

2023

SVOČ

Studentská vědecká odborná činnost



FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ



PŘEHLÍDKA STUDENTSKÝCH ODBORNÝCH PRACÍ

SVOČ 2023

konaná dne 28. 4. 2023

pod záštitou

děkana FEL ZČU

prof. Ing. Zdeňka Peroutky, Ph.D.

Vážení účastníci soutěže, Vážení sponzoři

jsem rád, že jste se připojili k tradici, kterou akademická obec FEL udržuje za každé situace. Uspořádání odborné soutěže studentům nabízí možnost prezentovat svou odbornou práci, která překračuje standardní rámec studia. Na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni se vždy najdou studenti, kteří kromě plnění běžných studentských povinností pracují na dalších tématech, jež stojí za to být zveřejněna a oceněna. I v letošním ročníku mohou účastníci soutěže díky sponzorům dosáhnout obojího, za což bych rád sponzorům touto formou poděkoval. Věřím, že práce, kterou jste vynaložili při přípravě projektů a následné prezentaci, vám přinese cenné zkušenosti pro váš budoucí kariérní rozvoj.

Přeji Vám mnoho úspěchů v soutěži.

prof. Ing. Pavel Trnka, Ph.D.
Garant soutěže

OBSAH

Sekce I a II: Elektrotechnika, elektronika a elektrotechnologie

Daniel Newton a kolektiv doc. Ing. Václav Kotlan, Ph.D.	KapFELa - xylofon	SŠ	6
Vlastimil Orlovský Ing. Ondřej Sodomka	Elastická pružina ve funkci magneticky řízeného svalu	Bc.	7
Jakub Černohous Ing. Jaroslav Hornak, Ph.D.	Studie polyuretanových zalévacích směsí s příměsí MgO	Bc.	8
Petr Zíka -	F1 ve vlastních rukách	Bc.	9
Jakub Skorunka prof. Ing. Pavel Karban Ph.D.	Self-balancing robot s bezdrátovou Bluetooth komunikací	Bc.	10
Jan Augustin Ing. Lenka Šroubová, Ph.D.	Robotická basová kytara	Bc.	11
Roman Vintr Ing. Ondřej Lufinka Ph.D.	RC Vysílač s Gyroskopem	Bc.	12
Filip Bláha Ing. Vojtěch Lapuník	Vývoj konzolové hry PONG v C++	Bc.	13
Vojtěch Tuček Ing. Moravec Stanislav	Aplikace vodíkového generátoru	Bc.	14
Bc. Pavel Gross Ing. Zdeněk Kubík, Ph.D.	DIGITÁLNÍ ČASOMÍRA PRO ZÁVOD TRAKTORŮ DO VRCHU	NMgr.	15
Bc. Petr Marek Stašek prof. Ing. Pavel Karban, Ph.D.	Přípravek pro digitalizaci velmi nízkých napětí	NMgr.	16
Bc. Radek Klesá prof. Ing. Pavel Karban, Ph.D.	Napájecí modul PoE PD s izolovaným propustným DC-DC měničem	NMgr.	17
Bc. Ondřej Musil Ing. Petr Kadlec, Ph.D.	Modulární přípravek pro spektrofotometrická měření	NMgr.	18

Sekce III a IV: Elektrotechnika, elektronika a výkonová elektronika

Adam Kratochvíl Ing. Zdeněk Frank	Měřicí stanoviště pohonné jednotky elektrického mountainboardu	Bc.	20
Jan Blaško Ing. Ondřej Suchý	Návrh řídicího algoritmu pro elektrickou motokáru	Bc.	21
Michal Freisleben Ing. Lukáš Veg, Ph.D.	Aktivní chlazení elektrického stroje metodou Spray cooling	Bc.	22
Martin Kněžourek Ing. Ondřej Suchý	APLIKAČNÍ SW JEDNOTKY DISPLEJE PRO ELEKTRICKOU MOTOKÁRU	Bc.	23
Matouš Takáč Ing. Bedřich Bednář, Ph.D.	UŽITEČNOST ČIPU E-CIGARET	Bc.	24
Michal Krbec Ing. Bedřich Bednář, Ph.D.	Řídicí systém pro obytné vozy	Bc.	25
Bc. Kamil Janoch Ing. Vojtěch Blahník, Ph.D.	Moderní TNS pro systém 25 kV / 50 Hz využívající topologii SFC	NMgr.	26
Bc. Tomáš Pavěza Ing. Radek Čermák, Ing. Jiří Dražan	Návrh a konstrukce pětifázového BLDC stroje s dvojítm rotorem využívajícího Halbachovo pole	NMgr.	27

Bc. František Iška Doc. Ing. Tomáš Komrská, Ph.D.	Kompenzace zemních poruch pomocí měniče v uzlu sítě	NMgr.	28
Bc. Tomáš Mulák Doc. Ing. Tomáš Komrská, Ph.D.	Návrh pomocného elektrického pohonu na solární energii pro kamionovou dopravu	NMgr.	29
Bc. Jakub Lodr Doc. Ing. Tomáš Komrská, Ph.D.	Připojení fotovoltaických panelů k síti pomocí vícehladinového	NMgr.	30

Sekce V: Elektrotechnika, elektronika a výkonová elektronika (Ph.D.)

Ing. Jan Leffler Prof. Ing. Pavel Trnka, Ph.D.	HYGROTERMÁLNÍ NAMÁHÁNÍ ELEKTROIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ	Ph.D.	32
Ing. Vojtěch Lapuník Ing. Martin Vítek	Reverzní inženýrství jako nástroj pro konstrukci pokročilého ovládání stropního osvětlení	Ph.D.	33
Ing. Tomáš Kulhánek doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev	Náhrada Local Trigger Board pro experiment forward fyziky na urychlovači LHC	Ph.D.	34
Ing. Jiří Kopřiva Prof. Ing. Pavel Trnka, Ph.D., Ing. Jaroslav Hornak, Ph.D.	Vliv příměsí MgO na dielektrické vlastnosti LLDPE folie	Ph.D.	35
Ing. Martin Juřík Ing. František Mach, Ph.D.	APLIKACE PRO VIZUALIZACI MAGNETICKÉHO POLE V PLOŠE	Ph.D.	36

Odborné komise:

Sekce I a II - Elektrotechnika, elektronika a elektrotechnologie

Ing. František Mach, Ph.D. - předseda

Ing. Roman Hamar, Ph.D.

Ing. Ondřej Urban

Sekce III a IV - Elektrotechnika, elektronika a výkonová elektronika

doc. Eva Müllerová, Ph.D. - předseda

doc. Ing. Tomáš Glasberger, Ph.D.

Ing. Vojtěch Blahník, Ph.D.

Sekce V - Elektrotechnika, elektronika a výkonová elektronika (Ph.D.)

doc. Ing. Jan Řeboun, Ph.D. - předseda

Ing. Jaroslav Hornak, Ph.D.

Ing. Jan Šobra, Ph.D.



Sekce I - II

**ELEKTROTECHNIKA, ELEKTRONIKA A
ELEKTROTECHNOLOGIE**

Ing. František Mach, Ph.D. - předseda
Ing. Roman Hamar, Ph.D.
Ing. Ondřej Urban

KapFELa - xylofon

Sasha Blank, Jan Lehner, Daniel Newton, Ngoc Minh Nguyen, Aneta Škardová a Jakub Vaník

Václav Kotlan

Gymnázium, Blovice, Družstevní 650, Blovice, 336 13

Anotace: Cílem práce bylo zkonstruovat, naprogramovat a přes webové rozhraní napojit automaticky hrající xylofon. V projektu KapFELa je realizována plně robotizovaná hudební skupina. Xylofon měl tuto skupinu rozšířit. Na počátku práce tedy byly jasně definovaná rozhraní a prostředí pro vývoj, tak aby náš výstup byl implementovatelný. Konstrukce xylofonu využívá místo klasických paliček aktuátory, pro každý prázec jeden. Nástroj je ovládaný mikrokontrolérem ESP32 s kódem v micropythonu. Celá kapela je řízena pomocí serveru na Raspberry Pi, kde běží MQTT broker. Pomocí webové stránky jsme tedy mohli xylofon ovládat na dálku a posílat mu jednotlivé noty či celé skladby.

1. Úvod

V rámci akce ScienceFEL se mohla naše skupinka podívat na jeden ze studentských projektů na katedře elektrotechniky a počítačového modelování. Jedná se o robotickou hudební skupinu, kam studenti katedry postupně přidávají hudební nástroje. Celá kapela je řízena přes wi-fi z minipočítače Raspberry Pi. Naším úkolem bylo do kapely přidat poměrně jednoduchý bicí nástroj - xylofon.

2. Konstrukce xylofonu

Konstrukce se skládá z krabičky, kláves, svéráků, držáků na solenoidy a kovové tyče. Většina součástek byla vytištěna na 3D tiskárně (plast PETG). Víko s klávesami jsme zhotovili z pružnějšího materiálu než ostatní díly (plast Flexi). Uvnitř krabičky jsou dva drivery a deska ESP32.

3. Řídící algoritmus

Na ESP32 běží cyklus, který zaznamenává stisknutí klávesy a příslušnému aktuátoru pošle příkaz k úderu. Pokud z webové aplikace přijde na broker notový zápis, přeruší se možnost hrát pomocí kláves a server jej bezdrátově předá

ESP32. Mikrokontrolér zpracuje údaje a podle jednotlivých not zapne aktuátory.

4. Webové rozhraní

Webové rozhraní je vytvořené pomocí kódu funkční části v Pythonu, na vizuální podobu webové stránky jsme využili CSS styly a také HTML. O interakci s uživatelem se stará skript v JavaScriptu zpracovávající jednotlivé události. V Pythonu jsme dokázali také zapsat notový zápis pro jednotlivé písně.

Xylofon tak může pracovat jako samostatný ručně ovládaný nástroj nebo být integrován do stávající skupiny a řízen z webového serveru. Na Obr. 1 je již finální podoba Xylofonu s ručním řízením.



Obr. 1 ukázka hotového xylofonu

5. Závěr

Výsledkem našeho projektu byl xylofon, na který lze hrát pomocí vytištěných kláves nebo virtuálních kláves webové aplikace. Je také možné xylofonu přes webové prostředí poslat notový zápis, který sám zahraje. Virtuální sborník je možno kdykoli v budoucnu rozšířit o další notové party. Byli jsme obohaceni o spoustu znalostí nejen z oblasti elektrotechniky, ale i programování a hudby.

Elastická pružina ve funkci magneticky řízeného svalu

Vlastimil Orlovský

Ondřej Sodomka

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Příspěvek se zabývá napodobením funkce svalových vláken za pomoci magnetoreologického elastomeru. Cílem je plynulě ovládnout expanzi a kontrakci elastického tělesa pomocí vnějšího magnetického pole.

1 Úvod

Základní myšlenkou prezentovaného projektu je věrné napodobení funkce svalových vláken pomocí magnetoreologického elastomeru (MRE) [1, 2]. Cílem je snaha o vytvoření silového působení pomocí magnetického pole, které umožní smrštění (kontrakci) tělesa, zatímco návrat do původního tvaru (expanze) je způsoben vnitřním prutím materiálu.

2 Experiment

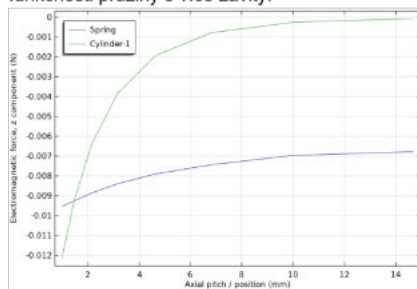
Z prvotních experimentů a počítačových simulací vyplynulo, že velmi výhodným tvarem magnetického svalu je kónická (kuželová) pružina. Její vlastnosti přitom nezávisí pouze na tvaru, ale také na použitém materiálu a procentuálním obsahu magnetických částic. Pro většinu experimentů jsou použity částice Fe8Si15 s dvěma druhy adičního silikonu s různými plněními částicemi [2]. Kvůli tvaru samotné pružiny je nutné provádět odlévání tlakově a tím i zajistit minimální obsah vzduchu ještě v tekutém stavu silikonu.

Pro lepší požadovanou funkčnost je výhodnější tužší ze silikonů (Smooth-Sil 960 se shore 60A) a s vyšším (75% hmotností) plněním částicemi. První pokusy byly z důvodu jednoduchosti provedeny na jednom závitě pružiny. Jednoduchost byla nutná i kvůli způsobu odlévání, kdy byla vytisknuta pružina na 3D tiskárně a díky ní poté vytvořena negativní forma ze silikonu pro následné odlévání MRE. Samotné testování probíhalo s elektromagnetem (EPPM-5029-24-020) napájeného laboratorním zdrojem, kdy při zvyšování napětí dochází k postupnému skládání pružiny do roviny, což je způsobeno kónickým

tvarem pružiny. Z experimentů a počítačového modelu [2] je zřejmé, že potřebná Maxwelllova síla je téměř lineární, viz Obr. 1. Pro porovnání je uveden průběh síly potřebný k přitažení válce o poloměru a výšce složené pružiny. Tento průběh má klasický (hyperbolický) tvar.

3 Závěr

Z dat, které jsem získal z počítačového modelu, je zřejmé, že postupně stoupající pružina zajistí linearizaci průběhu Maxwellovy síly. Díky tomu, je možné magnetickým polem přímo řídit expanzi a kontrakci pružiny. Nastavená poloha je pak stabilní. Nyní probíhá měření se siloměrem pro přesné určení síly při stlačování pružiny, z kterých bude možné určit vlastnosti jednotlivých pružin. Zároveň s tímto testem se pokoušíme o ověření funkčnosti pružiny s více závity.



Obr. 1 Závislost síly působící na stlačovanou pružinu (modře) a síla působící na přibližovaný válec (zeleně).

4 Literatura

- [1] CHUNG, Hyun-Joong, et al.. Magnetically controlled soft robotics utilizing elastomers and gels in actuation. Adv. Intelligent Systems, 2021.
- [2] SODOMKA, Ondřej, et al. Magnetic forces behind hyperelastic behavior of magneto-rheological elastomers. TMA, 2020.

Studie polyuretanových zalévacích směsí s příměsí MgO

Jakub Černohous

Ing. Jaroslav Hornak, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

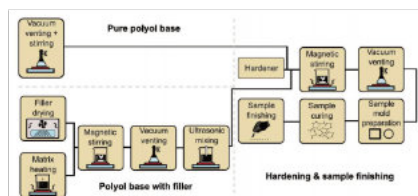
Anotace: Hlavním cílem práce je analýza změn vlastností materiálů Vukol O22 a Vukol O33n začleněním nanočástic oxidu hořečnatého (MgO) v různých hmotnostních poměrech. Analýza byla provedena měřením vnitřní i povrchové rezistivity, relativní permitivity a ztrátového činitele za různých podmínek měření.

1 Úvod

Polyuretany se v dnešní době stávají velmi zkoumanou skupinou materiálů, a to zejména kvůli jejich možnému využití v různých odvětvích elektrotechniky. Mezi jejich hlavní přednosti patří velmi široká škála vlastností a parametrů, kterých lze dosáhnout při jednoduchých změnách složení. Navíc polymerační reakce může probíhat při pokojové teplotě. Limitující může být fakt, že je nutné vyloučit vlhkost až do okamžiku vytvrzení materiálu, nestabilita při vysokých provozních teplotách [1] a skutečnost, že při teplotách nad 200 °C může docházet k pyrolýze.

2 Představení experimentu

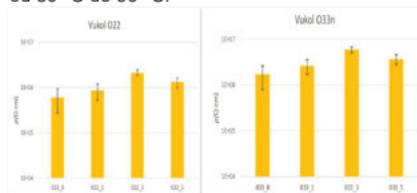
K přípravě nanokompozitů se použila metoda přímé disperze (Obr. 1).



Obr. 1 Schéma přípravy nanokompozitů PU_MgO (převzato z: [2])

Na těchto vzorcích bylo provedeno měření vnitřní a povrchové rezistivity dle IEC 62631-3-1 a IEC 62631-3-2. Poté probíhalo měření relativní permitivity a ztrátového činitele dle IEC 62631-2-1. Rezistivita byla měřena přiloženým stejnosměrným napětím 500 V při teplotě okolí

23±2 °C na elektrometru Keithley 6517A a elektrodového systému Keithley 8009. Pro měření relativní permitivity a ztrátového činitele byl použit dielektrický analyzátor 2830/2831 a testovací jednotka 2914 (Tettex Instruments, Švýcarsko) 1000 V, 50 Hz s teplotním rozsahem nastaveným od 30 °C do 90 °C.



Obr. 2 Hodnota vnitřní rezistivity u jednotlivých vzorků

3 Závěr

Z výsledků provedených měření dvou různých komerčně dostupných polyuretanů je možné odvodit, že mezi studovanými směsmi je znatelný rozdíl, a to z hlediska teplotní závislosti jednotlivých parametrů. Pokud se více zaměříme na ztrátový činitel, pak je patrná změna v teplotní oblasti kolem 60 °C, s prudkým poklesem u Vukolu O22 a mírným poklesem u Vukolu O33n. Z měření rezistivity je patrné, že po přidání MgO do polyuretanové matrice se zvýší vnitřní i povrchová rezistivita.

4 Literatura

[1] Liu, S.H.; Shen, M.Y.; Kuan, C.F.; Kuan, H.C.; Ke, C.Y.; Chiang, C.L. Improving Thermal Stability of Polyurethane through the Addition of Hyperbranched Polysiloxane. *Polymers* **2019**, *11*, 697.

[2] Hornak, J.; Černohous, J.; Prosr, P.; Rous, P.; Trnka, P.; Baran, A.; Harďoň, Š. A Comprehensive Study of Polyurethane Potting Compounds Doped with Magnesium Oxide Nanoparticles. *Polymers* **2023**, *15*, 1532.

F1 ve vlastních rukách

Petr Zíka

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: *Tento projekt se zaměřuje na vytvoření, navrhnutí a sestavení vlastního modelu Formule 1. Hlavním úkolem je vypořádání se s přicházejícími problémy a vymyšlením lepších řešení.*

1 Úvod

Díky získaným znalostem v oblasti modelování v CAD software a možnosti využití 3D tiskárny se mi otevřeli dveře k započetí projektu F1 ve vlastních rukách pomohli zrealizování vytouženého projektu funkční zmenšeniny F1.

2 Kapitola

Projekt "F1 ve vlastních rukách" zahrnuje zmenšenou repliku dálkově ovládané formule. Každá část formule musela projít vývojem, který nikdy nekončí, a proto se na tomto projektu dá naučit spousta nových dovedností – od navrhování správného pohonu a výběr vhodných materiálů pro výrobu komponentů, až po zkoumání a zdokonalování aerodynamiky formule.

3 Závěr

Při současné realizaci projektu trávící pár týdnů jsem se naučil spoustu o teplotních vlastnostech a mechanických odolnostech materiálů. Základní model Formule 1 jsem čerpal z veřejně dostupného modelu [1] a inspiraci velikosti komponentů z e-shopu pro modely na dálkové ovládání [2]. Do projektu jsem vložil půlroční znalosti získané dosavadním studiem na Západočeské univerzitě a do vývoje hodlám vkládat a ověřovat si na něm následující předměty studia.

4 Literatura

[1] Boyson-IPL.: Contains all part files necessary to build function F1 car of the 2022 design, 2022.

[2] www.rchobbyracing.cz



Obr. 1 Zmenšena formule ve fázi vývoje

Self-balancing robot s bezdrátovou Bluetooth komunikací

Jakub Skorunka

prof. Ing. Pavel Karban Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Následující příspěvek pojednává o problematice využití PID regulace řízení self-balancing robotů (inverted pendulum control) společně s využití PWM a následnou komunikací se zařízením s mobilní aplikací prostřednictvím Bluetooth.

1 Úvod

Self-balancing roboti jsou roboti pracující na principu takzvaného obráceného kyvadla. Jedná se o zařízení, které pomocí zvolené regulace balancuje svoje těžiště nad středem a díky tomu zůstává ve vodorovné poloze. V praxi se nejčastěji pro tento typ robotů využívá PID regulace, kterou jsou následně pomocí PWM řízeny motory. Aby zjistil robot svou polohu vůči zemi využívá k tomu kombinaci gyroskopu a akcelerometru (občas také magnetometru), pomocí kterého je měřena, jak relativní poloha vůči zemi, tak rychlost pádu a natočení vůči výchozímu (nulovému) bodu. K pohonu je využita dvojice 12V DC motorů s převodovkou.

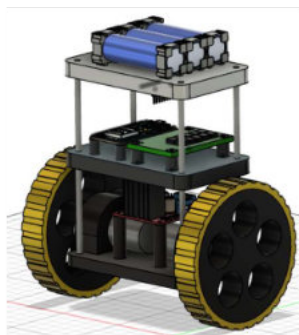
2 HW návrh a 3D Tisk

Cílem projektu byla realizace robota s co možná nejmenší regulací a zároveň možností bezdrátového řízení. Pro řízení modelu byl využit mikrokontroler ESP32-WROOM-32, kvůli jeho malé velikosti a možnosti bezdrátové komunikace prostřednictvím Bluetooth. Mikrokontroler je napájen přes 5V regulátor, který napájí i H můstek L298N, který byl ideální pro řízení dvojice 2V DC motorů s převodovkou. Svou pozici vůči zemi, měří ESP32 pomocí MPU6050 s integrovaným gyroskopem a akcelerometrem. Celý model byl tištěn na 3D tiskárně a jeho prototyp je zobrazen na Obrázku 1.

3 Software

Software robota je naprogramován v jazyce Wiring, kvůli jeho rychlosti. Mikrokontroler ve smyčce s intervalem 5ms neustále kontroluje získaná data z MPU6050, pomocí kterých

vypočítá odchylku od nastaveného bodu a tu následně zpracuje PID regulátor. Pomocí PWM se pomocí vypočtených dat řídí motory přes H můstek.



Obrázek 1: 3D model self-balancing robota

4 Závěr

Robot je i přes drobné problémy při výrobě funkční. Nicméně tak jak bylo již od začátku počítáno je to pouze první prototyp na testování a do budoucna bude určitě nahrazen lepší druhou verzí, která bude eliminovat především konstrukční a HW nedostatky, které byly zjištěny u prvního modelu. Momentálně dochází k testování nových algoritmů pro zlepšení dynamiky robota.

5 Literatura

- [1] HESS, Lukáš. Návrh dvoukolového autonomního robota [online]. Brno, 2013 [cit. 2023-04-14]. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí práce Daniel Zuth.
- [2] KOČÍ, Jakub. Optimalizace PID regulátoru pomocí evolučních výpočetních technik [online]. Brno, 2018 [cit. 2023-04-14]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí práce Stanislav Lang.

ROBOTICKÁ BASOVÁ KYTARA

Jan Augustin

Ing. Lenka Šroubová, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Cílem této práce bylo zkonstruovat a naprogramovat robotickou basovou kytaru, která bude schopna zahrát libovolné skladby a bude součástí robotické kapely.

1 Úvod

Téma této práce vzniklo v návaznosti na mou předchozí práci na projektu „kapFELA“, jehož cílem je vytvořit skupinu samostatně hrajících hudebních nástrojů, které jsou schopny společně zahrát skladbu dle požadavku. Cílem mé práce bylo vytvořit samostatně hrající basovou kytaru, která s dalšími hudebními nástroji vytvoří kapelu.

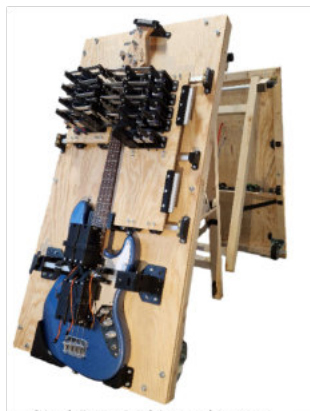
2 Konstrukce, programování

Prvním úkolem bylo uchycení basové kytary. Kytara musí být pevně uchycena vždy do stejné polohy a snadno vyjmuta ze stojanu. Dalším úkolem bylo vytvoření mechanismu, sloužícího ke stisku jednotlivých pražců, kde byla důležitá jeho rychlost a zároveň šetrnost k basové kytáře. Posledním úkolem bylo uchycení servomotorů, sloužících k plnění funkce trsátek, která budou zároveň dobře nastavitelná.

Zkonstruoval jsem nosnou konstrukci pro celý systém (obr. 1). Konstrukce umožňuje pracovat na jakékoliv části robotické kytary, jak na mechanické, tedy viditelné části, tak na elektronické části, tedy pro diváka neviditelné.

K mé práci neodmyslitelně patří programování mikrokontroléru, který pomocí MQTT protokolu[1] přijímá zadání ke hře a zároveň předává informace o svém aktuálním stavu. Co se týče zadání ke hře, je použit soubor formátu JSON, jehož obsah dává konkrétní instrukce k zahrání skladby, které musí mikrokontrolér přečíst a na jejich základě obsloužit dané periferie.

S tím souvisí zapojení ovládací elektroniky k uskutečnění správných funkcí, například driver pro ovládání servomotorů plnicích funkce trsátek, nebo posuvnými registry řízené MOSFET moduly, důležité k řízení elektromagnetů, sloužících ke stisku pražců.



Obr.1 Robotická basová kytara

3 Závěr

Robotická basová kytara nemá lidský cit a to je v hudbě samozřejmě výrazný element, nemyslím si, že robotický nástroj by mohl někdy plnohodnotně nahradit člověka, ale svou výstředností v hudebním světě může zároveň s celou svou kapelou dost lidí zaujmout a získat si své publikum. V budoucnu by mohla také sloužit k demonstraci nových technologií například v oblasti streamování hudby.

4 Literatura

[1] Yassein, Muneer Bani, et al. "Internet of Things: Survey and open issues of MQTT protocol." *2017 international conference on engineering & MIS (ICEMIS)*. IEEE, 2017.

RC Vysílač s Gyroskopem

Roman Vintř

Ing. Ondřej Lufinka Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: *Práce se zabývá návrhem a výrobou univerzálního RC vysílače s designem podobným herním gamepadům. Hlavním cílem je však dosáhnout většího dosahu a optimalizace pro bateriové napájení. RC vysílač by měl být schopen ovládat široké spektrum zařízení, včetně robotů, dronů, letadel a jiných vozidel.*

1 Úvod

Běžně sehnatelné bezdrátové gamepady pro herní konzole PlayStation nebo Xbox využívají technologii Bluetooth, která má omezený dosah, obvykle kolem 10 metrů. Tento dosah bývá pro domácí použití dostačující, ale pro ovládání robotů nebo dronů je požadován větší dosah a spolehlivost přenosu signálu. Proto byl navrhnout a vyroben RC vysílač, který používá bezdrátový modul nRF24L01p+PA+LNA s externí anténou. Tento modul má vylepšené parametry, jako je například nižší spotřeba energie a větší dosah, až 1100 metrů v ideálních podmínkách.

2 Realizace

Pro dosažení co nejnižší spotřeby energie byl použit mikrokontrolér STM32L051K8, který je výhodný pro svůj výkon a nízkou pořizovací cenu [1]. Kromě toho jsou použity dva externí moduly – jeden pro získávání dat o natočení desky a druhý pro bezdrátové odesílání dat. Modul MPU6050 je velmi rozšířený a kombinuje akcelerometr a gyroskop, přičemž komunikuje přes sběrnici I2C. Modul pro odesílání dat s označením nRF24L01p+PA+LNA je vylepšenou verzí s větším dosahem a nižší spotřebou energie [2]. Komunikace probíhá v pásmu 2,4 GHz, které je dostupné pro veřejnost. Vysílač obsahuje joysticky, potenciometry a spínače, které fungují jako děliče napětí a jsou zpracovány v mikrokontroléru. Celý projekt byl navržen s důrazem na nízkou spotřebu energie a využívá Low-Power konceptu. Proto zde nejsou umístěny signalizační LED, které by spotřebovávaly

zbytečnou energii. Deska plošného spoje (DPS) je překryta průhledným plexisklem, což zajišťuje nejen ochranu součástek, ale také umožňuje lepší úchop a mechanickou odolnost DPS. Tento designový prvek dodává RC vysílači čistý vzhled a zvýrazňuje jeho funkčnost a spolehlivost. Pro programování bylo použito vývojové prostředí STM32CubeIDE v jazyce C++. Pro komunikaci s moduly byly implementovány již existující knihovny. Program byl nahrán pomocí externího programátoru STLink.



Obr. 1 Současná podoba RC vysílače

3 Závěr

Podarilo se úspěšně navrhnout a vyrobit univerzální RC vysílač (viz. Obr.1) s větším dosahem a optimalizovaným pro bateriové napájení. Práce zatím ještě není úplně hotová, plánují se zaměřit na zadní stranu a přidat držák na Li-ion baterie společně s nabíjecím modulem. Při návrhu bylo s tímto krokem počítáno a je pro tento účel vyveden konektor. V budoucnu plánují postavit robota který bude tímto kontrolérem ovládán.

4 Literatura

- [1] Gay W. ...: Beginning STM32: Developing with FreeRTOS, libopenm3 and GCC, Apress, 2018.
- [2] Forouzan, Behrouz A., and Sophia Chung Fegan.: Wireless Communications: Principles and Practice, John Wiley & Sons, 2007.

Vývoj konzolové hry PONG v C++

Filip Bláha

Ing. Vojtěch Lapuník

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Tento článek pojednává o vývoji konzolové hry s názvem PONG. Ta se inspiuje v legendární arkádové hře Atari Breakout. Ve hrách tohoto typu je primárním cílem pomocí pohybující se plošiny udržet ve hře míček a využít ho k rozbití všech bloků na herní poli. Kombinací retro grafického prostředí a modernějšího herního pojetí nabízí hra PONG originální herní zážitek. Nechybí zde ani implementace řady pokročilých herních mechanik, od možnosti konfigurace ovládání, ukládání herního progresu, správy uživatelských profilů, až po možnost jazykového přizpůsobení hry.



Obr. 1 Logo PONG

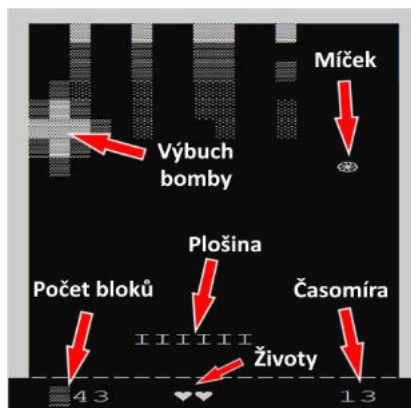
1 Úvod

Hraní videoher je zábavnou a uklidňující aktivitou. Jak jsem ale prací na tomto projektu zjistil, vývoj her může být ještě zábavnější, a navíc efektivním způsobem, jak se učit programovat a rozvíjet své schopnosti v oblasti počítačových technologií. Tímto způsobem vznikla konzolová hra PONG.

2 Obsah videohry

Hra uživatele přivítá krátkým introem a vyzve ho k výběru, popř. založení, herního profilu. Po vstupu do hlavního menu má uživatel možnost skrze záložku nastavení přizpůsobit ovládání, jazyk hry nebo výběru plošiny. Jednotlivé vzhledy plošin se odemykají sbíráním úrovní během hry. Poslední záložka v hlavním menu vede k výběru herního režimu (Klasik, Padající bloky, Rogue like atd.). Princip hry je již popsán v anotaci článku. Obr. 2 zachycuje náhodný snímek z průběhu hry. Za povšimnutí stojí spodní lišta s počtem nerozbitých bloků, počtem životů a časomírou. V hlavní části okna lze kromě míčku, plošiny a zbývajících nerozbitých bloků, vidět také výbuch bomby. Bomba se náhodně objevuje v průběhu

hry a lze ji po vhodném nasměrování plošinou využít ke zničení většího počtu bloků najednou. Bloky jsou odlišeny barvou, která indikuje počet nárazů potřebných k jejich úplnému zničení. Struktura kódu je založena na OOP principech a také striktně dodržuje principy odděleného logického a grafického enginu. Grafické rozhraní využívá rozšířenou sadu znaků ASCII a překresluje pouze pozici, kde dochází ke změnám, tím je zamezeno problikávání konzole. Standard XML byl využit pro ukládání jazykových sad a herních profilů, čímž je umožněno jednoduché rozšíření o další jazyky.



Obr. 2 Záběr z průběhu hry

3 Závěr

Hra vyniká především po technické stránce. Další kroky vývoje povedou směrem ke zlepšení UX přidáním herních režimů, implementací speciálních schopností a rozšířením vizuální rozmanitosti plošin i míčku. V plánu je také doplnění výběru obtížnosti a oživení hry 8bitovou hudbou a zvuky.

4 Literatura

[1] github.com/filipblaha/Pong3.1

[2] cs.cmu.edu/~preethi/src/tinyxml/docs/tutorial0.html

Aplikace vodíkového generátoru

Vojtěch Tuček

Moravec Stanislav, Ing.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Práce přibližuje dnešní problematiku využití vodíkové technologie v silniční dopravě, především v osobních automobilech a přeměny vodíku na elektrickou energii, jako náhradu za fosilní paliva.

1 Úvod

Práce pojednává o řízení zmenšeniny vodíkového generátoru, vnitřní chemické reakci a následném dobíjení baterie na dálkově ovládaném autě v měřítku 1:10.

2 Řídící jednotka

Nejprve bylo potřeba vyřešit spouštění a řízení cívek, které pouští vodík z tlakové nádoby do palivového článku a vypouští vodní páru ven z palivového článku. Jako řešení byly zvoleny spínací transistory MOSFET ovládané vývojovou deskou „Node MCU“ od společnosti Arduino. Součástí práce byl také návrh teplotní stabilizace celého systému, jenž spočíval v měření teploty palivového článku, teploty motoru a velikosti napětí na baterii. Měřené hodnoty jsou online posílány do kontroleru, který je následně vyhodnocuje. Ke kontroleru se lze připojit pomocí Wi-Fi domény a sledovat aktuální informace o měřených teplotách ve vozidle a stavu baterie.

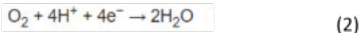
3 Přeměna vodíku na el. Proud

Palivový článek využívá elektrochemické reakce vodíku k získání elektrické energie pomocí Proton Exchange Membrane (PEM), která je uložena mezi katodou a anodou článku.

Reakce na anodě:



Reakce na katodě:



Reakce v generátoru:



4 RC auto

RC auto je sestaveno z hliníkových plechů a celá konstrukce je spojena šrouby, aby se docílilo větší variability konstrukce a zároveň nízké hmotnosti auta.

Na stavbu auta bylo využito servomotoru, stejnosměrného pohonného motoru, vysílačky s přijímačem a Li-pol baterie. K servomotoru bylo navrženo a vyrobeno hřebenové řízení pro natáčení přední nápravy. Stejnosměrný motor byl uchycen a přes hřídel spojen se zadní nápravou. Jako poslední byla zakoupena, nabarvená a uchycena kastle.

5 Závěr

Kompletní dálkově ovládané auto s palivovým článkem může fungovat jako tři samostatné fungující celky s nutností zapojení baterie. Ta může být pro všechny tři celky stejná jako v případě reálné aplikace v automobilu.

Projekt ukazuje, jak se dá využít vodík v kombinaci s elektrickým pohonem u automobilů [1]. Dle výsledků měření dokáže vodík uchovat podstatně větší množství energie, než jsme nyní schopni uchovat v bateriích, jejichž výroba je neekologická a je jednou z možností náhrad fosilních paliv [2].

6 Literatura

[1] Josef Kameš (2008) Vodík – alternativní palivo ISBN: 978-80-254-1686-0

[2] Martin Špina (2021) O energetice: <https://oenergetice.cz/akumulace-energie/baterie-versus-jine-zdroje-energie-nejen-pohon-vozidel-1-cast>

DIGITÁLNÍ ČASOMÍRA PRO ZÁVOD TRAKTORŮ DO VRCHU

Bc. Pavel Gross

Ing. Zdeněk Kubík, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Příspěvek se zabývá návrhem a realizací digitální časomíry pro závod traktorů do vrchu. V práci je nastíněna daná problematika a jednotlivé části nezbytné pro chod celého měřicího systému. Při výrobě je kladen důraz na jednoduché ovládání a kompaktnost finálního zařízení.

1 Úvod

Bydlení na venkově představuje i v dnešní době možnosti hospodaření. Každá rodina zde vlastní alespoň jeden traktor, kterým obhospodařuje svá pole. A tak zde vznikl nápad jednotlivé stroje porovnat. Z počátku se čas měřil pouze stopkami. Závod se ale postupem času stával známější, rostla konkurence a tím i rivalita jednotlivých jezdců. Byla potřeba přesnějšího měření času. Pořizovací cena komerčně vyráběné časomíry je vysoká a její vypůjčení problematičké. Z výše zmíněných důvodů jsem se rozhodl pro výrobu vlastní časomíry.



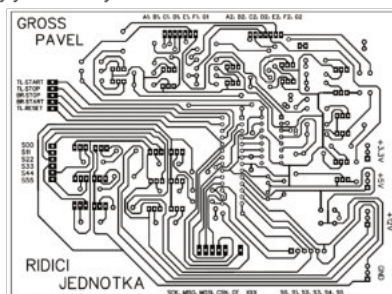
Obr. 1 Finální podoba hlavní jednotky

2 Praktická realizace

Celý časoměřický systém se skládá z několika částí. Jedná se o hlavní jednotku, světelné závory a velký externí zobrazovací segmentový panel.

Srdcem celé časomíry je hlavní jednotka. Ta řídí její chod a ke které se připojují další periferie. Pro

napájení jsem navrhl zdroj. Napájení je možno z klasického síťového napětí 230 V, ale také z externí 12V autobaterie, což zvyšuje její mobilitu. V hlavní jednotce je umístěn mikroprocesor Atmega 328p, který zajišťuje čtení času, vypisování na segmentové displeje a komunikaci se světelnými závory. Startovní závora je připojena kabelem. Cílová světelná závora komunikuje s hlavní jednotkou bezdrátově. Bezdrátový přenos zajišťuje modul nrf24l01. Veškerá schémata zapojení a následný návrh DPS byl řešen v softwaru EasyEda. DPS byly zhotoveny fotocestou.



