



MEHATRONIČKO OBRAZOVANJE - BUDUĆNOST U OBRAZOVANJU INŽENJERA

Dragan Golubović¹, Danilo Stojanović², Siniša Randić³

Rezime: *Mehatronika predstavlja novu naučnu disciplinu koja predstavlja kombinaciju mašinstva, elektronike, softverskog inženjerstva i upravljanja. Sa pojavom ove naučne discipline, javila se potreba za obrazovanjem inženjera iz ove oblasti. Kao primer obrazovanja mehatroničara dat je Tehnički fakultet u Čačku, na kome postoje trogodišnje i četvorogodišnje studije mehatronike. Navedeni su i primeri obrazovanja inženjera za mehatroniku i u inostranstvu.*

Ključne reči: *mehatronika, obrazovanje, informatika, fakulteti.*

MECHATRONIC EDUCATION – FUTURE IN ENGINEERS EDUCATION

Summary: *Mechatronic is new scientific discipline which present combination of mechanical engineering, electronic engineering, software engineering and control. It was necessarily to educate this kind of engineer because nowday systems are complex and mechatronic engineer become real solution for this problems. Here are given example of education mechatronic engineer on Technical faculty in Cacak, where exist three and four year mechatronic study. There are many examples of mechatronic engineer education all over the world.*

Key words: *mechatronic, education, informatic, faculties.*

1. NASTANAK I RAZVOJ MEHATRONIKE

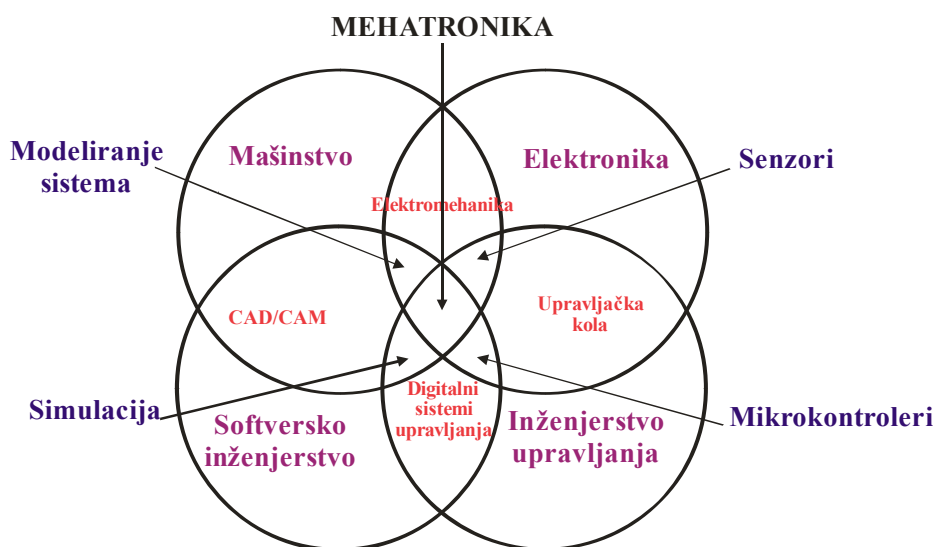
Upravljanje sistemima je dostiglo značajan pomak sa razvojem softvera za upravljanje procesima. Tu je dat značajan doprinos u razvoju elektronike i kompjuterske tehnologije. Značajno smanjenje cene koštanja i poboljšanja u svetu računarstva uticali su da osnovni mediji za odlučivanje više ne budu orijentisani samo na elektroniku već i na softver. Tako je nastala mehatronika koja primarno označava primenu složenih sistema u procesu upravljanja. Mehatronika predstavlja kombinaciju nekoliko inženjerskih disciplina i to: mašinstva, elektronike, softverskog inženjerstva i upravljanja. Kombinacijom ovih naučnih

¹ Prof. dr Dragan Golubović, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: mehatron@ptt.yu

² Prof. dr Danilo Stojanović, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: dacos@tfc.kg.ac.yu

³ Dr Siniša Randić, vanr. prof., Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: rsin@ptt.yu

disciplina postiže se jednostavnost, ekonomičnost, pouzdanost i prilagodljivost sistema. Osnovni cilj ove interdisciplinarnе nauke je proučavanje automatizacije iz inženjerske perspektive i primena metoda upravljanja na sisteme. Mehatronika nije nova naučna disciplina, jer su nju i ranije koristili projektanti i inženjeri, ali se nije definisala na ovaj način. Sa brzim razvojem softverskog inženjerstva i automatizacije procesa upravljanja, mehatronika dobija centralno mesto u primeni na sistemima kod kojih je neophodan bilo koji vid upravljanja. Na slici 1 je dat šematski prikaz nastanka mehatronike u preseku raznih disciplina kao što su mašinstvo, elektronika, upravljanje i softver.



