



Zaměření výzkumu a vývoje, přístrojové vybavení, nabídka služeb



Centrum výzkumu a využití
obnovitelných zdrojů
energie



Zaměření výzkumu a vývoje,
přístrojové vybavení,
nabídka služeb

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Brno, srpen 2013





Jedním z hlavních cílů výzkumného Centra CVVOZE je koncentrace významných výzkumných a vývojových kapacit pro řešení komplexní problematiky výzkumu, vývoje a využití obnovitelných zdrojů energie, včetně problematiky z oblastí elektrochemie, elektromechaniky, elektrotechnologie, elektroenergetiky, elektrických pohonů, mobilních robotů a průmyslové elektroniky.

Svémi odbornými kapacitami a vybavením pokrývá celé spektrum disciplín v oblasti elektrotechniky (elektrochemie, elektromechanika, elektrotechnologie, elektroenergetika) zejména, ale ne výhradně, ve vazbě na aktuální téma obnovitelných zdrojů energie a jejich efektivního využívání ve výrobě, dopravě a energetice.

Jednotlivé výzkumné směry Centra CVVOZE jsou rozčleněny do tří výzkumných programů:

- ➔ **Elektromechanická přeměna energie**
- ➔ **Chemické a fotovoltaické zdroje energie**
- ➔ **Výroba, přenos, distribuce a užití elektrické energie**

Následující materiál představuje odborné zaměření jednotlivých výzkumných programů, včetně vybavení laboratorní a měřicí technikou, a nabídky výzkumných a vývojových služeb.

Výsledky ve výzkumu a vývoji jednotlivých výzkumných programů jsou doloženy příklady řešených výzkumných projektů a zakázek.

Výzkum a vývoj v Centru je rozdělen mezi týmy odborníků, kteří jsou členy specializovaných laboratoří.

Z tohoto důvodu jsou služby a činnosti nabízené ve všech výzkumných programech rozděleny na laboratoře, které se daným odvětvím zabývají.

Obsah

Výzkumný program 1:

Elektromechanická přeměna energie

	4
Laboratoř výkonové elektroniky a mikroprocesorové techniky	6
Laboratoř speciálních elektrických strojů	8
Laboratoř automatizace a embedded systémů	15
Laboratoř měření	22

Výzkumný program 2:

Chemické a fotovoltaické zdroje energie

	40
Laboratoř olověných akumulátorů	42
Laboratoř chemických zdrojů energie	44
Laboratoř elektrodových materiálů	46
Laboratoř mikroskopických technik	51
Fotovoltaická laboratoř	54
Laboratoř modelování a simulací	59

Výzkumný program 3:

Výroba, přenos, distribuce a užití elektrické energie

	62
Laboratoř spínacích přístrojů (zkratová laboratoř)	64
Laboratoř VVN	67
Laboratoř nekonvenčních zdrojů, solární laboratoř	71
Laboratoř kvality elektrické energie a EMC	79
Laboratoř světelné techniky	93
Laboratoř elektrických ochran	98



Výzkumný program 1

→ Elektromechanická přeměna energie

Vedoucí výzkumného programu: Prof. Ing. František Zezulka, CSc.
E-mail: zezulka@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 440

Cílem výzkumného programu 1 je řešení problémů optimalizace stávajících a vývoj a optimalizace nových pohonných systémů, a to v oblasti elektrických strojů, elektrických přístrojů, výkonové a řídicí elektroniky, systémů řízení a autonomních zdrojů elektrické energie. V oblasti elektrických strojů pro ekologickou dopravu je vývoj zaměřen především na zvýšení účinnosti stávajících strojů a vývoj strojů nové koncepce.

Dále si výzkumný program 1 klade za cíl výzkum a vývoj řídicích algoritmů pro řízení sítí typu smart grid spolu s vývojem a implementací potřebné instrumentace smart meteringu.

S tím souvisí i vývoj embedded systémů pro účely smart meteringu na principech a systémech energy harvesting a využívání výkonné mikropočítačové techniky s extrémně nízkou spotřebou.

Významný podíl činnosti směřuje do realizace a využití řídicích systémů funkční bezpečnosti, testování, školení a poradenská činnost v oblasti normy IEC 61508 a souvisejících. Činnosti doplňuje výzkum, vývoj a funkční zkoušky senzorů a přístrojů na odolnost proti vibracím.



Laboratoře

Laboratoř výkonové elektroniky a mikroprocesorové techniky

- Software Altium Designer

Laboratoř speciálních elektrických strojů

- Pracoviště pro zkoušení elektrických strojů s dynamometrem ASDP085
- Přístroj na měření vibrací VIBXpert II
- Software pro elektromagnetické výpočty ANSYS EM
- 3D skener Z800
- Dynamometr vysokootáčkový 2WB65-HS, 12 kW, 50.000 min⁻¹
- Software pro modelování teplotních polí a proudění Ansys

Laboratoř automatizace a embedded systémů

- Osciloskop s logickým analyzátozem
- Sestava safety systémů
- NI CompactRIO
- Zařízení pro vzdálené měření a přenos dat
- Funkční generátor WW2572A
- 2× Zdroj QPX1200SP

Laboratoř měření

- Impedanční analyzátor Agilent 4294A
- Intenzitní sonda G.R.A.S., typ 50AI
- Kompaktní laserový vibrometr Polytec CLV-2534
- Kalibrační pec AOiP Hyperon
- 3D laserový skener Velodyne HDL64E-S2
- Precizní 3DOF manipulátor TG drives
- Kalibrační systém SPEKTRA CS18P HF, VLF
- 3D ruční skenovací systém Polhemus FastSCAN Cobra C1
- Rotační stolek RMS SDL1401 s teplotní komorou CTS-60/50
- PXI systém PX2827272
- Lock-In zesilovač HF2LI
- Teplotní komora CTS T-65/50
- Interferometr Polytec PDV-100
- Klimatická komora s vibračním buzením (komora Vötsch VCV 7060-15, shaker RMS SW8142-24)

➔ Laboratoř výkonové elektroniky a mikroprocesorové techniky

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Bohumil Klíma, Ph.D.**

Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno

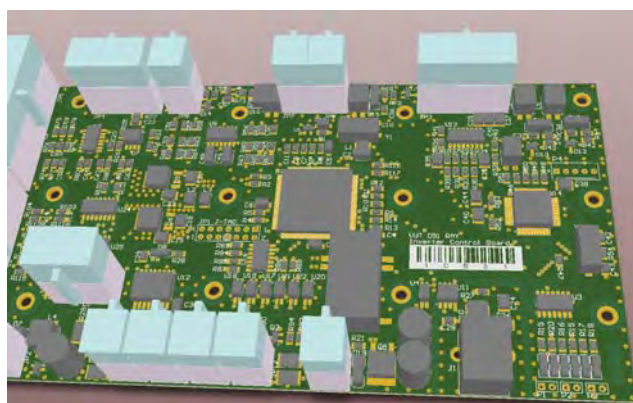
Místnost: SA4.32

E-mail: klima@feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 735

- ➔ Návrh, simulace a vývoj elektronických obvodů, desek plošných spojů včetně osazování a ožiování.
- ➔ Výpočty elektromagnetických obvodů tlumivek, transformátorů a elektrických strojů.
- ➔ Simulace dynamických soustav a návrhy regulace.
- ➔ Regulace dynamických soustav (elektrické pohony do výkonu 1 MW).
- ➔ Výzkum elektrických pohonů s vysokou účinností.
- ➔ Výzkum a vývoj kompaktních výkonových nabíječů.
- ➔ Výzkum v oblasti hybridní a elektrické trakce.
- ➔ Výzkum využití vodíkových palivových článků v nezávislé trakci.
- ➔ Diagnostika elektrických pohonů a výkonových měničů.
- ➔ Aplikace a monitoring akumulátorových systémů v elektrické trakci.

Laboratoř

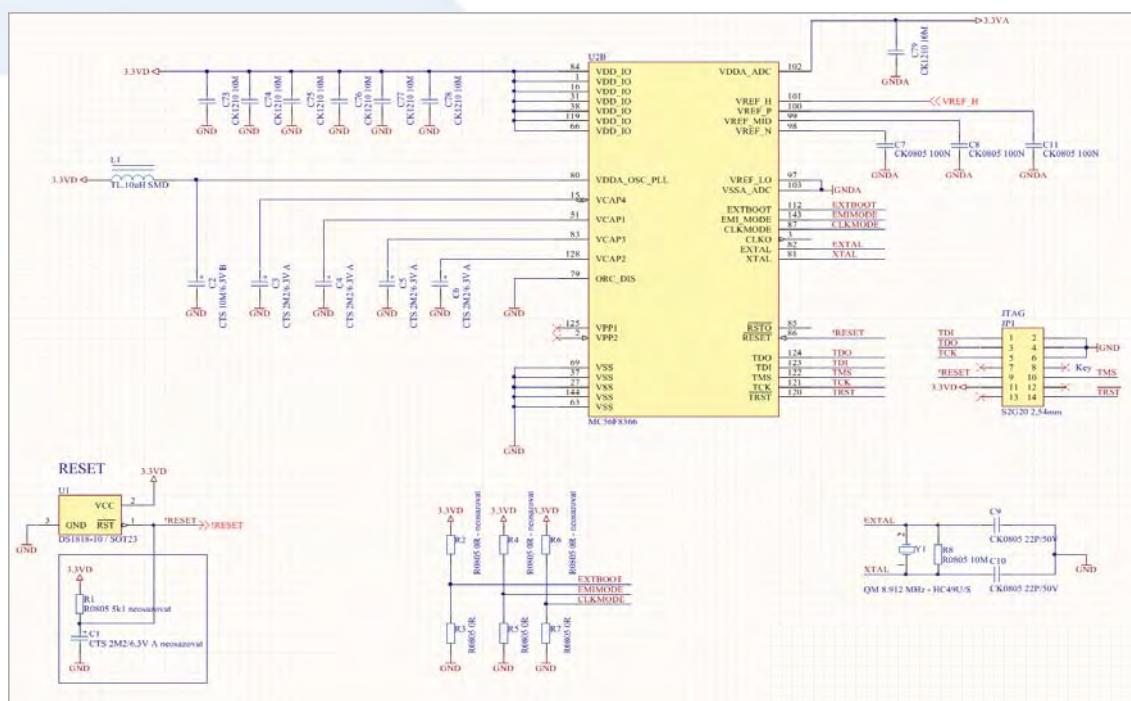


Výrobce: Altium

Rok výroby: 2012

Použití: Návrh kreslení a simulace elektronických schémát,
návrh desek plošných spojů, mechanický návrh elektronických zařízení,
vývoj aplikací s hradlovými poli, vývoj software pro mikroprocesory

Odpovědná osoba: **Doc. Ing. Bohumil Klíma, PhD.**
E-mail: klima@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 735





➔ Laboratoř speciálních elektrických strojů

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.**
Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: SA4.09
E-mail: ondrusek@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 717

- ➔ Výzkum a vývoj elektrických strojů s permanentními magnety.
- ➔ Výzkum elektrických strojů s vysokou účinností.
- ➔ Výzkum vysokootáčkových elektrických strojů.
- ➔ Výzkum elektrických strojů pro hybridní vozidla.
- ➔ Simulace dynamických vlastností elektrických strojů.
- ➔ Analýza magnetických obvodů metodou konečných prvků v prostředí ANSYS Maxwell.
- ➔ Návrh a optimalizace návrhu elektrických strojů s využitím metod umělé inteligence.
- ➔ Modely elektrických strojů s využitím magnetických náhradních obvodů.

Laboratoř



➔ Pracoviště pro zkoušení elektrických strojů s dynamometrem ASDP085

Výrobce: VUES Brno

Rok výroby: 2012

Použití: Pracoviště slouží pro zkoušení elektrických strojů až do mechanického výkonu 85 kW. Pracoviště se skládá z dynamometru ASD P085 s napájením, z frekvenčního měniče se sinusovým filtrem a s přizpůsobovacím transformátorem pro napájení zkoušených motorů, z výkonového analyzátoru pro měření elektrických veličin a z jednotek pro měření odporů vinutí a teplot pomocí čidel Pt100 a termočlánků.

Parametry:

- Výkon: 85 kW (brzda) / 77 kW (pohon)
- Moment: 541 Nm/490 Nm
- Jmenovité otáčky: 1500 min⁻¹
- Maximální otáčky: 6000 min⁻¹
- Napájení zkoušených střídavých motorů:
 - PWM napájení z frek. měniče do proudu 180 A
 - Sinusové napájení do proudu 160 A při 45–65 Hz
 - Přizpůsobovací transformátor:
 - 690 V/90 A
 - 400 V/160 A
 - 160 V/170 A
 - 100 V/300 A
 - Možnost napájení z externích zdrojů
- Měření elektrických veličin (U, I, P, cos φ, atd.) měřeného elektrického stroje do napětí 1 kV RMS, proudu 500 A RMS
- Automatizované měření teplot a odporů el. stroje

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.
E-mail: ondrusek@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 717



➔ Přístroj na měření vibrací VIBXpert II

Výrobce: PRÜFTECHNIK

Rok výroby: 2011

Použití: Měření výchylky, rychlosti a zrychlení vibrací mechanických částí elektrických strojů pomocí dvou měřicích čidel. Měření je možné provádět v různých režimech: záznam časového průběhu nebo efektivní hodnota dané veličiny definující vibrace. Přístroj dále umožňuje okamžité zobrazení frekvenčního spektra vibrací u všech tří sledovaných veličin. K přístroji je k dispozici software pro vyhodnocení a zpracování naměřených průběhů. Měření může probíhat jednorázově nebo se může jednat o dlouhodobé sledování a porovnávání získaných výsledků, které mohou pomoci odhalit poruchy elektrických strojů (např. poškození ložisek apod.).

Parametry: Počet analogových vstupů: 2

Rozměry: 186 × 162 × 52 mm

Váha: 1,15 kg

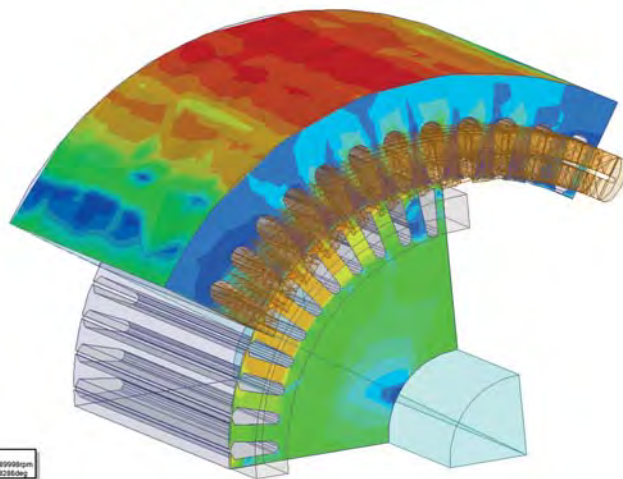
Měřicí rozsahy:

- Výchylka vibrací: 6,000 μm
- Rychlost vibrací: 6,000 mm/s
- Zrychlení vibrací: 6,000 m/s^2

Rychlá Fourierova transformace (FFT):

- Fmin: mezi 0,5 Hz a 10 Hz
- Fmax: mezi 200 Hz a 51,2 kHz
- Linky: 400, 800, 1600, 3 200, 6 400, 12 800, 25 600, 51 200, 102 400
- Okno: Rectangular, Hanning, Hammingova, Blackman, Bartlett, Flattop, Kaiser

Odpovědná osoba: Ing. Marcel Janda, Ph.D.
E-mail: janda@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 737



➔ Software pro elektromagnetické výpočty ANSYS EM

Výrobce: Ansys

Rok výroby: 2011

Použití: Balík softwaru pro elektromagnetické výpočty ANSYS EM slouží pro simulaci elektrotechnických zařízení. Balík se skládá z programu Ansys Maxwell a Ansys Simplorer. Program Ansys Maxwell slouží k simulaci elektrických, elektromagnetických a magnetických polí pomocí metody konečných prvků a to jak ve statické oblasti, tak i v transienční oblasti. Součástí tohoto programu je také modul RMXprt, který je určen k analytickým výpočtům vlastností elektrických strojů. Program Ansys Simplorer umožňuje simulace elektrických obvodů, případně simulace tepelných, pneumatických, hydraulických a mechanických systémů, které mohou být popsány náhradními prvky. Oba programy mohou být propojeny s dalšími programy Ansys, což poté umožňuje řešení dalších problematik vhodnými numerickými metodami (metoda konečných prvků, metoda konečných objemů atd.).

Parametry:

- Výpočty magnetických a elektrických polí
- Možnost statických i transienčních analýz
- Možnost výpočtů vlastností elektrických strojů pomocí analytických metod pomocí modulu RMXprt
- Simulace elektrických obvodů spolu s mechanickými, hydraulickými a pneumatickými náhradními obvody pomocí programu Simplorer
- Propojení s programem Ansys

Odpovědná osoba: **prof. RNDr. Vladimír Aubrecht, CSc.**
E-mail: aubrecht@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 715



➔ 3D skener Z800

Výrobce: Z-Corporation

Rok výroby: 2008

Použití: Digitalizace trojrozměrných objektů v rámci zpětného inženýrství nebo pro potřeby výpočtů. Přístroj umožňuje vytvoření trojrozměrných digitálních plošných modelů s velkou přesností na základě reálných předloh a jejich převedení do standardních formátů a pro zpracování v moderních CAD systémech (SolidWorks, Inventor) nebo výpočetních programech (Ansys).

Lze skenovat libovolný objekt, který splňuje následující požadavky:

- Možnost pohybu skenerem ve vzdálenosti cca 20 cm ve všech směrech.
- Na objekt je potřeba nalepit samolepicí reflexní body (vždy musí být viditelné min. 3 pro skener).
- Povrch objektu nesmí být lesklý (je možné použít křídový sprej).

Velkou výhodou použití 3D skeneru je to, že nedochází k fyzickému kontaktu mezi přístrojem a digitalizovaným objektem. Velikost objektu, který je možné skenovat, je omezena pouze kapacitou paměti PC, připojeného k přístroji. V případě nutnosti snímání větších objektů je možné provést samotnou digitalizaci po částech.

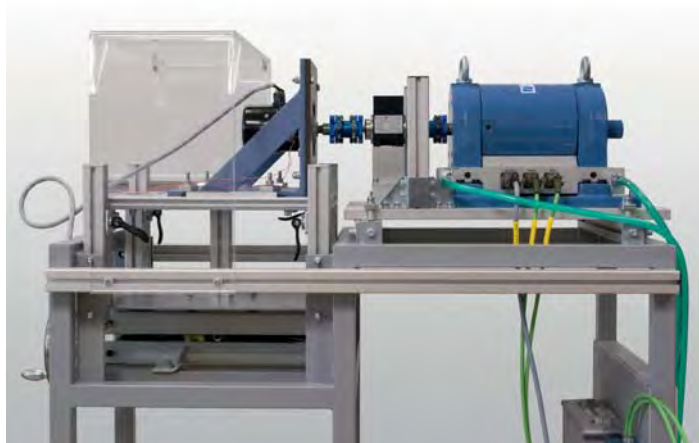
Následně je možné modely spojit ve specializovaném softwaru.

Parametry:

Počet kamer:	3
Rozměry:	171 × 260 × 216 mm
Hmotnost:	1,25 mm
Rychlost měření:	25 000 měření/sekundu
Přesnost v osách XY:	40 mikronů
Rozlišení:	0,050 mm v osách XYZ
Přenos dat:	FireWire
Přenosové formáty:	.DAE, .FBX, .MA, .OBJ, .PLY, .STL, .TXT, .WRL, .X3D, .X3DZ, .ZPR

Odpovědná osoba:

Ing. Marcel Janda, Ph.D.
E-mail: janda@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 737



➔ **Dynamometr vysokootáčkový 2WB65-HS, 12 kW, 50 000 min⁻¹**

Výrobce: Magtrol SA

Rok výroby: 2013

Použití: Pracoviště dynamometru je určeno k měření především vysokootáčkových elektrických motorů. Pro dosažení vynikající přesnosti měření mechanických veličin je dynamometr 2WB65-HS (Magtrol) doplněn o externí snímač krouticího momentu TMHS 307 (Magtrol). Prováděné zkoušky jsou řízeny pomocí softwaru MTEST 5.0 (Magtrol), který zajišťuje také sběr a částečně zpracování naměřených dat – mechanické, elektrické veličiny, teplota.

Parametry:

Vířivý dynamometr 2WB65-HS

- jmenovitý moment 20 N.m, od 4 000 min⁻¹ do 5 730 min⁻¹,
- max. brzdový výkon 12 kW, max. otáčky 50 000 min⁻¹,
- celá pracovní oblast dynamometru – viz momentová char.,
- chyba měření momentu dle kal. listu výrobce < ± 0,2% rozsahu.

Snímač krouticího momentu TMHS 307

- jmenovitý moment 10 N.m, chyba měření < ± 0,1% z rozsahu,
- přetížitelnost do 20 N.m, nad 10 N.m chyba měření < ± 0,1 % z měřené hodnoty,
- max. otáčky 50 000 min⁻¹.

Software MTEST 5.0

- řízení zkoušek,
- sběr měřených dat
 - moment, otáčky – 2WB65-HS nebo TMHS 307,
 - elektrické veličiny – standardně Yokogawa WT1600S,
 - teplota – standardně NI USB-9211A, 4 × termočlánek (možno také infračervený bezkontaktní snímač).

Vysokootáčkové spojky – standardně (další na dotaz)

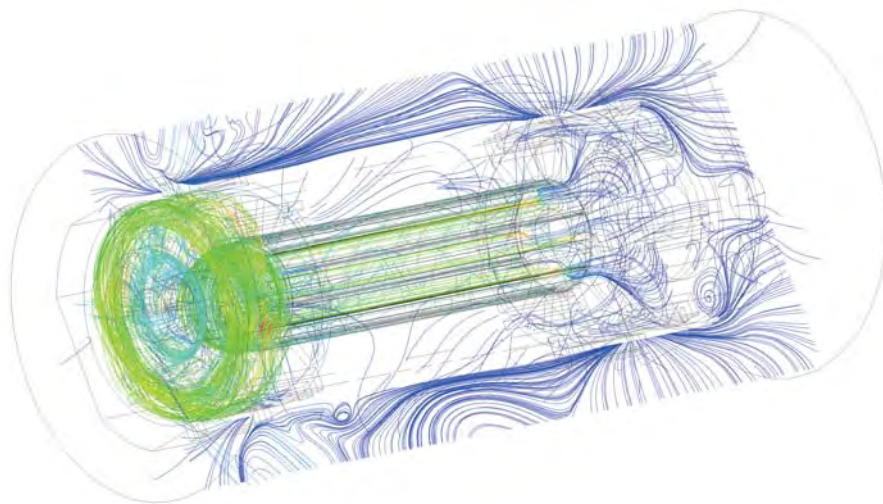
svěrné spojky pro hladký konec hřídele bez drážky

pro průměr hřídele Ø 14 mm nebo Ø 24 mm

jmenovitý krouticí moment 24 N.m

max. otáčky 45 000 min⁻¹

Odpovědná osoba: Ing. Ondřej Vítek, Ph.D.
E-mail: viteko@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 701



→ Software pro modelování teplotních polí a proudění Ansys

Výrobce: Ansys

Rok výroby: 2012

Použití: Software umožňuje výpočty rozložení teplotních polí na trojrozměrných modelech pomocí metody konečných prvků. Je možné řešit časové a ustálené průběhy rozložení teploty na povrchu i uvnitř elektrických strojů. Jako vstupní modely je možné využít trojrozměrné modely z moderních CAD systémů (např. Autodesk Inventor, Solidworks, Catia atd.). Teplotní výpočet je možné doplnit o výpočet proudění chladicího média (Ansys CFX). Prostředí Ansys také umožňuje provedení základních optimalizací konstrukce za pomoci algoritmu MOGA, nebo NLPQL. Výpočty je možné kombinovat s výsledky řešení elektromagnetického pole v prostředí programu Maxwell. V prostředí programu Ansys CFX je možné řešit modely proudění, ať už z pohledu jejich zdrojů (např. ventilátorů), nebo z pohledu chování proudění v určitém prostředí (výměníky, tlakové nádoby apod.).

Parametry: Podporované formáty pro import geometrie:
SAT, IGES, IAM, IPT, DWG, MCNP, X_T, SLDPRT, SLDASM, STEP, PRT

Odpovědná osoba: Ing. Marcel Janda, Ph.D.
E-mail: janda@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 737

→ Laboratoř automatizace a embedded systémů

Vedoucí laboratoře: Prof. Ing. František Zezulka, CSc.

Technická 3082/12, Královo Pole, 61600, Brno

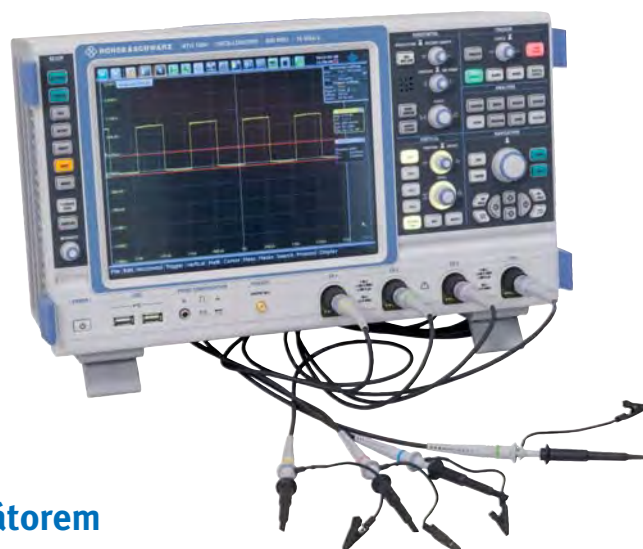
Místnost: SE2.142

E-mail: zezulka@feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 440

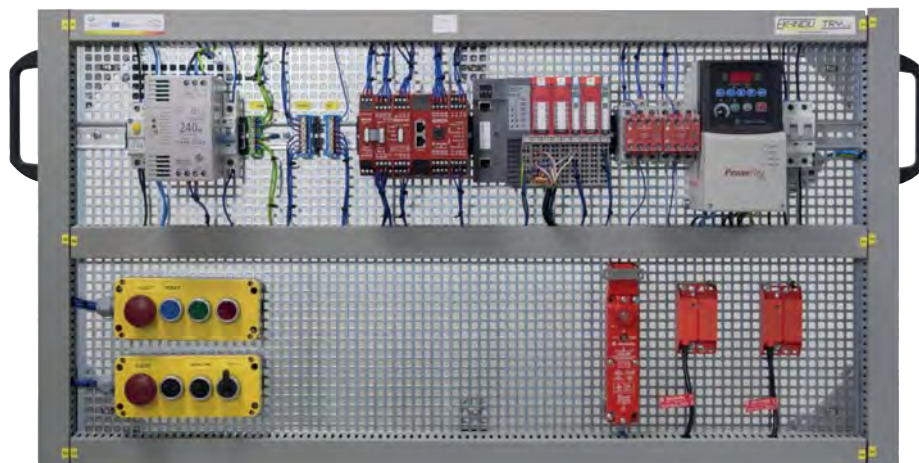
- Výzkum v oblasti technologií Smart Grid a Smart metering.
- Fyzický model experimentální energetické sítě (E. E. S.) typu Smart Grid s modely obnovitelných zdrojů.
- Výzkum metod stabilizace sítě E. E. S. s významným podílem energie se stochastickými zdroji energie.
- Výzkum metod optimalizace řízení E. E. S.
- Návrh a testování algoritmů řízení E. E. S.
- Predikce výkonové rovnováhy v E. E. S. s využitím internetových zdrojů předpovědi počasí.
- Spolupráce při vývoji systémů smart metering a smart grid.
- Spolupráce při vývoji ostrovních systémů fotovoltaiky s ukládáním energie do vodíku.
- Výzkum a vývoj v oblasti embedded systémů pro účely smart meteringu.
- Vývoj embedded software pro mikrokontroléry s jádery od firem ARM, AVR, AVR32 na špičkových kompilátorech a nástrojích od IAR (jazyk C/C++).
- Vývoj software a návrh hardware pro bezdrátové aplikace (Bluetooth, ZigBee, WiFi).
- Vývoj software a návrh hardware pro samonapájitelné embedded zařízení (včetně napájení bezdrátovým přenosem elektrické energie).
- Návrh hardware a software pro extrémně úsporné PC na jedné desce plošného spoje, případně jejich použití jako levná a úsporná náhrada stolních PC.
- Vývoj aplikací pro operační systémy Windows a mobilní Windows (Windows Phone) pomocí .NET Framework.
- Vývoj dynamických webových aplikací (ASP.NET), včetně návrhu menších databázových systémů.
- Vývoj, technická pomoc a testování Safety aplikací s PLC systémy, propojenými sběrnici Ethernet/IP.
- Výzkum a aplikovaný vývoj M2M komunikace pro účely správy a řízení sítí smart grid.
- Vývoj technických prostředků a metod monitorování stupně znečištění životního prostředí aerosoly a částicemi.

Laboratoř



➔ Osciloskop s logickým analyzátozem

Výrobce:	Rohde & Schwarz	
Rok výroby:	2012	
Použití:	Osciloskop pracující do 600 MHz. Osciloskop obsahuje 4 analogové a 16 digitálních kanálů. Dále obsahuje software pro zpracování různých sériových sběrnic (I2C, SPI, UART, RS-232, CAN, LIN) a taktéž jsou k dispozici proudová a diferenční sonda.	
Parametry:	Šířka pásma pro analogové kanály:	DC až 600 MHz
	Šířka pásma pro digitální kanály:	DC až 400 MHz
	Počet analogových kanálů:	4
	Počet logických kanálů:	16
	Velikost paměti pro analogové kanály:	20 Megabodů pro každý kanál, 80 Megabodů pro všechny kanály současně
	Velikost paměti pro logické kanály:	200 Megabodů pro každý kanál
	Segmentace paměti:	Ano
	Vzorkovací rychlost v reálném čase:	10 GSa/s
	Izolace vzájemná mezi kanály:	60 dB
	Pasivní sondy:	4 × 500 MHz
	Analýza sériových sběrnic:	I2C, SPI, UART, RS-232, CAN, LIN
Odpovědná osoba:	Prof. Ing. František Zezulka, CSc. E-mail: zezulka@feec.vutbr.cz Telefon: 541 146 440	



→ Sestava safety systémů

Výrobce: EK-INDUSTRY, s.r.o.

Rok výroby: 2012

Použití: Safety systémy jsou děleny do 4 výukových plat. Všechna čtyři plata slouží ke školení bezpečných (safety) řídicích systémů. Školení se zaměřuje na PLC od firmy Rockwell Automation a jejich průmyslové automaty ControlLogix a GuardLogix. Cílem všech čtyř výukových plat je výuka a trénink účastníků školení s bezpečnými řídicími systémy až do SIL3. Tato pracoviště mohou být využívána i firmami pro testování vlastních aplikací bezpečných řídicích PLC systémů.

Parametry:

Výukové plato 1:

Bezpečnostní tlačítka
Bezpečnostní kryty
Bezpečnostní kryty se zámek
Bezpečnostní modul – kryty a tlačítka
Asynchronní motor
Frekvenční měnič
Bezpečnostní modul – hřídele
Stykače
Konektivita s ostatními moduly

Výukové plato 2:

Bezpečnostní tlačítka
Bezpečnostní kryty
Bezpečnostní kryty se zámek
Bezpečnostní PLC
Vzdálené vstupy a výstupy

Výukové plato 3:

Bezpečnostní tlačítka
Bezpečnostní kryty
Bezpečnostní kryty se zámek
Vzdálené vstupy a výstupy
Síť EtherNet/IP
Integrovaný řídicí systém

Výukové plato 4:

Řídicí systém
Síť EtherNet/IP

Odpovědná osoba: Prof. Ing. František Zezulka, CSc.
E-mail: zezulka@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 440



➔ NI CompactRIO

Výrobce: National Instruments

Rok výroby: 2012

Použití: Vysoce výkonný vícejádrový systém pro monitorování a řízení aplikací. S dvoujádrovým procesorem Intel Core i7 na frekvenci 1,33 GHz a s FPGA Xilinx Spartan-6 LX150 nabízejí systémy cRIO-908x nejvyšší výpočetní výkon ze všech produktů CompactRIO a jsou ideální pro komplexní zpracování signálů a řízení v aplikacích, jako je rapid control prototyping, pokročilé řízení pohybu či strojové vidění. Tyto kontroléry mohou používat operační systém WES7, což dává technikům přístup k širokému ekosystému aplikací pro platformu Windows a integrované grafice, ale také k operačnímu systému reálného času pro spolehlivý a deterministický chod. Tyto systémy mají bohaté možnosti pro připojení výkonných periférií, včetně dvou portů pro Gigabit Ethernet, portu MXI Express, čtyř USB portů, sériových portů RS232 a RS485 a nového modulu CPU eXpansion Module (CXM), který umožňuje rozšiřování systému CompactRIO na míru prostřednictvím protokolů standardně používaných v oboru.

Parametry:

- Procesor 1.33 GHz dual-core Intel Core i7
- 32 GB disk
- 2 GB DDR3 800 MHz RAM
- 1 MXI-Express
- 4 USB Hi-Speed
- 2 Gigabit Ethernet
- 2 serial ports
- 8-slot Spartan-6 LX150 FPGA chassis
- C karty: NI 9203, NI 9265, NI 9221, NI 9227, NI 9206, 4× NI 9401, NI 9215, NI 9795, NI WSN3226, NI 9223, 2× NI 9263

Odpovědná osoba: Prof. Ing. František Zezulka, CSc.
E-mail: zezulka@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 440

➔ Zařízení pro vzdálené měření a přenos dat



Výrobce: Conel

Rok výroby: 2013

Použití: Telemetrické zařízení GSM Datalogger DA4 je „nízkospotřebové“ zařízení pro sběr dat v prostorách a objektech, kde nemusí nezbytně být dostupné síťové napájení. Je možné ho snadno propojit s dispečinkem, kde je možné nastavovat parametry, přepínat datalogger do online režimu nebo také sledovat stav daného objektu. V nastavitelných intervalech odesílá datalogger zprávy o stavu technologie a historii událostí. S dispečinkem nebo dalším zařízením komunikuje DA4 vestavěným GSM modemem firmy Cinterion s volbou GSM–GPRS nebo SMS režimu.

Parametry:

Frekvenční pásma:	EGSM900, GSM1800 a GSM1900 (GSM Phase 2/2+) na základě VO-R/1/07.2005-14
Vysílací výkon:	Třída 4, 2 W pro EGSM900, Třída 1, 1 W pro GSM1800
GPRS připojení:	GPRS multi-slot třída 10 (4+2), GPRS mobilní stanice třída B
Komunikační rychlost:	Vysílání – 2 × Time slot (max. 42,8 kb/s) Příjem – 4 × Time slot (max. 85,6 kb/s)
Teplotní rozsah:	Funkce – -20 °C až +55 °C
Krytí:	V základním krytí IP20, V rozvaděčové skřínce IP43
Napájecí napětí:	Síťové – +10 až +30 V stejnosměrných Baterie – Akumulátor 12 V/51 Ah, Lithiové baterie 8 × 3,6 V/16,5 Ah a další typy s nominální hodnotou napětí 10-30 V DC
Anténní konektor FME – 50 Ohm	
Uživatelská rozhraní PORT1 RS232 – konektor RJ45 (300 b/s - 115 200 b/s)	
PORT2 CNT – konektor RJ45 – 2 čítače a 2 binární vstupy/4 binární vstupy, 2 analogové vstupy, 1 binární výstup – otevřený kolektor	
CIO - 5 programově nastavitelných vstupů (analogový/resp. binární) / výstupů (otevřený kolektor) – konektor RJ45	
Doba provozu:	Podle počtu a typu připojených čidel, četnosti měření, využívání GPRS a podle kvality signálu až 8 let bez výměny baterie

Odpovědná osoba: Prof. Ing. František Zezulka, CSc.
E-mail: zezulka@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 440



➔ Funkční generátor WW2572A

Výrobce: Blue Panther s.r.o.

Rok výroby: 2012

Použití: Dvoukanálový generátor 250MS/s schopný generovat průběh sinus do 100 MHz a obdélník do 62.5 MHz. Rozlišení amplitudy tohoto generátoru je 16 Bitů a paměť 1 M.

Parametry:

Počet kanálů:	2
Vzorkovací frekvence:	250 MS/s
Pracovní teplota:	0 ... 50 °C
Skladovací teplota:	-40 ... +70 °C
Napájení:	85 .. 265 V (48 ... 63 Hz)
Příkon:	60 W max.
Rozměry:	212×88×415 mm
Hmotnost:	cca 3 kg
Bezpečnost:	EN61010-1, 2. Revize

- Sinusový a čtvercový průběh až do 100 MHz
- 16bitové rozlišení amplitudy
- standardní paměť pro průběhy 1 M (volitelně 2 M)
- vícenásobný chod včetně spouštění a zpoždění spouštění
- AM, FM, libovolná FM, FSK, frekvenční skok, změna frekvence a (n)PSK modulace
- výkonný sekvenční generátor
- 6bitový LVDS paralelní výstup
- uživatelsky příjemné menu a 3.8" barevný LCD displej
- synchronizace s více přístroji
- rozhraní Ethernet 10/100, USB2.0 a GPIB
- software ArbConnection pro snadnou tvorbu průběhů a ovládání přístroje

Odpovědná osoba: Prof. Ing. František Zezulka, CSc.
E-mail: zezulka@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 440



→ 2 × Zdroj QPX1200SP

Výrobce: Aim-TTi

Rok výroby: 2012

Použití: Zdroj, jehož konstrukce umožňuje různé kombinace napětí a proudu v širokém rozsahu. Pro nastavení slouží samostatný displej proudu a napětí. Značnou výhodou je i možnost externího ovládání.

Parametry:

Rozsah napětí:	0 V až 60 V
Proudový rozsah:	0 A až 50 A
Výkonový rozsah:	až 1200 W
Provozní režim:	Konstantní napětí nebo konstantní proud s automatickým cross-over a indikátor režimu
Přesnost nastavení:	napětí - 0,1 % ± 2 mV proud - 0,3 % ± 20 mA

- Analogové dálkové ovládání a monitorování
- Neizolované vstupy a výstupy pro nastavení napětí a proudu.

QPX1200SP nabízí dálkové ovládání a čtení dat pomocí RS-232, USB, GPIB nebo LAN. Všechna rozhraní jsou na potenciálu země a opticky izolované od výstupní svorky.

Odpovědná osoba: Ing. Ivo Veselý
E-mail: xvesel43@stud.feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 454

→ Laboratoř měření

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.**
Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: SD3.099
E-mail: benes@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412

- Kalibrační laboratoř
 - Primární a sekundární kalibrace snímačů vibrací (akcelerometry)
 - Kalibrace snímačů úhlové rychlosti (gyroskopy)
 - Modely chování inerciálních MEMS snímačů – akcelerometry, snímače úhlové rychlosti
 - Kalibrace snímačů teploty
 - Kalibrace snímačů akustické emise
- Zkušební laboratoř pro provádění dynamických a teplotních zkoušek (vibrace, teplota, vlhkost)
- Sběr, zpracování a analýza dat, návrh a vývoj snímačů a měřicích metod, návrh a realizace měřicích systémů, vývoj uživatelského SW měřicích systémů, virtuální instrumentace v prostředí LabVIEW, HIL (Hardware-in-the-Loop) testování
- Vibrodiagnostika, bezkontaktní měření vibrací, měření hluku, termodiagnostika, vibrační a hlukové analýzy
- Vytváření 3D map, 3D skenování, lokalizace v prostoru, inerciální navigace

Laboratoř



➔ Impedanční analyzátor Agilent 4294A

Výrobce: Agilent

Rok výroby: 2011

Použití: Impedanční analyzátor Agilent 4294A je integrované řešení pro efektivní měření impedance a analýzu obvodů. Měřicí přístroj pokrývá široký rozsah frekvencí od 40 Hz do 110 MHz se základní přesností $\pm 0.08\%$. Výborný poměr Q/D činí přístroj vhodný pro analýzu komponentů s nízkými ztrátami. Široký rozsah úrovní signálu dovoluje analyzovat parametry prvků při podmínkách shodných s pracovními. Rozsah napětí je od 5 mV do 1 V RMS a proudu od 200 μ A do 20 mA RMS. Dále je možné zvolit DC offset napětí od 0 do ± 40 V nebo proudu od 0 mA do ± 100 mA. Pokročilá kalibrace a kompenzace rušivých vlivů potlačuje chyby měření. Agilent 4294A je výkonný přístroj pro návrh, řízení kvality i produkční testování elektronických komponentů.

Parametry:	Pracovní frekvence: 40 Hz až 110 MHz, 1 mHz rozlišení. Základní přesnost měření impedance: $\pm 0.08\%$. Přesnost měření Q: $\pm 3\%$ (typicky) @ Q = 100, f $\leq$ 10 MHz. Rozsah impedancí: 3 mΩ to 500 MΩ. Rychlost měření: 3 msec/bod @ f $\geq$ 500 kHz, BW = 1 (rychlé). Počet bodů při rozmítání: 2 až 801 bodů. Typ měření: čtyřvodičové měření, adaptér pro měření na DPS (42941A). Měřené parametry: IZl, IYl, θ, R, X, G, B, L, C, D, Q. DC offset: 0 až ± 40 V/100 mA, 1 mV/40 μA rozlišení, konstantní napětí/konstantní proud, DC offset, V/I monitorování. OSC úroveň: 5 mV to 1 Vrms/200 μA to 20 mArms OSC úroveň V/I monitorování. Parametry rozmítání: Frekvence, OSC úroveň (V/I), DC offset (V/I). Druh rozmítání: Lineární, log, manuální. Další funkce: Funkce analýzy ekvivalentního zapojení. Kurzory: Osm kurzorů (jeden hlavní a sedm vedlejších), funkce rozdílového kurzoru, vyhledávání (max. min. špičky atd.).
-------------------	---

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



→ Intenzitní sonda G.R.A.S., typ 50AI

Výrobce: G.R.A.S.

Rok výroby: 2011

Použití: Zahrnuje: – Dvojici mikrofonů typ 40 AK
– Mikrofonní předzesilovač typ 26AA
– Čtveřici nástavců různých délek
– Držadlo s ovládáním

Mikrofony jsou konstruovány jako kondenzátorové pro snímání ve volném poli. Vyznačují se vysokou citlivostí a jedinečným návrhem přizpůsobení tlaku, který zajišťuje velmi dobře definovanou fázovou charakteristiku.

Mikrofony a předzesilovač jsou namontovány na otočné hlavě a teleskopickém rameni držadla. K pokrytí celého frekvenčního pásma od 50 Hz do 10 kHz je sonda dodávána se čtyřmi nástavci umožňujícími nastavit vzdálenosti mikrofonů 12 mm, 25 mm, 50 mm a 100 mm. Tyto nástavce mohou být jednoduše vyměněny bez demontáže sondy.

Parametry:

Mikrofon – typ 40AK

- Citlivost: 25 mV/Pa
- Dynamický rozsah: 21 – 152 dB re. 20 μ Pa
- Frekvenční charakteristika: IEC 60651 Type 0
- Fázová charakteristika: IEC 1043 Class 1
- Polarizační napětí: 200 V
- Průměr: 13,2 mm

Předzesilovač – typ 26AA

- Frekvenční charakteristika: 2.5 Hz – 200 kHz, ± 0.2 dB (18 pF/malý signál)
- Rychlost přeběhu: 20 V/ μ s
- Výstupní impedance: 75 Ω
- Zisk: - 0.27 dB
- A-weighted noise: ≤ 2.5 μ V rms
- Linear noise (20 Hz – 20 kHz): ≤ 6 μ V rms

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



→ Kompaktní laserový vibrometr Polytec CLV-2534

Výrobce: Polytec

Rok výroby: 2012

Použití: Polytec CLV-2534 představuje kompaktní řešení laserového vibrometru. Řídící jednotka, která dodává a zpracovává signál ze snímací hlavy připojené optickým kabelem, je určena do 19" racku. Vibration povrchu jsou vyjádřeny jako poloha nebo rychlost s vysokou přesností a nízkým šumem až do šířky pásma 3.2 MHz při maximální rychlosti 10 m/s. Široký sortiment doplňků jako integrovaná videokamera, ultrazvukový integrátor a mikroskopové objektivy činí CLV-2534 ideálním nástrojem pro měření od mikrostruktur až po velké objekty v průmyslových aplikacích. Malý průměr bodu laserového paprsku (1.5 μm) dovoluje měření bez mikroskopu. Vedle vysoké optické citlivosti je hlava vybavena krytím IP64, což činí snímač použitelný pro náročná průmyslová prostředí i automobilový průmysl.

Parametry:	Typ laseru:	Helium Neon (HeNe)
	Vlnová délka laseru:	633 nm, viditelný červený paprsek
	Minimální odstup:	200 mm (bez optického příslušenství)
	Minimální průměr bodu:	1.5 μm (s objektivem VIB-A-20xLENS 20X)
	Délka optického kabelu:	3 m
	Výstupní signál:	Analogový: $\pm 10\text{ V}$ Digitální: S/P-DIF (CLV-2534-3, CLV-2534-4)
	Rozhraní:	RS-232, max. 115 kBd
	Filtr:	Horní propust: 100 Hz/vypnutý Dolní propust: 5 kHz/20 kHz/100 kHz/vypnutý Sledovací filtr: rychlý/pomalý/vyp. (CLV-2534-2)

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



→ Kalibrační pec AOiP Hyperon

Výrobce: AOiP

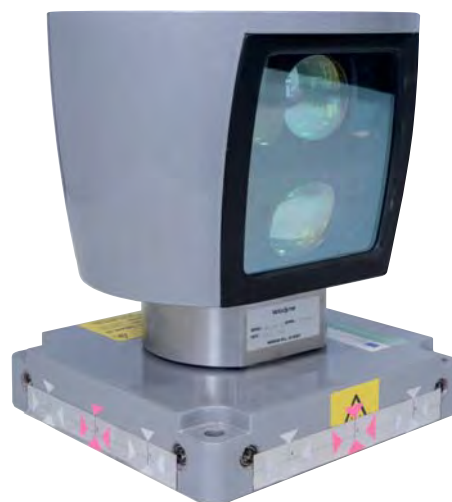
Rok výroby: 2012

Použití: Pec slouží primárně pro kalibraci kontaktních snímačů teploty v teplotním rozsahu -20 až +140 °C. Testovací prostor o průměru 65 mm a hloubce 160 mm je vybaven magnetickým mícháním, a proto jej lze použít pro kalibraci pomocí vodní lázně či olejové lázně. Ke kalibraci snímačů určených pro montáž do jímek je možné osadit kovovou vložkou se standardními vývrty o průměru 4,5 a 8 mm s hloubkou 157 mm.

Parametry:

Rozsah teplot:	-20 až +140 °C
Rozlišení:	0,01 °C
Stabilita:	± 0,03 °C
Testovací prostor:	ø 65 × 160 mm
Rozhraní RS232	

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



→ 3D laserový skener Velodyne HDL64E-S2

Výrobce: Velodyne

Rok výroby: 2011

Použití: 3D laserový proximální skener Velodyne HDL64E-S2 je obecně určen pro detekci překážek a navigaci autonomních pozemních vozidel a námořních lodí. Pro účely mobilní robotiky může být skener použit pro tvorbu 3D map prostředí nebo pro sebelokalizaci a navigaci mobilních robotů v těchto mapách. Vzhledem k vysoké robustnosti, 360° zornému úhlu a velmi rychlému datovému přenosu je tento skener ideální pro nejnáročnější aplikace, mezi které patří např. 3D mobilní mapování. Skener umožňuje v základním režimu měřit 1,33 milionu bodů za sekundu. Vzhledem k vysoké obnovovací frekvenci lze tento skener použít i pro mapování z jedoucího vozidla. Krytí celého skeneru je IP67, takže je možné jej používat i ve venkovním prostředí.

Parametry:

Počet laserů/detektorů:	64/64
Skenovaná oblast:	Horizontálně: 360 ° Vertikálně: 26,8 ° (-24,8 ° až +2 ° od horizontální roviny)
Rozlišení:	Horizontální: 0,09 ° max. Vertikální: 0,4 °
Přesnost měření vzdálenosti:	< 2 cm (1σ interval)
Maximální vzdálenost detekovaných předmětů:	50 m (odrazivost ≈ 0,1) 120 m (odrazivost ≈ 0,8)
Skenovací frekvence:	5 až 15 Hz
Počet měřených bodů:	> 1,33 milionu/s
Napájení:	DC 15 V ± 1,5 V / 4 A
Komunikační rozhraní:	Ethernet 100 Mbit/s (UDP protokol)
Třída použitých laserů:	class 1
Vlnová délka laserů:	905 nm
Krytí:	IP67
Hmotnost:	13 kg

Odpovědná osoba: Ing. Tomáš Jílek
E-mail: xjilek00@stud.feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 479



➔ Precizní 3DOF manipulátor TG drives

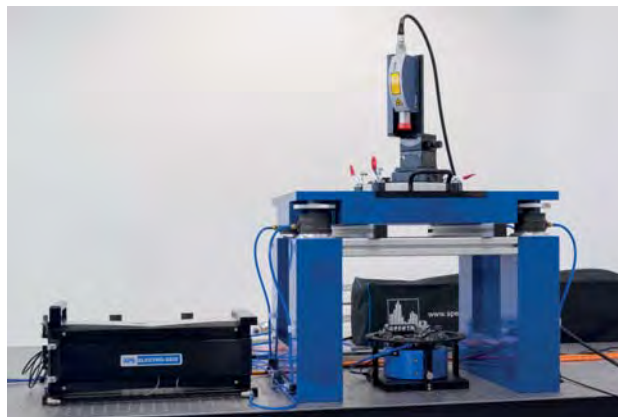
Výrobce: TG drives

Rok výroby: 2011

Použití: Precizní manipulátor se třemi stupni volnosti je určen pro reálnou simulaci velmi rychlých rotačních pohybů pro účely testování snímačů inerciální navigace. Manipulátor vyniká velkou rychlostí i zrychlením pohybu při nastavování žádané polohy. Jednotlivé stupně volnosti jsou realizovány přímými servomotory bez převodovky. Použité synchronní servomotory řízené digitálními servozesilovači a použité přesné snímače úhlové polohy zajišťují požadovanou dynamiku a současně i přesnost pohybu. Ovládání i parametrizace použitých digitálních servozesilovačů je možná pomocí sběrnic RS485, CAN nebo Ethernet.

Parametry:	Rychlost ve všech osách:	1500 °/s min.
	Zrychlení ve všech osách:	12 000 °/s ² min.
	Průměrná chyba úhlového převodu:	± 40 arcsec max.
	Nosnost manipulátoru:	3 kg
	Jmenovité momenty (1/2/3 osa):	4,3/2/0,9 Nm
	Klidové momenty (1/2/3 osa):	5,5/2/1 Nm
	Maximální momenty (1/2/3 osa):	30/9/3 Nm
	Komunikační sběrnice:	RS485, CAN, Ethernet
	Napájení:	230 V/50 Hz

Odpovědná osoba: **Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.**
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



➔ Kalibrační systém SPEKTRA CS18P HF, VLF

Výrobce: SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden

Rok výroby: 2012

Použití: Kalibrační systém pro primární kalibraci laserových vibrometrů, referenčních laserových vibrometrů, referenčních snímačů, snímačů vibrací (s nebo bez zesilovače), kalibrátorů a měřičů s velmi nízkou nejistotou kalibrace. Dále systém umožňuje zjištění kmitočtové charakteristiky snímačů od velmi nízkých kmitočtů a možnost hledání rezonančního kmitočtu snímačů vibrací, sekundární kalibraci se sekundárním referenčním standardem, kalibrace snímačů zemětřesení - geofonů, nábojových, napěťových a ICP předzesilovačů.

Parametry: Možnosti kalibrace:

1. primární kalibrace (amplituda a fáze) snímačů vibrací dle normy ČSN/ISO 16063-11, ČSN/ISO 16063-21, ČSN/ISO 16063-41, kalibrace nábojových, napěťových a ICP předzesilovačů
2. Kmitočtový rozsah kalibrace citlivosti:
 - Kalibrace amplitudy: 0,2 Hz – 20 kHz
 - Kalibrace fáze: 0,2 Hz – 10 kHz
 - Hledání rezonančního kmitočtu až do 50 kHz
3. Kalibrační zařízení a příslušenství:
 - Vibrační budič s velmi dlouhým zdvihem se vzduchovým uložením, sekundární referenční akcelerometr pro kalibraci na velmi nízkých a nízkých kmitočtech (0,2 – 160 Hz),
 - Vysokofrekvenční vibrační budič s keramickou armaturou a vzduchovým uložením, interní referenční akcelerometr umístěný v budiči pro kalibraci na vysokých kmitočtech (160 Hz – 20 kHz),
 - digitální laserový vibrometr Polytec CLV-2534-4-SPDIF jako primární referenční standard kalibračního systému.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



→ 3D ruční skenovací systém Polhemus FastSCAN Cobra C1

Výrobce: Polhemus

Rok výroby: 2012

Použití: Ruční laserový skener řady FastSCAN slouží pro rychlou tvorbu 3D modelu snímaného předmětu. Výsledný 3D model předmětu vznikne ručním naskenováním pevně stojícího předmětu. Při použití druhého referenčního přijímače je možné se skenovaným předmětem pohybovat (např. jej rotovat). Skenovací hlavice obsahuje laserový profilový skener a jednotku pro určení pozice skenovací hlavice v reálném čase. Zpracování naměřených dat je možné v aplikaci dodané výrobcem. Export dat je možný do mnoha formátů souborů.

Parametry:	Poloměr skenovaného předmětu:	75 cm max.
	Rozlišení:	0,1 mm max. (0,5 mm @ 200 mm)
	Absolutní přesnost skenování:	0,75 mm @ 75 cm
	Směrodatná odchylka skenování:	0,13 mm @ 75 cm
	Podporované výstupní formáty dat:	3ds, txt, dxf, igs, lwo, .mat, stl, wrl, obj, iv, vtk, psl, ply
	Komunikační rozhraní:	USB

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412

→ Rotační stolek RMS SDL1401 s teplotní komorou CTS-60/50

Výrobce: RMS

Rok výroby: 2012

Použití:

Systém slouží primárně ke kalibraci snímačů úhlové rychlosti a dále je možné provádět testování akcelerometrů a inklinometrů pomocí tíhového zrychlení. Systém je vybaven teplotní komorou pro kombinované testy zahrnující vliv teploty v rozsahu -60 až +180°C. Osa rotace může být nastavena kolmo nebo rovnoběžně vzhledem k tíhovému zrychlení. Rotační stůl umožňuje neomezený rotační pohyb. Může pracovat v režimech: poloha, konstantní rychlost, sinusové kmity a ovládání externím analogovým signálem. Rozsah rychlostí je $\pm 3000^\circ/\text{s}$, zrychlení až $200\,000^\circ/\text{s}^2$ a šířka pásma do 100 Hz (maximální kroutící moment 23 Nm). Maximální rozměry testovaného zařízení jsou $\varnothing 260 \times 260$ mm a hmotnost 20 kg a pro připojení je k dispozici 35 signálních vodičů vedených přes rotační konektor.

Parametry:

Rozměry testovaného zařízení:	max. $\varnothing 260 \times 260$ mm
Hmotnost testovaného zařízení:	max. 20 kg
Kroutící moment:	23 Nm
Rozsah otáček:	$\pm 3000^\circ/\text{s}$
Zrychlení:	max. $200\,000^\circ/\text{s}^2$ (bez zátěže)
Šířka pásma:	max. 100 Hz
Rozlišení:	• pozice 10^{-5}° • rychlost $10^{-5}^\circ/\text{s}$ • zrychlení $10^{-5}^\circ/\text{s}^2$
Rotační konektor:	35 signálů, max. 2 A / 240 V
Teplotní komora:	• rozsah -60 až +180 °C • stabilita $\pm 1^\circ\text{C}$ • chlazení 2,5 K/min • ohřev 3 K/min

Odpovědná osoba: Ing. Martin Vágner
E-mail: xvagne04@stud.feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 471





➔ PXI systém PX2827272

Výrobce: National Instruments

Rok výroby: 2012

Použití: Systém PXI je modulární zařízení pro automatizaci měření, řízení procesů nebo testování v uzavřené smyčce (HIL). Zařízení se skládá ze základního šasi, kontroléru a vstupně-výstupních modulů pro sběr a generování analogových nebo digitálních signálů. Programování probíhá pomocí prostředí LabVIEW.

Parametry:

- Šasi (PXIe-1062Q)**
- Kontrolér (PXIe-8133) + RTOS**
- Rozhraní sběrnice CAN (PXI-8513/2)**
- 68 kanálový přepínač (PXI-2510)**
- univerzální vstupně-výstupní karta (PXIe-6363)**
 - 32 × AI, 4 × AO, 48 × DIO
- karta analogových vstupů (PXI-4462)**
 - 4 × 24bit, 200 kS/s, souhlasné vzorkování
- 6 ½ místný digitální multimetr a RLC metr (PXI-4072)**
- napájecí zdroj (PXI-4130)**
 - 1 × čtyřkvadrantový kanál, ± 20 V / 2 A
 - 1 × pomocný kanál 0 až 6 V / 1 A
- vstupně výstupní karta s FPGA (PXI-7854R)**
 - 8 × AI, 8 × AO, 96 × DIO
 - FPGA Virtex-5 LX110

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



→ Lock-In zesilovač HF2LI

Výrobce: Zurich Instruments

Rok výroby: 2012

Použití: Lock-in zesilovač umožňuje zesílení velmi slabých signálů s malým poměrem signál/šum. Zařízení obsahuje dvě nezávislé digitální lock-in jednotky s frekvenčním rozsahem 1 μ Hz až 50 MHz. Zesilovač je vybaven analogovými výstupy a rozhraním USB.

Parametry:	Počet lock-in jednotek:	2
	Jedna základní a dvě harmonické frekvence	
	Frekvenční rozsah:	1 μ Hz až 50 MHz
	Šum:	5 nV/sqrt (Hz)
	A/D převodník:	14bit, 210 MS/s
	4 × analogový výstup:	± 10 V, 16bit, 1 MS/s
	2 × analogový vstup:	± 10 V, 16bit, 400 kS/s
	Rozhraní:	USB 2.0

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412

➔ Teplotní komora CTS T-65/50



Výrobce: CTS

Rok výroby: 2012

Použití: Teplotní komora slouží pro teplotní testy v rozsahu -65 až +180°C. Komora je vybavena regulací otáček ventilátoru zajišťujícího průtok vzduchu v testovacím prostoru. Je možné nastavit otáčky v rozsahu 50 až 100 %, čímž je možné snížit vibrace ventilátoru. Testovací prostor má rozměry 400×400×320 mm a objem 50 l. Komoru lze ovládat z PC po rozhraní RS232, USB nebo Ethernet.

Parametry:	Rozměry:	320×400×400 mm (h×š×v)
	Objem:	50 l
	Rozsah:	-60 až +180 °C
	Stabilita:	< ±0,3 °C
	Chlazení:	4 K/min
	Ohřev:	6 K/min
	Regulace otáček ventilátoru:	50 až 100 %
	Hluk:	< 52 dB
	Rozhraní:	RS232, USB a Ethernet

Odpovědná osoba: Ing. Martin Vágner
E-mail: xvagne04@stud.feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 471



➔ Interferometr Polytec PDV-100

Výrobce: Polytec

Rok výroby: 2011

Použití: Kompaktní laserový interferometr slouží k bezkontaktnímu měření vibrací ve frekvenčním rozsahu 0,5 Hz až 22 kHz a rozsahu rychlostí 0,05 $\mu\text{m/s}$ až 0,5 m/s. Měření lze provádět na vzdálenost 0,1 až 30 m. Přístroj obsahuje optickou část, dekodér rychlostí i napájecí zdroj v jednom pouzdře, a tak je velmi vhodný pro měření v terénu.

Parametry:	Frekvenční rozsah:	0,5 Hz až 22 kHz
	Rozlišení:	0,02 $\mu\text{m/s}/\sqrt{\text{Hz}}$
	Rozsahy:	20, 100 a 500 mm/s
	Měřicí vzdálenost:	0,1 až 30 m
	Ostření:	Manuální
	Průměr bodu:	min. 30 μm
	Analogový výstup:	$\pm 4 \text{ V} / 50 \Omega$
	Digitální výstup:	SPDIF
	Napájení:	12 VDC / 15 W

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



→ Klimatická komora s vibračním buzením (komora Vötsch VCV 7060-15, shaker RMS SW8142-24)

Výrobce: RMS, Vötsch

Rok výroby: 2012

Použití: Zkušební systém pro testování environmentálních vlivů na elektronické a mechanické komponenty. Systém se skládá z klimatické komory firmy Vötsch o objemu 600 l a dvouosého vibračního budiče 24 kN chlazeného vodou se zesilovačem a řídicím systémem firmy RMS. Klimatická komora umožňuje vodorovný pojezd na tři pozice (svislá osa vibračního budiče, vodorovná osa vibračního budiče a mimo vibrační budič) a svislý pojezd v rozsahu umožňující nasazení na instalovaný testovaný vzorek o výšce max. 800 mm. Dvouosý vibrační budič se zesilovačem pro generování definovaných mechanických vibrací sestává z elektrodynamického vibračního budiče s vodním chlazením a kluzného stolu na hydrostatických ložiscích a výkonového zesilovače. Součástí systému je i programovatelná real-time řídicí jednotka a software s předdefinovanými módy a testovacími průběhy mechanických kmitů (sinus, šum a puls (shock), Sine on Random, Random on Random, Time History, Resonance Search, Sweep Sine).

Parametry:

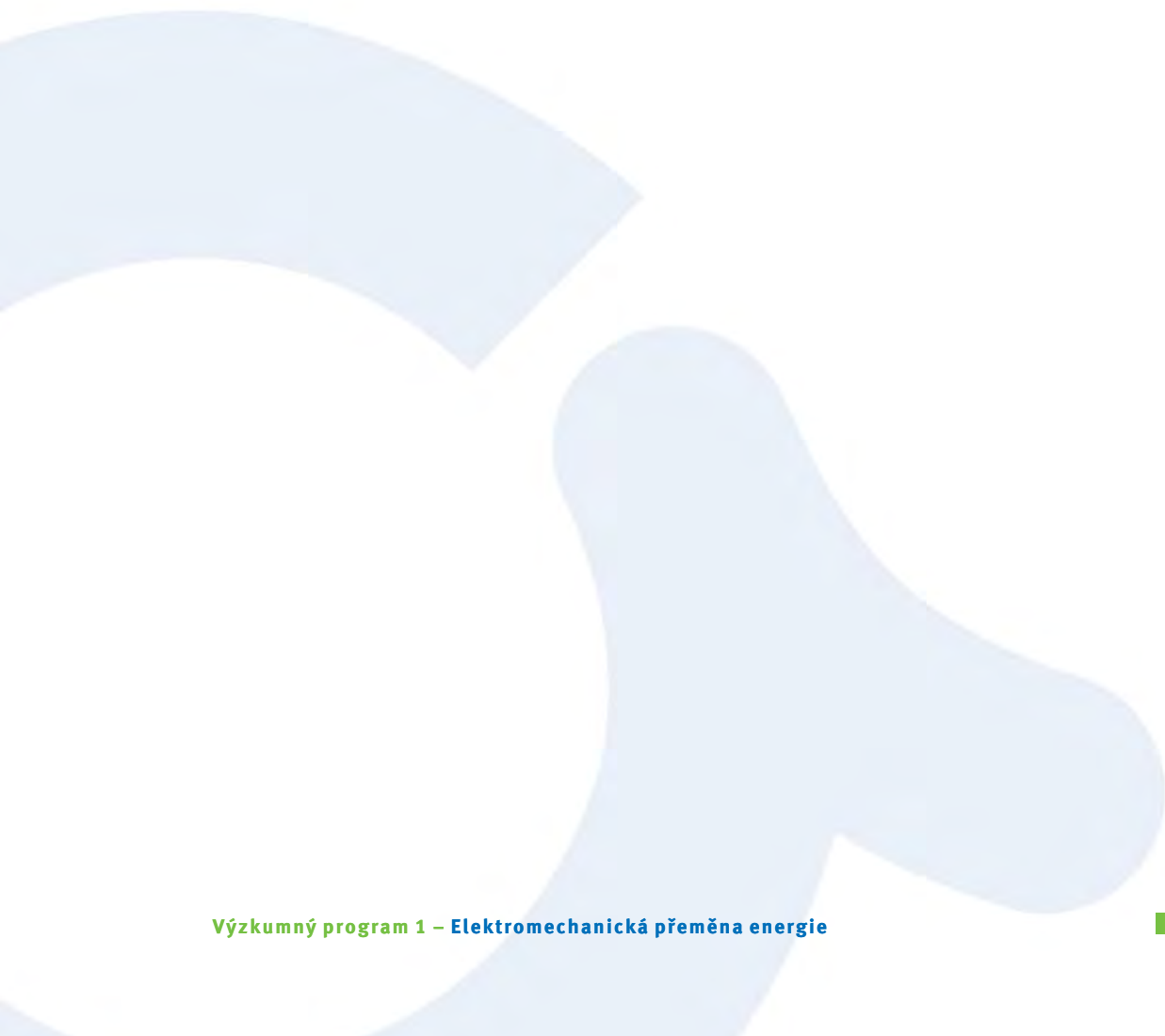
Technické parametry klimatické komory:

Objem vnitřního zkušebního prostoru:	600 l
Teplotní rozsah:	-70 °C až +180 °C
Rychlost změny teploty:	15 K/min dle podmínek IEC 60068-3-5
Řízená relativní vlhkost v rozsahu:	10 % RH – 95 % RH
Max. ztrátový příkon testovaného zařízení:	3 kW při 20 °C
Ochrana proti orosení testovaného vzorku	

Technické parametry dvouosého vibračního budiče se zesilovačem:

Průměr armatury:	240 mm
Rozměry kluzného stolu:	600 × 600 mm
Frekvenční rozsah vertikálně/horizontálně:	2 – 2700 Hz/5 – 2000 Hz
Jmenovitá špičková síla Sinus:	24 kN
Jmenovitá špičková síla Shock:	40 kN
Maximální zatížení vibračního budiče	250 kg
Maximální zatížení kluzného stolu	300 kg

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Beneš, Ph.D.
E-mail: benesp@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 412



Vybrané projekty výzkumu a vývoje Výzkumného programu 1

→ Aplikace letounu VUT 001 Marabu pro pohon vodíkovými palivovými články

Projekt: MPO č. FR-TI1/061

Doba řešení: 1. 9. 2009 až 30. 8. 2013

Vytvoření funkčního zázemí pro navrhování a vývoj letadel se zaměřením na pohon letadel pomocí vodíkových palivových článků. Výstupem projektu bude ověření pohonu letounu pomocí vodíkových palivových článků. Vývoj samotného systému pohonu pomocí vodíkových palivových článků, dále pak jeho ověření a integrace do malého letounu. Za účelem praktického ověření funkce vodíkového palivového systému v letadle bude upraven existující letoun VUT 001 Marabu pro zabudování nově navrženého systému pohonu. Rovněž bude prakticky ověřena funkce vodíkového palivového systému v letounu.

→ Nová řada čerpadel s nižší energetickou náročností

Projekt: MPO č. FR-TI3/011

Doba řešení: 1. 2. 2011 až 30. 12. 2014

Průmyslový výzkum a vývoj představitelů řady čerpadel pro CNC obráběcí stroje s nižší energetickou náročností. Zvláštní pozornost bude věnována především výzkumu optimalizace magnetického obvodu elektromotoru z hlediska ztrát a zvýšení hydraulické účinnosti. Výsledkem řešení projektu bude moderní čerpadlo na vysoké technické úrovni, které splňuje v maximální možné míře požadavky potencionálních odběratelů.

→ Inovace řady DC motorů s permanentními magnety

Projekt: MPO č. FR-TI1/067

Doba řešení: 1. 3. 2009 až 31. 12. 2012

Průmyslový výzkum a vývoj stejnosměrných elektromotorů, které by měly dosáhnout lepších, příznivějších technických a ekonomických parametrů. Předpokládá se řešení magnetického obvodu, možnosti použití nových materiálů a dílů, analytické řešení systémů, konstrukční a technická příprava prototypů, zhotovení prototypů. Výsledkem by mělo být zvýšení životnosti, spolehlivosti, lepší možnosti regulace a dynamických vlastností, snížení výrobních časů, úspora materiálů a energie, zvýšení účinnosti. Návrhy a výpočty budou ověřeny měřeními a testováním vzorků a prototypů včetně provozních zkoušek.

→ Výzkum a vývoj stavební řady kompaktních hnacích náprav lehkých vozidel s integrovaným elektrickým pohonem

Projekt: TAČR č. TA01011060

Doba řešení: 1. 1. 2011 až 31. 12. 2013

Cílem projektu je výzkum a vývoj stavební řady kompaktních neodpružených hnacích náprav lehkých vozidel s integrovaným elektrickým pohonem. Stavební řada bude sestávat ze tří různě výkonných variant pohonů, a sice s maximální rychlostí 10 km/h (hlavní určení: zahradní traktory), s maximální rychlostí 15 km/h (hlavní určení: vozidla pro imobilní osoby) a s maximální rychlostí 40 km/h (hlavní určení: komunální vozidla a vozidla pro volný čas). Jedním z hlavních kritérií vývoje těchto hnacích náprav je jejich co nejnížší výrobní cena. K vyvíjeným variantám elektropohonů budou ve dvou sériích vyrobeny prototypy, jejichž montáž bude zajištěna prostřednictvím EVEKTORu a FEKT VUT z komponentů dodaných subdodavateli. Celkem bude vyrobeno 5 kusů prototypů hnacích náprav podle časového harmonogramu, jenž je součástí této přihlášky. S těmito prototypy budou provedeny funkční, jízdní a trvanlivostní zkoušky, které budou sloužit k ověření dosažení požadovaných parametrů pro příslušnou kategorii vozidel.

→ **Malé elektromotory s integrovanou elektronickou jednotkou**

Projekt: TAČR č. TA02010309

Doba řešení: 1. 1. 2012 až 31. 12. 2015

Průmyslový výzkum a vývoj malých elektromotorů s integrovanou elektronickou jednotkou.

Účelem projektu je prozkoumat, navrhnout a ověřit možnosti vytvoření systému malých elektrických strojů s integrovanou elektronickou jednotkou. Předpokládá se řešení magnetického obvodu, možnosti použití nových materiálů a dílů, řešení integrovaných elektronických prvků, konstrukční a technická příprava vzorků a prototypů, zhotovení vzorků a prototypů, měření vzorků a provozní zkoušky prototypů.

→ **Výzkum a vývoj hmotnostního měřiče průtoku**

Projekt: MPO č. FR-TI3/522

Doba řešení: 1. 1. 2011 až 30. 6. 2014

Výzkum a vývoj v oblasti využití Coriolisovy síly pro návrh hmotnostního měřiče průtoku, vývoj, konstrukce a optimalizace jednotlivých prvků průtokoměru - měřící potrubí, snímací a budící systém, řídicí elektronika, komunikační modul. Výstupem projektu je funkční vzorek hmotnostního průtokoměru.

→ **Výzkum a vývoj malých asynchronních motorů z hlediska optimalizace účinnosti**

Projekt: MPO č. FR-TI3/073

Doba řešení: 1. 1. 2011 až 31. 12. 2014

Základní myšlenka, která vede k výzkumu a vývoji, je snížení ztrát a zvýšení účinnosti malých asynchronních motorů. Dosud je jejich konstrukce a výroba ovlivněna především funkčností, cenou a základními požadavky zákazníků, nebývá přihlíženo k výše uvedeným parametrům. Cílem projektu je výzkum a vývoj malých asynchronních motorů, které by měly dosáhnout lepších optimálnějších parametrů především v oblasti ztrát a účinnosti. Předpokládá se optimalizace magnetických obvodů, možnost použití nových nebo jiných materiálů a technologií. Bude vytvořena konstrukční a technická dokumentace a podle ní vyrobeny funkční vzorky a prototypy. Tyto budou ověřeny měřeními a testováním včetně typových a provozních zkoušek.

→ **Redesign řady vysokonapěťových synchronních generátorů velkých výkonů**

Projekt: MPO č. FR-TI3/457

Doba řešení: 1. 1. 2011 až 31. 12. 2013

Projekt se zabývá optimalizací stávající řady synchronních generátorů určených pro specifické podmínky použití pro pohon dieselovými motory. Optimalizace bude použita zejména u elektromagnetického a mechanického návrhu stroje s ohledem na snížení výrobních nákladů při současném zachování parametrů stroje, především životnosti, mechanické odolnosti vůči vibracím a také vysoké účinnosti. Uvedené požadavky budou ověřeny výrobou prototypu jako reprezentanta řady a jeho následnými provozními zkouškami. Na základě úspěšných provozních zkoušek bude možné setrvat v segmentu trhu, kde naše firma doposud působí, což povede ke zvýšení konkurenceschopnosti firmy a v neposlední řadě to bude mít pozitivní dopad na zaměstnanost v regionu.

Výzkumný program 2

→ Chemické a fotovoltaické zdroje energie

Vedoucí výzkumného programu: Prof. Ing. Jiří Kazelle, CSc.

E-mail: kazelle@feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 191

Základním zaměřením výzkumného programu je převážně:

- Výzkum a vývoj elektrochemických zdrojů proudu a jejich aplikací s cílem zvýšení elektrochemické účinnosti, využitelnosti jako zdrojů pro mobilní prostředky, pro akumulaci energie z nekonvenčních zdrojů apod.
- Výzkum, vývoj a optimalizace fotovoltaických článků a systémů se zaměřením na zvýšení účinnosti, spolehlivosti a zlevnění jejich výroby.

Cílem výzkumného programu je výzkum a vývoj nových materiálů a nových koncepcí pro elektrochemické zdroje proudu a funkčních vrstev pro oblast solárních prvků. Budou ověřeny nejenom parametry nových systémů, ale i životnosti zjištěné na funkčních vzorcích, popř. prototypch. Budou navrženy technologické postupy jejich přípravy. Toto bude podkladem pro zadání nabídkového řízení u potenciálních dodavatelů pro budoucího výrobce.

Výzkumná a vývojová činnost bude založena zejména na vlastních projektech, pracovníci tohoto výzkumného programu se však budou podílet i na řešení projektů ostatních výzkumných programů, případně komplexních projektů výzkumného Centra ve spolupráci s průmyslovými partnery.

Očekávané výstupy výzkumného programu:

- Zdroje pro elektrické pohony včetně optimalizace a zrychlení nabíjecích procesů.
- Nová konstrukce standardních elektrochemických systémů (na bázi olova a niklu) umožňující zrychlené nabíjení použitelné v mobilních prostředcích.
- Elektrodové materiály pro moderní elektrochemické zdroje proudu vyrobené novými postupy, levnějšími způsoby výroby, s lepšími uživatelskými vlastnostmi (zvýšená životnost, vyšší elektrochemická účinnost, šetrné k životnímu prostředí).
- Zvýšení bezpečnosti nových generací elektrochemických zdrojů - snížení hořlavosti, toxicity a snížení ekologických zátěží jak ve výrobě, tak následně při recyklaci použitých systémů.
- Nové a optimalizované diagnostické metody zjišťování kvality fotovoltaických článků, panelů a systémů.
- Nový typ fotovoltaického článku s vyšší účinností.
- Možnost měření vlastností fotovoltaických panelů na testeru Pasan.



Laboratoře

Laboratoř olověných akumulátorů

- Modulární řízení režimu akumulátorů (nabíjení/vybíjení/stání) postavené na platformě AGILENT

Laboratoř chemických zdrojů energie

- Potenciostatická stanice – Multipotentiostat VMP3 + VSP

Laboratoř elektrodových materiálů

- Rukavicový box
- Naprašovací zařízení
- Krystalová mikrováha QCM200 - měření hmotnostních změn
- Zařízení pro odstředivé spřádání nanovláken Fiberio L-1000MD

Laboratoř mikroskopických technik

- Mikroskop atomárních sil (AFM)
- Rastrovací elektronový mikroskop pracující s vyšším tlakem v komoře vzorku Vega 3 XMU

Fotovoltaická laboratoř

- Tester fotovoltaických panelů
- Zařízení pro detekci luminiscenčního záření fotovoltaických článků a panelů
- Termokamera EasIR-9
- Solární analyzátor Prova 210

Laboratoř modelování a simulací

→ Laboratoř olověných akumulátorů

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.**
Technická 3058/10, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: N4.18
E-mail: baca@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 188

Zaměření laboratoře

- Elektrochemické analýzy.
- Kapacitní testy, dlouhodobé životnostní testy.
- Režim provozu: EV, HEV, trakční a staniční aplikace.
- Měření napětí, proudů, potenciálů.
- Měření teplot povrchu elektrod.
- Měření tlaku plynů uvnitř akumulátorů.
- Měření velikosti přtlaku elektrodového systému.
- Měření složek vnitřního odporu článku.
- Vývoj nových aditiv pro aktivní hmoty olověných akumulátorů.
- Simulace rozložení náboje v průběhu vybíjení.
- Výzkum a vývoj elektrolytů, elektrodových materiálů, laboratorních elektrolyzérů a palivových článků.

Laboratoř

→ Modulární řízení režimu akumulátorů (nabíjení/vybíjení/stání) postavené na platformě AGILENT



Výrobce: Agilent

Rok výroby: 2012

Použití: Měření charakteristik sekundárních zdrojů elektrické energie

Parametry:

Agilent 34980A

- 8slotový rám pro moduly – (19 možných modulů)
- Až 560 2-drátových multiplexních kanálů nebo 1024 2-drátových maticových bodů v jednom rámu
- 6 ½ místný digitální multimetr
- Multiplexery
- Přepínače pracující od DC do 20GHz
- Čítač/totalizátor
- Digitální vstupy a výstupy a D/A převodníky
- Software BenchLink Data logger – ukládání dat bez programování
- Propojení pomocí LAN, USB, GPIB
- Vestavěný webový server
- LXI třída C

Agilent N6700B

- SS napájecí modul 20V, 5A, 100W
- Připojení pomocí GPIB, LAN, USB
- LXI třída C
- Konfigurace do 4 výstupů v racku s výškou 1U
- Možnost programování výstupů
- Programovatelné výstupní napětí a proudu s možností měření a s ochranou proti přepětí a přetížení
- přesnost programování: napětí: 0,1 % + 20 mV, proud: 0,15 % + 20 mA
- zvlnění, šum od 20 Hz do 20 MHz: CV špička-špička: 14 mV, CV rms: 3 mV
- (PARD) CC rms: 2 mA
- vliv regulace zátěže: napětí: 9 mV, proud: 2 mA

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Bača, Ph.D.
E-mail: baca@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 188

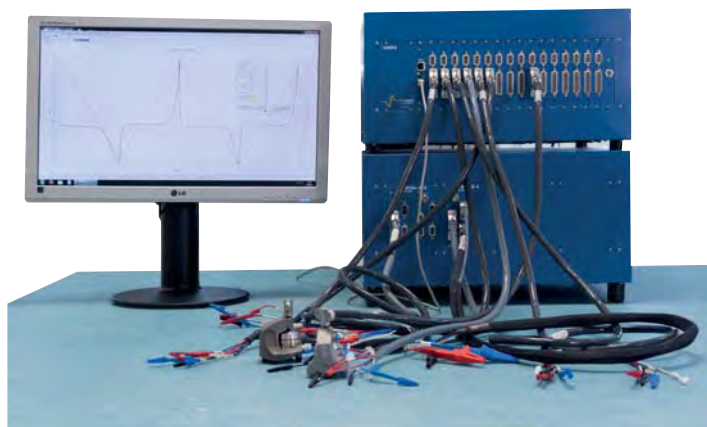
→ Laboratoř chemických zdrojů energie

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Marie Sedlaříková, CSc.**
Technická 3058/10, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: N4.26
E-mail: sedlara@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 143

Zaměření laboratoře

- Výzkum a vývoj moderních materiálů pro nízkoteplotní kyslíko-vodíkové palivové články s alkalickým nebo polymerním elektrolytem.
- Vývoj moderních neplatinových katalyzátorů pro alkalické palivové články.
- Optimalizace platinových katalyzátorů a elektrodové struktury pro palivové články s iontoměničovými membránami.
- Výzkum a vývoj materiálů pro kladnou a zápornou elektrodu Li-Ion akumulátorů a superkondenzátorů.
- Vytváření tenkých elektrochromních vrstev metodou elektrodepozice a vakuovým naprašováním.
- Výzkum a vývoj elektrodových materiálů pro alkalické akumulátory Ni-MH a Ni-Zn.
- Vývoj polymerních a kapalných aprotických elektrolytů a elektrolytů pro použití v alkalických akumulátorech.
- Vývoj nových polymerních membrán a separátorů pro použití v akumulátorech typu Li-Ion, Ni-Zn a Ni-MH.

Laboratoř



➔ Potenciostatická stanice – Multipotentiostat VMP3 + VSP

Výrobce: Bio-Logic, SAS, Francie

Rok výroby: 2012

Použití: Měření elektrochemických procesů
a to včetně elektrochemické impedanční spektroskopie

Parametry:

- možnost měření na 16 (VMP3) a 5 (VSP) na sobě nezávislých kanálech měření impedanční spektroskopie (EIS) v rozsahu kmitočtů od 10 μHz do 1 MHz, amplituda signálu od 0,5 mV do 0,5 V
- maximální proud 400 mA, při použití boosteru až 5 A
- maximální napětí 20 V
- rozlišení napětí 5 μV

Odpovědná osoba: **Doc. Ing. Marie Sedlářiková, CSc.**
E-mail: sedlara@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 143

→ Laboratoř elektrodoých materiálů

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Marie Sedlaříková, CSc.**
Technická 3058/10, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: N4.26
E-mail: sedlara@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 143

Laboratoř se zabývá oblastí elektrodoých materiálů, kapalnými i polymerními elektrolyty pro moderní elektrochemické zdroje energie. Jedná se zejména o vývoj:

- nových materiálů pro zvýšení životnosti, kapacity a bezpečnosti lithno-iontových akumulátorů,
- elektrodoých materiálů pro kladnou elektrodu (na bázi LiCoO_2 , LiFePO_4) a pro zápornou elektrodu (na bázi grafitů a oxidů titanu),
- alkalického akumulátoru na bázi Ni-Zn – výzkum je zaměřen na zápornou elektrodu a použitý elektrolyt,
- kapalných a gelových aprotických elektrolytů,
- složení a příprava nosičů (kolektorů) aktivní hmoty, způsobem nanášení, vývojem nových membrán a separátorů, složením elektrolytu,
- vývoj a testování elektrodoých hmot, aprotických elektrolytů a pro superkondenzátory.

Používané techniky:

- cyklická voltametrie,
- galvanostatické cyklování,
- impedanční spektroskopie,
- zkoumání hmotnostních změn elektrodoých materiálů metodou EQCM.

Laboratoř



➔ Rukavicový box

Výrobce: Jacomex, Francie, dodavatel Chromspec s.r.o.

Rok výroby: 2012

Použití: Práce v inertní a suché atmosféře, měření elektrodových materiálů pro lithno-iontové akumulátory, gelových aprotických elektrolytů

Parametry:

Rozměry a materiál boxu:	1200 × 900 × 750 mm, nerez ocel tl. 3 mm
2 válcové, vakuové vstupy:	Ø 400 × 150 mm, resp. 900 × 400 mm
Atmosféra:	argon 99,995 %
Chladicí box:	-35 °C/+5 °C
Sušárna:	30–80 °C

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Marie Sedlaříková, CSc.
E-mail: sedlara@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 143



➔ Naprašovací zařízení

Výrobce: KWS CZ s.r.o., Opočno

Rok výroby: 2012

Použití: Vakuové magnetronové naprašovací zařízení je určeno k vytváření tenkých vrstev a to jak kovových, tak i nekovových na různých typech substrátů. Vrstvy jsou vytvářeny naprašováním z targetů, které mají stejné složení jako vytvářená vrstva, nebo je využito možnosti vytváření vrstev reaktivním naprašováním za přítomnosti definovaného množství reaktivního plynu, např. O₂, N₂ v pracovním plynu Ar. Zařízení je vybaveno režimem plazmatického čištění substrátu, systémem řízení a kontroly tloušťky deponované vrstvy, má možnost odplynění celého zařízení (vyhřátí komory), je vybaveno uzavřeným chladicím systémem. Celý proces je řízen řídicím systémem s možností ukládání všech parametrů procesu.

Parametry:

- kvadratická pracovní komora, dvouplošková z nerezavějící oceli (upravená voda slouží k ohřevu a ochlazení pracovního prostoru)
- 3 vakuové průchodky na každé straně zařízení
- vakuová soustava s bezolejovou primární vývěvou a turbo-molekulární vývěvou k dosažení tlaku v komoře až 10^{-5} Pa
- substrát je umístěn na spodní části systému, kde jsou umístěny i 4 QCM krystaly pro nastavení a řízení tloušťky vrstvy
- velikost povlakovaného substrátu je 250 × 450 mm
- 3 targety umístěné nad substrátem na pohyblivém systému
- možnost definovaného připouštění 3 plynů (vč. pracovního Ar)
- ohřev substrátu až do teploty 320 °C
- možnost plazmatického čištění substrátu
- targety: Al, Ti, ITO, Cu, Sn, další podle požadavků
- řídicí systém – nastavení všech parametrů depozice (tloušťka, rychlost posuvu, nastavení plazmatického výboje), uložení parametrů do paměti atd.

Odpovědná osoba: Ing. Miroslav Zatloukal
E-mail: zatloukal@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 150



→ Krystalová mikrováha QCM200 - měření hmotnostních změn

Výrobce: Stanford Research Systems, Inc.

Rok výroby: 2006

Použití: Přístroj vyhodnocuje rezonanční frekvenci a odpor AT-broušeného křemenného krystalu při 5 MHz. Rezonanční frekvence se mění lineárně s hmotností materiálu uloženého na povrchu krystalu. Odpor se při rezonanci mění s viskozitou / pružností materiálu (vrstva nebo kapalina) umístěného na krystalu. Jako nástroj pro gravimetrii může QCM200 měřit hmotnost v rozsahu od mikrogramů po zlomky nanogramů. Přístroj navržen pro práci s velkou zátěží až 5 k Ω , bude udržovat oscilace i ve vodních roztocích obsahujících více než 88 % glycerolu. Je ideální pro studie ztrátových fólií a vysoce viskózních kapalin. QCM200 je samostatný přístroj s vestavěným čítačem a měřičem odporu. Rezonanční frekvence a odpor se měří a zobrazuje, na analogovém výstupu je frekvence úměrná kmitočtu, který lze použít pro komunikaci s potenciostatem. QCM200 lze ovládat přímo z předního panelu nebo z PC přes rozhraní RS-232. Software zobrazuje aktuálně měřené hodnoty, které lze analyzovat a uložit. QCM200 je hodnotným výzkumným nástrojem pro použití od výzkumů povrchů až po biochemii. Křemenné krystaly mohou být potaženy tenkou vrstvou materiálu včetně organických polymerů, hydrogelů, kompozitů, keramiky, biomolekul, bakterií a živých buněk.

Parametry:

- Měření frekvence:** Rozsahy ± 200 kHz, ± 100 kHz, ± 50 kHz, ± 20 kHz, ± 10 kHz, ± 5 kHz, ± 2 kHz
- Frekvenční výstup:** Frekvence 5 MHz (nominální)
Úroveň TTL (obdélníkový průběh)
Impedance zdroje 50 Ω
- Měření odporu:** Rozsah 0 – 5000 Ω
Fyzické analogové konektory BNC, RS-232, 9600 baud

Odpovědná osoba: Ing. David Pléha
E-mail: david.pleha@phd.feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 109



➔ Zařízení pro odstředivé spřádání nanovláken Fiberio L-1000MD

Výrobce: Fiberio

Rok výroby: 2013

Použití: Zařízení Fiberio L-1000MD je laboratorní zařízení určené k přípravě nanovláknenných vzorků. Jako první komerční laboratorní zařízení za tímto účelem využívá principu odstředivé síly, kdy je nanovláknno formováno rotací zvlákňovací hlavy v rozmezí 100 až 20 000 RPM a vytlačováním kapaliny z tenkých trysek. Vstupním materiálem může být kapalina ve formě roztoku polymeru a zařízení také umožňuje vytvářet nanovláknna z taveniny polymerních a kovových materiálů do teploty tavení 450 °C. Za tímto účelem je vybaveno speciálními hlavami pro přípravu vláken z taveniny a ohřevem vzorků.

Z roztoku je možné připravit nanovláknna polymerních materiálů jako např. PVA, NMP, PUR, PA-6, PA, PPESK, collagen, PS, PEO, PVP, PMMA a další. Použitím polymerních vláken plněných prekurzory je možné následnou tepelnou úpravou získat např. keramická nebo kovová vlákna využitelná v Li-Ion akumulátorech, palivových článcích a elektrolyzérech, senzorech a detektorech. Z taveniny je možné vytahovat vlákna polymerních materiálů (např. termoplastických polyolefinů PP, PE), nízkotavitelných kovů a slitin.

Nespornou výhodou tohoto zařízení je vysoká rychlost přípravy materiálů, v závislosti na typu roztoku až 2 ml/min.

Parametry:

Množství vzorku:	2, 10 ml, podle typu hlavy
Rychlost otáčení hlavy:	100 až 20 000 otáček/min
Teplota vyhřívání hlavy:	až 450 °C

Odpovědná osoba: Ing. Ondřej Čech
E-mail: ondrej.cech@phd.feec.vutbr.cz
Telefon: 776 699 943



➔ Laboratoř mikroskopických technik

Vedoucí laboratoře: Ing. Pavel Čudek

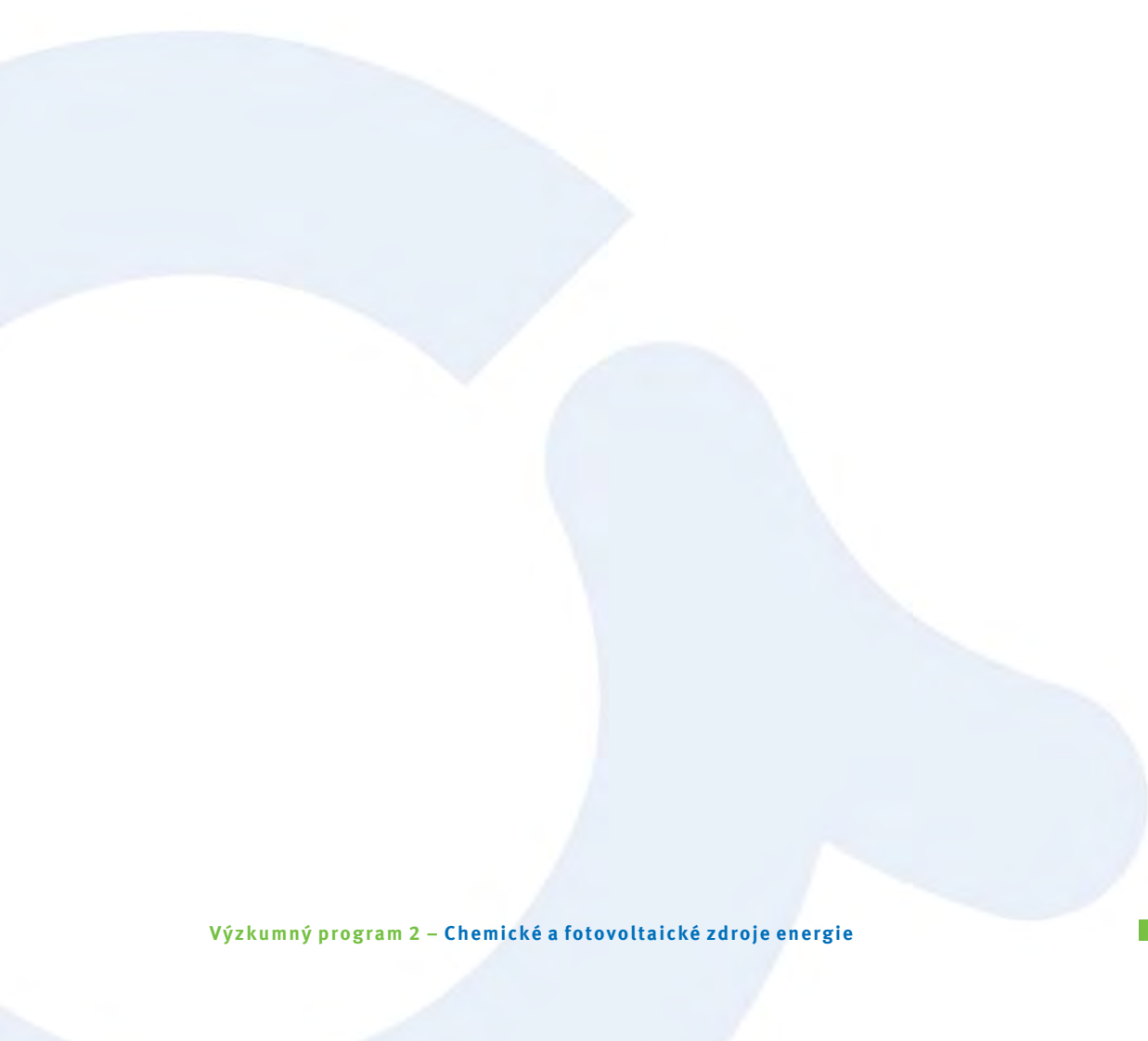
Technická 3058/10, Královo Pole, 616 00, Brno

Místnost: N1.68

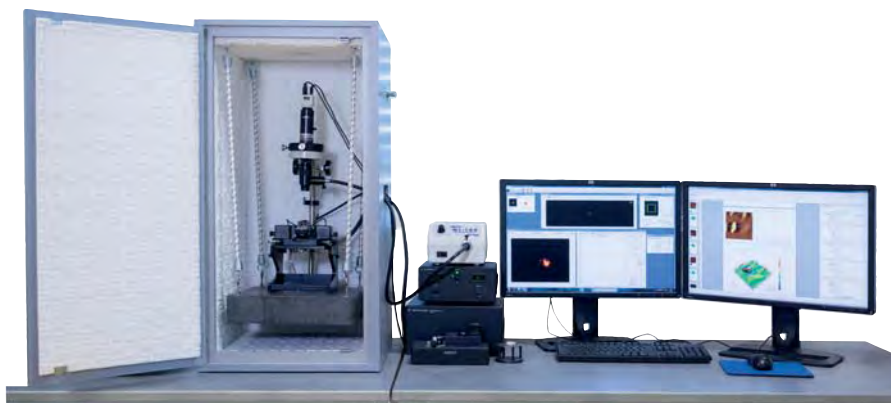
E-mail: pavelcudek@phd.feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 132

- ➔ Laboratoř slouží k diagnostice vlastností materiálů metodami rastrovací elektronové mikroskopie, environmentální rastrovací elektronové mikroskopie a mikroskopie atomárních sil. Laboratoř je vybavena nízkovakuovým rastrovacím elektronovým mikroskopem VEGA 3 XMU s LaB_6 katodou od firmy Tescan Brno a mikroskopem atomárních sil 5500 SPM od firmy Agilent.
- ➔ V laboratoři jsou diagnostikovány veškeré elektrotechnické materiály se zaměřením na materiály pro elektrochemické zdroje elektrické energie. Provádějí se zde i profilometrická měření velmi tenkých vrstev.



Laboratoř



➔ Mikroskop atomárních sil (AFM)

Výrobce: Agilent Technologies, Inc.

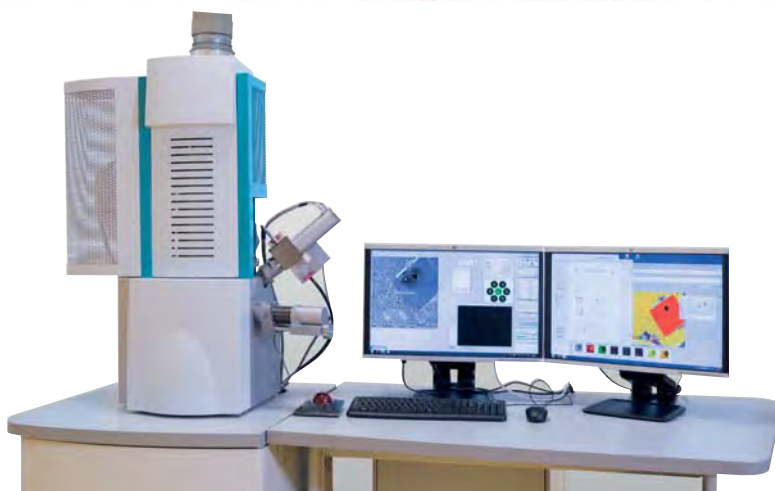
Rok výroby: 2010

Použití: Diagnostika ultrastruktury povrchu materiálů

Parametry:

- Kontaktní mód AFM (režim konstantní síly, režim konstantní výšky).
- Akustický AC mód AFM.
- Magnetický (MAC) mód AFM.
- mikroskopie laterálních sil (LFM).
- dynamická mikroskopie laterálních sil (DLFM).
- Kelvinova mikroskopie (KFM).
- mikroskopie modulovaných sil (FMM).
- mikroskopie detekce fázových posunů.
- Snímání plochy až $90 \times 90 \mu\text{m}$ (v závislosti na typu vzorku).
- Rozlišení až jednotky nm (v závislosti na typu vzorku).
- Elektrochemická cela, možnosti cyklické voltametrie.
- Nastavené teploty pomocí Peltierova článku (od -30°C do $+250^\circ\text{C}$).
- PicoView software sloužící pro obsluhu mikroskopu.
- Picomage software sloužící pro zpracování naměřených dat.
- Možnost 3D zobrazení nasnímaného povrchu.
- Profilometrie.
- Export snímků do JPG, BMP, GIF, PNG, TIF.
- Export naměřených dat do XPS, PDF. Naměřená data ve formátu MI plně kompatibilní s open source softwarem Gwyddion.

Odpovědná osoba: Ing. Pavel Čudek
E-mail: pavelcudek@phd.feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 132



→ Rastrovací elektronový mikroskop pracující s vyšším tlakem v komoře vzorku Vega 3 XMU

Výrobce: TESCAN, a.s.

Rok výroby: 2013

Použití: Diagnostika povrchových vlastností vzorků

Parametry:

- Everhart - Thornley scintilační detektor sekundárních elektronů.
- Scintilační detektor zpětně odražených elektronů.
- Low Vacuum Secondary Tescan Detector sekundárních elektronů (LVSTD).
- Detekce proudů indukovaných svazkem (EBIC).
- Energiově disperzní analyzátor (EDX).
- Kvalitativní i kvantitativní prvková analýza v bodu nebo ploše (pro prvky od atomového čísla 5 včetně).
- Mód vysokého vakua (10^{-3} Pa).
- Mód nízkého vakua 3 – 2000 Pa dusíku nebo vodních par v komoře vzorku mikroskopu.
- Energie svazku primárních elektronů 200 eV – 30 keV.
- Proud primárního svazku 1 pA – 2 mA.
- Snímání plochy o velikosti až 7,5 cm.
- Rozlišení až 2 nm.
- Možnost diagnostiky materiálů o hmotnosti až 8 kg.
- Resolution mode - zobrazovací mód pro rozlišení až 2 nm.
- Depth mode - zobrazovací mód se zvýšenou hloubkou ostrosti.
- Field mode - zobrazovací mód s rozšířeným pracovním polem (pouze ve vakuu).
- Channelling pracovní mód pro zjišťování krystalografické orientace povrchu monokrystalického vzorku pomocí tzv. kanálovacích obrazců (ECP) (pouze ve vakuu).
- Možnost stereoskopického snímání obrazu.
- Nastavené teploty pomocí Peltierova článku (od -50 °C do +70 °C).
- Vega control software sloužící pro obsluhu mikroskopu.
- Možnost měření velikosti objektů na pořízených snímcích.

Odpovědná osoba: Ing. Pavel Čudek
E-mail: pavelcudek@phd.feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 132

➔ Fotovoltaická laboratoř

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.**
Technická 3082/1, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: N4.19
E-mail: vanekji@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 122

- ➔ Studium fotovoltaického jevu a vývoj diagnostických metod fotovoltaických článků a panelů.
- ➔ Diagnostika defektů solárních článků pomocí rozšířené LBIC metody.
- ➔ Elektroluminiscenční metoda detekce defektů solárních článků a panelů.
- ➔ Fotoluminiscenční metoda detekce defektů solárních článků.
- ➔ U-I charakteristiky fotovoltaických článků a panelů při definovaném osvětlení a bez osvětlení.
- ➔ Termovizní celková diagnostika solárních systémů a panelů.
- ➔ Testování fotovoltaických systémů pro RAPS aplikace (systémy fotovoltaického modulu spolu s baterií).

Laboratoř



➔ Tester fotovoltaických panelů

Výrobce: PASAN AS

Rok výroby: 2012

Použití: Stanovení elektrických parametrů fotovoltaických panelů při standardních měřicích podmínkách

Parametry:

PASAN Sun Sim 3c	
Třída dle normy:	IEC 60904-9A+/A+/A+
Nehomogenita záření:	$\leq 1,0 \%$
Dlouhodobá nestabilita záření:	$\leq 1,0 \%$
Spektrální neshoda záření s AM1,5:	$\leq 12,5 \%$
Délka ozařovacího pulsu:	10 ms
Ozářená plocha:	$2,0 \times 2,0 \text{ m}$
Úhel ozáření:	$< 15,0^\circ$
Min. intenzita záření:	$0,7 \text{ kW/m}^2$
Max. intenzita záření:	$1,2 \text{ kW/m}^2$
Intenzity s použitím masek:	100 / 200 / 400 / 700 W/m ²
Elektronická zátěž:	aktivní, 3 kvadrantová
Napěťový rozsah:	0,7 / 1 / 3 / 10 / 100 / 300 V
Proudový rozsah:	0,1 / 0,3 / 1 / 3 / 10 / 30 A
Max. špičkový příkon:	1,0 kW (při 10 ms pulsu)
Rozsah monitorovacího článku:	0,015 / 0,05 / 0,15 / 0,5 / 1,5 / 5 V
Přesnost měření:	$\leq \pm 0,2 \%$ FS pro $T_{\text{okol}} = 25 \pm 0,5^\circ \text{C}$
A/D rozlišení:	12 bitů

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.
E-mail: vaneji@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 122



➔ Zařízení pro detekci luminiscenčního záření fotovoltaických článků a panelů

Výrobce: Moravské přístroje a.s.

Rok výroby: 2006

Použití: Speciální CCD kamera G2-3200 s využitím v temné komoře pro detekci luminiscenčního záření a následnou detekci defektů fotovoltaických článků a panelů.

Parametry: Kamera podporuje vysoce citlivé, nízko-šumové Full-Frame CCD detektory Kodak. Pokročilá analogová elektronika zaručuje velice nízký čtecí šum. Efektivní dvoustupňové chlazení s Peltierovými články udržuje čip hluboce zmrazený, aby byl minimalizován tepelný šum.

- Vysoká citlivost se špičkovou kvantovou účinností přes 80 %.
- Nejnižší možný čtecí šum limitovaný pouze vlastním CCD čipem.
- Vysoký dynamický rozsah s 16 bitovou digitalizací a lineární odezva.
- Efektivní a precizně regulované chlazení.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.
E-mail: vaneji@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 122



→ Termokamera EasIR-9

Výrobce: Wuhan Guide Infrared Co.

Rok výroby: 2011

Použití: Pomocí termovizního měření lze zobrazit rozložení povrchových teplot na FV panelu. Díky tomu má použití termokamery při detekci defektů na FV panelech několik výhod.

Anomálie je jasně viditelná. Diagnostiku pomocí termokamery lze použít ke skenování již nainstalovaných a do provozu uvedených panelů bez nutnosti jejich odpojování. Další výhodou je rychlost prováděného měření.

Parametry:

- rozlišení čipu 384×288
- rozsah měření -20 °C až +250 °C
- přesnost 2 °C nebo 2 % naměřené hodnoty
- teplotní citlivost < 0,08 °C
- vestavěný fotoaparát 1600 × 1200px (2Mpx)
- automatické zaostřování
- laserový zaměřovač
- USB rozhraní pro komunikaci s PC;
- záznam naměřených dat na SD kartu
- analytický software

Odpovědná osoba: **Doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.**
E-mail: vaneji@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 122



→ Solární analyzátor Prova 210

Výrobce: PROVA

Rok výroby: 2010

Použití: Analyzátor solárních (fotovoltaických) panelů – VA charakteristika solárních panelů (automatický scan až do 60V/12A); měření max. výkonu, napětí naprázdno, napětí pro max. výkon, měření zkratového proudu, proudu pro max. výkon, výpočet účinnosti, možnost manuálního režimu, rozlišení 1 mV/1 mA; záznam dat v reálném čase; kabel RS232C/USB pro propojení s PC.

Parametry:

- VA charakteristika – automatický sken až do 60 V/12 A (6 A)
- měří max. výkon, napětí naprázdno, napětí pro max. výkon, zkratový proud, proud pro max. výkon, účinnost
- možnost manuálního režimu
- možnost měření pomocí kurzoru
- nastavení osvětlení a plochy panelu
- záznam dat v reálném čase
- RS-232C / USB pro propojení s PC

Odpovědná osoba: **Doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.**
E-mail: vaneji@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 122



→ Laboratoř modelování a simulací

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Jiří Maxa, Ph.D.**

Technická 3058/10, Královo Pole, 616 00, Brno

Místnost: N4.23

E-mail: maxa@feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 129

- Analýzy v oblasti proudění plynů – jde především o oblast čerpání komor elektronového mikroskopu. Výpočty jsou charakteristické nízkými tlaky a nadzvukovým prouděním s rázovými vlnami.
- Teplotní analýzy – chlazení elektronických zařízení, teplotní analýzy pájecích pecí, teplotní analýzy desek plošných spojů.
- Transientní úlohy - spojení dvou typů analýz. Úlohy kombinující dva typy analýz, časově proměnný výpočet proudění tekutiny v pružném potrubí.
- Analýzy v oblasti elektromagnetismu.
- Kinematické analýzy – návrh mechanismů v elektrotechnické praxi.

Laboratoř

Vybrané projekty výzkumu a vývoje Výzkumného programu 2

→ Zvýšení bezpečnosti lithno-iontových baterií - P102/10/2091

Projekt: GAČR č. P102/10/2091

Doba řešení: 1. 1. 2010 až 31. 12. 2013

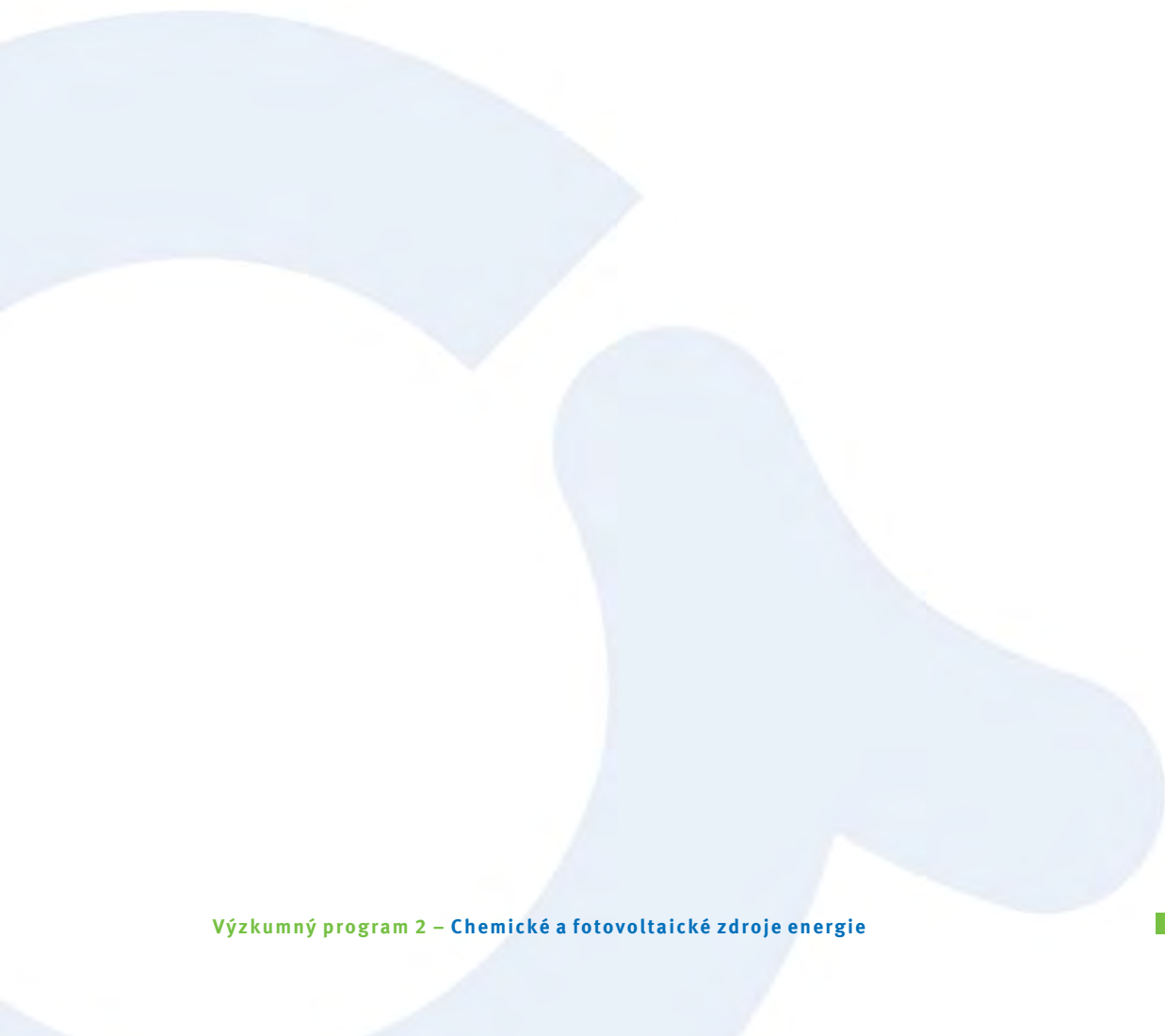
Projekt je zaměřen na výzkum nových materiálů s vyšší požární bezpečností pro lithno-iontové akumulátory. Výzkum byl zaměřen na stabilizaci struktury kladných elektrod dopováním alkalickými kovy, na využití polymerních elektrolytů i elektrolytů kapalných, u nichž byl vyšší bod vzplanutí dosažen použitím směsných rozpouštědel. Zajímavý poznatek přinesly výsledky přidavku retardéru hoření, čímž se zvýšila jak teplota vzplanutí, tak i elektrická vodivost elektrolytu. Na záporné elektrody byly použity různé typy grafitu včetně nanostrukturovaného a expandovaného, kde vlastnosti elektrod byly zlepšeny tepelným zpracováním v CO₂ nebo chemickou lithiací.

→ Vývoj nových elektrod pro alkalické akumulátory

Projekt: MPO č. TI3/198

Doba řešení: 1. 1. 2011 – 31. 12. 2012

Projekt byl zaměřen na výzkum nových systémů elektrod, vč. kolektorů pro novou generaci ekologičtějších alkalických akumulátorů na bázi Ni-Zn. Řešení spočívalo v nalezení a optimalizaci složení elektrod, využití nových kolektorových systémů na bázi netkaných a pokovených textilií. V souvislosti s tím byly vyřešeny nové druhy polymerních membrán a separátorů, stanoveno optimální složení elektrolytu. Výsledkem byl funkční vzorek akumulátoru, který byl podroben testům životnosti při cyklování a kapacitním testům.



Výzkumný program 3

➔ Výroba, přenos, distribuce a užití elektrické energie

Vedoucí výzkumného programu: Doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

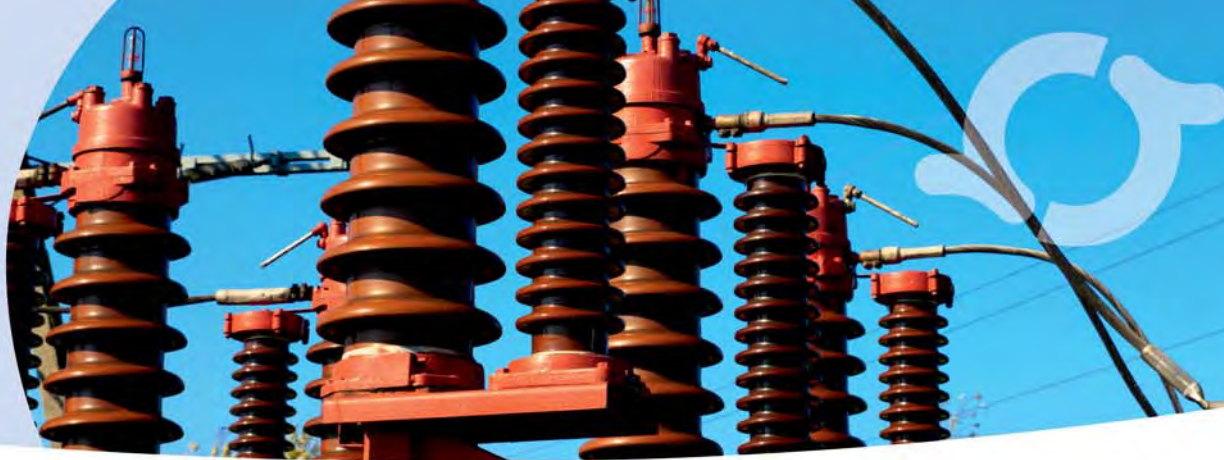
E-mail: toman@feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 200

Výzkumná a vývojová činnost je z pohledu dlouhodobého a střednědobého horizontu založena zejména na vlastních projektech základního a aplikovaného výzkumu vycházejících z vývoje oboru a ze státní energetické koncepce, z pohledu krátkodobého horizontu pak zejména na řešení přímých zadání z průmyslu v rámci smluvního výzkumu.

Hlavním cílem výzkumného programu 3 je aplikovaný výzkum orientovaný na optimalizaci procesů a zařízení v elektroenergetice. Základními směry výzkumu a vývoje v tomto programu jsou:

- ➔ Optimalizace parametrů výkonových spínacích přístrojů v oblasti zhášecích systémů, včetně diagnostiky zhášecího procesu.
- ➔ Optimalizace zařízení pro rozvod elektrické energie z obnovitelných zdrojů a SmartGrids.
- ➔ Kvalita elektrické energie a EMC v napájecích systémech.
- ➔ Zvyšování účinnosti elektrických zařízení sloužících pro osvětlení, vytápění a chlazení.
- ➔ Zvyšování spolehlivosti a bezpečnosti napájecích systémů.



Laboratoře

Laboratoř spínacích přístrojů (zkratová laboratoř)

- Vysokorychlostní kamera FASTCAM SAX2
- Software pro modelování mechanických částí a simulace SolidWorks

Laboratoř VVN

- Systém pro testování zařízení střídavým napětím
- Modulární zkušební napěťový systém
- Systém pro testování zařízení impulzním napětím

Laboratoř nekonvenčních zdrojů, solární laboratoř

- Výkonový analyzátor HIOKI 3390 - 2 ks
- Vysokokapacitní systém skladování elektrické energie
- Systém pro optoelektronické testování, model 2602A
- Větrný senzor
- Tepelné čerpadlo CompactAir 6
- Kogenerační jednotka
- Pyranometr s dataLogerem - 2 ks

Laboratoř kvality elektrické energie a EMC

- Programovatelný výkonový statický generátor California Instruments CI15003iX
- Programovatelný lineární zdroj Pacific Power AMX108
- Sestava pro zkoušku EMC odolnosti TRA2000IN6
- Záznamník přechodných dějů DL850
- GPS moduly Meinberg GPS164/AQ/AHS - 2 ks
- Přesný wattmetr a analyzátor ZES Zimmer LMG 500-4-FU
- Přesný wattmetr a analyzátor ZES Zimmer LMG 95
- Analyzátor sítě a PQ monitor ENA 500.22 s příslušenstvím
- Instrumentační systém NI PXI
- Instrumentační platformy cRIO a cDAQ
- Přijímač VF rušení PMM 9010 s příslušenstvím
- Termokamera FLIR SC640
- SW nástroje: PSCad 4.2.1, Matlab (Simulink) R2009b (R2012), LabVIEW 2010 (2012), BricsCAD, AutoCAD

Laboratoř světelné techniky

- Radiometrický systém Optronix OL 750
- Programovatelný světelný zdroj OL 490
- Optický stůl OTM 502 s opto-mechanickými komponenty
- Jasový analyzátor LDA

Laboratoř elektrických ochran

- OMICRON CMC256+ s příslušenstvím
- OMICRON CMC353
- OMICRON CPC100 s příslušenstvím



→ Laboratoř spínacích přístrojů (zkratová laboratoř)

Vedoucí laboratoře: Ing. Jiří Valenta, Ph.D.

Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno

Místnost: SA4.34

E-mail: valentaj@feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 733

→ Standardní zkratové zkoušky elektrických přístrojů na nízké napětí při proudech do 150 kA.

→ Zkoušky odolnosti na krátkodobý proud do 40 kA / 3s.

→ Parametry:

Zkoušky střídavým proudem:

AC 50/60 Hz - 200 ms: 150 kA / 250 V

100 kA / 500 V

60 kA / 750 V

40 kA / 1000 V

AC 50/60 Hz - 3 s: 40 kA / 100 V

→ AC 16 2/3 Hz - 3 s: 50 kA / 1000 V

Zkoušky stejnosměrným proudem:

50 kA / 1000 V – 200 ms ($\tau \leq 30$ ms)

Výzkum a vývoj v oblasti elektrických přístrojů:

- optimalizace proudové dráhy,
- vliv kontaktních materiálů na funkci přístroje,
- měření tlakového pole ve zhášecí komoře spínacích přístrojů,
- výpočet elektromagnetického a teplotního pole,
- fyzika spínacího oblouku – složení, termodynamické a teplotní vlastnosti plazmatu spínacího oblouku, radiační transport energie.

Laboratoř



➔ Vysokorychlostní kamera FASTCAM SAX2

Výrobce: Photron

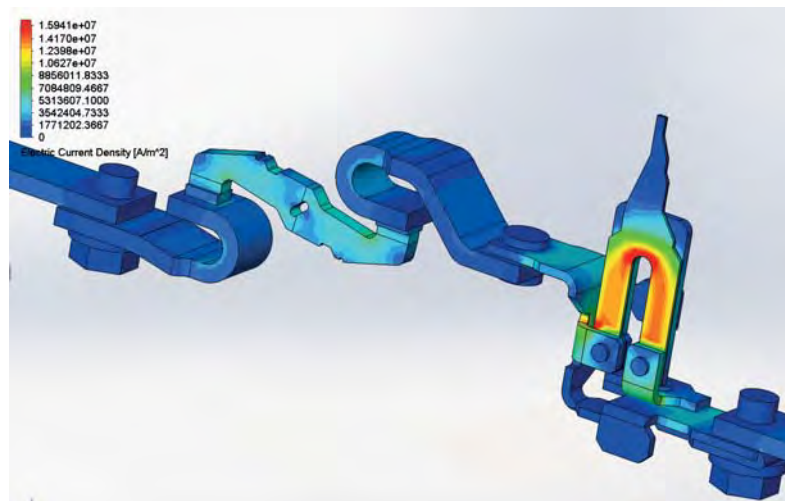
Rok výroby: 2013

Použití: Analýza velmi rychlých nebo velmi krátkých dějů: – optická diagnostika oblouku,
– dynamika plynů tekutin,
– mechanické rázy,
– balistika,
– exploze.

Parametry:

- Snímač CMOS, 1024 × 1024 pixelů, 12bitová hloubka (volitelně 8 bitová).
- Monochromatické provedení.
- Příklady snímání frekvence:
 - 12 500 sn/s při rozlišení 1024 × 1024 px (max. 0,87 s)
 - 13 500 sn/s při rozlišení 1024 × 1000 px (max. 0,82 s)
 - 40 000 sn/s při rozlišení 640 × 488 px (max. 0,91 s)
 - 100 000 sn/s při rozlišení 384 × 264 px (max. 1,12 s)
 - 1 000 000 sn/s při rozlišení 128 × 8 px (max. 11,18 s)
- 2 rozhraní Gbit Ethernet.
- Vysoká citlivost snímáče (25 000 ISO).
- Extrémně rychlá závěrka 293 nsec.
- Externí spínání (triggering) a synchronizace.
- Externí synchronizace signálem IRIG/GPS.
- Provoz kamery v nekonečné smyčce s volbou nastavení okamžiku spínání (pre Triggering a post Triggering).
- Volba snímání oblasti čipu (ROI - Region Of Interest ve vertikálním i horizontálním směru).
- Podporované formáty záznamu: JPEG, AVI, TIFF, BMP, RAW, RAWW, MRAW PNG, MOV, FTIF.
- Rozměry (v × š × h): 177,7 × 160 × 350 mm.
- Hmotnost: 9,9 kg.

Odpovědná osoba: Prof. RNDr. Vladimír Aubrecht, CSc.
E-mail: aubrecht@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 517



→ Software pro modelování mechanických částí a simulace SolidWorks

Výrobce: SolidWorks

Rok výroby: 2012

Použití: SolidWorks nabízí 3D konstrukční software, software pro ověření návrhu, software pro správu dat výrobku a navíc software pro tvorbu produktové dokumentace.

Pomocí výkonných nástrojů pro ověření návrhu je možné jednoduše vystavit své návrhy stejným podmínkám jako v praxi.

Software usnadňuje možnosti sledování interakce komponent sestavy na obrazovce před nutností výroby fyzických prototypů.

Funkce teplotní analýzy umožňují jednoduše prozkoumat přenosu tepla zářením, prouděním, vedením. Lze simulovat krajní teplotní podmínky, proudění kapalin, teplotně strukturální interakce a účinky vyzařování při vysokoteplotních aplikacích.

Odpovědná osoba: Ing. Lukáš Dostál
E-mail: dostall@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 733

→ Laboratoř VVN

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.**
Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: SA7.30
E-mail: toman@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 200

Zaměření laboratoře:

- Testování průraznosti VN kabelů.
- Testování zařízení atmosférickými a spínacími impulzy.
- Testování výkonu VN transformátorů v závislosti na frekvenci buzení.
- Elektronkové vf budiče.
- Výkonové přenosy polem.
- Zkoušky výdržným napětím podle IEC 60060-1.
- Zkoušky napětí průrazného výboje podle IEC 60060-1.
- Zkoušky zaručeného napětí průrazného výboje podle IEC 60060-1.
- Zkoušení izolace zařízení metodou částečných výbojů podle IEC 60270 při maximální úrovni rušení VN testovací sestavy 5 pC při nominálním napětí zdroje.



➔ Systém pro testování zařízení střídavým napětím

Výrobce: Hipotronics

Rok výroby: 2013

Použití: Testování zařízení přiloženým napětím
a diagnostika izolace metodou částečných výbojů

Parametry:

- výstupní napětí max. 300 kV o frekvenci 50 Hz a celkový výkon max. 300 kVA, nominální výstupní proud max. 1 A,
- plynule proměnná hodnota výstupního napětí v rozsahu od 10 % do 100 % nominální hodnoty, průběh a tolerance výstupního napětí v uvedeném regulačním rozsahu podle IEC 60060-1,
- úroveň rušení při měření částečných výbojů max. 4 pC,
- záznam hodnoty přeskokového nebo průrazného napětí s celkovou nejistotou měření max. 1 %,
- programování automatického průběhu zkoušky,
- přehledná vizualizace parametrů testu s možností jejich záznamu,
- vzdálený přístup prostřednictvím sítě Ethernet,
- vypnutí testovací sestavy externím stop tlačítkem a signalizaci jejího zapnutého stavu.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.
E-mail: orsagova@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 224



➔ Modulární zkušební napěťový systém

Výrobce: Haefely

Rok výroby: 2013

Použití: Zkoušky střídavým, stejnosměrným a impulsním napětím podle ČSN EN 60060-1, diagnostika izolace metodou částečných výbojů

Parametry:

- Střídavé napětí max. 100 kV, proud 60 mA při kontinuálním provozu zdroje.
- Stejnosměrné napětí max. 135 kV, proud 20 mA při kontinuálním provozu zdroje.
- Plynule proměnná hodnota výstupního napětí v rozsahu od 10 % do 100 % nominální hodnoty
- Impulsní napětí ve tvaru atmosférického i spínacího impulsu plné i useknuté vlny max. 135 kV vrcholové hodnoty napětí a max. 100 J celkové energie impulsu.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.
E-mail: orsagova@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 224



➔ Systém pro testování zařízení impulzním napětím

Výrobce: Haefely

Rok výroby: 2013

Použití: Zkoušky impulsním napětím podle ČSN EN 60060-1

Parametry:

- Napětí při atmosférickém impulzu max. 920 kV při zatížení generátoru testovaným zařízením s min. kapacitou 4,4 nF.
- Napětí při spínacím impulzu max. 715 kV při zatížení generátoru testovaným zařízením s min. kapacitou 1,7 nF.
- Generování useknuté vlny s amplitudou do hodnoty nominálního napětí rázového generátoru, vybavené motorickým dálkově ovládaným nastavováním přeskokového napětí v rozsahu od 30 do 100 % nominálního napětí rázového generátoru obou polarit.
- Generování proudových impulzů 8/20 μ s s amplitudou do 20 kA pro testování svodičů přepětí podle ČSN EN 60099-4.
- Měřicí systém pro záznam a zobrazení průběhů impulzních napětí a proudů podle IEC 61083-2 vybavený rozhraním pro přenos a sdílení dat:
 - 2 měřicí kanály,
 - vzorkovací frekvence 100 MS/s,
 - rozlišení 12 bitů,
 - celková nejistota měření 1,5 % pro všechna měřená napětí a proudy, 2,5 % pro všechny měřené časy.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.
E-mail: orsagova@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 224

➔ Laboratoř nekonvenčních zdrojů, solární laboratoř

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.**
Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: SA7.26
E-mail: mastny@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 213

Zaměření laboratoře:

- ➔ Nedestruktivní diagnostika Peltierových článků.
- ➔ Vývoj konstrukce termoelektrického generátoru.
- ➔ Spolupráce energetických zdrojů v kombinovaných systémech (FVE, VTE).
- ➔ Využití termoelektrických měničů při měření teplotních závislostí zařízení.
- ➔ Optimalizace provozu OZE.
- ➔ Výzkum možností akumulace velkých objemů elektrické energie (vodík).
- ➔ Studium vlastností redukčně-oxidačních cyklů k akumulaci elektrické energie v elektrolytu (VRB – průtokové baterie).
- ➔ Vývoj komplexního diagnosticko-monitorovacího systému OZE (FVE a VTE – Savonius, Darvius).
- ➔ Výzkum možnosti aplikace moderních řídicích systémů při řízení OZE.
- ➔ Výzkum možností zapojení a řízení OZE v rámci systémové techniky budov a rodinných domů.
- ➔ Výzkum možností akumulace tepelné energie (aplikace PCM látek).
- ➔ Diagnostika provozních vlastností fotovoltaických panelů.
- ➔ Testování fotovoltaických generátorů v reálných provozních podmínkách.
- ➔ Ověřování využitelnosti různých typů zrcadlových koncentrátorů.
- ➔ Studium vlivu spektrálního složení slunečního záření v závislosti na meteorologických podmínkách.
- ➔ Vývoj a výzkum hybridních fotovoltaických systémů s akumulací elektrické energie.



➔ Výkonový analyzátor HIOKI 3390 - 2 ks

Výrobce: Hioki

Rok výroby: 2010

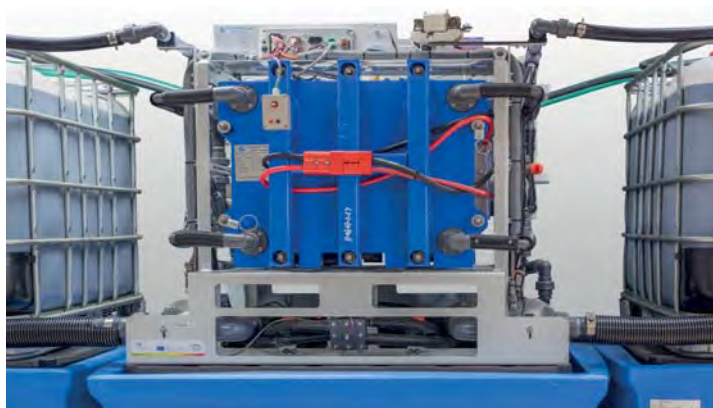
Použití: AC/DC výkonový analyzátor

- Pokročilé funkce pro analýzu motorů (měří elektrický úhel a podporuje vektorové řízení).
- Vysokorychlostní harmonická analýza (obnovovací frekvence 50 ms).
- Analýza šumu (pomocí technologie FFT).
- Měření výkonu invertorů pomocí klešťových senzorů.
- Analýza provozních parametrů invertorů u FVE.
- Měřicí funkce: napětí (U), proud (I), napěťové a proudové špičky (Upk/Ipk), činný výkon (P), jalový výkon (Q), zdánlivý výkon (S), účinník, úhel, frekvenci (f), proudové začlenění (Ih), výkonové začlenění (WP), účinnost, loss (Loss), napěťové/proudový „ripple“ faktor (Urf/Irf).

Parametry:

napětí:	$\pm 0.05 \%$ ze čtené hodnoty $\pm 0,05 \%$ z rozsahu,
proud:	$\pm 0.05 \%$ ze čtené hodnoty $\pm 0,05 \%$ z rozsahu,
činný výkon:	$\pm 0.05 \%$ ze čtené hodnoty $\pm 0,05 \%$ z rozsahu,
frekvenční rozsah:	DC, 0.5 Hz do 150 kHz.

Odovědná osoba: Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.
E-mail: mastny@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 213



➔ Vysokokapacitní systém skladování elektrické energie

Výrobce: Prudent Energy VRB® Systems

Rok výroby: 2012

Použití:

- Testování akumulčních schopností a životnosti nových perspektivních systémů akumulace.
- Využití pro akumulaci elektrické energie v systémech s OZE.
- Testování schopnosti obnovy napětí v elektrických sítích.
- Omezení napěťových výkyvů pomocí asymetrického řízení invertorů.

Parametry:

Operační napětí:	47 – 53 VDC
Maximální trvalý nabíjecí proud:	140 A
Maximální trvalý vybíjecí proud:	140 A
Maximální vybíjecí proud (<300 s):	175 A
Minimální trvalý výkon:	5,25 kW
Akumulační kapacita:	20 kWh

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.
E-mail: mastny@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 213



➔ Systém pro optoelektronické testování, model 2602A

Výrobce: KEITHLEY

Rok výroby: 2010

Použití: Měřicí stanice se skládá z několika volitelných částí, které tvoří komplex pro vyhodnocování, měření a zkoušky zařízení. Kombinuje zdroj, přesný proudový zdroj, DMM, generátor libovolných vln, U nebo I pulsní generátor s měřením, elektrická zátěž a spouštěcí zařízení. Systém je určen pro měření charakteristik polovodičových komponentů (zejména diod a fotovoltaických panelů).

- Kombinuje zdroj, přesný proudový zdroj, DMM, generátor libovolných vln, U nebo I pulsní generátor s měřením, elektrická zátěž a spouštěcí zařízení, to vše v jednom přístroji.
- TSP® Express - softwarový nástroj pro rychlé a snadné U-I testy.
- Precisní časování a kanálová synchronizace.
- 20 000 čtení za sekundu pro rychlé testování.
- Pomocí TSP-Link® je možno vzájemně propojit až 32 jednotek (64 kanálů) přes GPIB nebo pomocí IP adresy.
- Test Script Processor (TSP®) řídí kompletní naprogramovaný test (scripts) pro maximální automatizaci systému.
- LXI-C Interface.
- USB Port pro nahrávání dat a test scriptů.

Parametry:

Výstupní výkon: 40,4 W na kanál
Proudový výkon: min. ± 1 pA max. ± 3 A (10 A puls)
Napěťový výkon: min. ± 1 μ V max. ± 40 V

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.
 E-mail: mastny@feec.vutbr.cz
 Telefon: 541 146 213



→ Větrný senzor

Výrobce: MWMierij Meteo

Rok výroby: 2011

Použití: Kompletní analýza povětrnostních podmínek. Zařízení je kombinováno s anemometrem, korouhví a elektronickou jednotkou pro zpracování a vyhodnocování dat.

Parametry:	Rozsah pracovních teplot:	-20 až +60 °C
	Rozsah rychlostí větru:	0 – 50 m/s
	Rozlišení rychlosti větru:	méně než 0,04 m/s
	Odchylka na měřicím rozsahu:	< 0,5 m/s (0 – 50 m/s)
	Frekvenční rozsah:	0 – 1244 Hz = 0 – 50 m/s
	Úhel měření:	0 do 360 °
	Rozlišení úhlu:	5,6 °
	Chyba měření úhlu:	< 3 °

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.
E-mail: mastny@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 213

➔ Tepelné čerpadlo CompactAir 6



Výrobce: Schlieger

Rok výroby: 2012

Použití: Tepelné čerpadlo je využíváno pro výzkum v oblasti multivalentních energetických systémů, je využito ve spolupráci se solárním systémem a kogenerační jednotkou.

Možnost testování provozních parametrů, experimentální měření ve specifických provozních podmínkách.

Parametry: Tepelné čerpadlo systému vzduch/voda v provedení „Split“ systém.

- Chladivo R407C
- Napětí 3 × 400 V
- Výkon/příkon při 2 °C/35 °C = 5,95/1,58 kW
- Topný faktor při 2 °C/35 °C = 3,8
- Výkon/příkon při 2 °C/50 °C = 5,9/2,2 kW
- Topný faktor při 2 °C/50 °C = 2,7

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.
E-mail: mastny@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 213

→ Kogenerační jednotka



Výrobce: TEDOM, s.r.o

Rok výroby: 2006

- Použití:**
- Experimentální jednotka je využívána především k testování provozních vlastností multivalentních tepelných systémů (spolupráce s TČ, solární systém).
 - Testování možností integrace do elektrizační soustavy.

Parametry:

Elektrický výkon:	25 kW
Tepelný výkon:	47 kW
Spotřeba zemního plynu:	8,4 Nm ³ /h

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.
E-mail: mastny@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 213



➔ Pyranometr s dataLoggerem - 2 ks

Výrobce: Kipp & Zonen

Rok výroby: 2011

Použití: Měření intenzity slunečního záření a teploty.

Parametry:

Pyranometr

spektrální rozsah:	310 to 2800 nm
citlivost:	7 to 14 $\mu\text{V}/\text{W}/\text{m}^2$
rozlišovací čas:	5s
směrová chyba:	$< 10 \text{ W}/\text{m}^2$
maximální závislost přesnosti na teplotě:	$\pm 1 \%$
rozsah teplot:	$-40 \text{ }^\circ\text{C}$ do $+80 \text{ }^\circ\text{C}$
maximální solární intenzita:	$4000 \text{ W}/\text{m}^2$
zorné pole:	180°

DataLogger

počet analogových vstupů:	8 jednopólových
vstupní rozsahy:	20 mV – 2,5 V
přesnost:	0,05 %, systém je vybaven 24bitovým převodníkem
počet digitálních vstupů:	4, s maximální vstupním napětím 15 V
napájení:	pomocí baterie
vnitřní paměť:	128 kB
systém je vybaven slotem pro paměťové SD karty (512 MB)	
komunikační rozhraní:	RS 485

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.
E-mail: mastny@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 213

→ Laboratoř kvality elektrické energie a EMC

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.**
Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: SA7.27
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211

Zaměření laboratoře:

- Odolnost zařízení na nízkofrekvenční rušení po vedení (harmonické, meziharmonické, impulsní/oscilační/periodické pulsní NF rušení, nesymetrie, napěťové události – poklesy/výpadky/zvýšení napětí, změny frekvence, kolísání a rychlé změny napětí): vývoj testovacích procedur/testovací techniky, výzkum odolnosti zařízení, návrhy opatření; modelování, simulace, realizace, testování odolnosti zařízení pro sítě NN na jevy šířené po vedení (laboratoř EMC).
- Emise zařízení v nízkofrekvenční oblasti po vedení (NF - harmonické, meziharmonické, impulsní/oscilační/periodické pulsní NF rušení, kolísání a rychlé změny napětí, VF – vysokofrekvenční rušení šířené po vedení): vývoj a testování měřících přístrojů s využitím LabVIEW, výzkum emise zařízení; modelování, simulace, realizace, měření nízkofrekvenčních a vysokofrekvenčních rušení po vedení, v sítích primárně NN, dále VN.
- Měřicí systémy pro elektroenergetiku: vývoj a testování měřících přístrojů s využitím LabVIEW, výzkum emise zařízení; modelování, simulace, realizace, měření.
- Kvalita elektrické energie: měření v sítích speciální i dle standardů – terénní měření (0,4-22-110 kV, do 10 kA), výzkum/vývoj/testování měřících algoritmů/přístrojů, agregace/zpracování dat, vyhodnocování, návrh nápravných opatření.
- Analýza sítí: Simulace elektrických sítí a zařízení na statických a dynamických modelech s využitím Matlab Simulink a PSCAD, realizace modelů nových prvků; simulace provozu sítí (sítí nové generace) s regulátory, filtry, setrvačníky, akumulací, distribuovanou výrobou, obnovitelnými zdroji a objektivní vyhodnocení dopadu/přínosu.

Laboratoř

→ Programovatelný výkonový statický generátor California Instruments CI15003iX

Výrobce: California Instruments

Rok výroby: 2003

Použití: Napěťový programovatelný výkonový generátor pro:

- vytvoření umělé sítě s naprogramovaným průběhem vlny a změn napětí v čase,
- testování měřicí techniky na nízkofrekvenční rušení šířené po vedení (harmonické, mezipharmonické, DC složka, impulsní/oscilační/ periodické pulsní NF rušení, nesymetrie, změny frekvence,
- testování odolnosti zařízení, jednofázových do 5 kVA, třífázových do 3×5 kVA, na nízkofrekvenční jevy šířené po vedení dle standardů řady EN 61000-4-Y (-11, -13, -14, -29, ...) i dle potřeb v rozsahu dosažitelných parametrů.

