



ANALIZA PRIMENE WEB LABORATORIJE U NASTAVI MEHATRONIKE

Slobodan Aleksandrov¹, Zoran Jovanović², Dragan Šešlija³, Radica Aleksandrov⁴

Rezime: Razvojem Interneta elektronsko učenje na daljinu dobija sve veći značaj u svim oblicima formalnog i neformalnog obrazovanja. Od posebnog je značaja razvoj Web laboratorija za daljinski pristup eksperimentalnoj opremi laboratorije, u cilju sticanja praktičnih veština. U ovom radu prikazana je struktura Web laboratorije mehatronike, način daljinskog pristupa laboratoriji i njena primena u srednjem stručnom obrazovanju. Na osnovu istraživanja prikazani su efekti primene Web laboratorije u nastavnom procesu i mogućnosti primene u različitim oblastima tehnike.

Ključne reči: mehatronika, elektronsko učenje, daljinski pristup, web laboratorija, hibridno učenje.

ANALYSIS OF THE USE OF WEB LABORATORY IN MECHATRONICS EDUCATION

Summary: With the development of the Internet, distance e-learning has gained increasing importance in all forms of formal and informal education. The development of Web laboratories for remote access to experimental laboratory equipment is of particular importance for the purpose of acquiring practical skills. This paper shows the structure of Web laboratory for mechatronics, the method of remote access to the laboratory and its use in secondary vocational education. Effects of the use of Web laboratory in teaching process, based on the research, are shown in the paper, as well as the possibilities of its application in different technical areas.

Key words: mechatronics, e-learning, remote access, web laboratory, blended learning.

1. UVOD

Školovanje iz oblasti mehatronike u Republici Srbiji zastupljeno je na svim nivoima obrazovanja, od srednjeg stručnog obrazovanja, obrazovanja na visokim strukovnim školama i fakultetima. Obrazovanje u oblasti mehatronike zahteva integraciju teorijskih i praktičnih znanja iz oblasti mašinstva, elektrotehnike, upravljanja i informatike, primenom

¹ Slobodan Aleksandrov, Tehnička škola Trstenik, Trstenik, e-mail: aleksandrovs@yahoo.com

² Dr. Zoran Jovanović, Elektronski fakultet, Niš, e-mail: zoran.jovanovic@elfak.ni.ac.rs

³ Dr Dragan Šešlija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, e-mail: seslija@uns.ac.rs

⁴ Radica Aleksandrov, Tehnička škola Trstenik, Trstenik, e-mail: radica09@gmail.com

savremenih tehnologija i novih nastavnih metoda. Za sticanje praktičnih veština, poželjno je da savremeni didaktički sistemi svojim karakteristikama odgovaraju realnim industrijskim mehatronskim sistemima, kako bi učenici stekli primenjiva praktična znanja i veštine.

Primena elektronskog učenja na daljinu danas je zastupljena u svim vidovima formalnog i neformalnog obrazovanja. Korišćenjem Interneta i multimedijalnih nastavnih materijala, kod realizacije nastave u teorijskim predmetima uspešno se ostvaruju definisani ciljevi učenja. Za primenu elektronskog učenja u oblastima tehničkih nauka, potrebno je ovaj sistem proširiti formiranjem Web-laboratorija, kako bi se stvorili tehnički uslovi za sticanje praktičnih znanja i veština. Nastava u mehatronici usmerena je na ishode, sticanje znanja i veština, tako da zahteva savremen pristup nastavi. Dominantni oblici nastave su: demonstracija, rad pod supervizijom nastavnika, problemski orijentisana nastava i projektna nastava. Razvojem Web-laboratorija za mehatroniku omogućava se primena novih tehnologija u obrazovanju, inovativni pristup u daljinskom izvođenju eksperimenata, transfer specijalističkih znanja i veština, ostvarivanje definisanih kompetencija, sinergija učenja i istraživanja, komunikacija i saradnja između učenika i nastavnika, međusobna saradnja između učenika, deljenje eksperimentalnih resursa između škola, fakulteta, univerziteta, objedinjavanje i definisanje Evropskog obrazovnog prostora i mobilnost učenika i nastavnika.

