

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/136



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

(za obdobje 1. 1. 2009 - 31. 12. 2014)

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0114
Naslov programa	Aplikativna elektromagnetika Applied Electromagnetics
Vodja programa	2077 Mladen Trlep
Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)	23010
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2009 - 12.2014
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	796 Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.12 Električne naprave
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

Raziskovalni program Aplikativna elektromagnetika sestavljajo tri področja, ki so med seboj povezana in vsa naslonjena na enotno

teoretično izhodišče, ki temelji na makroskopski teoriji elektromagnetnega polja, matematično determinirani z Maxwellovimi enačbami. Prvo področje raziskav je področje t.i. magnetnih tekočin, ki predstavlja direktno uporabo produkta nanotehnologije v vsakdanjem življenju. V ospredju raziskav je razvoj eksperimentalnih postopkov za natančno ovrednotenje lastnosti tekočin, predvsem magnetnih lastnosti in razvoj numeričnih modelov za izračun in simulacijo elektromagnetnega polja v tekočinah. Področje uporabe je zelo široko, od uporabe pri diagnosticiranju napak v strukturi materialov, za magnetna tesnjenja pri gibajočih se delih naprav, za merilne senzorje, v medicini za povečevanje kontrasta pri preiskavah z magnetno resonanco, kot aktivno sredstvo pri zdravljenju s hipertermijo, kot "transportno" sredstvo za prenos zdravilnih učinkovin, pa tudi za posebne namene, npr. vojaške, za absorpcijo visokofrekvenčnih elektromagnetnih polj, itd. Drugi del programa predstavlja nadaljnji razvoj na področju elektromehanskih pretvornikov, vendar na zelo specifičnem segmentu, ki se navezuje na pogonski sklop v električnih ali hibridnih vozilih. Razvoj in uporaba le teh postaja, pa ne samo zaradi ekologije, vedno bolj zanimiva in širše družbeno zaželeno, kar narekuje pospešen razvoj naprednih električnih pogonskih sistemov. V okviru programa smo se usmerili v razvoj električno zvezno spremenljivih prenosov in električno zvezno spremenljivih pogonskih sistemov za omenjena vozila in izdelavo funkcionalnega prototipa, njegove verifikacije ter prenos in implementacijo pridobljenih znanj in izsledkov v industrijsko okolje.

Tretje področje programa obsega raziskovanje zaključenega procesa, ki se začne z atmosferskimi razelektritvami v zraku in konča z razelektritvijo v zemlji. Torej problematiko širjenja strele skozi atmosfero s spremljajočimi delnimi razelektritvami in nato širjenje električnega toka v zemlji. Cilj razvoja na tem področju je zajeti v numerični model vse parametre v zraku, ki vplivajo na potek širjenja strele (npr. tlak, temperaturo, itd.) in vpliv poljskega toka ter ionizacije na dogajanje v zemlji pri širjenju električnega toka. Prav tako smo ovrednotili vplive elektromagnetnega polja na ljudi in okolico med tranzientnim pojavom udara strele, pa tudi v okolici drugih virov elektromagnetnega polja, predvsem visokonapetostnih daljnovodov.

ANG

Applied Electromagnetics research program comprises of three interconnected fields of research, which have a common theoretical startingpoint, i.e. the macroscopic theory of electromagnetic fields, which is determined by Maxwell's equations. The first field of research is the field of the so-called magnetic liquids, which represents the direct use of a nanotechnology product in everyday life. In the forefront of the research is the development of experimental

procedures for accurate evaluation of properties of liquid (above all, the magnetic properties are going to be of interest), and the development of numerical models for the calculation and simulation of electromagnetic fields in the liquid. This field of research is widely used in e.g. diagnosis of material structural faults, magnetic washer element where moving parts are present, measuring sensors, for the contrast increase in magnetic resonance examinations in medicine, as an active medium for treatment with hyperthermia, as "transport" medium for the transfer of medications, and also in special applications, such as military for the absorption of high frequency electromagnetic fields, etc. The second field of research represents further development of the field of electromechanic converters, however the main concern is the highly specific segment of converters for drive systems in electric and hybrid electric vehicles. These are becoming more and more interesting, regardless of the ecology. This also demands an accelerated development of advanced electric drive systems. In the program framework, we are oriented towards the development of the electric continuously variable transmission and electric continuously - variable transmission propulsion system for previously mentioned vehicles and manufacture of functional prototype, its verification, the transfer, its implementation of gathered knowledge and conclusions in the industrial environment. The third field of research, in the framework of the research program, is the research of the complete process that starts with atmospheric discharges in the air and ends with the discharge in the ground. That is the problem of propagation of a lightning stroke through the atmosphere, partial discharges and afterwards the propagation of current in the ground. The goal of the development, in this field, is to incorporate all parameters in the air into the numerical model. These parameters affect the way of propagation of a lightning stroke (e.g. pressure, temperature, etc.) and the effect of displacement current and ionization on the propagation of current in the ground. The effect of accompanying electromagnetic fields on people and the environment, during the lightningstrike transient, as well as in the proximity of other sources of radiation, mainly the high voltage long distance transmissions, are evaluated as well.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu, (vključno s predloženim dopolnjenim programom dela v primeru povečanja financiranja raziskovalnega programa v letu 2014)²

SLO

Raziskave na področju magnetnih tekočin so se predvsem nanašale na razvoj eksperimentalnih postopkov za natančno ovrednotenje magnetnih lastnosti tekočin in hipertermičnega segrevanja v visokofrekvenčnih magnetnih poljih. Zgrajeni so bili merilni sistemi za izvajanje karakterizacije superparamagnetnih materialov, ki so v obliki nanodelcev in se uporabljajo v magnetnih tekočinah. Magnetne razmere v merilnih sistemih so bile simulirane s 3 D numerično analizo. To je omogočilo izdelavo merilnega sistema z homogenim magnetnim poljem v področju vzorca, z višjo doseženo vrednostjo magnetne poljske jakosti (>42 kA/m), z možnostjo izvajanja meritev na manjših količinah vzorca in z učinkovitejšo termično izolacijo vzorca od vpliva vzbujalne tuljave. Razviti in izdelani so bili merilni senzorji za zajemanje magnetnih veličin ter merilni program v okolju LabView, ki nadzoruje zajemanje merjenih veličin, izvaja njihovo obdelavo in generira grafične in tabelarične predstavitve rezultatov. Razvite so bile tudi tri metode za določanje magnetnih izgub magnetnih tekočin: kalorimetrična, metoda magnetnega merjenja in metoda kompleksne susceptibilnosti. Izvedba meritev lastnosti magnetnih tekočin pri višjih vrednostih magnetnih poljskih jakosti nas je pripeljala do ugotovitve, da

v tem področju magnetne izgube v tekočinah niso več kvadratno odvisne od poljske jakosti, kot se je domnevalo v stroki, ampak se zaradi zmanjševanja magnetne susceptibilnosti približujejo linearni odvisnosti. Pri raziskavah in karakterizacijah magnetnih tekočin smo prišli tudi do ugotovitve, da je na magnetne izgube v magnetnih tekočinah možno vplivati z oblikovanjem prostorskega spreminjanja magnetnega polja. To se kaže v hipertermičnih učinkih, ki so v primeru vrtilnega magnetnega polja veliko večji kot v izmeničnem polju. Drugo področje raziskav programske skupine Aplikativna elektromagnetika je bilo širše usmerjeno na celotno področje elektromagnetnih pretvornikov, predvsem električnih strojev, oziroma ciljno usmerjeno na specifični segment električnih strojev za pogonske sisteme električnih in hibridnih vozil ter plovil. Na področju električnih strojev namenjenih za vgradnjo v produkte in naprave z visoko energetske učinkovitostjo smo raziskovali primerne topologije sinhronskih motorjev z zunanjim rotorjem in cenejšimi feritnimi trajnimi magneti. Motorji so primarno namenjeni za pogon aksialnih ventilatorjev. Raziskovalni rezultati so bili implementirani v industrijsko okolje slovenske družbe Rotomatika d.o.o. Sinhronski stroji s površinskimi trajnimi magneti uporabljeni v električnih vozilih in plovilih izkazujejo relativno majhno induktivnost navitij, kar lahko povzroči bistveno povečanje dodatnih izgub stroja, ko je uporabljena pulzno širinsko modulirana napajalna napetost ob nizki modulatorski frekvenci. Z namenom zmanjšanja dodatnih izgub, smo raziskali primerne topologije rotorjev sinhronskih motorjev s potopljenimi trajnimi magneti, ki povzročijo povečanje vrednosti induktivnosti stroja. Teoretična spoznanja smo eksperimentalno verificirali na primeru 100 kW motorja namenjenega za energetske učinkovit pogon električnega čolna. V okviru raziskovalnega programa smo se orientirali tudi na raziskave iz področja električno zvezno spremenljivih pogonskih sistemov (EZSPS) za hibridna električna vozila (HEV). EZSPS lahko nadomesti menjalnik, sklopko in vztrajnik klasičnega vozila, hkrati pa zniža porabo goriva. Osnovna ideja takšnega elektromagnetnega stroja je, da omogoči motorju z notranjim zgorevanjem delovanje v optimalni točki izkoristka, neodvisno od delovne točke koles HEV. Nov rotacijski aktuator je bil raziskan teoretično, načrtovan in simuliran s pomočjo uporabe metode končnih elementov (MKE), zgrajen in eksperimentalno verificiran. Predstavljen koncept EZSPS trenutno še ni implementiran v industrijsko okolje. Raziskovanje na tretjem delu programa je potekalo po zastavljenem planu. V celotnem obdobju se je prepletal teoretični in eksperimentalni pristop, ki nam je omogočal celovit pristop k reševanju problemov. V začetnem delu smo obravnavali širjenja strele skozi atmosfero. V tem delu je bil razvit numerični model za simulacijo procesa v zraku s pomočjo metode simulacije izvorov. Razvita programska rešitev je bila primerjana z obstoječimi iz literature znanimi rešitvami in rezultati simulacij in daje zadovoljive rezultate. Izdelan je bil tudi laboratorijski model iskriča s tremi elektrodami za eksperimentalno simulacijo razelektritve v omejenem prostoru. Udar strele se konča z električno razelektritvijo v zemljo. Pri tem so nas predvsem zanimale tranzientne razmere v okolici ozemljitve in vpliv elektromagnetnega polja na ljudi in okolico. V matematično obravnavo smo vključili kompletni sistem Maxwellovih enačb, kar pomeni tudi poljski tok. To nas je pripeljalo do numerično zelo kompleksnega problema, ki ga je možno dovolj natančno obravnavati samo z MKE. V obravnavo smo dodatno vključili še ionizacijo zemlje, do katere pride pri dovolj velikih tokovih. Tako postane obravnavani problem še nelinearen. Uporabili smo znani dinamični model ionizacije, ki smo ga priredili za MKE. Za ovrednotenje in razvoj rešitve so bile potrebne obsežne in natančne meritve, ki jih zaradi pomanjkanja specifične merilne opreme in eksperimentalnih modelov nismo mogli sami izvesti. Tako smo nadgradili že obstoječe sodelovanje z MMU University, Faculty of Engineering (FOE), Cyberjaya, Malezija in z njihovo pomočjo pridobili ustrezne eksperimentalne rezultate. S tem smo tudi lahko zaključili planirane cilje v programu. Pri tem smo tudi ugotovili, da bi bilo potrebno obstoječi dinamični model ionizacije nadgraditi oz. izboljšati. Problem je namreč v tem, da obstoječi model vključuje samo odvisnost specifične prevodnosti zemlje od toka razelektritve ne pa tudi dielektričnosti. Ukvarjali smo se tudi s problematiko, kako na osnovi lokalno izmerjenih vrednosti električne prevodnosti zemlje s predpisom

zahtevano eksperimentalno metodo dobiti verodostojni fizikalni model zemlje, vsaj v vplivnem področju ozemljila. Dejansko je to klasični inverzni problem, ki smo ga razrešili za dvo oz. triplastni model zemlje s pomočjo genetskega algoritma.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

SLO

Področje karakterizacije magnetnih tekočin je bilo za programsko skupino ob pričetku dela na raziskovalnem programu precej novo. S tega področja je bila najprej pregledana pomembnejša literatura, kar je omogočilo spoznanje trenutnega stanja na področju magnetnih tekočin in njenih karakterizacij. Na osnovi izkušenj s karakterizacijami klasičnih magnetnih materialov so bili razviti in izdelani merilni sistemi za karakterizacijo magnetnih tekočin in magnetnih prahov, merilni senzorji za merjenje magnetnih veličin (H , B in J), metode za določanje magnetnih izgub magnetnih tekočin in merilni program v okolju LabView. Opravljene so bile karakterizacije magnetnih tekočin na številnih vzorcih. Rezultati raziskav so objavljeni v pomembnejših revijah s tega področja. Vse to potrjuje, da je program dela v celoti realiziran pri tem pa doseženi vsi zastavljeni raziskovalni cilji. Zaradi sprotne ugotovitev in spoznanj so bile izvedene aktivnosti, ki prvotno niso bile predvidene. Drugo področje raziskav programske skupine Aplikativna elektromagnetika je bilo širše usmerjeno na celotno področje elektromagnetnih pretvornikov, predvsem pa na področje električnih strojev. Z ozirom na predstavljene dosežke in rezultate ter uresničevanje ciljev raziskovalnega programa, je bila realizacija programa dela dosežena v celoti. V električni vozilih in plovilih še zmeraj prevladujejo asinhronski stroji, čeprav je večjo gostoto vrtilnega momenta, širše področje vrtljajev s konstantno oddano močjo in večji izkoristek celotnega sistema mogoče doseči z uporabo sinhronskih strojev s trajnimi magneti. Električno zvezno spremenljivi pogonski sistem (EZSPS) za hibridna električna vozila je bil uspešno teoretično raziskan, načrtovan, zgrajen in eksperimentalno potrjen. Predstavljena je bila nova konstrukcija sinhronskega stroja z dvojnim rotorjem, ki jo je možno uporabiti v hibridnih električnih vozilih kot štirikvadrantni pogonski sistem. Tretji del programa je predvideval razvoj numeričnega modela širjenja strele in programske rešitve za simulacijo tranzientnega prehodnega pojava ob udaru strele z vključitvijo komponente poljskega toka ob upoštevanju realne električne prevodnosti in dielektričnosti zemlje, kar je bilo tudi realizirano. Skozi sodelovanje z MMU FOE smo pridobili eksperimentalni sistem za študijo ionizacijskih pojavov v zemlji in dostop do vseh rezultatov meritev. Uporabili smo obstoječi fizikalni model ionizacije zemlje in razvili numerični model ionizacije uporaben za metodo končnih elementov. Tako smo prišli do izredno kompleksnega časovno odvisnega nelinearnega problema 2. reda. Programsko rešitev smo testirali na pridobljenih eksperimentalnih rezultatih in potrdili uporabnost numeričnega modela.

Celotno zastavljeno delo v okviru raziskovalnega programa je v obdobju 2009-2014 potekalo po načrtanem planu. Realizirani so bili vsi zastavljeni raziskovalni cilje na vseh treh področjih programa.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2014⁴

SLO

Ni bilo sprememb programa, niti povečanje ur v letu 2014.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	17638166	Vir: COBISS.SI

Naslov	SLO	Identifikacija parametrov samozagonskega sinhronskega motorja s potopljenimi trajnimi magneti in kratkostično kletko na osnovi diferenčne evolucije
	ANG	Differential-evolution-based parameter Identification of a line-start IPM synchronous motor
Opis	SLO	Delo obravnava istočasno identifikacijo parametrov električnega, magnetnega in mehanskega podsistema samozagonskega sinhronskega motorja s potopljenimi trajnimi magneti in kratkostično kletko (SSMPTMKK), ki temelji na metodi diferenčne evolucije (DE). Parametri naštetih podsistemov so določeni v postopku optimizacije s pomočjo uporabe dinamičnega modela SSMPTMKK, s pomočjo merjenih časovnih potekov napetosti, tokov in hitrosti testnega SSMPTMKK in DE, ki je uporabljena kot optimizacijsko orodje. Med samim postopkom optimizacije, DE spreminja parametre dinamičnega modela SSMPTMKK na takšen način, da je odstopanje med merjenimi in s pomočjo dinamičnega modela SSMPTMKK izračunanimi časovnimi poteki posameznih spremenljivk stanja minimizirano. Delo se osredotoča na definicijo ciljne funkcije, postavitvijo omejitev za posamezne parametre, normiranje parametrov, ter pravilno izbiro testnih in merilnih postopkov, ki vsi skupaj omogočajo določitev parametrov dinamičnega modela SSMPTMKK, ki je veljaven za široko področje delovanja motorja in kot tak tudi primeren za oceno samozagonske sposobnosti SSMPTMKK. Nekateri parametri dinamičnega modela SSMPTMKK, ki jih lahko določimo s pomočjo uporabe metode končnih elementov in eksperimentalnih metod so primerjani z vrednostmi parametrov določenih s pomočjo DE, kar potrjuje predlagan pristop določitve parametrov dinamičnega modela SSMPTMKK, ki temelji na uporabi DE.
	ANG	This work deals with the differential evolution (DE) based method for simultaneous identification of the electric, magnetic and mechanical subsystem parameters of a line-start interior permanent magnet synchronous motor (LSIPMSM). The parameters are determined in the optimization procedure using the dynamic model of the LSIPMSM, the time behavior of voltages, currents and speed measured on the tested LSIPMSM, and the DE which is applied as the optimization tool. During the optimization procedure the DE changes the parameters of the LSIPMSM dynamic model in such a way that the differences between the measured and calculated time behavior of individual state variables is minimized. The paper focuses on the objective function definition, constraints settings for individual parameters, normalization of parameters, and above all the test and measurement procedures performed on the LSIPMSM, which all together make possible to determine the LSIPMSM dynamic model parameters valid for a broad range of operation, and thus, ensuring proper evaluation of the LSIPMSM's line-starting capability. Some of the LSIPMSM parameters that can be determined by finite element analysis and experimental methods are compared to the values obtained by the DE, thus validating the DE based approach.
Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on industrial electronics; 2014; Vol. 61, iss. 11; str. 5921-5929; Impact Factor: 6.500; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.432; A": 1; A': 1; WoS: AC, IQ, OA; Avtorji / Authors: Marčič Tine, Štumberger Bojan, Štumberger Gorazd	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2. COBISS ID	16893718	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Sinteza in karakterizacija nanodelcev zlitine baker-nikelj s terapevtsko Curiejevo točko ob uporabi mikroemulzijske metode
		The synthesis and characterization of copper-nickel alloy nanoparticles with

	ANG	a therapeutic Curie point using the microemulsion method
Opis	SLO	Magnetni delci s kontrolirano Curiejevo temperaturo so pripravljene z redukcijo Ni,Cu-hidrazin kompleksa, ki je bil sintetiziran v ločene micelle. Načrtovana Curiejeva temperatura 43 °C, je dosežena s termično aktivirano homogenizacijo pripravljenih delcev zlitine obdelanih v slanem okolju NaCl. Delci so superparamagnetni s temperaturo blokiranja 16,5 K in magnetizacijo pri sobni temperaturi 2,5 emu/g. Delci s terapevtsko Curiejevo temperaturo so primerni za avtoregulirano magnetno hipertermijo.
	ANG	Magnetic particles with a controlled Curie temperature were prepared by reducing a Ni,Cu-hydrazine complex that was synthesized in a compartmentalized state of reverse micelles. The planned Curie temperature of 43 °C was achieved by a thermally activated homogenization of as-prepared alloy particles embedded in a NaCl salt environment. The particles were superparamagnetic with a blocking temperature of 16.5 K and a room-temperature magnetization of 2.5 emu/g. The particles exhibited a therapeutic Curie temperature that is suitable for self-regulating magnetic hyperthermia.
Objavljeno v		Elsevier Sequoia; Journal of alloys and compounds; 2013; Vol. 576; str. 220-226; Impact Factor: 2.726; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.916; A': 1; WoS: EI, PM, PZ; Avtorji / Authors: Stergar Janja, Ferik Gregor, Ban Irena, Drofenik Mihael, Hamler Anton, Jagodič Marko, Makovec Darko
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	17282070 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Določitev prebojne električne poljske jakosti v ozemljitvenih sistemih z metodo končnih elementov (MKE) in eksperimentalnim delom
	ANG	Determination of threshold electric field of practical earthing systems by FEM and experimental work
Opis	SLO	V članku so prikazani eksperimentalni rezultati in rezultati izračuna z MKE za impulzne karakteristike enostavnih ozemljitvenih sistemov (OS), zgrajenih iz 2, 3 in 4 povezanih vertikalnih prevodnih palic (elektrod). Ti sistemi so bili nameščeni na treh ločenih lokacijah, zakopani v nehomogeni zemlji z različnimi električnimi prevodnostmi posameznih plasti zemlje. To je omogočilo obsežno analizo nelinearnih karakteristik OS, skozi časovne poteke napetosti in toka ter reducirane vrednosti impulzne upornosti. OS sestavljen iz dveh elektrod v zemlji z visoko električno upornostjo je izkazal največje zmanjšanje impulzne upornosti zaradi ionizacije zemlje v primerjavi z ostalimi primeri. Numerična simulacija z uporabo MKE za vseh devet OS kaže zelo dobro ujemanje z merilnimi rezultati. Prav tako je bilo s simulacijo ugotovljeno, da je prebojna trdnost zemlje E_c odvisna od konfiguracije OS, strukture zemlje in impulzne upornosti.
	ANG	In this paper, the results of an experimental study and finite-element method (FEM) of the impulse characteristics of simply built practical earthing systems consisting of 2, 3, and 4 rods are reported. These electrodes are installed at three outdoor test sites having nonuniform soil and different soil profiles to provide variation in the result analysis. The tests on these electrodes were intended to determine the nonlinear characteristics of earthing systems which can be seen from their voltage and current traces and reduction of their impulse resistance values. Two-rod electrodes in the highest soil resistivity profile showed the largest reductions in impulse resistance due to soil ionization compared with other earth electrodes. Computer simulations of all the nine earthing systems using the FEM are also conducted, which showed good agreement with the measured results. It was also found from FEM that threshold electric field

		Ec is dependent on the earthing systems configurations, soil profile, and impulse resistances.				
	Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEEE transactions on power delivery; 2013; Vol. 28, no. 4; str. 2180-2184; Impact Factor: 1.657; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.521; WoS: IQ; Avtorji / Authors: Mohamad Nor N., Trlep Mladen, Abdullah S., Rajab R., Ramar K.				
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek				
4.	COBISS ID	72594433 Vir: COBISS.SI				
	Naslov	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Direktna primerjava karakteristik indukcijskih motorjev in karakteristik samozagonskih sinhronskih motorjev s potopljenimi trajnimi magneti za pogone polhermetičnih kompresorjev</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Direct comparison of induction motor and line-start IPM synchronous motor characteristics for semi-hermetic compressor drives</td> </tr> </table>	SLO	Direktna primerjava karakteristik indukcijskih motorjev in karakteristik samozagonskih sinhronskih motorjev s potopljenimi trajnimi magneti za pogone polhermetičnih kompresorjev	ANG	Direct comparison of induction motor and line-start IPM synchronous motor characteristics for semi-hermetic compressor drives
SLO	Direktna primerjava karakteristik indukcijskih motorjev in karakteristik samozagonskih sinhronskih motorjev s potopljenimi trajnimi magneti za pogone polhermetičnih kompresorjev					
ANG	Direct comparison of induction motor and line-start IPM synchronous motor characteristics for semi-hermetic compressor drives					
	Opis	<table border="1"> <tr> <td>SLO</td> <td>Motorji v pogonih polhermetičnih kompresorjev so običajno napajani iz mreže. Zaradi dobrih pogojev hlajenja so motorji lahko močno obremenjeni, uporabljena pa je posebna struktura rotorja s t.i. "C" izvrtino. Na področju polhermetičnih kompresorjev prevladuje uporaba indukcijskih motorjev, čeprav so lahko uporabljani tudi drugi tipi samozagonskih motorjev, kot na primer samozagonski sinhronski motorji s potopljenimi trajnimi magneti (SSMSPTM). To delo predstavlja direktno primerjavo performanc družine komercialno dosegljivih trifaznih štiripolnih indukcijskih motorjev za pogone polhermetičnih kompresorjev s performancami enako velikih prototipov SSMSPTM. V primerjavo so vključeni motorji naslednjimi nazivnimi močmi: 1, 2.5, 3.8, 5.5, 7.5 in 20 konjskih moči. Prisotnost "C" izvrtine v strukturi rotorja lahko zmanjša performance SSMSPTM v ustaljenem stanju. Posledično so performance SSMSPTM v ustaljenem stanju ocenjene s pomočjo metode končnih elementov in eksperimentalnih metod, medtem ko so dinamične performance SSMSPTM ocenjene samo eksperimentalno. Končni cilj študije je izboljšanje karakteristik SSMSPTM v primerjavi s karakteristikami indukcijskih motorjev in preveritev možnosti takojšnje zamenjave obstoječih indukcijskih motorjev s SSMSPTM v ciljnih aplikacijah polhermetičnih kompresorjev.</td> </tr> <tr> <td>ANG</td> <td>Motors in semi-hermetic compressor drives are mostly fed from line. Because of good cooling conditions, the motors are heavily loaded, and employ a specific rotor structure with "C" bore. In the field of semi-hermetic drives the use of induction motors (IMs) is still dominant, although different motor types with line-starting capabilities, as for example linestart interior permanent magnet synchronous motors (LSIPMSMs), can be used. This work presents the direct performance comparison of a family of commercially available three-phase four-pole IMs for semi-hermetic compressor drives with the equal size prototypes of LSIPMSMs. The motors were rated as 1, 2.5, 3.8, 5.5, 7.5 and 20 Hp. Presence of "C" bore in rotor structure can degrade LSIPMSM steady-state performance, therefore the LSIPMSM designs steady-state performances are evaluated by FEA as well by the experimental method. The motors' dynamic performance is experimentally evaluated as well. The ultimate goal of this study is to reveal the improvement of LSIPMSMs characteristics in comparison to IMs characteristics and to check the possibility for the immediate replacement of existent IMs with LSIPMSMs in the target semi-hermetic compressor application.</td> </tr> </table>	SLO	Motorji v pogonih polhermetičnih kompresorjev so običajno napajani iz mreže. Zaradi dobrih pogojev hlajenja so motorji lahko močno obremenjeni, uporabljena pa je posebna struktura rotorja s t.i. "C" izvrtino. Na področju polhermetičnih kompresorjev prevladuje uporaba indukcijskih motorjev, čeprav so lahko uporabljani tudi drugi tipi samozagonskih motorjev, kot na primer samozagonski sinhronski motorji s potopljenimi trajnimi magneti (SSMSPTM). To delo predstavlja direktno primerjavo performanc družine komercialno dosegljivih trifaznih štiripolnih indukcijskih motorjev za pogone polhermetičnih kompresorjev s performancami enako velikih prototipov SSMSPTM. V primerjavo so vključeni motorji naslednjimi nazivnimi močmi: 1, 2.5, 3.8, 5.5, 7.5 in 20 konjskih moči. Prisotnost "C" izvrtine v strukturi rotorja lahko zmanjša performance SSMSPTM v ustaljenem stanju. Posledično so performance SSMSPTM v ustaljenem stanju ocenjene s pomočjo metode končnih elementov in eksperimentalnih metod, medtem ko so dinamične performance SSMSPTM ocenjene samo eksperimentalno. Končni cilj študije je izboljšanje karakteristik SSMSPTM v primerjavi s karakteristikami indukcijskih motorjev in preveritev možnosti takojšnje zamenjave obstoječih indukcijskih motorjev s SSMSPTM v ciljnih aplikacijah polhermetičnih kompresorjev.	ANG	Motors in semi-hermetic compressor drives are mostly fed from line. Because of good cooling conditions, the motors are heavily loaded, and employ a specific rotor structure with "C" bore. In the field of semi-hermetic drives the use of induction motors (IMs) is still dominant, although different motor types with line-starting capabilities, as for example linestart interior permanent magnet synchronous motors (LSIPMSMs), can be used. This work presents the direct performance comparison of a family of commercially available three-phase four-pole IMs for semi-hermetic compressor drives with the equal size prototypes of LSIPMSMs. The motors were rated as 1, 2.5, 3.8, 5.5, 7.5 and 20 Hp. Presence of "C" bore in rotor structure can degrade LSIPMSM steady-state performance, therefore the LSIPMSM designs steady-state performances are evaluated by FEA as well by the experimental method. The motors' dynamic performance is experimentally evaluated as well. The ultimate goal of this study is to reveal the improvement of LSIPMSMs characteristics in comparison to IMs characteristics and to check the possibility for the immediate replacement of existent IMs with LSIPMSMs in the target semi-hermetic compressor application.
SLO	Motorji v pogonih polhermetičnih kompresorjev so običajno napajani iz mreže. Zaradi dobrih pogojev hlajenja so motorji lahko močno obremenjeni, uporabljena pa je posebna struktura rotorja s t.i. "C" izvrtino. Na področju polhermetičnih kompresorjev prevladuje uporaba indukcijskih motorjev, čeprav so lahko uporabljani tudi drugi tipi samozagonskih motorjev, kot na primer samozagonski sinhronski motorji s potopljenimi trajnimi magneti (SSMSPTM). To delo predstavlja direktno primerjavo performanc družine komercialno dosegljivih trifaznih štiripolnih indukcijskih motorjev za pogone polhermetičnih kompresorjev s performancami enako velikih prototipov SSMSPTM. V primerjavo so vključeni motorji naslednjimi nazivnimi močmi: 1, 2.5, 3.8, 5.5, 7.5 in 20 konjskih moči. Prisotnost "C" izvrtine v strukturi rotorja lahko zmanjša performance SSMSPTM v ustaljenem stanju. Posledično so performance SSMSPTM v ustaljenem stanju ocenjene s pomočjo metode končnih elementov in eksperimentalnih metod, medtem ko so dinamične performance SSMSPTM ocenjene samo eksperimentalno. Končni cilj študije je izboljšanje karakteristik SSMSPTM v primerjavi s karakteristikami indukcijskih motorjev in preveritev možnosti takojšnje zamenjave obstoječih indukcijskih motorjev s SSMSPTM v ciljnih aplikacijah polhermetičnih kompresorjev.					
ANG	Motors in semi-hermetic compressor drives are mostly fed from line. Because of good cooling conditions, the motors are heavily loaded, and employ a specific rotor structure with "C" bore. In the field of semi-hermetic drives the use of induction motors (IMs) is still dominant, although different motor types with line-starting capabilities, as for example linestart interior permanent magnet synchronous motors (LSIPMSMs), can be used. This work presents the direct performance comparison of a family of commercially available three-phase four-pole IMs for semi-hermetic compressor drives with the equal size prototypes of LSIPMSMs. The motors were rated as 1, 2.5, 3.8, 5.5, 7.5 and 20 Hp. Presence of "C" bore in rotor structure can degrade LSIPMSM steady-state performance, therefore the LSIPMSM designs steady-state performances are evaluated by FEA as well by the experimental method. The motors' dynamic performance is experimentally evaluated as well. The ultimate goal of this study is to reveal the improvement of LSIPMSMs characteristics in comparison to IMs characteristics and to check the possibility for the immediate replacement of existent IMs with LSIPMSMs in the target semi-hermetic compressor application.					
	Objavljeno v	Institute of Electrical and Electronic Engineers; IEEE transactions on industry applications; 2012; Vol. 48, no 6; str. 2310-2321; Impact Factor: 1.672; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.936; A': 1; Avtorji / Authors: Štumberger Bojan, Marčič Tine, Hadžiselimović				

		Miralem
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	13234454 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Nestacionarno nihanje in prehod skozi osnovno resonanco elektromehanskih sistemov, ki jih poganjajo neidealni izvori energije
		<i>ANG</i> Nonstationary vibration and transition through fundamental resonance of electromechanical systems forced by a nonideal energy source
	Opis	<i>SLO</i> V članku je predstavljena razširjena Lindsted Poincare (ELP) metoda z večkratnimi časovnimi merili za obravnavo nestacionarnih vibracij elektromehanskih pretvornikov in sistemov, ki so vsiljene z neidealnimi energijskimi izvori. Predstavljena metoda se lahko zelo enostavno uporabi za analizo mehanskih nihanj v različnih tipih elektromotorjev ali električnih pogonov z dodatnim upoštevanjem t.i. superharmonikov in subharmonikov kot tudi za analizo stabilnosti sistema.
		<i>ANG</i> This paper presents the Extended Lindstedt-Poincare (EL-P) method with multiple time scales to treat nonstationary vibrations of the electromechanical system, which are forced by a nonideal energy source. The subject of research are two electromechanical systems consisting from rotor system with rotating disc mounted on an elastic shaft and a system with a rotating eccentric mass coupled by a nonlinear shock absorber, which are driven by a D.C. motor as a nonideal energy source. By using extended Hamilton principle, governing nonlinear differential equations of the system are derived. By using multiple time scales, which correspond to the nonlinear frequencies of the system in addition to the slow time scale, which corresponds to the slowly varying parameter, the system of partial differential equations is obtained, which is successively solved by using the proposed EL-P method. The results of computation of the nonstationary vibrations in the passage through fundamental resonance in both systems are presented.
	Objavljeno v	de Gruyter; International journal of nonlinear sciences and numerical simulation; 2009; Vol. 10, no. 5; str. 637-660; Impact Factor: 5.276; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.985; A'': 1; A': 1; WoS: IF, PN, PU, UR; Avtorji / Authors: Pušenjak Rudi, Oblak Maks, Tičar Igor
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	1523458214850582 Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<i>SLO</i> Razvoj nove generacije diferenčnih sprožnikov zaščitnih stikal na osnovi naprednih nanostrukturiranih mehkomagnetnih materialov
		<i>ANG</i> Development of the new generation of the trip relays for the circuit breakers with residual current protection based on the advanced nanostructured soft magnetic materials
		Cilj projekta je bil razviti konkurenčnejše diferenčno zaščitno stikalo. V okviru projekta so potekale raziskave o možnosti uporabe kompozitnih magnetnih materialov izdelanih iz mikro, nano in nanostrukturnih magnetnih delcev pri izdelavi elektromagnetnih naprav. Uporaba teh materialov bo poenostavila in pocenila proizvodnjo, izboljšala karakteristike proizvodov, zmanjšala ali celo odpravila nastajanje odpadnega materiala pri proizvodnji, zmanjšala porabljenno energijo pri

Opis	SLO	<p>proizvodnji, itd.. Predlagatelj projekta je bila gospodarska družba ETI Elektroelement d.d. Izlake. Kot partner je bila vključena v projekt še Iskra Mehanizmi d.d., Lipnica in kot izvajalci raziskav v posameznih projektnih izdelkih IMT Ljubljana in UM FERi Maribor. Financira ga Evropski sklad za regionalni razvoj in Javna agencija za tehnološki razvoj RS (TIA). Projekt je bil zaključen v letu 2011. Rezultati projekta so: nova izvedba sprožnika razvitega do prototipne faze, prijave treh patentov na Uradu RS za intelektualno lastnino [COBISS ID 15234582], [COBISS ID 14850582] in COBISS ID 15235094] ter prijava mednarodnega patenta na Evropskem patentnem uradu.</p>	
	ANG	<p>The aim of the project was the development of the more competitive circuit breakers with residual current protection. In the scope of the project the researches about possibility for the usage of composite magnetic materials made of micro, nano and nano structured magnetic parts at production of electromagnetic devices are done. The use of these materials will simplify the production, it will make the production cheaper, the characteristics of the products will be better, waste material from the production will be reduced or no waste material will be produced, the energy used for the production will be reduced, etc. The proposer of the project was the company ETI Elektroelement d.d. Izlake. The company Iskra Mehanizmi d.d., Lipnica was the partner in the project and the performers of the researches on the project products were IMT Ljubljana and UM FEE&CS Maribor. Project is financed by European fund for regional development and Public agency for technological development (TIA). Project was finished in the year 2011. Results of the project are: new realisation of the trip relay developed to prototype phase, registration of three patents on Office for intellectual property of the Republic of Slovenia [COBISS ID 15234582], [COBISS ID 14850582] and [COBISS ID 15235094] and registration of the international patent at European patent office.</p>	
Šifra	F.08 Razvoj in izdelava prototipa		
Objavljeno v	COBISS		
Tipologija	2.24 Patent		
2.	COBISS ID	17682966	Vir: COBISS.SI
Opis	SLO	POLJE_OS_tranzient	
	ANG	FIELD_GS_transient	
Opis	SLO	<p>Program FIELD_GS_transient (POLJE_OS_tranzient) je namenjen za izračun in simulacijo tranzientnih razmer v okolici ozemljitvenih sistemov. Možna je kompletna analiza elektromagnetnega polja, tako v zemlji, kjer se nahaja ozemljitvena mreža, kot tudi nad površino zemlje. Z ustrezno nadgradnjo to omogoča ovrednotenje vpliva elektromagnetnega polja na okolico, v skladu z Uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju, pri zelo hitrih električnih razelektritvah v zemljo. V izračunu se lahko upošteva tudi ionizacija zemlje s pomočjo dinamičnega modela ionizacije, ki predstavlja realnejšo zajemanje tega pojava, glede na klasični model ionizacije. Program omogoča analizo poljubnega mrežastega, krožnega ali poligonskega ozemljila v kombinaciji z vertikalnimi in horizontalnimi vodniki. Uporablja se več plastični model zemlje, ki se generira s pomočjo genetskega algoritma in podatkov meritev specifične upornosti zemlje z Wennerjevo metodo. Dodatno je možno upoštevati tudi lokalne nehomogenosti v zemlji. Program je popolnoma interaktiven in omogoča 3D vizualizacijo vseh veličin polja.</p>	
		<p>The program FIELD_GS_transient is designed to calculate and simulate transient conditions in vicinity of earthing systems. It is possible to make complete analysis of the electromagnetic field in the ground where</p>	

		<p>grounding mesh is located, as well as above the surface of the earth. Using the appropriate upgrade this allows us the evaluation of the impact of the electromagnetic fields on the environment in accordance with the Regulation on electromagnetic radiation in the natural and living environment at very rapid electric discharges in the ground. Ionization of the earth may also be considered in the calculation with the help of the dynamic model of ionization, which represents a more realistic capture of this phenomenon according to the classical model of ionization. The program enables the analysis of an arbitrary mesh, circular or polygonal grounding system in combination with vertical and horizontal rods. Multilayer model of the earth is used, which is generated by using the genetic algorithm and the measured data of the soil resistivity with Wenner's method. In addition, it is possible to take into account the local inhomogeneities in the earth. The program is fully interactive and allows 3D visualization of all field quantities.</p>	
Šifra	F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
Objavljeno v	Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Laboratorij za aplikativno elektromagnetiko; 2013; 1 el. optični disk (CD-ROM); Avtorji / Authors: Trlep Mladen		
Tipologija	2.21	Programska oprema	
3.	COBISS ID	16577302	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Meritev kompleksne susceptibilnosti za določanje grelne moči magnetne tekočine	
	ANG	An experimental study of magnetic-field and temperature dependence on magneticfluid's heating power	
Opis	SLO	V prispevku je najprej predstavljen merilni sistem za določanje magnetnih lastnosti magnetnih tekočin, ki temelji na principu treh merilnih tuljavic. Točnost merilnega sistema smo preizkusili na poznanih vzorcih, sistem pa smo nato uporabili za karakterizacijo magnetnih izgub na vzorcu magnetne tekočine z uporabo dveh različnih metod. Prva metoda temelji na določitvi površine histerezne zanke, druga pa na določitvi kompleksne susceptibilnosti. Izkaže se, da sta obe metodi enakovredni. Cilj te raziskave je bil določiti grelno moč tekočine pri znani vrednosti magnetnega polje in poljubni temperaturi. Na ta način smo s pomočjo segrevanja vzorca lahko raziskovali dejansko zmanjšanje grelne moči zaradi povišane temperature, ki ga z uveljavljenim kalorimetričnim postopkom brez temperaturno regulirane toplotne kopeli ni mogoče izmeriti.	
	ANG	This paper firstly presents a measurement system for determining the magnetic properties of magnetic fluids, based on three pickup coils. The accuracy of the system was tested on known samples and then used for the characterization of magnetic losses (heating power P) on the magnetic fluid sample using two different methods. The first method is based on determining the hysteresis loop area and the second on determining the complex susceptibility; and showed that both methods are equivalent. The aim of this paper was to identify the heating power of the liquid at a known value for the magnetic field, and the arbitrary temperature. Thus, we explored the actual reduction in the heating power due to the heating of the sample, which cannot be achieved without the temperature regulated heat bath using established calorimetric methods.	
Šifra	F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
Objavljeno v	North-Holland Publishing Co; Journal of Magnetism and Magnetic Materials; 2013; Vol. 331, iss. 1; str. 264-268; Impact Factor: 2.002; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.554; WoS: PM, UK;		

		Avtorji / Authors: Beković Miloš, Trlep Mladen, Jesenik Marko, Goričan Viktor, Hamler Anton	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	64912129	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<i>SLO</i>	Članstvo v odborih mednarodnih znanstvenih konferenc
		<i>ANG</i>	Membership in the committees of international scientific conferences
	Opis	<i>SLO</i>	Aktivno mednarodno delovanje sodelavcev programske skupine, se kaže tudi v članstvu v odborih naslednjih mednarodnih znanstvenih konferenc: ISEF - Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, ELECTROMOTION - Symposium on Advanced Electro Mechanical Motion System, EHE - Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment, EMF - Symposium on Electric and Magnetic Fields, SAEM - Symposium on Applied Electromagnetics, ENRE - Conference of Energy & Responsibility, PES - Conference on Applied Electromagnetics, ENERGYCON – IEEE International Energy Conference, SDEWES - Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems Euro-mediterranean Hydrogen Technologies Conference, Transformer Research and Asset Management.
		<i>ANG</i>	Active international activity of the programme group members can be seen as memberships in the boards of international scientific conferences: ISEF - Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, ELECTROMOTION - Symposium on Advanced Electro Mechanical Motion System, EHE - Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment, EMF - Symposium on Electric and Magnetic Fields, SAEM - Symposium on Applied Electromagnetics, ENRE -Conference of Energy & Responsibility, PES - Conference on Applied Electromagnetics, ENERGYCON – IEEE International Energy Conference, SDEWES - Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems Euro-mediterranean Hydrogen Technologies Conference, Transformer Research and Asset Management.
	Šifra	D.03 Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih	
	Objavljeno v	Spletne strani konferenc: ISEF, ELECTROMOTION, EHE, EMF, SAEM, ENRE, PES, ENERGYCON in SDEWES.	
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci	
5.	COBISS ID	15834134	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<i>SLO</i>	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
		<i>ANG</i>	Report at international scientific conference
	Opis	<i>SLO</i>	V obdobju 2009-2014 so sodelavci PS predstavili okrog 168 prispevkov, ki predstavljajo zaokroženo področje dela PS. Najpomembnejši med njim so: na področju elektromehanskih pretvornikov in sistemov, na področju numeričnega modeliranja elektromagnetnega polja, na področju magnetnih meritev in modeliranja karakteristik magnetnih materialov in magnetnih tekočin, na področju numeričnega reševanja povezanih problemov, na področju modeliranja ozemljitvenih sistemov in

		spremljajočih pojavov, na področju vpliva EMP na okolje, na področju optimizacijskih metod in na področju inverznih problemov.
	ANG	The most important socioeconomically relevant results of the programme group were from the coworkers of the programme, who presented about 168 contributions during the final period, which covered the overall area of the work of the PG. The more important of them were within the following areas: electro mechanical convertors and systems, electromagnetic field numerical modelling, magnetic measurements and modelling of magnetic materials and magnetic fluids, numerical solving of the coupled problems, grounding systems modelling, electromagnetic field influence on the surroundings, optimisation methods, use of numerical methods regarding educative electromagnetic and inverse problems.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v	Zborniki znanstvenih konferenc COMPUMAG, CEFC, ISEF, ICEM, EHE, EMF, SMM, 1&2DM, JEMS, IGTE, itd.	
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine^Z

1. Projekt "Study on the Usage of Structural Reinforced Concrete as Down Conductor and Embedded Piled as the Earthing Systems" je bil financiran s strani Malezijskega ministrstva za znanost, tehnologijo in inovacije v katerega smo bili povabljeni kot zunanji eksperti. Usmerjen je bil v raziskavo električne razelektritve skozi strelvodni in ozemljitveni sistem v zemljo, med udarom strele v objekt. Poudarek je bil na uporabi armiranega kovinskega nadzemnega dela stavbe za povratni vodnik in armiranih betonskih pilotov v zemlji za ozemljitveni sistem. Za izvedbo numerične simulacije tranzientnih razmer za omenjeno strukturo je bila uporabljena metoda končnih elementov.
2. Projekt "Magnetna naprava za biološko obdelavo odpadne vode". V okviru projekta so se razvile napredna tehnologija za učinkovitejšo biološko obdelavo odpadnih vod z magnetno napravo. Laboratorijska izvedba naprave je bila načrtovana, optimizirana in zgrajena za različne strukture biofilma in različne odpadne vode. Partnerji v projektu so bili: Univerza v Mariboru, Slovenija; ABENA d.o.o., Slovenija; MikroChem LKT, Češka; Institute of Chemical Technology, Češka; Technical University of Liberec, Češka. Financiran je bil iz EUREKA projekta.
3. Projekt "Uporaba sodobnih metod vzdrževanja elementov stikališč prenosnega podjetja" obravnava uvedbo novih pristopov pri vzdrževanju elementov stikališč prenosnega podjetja Elektro Slovenija, ki temeljijo na programski opremi vključeni v sistem vzdrževanja. Cilj je določitev optimalne metode vzdrževanja posameznih ključnih elementov v razdelilni postaji oz. razdelilni transformatorski postaji na podlagi analize obstoječega stanja, ter upoštevanju najnovejših znanstvenih dosežkov tega področja.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine^B

9.1. Pomen za razvoj znanosti^B

SLO

- Področje aplikativne elektromagnetike je v svetu aktualno in na mnogih segmentih še dokaj odprto in ne do kraja raziskano, kot na primer:
- magnetne tekočine v smislu karakterizacije, modeliranja in obnašanja v magnetnem polju ter iskanju novih področij uporabe. Uporabnost magnetnih tekočin je že ta trenutek zelo razširjena, npr. od uporabe v medicini, do uporabe pri neporušitvenih testih ugotavljanja napak v materialih, merilnih senzorjev, itd. Opirajo pa se tudi nova področja, kjer se kaže potencialna možnost njihove uporabe.
 - novi magnetni materiali za elektromehanske pretvornike in njim prilagojene konstrukcijske rešitve, v smislu povečanja zmogljivosti in izkoristka pretvornikov, razvoja posebnih elektromehanskih pretvornikov za uporabo v električnih in hibridnih električnih vozilih.

- dinamični modeli ionizacije zemlje pri zelo hitrih atmosferskih razelektritvah v zemljo, vplivu elektromagnetnega polja v teh primerih in razvoja ustreznih zaščit elektroenergetskih objektov in drugih stavb.

Raziskovalno delo PS ter njeni znanstveni in aplikativni rezultati vsekakor predstavljajo korak naprej pri razvoju znanosti, ne samo v domačem ampak tudi širšem svetovnem prostoru. Vsi rezultati raziskav so bili oz. še bodo objavljeni, tako na konferencah kot v publikacijah različnih vrst in nivojev s posebnim poudarkom na revijah z JCR. Takšno usmeritev PS potrjujejo njeni rezultati tudi v preteklosti. Tako smo v obdobju trenutnega programa, od leta 2009-2014 objavili 124 člankov, ki jih COBIS uvršča v skupino 1.01 Izvirni znanstveni članek, od tega kar 75 člankov v revijah z faktorjem vpliva (JCR) ter 15 v revijah iz ¼. Na mednarodnih konferencah smo objavili 168 prispevkov.

Svojo znanstveno raziskovalno in strokovno delo potrjujemo v stikih s priznanimi znanstveniki in raziskovalci in njihovimi laboratoriji, kar omogoča eksploatacijo našega znanja tudi v širšem svetovnem merilu. Naše vključevanje v mednarodne projekte je prav tako omogočil konkreten dvosmerni prenos znanja med inštitucijami.

Pomen in prispevek programa k razvoju znanosti vidimo tudi skozi organizacijo mednarodnih srečanj. Tako bomo v letu 2016 organizirani uveljavljeno mednarodno konferenco EHE (6th International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment).

ANG

The field of applied electromagnetics is a reality in the world and for many segments still an open issue. Research needs to continue within areas such as:

- research into magnetic fluids in the senses of characterisation, modelling, and their behaviour within a magnetic field, together with searching for new areas for their usage. The usefulness of magnetic fluids is already very widespread, for example, they are used in medicine, for the nondestructive testing of materials, for measuring sensors, etc. Magnetic fluids also open up new research areas where new opportunities can be envisaged for their use.
- research into new magnetic materials for electromagnetic transducers and design solutions adopted for their use in the sense of increasing the transducer's capacity and efficiency, of developing special electromechanical transducers for use in electric and hybrid vehicles.
- research into dynamic models for soil ionisation at very fast atmospheric discharges into the soil, research of the impact of electromagnetic fields in these cases and the development of adequate protection for electric power facilities and other buildings.

The research work and expected scientific and applicative results of the programme group regarding these areas will in any case be a step forward in the development of science, not only in the domestic but also in the wider global arena. All research results will also be published both at conferences and in publications of various kinds and levels, with particular emphasis on the journals with JCR. This orientation of the programme group is confirmed by the results from the past. Over the period of the current programme since 2009 we have published 124 articles which are according to COBIS categorised as "1.01 Original research papers", of which 75 papers have been published in journals with an impact factor (JCR) and 15 in journals with JCR in the first quarter (¼). We have made 168 contributions at international conferences. We have confirmed our scientific research and professional work through contacts with recognised scientists and researchers, and through contacts with their laboratories. These contacts have allowed the spreading of our knowledge throughout a wider global sphere. Our participation in international projects has also enabled a concrete twoway transfer of knowledge between institutions.

The importance and contribution of the programme can also be seen through the organisations of international meetings. In 2016 we will organise the well established EHE International Conference (6th International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment).

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Raziskave v okviru programa so pripomogle k povečanju konkurenčne sposobnosti slovenske elektroindustrije s produkti z višjo dodano vrednostjo. To je za slovensko elektroindustrijo, ki je zelo kvalitetna in izrazito izvozno naravnana, nujno potrebno. Če želi ostajati konkurenčna v globalnem prostoru, mora absorbirati več znanja in ga v inovativnem procesu tudi uporabiti. Zato je bil raziskovalnemu programu aplikativna elektromagnetika

osnovni cilj, da producira čim več uporabnega znanja in da tega prenese iz svojih laboratorijev v industrijsko okolje. To je programu v preteklosti, tudi v obdobju 2009-2014 vsekakor uspelo. Vendar pa je takšna produkcija omogočena le na solidni bazi temeljnega raziskovanja. Zato je prav temeljnim raziskavam dan pomemben del v programu, ki pa se nato navezuje na aplikativne in razvojne projekte. Naši rezultati so posebej uporabni za industrijo s področij:

- elektromotorjev, elektromehanskih pretvornikov,
- stikalne tehnike, energetskih sistemov,
- merilne tehnike, raziskav elektrotehniških materialov,
- električnih gospodinjskih aparatov,
- uporabe in razvoja magnetnih tekočin,
- elektromehanskih pretvornikov v avtomobilski industriji električnih in hibridnih vozil ter plovil in malih vetrnih elektrarn,
- zmanjšanju porabe energije in povečanja proizvodnje in izvoza energetsko učinkovitih produktov,
- gradnje in razvoja novih strelovodnih in ozemljitvenih sistemov,
- zaščite pred vplivi elektromagnetnih polj na okolje.

ANG

Research within the context of the planned programme will contribute to an increase in the competitiveness of the Slovenian electrical industry thus allowing the production of products with higher added value. Research into the aforementioned areas is absolutely necessary for the Slovenian electrical industry because our industry is a high quality industry and is highly export oriented. If Slovenian industry wants to stay competitive within the global economy it must absorb more knowledge and this knowledge must be used for innovative production processes. Therefore, the basic objective of the applied electromagnetics research programme is to produce useful knowledge as far as possible and to transfer this knowledge from its laboratories into industry. This programme to date has been successful regarding knowledge production and transfer. However, such production can only be enabled on a solid foundation of basic research. Therefore the important part of the programme is the planning for fundamental research. This fundamental research is then further linked to applicative and development projects. Our results are especially useful for industry within the following areas:

- Electric motors, electromechanical converters
- Switching technology, power systems
- Measurement techniques, research of electrical materials
- Electrical household appliances
- Use and development of magnetic fluids
- Electromechanical converters in the automobile industry for electric and hybrid vehicles, vessels and small power generation systems,
- the reduction of energy usage and increased production and export of energy highefficient products
- Construction and development of new lightning protections and grounding systems
- Protection against the effects of electromagnetic fields on the environment

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2014¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	90
bolonjski program - II. stopnja	34
univerzitetni (stari) program	19

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	

29929	Peter Pišek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29193	Matjaž Knez	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28428	Miloš Bekovič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36645	Boštjan Gregorc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27563	Matjaž Gaber	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26076	Virtič Peter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij
Dr. - Doktorat znanosti
MR - mladi raziskovalec

11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁴

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev
29929	Peter Pišek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina
29193	Matjaž Knez	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Drugo
28428	Miloš Bekovič	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod
36645	Boštjan Gregorc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	F - Drugo
27563	Matjaž Gaber	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo
26076	Virtič Peter	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod

Legenda zaposlitev:

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi
B - gospodarstvo
C - javna uprava
D - družbene dejavnosti
E - tujina
F - drugo

12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2014

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev
		<input type="radio"/>	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

A - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
B - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
C - študent – doktorand iz tujine
D - podoktorand iz tujine

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2014¹⁵

SLO

1. Magnetna naprava za biološko obdelavo odpadne vode (EUREKAE), A. Hamler
2. Čezmejna implementacija okolju prijaznih ultralahkih vozil v

Sloveniji in Avstriji, B. Štumberger
3. MAGEF Tehnologija strojev s trajnimi magneti za povečanje energetske učinkovitosti v električni vleki in električnih pogonih morskih plovil, B. Štumberger
4. ENERSCAPES Ozemlje, krajina in obnovljivi viri energije, P. Vrtič
5. MANERGY Utiranje poti v smeri samozadostne regijske oskrbe z energijo, ki temelji na konceptih trajnostne energije in obnovljivih virih, P. Vrtič
6. PVNET Promocija energije iz fotonapetostnih sistemov skozi optimizacijo z neto merjenjem, P. Vrtič
7. Energy2B: Spodbujanje študentov kako implementirati energetske ideje, lokalno in evropsko tekmovanje idej in podjetništva, J. Avsec
8. Studija o uporabi armature zgradbe za povratni vodnik in pilotov za ozemljitveni sistem, M. Trlep
9. Razvoj optimalnega ozemljitvenega sistema za velike udarne tokove, M. Trlep

14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v obdobju trajanja raziskovalnega programa (1.1.2009–31.12.2014) potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

1. Razvoj nove generacije diferenčnih sprožnikov zaščitnih stikal na osnovi naprednih nanostrukturiranih mehkomagnetnih materialov, A. Hamler
2. Energetsko visoko učinkoviti hibridni sinhronski motorji s trajnimi magneti, B. Štumberger
3. Problemi komutacije v DC motorjih, A. Hamler
4. Analiza prenapetostnih odvodnikov, A. Hamler
5. Razvoj 20 kW indukcijskega motorja za pogon električnih vozil, B. Štumberger
6. Razvoj in optimizacija AC elektromagneta bistabilnega releja, A. Hamler
7. Izbira izolacijskih medijev v srednjenapetostnih celicah za distribucijska postrojenja in novih ločilnih stikal, I. Tičar
8. Uporaba sodobnih metod vzdrževanja elementov stikališč prenosnega podjetja, I. Tičar
9. Analiza elektromagnetnih in toplotnih razmer prenapetostnega odvodnika, A. Hamler
10. Analiza vpliva feromagnetnih plošč ob kontaktih kontaktnega sistema, A. Hamler
11. Analiza vpliva oblike jarma in reže ploščate izvedbe FI relejev, A. Hamler
12. Razvoj EC motorjev za pogone aksialnih ventilatorjev, B. Štumberger
13. Simulacija elektromagnetnih in toplotnih razmer prenapetostne zaščitne naprave SAFETEC_B, A. Hamler
14. Simulacija mirovalnega polja znotraj mikrovalovne pečice, A. Hamler
15. Simulacije magnetnih razmer razvojnih variant stiskalnice za oblikovanje magnetov, A. Hamler
16. Razvoj merilnega sistema za preizkušanje eksplozijsko varne opreme, M. Hadžiselimović

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹⁷

SLO

Raziskovalno delo v PS je že od samega začetka usmerjeno tako, da so pridobljena spoznanja in doseženi rezultati v čim večji meri uporabni v praksi. S tesno povezanostjo članov PS z gospodarstvom je prenos raziskovalnih dosežkov olajšan, hkrati pa omogoča, da se potrebe elektroindustrije direktno upoštevajo pri načrtovanju raziskav in viziji PS.

Rezultati raziskav na področju magnetnih tekočin v okviru katerega smo razvijali eksperimentalne postopke za njihovo karakterizacijo imajo posredni pomen. Ti postopki so posebej pomembni predvsem pa uporabni za razvijalce, izdelovalce in uporabnike magnetnih tekočin. Razvoj magnetnih tekočin in zagotavljanje njihovih lastnosti je možen le, če lahko njihove lastnosti sproti eksperimentalno preverjamo pod dejanskimi pogoji uporabe. Razviti merilni postopek pa je za takšne primere izjemno uporaben, saj je enostaven za izvedbo hkrati pa omogoča hitro in ceneno izvajanje meritev. Iz tega razloga sodelujemo z več razvojnimi oddelki magnetnih tekočin kot so: Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Mariboru, Inštitut Jožef Stefan Ljubljana in Kolektor Nanotesla Inštitut Ljubljana. Razviti merilni postopek je lahko tudi tržno zanimiv za katero od firm s proizvodnjo merilne opreme, kar bo potrebno še preveriti.

Zadnjih nekaj let smo nadaljevali raziskovalno delo na področju samozagonskih sinhronskih motorjev s potopljenimi trajnimi magneti in kratkostično kletko, z namenom potrditve uporabnosti teh električnih strojev v pogonih s spremenljivo hitrostjo vrtenja. Čeprav so eksperimentalni rezultati povečanja energetske učinkovitosti v primerjavi z energetsko učinkovitostjo klasičnih asinhronskih strojev obetajoči, je širša uporaba teh strojev omejena, predvsem zaradi relativno visoke cene NdFeB magnetov. Enaka ocena velja tudi za pogone električnih vozil. Električno zvezno spremenljivi pogonski sistemi za hibridna električna vozila še zmeraj niso dovolj zreli za uporabo v industrijskih okoljih, predvsem zaradi omejitev sposobnosti hlajenja notranjega rotorja.

Uporaba rezultatov tretjega področja programa omogoča v praksi učinkovitejše načrtovanje razelektritvenih in ozemljitvenih sistemov, s čimer se zmanjšajo investicijski stroški v te sisteme. Zaradi natančnejšega vpogleda v procese pri razelektritvah so dane možnosti tudi za natančnejše pristope pri projektiranju in izvedbi zaščitnih naprav, kar lahko poveča varnost in zanesljivost obratovanja elektroenergetskih sistemov ter drugih električnih naprav. To pa je danes izjemnega pomena za gospodarstvo, širše pa tudi za celotno družbo.

16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	

17. Izjemni dosežek v letu 2014¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

V letu 2014 je PS objavila več znanstvenih člankov. Trije izvorni znanstveni članki [COBISS.SI-ID: 17576982, 17881366, 17638166] so bili objavljeni tudi v revijah A1. Prvi članek predstavlja nov način paralelizacije algoritma diferenčne evolucije (DE) uporabljenega za kratkoročno optimizacijo proizvodnje električne energije iz hidroelektrarn. Algoritem je bil testiran na realnem (8 hidroelektrarn) in testnem model (4). Drugi članek se ukvarja z optimizacija proizvodnje električne energije. Postavljene zahteve so bile dosežene z novim načinom samodejnega dinamičnega prilagajanja velikosti populacije algoritma DE, kar je v članku tudi prikazano. Tretji prispevek prikazuje uporabo algoritma DE za simultano identifikacijo parametrov električnega, magnetnega in mehanskega podsistema samozagonskega sinhronskega motorja s potopljenimi trajnimi magneti in kratkostično kletko. Pri tem je uporabljen dinamični model stroja s konstantnimi parametri in MKE za izračun magnetnih karakteristik.

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Program "TrigRelay" je razvit v programskem okolju LabView in je namenjen za preizkušanje in merjenje električnih veličin na sprožilnem releju FI stikala. Uporabniku omogoča interaktiven vnos parametrov vzorca, nastavitve instrumentov ter zajemanje, obdelavo, arhiviranje, statistično analizo in dokumentiranje merilnih rezultatov z možnostjo direktnega prenosa izmerjenih in izračunanih vrednosti v že pripravljene MS Excel predloge. Možno je merjenje enosmerne upornosti navitja releja pri izmerjeni temperaturi okolice in avtomatsko izvajanje meritev pri sinusni, polvalni in polnovalni obliki toka z nastavljivim kotom proženja. Detekcija izklopa releja je izvedena na osnovi zaznanega električnega prehodnega pojava ob izklopu brez dodatnih zunanjih senzorjev. Program je zasnovan tako, da omogoča statistično analizo ponovljivosti rezultatov na istem releju in analizo izbranih veličin izbrane populacije relejev. Kompletni sistem je v uporabi v razvojnem oddelku družbe ETI Elektroelement.

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 in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
matične RO (JRO in/ali RO s
koncesijo):*

in

vodja raziskovalnega programa:

Univerza v Mariboru, Fakulteta za
elektrotehniko, računalništvo in
informatiko

Mladen Trlep

ŽIG

Kraj in datum:

Maribor

11.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/136

¹ Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. V primeru odobrenega povečanja obsega financiranja raziskovalnega programa v letu 2014 mora poročilo o realizaciji programa dela zajemati predložen program dela ob prijavi in predložen dopolnjen program dela v letu 2014. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, navedite: "Ni bilo sprememb.". Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa 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](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa 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 programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa 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 (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

¹¹ Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1.1.2009–31.12.2014), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹² Vpišite število opravljenih diplom v času izvajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času izvajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite "MR". [Nazaj](#)

¹⁴ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1.1.2009 do 31.12.2014), izberite oz. označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁵ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁶ Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁸ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

¹⁹ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). 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.rrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.rrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2015 v1.00b

73-B0-23-8D-B9-2F-57-9C-14-3B-90-27-CB-DC-27-A3-6C-50-C2-2D

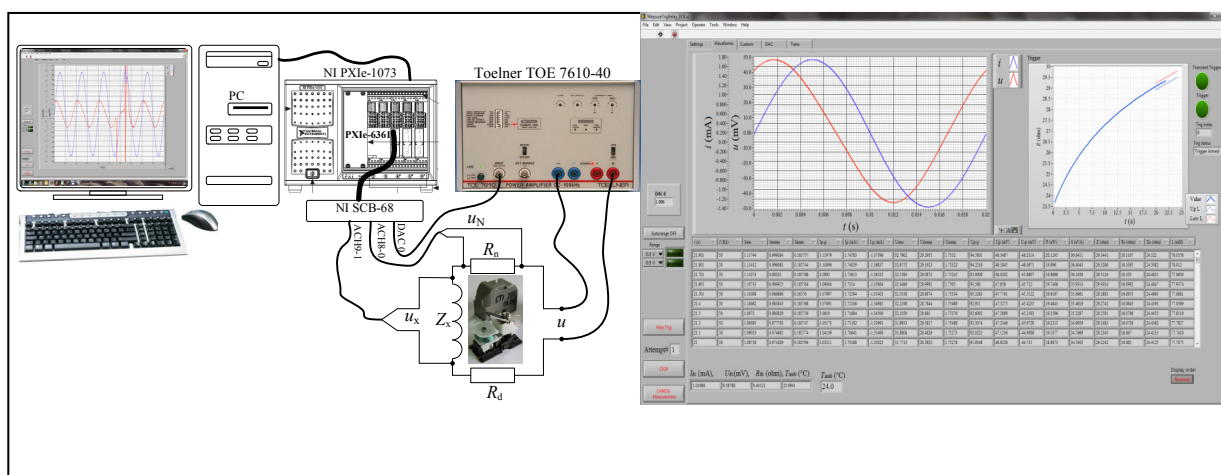
Priloga 1

VEDA

Področje: šifra in naziv področja

Dosežek 1: Program "TrigRelay" in merilni sistem za preskušanje prožilnih relejev FI stikal za družbo ETI Elektroelement d.d. Izlake

Vir: [COBISS.SI-ID 17733910]



Program "TrigRelay" je razvit v programskem okolju LabView. Z razpoložljivo merilno opremo naročnika smo konfigurirali merilno progo za izvajanje testnih preizkusov in meritev električnih veličin na sprožilnih relejih FI stikal. Program omogoča uporabniku interaktiven vnos potrebnih parametrov vzorca, nastavitve instrumentov ter zajemanje, obdelavo, arhiviranje, statistično analizo in dokumentiranje merilnih rezultatov z možnostjo direktnega prenosa izmerjenih, izračunanih in analiziranih vrednosti v že pripravljene MS Excel predloge. Program omogoča merjenje enosmerne upornosti navitja releja pri izmerjeni temperaturi okolice in nadaljnjo avtomatsko izvajanje meritev pri sinusni, polvalni in polnovalni obliki toka z nastavljivim kotom proženja. Detekcija izklopa releja je izvedena na osnovi zaznanega električnega prehodnega pojava ob izklopu brez dodatnih zunanjih senzorjev. Program je zasnovan tako, da omogoča statistično analizo ponovljivosti rezultatov na istem releju in tudi analizo izbranih veličin izbrane populacije relejev. Avtomatizacija meritve omogoča zmanjšanje merilne negotovosti in na ta način omogoča natančnejšo in popolnejšo analizo izmerjenih karakteristik prožilnih relejev, kar je brez omenjenega merilnega sistema ob uporabi klasičnih merilnih postopkov nemogoče.

Razviti merilni sistem podprt s programom "TrigRelay" je v uporabi v razvojnem oddelku družbe ETI Elektroelement Izlake.