



برنامه درسی رشته

مهندسی برق – سیستم‌های الکترونیک دیجیتال

مقطع کارشناسی ارشد

جدول عناوین و مشخصات دروس

عنوان و مشخصات کلی دروس جبرانی

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۰.۱	سیستم های دیجیتال ۱	۳	*			۴۸	۰		
۰.۲	سیستم های دیجیتال ۲	۳	*			۴۸	۰		
۰.۳	شبیه سازی شی گرای سیستم های الکترونیکی	۳	*			۴۸	۰		

- به تشخیص گروه آموزشی و استاد راهنما، دانشجویان باید نسبت به اخذ برخی دروس (تا ۶ واحد) از جدول فوق به عنوان واحدهای جبرانی مطابق مقررات آموزشی دانشگاه اقدام نمایند.

عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی ۱

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۰.۱	طراحی و مدلسازی با زبانهای سخت افزاری (VHDL)	۳	*			۳۲	۴۸	۰	
۰.۲	متدولوژی های طراحی اتوماتیک سیستم های دیجیتال	۳	*			۳۲	۴۸	۰	
۰.۳	روش تحقیق ۱	۱	*			۸	۱۶	۰	
۰.۴	روش تحقیق ۲	۱	*			۸	۱۶	۰	

* اخذ تمام دروس تخصصی - ۱ الزامی است.

عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی الزامی ۲

ردیف	عنوان درس	تعداد واحد	نوع واحد			تعداد ساعات		پیش نیاز	هم نیاز
			نظری	عملی	نظری - عملی	نظری	عملی		
۱.	آزمون و آزمون پذیری	۳	*			۴۸	۰		
۲.	مدارهای مجتمع توان پایین	۳	*			۴۸	۰		
۳.	محاسبات کامپیوتری	۳	*			۴۸	۰		
۴.	درستی سنجی صوری و عیب یابی در سیستم های دیجیتال	۳	*			۴۸	۰		
۵.	طراحی سیستمهای تحمل پذیر خرابی	۳	*			۴۸	۰		
۶.	مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته	۳	*			۴۸	۰		
۷.	ابزار دقیق پزشکی	۳	*			۴۸	۰		
۸.	اینتر کانکت ها و یک پارچگی سیگنال در مدارهای VLSI و نانوسیستمها	۳	*			۴۸	۰		

* با تایید استاد راهنما، چهار درس از هشت درس فوق بایستی اخذ گردد.

عنوان و مشخصات کلی دروس تخصصی اختیاری

ردیف	عنوان درس	تعداد واحدها	تعداد واحد به تفکیک نوع	تعداد جلسات	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	تعداد ساعات*	پیش نیاز	هم نیاز
۵		۵						

		عم لی	نظری	مرتبط با آمایش/مأمور یت موسسه است.	مرتبط با آمایش/مأم وریت موسسه نیست.		نظری - عملی	عملی	نظری				
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	معماری کامپیوتر پیشرفته	۱
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	شبکه عصبی و یادگیری عمیق	۲
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	یادگیری عمیق با کاربردها	۳
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	چند پردازنده‌های روی تراشه	۴
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	محاسبات کوانتومی	۵
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	اولتراسوند پزشکی	۶
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	یادگیری ماشین	۷
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	پردازش سیگنال - های بیولوژیکی	۸
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	پردازشگرهای سیستمهای نهفته	۹
	-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	پردازش با کارایی بالا	۱۰

-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	تئوری و فناوری ساخت افزارهای نیم‌رسانا	۱۱
-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	فناوری ها، مدارها و سیستم های حافظه	۱۲
-	-	۰	۴۸	*		۳۲			*	۳	دروس تخصصی سایر رشته‌های مرتبط	۱۳

- به تشخیص استاد راهنما ، دانشجویان موظف به اخذ دو درس از لیست دروس اختیاری (جدول بالا) هستند.
- دانشجویان به تشخیص استاد راهنما و موافقت گروه آموزشی می‌توانند حداکثر دو درس خارج از لیست دروس اختیاری در جدول بالا و از سایر رشته‌های مرتبط تحصیلات تکمیلی اخذ نمایند.

ویژگی‌های دروس

الف: عنوان درس به فارسی: طراحی و مدل‌سازی با زبانهای سخت افزاری (VHDL)		
نوع درس و واحد	Design & Modeling of Digital Systems with Hardware Description Languages	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		درس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		درس هم‌نیاز:
نظری-عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/>	تعداد واحد:
	پروژه/رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	
	مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	تعداد ساعت:
		۴۸
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش/مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- یادگیری کامل زبان های سخت افزاری در سطوح مختلف و استفاده از آن در مراحل مختلف طراحی و ساخت مدارهای دیجیتال
- طراحی در سطح RTL و ارتباط آن با الکترونیک مدارها از طرفی و توصیف در سطح سیستم از طرف دیگر با استفاده از زبان VHDL

اهداف ویژه:

- استفاده از زبان VHDL برای سنتز در سطح RTL و شناخت قابلیت ها و محدودیت های RTL Synthesis
- یادگیری مدل‌های مختلف سیمولیشن و بطور خاص موتورهای شبیه سازی Event Driven
- بوجود آوردن زمانبندی و همزمانی در زبانهای سخت افزاری در سطح گیت، RTL و سیستم
- توصیف سخت افزار با استفاده از SystemC با روشهای ارتباطی سطح بالا (TLM)

پ) سرفصل‌ها:

- سنتز مدارها در سطح RTL با استفاده از VHDL
- ساختارهای زبان VHDL برای توصیف های Abstract
- مدل سیگنال و همزمانی در زبان VHDL و گسترش آن به زبانهای سخت افزاری دیگر
- توصیف و مدل کردن یک سیستم پردازنده ای در VHDL
- استفاده از زبان SystemC برای توصیف های RTL و BFM (Bus Functional Modeling)
- یکجا کردن ارتباط های RTL در سطح باس در Channel های SystemC
- استفاده از TLM برای ارتباط اجزای سخت افزاری با زمانبندی دقیق
- استفاده از TLM برای ارتباط پروسورها و اجزای سخت افزاری با زمانبندی تقریبی
- استفاده از TLM بصورت نرم افزاری با زمانبندی آزادانه

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده از شبیه ساز و ابزار سنتز زبان VHDL
- استفاده از محیط های ++C برای توصیف نرم افزار و سخت افزار
- استفاده از کتابخانه SystemC برای توصیف های سخت افزار و نرم افزار در سطح سیستم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۴۵ درصد
- آزمون میان ترم و پایان ترم ۵۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- لپ تاپ و ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Z. Navabi, VHDL: Modular Design and Synthesis of Cores and Systems, McGraw Hill-Professional 2007.
2. IEEE Std. 1076-2003, VHDL LRM, IEEE, New Jersey, 2003.
3. IEEE Std 1666-2005, IEEE Standard SystemC Language Reference Manual, IEEE, 2005.
4. Ubar, Raimund, J. Raik, Maksim Jenihhin, A. Jutman, Test Generation, Testability and Fault Diagnosis. In Structural Decision Diagrams in Digital Test: Theory and Applications, Springer Nature Switzerland, 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: متدولوژی‌های طراحی اتوماتیک سیستم‌های دیجیتال		
نوع درس و واحد	Methodologies and Algorithms for ESL Design Automation	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی		دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	۴۸	تعداد ساعت:
<input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	

موارد دیگر: کارگاه سمینار آزمایشگاه اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی

هدف کلی:

- ۱- آشنایی با مفاهیم سنتز سطح بالا (HLS)
- ۲- آشنایی با مفاهیم طراحی سیستم‌های نهفته مبتنی بر FPGA

اهداف ویژه:

۱. مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های سنتز سطح بالا شامل الگوریتم‌های Scheduling, Resource Sharing و Binding
۲. آشنایی با ابزار سنتز سطح بالای CatapultC شرکت Mentor Graphics
۳. آشنایی با مفاهیم طراحی توامان سخت‌افزار-نرم‌افزار (Hardware-Software Co-design)
۴. آشنایی با معماری FPGA و مفاهیم طراحی سیستم‌های نهفته مبتنی بر FPGA
۵. آشنایی با فرایند طراحی ASIC (Physical Design)

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های سنتز سطح بالا (Scheduling, Resource Sharing and Binding)
۲. آشنایی با مباحث Loop Unrolling و Loop Pipelining در ابزار سنتز سطح بالا
۳. آشنایی با انواع مکانیزم‌های Handshaking در مبحث IO Scheduling از ابزار سنتز سطح بالا
۴. مقدمه‌ای بر طراحی توامان سخت‌افزار-نرم‌افزار مبتنی بر FPGA
۵. آشنایی با معماری‌های باس (Bus Architectures)
۶. چگونگی توسعه بخش نرم‌افزار با استفاده از بسته‌های نرم‌افزاری و Hardware Abstraction Layer (HAL) API
۷. چگونگی مدیریت وقفه‌ها (Interrupts)
۸. چگونگی برقراری ارتباط بین بخش سخت‌افزار و نرم‌افزار با استفاده از انواع معماری‌های باس

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- آموزش تعاملی مبتنی بر بحث گروهی در کلاس با مطرح کردن سوالات و توضیح مباحث در جهت پاسخ گویی به سوالات
- مطرح کردن جدیدترین دستاوردهای پژوهشی مرتبط در دنیا و تبیین مشکلات پژوهشی پیش رو
- انجام تکالیف دستی (Homeworks) جهت تسلط به مباحث گفته شده سر کلاس
- انجام تکالیف کامپیوتری در قالب سه پروژه جهت تسلط به چگونگی ارتباط بین مباحث مختلف درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف دستی (Homeworks)	۱۵ درصد
تکالیف کامپیوتری (Projects)	۳۰ درصد
آزمون میان ترم	۲۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- لپ تاپ و ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. S. Baranov, From Algorithm to Digital System: HLS and RTL Tool Synthagate in Digital System Design, ISBN Canada, 2020.
2. Pong P. Chu, Embedded SoPC Design with Nios II Processor and Verilog Examples, Wiley, 2016.
3. M. Fingeroff and T. Bollaert, High Level Synthesis – Blue Book, Mentor Graphics, 2010.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: روش تحقیق - ۱

نوع درس و واحد		Research Methodology_S1		عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری			دروس پیش نیاز:
<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی			دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	۱	۱۶	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری			تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت /آمایش	مرتبط با مأموریت			وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)
<input type="checkbox"/> موسسه است	<input type="checkbox"/> موسسه نیست			

موارد دیگر: کارگاه سمینار آزمایشگاه اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی

.....

هدف کلی:

۱. چگونه یک مقاله را ارزیابی کرده، بخوانیم و یا بنویسیم.
۲. انتخاب حوزه تحقیقاتی، آموزش برنامه تحقیق با محوریت مسئله پژوهش

اهداف ویژه:

در صورت اتمام موفقیت آمیز درس؛ دانشجویان قادر خواهند بود که:

۱. حوزه تحقیقاتی مورد علاقه خود را انتخاب کرده و منابع مرتبط را ارزیابی نمایند.
 ۲. در حوزه تحقیقاتی فوق، مسائل باز تحقیقاتی را شناسایی و حل مسئله را آغاز کنند.
 ۳. یک مقاله را خوب و موثر مطالعه کنند.
- مهارت های مقدماتی نوشتن نتایج تحقیق را در قالب مقاله فرا گیرند.

