

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНИКА»

Фізико-технічний факультет
Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Моделювання елементів автомобільних цифрових інтегральних схем (ІС)

Освітня програма Магістр
Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність 171 Електроніка

Затверджено на засіданні кафедри
Протокол № 1 від “ 26 ” серпня 2020 р.

Івано-Франківськ – 2020 рік

Зміст

- 1 Загальна інформація
- 2 Анотація до курсу
- 3 Мета та цілі курсу
- 4 Результати навчання (компетентності)
- 5 Організація навчання курсу
6. Система оцінювання курсу
- 7 Політика курсу
- 8 Рекомендована літератури

1. Загальна інформація про викладача і дисципліну

Назва дисципліни	Моделювання елементів автомобільних цифрових інтегральних схем (IC)
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти
Викладач	Професор, доктор технічних наук Когут Ігор Тимофійович
Контактний телефон викладача	(0342) 59-60-07
E-mail викладача	igor.kohut@pnu.edu.ua
Формат дисципліни	Семестровий
Обсяг дисципліни	6 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	http://www.d-learn.pu.if.ua
Консультації	Відповідно до графіку індивідуальних консультацій, який розміщений на інформаційному стенді кафедри комп'ютерної інженерії та електроніки

2. Анотація до курсу

Дисципліна “Моделювання елементів автомобільних цифрових інтегральних схем (IC)” належить до циклу навчальних дисциплін із професійної теоретичної підготовки за освітнім рівнем «Магістр», що пропонуються в рамках циклу загальної і професійної підготовки студентів за освітньою програмою “Автомобільна електроніка”. Вона забезпечує формування у студентів теоретично-прикладних, науково-дослідницьких і професійно-орієнтованих компетенцій. Предметом вивчення навчальної дисципліни є теоретичні основи, методи і засоби проектування цифрових інтегральних схем для автомобільної електроніки на основі метал-окисел-напівпровідникових транзисторів, сучасні підходи автоматизованого проектування, маршрути проектування, апаратні засоби та пакети прикладних програм автоматизованого проектування цифрових КМОН - інтегральних схем для автомобільної електроніки.

Силабус навчальної дисципліни “Моделювання елементів автомобільних цифрових інтегральних схем (IC)” складений відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра спеціальності 171 “Електроніка”.

3. Мета та цілі курсу

Мета: сформувати у студентів:

- сучасні теоретичні уявлення та практичні знання із проектування цифрових інтегральних схем(IC), орієнтованих на використання в автомобільній електроніці, особливості і вимоги щодо експлуатації IC для автомобільної електроніки на основі сучасних КМОН - технологій, включаючи КМОН - технології зі структурами «кремній-на-ізоляторі»(КНІ);
- маршрути проектування КМОН IC;
- сучасні технології виготовлення КМОН - приладних інтегральних структур;
- конструктивно-технологічні обмеження і проектні норми, закони і правила

масштабування топологій ІС;

- методологію схемотехнічного моделювання елементної бази КМОН ІС в пакеті прикладних програм TopSpice, параметричну оптимізацію елементів КМОН ІС за критеріями оптимальні електричні і часові параметри – мінімально можливі геометричні розміри транзисторів для визначеного типу КМОН - технології;

- проектування і схемотопологічне моделювання електричних і часових параметрів цифрових елементів КМОН ІС в системі MicroWind, параметрична оптимізація топологій, їх верифікація на відповідність конструктивно-технологічним нормам.

Завдання: ознайомлення із сучасним станом і маршрутами проектування та технологіями виготовлення цифрових ІС для автомобільної електроніки на прикладних КМОН- структурах; формування вміння аналізувати та проектувати логічні елементи цифрових ІС; ознайомлення із електрофізичними моделями інтегральних елементів; отримання практичного досвіду з проектування, моделювання та параметричної оптимізації елементів цифрових КМОН ІС,

Конструктивно-технологічними обмеженнями, нормами та правилами проектування та верифікацій топологій ІС.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:

- особливості та вимоги до параметрів ІС для використання в автомобільній електроніці;
- сучасні підходи і маршрути проектування цифрових КМОН ІС;
- базові технології формування прикладних КМОН-структур цифрових КМОН ІС;
- базові функціонально-логічні схеми логічних КМОН елементів ІС;
- принципи побудови топологій цифрових елементів КМОН ІС, їх параметричної оптимізації та верифікації на відповідність проектним нормам.

вміти:

- аналізувати і вибирати моделі інтегральних КМОН елементів в сучасних системах автоматизованого проектування і моделювання;
- проектувати та моделювати КМОН логічні елементи цифрових ІС, елементи схем пам'яті, тригери елементів, лічильники та ін.
- проектувати топології інтегральних КМОН елементів, проводити їх параметричну оптимізацію, конструктивно-топологічну верифікацію.

4. Результати навчання (компетентності)

Інтегральна

І. Здатність розв'язувати складні інженерні задачі практично-прикладного спрямування, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, новизною, під час професійної діяльності у галузі мікроелектроніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень, комп'ютерних технологій моделювання та/або здійснення інших інноваційних підходів.

Загальні

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Фахові

СК1. Здатність оцінювати рівень існуючих технологій електронної промисловості у галузі

професійної діяльності, ефективність технічних рішень.

СК2. Здатність планувати і реалізовувати інноваційні проекти у сфері електроніки, захищати права на інтелектуальну власність.

СК3. Здатність до системного розв'язання задач розробки, аналізу, розрахунку, моделювання електронних компонентів, пристроїв і систем різного призначення.

СК4. Здатність використовувати інформаційні, комп'ютерні і мультимедійні технології, методи моделювання, інтелектуалізації, штучного інтелекту, експериментальні методи для дослідження та аналізу процесів в електронних компонентах, пристроях і системах.

Здатність застосовувати результати наукових досліджень при розробленні і проектуванні інтегральних пристроїв автомобільної електроніки на основі КМОН – структур, здатність моделювання і проектування елементів КМОН інтегральних схем.

5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу						
Вид заняття				Загальна кількість годин		
лекції				30		
семінарські заняття / практичні / <u>лабораторні</u>				28		
самостійна робота				122		
Ознаки курсу						
Семестр	Спеціальність			Курс (рік навчання)		Нормативний/ вибірковий
2	171 Електроніка			1		вибірковий
Тематика курсу						
Тема		Форма заняття, год.	Література	Кіль-кість годин	Вага оцінки	Термін виконання
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Сучасні автомобільні електронні системи		лекція	1, 2	2	1	Згідно розкладу
Тема 2. Місце цифрових ІС в автомобільних системах.		лекція	1,2,19	2	1	Згідно розкладу
Тема 3. Особливості експлуатації ІС в автомобільних системах.		лекція	1,2,19	2	1	Згідно розкладу
Тема 4. Моделювання технологій формування КМОН ІС.		лекція	3,4,11	2	1	Згідно розкладу
Тема 5. Інтегральні структури ЦІС на основі КМОН технологій і їх приладно-технологічне моделювання		лекція	3, 4, 11	2	1	Згідно розкладу
Тема 6. Моделювання приладних структур		лекція	4, 7	2	1	Згідно розкладу

«кремній-на-ізоляторі» для автомобільної електроніки елементів ІС і сенсорів з особливими умовами експлуатації.					
Тема 7. Особливості моделювання і оптимізації елементів ІС при змінах параметрів живлення	лекція	6, 14	2	1	Згідно розкладу
Тема 7. Моделювання і температурна параметрична оптимізації характеристик елементів ІС	лекція	5, 8	2	1	Згідно розкладу
Модульний контроль 1			2	8	
Змістовий модуль 2					
Тема 8. Логічні основи побудови цифрових елементів ЦІС. Моделі логічних елементів і система їх параметрів.	лекція	8	2	1	Згідно розкладу
Тема 9. TopSpice - Система автоматизованого проектування і моделювання конструктивних параметрів елементів КМОН ЦІС	лекція	11	2	1	Згідно розкладу
Тема 10. MicroWind - Система автоматизованого проектування і моделювання структурно-топологічних і електричних параметрів елементів КМОН ЦІС	лекція	3,4,11	2	1	Згідно розкладу
Тема 11. Моделювання базових операцій формування елементів КМОН ІС в системі MicroWind.	лекція	3,4	2	1	Згідно розкладу
Тема 12. Конструктивно-технологічні обмеження і правила проектування топологій елементів цифрових ІС. Лямбда-проектування.	лекція	3,6	2	1	Згідно розкладу
Тема 13. Моделювання бібліотечних елементів	лекція	4,11	2	1	Згідно розкладу

