Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti
Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi
Tehnologia Informaţiei

FIŞA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituţia de învăţământ superior	**Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti**
1.2 Facultatea	**Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologia Informaţiei**
1.3 Departamentul	**Telecomunicaţii**
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicaţii şi Tehnologii Informaţionale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Comunicaţii Mobile

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro) (en)				Virtualizarea sistemelor de comunicaţii mobile			
2.2 Titularul activităţilor de curs				Prof. Dr. Alexandru Vulpe			
2.3 Titularul activităţilor de seminar / laborator				As. Răzvan Mihai			
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	1	2.6. Tipul de evaluare	V	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei		DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.08-36		2.10 Tipul de notare	Nota

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	2	Din care: 3.2 curs	1	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învăţământ	28	Din care: 3.5 curs	14	3.6 seminar/laborator	14
Distribuţia fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie şi notiţe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii şi eseuri					20
Tutorat					0
Examinări					2
Alte activităţi (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	22.00
3.8 Total ore pe semestru	50
3.9 Numărul de credite	2

4. Precondiţii (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	– Programarea calculatoarelor şi limbaje de programare (1 şi 2)
4.2 de rezultate ale învăţării	– concepte fundamentale de programarea - calculatoarelor şi sisteme de operare.

5. Condiţii necesare pentru desfăşurarea optimă a activităţilor didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	– Cursul se va desfăşura într-o sală dotată cu videoproiector şi computer.

5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	– Laboratorul se va desfăşura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: videoproiector, computer, software specific (maşini virtuale, Linux) şi acces la Internet.

6. Obiectiv general *(Se referă la intenţiile profesorilor pentru studenţi, la ceea ce studenţii vor fi învăţaţi în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului ştiinţific abordat, precum şi la rolul pe care acesta îl are în cadrul specializării studiate. Vor fi descrise de o manieră generală tematicile abordate, justificarea includerii cursului în planul de învăţământ al specializării studiate etc.)*

Scopul principal al acestei discipline este de a oferi studenţilor o înţelegere solidă şi practică a principalelor concepte şi tehnologii asociate cu furnizarea şi utilizarea serviciilor Cloud în comunicaţiile mobile. Acest curs urmăreşte să explice diferitele modele de servicii Cloud, cum ar fi Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) şi Software as a Service (SaaS), precum şi caracteristicile lor fundamentale. Prin includerea acestui curs în curriculum, se urmăreşte pregătirea studenţilor pentru a înţelege şi a aplica aceste tehnologii, având în vedere relevanţa lor în contextul actual al industriei comunicaţiilor mobile şi al nevoilor de scalabilitate şi flexibilitate ale organizaţiilor moderne.

La finalul cursului, studenţii vor dobândi competenţele necesare pentru a gestiona resursele Cloud, a implementa soluţii scalabile şi a optimiza utilizarea infrastructurilor Cloud. Ei vor înţelege principiile de virtualizare, mecanismele de furnizare a resurselor şi provocările legate de securitatea şi managementul datelor în mediile Cloud. Cursul va aborda, de asemenea, teme precum scalabilitatea resurselor, gestionarea stocării datelor, precum şi interacţiunea dintre diversele straturi ale unui sistem Cloud.

Laboratorul asociat acestui curs va oferi studenţilor oportunitatea de a pune în practică conceptele discutate, prin exerciţii hands-on ce includ configurarea şi gestionarea infrastructurilor Cloud, analizarea traficului de reţea şi testarea soluţiilor de securitate pentru resursele Cloud. Studenţii vor avea ocazia să exploreze diverse platforme Cloud (Docker, Kubernetes, AWS etc.) şi să implementeze soluţii reale, pregătindu-i pentru provocările din mediul profesional.

