PROGRAMIRLJIVI LOGIČNI KRMILNIKI

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Programirljivi logični krmilniki
Course title:	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni	Mehatronika (smer)	2. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0563951
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	3070-V

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			40	4

Nosilec predmeta/Lecturer:	Drago Bračun

Izvajalci predavanj:	
Izvajalci seminarjev:	
Izvajalci vaj:	
Izvajalci kliničnih vaj:	
Izvajalci drugih oblik:	

Izvajalci praktičnega usposabljanja:	
Vrsta predmeta/Course type:	Izbirni strokovni predmet /Elective specialised course

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	**Prerequisites:**
Izpolnjevanje pogojev za vpis v Visokošolski strokovni študijski program I. stopnje Strojništvo - Projektno aplikativni program.	Meeting the enrollment conditions for the MECHANICAL ENGINEERING - Project Oriented Applied Programme.

Vsebina:	**Content (Syllabus outline):**
Predavanje: Uvod, predstavitev predmeta Pregled standardov s področja PLK, terminologija Vpogled v zgradbo PLKja: gradniki, sklopi, njihove funkcije (strojna oprema) Pregled vseh standardnih programskih jezikov, značilnosti in področja uporabe Programska razvojna orodja in razvojni cikel 2. Predavanje: Številski sistemi in kodiranje Številski sistemi (desetiški, dvojiški, šestnajstiški) Kodiranje podatkov (BCD koda, Kodiranje celih števil, Kodiranje števil s plavajočo vejico, Grayev kod, Komunikacijski kodi) 3. Predavanje: Uvod v strukturirani programski jezik Izrazi, Stavki, Bloki, Podatkovni tipi, Konstante, Spremenljivke, Operatorji 4. Predavanje: Standardni gradniki strukturiranega programskega jezika Odločitvene strukture, Ponavljalne strukture, Funkcije 5. Predavanje: Logične funkcije – izbrana poglavja Kanonični zapisi logičnih funkcij	Lecture: Introduction, course overview Overview of PLC-related standards, terminology PLC structure: building blocks, structural parts and their function (hardware) Overview of standard PLC programming languages, features, and use cases Software development environments and development procedure 2. Lecture: Number systems and encoding Number systems (decimal, binary, hexadecimal) Data encoding (BCD encoding, integer encoding, floating point number encoding, Gray code, communication codes) 3. Lecture: Introduction to structured text (ST) language Expressions, statements, blocks, data types, constants, variables, operators 4. Lecture: Building blocks of the structured text language Decision structures, Loops, Functions 5. Lecture: Logic functions – selected topics Logical functions in canonical form

□ Matrični zapisi logičnih funkcij □ Poenostavljanje logičnih funkcij	□ Logical functions in matrix form □ Simplification of logic functions
6. Predavanje: Kombinatorni logični sklopi □ Stikalna vezja □ Krmilni načrt □ Sinteza večjih kombinatornih sklopov □ Implementacija komb. sklopov s PLK na osnovi opisov z enačbami, tabelami, logigrami	6. Lecture: Combinatorial logic circuits □ Switching circuits □ Control plan □ Synthesis of larger combinatorial circuits □ Implementation of combinatorial circuits with PLCs based on descriptions with equations, tables and logic diagrams
7. Predavanje: Pomnilniški elementi □ SR- in RS-flip-flopi □ sinhrone pomnilniške celice: D, T in JK	7. Lecture: Memory elements □ SR- in RS-flip-flops □ Synchronous memory elements: D, T and JK
8. Predavanje: Sekvenčni avtomati □ Zgradba (Mooreovi in Mealijevi), opisi □ Analiza in simulacija delovanja sekvenčnih avtomatov	8. Lecture: Sequential automatons (FSMs) □ Structure (Moore and Mealy), description □ Analysis and simulation of sequential automatons
9. Predavanje: Standardni sekvenčni moduli □ Pregled standardnih sekvenčnih programskih modulov □ Primeri uporabe: merjenje časa in frekvence, štetje	9. Lecture: Standard sequential modules □ Overview of standard sequential software modules □ Use cases: measurement of time and frequency, counting
10. Predavanje: Osnovna sintaksa jezika SFC □ Osnovni gradniki: koraki, prehodi, povezave, vejitve □ Implementacija osnovnih gradnikov v drugih programskih jezikih □ Primeri pogosto uporabljenih struktur in sintaktičnih napak	10. Lecture: Syntax of SFC language □ Building blocks: steps, transitions, links, branching □ Implementation of basic building blocks in other programming languages □ Examples of commonly used structures and common syntactical mistakes
11. Predavanje: Akcije v jeziku SFC □ Pregled standardnih tipov akcij □ Implementacija standardnih akcij v drugih programskih jezikih	11. Lecture: Actions in SFC language □ Overview of standard action types □ Implementation of standard actions in other programming languages
12. Predavanje: Ilustrativni primeri implementacije koračnih krmilij s PLK □ Parkirna zapornica □ Rolo vrata □ Obdelovalni proces (več stopenj) □ Sinhronizacija procesov	12. Lecture: Illustrative examples of sequential control implementation using PLCs □ Parking ramp □ Garage door □ Multi-stage machining process □ Synchronization of processes
13. Predavanje: Vhodne enote in vmesniki □ Stikala (zgradba, delovanje, uporaba) □ Preklopni senzorji (zgradba, delovanje, uporaba, izhodne stopnje) □ Vhodne stopnje PLK (za enosmerne in izmenične signale)	13. Lecture: Inputs and interfaces □ Switches and buttons □ Switching sensors (structure, operation, usage, output stages)

