

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                     |                                                                  |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| Facultatea          | de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor                |
| Departamentul       | de Electrotehnică                                                |
| Domeniul de studii  | Ingineria autovehiculelor                                        |
| Ciclul de studii    | Licență, învățământ cu frecvență                                 |
| Programul de studii | Echipamente și sisteme de comandă și control pentru autovehicule |

### 2. Date despre disciplină

|                                    |                                                                                                            |           |          |                   |               |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|-------------------|---------------|
| Denumirea disciplinei              | <b>REȚELE ȘI PROTOCOALE DE COMUNICAȚII PENTRU AUTOVEHICULE</b>                                             |           |          |                   |               |
| Titularul activităților de curs    | Șef Lucrări dr.ing. FECHET Radu                                                                            |           |          |                   |               |
| Titularul activităților aplicative | Șef Lucrări dr.ing. FECHET Radu                                                                            |           |          |                   |               |
| Anul de studiu                     | <b>IV</b>                                                                                                  | Semestrul | <b>7</b> | Tipul de evaluare | <b>Examen</b> |
| Regimul disciplinei                | Categorii formative a disciplinei<br>DF - fundamentală, DS - de specializare, DC – complementară           |           |          |                   | <b>DS</b>     |
|                                    | Categorii de opționalitate a disciplinei:<br>DOB – obligatorie(DI), DOP – opțională(DO), DFA - facultativă |           |          |                   | <b>DOB</b>    |

### 3. Timpul total estimat (ore alocate activităților didactice)

|                                                          |    |      |    |         |   |                                |    |         |   |
|----------------------------------------------------------|----|------|----|---------|---|--------------------------------|----|---------|---|
| I a) Număr de ore pe săptămână                           | 4  | Curs | 2  | Seminar | 0 | Laborator/<br>Lucrări practice | 2  | Proiect | 0 |
| I b) Totalul de ore pe semestru din planul de învățământ | 56 | Curs | 28 | Seminar | 0 | Laborator/<br>Lucrări practice | 28 | Proiect | 0 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| Distribuția fondului de timp pe semestru | ore |
| II.a) Studiu individual                  | 41  |
| II.b) Tutoriat (pentru ID)               | 0   |
| III. Examinări                           | 3   |
| IV. Alte activități (precizați):         | 0   |

|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| Total ore studiu individual (II.a+II.b+III)  | 44  |
| Total ore pe semestru (I.b+II.a+II.b+III+IV) | 100 |
| Numărul de credite                           | 4   |

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

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Curriculum | <ul style="list-style-type: none"> <li>Cunoștințe fundamentale de electronică analogică și digitală, programarea calculatoarelor, arhitectura microprocesoarelor și microcontrolerelor, precum și noțiuni de bază privind transmiterea și prelucrarea informațiilor digitale.</li> </ul>                                                                                                                |
| Competențe | <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitatea de interpretare a schemelor electronice și a semnalelor digitale, de utilizare a sistemelor de numerație și a operațiilor logice, de elaborare și testare a unor programe simple, de utilizare elementară a sistemelor de operare și a instrumentelor software pentru configurarea, monitorizarea și verificarea comunicațiilor digitale.</li> </ul> |

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

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desfășurare a cursului | Sală de curs dotată cu calculator, videoproiector, acces la materiale didactice în format electronic și resurse multimedia pentru prezentarea arhitecturilor de comunicație, a structurilor de cadre, a mecanismelor de transmitere a datelor și a protocoalelor utilizate în rețelele autovehiculelor.                                                                                                                   |
| Desfășurare aplicații  | Laborator dotat cu calculatoare, platforme de dezvoltare BeagleBone Green cu Linux Embedded, interfețe și module de comunicație serială și CAN/CAN-FD, analizoare logice și instrumente software pentru configurarea, monitorizarea și analiza comunicațiilor (can-utils, Node-RED, Vector DBC Editor și biblioteci specifice). Acces la documentație tehnică și respectarea normelor de securitate și sănătate în muncă. |

## 6. Competențe specifice acumulate

|                         |                                                                                                                                                      |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competențe transversale | CT.3. Utilizează cu precizie echipamente, instrumente sau echipamente tehnologice<br>CT.4. Aplică cunoștințe științifice, tehnologice și ingineresti |
| Competențe profesionale | CP.2 Examinează principii tehnice<br>CP.3 Utilizează documentație tehnică<br>CP.17 Analizează datele testelor                                        |

## 7. Rezultatele învățării

| Cunoștințe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Aptitudini                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Responsabilitate și autonomie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>La finalul disciplinei, studentul:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Descrie și diferențiază arhitecturile sistemelor de comunicație specifice autovehiculelor rutiere.</li> <li>2. Explică particularitățile sistemelor moderne de comunicație ale autovehiculelor rutiere.</li> <li>3. Cunoaște caracteristicile sistemelor de comunicație, arhitectura acestora și parametrii specifici autovehiculelor rutiere.</li> <li>4. Explică rolul, avantajele, dezavantajele și modurile de integrare a comunicației între modulele electronice dintr-un autovehicul rutier.</li> <li>5. Descrie principiile de funcționare, arhitectura și rolul echipamentelor și sistemelor de comunicație utilizate în autovehicule rutiere.</li> </ol> | <p><i>La finalul disciplinei, studentul este capabil să:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analizeze și să compare arhitecturi de comunicație în funcție de cerințele aplicației și de performanțele urmărite.</li> <li>2. Determine și interpreteze cerințele de bandă și volum de date în comunicațiile unui autovehicul rutier în diferite regimuri de funcționare.</li> <li>3. Interpreteze caracteristicile electrice ale comunicațiilor și să compare diferite soluții constructive.</li> <li>4. Utilizeze date experimentale, modele și simulări numerice, documentație tehnică și OEM pentru caracterizarea și evaluarea sistemelor de comunicație ale autovehiculelor rutiere.</li> <li>5. Realizeze o analiză integrată a unui autovehicul rutier, corelând caracteristicile sistemelor de comunicație existente cu performanțele autovehiculului rutier.</li> </ol> | <p><i>La finalul disciplinei, studentul va fi capabil să:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desfășoare în condiții de siguranță și cu autonomie activități de investigare și analiză a sistemelor de comunicație pe cablu, FO sau radio.</li> <li>2. Selecteze și utilizeze critic informații tehnice despre comunicații, provenite din documentație de specialitate, standarde și documentație OEM.</li> <li>3. Analizeze critic rezultatele experimentale și cele simulate și să identifice eventualele diferențe între rezultate și comportamentul așteptat al sistemului de pe autovehicul.</li> <li>4. Argumenteze tehnic alegerea unei arhitecturi sau soluții de comunicație, în raport cu cerințele autovehiculului rutier, performanța și condițiile de exploatare.</li> <li>5. Colaboreze în cadrul echipei pentru realizarea activităților experimentale și a studiilor comparative și să comunice argumentat rezultatele analizei.</li> </ol> |

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

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obiectivul general al disciplinei | Dezvoltarea capacității studenților de a înțelege, analiza și evalua sistemele de comunicație ale autovehiculelor rutiere, prin corelarea arhitecturilor de sistem. Definirea bazelor teoretice pentru sistemele de comunicație ale autovehiculelor rutiere și identificarea aplicațiilor practice ale acestora. Cunoașterea principalelor aspecte teoretice și practice pentru comanda și controlul elementelor de execuție din autovehicule rutiere utilizând conectarea directă la magistralele de comunicație sau diagnoze specifice. Promovarea ultimilor tendințe pentru securitatea cibernetică în autovehiculele rutiere moderne. |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 7. Conținutul predării și învățării

| Curs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Nr. ore | Metode de predare               | Observații |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|------------|
| <p>1. Scurt Istoric al comunicațiilor și modelul OSI</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Apariția comunicațiilor</li> <li>1.2. Comunicațiile în România în perioada pre-modernă și modernă</li> <li>1.3. Comunicațiile cu fir</li> <li>1.4. Comunicațiile fără fir</li> <li>1.5. Comunicația digitală</li> <li>1.6. Sisteme de comunicație radio celulare pentru automobile</li> <li>1.7 Modelul de referință OSI și TCP/IP pentru rețele de comunicații</li> </ol> | 2       | expunerea, prelegerea-dezbateră |            |
| <p>2. Comunicația serială (asincronă și sincronă)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Modelul electric al unei linii de comunicație</li> <li>2.2. Topologii de rețele de comunicație</li> <li>2.3. Parametrii comunicației seriale</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                       | 2       |                                 |            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |                                  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------|--|
| 2.4. Controlul fluxului de date<br>2.5. Adaptarea de nivel<br>2.6. Comunicația serială asincronă<br>2.7. Comunicația serială asincronă<br>2.8. Codarea Manchester de bază și diferențială<br>2.9. Alte tipuri de codare a informației<br>2.10. Standardele de comunicație: RS232, RS422, RS485 (diferențial), nivelul fizic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                                  |  |
| 3. Comunicația SPI și I2C<br>3.1. Comunicația SPI, descrierea protocolului, exemple, implementări, izolarea galvanică<br>3.2. Comunicația I2C, descrierea protocolului, exemple, implementări, izolarea galvanică                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2 | expunerea, prelegerea-dezbaterea |  |
| 4. Comunicația 1Wire®, OW a senzorilor și protocolul LIN din automotive<br>4.1. Comunicația 1Wire®, descrierea protocolului, exemple și implementări<br>4.2. Comunicația OW, descrierea protocolului, exemple și implementări<br>4.3. Izolarea galvanică<br>4.4. Comunicația LIN, descrierea protocolului, exemple, implementări, izolarea galvanică                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 |                                  |  |
| 5-6. Protocolul CAN-standard<br>5.1. Scurt istoric<br>5.2. Caracteristici generale, detalii tehnice, nivelurile OSI<br>5.3. Nivelul fizic<br>6.4. Nivelul legăturii de date (LLC = <i>Logical Link Layer</i> )<br>6.5. Structura cadrelor CAN-standard, cadrul <i>Remote Frame</i> , cadrul <i>Error Frame</i> , cadrul <i>Overload Frame</i><br>6.6. Identificatori și arbitrajul pe CAN, bitul ACK, prioritizarea mesajelor după ID<br>6.7. CAN- <i>basic</i> versus CAN- <i>full</i><br>6.8. Funcțiile de <i>Sleep</i> și <i>Wake-Up</i><br>6.9. Alte variante de implementare CAN, <i>Low Speed</i> , <i>High Speed</i> , TTCAN, CANOpen, SAE J1939, MilCAN | 4 | expunerea, prelegerea-dezbaterea |  |
| 7. Protocolul CAN-FD<br>7.1. Caracteristici generale, detalii tehnice<br>7.2. Motivarea apariției și costurile de migrare de la CAN-standard la CAN-FD<br>7.3. Structura cadrelor de bază, cadrul <i>Error Frame</i> , cadrul <i>Remote Frame</i> , cadrul <i>Overload Frame</i><br>7.3. Aplicații. Avantaje și dezavantaje CAN-FD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 |                                  |  |
| 8. Protocolul CAN-XL<br>8.1. Detalii tehnice<br>8.2. Compatibilitatea la nivelurile OSI 1 și 2<br>8.3. Comparații cu alte protocoale<br>8.4. Indicatorii de performanță (KPI)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 |                                  |  |
| 9-10. Protocolul de nivel înalt bazat pe CAN, TTCAN<br>9.1. Aspecte legate de event-triggered și time-triggered<br>9.2. Referința de timp și generarea timpului<br>10.3. Modulul hardware M_TTCAN (ASIC, Bosch @2019)<br>10.4. Formate de cadre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4 |                                  |  |
| 11-12. Magistrala FlexRay<br>11.1. Comunicare bazată pe evenimente și bazată pe timp<br>11.2. Cicluri de comunicare: segmente statice și segmente dinamice<br>11.3. Nivelul fizic<br>12.4. Formatul unui cadru<br>12.5. Aplicații în domeniul auto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4 |                                  |  |
| 13. Comunicația RF și mini-rețele fără fir<br>13.1. Comunicația radio, GSM, Bluetooth, WiFi (IEEE 802.11x), NFC ( <i>Near Field Communication</i> )<br>13.2. Sistemul PKE ( <i>Passive Keyless Entry</i> )<br>13.3. Sistemul TPMS ( <i>Tire Pressure Monitoring</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 |                                  |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |                                  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------|--|
| <i>Sistem)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |                                  |  |
| 14. Magistrala MOST ( <i>Media Oriented System Transport</i> )<br>14.1. Standardizare și specificații<br>14.2. Nivelul fizic<br>14.3. MOST25<br>14.4. MOST50<br>14.5. MOST150<br>14.6. Aplicații MOST                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 | expunerea, prelegerea-dezbaterea |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   | expunerea, prelegerea-dezbaterea |  |
| Bibliografie minimală recomandată                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |                                  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer Networks, 6th Edition, Kindle Edition, ,Andrew S. Tanenbaum</li> <li>• CAN: Controllor Area Network: Grundlagen, Design, Anwendungen, Testtechnik (W. Lawrenz, N. Obermöller), VDE Verlag 2011</li> <li>• Andreas Grzempa, MOST : the automotive multimedia network ; from MOST25 to MOST150, Poing : Franzis, 2011. <a href="https://www.mostcooperation.com/specifications/download/most-the-automotive-multimedia-network">https://www.mostcooperation.com/specifications/download/most-the-automotive-multimedia-network</a></li> </ul> |   |                                  |  |

| Aplicații (seminar / laborator / <b>lucrări practice</b> / proiect)                                                                                                                                                                                                                              | Nr. Ore | Metode de predare                                      | Observații |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------|------------|
| 1. Comunicația serială asincronă, Local Interconnect Network (LIN), aplicații pe microsistemul cu Linux Embedded “BeagleBone Green”.                                                                                                                                                             | 4       | Lucrări practice, utilizare analizor logic, experiment |            |
| 2. Comunicația pe magistralele locale I2C și SPI, aplicații pe pe microsistemul cu Linux Embedded “BeagleBone Green”.                                                                                                                                                                            | 4       |                                                        |            |
| 3. Controller Area Network (CAN) – Frame structure, CAN ID, Frame data, aplicații pe microsistemul cu Linux Embedded “BeagleBone Green” utilizând pachetul SW <i>can-utils</i> .                                                                                                                 | 4       |                                                        |            |
| 4. Controller Area Network (CAN) - ID filtering, Error detection, aplicații pe microsistemul cu Linux Embedded “BeagleBone Green” utilizând pachetul SW <i>can-utils</i> . Utilizare software Vector dbc Editor pentru construcția mesajelor CAN.                                                | 4       |                                                        |            |
| 5. Aplicații CAN- <i>basic</i> pe microsistemul cu Linux Embedded “BeagleBone Green” utilizând platforma Node-RED. Construcția de interfețe grafice web.                                                                                                                                         | 4       |                                                        |            |
| 6. CAN with <i>Flexible Data-Rate</i> - CAN-FD, Frame structure, CAN ID, Frame data, aplicații pe microsistemul cu Linux Embedded “BeagleBone Green” utilizând pachetul SW <i>can-utils</i> și librăria <i>SLCAN</i> . Utilizare software Vector dbc Editor pentru construcția mesajelor CAN-FD. | 4       |                                                        |            |
| 7. Aplicații CAN-FD pe microsistemul cu Linux Embedded “BeagleBone Green” utilizând platforma Node-RED. Construcția de interfețe grafice web.                                                                                                                                                    | 4       |                                                        |            |
| Bibliografie minimală recomandată                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                                                        |            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>● CAN: Controller Area Network: Grundlagen, Design, Anwendungen, Testtechnik (W. Lawrenz, N. Obermöller), VDE Verlag 2011</li><li>● Îndrumar laborator. <a href="http://www.eed.usv.ro/~ioanu">www.eed.usv.ro/~ioanu</a></li></ul>                         |         |                                                        |            |

## 8. Evaluare

| Tipul activității | Criterii de evaluare                                                                                       | Metode de evaluare                                      | Pondere |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|
| evaluare finală   | Cunoașterea principiilor de funcționare ale rețelelor de comunicații utilizate în autovehicule; explicarea | Evaluare finală prin probă scrisă, urmată de verificare | 40%     |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                             |      |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                 | caracteristicilor protocoalelor LIN, CAN, CAN-FD, CAN-XL, TTCAN, FlexRay și MOST; identificarea și interpretarea structurii cadrelor de comunicație; explicarea mecanismelor de adresare, arbitraj, sincronizare și detectare a erorilor; compararea protocoalelor în funcție de caracteristicile și aplicațiile acestora.                                                                                                                                                    | orală, cu întrebări teoretice și aplicații privind interpretarea unor cadre și situații de comunicație.                                                     |      |
| Curs – evaluare continuă        | Cunoașterea și utilizarea corectă a terminologiei specifice rețelelor și protocoalelor de comunicații; identificarea caracteristicilor principale ale protocoalelor studiate; participarea la analiza unor exemple de transmitere și recepție a datelor.                                                                                                                                                                                                                      | Evaluare continuă prin întrebări orale, participare activă și verificări periodice ale cunoștințelor.                                                       | 10%  |
| Laborator – evaluare pe parcurs | Configurarea și testarea interfețelor de comunicație serială și a magistralelor I <sup>2</sup> C, SPI, LIN, CAN și CAN-FD; utilizarea platformei BeagleBone Green și a instrumentelor software specifice; transmiterea, recepționarea și interpretarea mesajelor; identificarea erorilor de comunicație; realizarea și verificarea unor aplicații practice utilizând can-utils, Vector DBC Editor și Node-RED; interpretarea rezultatelor și formularea concluziilor tehnice. | Evaluare continuă prin probe practice, întrebări orale, verificarea aplicațiilor implementate și a rezultatelor obținute în cadrul lucrărilor de laborator. | 50%  |
| Total                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                             | 100% |

Standarde minime de performanță pentru promovare

| Componenta evaluării            | Standard minim de performanță pentru nota 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Curs – evaluare continuă        | Studentul identifică principalele tipuri de rețele și protocoale de comunicații studiate, utilizează corect terminologia fundamentală și răspunde la întrebări elementare privind transmiterea datelor și rolul rețelelor de comunicații în autovehicule.                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Curs – evaluare finală          | Studentul explică principiile fundamentale ale comunicațiilor seriale și ale principalelor protocoale utilizate în autovehicule; identifică structura și elementele unui cadru CAN și CAN-FD; descrie mecanismele elementare de adresare, arbitraj și detectare a erorilor; diferențiază caracteristicile de bază ale protocoalelor LIN, CAN, CAN-FD și FlexRay; interpretează exemple simple de transmitere a mesajelor și identifică aplicațiile uzuale ale protocoalelor studiate.                                |
| Laborator – evaluare pe parcurs | Studentul utilizează, sub îndrumare, platforma BeagleBone Green și instrumentele software studiate; configurează o interfață de comunicație și realizează operații elementare de transmitere și recepție a datelor; identifică și interpretează câmpurile principale ale mesajelor CAN și CAN-FD; utilizează comenzi de bază din can-utils pentru monitorizarea comunicației; realizează o aplicație simplă de vizualizare a datelor în Node-RED; prezintă rezultatele obținute și respectă instrucțiunile de lucru. |

Fișa disciplinei include, dacă este cazul, elemente adaptate persoanelor cu dizabilități, în funcție de tipul și gradul acestora.

| Data completării | Grad didactic, nume, prenume, semnătura titularului de curs | Grad didactic, nume, prenume, semnătura titularului de aplicație |
|------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 2025-09-22       | Șef Lucrări dr.ing. FECHET Radu                             | Șef Lucrări dr.ing. FECHET Radu                                  |

| Data avizării | Grad didactic, nume, prenume, semnătura responsabilului de program |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|
| 23.09.2025    | Ș.l. dr. ing. Elena LUPU                                           |

| Data avizării în departament | Grad didactic, nume, prenume, semnătura directorului de departament |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 23.09.2025                   | Conf. dr. ing. Daniela IRIMIA                                       |

| Data aprobării în consiliul facultății | Grad didactic, nume, prenume, semnătura decanului |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 24.09.2025                             | Prof. dr. ing. Laurențiu Dan MILICI               |

