

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/44



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1.Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-2331
Naslov projekta	Zasnova integriranega vezja ASIC za inteligentno krmiljenje močnostnega gonilnika AC elektromotorjev
Vodja projekta	1927 Janez Trontelj
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4173
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.09 Elektronske komponente in tehnologije 2.09.03 Mikroelektronika
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2.Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.02
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3.Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Izvedena je bila raziskava in razvoj vezja ASIC, ki poenostavlja elektronski del krmiljenja močnostnih gonilnikov in tako omogoči izdelavo takih gonilnikov po proizvodni ceni, ki je bistveno nižja od tujih proizvajalcev. Vezje ima nadzor nad delovanjem močnostnih gonilnikov in meri tok posamezne faze motorja, prepoznala preobremenitev ali kratek stik, previsoko temperaturo in

okvare, tako da je poskrbljeno za zanesljivost in varnost. Integracija vseh teh funkcij v eno samo vezje seveda omogoča predvsem bistveno večjo funkcionalnost in kvaliteto ob bistveno nižji ceni.

Ob načrtovanju sistema smo razvili tudi novo načrtovalsko metodo, ki omogoča zasnovo in načrtovanje takih sistemov. Metodo smo poimenovali načrtovanje močnostnih sistemov z mešanimi analogno digitalnimi signali PMSD (Power Mixed Signal Design).

Govorimo torej o zelo ambicioznem programu, ki je močno podprt z industrijo in dolgoročno prispeva h konkurenčnosti Slovenije na tako zahtevnem področju visoke tehnologije.

Ker je potrebno realizirati sistem na čipu, ki združuje analogne funkcije, digitalne funkcije in močnostne funkcije je potrebno uporabiti najmodernejšo mikroelektronsko tehnologijo BCD z dimenzijami kanala 250nm in z delovno napetostjo do 60V.

Pridobljeno je bilo tudi redko znanje v svetu kako integrirati vse tri omenjene funkcije v sistem na enem čipu (SoC).

Iz predlaganega področja je LMFE že pridobil mednarodni patent, vložene pa sta še tri mednarodne patentne prijave. Gre torej za izviren doprinos, ki ima pomemben vpliv na konkurenčnost celotnega sistema. V Sloveniji je močno razvita industrija proizvodnje elektromotorjev, precej manj pa je dodane vrednosti visoke tehnologije, ki seveda omogoča večjo konkurenčnost in boljšo strukturo proizvodnje.

Laboratorij za mikroelektroniko Fakultete za elektrotehniko (LMFE) že dolgo sodeluje z Letriko, Letriko Lab, SIEVO na področju močnostnih krmilnikov za različne aplikacije kot so električni viličarji, električni vozički za golf, za navtični program npr. za parkiranje jadrnic na privez z elektro pogoni. Tudi ostalim slovenskim tovarnam, ki proizvajajo elektromotorje, bo prav prišla možnost optimiziranega krmiljenja različnih elektromotorjev in ne nazadnje se kaže možnost sodelovanja pri električnih in hibridnih avtomobilih. Optimalno krmiljenje elektromotorja seveda omogoča izrabo okoljsko čiste električne energije s povečanim izkoristkom, kar spada v prioritete ne le Slovenije ampak tudi Evrope in širše.

ANG

A research and development of an ASIC was done, which simplifies the electronic part of the power driver. This allows the fabrication of drivers at lower production cost and in comparison to our competitors. The circuit has full control over the power driver and measures the current of each motor phase, identifies overloading or short circuit, over-temperature, and other malfunctions. This provides reliability and safety. Integration of all of the functions in one circuit enables better functionality and quality at a lower price.

A special know-how, nowadays very rare, is required to be able to integrate all three functions on the same chip. A new design method was developed, which enables the design and development of such system. The method is called Design method for combining analog, digital and power systems or shortly Power Mixed Signal Design (PMSD). The program was very ambitious and is strongly supported from the industry. The program also benefits Slovenia in the long run making it more competitive in the field of high technology.

The realization of analog, digital and power function on a single chip calls for the use of optimum microelectronic technology available.

For the purpose of integration of analog, digital and power functions in one chip, the usage of SoC knowledge is essential. This knowledge was gained during the project and it is a rare commodity and should be nurtured as well as possible.

The designed system on chip includes analog functions, digital functions and power functions, therefore the most advanced state of the art microelectronic fabrication technology was selected. Such technology is a BCD process with 250nm dimension and operating voltages up to 60V.

An international patent covering the proposed field of research has already been granted and three additional international patent applications were filled. It is therefore an original contribution, which has a significant impact of the complete system competitive advantages. Slovenia has a well evolved production of electric motors; on the other hand there are no or very little high-tech products with greater added value. High-tech products bring more structured and competitive production.

Laboratory for Microelectronics of the Faculty of Electrical Engineering (LMFE) is a partner with Letrika, Letrika Lab and SIEVA for a long time in the field of electric power drive controllers for different applications (forklift, golf carts and nautical program for parking sailboats with electrical propulsion). Other Slovenian factories which produce electrical motors, have also benefit from the

possibility of optimizing the drivers for different electrical motors. There is also a possibility of collaboration with the industries of electrical and hybrid cars. Optimal driving of electrical motors enables the use of environmentally clean energy with higher efficiency, which is a priority not only for Slovenia and EU but the entire world.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

- Izdelan je bil končni prototip vezja ASIC.

- Izdelava vezja ASIC je natančno dokumentiran v 97 strani dolgem projektne poročilu: SEŠEK, Aleksander, PODRŽAJ, Jurij, TRONTELJ, Janez. *IDRIVE : krmilnik močnostne stopnje za elektromotorje : poročilo o projektu*. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za mikroelektroniko, 2012. [101] str., ilustr. [COBISS.SI-ID [9692244](#)]. Glavni podatki o vezju so naslednji:

Vezje je sestavljeno iz treh shematskih nivojev.

Glavni deli vezja so :

- Generator referenčne napetosti **bgT09**,
- Vezje za zaznavo previsoke temperature **Temp**,
- Vezje za zaznavo prenizke napetosti baterije PBAT **pbat_mon**,
- Vezje za zaznavo prekoračitve največjega toka skozi močnostni element **ocs**,
- Vezje za nastavitve največjega toka skozi močnostni element **occn**,
- Regulator notranje napajalne napetosti **reg5a** in
- Krmilnik zunanjih močnostnih elementov **driver1**.

Vezje tipično deluje na napajalni napetosti **PBAT=12V**, (ostale delovne napetosti pa so 18V, 24V in 36V) in s pomočjo vhodnih sponk **CH1** (vhodna krmilna sponka) in **OUT** (izhodna sponka za krmiljenje močnostnih stikal) kontrolira vklop/izklop toka preko navitja elektromotorja. Za nastavitve parametrov je na voljo osem lokacij. Z njimi nastavljamo zakasnitev vklopa (**del0**, **del1**, **del2**), čas naraščanja in padanja vklopnih signalov (**in0**, **in1**, **in2**) in nastavitve nivoja največjega dovoljenega toka (**ocb0**, **ocb1**). Vezje ima štiri opozorilne signale in sicer *puv* – opozorilo o prenizki napetosti baterije; *tw* – opozorilo o visoki temperaturi; *te* – presežena temperaturna limita; *ocw* – opozorilo o preseženem največjem toku skozi zunanji močnostni tranzistor. Pomembni sta še sponki **PTRS**, ki je priključena na izvor zunanjega močnostnega tranzistorja in sponka **PTRD**, ki je priključena na ponor zunanjega močnostnega tranzistorja. Uporabljata se za zaznavo toka preko močnostnih stikal. Vezje ima tipično porabo toka 500µA, ki se s parametri in temperaturo giblje od 480µA pa do 690µA. Notranja referenčna napetost vdd je pri tipičnih pogojih 4,5323V in se giblje v območju ±0,1% s parametri in temperaturo. Opozorilo o prenizki napetosti napajanja se vklopi pri 10V in izklopi pri 11V napetosti na sponki PBAT. Opozorilo pri preseženem največjem tokom se nastavlja z prej opisanimi lokacijami in obsega območje od 1V pa do 120mV z 200mV histerezo navzgor. Zakasnitev vklopa lahko nastavimo v območju 100ns pa do 1us. Čas naraščanja signala lahko nastavljamo v območju od 200ns pa do 400ns, čas padanja pa 100ns pa do 600ns, pri čemer sta časa naraščanja in padanja nastavljiva le v paru in ne posebej, uporabljeno je breme 10nF.

- **Razvita je bila metodologija načrtovanja PMSD**, ki predstavlja unikatno znanje, ki ga žal, zaradi konkurenčnih prednosti še ne moremo publicirati.

- **Izvedene so bile meritve čipa** in karakterizacija posameznih funkcij.

- **Pridobljen je bil en mednarodni patent** in vložene tri mednarodne patentne prijave.

- V tistem delu projekta o katerem smo imeli možnost poročati, smo dosegli naslednje kazalnike: 2 članka v SCI revijah, 9 referatov na mednarodnih konferencah.

- Posebna odličnost opravljene raziskave je **izdelan prototip vezja ASIC**. Raziskava s takim rezultatom je v mednarodnem prostoru vredna vsaj desetkrat več kot so bila dodeljena sredstva s strani ARRS. Do takšnega rezultata je raziskovalna skupina lahko prišla le z vložkom v obliki predznanja, v obliki neplačanega sodelovanja s strani industrije in z mnogo večjim angažmajem sodelavcev LMFE, kot je predvideno v RP.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Projekt je bil realiziran v ambiciozno zastavljenem okviru in je uspel nad vsemi pričakovanji, tako, da na področju raziskovalne uspešnosti kot tudi na področju pričakovanj ekonomskega vpliva, kar dokazujejo mednarodni patent in mednarodne patentne prijave, ki jih financira slovenska industrija, kljub temu, da so postopki za mednarodne patente zelo dragi.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Formalno gledano projekt ne zahteva nobene spremembe programa, čeprav moramo poudariti, da sta raziskava in razvoj zahtevala nekajkrat več raziskovalnih ur in sredstev, ki pa smo jih pridobili iz drugih virov.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

	Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	8145492	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Izbira optimalnih materialov in komponent za izvedbo močnostnega modula
		<i>ANG</i>	Optimized selection of materials and components for power module realization
	Opis	<i>SLO</i>	V članku je poudarek na izbiri materialov z optimalnimi lastnostmi in komponent za realizacijo močnostnega modula, prikazane so tudi potrebne izboljšave in prilagoditve tehnoloških procesov, ki so uporabljeni za samo realizacijo močnostnega modula. S predstavljenimi materiali, komponentami in novo zasnovo realizacije močnostnega modula je doseženo razmerje cena/učinek za 1.6 večje kot pri obstoječih rešitvah.
		<i>ANG</i>	In this paper we focus on the properties of materials and components and their optimal selection. With proposed materials and components, some modifications of technology processes of the power module construction were put in effect. With the proposed materials, components and a new power module design the price/performance ratio achieved was 1.6 times higher compared to the state-of-the-art power module realizations currently available.
	Objavljeno v	Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale; Informacije MIDE; 2010; Letn. 40, št. 3; str. 178-182; Impact Factor: 0.250; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.203; Avtorji / Authors: Podržaj Jurij, Trontelj Janez	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	9249620	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Inteligentni gonilnik ASIC močnostnih MOSFET
		<i>ANG</i>	Intelligent power MOSFET driver ASIC
	Opis	<i>SLO</i>	Predstavljeno je načrtano in izdelano integrirano vezja ASIC z implementiranimi algoritmi tokovnega krmiljenja močnostnih MOSFET tranzistorjev. ASIC zagotavlja višjo stopnjo zanesljivosti, izkoristka in robustnosti delovanje močnostnih MOSFET tranzistorjev saj ima poleg implementiranega algoritma vgrajene tudi zaščitne funkcije (npr. zaščita prek kratkimi stiki). Vezja ASIC za delovanje ne potrebuje vgradnje dodatnih zunanjih elektronskih komponent ter tako poleg naštetih lastnosti omogoča tudi lažjo realizacijo implementacije v celotni sistem kot tudi optimizacijo cene.
		<i>ANG</i>	The paper focuses on an ASIC design for power MOSFET driver with an intelligent current driving technique which optimizes the performance and efficiency of driving connected power MOSFET. The design of the ASIC power MOSFET driver includes the implementation of gate MOSFET driving algorithm and some safety functions. The introduced mixed-signal ASIC is used as a single chip solution which increases the overall system reliability

			and reduces circuit complexity and optimizes the costs.
	Objavljeno v		Croatian Society for Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics - MIPRO; MIPRO 2012; MIPRO ...; 2012; Str. 113-117; Avtorji / Authors: Podržaj Jurij, Sešek Aleksander, Trontelj Janez
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID	8719700	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Optimizacija tokovnih poti močnostnih modulov s paralelno vezanimi MOSFET tranzistorji
		ANG	Current path optimization of power modules with parallel MOSFET transistors
	Opis	SLO	Optimizacija električnih povezav močnostnih sistemov, zlasti močnostnih modulov za pogon baterijsko napajanih električnih vozil, predstavlja pomemben korak pri načrtovanju sistemov z visokimi izkoristki. Prispevek obravnava študijo metalnih povezav znotraj močnostnega modula po katerih tečejo AC in DC električni tokovi, kjer je v ospredju obravnavan t.i. kožni pojav (ang. »skin-effect«). Tema je tesno povezana z vsebino RR projekta.
		ANG	To optimise the performance of the power module a special attention also to current path optimisation should be paid. The article presents simulation model and simulation results for various shaped metal conductor during hard switching events which occur within power module (skin effect). There is a close connection with research project.
	Objavljeno v		MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials; Proceedings; 2011; Str. 181-185; Avtorji / Authors: Podržaj Jurij, Babič Gregor, Trontelj Janez
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID	7934036	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nova zasnova inteligentnega krmilnika močnostnih polprevodniških stikal
		ANG	A new concept of intelligent power ASIC driver technique for semiconductor power devices
	Opis	SLO	Cela vrsta modernih elektronskih sistemov je pogosto realizirana tudi z vgrajenim vsaj enim, pogostejše z več, močnostnim polprevodniškim elementom (npr. MOSFET ali IGBT tranzistorja). Predstavljen je nov koncept inteligentnega krmiljenja močnostni tranzistorjev in nakazuje tudi možnost implementacije predstavljenega inteligentnega krmilnega algoritma kot del integriranega vezja realiziranega na silicijevi rezini.
		ANG	The electrical device or system, which does not employ at least one semiconductor power device, such as power MOSFET, IGBT transistor or other, can only rarely be found. The focus of this paper is on a new concept of intelligent power driving technique. This paper will also present some possibilities of implementing a driving technique as part of an integrated system realized on silicon.
	Objavljeno v		MIDEM - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials; Proceedings; 2010; Str. 167-170; Avtorji / Authors: Podržaj Jurij, Trontelj Janez
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	6365268	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Močnostni modul
		ANG	Power switching module

	Opis	SLO	Patent predstavlja novo zasnovo močnostnega modula z vgrajenimi močnostnimi polprevodniškimi elementi. Inovativna zasnova, v primerjavi s trenutnim stanjem tehnike, omogoča optimizacijo električnih, termičnih in mehanskih lastnosti ter manjše število uporabljenih močnostnih polprevodniških stikal. Zasnova je sestavljena iz treh sklopov, kjer osrednji sklop predstavlja tridimenzionalna povezovalna matrika gradnikov z namenom optimizacije parazitnih vplivov in zmanjšanja dimenzij močnostnega modula.
		ANG	The patent presents an improved construction of power module for switching high power electrical loads with semiconductor power devices. To the prior art power module designs the new innovative design propose electrical, thermal and mechanical power module properties optimization. The power module structure consists of three construction parts: a base plate, a top plate and a three dimensionally structured interconnection network.
	Objavljeno v	European Patent Register EP2340560, 1.3.2013	
	Tipologija	2.24 Patent	

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	7150676	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Zasnova integriranega krmilnika in močnostne stopnje trifaznega elektromotorja z baterijskim napajanjem
		ANG	Integrated driver and power module for battery powered three phase AC motor design
	Opis	SLO	Doktorsko delo zajema poglobljeno študijo zasnove realizacije močnostnih stopenj, ki predstavljajo osrednji del električnega pogonskega sistema in služijo za pretvorbo električne energije v primerne električne signale krmiljenega električnega motorja. Raziskave so obsegale električne, termične, cenovne in druge aspekte realizacije močnostnih stopenj. Predstavljena je zasnova algoritma za tokovno krmiljenje močnostnih polprevodniških MOSFET tranzistorjev.
		ANG	The critical part of the electrical propulsion systems, beside battery pack and electrical motor, represents the power module, which is used for driving the electrical motor. The thesis focuses on the power module design and also to the power module electrical, thermal and mechanical properties. The thesis also introduces an algorithm for intelligent power device driving together with presented simulation results. The algorithm simulation results indicate better electrical and thermal performance of the power module.
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom	
	Objavljeno v	[J. Podržaj]; 2009; 112 f.; Avtorji / Authors: Podržaj Jurij	
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija	
2.	COBISS ID	8234580	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Načrtovanje integriranih vezji ASIC za avtomobilske aplikacije
		ANG	ASIC design for automotive applications
	Opis	SLO	Priprave obravnava sistemski pristop, različne načrtovalske metod ter postopke na področju implementacije in realizacije integriranih vezji ASIC razvitih za avtomobilsko industrijo. Zagotavljanje visokega nivoja kvalitete in zanesljivosti namensko realiziranih vezji ASIC predstavlja za načrtovalca takih sistemov velik izziv, veliko izkušenj ter odlično poznavanje standardov

			in predpisov, ki urejajo to področje.
		ANG	The article focuses on system level, design and layout approaches designed for integrated circuits ASIC used in automotive applications. The ASIC designer has to manage all aspects of the automotive dedicated ASIC design flow with respect to all required standards and regulations which regulate this area.
	Šifra		B.04 Vabljen predavanje
	Objavljeno v		Autoclusters; 2011; Avtorji / Authors: Pleteršek Anton, Podržaj Jurij
	Tipologija		3.16 Vabljen predavanje na konferenci brez natisa
3.	COBISS ID	8929620	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Metoda za krmiljenje magnetnih tuljav z jedrom (solenoid)
		ANG	Verfahren zur Steuerung von Magnetspulen (Solenoiden)
	Opis	SLO	V patentu je predlagana metoda za krmiljenje solenoidov z uporabo PWM toka navitja. Metoda beleži položaj armature v solenoidu in z vzorčenjem padcev napetosti vzdolž kanala krmilnega tranzistorja tuljave solenoida v realnem času. Impulzno širinska modulacija omogoča prilagoditev trenutnega krmilnega toka. Odkrivanje napak je vključeno v metodo, za zaznavo čim več napak v delovanju. Tema je povezana z vsebino projekta v delu, ki opisuje močnostno stopnjo in merjenje toka.
		ANG	A method for driving a solenoid device using PWM-coil-current is proposed in patent. The method tracks the position of the solenoid's armature by sampling voltage drops along the channel of coil driving transistors in real time. Pulse width modulation enables current supply adjustment. Error detection is included to detect possible misbehavior. The content is connected to research project in the part of output power stage and its current measurement.
	Šifra		F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v		Petentanwaltskanzlei Hutzelmann; 2011; Avtorji / Authors: Trontelj Janez, Sešek Aleksander
	Tipologija		2.23 Patentna prijava
4.	COBISS ID	8387156	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Integrirani pametni krmilnik solenoidov z sledenjem vrednosti toka
		ANG	Integrated smart solenoid driver with current tracking
	Opis	SLO	Oblika magnetnega toka med spreminjanjem PWM, zagotavlja informacijo o upornosti tuljave in indukcijskih lastnostih. Trenutna vrednost toka in njegova oblika se uporabljata tudi v algoritmu, ki prilagaja krmiljenje glede na končno pozicijo jedra za optimalno delovanje z minimalnimi toplotnimi izgubami. V prispevku je opisana metoda za merjenje trenutnega toka, brez zunanjih pomožnih uporov, ki so dragi, ampak z uporabo padca napetosti na kanalu krmilnega tranzistorja. V članku je opisana tudi posebna tehnika za prilagajanje vrednosti toka glede na spremembe napetosti na krmilnem tranzistorju v "ON" fazi, ki je prav tako uporabljena v sklopu pametnega krmilnika. Tema je povezana z vsebino projekta v delu, ki opisuje močnostno stopnjo in merjenje toka.
			The shape of the solenoid current, during the PWM driving, provides information about both the coil resistance and inductance properties. The coil current values and its curve shape is also used in the algorithm which adopts the target driving current for optimal operation with minimal thermal losses.

