

RTU studiju kurss "Kuģu elektrotehnika un elektronika"

0J000 Latvijas Jūras akadēmija

Vispārējā informācija

Kods	LJA373
Nosaukums	Kuģu elektrotehnika un elektronika
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācībspēks	Gundis Lauža - Doktors, Asociētais profesors
Mācībspēks	Miroslavs Mališko - Lektors Aleksandrs Gasparjans - Doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	4 daļas, 9.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Studiju kurss ietver līdzstrāvas ķēžu analīzes metodes, elektromagnētismu, vienfāzes un trīsfāžu maiņstrāvas ķēžu analīzi, maiņstrāvas jaudas un jaudas koeficientu, transformatorus, līdzstrāvas un maiņstrāvas mašīnas, vienfāzes un trīsfāžu taisngriešanas shēmas. Studiju kurss ir izstrādāts atbilstoši STCW konvencijas kodeksa A-III/1 un A-III/2 standarta un profesijas standarta prasībām, kā arī ņemot vērā attiecīgo IMO paraugkursu rekomendācijas un citus saistošos normatīvos dokumentus. Nepilna laika studijas neklātienē tiek organizētas pēc individuāli izstrādāta studiju plāna.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir sniegt zināšanas kuģa elektrisko, elektronisko un vadības sistēmu ekspluatāciju, to tehnisko apkopi un remontu, tostarp organizāciju un vadību, atbilstoši STCW konvencijas Kodeksa A-III/1 un A-III/2 prasībām, kā arī ņemot vērā attiecīgo IMO paraugkursu rekomendācijas un citus saistošos normatīvos dokumentus. Studiju kursa uzdevumi: - iemācīt darbināt elektrosistēmas un elektroniskās sistēmas; - iemācīt ekspluatēt generatorus un elektroenerģijas sadales sistēmas atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem un kuģa procedūrām; - iemācīt ekspluatēt elektromotorus atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem un kuģa procedūrām; - iemācīt ekspluatēt elektroniskās, pneimatiskās un hidrauliskās vadības sistēmas atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem, procedūrām un kuģa ekspluatācijas režīma prasībām; - iemācīt ekspluatēt augstsprieguma sistēmas atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem un kuģa procedūrām; - iemācīt veikt elektrisko un elektronisko iekārtu tehnisko apkopi un remontu atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem, kuģa procedūrām un labai darba praksei.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	1. Laboratorijas darbu rezultātu analīze: 1) Līdzstrāvas ķēžu analīze, izmantojot Kirhofa likumus; Vitstona mērtisls; 2) Maiņstrāvas ķēžu ar aktīvo pretestību R, induktivitāti L un kapacitāti C paralēlais slēgums; 3) Slodzes „zvaigznes” slēgums trīsvadu un četrvadu sistēmās; 4) Asinhronā motora uzbūve, darbības princips, raksturlieknes; 5) Tranzistors. Tā ieslēgšanas shēmas, darbību raksturojošie parametri, voltampēru raksturlieknes. Organizācija: Patstāvīgi gatavojas laboratorijas darbiem, noformē laboratorijas darbu rezultātus izmantojot Lucas nulle UniTrain apmācības sistēmu. 2. Shēmu analīze: 1) Bipolārie jaudas tranzistori (BJT); 2) Uniopolārie jaudas tranzistori (MOSFET); 3) Kombinēto struktūru tranzistori (IGBT); 4) Triodtiristori (SCR); 5) Gate Turn Off (GTO) tiristori; 6) Vienfāzes un trīsfāžu vadāmie taisngrieži; shēmas un to darbības analīze; pielietošana kuģu elektroiekārtās; 7) Trīsfāžu strāvas un sprieguma invertori, shēmas un to darbības analīze; pielietošana kuģu elektroiekārtās; 8) Frekvences pārveidotāji ar līdzstrāvas posmu (PWM), kuģu elektroiekārtās pielietotās shēmas, to darbības analīze; 9) IGBT tranzistoru un to izmantošana frekvenču konverteros. 10) Frekvences pārveidotāji bez līdzstrāvas posma (CYCLO), kuģu elektroiekārtās pielietotās shēmas, to darbības analīze. 11) Vektorvadības konvertori. To darbības principi, shēmu prototipi un izmantošana kuģu elektropiedziņās. Organizācija: Shēmu analīzi studējošais veic plānveidīgā un saskaņotā sadarbībā ar mācībspēku. 3. Individuālais darbs. Studējošie patstāvīgi analizē studiju kursa literatūru.

Literatūra	Obligātā/Obligatory: 1. Uzārs, V. Kuģu energoelektronika. Lekciju konspekts. Rīga: LJA, 2002 2. Uzārs, V. Kuģu elektrotehnika. Lekciju konspekts. Rīga: LJA, 2003 3. Apse-Apsītis, P. Praktiskās elektrotehnikas rokasgrāmata. Elektriķa 66. Rīga: RTU izdevniecība, 2020 4. Dirba, J., Ketners, K. Elektriskās mašīnas. Rīga: RTU izdevniecība, 2007 5. Plūme, I. Elektroiekārtu ekspluatācija un remonts. Jelgava: 2008 6. Zītaris, U. Elektronikas pamati. Rīga: RTU izdevniecība, 2007 7. Ministru kabineta noteikumi Nr. 209 "Iekārtu elektrodrošības noteikumi", pieņemti 2016. gada 12. aprīlī. Pieejams: https://likumi.lv/ta/id/281514-iekartu-elektrodroshibas-noteikumi Papildu / Additional: 1. Boyd, G. Instrumentation and control systems, 5th edition. London: Adlard Coles Nautical, 2013 2. Hall, D. T. Practical marine electrical knowledge, 4th edition. Edinburgh: Witherby Seamanship International, 2019 3. IMarEST. Design of Propulsion and Electric Power Generation Systems. Edinburgh: Witherby Seamanship International, 2019 4. Lavers, C. Basic electrotechnology for marine engineers, 4th edition. London: Adlard Coles Nautical, 2013 5. Lavers, C. Advanced electrotechnology for marine engineers, 3rd edition. London: Adlard Coles Nautical, 2016 6. McGeorge, H.D. Marine Electrical Equipment and Practice. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1993 7. Yakimchuk, A. Programmable Logic Controllers and Applications for Marine Engineers and ETOs. Edinburgh: Witherby Seamanship International, 2020 8. Yakimchuk, A. Ship Automation for Marine Engineers and ETOs. Edinburgh: Witherby Seamanship International, 2011 9. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW Convention), 1978, as amended. 10. Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping Code (STCW Code), as amended. 11. 7.02 Chief Engineer Officer and Second Engineer Officer. IMO Model course, 2014 12. 7.04 Officer in Charge of an Engineering Watch. IMO Model course, 2014 13. 7.08 Electro-Technical Officer. IMO Model course, 2014 14. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), 1978, as amended. 15. Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping Code (STCW Code), as amended.
Nepieciešamās priekšzināšanas	Matemātika, fizika (elektrotehnikas pamatzināšanas), datorprasmes, angļu valodas zināšanas.

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienēs studijas		Nepilna laika neklātienēs studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
1. Elektrisko ķēžu struktūra un elementi (IMO 7.04.-2.1.1.1.)	1	0	1	0
2. Līdzstrāvas elektriskās ķēdes: 2.1. Līdzstrāvas ķēžu analīze ar Oma likuma palīdzību; (IMO 7.04.-2.1.1.1.) 2.2. Līdzstrāvas ķēžu analīze, izmantojot Kirhofa likumus; Vitstona mērtis; (IMO 7.04.-2.1.1.1.2.) 2.3. Elektriskās ķēdes darbs, enerģija, jauda. (IMO 7.04.-2.1.1.1.3.)	10	5	10	5
3. Elektromagnētisms (IMO 7.04.-2.1.1.2.2.): 3.1. Vadītāja un spoles magnētiskais lauks, magnētiskās spēka līnijas; 3.2. Elektromagnētiskā indukcija, elektromagnētiskais spēks, pašindukcija; Faradeja, Lenca, Maksvela un Fleminga likumi; 3.3. Feromagnētiskie materiāli un to pielietošana. 3.4. Pilnās strāvas likums. Tā pielietošana	4	4	4	4
4. Vienfāzes sinusoidālas maiņstrāvas ķēdes (IMO 7.04.-2.1.1.2.1.): 4.1. Maiņstrāvu raksturojošie lielumi; 4.2. Maiņstrāvas ķēžu ar aktīvo pretestību R, induktivitāti L un kapacitāti C virknes slēgums; 4.3. Maiņstrāvas ķēžu ar aktīvo pretestību R, induktivitāti L un kapacitāti C paralēlais slēgums; 4.4. Maiņstrāvas ķēdes jauda un jaudas koeficients. Induktivitāte un impedance (IMO 7.04.-2.1.1.2.3.) 4.5. Simboliskā metode maiņstrāvas ķēžu aprēķinos	12	12	12	12
5. Trīsfāžu maiņstrāva (IMO 7.04.-2.1.1.1.4.): 5.1. Slodzes „zvaigznes” slēgums trīsvadu un četrvadu sistēmās; 5.2. Slodzes „trīsstūra” slēgums; 5.3. Trīsfāžu ķēdes jauda, tās mērīšana; 5.4. Elektrodrošība maiņstrāvas tīklu ekspluatācijā.	12	7	12	7
6. Līdzstrāvas elektriskās mašīnas 6.1. Līdzstrāvas mašīnas uzbūve un darbības princips (IMO 7.04.-2.1.1.5.2.); 6.2. Līdzstrāvas motori: ierosmes veidi, raksturīgnes, palaišana ātruma regulēšana (IMO 7.04.-2.1.1.5.2.); 6.3. Līdzstrāvas ģeneratori: ierosmes shēmas, raksturīgnes; līdzstrāvas mašīnu ekspluatācija (IMO 7.04.-2.1.1.3.2.).	7	5	7	5
7. Transformatori (IMO 7.04.-2.1.1.4.): 7.1. Uzbūve, darbības princips, ārējās raksturīgnes; 7.2. Autotransformatori, mērtransformatori, trīsfāžu transformatori.	3	4	3	4
8. Maiņstrāvas motori 8.1. Asinhronā motora uzbūve, darbības princips, raksturīgnes (IMO 7.04.-2.1.1.5.1.) 8.2. Asinhrono motoru starteri (IMO 7.04.-2.1.1.6.) 8.3. Asinhronie motori ar fāžu rotoru, vairākātrumu asinhronie motori (IMO 7.04.-2.1.1.5.). 8.4. Sinhronais ģenerators. Tā uzbūve, darbības princips, sprieguma regulēšana un pieslēgšana paralēlam darbam. (IMO 7.04.-2.1.1.3.1.)	7	5	7	5

9. Elektronikas pamati (IMO 7.04.-2.1.2.1.; 2.1.2.2.): 9.1. Pusvadītāju materiāli, p-n pāreja; pusvadītāju diode (IMO 7.04.-2.1.2.2.1.); 9.2. Zēnera diode, mirdzdiode, fotodiode. To pielietošana kuģu elektroiekārtās. 9.3. Vienfāzes un trīsfāžu taisngriešanas shēmas. 9.4. Tranzistors. Tā ieslēgšanas shēmas, darbību raksturojošie parametri, voltampēru raksturliķnes 9.5. Tranzistoru darbība slēdža režīmā, statistiskie un dinamiskie režīmi; tranzistoru slēdžu realizācijas shēmas.	10	6	10	6
9.6. Multivibratoru un univibratoru shēmas, to darbības analīze. Pielietošana kuģu elektroaprīkojumā. 9.7. Blokingģeneratoru shēmas un to darbības analīze. Pielietošana kuģu elektroaprīkojumā. 9.8. Elektrisko signālu ģeneratori (RC, LC u. C.). Shēmu darbības analīze. 9.9. Līdzstrāvas, maiņstrāvas pastiprinātāji un to shēmu darbības analīze. Operacionālie pastiprinātāji. Elektrisko signālu pastiprinātāji kuģu elektronikas shēmās. 9.10. Sprieguma stabilizatori. Shēmu darbības analīze, pielietošana kuģu elektroaprīkojumā.	13	12	13	12
10. Kuģu spēka pusvadītāju ierīces 10.1. Bipolārie jaudas tranzistori (BJT): strukturālā uzbūve, fizikālais darbības princips; tipi, konstrukcija, parametri; slēgumi, ieejas, izejas, raksturliķnes. 10.2. Uniopolārie jaudas tranzistori (MOSFET): strukturālā uzbūve, fizikālais darbības princips; tipi, konstrukcija, parametri, slēgumi, izejas (noteces), noteces– aizvara raksturliķnes. 10.3. Kombinēto struktūru tranzistori (IGBT): (IGBT) struktūru slēgumi paralēlslēgums, Darlingtonslēgums, kaskodslēgums. 10.4. Triodtristori (SCR): strukturālā uzbūve, fizikālais darbības princips; tipi, konstrukcija, parametri; voltampēru un vadības raksturliķnes (IMO 7.04.- 2.1.2.2.2.)	8	6	8	6
10.5. Jēdziens par integrālām mikroshēmām (IC), augstas integrācijas mikroshēmas (LSI) (IMO 7.04.- 2.1.2.2.3.) 10.6. Gate Turn Off (GTO) tiristori: strukturālā uzbūve, fizikālais darbības princips; tipi, konstrukcija, parametri; voltampēru un vadības raksturliķnes. 10.7. Simetriskie tiristori (Triacs); strukturālā uzbūve un darbības princips; tipi, konstrukcija, parametri; ieslēgšanas metodes, voltampērmēru raksturliķnes. 10.8. Jaudas pusvadītāji ierīču siltuma režīmi, to novērtēšana un dzesēšana tehniskajā ekspluatācijā.	12	4	12	4
11. Kuģu energoelektronika (IMO 7.02.- 2.1.1.2.): 11.1. Vienfāzes un trīsfāžu vadāmie taisngrieži; shēmas un to darbības analīze; pielietošana kuģu elektroiekārtās. 11.2. Trīsfāžu strāvas un sprieguma invertori, shēmas un to darbības analīze; pielietošana kuģu elektroiekārtās. 11.3. Frekvences pārveidotāji ar līdzstrāvas posmu (PWM), kuģu elektroiekārtās pielietotās shēmas, to darbības analīze. 11.4. IGBT tranzistoru un to izmantošana frekvenču konverteros (IMO 7.02.- 2.1.3.5.)	8	6	8	6
11.5. Frekvences pārveidotāji bez līdzstrāvas posma (CYCLO), kuģu elektroiekārtās pielietotās shēmas, to darbības analīze. 11.6. Vektorvadības konverteri. To darbības principi, shēmu prototipi un izmantošana kuģu elektropiedziņās (IMO 7.02.- 2.1.3.5.) 11.7. Kuģu elektriskās enerģijas pārveidotāju ar jaudas pusvadītāji ierīcēm tehniskā ekspluatācija.	6	6	6	6
12. Pārejas procesi (IMO 7.02.- 2.1.1.1.): 12.1. Pārejas procesu rašanās iemesli. Komutācijas likumi. 12.2. Pārejas procesi RC ķēdē. 12.3. Pārejas procesi RL ķēdē. Ķēdes ar spoli atslēgšana no elektrobarošanas. 12.4. Laika konstante, tās analītiska un grafiska noteikšana. 12.5. Pārejas procesi RLC ķēdē. Svārstību un aperiodisks režīms. 12.6. Pārejas procesi nelineārās ķēdēs	10	4	10	4
13. Kuģa apgaismes sistēmas (IMO 7.04.- 2.1.1.8.): 13.1. kvēlspuldzes un luminiscētās spuldzes, 13.2. kuģa navigācijas apgaismojums 13.3. avārijas apgaismojums	9	4	9	4
14. Kuģa akumulatoru baterijas (IMO 7.04.- 2.1.1.1.10.): - skābes, - sārma, - akumulatoru ekspluatācija	7	2	7	2
15. Kuģa kabeli, to uzbūve, parametri, izvietojuma prasības (IMO 7.04.- 2.1.1.9.)	3	2	3	2
Piezīmes: 1. Elektroenerģijas sadale uz kuģa: galvenais slēgdēlis, kabeļu tīkls (IMO 7.04.- 2.1.1.4.1.) - El. aprīkojumā 2. Kuģu komutācijas un aizsardzības aparatūra, automātslēdži - El. aprīkojumā 3. Kuģa tīkla elektroizolācijas kontrole (IMO 7.04.- 2.1.1.4.2.) - El. aprīkojumā 4. Kuģa kabeli, to uzbūve, parametri, izvietojuma prasības (IMO 7.04.- 2.1.1.9.) - El. aprīkojumā 5. Kuģa augstsprieguma sistēmas (IMO 7.04.- 2.1.1.7.) - El. aprīkojumā. Pārskats par parametriem, ieslēgšanas – izslēgšanas metodēm: - augstsprieguma kabeli un komutācijas aparatūra, - augstsprieguma kabeli un iekārtu izolācija, - izolācijas kontrole augstsprieguma iekārtās, - elektrodrošība, strādājot ar augstspriegumu.	2	2	2	2
	0	0	0	0
Kopā:	144	96	144	96

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
--------------------------------	------------------------------

Zināšanas: 1) izprot pamatkonfigurāciju un darbības principus elektroiekārtām: ģeneratoram un sadales sistēmām; ģeneratoru sagatavošana, iedarbināšana un savienošana paralēlai darbībai un pārslēgšanai; elektromotoriem, tostarp iedarbināšanas metodoloģijas; secīgas vadības shēmām un ar tām saistītajām sistēmas ierīcēm; 2) izprot pamatkonfigurāciju un darbības principus elektroniskajām iekārtām: elektroniskās shēmas pamatelementu īpašībām; automātisko un vadības sistēmu shēmām; mehānismu elementu vadības sistēmu funkcijām, īpašībām un parametriem, tostarp galvenā dzinēja darbības vadības ierīcēm un automātisko tvaika katla vadības ierīcēm; 3) izprot elektrosistēmu iekārtu, komutatoru, elektrodzinēju, ģeneratoru un līdzstrāvas elektrosistēmu un iekārtu tehnisko apkopi un remontu.	Metodes: laboratorijas darbi, shēmu analīze, individuālais darbs, noslēguma pārbaudījums. Vērtēšanas kritēriji: 1) Izpratne par elektroiekārtu pamatkonfigurāciju un darbības principiem; 2) Izpratne par elektronisko iekārtu pamatkonfigurāciju un darbības principiem; 3) Izpratne par elektrosistēmu iekārtu, komutatoru, elektrodzinēju, ģeneratoru un līdzstrāvas elektrosistēmu un iekārtu tehnisko apkopi un remontu.
4) pārzina līdzstrāvas un maiņstrāvas elektriskās ķēdes, elektriskās mašīnas, elektroniku un elektrodrošību; 5) spēj saslēgt elektrisko shēmu un mērīt elektriskos parametrus (strāvu, spriegumu, jaudu); 6) pārzina energoelektroniku, modernās spēka pusvadītāju ierīces un to izmantošanu spēka konvertertechnikā.	Metodes: laboratorijas darbi, shēmu analīze, individuālais darbs, noslēguma pārbaudījums. Vērtēšanas kritēriji: 4) Spēj parādīt zināšanas par līdzstrāvas un maiņstrāvas elektriskām ķēdēm, elektriskām mašīnām, elektroniku un elektrodrošību; 5) Spēj parādīt zināšanas elektrisko shēmu saslēgšanā un elektrisko parametru mērīšanā; 6) Spēj parādīt zināšanas par energoelektroniku, modernajām spēka pusvadītāju ierīcēm un to izmantošanu spēka konvertertechnikā.
Prasmes: 1) spēj ekspluatēt ģeneratorus un elektroenerģijas sadales sistēmas atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem un kuģa procedūrām; 2. spēj ekspluatēt elektromotorus atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem un kuģa procedūrām; 3. spēj ekspluatēt elektroniskās, pneimatiskās un hidrauliskās vadības sistēmas atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem, procedūrām un kuģa ekspluatācijas režīma prasībām; 4. spēj ekspluatēt augstsprieguma sistēmas atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem un kuģa procedūrām; 5. spēj veikt elektrisko un elektronisko iekārtu tehnisko apkopi un remontu atbilstoši ekspluatācijas noteikumiem, kuģa procedūrām un labai darba praksei.	Metodes: laboratorijas darbi, shēmu analīze, individuālais darbs, noslēguma pārbaudījums. Vērtēšanas kritēriji: spēja patstāvīgi demonstrēt savas prasmes atbilstoši STCW konvencijas Kodeksa A-III/1 un A-III/2 sadaļas prasībām.
Kompetences. Spējīgs demonstrēt savu kompetenci atbilstoši STCW konvencijas Kodeksa A-III/1 un A-III/2 sadaļas prasībām: 1) spēj darbināt elektrosistēmas un elektroniskās sistēmas; 2) elektroiekārtu un elektronisko iekārtu tehniskā apkope un remontdarbi; 3) spēj vadīt kuģa elektrisko, elektronisko un vadības sistēmu ekspluatāciju; 4) spēj vadīt kuģa elektrisko un elektronisko iekārtu defektu atklāšanu un normāla ekspluatācijas stāvokļa atjaunošanu.	Metodes: laboratorijas darbi, shēmu analīze, individuālais darbs, noslēguma pārbaudījums. Vērtēšanas kritēriji: 1) Darbības tiek plānotas un veiktas saskaņā ar pieņemtajiem noteikumiem un procedūrām, lai nodrošinātu darbību drošumu; 2) Elektrosistēmas un elektroniskās sistēmas ir saprotamas un tiek izskaidrotas, izmantojot zīmējumus/norādījumus.

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Laboratorijas darbi	25
Shēmu analīze	25
Individuālais darbs	10
Noslēguma pārbaudījums	40
Kopā:	100

Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	3.0	2.0	1.0	0.0	*		
2.	1.5	1.0	0.5	0.0	*		
3.	3.0	2.0	1.0	0.0		*	
4.	1.5	1.0	0.5	0.0	*		