7. Competenţe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoştinţe, aptitudini şi abilităţi personale, sociale şi/sau metodologice în situaţii de muncă sau de studiu şi pentru dezvoltarea profesională şi personală. Reflectă cerinţele angajatorilor.)*

Specifice	– Demonstrează că deţine cunoştinţe de bază privind conceptele teoretice şi metodele de virtualizare existente pentru infrastructuri IT şi de comunicaţii. – Aplică în practică cunoştinţele teoretice dobândite şi utilizează maşini virtuale pentru a simula diverse soluţii de virtualizare. – Aplică metode şi instrumente standardizate, specifice domeniului virtualizării comunicaţiilor mobile, pentru realizarea procesului de evaluare si planificare a procesului de virtualizare a sistemelor de comunicaţii mobile, în funcţie de problemele de rezolvat şi identifică soluţii. – Argumentează şi analizează coerent şi corect contextul de aplicare a cunoştinţelor de bază ale domeniului virtualizării comunicaţiilor mobile, utilizând concepte cheie ale disciplinei şi metodologia specifică. – Comunicare orală şi în scris în limba română: utilizează vocabularul ştiinţific specific domeniului studiat, în vederea comunicării eficiente şi corecte, în scris şi oral. – Comunicare orală şi în scris într-o limba străină (engleză): demonstrează înţelegerea şi aplicarea corectă a vocabularului aferent domeniului studiat, într-o limbă străină.

Transversale (generale)	– **Comunică eficient,** în special în timpul orelor de aplicaţii, coordonându-şi eforturile cu ceilalţi pentru **rezolvarea de situaţii problemă** de complexitate medie. – **Autonomie şi gândire critică:** abilitatea de a gândi în termeni ştiinţifici, de a căuta şi analiza date în mod independent, de a identifica soluţii, precum şi de a desprinde şi prezenta concluzii. – **Capacitate de analiză şi sinteză**: prezintă în mod sintetic cunoştinţele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică. – **Respectă principiile de etică academică:** în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate. – Pune în practică elemente de **inteligenţă emoţională** în gestionarea socio-emoţională adecvată a unor situaţii din viaţa academică, demonstrând stăpânire de sine şi obiectivitate în luarea deciziilor sau în situaţii de stres.

8. Rezultatele învăţării *(Sunt enunţuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învăţării reflectă realizările studentului şi mai puţin intenţiile profesorului. Rezultatele învăţării informează studenţii despre ceea ce se aşteaptă de la ei din punct de vedere al performanţei, pentru a obţine notele şi creditele dorite. Sunt definite în termeni concreţi, folosind verbe similare exemplelor de mai jos şi indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învăţării vor fi astfel redactate încât să fie evidenţiată clar relaţia faţă de competenţele definite la punctul 7.)*

Cunoştinţe	*Rezultatul asimilării de informaţii prin învăţare. Cunoştinţele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii şi practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice şi/sau faptice.* – **Defineşte** corect noţiunile de bază ale domeniului virtualizării resurselor de calcul. – **Descrie** în mod corespunzător conceptele fundamentale legate de implementarea soluţiilor de virtualizare şi extinderea acestor funcţionalităţi spre reţelele de comunicaţii mobile. – **Evidenţiază** modalităţile de testare şi evaluare a performanţei specifice soluţiilor de virtualizare. – **Înţelege** diferenţele între diferitele tipuri de hypervizoare şi soluţii cloud. – **Defineşte şi utilizează** elementele de bază legate de dezvoltarea reţelelor virtualizate pentru interconectarea resurselor containerizate. – **Este capabil să explice** modalităţile de integrare a soluţiilor de virtualizare în infrastructurile mobile, inclusiv aspectele legate de interoperabilitate şi scalabilitate. – **Înţelege** provocările şi soluţiile pentru securizarea reţelelor de comunicaţii virtualizate.
Aptitudini	*Capacitatea de a aplica cunoştinţe şi de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini şi a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive şi creative) sau practice (implicând dexteritate manuală şi utilizarea de metode, materiale, unelte şi instrumente).* – **Selectează** şi **grupează** informaţii relevante legate de virtualizarea resurselor într-un context dat, putând astfel să descrie diferite aspecte teoretice şi practice ale virtualizării în reţelele de comunicaţii mobile. – **Aplică argumentat** conceptele de virtualizare în vederea abordării corecte a problemelor specifice reţelelor de comunicaţii mobile. – **Testează şi verifică** soluţiile propuse pentru virtualizarea reţelelor mobile, utilizând unelte şi metode adecvate. – **Formulează concluzii corecte** în urma experimentelor efectuate cu soluţiile de virtualizare pentru comunicaţiile mobile. – **Propune şi justifică** soluţii eficiente pentru optimizarea şi securizarea reţelelor de comunicaţii virtualizate.

