



Ministerul Educației și Cercetării
Universitatea „Valahia” din Târgoviște
Scoala Doctorală de Științe Inginerești

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea „Valahia” din Targoviște
1.2 Facultatea/Departamentul	Instituția Organizatoare de Studii Universitare de Doctorat
1.3 Departamentul	Școala Doctorală de Științe Inginerești
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclu de studii	Doctorat
1.6 Programul de studii/Calificarea	-

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Studiu individual 3 (Algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor)						
2.2 Titularul activităților de curs / Conducător doctorat	Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC						
2.3 Titularul activităților de seminar/laborator							
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	OB S

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	-	din care: 3.2 curs	-	3.3 seminar/laborator	-
3.4 Total ore din planul de învățământ	-	din care: 3.5 curs	-	3.6 seminar/laborator	-
Distribuția fondului de timp					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					-
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					145
- Studiul bibliografiei recomandate (manuale, monografii, articole ISI, standarde, baze de date) / 90h					
- Documentare suplimentară în biblioteci și baze de date științifice (Scopus, Web of Science, Springer, IEEE etc.) / 45h					
- Elaborarea sintezelor bibliografice, analizelor critice și portofoliului individual de studiu / 35h					
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					-
Tutoriat					20
Examinări (pregătirea și susținerea colocviului)					10
Alte activități					-
3.7 Total ore studiu individual					175
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Numărul de credite					7

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	
5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului	

6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

6.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a valorifica literatura științifică privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor digitale, în vederea înțelegerii și evaluării metodelor bazate pe modificarea histogramelor, îmbunătățirea contrastului, conservarea luminozității și accentuarea detaliilor, a comparării acestora din perspectiva calității vizuale, fidelității, distorsiunii, capacității de inserție și complexității computaționale și a fundamentării cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale.
6.2 Obiectivele specifice	- aprofundarea cunoștințelor privind principiile îmbunătățirii reversibile a imaginilor digitale, cu accent pe reversibilitate, recuperarea exactă a imaginii originale, modificarea controlată a histogramelor și relația dintre îmbunătățirea calității vizuale și distorsiunea introdusă; - dezvoltarea capacității de documentare științifică utilizând baze de date internaționale și surse bibliografice relevante privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea contrastului și a caracteristicilor vizuale ale imaginilor; - formarea competențelor de analiză critică, comparare și evaluare a metodelor bazate pe histogram shifting, histogram expansion, transformări wavelet întregi și modificarea histogramelor, inclusiv a tehnicilor automate de îmbunătățire a contrastului; - aprofundarea cunoștințelor privind metodele avansate de conservare a luminozității, modificare a histogramelor bidimensionale și multiple și îmbunătățire adaptivă a imaginilor, inclusiv tehnicile care integrează îmbunătățirea contrastului și accentuarea detaliilor; - dezvoltarea capacității de analiză comparativă a algoritmilor reversibili prin raportare la criterii precum calitatea vizuală, fidelitatea, distorsiunea, capacitatea de inserție și complexitatea computațională, precum și identificarea compromisurilor dintre gradul de îmbunătățire a imaginii și conservarea fidelității acesteia; - dezvoltarea capacității de elaborare a unei sinteze bibliografice argumentate, de identificare a avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente, de fundamentare a cadrului conceptual și metodologic și de definire a direcției proprii de cercetare doctorală privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor.

7. Rezultatele învățării

7.1 Cunoștințe (<i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice</i>)	La finalizarea disciplinei, studentul-doctorand/absolventul: - demonstrează cunoștințe avansate privind principiile îmbunătățirii reversibile a imaginilor digitale, inclusiv reversibilitatea, recuperarea exactă a imaginii originale și relația dintre îmbunătățirea caracteristicilor vizuale și distorsiunea introdusă; - cunoaște principiile și particularitățile metodelor reversibile bazate pe histogram shifting, histogram expansion, transformări wavelet întregi și modificarea histogramelor, utilizate pentru îmbunătățirea contrastului imaginilor; - înțelege principiile metodelor avansate de conservare a luminozității, modificare a histogramelor bidimensionale și multiple și îmbunătățire adaptivă a imaginilor, inclusiv tehnicile care integrează îmbunătățirea contrastului și accentuarea detaliilor; - cunoaște direcțiile actuale privind histograma specifică, reducerea distorsiunii și reversibil contrast stretching, precum și criteriile relevante pentru compararea algoritmilor reversibili din perspectiva calității vizuale, fidelității, distorsiunii, capacității de inserție și complexității computaționale.
7.2 Aptitudini (<i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente)</i>)	Studentul-doctorand /absolventul este capabil: - să identifice, selecteze și analizeze critic literatura științifică relevantă privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor digitale; - să analizeze comparativ metodele reversibile de îmbunătățire a contrastului și să evalueze influența strategiilor de modificare a histogramelor asupra caracteristicilor vizuale și fidelității imaginii; - să compare critic metodele bazate pe histogram shifting, histogram expansion, transformări wavelet și modificarea histogramelor bidimensionale și multiple și să argumenteze adecvarea acestora în raport cu obiectivele urmărite; - să analizeze metodele de conservare a luminozității, îmbunătățire adaptivă a contrastului și accentuare a detaliilor și să evalueze avantajele și limitările acestora; - să compare și să argumenteze soluțiile analizate prin raportare la calitatea vizuală, fidelitate, distorsiune, capacitatea de inserție și complexitatea computațională și să identifice compromisurile dintre gradul de îmbunătățire și conservarea fidelității imaginii; - să identifice avantajele, limitările și lacunele soluțiilor existente și să fundamenteze cadrul conceptual și metodologic și direcția proprie de cercetare doctorală privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor.

7.3 Responsabilitate și autonomie (*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale*)

Studentul-doctorand /absolventul:

- desfășoară în mod autonom activități de documentare, analiză critică și sinteză a literaturii privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor, cu respectarea principiilor eticii și integrității academice;
- își asumă responsabilitatea pentru selectarea, evaluarea și interpretarea critică a metodelor de îmbunătățire reversibilă a imaginilor relevante pentru problematica cercetării doctorale;
- argumentează în mod independent alegerea și adecvarea metodelor analizate în raport cu obiectivele de îmbunătățire a imaginii și cu criteriile privind calitatea vizuală, fidelitatea, distorsiunea, capacitatea de inserție și complexitatea computațională;
- dezvoltă în mod autonom cadrul conceptual și metodologic și își asumă responsabilitatea pentru fundamentarea științifică a direcției proprii de cercetare doctorală.

8. Conținuturi

8.2 Studiu individual	Metode de predare	Observații
Studierea bibliografiei fundamentale privind utilizarea tehnicilor de inserție reversibilă a datelor pentru îmbunătățirea imaginilor digitale, cu accent pe principiile îmbunătățirii reversibile, recuperarea exactă a imaginii originale, modificarea histogramelor și tehnicile automate de contrast enhancement, în vederea analizei mecanismelor prin care îmbunătățirea vizuală poate fi realizată cu păstrarea posibilității de recuperare a imaginii originale.	Studiu individual, analiză bibliografică	45 h
Documentarea în baze de date științifice privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea contrastului imaginilor, cu accent pe metodele bazate pe histogram shifting și histogram expansion, transformări wavelet întregi, modificarea histogramelor și tehnicile automate de contrast enhancement, în vederea analizei mecanismelor prin care îmbunătățirea vizuală poate fi realizată cu păstrarea posibilității de recuperare a imaginii originale.	Documentare în baze de date, analiză critică	25 h
Analiza critică și comparativă a literaturii privind metodele avansate de îmbunătățire reversibilă a imaginilor, cu accent pe conservarea luminozității, modificarea histogramelor bidimensionale și multiple, metodele adaptive și tehnicile care integrează îmbunătățirea contrastului și accentuarea detaliilor, prin evaluarea soluțiilor din perspectiva calității vizuale, fidelității, distorsiunii, capacității de inserție și complexității computaționale.	Analiză comparativă, sinteză bibliografică	25 h
Elaborarea unei sinteze bibliografice privind evoluția, tendințele actuale și direcțiile de cercetare în domeniul algoritmilor reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor, cu accent pe histogram specification, contrast stretching, conservarea luminozității și reducerea distorsiunii, analiza compromisurilor dintre gradul de îmbunătățire a imaginii, fidelitate, capacitatea de inserție și complexitatea computațională, identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală.	Elaborare individuală, redactare academică	30 h
Consultări periodice cu titularul disciplinei și/sau conducătorul de doctorat privind bibliografia, direcțiile de cercetare și interpretarea critică a rezultatelor din literatura de specialitate.	Tutoriat, discuții individuale	20 h
Pregătirea și susținerea colocviului pe baza studiului individual și a raportului de documentare realizat.	Studiu individual, prezentare și susținere	30 h
Bibliografie [1.] C. Zhang, B. Ou, F. Peng, Y. Zhao Y, and K. Li, "A survey on reversible data hiding for uncompressed images," ACM Comput. Surv., vol. 56, no. 9, pp. 1–33, Apr. 2024. [2.] Shi, Y. Q., Li, X., Zhang, X., Wu, H. T., & Ma, B. (2016). Reversible data hiding: advances in the past two decades. IEEE Access, 4, 3210–3237. [3.] H.-T. Wu, J.-L. Dugelay, and Y.-Q. Shi, "Reversible image data hiding with contrast enhancement," IEEE Signal Process. Lett., vol. 22, no. 6, pp. 81–85, Jan. 2015. [4.] G. Gao and Y.-Q. Shi, "Reversible data hiding using controlled contrast enhancement and integer wavelet transform," IEEE Signal Process. Lett., vol. 22, no. 11, pp. 2078–2082, Nov. 2015. [5.] H.-T. Wu, S. Tang, J. Huang, and Y.Q. Shi, "A novel reversible data hiding method with image contrast enhancement," Signal Process., Image Commun., vol. 62, pp. 64–73, 2018. [6.] G. Gao, and L. Amoah, "Automatic contrast enhancement with reversible data hiding using bi-histogram shifting," J. Inf. Secur. Appl., vol. 68, Art. no. 103223, 2021. [7.] S. Mansouri, H.K. Bizaki, and M. Fakhredanesh, "Reversible data hiding with automatic contrast enhancement using two-sided histogram expansion," J. Vis. Commun. Image Represent., vol. 81, Art. no. 103359, 2021. [8.] W.L. Lyu, Y.J. Yue, and Z. Yin, "Reversible data hiding based on automatic contrast enhancement using histogram expansion," J. Vis. Commun. Image Represent., vol. 92, Art. no. 103798, 2023. [9.] S. Kim, R. Lussi, X. Qu, F. Huang, and H. J. Kim, "Reversible data hiding with automatic brightness preserving contrast enhancement," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 29, no. 8, pp. 2271–2284, Aug. 2019. [10.] H.-T. Wu, W. Mai, S. Meng, Y.M. Cheung, and S. Tang, "Reversible data hiding with image contrast		

enhancement based on two-dimensional histogram modification," IEEE Access, vol. 7, pp. 83332–83342, 2019.

[11.] W. He and Z. Cai, "Reversible data hiding based on dual pairwise prediction-error expansion," IEEE Trans. Image Process., vol. 30, pp. 5045–5055, May 2021.

[12.] H.-T. Wu, X. Cao, R. Jia, and Y.M. Cheung, "Reversible data hiding with brightness preserving contrast enhancement by two-dimensional histogram modification," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 32, no. 11, pp. 7605–7617, Nov. 2022.

[13.] I.F. Jafar, K.A. Darabkh, R.R. Saifan, "SARDH: A novel sharpening aware reversible data hiding algorithm," J. Vis. Commun. Image Represent., vol. 39, pp. 239–252, Aug. 2016.

[14.] T. Zhang, T. Hou, S. Weng, F. Zou, H. Zhang, and C.C. Chang, "Adaptive reversible data hiding with contrast enhancement based on multi histogram modification," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol., vol. 32, no. 8, pp. 5041–5054, Aug. 2022.

[15.] T. Zhang, C. Yang, S. Weng, and T. Hou, "Adaptive multi-histogram reversible data hiding with contrast enhancement," J. Vis. Commun. Image Represent., vol. 89, Nov. 2022, Art. no. 103637.

[16.] D. Coltuc and H.G. Coanda, "Reversible contrast enhancement by histogram specification and very low distortion data hiding," IEEE Trans. Inf. Forensics Security, vol. 19, pp. 529–539, 2024.

[17.] I.E. Banescu, et al., "Reversible Contrast Stretching for Digital Images," in 17th Int. Conf. Electron., Comput. Artif. Intell. (ECAI), Jun. 26, 2025, pp. 1–5.

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținuturile disciplinei sunt corelate cu direcțiile actuale de cercetare din domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale privind procesarea și îmbunătățirea imaginilor digitale prin metode reversibile. Tematica disciplinei integrează principiile Reversible Data Hiding cu metode de îmbunătățire a contrastului bazate pe modificarea histogramelor, histogram shifting, histogram expansion și transformări wavelet întregi, direcții reflectate în literatura științifică inclusă în bibliografie. Conținuturile sunt corelate cu preocupările comunității științifice privind dezvoltarea unor algoritmi care permit îmbunătățirea caracteristicilor vizuale ale imaginilor concomitent cu păstrarea reversibilității procesului. Sunt abordate metode de conservare a luminozității, modificarea histogramelor bidimensionale și multiple, tehnici adaptive și metode care integrează îmbunătățirea contrastului și accentuarea detaliilor, permițând analiza compromisurilor dintre gradul de îmbunătățire, fidelitate, distorsiune și capacitatea de inserție. Disciplina abordează, de asemenea, direcții relevante pentru mediul profesional privind procesarea avansată a imaginilor digitale cu controlul distorsiunii și conservarea informației originale, prin studierea unor metode recente bazate pe histogram specification, inserție cu distorsiune foarte redusă și reversible contrast stretching. Aceste abordări creează premise pentru evaluarea unor soluții destinate aplicațiilor în care îmbunătățirea calității vizuale trebuie realizată fără pierderea posibilității de recuperare a imaginii originale. Prin conținuturile abordate, disciplina contribuie la dezvoltarea competențelor asociate Studiilor individuale din domeniul doctoral IETTI, în special privind procesarea digitală a semnalelor și imaginilor (CP1), proiectarea și modelarea sistemelor complexe (CP4) și utilizarea instrumentelor software și hardware specializate (CP6), precum și la dezvoltarea gândirii critice și a autonomiei în cercetare. Disciplina contribuie astfel la fundamentarea cercetării doctorale în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale și la dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a selecta algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor, creând premise pentru definirea unei direcții proprii de cercetare și dezvoltarea ulterioară a unor soluții originale orientate spre optimizarea compromisului dintre îmbunătățirea calității vizuale, fidelitate, distorsiune, capacitatea de inserție și complexitate computațională.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Colocviu	Corectitudinea și completitudinea cunoștințelor dobândite privind principiile și algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor digitale; capacitatea de identificare, selectare, analiză critică și sinteză a literaturii științifice de specialitate; capacitatea de analiză comparativă și evaluare a metodelor reversibile bazate pe histogram shifting, histogram expansion, transformări wavelet întregi și modificarea histogramelor; evaluarea critică a metodelor de conservare a luminozității, modificare a histogramelor bidimensionale și multiple și îmbunătățire adaptivă a imaginilor; capacitatea de analiză și argumentare a soluțiilor bazate pe histogram specification, reducerea distorsiunii și reversible contrast stretching; capacitatea de comparare a algoritmilor analizați din perspectiva calității vizuale, fidelității, distorsiunii, capacității de inserție și complexității computaționale; identificarea și argumentarea compromisurilor dintre gradul de îmbunătățire a imaginii și conservarea fidelității acesteia; utilizarea adecvată a terminologiei științifice specifice domeniului; identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente; fundamentarea științifică a cadrului conceptual și	Colocviu oral și evaluarea raportului individual de studiu	100%

	metodologic și a direcției proprii de cercetare privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor.		
10.5 Proiect	-	-	-
10.6 Standard minim de performanță			
Pentru promovarea disciplinei, studentul trebuie să îndeplinească cumulativ următoarele condiții:			
Să obțină minimum 50% din punctajul aferent colocviului și să demonstreze atingerea rezultatelor învățării prin: - identificarea, selectarea și utilizarea adecvată a literaturii științifice relevante privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor digitale; - cunoașterea principiilor îmbunătățirii reversibile a imaginilor și a principalelor metode bazate pe histogram shifting, histogram expansion, transformări wavelet întregi și modificarea histogramelor; - realizarea unei analize critice și a unei sinteze bibliografice privind metodele de conservare a luminozității, modificarea histogramelor bidimensionale și multiple și tehnicile adaptive de îmbunătățire a imaginilor; - compararea și argumentarea adecvării algoritmilor analizați în raport cu obiectivele de îmbunătățire a imaginii și cu criterii precum calitatea vizuală, fidelitatea, distorsiunea, capacitatea de inserție și complexitatea computațională; - identificarea și argumentarea compromisurilor dintre gradul de îmbunătățire a imaginii și conservarea fidelității acesteia, precum și a avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente, inclusiv în raport cu direcțiile privind histogram specification, reducerea distorsiunii și reversible contrast stretching; - fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală privind algoritmi reversibili pentru îmbunătățirea imaginilor; - utilizarea corectă a terminologiei științifice și respectarea principiilor eticii și integrității academice în elaborarea și prezentarea raportului individual de studiu. Standardul minim de performanță validează atingerea rezultatelor învățării definite la pct. 7.			

Fișa disciplinei corespunde planului de învățământ care se aplică pentru anul I începând cu anul universitar 2027-2028.

Data completării

Titularul de curs (Conducator doctorat)
Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC

Titularul de laborator

Data avizării în
CSD

Director SDSI
Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC

Data avizării în
CSUD

Director CSUD
Prof. univ. dr. ing. Rodica Mariana ION



Ministerul Educației și Cercetării
Universitatea „Valahia” din Târgoviște
Scoala Doctorală de Științe Inginerești

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea „Valahia” din Targoviște
1.2 Facultatea/Departamentul	Instituția Organizatoare de Studii Universitare de Doctorat
1.3 Departamentul	Școala Doctorală de Științe Inginerești
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclu de studii	Doctorat
1.6 Programul de studii/Calificarea	-

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Studiu individual 3 (Sisteme de control activ al zgomotului bazate pe rețele neuronale profunde și algoritmi adaptivi)						
2.2 Titularul activităților de curs / Conducător doctorat	Prof. univ. dr. ing. Felix ALBU						
2.3 Titularul activităților de seminar/laborator							
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	OB S

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	-	din care: 3.2 curs	-	3.3 seminar/laborator	-
3.4 Total ore din planul de învățământ	-	din care: 3.5 curs	-	3.6 seminar/laborator	-
Distribuția fondului de timp					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					-
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren - Studiul bibliografiei recomandate (manuale, monografii, articole ISI, standarde, baze de date) / 90h - Documentare suplimentară în bibliotecă și baze de date științifice (Scopus, Web of Science, Springer, IEEE etc.) / 45h - Elaborarea sintezelor bibliografice, analizelor critice și portofoliului individual de studiu / 35h					145
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					-
Tutoriat					20
Examinări (pregătirea și susținerea colocviului)					10
Alte activități					-
3.7 Total ore studiu individual					175
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Numărul de credite					7

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	
5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului	

6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

6.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a valorifica literatura științifică privind sistemele de control activ al zgomotului bazate pe rețele neuronale profunde și algoritmi adaptivi, în vederea înțelegerii și evaluării arhitecturilor ANC și a metodelor adaptive avansate, bazate pe Deep Learning și hibride, a comparării acestora din perspectiva performanței, robusteții, stabilității și complexității computaționale și a fundamentării cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale.
6.2 Obiectivele specifice	- aprofundarea cunoștințelor privind principiile de funcționare și arhitecturile sistemelor de control activ al zgomotului (ANC), cu accent pe configurațiile feedforward, feedback și hibride, modelarea căilor primară și secundară și algoritmi de tip Filtered-x LMS; - dezvoltarea capacității de documentare științifică utilizând baze de date internaționale și surse bibliografice relevante privind algoritmi adaptivi avansați și rețele neuronale profunde utilizate în sistemele ANC; - formarea competențelor de analiză critică, comparare și evaluare a algoritmilor adaptivi avansați pentru controlul activ al zgomotului, inclusiv a metodelor affine projection, set-membership, proportionate și sparsity-aware, a algoritmilor cu pas variabil și complexitate redusă și a metodelor robuste pentru zgomot impulsiv și sisteme multicanal; - aprofundarea cunoștințelor privind utilizarea rețelelor neuronale profunde și a metodelor bazate pe învățare în sistemele ANC, inclusiv a arhitecturilor Deep ANC, a metodelor neuronale pentru modelarea și decuplarea căilor, a tehnicilor de meta-learning și a abordărilor hibride adaptive-AI; - identificarea tendințelor actuale, a avantajelor și limitărilor soluțiilor existente și a direcțiilor emergente de cercetare, prin raportare la criterii precum performanța, robustețea, stabilitatea și complexitatea computațională, precum și la cerințele unor aplicații ANC complexe; - dezvoltarea capacității de elaborare a unei sinteze bibliografice argumentate, de identificare a lacunelor existente, de fundamentare a cadrului conceptual și metodologic și de definire a direcției proprii de cercetare doctorală privind sistemele de control activ al zgomotului bazate pe rețele neuronale profunde și algoritmi adaptivi.

7. Rezultatele învățării

7.1 Cunoștințe (<i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice</i>)	La finalizarea disciplinei, studentul-doctorand/absolventul: - demonstrează cunoștințe avansate privind principiile de funcționare și arhitecturile sistemelor de control activ al zgomotului (ANC), inclusiv configurațiile feedforward, feedback și hibride, modelarea căilor primară și secundară și algoritmi de tip Filtered-x LMS; - cunoaște principiile și particularitățile algoritmilor adaptivi avansați utilizați în sistemele ANC, inclusiv metodele affine projection, set-membership, proportionate și sparsity-aware, algoritmi cu pas variabil și complexitate redusă și metodele robuste pentru controlul zgomotului impulsiv; - înțelege principiile utilizării rețelelor neuronale profunde și a metodelor bazate pe învățare în controlul activ al zgomotului, inclusiv arhitecturile Deep ANC, metodele neuronale pentru modelarea și decuplarea căilor, tehnicile de meta-learning și abordările hibride adaptive-AI; - cunoaște criteriile relevante pentru analiza și compararea sistemelor ANC, inclusiv performanța, robustețea, stabilitatea și complexitatea computațională, precum și tendințele actuale privind sistemele multicanal, virtual sensing și aplicațiile ANC complexe.
7.2 Aptitudini (<i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente)</i>)	Studentul-doctorand /absolventul este capabil: - să identifice, selecteze și analizeze critic literatura științifică relevantă privind sistemele de control activ al zgomotului bazate pe algoritmi adaptivi și rețele neuronale profunde; - să analizeze comparativ arhitecturile și algoritmi adaptivi utilizați în sistemele ANC și să evalueze adecvarea acestora pentru diferite tipuri de zgomot, configurații și condiții de funcționare; - să compare și să evalueze algoritmi adaptivi avansați din perspectiva performanței, convergenței, robusteții, stabilității și complexității computaționale; - să analizeze critic metodele bazate pe rețele neuronale profunde și abordările hibride adaptive-AI și să evalueze avantajele și limitările acestora în raport cu metodele adaptive convenționale; - să identifice și să analizeze tendințele actuale, avantajele, limitările și lacunele soluțiilor existente, inclusiv pentru sisteme ANC multicanal, tehnici de virtual sensing și aplicații în medii complexe; - să fundamenteze cadrul conceptual și metodologic și direcția proprie de cercetare doctorală privind sistemele de control activ al zgomotului bazate pe rețele neuronale profunde și algoritmi adaptivi..
7.3 Responsabilitate și autonomie (<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale</i>)	

Studentul-doctorand /absolventul:

- desfășoară în mod autonom activități de documentare, analiză critică și sinteză a literaturii privind sistemele de control activ al zgomotului, cu respectarea principiilor eticii și integrității academice;
- își asumă responsabilitatea pentru selectarea, evaluarea și interpretarea critică a arhitecturilor ANC, algoritmilor adaptivi și metodelor bazate pe rețele neuronale profunde relevante pentru problematica cercetării doctorale;
- argumentează în mod independent alegerea metodelor adaptive, bazate pe Deep Learning sau hibride în raport cu particularitățile aplicației și cu criteriile de performanță, robustețe, stabilitate și complexitate computațională;
- dezvoltă în mod autonom cadrul conceptual și metodologic și își asumă responsabilitatea pentru fundamentarea științifică a direcției proprii de cercetare privind sistemele de control activ al zgomotului bazate pe rețele neuronale profunde și algoritmi adaptivi.

8. Conținuturi

8.2 Studiu individual	Metode de predare	Observații
Studiarea bibliografiei fundamentale privind sistemele de control activ al zgomotului (Active Noise Control – ANC), cu accent pe principiile de funcționare și arhitecturile feedforward, feedback și hibride, modelarea căilor primară și secundară, algoritmi de tip Filtered-x LMS și criteriile de stabilitate, convergență și performanță relevante pentru reducerea activă a zgomotului.	Studiu individual, analiză bibliografică	45 h
Documentarea în baze de date științifice privind algoritmi adaptivi avansați utilizați în sistemele de control activ al zgomotului, cu accent pe metodele affine projection și filtered-x affine projection, set-membership, proportionate și sparsity-aware, algoritmi cu pas variabil și complexitate redusă, precum și pe metodele robuste destinate controlului zgomotului impulsiv și sistemelor ANC multicanal.	Documentare în baze de date, analiză critică	25 h
Analiza critică și comparativă a literaturii privind utilizarea rețelelor neuronale profunde și a metodelor bazate pe învățare în sistemele de control activ al zgomotului, cu accent pe arhitecturile Deep ANC, metodele neuronale pentru modelarea și decuplarea căilor, selecția parametrilor de adaptare prin meta-learning și abordările hibride care integrează rețelele neuronale profunde cu algoritmi adaptivi, din perspectiva performanței, robusteții, stabilității și complexității computaționale.	Analiză comparativă, sinteză bibliografică	25 h
Elaborarea unei sinteze bibliografice privind tendințele actuale și direcțiile emergente de cercetare în sistemele de control activ al zgomotului bazate pe rețele neuronale profunde și algoritmi adaptivi, cu analiza aplicațiilor multicanal, a tehnicilor de virtual sensing și a sistemelor destinate controlului zgomotului în medii complexe, identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală.	Elaborare individuală, redactare academică	30 h
Consultări periodice cu titularul disciplinei și/sau conducătorul de doctorat privind bibliografia, direcțiile de cercetare și interpretarea critică a rezultatelor din literatura de specialitate.	Tutoriat, discuții individuale	20 h
Pregătirea și susținerea colocviului pe baza studiului individual și a raportului de documentare realizat.	Studiu individual, prezentare și susținere	30 h
Bibliografie [1.] H. Zhang, D. Wang, "Deep ANC: A deep learning approach to active noise control," Neural Networks, vol. 141, pp. 1-10, 2021 [2.] Y. Zhou, H. Zhao and D. Liu, "Genetic Algorithm-Based Adaptive Active Noise Control Without Secondary Path Identification," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 72, pp. 1-9, 2023 [3.] R. Xie, A. Tu, C. Shi, S. Elliott, H. Li and L. Zhang, "Cognitive Virtual Sensing Technique for Feedforward Active Noise Control," Proc. of ICASSP 2024, pp. 981-985 [4.] Y. Chu, Q. Xiang, S. Zhao, M. Wu, Y. Zhao, and G. Yu, "Active noise control method using time domain neural networks for path decoupling," Digital Signal Processing, vol. 181, 2026. [5.] F. Albu, I. Caciula and D. Hagiescu, "New Affine Projection Tanh-Based Algorithms for Active Impulsive Noise Control," Proc. of ATOMS 2024, pp. 315-318. [6.] A. Gonzalez, F. Albu, M. Ferrer, and M. de Diego, "Evolutionary and variable step size strategies for multichannel filtered-x affine projection algorithms," IET Signal Process., vol. 7, no. 6, pp. 471-476, Aug. 2013. [7.] M. T. Akhtar, "Developing a new filtered-X recursive least squares adaptive algorithm based on a robust objective function for impulsive active noise control systems", Appl. Sci., vol. 13, no. 4, pp. 2715, Feb. 2023. [8.] M. T. Akhtar, "An Adaptive Algorithm, based on Modified Tanh Non-linearity and Fractional Processing, for impulsive active noise control systems," J. Low Freq. Noise Vib. Act. Control 2018, 37, pp. 495-508 [9.] L. Li, J. Bai, X. Su, X. Shen, D. Shi and W. -s. Gan, "A Noval Monte Carlo Gradient Method Based on Meta-Learning for Effective Step-Size Selection in Active Noise Control," Proc. of ICASSP 2026, pp. 14907-14911 [10.] P. Gardonio, J. Cheer, and M. Zilletti, "Active noise and vibration control systems for passenger transport		

vehicles: An overview of concepts and applications," Journal of Sound and Vibration, vol. 643, Art. no. 119954, 2026

[11.] L. Li, X. Su, D. Shi, J. Chen and W. -s. Gan, "A Practical Data-Driven Step-Size Selection Method for Adaptive Active Noise Control Based on Modified Meta-Learning," in IEEE Signal Processing Letters, vol. 33, pp. 1311-1315, 2026

[12.] C. K. Lai and J. Cheer, "Effect of tracking resolution and loudspeaker arrangements on a headtracked active headrest noise control system," Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 250, Art. no. 114168, 2026

[13.] Y. Liu and L. Zhichun Lei, "Review of Advances in Active Impulsive Noise Control with Focus on Adaptive Algorithms," Applied Sciences 14, no. 3: 1218, 2024.

[14.] F. Albu, M. Bouchard, Y. Zakharov, "Pseudo Affine Projection Algorithms for Multichannel Active Noise Control", IEEE Transaction on Audio, Speech and Language Processing, Vol. 15, Issue 3, March 2007, pp. 1044-1052.

[15.] J. G. A. Ochoa, G. S. Rivera, A. R. Silva, J. M. Guevara and G. A. Arzate, "Multichannel filtered-x set-membership affine projection-like algorithm," IEEE Latin America Transactions, vol. 16, no. 8, pp. 2131-2137, Aug. 2018.

[16.] F. Albu, I. Caciula, Y. Li, Y. Wang, "The lp-norm proportionate normalized least mean square algorithm for active noise control", in Proc. of ICSTCC 2017, pp. 396-400.

[17.] S. M. Kuo and D. R. Morgan, Active Noise Control Systems: Algorithms and DSP Implementations, John Wiley and Sons Inc., New York, NY, 1996.

[18.] V. I. Djigan, A. A. Petrovsky, J. Qin, Y. Song, "Modified hybrid active noise control system," in Proc. of EWDTS 2015.

[19.] Y. Kajikawa, W. S. Gan and S. M. Kuo, "Recent advances on active noise control: open issues and innovative applications," APSIPA Trans. Sig. Inf. Process., vol. 1, pp. 1-21, Aug. 2012.

[20.] E. Bjarnason, "Active noise cancellation using a modified form of the filtered-x LMS algorithm," in Proc. 6th Eur. Signal Process. Conf., 1992, pp. 1053-1056.

[21.] M. T. Akhtar, M. Abe, and M. Kawamata, "Modified-filtered-x LMS algorithm based active noise control system with improved online secondary-path modeling," in Proc. of MWSCAS2004, Jul. 25-28, pp. I-13-I-16, 2004.

[22.] A. Gully, R. C. de Lamare, "Sparsity aware filtered-x affine projection algorithms for active noise control", in Proc. of ICASSP 2014, pp. 6707-6711, 2014.

[23.] F. Albu, A. Gully and Rodrigo C. de Lamare, "Sparsity-aware pseudo affine projection algorithm for active noise control," Proc. of Asia-Pacific Signal and Information Processing Association, pp.1-5, 2014.

[24.] F. Albu, Y. Li, Y. Wang, "Low-complexity non-uniform penalized affine projection algorithms for active noise control ", in Proc. of Eusipco 2017, pp. 1315-1319.

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținuturile disciplinei sunt corelate cu direcțiile actuale de cercetare din domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale, privind prelucrarea adaptivă a semnalelor, controlul activ al zgomotului și utilizarea rețelelor neuronale profunde în sisteme avansate de procesare a semnalelor. Tematica disciplinei integrează fundamentele sistemelor ANC, algoritmi adaptivi avansați și metodele bazate pe Deep Learning, precum și abordările hibride adaptive-AI, direcții reflectate în literatura științifică internațională inclusă în bibliografie. Conținuturile sunt corelate cu preocupările comunității științifice și profesionale privind performanța, convergența, robustețea, stabilitatea și complexitatea computațională a sistemelor de control activ al zgomotului. Sunt abordate metode affine projection, set-membership, proportionate și sparsity-aware, algoritmi cu pas variabil și complexitate redusă, metode robuste pentru zgomot impulsiv, precum și soluții bazate pe rețele neuronale profunde și meta-learning. Disciplina răspunde, de asemenea, cerințelor mediului profesional privind utilizarea procesării digitale a semnalelor și a Inteligenței Artificiale în dezvoltarea sistemelor electronice inteligente pentru controlul zgomotului și vibrațiilor, inclusiv în configurații multicanal și aplicații complexe. Bibliografia include aplicații privind virtual sensing, controlul activ al zgomotului în vehicule și sisteme active de tip headrest, oferind premise pentru analiza unor soluții cu relevanță pentru dezvoltarea sistemelor electronice și de procesare audio avansată. Disciplina contribuie astfel la fundamentarea cercetării doctorale în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale și la dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a selecta algoritmi adaptivi, metode bazate pe rețele neuronale profunde și soluții hibride pentru controlul activ al zgomotului, creând premise pentru definirea unor direcții proprii de cercetare și pentru dezvoltarea ulterioară a unor soluții originale cu potențial de aplicare în sisteme avansate de procesare și control al semnalelor.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Colocviu	Corectitudinea și completitudinea cunoștințelor dobândite privind principiile, arhitecturile și metodele utilizate în sistemele de control activ al zgomotului; capacitatea de identificare, selectare, analiză critică și sinteză a literaturii științifice de specialitate; capacitatea de analiză comparativă și evaluare a algoritmilor adaptivi utilizați în sistemele ANC, inclusiv a metodelor affine projection, set-membership, proportionate, sparsity-aware și a metodelor robuste pentru	Colocviu oral și evaluarea raportului individual de studiu	100%

	controlul zgomotului impulsiv; evaluarea critică a metodelor bazate pe rețele neuronale profunde și a abordărilor hibride adaptive-AI; capacitatea de comparare și argumentare a soluțiilor analizate din perspectiva performanței, convergenței, robusteții, stabilității și complexității computaționale; utilizarea adecvată a terminologiei științifice specifice domeniului; identificarea și argumentarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente; fundamentarea științifică a cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare privind sistemele de control activ al zgomotului bazate pe rețele neuronale profunde și algoritmi adaptivi.		
10.5 Proiect	-	-	-
10.6 Standard minim de performanță			
Pentru promovarea disciplinei, studentul trebuie să îndeplinească cumulativ următoarele condiții:			
Să obțină minimum 50% din punctajul aferent colocviului și să demonstreze atingerea rezultatelor învățării prin: - identificarea, selectarea și utilizarea adecvată a literaturii științifice relevante privind sistemele de control activ al zgomotului bazate pe rețele neuronale profunde și algoritmi adaptivi; - cunoașterea principiilor de funcționare și a arhitecturilor sistemelor ANC, precum și a principalelor categorii de algoritmi adaptivi utilizați pentru controlul activ al zgomotului; - realizarea unei analize critice și a unei sinteze bibliografice privind algoritmi adaptivi avansați, metodele bazate pe rețele neuronale profunde și abordările hibride adaptive-AI; - compararea și argumentarea adecvării soluțiilor analizate în raport cu particularitățile aplicației și cu criterii precum performanța, convergența, robustețea, stabilitatea și complexitatea computațională; - identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală; - utilizarea corectă a terminologiei științifice și respectarea principiilor eticii și integrității academice în elaborarea și prezentarea raportului individual de studiu.			
Standardul minim de performanță validează atingerea rezultatelor învățării definite la pct. 7.			

Fișa disciplinei corespunde planului de învățământ care se aplică pentru anul I începând cu anul universitar 2027-2028.

Data completării

Titularul de curs (Conducator doctorat)
Prof. univ. dr. ing. Felix ALBU

Titularul de laborator

Data avizării în
CSD

Director SDSI
Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC

Data avizării în
CSUD

Director CSUD
Prof. univ. dr. ing. Rodica Mariana ION



Ministerul Educației și Cercetării
Universitatea „Valahia” din Târgoviște
Scoala Doctorală de Științe Inginerești

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea „Valahia” din Targoviște
1.2 Facultatea/Departamentul	Instituția Organizatoare de Studii Universitare de Doctorat
1.3 Departamentul	Școala Doctorală de Științe Inginerești
1.4 Domeniul de studii	Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale
1.5 Ciclu de studii	Doctorat
1.6 Programul de studii/Calificarea	-

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Studiu individual 3 (Metode avansate de prelucrare a semnalelor bioelectrice și învățare automată pentru monitorizarea continuă și diagnosticarea precoce a afecțiunilor cardiovasculare)						
2.2 Titularul activităților de curs / Conducător doctorat	Prof. univ. dr. ing. Felix ALBU						
2.3 Titularul activităților de seminar/laborator							
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	C	2.7 Regimul disciplinei	OB S

3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	-	din care: 3.2 curs	-	3.3 seminar/laborator	-
3.4 Total ore din planul de învățământ	-	din care: 3.5 curs	-	3.6 seminar/laborator	-
Distribuția fondului de timp					Ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					-
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					145
- Studiul bibliografiei recomandate (manuale, monografii, articole ISI, standarde, baze de date) / 90h					
- Documentare suplimentară în biblioteci și baze de date științifice (Scopus, Web of Science, Springer, IEEE etc.) / 45h					
- Elaborarea sintezelor bibliografice, analizelor critice și portofoliului individual de studiu / 35h					
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					-
Tutoriat					20
Examinări (pregătirea și susținerea colocviului)					10
Alte activități					-
3.7 Total ore studiu individual					175
3.8 Total ore pe semestru					175
3.9 Numărul de credite					7

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	
4.2 de competențe	

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	
5.2 de desfășurare a seminarului/laboratorului	

6. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

6.1 Obiectivul general al disciplinei	Dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a valorifica literatura științifică privind metodele avansate de prelucrare a semnalelor bioelectrice și de învățare automată pentru monitorizarea continuă și diagnosticarea precoce a afecțiunilor cardiovasculare, în vederea înțelegerii și evaluării metodelor de analiză a semnalelor ECG, a tehnicilor de Machine Learning și Deep Learning și a soluțiilor pentru monitorizare continuă și în timp real, a comparării acestora din perspectiva acurateței, robusteții, latenței și complexității computaționale și a fundamentării cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale.
6.2 Obiectivele specifice	- aprofundarea cunoștințelor privind caracteristicile și metodele avansate de prelucrare a semnalelor bioelectrice, cu accent pe semnalul ECG, evaluarea calității semnalului, detecția complexelor QRS și a punctelor caracteristice și analiza în domeniul timp, frecvență și timp-frecvență; - dezvoltarea capacității de documentare științifică utilizând baze de date internaționale și surse bibliografice relevante privind metodele de Machine Learning și Deep Learning pentru analiza semnalelor bioelectrice și diagnosticarea afecțiunilor cardiovasculare; - formarea competențelor de analiză critică, comparare și evaluare a metodelor de extragere și selecție a caracteristicilor și clasificare automată, incluzând SVM, arbori de decizie și tehnici boosting, rețele neuronale și CNN, precum și a abordărilor de învățare end-to-end; - aprofundarea cunoștințelor privind monitorizarea cardiovasculară continuă și în timp real, cu accent pe senzori și dispozitive portabile, arhitecturi Internet of Medical Things și edge-fog-cloud și metode avansate de analiză spațio-temporală și Graph Convolutional Neural Networks; - dezvoltarea capacității de analiză comparativă a soluțiilor pentru monitorizarea și diagnosticarea afecțiunilor cardiovasculare prin raportare la criterii precum acuratețea, robustețea, calitatea semnalului, latența, eficiența energetică și complexitatea computațională, precum și identificarea tendințelor și direcțiilor emergente de cercetare; - dezvoltarea capacității de elaborare a unei sinteze bibliografice argumentate, de identificare a avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente, de fundamentare a cadrului conceptual și metodologic și de definire a direcției proprii de cercetare doctorală privind prelucrarea avansată a semnalelor bioelectrice și utilizarea învățării automate pentru monitorizarea continuă și diagnosticarea precoce a afecțiunilor cardiovasculare.

7. Rezultatele învățării

7.1 Cunoștințe (<i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice</i>)	La finalizarea disciplinei, studentul-doctorand/absolventul: - demonstrează cunoștințe avansate privind caracteristicile și metodele de prelucrare a semnalelor bioelectrice, cu accent pe semnalul ECG, evaluarea calității semnalului, detecția complexelor QRS și a punctelor caracteristice și metodele de analiză în domeniul timp, frecvență și timp-frecvență; - cunoaște principiile și particularitățile metodelor de Machine Learning utilizate pentru detecția și clasificarea afecțiunilor cardiovasculare, inclusiv extragerea și selecția caracteristicilor, SVM, arborii de decizie și metodele boosting; - înțelege principiile utilizării Deep Learning pentru analiza semnalelor ECG, inclusiv metodele bazate pe CNN, reprezentări timp-frecvență și abordări de clasificare automată a aritmiilor și afecțiunilor cardiovasculare; - cunoaște principiile și arhitecturile utilizate pentru monitorizarea cardiovasculară continuă și în timp real, inclusiv sisteme IoMT, edge-fog-cloud, senzori și dispozitive portabile și metode spațio-temporale bazate pe Graph Convolutional Neural Networks (GCNN).
7.2 Aptitudini (<i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente)</i>)	Studentul-doctorand /absolventul este capabil: - să identifice, selecteze și analizeze critic literatura științifică relevantă privind prelucrarea semnalelor bioelectrice și utilizarea Machine Learning și Deep Learning pentru monitorizarea și diagnosticarea afecțiunilor cardiovasculare; - să analizeze comparativ metodele de prelucrare a semnalelor ECG și să evalueze rolul calității semnalului, detecției caracteristicilor și reprezentărilor timp-frecvență în sistemele automate de analiză; - să compare critic metodele clasice de Machine Learning și abordările bazate pe Deep Learning pentru detecția și clasificarea aritmiilor și să argumenteze adecvarea acestora în raport cu particularitățile problemei analizate; - să analizeze critic soluțiile pentru monitorizarea cardiovasculară continuă și în timp real, inclusiv arhitecturile IoMT, edge-fog-cloud, sistemele portabile și metode de analiză spațio-temporală; - să compare și să evalueze soluțiile analizate din perspectiva acurateței, robusteții, calității semnalului, latenței, eficienței energetice și complexității computaționale;

- să identifice avantajele, limitările și lacunele soluțiilor existente și să fundamenteze cadrul conceptual și metodologic și direcția proprie de cercetare doctorală privind monitorizarea continuă și diagnosticarea precoce a afecțiunilor cardiovasculare.
7.3 Responsabilitate și autonomie (<i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale</i>) Studentul-doctorand /absolventul: - desfășoară în mod autonom activități de documentare, analiză critică și sinteză a literaturii privind prelucrarea semnalelor bioelectrice și metodele de învățare automată aplicate monitorizării cardiovasculare, cu respectarea principiilor eticii și integrității academice; - își asumă responsabilitatea pentru selectarea, evaluarea și interpretarea critică a metodelor de procesare a semnalelor, Machine Learning și Deep Learning relevante pentru problematica cercetării doctorale; - argumentează în mod independent alegerea metodelor analizate în raport cu particularitățile semnalelor bioelectrice, cerințele monitorizării continue și criteriile de performanță considerate; - dezvoltă în mod autonom cadrul conceptual și metodologic și își asumă responsabilitatea pentru fundamentarea științifică a direcției proprii de cercetare doctorală.

8. Conținuturi

8.2 Studiu individual	Metode de predare	Observații
Studierea bibliografiei fundamentale privind prelucrarea semnalelor bioelectrice pentru monitorizarea cardiovasculară, cu accent pe caracteristicile semnalului ECG, evaluarea calității semnalului, detecția complexelor QRS și a punctelor caracteristice, metodele de analiză în domeniul timp, frecvență și timp-frecvență și principiile detecției și clasificării aritmiilor cardiace.	Studiu individual, analiză bibliografică	45 h
Documentarea în baze de date științifice privind metodele de Machine Learning și Deep Learning utilizate pentru analiza semnalelor bioelectrice și diagnosticarea precoce a afecțiunilor cardiovasculare, cu accent pe selecția și extragerea caracteristicilor, metodele SVM, arborii de decizie și tehnicile boosting, rețelele neuronale și CNN, precum și pe compararea abordărilor bazate pe caracteristici explicite cu modelele de învățare end-to-end.	Documentare în baze de date, analiză critică	25 h
Analiza critică și comparativă a literaturii privind sistemele inteligente pentru monitorizarea cardiovasculară continuă și în timp real, cu accent pe dispozitive și senzori portabili, arhitecturi Internet of Medical Things și edge-fog-cloud, metode de analiză spațio-temporală și Graph Convolutional Neural Networks și integrarea algoritmilor de Machine Learning și Deep Learning în sisteme de monitorizare și diagnostic, din perspectiva acurateței, robusteții, latenței, eficienței energetice și complexității computaționale.	Analiză comparativă, sinteză bibliografică	25 h
Elaborarea unei sinteze bibliografice privind tendințele actuale și direcțiile emergente de cercetare în prelucrarea avansată a semnalelor bioelectrice și utilizarea Machine Learning și Deep Learning pentru monitorizarea continuă și diagnosticarea precoce a afecțiunilor cardiovasculare, cu accent pe analiza ECG în condiții reale, evaluarea calității semnalului, procesarea în timp real, sistemele portabile și IoMT și metodele avansate bazate pe învățare, identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală.	Elaborare individuală, redactare academică	30 h
Consultări periodice cu titularul disciplinei și/sau conducătorul de doctorat privind bibliografia, direcțiile de cercetare și interpretarea critică a rezultatelor din literatura de specialitate.	Tutoriat, discuții individuale	20 h
Pregătirea și susținerea colocviului pe baza studiului individual și a raportului de documentare realizat.	Studiu individual, prezentare și susținere	30 h
Bibliografie [1.] I. Sadiq, H. N. Qureshi, A. Rizwan and A. Imran, "Cardiac Arrhythmia Classification From Lead I ECG Recorded in a Free-Living Environment," in IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 30, no. 6, pp. 5409-5422, June 2026 [2.] B. U. Demirel, I. A. Bayoumy and M. A. A. Faruque, "Energy-Efficient Real-Time Heart Monitoring on Edge-Fog-Cloud Internet of Medical Things," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 14, pp. 12472-12481, 15 July 2022 [3.] A. Mondal, M. S. Manikandan and R. B. Pachori, "Automatic ECG Signal Quality Determination Using CNN With Optimal Hyperparameters for Quality-Aware Deep ECG Analysis Systems," in IEEE Sensors Journal, vol. 24, no. 11, pp. 17825-17833, 2024 [4.] M. M. Farag, "A Self-Contained STFT CNN for ECG Classification and Arrhythmia Detection at the Edge," in IEEE Access, vol. 10, pp. 94469-94486, 2022 [5.] M. B. Abubaker and B. Babayiğit, "Detection of Cardiovascular Diseases in ECG Images Using Machine Learning and Deep Learning Methods," in IEEE Transactions on Artificial Intelligence, vol. 4, no. 2, pp. 373-382, April 2023 [6.] G. Feng, S. Manimurugan, B. Yi and Y. Feng, "Toward Precision Cardiac Healthcare: Deep Learning and IoT		

- Integration for Real-Time Monitoring and Personalized Diagnosis," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 12, no. 22, pp. 46104-46118, 15 Nov.15, 2025
- [7.] S. Iqbal et al., "FusionGCNN: An IoT-Based Novel Spatiotemporal Graph Convolutional Network for ECG Arrhythmia Detection," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 12, no. 22, pp. 46038-46050, 15 Nov.15, 2025
 - [8.] J. Li, H. Zhang, Z. Zhang, H. Zhang, X. Yang and J. Yang, "All-Fiber Wearable Continues Blood Pressure Monitoring via Tapered Waveguide and Machine-Learning Assistance," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 74, pp. 1-12, 2025
 - [9.] A. Amann, R. Tratnig, and K. Unterkofler, "Reliability of old and new ventricular fibrillation detection algorithms for automated external defibrillators," BioMed. Eng. Online, vol. 4, Art. no. 60, 2005
 - [10.] I. Jekova and V. Krasteva, "Real time detection of ventricular fibrillation and tachycardia," Physiol. Meas., vol. 25, no. 5, pp. 1167-1178, 2004.
 - [11.] C. Li, C. Zheng, and C. Tai, "Detection of ECG characteristic points using wavelet transforms," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 42, no. 1, pp. 21-28, Jan. 1995.
 - [12.] J. Pan and W. J. Tompkins, "A real-time QRS detection algorithm," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 32, no. 3, pp. 230-236, Mar. 1985.
 - [13.] S. Fokkenrood, P. Leijdekkers, and V. Gay, "Ventricular tachycardia/fibrillation detection algorithm for 24/7 personal wireless heart monitoring," in Pervasive Computing for Quality of Life Enhancement: 5th International Conference on Smart Homes and Health Telematics (ICOST 2007), Jun. 2007, pp. 110-120.
 - [14.] M. T. Young, S. M. Blanchard, M. W. White, E. E. Johnson, W. M. Smith, and R. E. Ideker, "Using an artificial neural network to detect activations during ventricular fibrillation," Comput. Biomed. Res., vol. 33, no. 1, pp. 43-58, Feb. 2000.
 - [15.] J. Behar, J. Oster, Q. Li, and G. D. Clifford, "ECG signal quality during arrhythmia and its application to false alarm reduction," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 60, no. 6, pp. 1660-1666, Jun. 2013.
 - [16.] D. Panigrahy, P.K. Sahu, F. Albu, "Detection of ventricular fibrillation rhythm by using boosted support vector machine with an optimal variable combination", Vol. 91, May 2021, Computers and Electrical Engineering Journal
 - [17.] F. Alonso-Atienza, J. L. Rojo-Álvarez, A. Rosado-Muñoz, J. J. Vinagre, A. García-Alberola, and G. Camps-Valls, "Feature selection using support vector machines and bootstrap methods for ventricular fibrillation detection," Expert Syst. Appl., vol. 39, no. 2, pp. 1956-1967, Feb. 2012.
 - [18.] M. Mohanty, S. Sahoo, P. Biswal, and S. Sabut, "Efficient classification of ventricular arrhythmias using feature selection and C4.5 classifier," Biomed. Signal Process. Control, vol. 44, pp. 200-208, Jul. 2018.
 - [19.] Y. Xu, D. Wang, W. Zhang, P. Ping, and L. Feng, "Detection of ventricular tachycardia and fibrillation using adaptive variational mode decomposition and boosted-CART classifier," Biomed. Signal Process. Control, vol. 39, pp. 219-229, Jan. 2018.
 - [20.] Q. Li, C. Rajagopalan, and G. D. Clifford, "Ventricular fibrillation and tachycardia classification using a machine learning approach," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 61, no. 6, pp. 1607-1613, Jun. 2014.

9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

Conținuturile disciplinei sunt corelate cu direcțiile actuale de cercetare din domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale, privind prelucrarea avansată a semnalelor bioelectrice și utilizarea metodelor de Machine Learning și Deep Learning pentru monitorizarea și diagnosticarea afecțiunilor cardiovasculare. Tematica disciplinei integrează metode clasice și avansate de analiză a semnalelor ECG, evaluarea calității semnalului, detecția caracteristicilor și clasificarea automată a aritmiilor, direcții reflectate în literatura științifică inclusă în bibliografie. Conținuturile sunt corelate cu preocupările comunității științifice privind dezvoltarea și evaluarea metodelor de Machine Learning și Deep Learning pentru analiza automată a semnalelor cardiovasculare, incluzând SVM, metode boosting, arbori de decizie, rețele neuronale și CNN, precum și abordări bazate pe reprezentări timp-frecvență. Bibliografia permite analiza comparativă a metodelor bazate pe extragerea și selecția explicită a caracteristicilor și a abordărilor moderne de învățare automată și profundă. Disciplina abordează, de asemenea, direcții cu relevanță pentru mediul profesional privind monitorizarea continuă și în timp real, integrarea dispozitivelor și senzorilor purtabili, arhitecturile Internet of Medical Things și edge-fog-cloud și utilizarea metodelor avansate de analiză spațio-temporală. Aceste direcții permit abordarea unor cerințe specifice sistemelor electronice inteligente de monitorizare, precum acuratețea, robustețea, latența, eficiența energetică și complexitatea computațională. Prin conținuturile abordate, disciplina contribuie la dezvoltarea competențelor asociate Studiilor individuale din domeniul doctoral IETTI, în special privind procesarea digitală a semnalelor (CP1), utilizarea Inteligenței Artificiale și Machine Learning în aplicații ingineresti (CP2), proiectarea și modelarea sistemelor complexe (CP4) și utilizarea instrumentelor software și hardware specializate (CP6). Disciplina contribuie astfel la fundamentarea cercetării doctorale în domeniul Ingineriei electronice, telecomunicațiilor și tehnologiilor informaționale și la dezvoltarea capacității studentului-doctorand de a analiza critic și de a selecta metode avansate de prelucrare a semnalelor bioelectrice și de învățare automată, creând premise pentru definirea unei direcții proprii de cercetare și pentru dezvoltarea ulterioară a unor soluții originale cu potențial de aplicare în sisteme inteligente de monitorizare cardiovasculară continuă și diagnosticare precoce.

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Colocviu	Corectitudinea și completitudinea cunoștințelor dobândite privind metodele avansate de prelucrare a semnalelor bioelectrice și utilizarea învățării automate pentru monitorizarea și diagnosticarea afecțiunilor cardiovasculare; capacitatea de identificare, selectare, analiză critică și sinteză a literaturii științifice de specialitate; capacitatea de analiză comparativă și evaluare a metodelor de prelucrare a semnalelor ECG, inclusiv evaluarea calității semnalului, detecția caracteristicilor și analiza în domeniul timp-frecvență; evaluarea critică a metodelor de Machine Learning și Deep Learning utilizate pentru detecția și clasificarea aritmiilor; capacitatea de analiză a soluțiilor pentru monitorizarea cardiovasculară continuă și în timp real, inclusiv a sistemelor purtabile, arhitecturilor IoMT și edge-fog-cloud și metodelor de analiză spațio-temporală; capacitatea de comparare și argumentare a soluțiilor analizate din perspectiva acurateței, robusteții, calității semnalului, latenței, eficienței energetice și complexității computaționale; utilizarea adecvată a terminologiei științifice specifice domeniului; identificarea și argumentarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente; fundamentarea științifică a cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare privind prelucrarea avansată a semnalelor bioelectrice și utilizarea învățării automate pentru monitorizarea continuă și diagnosticarea precoce a afecțiunilor cardiovasculare.	Colocviu oral și evaluarea raportului individual de studiu	100%
10.5 Proiect	-	-	-
10.6 Standard minim de performanță			
Pentru promovarea disciplinei, studentul trebuie să îndeplinească cumulativ următoarele condiții:			
Să obțină minimum 50% din punctajul aferent colocviului și să demonstreze atingerea rezultatelor învățării prin: - identificarea, selectarea și utilizarea adecvată a literaturii științifice relevante privind metodele avansate de prelucrare a semnalelor bioelectrice și de învățare automată pentru monitorizarea și diagnosticarea afecțiunilor cardiovasculare; - cunoașterea caracteristicilor semnalelor ECG și a principalelor metode de prelucrare, evaluare a calității semnalului, detecție a caracteristicilor și analiză în domeniul timp-frecvență; - realizarea unei analize critice și a unei sinteze bibliografice privind metodele de Machine Learning și Deep Learning utilizate pentru detecția și clasificarea aritmiilor și diagnosticarea afecțiunilor cardiovasculare; - compararea și argumentarea adecvării soluțiilor pentru monitorizarea cardiovasculară continuă și în timp real, inclusiv a sistemelor purtabile, arhitecturilor IoMT și edge-fog-cloud și metodelor avansate de analiză spațio-temporală, în raport cu criterii precum acuratețea, robustețea, latența, eficiența energetică și complexitatea computațională; - identificarea avantajelor, limitărilor și lacunelor soluțiilor existente și fundamentarea cadrului conceptual și metodologic și a direcției proprii de cercetare doctorală; - utilizarea corectă a terminologiei științifice și respectarea principiilor eticii și integrității academice în elaborarea și prezentarea raportului individual de studiu.			
Standardul minim de performanță validează atingerea rezultatelor învățării definite la pct. 7.			

Fișa disciplinei corespunde planului de învățământ care se aplică pentru anul I începând cu anul universitar 2027-2028.

Data completării

Titularul de curs (Conducator doctorat)
Prof. univ. dr. ing. Felix ALBU

Titularul de laborator

Data avizării în
CSD

Director SDSI
Prof. univ. dr. ing. Dinu COLȚUC

Data avizării în
CSUD

Director CSUD
Prof. univ. dr. ing. Rodica Mariana ION