Slika 1: Nastanak mehatronike u okviru raznih disciplina

Mehatronički sistemi su prošireni i povezani sensorima, mikroprocesorima i upravljačima (kontrolerima). Činjenica da takav sistem sensorima otkriva promene u okolini i parametrima i, nakon adekvatne obrade tih podataka, reaguje na njih, čini ga potpuno različitim od uobičajenih uređaja i mehaničkih sistema.

Možemo, na primer, spomenuti robote, digitalno upravljane uređaje, automatski vođena vozila, elektronske kamere, telefax uređaje i fotokopirne mašine kao tipične mehatroničke proizvode.

Povećana prilagodljivost, raznovrsnost i razvijanje inteligencije proizvoda, te pouzdanost kao i smanjena cena i potrošnja energije, ciljevi su koji se ostvaruju primenom mehatroničkog pristupa oblikovanju proizvoda.

Ove se prednosti prenose u proizvod koji pobuđuje veći interes kupaca, brže je proizveden uz manje troškove i odgovara većim tržištima.

Japanski obrazovni stručnjaci vide inženjera mehatronike kao mašinskog inženjera sa širom osnovom čije znanje i sposobnosti u dobroj meri zadiru u područje mikroprocesora, računarskog programiranja, elektronike i upravljanja.

Mehatroničar budućnosti je retki pojedinac koji je u stanju, da svojim radom prelazi granice

sastavnih disciplina mehatronike kako bi prepoznao i iskoristio pravu kombinaciju tehnologija potrebnu za optimalno rešenje određenog problema.

2. BUDUĆNOST MEHATRONIKE

Danas živimo u svetu brzih tehnoloških promjena. Sa sve jačom konkurencijom javlja se potreba za razvojem novih veština. Mehatronika će postati još važnija u budućnosti, kada će rastuća globalizacija i potrošačko tržište tražiti proizvode i usluge najboljeg kvaliteta.

Samo najbolji proizvođači će preživeti. Dolaskom novih tehnologija u proizvodnju mehatronika postaje područje koje će povezati tehnologiju, obrazovanje i sticanje iskustva u praksi. Vremenski period uhodavanja radnika na novom radnom mestu svesti će se na minimum.

3. MEHATRONIČKO OBRAZOVANJE

Obrazovanjem u mehatronici dobijaćemo nove kvalifikovane i sposobne inženjere koji će podržavati povećanje proizvodnje i ekonomski rast. Proces je počeo i sigurno će se nastaviti jer za sada ne postoji drugo rešenje. Bićemo svedoci manjka kvalifikovane radne snage koja zna raditi na konkretnim proizvodnim sistemima.

Dakle, budućnost mehatronike je osigurana u industriji, a razvoj industrije zahteva obrazovanje. Mora se naglasiti da je mehatronika potrebna u svim granama privrede pa je neophodno obrazovati inženjera koji će objединiti znanja iz većeg broja naučnih disciplina.

U Japanu, zemlji iz koje je potekla, mehatronika je sve više prisutna u industriji i obrazovanju, a može se zapaziti i veliki interes za naučni i tehnički razvoj. U industrijskim Evropskim zemljama kao što su Nemačka, Velika Britanija, Holandija, Italija, Švajcarska i Finska, mehatronika je činjenica. Dobro razvijena i sve inteligentnija automatizacija postavila je potrebu mehatroničkog obrazovanja kako u srednjim školama tako i na fakultetima.

U razvojnim centrima središnje i istočne Evrope, kao što su Poljska, Mađarska, Češka, Litvanija, Bugarska i Rusija učinjen je veliki napredak u cilju obrazovanja mladih ljudi. Dalje obrazovanja starijih (permanento obrazovanje) iz područja mehatronike takođe polako dobija svoje uporište.