Cena opreme potrebne za realizaciju i istraživanje je veoma visoka, tako da je izuzetno mali broj škola i fakulteta koji poseduju potrebnu didaktičku opremu za istovremenu obuku grupe od 10 do 30 polaznika. Zbog nedostatka finansijskih sredstava, veći deo nastavnog procesa se odvija kroz teorijsku nastavu, računске vežbe, modeliranje sistema na računaru i simulaciju sistema. Ovakav pristup realizaciji nastave onemogućava motivaciju i entuzijazam kod učenika, odvaja teoriju od prakse i školuje kadrove koji nemaju odgovarajuća praktična znanja i veštine za rad u realnom industrijskom sektoru.

Mnoge studije i radovi predlažu različite alternativne pristupe koji primenjuju simulacione i realne modele u nastavi mehatronike. Na osnovu istraživanja došlo se do podataka iz kojih se može zaključiti da je ova tema izuzetno aktuelna i u okviru Projekata Evropske unije, gde su u okviru Leonardo da Vinci programa realizovani projekti istraživanja: "MARVEL-Virtual Laboratory in Mechatronics: Access to Remote and Virtual e-Learning" (2000-2006) [1] i [2], "MeRLab - Innovative Remote Laboratory in the E-training of Mechatronics" (2007-2009), "E-Pragmatic E-Learning and Practical Training of Mechatronics and Alternative Technologies in Industrial Community" (2010-2012) [3], "EDUMEC- E-Learning Education and Innovative Remote Laboratory for Mechatronics" (2011-2013), "CLEM - CCloud services for E-learning in Mechatronics technology" (2012-2013). Jedan od značajnijih projekata u Republici Srbiji je razvoj Web Laboratorija Univerziteta u Kragujevcu (WLUK) - "Laboratory experimental setups for measurement and control via Internet", deo eLearning projekta finansiranog od strane Austrian Development Cooperation – WUS – "Support to Higher Education in Serbia and Montenegro (2005-2007) [4].

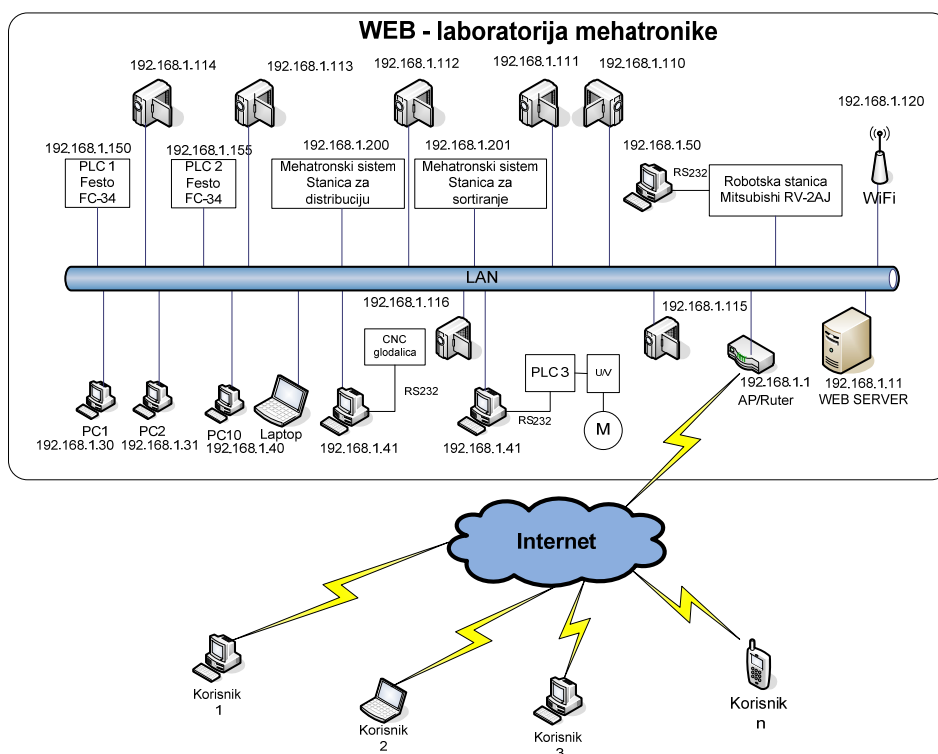
Za sticanje praktičnih znanja i veština od veoma velikog značaja je primena hibridnog modela učenja. Primenom sinhronog i asinhronog učenja, Internet tehnologija i daljinskog elektronskog učenja razvijen je model "Blended Online Learning" (BOL) [5]. U ovom radu prikazan je novi model za „on-line“ pristup – "Blended Online Experimental Learning" (BOEL), koji u hibridni model učenja integriše daljinsko izvođenje eksperimenata u Web-