		ANG	In the paper a method for solenoid current measurement is proposed, without expensive shunt resistor, but using just a voltage drop on the driving transistor channel instead. A special technique for compensation of the current to voltage conversion non-idealities as driver transistor "ON" resistance is also discussed in paper. The content is connected to research project in the part of output power stage and its current measurement.
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Coil Winding, Insulations & Electrical Manufacturing Exhibitions; Inductica Technical Conference Berlin 2011; 2011; Str. 78-83; Avtorji / Authors: Trontelj Janez, Sešek Aleksander	
	Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	9698644	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Gonilnik za krmiljenje močnostnih polprevodniških stikal v visokonapetostnih sistemih
		ANG	Apparatus for high side transistor bridge driver
	Opis	SLO	Patent opisuje novo metodo izvedbe gonilnika visokonapetostnih močnostnih polprevodniških stikal (npr. IGBT tranzistor). Izvedba gonilnika poleg zagotavljanja ustreznih krmilnih signalov močnostnih stikal vsebuje tudi realizacijo galvanske ločitve za visoke napetosti. Patent predstavlja tudi nov način prenosa električne energije potrebne za napajanje gonilnika s pomočjo brezžično sklopljenega nihajnega kroga.
		ANG	The patent application introduces a new method of isolation driver realization which comprises of isolation feature and provides controlling signals for driving high voltage semiconductor power devices (e.g. IGBT transistor). Besides the high voltage galvanic isolation the proposed solution also proposes a method of providing adequate electrical energy for supplying the isolation driver which is realized with coupled resonance circuit. The introduced solution of the isolation driver with coupled resonance circuit provides several advantages to the prior-art solutions.
	Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka
	Objavljeno v	Petentanwaltskanzlei Hutzelmann; 2013; Avtorji / Authors: Trontelj Janez, Ergaver Gregor, Podržaj Jurij, Sešek Aleksander	
	Tipologija	2.23	Patentna prijava

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

ZNANSTVENI PRISPEVEK NA KONFERENCI

1. Power module packaging for thermal and electrical performance optimization
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: MIDE - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2009, str. 147-151, ilustr. Avtorji / Authors: Podržaj Jurij, Trontelj Janez. [COBISS.SI-ID 7299924]

2. Integrated current regulator for automotive solenoids
Proceedings. Ljubljana: MIDE - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials, 2010, str. 171-176, ilustr. Avtorji / Authors: Sešek Aleksander, Trontelj Janez. [COBISS.SI-ID 7930964]

3. Solenoid current signature for driving optimization and fail-safe operation
Proceedings. Ljubljana: MIDE - Society for Microelectronics, Electronic Components and Materials; Proceedings; 2011; Str. 81-84; Avtorji / Authors: Sešek Aleksander, Trontelj Janez. [COBISS.SI-ID 8720724]

PATENTNA PRIJAVA

1. Method and device for contactless sensing rotation and angular position using orientation tracking EP 2210065 A1, 2010-07-28 : application no. EP 20070815163 20071025, priority no. WO2007AT00496 20071025. [S. l.]: European Patent Office, 2010. Avtorji / Authors: Trontelj Janez. [COBISS.SI-ID 8115028]

ZAKLJUČNO POROČILO

IDRIVE : krmilnik močnostne stopnje za elektromotorje : poročilo o projektu. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za mikroelektroniko, 2012. [101] str., ilustr. Avtorji / Authors: Sešek Aleksander, Podržaj Jurij, Trontelj Janez. [COBISS.SI-ID 9692244]

MENTORSTVO DOKTORANDOM

Matic Hajdič, Gregor Ergaver, Matija Podhraški

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Za razvoj znanosti je seveda najpomembnejša predlagana nova metodologija načrtovanja PMSD, saj je zastavljena na izhodiščih, ki poleg razvojnih nalog krepí tudi raziskave teoretičnih zakonitosti. Gre predvsem za poglobljeno znanje o pojavih v polprevodnikih pri visoki električni poljski jakosti, ekstremnih temperaturah, tokovnih gostotah in podobno ter za študije zanesljivosti, dolge življenske dobe ipd.

Raziskave in razvoj v sklopu projekta realizacije integriranega vezja ASIC zajema področje raziskav na področju uporabe in implementacije SoC (System-on-a-Chip) tehnologije, ki združuje analogne, digitalne in analogno-digitalne sisteme v en sam kompleksen integrirani sistem. Aktivnosti projekta obsegajo tudi raziskave in razvoj na področju implementacije in realizacije analognih, digitalni, analogno-digitalni in močnostnih elementov s pomočjo BCD tehnologije na enem samem integriranem vezju ASIC.

Doprinos k razvoju znanosti je tudi v metodi načrtovanja inteligentnih močnostnih sistemov. Integrirano vezje ASIC vsebuje algoritem tokovnega krmiljenja močnostnih stikal in implementacijo varnostnih funkcij, kar pripomore k zmanjšanju zunanjih elektronskih sistemov in podsistemov, ki so trenutno uporabljeni v današnjih izvedbah. Doseženi izsledki študij pri tem projektu bodo pripomogli k nadaljnji optimizaciji kompleksnejših inteligentnih integriranih sistemih. Prvi korak k temu je bila realizacija močnostnega elementa – tranzistorja, ki služi za tokovno krmiljenje in posredno realizacijo varnostnih funkcij močnostnih stopenj in poleg algoritma tokovnega krmiljenja predstavlja najpomembnejši podsklop predlaganega integriranega vezja ASIC.

Za načrtovanje inteligentnih močnostnih sistemov je uporabljena načrtovalska metodologija PMSD, ki omogoča učinkovitejšo in hitrejšo realizacijo takšnih sistemov.

ANG

The most substantial benefit for science is the PMSD methodology, which contributes to science development with theoretical and practical assignments. The main focus is in the profound knowledge acquisition of semiconductor behavior at high electrical field, extreme temperature, high current density, studies of reliability and life span.

The developed integrated ASIC research and design activities were focused on ASIC implementation with SoC technology. The SoC technology combines joining integrated analog, digital and analog-digital parts into a single complex integrated system. The R&D activities were also focused on implementation of a single complex integrated system combined together with power devices, realized as a single integrated system ASIC. The realization of such integrated system ASIC is done with BCD technology implementation.

A new challenge also represented the design of intelligent integrated system ASIC which demanded a new design technology. The integrated system ASIC includes implementation of intelligent current driving algorithm for power devices and safety features. The research results of the project contribute to the further optimization of complex integrated systems. The first step in this direction was done with the power device (power transistor) implementation. The realized power transistor was used to drive power modules.

The design of integrated intelligent power systems is performed with the new design PMSD method.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Razvoj in proizvodnja različnih elektromotorjev namenjenih različnim aplikacijam je v slovenski elektroindustriji na visokem nivoju in je konkurenčna tudi v svetovnem merilu. Svetovni trendi razvoja in uporaba električnih pogonskih sistemov narekujejo poleg same izdelave visokokvalitetnih električnih strojev tudi uvajanje novosti na področju inteligentnega krmiljenja močnostnih stopenj, povečani funkcionalnosti, vgradnji zaščitnih funkcij, doseganju visokih izkoristkov ter optimizaciji stroškov.

Z uspešno rešitvijo projekta smo naredili korak pred vso svetovno konkurenco, saj trenutno na trgu ni podobnega inteligentnega integriranega vezja ASIC, ki bi združeval na eni strani inteligentno tokovno krmiljenje močnostnih stikal, nabor varnostnih funkcij in na drugi strani prilagodljivost sistema na široko paleto različnih aplikacijah in ekonomsko upravičenostjo. Z implementacijo predlaganega integriranega vezja ASIC se je zmanjšalo število dodatnih elektronskih sklopov, ki so služili za realizacijo vrste varnostnih funkcij, ki jih do sedaj ni bilo moč realizirati v enem samem integriranem sistemu. Takšno realizacijo integriranega vezja ASIC poleg visokotehnološke mikroelektronske tehnologije BCD omogoča tudi nov načrtovalski pristop, ki združuje analogne, digitalne, analogno-digitalne in močnostne sklope na eni sami silicijevi rezini.

S pridobljenimi znanji in izkušnjami, ki so se zvrstile med izvajanja projekta, vidimo velik potencial razvoja podobnih visokotehnoloških projektov, ki s skupnim sodelovanjem s slovensko industrijo krepi ugled in zviševanje dodane vrednosti izdelkov in tako Slovenijo postavlja ob bok najrazvitejšim svetovnim gospodarstvom. Zanimanje slovenske industrije je izkazano s financiranjem relativno dragih mednarodnih patentnih postopkov.

Tudi posredni pomen za družbo je izkazan, saj učinkovitejši elektromotorji porabijo manj energije in so s tem prijaznejši do okolja.

ANG

Development and production of various electrical motors for various applications are well evolved Slovenia. The global trends and growth employment of electrical traction systems dictate design of high performance electrical motors and also demands the use of new generations of intelligent power modules. The new intelligent power modules should fulfill the requirements of more sophisticated functionality, safety features implementation, higher performance and cost optimization.

The developed solution is a good starting point for Slovenian industry to establish even more notable position on the global market of intelligent electrical power modules. The integrated smart ASIC implements intelligent current driving algorithm for power devices and a wide range of safety functions. The ASIC is used for various realizations of power modules and adoptable for different realizations of electrical traction systems. The fact that wide range of functionality and safety features implemented within ASIC also increases the complexity and number of external electronic components is reduced with developed ASIC. For developed intelligent integrated ASIC system a new BCD design technology was used. The BCD technology combines implementation of digital, analog, mixed signal and power functions in a single integrated ASIC. The knowledge, analysis results and know-how acquired during this project are a good starting point for further high-tech products and services which will strengthen position and reputation of Slovenian industry on the global market. The interest of Slovenian industry was shown by financing, relatively very expensive, international patent applications.

Another important aspect is the preservation of the environment. More efficient electrical motors consume less energy and therefore they are environment friendly.

