm/C. O tem je bil napisan tudi članek "A compensated bandgap voltage reference with sub-1-supply voltage" v reviji Analog Integrated Circuits and Signal Processing.
		ANG Reference voltage source is implemented in integrated systems that use battery as a supply voltage. It is based upon the extraction of the band gap potential of energy gap of silicon, but it uses only one half of it since 1.205 volts is too high. The reference voltage source operates down to 0.8 volts of the supply and the output voltage can be adjusted from 0.3 to 0.5 volts with an accuracy of 20 ppm/°C. In microsystems such stable reference is very often needed.

		The article "A compensated bandgap voltage reference with sub-1-supply voltage" was also published.
Šifra		F.32 Mednarodni patent
Objavljeno v		US7282901 B2 2007-10-16 : appl. no. 10/563,858, Jul. 9, 2003. Alexandria (Virginia): US Patent Office, 2007. [COBISS.SI-ID 5429844]
Tipologija		2.24 Patent
COBISS.SI-ID		5429844
2.	Naslov	SLO Interpolacijski postopek in vezje za izvajanje tega postopka, ki se uporabljata za kodirnik z visoko ločljivostjo
		ANG Interpolation method and a circuit for carrying out said method used in a high-resolution encoder
Opis	SLO	Nova metoda za nizkonapetostne referenčne vire, kjer lahko proizvedemo katerokoli referenčno napetost od 100mV in navzgor, vse do pozitivne napajalne napetosti. Metoda temelji na bandgap potencialu energijske reze silicija, arhitektura omogoča napajanje pod 1V.
	ANG	Novel method, based on bandgap potential which operates at supply voltages below 1V is claimed. Architecture combines Vbe and TPAT on such a way that any voltage from 100mV and above - close to positive supply can be extracted.
Šifra		F.23 Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev
Objavljeno v		PCT/SI2007/000017, datum prijave 28. mar. 2007. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, Patentna pisarna, 2007. [COBISS.SI-ID 5852244] patent št. 22397, podeljen z odločbo z dne 5. 5. 2008 : št. prijave P-200600238, datum prijave 11. 10. 2006. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2008. [COBISS.SI-ID 6503508]
Tipologija		2.23 Patentna prijava
COBISS.SI-ID		5852244
3.	Naslov	SLO ESSCIRC - European Solid-State Circuits Conference
		ANG ESSCIRC - European Solid-State Circuits Conference
Opis	SLO	Prof. Janez Trontelj je član TPC (Technical Program Comitee) največje strokovne konference na svetu, European SOLid-State Circuit Conference. Člani TPC so najuglednejši svetovni znanstveniki na tem področju. Gre za izjemno resno ocenjevanje, saj vsak prispevek pregleda in oceni osem strokovnjakov in potem na celodnevem posvetu izberejo 20% prispevkov. Prof. Janez Trontelj deluje v TPC na področju senzorskih sistemov, kar je vezano na vsebino programa.
	ANG	Professor Janez Trontelj is a TPC (Technical Program Committee) member of the largest and most prestigious professional conference in the world, European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC). The TPC members are the worlds most renowned scientists in this field. Prof. Trontelj is the only one from the new EU members. Each paper is verified by eight experts and after the consultation they choos 20% of all papers. Prof. Trontelj covers the field of sensor systems, which are related to this project.
Šifra		D.03 Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih
Objavljeno v		Proceedings of ESSCIRC. Trontelj, Janez (član uredniškega odbora 2005-). [Piscataway]: IEEE, 2005-. ISSN 1930-8833. [COBISS.SI-ID 7641428]
Tipologija		2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
COBISS.SI-ID		7641428
4.	Naslov	SLO Linearna temperaturna kompenzacija za senzorske mikrosisteme
		ANG Linear temperature coefficient compensation for sensor microsystems
Opis	SLO	Veliko integriranih senzorskih sistemov ima linearni temperaturni koeficient, ki ga je potrebno kompenzirati. To velja za parametre kot sta temperaturni koeficient ničelne napetosti in temperaturni koeficient občutljivosti. Razvit je način kompenzacije temperaturnega koeficienta ničelne napetosti in občutljivosti. Napetost, ki kompenzira temperaturno odvisnost je