Responsabilitate şi autonomie	*Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom şi responsabil cunoştinţele şi aptitudinile sale.* – **Selectează** surse bibliografice potrivite şi le analizează. – **Respectă principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate. – **Demonstrează receptivitate** pentru contexte noi de învăţare. – **Manifestă colaborare** cu ceilalţi colegi şi cadre didactice în desfăşurarea activităţilor didactice. – **Demonstrează autonomie** în organizarea contextului de învăţare şi a problemelor de rezolvat. – **Conştientizează valoarea contribuţiei sale în domeniul ingineriei** la identificarea de soluţii viabile care să rezolve probleme din viaţa socială şi economică. – **Analizează oportunităţi de afaceri** sau de dezvoltare antreprenorială, pornind de la cunoştinţele dobândite în domeniul securităţii cibernetice. – **Demonstrează abilităţi de management** ale situaţiilor din viaţa reală (de exemplu gestionarea corectă a timpului de învăţare).

9. Metode de predare *(Se vor avea în vedere metode care să asigure predarea centrată pe student. Se va descrie modul în care se asigură participarea studenţilor la stabilirea propriului parcurs de învăţare, cum se identifică eventualele rămâneri în urmă şi ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.)*

– Cursurile sunt predate într-o manieră interactivă, fiind încurajată participarea activă a studenţilor. Sunt folosite atât metode clasice de predare (prelegerea şi expunerea), utilizând prezentări PowerPoint prin intermediul mijloacelor multimedia, cât şi interactive, bazate pe întrebări – răspunsuri şi feedback-ul studenţilor, adaptând permanent demersul pedagogic la posibilităţile de asimilare şi învăţare a studenţilor (prin repetarea suplimentară a anumitor noţiuni şi concepte, dacă acest lucru se dovedeşte necesar).

Fiecare curs debutează cu recapitularea succintă a capitolelor anterioare, cu accent asupra noţiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează numeroase imagini şi scheme, astfel încât informaţiile prezentate să fie cât mai uşor de înţeles şi asimilat. Materialele complete de curs sunt disponibile în format electronic pe platforma Moodle a facultăţii.

– Predarea cunoştinţelor în cadrul orelor de laborator se bazează pe comunicarea orală şi explicarea detaliată a metodelor utilizate şi a rezultatelor obţinute, într-o manieră permanent interactivă. Studenţii implementează şi evaluează independent aceleaşi probleme prin utilizarea calculatorului, a mediului software şi a echipamentelor hardware (atunci când este cazul). Aplicaţiile realizate îi ajută pe studenţi în dezvoltarea unor relaţii optime de comunicare într-un climat favorabil învăţării prin descoperire. Materialele de laborator sunt disponibile studenţilor sub formă electronică pe platforma Moodle a facultăţii.

10. Conţinuturi

CURS		
Capitolul	**Conţinutul**	**Nr. ore**
1	Introducere în Cloud Computing şi Virtualizare în Reţelele Mobile 1.1. Definiţia şi evoluţia Cloud Computing (IaaS, PaaS, SaaS) 1.2. Importanţa virtualizării în reţelele mobile 1.3. Rolul şi avantajele virtualizării resurselor în reţelele de comunicaţii	2
2	Tipuri de Virtualizare şi Arhitecturi pentru Reţelele Mobile 2.1. Tipuri de virtualizare: virtualizarea sistemului de operare, hardware şi paravirtualizare 2.2. Virtualizarea în reţelele de comunicaţii mobile: hypervisor, arhitectura virtualizată 2.3. Tehnologii de virtualizare clasice: Xen, VMware, OpenStack	2

3	Implementarea şi Managementul Infrastructurilor Virtualizate pentru Reţele Mobile 3.1. Managementul resurselor virtualizate în IaaS şi PaaS 3.2. Monitorizarea performanţei şi scalabilitatea sistemelor virtualizate 3.3. Tehnici de load balancing şi automatizarea managementului resurselor	2
4	Securitatea în Virtualizarea Reţelelor de Comunicaţii Mobile 4.1. Provocările de securitate în reţelele virtualizate 4.2. Măsuri de securitate pentru hypervizoare şi sistemele virtualizate 4.3. Studii de caz: atacuri şi metode de protecţie în mediile virtualizate	2
5	Platform as a Service (PaaS) şi Aplicaţii în Reţelele Mobile 5.1. Conceptul de PaaS şi rolul său în dezvoltarea de aplicaţii mobile 5.2. Integrarea aplicaţiilor cu platformele PaaS în reţelele virtualizate 5.3. Exemple de platforme: Google App Engine, Microsoft Azure	2
6	Software as a Service (SaaS) şi Aplicaţiile Mobile în Reţelele Virtualizate 6.1. Modelul SaaS şi aplicaţiile mobile bazate pe servicii cloud 6.2. Scalabilitatea şi securitatea aplicaţiilor SaaS în reţelele mobile 6.3. Exemple de servicii SaaS: AWS 5G Core Network 2	2
7	Tendinţe Viitoare şi Evoluţii în Virtualizarea Reţelelor Mobile 7.1. Utilizarea inteligenţei artificiale în administrarea reţelelor virtualizate 7.2. Tehnologii emergente: B5G, edge computing şi integrarea cu cloud-ul 7.3. Provocările viitoare şi soluţii inovatoare în virtualizarea comunicaţiilor mobile	2
	Total:	14

Bibliografie:

1. Alexandru Vulpe, R. Crăciunescu, *Virtualizarea sistemelor de comunicaţii mobile*, suport de curs electronic pe platforma Moodle a facultăţii de ETTI: https://curs.upb.ro/
2. Y. Zhang, Network Function Virtualization – Concepts and Applicability in 5G Networks, WILEY, 2018, ISBN 9781119390602.
3. S. Rommer, P. Hedman, *5G Core Networks – Powering Digitalization*, ELSEVIER, 2020, ISBN 978-0-08-103009-7.
4. F. Al-Turjman, *Edge Computing – From Hype to Reality*, SPRINGER, 2019, ISBN 978-3-319-99060-6.
5. W. Stallings, L. Brown, *Computer Security. Principles and Practice*, Prentice Hall, 2008.

LABORATOR

Nr. crt.	Conţinutul	Nr. ore
1	Introducere în sisteme containerizate de tip Docker – Se descrie modul în care funcţionează virtualizarea prin containere. Se introduc conceptele de bază ale management-ului de containere, urmate de metodologia şi instrumentele necesare pentru a gestiona astfel de infrastructuri.	2
2	Introducere în sisteme de orchestrare a containerelor - Kubernetes – Se discută conceptele de bază ale orchestrării containerelor, instalarea Kubernetes, arhitectura sistemului, componentele asociate, crearea pod-urilor şi management-ul acestor instanţe.	4

3	Utilizarea Kubernetes pentru ochestrarea unor servicii comerciale – Se analizează metodele de instanţiere automată pentru containere, revenirea la versiunea anterioară a unor aplicaţii containerizate şi la virtualizarea conexiunilor dintre elementele containerizate.	2
4	Automatizarea infrastructurilor virtualizate - Terraform – Se analizează metodele de automatizare a instanţierii de infrastructuri containerizate prin Terraform.	2
5	Utilizarea platformelor de public Cloud – Se analizează funcţionarea unei platforme de public Cloud – AWS şi de asemenea crearea de maşini virtuale, containere şi clustere Kubernetes în mod automat pe aceasta folosind Terraform.	4
	Total:	14

Bibliografie:
Bibliografie:
1. R. Crăciunescu, *Virtualizarea sistemelor de comunicaţii mobile*, suport de laborator electronic pe platforma Moodle a facultăţii de ETTI:https://curs.upb.ro/
2. Y. Zhang, Network Function Virtualization – Concepts and Applicability in 5G Networks, WILEY, 2018, ISBN 9781119390602.
3. B. Burns, *Kubernetes Up & Running*, O'REILLY, 2022, ISBN 978-1-098-12197-6

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale legate de virtualizarea sistemelor de comunicaţii mobile. Cunoaşterea modului de aplicare a teoriei la rezolvarea unor probleme specifice domeniului.	examen scris	50%
11.5 Seminar/laborator/proiect	Înţelegerea tehnicilor fundamentale de implementare a infrastructurilor virtualizate. Cunoaşterea modului de simulare şi de implementare practică în sisteme de tip public Cloud a metodelor studiate.	Fişă de laborator la fiecare lucrare de laborator	50%
11.6 Condiţii de promovare			
– Obţinerea a minimum 50% din punctajul total. – Realizarea obligaţiilor caracteristice activităţii de laborator (participarea la lucrările planificate).			

12. Coroborarea conţinutului disciplinei cu aşteptările reprezentanţilor angajatorilor şi asociaţiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum şi cu stadiul actual al cunoaşterii în domeniul ştiinţific abordat şi practicile în instituţii de învăţământ superior din Spaţiul European al Învăţământului Superior (SEÎS)

Universitatea Naţională de Ştiinţă şi Tehnologie Politehnica Bucureşti

Facultatea de Electronică, Telecomunicaţii şi

Tehnologia Informaţiei

În contextul digitalizării accelerate și al atacurilor cibernetice tot mai sofisticate, există o cerere crescută pe piața muncii pentru competențe avansate în implementarea infrastructurilor vitualizate. Angajatorii și asociațiile profesionale subliniază necesitatea ca absolvenții să aibă o înțelegere solidă a sistemelor virtualizate, managementului instanțelor/containerelor și securității acestora. Prin acoperirea unui spectru larg de subiecte, de la principiile de bază la gestionarea avansată a sistemelor de tip public Cloud, disciplina răspunde acestor nevoi. De asemenea, actualizarea conținutului cursului cu cele mai recente cercetări și tehnologii din domeniu este un aspect fundamental pentru pregătirea studenților în abordarea provocărilor dinamice ale virtualizării sistemelor de comunicații mobile. Alinierea cu standardele Spațiului European al Învățământului Superior (SEÎS) contribuie la asigurarea calității educației și recunoașterea competențelor pe plan internațional, pregătind studenții pentru piața globală a muncii și provocările infrastructurilor virtualizate.

Se asigură astfel absolvenților programului de masterat competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică modernă, de calitate și competitivă, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, disciplina fiind perfect încadrată în politica Universității Naționale de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților. Posibilii angajatori vizează atât mediul academic (profil didactic și de cercetare), cât și mediul de cercetare-dezvoltare din instituțiile de stat și private care utilizează rețele de servere, soluții de virtualizare și diverse mecanisme de orchestrare a serviciilor containerizate și sunt interesate în managementul acestora, sau oferă servicii avansate de cloud computing.

Data completării	Titular de curs	Titular(i) de aplicații
21.09.2026	Conf. Dr. Ing. Alexandru Vulpe	As. Răzvan Mihai

Data avizării în departament	Director de departament
22.09.2026	Conf. Dr. Serban Georgica Obreja

Data aprobării în Consiliul Facultății	Decan
22.09.2026	Prof. Dr. Mihnea Udrea