



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	Microelectronică Avansată

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei (ro)		Blocuri analogice					
(en)		Analog Blocks					
2.2 Titularul activităților de curs		Dr. ing. Andrei Danchiv					
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator		Dr. ing. Andrei Danchiv					
2.4 Anul de studiu	1	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.M1.O.04-00	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					31
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate					
Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					
Tutorat					0
Examinări					2
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	Parcursarea și/sau promovarea următoarelor discipline: <ul style="list-style-type: none">Circuite electronice fundamentale,Circuite integrate analogice
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: <ul style="list-style-type: none">Dispozitive electroniceCunoștințe privind circuitele electronice analogice integrate CMOS

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



5.1 Curs	<ul style="list-style-type: none">• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector și computer.• Pentru transmiterea sincronă/înregistrarea prelegerilor este necesară o legătură la Internet de viteză corespunzătoare
5.2 Seminar/ Laborator/Proiect	<ul style="list-style-type: none">• Laboratorul se va desfășura într-o sală cu dotare specifică, care trebuie să includă: un număr de calculatoare cel puțin egal cu cel al studenților• Calculatoarele trebuie să ruleze un sistem de operare de tip Linux și pachetul de programe IC Design de la Cadence• Licențe pentru software-ul Cadence

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.)*)

Această disciplină se studiază în cadrul domeniului Electronică, Telecomunicații și Tehnologii Informaționale / programul de master Advanced Microelectronics și își propune prezentarea, analiza și experimentarea principalelor tehnici utilizate în proiectarea și realizarea de circuite integrate analogice avansate.

Complexitatea sistemelor integrate într-un cip, care poate conține miliarde tranzistoare, impune folosirea intensivă și extensivă a unor instrumente software din ce în ce mai sofisticate. Pentru a putea folosi corespunzător resursele tehnologice actuale sunt studiate aspectele fundamentale ale problematicii lor.

Soluțiile algoritmice și de structuri de date care stau la baza instrumentelor software sunt prezentate și comparate din perspectiva utilizatorului.

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	<p>Demonstrează că deține cunoștințe de bază în domeniul circuitelor integrate analogice avansate.</p> <p>Corelează cunoștințele</p> <p>Aplică în practică cunoștințele generale privind structura, construcția și proiectarea de circuite analogice și cu circuite mixte avansate.</p> <p>Aplică metode și instrumente standardizate, specifice domeniului, pentru realizarea procesului de evaluare și diagnoză a unui mediu de proiectare analogică și de a-l adapta la cerințe particulare.</p> <p>Argumentează și analizează coerent și corect contextul de aplicare a cunoștințelor de bază ale domeniului, utilizând concepte cheie ale disciplinei și metodologia specifică.</p> <p>Comunicare orală și în scris în limba română: utilizează vocabularul științific specific domeniului, în vederea comunicării eficiente, în scris și oral.</p> <p>Comunicare orală și în scris în limba engleză: demonstrează înțelegerea vocabularului aferent domeniului, într-o limbă engleză, limbă standard de facto a domeniului.</p>
-----------	---



Transversale (generale)	<p>Lucrează în echipă și comunică eficient, coordonându-și eforturile cu ceilalți pentru rezolvarea de situații problemă de complexitate medie.</p> <p>Autonomie și gândire critică: abilitatea de a gândi în termeni științifici, de a căuta și analiza date în mod independent, precum și de a desprinde și prezenta concluzii / identifica soluții.</p> <p>Capacitate de analiză și sinteză: prezintă în mod sintetic cunoștințele dobândite, ca urmare a unui proces de analiză sistematică.</p> <p>Respectă principiile de etică academică: în activitatea de documentare citează corect sursele bibliografice utilizate.</p>
------------------------------------	---

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	<p><i>Rezultatul asimilării de informații prin învățare. Cunoștințele reprezintă ansamblul de fapte, principii, teorii și practici legate de un anumit domeniu de muncă sau de studiu. Pot fi teoretice și/sau factice.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Enumeră principalele blocuri constructive.• Definește termenii specifici domeniului.• Describe/clasifică termenii/procesele/fenomenele/structurile.• Identifică relațiile și consecințele lor.
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> <ul style="list-style-type: none">• Selectează și grupează informații relevante într-un context dat.• Utilizează argumentat principii specifice în vederea proiectării eficiente a cipurilor și atingerii dezideratului de “success de la prima încercare”.• Lucrează productiv în echipă.• Elaborează un text științific.• Verifică experimental soluții identificate.• Rezolvă aplicații practice.• Interpretează adecvat relații de cauzalitate.• Analizează și compară stilurile diferite de proiectare.• Identifică soluții și elaborează planuri de rezolvare/proiecte.• Formulează concluzii la experimentele realizate.• Argumentează soluțiile identificate/modurile de rezolvare.



Responsabilitate și autonomie	<p><i>Capacitatea cursantului de a aplica în mod autonom și responsabil cunoștințele și aptitudinile sale.</i></p> <ul style="list-style-type: none">• 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• Manifestă responsabilitate socială prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică• Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.• Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).• Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.• Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială în domeniul de specialitate.• Demonstrează abilități de management al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).
--------------------------------------	---

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.)*

- **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
- **Manifestă responsabilitate socială** prin implicarea activă în viața socială studentescă/implicare în evenimentele din comunitatea academică
- **Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate** pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale.
- **Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei** la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială).
- **Aplică principii de etică/deontologie profesională în analiza impactului tehnologic al soluțiilor propuse** în domeniul de specialitate asupra mediului înconjurător.
- **Analizează și valorifică oportunități de afaceri/de dezvoltare antreprenorială** în domeniul de specialitate.

- **Demonstrează abilități de management** al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict).

10. Conținuturi

CURS		
Capitolul	Conținutul	Nr. ore
1	Fabricarea și proiectarea CI integrate monolitice. Integrarea proceselor. 1.1. Scalare. Legea lui Moore 1.2. Izolarea componentelor. 1.3. Procese CMOS. Latch-up. 1.4. Procese bipolare și BiCMOS. 1.5. Încapsulare.	2
2	Funcționarea dispozitivelor din CI. Modele. 2.1. Funcționarea la semnal mare și mic a tranzistorului MOS. Inversie puternică, inversie slabă. Efecte de canal scurt. 2.2. Modele SPICE. 2.3. Selecția modelului de dispozitiv pentru analiza aproximativă a circuitelor analogice.	2
3	Oglinzi de current, sarcini active. 3.1. Oglinda de current CMOS simplă. 3.2. Oglinda de current degenerată în sursă. 3.3. Oglinda de current de mare impedanță.	2
4	Etaje de câștig MOS fundamentale. 4.1. Sursă comună, drenă comună, poartă comună. 4.2. Etajul cascodă. 4.3. Răspunsul în frecvență al etajelor de câștig. Separarea polilor.	2
5	Etaje diferențiale MOS. 5.1. Sarcină: rezistivă, oglindă de current, activă. 5.2. Funcționarea la semnal mare. 5.3. Funcționarea la semnal mic. 5.4. Efecte date de neîmperecheri. Tensiunea de offset. CMRR.	2
6	Amplificatorul operational CMOS cu două etaje Miller. 6.1. Circuitul amplificatorului operațional CMOS cu două etaje Miller. 6.2. Parametrii amplificatorului: (a) Câștigul diferențial, (b) Răspunsul în frecvență în bandă, (c) Slew-rate, (d) Tensiunea de offset la intrare, (e) Excursia de tensiune la ieșire, (f) Gama de variație a tensiunii de intrare de mod comun, (g) Etajul de intrare cu canal n sau cu canal p, (h) Raportul de rejecție a modului comun, (i) Zgomot. 6.3. Stabilitatea amplificatorului operațional CMOS cu două etaje Miller: (a) Răspunsul în timp și în frecvență a unui system cu un pol și a unui system cu doi poli, (b) Dependența de frecvență a câștigului diferențial, (c) Compensarea amplificatorului, (d) Compensare independentă de temperatură și de proces.	12
7	Alte amplificatoare operaționale 7.1. Amplificatorul operațional de tip cascodă pliată. 7.2. Amplificatorul operațional de transconductanță.	2
8	Referințe de bandă interzisă.	2
9	Generatoare de impulsuri. (a) Trigerul Schmitt, (b) Oscilator comandat în tensiune cu trigger Schmitt, (c) Multivibratoare.	2



	Total:	
Bibliografie:		
1. DANCHIV Andrei, Prezentările de la cursul de Analog Blocks, actualizat anual, https://curs.upb.ro/2021/mod/folder/view.php?id=240285		
2. R.J. Baker, H.W. Li, and D.E. Boyce, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, IEEE Press, New York, 1998		
3. R.J. Baker, CMOS Mixed-Signal Circuit Design, IEEE Press, New York, 2002		
4. C. Dan, Comparatoare, Editura Tehnică, București, 2005		
5. P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis and R.G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuit, 4th ed., John Wiley & Sons, New York, 2001		
6. E. Doicaru, M. Bodea. Proiectarea circuitelor integrate analogice orientată spre performanțele de zgomot, Editura Universitaria, Craiova, 2009.		
7. R. Gregorian, Introduction to CMOS Op-Amps and Comparators, John Wiley & Sons, New York, 1999		
8. D.A. Johns, and K. Martin, Analog Integrated Circuits Design, John Wiley & Sons, New York, 1997		
9. K.S. Kundert, The Designer's Guide to SPICE&SPECTRE, Kluwer Academic Publishers, 1998		
10. A. Vladimirescu, The SPICE Book, John Wiley & Sons, New York, 1993		