Parametry:

- výkon 3×5 kVA,
- výstupní napětí 0-150, 0-300 VAC/DC, rozlišení 0,1 V,
- přesnost nastaveného napětí 0,5 % z rozsahu,
- max. celkové harmonické zkreslení napětí při harm. průběhu 1 %,
- výstupní rušení (20 kHz-1 MHz) max. 250 mV RMS,
- výstupní proud max. 37 A RMS, peak max. 300 A RMS,
- vrcholový faktor zatěžovacího proudu do 5:1,
- frekvence základní harmonické 16-500 Hz, rozlišení 0.01/0.1 Hz,
- šířka pásma DC-2,5 kHz (16 kHz),
- vnitřní programovatelná impedance, (4-1000) m Ω , (4-1000) μ H,
- fyzická vztažná (referenční) 3f 4-vodičová impedance 400 V/16 A. smyčka L-N – (0,4+j0,25) Ω @ 50 Hz, pro měření dle EN 61000-3-3,
- Plně programovatelný v rozsahu uvedených parametrů, moduly pro generování výstupu dle standardů řady EN 61000-4-Y,
- rozhraní GPIB, RS232, externí synchronizace.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



→ Programovatelný lineární zdroj Pacific Power AMX108

Výrobce: Pacific Power

Rok výroby: 2007

Použití: Napěťový programovatelný lineární výkonový generátor pro:

- vytvoření umělé sítě s naprogramovaným průběhem vlny a změn napětí v čase v rozsahu parametrů zesilovače a oscilátoru,
- testování měřicí techniky.

Parametry:

- výkon 750 VA,
- výstupní napětí 0–135/0–270 V RMS, rozlišení 0,1 V,
- přesnost nastaveného napětí 0,03% z rozsahu,
- maximální celkové harmonické zkreslení napětí při harmonickém průběhu 0.1 %,
- stabilita výstupního napětí 0.1 %,
- odstup šumu -72 dB,
- výstupní proud 6/3 A RMS, peak max. 40/20 A,
- frekvence základní harmonické 20 Hz–5 kHz při plném výkonu,
- přesnost nastavení frekvence 0.01 % z hodnoty,
- šířka pásma DC-8 kHz (small signal do 50 kHz),
- vnitřní programovatelná impedance,
- syntéza vlny a časového průběhu výstupu,
- rozhraní GPIB, RS232, externí synchronizace,
- analogový vstup zesilovače ± 10 Vp,
- řízený interním oscilátorem (UPC kontrolér), nebo pomocí generátorové karty PXI-5421 (100 MS/s, 16-bit, paměť 32 MB, výstupní napětí 12 Vpp) na platformě National Instruments PXI,
- záloha napájení pomocí on-line UPS na 10 minut.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



→ Sestava pro zkoušku EMC odolnosti TRA2000IN6



Výrobce: EMC Partner

Rok výroby: 2012

Použití: Testování odolnosti zařízení v rámci souboru EMC norem (EN 61000-4-y)

- skupiny rychlých pulsů (EFT),
- vysokoenergetický rázový impuls (SURGE),
- tlumené oscilační vlny (Ring),
- magnetické pole síťového kmitočtu/pulsní/oscilační,
- elektrostatický výboj (ESD),
- poklesy napětí (DIP).

Testování při vývoji, vývoj měřící a řídicí elektroniky, výkonové elektroniky/měničů.

Parametry:

- elektrostatický výboj: ESD (8(15) kV/30 A), podle EN 61000-4-2 ed.2; vybíjecí síť s příslušenstvím, vazební prvky, kalibrační a verifikační sada,
- skupiny rychlých pulsů: EFT (4,4 kV/32 A), podle EN 61000-4-4; vazební/oddělovací síť CDN 3 × 400/230V/32A, sada vazebních/oddělovacích sítí pro signální a telekomunikační vstupy/výstupy, sondy pro zkoušky blízkým elektrickým polem,
- vysokoenergetický rázový impuls: SURGE (6,3 kV/3 kA),
- tlumené oscilační vlny: Ring wave (6 kV/500 A),
- magnetické pole síťového kmitočtu: (10 A/m), podle EN 61000-4-8; anténní smyčky čtvercová 1 × 1m,
- pulsní magnetické pole: (1000 A/m), podle EN 61000-4-9,
- tlumené oscilující magnetické pole (100 A/m), podle EN 61000-4-10, s odpovídajícím testovacím prostorem.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



➔ Záznamník přechodných dějů DL850 (2 ks)

Výrobce: Yokogawa

Rok výroby: 2010

Použití: Kontinuální záznam a analýza signálů v reálném čase s využitím pro:

- záznam poruchových dějů na napěťových hladinách od malého po vysoké napětí (s příslušnými převodníky),
- vývoj a diagnostiku měničů.

Parametry: Zaznamenávání až 16 izolovaných kanálů na jednom zařízení, nebo až 128 procesních signálů, s parametry dle zvolených karet. Signálový procesing v reálném čase, každý kanál vybaven DSP, možnost využití reálných matematických operací a filtrů – vytvoření dalších virtuálních kanálů pro záznam dat. Pokročilé spouštění a synchronizace záznamu. Doplněno o GPS moduly Mainberg GPS164/AQ/AHS

Zásuvné moduly: 1 ks – Vysokorychlostní modul 12-Bit, 10 MS/s, izolovaný,
6 ks – Vysokorychlostní modul 16-Bit, 1 MS/s, izolovaný,
5 ks – Vysokonapěťový modul 16-Bit, 100 kS/s, izolovaný.

- operace se signály: výpočet standardních parametrů z časového průběhu (standardní měřicí funkce osciloskopu), FFT (DFT) s definicí časového okna, okénkových funkcí a dalšími parametry transformace; rozšířené matematické funkce/operace se signálem v reálném čase: filtrace, integrace, derivace, goniometr. fce, atd.,
- řízení vstupů: modulární/záměnné,
- doba záznamu průběhu okamžitých hodnot, příklady: statická paměť: (16-ch, 100 kS/s - 10 minut; 1-ch, 10 MS/s – 3 min 20 sec), HDD (16-ch, 100 kS/s - 10 hodin),
- spouštění záznamu: rozšířené funkce spouštění: čas, jakýkoliv vstupní signál, externí signál, synchronizace GPS-PPS možnost synchronizace více měřících základen.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



→ GPS moduly Meinberg GPS164/AQ/AHS – 2ks

Výrobce: Meinberg

Rok výroby: 2011

Použití:

- synchronizace zařízení (testerů a měření) GPS signálem,
- generování časové značky pro měření a testování.

Parametry:

- časová synchronizace: max. 1 minuta v normálním provozním módu, cca 12 minut při inicializaci (prázdný buffer),
- přesnost výstupních pulsů: lepší než ± 250 nsec po synchronizaci a 20 minutách funkce, lepší než ± 3 μ sec během prvních 20 minut provozu,
- digitální výstupy konfigurovatelné 3 $\times$,
- emulace DCF77,
- generované časové kódy: IRIG kódy B002/B122, B003/B123, IEEE1344 nebo AFNOR NFS87-500:
 - modulovaný výstup: - IRIG: sinusový 3 Vpk-pk (High), 1 Vpk-pk (Low) - 50 Ω , - AFNOR: sinusový 2,17 Vpk-pk (High), 0,69 Vpk-pk (Low) - 600 Ω ,
 - nemodulovaný výstup: - RS422; - TTL do 50 Ω ; - FET (470 Ω do +5V),
- konfigurace přes RS232 z ovládacího programu (PC).

Příslušenství:

GPS anténa s kabelem (2 ks), držáky antén, přepětové ochrany, kabely.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



➔ Přesný wattmetr a analyzátor ZES Zimmer LMG 500-4-FU

Výrobce: ZES Zimmer

Rok výroby: 2008

Použití:

- kalibrační měření,
- multi-fázová měření,
- přesné měření výkonu, energie,
- měření na měničích a měření parametrů elektrických komponentů,
- analýza nízko- a vysoko-frekvenčních rušení po vedení, analýza elektrických sítí,
- měření nízkofrekvenčních emisí, EMC certifikace el. spotřebičů,
- měření kvality napětí.

Parametry:

- čtyř-kanálový, jedno- nebo dvou-systémový wattmetr a analyzátor, 4 × napětí + 4 × proud,
- napěťové vstupy 4 ×: izolované 1000 V/CATIII, vstupní impedance 4,5 MΩ, vzorkování do 3 MS/s, šířka pásma DC, 0,05 Hz – 1,5 MHz, AAF, nastavitelné vstupní filtry, rozsahy 3-1000 V RMS (3200 Vpk), základní přesnost 0.01 + 0.02 %,
- proudové vstupy 4 ×: izolované 1000 V/CATIII, vzorkování do 3 MS/s, šířka pásma DC, 0,05 Hz – 1,5 MHz, AAF, nastavitelné vstupní filtry, rozsahy 20 mA – 32 A RMS (120 Apk) (přímé měření), základní přesnost 0.01 + 0.02 %,
- senzorové vstupy 4 × U, 4 × I: izolované 1000 V/CATIII, vstupní impedance 100 kΩ, vzorkování do 3 MS/s, šířka pásma DC, 0,05 Hz – 1,5 MHz, AAF, nastavitelné vstupní filtry, rozsahy 30 mV – 4 V, základní přesnost 0.01+0.02 %,
- externí převodníky pro měření proudu: PSU600 (600 Apk, DC-100 kHz, základní přesnost 0,02 %) a PSU2000 (2000 Apk, DC-100 kHz, základní přesnost 0,02 %),
- měření harmonických a mezharmónických DFT do 50 kHz/1 MHz s krokem 1 Hz, frekvenční analýza podle EN 61000-4-7, vyhodnocení harmonických podle EN 61000-3-2, -12,
- měření flikru podle IEC 61000-4-15, vyhodnocení flikru podle EN 61000-3-3, -11,
- záznam transientů s rozlišením 330 ns,
- záznamník parametrů vstupů,
- měření kvality napětí v souladu s EN 61000-4-30.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



➔ Přesný wattmetr a analyzátor ZES Zimmer LMG 95

Výrobce: ZES Zimmer

Rok výroby: 2003

Použití:

- kalibrační měření,
- přesné měření výkonu, energie,
- měření na měničích a měření parametrů elektrických komponentů,
- analýza nízko- a vysoko-frekvenčních rušení po vedení, analýza elektrických sítí,
- měření nízkofrekvenčních emisí, EMC certifikace el. spotřebičů,
- měření kvality napětí.

Parametry:

- jedno-kanálový wattmetr a analyzátor, 1 × napětí + 1 × proud,
- napěťové vstupy 1x: izolované 600 V/CATIII, vstupní impedance 1 MΩ, vzorkování do 100 kS/s, šířka pásma DC, 0,05 Hz–50 kHz, AAF, nastavitelné vstupní filtry, rozsahy 6-600 V RMS (1600 Vpk), základní přesnost 0.01+0.02%,
- proudové vstupy 1x: izolované 600 V/CATIII, vzorkování 100 kS/s, šířka pásma DC, 0,05 Hz–50 kHz, AAF, nastavitelné vstupní filtry, rozsahy 0.15–20 A RMS (60 Apk) (přímé měření),
- senzorový vstup 1x: izolovaný 250 V/CATIII, vstupní impedance 100 kΩ, vzorkování do 100 kS/s, šířka pásma DC, 0,05 Hz–50 kHz, AAF, nastavitelné vstupní filtry, rozsahy 30 mV-4 V RMS (12 Vpk), základní přesnost 0.01+0.02%,
- základní přesnost měření činného výkonu 0.015+0.02 %,
- procesní rozhraní: 4AI (16-bit, +-10 V, 10 kS/s), 4AO (16-bit, +-10 V), 4DO, 4DI, vstupy a výstupy izolované do 500 V
- synchronizace: jakýmkoliv měřeným vstupem-pokročilá synchronizace matematicky upravenými vstupními signály, PWM; napájecím vstupem; externí,
- rozhraní: RS232, GPIB,
- měření harmonických a meziharmonických DFT se základní harmonickou 0,1 Hz–1,2 kHz, do 50 kHz s krokem 1 Hz, frekvenční analýza podle EN 61000-4-7, vyhodnocení harmonických podle EN 61000-3-2,
- měření flikru podle IEC 61000-4-15, vyhodnocení flikru podle EN 61000-3-3,
- záznam transientů s rozlišením 10 us, záznam 50 ms–60 s,
- měření kvality napětí v souladu s EN 61000-4-30.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



➔ Analyzátor sítě a PQ monitor ENA 500.22 s příslušenstvím

Výrobce: ELCOM

Rok výroby: 2005

Použití: Komplexní měření v elektrických sítích, analýza sítí, monitorování kvality elektrické energie/kvality napětí podle EN 50160, analýza a záznam symetrických složek a impedancí sítě, záznam událostí, HDO telegramů, transientů (do 10 kHz).

Parametry:

- dvou-systémový, čtyř kanálový analyzátor $2 \times (4 \times U + 4 \times I)$, možnost měřit na dvou nezávislých výkonových 3f systémech,
- rozsahy napětí 450, 250, 110, 65 V,
- rozsahy proudů-napěťové vstupy (podle připojených převodníků),
- šířky pásma 45 Hz – 2,5 kHz,
- FW/SW moduly:
 - měření kvality elektrické energie podle EN 50160 v souladu s EN 61000-4-30 (třída A),
 - FFT analyzátor, měření harmonických a mezipharmonických podle IEC 61000-4-7,
 - vektorskop, osciloskop,
 - měření flikru podle EN 61000-4-15,
 - transientní zapisovač, monitor událostí, HDO monitor,
 - analyzátor symetrických složek, analyzátor síťové impedance.

Příslušenství, proudové a napěťové sondy:

- 6 × Chauvin Arnoux E3N: rozsahy a převod 10/100 A na 1 V, frekvenční rozsah DC-100 kHz,
- 3 × Fluke i30s: rozsahy a převod 30 A na 3 V, frekvenční rozsah DC-100 kHz,
- 2 × Chauvin Arnoux C173: rozsahy a převod 1/10/100/1000 A na 1 V, frekvenční rozsah 10 Hz – 3 kHz,
- 3 × Chauvin Arnoux D37N: rozsahy a převod 30/300/3000 A na 3 V, frekvenční rozsah 30 Hz – 5 kHz
- 3 × Chauvin Arnoux D38N: rozsahy a převod 0,1/1/10 kA na 1 V, frekvenční rozsah 30 Hz – 50 kHz,
- 4 × Chauvin Arnoux AmpFLEX A103: rozsahy a převod 20/200 A na 2 V, frekvenční rozsah 10 Hz – 20 kHz,
- 4 × Chauvin Arnoux AmpFLEX A109: rozsahy a převod 1/10 kA na 1 V, frekvenční rozsah 10 Hz – 20 kHz,
- 3 × vysokonapěťová sonda Testec TT-HVP40: pasivní galvanicky neizolovaná, rozsah 40 kVDC/28 kVAC a převod 1000:1, frekvenční rozsah DC – 50 MHz.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



➔ Instrumentační systém NI PXI

Výrobce: National Instruments

Rok výroby: 2008, 2013

Použití: Měření a generování signálů (synchronizovaných) pro účely proprietárních (automatizovaných) testů a měření, využití v testovacích systémech, ověřování vyvinutých algoritmů.

Parametry:

- šasi PXI-1042Q,
- kontrolér PXI-8106: 2.16 GHz Dual-Core PXI Embedded Controller, 512 MB dual-channel 667 MHz DDR2 RAM,
- měřicí karta DAQ PXI-4472: 8 izolovaných vstupů, A-A filtry, vzorkování 102,4 kS/s, 24-bitů, $\pm 10V$, dynamický rozsah 110 dB, využitelné se značným portfoliem napěťových a proudových převodníků (s rozsahy 5 A – 10 kA, 50 V – 40 kV),
- generátorová karta PXI-5421: 100 MS/s, 16-bit, paměť 32 MB, výstupní napětí 12 Vpp, využitelné se zesilovačem AMX108,
- synchronizační karta NI PXI-6682: GPS, IRIG-B, IEEE 1588, GPS anténa.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



➔ Instrumentační platformy cRIO a cDAQ

Výrobce: National Instruments

Rok výroby: 2008 – 2012

Použití: Měření a generování signálů (synchronizovaných)
pro účely proprietárních měřících a řídicích systémů, ověřování vyvinutých algoritmů.

Parametry:

Šasi a kontroléry:

- NlcRIO-9112 + NI 9014: 8-Slot, Virtex-5 LX30 CompactRIO šasi, Real-Time kontrolér, 400 MHz procesor, 128 MB DRAM, 2 GB paměť, 10/100BASE-T Ethernet port, Full-speed USB host port, RS232 serial port; dual napájení 9-35 VDC,
- 2 × NlcRIO-9114+ NI 9022: 8-Slot, Virtex-5 LX50 CompactRIO rekonfigurovatelné šasi, Real-Time kontrolér s 533 MHz procesorem, 256 MB DRAM, 2 GB paměť, Dual Ethernet port s web serverem, Hi-Speed USB host port, RS232 serial port,
- NlcRIO-9144: 8-Slot EtherCAT Slave šasi pro C Series I/O Moduly, integrované 2M FPGA pole, 2x Ethernet port,
- 2 × NlcDAQ-9171: NI CompactDAQ 1-Slot USB šasi,
- NlcDAQ-9191: NI CompactDAQ 1-Slot Ethernet a 802.11 Wi-Fi šasi,
- NlcDAQ-9172: NI CompactDAQ 8-Slot USB šasi,
- NlcDAQ-9174: NI CompactDAQ 4-Slot USB šasi,

Zásuvné moduly:

- 2 × NI 9205: AI modul, 32-Ch, ± 200 mV - ± 10 V, 16-Bit, 250 kS/s,
- 2 × NI 9214: 16-Ch termočlánekový modul, ch-ch izolace 250 Vrms,
- NI 9219: AI modul, ch-ch izolace 250 Vrms,
- 3 × NI 9225: AI modul, 3-Ch, ch-ch izolace 600 Vrms, A-A filtry, současné vzorkování 50 kS/s/ch, 24-bit, rozsah 300 Vrms,
- NI 9227: AI modul, 4-Ch proudový vstup, ch-ch izolace 250 Vrms, A-A filtry, současné vzorkování 50 kS/s/ch, 24-bit, rozsah 5 Arms,
- 2 × NI 9229: AI modul, 4-Ch, ch-ch izolace 250 Vrms, A-A filtry, současné vzorkování 50 kS/s/ch, 24-bit, rozsah ± 60 V,
- 2 × NI 9239: AI modul, 4-Ch, ch-ch izolace 250 Vrms, A-A filtry, současné vzorkování 50 kS/s/ch, 24-bit, rozsah ± 10 V,
- NI 9263: AO modul, 4-Ch, 100 kS/s, 16-bit, ± 10 V,
- NI 9401: DI/O modul, 8 Ch, 5 V/TTL High-Speed Bidirectional,
- NI 9422: DI synchronizační modul, 8 Ch, 24 - 60 V, 250 μ s,
- NI 9481: Reléový modul, 4-Ch, SPST elektromechanická relé, 60VDC/1A, 250VAC/2A, ch-ch izolace 250 Vrms,
- NI 9870: 4 port RS232 serial, atd.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



➔ Příjimač VF rušení PMM 9010 s příslušenstvím

Výrobce: Narda

Rok výroby: 2011

Použití: Měření vysokofrekvenčních rušení šířených po vedení, měření vysokofrekvenčních emisí dle standardů FCC, CISPR, EN, vývoj měřicí a řídicí elektroniky, výkonové elektroniky/měníčů.

Parametry:

Základní parametry/vlastnosti:

- šířka pásma 10 Hz – 30 MHz, (rozšiřitelné do 3 GHz)
- rozlišení 0,1 Hz+ (v závislosti na pásmu),
- vstup: 50 Ω , attenuátor 0 – 35 dB, zisk předzesilovače 20 dB, omezovač pulsů, maximální vstupní úroveň 137 dBuV,
- detektory: peak, quasi-peak, average, RMS, RMS-average, C-average, APD,
- AM demodulace,
- nejistota měření 1 dB,
- měření ve shodě s CISPR 16-1-1,
- měření dle EN 55011, 55012, 55013, 55014-1, 55015, 55022, 55025 ad.
- automatické měřicí rutiny,
- rozhraní: RS232, USB.

Příslušenství:

Měřicí síť LISN PMM L3-32:

- 3 $\times$ 400/230 V/32 A,
- 50 Ω / (5 Ω +50 mH) (CISPR 16-1-2),
- 9 kHz – 30 MHz.

Napěťová sonda:

- SHC-1/1000: 1500 Ω , do 1000 V s útlumem 35 dB (dle CISPR 16-1-2)

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



→ Termokamera FLIR SC640

Výrobce: FLIR

Rok výroby: 2013

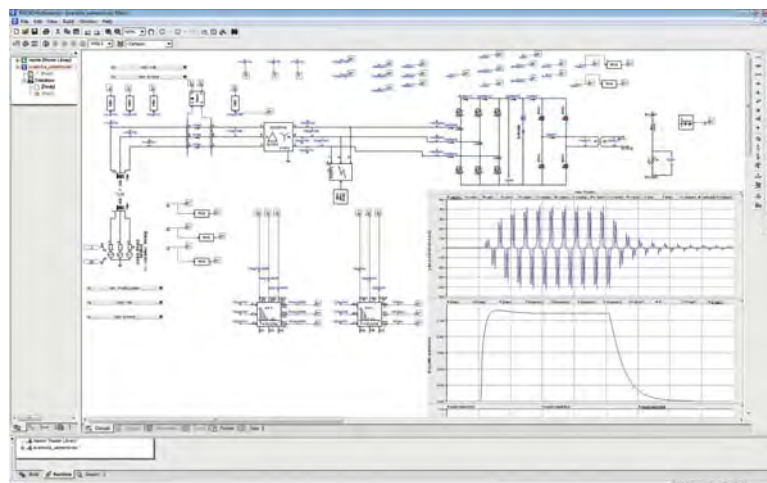
Použití:

- diagnostika komponentů distribučních a přenosových sítí, rozveden, rozváděčů,
- infradiagnostika, elektrických zařízení, měničů, komponentů,
- fotovoltaických panelů, převodovek, motorů,
- termovize opláštění budov,
- uplatnění v elektroenergetice, průmyslu, stavebnictví.

Parametry:

- detektor: nechlazené mikrobolometrické FPA pole 640×480 pixelů, spektrální rozsah: $7,5 - 13 \mu\text{m}$, teplotní citlivost: 60 mK na 30°C ,
- objektiv: $f=8\text{mm}/\text{FOV } 32^\circ$, zorné pole $24 \times 18^\circ$, minimální ostřicí vzdálenost $0,3 \text{ m}$, prostorové rozlišení $0,65 \text{ mrad}$, manuální a automatické ostření, identifikace objektu automatická,
- konverze, zpracování, záznam: snímání obrazu $30/\text{sec}$, elektronický zoom $1-8\times$, prokládání obrazu – foto/infra, infrafoto-formát JPEG 14-bit s měřicími daty, visfoto-formát standardní JPEG 14-bit; infravideo-formát plně radiometrické IR-video 14-bit, nebo MPEG-4,
- měření: $-40^\circ\text{C} - 1500 (2000)^\circ\text{C}$; přesnost $2^\circ\text{C} + 2\%$ z hodnoty; různé měřicí módy; automatická korekce měřicí vzdálenosti (po zadání), okolní teploty a relativní vlhkosti; automatické optické korekce na základě měření z interních senzorů; korekce emisivity měřeného objektu v rozsahu $0,01 - 1$; automatická korekce reflektované okolní teploty po zadání teploty odrazu; korekce externí optiky (okna) po zadání prostupu a teploty okna,
- ukládání snímků a videa: výměnná SD karta (do 1 GB), streaming do PC přes FireWire nebo USB,
- pomocné systémy: výklopný display 1024×600 pixelů, laserový pointer,
- rozhraní: IEEE-1394, USB, IrDA, SD slot,
- napájení: bateriové (Li-Ion) na 3 hodiny, síťové,
- váha $1,7 \text{ kg}$.

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
E-mail: drapela@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 211



➔ **SW nástroje:** **PSCad 4.2.1**
Matlab (Simulink) R2009b (R2012)
LabVIEW 2010 (2012)
BricsCAD
AutoCAD

Použití:

PSCad 4.2.1:

modelování a simulace elektrických sítí; statické a dynamické modely prvků: vedení, transformátory, regulátory, filtry, setrvačníky, akumulace, distribuované/obnovitelné zdroje, řídicí a měřicí obvody a algoritmy; simulace ustálených chodů, poruch, vlivu distribuované výroby, akumulace, regulace, filtrace, atd.

Matlab (Simulink) R2009b:

modelování a simulace chování měničů, sítí; modelování a simulace/vývoj měřících a řídicích algoritmů měřících přístrojů a měničů.

LabVIEW 2010:

realizace proprietárních měřících, řídicích a testovacích systémů na bázi virtuální instrumentace.

BricsCAD, AutoCAD:

tvorba projektů elektroinstalací, tvorba výrobní dokumentace.

Odpovědná osoba:

LabVIEW, Matlab:

Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.

E-mail: drapela@feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 211

PSCAD:

Ing. David Topolánek, Ph.D.

E-mail: topolanek@feec.vutbr.cz

Telefon: 541 146 235

BricsCAD, AutoCAD:

Ing. Branislav Batora

E-mail: xbator00@stud.feec.vutbr.cz

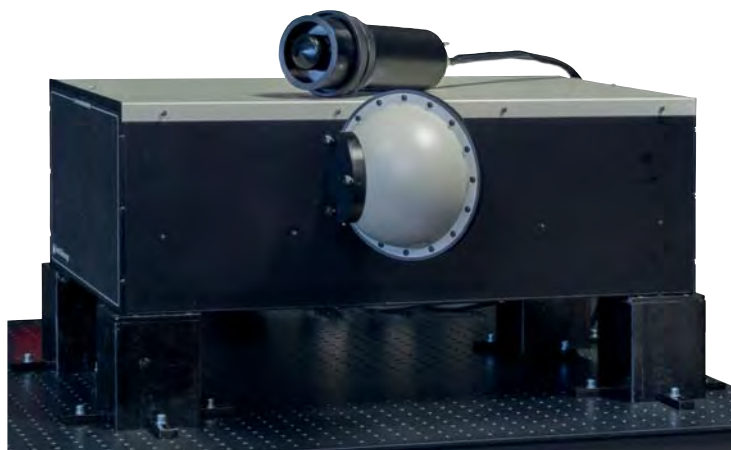
Telefon: 541 146 420

→ Laboratoř světelné techniky

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D.**
Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: SA7.25
E-mail: baxant@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 212

Zaměření laboratoře:

- Konvenční a speciální analýzy světelně-technických parametrů zdrojů a svítidel.
- Přesná radiometrie a spektrofotometrie (ČSN EN 62471,...).
- Kalibrace digitálních fotoaparátů pro účely jasové analýzy (vybrané typy přístrojů).
- Vývoj a výroba speciálních diferenčních filtrů pro objektivy digitálních fotoaparátů pro korekci fotometrických veličin.
- Alternativní měřicí metody ve fotometrii s důrazem na využití digitální fotografie.
- Úsporné zdroje světla (LED, moderní výbojové zdroje, indukční zdroje světla, využití dutých světlovodů, optických vláken).
- Vývoj fytotronových komor s nízkou energetickou spotřebou.
- Vývoj software a aplikací pro měření a vyhodnocování dat (jasové analyzátory, měření UGR).
- Vývoj software pro hodnocení rozsáhlých souborů dat z měření.
- Měření fotometrických parametrů svítidel, čáry svítivosti, účinnost, hodnocení jasových poměrů.
- Měření a hodnocení osvětlovacích soustav a jiných osvětlovacích systémů s důrazem na využití jasové analýzy a digitální fotografie.



→ Radiometrický systém Optronic OL 750

Výrobce: Gooch & Housego

Rok výroby: 2011

Použití: Systém umožňuje provádět extrémně citlivá, komplexní, všestranná a vysoce přesná spektrometrická a fotometrická měření. Veškerá komunikace se systémem je v rámci co nejvyšší přesnosti prováděna pomocí přidružené výpočetní techniky. Zařízení je vybaveno dvojitým monochromátorem a umožňuje provádět automatickou spektrální analýzu, spektrální odezvu, zrcadlovou nebo difúzní odrazivost a spektrální propustnost.

Hlavní částí systému je již zmíněný dvojitý monochromátor. Skládá se ze dvou pohyblivých hranolů a několika dalších štěrbin, pomocí pohybu hranolů je ze spektra vybrána pouze ta složka, kterou chceme změřit. Vysoká přesnost měření, až 0,2 nm je dána automatickou kalibrací a velmi přesnou použitou optickou soustavou. Systém OL 750 má svůj vlastní řídicí systém, který v reálném čase kontroluje veškeré procesy a obstarává komunikaci s okolím. Jako detektor záření je použit speciální, vysoce citlivý senzor na bázi GaAs a PbSe, který je opatřen vlastním teplotně kompenzačním systémem. Součástí je i proměnně nastavitelný stabilizovaný zdroj, určený pro napájení kalibračního světelného zdroje.

Parametry:	spektrální rozsah:	200 nm až 30 μ m
	kalibrace:	200 až 750 nm 750 až 2200 nm 1900 až 6500 nm
	detektor:	křemíkový (200 až 1100 nm) PbSe (1000 až 5000 nm)
	šířka pásma:	1 nm (2 nebo 5 nm)
	přesnost měření:	0,2 nm (0,1)
	výstupní změřená veličina:	W/cm ² nm W/cm ² sr nm

Odpovědná osoba: Doc. Ing. Petr Baxant, Ph.D.
E-mail: baxant@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 212



→ Programovatelný světelný zdroj OL 490

Výrobce: Gooch & Housego

Rok výroby: 2011

Použití: Programovatelný světelný zdroj OL 490 umožňuje na svém výstupu vytvářet světlo buď o jedné vlnové délce nebo zvoleném spektru. Navíc toto záření může být v čase stále nebo proměnné, co do intenzity anebo spektra. Vyniká vysokým výstupním výkonem, velkým rozlišením a extrémně rychlou dynamikou. Díky těmto vlastnostem nachází uplatnění v širokém spektru vědních oborů a komerčního využití od světelných laboratoří, přes certifikační centra, po lékařské účely. Skládá se ze čtyř hlavních částí. Elektrická energie potřebná k napájení výbojky nejprve prochází přes napájecí zdroj, jehož účelem je systém ochránit proti nebezpečným hodnotám napětí, které se v napájecí síti mohou vyskytnout. Systém pomocí senzorů kontroluje, zdali nedošlo k přehřátí některé části zařízení. Samotný zdroj světla – xenonová výbojka OL-490-Xe s příkonem 500 W má svůj vlastní teplotně stabilizační systém, který opět pomocí senzorů a řídicí elektroniky hlídá šetrný provoz výbojky. Nicméně i přes všechnu snahu dochází poměrně rychle k její degradaci a její životnost v systému je pouhých 500 hodin, což značně prodražuje měření. Pro přesné určení konce jejího života je každých 6 minut inkrementován čítač. Hlavní „mozek“ celého systému je opět v další oddělené části a kromě opticky aktivních prvků obsahuje speciální DMD čip, řídicí elektroniku a rozhraní pro komunikaci s okolím. Účelem DMD čipu je pomocí velkého množství mikroskopických zrcátek odrážet námi zvolené části spektra do výstupního optického kabelu o délce 1 m.

Parametry:	rozlišení vlnových délek:	0,39 nm
	spektrální rozsah:	380 až 780 nm
	garantovaná přesnost:	1 nm
	šířka pásma:	5 až 20 nm (podle navolené šířky štěrbin)
	max. změny spektra:	12 500 spekter/s
	max. modulační frekvence:	6,25 kHz
	odstup od šumu (kontrast):	>1000:1
	průměr výstupního otvoru:	3 mm
	napájecí napětí:	100 až 260 VAC; 47 až 63 Hz
	komunikační rozhraní:	USB 2.0
	spektrální rozsah optického kab.:	340 až 800 nm

Odpovědná osoba: Ing. Jan Škoda, Ph.D.
E-mail: skoda@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 238



→ Optický stůl OTM 502 s opto-mechanickými komponenty

Výrobce: Melles Griot, Thorlabs

Rok výroby: 2011

Použití: Optoelektrická měření, optika, spektrometrie, fotometrie.

Parametry: Optický stůl CVI Melles Griot 07 OTM502 sendvičové konstrukce s pasivním tlumením vibrací a celkovou plochou 2,5 × 1,25 m. Výška stolu 900mm, pracovní plocha stolu: nerezová ocel s montážními otvory M6 v celé ploše s hloubkou 15 mm v síti 25 × 25 mm.

Příslušenství, opto-mechanické komponenty Thorlabs: set příslušenství ESK01/M; set příslušenství ESK03/M; set příslušenství ESK05/M; přesná rotační platforma PR01/M + adaptér PR01A/M pro PR01/M + adaptér CRA30/M, optická kolejnice XE25L1200/M, adaptér pro LED diody S1LED, přesná rotační platforma CRM1P/M; příslušenství 30 mm klecového systému 2 × CP08/M a 4 × ER4; atd.

Odpovědná osoba: Ing. Jan Škoda, Ph.D.
E-mail: skoda@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 238



→ Jasový analyzátor LDA

Výrobce: Vysoké učení technické v Brně

Rok výroby: 2011

Použití: Jedná se moderní měřicí přístroj na bázi digitálního fotoaparátu a speciálního vyhodnocovacího software, který umožňuje provádět měření jasů a jeho distribuce v osvětlovacích soustavách, ale i obecně v jakémkoliv prostoru za účelem hodnocení vizuální zátěže, kvality osvětlení ale i jiných analýz navázaných na zjišťování distribuce jasů.

Parametry:	Typ fotoaparátu: NIKON D7000 Typ snímače: CMOS Nikon DX 15,8×23,6 mm Počet obrazových bodů: 16,9 mil. bodů Efektivní počet obrazových bodů: 12,3 mil. bodů A/D převodník: 14 bitů / 16384 úrovní Rychlost uzávěrky: 1/8000 - 30 sec. + Bulb ISO citlivost: 100–6200 Hledáček: Optický, vybavený dioptrickou korekcí –3 až +1 dioptrie, velikost 19.5 mm, zvětšení 0,94. Displej: LCD s úhlopříčkou 7,5 cm a rozlišení 920 000 bodů Paměťové zařízení: SDHC, SD, MMC memory flash card Formát dat: Nikon Electronic Format (NEF) Rozměry (š×v×h): 132×105×77 mm Hmotnost bez baterie a objektivu: 690 g Typ objektivu: AF-S DX Nikkor 18–105 mm f/3.5–5.6G ED VR Ohnisková vzdálenost: 18–105 mm Konstrukce objektivu: 15 členů v 11 skupinách Rozsah clony: f/3.5–f/36 Typ clony: lamelová (7×) Min. vzdálenost zaostřování: 45 cm Bajonet: Nikon DX Průměr závitu filtru: 67 mm Hmotnost fotoaparátu: 421 g Vyhodnocovací software: LumiDISP verze 2.0 Dynamický rozsah měření jasů: 1:1 000 na jedno měření Úplný rozsah jasů pro f=18 mm: 1:3 200 000 000 (bez filtru)
-------------------	---

Odpovědná osoba: Ing. Jan Škoda, Ph.D.
E-mail: skoda@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 238

➔ Laboratoř elektrických ochran

Vedoucí laboratoře: **Doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.**
Technická 3082/12, Královo Pole, 616 00, Brno
Místnost: SA7.06
E-mail: orsagova@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 224

Zaměření laboratoře:

- ➔ Metody lokalizace a eliminace zemních spojení v kompenzovaných sítích.
- ➔ Metoda přizemnění postižené fáze a vyhodnocení jejího vlivu na bezpečnost sítí vn a nn.
- ➔ Výzkum metody pro lokalizaci zemního spojení vycházející z podrobné analýzy výsledků měření provedených v reálné distribuční síti.
- ➔ Možnosti využití stávajících zařízení pro měření a řízení sítě při vyhledání zemního spojení na základě implementace inovovaných algoritmů ochrany v souladu s filozofií SmartGrids.
- ➔ Zdokonalení algoritmů pro chránění distribučních sítí s využitím komunikace podle IEC 61850.
- ➔ Metody pro testování digitálních ochrany s komunikací podle IEC 61850.
- ➔ Testování proudových a napěťových převodníků.
- ➔ Testování ochranných funkcí IED: nadproudové, nadproudové s podpěťovým blokováním, diferenciální, distanční, automatiky OZ, synchro-check, zemní směrové i nesměrové.
- ➔ Testování elektroměrů, jednotek PMU (Phasor Measurement Unit) a MU (Merging Unit).
- ➔ Vývoj jednotky Merging Unit a SW pro správu signálů Sample Value dle IEC 61850-9-2.
- ➔ Měření parametrů venkovních a kabelových vedení.



→ OMICRON CMC256+ s příslušenstvím

Výrobce: OMICRON

Rok výroby: 2010

Použití: Generátor multifázových napěťových a proudových signálů s GPS synchronizací a dalšími HW, FW a SW nástroji umožňující:

- testování měřičů/monitorů kvality elektrické energie podle EN 61000-4-30,
- testování jednotek pro měření synchrofázorů (PMU) a slučovacích jednotek (MU),
- testování elektroměrů,
- sekundární tester ochran,
- testování komunikace dle IEC 61850,
- testování senzorů a převodníků, měřících přístrojů obecně do přesnosti 0,2%.

Parametry:

- proudové výstupy: 6 kanálů, 0 – 12,5 ARMS; 0 – 75 AAC, 0 – 35 ADC při jednom výstupu, přesnost 0,04 + 0,01 %, celkové harmonické zkreslení výstupu při harmonickém signálu do 0,07 %,
- napěťové výstupy: 4 kanály, 0 – 300 VAC (L-N), jednofázově 0-600 VAC, stejnosměrný výstup 4 × 0 – 300 VDC, přesnost 0,04 + 0,01 %, celkové harmonické zkreslení výstupu při harmonickém signálu do 0,05 %,
- šířka pásma DC-5 kHz, základní harmonická 10-1000 Hz s rozlišením 5 uHz, harmonické 10 – 3000 Hz, meziharmonické 10-1000 Hz, transienty DC-5 kHz,
- nastavení úhlu: $\pm 360^\circ$, rozlišení 0.001° , přesnost U/I 0,02/0,05 %,
- nízkovýkonové výstupy (senzorové výstupy): 6 kanálů, 0 – 10 Vp, 1 mA, přesnost 0,07 %, rozlišení 250 uV, zkreslení do 0,05 %,
- 10 binárních vstupů, 4 binární výstupy, 4 binární výstupy (tyristorově řízené), 2 čítecí vstupy,
- synchronizace: GPS IRIG-B, externí napětí,
- programovatelný výstup s nastavením tvaru vlny a časového průběhu.

Příslušenství: CMIRIG-B
OSH 253 – optická skenovací hlavice
CMLIB A
CPOL – tester polarity

Odpovědná osoba: Ing. David Topolánek, Ph.D.
E-mail: topolane@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 235



OMICRON CMC353

Výrobce: OMICRON

Rok výroby: 2010

Použití: Generátor multifázových napěťových a proudových signálů se základní SW výbavou:

- základní nastavení sekundárních testovacích signálů
3 × proudový výstup a 4 × napěťový výstup.

Parametry:

- proudové výstupy: 3 kanály, 0–32 ARMS; 0–64 AAC, 0–90 ADC při jednom výstupu, přesnost 0,15 + 0,05 %, celkové harmonické zkreslení výstupu při harmonickém signálu do 0,15 %,
- napěťové výstupy: 4 kanály, 0–300 VAC (L-N), jednofázově 0–600 VAC, stejnosměrný výstup 4 × 0–300 VDC, přesnost 0,08 + 0,02 %, celkové harmonické zkreslení výstupu při harmonickém signálu do 0,05 %,
- základní harmonická 10–1000 Hz, harmonické 10–3000 Hz, mezharmónické 10–1000 Hz, transienty DC–3,1 kHz,
- nastavení úhlu: +360 °, rozlišení 0.001 °, přesnost U/I 0,1/0,2 °

Odpovědná osoba: Ing. David Topolánek, Ph.D.
E-mail: topolanek@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 235



➔ OMICRON CPC100 s příslušenstvím

Výrobce: OMICRON

Rok výroby: 2008

Použití:

- testování PTP a PTN,
- testování proudových a napěťových senzorů,
- testování výkonových transformátorů,
- měření rezistance (vodičů, vinutí, rezistivity půdy, apod.),
- testování výdržného napětí,
- výkonový zesilovač pro CMC256+ pro zesílení proudového výstupu,
- testování dle IEC 61850 (Sampled Values),
- měření sousledné, zpětné a netočivé impedance venkovních vedení,
- měření korekčního faktoru a zemního poměru,
- měření vzájemné vazby dvou vedení a vazby mezi silovým vedením a sdělovacím vedením,
- měření zemního odporu zemnicích soustav,
- měření dotykového a krokového napětí (FFT voltmetr – CP AL1).

Parametry:

- proudový výstup: AC - 0–800 A, přesnost: amplituda 0,1 + 0,1 %, fáze 0,1 °; AC - 0–2 kA s připojeným zesilovačem, přesnost: amplituda 0,13 + 0,13 %, fáze 0,25 %; DC - 0–400 A, přesnost: amplituda 0,2 + 0,05 %, fáze 0,2 °,
- napěťový výstup: AC - 0–2 kV, přesnost: amplituda 0,05 + 0,05 %, fáze 0,2 °,
- šířka pásma: DC, 15–400 Hz,
- měřicí vstupy: I AC/DC 10 A a 1 A, V1 AC 300 V (500 kΩ), V2 AC 3 V (10 MΩ), V DC 10 V, 1 V, 100 mV, 10 mV.

Příslušenství: CP CB2
CP CU1
CP AL1 FFT voltmetr

Odpovědná osoba: Ing. David Topolánek, Ph.D.
E-mail: topolanek@feec.vutbr.cz
Telefon: 541 146 235

Vybrané projekty výzkumu a vývoje Výzkumného programu 3

→ Dynamický model distribuční sítě

Projekt: TAČR č. TA03020523

Doba řešení: 1. 1. 2011 – 30. 10. 2015

Problematika provozování distribučních sítí s velkým podílem obnovitelných zdrojů, zejména fotovoltaických a větrných elektráren je v současné době velmi aktuální. Oba tyto zdroje se vyznačují rychlým kolísáním výkonu v čase, což vede k potřebě dynamického řešení těchto systémů. V rámci první části projektu bude řešen dynamický model distribuční sítě a dynamické modely jednotlivých typů zdrojů, dále bude vytvořena řídicí jednotka pro zdroj reprezentující síť, který následně umožní testování dynamického chování zejména menších elektráren. V rámci druhé části projektu bude řešena interakce mezi obnovitelnými zdroji a signálem hromadného dálkového ovládání (HDO), který je v ČR používán pro dálkové řízení spotřeby, konkrétně elektrického vytápění a elektrického ohřevu teplé užitkové vody. Bude vyvinut software pro hodnocení vlivu filtračních a filtračně-kompenzačních zařízení na úroveň užitečného signálu HDO a bude vyvinut měřicí přístroj pro měření impedancí zdrojů na frekvenci HDO.

→ Systém chránění sítě VN s využitím senzorů proudu a napětí se standardizovaným digitálním výstupem IEC 61850-9-2

Projekt: TAČR č. TA03010444

Doba řešení: 1. 1. 2013 – 30. 9. 2016

Tento projekt se zabývá digitalizací měření dle standardu IEC 61850-9-2, která přináší do oblasti chránění a řízení rozvodných zařízení nové možnosti a to při značných materiálových úsporách oproti klasickému řešení. Záměrem projektu je vyvinout unikátní zařízení pro digitalizaci výstupního signálu senzorů proudu a napětí ve formě funkčního vzorku parametrizovatelné slučovací jednotky a ve spojení s průmyslově vyráběnými senzory vytvořit senzorický systém pro měření napětí a proudů s digitální rozhraním dle IEC 61850. Důležitou součástí výsledku projektu je softwarový nástroj pro zpracování výstupních dat senzorů s digitálním rozhraním sloužící k testování, verifikaci a zobrazení měřených signálů. Tento softwarový nástroj dále umožní řešit systémy chránění a řízení v sítích vn s komunikací podle IEC 61850 jako otevřené systémy s možností interoperability zařízení různých výrobců, která podporují uvedený standard.

→ Centrum pokročilých jaderných technologií (CANUT)

Projekt: TAČR č. TE01020455 (Centrum kompetence)

Doba řešení: 1. 3. 2012 – 31. 12. 2019

Centrum pokročilých jaderných technologií definuje systém dlouhodobé spolupráce ve výzkumu, vývoji a inovacích výzkumných organizací a významných průmyslových podniků. Důvodem vzniku CANUT je vybudování strategického partnerství členů konsorcia v oblasti jaderných technologií, ve kterých patří zúčastněné organizace k mezinárodně uznávaným výzkumným institucím a průmyslovým podnikům s dlouhou historickou tradicí. Tyto technologie patří ke klíčovým a prestižním tématům výzkumu v celém světě.

→ Výzkum a vývoj modulárního systému fytotronových komor s nízkou energetickou spotřebou

Projekt: FR-TI3/383

Doba řešení: 1. 4. 2011 – 31. 12. 2014

Tento projekt je orientován na výzkum a vývoj nových vhodných technologií pro osvětlení, teplotu a vlhkost fytotronových komor. V rámci řešení je vyvíjen fytotronový box, který pomocí standardních programů řízení bude splňovat běžně požadované parametry vnitřního prostředí z hlediska uživatele. Vývoj je dále orientován na optimalizaci celého procesu s cílem snížit veškeré energetické vstupy. Na základě výzkumu a vývoje je navrhován vhodný modulární systém fytotronových komor s nízkou energetickou spotřebou a využitím moderních zdrojů světla.



www.cvvoze.cz



Centrum výzkumu a využití
obnovitelných zdrojů
energie



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace