



## Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

**LPP-0366-09**

**Výkonové elektronické meniče s vysokou spínacou frekvenciou**

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Pavol Špánik, PhD.**

Príjemca **Elektrotechnická fakulta ŽU**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Žilinská univerzita v Žiline, Elektrotechnická fakulta, Katedra mechatroniky a elektroniky
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Aalto University, School of electrical engineering, Department of electrical engineering, Helsinky, Fínsko. Supervisor prof. Seppo J. Ovaska
- 2.
- 3.

### Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

1. Úžitkový vzor č.6221 na základe PÚV 174-2011 s názvom "Galvanotechnologický systém so synchronným usmerňovačom".
2. Úžitkový vzor č.5971 na základe PÚV 20-2011 s názvom "Zariadenie pre gigacyklové únavové skúšky materiálov".
- 3.

### Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. FRIVALDSKÝ, M., ŠPÁNIK, P., DRGOŇA, P.: Experimental analysis and optimization of key parameters of ZVS mode and its application in the proposed LLC converter designed for distributed power system application, In: International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Ref. Nr.: IJEPES-D-11-00124R1, v tlači (2012)
2. KANDRÁČ, J, FRIVALDSKÝ, M., PRAŽENICA, M., SIMONOVÁ, A.: Design and Verification of proposed Operation Modes of LLC converter, In: ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING, Vol. 18, No. 8, Kaunas 2012, ISSN 1392-1215

3. ŠPÁNIK, P., ČUNTALA, J., FRIVALDSKÝ, M., DRGOŇA, P.: Investigation of heat Transfer of Electronic System through utilization of Novel Computation Algorithms, In: ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING, Vol. 123, Kaunas 2012, ISSN 1392-1215
4. ŠPÁNIK, P., DRGOŇA, P., FRIVALDSKÝ, M., PRÍKOPOVÁ, A.: Design and application of full digital control system for LLC multiresonant converter, In: ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING, Vol. 105, Kaunas 2010, ISSN 1392-1215
5. ŠPÁNIK, P., FRIVALDSKÝ, M., DRGOŇA, P., KANDRÁČ, J.: Efficiency increase of switched mode power supply through optimization of transistor's commutation mode, In: ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING, Vol. 105, Kaunas 2010

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Komplexné vyšetrenie vlastností rezonančných meničov, analýza vhodných riadiacich algoritmov a existujúcich možností konštrukcie riadiaceho obvodu a následné praktické overenie metodiky optimálneho návrhu LLC rezonančného meniča spolu s implementáciou riadiacej štruktúry vytvorili výnimočný podporný nástroj pri návrhu vysokofrekvenčných polovodičových meničov ovládaných digitálnym systémom riadenia.

### **CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV**

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku** (max. 20 riadkov)

Pedagogické výstupy:

1. výber študentov na obsadenie doktorandských miest v projekte.
2. zabezpečenie podpornej infraštruktúry
3. vypracovanie študijných plánov v zmysle príslušných legislatívnych predpisov.
4. organizácia školení a konzultácií z povinných predmetov.
5. vykonanie skúšok predpísaných akreditovaným študijným programom
6. spracovanie a obhajoba dizertačných projektov
7. príprava a vykonanie dizertačnej skúšky

Vedecké výstupy:

1. experimentálna verifikácia simulačných modelov komponentov hlavného obvodu meniča
2. simulačná analýza a porovnanie jednotlivých komutačných techník
3. experimentálna analýza vplyvu komutačného procesu na straty v polovodičových súčiastkach
4. výber optimálneho spôsobu komutácie pre konkrétne zapojenie meniča
5. spracovanie návrhu funkčnej vzorky meniča s optimalizovaným komutačným procesom
6. príprava podkladov pre konštrukciu meniča so spínacou frekvenciou 500 kHz a výstupným výkonom 1 kW, verifikácia návrhu pomocou simulačných pokusov s reálnym modelom v transformátora predstavujúceho kritický komponent VPS
7. porovnanie riadiacich systémov na báze FPGA a DSP pre riadenie 500 kHz meniča (porovnanie SPARTAN-3A DSP a 320F28335), odladenie softvéru prostredníctvom rozhrania SLPS (OrCAD Pspice a Matlab) v uzavretej slučke.
8. konštrukcia fyzikálneho modelu 500 kHz vysokofrekvenčného meniča, implementácia riadiaceho algoritmu do zvolenej štruktúry riadiaceho obvodu a následná aplikácia na hlavný obvod vysokofrekvenčného meniča, realizácia precíznych experimentálnych meraní na overenie správnosti návrhu, odporúčania a závery pre vedu a prax, zovšeobecnenie poznatkov.

#### **Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku** (max. 20 riadkov)

Predagogical outputs:

1. selection of PhD. students for occupation of gradual appointment in project.
2. assurance of supporting infrastructure.
3. development of study plans in terms of relevant legislative regulations.
4. organization of workshops and consultation in the terms of given educational process.
5. accomplishment of exams specified by the accredited field of study.
6. execution and defence of dissertation exam.

Research outputs:

1. experimental verification of simulation models of converter's main circuit components.
2. simulation analysis and comparison of individual commutation techniques.
3. experimental analysis of commutation process behaviour and consequent influence on power loss generation in semiconductor devices.
4. selection of optimal commutation mode for proposed converter topology.
5. execution of design of physical sample of converter with optimized commutation process.
6. development of supporting material for construction of converter with switching frequency of 500 kHz and output power 1 kW, verification of design through the use of simulation experimenting with real model of highfrequency transformer, whose acts as most critical component of power semiconductor system.
7. comparison of control systems based on FPGA, and DSP for control of proposed converter (comparison of SPARTAN-3A DSP and 320F28335), tuning of software with the use of SLPS interface (OrCAD with Matlab) in closed loop.
8. design of physical sample, implementation of control algorithm into selected structure of control circuit, realization of precise experimental measurements, conclusions and proposals for future work, generalization of results.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

**Zodpovedný riešiteľ**

prof. Ing. Pavol Špánik, PhD.

V Žiline 29.11.2012

**Štatutárny zástupca príjemcu**

prof. Ing. Tatiana Čorejová, PhD.

V Žiline 29.11.2012

.....  
podpis zodpovedného riešiteľa

.....  
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu