



FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
1.2 Facultatea	Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației
1.3 Departamentul	Dispozitive, Circuite și Arhitecturi Electronice
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale
1.5 Ciclul de studii	Masterat
1.6 Specializarea	Micro și Nanoelectronică

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Proiectarea circuitelor integrate analogice					
(en)							
2.2 Titularul activităților de curs		Colaborator Dr. Cornel Stanescu					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Colaborator Dr. Cornel Stanescu					
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	I	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	Ob
2.8 Tipul disciplinei	DA	2.9 Codul disciplinei	UPB.04.M3.O.05-34	2.10 Tipul de notare	Nota		

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2.00	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42.00	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					13
Alte activități (dacă există):					0
3.7 Total ore studiu individual	33.00				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Cursuri fundamentale de Dispozitive Electronice si Circuite Integrate Analogice.
4.2 de rezultate ale învățării	Cunoștințe generale de fizică, dispozitive electronice si masuratori electrice.

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 Curs	Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector sau pe platforma MSTeams
----------	--



5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	Proiectul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: calculatoare, legatură la INTERNET, simulator de circuite electronice de tip SPICE sau pe platforma MStTeams, studentii având calculatoare cu un simulator de tip SPICE instalat.
-----------------------------------	---

6. Obiectiv general *(Se referă la intențiile profesorilor pentru studenți, la ceea ce studenții vor fi învățați în timpul cursului. Oferă o orientare cu privire la locul cursului în cadrul domeniului științific abordat, precum și 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 învățământ al specializării studiate etc.)*

Dobândirea principiilor de analiză a circuitelor integrate analogice și cunoștințe de proiectare necesare în industria de design analogic IC și de cercetare.

- Arhitecturi, analiza funcționării, avantaje și limitări ale performanțelor amplificatoarelor CMOS.
- Tipuri de amplificatoare operaționale : „rail-to-rail” în tehnologie CMOS, amplificator operațional de precizie CMOS cu chopper; amplificator operațional de precizie CMOS de tensiune înaltă, cu chopper;
- Direcții de dezvoltare ale tehnicilor de circuit în amplificatoarele operaționale de precizie CMOS.
- Amplificatoare CMOS, layout și încapsulare.

7. Competențe *(Capacitatea dovedită de a utiliza cunoștințe, aptitudini și abilități personale, sociale și/sau metodologice în situații de muncă sau de studiu și pentru dezvoltarea profesională și personală. Reflectă cerințele angajatorilor.)*

Specifice	C1. Utilizarea elementelor fundamentale referitoare la dispozitivele, circuitele, sistemele, instrumentația și tehnologia electronică C2. Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite integrate și sisteme micro și nanoelectronice cu instrumente software moderne C3. Modelarea și procesarea dispozitivelor și circuitelor integrate utilizând tehnologii avansate C4. Proiectarea, simularea și testarea de dispozitive, circuite și sisteme optoelectronice cu instrumente software și tehnologii moderne micro și nanoelectronice
Transversale (generale)	CT1 Adaptarea la noile tehnologii, dezvoltarea profesională și personală, prin formare continuă folosind surse de documentare tipărite, software specializat și resurse electronice în limba română și, cel puțin, într-o limbă de circulație internațională.

8. Rezultatele învățării *(Sunt enunțuri sintetice referitoare la ceea ce un student va fi capabil să facă sau să demonstreze la finalizarea unui curs. Rezultatele învățării reflectă realizările studentului și mai puțin intențiile profesorului. Rezultatele învățării informează studenții despre ceea ce se așteaptă de la ei din punct de vedere al performanței, pentru a obține notele și creditele dorite. Sunt definite în termeni concreți, folosind verbe similare exemplurilor de mai jos și indică ceea ce se va urmări prin evaluare. Rezultatele învățării vor fi astfel redactate încât să fie evidențiată clar relația față de competențele definite la punctul 7.)*

Cunoștințe	Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau faptice. Enumeră parametrii circuitelor integrate Definește elementele caracteristice ale circuitelor integrate Descrie/clasifică parametrii de model Evidențiază particularitățile soluțiilor constructive speciale
-------------------	---



Aptitudini	<p><i>Capacitatea de a aplica cunoștințe și de a utiliza know-how pentru a duce la îndeplinire sarcini și a rezolva probleme. Aptitudinile sunt descrise ca fiind cognitive (implicând utilizarea gândirii logice, intuitive și creative) sau practice (implicând dexteritate manuală și utilizarea de metode, materiale, unelte și instrumente).</i></p> <p>Selectează și grupează informații relevante despre tipurile constructive de circuite integrate. Utilizează argumentat principii specifice în vederea pastrării sau neglijării unor parametrii de model. Lucrează productiv în echipă pentru efectuarea lucrărilor de laborator. Elaborează un text științific în redactarea referatelor de laborator Verifică experimental soluțiile de proiectare în cadrul laboratorului. Rezolvă aplicații practice în cadrul laboratorului, prelucrând seturi de date măsurate. Interpretează adecvat relații de cauzalitate dintre valorile extrase. Analizează și compară valorile măsurate. Identifică soluții de măsură în cadrul laboratorului. Formulează concluzii la experimentele realizate. Argumentează soluțiile identificate .</p>
Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <p>Selectează surse bibliografice potrivite și le analizează. Respectă principiile de etică academică, citând corect sursele bibliografice utilizate. Demonstrează receptivitate pentru contexte noi de învățare. Manifestă colaborare cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice Demonstrează autonomie în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate. Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile Aplică principii de etică</p>

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 studenților la stabilirea propriului parcurs de învățare, cum se identifică eventualele rămăneri în urmă și ce măsuri remediale se adoptă în astfel de cazuri.*)

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expositive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directă și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme.

În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite pagini de Internet care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs.

Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat. Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă și de comunicare asertivă, precum și a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și



de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

Se va verifica atenția studenților prin teste rapide (quizz) în timpul sau la finalul cursului la anumite cursuri.

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	1. Introducere 1.1. Tematica cursului 1.2. Etapele proiectării circuitelor integrate	2
2	2. Proiectarea analogică în contextul digitalizării, nivele de abstractizare. Conceptul de amplificator operațional. Istoric: primele amplificatoare operaționale în tehnologie bipolară; schema și analiza performanțelor; limitări tehnologice. Primele amplificatoare operaționale în tehnologie CMOS; comparație cu cele bipolare; limitări tehnologice. Primele amplificatoare operaționale de precizie în tehnologie bipolară; schema și analiza performanțelor.	4
3	3. Noțiuni avansate despre amplificatoare operaționale cu unul sau mai multe etaje, amplificarea, limitările domeniului de intrare, viteza de urmărire, rejecția tensiunii de alimentare, zgomotul în amplificatoarele operaționale, tehnici de liniarizare. Reacția, etaje cu unul sau mai multe tranzistoare cu reacție, stabilizatorul și oscilatorul ca circuite cu reacție.	2
4	4. Tehnologii de fabricație CMOS, plachete, litografie, oxidare, impurificare, depunere și corodare, latch-up. Layout și încapsulare.	4
5	5. Amplificatoarele operaționale de tip „rail-to-rail” în tehnologie CMOS; avantaje și limite ale performanțelor.	4
6	6. Conceptul de amplificator operațional de precizie CMOS cu chopper; arhitectura de bază și analiza teoretică a funcționării.	4
7	7. Descrierea și analiza detaliată a unui amplificator operațional de precizie CMOS de tensiune joasă, cu chopper.	4
8	8. Amplificatorul operațional de precizie CMOS de tensiune înaltă, cu chopper; diferențe față de cel de tensiune joasă. Direcții de dezvoltare ale tehnicilor de circuit în amplificatoarele operaționale de precizie CMOS.	2
9	9. Etaje diferențiale ce includ circuite de tip constant-gm; principiul de funcționare; performanțe; avantaje și dezavantaje.	2
Total:		28



Bibliografie:

- C. Stanescu, <https://curs.upb.ro/2023/enrol/index.php?id=9681>
<https://curs.upb.ro/2021/enrol/index.php?id=9195>
- C. Stanescu, „Proiectarea circuitelor integrate de precizie in tehnologii submicronice”, Manuscrisul scanat al notelor de curs, 2021.
- C. Stanescu, C. Dinca, R. Iacob, "Symmetrical passive RC notch filter with two cutoff frequencies for ripple reduction in chopper offset-stabilized amplifiers”, p.215-218, CAS Proceedings 2014.
- C. Stanescu, C. Dinca, R. Iacob, A. Sevcenco, “Optimizing Frequency Compensation in Chopper Offset-Stabilized Amplifiers With Symmetrical RC Notch Filters”, CAS Proceedings p.167-170 , 2015.
- C. Stanescu, C. Dinca, D. McDonald, D. Paul, “A 24 V Chopper Offset-Stabilized Operational Amplifier with Symmetrical RC Notch Filters”, p.167-170, CAS Proceedings 2017.
- C. Stanescu, C. Dinca, D. Paul, “A 5.5-V 7-MHz UGBW Dual Rail-to-Rail CMOS Op Amp with Enable Pin and Hi-Z Output Feature”, p.133-136, CAS Proceedings 2019.
- A. Veselu, C. Stănescu, G. Brezeanu, “Low Current Constant-gm Technique for Rail-to-Rail Operational Amplifiers”, p.253 - 256, CAS Proceedings 2020.
- C. Stanescu, C. Dinca, A. Veselu, R. A. Cojan, A. Sevcenco, V. Bricicaru, A. Croitoru, “A Dual Low Voltage Chopper Offset-Stabilized Operational Amplifier”, p.129-132, CAS Proceedings 2021.
- C. Stanescu, C. Dinca, D. McDonald, D. Paul, “A 24 V Chopper Offset-Stabilized Operational Amplifier with Symmetrical RC Notch Filters having sub-10 μ V offset and over-120dB CMRR”, ROMJIST, Volume 20, Number 4, p.301-312, 2017.
0. A. Veselu, C. Stănescu, G. Brezeanu, “New Constant-gm circuit for precision chopper offset-stabilized operational amplifiers”, ROMJIST, Volume 24, Number 2, p.182-200, 2021.
1. C. Stanescu, US Patent No.: 9,391,571/July 12, 2016 – “Chopper-stabilized amplifier and method therefor”.
2. C. Stanescu, R. Puscasu, US Patent No.: 10,411,664/September 10, 2019 - “Chopper-stabilized amplifier with analog-driven level shifter”.

PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Descrierea si calcularea parametrilor electrici ai circuitelor integrate CMOS de tip amplificatoare operationale cu chopper	8
2	Evaluarea prin calcul teoretic a unor parametri electrici	6
	Total:	14



Bibliografie:

- C. Stanescu, <https://curs.upb.ro/2023/enrol/index.php?id=9681>
<https://curs.upb.ro/2021/enrol/index.php?id=9195>
- C. Stanescu, „Proiectarea circuitelor integrate de precizie in tehnologii submicronice”, Manuscrisul scanat al notelor de curs, 2021.
- C. Stanescu, C. Dinca, R. Iacob, "Symmetrical passive RC notch filter with two cutoff frequencies for ripple reduction in chopper offset-stabilized amplifiers”, p.215-218, CAS Proceedings 2014.
- C. Stanescu, C. Dinca, R. Iacob, A. Sevcenco, “Optimizing Frequency Compensation in Chopper Offset-Stabilized Amplifiers With Symmetrical RC Notch Filters”, CAS Proceedings p.167-170 , 2015.
- C. Stanescu, C. Dinca, D. McDonald, D. Paul, “A 24 V Chopper Offset-Stabilized Operational Amplifier with Symmetrical RC Notch Filters”, p.167-170, CAS Proceedings 2017.
- C. Stanescu, C. Dinca, D. Paul, “A 5.5-V 7-MHz UGBW Dual Rail-to-Rail CMOS Op Amp with Enable Pin and Hi-Z Output Feature”, p.133-136, CAS Proceedings 2019.
- A. Veselu, C. Stănescu, G. Brezeanu, “Low Current Constant-gm Technique for Rail-to-Rail Operational Amplifiers”, p.253 - 256, CAS Proceedings 2020.
- C. Stanescu, C. Dinca, A. Veselu, R. A. Cojan, A. Sevcenco, V. Bricicaru, A. Croitoru, “A Dual Low Voltage Chopper Offset-Stabilized Operational Amplifier”, p.129-132, CAS Proceedings 2021.
- C. Stanescu, C. Dinca, D. McDonald, D. Paul, “A 24 V Chopper Offset-Stabilized Operational Amplifier with Symmetrical RC Notch Filters having sub-10 μ V offset and over-120dB CMRR”, ROMJIST, Volume 20, Number 4, p.301-312, 2017.
0. A. Veselu, C. Stănescu, G. Brezeanu, “New Constant-gm circuit for precision chopper offset-stabilized operational amplifiers”, ROMJIST, Volume 24, Number 2, p.182-200, 2021.
1. C. Stanescu, US Patent No.: 9,391,571/July 12, 2016 – “Chopper-stabilized amplifier and method therefor”.
2. C. Stanescu, R. Puscasu, US Patent No.: 10,411,664/September 10, 2019 - “Chopper-stabilized amplifier with analog-driven level shifter”.

11. Evaluare

Tip activitate	11.1 Criterii de evaluare	11.2 Metode de evaluare	11.3 Pondere din nota finală
11.4 Curs	- cunoașterea noțiunilor teoretice de baza legate de proiectarea circuitelor integrate CMOS de tip amplificatoare operationale de precizie cu chopper;	Test de verificare grila Evaluarea se face prin examen test scris de verificare susținut la o dată fixată în timpul sesiunii de examen.	40%
	cunoștințele de bază privind calcularea parametrilor electrici ai blocurilor functionale din circuitele integrate CMOS de tip amplificatoare operationale de precizie cu chopper.	Evaluarea se face prin test scris de verificare susținut la o dată fixată în timpul semestrului.	40%



11.5 Seminar/laborator/proiect	- Descrierea parametrilor electrici ai circuitelor integrate CMOS de tip amplificatoare operationale cu chopper	Evaluarea se face la un termen final de predare a proiectului Se evalueaza gradul de intelegere al semnificatiei rezultatelor obtinute	20%
11.6 Condiții de promovare			
Calcularea parametrilor electrici ai blocurilor functionale din circuitele integrate CMOS de tip amplificatoare operationale de precizie cu chopper. Obținerea a 50% din punctajul laboratorului din timpul semestrului. Respectarea regulamentului UNSTPB privind condițiile de promovare.			

12. Coroborarea conținutului disciplinei cu așteptările reprezentanților angajatorilor și asociațiilor profesionale reprezentative din domeniul aferent programului, precum și cu stadiul actual al cunoașterii în domeniul științific abordat și practicile în instituții de învățământ superior din Spațiul European al Învățământului Superior (SEIS)

Creșterea complexității circuitelor și sistemelor electronice precum și necesitatea reducerii costurilor și a ciclurilor de cercetare- proiectare- fabricare au impus dezvoltarea tehnicilor de simulare, proiectare și optimizare asistată de calculator, sub forma diverselor instrumente software.

Disciplina asigură absolvenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale și o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive.

Se asigură astfel absolvenților o pregătire științifică și tehnică moderne, de calitate și competitive, care să le permită angajarea rapidă după absolvire, fiind perfect încadrat în politica Universității Politehnica din București, atât din punctul de vedere al conținutului și structurii, cât și din punctul de vedere al aptitudinilor și deschiderii internaționale oferite studenților.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

01.09.2024

Colaborator Dr. Cornel Stanescu

Colaborator Dr. Cornel Stanescu

Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București
Facultatea de Electronică, Telecomunicații și
Tehnologia Informației



01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea