

INDUSTRIJSKI INTERNET STVARI I SAJBER BEZBEDNOST

Semestar:	3
Status:	izborni
Nastavnik:	Prof. dr Živana Jakovljević
Saradnik:	Dušan Nedeljković, mast. inž. maš.
Oznaka:	
Fond:	6 časova
ESPB:	6 bodova

Ciljevi

Osnovni ciljevi:

Cilj ovog kursa je da studenti steknu znanja i vještine neophodne za: 1) razvoj pouzdanog i bezbednog industrijskog interneta stvari, 2) projektovanje sistema upravljanja distribuiranog na pametne uređaje (kibernetско fizičke sisteme) i 3) bezbednu, pouzdanu i sigurnu implementaciju industrijskog interneta.

Specifični ciljevi:

- Rešavanje praktičnih problema uz primenu različitih računarskih mreža u industrijskom okruženju;
- Projektovanje i implementacija industrijskih sistema upravljanja koji su distribuirani na pametne uređaje;
- Modeliranje distribuiranih sistema upravljanja u skladu sa IEC 61499;
- Verifikacija performansi mreže pametnih uređaja;
- Razumevanje probleme koji se odnose na pouzdanost i bezbednost u industrijskom internetu stvari.

Struktura:

Predavanja (AT):	45 časova (novo gradivo i razrada novog gradiva)
Laboratorijske vežbe (PL):	20 časova (praktična vežbanja)
Projektni zadatak (PP):	10 časova (projektni zadatak)
Provera znanja (T):	15 časova (2 testa, odbrana projektnog zadatka, lab. vežbi, završni ispit)
Ukupno:	90 časova

Plan izvođenja nastave:

Radna nedelja	Aktivna nastava			Provera znanja	Ukupno časova
	Novo gradivo	Vežbanja	Seminarski rad		
1	AT1-4, AT2-2				6
2	AT2-4	PL1-2			6
3	AT3-4	PL2-2			6
4	AT4-6				6
5	AT5-3	PL3-2	PP-1		6
6	AT5-2	PL4-3	PP-1		6
7	AT6-3			ZT1-3	6
8	AT6-3	PL5-3			6
9	AT7-1, AT8-4		PP-1		6
10	AT9-2	PL6-4			6
11			PP-2	ZT2-3, ZL1-1	6
12	AT8-2, AT10-2	PL7-2			6
13	AT11-3	PL8-2	PP-1		6
14			PP-4	ZL2-2	6
15				ZI-6	6
Ukupno časova:	45	20	10	15	90

Tematska struktura kursa:

Modul A – Kreiranje i tehnička realizacija centralizovanog sistema upravljanja proizvodnim resursima; 20 časova;

A1 - Programabilni logički kontroleri – AT1

Funkcije, hardver, softver, uzlazno-izlazni moduli; programski jezici i programiranje u skladu sa IEC 61131-3

A2 – Konačni automati – AT2

Analiza i sinteza kombinacionih konačnih automata sa elektro-pneumatskom realizacijom. Struktura klasifikacija i sinteza sekvencijalnih konačnih automata

A3 – Petrijeve mreže – AT3

Osnovni elementi i definicija Petrijevih mreža; Osnovne strukture; Jednačina stanja; Dinamička svojstva; Upravljački interpretirane Petrijeve mreže

A4 – Programski jezik sekvencijalnih funkcionalnih dijagrama – AT4

Realizacija sekvencijalnih konačnih automata u programskom jeziku sekvencijalnih funkcionalnih dijagrama

Modul B – Kreiranje i tehnička realizacija distribuiranog sistema upravljanja proizvodnim resursima; 11 časova;

B1 – Distribucija zadatka upravljanja na pametne uređaje korišćenjem metode zasnovane na upravljački interpretiranim Petrijevim mrežama – AT5

B2 – Modeliranje distribuiranih sistema upravljanja korišćenjem standarda IEC 61499 – AT6

Funkcijski blokovi; model aplikacije, sistema i resursa;

Modul C – Industrijski internet; 9 časova;