цифрових ІС.					
Тема 14. Моделювання і схемотопологічна верифікація. Автоматизований контроль норм топологічного проектування.	лекція	3,4		1	
Модульний контроль 2			2	7	Згідно розкладу
Практичний модуль					
Тема 1. Практична робота в САПР TopSpice. Інтерфейс системи і графічний редактор Редакування КМОН - схем електричних.	лаб. роб.	11	2	1	Згідно розкладу
Тема 2. Бібліотеки вбудованих елементів і їх моделі.	лаб. роб.	4,5	2	1	Згідно розкладу
Тема 3. Дослідження і моделювання характеристик МОН – транзисторів в САПР TopSpice	лаб.роб.	11	2	1	Згідно розкладу
Тема 4. Дослідження і моделювання амплітудно-передавальних характеристик логічних елементів КМОН ІС в САПР TopSpice.	лаб.роб.	11	6	1	Згідно розкладу
Тема 5. Моделювання диференціальних підсилювачів на МОН транзисторах.	лаб.роб.	3,4,11	2	1	Згідно розкладу
Тема 6. Практична робота в системі проектування і моделювання MicroWind. Інтерфейс системи.	лаб.роб.	4	4	1	Згідно розкладу
Тема 7. Вбудовані бібліотечні цифрові елементи, їх топології і параметри. Автоматизована генерація топологій елементів ІС	лаб.роб.	4,11	4	1	Згідно розкладу
Тема 8. Проектування і дослідження параметрів затримки сигналів в базових КМОН-логічних елементах	лаб.роб.	4, 5,11	4	1	Згідно розкладу
Тема 9. Проектування і дослідження 6-транзисторних комірок пам'яті.	лаб.роб.	3-5, 13	2	1	Згідно розкладу

Тема 10. Цифрові елементи з керованим виходом.	лаб.роб.	5,12, 13	2	1	Згідно розкладу
Самостійна робота					
Тема 1. Перспективні технологічні процеси виготовлення цифрових КМОН ІС	само- стійна робота	3-4	10	1	Згідно розкладу
Тема 2. Ефективне енергоспоживання в цифрових елементах ІС	само- стійна робота	3,7,8, 13- 16.	10	1	Згідно розкладу
Тема 3. Керівництво користувача системи TopSpice	само- стійна робота	11	10	0.5	Згідно розкладу
Тема 4. Керівництво користувача системи MicroWind.	само- стійна робота	4	10	0.5	Згідно розкладу
Тема 5. Моделі МОН-транзисторів в системі MicroWind	само- стійна робота	4	10	1	Згідно розкладу
Тема 6. Моделювання базових операцій формування приладних КМОН-структур в системі MicroWind	само- стійна робота	4	10	1	Згідно розкладу
Тема 7. Моделювання затримок в сигналів в цифрових елементах КМОН ІС в системі MicroWind	само- стійна робота	4	10	1	Згідно розкладу
Тема 8. Кільцеві генератори – як об’єкт дослідження параметрів цифровиз ІС.	само- стійна робота	4-6, 9	10	1	Згідно розкладу
Тема 9. Інтегральні перетворювачі-формувачі рівнів сигналів для зовнішнього інтерфейсу в ЦІС.	само- стійна робота	3-4,10	10	1	Згідно розкладу
Тема 10. Практична робота в системі MicroWind оберненого проектування - відновлення схем елементів ЦІС з їх заданих топологій	само- стійна робота	3-4	10	1	Згідно розкладу
Тема 11. Проектування і моделювання інтегральних КМОН- тригерних елементів	само- стійна робота	5-6,17,18	10	1	Згідно розкладу

Тема 12. Проектування і моделювання інтегральних КМОН- елементів затримки синалів.	само- стійна робота	4,11	10	1	Згідно розкладу
Контроль самостійної роботи	2		2		Тиждень КСР
Підсумковий контроль (екзамен)				100	Згідно розкладу

6. Система оцінювання курсу

Загальна система оцінювання курсу			
<i>Поточний контроль</i> здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних, індивідуальних занять і має на меті перевірку знань студентів з окремих тем навчальної дисципліни та рівня їх підготовленості до виконання конкретної роботи. Оцінки у національній шкалі («відмінно» - 5, «добре» - 4, «задовільно» - 3, «незадовільно» - 2), отримані студентами, виставляються у журналах обліку відвідування та успішності академічної групи. <i>Модульний контроль</i> (сума балів за окремих змістовий модуль) проводиться (виставляється) на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля. Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вироблення навичок проведення розрахункових робіт, вміння вирішувати конкретні ситуативні задачі, самостійно опрацьовувати тексти, здатності осмислювати зміст даної частини дисципліни, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал. <i>Семестровий (підсумковий) контроль</i> проводиться у формі екзамену. <i>Екзамен</i> – форма підсумкового контролю, яка передбачає перевірку розуміння студентом теоретичного та практичного програмного матеріалу з усієї дисципліни, здатності творчо використовувати здобуті знання та вміння, формувати власне ставлення до певної проблеми тощо.			
Шкала оцінювання: національна та ECTS			
Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
80-89	B	добре	
70-79	C		
60-69	D	задовільно	
50-59	E		
26-49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням	не зараховано з обов’язковим повторним

		дисципліни	вивченням дисципліни
--	--	------------	----------------------

7 Політика курсу

Студент зобов'язаний відвідувати заняття відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. У разі відсутності через хворобу надається відповідна довідка.

Пропущена лекція відпрацьовується студентом самостійно і оформляється як короткий конспект за темою заняття.

Пропущена лабораторна робота виконується студентом самостійно вдома або в комп'ютерному класі, результати оцінюються викладачем.

У випадку, якщо студент приймав участь у програмі мобільності, можливе врахування отриманих оцінок в іншому навчальному закладі за умови відповідності навчальних планів.

Політика академічної поведінки і етики

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.

Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.

Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ВНЗ.

Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного чи підсумкового контролю.

Не допускається користування телефонами та будь-якими іншими електронними засобами під час здачі будь-яких робіт поточного, рубіжного, чи підсумкового контролю.

8. Рекомендована літератури

Основна

1. Соснин Д.А., Яковлев Д.Ф. “Новейшие автомобильные электронные системы” - М, Солон-пресс, 2005.

2. Данов Б.А. “Электронные системы управления иностранных автомобилей” – М, Горячая линия – Телеком, 2002.

3. Etienne Sicard, Sonia Delmas Bendhia Deep-Submicron Circuit Design.- Simulator in hands. Salt Lake City, Utah 84109, USA -2003 (www.brookscole.com), 737 p.

4. Лінк опису ППП MicroWind-3. <https://www.microwid.org>

5. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб. БХВ – Петербург, 2004.-800 с.

6. Эннс В.И., Кобзев Ю.М. Проектирование аналоговых КМОП-микросхем. Краткий справочник разработчика / Под редакцией канд. техн. наук В. И. Эннса. – М.: Горячая линия-Телеком. – 2005. 454 с.

7. А.О.Дружинін, І.Т.Когут, Ю.М.Ховерко Структури кремній-на-ізоляторі для сенсорної електроніки. Монографія.. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 224 с.

8. Галченков О.Н., Долголенко А.Н., Корнейчук В.И., .Компьютерная схемотехника и архитектура компьютеров.-Киев-Корнейчук-2013.-604с.

9. Прищепа М.М., Погребняк В.П. Мікроелектроніка: В 3 ч. Ч. 2. Елементи мікросхемотехніки: Навч. Посіб. / За ред. М.М. Прищепи. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.

10. В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков та ін. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник. – 2-ге вид., допов. і

переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 366с.

11. САПР TopSpice.(www.penzar.com)

Допоміжна

12. В.В. Багрій, В.І. Бойко, С.П. Денисюк, та ін. Основи схемотехніки електронних систем. – К.: Вища школа, 2004. – 536 с.

13.Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники.- М.:Мир, 2003.-704 с.

14. Лаврентьев Б. Ф. Схемотехника электронных устройств. М.: Академия, 2010. – 336 с.

15. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. Том I: Пер. с нем. – М.: ДМК-Пресс, 2008. – 832 с.

16. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. Том II: Пер. с нем. – М.: ДМК-Пресс, 2007. – 942 с.

17. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств. – М.: Додэка-XXI, 2005. – 528 с.

18. Phillip E. Alen, Douglas R. Holberg. CMOS circuit design. Second edition. New York, Oxford: Oxford University Press, 2002. – 778 p.

19.Сайт «Системы современного автомобиля»

Викладач



І.Т. Когут