

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                                       |                                                                      |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca                                |
| 1.2 Facultatea                        | Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației |
| 1.3 Departamentul                     | Comunicații                                                          |
| 1.4 Domeniul de studii                | Inginerie electronică, telecomunicații și tehnologii informaționale  |
| 1.5 Ciclul de studii                  | Master                                                               |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Tehnologii Multimedia (TM) / Master                                  |
| 1.7 Forma de învățământ               | IF – învățământ cu frecvență                                         |
| 1.8 Codul disciplinei                 | TM11.10                                                              |

### 2. Date despre disciplină

|                                                              |                                                                                                      |               |   |                       |   |                         |        |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|-----------------------|---|-------------------------|--------|
| 2.1 Denumirea disciplinei                                    | Tehnici avansate de codare și control al fluxului de date                                            |               |   |                       |   |                         |        |
| 2.2 Aria de conținut                                         | Arie teoretică<br>Arie metodologică<br>Arie de analiză                                               |               |   |                       |   |                         |        |
| 2.3 Responsabil de curs                                      | Sl.dr.ing. Mihaly VARGA – <a href="mailto:Mihaly.Varga@com.utcluj.ro">Mihaly.Varga@com.utcluj.ro</a> |               |   |                       |   |                         |        |
| 2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect | Sl.dr.ing. Mihaly VARGA – <a href="mailto:Mihaly.Varga@com.utcluj.ro">Mihaly.Varga@com.utcluj.ro</a> |               |   |                       |   |                         |        |
| 2.5 Anul de studiu                                           | 1                                                                                                    | 2.6 Semestrul | 2 | 2.7 Tipul de evaluare | E | 2.8 Regimul disciplinei | DS/ DO |

### 3. Timpul total estimat

|                                                                                                |     |                    |    |                         |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|----|-------------------------|-----|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână                                                                  | 3   | din care: 3.2 curs | 1  | 3.3 seminar / laborator | 2   |
| 3.4 Total ore din planul de învățământ                                                         | 42  | din care: 3.5 curs | 14 | 3.6 seminar / laborator | 28  |
| Distribuția fondului de timp                                                                   |     |                    |    |                         | ore |
| Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                                    |     |                    |    |                         | 20  |
| Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren |     |                    |    |                         | 12  |
| Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri                        |     |                    |    |                         | 20  |
| Tutoriat                                                                                       |     |                    |    |                         | 3   |
| Examinări                                                                                      |     |                    |    |                         | 3   |
| Alte activități: .....                                                                         |     |                    |    |                         |     |
| 3.7 Total ore studiu individual                                                                | 58  |                    |    |                         |     |
| 3.8 Total ore pe semestru                                                                      | 100 |                    |    |                         |     |
| 3.9 Numărul de credite                                                                         | 4   |                    |    |                         |     |

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

|                   |                                                                                                                                                                                |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1 de curriculum | Teoria codurilor și teoria transmiterii informației, Rețele de calculatoare, Protocoale pentru Internet, Sisteme wireless, Modelarea canalului radio mobil, Transmisii de date |
| 4.2 de competențe | -                                                                                                                                                                              |

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

|                                                                 |             |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|
| 5.1. de desfășurare a cursului                                  | Cluj-Napoca |
| 5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului | Cluj-Napoca |

### 6. Competențele specifice acumulate

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competențe profesionale | C4. Conceperea, implementarea și operarea serviciilor de date, voce, video, multimedia, bazate pe înțelegerea și aplicarea notiunilor fundamentale din domeniul comunicațiilor și transmisiunii informației<br>C5. Selectarea, instalarea, configurarea și exploatarea echipamentelor de telecomunicații fixe sau mobile și echiparea unui amplasament cu rețele uzuale de telecomunicații<br>C6 Rezolvarea problemelor specifice pentru rețele de comunicații de bandă largă: propagare în diferite medii de transmisiune, circuite și echipamente pentru frecvențe înalte (microunde și optice). |
| Competențe transversale | N/A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

### 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.1 Obiectivul general al disciplinei | Dezvoltarea de competențe privind tehnicile avansate de codare și control al fluxului de date                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7.2 Obiectivele specifice             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Înțelegerea tehnicilor de codare de tip Digital Fountain și aplicarea acestor coduri în protocoale de control al fluxului;</li> <li>2. Înțelegerea tehnicilor de codare de tip Network Coding utilizate în rețele mesh wireless, în rețele de tip overlay și la nivelul routerelor din infrastructura fizică;</li> <li>3. Înțelegerea tehnicilor de codare de tip swarm, a tehnicilor de cooperare și de codare utilizate în rețele wireless de tip "mesh".</li> </ol> |

### 8. Conținuturi

| 8.1 Curs                                                                                                                                               | Metode de predare                                          | Observații     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------|
| 1. Tehnici de codare de tip Digital Fountain DF. Transformarea Luby Transform LT                                                                       | Expunere la tablă, prezentare cu videoproiector, discuții. | Nu este cazul. |
| 2. Coduri de tip Tornado și de Raptor. Algoritmi de codare și de decodare.                                                                             |                                                            |                |
| 3. Implementarea concepului de DF cu ajutorul codurilor cu rată finită. Utilizarea codurilor LDPC pentru implementarea conceptului DF                  |                                                            |                |
| 4. Servicii de MBMS (Multimedia Broadcast Multicast). Utilizarea codurilor Raptor în aceste aplicații. Algoritmi practici de codare și decodare Raptor |                                                            |                |
| 5. Utilizarea tehnicilor de tip „layered coding” în controlul fluxului de date în aplicații de tip multicast                                           |                                                            |                |
| 6. Tehnici de control a fluxului de tip TCP combinate cu coduri DF                                                                                     |                                                            |                |
| 7. Tehnici de codare de tip Network Coding. Fundamente teoretice. Coduri liniare sistematice și aleatoare.                                             |                                                            |                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                  |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 8. Generarea și optimizarea rețelei de codare Network Coding. Algoritmi de optimizare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                  |                   |
| 9. Utilizarea tehnicilor de codare NC în corecția erorilor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                  |                   |
| 10. Comunicații de tip swarm. Sisteme de tip structurate și nestructurate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                   |
| 11. Coduri liniare de tip Network Coding utilizate sisteme de tip swarm.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                  |                   |
| 12. Performanțe tehnici Random Network Coding. Selecția coeficienților și efectul erorilor/ștergerilor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                   |
| 13. Tehnici de codare NC utilizate în rețele wireless de tip mesh. Tehnici de codare XOR in the Air, codare distribuită și NC utilizate în rețele celulare cooperative.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                  |                   |
| 14. Protocoale TCP clasice și tolerante la pierderi. IP Datacast în sistemul DVB-H. Protocoale Content Delivery. Protocolul FLUTE. Tehnici Layered Coding Trans.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |                   |
| <b>Bibliografie</b><br>1. M. Luby, M. Mitzenmacher, A. Shokrollahil, A. Spielman, V. Stemann, "Practical Loss-Resilient Codes", Proc. of ACM Symposium on Theory of Computing, 1997, El Passo, Texas, USA.<br>2. M. Mitzenmacher, Digital Fountains: A Survey and Look Forward, <a href="http://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/postscripts/itw2004.pdf">http://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/postscripts/itw2004.pdf</a><br>3. S.Y.R. Li, R.W. Yeung, N. Cai and Z. Zhang, Network coding theory, now Publishers Inc. 2006. <a href="http://www.cuhk.edu.hk/~whyung/publications/tutorial.pdf">http://www.cuhk.edu.hk/~whyung/publications/tutorial.pdf</a><br>4. S. Yang, R.W. Yeung, Characterizations of Network Error Correction/Detection and Erasure Correction, <a href="http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.323.5577&amp;rep=rep1&amp;type=pdf">http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.323.5577&amp;rep=rep1&amp;type=pdf</a><br>5. C. Fragouli, D. Katabi, A. Markopoulou, M. Medard, H. Rahul, Wireless Network Coding: Opportunities & Challenges, <a href="http://people.csail.mit.edu/rahul/papers/nc-milcom2007.pdf">http://people.csail.mit.edu/rahul/papers/nc-milcom2007.pdf</a> |                                                                                  |                   |
| <b>8.2 Laborator</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Metode de predare</b>                                                         | <b>Observații</b> |
| 1. Implementarea codurilor LT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Experimente practice pe echipamente fizice, virtuale, in cloud si pe emulatoare. | Nu este cazul.    |
| 2. Implementarea codurilor Tornado. Studiul performanțelor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                  |                   |
| 3. Activitate de proiect                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                  |                   |
| 4. Implementarea codurilor Raptor. Studiul performanțelor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                  |                   |
| 5. Evaluarea performanțelor diferitelor tipuri de coduri DF în transmisii de tip unicast și multicast utilizând simulări pe calculator                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                   |
| 6. Activitate de proiect                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                  |                   |
| 7. Tehnici de codare de tip Network Coding sistematice. Implementare și evaluarea performanțelor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                  |                   |
| 8. Tehnici de codare Random Network Coding. Determinarea probabilității existenței soluției de codare și a debitelor maxime                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                  |                   |
| 9. Activitate de proiect                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                  |                   |
| 10. Studiul prin simulări pe calculator a performanțelor sistemelor de comunicații cooperative de tip swarm structurate și nestructurate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                  |                   |
| 11. Experimentări practice ale tehnicilor de codare DF și NC în sisteme de comunicațiilor de tip swarm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| 12. Simularea, experimentarea tehnicilor de codare "XOR in the Air"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |
| 13. Activitate de proiect                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
| 14. Activitate de proiect                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |
| <b>Bibliografie</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Luby, M. Mitzenmacher, A. Shokrollahil, A. Spielman, V. Stemann, "Practical Loss-Resilient Codes", Proc. of ACM Symposium on Theory of Computing, 1997, El Passo, Texas, USA.</li> <li>2. M. Mitzenmacher, Digital Fountains: A Survey and Look Forward, <a href="http://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/postscripts/itw2004.pdf">http://www.eecs.harvard.edu/~michaelm/postscripts/itw2004.pdf</a></li> <li>3. S.Y.R. Li, R.W. Yeung, N. Cai and Z. Zhang, Network coding theory, now Publishers Inc. 2006. <a href="http://www.iet2.ie.cuhk.edu.hk/~whyueung/publications/tutorial.pdf">http://www.iet2.ie.cuhk.edu.hk/~whyueung/publications/tutorial.pdf</a></li> <li>4. S. Yang, R.W. Yeung, Characterizations of Network Error Correction/Detection and Erasure Correction, <a href="http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.323.5577&amp;rep=rep1&amp;type=pdf">http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.323.5577&amp;rep=rep1&amp;type=pdf</a></li> <li>5. C. Fragouli, D. Katabi, A. Markopoulou, M. Medard, H. Rahul, Wireless Network Coding: Opportunities &amp; Challenges, <a href="http://people.csail.mit.edu/rahul/papers/nc-milcom2007.pdf">http://people.csail.mit.edu/rahul/papers/nc-milcom2007.pdf</a></li> </ol> |  |  |

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competențele dobândite vor fi folosite în următoarele ocupații conform COR (Clasificarea Ocupațiilor din România): Inginer emisie; Inginer electronist, transporturi, telecomunicații; Inginer imagine; Inginer sunet; Proiectant inginer electronist; Proiectant inginer de sisteme și calculatoare; Inginer șef car reportaj; Inginer șef schimb emisie; Inginer proiectant comunicații; Inginer sisteme de securitate; Inginer suport vânzări; Dezvoltator de aplicații multimedia; Inginer operare rețea; Inginer testare sisteme de comunicații; Manager proiect; Inginer de trafic; Consultant pentru sisteme comunicații. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**10. Evaluare**

| Tip activitate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 10.1 Criterii de evaluare                                    | 10.2 Metode de evaluare                                                                                                   | 10.3 Pondere din nota finală |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 10.4 Curs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Nivelul cunoștințelor teoretice și a deprinderilor dobândite | Examenul constă din verificarea cunoștințelor prin rezolvarea de probleme și o parte teorie (întrebări) în scris (3 ore). | E, max 10 pct. 60%           |
| 10.5 Laborator                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Nivelul abilităților practice dobândite                      | Proiect (P): examen oral și practic bazat pe laborator și proiect                                                         | P, max. 10 pct. 40%          |
| 10.6 Standard minim de performanță                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                              |                                                                                                                           |                              |
| <b>Nivel calitativ:</b><br><b>Cunoștințe minimale:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Înțelegerea tehnicilor de codare de tip Digital Fountain și aplicarea acestor coduri în protocoale de control al fluxului;</li> <li>✓ Înțelegerea tehnicilor de codare de tip Network Coding utilizate în rețele mesh wireless, în rețele de tip overlay și la nivelul routerelor din infrastructura fizică;</li> </ul> <b>Competențe minimale:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Să poată utiliza simulatoare de rețea care implementează tehnici de codare a fluxului</li> <li>✓ Să configureze corespunzător parametrii unor protocoale de control.</li> </ul> <b>Nivel cantitativ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <math>E &gt; 5</math>; <math>P &gt; 5</math> <math>N = 0,6E + 0,4P &gt; 5</math>;</li> </ul> |                                                              |                                                                                                                           |                              |

| Data completării: | Titulari  | Titlu Prenume NUME      | Semnătura |
|-------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| 20.06.2024        | Curs      | Sl.dr.ing. Mihaly VARGA |           |
|                   | Aplicații | Sl.dr.ing. Mihaly VARGA |           |
|                   |           |                         |           |

|                                                              |                                                                 |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Data avizării în Consiliul Departamentului COM<br>10.07.2024 | Director Departament Comunicații<br>Prof.dr.ing. Virgil DOBROTĂ |
| Data aprobării în Consiliul Facultății ETTI<br>11.07.2024    | Decan<br>Prof.dr.ing. Ovidiu POP                                |