

TEHNOLOGIJA, INFORMATIKA I OBRAZOVANJE  
ZA DRUŠTVO UČENJA I ZNANJA

6. Međunarodni Simpozijum, Tehnički fakultet Čačak, 3–5. jun 2011.

TECHNOLOGY, INFORMATICS AND EDUCATION  
FOR LEARNING AND KNOWLEDGE SOCIETY

6<sup>th</sup> International Symposium, Technical Faculty Čačak, 3–5th June 2011.

UDK: 37.026:004

Stručni rad

## PRIMENA SAVREMENIH DIDAKTIČKIH SISTEMA U OBRAZOVANJU IZ OBLASTI MEHATRONIKE

Slobodan Aleksandrov<sup>1</sup>, Radica Aleksandrov<sup>2</sup>, Predrag Simić<sup>3</sup>

**Rezime:** U ovom radu je prezentovan značaj korišćenja savremenih didaktičkih sistema za uspešno obrazovanje kadrova iz oblasti mehatronike. Primena realnih didaktičkih sistema, njihovih virtuelnih simulacionih modela, softvera za modeliranje i simulaciju predstavljaju preduslov za usvajanje kompleksnih znanja i veština. U radu je dat osvrt na primenu ovih sistema u školovanju tehničara mehatronike u srednjem stručnom obrazovanju.

**Ključne reči:** Mehatronika, obrazovanje, didaktički sistemi, testiranje, dijagnostika.

## USAGE OF MODERN DIDACTIC SYSTEM IN EDUCATION IN AREA OF MEHATRONIC ENGINEERING

**Summary:** In this paper we have presented the significance of using modern didactic systems for successful education of staff in domain of mechatronics. Using realistic didactic systems, their virtual simulation models, software programmes for modeling and simulation present precondition for adopting complex knowledge and skills. In this paper we have also paid special attention on the usage of this systems in schooling and educating kids in secondary schools in the area of mechatronics engineering.

**Key words:** Mechatronic, education, didactic systems, testing, diagnostic.

### 1. UVOD

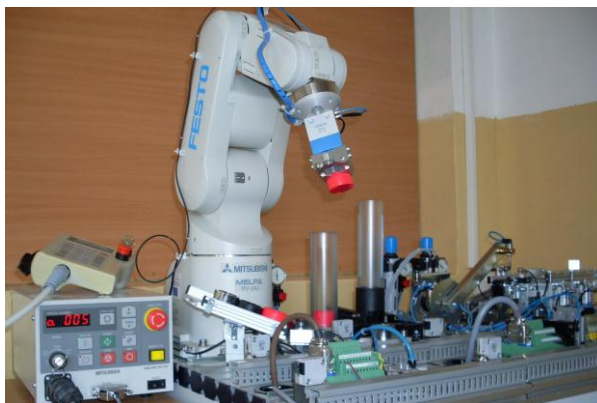
Mehatronski sistem predstavlja fuziju mehaničkih, električnih i informacionih sistema u jedinstven funkcionalni automatizovani sistem. Za uspešno obrazovanje iz oblasti mehatronike potrebni su savremeni didaktički sistemi, koji odgovaraju realnim industrijskim mehatronskim sistemima. Poželjno je da su didaktički sistemi modularni i da su za njihovu realizaciju korišćene industrijske komponente. Ove sisteme karakteriše visoka cena, što predstavlja prepreku školama i fakultetima da obezbede različite didaktičke

<sup>1</sup> Slobodan Aleksandrov, dipl.inž. elektrotehnike, Tehnička škola Trstenik, Vuka Karadžića 11, Trstenik, E-mail: [aleksandrovs@yahoo.com](mailto:aleksandrovs@yahoo.com)

<sup>2</sup> Radica Aleksandrov, dipl.inž. elektrotehnike, Tehnička škola Trstenik, Vuka Karadžića 11, Trstenik, E-mail: [radica09@gmail.com](mailto:radica09@gmail.com)

<sup>3</sup> Predrag Simić, dipl.inž. mašinstva, Tehnička škola Trstenik, Vuka Karadžića 11, Trstenik, E-mail: [simpred@sbb.rs](mailto:simpred@sbb.rs)

mehatronske sisteme. Razvoj novih tehnologija i njihova primena u industriji, zahteva savremena nastavna sredstva za uspešno školovanje stručnih kadrova u oblasti mehatronike. Imajući u vidu multidisciplinarnost mehatronike i složenost mehatronskih sistema, za uspešno obrazovanje potrebni su savremeni didaktički sistemi. Jedan od vodećih proizvođača didaktičkih sistema za obuku iz oblasti pneumatike i elektronike je kompanija Festo. U ovom radu predstavljeni su didaktički sistemi koji se koriste u kabinetu mehatronike Tehničke škole Trstenik. To su sistemi koji pripadaju Festovoj modularnoj proizvodnoj liniji MPS (Modular Production System). Glavna odlika ovih sistema je što predstavljaju realne industrijske sisteme, sa industrijskim komponentama, ali u umanjenoj formi, koja je pogodna za nastavu i učenje u laboratorijskim uslovima. Ovi sistemi su podržani softverom za programiranje upravljačkih uređaja, softverom za komunikaciju i softverom za 3D simulaciju. Laboratorija je opremljena robotskom stanicom Mitsubishi Melfa RV-2AJ, didaktičkim sistemom za distribuciju delova i didaktičkim sistemom za sortiranje delova (sl. 1).



*Slika 1: Savremeni didaktički mehatronski sistemi*

Ove didaktičke sisteme karakterišu sledeće osobine:

- *modularnost* – komponente na sistemima se mogu montirati, podešavati, testirati i demontirati
- *fleksibilnost* – mogu se kombinovati funkcije i redosled didaktičkih sistema
- *funcionalnost* – promenom programa menja se funkcionalnost sistema
- *programibilnost* – upravljački PLC uređaji mogu se re-programirati
- *sinhronizacija rada* – mogućnost sinhronizacije rada više sistema u proizvodnu liniju
- *TCP/IP podrška* – mogućnost povezivanja u lokalnu računarsku mrežu
- *WEB podrška* – mogućnost upravljanja sistema putem Interneta

Savremeni didaktički sistemi omogućavaju učenicima i studentima da primene usvojena teorijska znanja na realnim sistemima, upoznaju se sa industrijskim pneumatskim, električnim i elektronskim komponentama, principom rada, načinom merenja fizičkih veličina i principom rada složenih mehatronskih sistema. Ovi sistemi omogućavaju simulaciju kvara na sistemima, pa su pogodni za primenu kod testiranja, dijagnostike i servisiranja mehatronskih sistema. Uz korišćenje realnih sistema učenici usvajaju znanja i

veštine predviđena nastavnim planovima i programima. U tabeli 1 predstavljeme su oblasti primene didaktičkih mehatronskih sistema.

**Tabela 1: Oblasti primene didaktičkih mehatronskih sistema**

<i>Oblast primene</i>	<i>Znanja i veštine</i>
<i>Mehanika</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Identifikacija mehaničkih komponenti</i></li> <li>• <i>Montaža i demontaža mehaničkih komponenti</i></li> <li>• <i>Projektovanje i modeliranje mehaničkih komponenti</i></li> </ul>
<i>Pneumatika</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Izbor i korišćenje pneumatskih komponenata i uređaja</i></li> <li>• <i>Projektovanje i povezivanje pneumatske instalacije</i></li> <li>• <i>Detektovanje i otklanjanje greške na pneumatskim sistemima</i></li> </ul>
<i>Senzori i električna merenja</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Merenje fizičkih veličina</i></li> <li>• <i>Prepoznavanje vrste senzora i njihove namene</i></li> <li>• <i>Postavljanje i povezivanje različitih vrsta senzora</i></li> <li>• <i>Testiranje njihove ispravnosti i zamena senzora</i></li> </ul>
<i>PLC</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prepoznavanje strukture različitih vrsta PLC-a</i></li> <li>• <i>Povezivanje senzora i aktuatora</i></li> <li>• <i>Programiranje i testiranje PLC</i></li> </ul>
<i>Mehatronski sistemi</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Montaža i demontaža</i></li> <li>• <i>Testiranje i dijagnostika</i></li> <li>• <i>Servisiranje</i></li> </ul>
<i>Elektrotehnika i elektronika</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Prepoznavanje i korišćenje električnih simbola</i></li> <li>• <i>Projektovanje i povezivanje električne instalacije</i></li> <li>• <i>Detekcija i zamena neispravnih električnih instalacija</i></li> <li>• <i>Prepoznavanje, povezivanje i puštanje u rad električnih motora</i></li> </ul>
<i>Internet tehnologije</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Povezivanje mehatronskih sistema u računarske mreže</i></li> <li>• <i>Daljinski pristup korišćenjem interneta</i></li> <li>• <i>PLC kao WEB server</i></li> </ul>

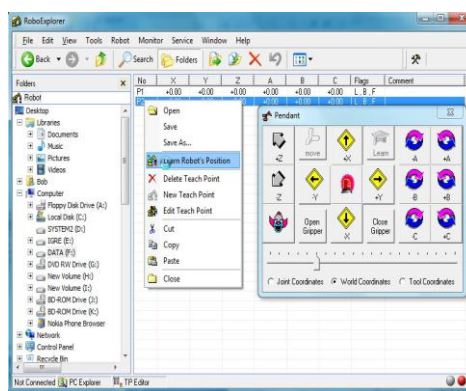
## 2. KARAKTERISTIKE DIDAKTIČKIH SISTEMA

Tipičan mehatronski sistem predstavlja robot. Za usvajanje znanja i veština iz robotike, mehatronike i elektronike koristimo robotsku stanicu Mitsubishi Melfa RV-2AJ. Robotska ruka ima 5 stepeni slobode, a zglobove robota pokreću naizmenični (AC) servomotori. Na kraju robotske ruke nalazi se pneumatska hvataljka. Upravljanje radom vrši kontroler robota (sl. 2) na kome se nalazi operacioni panel. Kontroler se serijskom vezom RS232 povezuje sa personalnim računarem. Upravljanje robotom vrši se na tri načina. Prvi način je pomeranje robota po zglobovima uz pomoć ručne upravljače komande (teaching pendant). Ručnom komandu se mogu pisati jednostavni programi. Drugi način pomeranja robota je

korišćenjem upravljačkog softvera koji se instalira na računar. Za ovaj robot koristi se Cosimir Robotics – Profesional. Laboratorija za mehatroniku Tehničke škole Trstenik poseduje verziju softvera Cosimir Robotics – Education, koja omogućava programiranje i simulaciju rada robota, ali ne dozvoljava prenošenje programa u kontroler robota. Ovaj problem je rešen korišćenjem besplatnog softvera za programiranje robota Robo-Explorer (sl. 3), koji ima mogućnost upravljanja i programiranja robota. Za programiranje robota koristimo programski jezik Melfa Basic IV.



*Slika 2: Robot kontroler sa operacionim panelom*



*Slika 3: Radni površina Robo-Exploer*

Treći način rada robota koristi se kada se u kontroler prenese program i odgovarajuće pozicije robota, nakon čega se startuje automatski način rada robota. Na ovaj način se prati i analizira rad robotskog sistema. Ukoliko se detektuje nepravilan rad, robot se zaustavlja preko tastera – pečurke za hitno prekidanje rada. Onda se vrši korekcija programa ili pozicija i ponavlja postupak programiranja i testiranja.

Drugi didaktički sistem u kabinetu mehatronike je Festo MPS – Stanica za distribuciju delova (sl. 4). Namena ovog didaktičkog sistema je da učenici i studenti steknu znanja i veštine pri izboru linearnih i rotacionih pneumatskih aktuatora, vakum aparata, rezervoara za vakum, programiranjem PLC-a i sekvencijalnog upravljanja. Treći didaktički sistem je Festo MPS – Stanica za sortiranje delova (sl. 5). Namena ovog sistema je da učenici steknu znanja i veštine u pri izboru i upravljanju elektromotora, senzora, pneumatskih i mehaničkih komponenti, programiranjem PLC-a i sekvencijalnog upravljanja. Sistemi se upravljaju preko operacionih panela, a upravljanje vrši programibilni logički kontroler.



*Slika 4: Stanica za distribuciju delova*



*Slika : Stanica za sortiranje delova*

Testiranje i dijagnostika realnih sistema predstavlja osnovu za usvajanje znanja i veština u oblasti upravljanja sistemima i mehatronike. Kod ovih sistema postoji strah i otpor kod nekih polaznika od realnih električnih i pneumatskih sistema. Zahvaljujući velikoj procesorskoj snazi savremenih računara, 3D simulacija realnih sistema pruža motivaciju učenicima i studentima u usvajanju osnovnih principa rada realnih sistema. Ova simulacija omogućava virtuelnu simulaciju dinamike mehatronskih sistema, kojim se simuliraju način rada i struktura sistema. Softver koji omogućava testiranje i dijagnostika realnih složenih mehatronskih sistema u virtuelnom okruženju je Cosimir PLC. Ovaj softver predstavlja PC softver namenjen za 3D simulaciju, testiranje i dijagnostiku Festo sistema MPS serije. Ovim programom mogu se definisati programi za simulaciju rada realnih mehatronskih sistema, a mogu se koristiti postojeći primeri koji se isporučuju sa MPS sistemima.

### 3. ANALIZA KORIŠĆENJA DIDAKTIČKIH SISTEMA

Prezentovani didaktički sistemi koriste se već tri godine kod realizacije laboratorijskih vežbi i blok nastave kod obrazovnog profila Tehničar mehatronike – ogled. Sistemi su korišćeni za usvajanje znanja i veština iz sledećih stručnih modula: programibilni logički kontroleri (PLC), merni pretvarači, testiranje i dijagnostika mehatronskih sistema, montaža i održavanje mehatronskih sistema i robotika. Za složene didaktičke sisteme potrebna je dobra priprema nastavnika i učenika pre početka realizacije laboratorijskih vežbi. Najbolje rezultate kod testiranja i dijagnostike mehatronskih sistema pokazali su učenici koji usvajali znanja i veštine na sledeći način:

- Presentacija rada realnog didaktičkog sistema, identifikacija komponenti i modula, funkcija svake komponente

- Korišćenje softvera za virtuelnu simulaciju trodimenzionalnih modela realnih sistema, u ovom slučaju korišćenje Cosimir Robotics i Cosimir PLC
- Povezivanje didaktičkih sistema sa računarom, korišćenje softvera za programiranje upravljačkog PLC-a
- Poređenje simulacionog modela i realnog didaktičkog sistema
- Rad sa realnim didaktičkim sistemom, montaža komponenti, testiranje dijagnostika i servisiranje kvarova
- Izrada izveštaja u elektronskom obliku
- Evaluacija realizovane vežbe – prezentacija i analiza

Pri radu sa realnim didaktičkim sistemima postoje nekoliko ograničenja. Zbog visoke cene ovakvih sistema, škole i fakulteti nisu u mogućnosti da poseduju veći broj istih didaktičkih sistema, na kojima bi istovremenu učenici i studenti realizovali vežbe. Optimalni broj učenika na jednom didaktičkom sistemu je od dva do tri, kako bi svaki učenik bio u mogućnosti da samostalno izvrši definisane radne zadatke. Uglavnom sve škole i institucije se trude da obezbede što veći broj različitih didaktičkih sistema (minimalno tri), kako bi se stvorili uslovi za usvajanje širokog spektra znanja i veština. Zbog ovih ograničenja, u kabinetu mehatronike se formiraju tri do četiri grupe od po tri učenika, koji se istovremeno obučavaju na različitim didaktičkim sistemima, ali tako da u toku školske godine prođu obuku kroz sve predviđene vežbe. Mogućnost da se svi učenici i studenti obučavaju na istom sistemu, omogućava softver za trodimenzionalnu simulaciju rada realnih modela Cosimir Robotics i Cosimir PLC. Korišćenje simulacionih softvera, učenici brže usvajaju princip rada mehatronskog sistema, način funkcionisanja, praćenje parametara sistema, stanja ulaznih i izlaznih veličina na mehatronskom sistemu. Veoma je važno naglasiti, da softverski paketi za trodimenzionalnu simulaciju i modeliranje ne mogu zameniti realne didaktičke sisteme, ali mogu olakšati i ubrzati proces usvajanja znanja i veština.

#### 4. ZAKLJUČAK

U cilju osavremenjavanja nastavnog procesa, praćenja savremenih industrijskih trendova i školovanje kadrova iz oblasti mehatronike, potrebno je korišćenje savremenih didaktičkih sistema i pratećih softverskih paketa za modeliranje i simulaciju. Za korišćenje ovih sofisticiranih didaktičkih sistema, potrebno je intenzivirati stručno usavršavanje nastavnika, kako bi primenili sve mogućnosti didaktičkih sistema u procesu obrazovanja. Kod nabavke didaktičkih sistema potrebno je konsultovati socijalne partnere iz privrede, tako da bi učenici i studenti posle završetka školovanja bili u potpunosti spremni za rad na realnim industrijskim sistemima u proizvodnji.

#### 5. LITERATURA

- [1] Aleksandrov S., Simić P., Mijatović M: *Realizacija projektne nastave u oglednom profilu tehničar mehatronike*, 3. Internacionalna konferencija Tehnika i informatika u obrazovanju, Tehnički fakultet Čačak, 7-9 maj, 2010, pp. 510-515. (UDK: 371.3:007.5)
- [2] Aleksandrov S., Čajetinac S., Šešlija D.: *Didactic system FESTO MPS - Sorting station and its application in education in the field of mechatronics*, 10<sup>th</sup> International Conference "Research and Development in Mechanical Industry" RaDMI 2010, Donji Milanovac, Serbia, 16 - 19. September 2010
- [3] Festo Manual Sorting station, CD 665871, [www.festo-didactic.de/services>MPS](http://www.festo-didactic.de/services>MPS)