

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-16-0574****Výskum možností zvýšenia disponibility napájacích sietí tvorených statickými výkonovými meničmi**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Zdeno Biel, PhD.**Príjemca **EVPÚ a.s.****Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený**EVPÚ a.s.  
Trenčianska 19  
018 51 Nová Dubnica**Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení**

-

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

Patentová prihláška v SR:

Číslo prihlášky: 155-2019

Názov: Algoritmus digitálneho riadenia vstupnej impedancie vysokonapäťového meniča

Pôvodcovia: Buday Jozef, doc. Ing., CSc.; Franko Marek, Ing., PhD.; Holček Roman, Ing., PhD.; Hudák Marek, Ing., PhD.

Prihlasovateľ: EVPÚ, a.s.; Trenčianska 19, 018 51 Nová Dubnica; SK

Úžitkové vzory:

Číslo úžitkového vzoru: 8414

Názov: Spôsob riadenia trojfázového napäťového meniča

Pôvodcovia: Buday Jozef, doc. Ing., CSc.; Biel Zdeno, Ing., PhD.; Franko Marek, Ing., PhD.; Jeck Peter, Ing., PhD.; Pčola Marcel, Ing., PhD.;

Prihlasovateľ: EVPÚ, a.s.; Trenčianska 19, 018 51 Nová Dubnica; SK

Číslo úžitkového vzoru: 8404

Názov: Spôsob vytvorenia trojfázovej napájacej siete nákladného vlaku

Pôvodcovia: Buday Jozef, doc., Ing., CSc.; Havrila Rastislav, Ing., PhD.; Jeck Peter, Ing., PhD.; Franko Marek, Ing., PhD.; Biel Zdeno, Ing., PhD.

Prihlasovateľ: EVPÚ, a.s.; Trenčianska 19, 018 51 Nová Dubnica; SK

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

- Z. Biel, P. Jeck, J. Ilončíak and M. Valčo, "Control strategy for parallel-connected three-phase inverters," 2018 ELEKTRO, Mikulov, 2018, pp. 1-5, doi:10.1109/ELEKTRO.2018.8398283.

- Z. Biel, G. Kacsor, J. Ilončíak, J. Buday and M. Franko, "Implementation of Control Strategy for Parallel Operation of Three Phase Inverters," 2020 ELEKTRO, Taormina, Italy,

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

V rámci riešenia projektu boli navrhnuté riadiace algoritmy umožňujúce paralelnú spoluprácu trojfázových napäťových striedačov a nabíjačiek. Po overení a odladení navrhnutých riadiacich stratégií prostredníctvom simulačných modelov boli na ich základe vyvinuté riadiace softvéry. Tieto boli následne implementované do vyrobených modulov trojfázového striedača a nabíjačky.

Modul striedača bol zabudovaný v novom type výkonového statického meniča JN3028-1. Tento menič je určený pre použitie na nákladných železničných vozňoch pre napájanie prepravovaných chladiacich kontajnerov. Výstupy meničov jednotlivých vozňov celej súpravy sa prepoja spoločnou trojfázovou zberňou, z ktorej sa napájajú jednotlivé chladiace jednotky. Hlavou výhodou takejto sústavy je výrazné zvýšenie disponibility, keďže pri výpadku niektorého z meničov preberajú napájanie záťaží zostávajúce meniče paralelného systému. Ďalšou výhodou je možnosť zníženia celkového počtu meničov na súpravu. Pri dostatočnej výkonovej rezerve je možné vypustiť inštaláciu meničov na niektorých vozňoch, keďže ostatné meniče budú napájať aj záťaže týchto vozňov prostredníctvom spoločnej zberne.

Modul nabíjačky bol aplikovaný vo vyvinutom meniči JN1507/400/40. Jedná sa o pomocný menič pre motorové jednotky. Predpokladá sa použitie dvoch takýchto meničov na súprave. Výstupy oboch nabíjačiek sú spojené paralelne a napájajú spoločnú jednosmernú sieť a taktiež nabíjajú akumulátor. V normálnej prevádzke sa výkon rozdelí medzi oba moduly rovnomerne, čím sa dosiahne ich menšie výkonové namáhanie a tým zvýšenie životnosti. Pri poruche jednej nabíjačky preberá okamžite napájanie siete druhá bez výpadku napätia v sieti.

Vyvinuté riadiace softvéry môžu nájsť uplatnenie aj v energetike, v meničoch pracujúcich v striedavých alebo jednosmerných malých ostrovných sieťach. Vo fotovoltaike, pri paralelnom spojení striedačov, čím je možné dosiahnuť výkonovú variabilitu. Taktiež aj v záložných systémoch nepretržitého napájania (UPS).

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

Dosiahnuté výsledky riešenia projektu:

- Bola navrhnutá riadiaca štruktúra pre trojfázové striedače umožňujúca ich paralelnú spoluprácu.
- Na základe tohto návrhu bol vytvorený implementačný softvér pre konkrétny riadiaci systém.
- Boli vyrobené moduly striedačov s implementovaným vyvinutým softvérom pre paralelnú spoluprácu.
- Boli vykonané skúšky, merania, testy a nastavenie parametrov vyrobených modulov striedačov pri ich paralelnej spolupráci do spoločnej zbernice.
- Vyrobený prototyp pomocného meniča s možnosťou paralelnej spolupráce zabudovaných modulov striedačov pre aplikáciu na nákladných železničných vozňoch.
- Navrhnutý algoritmus umožňujúci rovnomerné rozdelenie prúdu pri paralelnej spolupráci nabíjačiek.
- Vyvinutý implementačný softvér pre paralelnú spoluprácu aplikovateľný do riadiaceho systému nabíjačky.
- Vyrobené moduly nabíjačiek s implementovaným vytvoreným softvérom pre paralelnú spoluprácu.
- Funkcia, vlastnosti a parametre navrhnutého softvéru boli experimentálne overené meraním s uspokojivými výsledkami.
- Bol vyrobený prototyp pomocného meniča pre elektrické motorové jednotky, so zabudovanými modulmi nabíjačiek s možnosťou ich paralelnej spolupráce.

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

Achieved results of the project:

- A control structure for three-phase inverters has been designed to allow their parallel cooperation.
- Based on this structure proposal, implementation software was created for a specific control system.
- Inverter modules with implemented software for parallel cooperation were produced.
- Tests, measurements, and parameter settings of manufactured inverter modules were performed in their parallel cooperation to a common bus
- A prototype of an auxiliary converter was made with the possibility of parallel cooperation of built-in inverter modules for application on freight railway wagons.
- An algorithm was designed to allow even current distribution in parallel cooperation of chargers.
- Implementation software for parallel cooperation applicable to the charger control system was developed.
- Charger modules with implemented software for parallel cooperation were manufactured.
- The function, properties and parameters of the proposed software were experimentally verified by measurement with satisfactory results.
- A prototype of an auxiliary converter for electric multiple units was made, with built-in charger modules with the possibility of their parallel cooperation.