		raciometrična glede na napajalno napetost. V prispevku je predstavljena zasnova in simulacije. Sistem je izdelan v 0.35 $\mu\text{m}$ CMOS tehnologiji. Rezultati meritev so prav tako predstavljeni v prispevku.
	ANG	Many integrated sensor systems have a linear temperature coefficient that needs to be compensated. This applies also to parameters like offset temperature coefficient and sensitivity temperature coefficient. An approach for offset and sensitivity temperature coefficient compensation is developed. The output that compensates the temperature dependency is also ratiometric to the supply voltage. The design concept and simulations are presented in the paper. The system is fabricated in 0.35 $\mu\text{m}$ CMOS technology. The measurement results are discussed in the paper.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	45th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Advanced Photovoltaic Devices and Technologies, September 9 - September 11, 2009, Postojna, Slovenia. Proceedings. Ljubljana: MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2009, str. 319-322, ilustr. [COBISS.SI-ID 7300948]
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	7300948
5.	Naslov	<i>SLO</i> Učinkovito testiranje [Sigma]-[Delta] A/D pretvornikov <i>ANG</i> Efficient testing of [Sigma]-[Delta] A/D converters
	Opis	<i>SLO</i> V članku preverjamo možnost poenostavljanja in pohitritve testiranja za Sigma-Delta A-D pretvornike visoke ločljivosti. Metodologija se lahko uporabi tako za produkcijsko testiranje, kot tudi za vgrajeno testiranje. Pokažemo, da je psevdo-naključni signal primeren izvor testnega signala ter da testna metoda vodi k učinkovitem in cenovno ugodnem produkcijskem testiranju; metoda je uporabna tudi za vgrajeno testiranje, ki poteka v realnem času. Prispevek vsebuje teoretično analizo in verifikacijo metode z uporabo Matlab modela. <i>ANG</i> In this paper we discuss a possibility to simplify and speed up testing of high-resolution $\Sigma\Delta$ modulators. The methodology could be used for production testing as well as for real time built-in self-tests. We show that a pseudo-random signal is a good option for a signal source and that test method leads to efficient and cost-effective production testing that can also be used for real time built-in self-tests. The method is theoretically analyzed and verified using Matlab simulations.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	15th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, August 31 - September 3, 2008, The Westin Dragonara Resort, Malta. ICECS 2008. [Piscataway]: The Institute of Electrical and Electronics Engineering: = IEEE, cop. 2008, str. 1225-1228, ilustr. [COBISS.SI-ID 6655572]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	6655572

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>2</sup>

ROZMAN Jernej, PLETERŠEK Anton. Linear Optical Encoder System with Sinusoidal Signals Distortion below -60dB. Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on, Digital Object Identifier: 10.1109/TIM.2009.2027774, early access.
PLETERŠEK, Anton. Interpolation method and a circuit for carrying out said method used in a high-resolution encoder : mednarodna številka prijave PCT/SI2007/000017, datum prijave 28. mar. 2007. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, Patentna pisarna, 2007. [COBISS.SI-ID 5852244]
PLETERŠEK, Anton. Method for automatically controlling the amplitude of input signals : mednarodna številka prijave PCT/SI2007/000016, datum prijave 28. mar. 2007. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, Patentna pisarna, 2007. [COBISS.SI-ID 5851988]



## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Področje uporabe dekodirnih sistemov v avtomatskih orodnih strojih, v robotskih sistemih in drugod bo mogoče z možnostjo natančnejših merjenj razširiti na področje nanotehnologij in meritev. Dokaz za to je korak, ki smo ga naredili z eksperimenti z zamikom in rotacijo celic na čitalni letvi in na optičnih senzorjih. S tem bomo lahko vsaj ohranili kvaliteto proizvedenih signalov (THD) ob nadaljnjem zmanjševanju geometrije in ob implementaciji izboljšanih principov merjenja z nadaljnjimi modifikacijami principa nonius.

Namen razvoja je bil izboljšati kodirno glavo tako, da ne bodo prisotne višje harmonske komponente. Glede na klasičen kodirnik nam je uspelo izboljšati dinamiko za 30 dB in z vpeljavo multipliciranih celic smo v v eliki meri izločili neželjene vplive okolja, kot je kontaminacija letev. Dodatno izboljšanje je prinesla integracija sistema na eni silicijevi rezini.

Opravljen delo bo v prihodnosti pospešilo raziskave in bo osnova za nadaljnje še natančnejše meritve pozicije v področju nanometrov.

ANG

Accurate measurement of displacement is of prime importance in any computer controlled machine (CNC). The need to manufacture "something" requires the ability to move "something" with a very high level of accuracy. To be able to do so, accurate position sensors, also called position encoders are needed. This research and development deals with linear optical incremental position encoders that are composed of four photodiodes that produce quadrature signals and an additional photodiode that generates the index signal, which is used for absolute position encoding.

The objective of this was to improve the scanning head of a linear encoder already used in the industry. As was shown, the improved scanning heads have the harmonic components suppressed by about 30 db, compared to the old scanning head. Furthermore, with the introduction of multiple scanning cells into a single scanning head, the influence of various unwanted effects was reduced, such as defects in the main and reading scale patterns or uneven illumination of the scanning head. Also, by manufacturing all the photodiodes on a single chip, the diode matching was improved.

All improvements mentioned above may further accelerate the actual measuring resolution of the integrated encoder's SoC in CMOS technology down to deep nanometer range.

### 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Rezultat aplikativnega raziskovalnega projekta je senzorsko polje diod t.i. enopoljski senzor. Ta omogoča izdelavo merilnega sistema s submikronsko ločljivostjo in je hkrati odporen na delovanje v kontaminiranem okolju. Pridobljen je torej senzor novih tehnologij, ki bistveno izboljšuje električne in meroslovne karakteristike obstoječih izdelkov, omogoča razvoj novih generacij in s tem pripomore k dvigu konkurenčne sposobnosti podjetja na trgu. Pri delu na projektu z raziskovalno organizacijo LMFE smo prišli do novih znanj in idej, ki jih nameravamo nadgraditi v nadaljnjem sodelovanju in projektih.

Z dobljenimi rezultati smo dobili stabilen merilni sistem, ki ga je bistveno lažje in hitreje kalibrirati, časovna komponenta tekom uporabe zelo malo vpliva na zanesljivost, izplen proizvodnje nosilca informacij je bistveno višji, z uporabo enopoljskega senzorja pa smo tudi zmanjšali tokovno porabo merilnega dajalnika.

Zaradi izboljšanja lastnosti signalov, enostavne vgradnje in posledično prihranka časa, nameravamo te senzorske vgraditi tudi v kazalniške tipe linearnih merilnih dajalnikov.

Tehnologija uporabe in izdelave enopoljskih senzorjev je relativno nova, zato je na tržišču veliko zanimanje. Več poslovnih partnerjev že povprašuje po senzorski, tako je zanimivo tudi trženje samega rezultata razvojnega projekta.

ANG

As it is seen from industrial partner report the result of the research project significantly improves the measurement accuracy and resolution in the submicron region.

This presents a new sensor - a product which allows better characteristic of existing products. It allows a development of new generation of products, which improves the competition ability of Iskra TELA on the market.

A stable measurement system has been achieved with substantially faster calibration feature

and with great improvement of aging insensitivity. This leads also to better reliability and the yield of the information carrier. At the same time the sensor current consumption has been reduced.

All this is a novel approach, so there is an increased market interest, many Iskra TELA partners already expressed their intention to increase their demand for these products.

### 10. Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi,</b>	

<b>F.18</b>	<b>konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

**Komentar**

--

**11. Samo za aplikativne projekte!****Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					

G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar****12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki<sup>11</sup>**

1.	<b>Sofinancer</b>	Iskra TELA		
	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		52.192,00	<b>EUR</b>
	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		25,00	<b>%</b>
	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>			<b>Šifra</b>
		1.	Izboljšanje obstoječega izdelka	F.07
		2.	Razvoj novega izdelka	F.06
		3.	Dvig tehnološke ravni	F.04
	4.	Večja konkurenčnost	F.35	
	5.	Linear Optical Encoder System with Sinusoidal Signals Distortion below -60dB. Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on, Digital Object Identifier: 10.1109/TIM.2009.2027774, early access.	A.01	
	<b>Komentar</b>	Rezultat aplikativnega raziskovalnega projekta je senzorsko polje diod t.i. enopoljski senzor. Ta omogoča izdelavo merilnega sistema s submikronsko ločljivostjo in je hkrati odporen na delovanje v kontaminiranem okolju. Pridobljen je torej senzor novih tehnologij, ki bistveno izboljšuje električne in meroslovne karakteristike obstoječih izdelkov, omogoča razvoj novih generacij in s tem pripomore k dvigu konkurenčne sposobnosti podjetja na trgu. Pri delu na projektu z raziskovalno organizacijo LMFE smo prišli do novih znanj in idej, ki jih nameravamo nadgraditi v nadaljnjem sodelovanju in projektih.		
		Enopoljski senzor je v velikem obsegu izboljšal električne in posledično meroslovne karakteristike naših linearnih merilnih dajalnikov. Izbrani koncept zgradbe senzorskega polja diod - geometrijsko razporejeni štirje nizi diod in prilagojene optične rešitve na čitalnem elementu merilnega dajalnika, omogočajo generiranje sinusnih električnih signalov z izredno majhno stopnjo prisotnosti višjeharmonskih komponent. Istočasno smo dosegli fazno popolno usklajenost med obema nosilnima signaloma - sinusom in kosinusom.. Te lastnosti omogočajo pretvorbo signalov z visoko stopnjo		