laboratoriji. Ovaj model primenjen je u Tehničkoj školi Trstenik, nakon čega je izvršeno anketiranje učenika. Na osnovu rezultata ankete izvršena je analiza i rezultati efekata primene eksperimentalnog učenja na daljinu prikazani su u ovom radu.

2. ORGANIZACIJA WEB LABORATORIJE

Hardverska organizacija Web laboratorije mehatronike Tehničke škole Trstenik prikazana je na slici 1. Svi računari, Web kamere i didaktički mehatronski sistemi imaju svoju jedinstvenu IP adresu, a pristup sistemima omogućen je preko rutera i serverskog računara. Brzina Internet veze u laboratoriji je 16 Mb/s, što omogućava komforan rad korisnika prilikom pristupa Web laboratoriji [6], [7] i [8].

Didaktički mehatronski sistem – Robotska stanica Mitsubishi Melfa Basic RV-2AJ predstavlja industrijski robot sa pet stepeni slobode. Namena ovog didaktičkog sistema je da učenici i studenti steknu znanja i veštine iz oblasti robotike, ovladaju programiranjem robota, dijagnostikom i testiranjem robotskih sistema; kao i servisiranjem industrijskih robota. Za daljinsko upravljanje robotskog sistema u realnom vremenu, potrebno je postaviti parametre za daljinski pristup računaru na kome je povezan robot i instaliran odgovarajući softver. Za daljinski pristup korišćen je programski paket Team Viewer [9].



Slika 1: Organizacija WEB - laboratorije mehatronike

Didaktički sistemi za distribuciju i sortiranje namenjeni su za sticanje znanja i veština iz mehatronike. Ovi sistemi predstavljaju realne mehatronske sisteme, a upravljani su PLC-

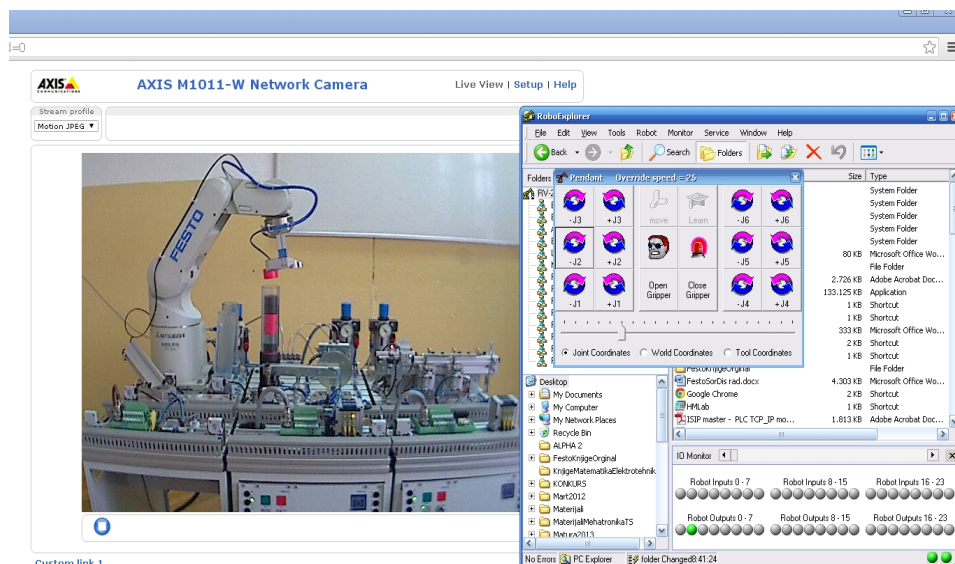
om i opremljeni sensorima za komunikaciju sa susednim radnim stanicama. Korišćeni Festo PLC FC640 poseduje integrisan mrežni modul, podršku za TCP/IP i direktno je vezan mrežnim kablom sa LAN-om. Svakom PLC-u dodeljena je jedinstvena IP adresa, i na taj način omogućen direktan pristup kroz računarsku mrežu.

Modularni elektropneumatski sistemi upravljani su Festo PLC FC34 kontrolerima i namenjeni su za programiranje PLC-a i testiranje gotovih programa. Na modularnoj platformi postavljen je elektropneumatski sistem upravljani PLC-om. Za programiranje PLC-a koristi se softverski paket Festo Software Tools V4.10.50. Kao i prethodni sistem, svaki PLC ima svoju lokalnu IP adresu i preko mrežnog kabla je vezan na lokalni ruter.

2.1. Sistem za daljinski pristup

Realizacija sistema za daljinski pristup WEB laboratoriji podrazumeva postojanje Web domena sa statičkom IP adresom, serverom, mrežnom opremom i potrebnim softverom. Cena ovakvih sistema je dosta visoka za škole i fakultete u našem okruženju. U ovom radu predstavljeno je rešenje za daljinski pristup WEB laboratoriji za mehatroniku, koje se zasniva na besplatnim softverskim paketima i servisima .

Većina Internet provajdera dodeljuju korisnicima IP adrese, koje se menjaju prema određenim pravilima. Ovakvo IP adresiranje naziva se dinamičko adresiranje. Da bi pristupili željenom računaru, potrebno je poznavati novu IP adresu. Ovaj problem se rešava korišćenjem specijalnog Internet servisa, koji posle registracije i aktivacije domena, automatski ažurira IP adresu definisanog hosta ili domena. Ovi servisi omogućavaju pristup računarima u LAN mreži preko registrovnog domena bez potrebe promene IP adrese. Ovi sevisi predstavljeni su na sajtovima <http://www.no-ip.com>, <http://www.dyndns.com>, <http://www.dns2go.com> ili <http://www.dynu.com>. Na slici 2 prikazan je način pristupa mehatronskim sistemima Web laboratorije koji koriste slobodno dostupne servisne pakete i servise.



Slika 2: Upravljanje didaktičkim sistemima pomoću Team Viewer-a i IP Web kamere

Za praćenje izvođenja eksperimenata na daljinu, koriste se mrežne IP Web kamere AXIS model M1011W. Ovo su digitalne kamere koje imaju mogućnost povezivanja u LAN mrežu, podršku za TCP/IP, mogućnost bežičnog povezivanja i direktnog pristupa preko Interneta sa bilo koje geografske pozicije. IP kamere karakteriše visoka cena, koriste se za potrebe video konferencija, video nadzora, osmatranja i praćenja. Za razliku od analognih kamera, ove kamere poseduju interni upravljački hardver, memoriju i softver, koji omogućava konfigurisanje parametara za daljinski pristup, HTTP server, detekciju pokreta, noćno osmatranje, kontrolu pristupa i zaštitu podataka. IP kamera AXIS M1011W ima rezoluciju senzora od 640x480 piksela, 30 fps, ethernet priključak i integrisani bežični adapter, koji podržava 802.11b/g/n standarde. Kamera ima mogućnost dodele statičke IP adresa ili dinamičke preko DHCP servisa. Napajanje kamere vrši se direktno ili mrežnim kablom metodom PoE (Power over Ethernet). Fabrički postavljena IP adresa kamere je 192.168.1.90, a za pristup kameri korisničko ime je "root", kao i korisnička lozinka "root". Poželjno je da administrator definiše korisnička imena i lozinke. Kamera ima mogućnost upravljanja pristupom i podešavanja bezbednosti. HTTPS protokol omogućava bolju zaštitu, kao i onemogućavanje pristupa bilo kojom metodom koja ne kriptuje korisničko ime i šifru. Enkripcija sadržaja vrši se nekom od metoda WEP, WPA, AES... Pored toga, kamera ima mogućnost komunikacije sa različitim tipovima servera, tako da može da detektuje i šalje alarme i druge sadržaje. Svim podešavanjima, kao i trenutnom streamu, moguće je pristupiti preko internet pretraživača. Pristupa se unosenjem internet adrese na kojoj se nalazi kamera, odnosno na standardnom portu za HTTP komunikaciju 8080 (192.168.1.110:8080). Prilikom pristupanja potrebno je autentifikovati se korisničkim imenom i šifrom.

Pristup Internetu u Tehničkoj školi Trstenik ostvaruje se preko Internet provajdera Telekom Srbija. Veza se uspostavlja preko modema sa integrisanim ruterom Huawei HG530, koji predstavlja mrežni gejtvaj za školsku mrežu. Ruter od provajdera dobija promenljivu IP adresu, dok je mrežna adresa rutera u LAN mreži statička i ima vrednost: 192.168.1.1. Svi računari u školskoj mreži imaju jedinstvene fiksne IP adrese iz opsega javnih adresa od 192.168.1.2 do 192.168.1.255. Kako bi se omogućio pristup IP Web kamerama ili računarima u lokalnoj mreži, na ruteru je potrebno izvršiti dodeljivanje portova (eng. Port Forwarding) odgovarajućoj IP adresi u lokalnoj mreži.

3. ISTRAŽIVANJE MOGUĆNOSTI I KARAKTERISTIKA PRIMENE WEB LABORATORIJE

Tokom školske 2013/2014 učenici trećeg i četvrtog razreda obrazovnih profila tehničar mehatronike i elektrotehničar računara, realizovali su set laboratorijskih vežbi u Web laboratoriji mehatronike Tehničke škole Trstenik. Daljinski pristup laboratoriji ostvaren je kroz LAN i WAN mrežu, a praćenje rada sistema omogućeno preko IP Web kamera. Po završetku vežbi za daljinsko upravljanje mehatronskim sistema, realizovane su dve ankete u kojoj je učestvovalo 84 učenika.

Cilj prve ankete je prikupljanje osnovnih informacija od učenika o korišćenju Interneta. Cilj druge ankete je da se na osnovu povratne informacije od učenika, izvrši analiza sistema za daljinski pristup Web laboratoriji i dobiju podaci o značaju njegove primene u sticanju praktičnih znanja iz oblasti mehatronike. Ocenjivanje je vršeno po sledećem kriterijumu: 5 - U potpunosti se slažem, 4 - Slažem se, 3 - Nisam siguran, 2 - Ne slažem se, 1 - Ne slažem se u potpunosti. Pitanja i rezultati ankete prikazani su u tabeli 1.

Tabela 1: Anketni upitnik o značaju primene Web laboratorije

Izjava		Prikaz ocena (%)				
		5	4	3	2	1
1	Daljinski pristup Web laboratoriji je lak	25	32	40	0	2
2	Pristup softveru za programiranje laboratorijskih mehatronskih sistema je jednostavan	15	38	42	2	2
3	Pristup IP Web kameri je jednostavan i ona omogućava praćenje rada mehatronskih sistema u realnom vremenu	35	51	14	0	0
4	Lako se mogu izabrati i aktiviram postojeći programi na mehatronskim sistemima	27	45	24	4	0
5	Lako se mogu aktivirati željeni ulazi sistema i pratiti odziv sistema	31	37	26	1	5
6	Programiranje mehatronskih sistema u Web laboratoriji isto je kao u školskoj laboratoriji	14	32	38	13	2
7	U Web laboratoriji mogu se realizovati različite laboratorijske vežbe tokom jednog pristupa	30	46	17	5	2
8	Realizacija vežbi u Web laboratoriji smanjuju tremu i strah kod učenika	43	31	19	5	2
9	Realizacija laboratorijskih vežbi u Web laboratoriji je veoma zanimljiva i atraktivna	54	29	12	2	4
10	Korišćenje Web laboratorije omogućava samostalan rad sa mogućnošću velikog broja ponavljanja	45	42	12	1	0
11	Korišćenje Web laboratorije omogućava učeniku da željenom dinamikom usvaja praktična znanja i veštine	38	42	15	2	2
12	Korišćenje Web laboratorije omogućava povezivanje teorijskih znanja i praktičnih veština	31	40	27	1	0
13	Web laboratorije ne mogu u potpunosti da zamene rad u školskim laboratorijama	38	31	23	6	2
14	Obuka u školskim laboratorijama i korišćenje Web laboratorije stvaraju uslove za sticanje savremenih praktičnih znanja i veština	44	38	18	0	0
15	Web laboratorije omogućava istovremenu obuku većeg broja polaznika na različitim laboratorijskim sistemima	40	39	18	1	1
16	Web laboratorije i učenje na daljinu povećavaju motivaciju za učenje	38	39	8	8	6
17	Daljinski pristup laboratorijskim sistemima ima praktičnu primenu u domaćinstvima i industriji	31	35	24	6	5
18	Elektronska komunikacija sa nastavnikom je veoma važna u daljinskom pristupu Web laboratoriji	44	36	14	1	5
19	Vršnjačko učenje i komunikacija na forumima ima značajnu ulogu u realizaciji vežbi u Web laboratoriji	37	38	18	4	4
20	Primena mobilnih telefona je pogodna za elektronsko učenje na daljinu	45	31	17	1	6

4. ANALIZA REZULTATA

Na osnovu rezultata prve ankete dobijeni su podaci da 98% učenika poseduje svoj računar i ima pristup Internetu, a 93% svakodnevno koristi Internet. Za pristup Internetu 87% učenika koristi računar i mobilni telefon, 9% učenika pristupa samo preko računara, a 4% samo preko mobilnog telefona. Evidentan je značajan broj učenika koji pored računara za pristup internetu koristi tablet uređaje (8%). Učenici svakodnevno veliki deo slobodnog vremena provode koristeći Internet i to: 10% do 1 časa, 29% do 2 časa, 30% do 4 časa, 20% do 6 časa i 11% više od 6 časova. Internet uglavnom koriste za komunikaciju na društvenim mrežama (Facebook, Twitter), gledanje video klipova (Youtube), slušanje muzike, e-mail komunikaciju, čitanje novina, praćenje rezultata sportskih utakmica i video igrice. Oko 38% učenika koristi Internet za sticanje novih znanja, a 90% učenika bi želelo da deo svojih školskih obaveza realizuje preko Interneta.

Na osnovu analize rezultata iz druge ankete, za 57% učenika pristup Web laboratoriji je lak, a pristup laboratorijskim sistemima jednostavan. Praćenje eksperimentalnog rada pomoću IP web kamere, pristup mehatronskim sistemima, aktiviranje postojećih programa i praćenje ulaza/izlaza sistema za više od 70% učenika je atraktivno i izazovno. Više od 80% učenika se slaže s konstatacijom da Web laboratorija omogućava sticanje znanja prema mogućnostima i željama učenika, uz neograničen broj ponavljanja eksperimenata. Za 70% učenika korišćenje Web laboratorije omogućava povezivanje teorijskih i praktičnih znanja, a 80% učenika smatra da korišćenje resursa Web laboratorije povećava motivaciju za rad, ima veoma važnu ulogu u sticanju praktičnih veština i primenu novih tehnologija. Primena Web laboratorije i elektronskog učenja za 75% učenika ima veoma važnu ulogu kod vršnjačkog učenja, a 76% učenika žele da koriste mobilne uređaje u procesu elektronskog učenja. Najveći problem koji su istakli učenici je programiranje mehatronskih sistema u Web laboratoriji. Samo 46% učenika smatra da je programiranje mehatronskih sistema isto kao u školskoj laboratoriji, dok ostali učenici imaju problema kod realizacije ovih vežbi.

5. ZAKLJUČAK

Primena novih tehnologija u svim segmentima društva zahteva modernizaciju obrazovnog sistema. Primenom savremenih didaktičkih sistema, novim nastavnim metodama i savremenim Web laboratorijama, nastavni proces dobija novu dimenziju. Na osnovu rezultata istraživanja, evidentno je da primena eksperimentalnog elektronskog učenja na daljinu korišćenjem Web laboratorija ima veliki potencijal za primenu u redovnoj nastavi u srednjim stručnim školama, visokim školama i fakultetima. Značajna je primena Web laboratorija u modernizaciji nastavnog procesa, naučnoj saradnji, radu na zajedničkim projektima, umrežavanju škola, standardizaciji nastave, povećanju mobilnosti učenika i nastavnika. U narednim istraživanjima, potrebno je, kroz oglednu nastavu, ispitati mogućnosti realizacije dela nastavnog programa iz stručnih modula korišćenjem daljinskog pristupa Web laboratorijama, čime bi se povećala zainteresovanost učenika za bavljenje tehnikom i smanjilo nedeljno opterećenje učenika u redovnoj nastavi.

6. LITERATURA

- [1] D. Müller, J. M. Ferreira: „MARVEL: A Mixed Reality Learning Environment for Vocational Training in Mechatronics“, T.E.L. 2003, Proceeding: International Conference of Technology Enhanced Learning, Milano, Italy, November, 2003.
- [2] Dieter Müller: „Designing Learning Spaces for Mechatronics“, MARVEL - A Leonardo da Vinci Pilot Project Project no. PP-112615, Bremen 2005.
- [3] Andeja Rojko, Andreas Pester: „Further Development of Specifications/Methodology for e-Learning of Technical Subjects in Industry“, E-PRAGMATIC project deliverable D8.6, University of Maribor, Carinthia University of Applied Sciences, 31.10.2012.
- [4] Milan Matijević, Vladimir Cvjetković, Vesna Ranković, Miladin Stefanović: „Upravljanje laboratorijskim procesima posredstvom Interneta“, Mašinski fakultet u Kragujevcu, ISBN 978-86-86663-12-2, Septembar, 2007.
- [5] Michael Power: „The Emergence of a Blended Online Learning Environment“, MERLOT Journal of Online Learning and Teaching Vol. 4, No. 4, December 2008.
- [6] Slobodan Aleksandrov, Zoran Jovanović, Dragan Antić, Saša Nikolić, Staniša Perić, Radica Aleksandrov: „Analysis of Efficiency of Applied Virtual Simulation Models and Real Learning Systems in the Process of Education in Mechatronics“, Acta Polytechnica Hungarica, vol.10, No 6, 2013, pp. 59-76, DOI: 10.12700/APH.10.06.2013.6.4.
- [7] Slobodan Aleksandrov, Radica Aleksandrov, Predrag Simić: “ Primena savremenih didaktičkih sistema u obrazovanju iz oblasti mehatronike “, Tehnologija, Informatika i Obrazovanje za društvo učenja i znanja, 6. Međunarodni Simpozijum, Tehnički fakultet Čačak, 3-5. jun 2011.
- [8] S. Aleksandrov, Z. Jovanović, D. Antić, S. Perić, S. Nikolić, D. Mitić: “Web Access to the Real Mechatronics Laboratory”, XI International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, 14-16 Novembar 2012, Niš, Srbija, pp. 431-434.
- [9] Slobodan Aleksandrov, Zoran Jovanović, Stanimir Čajetinac, Leonid Stoimenov: “Access to PLC in real-time software package Team Viewer”, X Triennial International SAUM Conference on Systems, Automatic Control and Measurements Niš, Serbia, November 10th-12th, 2010, pp. 145-148.