

# Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu

Katedra za proizvodno mašinstvo

Laboratorija za kibernetiku i mehatronske sisteme - CMSysLab

Kurs: **PRO220-0342 MEHATRONSKI SISTEMI**

Školska 2021/22

## Projekat

U cilju sticanja praktičnih znanja i iskustva u primeni integrisanih mikroračunarskih sistema čije se teoretske osnove obraduju u okviru predmeta Mehatronski sistemi u drugom semestru master akademskih studija Mašinskog fakulteta u Beogradu, studenti se kroz realizaciju konkretnog projekta obučavaju da multidisciplinarnim pristupom rešavaju konkretan inženjerski zadatak, korišćenjem razvojnog sistema baziranog na RISC mikrokontroleru PIC16F877 i drugim naprednijim platformama.

### 1. Tematski okvir projekta:

#### Projektovanje upravljačkog modula mehatronskih sistema baziranih na integrisanom mikroračunarskom sistemu RISC tehnologije MICROCHIP PIC16F87

### 2. Opšta struktura projektnog zadatka:

- Koncept mehatronskog sistema
- Projektovanje mehaničkog podsistema, akucionog sistema i senzorskog sistema, kinematska i dinamička analiza – CELINA 1
- Projektovanje hardvera upravljačkog sistema na bazi mikrokontrolera **PIC16F877**: osnovno HW okruženje, konfigurisanje mikrokontrolera, fizička realizacija korišćenjem odgovarajućeg razvojnog sistema – CELINA 2.
- Projektovanje upravljačkog softvera, programiranje mikrokontrolera PIC16F877 primenom odgovarajućeg razvojnog sistema u MS WINDOWS okruženju i testiranje funkcije – CELINA 3.

Studenti realizuju projekat korišćenjem savremenih inženjerskih alata baziranih na intenzivnoj primeni računara (različiti CAD paketi, Matlab simulacioni paket, specijalni razvojni alati za programiranje mikrokontrolera, ...), rezultate prikazuju u elektronskoj formi korišćenjem WEB platforme i računarske komunikacione mreže Mašinskog fakulteta, a praktične aktivnosti obavljaju u Laboratoriji za Kibernetiku i mehatronske sisteme (CMSysLab), Centra za nove tehnologije (CeNT) Mašinskog fakulteta u Beogradu.

### 3. Ocenjivanje:

Vrednovanje rezultata i zalaganja studenata je javno.

#### 1. Model ocenjivanja:

- a. Ocena projekta u celini (grupna ocena), kao ukupni rezultat timskog rada.
- b. Ocena pojedinačnog angažovanja svakog studenta se ocenjuje primenom korektivnih faktora na grupnu ocenu projekta.

#### 2. Maksimalni broj bodova:

100

#### 3. Struktura grupne ocene projekta:

- a. Celina 1: 30%, (C1)
- b. Celina 2: 30%, (C2)
- c. Celina 3: 40%, (C3)

Svaka celina se ocenjuje po sledećem modelu:

- Rezultati: 30%, (R)
- Pristup i korektnost/adekvatnost: 20%, (P)
- Elaborat/Fizička realizacija: 40%, (E)
- Kreativnost: 10%, (K)

#### 4. Korektivni faktori pojedinačnog angažovanja:

- a. Motivisanost/agilnost: 0.8 – 1.2, (M)
- b. Angažovanost: 0.8 – 1.2, (A)
- c. Prisustvo nastavi: 0.0 – 1.0, (PN)

Dozvoljena 4 izostanka bez korekcije PN. Za svaki naredni izostanak PN se smanjuje za 0.1.

$$\text{PROJEKAT\_GrupnaOcena} = C1 + C2 + C3 = (R1+P1+E1+K1) + (R2+P2+E2+K2) + (R3+P3+E3+K3)$$

U slučaju postojanja većeg broja grupa studenata, projekat sa istim projektnim zadatkom realizuju sve grupe. Grupe se međusobno takmiče u kreativnosti i kvalitetu ostvarenih inženjerskih rešenja. Grupa sa najboljim rešenjem po oceni predmetnog asistenta dobija privilegiju fizičke realizacije koncipiranog i tehnički razradjenog rešenja.

#### 4. Detaljni sadržaj projektnog zadatka:

Generacija studenata školske 2019/20 godine ima zadatak razvoja edukacionog manipulacionog robota horizontalne antropomorfne konfiguracije sa dva stepena slobode (SCARA), pogonjenog koračnim motorima i upravljano integrisanim mikroračunarskim sistemom RISC arhitekture MicroChip PIC 16F877 osnaženog odgovarajućim izlaznim stepenom.

Projektom obuhvatiti:

- Koncept mehanike robota; postavka geometrijskog i kinematskog modela; izračunavanje potrebnih pogonskih momenata primenom osnovnih znanja stečenih na kursovima mehanike.
- Koncept i razrada aktuacionog modula prvog i drugog stepena slobode baziranog na koračnom motoru i mehaničkom reduktoru odgovarajućeg prenosnog odnosa.
- Koncept merenja ugaonog pomeraja primenom digitalnog obrtnog davača, princip binarnog kodiranja ugaonog pomeraja, konvertovanje binarne u decimalnu vrednost ugaonog pomeraja.
- Princip rada koračnog motora, kodiranje upravljačke sekvence, varijantni oblici upravljačke sekvence, promena smera rotacije, upravljanje brojem obrtaja, osnovna tehnička rešenja fizičke realizacije sistema za pogon i upravljanje rada koračnog motora.
- Koncept sistema upravljanja radom koračnog motora primenom PIC mikrokontrolera serije 16F877, hardverska osnova, razvoj asemblerskog koda u MicroC razvojnom okruženju, programiranje mikrokontrolera.
- Razvoj HMI funkcije bazirane na LCD pokazivaču. Prikaz: zadatog ugla, realizovanog ugaonog pomeraja, izračunate ugaone brzine.
- Razvoj CNC upravljačkog modula za simultano upravljanje koračnim motorima generisanje zadate trajektorije vrha robota u njegovom radnom prostoru. Upravljački modul razviti korišćenjem PC računara kao fizičke platforme i Matlab programskog jezika kao softverskog razvojnog okruženja.
- Razvoj programskog koda i njegova praktična verifikacija u realnim uslovima na izradjenom fizičkom modelu robota i razvojnom upravljačkom sistemu baziranom na PIC16F877 integrisanom mikroračunarskom sistemu.

Izlaz ovog projekta je elaborat koji sadrži konstruktivna rešenja, detaljni opis svih algoritama, programski kod i realizovan fizički model funkcionalan u realnom vremenu. Praktični izlaz ovog projekta je funkcionalni demonstracioni sistem.

#### OPŠTE NAPOMENE:

1. Projekat radi grupa studenata sa jasno definisanim pojedinačnim zaduženjima za svakog studenta.
2. Završeni projekat se predaje u formi elaborata u kome je naveden kompletan kod glavnog programa i svih korišćenih (razvijenih) podprograma upravljačkog sistema.
3. Obavezno je redovno prisustvo na vežbama, sa svojom grupom.
4. Na kraju semestra, petnaesta nedelja u programu izvodjenja nastave, organizuje se finalna prezentacija projektnog rešenja i odgovarajuće fizičke realizacije u prisustvu predmetnog nastavnika i asistenta koji je vodio grupu.

Beograd, 22.02.2022

Predmetni nastavnik:

Prof. dr Petar B. Petrović