11. Samo za aplikativne projekte in doktorske projekte iz gospodarstva!

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	

		☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti

F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	

Uporaba rezultatov	
--------------------	----------------------

Komentar

12. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☒	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☒	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☒	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☒	☐	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☒	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☒	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☒	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☒	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☒	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☒	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☒	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☐	☒	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☒	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☒	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☒	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☒	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☒	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☐	☒	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☐	☒	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	

G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

13.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	Sofinancer		
1.	Naziv	Iskra Avtoelektrika d.d. (Letrika d.d.)	
	Naslov	Polje 15, Šempeter pri Gorici	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		54.793,00 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		25 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
		1. Dvig tehnološke ravni	F.04
		2. Razvoj novega izdelka	F.06
		3. Razvoj in izdelava prototipa	F.08
		4. Referat na mednarodni znanstveni konferenci	B.03
		5. Večja konkurenčna sposobnost	F.35
	Komentar	Kot najpomembnejši rezultat projekta, pri katerem smo sodelovali kot sofinancerji vidimo predvsem v tem, da je bil zastavljen projekt izpeljan v predvidenih okvirih in v celoti. Tu mislimo predvsem na znanje in izkušnje pridobljene pri sami določitvi električnih specifikacij integriranega vezja ASIC, določitvi termičnih lastnosti, določitvi zaščitnih funkcij ter predvsem pri implementaciji algoritma tokovnega krmiljenja s parametri, ki omogočajo optimizacijo samega krmiljenja močnostnih MOSFET tranzistorjev. Ob zaključku projekta je bil izdelan tudi prototip vezja ASIC ter nakazane smernice nadaljnega razvoja, ki bi ga bilo možno realizirati in uporabiti tudi in predvsem v industrijskem okolju. Pridobljeno znanje je pomembno tudi za to, ker nas skupno z LMFE uvršča med redke skupine, ki znajo načrtovati močnostna integrirana vezja ASIC v tehnologijah z mešanjem visokonapetostnih napajalnih napetosti (do 60V) za avtomobilsko industrijo ter sočasno implementirati tudi podvezje z nizkimi napajalnimi napetostmi (od 3.3V do 5V). Tako so nam dostopne standardne mikroelektronske tehnologije, ki za najnižjo možno ceno omogočajo zasnove novih proizvodov za različne	

		avtomobilске aplikacije. Prav zaradi tega smo se odločili, da finančno podpremo vlogo v poročilu navedenega mednarodnega patenta. Iz stališča našega podjetja tako projekt ocenjujemo kot uspešno zaključen saj smo tekom izvajanja projekta pridobili nova tehniška in tehnološka znanja.
	Ocena	Končni rezultat v obliki prototipnega integriranega vezja ASIC ter pridobljeno znanje in izkušnje pri tem projektu nam je ob zaključku projekta potrdilo našo prvotno pravilno odločitev, da ta projekt kot sofinancerji tudi podremo. Po naših izkušnjah na področju načrtovanja kompleksih pogonskih sistemov, ki vključujejo načrtovanje električnega motorja kot načrtovanje močnostnih stopenj, kjer poleg močnostnih MOSFET tranzistorjev krmilniki predstavljajo enega izmed poglavitnih funkcijskih delov, ocenjujemo, da bo v prihodnosti ob nadaljnjem vlaganju v razvoj podanih smernic iz izsledkov projekta in izkušenj možno kot prodreti na svetovnem trgu s tako edinstveno in unikatno rešitvijo. Do sedaj na trgu krmilnikov še vedno ni moč zaslediti podobne zasnove, ki bi omogočala fleksibilnost uporabe enega samega ASIC vezja za celotno paleto krmiljenja močnostnih MOSFET tranzistorjev. Predlagana zasnova in realizacija v obliki prototipa ASIC poleg programljivosti parametrov implementiranega algoritma tokovnega krmiljenja, skrajšanje t.i. mrtvega časa med preklopi omogoča tudi uporabno paleto zaščitnih funkcij. Poleg optimiziranih prekipov močnostnih MOSFET tranzistorjev, kar ima neposreden vpliv na sam izkoristek ter elektromagnetno združljivost sistemov, vidimo velik potencial tudi v komercialno smislu. Vezje ASIC namreč za samo delovanje ne potrebuje velikega števila dodatnih elektronskih komponent kot ostale konfiguracije podobnih krmilniških vezij in iz tega razloga tako nudi cenovno ugodno alternativo dosedanjim rešitvam. Iz povedanega sledi, da je bil projekt zelo uspešen in koristen.

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³

14.1. Izjemni znanstveni dosežek

METODOLOGIJA NAČRTOVANJA Power Mixed Signal Design (PMSD)

Zasnovana je bila nova metoda zelo zahtevnega načrtovanja sistemov na čipu in je bila preverjena pri izjemno uspešnem načrtovanju vezja ASIC, ki omogoča nadzor enega kanala močnostne stopnje za krmiljenje elektromotorjev, in ima veliko prednosti pred sedaj dostopnimi integriranimi vezji. Vsebuje namreč pametne funkcije: nadzor temperature - ob prekoračitvi mejne vrednosti vezje opozori z zunanjim signalom, nato lahko uporabnik reagira z ustreznim protokolom (zmanjšanje obremenitve). Najpomembnejši funkciji, t.i. "safety" funkciji, sta funkcija spremljanja in opozarjanja uporabnika pri prekoračitvi spodnjih mejnih vrednosti napajalne napetosti in funkcija nadzora vrednosti toka preko krmilnih tranzistorjev zunaj vezja, ki reagira pri prekoračitvi nastavljene vrednosti največjega toka z ustreznim izhodnim signalom, ki ob pravočasni reakciji sistema prepreči poškodbo krmilnika in motorja.

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

MEDNARODNI PATENT IN PATENTNA PRIJAVA

1. Power switching module, European Patent Register EP2340560, 1.3.2013
2. Apparatus for high side transistor bridge driver : application no. PCT/EP 2013/054526, 2013-03-06. Osterberg: Petentanwaltskanzlei Hutzelmann, 2013. [COBISS.SI-ID 9698644]

Izjemen dosežek pa je tudi dejstvo, da je bilo vezje ASIC razvito s približno 1/10 sredstev, ki jih navadno zahteva razvoj takega vezja. Sredstva, ki so bila dodeljena s strani ARRS so bila tako oplemenitena v največji možni meri. Objavljena sta bila dva mednarodna članka, 5 prispevkov na mednarodnih konferencah, podeljen en mednarodni patent in vloženi tri patentni prijavi iz tega področja.

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 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:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
elektrotehniko

Janez Trontelj

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	13.3.2013
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/44

¹ Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

² Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

³ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁵ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁶ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁷ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁸ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁹ 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](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² Rubrike izpolnite / prepisite 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](#)

¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

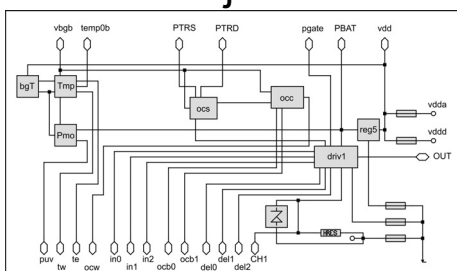
0C-9C-6A-80-A4-48-85-6C-3F-2B-15-30-58-BC-B6-A9-22-BC-46-28

TEHNIKA

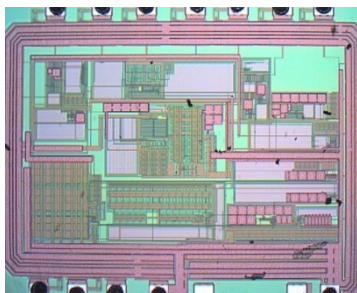
Področje: 2.09 – Elektronske komponente in tehnologije Dosežek 1: **METODOLOGIJA NAČRTOVANJA Power Mixed Signal Design (PMSD)**

Vir: J. Podržaj, A. Sešek, J. Trontelj : *Intelligent power MOSFET driver ASIC*, MIPRO2012, proceedings, May 2012, pp.113 - 117

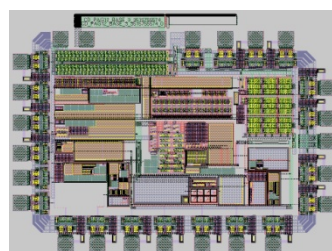
Shema vezja



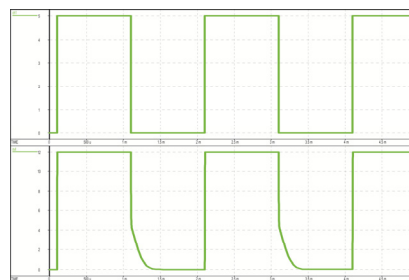
Izdelano testno vezje ASIC



Sestavnica mask



Delovanje - signali za krmiljenje



Zasnovana je bila nova metoda zelo zahtevnega načrtovanja sistemov na čipu in je bila uporabljena pri izjemno uspešnem načrtovanju vezja krmilnik močnostne stopnje. Izdelano je bilo vezje ASIC, ki omogoča nadzor enega kanala močnostne stopnje za krmiljenje elektromotorjev, in ima veliko prednosti pred sedaj dostopnimi integriranimi vezji. Vsebuje namreč pametne funkcije: nadzor temperature - ob prekoračitvi mejne vrednosti vezje opozori z zunanjim signalom, nato lahko uporabnik reagira z ustreznim protokolom (zmanjšanje obremenitve). Najpomembnejši funkciji, t.i. "safety" funkciji, sta funkcija spremljanja in opozarjanja uporabnika pri prekoračitvi spodnjih mejnih vrednosti napajalne napetosti in funkcija nadzora vrednost toka preko krmilnih tranzistorjev zunaj vezja, ki reagira pri prekoračitvi nastavljene vrednosti največjega toka z ustreznim izhodnim signalom, ki ob pravočasni reakciji sistema prepreči poškodbo krmilnika in motorja.

Izjemni dosežek pa je tudi dejstvo, da je bilo vezje ASIC razvito s približno 1/10 sredstev, ki jih navadno zahteva razvoj takega vezja. Sredstva, ki so bila dodeljena s strani ARRS so bila tako oplemenitena v največji možni meri. Objavljena sta bila dva mednarodna članka, 5 prispevkov na mednarodnih konferencah, podeljen en mednarodni patent in vloženi dve patentni prijavi iz tega področja.