جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی رشته

مهندسی مکاترونیک

Mechatronics Engineering

مقاطع تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی)

زیرگروه تحصیلی مهندسی مکانیک

برنامه درسی اختصاصی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

(بر اساس آئین نامه تدوین و بازنگری برنامه های درسی

مصوب جلسه ۹۵۹ مورخ ۱۴۰۲/۰۱/۲۰ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی)

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

شورای عالی گسترش و برنامه‌ریزی آموزش عالی

برنامه درسی رشته

مهندسی مکاترونیک

Mechatronics Engineering

مقاطع تحصیلات تکمیلی

(کارشناسی ارشد ناپیوسته و دکتری تخصصی)

اعضای کمیته تدوین و بازنگری برنامه: (به ترتیب حروف الفبا)

دکتر حمیدرضا تقی‌راد	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر سعید خان‌کلانتری	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر مهدی دلربائی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر مهدی علیاری شوره‌دلی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر علی اکبر موسویان	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر اسماعیل نجفی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر علی نجفی اردکانی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر علی نحوی	عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
فاطمه عینی	مدیر آموزش دانشکده برق دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر صادق محسن زاده	مدیر تحصیلات تکمیلی دانشکده برق دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

جدول تغییرات

ردیف	در برنامه قبلی	در برنامه بازنگری شده
۱	دروس جبرانی الف) "مدارهای الکترونیکی"، "کنترل صنعتی" و "سیستم‌های دیجیتال ۱" در دانشکده مهندسی برق ب) "استاتیک"، "دینامیک" و "طراحی اجزاء" در دانشکده مهندسی مکانیک و دروس الزامی "مکاترونیک ۱" و "مکاترونیک ۲ "	بازنگری و ادغام شده در قالب یک درس جبرانی "مبانی مکاترونیک ۱ " (با دو سرفصل جداگانه در دانشکده‌های مهندسی برق و مهندسی مکانیک) و دروس الزامی "مبانی مکاترونیک ۲ " و "مکاترونیک"
۲	تعداد واحد دروس اصلی (الزامی): ۹	تعداد واحد دروس اصلی (الزامی): ۱۱
۳	دروس انتخابی شامل ۶۰ عنوان در دانشکده‌های مهندسی برق، مهندسی مکانیک و مهندسی کامپیوتر	انتخاب و به‌روزرسانی ۲۷ عنوان دروس انتخابی در دانشکده‌های مهندسی برق، مهندسی مکانیک و مهندسی کامپیوتر

فهرست عنوان صفحه

مشخصات کلی دوره‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی مکاترونیک ۸

دوره کارشناسی‌ارشد ۱۰

1) تعریف و هدف ۱۰

2) نقش و توانایی ۱۰

3) طول دوره و شکل نظام ۱۰

4)تعداد واحدهای درسی و پژوهشی ۱۰

5)شرایط پذیرش ۱۱

برنامه دوره کارشناسی‌ارشد ..... Error! Bookmark not defined.

مجموعه دروس گرایش مکاترونیک (جمعاً ۳۲ واحد) ۱۲

سمینـــار ۱۳

پایان‌نامه ۱۳

دوره دکتـــری ۱۶

۱. تعریف و هدف ۱۶

۲. نقش و توانایی ۱۶

۳. شرایط پذیرش دانشجو ۱۶

۴. طول دوره و شکل نظام ۱۷

۵. مرحله آموزشی ۱۷

۶. ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی ۱۷

۷. مرحله تدوین رساله ۱۷

۸. دروس مرحله آموزشی دوره دکتری ۱۸

سرفصل دروس ..... Error! Bookmark not defined.

مبانی مکاترونیک ۱ (جبرانی) ۲۱

مبانی مکاترونیک ۱ (جبرانی) ۲۳

مبانی مکاترونیک ۲ ..... ۲۵

مبانی مکاترونیک ۲ ..... ۲۸

مکاترونیک ۳۰

رباتیک ۳۳

محاسبات نرم ۳۵
تشخیص و شناسایی خطا ۳۷
شناسایی سیستم‌ها ۳۹
سیستم‌های بیومکاترونیک ۴۰
کنترل سیستم‌های چندعاملی ۴۲
کنترل مدرن ۴۵
ریاضیات مهندسی پیشرفته ۴۷
کنترل پیشرفته ۱ ..... ۴۹
شبکه عصبی ۵۱
بازشناسی آماری الگو ۵۳
دینامیک پیشرفته ۵۵
ربات‌های موازی ۵۷
واقعیت مجازی ۵۹
کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی ۶۱
نظریه کنترل سیستم‌های با پارامترهای گسترده ۶۲
اصول و کاربردهای اینترنت اشیاء ۶۴
سیستم‌های کنترل زمان گسسته ۶۶
نظریه تخمین و فیلترهای بهینه ۶۸
یادگیری تقویتی ۷۰
یادگیری ماشین ۷۳
هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره ۷۵
یادگیری ژرف ۷۷
اتوماسیون صنعتی ۷۹
مباحث ویژه در مکاترونیک ۸۱
مکانیک محیط پیوسته ۸۲
روشهای اجزا محدود ۸۴
ارتعاشات پیشرفته ۸۶
سیستم‌های محرکه الکتریکی (درایو) .....

سمینار ۹۱

بسم الله الرحمن الرحیم

مشخصات کلی دوره‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی مکاترونیک

مقدمــه:

رشد سریع و روزافزون علوم مختلف در جهان، به‌ویژه در چند دهه اخیر، ضرورت برنامه‌ریزی مناسب و تلاش مضاعف جهت هماهنگی با پیشرفت‌های گسترده علمی و صنعتی را آشکار می‌سازد. بدون شک تقویت خودباوری، استفاده مطلوب از خلاقیت‌های انسانی، ثروت‌های ملی و ابزار و امکانات موجود از مهم‌ترین عواملی است که در پرتوی برنامه‌ریزی مناسب می‌تواند کشور را در مسیر ترقی و پیشرفت به پیش ببرد.

بدون تردید پیشرفت صنعتی و حرکت به‌سوی خوداتکایی که از اهداف والای انقلاب اسلامی است، بدون توجه کافی به امر تحقیقات میسر نبوده و تحقق کلیه مراتب آموزش در بالاترین سطح، پژوهش در مرزهای دانش و استفاده از فناوری پیشرفته را ایجاب می‌نماید. در این راستا، اجرای هر پروژه، در مراحل مختلف مطالعات اولیه، طرح، اجرا و کنترل پیشرفت، نیازمند برنامه‌ریزی مناسب و استفاده مطلوب از آموزش در سطوح مختلف است.

گروه فنی و مهندسی شورای عالی برنامه‌ریزی با اتکا به خداوند متعال و با امید به فراهم شدن زمینه‌های لازم برای ارتقا در زمینه آموزش‌های فنی و مهندسی و با تکیه بر تجربیات پیشین در تهیه برنامه‌های درسی، اقدام به بازنگری مجموعه تحصیلات تکمیلی مهندسی مکاترونیک (مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری) نموده و شرط موفقیت را تمهید زمینه جذب دانشجویان مستعد، آماده و علاقه‌مند، مشارکت و حمایت شایسته از جانب دانشگاه‌ها در ارائه کیفی این دوره‌ها، تقویت و گسترش مراکز تحقیقاتی، تأسیس مراکز تحقیق و توسعه در صنعت و ارتباط منسجم آن‌ها با دانشگاه‌ها می‌داند. دستیابی به بالاترین سطح از علم و فناوری گرچه دشوار می‌باشد، لکن ضرورتی است که در سایه شکوفایی استعدادهای درخشان جوانان کشور، که تاریخ شاهد بروز شکوفایی آن در مقاطع مختلف بوده است، از یک طرف، و اعتقاد راسخ مراکز صنعتی به ارتقاء کیفیت خدمات و تولیدات، از طرف دیگر، تحقق یافتنی است.

نظر بر اینکه برنامه تحصیلات تکمیلی رشته مهندسی مکاترونیک با در نظرگرفتن آئین‌نامه‌های مصوب شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی تدوین و بازنگری شده است، از ذکر مواد و تبصره‌های مندرج در آن آئین‌نامه خودداری شده است.

تأکید می‌نماید که دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی با عناوین و محتوای یکسان در دوره‌های کارشناسی‌ارشد و دکتری ارائه می‌شود. بنابراین جداول دروس هر گرایش در دوره دکتری تلفیق دروس تخصصی گرایش‌های مرتبط در مقطع کارشناسی‌ارشد است.

مشخصات کلی

دوره کارشناسی‌ارشد

دوره کارشناسی‌ارشد

۱) تعریف و هدف:

دوره کارشناسی‌ارشد مهندسی مکاترونیک مرکب از دروس نظری و برنامه تحقیقاتی در زمینه‌های بین‌رشته‌ای مهندسی برق و مهندسی مکانیک است. هدف از ایجاد این دوره تربیت دانشجویانی است که بتوانند با فعالیت در برنامه‌ریزی، مدیریت، طرح و پیاده‌کردن سیستم‌ها و طرح و ساخت افزاره‌ها و تجهیزات به نحو مؤثری پاسخگوی نیازها و ارتقاءدهنده سطح علمی کشور باشند.

۲) نقش و توانایی:

دانش‌آموختگان این دوره می‌توانند علاوه بر کار آموزشی یا پژوهشی دانشگاهی، در مراکز تحقیقاتی واحدهای صنعتی، تولیدی و خدماتی که در سطح وسیع با مسائل روزآمد مهندسی مکاترونیک درگیر هستند، فعالیت نمایند. پذیرش مسئولیت و مشارکت در طراحی و اجرای پروژه‌ها و ارتقاء سیستم‌های موجود از دیگر توانایی‌های دانش‌آموخته‌ها محسوب می‌شود.

۳) طول دوره و شکل نظام:

حداقل طول این دوره ۴ نیمسال است و دانشجویانی که با آمادگی لازم، کار درسی و تحقیقاتی خود را به نحو ایده‌آل انجام دهند، می‌توانند در۴ نیمسال این دوره را به پایان برسانند. سقف طول دوره توسط آیین‌نامه‌های عام مشخص می‌شود. نظام آموزشی آن نیمسال- واحدی، دوره تدریس هر نیمسال ۱۶ هفته و یک واحد نظری معادل یک ساعت تدریس در هفته است.

۴) تعداد واحدهای درسی و پژوهشی:

تعداد کل واحدهای دوره کارشناسی‌ارشد مهندسی مکاترونیک ۳۲ واحد درسی و تحقیقاتی به شرح زیر است:

تخصصی الزامی (شامل سمینار)	۱۱	واحد
تخصصی اختیاری	۱۵	واحد
پایان‌نامه	۶	واحد
جمع	۳۲	واحد

۴-۱- دروس جبرانی

علاوه بر موارد فوق، دانشجویان با پیشینه مهندسی برق یا کامپیوتر می‌بایست درس جبرانی مبانی مکاترونیک ۱ در دانشکده مهندسی مکانیک و دانشجویان با پیشینه مهندسی مکانیک یا هوافضا درس جبرانی مبانی مکاترونیک برق را با حداقل نمره ۱۲ بگذرانند. برای دروس جبرانی واحدی به دانشجویان تعلق نمی‌گیرد.

۵) شرایط پذیرش:

۵-۱- دوره‌های کارشناسی قابل قبول:

گرایش مهندسی مکاترونیک در ادامه زمینه‌های تخصصی متناظر در دوره کارشناسی مهندسی برق، مهندسی مکانیک و مهندسی هوافضا برنامه‌ریزی شده است، مشروط به آنکه دانشجویان دروس مبانی مکاترونیک در دانشکده مقابل را با موفقیت بگذرانند.

۵-۲- آزمون ورودی:

آزمون ورودی به طور کتبی از دروس پایه و اصلی مهندسی برق و مهندسی مکانیک به عمل می‌آید، تا کسانی که دروس تخصصی زمینه موردنظر را نگذرانده‌اند اما پایه قوی در دوره‌های کارشناسی مرتبط دارند، امکان موفقیت در آن داشته باشند. پذیرش در سایر قالب‌ها تابع ضوابط وزارت و دانشگاه‌ها و مؤسسات مجری است.

۵-۳- زبان خارجی:

آشنایی با یک زبان خارجی علمی به نحوی که دانشجو بتواند به سهولت از متون علمی آن زبان استفاده نماید، ضروری است. میزان این تسلط ممکن است به‌وسیله آزمون ورودی تعیین گردد.

۵-۴- سوابق تحصیلی و علمی:

دانشکده/گروه آموزشی، در چارچوب ضوابط، امتیاز سوابق تحصیلی و علمی واجدین حدّ نصاب آزمون ورودی را مشخص و جهت لحاظ در تعیین اولویت قبولی علمی داوطلبان ورود به دوره به مرجع ذیربط منعکس می‌سازد.

مجموعه دروس گرایش مکاترونیک (جمعاً ۳۲ واحد)

درس جبرانی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مبانی مکاترونیک ۱ • با پیشینه مهندسی برق یا کامپیوتر • با پیشینه مهندسی مکانیک یا هوافضا	۳

دروس تخصصی الزامی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مبانی مکاترونیک ۲ • با پیشینه مهندسی برق یا کامپیوتر • با پیشینه مهندسی مکانیک یا هوافضا	۳
۲	مکاترونیک	۳
۳	کنترل در رباتیک (یا رباتیک)	۳
۴	محاسبات نرم (یا هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره یا یادگیری ژرف)	۳
۵	تشخیص و شناسایی خطا	۳
۶	شناسایی سیستم‌ها	۳
۷	سیستم‌های بیومکاترونیک	۳
۸	کنترل سیستم‌های چندعاملی	۳
۹	کنترل مدرن (ارشد)	۳
۱۰	سمینار	۲

گذراندان دروس ردیف‌های ۱، ۲ و ۱۰ الزامی است.

گذراندن حداقل یک درس از دروس ردیف‌های ۳ تا ۹ با تایید استاد راهنما الزامی است.

دروس تخصصی اختیاری (انتخاب حداکثر پنج درس با تأیید استاد راهنما)

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	کنترل در رباتیک (یا رباتیک)	۳
۲	یادگیری ماشین (یا هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره)	۳
۳	شناسایی سیستم‌ها	۳
۴	سیستم‌های بیومکاترونیک	۳
۵	کنترل سیستم‌های چندعاملی	۳
۶	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳
۷	کنترل پیشرفته ۱	۳
۸	تشخیص و شناسایی خطا	۳
۹	کنترل مدرن (ارشد)	

۱۰	شبکه‌های عصبی	۳
۱۱	بازشناسی آماری الگو	۳
۱۲	دینامیک پیشرفته	۳
۱۳	ربات‌های موازی	۳
۱۴	واقعیت مجازی	۳
۱۵	کنترل سیستم‌های عصبی_عضلانی	۳
۱۶	نظریه کنترل سیستم‌های با پارامترهای گسترده	۳
۱۷	اصول و کاربردهای اینترنت اشیا	۳
۱۸	سیستم‌های کنترل زمان گسسته	۳
۱۹	نظریه تخمین و فیلترهای بهینه	۳
۲۰	یادگیری تقویتی	۳
۲۱	محاسبات نرم	۳
۲۲	اتوماسیون صنعتی	۳
۲۳	یادگیری ژرف	۳
۲۴	مکانیک محیط پیوسته	۳
۲۵	روش‌های اجزا محدود	۳
۲۶	ارتعاشات پیشرفته	۳
۲۷	سیستم‌های محرکه الکتریکی (درایو)	۳
۲۸	حداکثر دو درس از دروس سایر رشته/گرایش‌ها در مقطع تحصیلات تکمیلی	۶

بقیه دروس

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	پایان‌نامه	۶

سمینـــار:

- آموزش/ فراگیری مبانی و مراحل انجام تحقیق، اصول اخلاقی، روش‌های ارائه دستاوردها به‌طور شفاهی و کتبی
- بررسی زمینه‌های جاری تحقیقاتی، حتی‌الامکان با توجه به موضوعات و مسائل مورد نیاز کشور، در زمینه‌ی تخصصی
- مطالعه زمینه‌های تحقیقاتی با هدف موضوع پایان‌نامه
- تهیه گزارش مدون به صورت کتبی و ارائه شفاهی آن توسط دانشجو

پایان‌نامه:

فعالیت‌های تحقیقاتی دانشجو در جهت انجام یک پروژه مشخص و تحت راهنمایی استاد راهنما انجام می‌گیرد. شرکت در رده‌های درسی دیگر حسب تشخیص استاد راهنما ضروری است. به منظور حفظ کیفیت و ارزش علمی پایان‌نامه در عین توجه به نیازهای کشور، لازم است کمیته تخصصی با ترکیب مناسب عهده‌دار بررسی و تعیین موضوعات مناسب باشد. در

این بررسی ممکن است "اهداف"، " نتایج"، "تجهیزات مورد نیاز"، "اعتبار لازم" و "حجم کلی کار" به عنوان پارامترهای مهم مورد ارزیابی قرار گیرد.

ارزیابی فعالیت دانشجو در پایان‌نامه کارشناسی ارشد از نظر کیفی و کمّی توسط هیأت داوران انجام می‌شود. موفقیت دانشجو در گذراندن پایان‌نامه موکول به نظر این هیأت است. به منظور حفظ ضوابط و استانداردها در پژوهش دوره کارشناسی ارشد و جلوگیری از تنزل تدریجی سطح کار لازم است ترکیب هیأت داوران طبق ضوابط مناسب و با دقت کافی مشخص شود.

مشخصات کلی

دوره دکتری

دوره دکتـــری

۱. تعریف و هدف

دوره دکتری مهندسی مکاترونیک بالاترین مقطع تحصیلی دانشگاهی است که به اعطای مدرک در این زمینه می‌انجامد و رسالت آن تربیت افرادی است که با نوآوری در زمینه‌های خاص در گسترش مرزهای دانش و تحلیل جامع و رفع نیازهای کشور مؤثر باشند. این دوره مجموعه‌ای هماهنگ از فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی با گرایش مهندسی مکاترونیک است.

محور اصلی فعالیت‌های علمی دوره دکتری، به تناسب موضوع، تحقیق نظری، تحقیق تجربی و یا تلفیقی از این دو است و آموزش وسیله تکمیل دانسته‌های داوطلب و هموار ساختن راه حصول به اهداف تحقیق است.

هدف از دوره دکتری مهندسی مکاترونیک، ضمن احاطه یافتن بر آثار علمی مهم در یک زمینه خاص از این رشته، رسیدن به یک یا چند مورد از موارد زیر است:

- آشنا شدن با روش‌های پیشرفته تحقیق و کوشش برای نوآوری در این زمینه
- دستیابی به جدیدترین مبانی علمی، تحقیقاتی و فناوری
- نوآوری در زمینه‌های علمی، تحقیقی و کمک به پیشرفت و گسترش مرزهای دانش
- تسلط یافتن بر یک یا چند امر، همچون ۱- تعلیم، تحقیق و برنامه‌ریزی، ۲- طراحی، اجرا، هدایت، نظارت و ارزیابی، ۳- تجزیه و تحلیل و حل مسائل علمی در لبه دانش و ۴- حل جامع مشکلات عملی جامعه در یکی از زمینه‌های مهندسی مکاترونیک

۲. نقش و توانایی

از دانش‌آموختگان دوره دکتری انتظار می‌رود که ضمن اشراف به آخرین یافته‌های نظری و کاربردی تخصص مربوط به خود، در مواردی که در حین طرح و اجرای یک پروژه، راه‌حل مشخص و مدونی وجود ندارد قادر باشند با استفاده از آموزه‌های دوران تحصیل خود (بخش آموزشی و پژوهشی)، راه‌حل مناسب، بهینه و قابل‌قبول در سطح جامعه حرفه‌ای ارائه نمایند. بخش دیگری از فعالیت دانش‌آموختگان این دوره تدریس در دانشگاه‌ها و تربیت مهندسین توانمند در دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی است که بالطبع انتظار می‌رود در تولید علم و تبدیل علم به ایده و ثروت نقش مؤثری داشته باشند.

۳. شرایط پذیرش دانشجو

شرایط ورود به دوره دکتری مهندسی مکاترونیک مطابق با آئین‌نامه مصوب شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی بوده و در این راستا موارد زیر نیز مدنظر است.

الف - داشتن مدارک کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق و یا سایر رشته‌های مهندسی و علوم پایه مرتبط با گرایش انتخاب‌شده

تبصره: پذیرفته‌شدگان می‌باید دروس جبرانی به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده را با حداقل نمره ۱۴ بگذارنند. تعداد واحد و نمره این دروس، در مرحله‌ی آموزشی و معدل دوره لحاظ نمی‌گردد.

ب- برگزاری آزمون‌های کتبی و شفاهی اختصاصی جهت ورود به دوره دکتری، تابع قوانین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است.

ج- پذیرش، تشخیص و تأیید صلاحیت علمی داوطلب در ورود به دوره دکتری نهایتاً به عهده دانشکده/ گروه پذیرنده و زیر نظر مدیریت دانشگاه و وفق مقررات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انجام می‌شود.

۴. طول دوره و شکل نظام

دوره دکتری مهندسی مکاترونیک دارای دو مرحله آموزشی و پژوهشی (تدوین رساله) است. نحوه ورود و خاتمه هر مرحله، و حداقل و حداکثر طول دوره مطابق آیین‌نامه دوره دکتری است.

۵. مرحله آموزشی

در مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی مکاترونیک، گذراندن حداقل ۱۲ واحد درسی از دروس تحصیلات تکمیلی (علاوه بر واحدهای قبلی گذرانده شده در مقطع کارشناسی ارشد) الزامی است، به نحوی که مجموع تعداد واحد این دروس در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری به حداقل ۲۴ برسد.

تبصـــره:

دانشجو موظف است در نیمسال اول ورود به دوره، اقدام به انتخاب استاد راهنمای (تحقیق) خود نماید. در همین زمان کلیات زمینه تحقیقاتی دانشجو و چارچوب دروس مربوطه توسط دانشجو و زیر نظر استاد راهنما تهیه و به تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده/گروه می‌رسد.

۶. ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی

دانشجویانی که حداقل ۱۲ واحد دروس مرحله آموزشی خود را با موفقیت گذرانده باشند، لازم است در ارزیابی جامع که براساس آئین‌نامه مؤسسه برگزار می‌گردد شرکت نمایند. ارزیابی مرحله آموزشی به‌صورت کتبی و یا شفاهی برگزار شده و دانشجو حداکثر دو بار می‌تواند در ارزیابی جامع آموزشی و پژوهشی شرکت نماید.

۷. مرحله تدوین رساله

دانشجویان بعد از تصویب زمینه کلی تحقیقاتی خود می‌تواند فعالیت‌های پژوهشی خود را آغاز نمایند.
دانشجویانی که در ارزیابی جامع پذیرفته می‌شوند، در مرحله تدوین رساله ثبت‌نام می‌کنند. سقف تعداد کل واحدهای پژوهشی که دانشجو در مرحله تدوین رساله اخذ می‌کند ۲۱ است به نحوی که مجموع واحدهای درسی و پژوهشی از ۳۶ کمتر نباشد. تمدید مراحل آموزشی و پژوهشی با توجه به سنوات دانشجو و مطابق آئین‌نامه دکتری خواهد بود. ثبت‌نام و اخذ واحدهای پژوهشی لزوماً به معنی تصویب و قبول رساله نیست و ارزیابی رساله مطابق با ضوابط آئین‌نامه دوره دکتری انجام می‌شود.

۱ تبصـــره

دانشجو موظف است حداکثر ظرف یک نیمسال پس از قبولی در ارزیابی جامع، پیشنهاد رساله خود را با راهنمایی و همکاری اساتید راهنما و مشاور تهیه نماید تا با تائید آنان، در کمیته تخصصی بررسی پیشنهاد رساله مطرح و از چارچوب کلی آن دفاع شود.

۲ تبصـــره

أ. پس از تأیید پیشنهاد رساله در کمیته مربوطه، دانشجو موظف است به شکل منظم گزارش پیشرفت تحقیق خود را به استاد راهنما و مشاورین ارائه نماید.

ب. در راستای ارزیابی کارهای انجام شده، دانشجو گزارش پیشرفت کار رساله را در انتهای هر سال (از آغاز مرحله پژوهش) به کمیته تخصصی بررسی و هدایت رساله متشکل از استاد راهنما و مشاورین رساله و تعدادی (یا همه‌ی) از اساتید داخل و خارج از موسسه که توسط گروه تخصصی و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تعیین شده است، ارائه می‌نماید.

ج. توصیه می‌شود اعضاء حاضر در کمیته تخصصی بررسی و هدایت هر رساله از هیئت‌داوران آن رساله باشند.

۳ تبصـــره

تغییر استاد راهنما و یا موضوع رساله، تنها یک‌بار و با تصویب کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده امکان‌پذیر است. بدیهی است سنوات تحصیلی دانشجو نباید از حداکثر مدت مجاز تجاوز کند.

۴ تبصـــره

پس از تکمیل و تدوین رساله در موعد تعیین شده و تأیید کیفیت علمی و صحت مطالب آن از طرف استاد راهنما، دانشجو موظف است از رساله دکتری خود در حضور هیئت داوری دفاع نماید.

۸. دروس مرحله آموزشی دوره دکتری مهندسی مکاترونیک

دروس تخصصی تحصیلات تکمیلی قابل‌ارائه در دوره دکتری همان عناوین دروس ارائه‌شده برای دوره کارشناسی ارشد است در جداول دروس آمده است. اخذ مجدّد دروسی که دانشجو در یکی از مقاطع تحصیلی قبلی گذرانده است مجاز نیست و جزء واحدهای دوره محسوب نمی‌شود.

دروس مرحله آموزشی

ردیف	نام درس	تعداد واحد
۱	مکاترونیک	۳
۲	کنترل در رباتیک (یا رباتیک)	۳
۳	محاسبات نرم (یا هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره یا یادگیری ژرف)	۳
۴	تشخیص و شناسایی خطا	۳
۵	شناسایی سیستم‌ها	۳
۶	سیستم‌های بیومکاترونیک	۳
۷	کنترل سیستم‌های چندعاملی	۳
۸	کنترل مدرن (ارشد)	۳
۹	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳
۱۰	کنترل پیشرفته ۱	۳
۱۱	شبکه‌های عصبی	۳
۱۲	بازشناسی آماری الگو	۳
۱۳	دینامیک پیشرفته	۳
۱۴	ربات‌های موازی	۳
۱۵	واقعیت مجازی	۳
۱۶	کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی	۳
۱۷	نظریه کنترل سیستم‌های با پارامترهای گسترده	۳
۱۸	اصول و کاربردهای اینترنت اشیا	۳
۱۹	سیستم‌های کنترل زمان گسسته	۳
۲۰	نظریه تخمین و فیلترهای بهینه	۳
۲۱	یادگیری تقویتی	۳
۲۲	یادگیری ماشین	۳
۲۳	اتوماسیون صنعتی	۳
۲۴	مباحث ویژه	۳
۲۵	مکانیک محیط پیوسته	۳
۲۶	روش‌های اجزا محدود	

۲۷	ارتعاشات پیشرفته	۳
۲۸	سیستم‌های محرکه الکتریکی (درایو)	۳
۲۹	دروس تحصیلات تکمیلی سایر رشته‌ها و گرایش‌ها با تأیید گروه آموزشی	۳
۳۰	دروس تحصیلات تکمیلی مصوب دانشگاه با اطلاع کارگروه برنامه‌ریزی عتف	۳

الف) عنوان درس به فارسی: **مبانی مکاترونیک ۱ (جبرانی)**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Fundamentals of Mechatronics I**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ■ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** □ **عملی** □
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** □ **نظری-عملی** □
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه □
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** □

ب) هدف کلی: آشنایی اجمالی دانشجویان مهندسی مکاترونیک (با پیشینه مهندسی برق) با مفاهیم اولیه استاتیک، مقاومت مصالح و طراحی مکانیکی اجزا ماشین.

پ) سرفصل‌ها:

اصول استاتیک:

- کمیت‌های فیزیکی و واحدها،
- استاتیک ذره در صفحه،
- استاتیک جسم صلب در صفحه،
- نگاهی به سازه‌های استاتیکی: خرپاها، قاب‌ها و ماشین‌ها

نیروهای گسترده، مرکز جرم و مرکز سطح

نمودار نیروی برشی و گشتاور خمشی در تیرها

گشتاور دوم سطح و ممان اینرسی

مفهوم تنش و انواع تنش: تنش در اعضای یک سازه، بارگذاری محوری و تنش عمودی، تنش برشی و تنش لهیدگی در اتصالات

تنش و کرنش بارگذاری محوری: تنش نرمال تحت بارگذاری محوری، نمودار تنش کرنش، قانون هوک و مدول یانگ، تغییر شکل اعضا تحت بارگذاری محوری و مسائل شامل تغییرات دمایی

بررسی اعضای متقارن تحت خمش خالص، تغییر شکل و تنش در ناحیه الاستیک برای اعضای تحت خمش

پیچش در شفت

مبانی طراحی محورها (شفت)

مبانی طراحی پیچ‌ها و پرچ‌ها

مبانی طراحی سیستمهای انتقال قدرت: چرخدنده‌های ساده، تسمه و پولی

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Meriam, James L., and L. Glenn Kraige. Engineering mechanics: Statics, 9th Edition, John Wiley & Sons, 2018.
2. Beer, F. P., E. R. Johnson, J. T. DeWolf and D. F. Mazurek. “Mechanics of materials”, McGraw-Hill Education, 2020.
3. Richard Budynas, Keith Nisbett, Shigley's Mechanical Engineering Design (McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering) 11th Edition, 2019.

الف) عنوان درس به فارسی: **مبانی مکاترونیک ۱ (جبرانی)**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Fundamentals of Mechatronics I**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**-**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**	**تخصصی الزامی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**	**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی: آشنایی اجمالی دانشجویان مهندسی مکاترونیک (با پیشینه مهندسی مکانیک) با اصول اولیه مدارهای الکتریکی، کنترل فرایند، مدارهای الکترونیکی و مفاهیم سیستم.

پ) سرفصل‌ها:

مروری بر مفاهیم اولیه مدارهای الکتریکی:

- بار، جریان و پتانسیل الکتریکی، قوانین جریان و ولتاژ کرشهف، توان الکتریکی و قرارداد علامت غیرفعال؛
- عناصر مدار و مشخصه‌های جریان-ولتاژ، منابع ولتاژ و جریان، مقاومت و قانون اهم، دستگاه‌های اندازه‌گیری؛
- تحلیل شبکه‌های مقاومتی، روش ولتاژ گره، روش جریان مش، اصل برهم‌نهی، مدارهای معادل تونن و نورتن.

مدارهای دینامیکی:

- عناصر ذخیره‌کننده انرژی، منابع سیگنال وابسته به زمان، تحلیل مدارهای حاوی عناصر ذخیره‌کننده انرژی؛
- حل حالت پایدار مدارهای حاوی سلف و خازن، تبدیل لاپلاس، قضیه مقدار اولیه و قضیه مقدار نهایی.

مفاهیم اولیه سیستم‌های کنترل:

- تعاریف: سیستم خطی فرآیند، ورودی و خروجی سیستم، کنترل‌کننده، اغتشاش، خطای سیستم، فیدبک و کنترل حلقه‌بسته،
- نمایش سیستم‌های کنترل خطی: تابع تبدیل سیستم، دیاگرام بلوکی، نمونه سیستم‌های مرتبه دو (سیستم جرم-فنر-دمپر و مدار RLC)، دوگانی سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی؛
- تحلیل سیستم‌های کنترل خطی: پاسخ حالت گذرا و ماندگار، ورودی‌های استاندارد، پاسخ پله، خطای حالت ماندگار، تحلیل زمانی مدارهای دینامیکی؛
- نمودارِ بود: ترسیم نمودار بود، شناسایی تابع تبدیل سیستم به کمک نمودار بود، تحلیل فرکانسی مدارات الکتریکی و طراحی فیلترها

مفاهیم اولیه مدارهای الکترونیکی:

- نیمه‌هادی‌ها، هدایت الکتریکی در ادوات نیمه‌هادی، اتصال p-n؛
- دیودها، مدارهای یکسوکننده، منابع تغذیه جریان مستقیم، دیود زنر و تنظیم ولتاژ؛
- ترانزیستورهای اتصال دوقطبی (BJTs): تاریخچه، عملیات، و کاربردها

تحلیل مدارهای ترانزیستوری:

- BJT به‌عنوان تقویت‌کننده و کلید، مدل سیگنال بزرگ BJT،
- تعیین نقطه کار مدارهای ترانزیستوری، تجزیه و تحلیل سیگنال کوچک BJT،
- ترانزیستورهای اثر میدانی (FETs)، عملکرد، مدل‌ها و کاربردها، کلیدهای MOSFET

پاسخ فرکانسی سیستم، فیلترهای غیرفعال؛

تقویت‌کننده‌های عملیاتی، فیلترهای فعال، مدارهای انتگرال‌گیر و مشتق‌گیر؛

طراحی کنترل‌کننده‌های PID؛

پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌های PID بصورت آنالوگ؛

پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌های PID بصورت دیجیتال.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Giorgio Rizzoni and James Kearns, "Fundamentals of Electrical Engineering," 1st Ed., McGraw-Hill, 2009.
2. William Hayt, Jack Kemmerly, Jamie Phillips and Steven Durbin, "Engineering Circuit Analysis," 10th Ed., McGraw-Hill, 2024.

الف) عنوان درس به فارسی: **مبانی مکاترونیک ۲**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Fundamentals of Mechatronics II**	**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**مبانی مکاترونیک ۱**	**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**	**تخصصی الزامی** ■	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**	**تخصصی اختیاری** ☐	**نظری-عملی** ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**	**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی:

- آشنایی اجمالی دانشجویان با پیشینه مهندسی مکانیک با عملکرد میکروکنترلرها و انجام پروژه‌های مختلف؛
- آشنایی با امکانات بی‌نظیر میکروهای آرم همچون سرعت پردازش بالاتر، حافظه بیشتر، نویزپذیری کمتر، واحدهای جانبی بیشتر، مصرف توان پایین‌تر، قیمت پایین‌تر؛
- استفاده از آردینو برای کامپایل کردن به دلیل کاربرپسند بودن، سادگی کار با آن و همچنین فراوانی کتابخانه‌ها برای آن؛
- آشنایی با محیط برنامه‌نویسی آردینو و زبان برنامه‌نویسی سی‌پلاس‌پلاس؛
- استفاده از برد STM32F103C8T6.

پ) سرفصل‌ها:

آشنایی با میکروهای سری ARM:

- تاریخچه ARM؛
- ویژگی‌ها و مزیت‌های پردازنده‌های ARM؛
- پردازش موازی و خط لوله؛
- کاربردهای میکرو با هسته‌های ARM؛
- خانواده‌های پردازنده‌های ARM؛
- معرفی انواع معماری‌های میکروکنترلرها؛
- معرفی انواع کامپایلرهای میکروهای ARM؛
- باس‌های مورد استفاده در پردازنده‌های ARM؛
- معرفی شرکتهای سازنده میکروهای مبتنی بر پردازنده‌های ARM؛
- معرفی میکروکنترلرهای محبوب شرکتNXP رقیب اصلی سری STM32؛
- معرفی میکروکنترلرهای سری STM32، نامگذاری میکروکنترلرهای شرکت ST؛
- معرفی بردهای توسعه STM32.

آموزش برد STM32F103C8T6:

- معرفی پین‌های برد STM32F103C8T6؛
- آشنایی با مشخصات فنی برد STM32F103C8T6؛
- مقایسه برد STM32F103C8T6 با برد آردینو؛
- آموزش انواع روش‌های پروگرم‌کردن بردهای STM32.

آموزش برنامه نویسی برد STM32F103C8T6 به زبان C++ توسط محیط آردینو:

- زبان برنامه‌نویسی Objective C؛
- مفهوم رجیسترها، آدرس‌ها، آفست‌ها؛
- مفهوم کست‌کردن (Cast)؛
- آموزش عملگرهای (&) Reference و (*) Dereference و عملگر -< (عملگر میخ)؛
- مراحل کامپایل برنامه‌های نوشته شده به زبان C برای میکروکنترلرها؛
- دستورات پیش‌پردازنده و نحوه استفاده از آن‌ها، کتابخانه‌ها در زبان برنامه نویسی C؛
- دستورات کاربردی ریاضی و کار با اعداد تصادفی، مدیریت پالس و مدیریت زمان در آردینو؛
- دستورات کنترلی در آردینو؛
- دستورات PROGMEM و تابع ()sizeof در آردینو؛
- عملگرهای مقایسه‌ای، بولی، منطقی، بیتی، مربوط به اشاره‌گرها و ترکیبی در آردینو.

برنامه‌نویسی و راه‌اندازی ماژول‌ها و سنسورهای مختلف:

- پروژه ۱: تعیین وضعیت خروجی؛
- پروژه ۲: تعیین وضعیت ورودی؛
- پروژه ۳: ماژول کلید لمسی؛
- پروژه ۴: ماژول ال‌سی‌دی اولد؛
- پروژه ۵: واحد ADC و PWM؛
- پروژه ۶: Character LCD؛
- پروژه ۷: سنسور دما و رطوبت؛
- پروژه ۸: رله‌ها؛
- پروژه ۹: واحد ارتباط سریال؛
- پروژه ۱۰: سریال مانیتور و طراحی اپلیکیشن با سی شارپ؛
- پروژه ۱۱: وقفه؛
- پروژه ۱۲: ارتباط SPI؛
- پروژه ۱۳: ارتباط سریال I2C؛
- پروژه ۱۴: آرایه‌ها و رشته‌ها؛
- پروژه ۱۵: بررسی موارد باقی‌مانده از رفرنس آردینو و بازر یا اسپیکر؛
- پروژه ۱۶: مسافت‌سنج؛

- پروژه ۱۷: سون سگمنت؛
- پروژه ۱۸: ماژول کیپد؛
- پروژه ۱۹: بارگراف و میکروفن خازنی؛
- پروژه ۲۰: موتورهای DC؛
- پروژه پایانی: کنترل یک سیستم دلخواه به صورت سخت افزار در حلقه.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Pop, Paul. Analysis and synthesis of distributed real-time embedded systems. Springer Science and Business Media, 2013.
2. M. Morris Mano, Computer System Architecture, third edition.

۳. کتاب طراحی با میکروکنترلرهای STM32 اثر حمید نجفی

۴. کتاب آموزش عملی میکروکنترلرهای ARM سری STM32 اثر محمدرضا شکراللهی و مهدی کریمی انتشارات کانون نشر علوم

الف) عنوان درس به فارسی:

مبانی مکاترونیک ۲

عنوان درس به انگلیسی:	Fundamentals of Mechatronics II	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	مبانی مکاترونیک ۱	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ■	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ☐	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

ب) هدف کلی: در این درس با تشریح سرفصل های منتخب از دینامیک و دینامیک ماشین ها، دانشجو (با پیشینه مهندسی برق) باید مفاهیم دینامیک و دینامیک ماشین را بصورت بنیادی فرا بگیرد.

پ) سرفصل‌ها:

- بررسی مفاهیم پایه، کمیات اصلی نیرو، جرم و زمان و قوانین نیوتن
- سینماتیک ذرات با استفاده از دستگاه های مختصات متنوع
- سینتیک ذرات به روش نیرو و شتاب، سینتیک ذرات به روش کار و انرژی
- سینتیک ذرات به روش ضربه و تکانه
- سینماتیک اجسام صلب در صفحه
- سینتیک اجسام صلب در صفحه به روش نیرو و شتاب
- سینتیک اجسام صلب در صفحه به روش کار و انرژی
- سینتیک اجسام صلب در صفحه به روش ضربه و تکانه
- جمع بندی سینماتیک و سینتیک اجسام صلب برای حرکت سه بعدی
- بررسی انواع اهرم بندی‌ها، بررسی سرعت اهرم بندی‌ها، بررسی شتاب اهرم بندی‌ها
- بررسی نیرویی اهرم بندی‌ها، بررسی موازنه سیستم‌های دوار، اثرات ژیروسکوپی

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

۱. دینامیک، مریام-کریگ- بولتون، ویرایش ۸.

۲. دینامیک، هیبلر، ویرایش ۱۴،
۳. دینامیک ماشین، سید علی اکبر موسویان، نشر دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۹

الف) عنوان درس به فارسی: **مکاترونیک**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Mechatronics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**مبانی مکاترونیک ۱، برق و مکانیک**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**مبانی مکاترونیک ۲، برق و مکانیک**		**تخصصی الزامی** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐

ب) هدف کلی: آشنایی دانشجویان با مفاهیم پایه مکاترونیک، مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های فیزیکی در Simscape، انواع سنسورها و محرک‌ها، طراحی و کنترل سامانه‌های مکاترونیکی و PLC ها

پ) سرفصل‌ها:

تجمیع مبانی مکاترونیک:

- مقدمه‌ای بر مکاترونیک و سیستم‌های اندازهگیری
- تعریف مکاترونیک و ارتباط آن با طراحی مهندسی جدید
- تفاوت مهندسی مکاترونیک با سایر رشته‌ها
- اجزای اساسی یک سیستم مکاترونیکی
- نمونه‌هایی از سیستم‌های مکاترونیکی

مدل‌سازی، شبیه‌سازی و پاسخ سیستم‌های مکاترونیکی:

- مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های مکانیکی و (هیدرولیکی-مکانیکی، دورانی-انتقالی) با Simscape؛
- مدلسازی و شبیه‌سازی سیستم‌های الکتریکی با Simscape؛
- مدلسازی و شبیه‌سازی سیستم‌های سیالاتی با Simscape؛
- مدلسازی و شبیه‌سازی سیستم‌های الکترومکانیکی با Simscape؛
- شناسایی سیستم؛
- سه ویژگی یک سیستم اندازه‌گیری خوب (خطی‌بودن دامنه، پهنای باند مناسب و خطی‌بودن فاز)؛
- رابطه بین پهنای باند و طیف سیگنال‌های ورودی و خروجی؛
- تعیین پاسخ فرکانسی سیستم‌های مکاترونیکی.

سنسورها:

- حسگرها و مبدل‌ها و تعریف کارایی آن‌ها؛
- حسگرهای جابه‌جایی، موقعیت و مجاورت؛
- حسگرهای سرعت و حرکت؛
- حسگرهای نیرو؛
- حسگرهای فشار سیال؛
- حسگرهای جریان سیال؛
- حسگرهای سطح مایع.

حسگرهای دما (نوارهای بایمتال، ترمیستورها، ترمودیودها و ترانزیستورها، ترموکوپل‌ها):

- حسگرهای نوری؛
- حسگرهای نوسان و شتاب؛
- نحوه انتخاب حسگرها.

محرک‌ها:

- سیستم‌های تحریک پنوماتیکی و هیدرولیکی (شیرهای کنترل جهت‌دار، شیرهای کنترل فشار، سیلندرها، شیرهای
- کنترل فرآیند و عملگرهای دورانی)؛
- سیستم‌های تحریک الکتریکی (کلیدهای مکانیکی، کلیدهای حالت جامد، سلونوئیدها، موتورهای DC، موتورهای AC، موتورهای پله‌ای و سروموتورها)؛
- سیستم‌های تحریک مکانیکی (زنجیره‌های سینماتیکی، بادامک‌ها، دستگاه چرخدنده انتقال توان، جغجغه و شیطانک، راه‌اندازهای تسمه‌ای و زنجیری و یاتاقان‌ها)

طراحی سیستم‌های مکاترونیکی:

- طراحی سیستم بازوی یک ربات؛
- طراحی سیستم یک موبایل ربات؛
- طراحی سیستم یک کوادکوپتر.

کنترل هوشمند سیستم‌های مکاترونیکی:

- طراحی و شبیه‌سازی کنترل PID با استفاده از تیونینگ سیمولینک متلب و رویکرد زیگلر نیکلز؛
- طراحی و تنظیم ضرایب کنترل PID با استفاده از رویکرد فازی به همراه شبیه‌سازی؛
- طراحی و تنظیم ضرایب کنترل PID با استفاده از رویکرد عصبی به همراه شبیه‌سازی؛
- طراحی و تنظیم ضرایب کنترل PID با استفاده از الگوریتم ژنتیک به همراه شبیه‌سازی؛
- طراحی و تنظیم ضرایب کنترل PID با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات به همراه شبیه‌سازی؛
- پیاده‌سازی کنترل‌های طراحی‌شده روی سیستم‌های مکاترونیکی موجود در آزمایشگاه.

کنترل‌کننده‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی (PLC):

- تاریخچه PLC؛

- ویژگی‌های PLC ها؛
- مقایسه PLC ها و میکروکنترلرها؛
- مراحل راه‌اندازی سیستم اتوماسیون با PLC؛
- ساختار داخلی و انواع ماژول‌های PLC؛
- نحوه برنامه‌نویسی PLC؛
- آزمایشگاه PLC.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Introduction to Mechatronics and Measurement Systems, by David G. Alciatore and Michael B. Histand, 4th Edition McGraw-Hill, New York, 2012.
2. Mechatronics, Electronics and Control Systems in Mechanical Engineering, by W. Bolton, 6th Edition, Longmen Group Limited, 2016.
3. Modeling and Simulation of Mechatronic Systems using Simscape, Shurva Das, 1th Edition, 2020.

الف) عنوان درس به فارسی: **رباتیک**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Robotics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**اصول کنترل مدرن**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با اصول مدل‌سازی و کنترل بازوهای مکانیکی به‌عنوان مهم‌ترین سیستم‌های رباتیک صنعتی و همچنین سینماتیک و دینامیک مستقیم و معکوس بازوهای مکانیکی و طراحی کنترل خطی و غیرخطی ربات‌ها

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه: معرفی بازوها و سیستم‌های رباتیک، و مقدمات ریاضی برای بررسی دینامیک و کنترل بازوهای مکانیکی
تبدیل‌های ریاضی: تعریف موقعیت، سرعت و جهت‌گیری، ماتریس دوران، ماتریس تبدیل و زوایای اویلر
سینماتیک مستقیم و معکوس: پارامترهای دناویت هارتنبرگ، فضای مفصلی و کارتزین، روش هندسی، روش‌های بازگشتی، قضیه‌ی، زیر فضاهای سینماتیکی
تحلیل ژاکوبین: سرعت زاویه‌ای، تعیین سرعت مفاصل، روش بازگشتی، تعریف ژاکوبین، تکینگی، رابطه‌ی نیرو و گشتاور
دینامیک: شتاب خطی و زاویه‌ای، روش نیوتن- اویلر، روش‌های بازگشتی، روش لاگرانژ، روش بازگشتی لاگرانژ
تولید مسیر: روش‌های فضای مفصلی و کارتزین، منحنی‌های درجه‌ی سه و منحنی‌های سهموی-خطی، روش‌های بهینه‌ی زمانی
طراحی کنترل‌کننده خطی: سیستم‌های رسته‌ی دو ،مدل‌سازی و شناسایی خطی بازوهای مکانیکی با جعبه‌دنده، طراحی کنترل خطی بر اساس مدل شناسایی‌شده
طراحی کنترل‌کننده غیرخطی: روش‌های خطی سازی با فیدبک، روش گشتاور محاسبه شده، روش‌های چند متغیره بر اساس ژاکوبین کنترل‌های نیرو، امپدانس و هیبرید: معرفی روش‌های ترکیبی کنترل نیرو و موقعیت به‌صورت هم‌زمان

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. M. W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, Robot Modeling and Control, 2nd ed., Wiley, 2020.
2. J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, 4th ed., Pearson, 2017.
3. L. W. Tsai, Robot Analysis: The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, Wiley, 2008.
4. H. Asada, J-J. E. Slotine, Robot Analysis and Control, Wiley, 1991.

الف) عنوان درس به فارسی:

محاسبات نرم

عنوان درس به انگلیسی:	Soft Computations		نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-		پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-		تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:		۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:		۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

ب) هدف کلی: در این درس با خلاصه و گزیده‌ای از مجموعه مباحث مرتبط با محاسبات نرم شامل منطق فازی، شبکه‌های عصبی، محاسبات تکاملی، یادگیری ماشین و استفاده از آن‌ها در کاربردهای مهندسی آشنایی حاصل می‌شود.

پ) سرفصل‌ها: مقدمه‌ای بر محاسبات نرم، هوش محاسباتی تعاریف و کاربرد آن در مهندسی کنترل و سایر مهندسی‌ها، سیستم‌های فازی: داستان فازی، مبانی سیستم فازی، عدم قطعیت، چند پارادوکس، استنتاج ارسطویی، مجموعه‌های فازی، قواعد اگر - آنگاه، منطق فازی، استنتاج فازی، پایگاه قواعد فازی، اجزای سیستم فازی، سیستم فازی نگاشت غیرخطی، سیستم‌های عصبی - فازی، بهینه‌سازی (مبتنی بر گرادیان و آزاد از گرادیان)، کاربرد سیستم فازی، فازی PID، سیستم‌های TSK و ساختار ANFIS، فازی نوع II، مزایا و معایب. (کاربردها: شناسایی – تشخیص الگو و کنترل). شبکه‌های عصبی: تعاریف پایه، مفاهیم فیزیولوژی، نرون چیست؟ علوم اعصاب و توسعه آن، مدل‌های نرون‌های عصبی، مدل‌های ریاضیاتی، ساختار شبکه نرونی، ارتباط نرون‌ها با یکدیگر، توانایی ارتباط نرون‌ها، کاربردها، شبکه پرسپترون چندلایه، بهینه‌سازی، شبکه پایه‌ای شعاعی، شبکه‌های عصبی بازگشتی، شبکه‌های عصبی دینامیکی، شبکه‌های عصبی عمیق. (کاربردها: شناسایی – تشخیص الگو و کنترل). بررسی و کاربرد شبکه‌های عصبی رقابتی مانند LVQ و SOM. بهینه‌سازی: انواع بهینه‌سازی، بهینه‌سازی تصادفی، بهینه‌سازی تک و چندهدفه، بهینه‌سازی تکاملی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم‌های مبتنی بر هوش گروهی، PSO، DE، Ant Colony و غیره. معرفی بهینه سازی تکاملی در محیط های دینامیک و استاتیک. معرفی روش‌های مختلف خوشه بندی داده‌ها مانند KNN، K-Means، خوشه بندی فازی C-Means، خوشه بندی DBSACN، فازی KNN. معرفی روش‌های SVM و SVR برای رگرسیون و کلاس‌بندی و تاثیر انتخاب کرنل‌های مختلف و البته رویکردهای چندکرنلی، معرفی روش‌های مختلف انتخاب و استخراج ویژگی مانند PCA و ICA، معرفی روش های ارزیابی مختلف مدل های یادگیری ماشین cross validation و غیره. معرفی مفاهیم بیزین و بررسی Naive Bayes classifier. معرفی روش‌های مختلف درخت تصمیم و اهمیت آن‌ها. معرفی مفاهیم یادگیری تقویتی مانند Q-learning.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Li-Xin Wang, “A Course in Fuzzy Systems and Control”, Prentice Hall; 1st Edition, 1996.
2. Andries P. Engelbrecht, “Computational Intelligence: An Introduction”, 2nd Edition, 2007.
3. Christopher M. Bishop,” Pattern Recognition and Machine Learning”, 2006.
4. Martin T Hagan, Howard B Demuth, Mark H Beale, Orlando De Jesús, “NEURAL NETWORK DESIGN”, 2nd Edition, 2014.
5. James M. Keller, Derong Liu, David B. Fogel, “Fundamentals of Computational Intelligence: Neural Networks, Fuzzy Systems, and Evolutionary Computation”, 2016.

الف) عنوان درس به فارسی:

تشخیص و شناسایی خطا

عنوان درس به انگلیسی:	**Fault Detection and Identification**		**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی: آشنایی با روش‌های تشخیص، شناسایی، جداسازی و آشکارسازی خطا در بخش‌های مختلف یک سیستم تحت کنترل شامل عملگر، سیستم و حسگر.

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه: تعاریف اولیه، شناسایی اصول تشخیص و شناسایی خطا، خطای حسگر/ عملگر/ سیستم، اهداف خطایابی، اغتشاش و عدم قطعیت، تشخیص خطای مقاوم، معرفی انواع روش‌های تشخیص و شناسایی خطا، افزونگی سخت‌افزاری، روش‌های مبتنی بر سیگنال و مدل

روش‌های مبتنی بر سیگنال: شناخت الگوی خطا، مسائل دسته‌بندی خطا و خوشه‌یابی، برخورد آماری با مسائل دسته‌بندی و خوشه‌یابی، روش‌های آماری، دسته‌بندی بیزی، تخمین تابع چگالی احتمال به روش‌های پارامتری و غیر پارامتری، دسته‌بندی خطا بر اساس روش‌های طبقه‌بندی خطی، دسته‌بندی خطا بر اساس روش‌های طبقه‌بندی غیرخطی همانند شبکه‌های عصبی

تحلیل کاهش بعد و انتخاب ویژگی: تحلیل مولفه اصلی، تحلیل تفکیک فیشر، کمترین مربعات جزیی، معرفی چند ویژگی پر کاربرد در استخراج ویژگی

تشخیص و آشکارسازی خطا بر اساس مدل: شناسایی سیستم و چگونگی به‌کارگیری آن در تشخیص و شناسایی خطا، روش‌های خطی و غیرخطی پویا و ایستا

روش‌های تقریب پارامتر: کمترین مربعات بازگشتی، پریتی، رویتگر، عامل بندی H_∞ و H_2. تولید و ارزیابی مانده : آستانه گذاری مانده به‌صورت ثابت و تطبیقی و روش‌های متداول آن، بررسی اثرات عدم قطعیت، اغتشاش و کنترل‌کننده در روش‌های بیان شده بر اساس مدل

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. S. Theodoridi, K. Koutroumbas, Pattern Recognition, 4th ed., Academic Press, 2008.
2. R. Isermann, Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance, Springer, 2006.
3. R. Isermann, Fault-Diagnosis Applications: Model-Based Condition Monitoring, Springer, 2011.
4. J. Chen and R. J. Patton, Robust Model-based Fault Diagnosis for Dynamic Systems, Springer, 1999.
5. S. Simani, Model-based Fault Diagnosis in Dynamic Systems using Identification Techniques, Springer, 2003.
6. S. Ding, Model-based Fault Diagnosis Techniques: Design Schemes, Algorithms, and Tools, 2nd ed., Springer, .2102

الف) عنوان درس به فارسی: **شناسایی سیستم‌ها**			
عنوان درس به انگلیسی:	**System Identification**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌های، پارامتری یا غیر پارامتری، تعیین مدل ریاضی یک سیستم با استفاده از اطلاعات ورودی و خروجی آن.

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه: بیان لزوم مدلسازی، انواع مدل‌ها و فرایند شناسائی سیستم‌ها
مروری بر روش‌های کلاسیک شناسائی سیستم
روش‌های شناسائی سیستم‌های خطی
شناسائی حداقل مربعات و خواص آن
تخمین بهینه و تخمین حداکثر درست‌نمائی
الگوریتم‌های محاسباتی
ارزیابی مدل شناسائی
شناسائی سیستم‌های متغیر بازمان
سیستم‌های غیرخطی
روش‌های دیگر شناسائی سیستم‌ها

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. L. Ljung, System Identification: Theory for The User, Prentice- Hall, 1999.
2. J. P. Norton, An Introduction to Identification, Dover, 2009.
3. T. Soderstrom, P. Stoica, System Identification, Prentice Hall, 1989.

الف) عنوان درس به فارسی: **سیستم‌های بیومکاترونیک**				
عنوان درس به انگلیسی:	**Biomechatronic Systems**		**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی:

این درس برای آشنایی دانشجویان با مبانی و پیشرفت‌های اخیر در زمینه بیومکاترونیک به عنوان یک علم بین‌رشته‌ای و کاربردهای گسترده آن طراحی و برنامه‌ریزی شده است. در این درس نمونه‌های عملی متنوعی از جدیدترین فعالیت‌های تحقیقاتی، پزشکی و صنعتی مرتبط با بیومکاترونیک به دانشجویان ارائه می‌شود.

پ) سرفصل‌ها:

معرفی علم بیومکاترونیک: سیستم های بیولوژیکی و بیومکانیکی، عوامل انسانی، سیستم عصبی، سیستم اسکلتی – عضلانی، ایمنی و اخلاق پزشکی.

تجزیه و تحلیل سیگنال های حیاتی: سیگنال های بیوالکتریکی، دریافت و تقویت سیگنال‌ها، تحلیل در حوزه زمان، تحلیل در حوزه فرکانس، ملاحظات عملی.

کنترل سیستم‌های بیومکاترونیک: بررسی اجمالی حسگرهای پرکاربرد در بیومکاترونیک، حسگرهای اندازهگیری بیوپتانسیل، پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های مرتبط با حسگرها، بررسی اجمالی عملگرهای پرکاربرد در بیومکاترونیک، عملگرهای اندام‌های مصنوعی، پیشرفتهای اخیر در فناوری‌های مرتبط با عملگرها، بازخوردهای بیولوژیکی، انواع بازخورد در بیومکاترونیک، کنترل‌کننده‌های پرکاربرد در بیومکاترونیک.

سیستمهای کمک شنوایی: معرفی درون کاشت‌های شنوایی، عوامل ناشنوایی و درمان‌های موجود، فناوری‌های کمک شنوایی، هدایت استخوانی، درون کاشت‌های گوش میانی، درون کاشت‌های ساقه مغز، پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های کمک شنوایی.

پروتزهای بینایی: مسیرهای بینایی، عوامل نابینایی و درمان‌های موجود، سیستم‌های کمک بینایی (عینک‌های بیونیک، تصاویر حرارتی، سیستم‌های صوتی و لیزری)، پروتزهای عصبی و درون کاشت‌های بینایی، پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های کمک بینایی.

اندام‌های مصنوعی فعال: تاریخچه مختصری از ساخت اندام‌های مصنوعی، توانبخشی فعال، مدل‌های حرکتی دست، مدل‌های حرکتی پا، کنترل بالاتنه‌های مصنوعی، کنترل پایین‌تنه‌های مصنوعی، پیشرفت‌ها و کاربردهای جدید در فناوری‌های پوشیدنی.

مطالعات موردی: توانبخشی به کمک ربات‌های پوشیدنی، تحریک عمقی مغز به صورت حلقه‌بسته، بهینه کردن درمان به کمک سیستم‌های ثبت حرکت، توانبخشی به کمک واقعیت مجازی.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجــع :

1. Jacob Segil, ed. Handbook of Biomechatronics, Academic Press, 1st Ed., 2019.
2. Graham Brooker, Introduction to Biomechatronics, SciTech Pub., 1st Ed., 2012.
3. José L. Pons, Wearable Robots: Biomechatronic Exoskeletons, Wiley, 1st Ed., 2008.

الف) عنوان درس به فارسی:

کنترل سیستم‌های چندعاملی

عنوان درس به انگلیسی:	Control of Multi-agent Systems	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	-	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	کنترل مدرن	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

ب) هدف کلی:

درس کنترل سیستم‌های چند عاملی به بررسی و طراحی کنترل برای چندین عامل یا وسیله می‌پردازد به نحوی که بتوانند ماموریت خود (توافق، آرایش‌بندی، اجماع، عدم برخورد، قرار ملاقات و پوشش محیط) را به درستی انجام دهند. پیرو الگوی رفتار انسان برای انجام برخی از مأموریت‌ها به‌صورت گروهی تلاش می‌شود مأموریت‌هایی تعریف شود که در آن تیمی از اعضاء با یکدیگر همکاری و هم‌افزایی کنند تا بتوانند مأموریت را با هزینه کمتر، با قوام و انعطاف بیشتر انجام دهند. تلاش بر این است که الگوریتم‌های کنترل به‌صورت غیرمتمرکز بوده و هر عامل براساس اطلاعات به‌دست آمده از حسگرهای خود و همسایه‌ها و در راستای مأموریت و هدف تعریف شده، فرمان مناسب بر عملگرهای خود را صادر می‌کند.

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه‌ای بر کنترل سیستم‌های چندعاملی، ربات‌های متحرک، دیسک گرشگورین، تئوری گراف، ضرب کرونیکر، جلوگیری از برخورد با مانع، جلوگیری از برخورد با مانع در سیستم‌های چند عاملی، جلوگیری از برخورد با مانع دینامیکی، کنترل اجماع، مسائل اجماع شامل تاثیر تاخیر، آنالیز الگوریتم‌های اجماع، سرعت همگرایی، توپولویی ارتباطی دینامیکی، مسائل اجماع در سیستم‌های مرتبه بالاتر، اجماع در سیستم‌های خطی به فرم کلی، اجماع در سیستم‌های غیرخطی، اجماع با در نظر گرفتن تاخیر، اجماع در شبکه‌های تصادفی، اجماع زمان محدود، اجماع تصادفی، کنترل آرایش‌بندی و گله‌ای، ساختار آرایش، کاربردهای آرایش‌بندی، کنترل آرایش بر اساس فاصله، کنترل آرایش در حالت بدون برخورد، کنترل آرایش در سیستم‌های غیرخطی، قرار ملاقات، کاربردهای قرار ملاقات، کنترل پوشش، انواع پوشش، پوشش استاتیکی و دینامیکی، کاربردهای پوشش، فالت در سیستم‌های چندعاملی، متدهای FTDI، متدهای Recovery، FTDI در سیستم‌های چندعاملی، سنکرون‌سازی در سیستم‌های چندعاملی، بررسی و حل مثال‌های کاربردی متنوع در هر قسمت با استفاده از نرم‌افزار MATLAB.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Selected papers.

2. W. Ren and R. W. Beard," Distributed Consensus in Multi-Vehicles Cooperative Control Theory and Applications", Springer, 2008

3. J. Shamma," Cooperative Control of Distributed Multi-Agent Systems", Wiley, 2007

4. Lewis, Frank L., et al. Cooperative control of multi-agent systems: optimal and adaptive design approaches. Springer Science & Business Media, 2013

الف) عنوان درس به فارسی: **کنترل مدرن**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Modern Control**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با مفاهیم و روش‌های طراحی کنترل‌کننده در فضای حالت.

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه: آشنایی با نمایش‌های خارجی و داخلی سیستم‌ها و مزایای نمایش فضای حالت، چند مثال عملی، تعاریف اولیه

مروری بر مفاهیم جبر خطی و مدل‌سازی سیستم‌ها، خطی‌سازی ریاضی، عدم قطعیت در مدل‌سازی

نمایش سیستم‌های خطی، جواب معادلات دیفرانسیل سیستم‌های خطی

نمایش فضای حالت : انتخاب متغیرها، حل معادلات، روش‌های به دست آوردن ماتریس انتقال حالت، لاپلاس، حالت دینامیکی، روش هامیلتون، روش سیلوستر، تبدیل همانندی، قطری سازی، فرم کانونیکال جردن

کنترل‌پذیری و رویت‌پذیری : تعاریف و شرایط کنترل‌پذیری و رویت‌پذیری، دوگانی سیستم‌های خطی، کنترل‌پذیری خروجی و تابعی، ترکیب کانونیکال کالمن

نظریه تحقق و پایداری : تحقق کاهش ناپذیر، تحقق سیستم‌هایSISO، SIMO, MISO، تعاریف پایداری، پایداری درونی، پایداری BIBO، معادله ماتریسی لیاپانوف

سیستم‌های کنترل فیدبک حالت : محاسبه بهره فیدبک حالت، سیستم‌های چند ورودی، اثرات فیدبک حالت، طراحی سیستم‌های ردیاب، روش‌های جایابی قطب، جایابی قطب برای سیستم‌های MIMO، رفع اغتشاش، فیدبک حالت با کنترل انتگرالی

رویت‌گرهای حالت : ساختار و خواص رویت‌گرهای مرتبه کامل و مرتبه کاهش‌یافته، سیستم‌های کنترل فیدبک حالت با رویت‌گر، طراحی جایابی قطب با فیدبک خروجی، فیدبک حالت با رویت‌گر، قضیه جداسازی، فیدبک حالت با تخمین اغتشاش، عملکرد حلقه بسته

آشنایی با کنترل بهینه : فیدبک حالت بهینه LQR، انتخاب بهره اعمالی، رویت‌گر حالت بهینه LQE، فیلتر کالمن

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

۱. ع. خاکی صدیق، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.

۲. ح. ر. تقی‌راد، مقدمهای بر کنترل مدرن، ویراست چهارم، انتشارات دانشگاه صنعت ی خواجه نصیرالدین طوس ی، ۱۳۹۹.

3. C. T. Chen, Linear System Theory and Design, 4th ed., Oxford University Press, 2012.

4. W. L. Brogan, Modern Control Theory, 3rd ed., Prentice- Hall, 1990.

الف) عنوان درس به فارسی: **ریاضیات مهندسی پیشرفته**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Engineering Mathematics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐

ب) هدف کلی:

ایجاد دانش قوی و روش‌های فیزیکی در مباحث ریاضیات تحلیلی و کاربردی در زمینه‌های مهندسی

پ) سرفصل‌ها:

بر اساس گرایش دانشجویان توسط کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده از مباحث زیر تعیین می‌شود.

آنالیز مختلط : توابع تحلیلی، سری‌های توانی لوران و تیلور، قضیه مانده‌ها، فرمول انتگرال کوشی و کاربردهای آن، نقاط تکین و طبقه‌بندی آن‌ها، اصل آرگومان، قضیه روشه و عدد پیچش منحنی، توابع چند مقداری، سطوح ریمانی، روش‌های محاسبه انتگرال‌های ناسره، قضیه ادامه تحلیلی و اصل انعکاس شوراتز

حساب تغییرات: روش ریلی- ریتز، اکسترمم توابع چند متغیره، کاربرد حساب تغییرات در حل عددی معادلات دیفرانسیل، مسائل اشتورم - لیوویل، مسائل مقادیر مرزی

توابع تعمیم‌یافته (نظریه توزیع): تابع دلتای دیراک، توابع گرین در یک، دو، یا سه بعد، حوزه طیفی، توابع دایادی گرین، مدل‌سازی

منابع الکترومغناطیسی در دستگاه‌های مختصات مختلف

نگاشت هم دیس: کاربرد در تعیین توابع گرین و خطوط انتقال، تبدیل شوارتزکریستوفل، حل مسائل دیریکه و نیومان با توابع مختلط، عبارت تغییراتی (Variational) برای امپدانس مشخصه خطوط انتقال، نظریه پتانسیل، توابع گرین برای عملگرهای ریاضی فیزیک معادلات انتگرالی: معادلات فردهولم و ولترا، کرنل جدایی‌پذیر، نظریه هیلبرت- اشمیت، تکنیک وینر- هوف (Wiener- Hopf)،

معادلات انتگرالی تکین

تبدیل‌های انتگرالی و کاربردها: روش تبدیل فوریه، روش تبدیل لاپلاس، روش تبدیل فوریه - بسل، تبدیل هیلبرت، روش وینر- هوف (Wiener- Hopf) در معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزیی و معادلات انتگرالی

فضاهای خطی: عملگرها، معادلات عملگری (ماتریسی، انتگرالی، دیفرانسیلی)، حل تقریبی معادلات عملگری، توابع خاص، مباحث ویژه

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی و آزمون ها در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. H. T. Weber, G. Arfken, Mathematical Methods for Physicists, 7th ed., Academic Press, 2012.
2. D. G. Dudley, Mathematical Foundations for EM Theory, IEEE Press, 1994.
3. I. Stakgold and M. Holst, Green's Functions and Boundary Value Problems, 3rd ed., Wiley, Inc., 2011.
4. M. Masujima, Applied Mathematical Methods in Theoretical Physics, 2nd ed., Wiley, Weinheim, 2009.
5. S. I. Hayek, Advanced Mathematics in Science and Engineering, Marcel Dekker, 2001.
6. J. W. Dettman, Mathematical Methods in Physics and Engineering, Dover Pub., 1988.
7. M. Ya. Antimirov, A. Kolyshkin, R. Vaillancourt, Complex Variables, 3rd ed., Academic Press, 1998.
8. F. B. Hilebrand, Methods of Applied Mathematics, 2nd ed., Prentice- Hall, 1965.
9. B. Davies, Integral Transforms and Their Applications, 3rd ed., Springer, 2002.
10. I. M. Gelfand, and S. V. Fomin, Calculus of Variations, Prentice- Hall, 1963.
11. J. W. Brown and R. V. Churchill, Complex Variables and Applications, 8th ed., McGraw-Hill, 2008.
12. G. W. Hanson, and A. B. Yakovlev, Operator Theory for Electromagnetics- An Introduction, Springer, 2002.
13. D. C. Lay, Linear Algebra & Its Applications, 4th ed., pearson, 2011.
14. M. D. Greenbery, Foundation of Applied Mathematics, Dover Pub., 2013.
15. M. Kopchenova, Computational Mathematics, Mir Pub., 1975

الف) عنوان درس به فارسی: **کنترل پیشرفته ۱**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Control I**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

هدف از این درس تجزیه و تحلیل سیستم‌های کنترل در فضای حالت و طراحی کنترلر و مشاهده‌گر برای سیستم‌های مذکور است.

پ) سرفصل‌ها:

مروری بر کنترل کلاسیک، سیستم‌های خطی با ضرایب وابسته و غیروابسته به زمان، تبدیل لاپلاس، سری فوریه، تعریف یک سیستم و به دست آوردن معادلات دیفرانسیل و تابع تبدیل آن، بررسی پایداری سیستم‌ها.
عکس‌العمل سیستم به یک ورودی و بررسی پاسخ سیستم در حالت گذرا و دائم.
مقایسه کنترل کلاسیک با کنترل مدرن و مشخص کردن امتیازات کنترل مدرن، آشنایی با مفاهیم جبرخطی، تبدیل‌های همانندی و استفاده از آنها در تحلیل سیستمی.
بررسی کنترل سیستم‌ها در فضای حالت، تعریف حالت، متغیرهای حالت، فضای حالت، حل معادلات حالت، دستگاه‌های دینامیکی معادل.
بررسی سیستم‌های چند ورودی و چند خروجی، معرفی سیستم چند ورودی و چند خروجی و دیاگرام جعبه‌ای کلی آن، به دست آوردن تابع تبدیل کلی، ارائه معادلات دیفرانسیل سیستم.
تعریف کنترل‌پذیری و تست‌های کنترل‌پذیری، تجزیه سیستم‌های کنترل‌ناپذیر، تعریف رؤیت‌پذیری و تست‌های رؤیت‌پذیری، تجزیه سیستم‌های رؤیت‌نایذیر، کنترل‌پذیری و رؤیت‌پذیری سیستمهای به‌هم‌پیوسته موازی، سری و اتصال فیدبکی.
تحقق‌پذیری و تئوری‌های تحقق.
تعریف پایداری و روش‌های تحلیل پایداری.
طراحی فیدبک حالت خطی، طراحی رؤیت‌گرهای خطی، طراحی سیستم‌های فیدبک حالت همراه با رؤیت‌گر
سیستمهای کنترل بهینه و معرفی فیلتر کالمن.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

۱. ع. خاکی صدیق، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.

۲. ح. تقی‌راد، مقدمه‌ای بر کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی،۱۳۹۱.

3. K. Ogata, Modern Control Engineering, 5th Edition, Prentice-Hall, 2009.

4. C. H. Houpis, and S. N. Sheldon, Linear Control System Analysis and Design with Matlab, 6th Edition, CRC Press, 2013.

5. F. Golnaraghi, and B. C. Kuo, Automatic Control Systems, 9th Edition, John Wiley & Sons, 2010.

6. C. T. Chen, Linear System Theory and Design, 3rd Edition, Oxford University Press, 1999.

7. W. L. Brogan, Modern Control Theory. Pearson Education India, 1991.

الف) عنوان درس به فارسی: **شبکه عصبی**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Neural Networks**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با خاستگاه، مبانی، مفاهیم، روش‌ها و برخی کاربردهای شبکه‌های عصبی.

پ) سرفصل‌ها:

انگیزه : یافته‌های بیولوژیک، ساختار سلول‌های عصبی و ساختارهای ارتباطی آن‌ها، پردازش توزیع‌شده
پیاده‌سازی رفتارهای منطقی با مدل‌هایی از یافته‌های بیولوژیک: شبکه‌های مک-لوچ-پیتز، ساختار ترکیبی و ترتیبی
یادگیری در شبکه‌های توزیع شده : قانون هب، شبکه‌ی هب (توانایی‌ها و معایب)، تعمیم قانون هب به حالات منطقی
شبکه پرسپترون : ساختار نورون، ساختار شبکه و قانون یادگیری، اثبات همگرایی روش یادگیری پرسپترون
شبکه ADALINE : پیش‌بینی خطی و روش‌های محاسباتی آن (روش ویدراو- وینر- هاف)، تعمیم ساختار محاسباتی توزیع شده، قانون یادگیری، روش بیشترین شیب، روش گرادیان مزدوج
شبکهMADALINE
انواع یادگیری : با سرپرست، بدون سرپرست، امکان یادگیری بدون سرپرست با تعریف قانون برازش برای یک الگوریتم با سرپرست، مفهوم رقابت در یادگیری
شبکه کوهونن : SOM،LVQ، شبکه‌های الاستیک، حل مسائل بهینه‌سازی با شبکه‌های الاستیک
مفهوم حافظه : دقت و صحت، مصونیت در قبال نویز، ظرفیت و قابلیت بازیافت، ساختارهای شرکت‌پذیر
شبکه‌های شرکت‌پذیر : با غیر، با خود، انتشار مخالف، ظرفیت و هم‌گویی
مفهوم دور (Iteration) : شبکه‌های هاپفیلد گسسته، استفاده از همگرایی معادلات دیفرانسیل درجه‌ی اول در یادگیری شبکه، شبکه-های هاپفیلد پیوسته، حل مسائل بهینه‌سازی
خوشه‌بندی نمونه‌های جدید : نظریه تشدید وفقی، شبکه‌های ART و انواع آن
تعمیم یادگیری به بیش از یک لایه : پس انتشار خطا، روش‌های گرادیان، گشتاور، لونبرک مارک
شبکه‌های با ساختار متغیر : همبستگی متوالی، GSOM، گاز
برخی کاربردها

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی و آزمون ها در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. L. V. Fausett, Fundamentals of Neural Networks: Architectures and Applications, Prentice Hall, 1994.
2. D. Graupe, Principles of Artificial Neural Networks, 4th ed., World Scientific Pub., 2019.
3. S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, 3rd ed., Prentice Hall, 2008.
4. C. C. Aggarwal, Neural Networks and Deep Learning, Springer, 2019.

الف) عنوان درس به فارسی: **بازشناسی آماری الگو**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Statistical Pattern Recognition**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با روش‌های آماری تشخیص الگو و کاربرد آن در مهندسی. انجام تکلیف‌های کامپیوتری برای درک مطلب ضروری است.

پ) سرفصل‌ها:

- معرفی طبقه‌بندی آماری الگوها؛
- تئوری تصمیم‌گیری به روش بیز؛
- روش‌های تخمین پارامترهای آماری، روش ماکزیمم شباهت، روش تخمین بیزی، بیشینه‌سازی امید؛
- توابع تمایز خطی و الگوریتم‌های جداساز خطی، روش پرسپترون و جداساز خطی فیشر؛
- معرفی شبکه عصبی چند لایه پرسپترون و شبکه عصبی بیزی؛
- ماشین‌های بردار پشتیبان؛
- مدل‌های گرافیکی آماری، مدل مارکف مخفی، شبکه‌های بیزی؛
- روش ترکیب دسته‌بندها؛
- روش‌های کاهش بعد، PCA و ICA؛
- خوشه‌چینی داده‌ها.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. R. O. Duda, P. E. Hart and D. Stork, "Pattern Classification", 2nd Edition, Wiley 2002.
2. C. Bishop, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer 2006.
3. C. Bishop, "Neural Networks for Pattern Recognition", Oxford University Press, Oxford, UK, 1995.

4. S. T Theodoridis and K. Koutroumbas, "Pattern Recognition", 3rd Edition, Academic Press, 2006

الف) عنوان درس به فارسی: **دینامیک پیشرفته**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Dynamics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

هدف درس دینامیک پیشرفته این است که به دانشجویان رشته مهندسی مکانیک در مقطع کارشناسی ارشد استخراج و تحلیل معادلات حرکت سیستم‌های دینامیکی مختلف سه‌بعدی و پیچیده را با استفاده از معادلات نیوتن-او یلر و روش‌های تحلیلی نظیر لاگرانژ و همیلتون بیاموزد.

پ) سرفصل‌ها:

مفاهیم اولیه دینامیک: دینامیک ذرات، دستگاه مختصات لخت، سینماتیک و دینامیک، قوانین حرکت نیوتن، قانون گرانش

سینماتیک: دستگاه مختصات دکارتی، دستگاه مختصات عمودی-مماسی، دستگاه قطبی استوانه‌ای و کروی، تبدیل دوران مختصات، دستگاه مختصات دورانی، سرعت و شتاب در دستگاه دورانی، حرکت به دور زمین چرخان، سرعت زاویه ای، شتاب زاویه‌ای، زوایای اویلر و پارامترهای اویلر (کواترنیون‌ها)

دینامیک اجسام صلب: تعمیم قانون دوم نیوتن و روابط انرژی و مومنتوم به سیستمی از ذرات، ماتریس لختی، محورهای اصلی، معادلات حرکت اجسام صلب، معادلات حرکت نیوتن-اویلر، اصول انرژی و مومنتوم زاویه‌ای اجسام صلب، اصول ضربه در اجسام صلب، اثرات ژیروسکوپی

دینامیک تحلیلی: مختصات تعمیم یافته، معادلات قیدی، سیستم‌های هولونوم و ناهولونوم، اصل دالامبر، اصل کار مجازی و اصل هامیلتون، نیروهای عمومی، معادلات حرکت لاگرانژ، ضرایب لاگرانژ، انتگرال‌های ضربه و مومنتوم مستخرج از معادلات لاگرانژ، زوایای اویلر، مفهوم شبه‌مختصات، اصل همیلتون، تبدیل لژاندر و تابع هامیلتونی، معادلات حرکت هامیلتون

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. JERRY H. GINSBERG, Advanced Engineering Dynamics, 2nd Edition, Transferred to digital printing 2010, Cambridge University Press.

2. Haim Baruh, ANALYTICAL DYNAMICS, 1999, McGraw-Hill.

3. Greenwood, D. T. (2003). Advanced dynamics (p. 39). Cambridge: Cambridge University Press.

الف) عنوان درس به فارسی: **ربات‌های موازی**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Parallel Robots**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**سیستم‌های کنترل خطی**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

در این درس دانشجویان با مدل‌سازی و کنترل ربات‌های موازی، به عنوان سیستم‌های رباتیک پیشرفتهٔ صنعتی آشنا خواهند شد. سینماتیک و دینامیک مستقیم و وارون بازوهای مکانیکی در بخش مدل‌سازی مورد بررسی و شبیه سازی قرار گرفته و مطابق سرفصل زیر به طراحی کنترل کننده خطی و غیرخطی در این نوع ربات‌ها پرداخته می‌شود. به منظور تثبیت درک مطالب ارائه شده در خصوص یک ربات موازی خاص در طول ترم و در هر تکلیف آنالیز و شبیه سازی مطالب فرا گرفته شده به صورت پیوسته صورت می پذیرد.

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه (حلقه های سینماتیکی، معیار گروبلر، معیار حرکت حلقه، دسته بندی ربات‌ها، توصیف موقعیت و جهت گیری)، سینماتیک (سینماتیک ربات‌های موازی، روش حلقه‌های سرعت، حل سینماتیک وارون و مستقیم چند ربات موازی صفحه‌ای و فضایی)، ژاکوبین (سرعت‌های خطی و زاویه‌ای، تعریف ماتریس‌های ژاکوبین در ربات‌های موازی، تکینگی و افزونگی، ژاکوبین بر اساس نظریه پیچه، آنالیز ژاکوبین بر روی چند ربات موازی، ارتباط نیرو- گشتاور و ژاکوبین، اصل کار مجازی، تعیین ماتریس سختی)، دینامیک (آنالیز شتاب‌های خطی و زاویه‌ای، روش نیوتن-اویلر، روش کار مجازی، روش لاگرانژ، تعیین فرم عمومی معادلات دینامیکی ربات‌های موازی، روش‌های شبیه سازی ربات‌های موازی)، کنترل موقعیت (ساختارهای کنترل، کنترل خطی، کنترل پیش‌خور، روش دینامیک وارون، کنترل مقاوم، کنترل تطبیقی)، کنترل نیرو (ساختارهای کنترل، کنترل سفتی، کنترل مستقیم نیرو و کنترل امپدانس).

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Hamid D. Taghirad, “Parallel Robots: Mechanics and Control”, CRC Press, 2013.

2. Lung-Wen Tsai, “Robot analysis: the mechanics of serial and parallel manipulators”, New York, Wiley, 1999.

3. J.P. Merlet, “Parallel robots”, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2000.

4. M. W. Spong, S. Hutchinson, M. Vidyasagar, “Robot Modeling and Control”, New York, Wiley, Nov. 2005.

5. L. Sciavicco, B. Siciliano, “Modelling and Control of Robot Manipulators”, Springer Verlag, 2nd ed. 2001

6. Selected papers.

الف) عنوان درس به فارسی: **واقعیت مجازی**				
عنوان درس به انگلیسی:	**Virtual Reality**		**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی:

دانشجویان با اجزاء سیستم‌های واقعیّت مجازی آشنا می‌شوند و با انجام پروژه‌های عملی مهارت‌های اولیه پیاده‌سازی محیط‌های مجازی را پیدا می کنند. ماهیّت واقعیّت مجازی فرارشته‌ای است و به رشته‌های مهندسی کامپیوتر، مهندسی مکانیک، مهندسی برق و روانشناسی مربوط می‌شود.

پ) سرفصل‌ها:

مشخّصات و تاریخچه واقعیّت مجازی: واقعیّت مجازی تعریف می شود؛ تفاوت آن با "عمل از راه دور" و "واقعیّت افزوده" ذکر می‌شود؛ دو مشخّصه اصلی "غرق شدن" و"تعامل" بررسی می‌شود؛ و به تاریخچه واقعیّت مجازی طی یک قرن اخیر اشاره می‌گردد.

مدل‌سازی گرافیکی: ابتدا مدل‌سازی هندسی اجسام مجازی تشریح می‌شود. در مدل‌سازی هندسی ایجاد مدل‌های سه‌بعدی اجسام به وسیله تعریف رؤوس و سطوح، نورپردازی و استفاده از بافت‌ها بررسی می‌شود. سپس در مدل‌سازی سینماتیکی از ماتریس‌های تبدیل برای حرکت اجسام استفاده می‌گردد. برای پیاده‌سازی مدل‌های مطرح‌شده در بخش قبل، مدل‌سازی گرافیکی و برنامه‌نویسی اسکریپتی به کمک نرم‌افزار ویرتولز انجام می‌گیرد. نحوه ایجاد برجسته‌سازی نیز تشریح می‌گردد.

نمایشگرهای بینایی: ویژگی‌های حسّ بینایی و چگونگی برجسته‌دیدن ارائه می‌شود. نمایشگرهای بینایی تک‌نفره مانند نمایشگرهای روی سر، روی میز، روی زمین، و همچنین چندنفره مانند دیوار، غار و گنبد بررسی می‌شوند.

ردیاب‌ها و ربات‌های لامسه‌ای: انواع ردیابهای مکانیکی، مغناطیسی، مافوق‌صوتی، نوری و اینرسی تشریح می‌شوند. شکل‌های گوناگون ردیاب‌ها از جمله جوی‌استیک، دستکش و جلیقه بررسی می‌شوند. ویژگی‌های حسّ لامسه و نیز نیروی تولید شده به وسیله مفاصل انسان بررسی می‌شود. روبات‌های لامسه‌ای در دو نوع Kinesthetic و Tactile به عنوان واسطه بین کاربر و رایانه بررسی می‌شوند. چگونگی ارائه گرما به کاربر نیز تشریح می‌شود.

مدل‌سازی نیرو و سیستم کنترلی: مدل‌سازی و پردازش نیرویی سطوح مجازی و احجام مجازی تشریح می‌شود و سیستم کنترلی و پایداری آن نیز ارائه می‌گردد. انواع مدل‌های سطحی و محاسبه نیروهای وارده ناشی از کرنش سطح و نیز اصطکاک بررسی می‌شود. در احجام مجازی، مدل‌های پیکسل حجمی (voxel) و سایر مدل‌ها بررسی می‌شود و برخی کاربردها مانند ماشین‌کاری

مجازی تشریح می‌شود. کنترل امپدانس و ادمیتانس و تاثیر عملگرها و سنسورها در سیستم کنترلی بررسی می‌گردد. معیارهای انفعالی و لیاپانوف در سیستم هپتیکی ارائه می‌شود.

مدل‌سازی سه‌بعدی صدا: به ویژگی‌های حسّ شنوایی انسان و چگونگی تشخیص محلّ منبع صداپرداخته می‌شود. مدل‌سازی گوش و تابع تبدیل سَر و تولید صدای سه‌بعدی تشریح می‌شود.

شواهد حرکتی و فاکتورهای انسانی: مباحثی نظیر درک و احساس حضور، سیستم وستیبولار، فیلترفرسایش، خطای عملکرد و سرگیجه ناشی از تأخیر تشریح می‌شود.

کاربردها: انواع شبیه‌سازها و کاربردهای فعلی و آینده شبیه‌سازها ارائه می‌گردد.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

۱. مرجع اصلی: نحوی، علی، واقعیت مجازی: شبیهسازها و کاربرد آن، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۹۲.

2. Burdea, G.C., and Coiffet, P., Virtual Reality Technology, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., N.J., U.S.A., 2003.

3. Sherman, W.R., and Craig, A.B., Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design, Morgan Kaufmann, USA, 2003.

4. Ong, S.K., and Nee, A.Y.C., Virtual and Augmented Reality Applications in Manufacturing, Springer, 2004.

5. Stuart, R., The Design of Virtual Environments, Barricade Books, 2001.

6. Burdea, G.C., Force and Touch Feedback for Virtual Reality, John Wiley & Sons, 1996.

7. Vince, J., Virtual Reality Systems, Addison-Wesley, 1995.

8. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, a journal published by the MIT Press, USA, Issues since 1992.

9. OpenGL, Version 2.0, http://www.opengl.org.

الف) عنوان درس به فارسی: **کنترل سیستم‌های عصبی-عضلانی**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Neuro-Muscular Systems Control**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	۳		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	۴۸		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐

ب) هدف کلی: این درس برای آشنایی دانشجویان با مبانی کنترل حرکات انسان و پیشرفت‌های اخیر در این زمینه طراحی و برنامه‌ریزی شده است.

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه: زمینه‌های درگیر، درجات آزادی، زمان‌بندی و توالی حرکتی، یکپارچگی ادراکی-حرکتی، یادگیری حرکت.

مبانی فیزیولوژی: عملکرد ماهیچه، حس عمقی، طناب نخاعی، مخچه، عقده‌های قاعده‌ای، قشر حرکتی مغز.

مبانی روانشناختی: نظریه‌های زمان‌بندی و توالی حرکت، نظریه‌های یادگیری حرکت، نظریه‌های کسب مهارت‌های حرکتی.

حرکات متناوب: اندازه‌گیری راه‌رفتن، ابزارهای اندازه‌گیری حرکت، کنترل راه‌رفتن، زنجیره سینماتیکی، مدل‌های تکامل حرکتی، مسیریابی، مولد مرکزی الگو.

کنترل حرکات چشم: سیستم بینایی انسان، پلک‌زدن، پاسخ مردمک، حرکات کره چشم، جهش چشم، ردیابی، نوسان.

رسیدن و برداشتن: پارامترهای کنترلی، هدایت بینایی، نشانه‌روی، قانون فیتس، نظریه نقطه تعادل.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. David Rosenbaum, Human motor control, Academic press, 2009.
2. David Winter, Biomechanics and motor control of human movement, John Wiley & Sons, 2009.

الف) عنوان درس به فارسی: **نظریه کنترل سیستم‌های با پارامترهای گسترده**				
عنوان درس به انگلیسی:	**Control Theory of Distributed Parameter Systems**		**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی:

هدف از این درس آشنا ساختن دانشجویان با مفاهیم کنترل سیستم‌های پیوسته است. به طور کلی مبحث کنترل سیستم‌های پیوسته بسیار گسترده و الهام‌بخش نظریه کنترل سیستم‌های مهندسی است. از این رو آشنایی با این مفاهیم می‌تواند رهیافت نوینی در دسترس مهندسان کنترل قرار دهد.

پ) سرفصل‌ها:

- آشنایی با سیستم‌های پیوسته: سیستم‌های یک‌بعدی پیوسته مانند: تیر اویلر-رنولی و تیموشنکو، نخ‌ها، شفت‌ها، سیستم‌های دوبعدی پیوسته مانند: غشاها، صفحات و پوسته‌ها، سیستم‌های سه‌بعدی پیوسته مانند: جسم سه‌بعدی الاستیک، سیستم‌های هیبریدی و پیچیده مانند: سیال-سازه، تئوری‌های نوین الاستیسیته.
- آشنایی با مقدمات ریاضی نظریه کنترل سیستم‌های پیوسته: مفهوم فضای تابعکی و برخی فضاهای پرکاربرد (Functional spaces)، مفهوم خوش‌تعریفی: Wellposedness، مفاهیم نیم‌گروه‌ها: Semigroups، مفاهیم نظریه عملگرها: Operator Theory
- آشنایی با مفاهیم کنترلی در سیستم‌های پیوسته: مشاهده‌پذیری، کنترل‌پذیری دقیق، کنترل‌پذیری نول، پایدارسازی: پایدارسازی مجانبی، پایدارسازی نمایی، کنترل‌پذیری دقیق، مشاهده‌پذیری دقیق
- اعمال مفاهیم کنترلی بر سیستم‌های پیوسته: پایدارسازی نمایی یک تیر با استفاده از تئوری کنترل سیستم‌های پیوسته، پایدارسازی مجانبی یک صفحه با استفاده از تئوری کنترل سیستم‌های پیوسته، کنترل‌پذیری دقیق ارتعاشات یک پوسته با استفاده از تئوری کنترل سیستم‌های پیوسته، پایدارسازی یک سیستم هیبرید با استفاده از تئوری کنترل سیستم‌های پیوسته، کنترل‌پذیری دقیق یک جسم سه‌بعدی میکروپلار
- شبیه‌سازی: شبیه‌سازی پایدارسازی یک سیستم هیبرید با استفاده از تئوری کنترل سیستم‌های پیوسته، شبیه‌سازی کنترل‌پذیری دقیق یک جسم سه‌بعدی میکروپلار

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations: A. Pazy

2. Sobolev Spaces: R. Adam

3. Boundary Control of PDEs: M. Krstic and A. Smyshlyaev.

4. Stability and Stabilization of Infinite Dimensional Systems with Applications: Luo, Guo, Morgul.

الف) عنوان درس به فارسی: **اصول و کاربردهای اینترنت اشیاء**				
عنوان درس به انگلیسی:	**Principles and Applications of Internet of Things (IoT)**		**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی:

هدف از ارائه این درس، آشنایی دانشجویان با مفهوم اینترنت اشیاء و کاربردهای آن، آشنایی با معماری چند لایه‌ای اینترنت اشیاء و فناوری‌های مرتبط با آن، کسب مهارت در طراحی، پیاده‌سازی و اشکال‌زدایی یک سیستم مبتنی بر اینترنت اشیاء، آشنایی با انواع پروتکل‌های شبکه و انتخاب شبکه مناسب است. یکی از اهداف مهم این درس، افزایش مهارت دانشجویان از طریق انجام پروژه‌های عملی مرتبط با ایتنرت اشیاء است.

پ) سرفصل‌ها:

آشنایی با اینترنت اشیاء و معماری چندلایه‌ای آن، آشنایی با کاربردهای اینترنت اشیاء

- معرفی اینترنت اشیاء و کاربردهای آن
- معرفی اکوسیستم اینترنت اشیاء
- معماری‌های اینترنت اشیاء و استانداردهای مرتبط

آشنایی با سخت افزار مورد استفاده در اینترنت اشیا

- سیستم‌های نهفته و کاربرد آن در اینترنت اشیاء
- آشنایی با پلتفرم آردوینو و برنامه‌نویسی C، نحوه اتصال بورد آردوینو به سنسورها و محرک‌ها
- آشنایی با پلتفرم رزبری، سیستم‌عامل رزبین و برنامه‌نویسی پایتون، نحوه اتصال بورد رزبری به اینترنت و ادوات جانبی
- انجام آزمایش عملی

شبکه‌های مورد استفاده در اینترنت اشیاء و فناوری‌های مرتبط با آن

- فناوری‌های لایه فیزیکی و دسترسی به رسانه
- پروتکل‌های لایه شبکه، کاربرد و انتقال
- انجام آزمایش عملی

پلتفرمهای (نرم‌افزاری) اینترنت اشیاء

- معرفی پلتفرم‌های متن باز و تجاری موجود

- اتصال اشیاء با پلتفرم
- اتصال لایه کاربرد با پلتفرم
- آشنایی با روش‌های تحلیل داده
- انجام آزمایش عملی

امنیت و حریم خصوصی در اینترنت اشیاء

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. O. Hersent, D. Boswarthick, O. Elloumi, The Internet of Things: Key Applications and Protocols, 2nd Edition, Wiley, 2013.

2. M. Margolis, Arduino Cookbook, 3rd Edition, O'Reilly, 2017.

3. S. Monk, Raspberry Pi Cookbook, 2nd Edition, O'Reilly, 2016.

4. L. D. Xu, W. He, S. Li, Internet of things in industries: A survey, IEEE Transactions on Industrial Informatics, pp. 2233-2243, 2014.

5. A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, M. Ayyash, Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications, IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 17, no. 4, pp. 2347-2376, 2015.

6. M. A. Razzaque, M. Milojevic-Jevric, A. Palade, Middleware for internet of things: a survey." IEEE Internet of Things Journal 3.1, pp. 70-95, 2016.

7. A. H. Ngu, M. Gutierrez, V. Metsis, IoT middleware: A survey on issues and enabling technologies. IEEE Internet of Things Journal 4.1, pp 1-20, 2017.

8. J. Mineraud, O. Mazhelis, X. Su, S. Tarkoma, A gap analysis of Internet-of-Things platforms. Computer Communications 89, pp. 5-16, 2016.

9. P. P. Ray, A survey of IoT cloud platforms, Future Computing and Informatics Journal, vol. 1, pp. 35- 46, 2016.

الف) عنوان درس به فارسی: **سیستم‌های کنترل زمان گسسته**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Discrete-time Control Systems**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**کنترل مدرن**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی دانشجویان با تجزیه و تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل زمان گسسته، مفاهیم اساسی سیستم‌های زمان گسسته خطی، گسسته‌سازی سیستم‌های آنالوگ، پایداری داخلی و پایدارسازی سیستم‌های زمان‌گسسته، طراحی کنترل H2 و Hinf برای سیستم‌های کنترل زمان گسسته، طراحی به روش گسسته‌سازی سریع، طراحی مستقیم سیستم‌های زمان گسسته، طراحی کنترل بهینه برای سیستم‌های هایبریدی و نمونه‌برداری چندنرخی و غیریکنواخت.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه: تعریف سیستم‌های کنترل زمان گسسته، معرفی مدل برای مبدل‌های A/D و D/A، معرفی رویکردهای طراحی کنترل زمان گسسته
- مدل‌های فضای حالت: مدل‌های فضای حالت برای سیستم‌های پیوسته و زمان گسسته، کنترل‌پذیری و رویت‌پذیری، پایدارپذیری و آشکارپذیری، فیدبک حالت
- کنترل بهینه زمان پیوسته: بررسی اجمالی کنترل بهینه H2 و Hinf زمان پیوسته، طراحی مثال‌ها، گسسته‌سازی
- سیستم‌های آنالوگ
- مفاهیم اساسی سیستم‌های زمان گسسته: سیستم‌های خطی، علیت و نامتغیر با زمان بودن، توابع تبدیل، نرم سیگنال‌ها و سیستم‌ها، سیستم‌های چند متغیره
- سیستم‌های فیدبک زمان گسسته: پایداری داخلی، پایدارسازی، طراحی کنترل بر پایه رویتگر، پارامتری کردن همه کنترل‌کننده‌های پایدار، ردیابی سیگنال‌های پله
- کنترل بهینه H2 زمان گسسته: مسئله LQR، معادلات ریکاتی، طراحی کنترل بهینه H2، طراحی مثال‌ها
- کنترل بهینه Hinf زمان گسسته: محاسبه نرم Hinf، بهینه‌سازی Hinf و تبدیل دو خطی، مثال‌های طراحی
- گسسته‌سازی سریع: گسسته‌سازی سریع راهی برای اندازه‌گیری رفتار بین نمونه‌ای، سیستم‌ها و سیگنال‌های Lifting، طراحی مثال‌ها، شبیه‌سازی سیستم‌های زمان گسسته
- موضوعات بیشتر در مورد طراحی دیجیتال مستقیم: طراحی دیجیتال مستقیم، طراحی کنترل بهینه برای سیستم‌های هایبرید.
- نمونه‌برداری چند نرخی و غیر یکنواخت: نمونه‌برداری چند نرخی، Lifting چند نرخی، نمونه‌برداری غیر یکنواخت

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Chen, Tongwen, and Bruce A. Francis. Optimal sampled-data control systems. Springer Science & Business Media, 2012.
2. Rosenwasser, Efim N., and Bernhard Lampe. Computer controlled systems: analysis and design with process-orientated models. Springer Science & Business Media, 2000.
3. Ackermann, Jürgen. Sampled-data control systems: analysis and synthesis, robust system design. Springer Science & Business Media, 2012.
4. Bartoszewicz, Andrzej, ed. Robust Control: Theory and Applications. BoD–Books on Demand, 2011.
5. Robust Control books

الف) عنوان درس به فارسی: **نظریه تخمین و فیلترهای بهینه**				
عنوان درس به انگلیسی:	**Estimation Theory**		**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی:

فراگیری مبانی، روش‌ها و کاربردهای تخمین

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه: تعریف، کاربردهای نمونه، معیارهای ارزیابی

تخمین حداقل مربع‌ها: پردازش دفعی (حافظه‌های ثابت و گسترش‌پذیر، تغییر مقیاس داده، حالت مقیّد، کاربرد تجزیه مقادیر منفرد)، پردازش دوری (فرم کواریانس، فرم اطلاعات، داده‌های برداری)

تخمین نا اریب بهینه: فرم‌های دفعی و دوری، برخی خواص

تخمین حداکثر درست نمایی: نسبت درستنمایی، خواص تخمین، تابع درستنمایی لگاریتمی

تخمین حداقل میانگین مربع‌ها: بیان مسأله و فرم تخمین‌زن، خواص در حالت مشاهده گوسی، مدل خطی، کران کرامر- رائو

تخمین حداکثر احتمال پسین: تعریف، فرم، خواص

فیلتر وینر: حل معادله وینر هوف، فیلتر وینر به فرم FIR برای فرایندهای گسسته زمان

فیلتر کالمن: مدل فضای حالت، پیشگویی، فیلتر کردن، هموارسازی، حالت دائم

فیلترینگ غیرخطی: فیلتر کالمن توسعه یافته (EKF)، فیلتر H^{∞}، فیلتر مبتنی بر شبیه‌سازی، فیلتر کالمن بی‌بو (UKF)، فیلتر ذره‌ای

مسائل عملی در فیلتر کردن بهینه: معیارهای ارزیابی و مقایسه، امکان تغییرناپذیر با زمان شدن فیلتر، همگرایی و پایداری، پیاده‌سازی وقفی

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. S. Kay: Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory, Prentice Hall, 1993.

2. H. L. Van Trees, K. L. Bell with Z. Tian, Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part I- Detection, Estimation, and Filtering Theory, 2nd ed., Wiley, 2013.

3. B. D. O. Anderson and J. B. Moore, Optimal Filtering, Dover Publications, 2005.

4. D. Simon, Optimal State Estimation: Kalman, H^{∞}, and Nonlinear Approaches, Wiley, 2006.

5. J. M. Mendel: Lessons in Estimation Theory for Signal Processing, Communications, and Control, 2nd ed, Prentice- Hall, 1995.

الف) عنوان درس به فارسی: **یادگیری تقویتی**				
عنوان درس به انگلیسی:	**Reinforcement Learning**		**نوع درس و واحد**	
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐	**نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ☐	**عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■	**نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐	

ب) هدف کلی:

امروزه در طیف وسیعی از مسائل در دنیای واقعی امکان ارائه بازخورد لحظه‌ای و جزئی برای آموزش عامل‌های هوشمند وجود ندارد. رویکرد متداول در این حالات یادگیری تقویتی است. از جمله چالش‌های این حوزه، تنک بودن بازخوردها، زمان و تعداد نمونه‌های بالای مورد نیاز برای آموزش این عامل‌ها، بعد بالای مشاهدات دریافت شده از محیط، و همین‌طور تطبیق‌پذیری سریع با محیط‌های جدید است.

پ) سرفصل‌ها:

مفهوم Multi-armed Bandits

مدل‌های تصمیم مارکف محدود MDP و POMDP

معادلات Bellman، ارزیابی سیاست و بهبود آن

- برنامه‌ریزی پویا
- تکرار سیاست
- تکرار ارزش
- بهبود سیاست

روش‌های Monte Carlo

- پیش‌بینی
- کنترل
- نمونه‌برداری وزن‌دار (Importance Sampling)

یادگیری اختلاف زمانی (Temporal Difference)

- یادگیری on-policy و off-policy
- روش Q-Learning
- روش SARSA

یادگیری تقویتی معکوس

یادگیری تقلیدی

روش‌های Bootstrap با n گام و لامبدا TD

روش‌های تخمین

- روش Deep Q-Learning
- روش Deep Double Q-Learning

روش Policy Gradient

- روش‌های کاهش واریانس گرادیان
- الگوریتم REINFORCE

روش‌های نوین بهینه‌سازی

- روش ناحیه مطمئن TRPO
- روش بهینه‌سازی سیاست مبدائی PPO

روش‌های نوین Off-Policy

- روش DDPG
- روش Soft Actor Critic یا SAC

روش‌های مبتنی بر مدل

- روش‌های برنامه‌ریزی
- روش Model Predictive Control
- روش بهینه‌سازی مبتنی بر Cross-entropy
- درخت جستجوی Monte Carlo
- روش Backpropagation Through Time
- روش‌های مبتنی بر Ensemble

یادگیری تقویتی در بینایی ماشین

روش‌های یادگیری نمایش

- روش CURL

روش‌های فرایادگیری (Meta Learning)

- روش MAML
- روش PEARL
- روش CaDM
- روش MetaCURE

شکل‌دهی به سود (Reward Shaping)

روش‌های ناتنیده کردن اکتشاف و بهره‌برداری

روش‌های چند عاملی

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Richard S. Sutton, Andrew G. Barto. Reinforcement Learning. 2nd Edition, MIT Press, 2020.

2. Alexander Zai, Brandon Brown. Deep Reinforcement Learning in Action. Manning, 2020.

الف) عنوان درس به فارسی: **یادگیری ماشین**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Machine Learning**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐

ب) هدف کلی:

یادگیری ماشین بر اکتساب و تجمیع دانش به صورت خودگردان اشاره دارد. هدف اصلی این درس فراهم آوردن یک مقدمه جامع بر یادگیری ماشین است. برای این کار رویکردهای اصلی بحث خواهد شد و اصول، تکنیک‌ها و کاربردهای پایه یادگیری ماشین مطرح می‌شوند. این درس ایده‌های پایه و دید لازم را در خصوص یادگیری ماشین به دانشجویان می‌دهد و تا حدودی نیز به مباحث رسمی مرتبط با یادگیری می‌پردازد.

پ) سرفصل‌ها:

مقدمه
یادگیری درخت بیزی (بزارش بیش از حد، روش‌های هرس)
یادگیری بیزی
یادگیری بر پایه مثال
ارزیابی فرضیه
الگوریتم انتشار خطا به عقب
ماشین بردار پشتیبان
رگرسیون خطی و لاجیستیک
نظریه یادگیری محاسباتی
ترکیب دسته‌بندها
مدل اختلاط
یادگیری بر خط
یادگیری نیمه نظارتی
یادگیری فعال
یادگیری چند برچسبی
یادگیری از داده‌های غیرکامل

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh, and Ameet Talwalker. Foundations of Machine Learning, MIT Press, 2012.
2. Kevin Murphy, Machine Learning: A Probabilistic Perspective, 2012.
3. Tom M. Mitchell, Machine Learning, McGraw Hill, 1997
4. Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006.

الف) عنوان درس به فارسی: **هوش مصنوعی و سیستم‌های خبره**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Artificial Intelligence and Expert Systems**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐

ب) هدف کلی:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم اساسی در هوشمندسازی سیستم‌های مکاترونیکی، فراگیری روش‌های برنامه‌نویسی هوش مصنوعی، کنترل هوشمند روی انواع ربات‌ها و سیستم‌های خبره کاربردی است.

پ) سرفصل‌ها:

- مروری بر مفاهیم اصلی هوش‌مصنوعی، کاربردها و حوزه‌های به‌کاگیری، معرفی ربات‌ها و عامل‌های هوشمند و معماری کلی آن‌ها، معرفی ویژگی‌های محیط وظیفه عامل‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری.
- مروری بر انواع روش‌های حل‌مسئله در هوش‌مصنوعی، روش‌های جستجوی آگاهانه و ناآگاهانه، روش‌های مبتنی بر دانش و استنتاج، روش‌های یادگیری ماشین.
- مهندسی دانش و سیستم‌های خبره، معرفی قدم‌های اصلی در مهندسی دانش، برنامه‌نویسی سیستم‌های خبره، معرفی منطق‌های گوناگون از جمله منطق گزاره‌ها، منطق فازی و کاربرد آن‌ها در سیستم خبره.
- مقدمه‌ای بر ابزار CLIPS ومتغیرها، توابع، عبارت‌ها و واقعیت‌ها در آن، موتور استنتاج در CLIPS و روش استنتاج روبه‌جلو، آشنایی با JESS و نسخه فازی آن، منطق فازی و برنامه‌نویسی سیستم خبره.
- شبکه عصبی، مفاهیم و کاربردها، نحوه پیاده‌سازی و آموزش شبکه‌های عصبی در پروژه‌های عملی.
- مروری بر روش‌های کنترل هوشمند ربات‌های متحرک، به‌کارگیری یادگیری تقویتی در آموزش سیستم‌های رباتیک، الگوریتم‌های تکاملی و بهینه‌سازی پارامتر در کنترلر ربات‌ها به کمک این روش‌ها.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. S. Russell, and P. Norving, Artificial Intelligence: a Modern Approach, 3rd Edition, Prentice-Hall, 2010.

2. J. Durkin, Expert Systems: Design and Development, 2nd Edition, Prentice-Hall, 1994.

3. D. Koller, Probabilistic Graphical Models: Principles and Techniques, MIT Press, 2009.

4. J. Giarratano, and G. Riley, Expert Systems: Principles and Programming, 4th Edition, Course Technology, 2004.

5. P. Jackson, Introduction to expert Systems, Addison-Wesley, 1990.

6. S. Sutten, and G. Barto, Reinforcement Learning: An Introduction (Adaptive Computation and Machine Learning), MIT Press, 1998.

7. S. Haykin, Neural network and leanrning machines, McMaster University, Canada Pub, 2018.

8. L. Chen, Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy control, CRC Press, 2000.

9. C. S. Krishnamoorthy, and S. Rajeev, Artificial Intelligence and Expert Systems for Engineers, CRC Press, 2018.

الف) عنوان درس به فارسی: **یادگیری ژرف**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Deep Learning**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

هدف از این درس فراگیری مبانی نظری یادگیری ژرف (عمیق)، مدل‌های مختلف و تکنیک‌های آموزش شبکه‌های عصبی برای یادگیری ژرف است.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه‌ای بر جایگاه و تاریخچه یادگیری عمیق
- مقدمه‌ای بر شبکه‌های عصبی
- بهینه‌سازی در شبکه‌های عصبی: Mini-batch SGD و Stochastic Gradient Descent
- آموزش شبکه‌های عصبی: توابع فعال‌سازی، مقدارهای اولیه، Regularization and Dropout، نرمال‌سازی دسته‌ای (Batch Normalization)، الگوریتم پرفشار خط (Back Propagation)، قواعد به‌روزرسانی، Data Augmentation، Ensembles.
- شبکه‌های عصبی کانولوشنی: لایه‌های Pooling، Convolution و Fully Connected.
- نرم‌افزارهای یادگیری عمیق: Caffe, Torch, Theano, TensorFlow, Keras, PyTorch
- معماری‌های شبکه‌های عصبی کانولوشنی: AlexNet, VGG, GoogleNet, ResNet
- شبکه‌های عصبی بازگشتی: RNN, LSTM, GRU, Image Captioning and Attention, Soll Attention
- یادگیری عمیق در تشخیص (Detection) و پخش‌بندی (Segmentation): R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN
- مصورسازی و اجرای شبکه‌های عمیق:
- مدل‌های مولد (Generative Models): PixelRNN/CNN, Autoencoders, Generative Adversarial Networks (GAN)
- یادگیری تقویتی عمیق: Policy Gradients, Hard Attention, Q-Learning, Actor-Critic
- کاربردهای عملی در مکاترونیک

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. L. Goodfellow, Y. Bencia, and A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016.
2. H. H. Aghdarn, and E. J. Heravl, Guide to Convolutional Neural Networks, Springer Science & Business Media, 2017.
3. N. Buduma, and N. Locascio, Fundamentals of Deep Learning: Designing Next-Generation Machine Intelligence Algorithms, O'Reilly Media, 2017.
4. J. Patterson, and A. Gibson, Deep Learning: A Practitioner's Approach, O'Reilly Media, 2017.
5. P. Kim, MATLAB Deep Learning: With Machine Learning, Neural Networks and Artificial Intelligence, 1st Edition, Apres, 2017.

الف) عنوان درس به فارسی: **اتوماسیون صنعتی**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Industrial Automation**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با سیستم‌ها، ابزارها و روش‌های اتوماسیون صنعتی.

پ) سرفصل‌ها:

ساختار سیستم‌های اتوماسیون صنعتی
کنترل متمرکز، ساختارهای سلسله مراتبی اتوماسیون
سیستم‌های کنترل توزیع‌شده (DCS)
سیستم‌های اتوماسیون مبتنی بر کامپیوترهای شخصی (PC-Based)
جمع‌آوری داده‌ها (Data Acquisition)
پردازش سیگنال‌های ابزار دقیق
سیستم‌های کنترل بلادرنگ (Real-time)
و الزامات سیستم‌عامل‌های بلادرنگ در کاربردهای صنعتی
مفاهیم جدید نرم‌افزارهای کاربردی در اتوماسیون صنعتی
شبکه‌های صنعتی فیلدباس و پوروفی باس
واسطه‌های انسان و ماشین (HMI)
فناوری اطلاعات در اتوماسیون صنعتی
معرفی کاربردهای نمونه

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. J. Stenerson, Industrial Automation and Process Control, 2003.

2. S. Mackay, E. Wright, D. Reynders, J. Park, Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting, Elsevier, 2004.
3. J. Berge, Fieldbuses for Process Control: Engineering, Operation and Maintenance, ISA, 2002.
4. R. L Shell, E. L. Hall(eds.), Handbook of Industrial Automation, CRC Press, 2000.
5. R. Filer, G. Leinonen, Programmable Controllers Using Allen-Bradley SLC 500 and Control Logic, 2002.
6. P. M. Swamidass(ed.), Encyclopedia of Production and Manufacturing Management, Kluwer Academic Publishers, 2001

الف) عنوان درس به فارسی: **مباحث ویژه در مکاترونیک**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Selected Topics in Mechatronics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
			پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**مهارتی-اشتغال پذیری** ☐

ب) هدف کلی:

هدف از این درس فراگیری مباحث ویژه و جدید در مهندسی مکاترونیک و همچنین کاربرد تکنیک‌های موردنیاز جهت انجام امور تحقیقاتی است.

پ) سرفصل‌ها:

استاد ارائه‌کننده با توجه به تخصص خود، مباحث و رئوس مطالب را به گروه پیشنهاد داده که پس از بحث، بررسی و تأیید در گروه، درس قابل ارائه خواهد بود.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

متناسب با نظر استاد راهنما ارائه می‌شود.

الف) عنوان درس به فارسی: **مکانیک محیط پیوسته**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Continuum Mechanics**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

در این درس پس از آشنایی اولیه با مفاهیم محیط پیوسته، حرکت جسم با و بدون لحاظ عامل به‌وجودآورنده آن (نیرو) بررسی شده و تعریف جامع و کاملی از تنش ارائه خواهد شد.

پ) سرفصل‌ها:

- کلیات و مفاهیم اولیه، علائم ایندکس و جمع قراردادی، قوانین تبدیل محورهای مختصات، تانسورکارتزین،
- تشریح مادی و فضائی جنبش، مشتق مادی انتگذال حجمی،
- قضیه گوس، معادلات انتگرالی میدان، تانسور تنش و فومول کوشی،
- تنش های انحرافی، کوا در یک تنش کوشی، معادلات دیفرانسیلی میدان، کرنش، چرخش، میدان های سرعت و شرایط همسازی،
- معادلات مشخصه جامدات ارتجاعی، پلاستیک ویسکوالاستیک، ترموالاستیک،
- روشهای حل مسائل مرزی سه بعدی، توابع تنش،
- معادلات مشخصه سیالات استوکی، نیوتنی، غیر نیوتونی، کامل،
- معادلات ناویه استوک، اویلر، قضیه کلوین، جریان پتانسیل،
- حل مسائلی از مکانیک جامدات و سیالات.

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

فعالیت‌های کلاسی و آزمون ها در طول نیم‌سال ۴۰ درصد

آزمون پایان نیم‌سال ۶۰ درصد

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Lai, W. Michael, David Rubin, and Erhard Krempl. *Introduction to continuum mechanics*. Butterworth-Heinemann, 2009.

2. Philip G. Hodge, Continuum Mechanics, Mc. Graw-Hill, 1970.
3. A. C. Eringen, Mechanics of Continuum, John Wiley & Son Inc., 1984.

الف) عنوان درس به فارسی: **روش‌های اجزا محدود**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Finite Element Methods**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

هدف از این درس فراگیری مفاهیم، معادلات و کاربردهای روش اجزاء محدود است. روش اجزاء محدود یا المان محدود روشی است عددی برای حل تقریبی معادلات دیفرانسیل جزئی و نیز حل معادله‌های انتگرالی. اساس کار این روش حذف کامل معادلات دیفرانسیل یا ساده‌سازی آنها به معادلات دیفرانسیل معمولی است.

پ) سرفصل‌ها:

- مقدمه
  - توضیحات کلی و چشم انداز روشهای شبیه سازی حل معادالت دیفرانسیل جزئی
  - روشهای مستقیم و تعریف ماتریس سختی، اصل کار مجازی، معادالت تعادل
  - اصل حداقل انرژی پتانسیل، فرمول بندی تغییری
  - روش تقریبی ریتز، روشهای باقیمانده وزن شده
- روش تقریبی گالرکین
  - فرمول بندی تغییری (ضعیف)، توابع وزنی، توابع حدسی و فضاهای آنها
  - روش بوبنف گالرکین، گسسته سازی با روش گالرکین
  - نمایش ماتریسی معادالت گسسته
- خطا و خواص تقریب اجزاء محدود
  - خاصیت مهمترین تقریب
  - خطا در روش اجزاء محدود
  - مالحظات پایدار
- تعاریف المانها
  - المان یک بعدی (خطی، مرتبه دوم و سوم)
  - درون یابی الگرانژی و هرمیسی
  - المانهای دو بعدی ایزوپاراتریک و مثلثی
  - المانهای انتقالی
  - المانهای سه بعدی
  - مختصات موضعی و کلی
  - ژاکوبین تبدیل مختصات
  - انتگرال عددی به روش گوس

- معادالت نفوذی یا بخش
  - معادله انتقال حرارت هدایت دائم
  - معادله انتقال حرارت هدایت گذرا
  - پایداری روش
  - تمرکز جرم
  - حل دستگاه معادالت خطی و غیر خطی
- معادله دائمی جابجایی
  - معادله یک بعدی جابجایی پخش
  - روشهای پایدارسازی SUPG و GLS
- معادله استوکس
  - فرمول بندی مختلط
  - ضریب الگرانژ
  - روش پنالتی
  - دقت و پایداری
  - ترکیب المانهای فشار سرعت مجاز
  - انتگرال گیری با رتبه پایین تر
  - روش پنالتی سازگار و ناسازگار
- جریان تراکم پذیر لزج
  - چشم انداز
  - اشکال مختلف معادالت ناویه – استوکس
  - روش مختلط
  - روش پنالتی
  - روشهای پایدارسازی
- تولید شبکه
  - انواع شبکه
  - روشهای تولید شبکه
  - شبکه های منظم و غیر منظم

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. Pepper and J. C. Hicnrich, The Finite Element Method, Basic Concepts and Applications, 3rd edition, CRC Press, 2017.
2. J.C. Heinrich and W. Pepper, Intermediate Fine Element Method Fluid Flow and Heat Transfer Application, Boca Roton,1999.
3. T. J. R. Hughes. The Finite Element Method. Dover Publication, 2000.
4. E. Hinton and D.J.R. Owen, The Finite Element Programming, Academic Press, 1997.

الف) عنوان درس به فارسی: **ارتعاشات پیشرفته**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Advanced Vibration**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	-		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	-		**تخصصی الزامی** ☐ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۳**		**تخصصی اختیاری** ■ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۴۸**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

آشنایی با ارتعاشات در سیستم های ممتد و کاربردهای آن در حل بسیاری از مباحث مهندسی و همچنین استخراج معادلات از قبیل ارتعاشات پیچشی محورها و ارتعاشات طولی میله ها، ارتعاشات عرضی غشا، تیر و صفحه، استفاده از روشهای مختلف عددی و تحلیلی برای حل معادالت ارتعاشی سیستم های ممتد

پ) سرفصل‌ها:

- اصول دینامیک تحلیلی، مختصات تعمیم یافته و درجات آزادی
- اصل کار مجازی، اصل همیلتون و معادالت لاگرانژ برای حرکت
- سیستم های چند درجه آزادی
- معادلات حرکت برای سیستم های پایستار و غیر پایستار، خطی سازی حول نقطه تعادل
- مسائل مقادیر ویژه متقارن و غیر متقارن، روش رایلی
- سیستم هایی با پارامتر گسترده (سیستم های پیوسته)
- مقادیر ویژه دیفرانسیلی
- ارتعاشات میله، تیر، پوسته و تیر
- روشهای تقریبی برای سیستم با پارامترهای گسترده (سیستم های پیوسته)
- روش انرژی رایلی
- روش رایلی-ریتز، روش لاگرانژ

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. L. Meirovitch, Fundamentals of Vibrations, Prentice Hall, 2000 [2]- S.S. Rao, Vibration of Continuous Systems, Wiley, 2007.
2. S.S. Rao, Vibration of Continuous Systems, Wiley, 2007.

الف) عنوان درس به فارسی: سیستم‌های محرکه الکتریکی (درایو)			
عنوان درس به انگلیسی:	Systems of Electrical Drives	نوع درس و واحد	
دروس پیش‌نیاز:	تئوری جامع ماشین‌های الکتریکی، الکترونیک	پایه ☐	نظری ■
دروس هم‌نیاز:	-	تخصصی الزامی ☐	عملی ☐
تعداد واحد:	۳	تخصصی اختیاری ■	نظری-عملی ☐
		پروژه/ رساله / پایان‌نامه ☐	
تعداد ساعت:	۴۸	مهارتی-اشتغال پذیری ☐	

ب) هدف کلی:

مقدمه‌ای بر محرکه‌های الکتریکی: تعاریف مربوط به درایو الکتریکی، اجزاء درایو، معادلات گشتاور در سیستم‌های چرخشی، مشخصه‌های موتور و بار در حالت مانا، ناحیه‌های کاری یک درایو

پ) سرفصل‌ها:

فصل اول : کنترل موتورهای جریان مستقیم

۱-۱- مشخصه عملکردی، مدل‌سازی و کنترل سرعت: تئوری و عملکرد، تحریک میدان، مدل‌سازی در فضای حالت، تابع تبدیل و بلو دیاگرام، روش‌های کنترل سرعت، مدهای کاری

۱-۲- کنترل موتورهای DC با یکسو کننده های کنترل فاز: تکفاز، سه فاز، مشکلات ، عملکرد حلقه بسته، تابع تبدیل، طراحی کنترل‌کننده، کنترل حلقه بسته در دو ناحیه کاری، کنترل حلقه بسته در دو ناحیه کاری، کنترل حلقه بسته در دو ناحیه کاری

۱-۳-کنترل موتورهای DC با برشگرهای DC (حلقه باز و حلقه بسته): انواع برشگرها، عملکرد درایو در دو ناحیه کاری، عملکرد حلقه بسته، کنترل جریان، تابع تبدیل چاپرهای کنترل‌شده با PWM، طراحی کنترل‌کننده

فصل دوم: کنترل اسکالر موتورهای القایی سه فاز

۲-۱- مروری بر موتورهای القایی : ساختار، مدار معادل در حالت مانا، معادلات توان و گشتاور، مشخصه‌های گشتاور سرعت، راه‌اندازی و ترمز

۲-۲- کنترل اسکالر موتورهای القایی :روش‌های کنترل سرعت- تغییر قطب، تغییر ولتاژ، تغییر فرکانس، کنترل بر اساس V/F ثابت حلقه باز و حلقه بسته، کنترل بروش شار فاصله هوایی ثابت

فصل سوم : کنترل برداری موتورهای Ac سه فاز

۳-۱- مدل فضای برداری موتورهای القایی با فاصله هوایی ثابت :فضای برداری جریان و m.m.f استاتور، فضای برداری جریان و m.m.f استاتور، فضای برداری جریان مغناطیس کنندگی، فضای برداری شار پیوندی، فضای برداری ولتاژهای استاتور وروتور، مکانیسم‌های تولید گشتاور الکترومغناطیسی، معادلات ولتاژ ماشین در فریم‌های مختلف، توصیف‌های مختلف برای گشتاور الکترومغناطیسی، تولید گشتاور الکترومغناطیسی و اساس کنترل برداری در ماشین‌های قطب بر حسته، کنترل برداری

بر اساس قاب مرجع روتور، گشتاور الکترومغناطیسی در قاب مرجع عمومی، کاربرد قاب مرجع متصل به فضای بردای شار مغناطیس کنندگی

۳- ۲-کنترل برداری موتور سنکرون مغناطیس دائم: تئوری موتورهای سنکرون مغناطیس دایم، محدودیت‌های استراتژی‌های کنترلPMSM، سیستم کنترل رایج در مقالات عملی (و شبیه‌سازی آن) ، -کنترل SPMSM در راستای شار روتور، کنترل IPMSM در راستای شاراستاتور

۳-۳- کنترل برداری موتور القایی: کنترل برداری موتور القایی درجهت شار روتور، مدل‌های شار، رابطه گشتاور حالت مانا، محدودیت‌های ولتاژ موتور القایی، پیاده‌سازی کنترل برداری موتور القایی درجهت شار روتور با VSI ، کنترل موتور القایی با تزریق جریان، کنترل برداری موتور القایی درجهت شاراستاتور، کنترل برداری موتور القایی درجهت شار مغناطیس کنندگی

۴-۳-کنترل برداری موتور سنکرون: محدودیت‌های ولتاژ و جریان، کنترل نوع جریان، کنترل نوع ترکیبی ولتاژ – جریان، موتور سنکرون رلوکتانسی تقویت‌شده با آهنربا

فصل چهارم :کنترل مستقیم گشتاور

۴-۱-کنترل مستقیم گشتاور موتور سنکرون مغناطیس دائم: تاریخچه و معرفی، معرفی سیستم کنترل و محاسبه رابطه گشتاور در دستگاه شار استاتور، ارائه چهار روش متفاوت کنترل مستقیم گشتاور، محدودیت‌های روش کنترل گشتاور مستقیم، استراتژی‌های کنترل و ارائه راهکارهای، بررسی چالش‌های روش کنترل گشتاور مستقیم و رفع آن

۴-۲- کنترل مستقیم گشتاور موتور القایی: کنترل مستقیم گشتاور موتور القایی تغذیه‌شده توسط اینورتر منبع ولتاژ، شبیه‌سازی درایوکنترل مستقیم گشتاور، طرح‌های انتخاب بردار سوئیچنگ بهبود یافته، کنترل مستقیم گشتاور موتور القایی تغذیه‌شده توسط اینورتر منبع جریان

۴-۳- کنترل مستقیم گشتاور موتور سنکرون: کنترل مستقیم بردار شار استاتور وگشتاورالکترومغناطیسی، کنترل مستقیم بردار جریان و گشتاور الکترومغناطیسی

فصل پنجم: کنترل بدون حسگر موتورهای Ac

۵-۱- کنترل بدون حسگر موتور سنکرون مغناطیس دائم: تخمین حلقه باز با استفاده از جریان‌ها و ولتاژهای استاتور، تخمین گر حلقه باز سرعت، تخمین موقعیت روتور با استفاده از شار پیوندی استاتور

۵-۲- کنترل بدون حسگر موتور القایی: روش‌های تخمین سرعت برای کارهای با کارایی پایین، روش‌های تخمین سرعت برای کارهای با کارایی بالا، تخمین حلقه باز سرعت با استفاده از اندازه‌گیری جریان‌ها و ولتاژهای استاتور، تخمین با استفاده از بردار هارمونیک سوم ولتاژ، تخمین با استفاده از برجستگی هندسی و اشباع

۵-۳- کنترل بدون حسگر موتور سنکرون: تخمین بردار شار دربرگیرنده استاتور توسط ولتاژ و جریان استاتور، تخمین با بردار مولفه سوم هارمونیک ولتاژ، تخمین با استفاده از تغییرات اندوکتانس

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

تدریس به صورت دو جلسه در هفته، استفاده از دستیار آموزشی، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آن ها، آزمون های میان ترم و پایان ترم

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

1. R. Krishnan, "Electric Motor Drives: Modeling, Analysis and Control," Prentice Hall, 2001.
2. G. K. Dubey, "Fundamentals of Electrical Drives," Alpha Science, 2001.
3. P. Vas, "Sensorless Vector and Direct Torque Control," Oxford University Press, 1998.
4. N. P. Quang and J. A. Dittrich, "Vector Control of Three-Phase AC Machines: System Development in Practice," Springer, 2008.
5. I. Boldia and S. A. Nasar, "Electric Drives."
6. A. M. Trzynadlowski, "Control of Induction Motors," Academic Press, 2001.

الف) عنوان درس به فارسی: **سمینار**			
عنوان درس به انگلیسی:	**Seminar**		**نوع درس و واحد**
دروس پیش‌نیاز:	**-**		**پایه** ☐ **نظری** ■
دروس هم‌نیاز:	**-**		**تخصصی الزامی** ■ **عملی** ☐
تعداد واحد:	**۲**		**تخصصی اختیاری** ☐ **نظری-عملی** ☐
تعداد ساعت:	**۳۲**		**پروژه/ رساله / پایان‌نامه** ☐
			مهارتی-اشتغال پذیری ☐

ب) هدف کلی:

هدف از این درس فراگیری عملی نحوه جستجوی مطلب در منابع معتبر، مرور مقالات، ارائه یک گزارش مدون از مطالب مرور شده، آماده‌سازی پیشنهادیه پایان‌نامه، ارائه آن به صورت شفاهی و دفاع از آن است.

پ) سرفصل‌ها:

- تبیین مراحل تحقیق شامل انتخاب موضوع، تکمیل تحقیق، گزارش و ارائه.
- جستجوی بهینه در اینترنت، پایگاه‌های داده و منابع الکترونیکی.
- روش تحقیق در علوم مهندسی و مکاترونیک.
- اصول گزارش‌نویسی، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند Word MS و LATEX.
- اصول ارائه سمینار، نحوه آماده‌سازی ارائه، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند Power Point.
- اصول و نکات مقاله‌نویسی و ارسال مقاله برای کنفرانس‌ها و مجلات.
- اصول اخلاقی در انجام تحقیق، کار با داده‌های حیاتی، نوشتن گزارش، مقاله و ارائه سمینار.
- مدیریت اطلاعات علمی، کار با نرم‌افزارهای مربوطه مانند EndNote.
- آماده‌سازی پیشنهادیه پایان‌نامه با موضوع مشخص شده و تحویل به استاد راهنما.
- ارائه شفاهی و دفاع از پیشنهادیه پایان‌نامه در حضور استاد راهنما و داور تعیین‌شده از سوی گروه.

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

تدریس به صورت یک جلسه در هفته، ارایه تکالیف به دانشجویان و ارزیابی آنها و ارائه و تهیه گزارش نهایی توسط دانشجویان.

ث) روش ارزشیابی (پیشنهادی):

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

ج) ملزومات، تجهیزات و امکانات موردنیاز برای ارائه:

تجهیزات معمول (کلاس مناسب، وایت برد، تخته پاک کن، ماژیک، ویدئو پروژکتور و ...)

مراجع:

۱. ب. شادگار، و ع. عصاره، اصول تدوین نوشتارهای علمی، انتشارات ارمغان، ۱۳۸۸.

۲. س. م. ت. رانکوهی، شیوه ارائه مطالب علمی و فنی، ویراست سوم، انتشارات جلوه، ۱۳۸۹.