C1 – Referentna arhitektura industrijskog interneta – AT7

C2 – OSI i DoD model komunikacije – AT8

Protokoli na transportnom (TCP, UDP), mrežnom (IP) i sloju za pristup mreži (ethernet, WiFi, IEEE 802.15.4)

C3 – OPC-UA – Otvorena platforma za komunikaciju – ujedinjena arhitektura – AT9

Modul D – Sajber bezbednost; 5 časova;

D1 – Uvod u sajber bezbednost - AT10

Taksonomija sajber napada; Pregled metoda zaštite od sajber napada u opštim informacionim tehnologijama; Specifičnosti metoda zaštite od sajber napada u industrijskom okruženju

D2 – Teorija nadzornog upravljanja – AT11

Identifikacija posledica napada i zaštita od napada u sistemima sa diskretnim događajima sa distribuiranim upravljanjem korišćenjem teorije nadzornog upravljanja

Vežbanja

Laboratorijske vežbe

PL1 Elektro-pneumatska realizacija kombinacionog konačnog automata; 2 časa

Elektro-pneumatska realizacija kombinacionog konačnog automata sa upravljanjem pomoću programabilnog logičkog kontrolera – realizacija na laboratorijskom stolu

PL2: Modeliranje sistema upravljanja korišćenjem Petrijevih mreža i njihova analiza; 2 časa

Uvod u softver PIPE

PL3: Sinteza sekvencijalnog konačnog automata direktne reakcije; 2 časa

Sinteza sekvencijalnog konačnog automata direktne reakcije sa elektro-pneumatskom realizacijom i upravljanjem pomoću programabilnog logičkog kontrolera, programiranje u jeziku sekvencijalnih funkcionalnih dijagrama – realizacija na laboratorijskom stolu

PL4: IEEE 802.15.4; 3 časa

Kreiranje distribuiranog sistema upravljanja elektropneumatskog sistema korišćenjem mreže bežičnih čvorova zasnovanih na mikrokontrolerima;

PL5: IEC 61499: Modeliranje distribuiranih sistema upravljanja; 3 časa

Uvod u softver 4diac

PL6: Ethernet; 4 časa

Uspostavljanje komunikacije u realnom vremenu između programabilnog kontrolera i pametnih aktuatora korišćenjem eterneta, kao i između programabilnog kontrolera i pametnih uređaja i MES-a putem OPC UA;

PL7: Kreiranje i implementacija sistema za detekciju napada u kontinualno upravljanim sistemima; 2 časa

Fizička realizacija na laboratorijskoj opremi

PL8: Kreiranje i implementacija sistema za detekciju napada u sistemima sa diskretnim događajima; 2 časa

Fizička realizacija na laboratorijskoj opremi

PP Projektni zadatak

Projektovanje i fizička realizacija distribuiranog sistema upravljanja zasnovanog na diskretnim događajima za odbrani proizvodni resurs.

Ocenjivanje: predispitne obaveze 70% (5% aktivnost u praćenju predavanja, 20% LAB izveštaj, 15% projektni zadatak; 30% oba testa)
završni ispit: pismeni 30%
uslov za izlazak na završni ispit: 30% + obavezno prisustvo na 6 lab. vežbi + 70% prisustva na izradi projekta

Literatura:

- Pilipović, M., Jakovljević, Ž., Automatizacija proizvodnje, Univerzitet u Beogradu - Mašinski fakultet u Beogradu, 2017
- Edward A. Lee and Sanjit A. Seshia, Introduction to Embedded Systems - A Cyber---Physical Systems Approach, Second Edition, 2015. Available online at <http://LeeSeshia.org>
- Jakovljević, Ž., Industrijski internet stvari i sajber bezbednost - Izvodi sa predavanja, Mašinski fakultet u Beogradu, 2021
- Rob Toulson and Tim Wilmshurst, Fast and effective embedded systems design: applying the ARM mbed, Newnes, 2016.
- Rajeev Alur, Principles of Cyber---Physical Systems, MIT Press, 2015
- Kok Kiong Tan, Andi Sudjana Putra, Drives and Control for Industrial Automation, Springer-Verlag London, 2011

Beograd, 28.09.2021.

Prof. dr Živana Jakovljević