Mnoge mehatroničke inicijative dolaze iz zemalja trećeg sveta. Seminari i skupovi o mehatronici, kao i o nacionalnoj mehatroničkoj konkurenciji održavaju se u svim zemljama Evropske unije, promovisanjem ove naučne discipline.

Garanciju visokog kvaliteta edukacije i seminara iz područja mehatronike osiguravaju imena firmi (Festo Didactic, Siemens, Hps, National Instruments, Mitsubushi, Nokia, Toyota i dr...), koje proizvode i razvijaju didaktičku opremu i uvode novi metodički pristup kod usvajanja novih znanja. Na slici 2 je dat izgled savremene laboratorije za mehatroniku. Savremena laboratorija za mehatroniku treba da bude opremljena računarima, senzorima, mikroprocesorima, mašinama, elektronikom, kao i drugim uređajima koji se koriste za automatizaciju.

Mehatronika znači novu generaciju inteligentnih mašina i instalacija za kojima zahtev tržišta tranzicijskih zemalja neprestano raste. Mehatronika znači i kvalifikovanu i inteligentnu radnu snagu kao i nove poslove za brze promene zahteve zapošljavanja.



Slika 2: Savremena laboratorija za mehatroniku

4. MEHATRONIKA NA TEHNIČKOM FAKULTETU U ČAČKU

Na Tehničkom fakultetu u Čačku 1990. godine je formiran na elektrotehničkom odseku smer diplomirani inženjer za Mehatroniku. Studije na ovom smeru su trajale devet semestara, a po novom nastavnom planu traju četiri godine (osam semestrara). Uvođenjem ovog smera Tehnički fakultet je udovoljio zahtevima vremena i napretka informacionih tehnologija. Inženjeri smera mehatronika su stručnjaci čije obrazovanje obuhvata konstruktivno mašinstvo, elektroniku, računarski hardver i softver, kao i sisteme automatizacije. S obziroma na nastavne programe ovog smera, diplomirani inženjeri mehatronike su prvenstveno opredeljeni za:

- multidisciplinarne poslove u projektovanju mašina, uređaja, proizvodnih linija i proizvoda,
- održavanje mašina, uređaja i proizvodnih procesa sa elektronskom i mikroprocesorskom opremom u metaloprerađivačkoj, elektronskoj, farmaceutskoj, prehrambenoj, hemijskoj, tekstilnoj i drugim procesnim industrijama mehatroničkog karaktera
- automatizacija procesa proizvodnje.

Smer mehatronike prolazi kroz fazu postepenog, ali značajnog, napredovanja i uklapanja u obrazovnu strukturu Srbije. Perspektive poslova za mehatroničare rastu iz dana u dan sa razvojem robotizovanih i automatizovanih sistema podržanih računarom.

Razlog formiranja ovog smera je zato što kod nas ne postoje više velike firme, gde su inženjeri bili specijalizovani za određene oblasti (mašinstvo, elektrotehnika, informatika) i bavili se samo uskospecijalizovanim poslovima. Danas se od inženjera zahteva sveobuhvatno znanje, jer u većini manjih preduzeća neophodno je da postoji univerzalni inženjer, odnosno inženjer koji će se snaći u svim situacijama i koji može uspešno rešiti probleme koji se pred njega postave. Zbog svega toga je neophodno multidisciplinarno znanje, koje će posedovati budući inženjeri mehatronike.

Primenom Bolonjske deklaracije izvršena je reforma nastavnih planova i programa, tako da su svi predmeti jednosemestralni i primenjen je kriterijum bodovanja. Za ovaj smer postoje akademske (četvorogodišnje) i strukovne (trogodišnje) studije. Svršeni studenti akademskih studija dobijaju zvanje diplomirani inženjer elektrotehnike za mehatroniku, a strukovnih

studija inženjer elektrotehnike za mehatroniku. Nastavni planovi za ova dva usmerenja dati su u tabeli 1 i 2.

Pored osnovnih studija na Tehničkom fakultetu u Čačku su organizovane i poslediplomske studije, na smeru Mehatronika koji se sastoji od sledećih naučnih oblasti:

- Mehatronika,
- Industrijsko inženjerstvo
- Matematičke metode u mehatronici.

4.1. Nastavni planovi strukovnih i akademskih studija

Strukovne studije na Tehničkom fakultetu u Čačku traju tri godine, a akademske četiri. Na ovim profilima postoje tri usmerenja za obe vrste studija, tako da se na osnovu izabranih izbornih predmeta bira se jedno od usmerenja:

Održavanje mehatroničkih sistema,

Projektovanje mehatroničkih sistema,

Roboti i inteligentne mašine.

Za svaki od usmerenja, kod strukovnih i akademskih studija, dati su izborni predmeti, pri čemu se bira sedam predmeta u zavisnosti od usmerenja i to:

Modul 1 - Održavanje mehatroničkih sistema

- Programsko upravljanje mašinama
- Računarski integrisani sistemi
- Tehnički materijali
- Mehanizmi i prenosnici
- Mikroinstalacije i komponente
- Automatske proizvodne linije
- Reinženjering proizvodnih sistema
- Efektivnost tehničkih sistema
- Inženjersko-ekonomske analize
- Proizvodne tehnologije
- Modeliranje sistema

Modul 2- Projektovanje mehatroničkih sistema

- Roboti i manipulatori
- Programsko upravljanje mašinama
- Računarski integrisani sistemi
- Tehnički materijali
- Mehanizmi i prenosnici
- Mikroinstalacije i komponente
- Inteligentne mašine
- Automatske proizvodne linije
- Reinženjering proizvodnih sistema
- Efektivnost tehničkih sistema
- Proizvodne tehnologije
- Modeliranje sistema

Modul 3- Roboti i inteligentne mašine.

- Roboti i manipulatori
- Programsko upravljanje mašinama
- Računarski integrisani sistemi
- Mehanizmi i prenosnici
- Mikroinstalacije i komponente
- Inteligentne mašine
- Automatske proizvodne linije
- Modeliranje sistema
- Veštačka inteligencija

Tabela 1: Nastavni plan za strukovne studije Inženjer elektrotehnike za mehatroniku

R.br.	Naziv predmeta	I	II	III	IV	V	VI
		3+4					
1.	Fizika I	3+3					
2.	Osnovi računarske tehnike I	2+2					
3.	Osnovi elektrotehnike I	3+4					
4.	Komunikologija Istorija prirodnih i tehničkih nauka	1+1					
		12+14					
5.	Matematika II		3+4				
6.	Osnovi računarske tehnike II Fizika II		2+2				
7.	Osnovi elektronike II		3+4				
8.	Industrijski menadžment* Menadžment kvalitetom		2+1				
9.	Uvod u programiranje		2+2				
			12+13				
10.	Materijali			3+2			
11.	Elektronika			3+3			
12.	Računarska grafika			2+2			
13.	Engleski jezik I			1+1			
14.	Teorija električnih kola			2+2			
15.	Inženjerska mehanika (Sta. i OM)			2+2			
				13+13			
16.	Engleski jezik II				1+1		
17.	Hidraulika i termotehnika				2+2		
18.	Mašinski elementi				2+2+1		
19.	Tehnička mehanika (K I D)				2+2+1		
20.	Mikroprocesori				2+2+1		
21.	Izborni predmet I				2+2		
					1+11+3		
22.	Automatsko upravljanje					2+2	
23.	Hidraul. i pneumat. kompon.					2+2+1	
24.	Električna merenja					2+2+1	
25.	Senzori i pretvarači					2+2	
26.	Mehanika mašina i mehanizama					2+2+1	
27.	Izborni predmet II					2+2	
						12+15	
28.	Električne mašine						2+2
29.	Digitalni sistemi						2+2
30.	Mehatronika- projekat						2+4
31.	Izborni predmet III						2+2
32.	Izborni predmet IV						2+2
33.	Izborni predmet V						2+4
	DIPLOMSKI RAD						1+6
							11+13
UKUPNO	Broj časova	12+14	12+13	13+13	11+14	12+15	11+13
	Broj ispita	5	5	6	6	6	6

*) Alternativno se bira jedan predmet

Tabela 2: Nastavni plan za akademske studije Diplomirani inženjer elektrotehnike za mehatroniku

R. br.	Naziv predmeta	SEMESTRI							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.	Matematika I	3+4							
2.	Fizika I	3+3							
3.	Osnovi računarske tehnike I	2+2							
4.	Osnovi elektrotehnike I	3+4							
5.	Komunikologija Istorija prirodnih i tehničkih nauka	1+1							
6.	Matematika II		3+4						
7.	Osnovi računarske tehnike II Fizika II		2+2						
8.	Osnovi elektronike II		3+4						
9.	Industrijski menadžment* Menadžment kvalitetom		2+1						
10.	Uvod u programiranje		2+2						
		12+14	12+13						
11.	Materijali			3+2					
12.	Elektronika			3+3					
13.	Računarska grafika			2+2					
14.	Engleski jezik I			1+1					
15.	Teorija električnih kola			2+2					
16.	Diskretna matematika			2+2					
17.	Inženjerska mehanika (Sta. i OM)			2+2					
				14+13					
18.	Engleski jezik II				1+1				
19.	Hidraulika i termotehnika				2+2				
20.	Elementi mašina				2+2+1				
21.	Техничка механика (K I D)				2+2+1				
22.	Energetska elektronika				2+2				
23.	Mikroprocesori				2+2+1				
					11+14				
24.	Engleski jezik III					1+1			
25.	Automatsko upravljanje					2+2			
26.	Hidraul. i pneumat. kompon.					2+2+1			
27.	Električna merenja					2+2+1			
28.	Senzori i pretvarači					2+2			
29.	Mehanika mašina i mehanizama					2+2+1			
						11+14			
30.	Verovatnoća i statistika						2+2		
31.	Engleski jezik IV						1+1		
32.	Električne mašine						2+2		
33.	Digitalni sistemi						2+2		
34.	Mehatronika- projekat						2+2		
35.	Izborni predmet I						2+4		
							11+13		
36.	Upravljački računarski sistemi							2+2	
37.	Organizacija rada							2+2	
38.	Mehatronika- projekat							2+4	
39.	Izborni predmet II							2+2+1	
40.	Izborni predmet III							2+2+1	
								10+14	
41.	Izborni predmet IV								2+2

42.	Izborni predmet V									2+2
43.	Izborni predmet VI									2+2
44.	Izborni predmet VII									2+2
	DIPLOMSKI RAD									1+6
UKUPNO		Broj časova	12+9	12+10	11+11	11+11	11+11	11+11	10+12	9+15
		Broj ispita	5	5	6	6	6	6	5	5

*) Alternativno se bira jedan predmet

5. MEHATRONIKA NA DOMAĆIM I STRANIM FAKULTETIMA

Osim Tehničkog fakulteta u Čačku, inženjere mehatronike školuju u Srbiji Tehnički fakultet u Novom Sadu, kao i Tehnički fakultet u Nišu.

U Hrvatskoj ovaj smer postoji na Tehničkom fakultetu u Rijeci. Na fakultetu Strojarstva i brodogradnje postoji smer Mehatronika i robotika. U Evropi postoji veliki broj tehničkih fakulteta na kojima se izučava mehatronika kao poseban smer, ili se na mašinskim smerovima izučava Mehatronika kao jedna naučna disciplina. Pored toga, postoje brojni primeri smerova Mehatronika na američkom kontinentu i u Australiji, koji su uvedeni u poslednjih deset godina.

6. ZAKLJUČAK

Mehatronika je postala novo usmerenje koje se izučava na gotovo svim tehničkim fakultetima u inostranstvu. Kako je Mehatronika multidisciplinarna nauka, ona predstavlja veoma značajnu prekretnicu u budućnosti, jer školovanjem ovih inženjera omogućeno je stvaranje nove kategorije "univerzalnog" inženjera koji će moći da se uhvati u koštac sa svim problemima u privredi. Takav stručnjak poseduje znanja iz oblasti elektronike, mašinstva, računarstva i automatike, tako da će biti sposoban da se na osnovu stečenog znanja lako prilagodi svim teškoćama sa kojima se susretne. Osnovni alat za rad ovog inženjera je računar, koji će koristiti pri projektovanju, modeliranju, proizvodnji "inteligentnih" mašina, u upravljanju robotima, mašinama, postrojenjima itd.

7. LITERATURA

- [1] Golubović D., Randić S.: Tehnički fakultet 30 godina sa vama (1975-2005), Čačak, 2005, 392 s.
- [2] <http://www.ns.ac.yu>
- [3] <http://www.masfak.ni.ac.yu/>
- [4] <http://www.uniri.hr/>
- [5] <http://www.unizg.hr/>