	<b>Ocena</b>	<p>interpolacije, s čimer lahko dosežemo ločljivost merilnega sistema v razredu nekaj deset nanometrov.</p> <p>S senzorskim poljem diod smo dobili sistem, ki ima bistveno izboljšano odpornost na kontaminacijo in izredno majhno občutljivost na poškodbe na nosilcu informacije. Na dobljenem senzorju nečistoče in poškodbe povzročajo le spremembo amplitud signalov, medtem ko ostajajo enosmerni nivoji in fazne razmere nespremenjene. Ker slednje najbolj drastično vplivajo na kvaliteto interpolacije, je bila izločitev teh sprememb ključna za izboljšanje procesa pretvorbe signalov in interpolacije. Sprememba amplitud praktično nima vpliva na interpolacijo, a je potrebno poudariti, da so tudi amplitudne razmere enopoljskega senzorja boljše od klasičnega diskretnega polja senzorjev, ko je vsak signal generiran le na enem senzorju.</p> <p>Z dobljenimi rezultati smo dobili stabilen merilni sistem, ki ga je bistveno lažje in hitreje kalibrirati, časovna komponenta tekom uporabe zelo malo vpliva na zanesljivost, izplen proizvodnje nosilca informacij je bistveno višji, u uporabo enopoljskega senzorja pa smo tudi zmanjšali tokovno porabo merilnega dajalnika.</p> <p>Zaradi izboljšanja lastnosti signalov, enostavne vgradnje in posledično prihranka časa, nameravamo te senzorje vgraditi tudi v kazalniške tipe linearnih merilnih dajalnikov.</p> <p>Tehnologija uporabe in izdelave enopoljskih senzorjev je relativno nova, zato je na tržišču veliko zanimanje. Več poslovnih partnerjev že povprašuje po senzorju, tako je zanimivo tudi trženje samega rezultata razvojnega projekta.</p>																														
2.	<b>Sofinancer</b>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="421 943 954 1014"><b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b></td> <td data-bbox="954 943 1182 1014"></td> <td data-bbox="1182 943 1375 1014"><b>EUR</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1014 954 1066"><b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b></td> <td data-bbox="954 1014 1182 1066"></td> <td data-bbox="1182 1014 1375 1066"><b>%</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="421 1066 1182 1106"><b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b></td> <td data-bbox="1182 1066 1375 1106"><b>Šifra</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1106 472 1178">1.</td> <td data-bbox="472 1106 1182 1178"></td> <td data-bbox="1182 1106 1375 1178"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1178 472 1249">2.</td> <td data-bbox="472 1178 1182 1249"></td> <td data-bbox="1182 1178 1375 1249"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1249 472 1321">3.</td> <td data-bbox="472 1249 1182 1321"></td> <td data-bbox="1182 1249 1375 1321"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1321 472 1393">4.</td> <td data-bbox="472 1321 1182 1393"></td> <td data-bbox="1182 1321 1375 1393"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1393 472 1464">5.</td> <td data-bbox="472 1393 1182 1464"></td> <td data-bbox="1182 1393 1375 1464"></td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="421 1464 1375 1505"><b>Komentar</b></td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="421 1505 1375 1545"><b>Ocena</b></td> </tr> </table>	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		<b>EUR</b>	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		<b>%</b>	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>	1.			2.			3.			4.			5.			<b>Komentar</b>			<b>Ocena</b>		
<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		<b>EUR</b>																														
<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		<b>%</b>																														
<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>																														
1.																																
2.																																
3.																																
4.																																
5.																																
<b>Komentar</b>																																
<b>Ocena</b>																																
3.	<b>Sofinancer</b>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="421 1644 954 1715"><b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b></td> <td data-bbox="954 1644 1182 1715"></td> <td data-bbox="1182 1644 1375 1715"><b>EUR</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1715 954 1767"><b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b></td> <td data-bbox="954 1715 1182 1767"></td> <td data-bbox="1182 1715 1375 1767"><b>%</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="421 1767 1182 1807"><b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b></td> <td data-bbox="1182 1767 1375 1807"><b>Šifra</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1807 472 1879">1.</td> <td data-bbox="472 1807 1182 1879"></td> <td data-bbox="1182 1807 1375 1879"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1879 472 1951">2.</td> <td data-bbox="472 1879 1182 1951"></td> <td data-bbox="1182 1879 1375 1951"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 1951 472 2022">3.</td> <td data-bbox="472 1951 1182 2022"></td> <td data-bbox="1182 1951 1375 2022"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="421 2022 472 2083"></td> <td data-bbox="472 2022 1182 2083"></td> <td data-bbox="1182 2022 1375 2083"></td> </tr> </table>	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		<b>EUR</b>	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		<b>%</b>	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>	1.			2.			3.														
<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		<b>EUR</b>																														
<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		<b>%</b>																														
<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>																														
1.																																
2.																																
3.																																

	4.		
	5.		
<b>Komentar</b>			
<b>Ocena</b>			

## C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

### Podpisi:

Janez Trontelj	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

16.4.2010

### Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/7

<sup>1</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

**PRIMER** (v slovenskem jeziku):

**Naslov:** Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

**Opis:** Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

**Objavljeno v:** OBERMAJER, N., PREMŽL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates  $\beta 2$  - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

**Tipologija:** 1.01 - Izvirni znanstveni članek

**COBISS.SI-ID:** 1920113 [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen

rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00a  
8D-6B-80-80-3F-5E-A7-45-44-6B-D8-64-F8-A5-64-B3-E8-F6-9A-03