

ORGANIZACIJA PREDMETA Digitalno upravljanje pretvaračima i pogonima – DPP2

U okviru dokumenta date su sve informacije i uputstva neophodna za uspešno praćenje nastave, obaveza i polaganje ispita iz predmeta DPP2. Predavanja će držati Slobodan N. Vukosavić. Predmetni asistenti su Nikola Popov i Dragan Mihić. Sajt i kontakt: ddc.etf.rs, ddc@etf.rs. Laboratorija 27, ETF.

Opšte informacije i ishod predmeta:

Ishod predmeta je ovladavanje teorijom i implementacijom digitalnog upravljanja kretanjem, kao i osposobljavanje studenata za analizu i projektovanje sistema za digitalno upravljanje brzinom i pozicijom. Kurs obuhvata analizu, projektovanje, implementaciju, kodiranje i evaluaciju. Svrha kursa je ovladavanje teorijom i praktičnom implementacijom digitalnog upravljanja brzinom i pozicijom, rešavanje problema komprijanse i torzionih oscilacija, kao i generisanje referentnih trajektorija u koordinisanom višeosnom kretanju. Nastava je prilagođena predznanju koje studenti ETF imaju u 9. semestru. Materijali i literatura pripremljeni za polaznike kursa omogućuju uspešno praćenje nastave. Laboratorijske vežbe omogućuju savladavanje praktičnih aspekata.

Cilj kursa:

Upoznavanje sa problematikom digitalnog upravljanja kretanjem, planiranja kretanja, generisanja trajektorija i rešavanje problema komprijanse, torzionih oscilacija i mehaničke rezonanse. Tehnike i koraci implementacije. Osposobljavanje studenata za analizu i modelovanje sistema za upravljanje kretanjem i električnih pogona, za projektovanje strukture regulatora i parametriranje, za specifikaciju hardverskih resursa i programsku implementaciju

Sadržaj kursa (1 deo):

Predmet daje osnovna znanja u oblasti digitalnog upravljanja kretanjem. Zadatak upravljanja kretanjem i arhitektura upravljačkog sistema. DSP tehnologije u upravljanju kretanjem, regulatori brzine i pozicije, problemi mehaničke rezonancije, rekonstrukcije signala, kao i generisanje referentne trajektorije u koordinaciji kretanja. Metode sinteze i podešavanja parametara regulacije kod tradicionalnih analognih industrijskih kontrolera. Metod dvostrukih odnosa. Simetrični optimum. Robusnost tradicionalnih analognih rešenja. Prednosti i nedostaci digitalne implementacije. Diskretizacija po vremenu i amplitudi. Problem lažnih likova u spektru povorke odbrakova. Hardverska i programska rešenja za otklanjanje lažnih likova. Digitalna implementacija struktura za upravljanje električnim pogonima. Upravljanje brzinom sistema sa koncentrisanom masom uz korišćenje servo motora u ulozi izvršnog organa. Projektovanje strukture i podešavanje parametara. Servo problem i greška praćenja. Aperiodičnost i striktna aperiodičnost. Optimizacija po brzini reagovanja i propusnom opsegu. Algebarski kriterijumi optimalnosti. Podešavanje parametara. Relativna pojačanja. *Wind-up* problem. Inkrementalna implementacija zakona upravljanja

Sadržaj kursa (2 deo):

Upravljanje položajem sistema sa koncentrisanom masom uz korišćenje servo motora u ulozi izvršnog organa. Struktura, parametriranje, servo problem i greška praćenja. Optimizacija. Algebarski kriterijumi optimalnosti. Podešavanje parametara. Relativna pojačanja. *Wind-up* problem. Sistemska ograničenja brzine i momenta. Nestabilnost u odzivu na velike poremećaje. Nelinearna modifikacija zakona upravljanja radi postizanja stabilnog, striktno aperiodičnog, vremenski optimalnog odziva na velike poremećaje. Inkrementalna implementacija zakona upravljanja. Greška praćenja linearnog regulatora sa povratnom spregom. Uticaj viših izvoda referentne trajektorije na grešku praćenja. Trapezni profil, S-krive. Zadavanje referentnog profila jedne ose u okviru koordinisanog kretanja. Polinomijalna i cikloidna interpolacija. Spline interpolacija. Torzione oscilacije i mehanička rezonancija. Pasivne metode, antirezonantni filter, noć filter. Aktivne metode zasnovane na nelinearnom opserveru. Problemi identifikacije rezonantnih modova

Nastavne aktivnosti:

Vidovi nastave:

- ⊙ 14 x 2 = 28 časova predavanja
- ⊙ 14 x 1 = 14 časova računskih vežbi - na tabli
- ⊙ 14 x 1 = 14 časova laboratorijskih vežbi

1. **Predavanja** počinju po okončanju upisa na master studije i okončanju izbora predmeta. Održavaće se sredom od 18:00 do 21:00 u Sali 311. Gradivo je definisano knjigom "Digital Control of Electrical Drives", Springer, 2007, New York, Slobodan N. Vukosavić, u kojoj se nalaze i zadaci. Na srpskom jeziku postoji istoimena knjiga publikovana nešto ranije, bez zadataka.

2. **Računske vežbe** se obavljaju u istom terminu i istoj sali. Računske vežbe se sastoje u rešavanju zadataka datih na kraju svakog poglavlja knjige "Digital Control of Electrical Drives" jednog broja računskih zadataka koji nisu u knjizi već će biti dostavljeni. Zadaci iz knjige i računski zadaci se mogu dobiti i od asistenata.

3. **Laboratorijske vežbe** su sledeće:

SERVOSIM (Matlab-Simulink self-guided exercise, vežba za samostalni rad uz konsultacije sa asistentom i docnije jedan konkretan zadatak koji se rešava na osnovu stečenog iskustva.

TEMPUS, laboratorijska vežba koja osvetljava aspekte koriscenja DSP u upravljanju elektromotornim i servo pogonima.

Za prijavu na vežbe kao i preuzimanje uputstava za vežbe javiti se asistentu Nikoli Popovu u 27 ili emailom na nikola.popov@etf.rs

Osnovni podaci o vežbama: <http://ddc.etf.rs/labvezbe.html>

4. **Domaći zadaci** se dobijaju od asistenata, predaju se i brane u terminima koje će asistenti blagovremeno istaći.

Ocenjivanje:

| | |
|-----------------------|---------------------------|
| Laboratorijske vežbe: | 0 ... 2×16 poena |
| Domaći zadaci: | 0 ... 20 poena |
| Usmeni ispit: | 0 ... 48 poena |

Ocena N se dobija za prikupljenih $[(N-1) \cdot 10 \dots N \cdot 10 - \varepsilon]$ poena.

Usmeni ispit se organizuje u dogovoru sa profesorom.

Radi unošenja ocene, potrebno je prijaviti ispit i o tome obavestiti profesora.

Obaveze studenata i sugerisani plan rada:

Dostaviti potrebne podatke i kontakte radi bolje organizacije nastave na predmetu. Pratiti predavanja. Koristiti dostavljene tekstove, slajdove, Matlab i druge materijale. Primere rađene na predavanjima samostalno ponoviti. Pratiti računске vežbe tako što se zadaci pročitaju i pokušaju rešiti pre časa, činiti rekapitulaciju posle časa. Prijaviti se blagovremeno za lab. Vežbe i odabrati termin. Pre lab. vežbi pročitati uputstva i sagledati njihovu svrhu i ciljane znanja. U terminima predviđenim za konsultacije javiti se profesoru ili asistentu radi pojašnjenja svega što nije jasno i dobijanja odgovora na pitanja. Ispit pripremiti što pre, a najbolje u junskom roku. Obavestiti o prijavi ispita.

Literatura:

S. N. Vukosavić, Digitalno upravljanje elektromotornim pogonima, Akademska misao 2003.

S.N. Vukosavic, Digital Control of Electrical Drives, Springer 2007.

W. Leonhard, Control of Electrical Drives, Springer - Verlag 1999.

M. R. Stojić, Digitalni sistemi upravljanja, Univerzitet u Beogradu 1998.

Materijali za dalji rad kao i podaci o naučno-istraživačkoj aktivnosti mogu se naći na stranicama ddc.etf.rs i vukosavic.etf.rs. Materijali potrebni za praćenje nastave (organizacija predmeta, uputstvo za studente, slajdovi sa tekstom, jednačinama i ilustracijama, zadaci za računске vežbe, zadaci za samostalni rad, teorijska pitanja) raspoloživi su na sajtu predmeta. Pored pomenutih materijala, internet stranica sadrži i druge zadatke i tekstove, primere realizovanih projekata, radova i teza, kao i materijali koji prikazuju pravce naučno istraživačkog rada Laboratorije kao i saradnje sa domaćom i stranom privredom. Za praćenje nastave i polaganje ispita nije neophodna literatura osim knjige i literature korišćene na predavanjima. Sajt predmeta sadrži literaturu korisnu u daljem radu. Veći broj stručnih knjiga vezanih za digitalno upravljanje kretanjem može se naći u laboratoriji 27.