

SMART GRID

Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, 042 01 Košice, <http://web.tuke.sk/fei-kee/web/>



Zoznam členov výskumného tímu

Dr.h.c. prof. Ing. Michal Kolcun, PhD., je vedúcim Katedry elektroenergetiky (KEE) FEI TU v Košiciach. Vo svojej vedeckej a pedagogickej činnosti sa zaoberá problematikou riadenia prevádzky ES, využitím informačných technológií v oblasti riadenia ES a riešením technických problémov v súvislosti s liberalizáciou trhu s elektrinou. Jeho bohaté skúsenosti v oblasti vedenia vedeckých pracovníkov sú využité na riadenie riešiteľského vedeckého kolektívu a sú zárukou úspešnej realizácie riešených projektov.

Doc. Ing. Lubomír Beňa, PhD. je docentom na KEE FEI TU v Košiciach. Vo svojej vedeckej a pedagogickej činnosti sa zaoberá problematikou počítačovej analýzy elektrických sietí a optimalizáciou prevádzky ES. Vo svojej habilitačnej práci riešil problematiku využitia špecializovaných zariadení na reguláciu tokov činných výkonov v elektrizačných sústavách. Aktuálne sa venuje na určovaní možností implementovania regulačných zariadení za účelom zlepšenia stability prevádzky a tiež za účelom znižovania výkonových strát.

Doc. Ing. Alexander Mészáros, PhD. je docentom na KEE FEI TU v Košiciach. Vo svojej vedeckej a pedagogickej činnosti sa orientuje hlavne na skúmanie ekonomických a environmentálnych aspektov elektroenergetiky. Vo svojej habilitačnej práci riešil problematiku hodnotenia ekonomickej efektívnosti optimálnej regulácie napätia v ES SR.

Ing. Dušan Medved', PhD. je odborný asistent na KEE FEI TU v Košiciach. Vo svojej odbornej a vedeckej činnosti pôsobí v oblasti počítačového modelovania teplotných a elektromagnetických polí numerickými metódami a v oblasti počítačového modelovania prvkov elektrizačnej sústavy.

Ing. Martin Kanálik, PhD. je odborný asistent na KEE FEI TU v Košiciach. Vo svojej odbornej a vedeckej činnosti pôsobí v oblasti výpočtov ustálených a prechodných stavov

v elektrizačných sústavách, v oblasti počítačového modelovania prvkov elektrizačnej sústavy a v oblasti kvality elektriny.

Ing. Stanislav Ilenin, PhD. je odborný asistent na KEE FEI TU v Košiciach. Vo svojej vedeckej a pedagogickej činnosti pôsobí v oblasti elektrických sietí, elektrických inštalácií a staníc. Zaoberá sa návrhom vonkajších elektrických vedení, inteligentných elektrických inštalácií a návrhom elektrických staníc s využitím softvérov pre projektovanie.

Ing. Marek Pavlík, PhD. je odborný asistent na KEE FEI TU v Košiciach. Vo svojej vedeckej a pedagogickej činnosti sa orientuje na spravovanie fyzického modelu obnoviteľných zdrojov energie v kombinácii s akumuláčnymi zariadeniami. Aktuálne sa venuje oblasti nasadenia a spolupráce obnoviteľných zdrojov energie.

Ing. Zsolt Čonka, PhD. je odborný asistent na KEE FEI TU v Košiciach. Špecializuje sa na problematiku využitia špeciálnych zariadení na reguláciu výkonových tokov a zvýšenie stability elektrizačných sústavách, ako aj systémom chránenia jednoduchých a robustných elektrických systémov.

Zameranie výskumu

- Princípy výroby elektrickej energie (klasické a netradičné zdroje elektrickej energie)
- Prenos elektrickej energie (parametre vedení, výpočty ustálených a prechodných prevádzkových stavov)
- Riadenie elektrizačnej sústavy (automatizačné systémy, umelá inteligencia)
- Ochranné prvky v elektrizačnej sústave (klasické, digitálne)
- Spotreba elektrickej energie (elektrotepelná technika, osvetľovacie sústavy)
- Ekonomika elektroenergetiky a problematika životného prostredia
- Výskum dynamických javov v elektrizačnej sústave
- Výskum pôsobenia inteligentných sietí na distribučnú sústavu
- Výskum spolupráce obnoviteľných zdrojov energie a ich nasadenie do denného diagramu zaťaženia
- Meranie a vyhodnocovanie elektrických veličín z pohľadu kvality elektrickej energie
- Merania v elektrizačnej sústave z hľadiska bezpečnej prevádzky
- Riešenie mechaniky vonkajších silových vedení

Význam a prínosy výskumu

Elektrizačná sústava je z technicko-fyzikálneho hľadiska jednotným a komplexným systémom, pre ktorý v každom časovom okamihu platia fyzikálne zákony. Tento systém kladie vysoké nároky na zaručenie bezpečnej, spoľahlivej a hospodárnej prevádzky elektrizačnej sústavy ako celku.

Súčasný celosvetový trend v oblasti využívania obnoviteľných zdrojov energií smerujú k neustále sa zvyšujúcim nárokom na ich reguláciu a hospodárne využívanie. Hospodárna výroba energie z pomerne ťažšie predikovatelných obnoviteľných zdrojov tak častokrát vedie k jej využívaniu v mieste výroby, resp. k akumulácii energie do inej formy pre neskoršie využitie, resp. využitie v čase energetických špičiek.

Inteligentné meracie systémy (IMS) v súčasnosti slúžia hlavne ako meracie a fakturačné zariadenia. Tento zúžený pohľad nedovoľuje využiť technologický potenciál IMS ako prostriedok pre uskutočnenie inteligentných distribučných sietí. Využitie ich vlastností

a funkcií, aj na úrovni nižšieho napätia, môže napomôcť k zníženiu strát pri distribúcii elektrickej energie, ako aj k regulácii napätia (pri dodržaní stanovenej kvality elektrickej energie).

Pre dosiahnutie týchto cieľov je potrebné zabezpečiť vybilancovanie lokálnej výroby a spotreby elektrickej energie (napríklad znížením krátkodobej spotreby a akumuláciou elektrickej alebo tepelnej energie do inej formy); reguláciu prepätia a podpätia; identifikáciu fázových asymetrií, nežiadúcich výkonov a strát; nasadenie distribuovaných riadiacich algoritmov (tzv. smart inteligenciu); využitie akumulovania energie a v neposlednom rade priniesť určitú pridanú hodnotu pre spotrebiteľa vo forme zníženia ceny distribučných poplatkov, zvýšenia spoľahlivosti a kvality elektriny.

Zavádzanie inteligentných sietí, ktoré zároveň slúžia ako samoregulačné zariadenia, si však vyžaduje prehodnotenie bežných prístupov k predikcii odberu a dodávky elektrickej energie. Predikčný softvér, založený na presných údajoch z IMS, môže v konečnom dôsledku priniesť zníženie koncovej ceny elektriny.

S rozvojom využívania obnoviteľných zdrojov energie je stále aktuálna otázka akumulácie energie, riadenie, jej uskladnenie a následná spotreba. V dôsledku starnúcich distribučných sietí a zvyšovania podielu pomerne ťažko predikovatelných obnoviteľných zdrojov energie s rýchlou zmenou výstupného výkonu na dodávke elektriny, je čoraz ťažšie zabezpečiť stabilitu siete a potrebnú kvalitu elektrickej energie, ktorá je garantovaná prostredníctvom vyhlášky o kvalite dodávky elektriny. V obciach a mestách s redšou distribučnou sieťou je zabezpečenie potrebných kvalitatívnych parametrov energie veľmi ťažké a situácia sa neustále zhoršuje, nakoľko distribučné vedenia pracujú mnohokrát na hranici svojich technických možností predovšetkým z pohľadu zabezpečenia kvality elektriny. Pripájaním nových zdrojov do týchto sietí, sa táto kvalita môže ešte výrazne zhoršiť a prevádzkovateľ distribučnej siete, nebude schopný zabezpečiť požadovanú kvalitu.

Jedným zo spôsobov zlepšenia kvalitatívnych parametrov siete, je pri vysokej penetrácii obnoviteľných zdrojov v distribučnej sieti, zabezpečenie akumulácie elektriny v mieste jej výroby a následnej spotreby. Zdroj energie v mieste alebo oblasti spotreby odľahčí distribučnú sieť a akumulácia elektriny pri správnom začlenení do sústavy umožní vyrovnanie denného diagramu zaťaženia v danom mieste alebo oblasti a zabezpečí tzv. neutrálne správanie sa zdroja voči distribučnej sieti.

Preto výskum v oblasti zabezpečenia stabilnej a spoľahlivej prevádzky distribučnej sústavy je z hľadiska liberalizácie trhu, znižovania podielu klasických zdrojov a nasadzovania obnoviteľných (ťažšie predikovatelných) zdrojov a zabezpečenia kvalitatívnych ukazovateľov elektrickej energie vysoko aktuálny.

Riešenie aktuálnych problémov

- Optimalizácia prevádzky obnoviteľných zdrojov energie v elektrizačnej sústave
- Optimálna regulácia napätia v distribučných sústavách
- Výskum vplyvu inteligentných sietí na distribučnú sústavu
- Vplyv FACTS zariadení na nastavenie vypínacích charakteristík dištančných ochrán
- Výskum spolupráce obnoviteľných zdrojov energie v distribučnej sústave
- Vplyv vyšších harmonických na straty na vedeniach a transformátoroch

- Výskum zariadení pre zlepšenie dynamickej stability elektrizačnej sústavy
- Riešenie technických problémov v liberalizovanom trhu s elektrinou
- Výskum možností využitia FACTS zariadení na minimalizáciu strát v elektrizačnej sústave
- Modelovanie výroby elektriny z veterných elektrární pre plánovanie rozvoja elektrizačnej sústavy
- Výskum vplyvu obnoviteľných zdrojov energie na podporné služby v elektrizačných sústavách
- Vyhodnotenie spoľahlivosti napájania elektrických staníc vn a ich vlastnej spotreby
- Výskum metód oceňovania elektriny
- Analýza a predikcia cien elektriny na komoditnej burze
- Ampacita vonkajších prenosových vedení
- Implementácia Smart Grid technológií a stanovenie jej vplyvu na bezpečnosť a stabilitu elektrizačnej sústavy

Riešené projekty

1. **Riadenie ES ČSFR z hľadiska optimálneho nasadzovania jednotlivých výrobní do denného diagramu zaťaženia.** Číslo projektu 4163, inštitucionálny výskum FEI TU v Košiciach riešený v rokoch 1991-93)
2. **Racionalizácia prevádzky elektroenergetických sústav a zariadení.** Číslo projektu 42161, inštitucionálny výskum FEI TU v Košiciach riešený v rokoch 1994-96.
3. **Modelovanie elektroenergetických sústav a zariadení za účelom ich racionálneho využívania a prevádzky v nových hospodársko-ekonomických podmienkach Slovenskej republiky.** Číslo projektu 1682/94. Grantový projekt typu GAV bol riešený v rokoch 1994-96 na KEE FEI TU v Košiciach.
4. **Modelovanie elektrizačnej sústavy v podmienkach neurčitosti.** Číslo projektu 1336. Grantový projekt riešený na KEE FEI STU a KEE TUKE. Doba riešenia 1994-96.
5. **Riadenie prevádzky ES SR s využitím umelých neurónových sietí.** Číslo projektu 4127. Inštitucionálny výskum na FEI TU v Košiciach v rokoch 1997-2000.
6. **Nové smery v riadení elektrizačnej sústavy SR s využitím prvkov umelej inteligencie.** Číslo projektu VEGA 1/5023/98. Riešený v rokoch 1998-2000.
7. **Use of Technical Measurements in Solving Environmental Problems.** Projekt kategórie SOCRATES –ERASMUS v spolupráci so ZČU Plzeň a FH Zwickau, doba riešenia 1999-2001.
8. **The Effective Use of Physical Theories of Conversion of Energy,** Projekt kategórie SOCRATES – ERASMUS v spolupráci so ZČU Plzeň a FH Zwickau, doba riešenia 2001-2004.
9. **Harmonization of Electrical Power Engineering Curricula (HEPEC) No. 51707-IC-3-2002-1-CZ-ERASMUS-MODUC-1** v spolupráci so ZČU Plzeň a FH Regensburg, doba riešenia 2003.
10. **Terciárna regulácia napätia a jalového výkonu v ES SR.** Inštitucionálny výskum na FEI TU v Košiciach v rokoch roky 2000-2002, Košice 2003.
11. **Electricity Load Forecast Using Intelligent Technologies – EUNITE** (The European Network on Intelligent Technologies for Smart Adaptive Systems), 2002.
12. **Riešenie mechaniky vonkajších silových vedení v trojrozmernom priestore,** inštitucionálny výskum na FEI TU v Košiciach 2000-2002.
13. **Komplexné riešenie mechaniky kotevného poľa vonkajších silových vedení a jeho možná aplikácia,** projekt VEGA č. 1/7199/20 pre roky 2000-2002.

14. **Komplexná analýza ES.** Číslo projektu VEGA 1/8133/01. Riešený v rokoch 2000 – 2003.
15. **Uplatnenie progresívnych princípov výroby a premien energie ŠP VaV,** číslo úlohy: 2003 SP 26 028 0B 02, Čiastková úloha č. 5: Technologický rozvoj elektrizačnej sústavy a technologické predvídanie, 2003-2006.
16. **Stabilita elektrizačnej sústavy Slovenska v podmienkach liberalizovaného trhu s elektrickou energiou,** APVT-20-026902/04.
17. **Riešenie technických problémov v prostredí liberalizovaného trhu s elektrinou,** číslo projektu VEGA č:1/1058/04 za roky 2004-2006.
18. **On-line metóda pre vyšetrovanie dynamickej stability elektrizačnej sústavy,** VEGA 1/1061/04.
19. **Zvyšovanie spoľahlivosti a prenosovej schopnosti silových vedení,** VEGA 1/1063/04.
20. **Vplyv pripojovania decentralizovaných zdrojov elektriny na prevádzku elektrizačnej sústavy,** VEGA 1/3141/06.
21. **Spoľahlivosť vonkajších silových vedení (VSV) a oteplenie zväzkových vodičov vysokoprúdových vedení (nad 2 kA),** VEGA 1/4070/07.
22. **Vplyv trhového prostredia na prenosy a premeny elektrickej energie.** 2004 SP2606K0C02.
23. **Analýza kvality elektriny a návrh riešení vedúcich k jej zvýšeniu v prostredí liberalizovaného trhu s elektrinou,** VEGA 1/4075/07.
24. **Výskum strát v elektrizačnej sústave,** číslo projektu VEGA 1/4072/07.
25. **Komplexná analýza a optimalizácia strát v elektrizačnej sústave,** číslo projektu APVV-0385-07.
26. **Inovácia výučby predmetov so zameraním na svetelnú techniku,** číslo projektu KEGA č. 3/7122/09
27. **Využitie FACTS zariadení v elektrizačných sústavách,** číslo projektu 06K1160 SK-BG-0010-08, riešený v rokoch 2009/2010.
28. **Výskum možností eliminácie kritických stavov elektrizačnej sústavy Slovenskej republiky,** číslo projektu VEGA 1/0166/10.
29. **Centrum výskumu účinnosti integrácie kombinovaných systémov obnoviteľných zdrojov energií,** projekt zo ŠF EÚ s výzvou OPVaV-2009/2.2/02-SORO (ITMS kód 26220220064) (aktivita 2.3. Inteligentné riadenie výroby a spotreby elektriny z obnoviteľných energetických zdrojov)
30. **Výskum charakteristík fotovoltaičných komponentov pre efektívne projektovanie solárnych systémov,** projekt zo ŠF EÚ s výzvou OPVaV-2009/2.2/03-SORO (ITMS kód 26220220080)
31. **Ochrana obyvateľstva SR pred účinkami elektromagnetických polí,** projekt zo ŠF EÚ s výzvou OPVaV-2009/2.2/05-SORO (ITMS kód 26220220145).
32. **Výskum dynamických javov v elektrizačnej sústave Slovenskej republiky,** číslo projektu VEGA 1/0388/13.
33. **Výskum prieniku vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa cez stavebné ekologické materiály,** číslo projektu VEGA 1/0132/15.

Spolupráca s hospodárskou praxou

- Optimálna regulácia napätia v prenosovej sústave SR (SEPS, a.s., 2008)
- Možnosti regulácie tokov výkonov v elektrizačnej sústave Slovenskej republiky (SEPS, a.s., 2008)
- Posúdenie návrhu medzifázových separátorov na úseku dvojitého 110 kV vonkajšieho vedenia M. Třebová – Svitavy (etapa II), september 2006.

- Reálne skúšky „Štartu z tmy“ v roku 2014 (SEPS, a.s., 2014)
- Výpočet elektrických veličín v ustálenom stave a analýza dynamickej stability v prípade štartu z tmy zdroja TEK0 (SEPS, a.s., 2014)
- Vyhodnotenie priebehu reálnych skúšok štartu z tmy z PVE Ružín a DG Moldava do systémovej elektrárne TEK0 realizovaných dňa 18.6.2014 (SEPS, a.s., 2014)
- Hĺbková analýza nameraných dát počas reálnych skúšok štartu z tmy PVE Ružín-TEK0 a DG Moldava-TEK0 dňa 18.6.2014 (SEPS, a.s., 2014)
- Zvýšenie prenosovej schopnosti Slovensko-Maďarského cezhraničného profilu (SEPS, a.s., 2014)
- Štúdia – Databáza atribútov zariadení prenosovej sústavy (SEPS, a.s., 2015)
- Štúdia – Prieskum využiteľnosti WAMS pre vytváranie alarmov pre dispečerské riadenie (SEPS, a.s., 2014)
- Meranie prechodných javov pri vzniku kovového zemného spojenia vo vnútrnej sústave ES Bardejov (VSD, a.s., 2015)
- Vypracovanie vstupných podkladov pre vykonanie reálnej skúšky „Štartu z tmy“ DG Moldava alebo PVE Ružín – EVO v termíne 10/11 – 2015, vyhodnotenie skúšok a návrh opatrení (SEPS, a.s., 2015)
- Príprava laboratória pre testovanie hybridných fotovoltaických systémov (VSD, a.s., 2016)

Spolupráca s akademickými inštitúciami a priemyslom

Spolupracujeme na riešení úloh vedy a výskumu s organizáciami:

- Inštitút energetiky Polytechnika Czestochowa
- Katedra elektroenergetiky FEI VŠB-TU Ostrava
- Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky FEI STU Bratislava
- Katedra elektroenergetiky a ekológie, ZČU Plzeň
- Politechnika Rzeszowska, PL
- Fakulta Kandó Kálmán, Óbuda university Budapest
- Slovenské elektrárne, a.s.
- Východoslovenská energetika, a.s. Košice (VSE)
- Elektrárne Nováky, (ENO)
- Elektrárne Vojany, (EVO)
- Vodné elektrárne Trenčín
- Atómové elektrárne Bohunice
- Tepláreň Košice, TEK0
- Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s. (SEPS)
- Stredoslovenská energetika, a.s. Žilina (SSE)
- ABB ELEKTRO, s.r.o. Bratislava
- Výskumný ústav jadrových elektrární a.s., Trnava (VUJE)
- Železnice Slovenskej republiky, Košice (ŽSR)
- ELEKTROVOD, s.r.o. Bratislava
- U.S. Steel Košice, s.r.o.
- Chemko, a.s. Strážske
- Chemes, a.s. Humenné
- Slovalco, a.s. Žiar nad Hronom

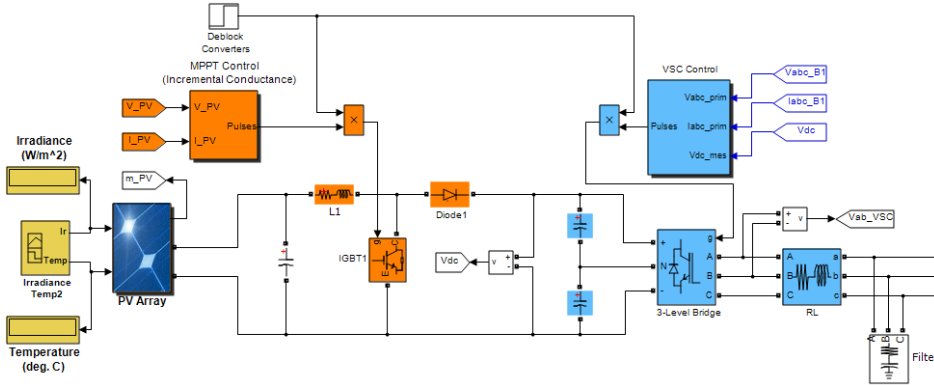
Vybrané publikácie

Výskumný tím publikoval výsledky svoje práce vo vedeckých a odborných časopisoch, v zborníkoch vedeckých konferencií a vedeckých monografiách, medzi ktoré patria:

1. MÁŠLO, K., KOLCUN, M.: *Load-frequency control management in island operation*. In: Electric Power Systems Research. Vol. 114 (2014), p. 10-20. - ISSN 0378-7796 - ISI Current Contents Journal, IF=1.749.
2. KOLCUN, M., BEŇA, L., MÉSZÁROS, A.: *Optimalizácia prevádzky elektrizačnej sústavy*. Košice: TU 2009. 265 s. ISBN 978-80-553-0323-9.
3. FECKO, Š., REVÁKOVÁ, D., VARGA, L., LAGO, J., ILENIN, S.: *Vonkajšie elektrické vedenia*. Bratislava: Renesans - 2010. - 600 s.. - ISBN 80-89402-35-9.
4. MÉSZÁROS, A.: *Metodika hodnotenia ekonomického prínosu optimálnej regulácie napätia*. Košice: TU 2011. 125 s. ISBN 978-80-553-0756-5.
5. MÉSZÁROS, A.: *Ekonomika v elektroenergetike*. Košice: Technická univerzita - 2015. 229 s. ISBN 978-80-553-2146-2.
6. KOLCUN, M., BEŇA, L.: *Využitie špecializovaných zariadení na reguláciu tokov výkonov v elektrizačných sústavách*. Košice : TU - 2011. - 128 s.. - ISBN 978-80-553-0767-1.
7. GRABARA, J., KOLCUN, M., KOT, S.: *The role of information systems in transport logistics*. In: International Journal of Education and Research. Vol. 2, no. 2 (2014), p. 1-8. ISSN 2201-6740 Spôsob prístupu: <http://www.ijern.com/journal/February-2014/25.pdf>.
8. KOVALČÍK, M., FECILAK, P., JAKAB, F. DUDIÁK, J., KOLCUN, M.: *Cost-Effective Smart Metering System for the Power Consumption Analysis of Household*. In: International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA). Vol. 5, no. 8 (2014), p. 135-144. - ISSN 2156-5570 Spôsob prístupu: http://thesai.org/PdfFileHandler.ashx?file=IJACSA_Volume5No8.
9. MÉSZÁROS, A.: *Analýza výroby elektriny v podmienkach SR z hľadiska trvalej udržateľnosti*. In: Elektroenergetika. Roč. 4, č. 1 (2011), s. 5-9. ISSN 1337-6756.
10. NOVÁK, M., KOLCUN, M.: *Riešenie technických problémov v liberalizovanom trhu s elektrinou*. Košice : TU - 2014. - 125 s. ISBN 978-80-553-1880-6.
11. KOLCUN, M., BEŇA, L., KOŠICKÝ, T.: *Using of Voltage Regulation in Distribution Networks for System Balancing of Transmission System*. In: Power and Electrical Engineering. No. 32 (2014), p. 55-58. - ISBN 978-9934-10-627-9 - ISSN 2256-0238.
12. KOLCUN, M., DUDIÁK, J.: *Analýza komunikačných technológií pre inteligentné meracie systémy*. In: EE časopis. Roč. 20, č. 2 (2014), s. 42-44. - ISSN 1335-2547.
13. NOVÁK, M., KRAVEC, R., KANÁLIK, M., ČONKA, Zs., KOLCUN, M.: *UPFC influence to transient stability of power system*. In: Elektro 2014: 10th international conference: proceedings: Rajecké Teplice, May 19-20, 2014. Žilina: ŽU, 2014 s. 343-346. ISBN 978-1-4799-3720-2.

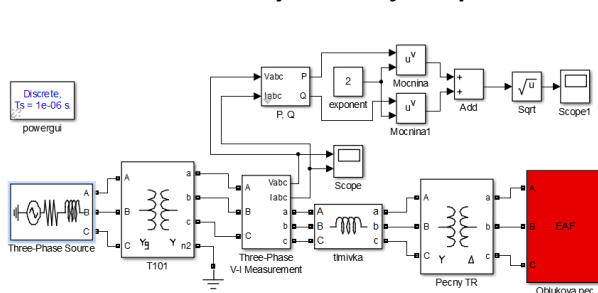
Fotografická dokumentácia

1. Modelovanie pripojovania fotovoltaickej elektrárne

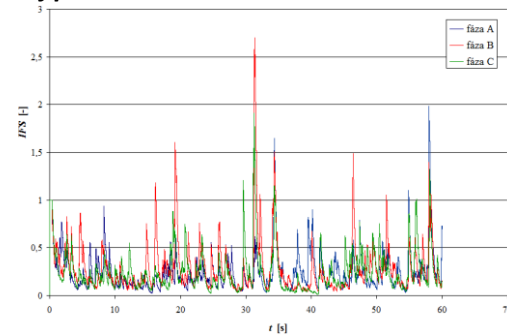


Modelovanie 999 kW fotovoltaickej elektrárne

2. Modelovanie dynamickkej kompenzácie oblúkovkej pece

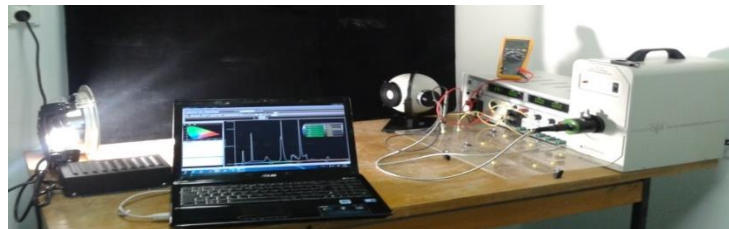
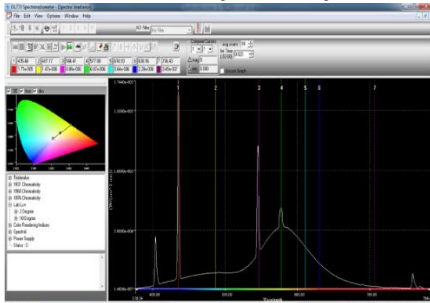


Bloková schéma zapojenia pre kontrolu odoberaného zdanlivého výkonu oblúkovou pecou



Priebehy okamžitej miery blikania (IFS) v sieti v prípade použitia el. oblúkovkej pece o výkone 1 MVA

3. Meranie spektrálnych charakteristík svetelných zdrojov



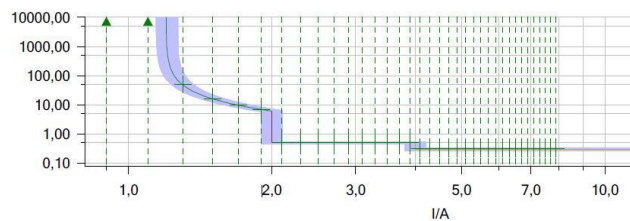
4. Meranie nadprúdovej charakteristiky na RED 615 s výstupným protokolom



Stav:

36 z 36 testované body.
36 úspešné body.
0 neúspešné body.

Všeobecne - vyhodnotenie: Test úspešný.



Aktiv.	Názov	Vypinacia charakteristika	I príťahový	Čas	Prídržný pomer	Smer
Áno	I #1 Fáza	IEC Very Inverse	1,20 Iref	0,30	0,95	Nesmerové
Áno	I #2 Fáza	Určitý čas IEC	2,00 Iref	0,50 s	0,95	Nesmerové
Áno	I #3 Fáza	Určitý čas IEC	4,00 Iref	0,30 s	0,95	Nesmerové