پ) سرفصل ها:

۱. چگونه یک مقاله را ارزیابی کرده، بخوانیم و یا بنویسیم.
 ۲. انتخاب حوزه تحقیقاتی، آموزش برنامه تحقیق با محوریت مسئله پژوهش
 ۳. شناخت مباحث اخلاق پژوهشی و سرقت ادبی در نگارش مقاله انفرادی و گروهی
- مهارت استفاده از چت بات های نوین (LLM) و تله های احتمالی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تمرین و تکلیف؛ بخش هایی از مقاله ها را بازنویسی می کنند؛ بخش هایی را ارزیابی و تصحیح می کنند.
- هدف اصلی این درس، آمادگی تدوین به موقع و با کیفیت پروپوزال کارشناسی ارشد است. لذا کلیه تمرین ها با این هدف طراحی شده است.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۷۰درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

ابزارهای نوشتن و ارائه کردن مانند OFFICE

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. L. Cohen, L. Manion, K. Morrison, Research Methods in Education, Taylor & Francis, 2017.
2. Peter Lang, English as an Additional Language in Research Publication and Communication, 2008
3. N. Huckin Thomas, A. Olsen Leslie, English for Science and Technology a handbook of nonnative speakers, McGrawhill, 1983.
4. Min, Seung-Kee, Ethics and Responsibilities of Peer Reviewers to the Authors, Readers, and Editors. Vascular specialist international, 2021.
5. Lorella Congiunti, et al. Ethics in Research. Springer Nature, 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: روش تحقیق - ۲

نوع درس و واحد		Research Methodology_S2		عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه	<input checked="" type="checkbox"/> نظری			درس پیش نیاز:
<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی	<input type="checkbox"/> عملی			درس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی	<input type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	۱	۱۶	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه	<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری			تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش /مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)		

موارد دیگر: کارگاه سمینار آزمایشگاه اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی

.....

هدف کلی:

۱. یادگیری قالب های گزارش فنی، گزارش مرور روشمند ادبیات و پروپوزال
۲. ارائه شفاهی موثر در دو زبان فارسی و انگلیسی

اهداف ویژه:

در صورت اتمام موفقیت آمیز درس؛ دانشجویان قادر خواهند بود که:

۱. یک پروپوزال تحقیقاتی بنویسند.
۲. یک گزارش مرور روشمند ادبیات تحقیق بنویسند و با روش های ارزیابی تحقیق آشنا شوند.
۳. ارائه شفاهی موثر انجام دهند(انگلیسی و فارسی).
۴. آخرین ابزارهای حوزه مرتبط با درس را بشناسند.

پ) سرفصل ها:

۱. یادگیری قالب های گزارش فنی، گزارش مرور روشمند ادبیات و پروپوزال
۲. ارائه شفاهی موثر در دو زبان فارسی و انگلیسی
۳. حقوق و مسئولیت های دانشجویان تحصیلات تکمیلی در حوزه اصول اخلاق پژوهشی
۴. بررسی مطالعات موردی در اخلاق پژوهشی و ارائه ابزارهای مرتبط با این حوزه

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۸ تمرین و تکلیف؛ بخش هایی از مقاله ها را بازنویسی می کنند؛ بخش هایی را ارزیابی و تصحیح می کنند.
- هدف اصلی این درس، آمادگی تدوین به موقع و با کیفیت پروپوزال کارشناسی ارشد است. لذا کلیه تمرین ها با این هدف طراحی شده است.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۷۰ درصد
آزمون پایان ترم ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

ابزارهای نوشتن و ارائه کردن مانند OFFICE

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. L. Cohen, L. Manion, K. Morrison, Research Methods in Education, Taylor & Francis, 2017.
2. Peter Lang, English as an Additional Language in Research Publication and Communication, 2008
3. N. Huckin Thomas, A. Olsen Leslie, English for Science and Technology a handbook of nonnative speakers, McGrawhill, 1983.
4. Min, Seung-Kee, Ethics and Responsibilities of Peer Reviewers to the Authors, Readers, and Editors. Vascular specialist international, 2021.
5. Lorella Congiunti, et al. Ethics in Research. Springer Nature, 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: آزمون و آزمون پذیری		
نوع درس و واحد	Test & Testability	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی		دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش /مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی /مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- ۱- آزمون و آزمون پذیری مدارها پس از ساخت
- ۲- روش های تست کردن مدارهای دیجیتال و ارزیابی بردارهای تست

اهداف ویژه:

۱. استفاده از وریلاگ بعنوان ابزاری برای تولید تست، ارزیابی مدار برای آزمون پذیری، ارزیابی بردارهای تست، تولید و کامپایل کردن لیست خرابی ها و فشرده سازی بردارهای تست
۲. استفاده از وریلاگ برای توصیف سخت افزارهای مربوط به آزمون پذیری مدارها
۳. بوجود آوردن محیط مجازی که جایگزین تجهیزات تست کردن می باشد.

پ) سرفصل ها:

۱. اصول تست و نقش HDL ها
۲. استفاده از زبان های توصیف سخت افزاری در طراحی و تست
۳. مدلسازی خرابی و عیب از ترانزیستور تا سطح سیستم
۴. روش ها و کاربردهای شبیه سازی خرابی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL)
۵. روش ها و الگوریتم های تولید الگوهای تست برای کنترلر و مسیرهادهای مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL)
۶. الگوریتم های تولید تست قطعی
۷. مکانیسم های تست درونی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL) - طراحی برای تست با استفاده از پوشدر کنترلر و مسیرهاده
۸. مکانیسم های تست بیرونی مدارهای سطح انتقال ثبات (RTL) - استاندارد IEEE در روش های دسترسی تست
۹. تست سیستم بر روی تراشه با استفاده از استانداردهای IEEE در دسترسی تست
۱۰. منطق تست خودکار تعبیه شده
۱۱. فشرده سازی تست
۱۲. تست حافظه با استفاده از BIST حافظه

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده کردن از شبیه سازی های مدارهای دیجیتال
- ابزارهای تولید تست و شبیه سازی خرابی
- ابزار زنجیره اسکن

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۵۰ درصد
- آزمون میان ترم و پایان نیم سال ۵۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- لپ تاپ و ویدیو پروژکتور

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Z. Navabi, Digital System Test and Testable Design: Using HDL Models and Architectures, Springer, 2011.
2. Laung-Terng Wang, Cheng-Wen Wu, Xiaoqing Wen, VLSI Test Principles and Architectures, Morgan Kaufmann Publishers, 2006.
3. Niraj Jha , Sandeep Gupta, Testing of Digital Systems, Cambridge University Press, 2003.
4. Lala, Parag K. An introduction to logic circuit testing, Springer Nature, 2022.
5. Meixner, Anne, Louis J. Gullo, Design for Test and Testability, Design for Maintainability, John Wiley & Sons 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: مدارهای مجتمع توان پایین		
نوع درس و واحد	Low Power Integrated Circuits	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی		دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> موسسه است	۴۸	تعداد ساعت:
<input type="checkbox"/> مرتبط با آمایش/مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

این درس به دانشجویان تحصیلات تکمیلی تکنیک های کم توان برای بهینه سازی مصرف توان مدارهای مجتمع دیجیتال را می آموزد. دانشجویان تکنیک های کم توان برای طراحی، حالت آماده به کار و زمان اجرا در سطوح مختلف تجرید از سطح فیزیکی تا سطح نرم افزار و سیستم را می آموزند.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند روش های زیر خواهند آموخت:

۱. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش های مداری
۲. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش های معماری، نرم افزاری، و سیستمی
۳. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد آماده به کار مدار با استفاده از روش های مداری و سیستمی
۴. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد فعال مدار با استفاده از روش های مداری و سیستمی

پ) سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر دلیل کاهش توان توان مصرفی: در انواع مختلف کاربردها، روند تغییر فناوری
۲. ترانزیستورهای نانومتری: رفتارها و مدل ها، جریان های نشتی زیر آستانه و دیگر پدیده ها، نوسانات، نوآوری ها در فناوری و افزاره
۳. مفاهیم پایه ای توان و انرژی مصرفی: شاخص ها، توان پویا، توان ایستا، مصالحه های بین انرژی و تأخیر
۴. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش های مداری: چارچوب بهینه سازی برای مصالحه بین انرژی و تأخیر، بهینه سازی توان مصرفی پویا (استفاده از چند منبع تغذیه، تعیین اندازه ترانزیستورها، نگاشت فناوری)، بهینه سازی توان مصرفی ایستا (استفاده از چند ولتاژ آستانه، پشته کردن ترانزیستورها)
۵. بهینه سازی توان/انرژی در مرحله طراحی با استفاده از روش های معماری، نرم افزاری، و سیستمی: فضای مصالحه معماری و سیستمی، هم زمان سازی کارایی انرژی را بهبود می بخشد، به کارگیری همبندی های متفاوت، حذف ناکارایی، هزینه قابلیت انعطاف

۶. بهینه‌سازی توان/انرژی مصرفی اتصالات و کلاک در مرحله طراحی: روند و مرزها، استفاده از روش OSI برای بهینه‌سازی اتصالات (لایه فیزیکی، ارتباط داده‌ای و MAC، شبکه، کاربرد)، شبکه توزیع کلاک
۷. بهینه‌سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد آماده به کار مدار با استفاده از روش‌های مداری و سیستمی: چرا مدیریت حالت آماده به کار؛ توان پویا در حالت دروازه‌گذاری کلاک؛ توان ایستا در حالت‌های اندازه‌گذاری ترانزیستورها، دروازه‌گذاری تغذیه، بایاس کردن بدنه، و تغییر تدریجی منبع تغذیه
۸. بهینه‌سازی توان/انرژی در مرحله کارکرد فعال مدار با استفاده از روش‌های مداری و سیستمی: انگیزه بهینه‌سازی در حالت کارکرد مدار، تغییر مقادیر ولتاژ و فرکانس مدار به صورت پویا، بایاس کردن بدنه به صورت تطبیقی، خود تطبیقی عمومی، استفاده تهاجمی (بهتر از بدترین حالت)، محدوده‌های تغذیه و مدیریت توان

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

۱. در قسمت اول هر مبحث ارائه شده در کلاس، مفاهیم مورد نیاز برای فهم روش‌های اساسی طراحی کم توان پائین آموزش داده می‌شود.
۲. در ادامه هر مبحث ارائه شده در کلاس، روش‌های مختلف در این مبحث جهت کاهش توان مصرفی آموزش داده می‌شود.
۳. با انتخاب موضوع پروژه بر اساس روش‌های توان پائین، دانشجویان به مطالعه موردی آخرین روش‌های طرح‌های کم پائین که در مجلات معتبر علمی ارائه شده است و برخی از آنها در دنیای واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرند می‌پردازند تا علاوه بر مطالب پایه‌ای، با روش‌های روز دنیا نیز آشنا شوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. A. Sarkar, S. De, M. Chanda, C. K. Sarkar, Low Power VLSI Design Fundamentals, De Gruyter Oldenbourg, 2016.
2. J. Rabaey, Low-Power Design Essentials, Springer, 2009.
3. Piguat, Low-Power CMOS Circuits, Taylor & Francis, 2006.
4. Jan M. Rabaey, Anantha Chandrakasan, Borivoje Nikolic, Digital Integrated Circuits, Pearson Education Inc., 2003.
5. S. Jain, L. Lin, and M.B. Alioto, Adaptive Digital Circuits for Power-Performance Range beyond Wide Voltage Scaling. Springer, 2020.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: محاسبات کامپیوتری		
نوع درس و واحد	Computer Arithmetic	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی		دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> موزه است	مرتبط با آمایش /مأموریت <input type="checkbox"/> موزه نیست	وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

۱. آشنایی با سیستم‌های نمایش مختلف اعداد
۲. آشنایی با انواع مدارهای محاسباتی (جمع کننده/تفریق کننده/ضرب کننده/تقسیم کننده)

اهداف ویژه:

- دانشجویان پس از گذراندن این درس قادر خواهند بود که
۱. روش‌های سنتی و غیر سنتی نمایش اعداد را بشناسند و به کار بگیرند،
 ۲. انواع مدارهای محاسباتی شامل جمع کننده، تفریق کننده، ضرب کننده و تقسیم کننده را تحلیل و طراحی کنند،
 ۳. با روش‌های تسریع مدارهای محاسباتی آشنا شوند،
 ۴. با استاندارد IEEE برای سیستم نمایش اعداد ممیز شناور آشنا شده و آن را به کار ببرند،

پ) سرفصل‌ها:

۱. سیستم نمایش اعداد
۲. مدارهای جمع کننده‌ی دو ابرندی
۳. مدارهای جمع کننده‌ی چند ابرندی
۴. مدارهای ضرب کننده
۵. مدارهای تقسیم کننده
۶. سیستم نمایش اعداد ممیز شناور

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- در طول ترم ۵ سری تکلیف دستی از مطالب درسی در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد.
- هم‌چنین در طول ترم چند تمرین کامپیوتری (پیاده‌سازی مدارهای محاسباتی در سطوح مختلف) برای دانشجویان مشخص می‌شود.
- در پایان این درس هر یک از دانشجویان باید یک کاربرد عملی از محاسبات کامپیوتری در شاخه‌های مختلف را انتخاب کرده و به صورت سمینار برای سایر دانشجویان ارائه کنند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه‌ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Milos D. Ercegovic , Tomas Lang, Digital Arithmetic, Morgan Kaufmann Publishers, 2004.
2. I. Koren, Computer Arithmetic Algorithms, A.K. Peters, 2002.
3. B. Parhami, Computer Arithmetic: Algorithms and Hardware Design, Oxford University Press, 2000.
4. Mi Lu, Arithmetic and Logic in Computer Systems, John Wiley & Sons, 2004.
5. Kai Hwang, Computer Arithmetic, John Wiley & Sons, 1979.
6. Slawomir Grys, "Computer Arithmetic in Practice", CRC Press, 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: درستی سنجی صوری و عیب‌یابی در سیستم‌های دیجیتال		
نوع درس و واحد	Formal Verification and Debugging of Digital Systems	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		درس پیش‌نیاز:
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		درس هم‌نیاز:
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>	۳	
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- ۱- آشنایی با روش‌های درستی سنجی صوری (Formal Verification) مدارهای دیجیتال
- ۲- آشنایی با روش‌های عیب‌یابی (Debugging) و تصحیح (Correction) اتوماتیک مدارهای دیجیتال

اهداف ویژه:

۱. آشنایی با فرم‌های کانونیکال جهت نمایش مدارهای دیجیتال بطور خاص دیاگرام‌های تصمیم‌گیری (Decision Diagrams) در سطوح مختلف
۲. آشنایی با مسایل مختلف SAT و نحوه کارکرد SAT Solver
۳. آشنایی با زبان‌های توصیف ویژگی‌ها مانند CTL و همچنین آشنایی با روش‌های چک‌کردن ویژگی‌ها (Property Checking) و برابری (Equivalence Checking)
۴. آشنایی با روش‌های عیب‌یابی و تصحیح اتوماتیک مدارهای دیجیتال قبل و بعد از ساخت (Pre- and Post-silicon Debug)

پ) سرفصل‌ها:

۱. دیاگرام‌های تصمیم‌گیری دودویی (Binary Decision Diagrams)
۲. دیاگرام‌های تصمیم‌گیری سطح کلمه (Word Level Decision Diagrams)
۳. تبیین مساله صدق‌پذیری (Satisfiability) و نحوه کارکرد SAT Solver
۴. چک‌کردن برابری (Equivalence Checking) مدارهای ترکیبی و ترتیبی با استفاده از دیاگرام‌های تصمیم‌گیری و SAT Solver
۵. زبان‌های توصیف ویژگی‌ها در سطوح مختلف
۶. چک‌کردن ویژگی‌ها (Property Checking) با تعریف Transition System در مدارهای دیجیتال
۷. روش‌های عیب‌یابی و تصحیح اتوماتیک در سطوح مختلف تجرید (Abstraction Level) با استفاده از دیاگرام‌های تصمیم‌گیری و SAT Solver
۸. عیب‌یابی پس از ساخت (Post-silicon Debug)

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- آموزش تعاملی مبتنی بر بحث گروهی در کلاس با مطرح کردن سوالات و توضیح مباحث در جهت پاسخ‌گویی به سوالات
- مطرح کردن جدیدترین دستاوردهای پژوهشی مرتبط در دنیا و تبیین مشکلات پژوهشی پیش‌رو
- انجام تکالیف دستی (Homeworks) جهت تسلط به مباحث گفته شده سر کلاس
- انجام تکالیف کامپیوتری در قالب سه پروژه جهت تسلط به چگونگی ارتباط بین مباحث مختلف درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

تکالیف دستی (Homeworks)	۱۵ درصد
تکالیف کامپیوتری (Projects)	۲۰ درصد
آزمون میان‌ترم	۳۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه‌ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. A. Biere, M. Heule, H. Maaren and T. Walsh, Handbook of Satisfiability, 2021.
2. B. Murphy, M. Pandey and S. Safarpour, Finding Your Way Through Formal Verification, 2018.
3. S. Ray, Scalable Techniques for Formal Verification, 2010.
4. K. Chang, I. L. Markov and V. Bertacco, Functional Design Errors in Digital Circuits: Diagnosis, Correction and Repair, 2009.
5. C. Baier and J.P. Katoen, Principles of Model Checking, 2008.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: طراحی سیستمهای تحمل پذیر خرابی		
نوع درس و واحد	Fault Tolerant Systems	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input checked="" type="checkbox"/> تخصصی الزامی		دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۳	تعداد واحد:
<input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> موبسه است	۴۸	تعداد ساعت:
<input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> موبسه نیست	وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- ۱- آشنایی با انواع افزونگی ها برای افزایش تحمل پذیری اشکال
- ۲- آشنایی با روش های تحلیل و ارزیابی تحمل پذیری اشکال

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. از افزونگی های سخت افزاری، اطلاعاتی، زمانی و نرم افزاری برای افزایش تحمل پذیری اشکال استفاده کنند،
۲. با استفاده از زنجیر مارکوف سیستم های تحمل پذیر اشکال را تحلیل و ارزیابی کنند،
۳. اثر تغییرات فرآیند ساخت و کهن سالی را بر روی مشخصه های زمانی ترانزیستورها ارزیابی کنند،
۴. تاثیر خطای نرم بر روی عملکرد مدارهای دیجیتال ارزیابی کنند،

پ) سرفصل ها:

۱. تاریخچه سیستم های تحمل پذیر اشکال

۲. انواع افزونگی ها در سیستم های تحمل پذیر اشکال

○ افزونگی سخت افزاری

○ افزونگی داده ای

○ افزونگی نرم افزاری

○ افزونگی زمانی

۳. روش های تحلیل کمی تحمل پذیری اشکال

○ مدارهای سری/موازی و غیر سری-موازی

○ زنجیر مارکوف

۴. شبکه های ارتباطی تحمل پذیری اشکال

۵. خطای نرم

۶. تغییرات فرآیند ساخت

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- در طول ترم ۵ سری تکلیف دستی از مطالب درسی در اختیار دانشجویان قرار می گیرد.
- هم چنین در طول ترم چند تمرین کامپیوتری (مانند تزریق اشکال در مدل وریلاگ یک پردازنده، به دست آوردن شارژ بحرانی گره های یک مدار برای بررسی تاثیر خطای نرم با شبیه سازی PSpice) برای دانشجویان مشخص می شود.
- در پایان این درس هر یک از دانشجویان باید یک کاربرد عملی از روش های تحمل پذیری اشکال در شاخه های مختلف را انتخاب کرده و به صورت سمینار برای سایر دانشجویان ارائه کنند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Israel Koren, C. Mani Krishna, Fault Tolerant Systems, Elsevier Inc., 2022.
2. B. W. Johnson, Design and analysis of Fault-Tolerant Digital Systems, Addison-Wesley, 1989.
3. M. L. Shooman, Reliability of Computer Systems and Networks: Fault Tolerance, Analysis and Design, John-Wiely, 2002.
4. Shubu Mukherjee, Architecture Design for Soft Errors, Elsevier Inc., 2008.
5. Amir Zjajo, Stochastic Process Variation in Deep-Submicron CMOS: Circuits and Algorithms, Springer, 2014.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: مدارهای مجتمع خیلی فشرده پیشرفته		
نوع درس و واحد	Advanced Very Large Scale Integration (Advanced VLSI)	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		درس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		درس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس (صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- دانشجویان با روش‌های طراحی و پیاده‌سازی مدارهای خیلی فشرده دیجیتال مبتنی بر تکنولوژی CMOS در مقیاس زیر میکرون و نانو و نیز چالش‌های طراحی آشنا شده و آنها را در مثال‌های مختلف بکار خواهند بست. با معیارهای طراحی شامل قابلیت اطمینان، هزینه (پیچیدگی یا سطح تراشه)، تأخیر (سرعت)، و توان مصرفی (انرژی) به عنوان پارامترهای مهم طراحی مدارهای مجتمع و روش محاسبه آنها آشنا شده و آنها را در طراحی بهینه انواع مدارهای ترکیبی و ترتیبی در سطوح مختلف مداری، سیستمی، واحد پردازشگر، مسیریابی سیگنال کلاک و خطوط توان بکار خواهند گرفت. آموزش و بکارگیری نرم افزارها و ابزار VHDL, Verilog, Hspice, و Cadence از اهداف این درس است.
- در این درس، اهمیت اینترکانکت‌های درون تراشه و تأثیر آن در پارامترهای طراحی مورد بررسی قرار خواهند گرفت. کلیه روش‌های طراحی سفارشی و روش‌های مبتنی بر ابزارها و نرم‌افزارهای اتوماتیک بحث خواهند شد. طراحی انواع سلول‌های حافظه فرار و غیرفرار، پایا (استاتیک) و پویا (دینامیک) تا ساختارهای بسیار حجیم و بزرگ حافظه‌ها است. دانشجویان با طراحی لی‌اوت آشنا شده و در مدارهای ساده و پیچیده، مهارت آن را بدست خواهند آورد.

اهداف ویژه:

- در پایان این درس، دانشجویان تحلیل، طراحی، بهینه‌سازی، پیاده‌سازی و تکنیک‌های طراحی لی‌اوت مدارهای مجتمع فشرده دیجیتال استاتیک و دینامیک را با تسلط بر معیارهای طراحی در موارد زیر خواهند آموخت:
- تنوع جامع از خانواده‌های مدارهای منطقی ترکیبی و مدارهای منطقی ترتیبی، بر اساس معیارهای طراحی شامل قابلیت اطمینان، هزینه (سطح تراشه، پیچیدگی، کارایی (تأخیر یا سرعت)، و انرژی
 - انواع بلوک‌های سازنده واحدهای محاسباتی شامل جمع‌کننده‌ها، ضرب‌کننده‌ها، انتقال دهنده‌ها تا مدارهای جانبی، انواع متدولوژی‌های طراحی و پیاده‌سازی سفارشی و اتوماتیک،
 - انواع حافظه‌های بر تراشه، حافظه‌های تراشه تنها، زمانبندی‌ها، محاسبات سرعت و انرژی مصرفی،
 - تأثیر اینترکانکت‌ها، یک پارچگی سیگنال، مسیریابی کلاک و توان، و بسته‌بندی packaging در ملاحظات طراحی،

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر مدارهای مجتمع فشرده دیجیتال VLSI:

- تاریخچه تحول و توسعه مدارهای مدارهای مجتمع از معرفی اولین ترانزیستور تا مدارهای مجتمع سطح ویفر، موضوعات و مسائل طراحی مدارهای مجتمع، معیارهای طراحی (قابلیت اطمینان، هزینه و پیچیدگی، تأخیر یا سرعت، انرژی مصرفی)، چشم‌انداز آتی برای مدارهای مجتمع فشرده شامل فناوری‌های نوظهور، نانو الکترونیک، تکنولوژی 3D-VLSI، و مقیاس‌دهی تکنولوژی ساخت.
۲. فرآیند ساخت مدارهای مجتمع CMOS مقیاس نانو، بسته‌بندی packaging، و طراحی لی‌اوت: فرآیند ساخت مدارهای مجتمع CMOS در مقیاس نانو، قواعد طراحی لی‌اوت، چشم‌انداز و روندهای نوظهور در فرآیند تکنولوژی
۳. مقیاس‌دهی تکنولوژی: روند مقیاس‌دهی تا کوچکترین مشخصه ابعاد، تأثیر مقیاس‌دهی تکنولوژی در معیارهای طراحی، تأثیر مقیاس‌دهی تکنولوژی در روندهای جدید طراحی VLSI تا نانو CMOS و نانو الکترونیک، تأثیر مقیاس‌دهی در انواع پراسسورها، حافظه‌ها، پردازنده‌های بسیار سریع،
۴. افزاره (بررسی مختصر): مروری بر فیزیک عملکرد و روابط ترانزیستور MOSFET با تأکید بر ترانزیستورهای کانال کوتاه در ابعاد نانو، اثرات ثانویه در مشخصات ترانزیستور با ابعاد نانو، ترانزیستور در زیر آستانه.
۵. اتصالات میانی: معرفی جایگاه اینترکانکت‌ها در روند تحول و توسعه مدارهای مجتمع VLSI، تأثیر مقیاس‌دهی در اینترکانکت‌ها، پارامترها و پارازیتیکی‌های اتصالات میانی، مقاومت خازن و اندوکتانس، مدل‌های الکتریکی، مدل تأخیر و پاسخ خروجی، یک پارچگی سیگنال، نگاهی به تکنولوژی‌های آینده اتصالات میانی.
۶. معکوس‌کننده CMOS: معکوس‌کننده پایای CMOS در ابعاد نانو، چشم‌انداز شهودی، بررسی سبب‌بودن اینورتر CMOS و رفتار پایای آن. کارایی اینورتر شامل: رفتار پویا، توان و انرژی مصرفی، بررسی تأثیر مقیاس‌دهی در معیارهای ارزیابی و عملکردی معکوس‌کننده.
۷. طراحی گیت‌ها با منطق ترکیبی (Combinational) در CMOS: مقدمه‌ای بر مدارهای منطقی ترکیبی، طراحی مدارهای ساده و پیچیده CMOS و انواع خانواده‌های مختلف مبتنی بر طراحی پایا Static و پویا Dynamic.
۸. طراحی گیت‌ها با منطق ترتیبی (Sequential): مبانی و تعاریف مدارهای ترتیبی و عنصر عنصر پایه حافظه، طراحی انواع مدارهای لچ و رجیسترها مبتنی بر مبانی پایا و پویا، سبک‌های نوآورانه در طراحی رجیسترها، مسائل و چالش‌های مرتبط با رجیسترها. رویکرد پایلین کردن، استفاده از روش پایلین کردن برای بهینه‌سازی، طراحی مدارهای ترتیبی پیچیده و سبک‌های بزرگ، مسیریابی کلاک و خطوط توان.
۹. متدولوژی طراحی و پیاده‌سازی مدارهای دیجیتال بسیار فشرده: روش‌های طراحی سفارشی Custom Design، روش‌های طراحی مبتنی بر استفاده از نرم‌افزارها و ابزار طراحی اتوماتیک (نیمه سفارشی، طراحی مبتنی بر FPGA، ساختارهای مختلف طراحی مبتنی بر FPGA).
۱۰. طراحی بلوک‌های سازنده واحدهای محاسباتی: مقدمه‌ای بر ساختار و واحدهای سازنده پراسسورها، مسیر داده در معماری پردازنده‌های دیجیتال، روش‌های طراحی جمع‌کننده‌ها با رویکرد مداری و سیستمی، روش‌های طراحی ضرب‌کننده‌ها، روش‌های طراحی انتقال‌دهنده‌ها و سایر عملگرهای محاسباتی. روش‌های طراحی توان کم: معرفی انواع روش‌ها در سطوح طراحی و عملکردی، مصالحه توان و سرعت در ساختارهای مسیر داده.
۱۱. طراحی حافظه و ساختارهای آرایه‌ای: مقدمه‌ای بر حافظه‌های سطح تراشه و حافظه‌های تنها، ساختار حافظه و مدارهای جانبی، ساختار و روش‌های طراحی انواع حافظه‌های ROM, EPROM, EEPROM و محاسبه تأخیر (سرعت) در آنها. معرفی انواع حافظه‌های Static و حافظه‌های Dynamic، قابلیت اعتماد حافظه‌ها، محاسبات، طراحی مدارهای حسگر برای حافظه‌ها، مطالعه موردی در طراحی حافظه، روندها و تحولات جدید در حافظه نیمه‌هادی.

(ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و استفاده بهینه از زمان،
- به‌روز نگهداشتن محتوای درس بر اساس پیشرفت دانش نظری مرتبط با درس،
- استفاده از نوشتن بر روی وایت‌برد در توضیح و تشریح روابط و مفاهیم اصلی،
- پیش مطالعه درس توسط دانشجویان با توجه به اسلایدها و مستندات که از قبل در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد.
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگهداشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجو،

- دادن تکالیف درسی، تمرین‌های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت‌های تخصصی.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین‌های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان ترم: ۶۵ درصد

آزمون پایان ترم: ۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم‌افزارهای Verilog، VHDL، Cadence، Hspice برای انجام تکالیف کامپیوتری

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. R. Jacob Baker , CMOS: Circuit Design, Layout, and Simulation (IEEE Press Series), Wiley-IEEE Press on Microelectronic Systems, 2019,
2. Neil H.E. Weste, D. Harris, CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective, Addison Wesley, 2011.
3. J.M. Rabaey , Digital Integrated Circuits: A Design Perspective, Prentice Hall, 2003.
4. Shojiro Asai , VLSI Design and Test for Systems Dependability, Springer, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: ابزار دقیق پزشکی		
نوع درس و واحد	Biomedical Instrumentation	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتب با مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

۱. مطالعه سیستم‌ها و تکنولوژی‌های به کار رفته در ابزارهای دقیق پزشکی با رویکرد طراحی و ساخت ابزارهای دقیق پزشکی
۲. معرفی سیستم‌های حسگری، ارزیابی و ثبت اطلاعات بیولوژیکی از بدن انسان

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:
۱. قادر خواهند بود نحوه اندازه‌گیری‌های پزشکی را توضیح دهند.
 ۲. قادر خواهند بود مدارهای الکترونیکی پزشکی را طراحی و تست کنند.
 ۳. منشأ پتانسیل‌های زیستی را می‌دانند.
 ۴. حسگرها، مبدل‌ها و الکترودهای زیستی مورد استفاده برای استخراج سیگنال‌های بیولوژیکی را می‌شناسند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه و مبانی ابزار دقیق
۲. منشأ پتانسیل‌های حیاتی
۳. معرفی پتانسیل‌های حیاتی کلینیکی ECG، EEG، EMG، EOG، ERG، ENG و کاربردهای مختلف آن‌ها
۴. حسگرها و مبدل‌های پارامترهای حیاتی مختلف
۵. اندازه‌گیری نوری
۶. انواع الکترودهای ثبت پتانسیل‌های حیاتی
۷. تقویت‌کننده‌های عملیاتی و مدارهای معمول در ابزارهای دقیق پزشکی
۸. مثال‌های کاربردی مختلف از سیستم‌های ابزار دقیق پزشکی
۹. معرفی برخی ابزارهای دقیق در تصویربرداری پزشکی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تکلیف از مباحث درس

- دانشجویان باید یک پروژه سخت‌افزاری انجام دهند و در آن سیستمی مربوط به ثبت و پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی و یا تشخیص پزشکی را طراحی و پیاده‌سازی کنند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه‌ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. J. G. Webster, Medical Instrumentation: Application and Design, Wiley, 2009.
2. J. D Enderle and J. D. Bronzino, Introduction to Biomedical Engineering, Academic Press, 2012.
3. R. Aston, Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement, Merrill Pub. Co, 2002.
4. Sudip Paul, Angana Saikia, Vinayak Majhi, Vinay Kumar Pandey, Introduction to Biomedical Instrumentation and Its Applications, Elsevier, 2022

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: اینترکانکت‌ها و یکپارچگی سیگنال در مدارهای VLSI و نانو سیستم‌ها		
نوع درس و واحد	Interconnects and Nano Wires in VLSI Circuits and Nano Systems	
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	عنوان درس به انگلیسی:	
تخصصی الزامی <input checked="" type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	درس پیش نیاز:	
تخصصی اختیاری <input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳	درس هم‌نیاز:
پروژه/ رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
مهارتی-اشتغال پذیری <input type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت/آمایش موسسه است <input type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)	

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

از بهترین اهداف درس موارد زیر را می توان نام برد:

۱. ایجاد شناخت جامعی از جایگاه، اهمیت، و کارایی اینترکانکت‌ها (اتصالات میانی) در مدارهای مجتمع، سیستم های الکترونیکی و بوردهای مدارچاپی با روند کوچک شدن تکنولوژی تا مقیاس نانو. بررسی آثار اتصالات میانی/سیم ها در عملکرد، کارایی، توان مصرفی و قابلیت اطمینان مدارهای مجتمع، و سیستم های الکترونیکی و بوردهای مدارچاپی، بررسی اثرات پارازیتیکی اتصالات میانی و روشهای مدلسازی آنها، بررسی و تحلیل یکپارچگی سیگنال و توان و خطاهای ناشی از اتصالات میانی و سیم ها، تحلیل تاخیر انتشار و روش های مدل سازی و کاهش آن، بررسی نویز هم شنوایی و روشهای مدلسازی و کاهش آن،

۲. بررسی رفتار و مدلسازی سیمها در سطح سیستم و بوردهای مدارچاپی PCB، کمی سازی خطا و آسیب پذیری الکترومغناطیسی سیستمهای الکترونیکی ناشی از اثر امواج و مسیریابی روی برد، سازگاری و تداخل الکترومغناطیسی EMC/EMI در PCB ها، معرفی تکنولوژیهای جایگزین برای ساختار مدارات مجتمع و سیم بندی در آنها نظیر ساختار 3D، بررسی نانو سیمها و نانولوله های کربنی به عنوان جایگزین برای اتصالات میانی، بررسی تاخیر انتشار و نویز همشنوایی در نانولوله های کربنی، نانو نوارهای گرافینی، و مدل سازی مداری آنها.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. بینش علمی و دقیق از جایگاه و اهمیت اینترکانکت‌ها (اتصالات میانی) و یکپارچگی سیگنال در دو سطح مدار مجتمع و سیستم‌های همگن و غیرهمگن، و توانایی بکارگیری نرم افزارهای ADS، HSPICE برای شبیه سازی و تحلیل اتصالات میانی بدست می آورند.
۲. درک مفاهیم و نحوه محاسبه پارامترها (پارازیتیکی) اینترکانکت‌ها، یادگیری روش های مدل سازی اتصالات میانی و نحوه بکارگیری آنها، مفهوم تأخیر و نایقینی تأخیر و مدل سازی آن، مفاهیم همشنوایی و توان مصرفی و مدل سازی آنها، روشهای کارآمد برای کاهش هم شنوایی و توان مصرفی،
۳. آشنایی به بسته بندی انواع مدارهای مجتمع و اثر آنها در یکپارچگی سیگنال نظیر تأخیر، توان مصرفی و قابلیت اعتماد، و ایجاد توانایی تحلیل سازگاری/تداخل الکترومغناطیسی در بوردهای مدارچاپی، طراحی برد مقاوم و چالشهای آن، آسیب پذیری سیستم‌های الکترونیکی،
۴. آشنایی با فناوری نانو الکترونیک، رژیم انتقال الکترون و هدایت، نانو سیم‌ها و انواع نانولوله های کربنی به عنوان تکنولوژی های جدید اتصالات میانی مدارات مجتمع و روش های مدل سازی آنها و مدل سازی نویز هم شنوایی.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر فناوری‌های ساخت سیستم‌های مدار مجتمع VLSI زیر میکرون تا نانو سیستم‌ها، انواع اینترکانکت‌ها در مدارهای مجتمع، بسته‌بندی مدارهای مجتمع، نگاه کلی بر جایگاه اتصالات میانی/سیم‌ها در مدارات مجتمع، سیستم‌های الکترونیکی و بوردهای مدار چاپی و نقش آنها در عملکرد یک سیستم
۲. اینترکانکت‌ها و مساله‌ی مقیاس شدن Scaling و آثار ناشی از آن از IC تا مجتمع‌سازی همگن و ناهمگن، یک پارچگی سیگنال Signal Integrity، پدیده کوچ الکتریکی Electromigration
۳. انواع پارازیتیکی‌های اتصالات میانی و محاسبه آنها، پدیده‌های مرتبط با اینترکانکت‌ها و مدل‌سازی آنها شامل: تأخیر، نایقینی در تأخیر، روش‌های کاهش تأخیر، تلف توان، نویز هم‌شنوایی و روش‌های کاهش آن، یکپارچگی سیگنال و توان Power/Signal Integrity
۴. تکنیک‌های مدل‌سازی اینترکانکت‌ها، مدل‌های مداری فشرده و گسترده RC، RLC، مدل خط انتقال،
۵. انواع اینترکانکت‌ها و مدل‌های آنها در FPGA، ساختار و مدل‌سازی اینترکانکت‌ها و تأخیر در مدارات مجتمع سه بعدی 3D-VLSI، توابع توزیع اتصالات میانی در مدارات مجتمع دو بعدی و سه بعدی
۶. انواع بسته‌بندی مدارهای مجتمع، مدل‌های IBIS، تداخل الکترومغناطیسی در بوردهای مدار چاپی EMC/EMI، تحلیل آسیب پذیری سیستم‌های الکترونیکی در سطح سیستم و PCB و کمی‌سازی خطا
۷. اینترکانکت‌های نوری Optical Interconnects، اینترکانکت‌ها با ساختارهای بیولوژیکی، معرفی تکنولوژی Low-k و نقش آن در تأخیر و نویز هم‌شنوایی اتصالات میانی.
۸. انواع نانوسیم‌ها Nano Wires، مکانیزهای پراکندگی الکترون در نانو سیم‌ها، مقایسه عملکرد اتصالات میانی متداول مسی با نانوسیم‌ها
۹. معرفی نانو لوله‌های کربنی CNT (Carbon Nano Tubes) و انواع آنها، اشاره‌ای بر روش‌های ساخت و کاربردهای نانو لوله‌های کربنی، انتقال الکتریکی و هدایت کوانتومی در نانو لوله‌های کربنی
۱۰. مدل‌های مداری فرکانس بالا برای نانو لوله‌های کربنی تک‌دیواره و چند دیواره،
۱۱. مدل‌سازی دسته نانو لوله‌های تک‌دیواره و چند دیواره،

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- استفاده از اسلایدهای درس با توجه به پیچیدگی محتوای درس و لزوم استفاده بهینه از زمان،
- به‌روز نگهداشتن محتوای درس بر اساس پیشرفت دانش نظری مرتبط با درس،
- استفاده از نوشتن بر روی وایت‌برد در توضیح و تشریح روابط و مفاهیم اصلی،
- پیش مطالعه درس توسط دانشجویان با توجه به اسلایدها و مستندات که از قبل در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد.
- پرسش و پاسخ و بحث کلاسی برای هوشیار نگهداشتن، توجه دادن و مشارکت دانشجویان،
- دادن تکالیف درسی، تمرین‌های کامپیوتری و پروژه کوچک درسی برای ایجاد مهارت‌های تخصصی.
- تعداد ۷ تکلیف کامپیوتری به صورت شبیه‌سازیهای کامپیوتری و تحلیل نتایج، پروژه درسی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی: تکالیف منزل، تمرین‌های کامپیوتری، پروژه درسی، و امتحان میان‌ترم: ۷۰ درصد
- آزمون پایان ترم: ۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

– امکانات متداول نظیر ویدئو پروژکتور برای ارائه درس، نرم افزارهای ADS، Hspice برای انجام تکالیف کامپیوتری.

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Samuel H. Russ, Signal Integrity: Applied Electromagnetics and Professional Practice, Springer Nature, 2022.
2. Abhishek Kumar, Suman Lata Tripathi, K. and Srinivasa Rao, Machine Learning Techniques for VLSI Chip Design, Wiley-Scrivener, 2023.
3. Eric Bogatin, Signal and Power Integrity, Pearson, 2018.
4. Hanqiao Zhang, Steven Krooswyk, Jeffrey Ou, High Speed Digital Design: Design of High-Speed Interconnects and Signaling, Morgan Kaufmann, 2015.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: معماری کامپیوتر پیشرفته		
نوع درس و واحد	Advanced Computer Architecture	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	
مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با آموختن / آموختن <input type="checkbox"/> مرتبط با آموختن / آموختن <input checked="" type="checkbox"/>	وضعیت آموختن / آموختن درس (صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>		

موارد دیگر: کارگاه سمینار آزمایشگاه اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی

هدف کلی:

- آشنایی با معماری پردازنده‌های تک هسته‌ای پیشرفته (اجرای خارج از ترتیب، سوپر اسکالر، VLIW، برداری و ...)
- آشنایی با معماری پردازنده‌های چند هسته‌ای و سازگاری / یک پارچگی حافظه

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:
- انواع پردازنده‌های تک هسته‌ای (با قابلیت اجرای خارج از ترتیب، سوپر اسکالر، VLIW، برداری) را پیاده‌سازی کنند.
 - انواع پردازنده‌های چند هسته‌ای را پیاده‌سازی کنند.
 - سیستم حافظه‌ی سازگار و یک پارچه را در پردازنده‌های چند هسته‌ای پیاده‌سازی کنند.

پ) سرفصل‌ها:

- مروری بر معماری مجموعه‌ی دستورات
- مروری بر مفاهیم پایه‌ی پایپ‌لاین (موازی‌سازی در سطح دستورات)
- مروری بر مفاهیم پایه‌ی سلسله‌مراتب حافظه
- پردازنده‌های سوپر اسکالر
- مدیریت اینتراپت و Exception در پردازنده‌های سوپر اسکالر
- پردازنده‌های VLIW
- مفاهیم پیشرفته در سلسله‌مراتب حافظه (مفاهیم پیشرفته در حافظه‌ی نهان، سازگاری و یک پارچگی در سیستم حافظه)
- پردازنده‌های برداری (موازی‌سازی در سطح داده)
- معماری پردازنده‌های چند هسته‌ای و چند نخه (موازی‌سازی در سطح نخ)
- شبکه‌های ارتباطی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- در این درس علاوه بر آشنایی با معماری پردازنده‌های پیشرفته، مثال‌های متعددی از پردازنده‌های تجاری نیز بررسی خواهد شد.
- در این درس تمرین‌های طراحی با زبان توصیف سخت‌افزاری و برنامه‌نویسی مختلفی به دانشجویان داده می‌شود.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت‌های کلاسی ۴۰ درصد
- آزمون میان‌ترم ۲۰ درصد
- آزمون پایان‌ترم ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه‌ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. John L. Hennessy , David A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann, , 2019.
2. William Stallings, Computer Organization and Architecture: Designing for Performance, Pearson Pub., 2015.
3. Jurij Silc, Borut Robic, Theo Ungerer, Processor Architecture from Dataflow to Superscalar and Beyond, Springer, 1999.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: شبکه عصبی و یادگیری عمیق		
نوع درس و واحد	Neural Networks and Deep Learning	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		درس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		درس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژه/ رساله / پایان نامه	<input checked="" type="checkbox"/> تخصصی اختیاری	تعداد واحد:
<input checked="" type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری		تعداد ساعت:
مرتبط با آموزش /مأموریت <input checked="" type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آموزش /مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی با مبانی شبکه های عصبی مصنوعی و مباحث یادگیری عمیق و کاربردهای آنها در مسایل طبقه بندی، رگرسیون، شبکه های حافظه، و شبکه های مبتنی بر طراحی مکانیزم

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:
۱. با مفاهیم و تعاریف شبکه های عصبی آشنا خواهند شد
 ۲. با طراحی و بکارگیری شبکه های عصبی کلاسیک متنوعی با هدف بکارگیری در مسایل طبقه بندی و رگرسیون، شبکه های حافظه محور و یادگیریهای مبتنی بر طراحی مکانیزم، آشنا خواهند شد
 ۳. جهت استخراج ویژگیهای موثر با خود رمز کننده ها و ماشین بولتزمن محدود آشنا خواهند شد
 ۴. با مفاهیم و تعاریف مربوط به یادگیری عمیق در کاربردهای طبقه بندی، شبکه های حافظه و شبکه های مولد و انواع آنها آشنا خواهند شد. بخصوص معماری، نحوه عملکرد و روشهای یادگیری شبکه های کانولوشنال، شبکه ای بازگشتی و شبکه ای مولد تنازعی مورد بحث قرار خواهد گرفت.

پ) سرفصل ها:

۱. مقدمه ای بر شبکه های عصبی
۲. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل طبقه بندی و رگرسیون
۳. آشنایی با شبکه ای چند لایه پرسپترون، خود رمز کننده ها و ماشین بولتزمن محدود
۴. آشنایی با شبکه های باور عمیق و کانولوشنال و تکنیک های یادگیری و معماریهای مطرح آنها
۵. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل یادگیری الگو
۶. آشنایی با شبکه های بازگشتی و توسعه های مختلف آنها
۷. آشنایی با برخی شبکه های عصبی ساده در مسائل رقابتی

۸. آشنایی با شبکه ای مولد تنازعی و نوع یادگیری و خانواده بزرگ آنها

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- متناظر با هر بخش درس یک سری داده خواهد شد. حل تمرینات در یادگیری مباحث درس و کسب توانایی در بکارگیری شبکه های عصبی در مباحث کاربردی موثر است. تمرینها شامل برخی سوالاتی تحلیلی و مفهومی و برخی سوالات شبیه سازی می باشند.
- علاوه بر تمرین ها ، برای ارزیابی توانایی دانشجویان در اعمال آموخته های این درس در کاربردهای مختلف، چهار مینی پروژه مختلف که با شبکه های یادگیری عمیق انجام می گیرند، در نظر گرفته شده است.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۶۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۳۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. L. Fausett, Fundamentals of Neural Networks, Pearson, 1993.
2. Goodfellow, Y. Bengio and A. Courville , Deep Learning, An MIT Press book, 2016.
3. Convolutional Neural Network(UFLDL Tutorial)/available online at July 2016:
<http://ufldl.stanford.edu/tutorial/supervised/ConvolutionalNeuralNetwork/>
4. Convolutional Neural Networks (LeNet)/ available online at July 2016: <http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html>
5. L. Alzubaidi,, J. Zhang, A. J. Humaidi, A. Al-Dujaili, Y. Duan, O. Al-Shamma, J. Santamaría, M.A. Fadhel, M. Al-Amidie,L. Farhan, Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future direction, Journal of Big Data, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری عمیق با کاربردها		
نوع درس و واحد	Deep Learning with Applications	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	
مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با آموزش/مأموریت <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت/آمایش <input checked="" type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه نیست <input type="checkbox"/> موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- آشنایی دانشجویان با ساختارهای نوین در یادگیری عمیق با نگاه به کاربردهایشان در بینایی ماشین و پردازش صوت

اهداف ویژه:

دانشجویان در پایان درس قابلیت های زیر را دارا خواهند بود:

۱. با انواع مدل های عمیق مثل شبکه های کانولوشنی، شبکه های بازگشتی و شبکه های ترانسفورمر آشنا میشوند
۲. با دید شبکه های عمیق بعنوان یک گراف محاسباتی پارامتری و بهینه کردن پارامترهای گراف با تعریف تابع هزینه مناسب آشنا میشوند
۳. با مدل اینکدر-دیکدر و همچنین تابع هزینه سی-تی-سی برای مدلسازی دنباله آشنا میشوند.
۴. با کاربردهای مختلفی مثل مکان یابی اشیاء، ترجمه ماشینی و تبدیل گفتار به متن آشنا میشوند.

پ) سرفصل ها:

۱. شبکه های عصبی
 - ساختارهای ابتدایی برای طبقه بندی
 - آموزش شبکه های عصبی
۲. شبکه های عصبی کانولوشنی و ساختارهای نوین آن
۳. مدل های مکان یابی اشیاء
۴. شبکه های عصبی به عنوان تخمین زنده توزیع چگالی شرطی
۵. شبکه های چگالی مخلوط
۶. شبکه های عصبی بازگشتی و مکانیزم توجه
۷. مدل های اینکدر-دیکدر در ترجمه ماشینی
۸. مدل های ترانسفورمری
۹. مدل های زبانی و کاربردهای پردازش زبان طبیعی
۱۰. تبدیل گفتار به متن بوسیله لاس سی-تی-سی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ تا ۵ تمرین
- یک پروژه امتیازی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال	۷۵ درصد
آزمون پایان نیم سال	۲۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Christopher M. Bishop, Hugh Bishop, Deep Learning: Foundations and Concepts. Springer, 2023.
2. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, Deep Learning. The MIT Press, 2016.
3. Alex Graves, Supervised Sequence Labelling with Recurrent Neural Networks. Springer, 2012.
4. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics). Springer-Verlag, 2006.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی:		چند پردازنده های روی تراشه	
عنوان درس به انگلیسی:	Chip Multiprocessors	نوع درس و واحد	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	مرتبط با آمایش /مأموریت	مرتبط با آمایش /مأموریت
وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		موسسه نیست <input type="checkbox"/>	موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

این درس به بررسی متدهای نوین در معماری کامپیوتر برای طراحی پردازنده‌ها و حافظه‌ها در سیستم‌های کامپیوتری امروزی می‌پردازد. سیلابس این درس، که هدف آن شناساندن آخرین اطلاعات و پیشرفت‌های معماری کامپیوتر به دانشجویان است، بر اساس جهت گیری‌های (trend) جدید در بخش‌های پژوهشی و صنعتی مرتبط با معماری کامپیوتر تنظیم شده است. مهم ترین این مبحث‌ها در حال حاضر، شتابدهی سخت افزاری کاربردهای هوش مصنوعی و فناوری‌های نوین حافظه است. منبع بسیاری از مباحث درس، چهار کنفرانس اصلی رشته معماری کامپیوتر (ISCA)، MICRO، ASPLOS، و (HPCA)، ژورنال اصلی معماری کامپیوتر (IEEE Micro)، و کنفرانس اصلی ساخت و تولید سیستم‌های دیجیتال (ISSCC) می‌باشد. به علاوه، برای بسیاری از مباحث درس مثال‌هایی از پردازنده‌های مدرن از شرکت‌هایی مانند Intel، AMD، nVidia، ARM، IBM، و SUN ارائه می‌شود.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود -1در جریان آخرین پیشرفت‌ها و نیز موضوعات پژوهش جدید در زمینه معماری کامپیوتر و پردازش موازی قرار گیرند -2دانش خوبی درباره معماری پردازنده‌های مدرن، حافظه، و مدارات و سیستم‌های جانبی متداول داشته باشند -3چالش‌ها و آخرین پیشرفت‌ها در زمینه طراحی و ساخت پردازنده‌های چند هسته‌ای و بسیار هسته‌ای را بشناسند.

پ) سرفصل‌ها:

- ۱- معرفی روند تکنولوژی ساخت پردازنده‌ها
- ۲- بررسی چالش‌های معماری کامپیوتر در تکنولوژی‌های جدید و دلایل ظهور پردازنده‌های چند هسته‌ای
- ۳- مشکلات توان و دما و حافظه در پردازنده‌های چند هسته‌ای و مشکل سیلیکون تاریک
- ۴- شتابدهنده‌های سخت افزاری و پردازنده‌های با معماری ناهمگن
- ۵- نمونه‌های صنعتی پردازنده‌های ناهمگن
- ۶- یادگیری عمیق و شتابدهی سخت افزاری شبکه‌های عصبی
- ۷- روش‌های نوین و شتابدهی سخت افزاری یادگیری عمیق و پردازنده‌های تحاری شتابدهنده شبکه‌های عصبی
- ۸- حافظه‌های مدرن و پردازش در حافظه
- ۹- حافظه نهان و مدیریت آن در پردازنده‌های چند هسته‌ای

- ۱۰- همسان سازی حافظه نهان و نمونه های صنعتی حافظه نهان و همسان سازی
- ۱۱- مباحث پیشرفته در چند نخه و نمونه های صنعتی چند نخه پردازنده های مدرن

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- تمرینات پژوهش محور (خواندن مقاله و ارائه گزارش، بررسی برخی ویژگیهای پردازنده های مدرن و ارائه گزارش)
- انجام شبیه سازی برای بررسی ویژگی های پردازنده های چند هسته ای
- یک پروژه نهایی. در این پروژه باید یک پیاده سازی یک شتابدهنده برای شبکه های عصبی ساخته و ارزیابی شود

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

- فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۶۰ درصد
- آزمون پایان نیم سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

۱. مجموعه ای از مقالات اخیر در زمینه های مرتبط به عنوان یکی از مراجع اصلی درس استفاده می شود
2. M. Daneshtalab, Modarressi, Hardware Architectures for Dep Learning, IET Publishers, 2020.
3. Daichi Fujiki, Xiaowei Wang, Arun Subramaniyan, Reetuparna Das, Synthesis Lectures on Computer Architecture: In-/Near-Memory Computing, Morgan and Claypool Publishers, 2022.
4. D. J. Sorin, M. D. Hill, D. Wood, Synthesis Lectures on Computer Architecture: A Primer on Memory Consistency and Cache Coherency, Morgan and Claypool Publishers, 2022.
5. Ali R. Hurson, Hamid Sarbazi-Azad, Dark Silicon and Future On-chip Systems, Elsevier Publishers, 2018.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: محاسبات کوانتومی		
نوع درس و واحد	Quantum Computing	عنوان درس به انگلیسی:
<input type="checkbox"/> پایه <input checked="" type="checkbox"/> نظری		دروس پیش نیاز:
<input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/> تخصصی الزامی		دروس هم نیاز:
<input type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/> پروژ/ رساله / پایان نامه	۳	تعداد واحد:
<input checked="" type="checkbox"/> مهارتی-اشتغال پذیری	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با مأموریت /آمایش <input checked="" type="checkbox"/> موسسه است	مرتبط با آمایش /مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست	وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- کامپیوترهای کوانتومی می توانند مسائلی مثل شکستن سیستم های رمز را سریع تر از کامپیوترهای سنتی حل کنند. در این درس، مدل محاسبات کوانتومی و روش های حل مسئله با این مدل بررسی می شوند.

اهداف ویژه:

- ۱- آشنایی با مبانی فیزیک مدرن و خصوصاً مکانیک کوانتومی؛ آشنایی با مبانی جبر خطی
- ۲- مهارت یافتن در استفاده از نرم افزار QISKIT که از پکیج های Python میباشد
- ۳- آشنایی با پروتکل های ارتباطات کوانتومی
- ۴- شناخت الگوریتم های مهم در محاسبات کوانتومی

پ) سرفصل ها:

۱. مقدمات: آشنایی با مفاهیم پایه در محاسبات کوانتومی، کاربردهای محاسبات کوانتومی، آینده ی سامانه های کوانتومی و محدودیت فعلی سامانه های کوانتومی
۲. محاسبات برگشت پذیر: گیت های برگشت پذیر، گیت های CNOT، TOFOLI، FREDKIN، MKG و HNG
۳. ریاضیات مکانیک کوانتومی: تعریف ریاضی-کوانتومی اطلاعات، اعداد مرکب، اعداد اول، تبدیل فوریه کوانتومی، ماتریس های پاولی، ضرب تنسورها، نماد دیراک، کت و براکت
۴. محاسبات کوانتومی: مبانی محاسبات کوانتومی، فضای هیلبرت، ادوات کوانتومی، کیوبیت، رجیسترهای کوانتومی، مدارهای کوانتومی، روش های طراحی مدارهای کوانتومی، طراحی خودکار مدارهای کوانتومی، مسأله داچ-جوزا، الگوریتم شور، سنتز مدارهای کوانتومی، طراحی فیزیکی مدارهای کوانتومی
۵. رمزنگاری کوانتومی: رمزنگاری RSA، الگوریتم های رمزنگاری کوانتومی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۲ تا ۴ تکلیف دستی

- ۴ پروژه کامپیوتری در طول ترم در زمینه‌های طراحی مدارها و الگوریتم‌های کوانتومی

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه‌ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Michael Nielsen, Isaac Chuang, Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press. 2011.
2. David McMahon, Quantum Computing Explained. John Wiley, 2008.
3. Jack Hidary, Quantum Computing: An Applied Approach, Springer, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: اولتراسوند پزشکی		
Medical Ultrasound	عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد	دروس پیش نیاز:	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>
	دروس هم نیاز:	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>
	تعداد واحد:	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
	تعداد ساعت:	پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>
		مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	مرتبط با آمایش/مأموریت	مرتبط با مأموریت/آمایش
	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

هدف از این درس:

۱. مطالعه و یادگیری فیزیک اولتراسوند (فراصوت) است
۲. یادگیری نحوه استفاده از فراصوت در کاربردهای کلینیکی بعنوان یک ابزار دقیق پزشکی است.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. مبانی فیزیک امواج فراصوت را توضیح دهند و نحوه انتشار موج فراصوت در بافت و انواع آن را بیان کنند.
۲. اجزای مختلف مبدل‌های فراصوتی و انواع الگوهای اشعه را شرح دهند.
۳. پیکربندی انواع تصویربرداری فراصوت را توضیح دهند و تفاوت آن‌ها را بیان کنند.
۴. مبانی فیزیکی تصویربرداری داپلر و سخت‌افزار آن را توضیح دهند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. مقدمه‌ای بر فراصوت
۲. مبانی امواج و معادلات مرتبط با آن
۳. امپدانس، توان و شدت روشنایی فراصوت
۴. مبدل‌ها، الگوی پرتو و رزولوشن
۵. تحریک پالسی و رزولوشن محوری
۶. ویژگی‌های اکوستیکی بافت بیولوژیکی
۷. پیکربندی تصویربرداری تشخیصی
۸. داپلر و دیگر جریان‌سنج‌های فراصوتی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۴ یا ۵ تکلیف از مباحث درس

- یک پروژه کوچک که با عنوان تمرین عملی تعریف شده است و در آن دانشجویان تصاویر اولتراسوند حاصل از فانتوم و داده واقعی را مورد پردازش و تحلیل قرار می دهند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Douglas A. Christensen, Ultrasonic bioinstrumentation, John Wiley & Sons, 1998
2. Peter Fish, Physics and Instrumentation of Diagnostic Medical Ultrasound, , John Wiley & Sons, 1990
3. W.R. Hedrick, D.L. Hykes, D.E. Starchman, Ultrasound Physics and Instrumentation, Mosby, 1995
4. F.A.Duck, A.C. Baker, H.C. Starritt, Ultrasound in Medicine, IOP Publishing, 1998
5. Susannah J. Patey, James P. Corcoran, Physics of ultrasound, Elsevier, 2023

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: یادگیری ماشین		Machine Learning	
عنوان درس به انگلیسی:		دروس پیش نیاز:	
دروس هم نیاز:		دروس هم نیاز:	
تعداد واحد:	۳	تعداد واحد:	
تعداد ساعت:	۴۸	تعداد ساعت:	
وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		
نوع درس و واحد	پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>	تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>
	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	مربط با آمایش/مأموریت <input type="checkbox"/>	مربط با آمایش/مأموریت <input type="checkbox"/>
	موسسه نیست <input type="checkbox"/>	موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>	موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- هدف این درس بررسی قضایا، اصول و الگوریتم های یادگیری ماشین جهت ساختن سیستم طبقه بندی است که از تجارب و داده های گذشته یادگیری داشته باشد. در این درس، مفاهیم مدل های آماری تابع توزیع به صورت پارامتری و ناپارامتری، تصمیم گیری و یادگیری آماری مورد بحث قرار می گیرد. به صورت ویژه تمرکز این درس روی طبقه بندی، انتخاب ویژگی، طبقه بندی های شبکه عصبی و تخمین آماری تابع توزیع می باشد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. یادگیری مفاهیم اصلی باز شناخت الگو و یادگیری ماشین
۲. طراحی و پیاده سازی روش های طبقه بندی مهم
۳. پیاده سازی الگوریتم ها و قضایای باز شناخت الگو در حوزه های کاری دانشجویان

پ) سرفصل ها:

۱. معرفی و آشنایی با مفاهیم باز شناخت الگو
۲. باز شناخت آماری الگو
۳. استخراج و ترکیب ویژگی ها
۴. طبقه بندی های خطی
۵. ماشین بردار پشتیبان
۶. شبکه عصبی مصنوعی جهت طبقه بندی
۷. خوشه بندی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۵ تا ۷ تکلیف

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۵۵ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۵ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, Pattern Classification. Wiley-Interscience , 2000.
2. S. Theodoridis and K. Koutroumbas, Pattern Recognition, Academic Press , 2009.
3. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.
4. Christopher M. Bishop, Deep Learning: Foundations and Concepts, Springer, 2024
5. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Spronger, 2009

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی		عنوان درس به انگلیسی:	
نوع درس و واحد	Biological Signal Processing		
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		درس پیش نیاز:	
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		درس هم‌نیاز:	
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
پروژه / رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>		وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت /آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با مأموریت <input checked="" type="checkbox"/>	مرتبط با آمایش /مأموریت <input type="checkbox"/> موسسه نیست <input type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

هدف از این درس:

۱. معرفی مبانی تکنیک‌های پردازش سیگنال برای آنالیز سیگنال‌های بیولوژیکی
۲. ارتقای مهارت‌های ریاضی، علمی و محاسباتی دانشجویان در پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند:

۱. تکنیک‌های پایه پردازش سیگنال دیجیتال برای استفاده در پردازش سیگنال‌های بیولوژیکی را می‌شناسند.
۲. نحوه ثبت و دیجیتالیزه کردن سیگنال‌های بیولوژیکی با هدف استفاده از آن‌ها در سیستم‌های دیجیتال را می‌دانند.
۳. قادر خواهند بود فیلترهای دیجیتال را طراحی و اعمال نمایند.
۴. مبانی فرآیندهای تصادفی و نحوه اعمال روش‌های تخمینی برای بهبود سیگنال‌های بیولوژیکی را می‌دانند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. منشأ و مشخصات سیگنال‌های حیاتی مهم
۲. ثبت و دیجیتالیزه کردن سیگنال
۳. مبانی پردازش سیگنال دیجیتال
۴. مبانی فرآیندهای تصادفی
۵. آنالیز حوزه فرکانس
۶. آنالیز حوزه زمان
۷. آنالیز Cepstral و کاربرد آن
۸. آنالیز سری زمانی-پیش‌بینی خطی
۹. تخمین طیف
۱۰. فیلترهای تطبیقی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۳ یا ۴ تکلیف از مباحث درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی

- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه‌ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Arnon Cohen, Biomedical Signal Processing. 1, Time and frequency domains analysis, Boca Raton, Fla: CRC Press, 1994.
2. Metin Akay, Biomedical Signal Processing, Academic Press, 1994.
3. Metin Akay, Nonlinear Biomedical Signal Processing, Wiley-IEEE Press, 2000
4. Charles Lessard, Signal Processing of Random Physiological Signals, Morgan & Claypool Publishers, 2006.
5. Intention-prioritized fuzzy fusion control for BCI-based autonomous vehicles. / Dong, Na; Wu, Zhiqiang; Zhang, Wenqi et al. In: Biomedical Signal Processing and Control, 2024.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: پردازشگرهای سیستمهای نهفته		Embedded System Processing Elements	
نوع درس و واحد		عنوان درس به انگلیسی:	
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		درس پیش نیاز:	
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		درس هم نیاز:	
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		۳	تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>		۴۸	تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>		وضعیت آمایشی/مأموریتی درس(صرفاً برای درس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
مرتبط با مأموریت/آمایش <input type="checkbox"/> مرتبط با آمایش/مأموریت <input checked="" type="checkbox"/>			
موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>		

موارد دیگر: کارگاه سمینار آزمایشگاه اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟

هدف کلی:

- ۱- آشنایی با معماری های پردازنده های نهفته
- ۲- آشنایی با روشها و الگوریتمهای اختصاصی سازی پردازنده های نهفته

اهداف ویژه:

- ۱- درک نیازمندی های نرم افزاری و سخت افزاری پردازنده های نهفته
- ۲- اختصاصی سازی معماری پردازنده با طراحی دستورات و شتابدهنده های خاص منظوره
- ۳- هم طراحی نرم افزار و سخت افزار در معماری پردازنده های نهفته
- ۴- تکنیکهای کامپایلری برای بهبود برنامه های نهفته

پ) سرفصل ها:

- ۱- آشنایی با برنامه ها و پردازنده های نهفته
- ۲- آشنایی با معماری پردازنده های نهفته همه منظوره صنعتی
- ۳- آشنایی با تکنیکهای معماری برای بهبود کارایی و مصرف توان پردازنده نهفته
- ۴- آشنایی با روشهای موازی سازی در معماری پردازنده نهفته
- ۵- آشنایی با دستورات اختصاصی و الگوریتمهای طراحی آنها
- ۶- تکنیکهای هم طراحی سخت افزار و نرم افزار در اختصاصی سازی پردازنده
- ۷- آشنایی با ابزارهای طراحی پردازنده های خاص منظوره
- ۸- آشنایی با نقش کامپایلر در بهبود برنامه های نهفته

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- مطالعه مراجع درس، مطالعه و ارائه مقالات، انجام پروژه
- ۵ سری تکلیف دستی از مباحث روش طراحی، پایپ لاین، طراحی دستورات اختصاصی، بهبود کد با تکنیکهای کامپایلری

- ۲ تمرین کامپیوتری بر روی برد FPGA
- مطالعه و ارائه یک یا دو مقاله به روز در قالب سمینار درس

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۳۰ درصد
سمینار	۱۵ درصد
آزمون میان ترم	۲۵ درصد
آزمون پایان ترم	۳۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- کامپیوتر، پروژکتور، اینترنت

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. K. Karuri, R. Leupers, Application Analysis Tools for ASIP Design: Application Profiling and Instruction-set Customization, Springer, 2011.
2. P. Mishra, N. Dutt, Processor Description Languages, Morgan Kauffman Publishers, 2008.
3. J. L. Hennessy, D. A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, Morgan Kaufmann Publishers, 2019.
4. Paolo lenne , Rainer Leupers, Customizable Embedded Processors, Morgan Kaufmann Publishers, 2007.
5. J. A. Fisher, P. Faraboschi, C. Young, Embedded Computing: A VLIW Approach to Architecture, Compilers and Tools, Morgan Kaufmann Publishers, 2005.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: پردازش با کارایی بالا		
نوع درس و واحد	High Performance Computing	عنوان درس به انگلیسی:
پایه <input type="checkbox"/> نظری <input checked="" type="checkbox"/>		دروس پیش نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/> عملی <input type="checkbox"/>		دروس هم نیاز:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/> نظری-عملی <input type="checkbox"/>		تعداد واحد:
پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۳	
مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	۴۸	تعداد ساعت:
مرتبط با آموزش /مأموریت <input type="checkbox"/> مرتبط با آموزش /مأموریت <input checked="" type="checkbox"/>	وضعیت آمایشی /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)	
موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>		

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

۱. آشنایی با معماری‌های موازی نوظهور
۲. آشنایی با بسترهای برنامه‌نویسی موازی و چالش‌ها با برنامه‌نویسی موازی

اهداف ویژه:

- دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:
۱. با معماری‌های همگن و ناهمگن آشنا شوند،
 ۲. پیچیدگی زمانی الگوریتم‌های موازی را تحلیل کنند،
 ۳. الگوریتم‌های موازی را طراحی کنند،
 ۴. با کتابخانه‌های موازی‌سازی مختلف آشنا شوند و آن‌ها را به کار بگیرند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با بسترهای برنامه‌نویسی موازی
۲. تحلیل و طراحی الگوریتم‌های موازی
۳. معماری‌های موازی نوظهور
 - معماری CSX
 - معماری Tiler
 - معماری Cell Processor
 - معماری GPU
۴. چالش‌های برنامه‌نویسی موازی
 - برنامه‌نویسی SIMD
 - برنامه‌نویسی چندنخی

- برنامه‌نویسی پردازنده‌های Many-Core
- کاربردهای واقعی

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- در این درس چند تمرین کامپیوتری برای پیاده‌سازی موازی کاربردهای عملی مختلف به دانشجویان داده می‌شود.
- در پایان این درس هر یک از دانشجویان باید یک کاربرد عملی از پردازش با کارایی بالا در شاخه‌های مختلف را انتخاب کرده و به صورت سمینار برای سایر دانشجویان ارائه کنند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال	۶۰ درصد
آزمون پایان نیم‌سال	۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه‌ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. Robert Robey and Yuliana Zamora, "Parallel and High Performance Computing", Manning Publications, 2021.
2. Grama, A. Gupta, G.Karypis, and V. Kumar, Introduction to Parallel Computing, Addison Wesley, 2003.
3. Thomas Rauber, Gudula Runger, Parallel Programming for Multicore and Cluster Systems, Springer, 2010.
4. Jason Sanders, Edward Kandrot, CUDA by Example: An Introduction to General-Purpose GPU Programming, Addison Wesley, 2011.
5. Matthew Scarpino, Programming the Cell Processor: For Games, Graphics, and Computation, Prentice Hall, 2008.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی:		تئوری و فناوری ساخت افزاره‌های نیم‌رسانا	
عنوان درس به انگلیسی:		Theory and Technology of Device Fabrication	
دروس پیش نیاز:		پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>
دروس هم‌نیاز:		تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>
	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	پروژه/ رساله / پایان‌نامه <input type="checkbox"/>
تعداد ساعت:	۴۸	مرتبط با آموختن /مأموریت	مرتبط با آموختن /مأموریت
وضعیت آموختن /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		موسسه نیست <input type="checkbox"/>	موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

- هدف این درس ارائه اطلاعات پایه‌ای از فیزیک افزاره‌های نیمه‌هادی و پروسه‌های ساخت انواع قطعات نیمه‌هادی مانند اکسیداسیون و فرهای سیلیکنی و آلایش آنها، و ایجاد توانایی طراحی و ساخت پروسه‌های پیچیده برای ساخت مدارهای مجتمع الکترونیکی می‌باشد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند قادر خواهند بود:

۱. روشهای ساخت را برای ایجاد پروسه‌های پیچیده برای ساخت افزاره‌های کاربردی و مدارهای الکترونیک (برای مثال ساخت ترانزیستور، سلول خورشیدی و ...) با هم ادغام نمایند
۲. افزاره‌های خاص را در میان انتخاب‌های متفاوت در دسترس انتخاب نمایند
۳. روشهای ساخت مختلف را با هم مقایسه نمایند
۴. پروسه تکنولوژی ساخت قطعات و مدارهای نانو-میکرو الکترونیک را شرح دهند.

پ) سرفصل‌ها:

۱. آشنایی با پروسه ساخت قطعات میکروالکترونیک
۲. تکنولوژی ساخت ترانزیستورهای اثرمیدان در یک نگاه
۳. روشهای ساخت و فرهای سیلیکنی و Epitaxy
۴. اتاق تمیز، تمیزکاری و فر و پروسه Gettering
۵. لیتوگرافی نوری
۶. اکسیدهای حرارتی
۷. پروسه‌های گرمادهی
۸. نفوذ
۹. کاشت یونی
۱۰. لایه نشانی بخار شیمیایی

ت) روش یاددهی - یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

- ۶ سری تمرین

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی در طول نیم‌سال ۶۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۴۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی

- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه‌ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. J. Plummer, M. Deal, Griffin , P. Deal, Griffin, Silicon VLSI Technology. Fundamentals, Models and Computer Simulations, Prentice Hall, 2000.
2. Henry Radamson, Lars Thylen, Monolithic Nanoscale Photonics-Electronics Integration in Silicon and Other Group IV Elements, Elsevier, 2014.
3. Dieter. K. Schroder , Semiconductor Material and Device Characterization, John Wiley sons Inc, 1998.
4. A. Hallén, I. Sychugov, H. H. Radamson, A. Azarov, Analytical Methods and Instruments for Micro-andNanomaterials, Springer Nature, 2023.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

الف: عنوان درس به فارسی: فناوری ها، مدار ها و سیستم های حافظه		Memory Technologies , Circuits, and Systems		عنوان درس به انگلیسی:
نوع درس و واحد				دروس پیش نیاز:
پایه <input type="checkbox"/>	نظری <input checked="" type="checkbox"/>			دروس هم نیاز:
تخصصی الزامی <input type="checkbox"/>	عملی <input type="checkbox"/>			تعداد واحد:
تخصصی اختیاری <input checked="" type="checkbox"/>	نظری-عملی <input type="checkbox"/>	۳		تعداد ساعت:
مهارتی-اشتغال پذیری <input checked="" type="checkbox"/>	پروژه/ رساله / پایان نامه <input type="checkbox"/>	۴۸		
مرتبط با آموختن /مأموریت <input type="checkbox"/>	مرتبط با آموختن /مأموریت <input type="checkbox"/>	وضعیت آموختن /مأموریتی درس(صرفاً برای دروس تخصصی اختیاری مشخص شود)		
موسسه است <input checked="" type="checkbox"/>	موسسه نیست <input type="checkbox"/>			

اگر واحد عملی دارد، چه نوع آموزش تکمیلی نیاز است؟: سفر علمی آزمایشگاه سمینار کارگاه موارد دیگر:

هدف کلی:

در این درس مفاهیم پایه فیزیک حافظه‌ها، مدارات و سیستم‌های حافظه‌های امروزی و نوظهور و همچنین مجتمع‌سازی آن‌ها به دانشجویان معرفی می‌شود. همچنین این درس دانشجویان را با آخرین پیشرفت‌ها در حافظه‌ها آشنا خواهد کرد.

اهداف ویژه:

دانشجویانی که این درس را با موفقیت پشت سر بگذارند مطالب زیر خواهند آموخت.

۱. پارامترها و مشخصه‌های سلول‌های حافظه
۲. حافظه‌های SRAM ترانزیستور و مدارهای جانبی
۳. حافظه‌های DRAM ترانزیستور و مدارهای جانبی
۴. فناوریهای های حافظه‌های نوظهور

پ) سرفصل‌ها:

۱. مفاهیم ابتدایی کارکرد ترانزیستورها
۲. حافظه‌های مبتنی بر ترانزیستور: مدار و نحوه کار حافظه‌های SRAM، پایداری در سلول‌های SRAM، مدار و نحوه کار حافظه‌های DRAM، ساختار سیستمی حافظه‌های DRAM، پروتکل‌های دسترسی به حافظه‌های DRAM و مفاهیم ابتدایی کنترلر حافظه DRAM
۳. حافظه‌های Flash: نحوه کارکرد حافظه‌های NAND Flash، نحوه کارکرد حافظه‌های NOR Flash، حافظه‌های چند سطحی
۴. مفاهیم پایه کارکرد مواد با قابلیت تغییر فاز: نحوه کارکرد حافظه‌های تغییر فاز
۵. نحوه کارکرد حافظه‌های مقاومتی
۶. خطاهای حافظه و تشخیص و تصحیح خطا

ت) روش یاددهی – یادگیری متناسب با محتوا و هدف:

۱. در قسمت اول هر نوع حافظه ارائه شده در کلاس، مفاهیم مورد نیاز برای فهم کارکرد آن حافظه و مشخصات مربوطه آموزش داده می‌شود.
۲. در ادامه مبحث هر نوع حافظه، روش‌های مختلف که برای بهبود کارایی این نوع این نوع حافظه مورد استفاده قرار می‌گیرد مورد آموزش و بررسی قرار می‌گیرد.

۳. با انتخاب موضوع پروژه در مورد یکی از این انواع حافظه، دانشجویان به مطالعه موردی آخرین روش های طراحی یا تجزیه و تحلیل که در مجلات معتبر علمی ارائه شده است و برخی از آنها در دنیای واقعی استفاده می شود قرار می گیرند تا علاوه بر مطالب پایه ای، با فناوری های روز دنیا نیز آشنا شوند.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت های کلاسی در طول نیم سال ۳۰ درصد
آزمون ها ۷۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات مورد نیاز برای ارائه:

- دسترسی به منابع علمی الکترونیکی-فیزیکی
- کامپیوتر برای انجام تکالیف و پروژه ها

چ) منابع علمی پیشنهادی:

1. C. Shin, Variation-Aware Advanced CMOS Devices and SRAM, Springer, 2016
2. Jawar Singh, Saraju P. Mohanty, and Dhiraj K. Pradhan, Robust SRAM Designs and Analysis, Springer, 2013.
3. Pavlov, M. Sachdev, CMOS SRAM Circuit Design and Parametric Test in Nano-Scaled Technologies, Springer, 2008.
4. M. K. Qureshi, S. Gurumurthi, B. Rajendran, Phase Change Memory: From Devices to Systems, Morgan & Clypool, 2011.
5. C. Volos and V.-T. Pham, Mem-elements for Neuromorphic Circuits with Artificial Intelligence Applications – Elsevier, 2021.

ح) ملاحظات برای افراد با نیازهای ویژه:

ملاحظه خاصی وجود ندارد

خ) ملاحظات برای برگزاری الکترونیکی درس:

ملاحظه خاصی وجود ندارد