Obr. 2 DPS řídicí jednotky

3 Závěr

Cílem práce bylo navrhnout a realizovat časomíru pro tento specifický závod. Velkou výhodou časomíry je její kompaktnost, jednoduché ovládání a možnost napájení z autobaterie. Největším úspěchem a motivací práce je její využití v praxi. Časomíra je nyní již odzkoušena při jednom ročníku závodů a v tuto chvíli navíc vylepšena o světelné závory pracující v IR oblasti, oproti původním závorám ve viditelném spektru.

4 Literatura

[1] PINKER, Jiří. *Mikroprocesory a počítače*. Praha: BEN – technická literatura, 2004. ISBN 80-7300-110-1.

Přípravek pro digitalizaci velmi nízkých napětí

Bc. Petr Marek Stašek

prof. Ing. Pavel Karban, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

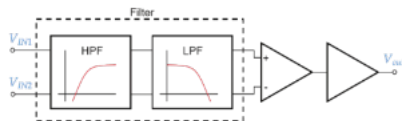
Anotace: Tato práce čtenáři představuje modul, kterým lze s využitím mikrokontroléru měřit a analyzovat signály o velmi nízkých napětích. K nalezení je zde popis měřicího celku, jenž je složen z analogového předzpracování signálu a modulu konverze analogového signálu do digitalizovaných dat, tyto dva prvky tvoří neoddělitelnou část přípravku.

1 Úvod

Motivací k vytvoření tohoto přípravku byla myšlenka navrhnout násuvný modul na piny vývojové desky s obecným označení Nucleo-144 obsahující mikrokontrolér STM32 od výrobce STMicroelectronics, který bude umožňovat měřit a analyzovat signály o napětí v řádech desítek až stovek μV . Z důvodu tak nízkých napěťových signálů je v designu desky plošných spojů zvláště dbáno na obecné zásady návrhu analogových obvodů. Uplatnění tohoto přípravku lze hledat všude tam, kde probíhá vývoj zpracování slabých analogových signálů, jako je oblast lékářství či kupříkladu tematika indukčních průtokoměrů.

2 Analogové předzpracování

Modul analogového předzpracování se skládá ze tří podstatných součástí, tedy vstupního filtru, zesílení přístrojových zesilovačem a koncové zesílení. Vstupní filtr je navržen tak, aby nepropouštěl stejnosměrnou složku, čímž zamezí kolísání hladiny napětí. Zároveň filtr omezuje frekvenční pásmo shora, díky čemuž dále do měřicí kaskády neprochází vysokofrekvenční rušení. Vyfiltrovaný signál pak následně zpracovává přístrojový zesilovač a koncový zesilovač, který má nastavené takové zesílení, aby rozsah napětí odpovídal požadovanému rozsahu na následném A/D převodníku. V tomto bodě ještě před zesílením je nutné nevňášet do kaskády další nevyžadovaný šum. Z tohoto důvodu byly použity například drátové vinuté rezistory, jenž vykazují skvělé šumové vlastnosti. [1] Blokové schéma je znázorněno na Obr. 1.



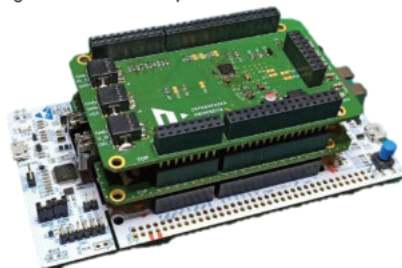
Obr. 1 Bloky analogového předzpracování

3 A/D konverze

Modul A/D konverze umožňuje naměřený a zpracovaný signál buď přivést přímo do A/D převodníku mikrokontroleru, který však obvykle dosahuje nejvýše 12 bitů. Další možností je přepojení analogového signálu na vestavěný 16bitový převodník, který přináší ještě vyšší rozlišení. Tento A/D převodník odesílá vzorky dat po sběrnici SPI do mikrokontroleru.

4 Závěr

Veškeré moduly přípravku jsou navrženy tak, aby co možná nejlépe odolávaly vnějšímu rušení a tím přinášely přívětivé výsledky měření. Tento přípravek již našel své uplatnění při zpracovávání signálů z indukčního průtokoměru.



Obr. 2 Sestava měřicího přípravku

5 Literatura

[1] Kupařowicz T.: Assessment of noise sources in resistors, Student EEICT 2015, Vysoké učení technické v Brně, 2015, s. 418 – 422. ISBN: 978-80-214-5148-3.

Napájecí modul PoE PD s izolovaným propustným DC-DC měničem

Bc. Radek Klesa

prof. Ing. Pavel Karban, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: V dnešní době je PoE (Power over Ethernet) velmi populární a stále se rozšiřující standard. Přináší mnoho výhod, největší však vychází ze samotného názvu, a to v přenosu dat a napájení v jednom kabelu. Práce se zabývá základním přehledem o PoE a návrhem PoE PD (Powered Device) modulu. Ten umožňuje extrahovat napájení a pomocí propustného měniče vytvořit výstup 12 V_{DC} pro další použití při zachování obousměrné datové komunikace.

1 Úvod

Při prvním pohledu na problematiku je možné PoE rozdělit na pasivní a aktivní. Pasivní PoE zařízení nejsou nikterak standardizována ani nemají žádná pokročilá zabezpečení. Aktivní PoE přináší výhody v podobě standardizace. První byla vydána roku 2003 pod IEEE 802.3af jako rozšíření normy Ethernetu [1]. Jsou zde definovány termíny a princip fungování. Přináší bezpečnost systému, kdy je dodán výkon napájecím zařízením do napájeného jen v případě správné detekce a klasifikace. Tato vlastnost přináší možnost pokročilého sledování napájení přes protokol SNMP. Nejnovější standard dovoluje přenášet výkon až 90 W na vzdálenost 100 m.

2 Použitá technologie

Samotný modul využívá řídicího čipu TPS23754 od výrobce Texas Instruments. Ten funguje podle standardu IEEE 802.3af, který pracuje s garantovaným výkonem až 25,5 W. Čip má za úkol detekci, klasifikaci s požadavkem výkonu a dále pak řízení výstupního DC-DC měniče, který v modulu zastupuje propustný měnič (Forward convertor). Topologie s izolovaným výstupem je důležitá z důvodů bezpečnosti a požadavků IEEE na izolaci 1500 V_{RMS} [2]. Měnič je navržen na výstupních 12 V_{DC} s maximálním odběrem 1,9 A.

3 Návrh modulu

Samotný návrh byl vytvořen pomocí programu Altium Designer. Cíleno bylo na univerzálnost modulu, kde bude možné ověřit technologii aktivního PoE s možností využití modulu jako rozšiřující desky tzv. HAT nebo SHIELD pro vývojové platformy jako jsou Nucleo od STMicroelectronics nebo Arduino. Toho bylo docíleno použitím konektoru ST-ZIO.



Obr. 1 Pohled na vyrobený PoE modul

4 Závěr

Povedlo se kompletně zrealizovat modul od návrhu po výrobu. Zařízení je schopno získat napájení z D-Link DPE-301GI a na výstupu měniče je 12 V_{DC}. Následuje získání zatěžovacích charakteristik, podrobnější analýza vlastností a testování pro použití jako zdroje pro indukční průtokoměry.

5 Literatura

- [1] METEL. Základní fakta o PoE napájení a doporučení při návrhu [online]. [citováno 13. dubna 2023]. Dostupné z: <https://www.metel.eu/cz/newdesign/reseni?itemId=132>
- [2] IEEE STD 802.3af-2003. IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems— Local and metropolitan area networks— Specific requirements: part 3. 802.3af. New York: IEEE Computer Society, 2003.

Modulární přípravek pro spektrofotometrická měření

Bc. Ondřej Musil

Ing. Petr Kadlec, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Příspěvek představuje návrh, výrobu a využití vlastního modulárního přípravku pro spektrofotometrická měření. Přípravek byl vyvinut pro experimenty naplánované v rámci diplomové práce z toho důvodu, že přípravky potřebné pro dané experimenty nebyly k dispozici. Přípravek je navržen jako modulární systém, pomocí kterého je možné s využitím spektrofotometru testovat různé vzorky v rámci výzkumu i výuky. Přípravek je vybaven laserovým modulem a pro sestavení testovací aparatury je dále potřeba regulovatelný zdroj napětí a spektrofotometr s optickým vláknem připojený k PC s vyhodnocovacím softwarem.

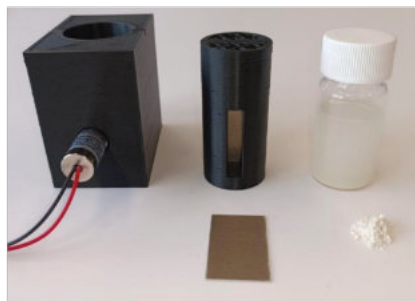
1 Úvod

Spektrofotometrie je technika využívaná např. pro charakterizaci vzorků materiálů v závislosti na jejich propustnosti pro světelné záření. Umožňuje tak např. stanovení koncentrace látky v roztoku. Při použití širokopásmového zdroje světla může být hodnoceno pohlcování světelné energie na určitých vlnových délkách. Vyrobený přípravek obsahuje laserový zdroj záření a pracuje na principu útlumu monochromatického záření procházejícího vzorkem vloženým mezi zdroj a konec optického vlákna vedoucího k detektoru spektrofotometru. První zamýšlené využití bylo pro hodnocení sedimentace částic v rozpouštědle v závislosti na čase a druhé pro definovaný popis změny barvy plošných vzorků pevných materiálů.

2 Představení přípravku

Pro vytvoření designu a technických nákrešů přípravku byla využita platforma Onshape. Přípravek byl po návrhu vytištěn na 3D tiskárně Prusa i3 MK3S z PETG filamentu černé barvy. Následně byla provedena optimalizace rozměrů a koncepce. Zatím poslední čtvrtá verze umožňuje pracovat s válcovými nádobkami a také s plošnými vzorky do tloušťky 1 mm při využití speciální válcové vložky. Přípravek je tak využitelný pro práci s kapalnými i pevnými vzorky. Přípravek má tvar kvádrů s podstavou o rozměrech 60×40 mm a s výškou 60 mm.

Kvadr má tři válcové otvory. První otvor s průměrem 28 mm je veden z vrchu a slouží pro vkládání vzorků. Zbýlé dva otvory v přípravku vedou ze stran proti sobě. Do prvního z nich o průměru 13 mm je zasunut laserový modul typu MXD1230 s dominantní vlnovou délkou 650 nm a do druhého o průměru 4 mm je zasunut konec optického vlákna pro spektrofotometr SpectroVis Plus výrobce Vernier.



Obr. 1 Přípravek s laserovým modulem, válcová vložka pro pevné vzorky a nádobka pro kapalně vzorky

3 Závěr

Navržený přípravek se prokázal být užitečným jak při sledování časového profilu sedimentace částic práškového materiálu rozpůtleného v různých rozpouštědlech, tak při hodnocení změny barvy (tmavnutí spojené se snižováním prostupnosti pro světlo) vzorků pevného kompozitního materiálu vystaveného tepelnému stárnutí. V případě testování suspenze byla sledována jednoznačná změna útlumu záření při sedimentaci různých typů částic. Výhodou daného přípravku je jeho relativně rychlá výroba a nízké finanční náklady na zhotovení. Díky modularitě může být navíc snadno využit i pro jiné druhy testovaných vzorků.

4 Literatura

[1] Kafle P. B.: Chemical Analysis and Material Characterization by Spectrophotometry, Elsevier, 2020



Sekce III - IV

ELEKTROTECHNIKA, ELEKTRONIKA A VÝKONOVÁ ELEKTRONIKA

doc. Eva Müllerová, Ph.D. - předseda
doc. Ing. Tomáš Glasberger, Ph.D.
Ing. Vojtěch Blahník, Ph.D.

Měřicí stanoviště pohonné jednotky elektrického mountainboardu

Adam Kratochvíl

Ing. Zdeněk Frank

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Tato práce se zabývá měřením malé pohonné jednotky vhodné pro osobní elektro mobilitou. Měřená jednotka byla sestavena z běžně dostupných komponent a hlavním cílem práce je ověření jejich parametrů a otestování v provozu.

1 Úvod

Pro možnost osobní přepravy byl sestaven elektrický mountainboard, který je vhodný pro běžný provoz i extrémní podmínky (viz. Obr.1).



Obr. 1 Elektrický mountainboard

Pohon mountainboardu se skládá ze dvou BLDC motorů Turnigy SK8 6374, měniče Flipsky VSEC 6.6 dual a lithiové baterie 8s7p. Parametry udávané výrobcem jednotlivých komponenty jsou uvedeny v Tab.1.

	Měnič (2 motory)	Baterie	Motor
I_{max} [A]	200	175	65
U_{max} [V]	60	33,6	45
P_{max} [W]	—	—	2800
KV [—]	—	—	130
U_{min} [V]	8	24	—
I_n [A]	—	8,75	—

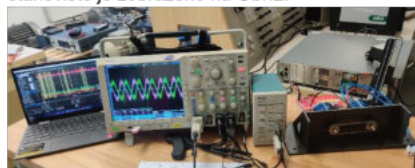
Tab. 1 Specifikace komponent

Pro ověření parametrů a získání optimálního provozního nastavení komponent bylo nutné sestavit měřicí stanoviště, které by umožňovalo tyto nezbytná měření provést.

2 Měřicí stanoviště

Konstrukce měřicího stanoviště se skládá z železných výpalků, které byli následně svařeny. Motory jsou na měřicím přípravku umístěny vedle sebe. Pro přenos momentu a vzájemné

zatěžování byl použit řetězový převod. Součástí měřicího stanoviště je měnič, který je použit k napájení pohonného motoru a druhý je provozován v generátorickém režimu. Měřicí stanoviště je zobrazeno na Obr.2.

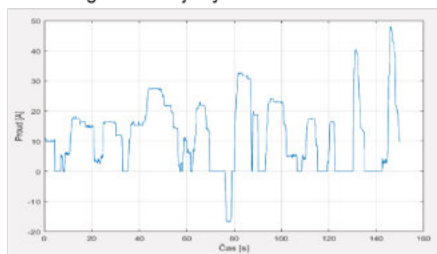


Obr. 2 Měřicí stanoviště

3 Měření

Měřicí stanoviště bylo sestaveno a proběhlo jeho prvotní oživení, přičemž bylo provedeno i měření zmíněných BLDC motorů naprázdno a nakrátko.

Dále byla přes Bluetooth rozhraní měniče získána data z provozu mountainboardu, která mohou být následně analyzována. Pro názornost je uveden graf z části jízdy.



Obr. 3 Graf proudu

4 Závěr

Hlavním výsledkem mé práce je zhotovené měřicí stanoviště, které může být použit pro měření dalších BLDC motorů a ověření jejich základních parametrů a provozních stavů.

Dále byl uveden do provozu elektrický mountainboard doplněn o novou baterii, komunikační a logovací zařízení. Dále bude použit ke sběru dat a následné analýze pohonu při provozu.

Návrh řídicího algoritmu pro elektrickou motokáru

Jan Blaško

Ondřej Suchý

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Tato práce se zabývá implementací řídicího softwaru pro elektrickou motokáru. Rozchození potřebných periférií procesoru a jejich otestování funkcí, řídicí metodě pro pohon elektrické motokáry, implementaci PI regulátorů a feedforwardu a komunikaci s bateriemi, displejem a EPROM pamětí.

1 Úvod

Elektrické motokáry jsou stále populárnější a jejich technologický vývoj pokračuje neustále. Tato práce je věnována vývoji softwaru pro řídicí jednotku elektrické motokáry. Historicky byla tato motokára osazena stejnosměrným motorem s permanentními magnety o výkonu 5kW a snížovacím pulzním měničem, který byl řízen mikrokontrolérem Atmel AVR. Nyní je pohon nahrazen synchronním motorem s permanentními magnety (PMSM) o totožném výkonu 5kW. K řízení se nyní využívá mikrokontrolér TMS320F28335 od firmy Texas Instruments [2], který řídí 3-fázový střídač složený z MOS-FET tranzistorů. Řídicí jednotka kromě řízení motoru obstarává, také další periferie. Mezi tyto periferie patří displej, baterie a pedály. Za tímto účelem je nutné vytvořit kompletní řídicí systém, který umožní přesné řízení pohonu společně s obsluhou všech periférií a zajistí, že motokára bude dostatečně bezpečná pro řidiče.

2 Návrh řídicího softwaru

Cílem této kapitoly je zajistit plnou funkčnost a spolehlivost řídicího systému. Jako první bylo potřeba vyřešit rozchození periférií. Mezi tyto periferie patří ADC převodníky, PWM, CAN, RS485, SPI, eCAP, eQEP a další.

Dále bylo potřeba vyřešit komunikaci s jednotlivými perifériemi motokáry. Každá baterie má vlastní BMS a komunikuje přes RS-485. Jednotka displeje komunikuje pomocí CAN sběrnice. Jelikož má řídicí jednotka dvě CAN brány je druhá využívána na ladění konstant regulátorů a ukládání offsetů od jednotlivých čidel do EPROM paměti, využívající SPI komunikaci.



Obr. 1 Řídicí jednotka pro PMSM motor [1]

Pro pohon elektrické motokáry bylo zvoleno vektorové řízení, které ve spojitosti s absolutním čidlem polohy (ARC) umožňuje přesné a jednoduché řízení motoru. Vektorové řízení obsahuje Parkovou a Clarkové transformace pro přepočítání mezi souřadnými systémy. Tím dosáhneme netočivého souřadného systému ve kterém lze využít PI regulátory. Z důvodu vylepšení řídicího algoritmu byl též přidán feedforward.

3 Závěr

V této práci byl popsán proces rozchození potřebných periférií procesoru a otestování jejich funkcí, včetně komunikace s bateriemi, displejem a pamětí. Následně byla představena řídicí metoda pro pohon elektrické motokáry, která využívá vektorové řízení s PI regulátory a feedforward.

Nyní se nacházíme ve fázi odladění vektorového řízení a PI regulátorů.

4 Literatura

[1] Suchý, O. (2019). Implementace řídicí jednotky motokáry s elektrickým pohonem. Diplomová práce.

[2] Texas Instruments (2010). TMS320F2833x Technical Reference Manual. Dostupné z: <https://www.ti.com/lit/ug/spruh77p/spruh77p.pdf>

Aktivní chlazení elektrického stroje metodou Spray cooling

Michal Freisleben

Ing. Lukáš Veg, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

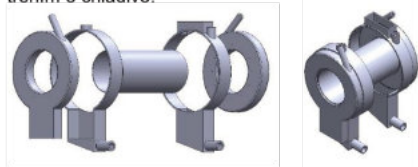
Anotace: Tato práce se zabývá návrhem a konstrukcí aktivního chlazení čel vinutí elektrického stroje PMSM. Tato technologie zvaná Spray cooling přímo ostříkují chladicím médiem izolované vodiče statorového vinutí.

1 Úvod

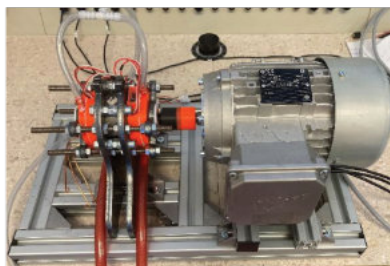
Největší tepelné ztráty u synchronního motoru s permanentními magnety tvoří elektrický proud ve statorovém vinutí. Toto ztrátové teplo přestupuje do okolního vzduchu. Třída izolace statorového vinutí limituje maximální možnou teplotu, způsobenou elektrickým proudem ve vinutí, a tím i maximální možný proud, na který je stroj dimenzován. Přidáním aktivního chlazení získáme vyšší koeficient přestupu tepla a dosáhneme lepšího chlazení. Těmito chlazenými vodiči pak může téct vyšší hodnota elektrického proudu, dovolující mnohem vyšší přetížitelnost samotného stroje [1].

2 Návrh chladicí soupravy

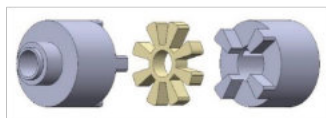
Chladicí souprava zajišťuje přímé ostříkávání chladivem pomocí sprch na obě strany čel statorového vinutí. Při návrhu sprch bylo splněno kritérium, zajišťující rovnoměrné intenzity ostříku vinutí ve všech drážkách. Sprcha, vytištěná na 3D tiskárně, tak obsahuje dvě komory, díky kterým se tlak vyrovná. Obě sprchy spojené s vlastním krytem byly nasazeny na oddělující válec, umístěn ve vzduchové mezeře stroje. Tento válec zajišťuje, aby se chladivo nedostalo do prostoru rotoru, kde by pak vytvářelo nežádoucí ztráty třením o chladivo.



Obr.1 3D model chladicí soupravy



Obr. 2 Soustava strojů s chladicím systémem



Obr. 3 3D model hřídelové spojky

3 Závěr

Byl navrhnut a zrealizován chladicí systém dvou sprch. Do sprch bylo vháněno chladivo pomocí čerpadla, umožňující nastavení požadovaného tlaku. Jako chladicí médium byla zvolena směs destilované vody a ethylenglykolu. Čela vinutí byla osazena senzory teploty PT100, umožňující měření efektivity chlazení. Dále byl vytvořen nový stand pro měření ve spojení hřídelí s asynchronním motorem a také navrhnutá a vyrobena hřídelová spojka s pružným elementem, vytisknutým z flexibilní pryskyřice.

4 Literatura

[1] LIU, Chuan, Zeyuan XU, David GERADA et al. Experimental Investigation on Oil Spray Cooling With Hairpin Windings. IEEE Transactions on Industrial Electronics [online]. 2020, 67(9), 7343-7353 [cit. 2023-04-13]. ISSN 0278-0046. Dostupné z: doi:10.1109/TIE.2019.2942563

APLIKAČNÍ SW JEDNOTKY DISPLEJE PRO ELEKTRICKOU MOTOKÁRU

Martin Kněžourek

Ondřej Suchý

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: *Zobrazovací jednotka je jednou z klíčových součástí každého vozidla, neboť tvoří prakticky jediné rozhraní mezi řidičem a vozidlem. Tyto jednotky většinou zobrazují zejména aktuální rychlost, stav akumulátorů, ujetou vzdálenost, nebo případné poruchy. Cílem této práce je uvést do provozu jednotku displeje studentské elektro-motokáry a vytvořit vhodné grafické uživatelské rozhraní.*

1 Úvod

Jednotka displeje pro studentskou elektromotokáru byla již řešena v rámci dvou diplomových prací. V první práci byl vytvořen kompletní hardware jednotky, osazený 7" barevným LCD displejem a mikrokontrolérem STM32F7 z řady ARM [1]. Druhá práce se již zabývala tvorbou samotného aplikačního softwaru pro vyvinutou jednotku displeje [2]. Měnič motokáry však v době vzniku původního softwaru nebyl ještě plně funkční, a proto nemohl být vytvořen ani finální software pro jednotku displeje. Vznikla proto pouze sada knihoven pro ovládání jednotlivých komponent, funkčnost těchto knihoven byla ověřena vykreslením tabulky měřených hodnot na displej.

V současné době je měnič motokáry již téměř plně funkční, nastal tedy čas na dokončení softwaru zobrazovací jednotky.

2 Návrh SW

Návrh softwaru probíhá v jazyce C, s využitím HAL knihoven. Z původního softwaru bylo převzato několik málo částí, např. nastavení čítačů/časovačů, nastavení vstupně-výstupních pinů, nebo knihovny s fonty pro displej. Většina softwaru však vzniká prakticky od začátku. Důvodem k tomuto kroku byla hlavně změna konceptu samotné motokáry, díky které bylo možné vypustit ovládání některých hardwarových částí jednotky displeje. Druhým důvodem byl fakt, že původní software je psán přímo pro danou jednotku a nemá jednoduše oddělitelné části kódu nadřazeného řízení od nižších vrstev kódu, které

obsluhují přímo daný hardware. Toto by v budoucnu velmi zkomplikovalo přenos softwaru na jiný hardware.

Hlavním cílem je v současnosti zprovoznit příjem dat po CAN sběrnici a zobrazovat je vhodnou formou na displej. V budoucnu je v plánu ještě zprovoznit GPS modul, komunikační modul XBee a vytvořit grafické rozhraní, které by umožňovalo zapojit motokáru do výuky elektrických pohonů.



Obr. 1 Jednotka displeje pro elektrickou motokáru

3 Závěr

V současné době již nový software dokáže komunikovat s LCD displejem. Původní knihovny pro ovládání displeje prošly značnými úpravami. Použitím dvojitého bufferu bylo odstraněno problikávání displeje, což bylo hlavním neduhem původního softwaru. Momentálně se pracuje na zprovoznění příjmu dat z CAN sběrnice.

4 Literatura

- [1] SOVA, Martin. Jednotka displeje pro elektromotokáru. Plzeň, 2016. Diplomová práce. Západočeská univerzita, Fakulta elektrotechnická, Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací. Vedoucí práce Ing. Elis Luděk.
- [2] BERAN, Martin. Aplikační SW pro zobrazovací jednotku elektrovozidla. Plzeň, 2019. Diplomová práce. Západočeská univerzita, Fakulta elektrotechnická, Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací. Vedoucí práce Ing. Petr Weissar, Ph.D.

