VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STUDIJŲ MODULIO

Mobiliųjų mašinų ir geležinkelių transporto katedra

A dalis

Modulio pavadinimas
Traukos riedmenų elektros pavaros ir jų valdymas

Modulio pavadinimas (anglų kalba)
Traction Electric Drives and their Control

Modulio grupė	Studijų dalyko
Modulio blokas	Doktorantūros specialybės dalykai
Priklausomybė	Katedros

Mokslo krypties ir srities kodas		**Studijos**
T 003	**T 000**	**Doktorantūros**

Modulio kodas

Fakultetas		Katedra		B, A, M, I, D	Modulio Nr.*
T	I	M	G	D	20001

* modulio registracijos numeris katedroje

Kreditai

Iš viso:	Iš jų: KD, KS, KP
6	0

Atsiskaitymo forma

Į, E1, E2, E, BE, BD, TD, A	KD, KS, KP
E	

Studijų forma		Paskaitoms	Lab. darbams	Pratyboms	Aud. darbui	Sav. darbui	Iš viso
Nuolatinės studijos	F	48	0	32	80	80	160
Ištęstinės studijos	I						

Modulio tikslas

Pagilinti doktorantų žinias apie traukos riedmenų elektros pavarų valdymą, suprasti statinių energijos keitiklių ir naujosios kartos puslaidininkių valdymo ypatumus, išugdyti gebėjimus analizuoti ir vertinti pavarų veiksmingumą.

Modulio tikslas (anglų kalba)

To deepen knowledge about the control of electric drives of traction vehicle, the peculiarities of control of static energy converters and to develop the ability to analyze the efficiency of drivers.

Suteikiamos žinios ir gebėjimai

Formuojami gebėjimai kurti, modeliuoti ir analizuoti šiuolaikinių traukos riedmenų pavarų automatinio valdymo ir diagnostikos sistemų tyrimo metodus; gebėjimai įgytas metodų kūrimo ir modeliavimo žinias savarankiškai taikyti automatinio pavarų valdymo sistemoms vertinti; darbo laiko planavimo ir organizaciniai įgūdžiai, mokėjimas numatyti ir įgyvendinti produktyvius bei veiksmingus tiriamojo darbo būdus; gebėjimai argumentuotai perteikti traukos riedmenų pavarų valdymo problemas ir jų priežastingumą kolegoms (specialistams) bei platesnei auditorijai.

Suteikiamos žinios ir gebėjimai (anglų kalba)

Ability to develop, model and analyze research methods for modern traction vehicle automatic control and diagnostic systems; ability to independently apply the acquired knowledge of method development and modeling for the evaluation of automatic transmission control systems; working time planning and organizational skills, ability to anticipate and implement productive and effective research methods; ability to convey the problems of traction drive control and their causality to colleagues (specialists) and a wider audience.

Modulio anotacija

Traukos riedmenų elektros pavarų valdymo pagrindinės sąvokos ir principai. Nuolatinės ir kintamosios srovės traukos elektros mašinų charakteristikų palyginamoji analizė. Statinių energijos keitiklių ir naujosios kartos didelės galios puslaidininkiniai elementų tyrimas. Kintamosios ir nuolatinės srovės sistemų lokomotyvų elektros pavarų struktūrines schemų kūrimas ir funkcionalumo vertinimas. Dažnio keitiklių kintamosios srovės elektros variklių greičio valdymui kūrimas ir įterptinių sistemų su mikrovaldikliais analizė. Traukos riedmenų elektros pavarų automatinio valdymo dėsningumo analizė. Analoginių ir skaitmeninių traukos riedmenų elektros pavarų automatinio valdymo sistemų veiksmingumo vertinimas. Naujosios kartos traukos riedmenų pavarų diagnostikos sistemų tyrimo metodai.

Modulio anotacija (anglų kalba)

Basic concepts and principles for control of rail traction vehicle electric drives. Comparative analysis of the characteristics of direct and alternating current electric machines. Investigation of static energy converters and the newest generation high power semiconductor cells. Development of structural diagrams and evaluation of functionality of electric drives of alternating and direct current system locomotives. Development of frequency converters for speed control of AC electric motors and analysis of embedded systems with microcontrollers. Analysis of regularities of automatic control of electric drives of rail traction vehicles. Evaluation of the efficiency of automatic control systems for analogue and digital rail vehicle electric drives. Research methods for new generation traction drive diagnostic systems.

Literatūra (autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, metai)

1. Burch, E., P. 2019. Electric traction for railway trains; a book for students, electrical and mechanical engineers, superintendents of motive power and others Interested in the Development of Electric Traction for Railway Train Service. Books by Alpha Edition. 598 p.
2. Rao, K. Deergha. 2018. Signals and Systems. 1 rd ed., Springer International Publishing AG, 2018. ISBN: 978-3-319-68674-5. 434 p.
3. Tomas, R. E.; Rosa, A. J.; Toussaint G. J. 2016. The Analysis and Design of Linear Circuits, 8 rd ed. John Wiley&Sons, Inc., 2016. ISBN : 978-1-119-23538-5. 914 p.
4. Luis F. Chaparro. 2018. Signals and Systems Using MATLAB. Elsevier. ISBN: 9780128142042. 836 p.
5. Ghaviha, N. 2016. Energy Optimal Operation of Electric Trains: Development of a Driver Advisory System./Master Thesis/. Sweden, Malardalen University. 56 p.
6. Liudvinavičius, L., Dailydka, S., Vaičiūnas, G. 2015. Traukos energetinės sistemos ir jų valdymas. vadovėlis. Vilnius: Technika. 2015, ISBN 978-609-457-791-8. 616 p.
7. Szumanowski, A. 2013. Hybrid Electric Power Train Engineering and Technology: Modeling, Control, and Simulation. Warsaw University of Technology, Poland. 314 p.

8. Liudvinavičius, L.; Dailydka, S.; Lingaitis, L. P. 2012. Lokomotyvų elektros pavarų parametrų diagnostika: mokomoji knyga. Vilnius: Technika. 228 p.
9. Liudvinavičius, L. 2012. Lokomotyvų elektrodinaminio stabdymo efektyvumo tyrimas: daktaro disertacija. Vilnius: Technika. 133 p. ISBN 978-609-457-333-0.
10. Liudvinavičius, L.; Lingaitis, L. P.; Dailydka, S. 2010. Traukos riedmenų elektros pavaros ir jų valdymas: bendrasis aukštųjų mokyklų vadovėlis. Vilnius: Technika. ISBN 978-9955-28-559-5. 320 p.
11. Liudvinavičius, L.; Lingaitis, L. P. 2010. New locomotive energy management systems, Maintenance and Reliability = Eksploatacja i niezawodnosc / Polish Academy of Sciences
12. Robert Bosch GmbH. 2009. Dyzelinių variklių valdymo sistemos. ISBN 978-9955-707-67-7. Kaunas: Smaltija. 496 p.
13. Liudvinavičius, L.; Lingaitis, L. P.; Dailydka, S.; Jastremskas, V. 2009. The aspect of vector control using the asynchronous traction motor in locomotives, Transport 24(4): 318-324.
14. Navakauskas, D.; Serackis, A. 2008. Skaitmeninis signalų apdorojimas taikant MATLAB : vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika. ISBN 978-9955-28-325-6. 381 p.
15. Liudvinavičius, L.; Lingaitis, L. P. 2007. Electrodynamic braking in high-speed rail transport, Transport XXII (3): 178-186.
16. Lingaitis, L. P.; Liudvinavičius, L. 2006. Electric drives of traction rolling stocks with AC motors, Transport XXI (3): 223-229.
17. Smilgevičius, A. 2005. Automatikos mikromašinos: vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams, studijuojantiems elektros inžineriją. Vilnius: Technika. 343 p.
18. Takashi, K., et al. 2004. Easy Maintenance and Environmentally-friendly Train Traction System, Hitachi Review 53(1): 17-19.
19. Kirvaitis, R.; Martavičius, R. 2003. Analoginė elektronika .Vilnius: Tecnika. ISBN 9986-05-685-3. 336 p.
20. Masteika, R. 2003. Elektros pavaros. Teorija, schemos, projektavimas, uždaviniai, pavyzdžiai: mokomoji knyga. Kaunas: Technologija. 40 p.
21. Yamamura, S. 2003 Theory of Linear Induction Motors. 2nd Ed. University of Tokio Press. 2003, Mūnchen: Maxon. 265 p.
22. Ogawa, T., et al. 2003. Test Running with Speed Sensorless Vector Control for Rolling Stock, in Proceedings of the 2003 National Convention I.E.E. Japan (Mar.) 5: 286-297.
23. Encoder catalogue. 2003. Kubler Catalogue. Germany. 171 p.
24. Rufer, A.; Philippe, P. 2002. A supercapacitor-based energy storage system for elevators. 0-7803-7114-3/01/$10.00 (C) 2001. 6 p.
25. Rufer, A.; Philippe, P. 2002. A supercapacitor-based energy storage system for elevators
26. Takashi, K., et al. 2004. Easy Maintenance and Environmentally-friendly Train Traction System, Hitachi Review 53(1): 17-19.
27. Yamamura, S. 2003 Theory of Linear Induction Motors. 2nd Ed. University of Tokio Press. 2003, Mūnchen: Maxon. 265 p.
28. Ogawa, T., et al. 2003. Test Running with Speed Sensorless Vector Control for Rolling Stock, in Proceedings of the 2003 National Convention I.E.E. Japan (Mar.) 5: 296-297.
29. Inarida, S., et al. 2001. Train Traction Systems for Passenger Comfort and Easier Maintenance, Hitachi Review 50: 134-138.
30. Fuest, K.; Döring, P. 2000. Elektrische Maschine und Antriebe. Lehr- und Arbeitsbuch. Vieweg. Wiesbaden. High Precision Drives and Systems. 2001. Firmos "Maxon motor" inf. medžiaga-katalogas. Sachseln: Maxon.185 p.
31. Crowder, R. M. 1998. Electric Drives and Their Control. Oxford: Oxford University Press. 256 p.
32. Boldea, I. 1997. Linear electric actuators and their control: A Review, in Proceedings of the American Control Conference. Alburque, New Mexico, June, p. 2617-2633.
33. Subrahmanyan, V. 1996. Electric Drives. USA: McGraw-Hill. 715 p.
34. Sen, P. C. 1996. Principles of Electric Machines and Power Electronics. New York-Chich-ester-Brisbane-Toronto-Singapure-Weinheim: John Wiley&Sons.
35. De Broe, A. M.; Julian, A. L.; Lipo, T. A.1996. Neutral-to-ground voltage minimization in a PWM-rectifier/inverter configuration, Proc. IEE Conf. Power Electron. Variab. Speed Drives, Nottingham, UK, p. 564-568.
36. Slemon, G. R. 1994. Electrical machines for variable-frequency drives, Proc. IEEE 82(8): 1123-1139.
37. Andresen, E. Ch., Haun, A. 1993. Influence of the pulse-width modulation control methodon the performance of frequency inverter induction motor drives, Eur. Trans. Elec. Power3(2): 151-161, Mar./Apr.
38. Lipp, A.; Ionn, D.; Manngler, R.; Gapanovič, V.; Nazarov, A.; Šilkin, V. 2009. Vyskorostnoi poezdg VELARO. Železnyje dorogi mira. Rail International / Schienen der Welt. Ruskoje izdanije - Russian Edition, 8: 37. ISSN 0321-145. . (rusų k.)
39. Kalinin, V. K. 1991. Elektrovozy i poezda. Maskva: Transport. . (rusų k.)
40. Strepkopytov, V. V.; Griščenko A. B.; Kruček, V. A. 2003. Električeskije peredači lokomotyvov. Maskva: Maršrut. (rusų k.)

Savarankiško darbo turinys

Užduoties pavadinimas	Sav. darbo apimtis vienai užduočiai					Užduočių skaičius				Iš viso valandų			
	Rėžis	Priimta				NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)	NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)
		NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)								
Referatas	8-24	8				1				8			
Kitos savarankiškos studijos	1-200	32				1				32			
Kolokviumas	8-30	8				1				8			
Pasirengimas atsiskaitymui	16-40	32				1				32			

Modulio sudarytojai (vardas,pavardė)

Gintautas Bureika

Modulio egzaminuotojai (vardas, pavardė):

Marijonas Bogdevičius

Gintautas Bureika

Katedros vedėjas (vardas, pavardė):

Marijonas Bogdevičius

Doktorantūros komisijos nutarimas

1. Modulis atestuojamas				
2. Modulis skirtas mokslo krypčiai:		**Transporto inžinerija**		
3. Modulio atestacija galioja:	nuo	2024-01-02	iki	2028-01-01

Modulį atestavo
Mokslo krypties doktorantūros komisijos pirmininkas (vardas, pavardė)

Gintautas Bureika Data 2024-06-27

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STUDIJŲ MODULIO

Mobiliųjų mašinų ir geležinkelių transporto katedra

B dalis

Modulio pavadinimas
Traukos riedmenų elektros pavaros ir jų valdymas

Modulio pavadinimas (anglų kalba)
Traction Electric Drives and their Control

Modulio kodas						**Kreditai**		**Atsiskaitymo forma**	
Fakultetas		Katedra		B, A, M, I, D	Modulio Nr.*	Iš viso:	Iš jų: KD, KS, KP	Į, E1, E2, E, BE, BD, TD, A	KD, KS, KP
T	I	M	G	D	20001	6	0	E	

* modulio registracijos numeris katedroje

Studijų forma		Paskaitoms	Lab. darbams	Pratyboms	Aud. darbui	Sav. darbui	Iš viso
Nuolatinės studijos	F	48	0	32	80	80	160
Ištęstinės studijos	I						

Paskaitų temų sąrašas

Temos (darbo) pavadinimas	Valandų skaičius			
	NL(S)	I(S)	I(S)	NL(T)
1. Transformatorinės traukos pastotės. Geležinkelio energetinės sistemos ir eismo valdymo įrenginių automatinis valdymas, naudojant GPS, GLONASS ir GALILEO	2			
2. Lokomotyvų elektrinė galios pavara, keliami reikalavimai. Sukimosi greičio jutikliai-tachogeneratoriai, resolveriai, enkoderiai.	2			
3. Bendrosios žinios apie traukos elektros mašinas. Nuolatinės srovės mašinų naudojimo sritys.	3			
4. Nuolatinės srovės traukos elektros mašinos sandara ir jos parametrų valdymas.	2			
5. Nuolatinės ir kintamosios srovės traukos generatorių natūraliosios ir dirbtinės charakteristikos. Valdymo sistemos su tiristoriniais valdomaisiais lygintuvais, inverteriais.	3			
6. DC/DC, AC/DC srovės sistemų šilumvežių elektros pavarų sandaros schemos. AC/AC srovės sistemų šilumvežių elektros pavarų sandaros schemos. Sukimosi greičio ir erdvinės	4			
7. Lokomotyvų traukos keitiklių ypatumai. Lygintuvai. Bendros žinios apie valdomus puslaidininkinius keitiklius. Valdomieji lygintuvai. Inverteriai. Naujos kartos lokomotyvų	6			
8. Lokomotyvo elektros pavaros darbo režimai. Nuolatinės ir kintamosios srovės elektros pavarų automatinio valdymo sistemos.	3			
9. Lokomotyvų elektros pavaros ir jų automatinio valdymo ir diagnostikos sistemos. Lokomotyvų elektros pavarų valdymo sistemų sandara ir klasifikacija.	4			
10. Tiristorinių ir tranzistorinių (IGBT) statinių keitiklių charakteristikos. Elektros pavarų su tiristoriniais ir tranzsitoriniais (IGBT) keitikliais jėgos ir valdymo grandinės.	4			
11. Reversinių valdomųjų lygintuvų jėgos grandinės ir valdymo būdai.	2			
12. DC/DC, AC/DC, DC/AC, AC/AC srovės sistemų elektrovežių, elektrinių traukinių elektros pavarų sandaros schemų ypatybės; DC/DC, AC/DC, DC/AC, AC/AC srovės	4			
13. Elektrovežių, elektrinių traukinių, tramvajų, troleibusų elektros pavarų maitinamų iš nuolatinės srovės kontaktinio tinklo sistemos. Elektrovežių, elektrinių traukinių, elektros	3			
14. Nuolatinės srovės traukos variklio bekontakčio valdymo principai. Nuolatinės srovės elektros pavarų automatinio valdymo sistemos. AC/DC, AC/AC srovės sistemos	4			

15. DC/DC, AC/DC, AC/AC srovės sistemų šilumvežių elektros pavarų sandaros schemos.	2			
Iš viso:	**48**			

Pratybų temų sąrašas

Temos (darbo) pavadinimas	Valandų skaičius			
	NL(S)	I(S)	I(S)	NL(T)
1. Traukos keitikliai	4			
2. IGBT tranzistoriai	4			
3. Traukos keitiklių su IGBT PWM moduliacija	4			
4. Asinchroninių traukos variklių automatinis valdymas	4			
5. Elektrodinaminis stabdymas	4			
6. Energijos taupymo sistemos	4			
7. Optimalaus lokomotyvo valdymo aspektai	4			
8. Elektros pavarų diagnostika	4			
Iš viso:	**32**			

Modulio sudarytojai (vardas,pavardė) **Modulio egzaminuotojai** (vardas, pavardė): **Katedros vedėjas** (vardas, pavardė):

Gintautas Bureika Marijonas Bogdevičius Marijonas Bogdevičius
Gintautas Bureika

Doktorantūros komisijos nutarimas

1. Modulis atestuojamas
2. Modulis skirtas mokslo krypčiai: **Transporto inžinerija**
3. Modulio atestacija galioja: nuo 2024-01-02 iki 2028-01-01

Modulį atestavo
Mokslo krypties doktorantūros komisijos pirmininkas (vardas, pavardė)

Gintautas Bureika Data 2024-06-27