□ Povezave stikal in senzorjev na vhode PLK 14. Predavanje: Izhodne enote in vmesniki □ Releji, kontaktorji, starterji (zgradba, delovanje, uporaba) □ Preklopni aktuatorji □ Signalne naprave □ Grelniki □ Izhodne stopnje PLK (na osnovi relejev, tranzistorjev, triakov) □ Povezave izhodnih enot na izhode PLK 15. Predavanje: Praktični vidiki izvedbe krmilij s PLK □ Izbira in sestavljanje modularnih PLK □ Montaža krmilnih omaric, povezovanje gradnikov □ Inštalacija in zagon, odkrivanje in odpravljanje napak □ Varnostni vidiki programiranja in uporabe PLK	□ PLC inputs (for DC and AC signals) □ Connecting switches and sensors to PLC inputs 14. Lecture: Outputs and interfaces □ Relays, contactors, starters (structure, operation, usage) □ Switching actuators and latches □ Signaling devices □ Heating elements □ PLC output stages (relay-based, transistors, triacs) □ Connecting output devices to PLCs 15. Lecture: Practical considerations of PLC control □ Selection and composition of modular PLCs □ Control cabinets, building block integration □ Installation, testing and commissioning □ Safety considerations of PLC programming and usage

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Diaci J. Uvod v digitalna krmilja: osnove mehatronike (2050): zapiski predavanj, FS 2011 [COBISS.SI-ID 11993627]
2. Ambrožič V., Nedeljkovič D. Uvod v programirljive krmilne sisteme, FE 2005 [COBISS.SI-ID 219051008]
3. B.Raton: Mechatronic system control, logic, and data acquisition, Taylor & Francis, 2008 [COBISS.SI-ID 10327323]
4. W. Bolton, Programmable Logic Controllers 5th Ed, 2009 (e-knjiga). https://www.sciencedirect.com/book/9781856177511/programmable-logic-controllers

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji: 1. Spoznati sestavo in delovanje PLK, njihovo razčlenitev na osnovne gradnike, razumeti njihove zmogljivosti in specifikacije. 2. Spoznati metode razvoja krmilnih aplikacij na osnovi PLK s posebnim poudarkom na interdisciplinarnem pristopu in reševanju praktičnih nalog v industrijskem okolju. 3. Spoznati postopke pri testiranju, zagonu in obratovanju sistemov s PLK.	Objectives: 1. Understanding the structure and the operation of PLCs, their building blocks, capabilities, and specifications. 2. Understanding the methods and principles of PLC-based control applications with the emphasis on interdisciplinary problem solving of industrially-relevant problems. 3. Understanding testing, commissioning and usage of PLC-based systems.

Kompetence:	Competences:
1. S1-PAP in P3-PAP: Sposobnost uporabe pridobljenega znanja za reševanje enostavnih nalog s področja krmiljenja z uporabo PLK. 2. S4-PAP: Sposobnost razčlenitve lažjih strokovnih nalog s področja uporabe PLK na podnaloge. 3. S6-PAP in P8-PAP: Usposobljenost za interdisciplinarno povezovanje s strokovnjaki drugih strok na področju avtomatizacije, krmiljenja z uporabo PLK.	1. S1-PAP in P3-PAP: Using the acquired knowledge to solve simple control problems using PLCs. 2. S4-PAP: The ability to breakdown simple professional PLC control problems into subproblems. 3. S6-PAP in P8-PAP: The ability to work in interdisciplinary teams with team members from other fields of industrial automation.

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanja: Z1: Strokovno teoretično in praktično znanje na področju uporabe PLK, podprto s širšo teoretično in metodološko osnovo, ki omogočata vključevanje v interdisciplinarne razvojne skupine na teh področjih. Spretnosti: S1.3: Diagnosticiranje in reševanje problemov na področju uporabe PLK v različnih specifičnih delovnih okoljih. S1.2: Obvladovanje zahtevnih, kompleksnih metod uporabe PLK za krmiljenje delovnih procesov ter samostojna uporaba znanja v novih delovnih situacijah.	Learning outcomes: Z1: Professional-level theoretical and practical knowledge required for industrial PLC applications, supported by theoretical and practical considerations necessary to work in interdisciplinary teams. Skills: S1.3: Diagnosing and solving problems, related to using PLCs in various specific environments. S1.2: The ability to approach complex PLC control problems to control industrial processes and the ability to apply knowledge to new situations independently.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov. P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki. P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri. P4 Laboratorijske vaje z namenskimi didaktičnimi pripomočki (preklopno krmiljenje zapornice, tekočega traku, PID krmiljenje temperature, vezje z	P1 Formal lectures with domain-specific theoretical and practical examples. P2 Contents treated in orderly and pre-explained systematic manner. P3 Tutorials where the theoretical background from the lectures is supported by computational examples. P4 Laboratory work with dedicated teaching aids (sequential parking ramp control, conveyor belt, PID temperature control, microcontroller circuit, mobile robot).

mikrokrmilnikom, mobilni robot). P5 Uporaba študijskega gradiva v obliki e-verzij: predstavitve predavanj, zbirke nalog z vaj, navodil za izvedbo laboratorijskih vaj. P14 Virtualni eksperimenti. P15 Uporaba video vsebin kot priprava na vaje.	P5 Teaching aid in electronic form: course notes, computational examples, materials for laboratory tutorials. P14 Virtual experiments. P15 Video materials supporting tutorial preparation.

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Teoretične vsebine (predavanja), preverjane pisno.	40,00 %	Theory (lectures) graded with written exams.
Sprotno preverjanje teoretičnih vsebin v elektronski izvedbi.	10,00 %	Online quizzes after each lecture.
Praktične vsebine (vaje), preverjane pisno	30,00 %	Practical work (tutorials) graded with written exams.
Poročila laboratorijskih vaj	20,00 %	Laboratory tutorial reports

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**

Reference nosilca/Lecturer's references:

Drago Bračun:

1. **BRAČUN, Drago**, ŠKULJ, Gašper, KADIŠ, Miran. Spectral selective and difference imaging laser triangulation measurement system for on line measurement of large hot workpieces in precision open die forging. International journal of advanced manufacturing technology. apr. 2017, vol. 90, iss. 1-4, 917-926 str, [COBISS.SI-ID 14855195]
2. ŠČETINEC, Aljaž, KLOBČAR, Damjan, **BRAČUN, Drago**. In-process path replanning and online layer height control through deposition arc current for gas metal arc based additive manufacturing. Journal of manufacturing processes, ISSN 1526-6125. [Print ed.], Apr. 2021, vol. 64, str. 1169-1179 [COBISS.SI-ID 54240259]
3. SELAK, Luka, ASHAL, Omar, **BRAČUN, Drago**. CNC machining of large FRPC parts employing workpiece localization and toolpath adaptation. V: GAO, Robert X. (ur.), EHMANN, Kornel F. (ur.). 53rd CIRP Conference on Manufacturing Systems 2020 : [July 1-3 at Northwestern University in Chicago, USA], (Procedia CIRP, ISSN 2212-8271, vol. 93). [S. l.]: Elsevier. 2020, vol. 93, str. 1394-1398, [COBISS.SI-ID 30860291]
4. KOZAMERNIK, Nejc, **BRAČUN, Drago**, KLOBČAR, Damjan. Implementation of

temperature sensor for controlling the WAAM of small shell parts. V: ICWAM 2019. [COBISS.SI-ID 16752923]

5. ŠČETINEC, Aljaž, KLOBČAR, Damjan, **BRAČUN, Drago**. Adaptivno krmiljenje poti orodja pri 3D oblikovnem obločnem navarjanju. V: GOLOBIČ, Iztok (ur.). Akademija strojništva 2021 : inženirstvo - s povezovanjem do trajnostnih rešitev, Ljubljana, 28. oktober 2021 : [10. mednarodna konferenca]. Ljubljana: Zveza strojnih inženirjev Slovenije - ZSIS, 2021. Letn. 10, št. 3/6, str. 70-71, [COBISS.SI-ID 84069123]