PROCESIRANJE SIGNALOV

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

Predmet:	Procesiranje signalov
Course title:	Signal Processing
Članica nosilka/UL Member:	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri	Izbirnost
Strojništvo - Razvojno raziskovalni program, druga stopnja, magistrski	Mehanika (smer)	1. letnik	2. semester	obvezni

Univerzitetna koda predmeta/University course code:	0566900
Koda učne enote na članici/UL Member course code:	6039-M

Predavanja /Lectures	Seminar /Seminar	Vaje /Tutorials	Klinične vaje /Clinical tutorials	Druge oblike študija /Other forms of study	Samostojno delo /Individual student work	ECTS
30		30			65	5

Nosilec predmeta/Lecturer:	prof. dr. Janko Slavič

Izvajalci predavanj:	
Izvajalci seminarjev:	
Izvajalci vaj:	
Izvajalci kliničnih vaj:	
Izvajalci drugih oblik:	
Izvajalci praktičnega usposabljanja:	

Vrsta predmeta/Course type:	Obvezni strokovni predmet na smeri Mehanika, ki je izbirni strokovni predmet na ostalih smereh./Compulsory specialised course in the study of Mechanics, which is an elective specialised course in other fields of study.

Jeziki/Languages:	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:	Prerequisites:
1. Matematika (Taylorjeva vrsta, Fourierjeve vrste, komplesna števila) 2. Programiranje in numerične metode 3. Višja dinamika	1. 1. Mathematics (Taylor series, Fourier series, complex numbers) 2. 2. Programming and numerical methods 3. 3. Higher dynamics

Vsebina:	Content (Syllabus outline):
1. predavanje - Uvod v procesiranje signalov. - Uvod v deterministične procese.	1. lecture - Introduction to signal processing. - Introduction to deterministic processes.

2. predavanje - Klasifikacija deterministočnih podatkov. (Fourierjeve vrste), Fourierjeva integralska transformacija. 3. predavanje - Lastnosti Fourierjeve transformacije. 4. predavanje - Linearni časovno invariantni sistemi in konvolucija. 5. predavanje - Uporaba oken in njihov frekvenčni vpliv. 6. predavanje - Diskretno vzorčenje in frekvenčno prekrivanje. 7. predavanje - Diskretna Fourierjeva transformacija. 8. predavanje - Osnove naključnih procesov. 9. predavanje - Korelacijska funkcija in spektri. 10. predavanje - Spektralni momenti, stacionarnost, ergodičnost. 11. predavanje - Odziv linearnega sistema na naključno vzbujanje. 12. predavanje - Avto in križni močnostni spekter, koherenca, povprečenje. 13. predavanje - Cenilke frekvenčne prenosne funkcije in šum. 14. predavanje - MIMO cenilke frekvenčne prenosne funkcije. 15. predavanje - Zvezna valčna transformacija. Procesiranje signalov v praksi / slovenski industriji.	2. lecture - Classification of deterministic data. (Fourier series), Fourier integral transformation. 3. lecture - Fourier transform properties. 4. lecture - Linear time-invariant systems and convolution. 5. lecture - Use of windows and their frequency influence. 6. lecture - Discrete sampling and frequency overlap. 7. lecture - Discrete Fourier transform. 8. lecture - Basics of random processes. 9. lecture - Correlation function and spectra. 10. lecture - Spectral moments, stationarity, ergodicity. 11. lecture - Linear system response to random excitation. 12. lecture - Auto and cross power spectrum, coherence, averaging. 13. lecture - Estimation of frequency response functions (and noise issues). 14. lecture - MIMO estimators of frequency response function. 15. lecture - Continuous wavelet transform, signal processing in practice / Slovenian industry.

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. Shin K, Hammond J: Fundamentals of Signal Processing for Sound and Vibration Engineers, 2008. [COBISS.SI-ID 10797595]
2. Braun S: Discover Signal Processing: An Interactive Guide for Engineers, 2008. [COBISS.SI-ID 6763348]
3. Newland DE: An Introduction to Random Vibrations, Spectral & Wavelet Analysis, 3rd Ed, 2005. [COBISS.SI-ID 3552795]

Cilji in kompetence:	**Objectives and competences:**
Cilji: 1. Razumevanje deterministočnih in naključnih pojavov (znanstveni/strokovni nivo). 2. Razumevanje linearnih, časovno invariantnih, sistemov v časovni in frekvenčni domeni. 3. Razumevanje vplivov meritve in odbelave podatkov na rezultat merjenja. Kompetence: 1. Spodobnost pravilnega razčlenjevanja in obdelave signalov (S1-MAG, S2-MAG, S3-MAG, S4-MAG, S5-MAG, S6-MAG,P1-MAG, P2-MAG) 2. Sposobnost samostojne in pravilne numerične analize merjenih in simuliranih signalov (S8-MAG, S10-MAG, P2-MAG,P4-MAG)	Objectives: 1. Understanding of deterministic and random phenomena (scientific / professional level). 2. Understanding linear, time invariant, systems in time and frequency domain. 3. Understanding the effects of measurement and data analysis on measurement result. Competencies: 1. Ability to correctly analyze and process signals (S1-MAG, S2-MAG, S3-MAG, S4-MAG, S5-MAG, S6-MAG, P1-MAG, P2-MAG) 2. Capability of independent and correct numerical analysis of measured and simulated signals (S8-MAG, S10-MAG, P2-MAG, P4-MAG)

3. Sposobnost merjenja in pravilne obdelave frekvenčnih prenosnih funkcij (P6-MAG, P7-MAG)	3. Ability to measure and correctly process frequency response functions (P6-MAG, P7-MAG)

Predvideni študijski rezultati:	**Intended learning outcomes:**
Znanja: Z2: Poglobljeno teoretično in analitično znanje na področju obdelave signalov linearnih, časovno invariantnih, sistemov, ki je osnova za zahtevno strokovno ali znanstveno delo. Spretnosti: 1. S2.1: Pravilne razvrstitve in pravilne obdelave deterministčnih ter naključnih signalov. 2. S1.2: Prehoda iz časovne v frekvenčno domeno za linearne, časovno invariantne, dinamske sisteme. 3. S1.3: Merjejna in pravilne obdelave z namenom identifikacije frekvenčnih prenosnih funkcij.	Knowledge: Z2: In-depth theoretical and analytical knowledge in the field of signal processing of linear, time-invariant systems, which is the basis for demanding professional or scientific work. Skills: 1. S2.1: Proper classification and correct processing of deterministic and random signals. 2. S1.2: Transition from time to frequency domain for linear, time invariant, dynamical systems. 3. S1.3: Measuring and correct processing to identify frequency response functions.

Metode poučevanja in učenja:	**Learning and teaching methods:**
P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih za področje značilnih teoretičnih in praktično uporabnih primerov. P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje spredavanj podkrepi z računskimi primeri. P4 Laboratorijske vaje z namenskimi didaktičnimi pripomočki: sistem za merjenje frekvenčnih prenosnih funkcij, sistem za deterministično, naključno vzbujanje. P6 Interaktivna predavanja P10 Uporaba anket v realnem času P14 Virtualni eksperimenti P15 Uporaba video vsebin kot priprava na predavanja in vaje	P1 Lectures with solving of selected theoretical and practical examples. P3 Practical classes where theoretical knowledge of the lessons is supported by computational examples. P4 Laboratory exercises with dedicated teaching aids: system for measuring frequency transfer functions, system for deterministic, random excitation. P6 Interactive Lectures P10 Use of instant real-time surveys P14 Virtual Experiments P15 Use video content

Načini ocenjevanja:	**Delež/Weight**	**Assessment:**
Samostojno delo na laboratorijskih vajah (uspeh vsaj 50%)	30,00 %	Independent work in the laboratory tutorials (at least 50%).
Kolokvij iz teorije (uspeh vsaj 50%). Ustni zagovor predloga ocene.	70,00 %	Theoretical exam (at least 50%). Oral defense of the proposed grade.

Ocenjevalna lestvica:	**Grading system:**
5 - 10, pri čemer velja, da je pozitivna ocena od 6 - 10	5 - 10, a student passes the exam if he is graded from 6 to 10

Reference nosilca/Lecturer's references:

Janko Slavič:

1. TOMAC, Ivan, **SLAVIČ, Janko**, GORJUP, Domen. Single-pixel optical-flow-based experimental modal analysis. Mechanical systems and signal processing. Nov. 2023, vol. 202, str. 1-19, ilustr. ISSN 1096-1216. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0888327023005940, https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=148687, DOI: 10.1016/j.ymssp.2023.110686. [COBISS.SI-ID 162542339], [JCR, SNIP, Scopus] kategorija: 1A1 (Z, A", A', A1/2); uvrstitev: SCIE, Scopus, MBP (COMPENDEX, INSPEC, PUBMED); tip dela je verificiral OSICN točke: 52.46, št. avtorjev: 3
2. LUZNAR, Janez, **SLAVIČ, Janko**, BOLTEŽAR, Miha. Structure-borne noise at PWM excitation using an extended field reconstruction method and modal decomposition. Strojniški vestnik. Sep. 2019, vol. 65,

no. 9, str. 471-481, si 59, ilustr. ISSN 0039-2480. https://www.sv-jme.eu/article/structure-borne-noise-at-pwm-excitation-using-an-extended-field-reconstruction-method-and-modal-decomposition/, http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-9I5F0ZYB, DOI: 10.5545/sv-jme.2019.6115. [COBISS.SI-ID 16806171], [JCR, SNIP, WoS do 10. 2021: št. Citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.33, Scopus do 8. 10. 2021: št. Citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.33] kategorija: 1A3 (Z); uvrstitev: SCIE, Scopus, MBP (COMPENDEX, INSPEC); tip dela je verificiral OSICN točke: 20.79, št. Avtorjev: 3

3. OGRINEC, Primož, **SLAVIČ, Janko**, BOLTEŽAR, Miha. Harmonic equivalence of the impulse loads in vibration fatigue. Strojniški vestnik. Nov.-Dec. 2019, vol. 65, no. 11/12, str. 631-640, si 82, ilustr. ISSN 0039-2480. https://www.sv-jme.eu/sl/article/harmonic-equivalence-of-the-impulse-loads-in-vibration-fatigue/, http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:doc-J61QSVV8, https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=113726, DOI: 10.5545/sv-jme.2019.6197. [COBISS.SI-ID 16942107], [JCR, SNIP, WoS do 2 4. 2021: št. Citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.33, Scopus do 16. 3. 2021: št. Citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.33] kategorija: 1A3 (Z); uvrstitev: SCIE, Scopus, MBP (COMPENDEX, INSPEC); tip dela je verificiral OSICN točke: 20.79, št. Avtorjev: 3
4. LUZNAR, Janez, **SLAVIČ, Janko**, BOLTEŽAR, Miha. Experimental research on structure-borne noise at pulse-width-modulation excitation. Applied acoustics. [Print ed.]. Aug. 2018, vol. 137, str. 33-39, ilustr. ISSN 0003-682X. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X17308903, DOI: 10.1016/j.apacoust.2018.0005. [COBISS.SI-ID 15939099], [JCR, SNIP, WoS do 16. 4. 2022: št. Citatov (TC): 6, čistih citatov (CI): 5, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.67, Scopus do 19. 12. 2021: št. Citatov (TC): 7, čistih citatov (CI): 6, čistih citatov na avtorja (CIAu): 2.00] kategorija: 1A2 (Z, A1/2); uvrstitev: SCIE, Scopus, MBP (COMPENDEX, GEOREF, ICONDA, INSPEC, PUBMED); tip dela je verificiral OSICN točke: 31.78, št. Avtorjev: 3
5. BARŠI PALMIĆ, Tibor, **SLAVIČ, Janko**. Single-process 3D-printed stacked dielectric actuator. International journal of mechanical sciences. Sep. 2022, vol. 230, str. 1-14, ilustr. ISSN 0020-7403. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020740322004489, https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=138526, DOI: 10.1016/j.ijmecsci.2022.107555. [COBISS.SI-ID 116514307], [JCR, SNIP, WoS do 18. 10. 2023: št. citatov (TC): 8, čistih citatov (CI): 5, čistih citatov na avtorja (CIAu): 2.50, Scopus do 18. 10. 2023: št. citatov (TC): 9, čistih citatov (CI): 6, čistih citatov na avtorja (CIAu): 3.00] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCIE, Scopus, MBP (COMPENDEX, INSPEC, PUBMED); tip dela je verificiral OSICT točke: 75.08, št. avtorjev: 2