UŽITEČNOST ČIPU E-CIGARET

Matouš Takáč

Bedřich Bednář

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

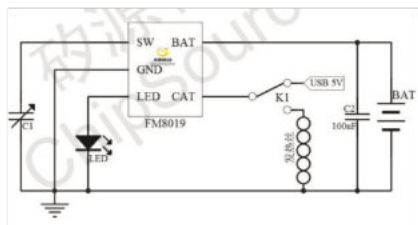
Anotace: Využití vyhozených jednorázových e-cigaret. Dobíjení, použití jejich lithium-iontových baterií, a hlavně využití překvapivě schopného čipu.

1 Úvod

Jednorázové e-cigarety jsou obvykle vyhozeny do smíšeného odpadu, i když v sobě mají dobíjecí baterie a čip k tomu schopný.

2 Kapitola

Podle zapojení (1) je tlakový senzor s ASIC čipem FM8019AA, používaný k sepnutí e-cigarety, je schopný i kompletní ochrany baterie a jejího nabíjení. Po připojení 5V na výstup (CAT) se čip přepne do nabíjecího režimu s proudem 250 mA. Což pro používané baterie s kapacitou okolo 450 mAh stačí. A díky vestavěným funkcím pro bezpečné nabíjení, jako ochrana proti přebíjení nebo CC a CV nabíjení, se dá použít jako kompaktní nabíječka LI-ION baterií. Tím, že tlakový senzor je kapacitní, po dotyku výstupu SW se čip sepně a dá se proto použít i jako dotykový spínač. Bohužel při kontinuálním sepnutí se po 10 vteřinách, kvůli vestavěné funkci vypne.



Obr. 1 Zapojení čipu



Obr. 2 ASIC čip

3 Závěr

Celkově jsem byl pozitivně překvapen, že mikro kontrolér vyrobený na jedno použití má schopnost jak ochrany baterie, tak i jejího nabíjení. Do budoucna bych chtěl obejít vestavěný limit zapnutí pro použití jako standardní ochranu baterie.

4 Literatura

[1.] datasheet. *chipsourcetek*. [Online] <http://www.chipsourcetek.com/DataSheet/FM8019AA.pdf>.

[2.] kapacitní spínač. *youtube*. [Online] 26. Březen 2022. <https://youtu.be/Bc5MO6WgRZc>.

Řídicí systém pro obytné vozy

Michal Krbec

Ing. Bedřich Bednář, Ph.D.

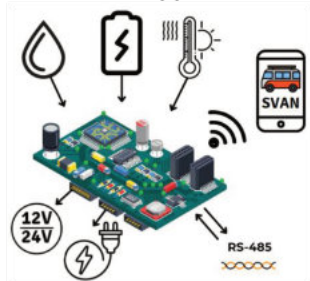
Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Tento příspěvek si klade za cíl představit návrh a realizaci řídicího systému pro obytné vozy. Systém slouží uživateli k ovládání a sledování stavů vozidla pomocí mobilní aplikace.

1 Úvod

V posledních letech se obytné vozy stávají stále populárnější pro všechny cestovatelské nadšence, kteří chtějí objevovat svět. Největší výhodou těchto vozů je samozřejmě jejich nezávislost a svoboda pohybu na cestách. Ve 21.

století proto v takovém obytném vozu nesmí chybět uživatelsky přívětivý a intuitivní řídicí systém, který umožňuje svým majitelům kontrolovat a ovládat jejich domov na kolech.



Obr. 1 Vlastní návrh řídicí jednotky

2 Řídicí jednotka SVAN

Řídicí systém pro obytné vozy byl vyvinut s ohledem na nelehké podmínky vozidla v provozu. Nejvyšší důraz byl kladen na spolehlivost zařízení, jenž respektuje průmyslový design. Mezi hlavní výhody systému patří odolnost vůči elektromagnetickému rušení, jednoduchá instalace a snadné ovládání. Představovaná řídicí jednotka se pyšní mnoha funkcemi, které lze zobrazovat pomocí displeje, jehož je součástí. Jedná se o sledování stavu hladiny nádrží na vodu, měření kapacity baterií a teploty obytného prostoru. Mimo tyto základní

měření lze k zařízení také připojit senzory pomocí komunikace RS485. Důležitou součástí je chytrá mobilní aplikace, která zaznamenává všechny zmíněné funkce s možností ovládání přímo z aplikace. Uživatel si proto může snadno a jednoduše přizpůsobit nastavení vozidla dle svých potřeb. Například ovládání topení v obytné části, kontrola stavu světel nebo zda neuniká voda z nádrže. Všechny zmíněné funkce poskytují cestovatelům maximální pohodlí a zajišťují bezpečnost během cestování.



Obr. 2 Mobilní aplikace

3 Závěr

Vzhledem k zvyšující se oblibě cestování s obytnými vozy a také rostoucí poptávce po spojení s chytrou domácností roste i poptávka po univerzálním řídicím systému. Na základě průzkumu trhu bylo zjištěno, že jednoduchý, uživatelsky přívětivý systém do obytných vozů, karavanů či dodávek lze jen těžko realizovat z dostupných komponent. Tento projekt tedy navrhuje realizaci univerzálního, komfortního systému s jednoduchou instalací, který zajistí ovládání a hlídání základních potřeb obytného vozu. Navíc disponuje mobilní aplikací, která umožňuje uživateli ovládat vozidlo z jakéhokoliv místa.

Moderní TNS pro systém 25 kV / 50 Hz využívající topologii SFC

Bc. Kamil Janoch

Ing. Vojtěch Blahník, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

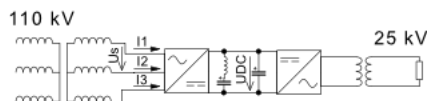
Anotace: Předkládaná práce se zabývá simulací trakční napájecí stanice využívající topologii nepřímého měniče kmitočtu k napájení jednofázové drážní sítě 25 kV / 50 Hz. Model slouží k ověření vlivů topologie na napájecí síť a k popisu řídicích algoritmů.

1 Úvod

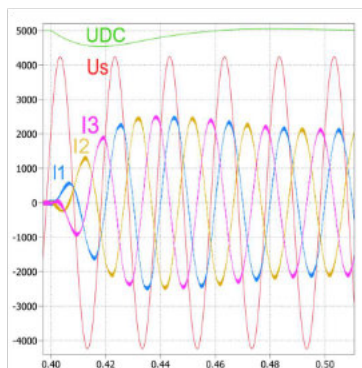
Cílem práce bylo vytvoření modelu moderní TNS (trakční napájecí stanice) využívající topologii SFC (static frequency converter, nepřímý frekvenční měnič). Tato topologie se v nedávné době začala používat také v ČR, kde postupně bude nahrazovat topologie zvané „V“ a „T“ zapojení využívající pouze transformátory nikoliv polovodičové výkonové součástky jako tomu je u topologie SFC [1]. Tato zapojení s transformátory se nechovají jako plná třífázová zátěž a způsobují v napájecí síti nesymetrii [1].

2 Topologie SFC

SFC použitý v TNS (Obr. 1) je zařízení, které se skládá ze vstupního třífázového pulzního usměrňovače, stejnosměrného meziobvodu, ve kterém se nachází kondenzátor a filtr druhé harmonické, a na konci je jednofázový střídač, který pracuje jako řízený zdroj napětí [2]. Pro úpravu hodnoty napětí se na vstup a výstup umísťují transformátory [2]. Obr 2 zobrazuje chování vstupního pulzního usměrňovače při skokové změně zatížení z 0 MW na 8 MW.



Obr. 1 Schéma zapojení SFC s vyznačenými měřenými veličinami (průběhy v Obr. 2)



Obr. 2 Průběhy sruzeného napětí na vstupu (U_s), proudů na vstupu (I_1 , I_2 , I_3) a napětí v DC lince (U_{DC}) v okamžiku zatížení TNS

3 Závěr

Model trakční napájecí stanice s topologií SFC byl využit k ověření vlivu této topologie na napájecí síť a pro ověření správnosti algoritmů řízení v rámci TNS. Další rozvoj práce půjde ve směru rozšiřování topologie TNS, případně i simulace spolupráce více těchto stanic napájejících jeden traťový úsek.

4 Literatura

- [1] DOLEČEK, Radovan a ČERNÝ, Ondřej. Trakční napájecí soustavy. Pardubice : Univerzita Pardubice. Fakulta dopravní Jana Pernera., 2015. Dostupné z: https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/59028/DolecekR_TrakcniNapajeci_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [2] JANOCH, Kamil. 2022. Problematika spolupráce trakčních napájecích stanic 25 kV / 50 Hz a třífázové elektrizační soustavy. Plzeň. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta elektrotechnická.

Návrh a konstrukce pětifázového BLDC stroje s dvojitým rotorem využívajícího Halbachovo pole

Bc. Tomáš Paveza

Ing. Radek Čermák, Ing. Jiří Dražan

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

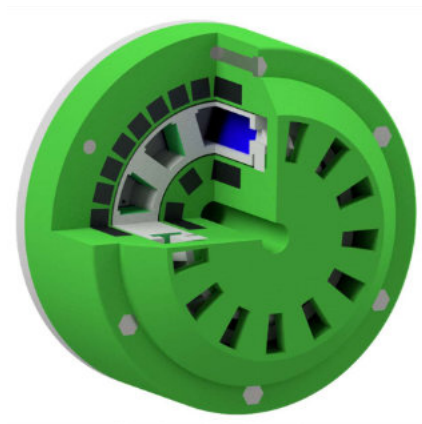
Anotace: Příspěvek věnuje návrhu a konstrukci BLDC stroje netradiční konstrukce. Jedná se o experimentální stroj demonstrující vlastnosti elektromagnetického pole točivého stroje.

1 Úvod

Navržený BLDC stroj je unikátní hlavně svojí konstrukcí, kdy jeho stator a dvojitý rotor jsou vyrobeny pomocí 3D tisku. Tato koncepce umožňuje jej vyrobit v domácích podmínkách.

2 Návrh

Vzhledem k účelu navrhovaného stroje, byl požadavek jeho jednoduchou výrobu v domácích podmínkách, a tedy bez použití jakýchkoli sofistikovaných nástrojů, vyjma 3D tiskárny.



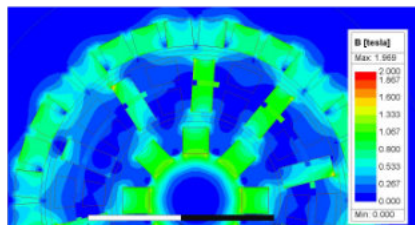
Obr. 1 Model BLDC stroje

Vnější rotor je osazen permanentními magnety v Halbachovo soustavě a vnitřní rotor je vzhledem k rozměrům osazen standartně. Stator obsahuje zářezy, do kterých se zasouvají kapsy reprezentující zub statoru s elektrotechnickými plechy pro zlepšení uzavírání magnetického toku.

Na těchto zubech je umístěno pětifázové vinutí. Parametry stroje byly optimalizovány pomocí MKP. Stroj je navržen na nízkou proudovou hustotu a je tedy pravděpodobné, že bude mít vysokou přetížitelnost po krátký časový úsek. Vinutí jedné fáze je charakterizováno jako zubové s dvěma cívkami, každá o 60 závitů a dvěma paralelními vodiči [1].

Tab. 1 Významné parametry stroje

Početfází (-)	5	Početpólů (-)	8
Početparalelních vodičů (-)	2	Jmenovitý výkon (W)	392
Průměr vodiče vinutí (mm)	0.9	Jmenovitý moment (Nm)	1.25
Napětí DCzdroje (V)	60	Jmenovitá otáčky (ot/min)	3000



Obr. 2 Rozložení magnetického toku strojem

3 Závěr

Byl konstrukčně navrhnut BLDC stroj a elektromagneticky ověřen pomocí MKP. Jeho skutečné parametry budou ověřeny stavbou prototypu. Díky zvolené technologii výroby stroje, je možné rychle pozměňovat jeho rozměry, a tedy i jeho rychlé prototypování.

4 Literatura

[1] T. Paveza, J. Dražan and R. Cermak, "Design of a Double Rotor BLDC Motor with Halbach Array Magnets," 2022 20th International Conference on Mechatronics - Mechatronika (ME), Pilsen, Czech Republic, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/ME54704.2022.9983331.

Návrh pomocného elektrického pohonu na solární energii pro kamionovou dopravu

Bc. Tomáš Mulák

Doc. Ing. Tomáš Komrská Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

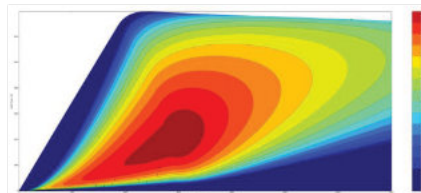
Anotace: Práce se zabývá návrhem systému, simulacemi, analýzou různých scénářů využití solární energie na evropském kontinentu a snahou přispět k dekarbonizaci kamionové dopravy vlivem snížené spotřeby paliva.

1 Úvod

Nutnost redukce emisí skleníkových plynů a přechod na bezemisní technologie je jednou z priorit EU. Solární energie se stává cenově dostupnější a volná plocha na střeše návěsů kamionu se jeví jako možnost pro umístění solárních panelů a využití této energie pro snížení spotřeby paliva a tím i emisí skleníkových plynů. Je zkoumán vliv na spotřebu paliva při jednotlivých ročních obdobích a měnící se intenzity osvětlení v průběhu dne.

2 Návrh parametrů

Při návrhu solárního zdroje hrála největší roli limitovaná plocha střechy návěsu, která se liší pro různé návěsy. Vybral jsem návěs s plochou střechy 33,4 m² a byly navrženy dvě možnosti řešení. První možnost řešení bylo využití komerčně dostupných solárních panelů, které se přidělají na střechu. Druhou možností řešení byl návrh solárních panelů a integrace přímo do kostry návěsu. Při první možnosti byly zvoleny panely s účinností 22,6 % s efektivní využitelnou plochou 28,3 m² a výkonem 6400 Wp. Pomocný pohon PMSM byl navrhnout na maximální mechanický výkon 6 kW. Byl navrhnout na tento výkon z důvodu co největšího využití možného potenciálu fotovoltaického zdroje v případech intenzivního osvětlení. Zároveň byl jmenovitý bod zvolen, aby se elektrický stroj nacházel co nejdéle v oblasti vysoké účinnosti.



Obr. 1 Účinnostní mapa stroje PMSM.

3 Simulace

Simulace byla prováděna na nasnímané dálniční trase Ostrava – Plzeň. I malé procentuální úspory paliva mají potenciál snížit náklady na palivo pro provozovatele kamionové dopravy s návratností v řádu několika let.

Tab. 1 Úspora paliva v jednotlivých ročních obdobích

Roční období	Úspora paliva (%)
Jaro	1.69
Léto	2.05
Podzim	1.00
Zima	0.52

4 Závěr

Využití volné plochy návěsu a následné využití energie se jeví jako účinná metoda snížení spotřeby paliva. Návrh parametrů a řízení celého systému by se daly dále optimalizovat pro vyšší procentuální úspory paliva a dá se tedy předpokládat, že by se v reálné aplikaci úspory navýšily.

5 Literatura

- [1] ABHAY, Nived. *Modelling of Electric Powertrain for Heavy-Duty BEV*. Delft, 2020. Master of Science thesis. TU Delft.
- [2] Kutter, Christoph & Alanis, Luis & Neuhaus, Dirk & Heinrich, Martin. (2021). YIELD POTENTIAL OF VEHICLE INTEGRATED PHOTOVOLTAICS ON COMMERCIAL TRUCKS AND VANS

Připojení fotovoltaických panelů k síti pomocí vícehladinového měniče

Bc. Jakub Lodr

Doc. Ing. Tomáš Komrská, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Růst poptávky po obnovitelných zdrojích má za následek intenzivnější vývoj. Jedním z oborů je fotovoltaika, kde je cílem zvýšit účinnost celého systému. V této práci se zaměřuji na změnu obvyklé topologie pomocí vícehladinového střídače za účelem snížení vlivu stínů a různé orientace panelů. V rámci projektu je provedena simulace s užitím sw MATLAB, sestavení modelu a následné měření.

1 Úvod

Při obvyklém sériovém spojení fotovoltaických panelů je systém velmi náchylný na jejich umístění a stínech. Celkový výkon elektrárny klesne mnohonásobně s poklesem výkonu jediného prvku.

Řešení takového problému je více, jedním z nich je realizace sady střídačů, kde ke každému panelu je přiřazen jeden. Střídače jsou realizovány H-můstky a výstupní svorky jsou zapojeny do série, vzniká tedy kaskáda (CHB). Použitím více hladinového řízení se snižuje výstupní zkreslení. Celkový výkon je tedy součtem jednotlivých výkonů, kde tyto výkony navzájem nejsou ovlivněny.

2 Popis experimentu

Experimentální model tvoří moduly s IGBT H - můstky a k řízení je využita platforma MLC interface. Z počátku k ověření správné funkčnosti byly použity regulovatelné DC zdroje.

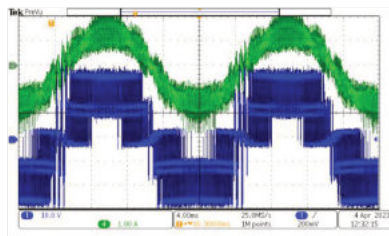
Pro modulaci byla využita metoda modulace s posunutými nosnými signál. K řízení víceúrovňového měniče bylo využito FPGA, jelikož mikroprocesor nedisponuje dostatkem výstupů PWM.

Řízení je navrženo tak, aby výkon mohl být přenesen do sítě. Podmínkou připojení k síti je souhlasná fáze a amplituda. Součástí softwaru je synchronizace se sítí pomocí SOGI algoritmu filtrující základní harmonickou.

Proud vstupující do zátěže řídí PR regulátor. Velikost napětí je upravována tak, aby proud do sítě byl kladný s požadovanou amplitudou.

Cílem experimentu je připojit na DC stranu fotovoltaické panely. Pro tento účel je implementován MPPT regulátor zajišťující maximální vytižení jednotlivých panelů. MPPT regulátor ve výsledku bude předávat amplitudu výstupního proudu PR regulátoru.

Níže jsou zobrazeny výsledky měření výstupních veličin pěti-hladinového střídače v zapojení do sítě pro požadavek amplitudy proudu 2A.



obr 1 Napětí (modré) na svorkách střídače a proud tekoucí do sítě(zelený)

3 Závěr

Zařízení dodává kladný řiditelný výkon do zátěže. Posledním krokem experimentu je nahradit regulovatelný zdroj solárním panelem a naměřit data za různých podmínek.

4 Literatura

- [1] Bc. Petr Stejskal. *Modulační techniky pro víceúrovňové střídače*. Praha, 2015. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce: Ing. Pavel Kobrle, Ph. D.
- [2] A. Bughneda, M. Salem, A. Richelli, D. Ishak, and S. Alatai, "Review of multilevel inverters for PV energy system applications," *Energies*, vol. 14, no. 6, p. 1585, 2021



Sekce V

**ELEKTROTECHNIKA, ELEKTRONIKA A
VÝKONOVÁ ELEKTRONIKA (PH.D.)**

doc. Ing. Jan Řeboun, Ph.D. - předseda
Ing. Jaroslav Hornak, Ph.D.
Ing. Jan Šobra, Ph.D.

HYGROTERMÁLNÍ NAMÁHÁNÍ ELEKTROIZOLAČNÍCH MATERIÁLŮ

Ing. Jan Leffler

prof. Ing. Pavel Trnka, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Tento příspěvek se zabývá problematikou deterioračních procesů elektroizolačních materiálů. V tomto konkrétním případě se jedná o hygrotermální stárnutí epoxidové pryskyřice, tedy popis vlivu degračních faktorů teploty a relativní vlhkosti. Dále jsou diskutovány možné způsoby modelování efektu takového degračního mechanismu.

1 Úvod

Vhodný model procesu deteriorace vypovídá o klíčových parametrech materiálu namáhaného určitými faktory o různé intenzitě. Následně je možné sestavit životnostní model, který poskytuje informaci o zbytkové životnosti posuzovaného zařízení za předpokladu přerušení provozu vlivem postupné poruchy. Takový mechanismus poruchy je kontinuální a je možné jej v časové oblasti modelovat algebraickou rovnicí – deterministicky. Tyto rovnice lze získat provedením experimentu zrychleného stárnutí [1,2].

2 Efekt degradace

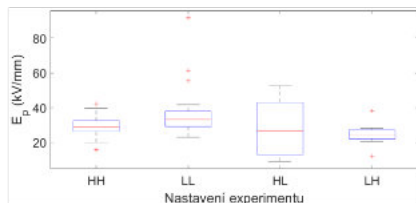
Pro experiment bylo zvoleno dvoufaktorové namáhání teplotou (ϑ) a relativní vlhkostí (RH) v rozsahu 80 až 95 °C a 55 až 95 % po dobu 336 hodin v klimatické komoře. Pro konkrétní nastavení $\vartheta = 89,5$ °C a $RH = 75,6$ % bylo pozorováno znatelné zhoršení dielektrických vlastností. Tato změna je uvedena v Tab. 1.

Tab. 1 Změna dielektrických vlastností degradací

Parametr:	ϵ_r (-)	$\tan \delta$ (-)	C_r (pF)
Před:	2,882	0,00367	38,170
Po:	4,225	0,04800	55,800

3 Model degradace

V tomto experimentu byl využit (i) empirický, (ii) Response Surface Methodology (RSM) a (iii) Active Learning (AL) RSM přístup pro sestavení degračního modelu. Efekty i interakce byly získány Design of Experiments (DoE) rozvržením. Odezvou systému byla elektrická pevnost E_p . Výsledky jsou zobrazeny v Obr. 1 a Tab. 2.



Obr. 1 Boxplot elektrických pevností jednotlivých nastavení experimentu dle DoE

Tab. 2 Porovnání sestavených modelů degradace

Model:	Empirický	RSM	AL RSM
Estimace (kV/mm):	27,67	29,05	30,52
Validace (kV/mm):	33,31		

4 Závěr

Na základě odborné literatury [2,3,4] byly sestaveny modely degradace, které byly posléze navzájem porovnány. V této konkrétní studii pro tento materiál validační měření potvrdilo, že nejlepší estimaci odezvy systému poskytl Active Learning RSM model. Při příštím experimentu bude vybrána vhodnější odezva systému než elektrická pevnost, jelikož rozdíl ve středních hodnotách není příliš výrazný a variance v získaných výsledcích je naopak značná.

5 Literatura

- [1] MENTLÍK, Václav. Spolehlivostní aspekty elektrotechnologie. Praha: BEN - technická literatura, 2011. ISBN 978-80-7300-412-5.
- [2] MODARRES, Mohammad; AMIRI, Mehdi; JACKSON, Christopher. *Probabilistic physics of failure approach to reliability: modeling, accelerated testing, prognosis and reliability assessment*. John Wiley & Sons, 2017.
- [3] MYERS, Raymond H.; MONTGOMERY, Douglas C.; ANDERSON-COOK, Christine M. *Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments*. John Wiley & Sons, 2016.
- [4] BISHOP, Christopher M.; NASRABADI, Nasser M. *Pattern recognition and machine learning*. New York: Springer, 2006.

Reverzní inženýrství jako nástroj pro konstrukci pokročilého ovládání stropního osvětlení

Ing. Vojtěch Lapuník

Ing. Martin Vitek

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Tento článek pojednává o vývoji uživatelsky přívětivého systému pro ovládání LED stropního svítidla Top Light Ocean H RC. Svítidlo je vybaveno kombinací LED diod umožňující přizpůsobení teploty světla v rozsahu 3000-6500K a nastavení intenzity osvětlení pomocí pulzní šířkové modulace. Bohužel je světlo dodáváno pouze s jedním dálkovým ovladačem a jeho ovládání tak není zcela konformní. Cílem práce tak bylo analyzovat uzavřený systém svítidla a vytvořit pokročilý způsob ovládání celé soustavy.

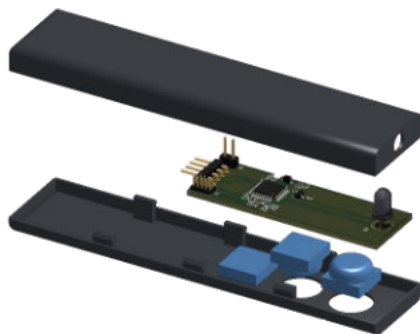
1 Nástin problému

V dnešní době lze běžně zakoupit interiérová svítla se schopností regulace teploty i jasu. Osvětlení tohoto typu jsou zpravidla dodávána s dálkovým ovladačem založeném na principu infračerveném záření (IR), nebo se schopností připojit se na místní Wi-Fi síť. Oba přístupy přinášejí výhody i nevýhody, ale po jejich zvážení bylo rozhodnuto o pořízení první jmenované varianty, a to konkrétně stropního svítidla Top Light Ocean H RC. Hlavní překážka v používání světla je způsobena tím, že je dodáváno pouze s jedním dálkovým ovladačem a navíc světlo obsahuje paměť, zaznamenávající poslední nastavený režim. To vede např. k situacím, kdy nízká intenzita a teplota osvětlení z večera zůstává nastavená až do rána. Avšak ráno je žádoucí naopak režim s intenzitou vysokou. To vedlo ke každodennímu hledání ovladače za snížené viditelnosti vlivem malé intenzity světla.

2 Řešení

Z důvodu nastíněných v předešlé kapitole bylo rozhodnuto o vytvoření inteligentního systému ovládání. Ten je složen ze tří ovládacích jednotek. Přenosného ovladače, ovladače zabudovaného u hlavního vypínače osvětlení, a ovladače s integrovaným zdrojem reálného času, který je schopen světlo řídit v přednastavených cyklech.

Prvním krokem bylo provést reverzní inženýrství původního ovladače a nalézt protokol a konkrétní požadované příkazy IR signálu. Druhým krokem byl návrh tří nových ovladačů. Pro tento účel byla navržena multifunkční DPS s možností připojení jak RTC modulu pro časové řízení, tak i tří tlačítek pro manuální ovládání. DPS je řízena procesorem ATSAM21E s možností low power režimu pro maximalizaci životnosti baterií v přenosných ovladačích. Následující postup zahrnoval vymodelování a vytištění pouzder ovladačů na 3D tiskárně. Po naprogramování jednotlivých MCU příslušnými funkcemi mohlo dojít ke kompletaci a otestování celého systému.



Obr. 1 Návrh multifunkční DPS a 3D tištěného pouzdra pro přenosný dálkový ovladač.

3 Závěr

Výsledkem práce je soustava plně funkčních dálkových ovladačů umožňující uživatelsky komfortní používání popisovaného osvětlení.

4 Literatura

[1] V. Lapuník, "lapunik/IR_lights_remote," Github, Mar. 30, 2023.
https://github.com/lapunik/IR_lights_remote

Náhrada Local Trigger Board pro experiment forward fyziky na urychlovači LHC

Ing. Tomáš Kulhánek

doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev

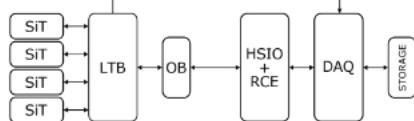
Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Příspěvek se zabývá náhradou systému Local Trigger Board využívaného v projektu AFP na urychlovači LHC v CERNu. Požadavek na náhradu systému vznikl z důvodu nedostupnosti ASIC integrovaného obvodu „Hitbus chip“, který je základem stávajícího řešení systému.

1 Úvod

Projekt Atlas Forward Proton (AFP) je zaměřen na kolize typu proton-proton a identifikuje vzácné události patřící do skupiny centrální difrakce. Samotný detektorový systém AFP se skládá z částí SiT (Silicon Tracker) a ToF (Time of Fly).

2 Architektura SiT systému



Obr. 1 SiT detektor projektu AFP

Na Obr. 1 je ukázáno zapojení SiT detektorového systému. Produkty rozpadu kolidujících částic jsou zachyceny pomocí křemíkových pixelových detektorů (SiT). Detektory jsou k systému připojeny pomocí Local Trigger Board (LTB), která zajišťuje propojení komunikačních signálů s OptoBoard (OB) a napájení detektorů. Dále je pomocí LTB generován spouštěcí signál pro zahájení sběru dat vedený do DAQ. OptoBoard (OB) je určena pro přenos hodinových a datových signálů pomocí optických vláken. HSIO a RCE zajišťují komunikaci a sběr dat ze SiT detektorů, které jsou dále předána do data akvizičního systému (DAQ).

3 Local Trigger board (LTB)

Hlavní částí původního systému LTB je ASIC integrovaný obvod HitBus chip. Hitbus chip zde

zajišťuje rozdělení datových a hodinových signálů pro pixelové detektory s možností individuálně nastavitelného zpoždění a vyhodnocení spouštěcích signálů z jednotlivých detektorů. Spouštěcí signály jsou vyhodnocovány dle nastavitelné logické funkce, na základě které je odeslán výsledný spouštěcí signál pro DAQ systém.

4 Nové řešení LTB

Dnes nedostupný Hitbus chip je v novém řešení nahrazen programovatelným obvodem FPGA s potřebným firmwarovým vybavením, zajišťující veškeré funkcionality původního Hitbus chipu. Zpoždění signálů zajišťují externí zpožďovací linky. Nové řešení LTB je ukázáno na Obr. 2.



Obr. 2 Deska plošného spoje nového řešení LTB

5 Závěr

Během testů v laboratoři spolu s ostatními částmi systému byla ověřena funkčnost navrženého systému. Instalace na LHC v CERNu je odhadována v Q3-Q4 2023.

6 Literatura

[1] D. S. Smith, S. Bityk, K. K. Gan, H. Kagan, R. Kass and J. Dopke, "Development of the hitbus chip platform for the ATLAS DBM detector at CERN," 2013 IEEE 56th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), Columbus, OH, USA, 2013, pp. 1204-1207, doi: 10.1109/MWSCAS.2013.6674870.

Vliv příměsi MgO na dielektrické vlastnosti LLDPE folie

Ing. Jiří Kopřiva

Prof. Ing. Pavel Trnka, Ph.D., Ing. Jaroslav Hornak, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

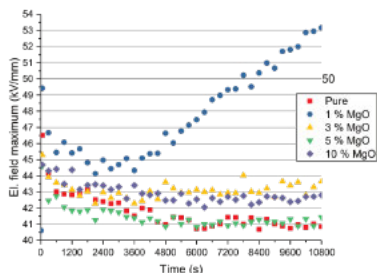
Anotace: Dielektrické materiály jsou nedílnou součástí elektrických zařízení. Je proto snaha neustále vyvíjet a přizpůsobovat jejich fyzikální vlastnosti pro stávající i nové aplikace. Zajímavou variantou je obohacení materiálu o příměsí nanočástic, které mohou pozitivně ovlivňovat dielektrické vlastnosti výsledného kompozitu. Tento článek se zabývá příměsí nanočástic MgO do folie LLDPE o různých koncentracích a následnému vyhodnocování změny dielektrických vlastností daného materiálu.

1 Úvod

Nanokompozity, jež jsou tvořeny základní složkou a příměsí určitého typu nanočástic, představují zajímavý a relativně snadný způsob úpravy fyzikálních vlastností základního materiálu. Tyto úpravy jsou stále častěji se vyskytujícím trendem poslední doby. Mnoho aplikací již takových úprav využívá, jako například při úpravě materiálu užívaného pro FDM tisk. Tento článek je zaměřen na úpravu dielektrických vlastností folie LLDPE (Linear Low Density Polyethylene) a vyšetřování jejich vlivu za pomoci nedestruktivní diagnostické metody PEA.

2 Popis experimentu

Pro experiment byly vyrobeny folie LLDPE o průměrné tloušťce 0,2 mm s různým množstvím příměsí nanočástic MgO (0, 1, 3, 5 a 10 wt.%). Velikost užitých nanočástic byla v průměru 10 nm. Pro vyšetření vlivu byla použita metoda PEA, jež je nedestruktivní metoda založená na vyšetření vzorku za pomoci akustické vlny generované interakcí budícího pulsu s naakumulovaným prostorovým nábojem uvnitř dielektrika [1]. Úroveň přiloženého napětí byla nastavena tak, aby bylo dosaženo jednotné intenzity elektrického pole, a to 50 (kV/mm). Vzorek byl pak vyšetřován pulsy o šířce 10 (ns) a amplitudy 420 (V). Experiment probíhal 3 hodiny pro každý zkoumaný vzorek o celkové četnosti 25 vzorků (5 vzorků pro každou koncentraci).



Obr. 1 Průměrné hodnoty maxima el. pole v čase

3 Závěr

Z grafu je patrné, že koncentrace 1, 3 a 10 wt.% mají negativní vliv a zvyšují tak lokální namáhání materiálu. Naopak u 5 wt.% na počátku měření dochází ke zlepšení v podobě snížení hodnot lokálního maxima a v průběhu času nepřekračují významně hodnoty naměřené v čistém LLDPE. To lze přisoudit vlivu nanočástic v podobě měnící se distribuce prostorového náboje napříč vzorkem a tím rozdílné interakce vnějšího el. pole s nahromaděným vnitřním nábojem. Z tohoto úsudku lze vyvodit, že došlo k pozměnění charakteristiky náboje vytvářeného uvnitř materiálu [2]. Nadále pak lze předpokládat vyšší elektrickou pevnost obohaceného materiálu pro krátkodobé namáhání stejnosměrným el. polem.

4 Literatura

[1] HORNÁK J. 2018, Interakce nehomogenního dielektrika s elektrickým polem, Plzeň, 2019, 113 pages, 30 additions, dissertation, Západočeská univerzita v Plzni.

[2] Mentlík V. (2006) Dielektrické prvky a systémy, 1st ed., Czech Republic, Věšínova 5, Praha 10, BEN – Technická literatura ISBN 80-7300-189-6.

APLIKACE PRO VIZUALIZACI MAGNETICKÉHO POLE V PLOŠE

Ing. Martin Juřík

František Mach

Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická

Anotace: Vyvinuté aplikace se v rámci třetí role univerzity snaží přispět ke snadšímu pochopení chování magnetického pole. Aplikace má za cíl pomoci ve všech stupních vzdělávání i v popularizaci vědy široké veřejnosti. Aplikace přímo navazuje na vývoj vědeckých instrumentů v rámci laboratoře CIMRA.

1 Úvod

V návaznosti na vývoj zařízení pro mapování magnetického pole v ploše v laboratoři CIMRA vznikly nástroje, které mají za cíl tato pole vizualizovat v mnoha podobách a usnadnit tak pochopení a výuku magnetismu ve všech stupních studia i k popularizaci široké veřejnosti. V klasické výuce magnetismu jsou stále využívány magnetické piliny, se kterými je práce značně komplikovaná, a proto tato metoda není příliš široce využívána kantory. Vyvinuté zařízení dokáže vizualizovat magnetické pole interaktivně a přiblížit tak zájemci vzhled do jeho chování.

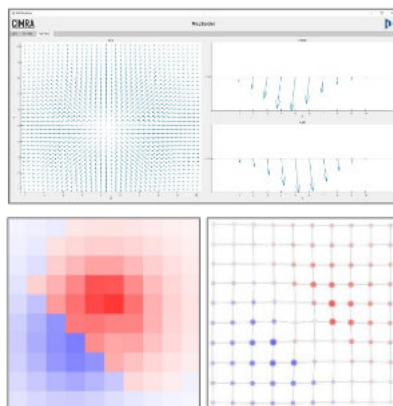
2 Popis funkčnosti

Vyvinuté skenery cílí primárně na vývoj vědecké instrumentace, proto vznikly aplikace dvě. Jedna, která je určena pro základní vizualizaci magnetického pole (*MagDisplay*) a druhá pro jeho pokročilé zkoumání (*MagServer*).

Cílem aplikace *MagDisplay* je co nejsnazší vizualizace, která studentovi pomůže pochopit vektory magnetické indukce i celkovou amplitudu magnetické indukce. Změřená data je možné vizualizovat v ploše, v různých řezech dané plochy i jejich změnu v čase. Tato aplikace byla napsána v prostředí MATLAB AppDesigner.

Prostředí *MagServer*, napsané v jazyce C++ a HTML5, má dva základní ovládací režimy. V jednom je možné detailně analyzovat chování magnetického pole pomocí zobrazovaných dat v textové (číselné) podobě včetně drobné grafické reprezentace plošného rozložení amplitudy magnetické indukce. Druhý režim naopak

umožňuje celoobrazovkovou vizualizaci pro snadší zobrazení většímu kolektivu zájemců (např. na projektoru). V tomto režimu je také možné volit různé způsoby zobrazení, kde byl mimo jiné vyvinut režim, který se inspiroval metodami generování sítí v numerických simulacích fyzikálních polí. Tento způsob zobrazení (viz Obr. 1 vpravo dole) nemá ve světě obdoby a ohlasy od studentů i pedagogů jsou významně lepší než u zobrazení klasického, které využívají konkurenční nástroje.



Obr. 1 nahoře: Aplikace *MagDisplay*, dole: Aplikace *MagServer* a detail vizualizace rozložení amplitudy magnetické indukce (vlevo klasické, vpravo inspirovaný se sítí)

3 Závěr

V práci jsou základně popsány dvě vyvinuté aplikace pro vizualizaci magnetických polí. Obě aplikace mají za cíl využít vyvinutých nástrojů v laboratoři CIMRA pro vědeckou činnost a využít je k výuce magnetických polí a popularizaci vědy.

Závěrem bych rád poděkoval kolegům Františku Machovi, Martinu Vítkovi a Jiřímu Šedivcovi za pomoc s návrhem a vývojem měřicích zařízení.

Editor: Prof. Ing. Pavel Trnka, Ph.D.

Organizační výbor: Prof. Ing. Pavel Trnka, Ph.D., Ing. Jaroslav Hornak, Ph.D., Ing. Ondřej Michal, Ph.D.

Obálka: Ing. Ondřej Michal, Ph.D.

Sborník: Prof. Ing. Pavel Trnka, Ph.D.

Název: Studentská vědecká odborná činnost

Vydavatel: Západočeská univerzita v Plzni

SVOČ 2023

Studentská vědecká odborná činnost

SPONZOŘI TOHOTO ROČNÍKU



ETD TRANSFORMÁTORY a.s.



Leuze



FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI



svoc.fel.zcu.cz