LABORATOR		
Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1	Introducere în mediul de laborator	2
2	Editorul de schemă. Layout elementar (tranzistoare și inversoare) 1	2
3	Editorul de schemă. Layout elementar (tranzistoare și inversoare) 2	2
4	Simularea caracteristicilor tranzistoarelor MOS. Parametrii de model	2
5	Simularea oglinzilor de curent și a amplificatoarelor cu un singur etaj de câștig	2
6	Simularea și layoutul unui etaj diferențial	2
7	Colocviu de laborator	2
	Total:	

Bibliografie:		
1. DANCHIV Andrei, Prezentările de la cursul de Analog Blocks, actualizat anual, https://curs.upb.ro/2021/mod/folder/view.php?id=240285		
2. R.J. Baker, H.W. Li, and D.E. Boyce, CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, IEEE Press, New York, 1998		
3. R.J. Baker, CMOS Mixed-Signal Circuit Design, IEEE Press, New York, 2002		
4. C. Dan, Comparatoare, Editura Tehnică, București, 2005		
5. P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis and R.G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuit, 4th ed., John Wiley & Sons, New York, 2001		
6. E. Doicaru, M. Bodea. Proiectarea circuitelor integrate analogice orientată spre performanțele de zgomot, Editura Universitaria, Craiova, 2009.		
7. R. Gregorian, Introduction to CMOS Op-Amps and Comparators, John Wiley & Sons, New York, 1999		
8. D.A. Johns, and K. Martin, Analog Integrated Circuits Design, John Wiley & Sons, New York, 1997		
9. K.S. Kundert, The Designer's Guide to SPICE&SPECTRE, Kluwer Academic Publishers, 1998		
10. A. Vladimirescu, The SPICE Book, John Wiley & Sons, New York, 1993		

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 fundamentale	Examen final scris	15
	Cunoașterea modalității de a rezolva probleme specifice circuitelor analogice avansate	Examen final scris	15
	Buna înțelegere a cunoștințelor prezentate la curs și pe parcursul laboratoarelor.	Examen final scris	20
11.5 Seminar/laborator/proiect	Buna înțelegere a cunoștințelor prezentate la curs și pe parcursul laboratoarelor.	Proiect, colocviu, evaluări pe parcurs	10
	Aplicarea cunoștințelor prezentate la curs și pe parcursul laboratoarelor.	Proiect, colocviu, evaluări pe parcurs	15
	Abilitățile de lucru independent folosind software-ul corespunzător	Proiect, colocviu, evaluări pe parcurs	25
11.6 Condiții de promovare			
Obținerea a 50% din punctajul total. <ul style="list-style-type: none">• Obținerea a 50% din punctajul aferent activității pe parcursul semestrului.• Obținerea a minimum 33% din punctajul aferent examinării finale.			

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)

- Prin activitățile desfășurate, studenții dezvoltă abilități de a analiza și proiectarea circuitelor integrate care reprezintă un domeniu de mare interes în ultima perioadă, existând o cerere importantă de ingineri în domeniul proiectării circuitelor integrate analogice, digitale și cu semnale mixte.
- Tipurile de circuite studiate sunt folosite în permanență în toate companiile comerciale din domeniu. Mediul de proiectare Cadence utilizat la laborator este folosit în toate companiile comerciale din domeniu care activează în România.
- Programa cursului răspunde concret cerințelor actuale și tendințelor de evoluție tehnologică. Cursul și aplicațiile aferente acestuia asigură studenților cunoștințe și competențe care le oferă posibilitatea angajării rapide după absolvirea facultății într-o companie de prestigiu din domeniu.
- Situația actuală pe piața semiconductoarelor a dezvoltat dezechilibrele majore care există între cererea și oferta de produse din acest domeniu care a generat măsuri active și decisive la toate nivelele de decizie inclusiv cele statale și ale Uniunii Europene.
- În dezvoltarea conținutului disciplinei s-au avut în vedere atât cunoștințe, aspecte, fenomene descrise de literatura de specialitate dar și cercetările proprii publicate cât și experiența industrială a titularilor disciplinei.



Universitatea Națională de Știință și Tehnologie Politehnica București

Facultatea de Electronică, Telecomunicații și

Tehnologia Informației



- Cursul are un conținut similar cursurilor desfășurate de universitatea Lodz University of Technology din Polonia, THE UNIVERSITY of EDINBURGH și Newcastle din Marea Britanie, etc.
- Prin activitățile de laborator se are în vedere dezvoltarea abilităților absolventului de a gestiona situații practice cu care se poate confrunta în viața reală în scopul creșterii contribuției acestuia la îmbunătățirea mediului socio-economic.
- Disciplina a fost dezvoltată în acord cu companiile din domeniul microelectronicii care activează în România precum Infineon Technologies, Romania, Microchip Romania și On Semiconductor.

Data completării

Titular de curs

Titular(i) de aplicații

20 sep. 2024

Dr. ing. Andrei Danchiv

Dr. ing. Andrei Danchiv

Data avizării în departament

Director de departament

31.10.2024

Prof. Dr. Claudiu DAN

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan

01.11.2024

Prof. Dr. Mihnea Udrea