جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری

برنامه درسی

دوره کارشناسی ارشد

رشته مهندسی ساختمانهای هوشمند

گروه : فنی و مهندسی و میان رشته ای

کمیته برنامه‌ریزی عمران و علوم و فناوری نانو

مصوبه هشتصد و پنجاه و سه جلسه شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی

وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری مورخ ۱۳۹۳/۵/۵

بسم الله الرّحمن الرّحیم

برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی ساختمانهای هوشمند

گروه: فنی و مهندسی و میان رشته ای

کمیته تخصصی: عمران و علوم و فناوری نانو

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند

گرایش:

دوره: کارشناسی ارشد

کد رشته: -

شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی، در جلسه هشتصد و پنجاه وسه مورخ ۹۳/۵/۵، برنامه درسی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی ساختمانهای هوشمند را تصویب نمود.

این برنامه به مدت پنج سال در کلیه دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی قابل اجراء می باشد.

عبدالرحیم نوه ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

جعفر میلی منفرد

نایب رئیس شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فنّاوری

مشخصات کلی، برنامه درسی و سرفصل دروس

دوره : کارشناسی ارشد

مهندسی ساختمانهای هوشمند

بسم ا.. الرحمن الرحیم

مشخصات کلی دوره کارشناسی ارشد

مهندسی ساختمانهای هوشمند

۱) مقدمه:

امروزه جهت انجام پژوهشهای کاربردی، قرار گرفتن در مرزهای دانش و همگام شدن با تحولات صنعتی روز دنیا، نیاز به ایجاد رشته‌های جدید بین رشته‌ای خصوصا در مقاطع تحصیلات تکمیلی می‌باشد. همچنین بدون تردید جهت نیل به اهداف تعریف شده در سند چشم انداز ملی تولید علم و رسیدن به خودکفایی علمی و تولیدی، نیاز به تربیت نیروهای متخصص و متعهد با پشتوانه علمی در زمینه علوم و فنون نوین حاصل از ترکیب رشته های علوم پایه و مهندسی است. نظر به اهمیت تحقیقات کاربردی در ارتقاء کیفی صنعت ساختمان کشور، تامین این نیاز در سطح مسائل ساخت، مقاوم‌سازی و همچنین تولید مصالح و تجهیزات نوین ساختمانی، سرلوحه برنامه‌های آموزشی و پژوهشی رشته مهندسی ساختمانهای هوشمند است.

چشم‌انداز راه‌اندازی و فعالیت این رشته، انجام فعالیتهای گروهی و ارتباط با نهادهای دانش‌بنیان و در حوزه-های ذیل طبقه‌بندی و پیش‌بینی می‌شود:

الف) مواد و مصالح نوین در صنعت ساخت و ساز

ب) فناوری تجهیزات نوین در صنعت ساخت و ساز

ج) روشهای نوین تحلیل و طراحی سازه‌ها

د) روشهای نوین اجرایی در صنعت ساخت و ساز

جدایی علوم و شاخه های آن از یکدیگر، غنای لازم را از هر علمی سلب می‌کند. بازگشت تدریجی به سمت عناوین میان رشته‌ای و بین رشته‌ای در حوزه فناوریهای نوین پاسخی به همین نقصان است. لذا، لازم است با جامع نگری در آموزش و پژوهش علوم کاربردی به سمت استفاده یکپارچه برای رسیدن به اهداف مشترک باشیم.

همچنین با توجه به گستردگی و اهمیت فناوریهای نوین در دنیا و لزوم استفاده علمی و کاربردی از آن در صنعت ساختمان به عنوان گسترده‌ترین صنعت کشور، تاسیس این رشته در دانشگاه‌های پیشتاز در توسعه تحصیلات تکمیلی و با هدف رقابت در فناوریهای نو در سطح ملی و بین المللی و کاربردی کردن علوم و فنون نو اجتناب ناپذیر بنظر می‌رسد.

استفاده از پیشرفتهای سایر رشته‌ها همچون پلیمر، مکانیک و برق کنترل در ساخت و سازها بر کسی پوشیده نیست. همچنین استفاده از سیستمهای مدرن استهلاک انرژی و تجهیزات و ابزارآلات کنترل فعال، نیمه‌فعال و غیرفعال که سبب ایجاد نگرش جدید در طراحی و عملکرد سازه‌ها شده است، ایجاد رشته جدید علمی دانشگاهی را ضروری می‌نماید. رشته‌ای که با تاکید بر آموزش پژوهش محور و برگزاری واحدهای عملی

(آزمایشگاهی) توأم با واحدهای نظری و راهنمایی‌های لازم جهت تشکیل شرکتهای دانش بنیان کمک کند تا دانشجویان بتوانند از نظر عملی پیشرفتهایی در حد نظری داشته باشند.

لذا ضرورت ایجاد رشته جدید را می توان در چند مورد زیر بیان نمود:

الف) ایجاد رشته جدید بین رشته‌ای و استفاده علمی و عملی از پیشرفتهای سایر رشته‌ها در سازه‌ها

ب) ایجاد رشته پژوهش محور و برگزاری واحدهای عملی آزمایشگاه در کنار واحدهای نظری

ج) کمک به ایجاد شرکتهای دانش بنیان و بهره‌برداری عملی دانشجویان از فراگیریهای علمی خود در طول دوره

۲) تعریف و هدف:

دوره کارشناسی ارشد مهندسی ساختمانهای هوشمند دوره‌ای است میان رشته‌ای که در قالب نظام آموزش عالی و با استفاده از فناوریهای نوین حوزه علوم پایه و مهندسی طراحی گردیده است.

اساس این دوره، استفاده از آموزش پژوهش محور و نظریه پردازی و تأکید بر روحیه پژوهشگری و کنجکاوی و حقیقت جویی و فراهم آوردن زمینه‌های دانشی و مهارتی لازم مانند تفکر خلاق و تفکر انتقادی و ارزیابی براساس نوآوری و نظریه پردازی و نگرش فلسفی به زیرساخت های کلی در این حوزه است.

هدف از این رشته تربیت متخصصان به روز و متعهد در راستای طراحی و اجرای سازه‌های هوشمند و کنترل شده با استفاده از مواد، مصالح نوین از قبیل نانو، مواد حافظه‌دار شکلی، پلیمرها و تجهیزات نوین از قبیل ایزولاتورها، دمپرها و ... است.

ترویج دانش فنی و بومی کردن سیستمهای مدرن و تجهیزات بر مبنای پلیمر و سازه همچون ایزولاتورها، بر مبنای مکانیک و سازه همچون دمپرهای هیسترزیس و ویسکوز و بر مبنای کنترل و سازه همچون تجهیزات ابزار دقیق کنترل فعال، به‌منظور تغییر خصوصیات مکانیکی میرایی و سختی سیستم با صرف کمترین هزینه و انرژی با هدف کاهش پاسخ لرزه‌ای سازه از جمله موارد بیان ضرورت ایجاد رشته جدید دانشگاهی هستند.

۳) نقش و توانایی دانش آموختگان

از دانش آموختگان این رشته انتظار می‌رود علاوه بر انجام پژوهشهای کاربردی در حوزه فناوریهای نوین سازه-ای، در استفاده از فناوریهای نوین سایرعلوم در سازه ها تلاش نموده و در راستای بومی کردن فناوریهای نوین در این حوزه، نقش موثری ایفا نمایند.

۴) شکل نظام:

طول رسمی دوره دو سال و نظام آموزشی آن منطبق بر آیین‌نامه‌ها و مصوبات وزارت علوم تحقیقات و فناوری می‌باشد.

۵) شرایط گزینش دانشجو:

۵-۱) فارغ التحصیلان دوره کارشناسی رشته مهندسی عمران و مهندسی مکانیک، مهندسی پلیمر و مهندسی مواد می‌توانند در این رشته در صورت قبولی در آزمون سراسری کارشناسی ارشد پذیرش شوند.

۵-۲) قبولی در آزمون سراسری کارشناسی ارشد رشته مهندسی عمران شرط پذیرش دانشجویان این مقطع تحصیلی است.

۶) تعدادواحدهای درسی:

برنامه درسی به نحوی تنظیم شده است تا دانشجو بتواند با توجه به علاقه‌مندی خویش، موضوع پایان نامه و دروس اختیاری را با نظر استاد راهنما و تصویب گروه در یکی از زمینه‌های تخصصی انتخاب نماید.

برنامه کلی در چهار بخش قایل تقسیم است:

۱. هماهنگ کردن دانشجویان در زمینه‌های تخصصی.
۲. ارائه مفاهیم اساسی، مبانی تئوری و دانش فنی مورد نیاز.
۳. بهره‌گیری از نرم افزارهای تخصصی، مطالعات موردی و پروژه‌های درسی.
۴. انجام پروژه‌های تحقیقاتی و ارائه پایان‌نامه.

دانش‌آموختگان در مدت تحصیل مجموعا ۳۲ واحد در زمینه‌های آموزشی و پژوهشی خواهند گذراند و دانشجویان ورودی متناسب با علاقه و زمینه‌های پژوهشی خود موضوع پایان‌نامه و دروس اختیاری را با نظر استاد راهنما و تایید گروه در یکی از زمینه‌های تخصصی مربوطه انتخاب خواهند نمود.

توصیه می‌گردد موضوع سمینار و پایان نامه با تاکید بر طراحی و ساخت مدلهای دانش بنیان فناوریهای نوین سازه‌ای انتخاب گردد و هدف از ارائه آنها کاربردی شدن دانش در صنعت و انجام پروژه های مورد نیاز صنعت با استفاده از کاربرد فناوریهای نوین می باشد. بر اساس اهمیت ارتباط دائمی صنعت و دانشگاه جهت استفاده از علوم نوین، تا حد امکان دانشجویان نسبت به انجام پروژه های مورد نیاز صنعت راهنمایی شوند و با یک برنامه زمان بندی مناسب با درنظر گرفتن منابع محدود و استفاده از فناوریهای نوین و تحت نظر استاد مربوطه نسبت به انجام پایان نامه اقدام نمایند.

تعداد واحدهای درسی این رشته به شرح زیر می باشد:

ردیف	نوع واحد	تعداد واحد
۱	دروس تخصصی الزامی	۱۲
۲	دروس اختیاری	۱۲
۳	سمینار	۲
۴	پایان‌نامه	۶

ملاحظات:

یک) دروس اختیاری با توجه به موضوع تحقیقاتی دوره که در دروس سمینار و پایان‌نامه انتخابی مشخص می‌گردد و بایستی با پیشنهاد استاد راهنما به تایید گروه برسد.

دو) با توجه به سابقه تحصیلی متفاوت دانشجویان این دوره، می‌بایست در صورت نیاز دانشجویان دروس جبرانی را طبق تصمیم گروه بگذرانند.

فصل دوم

برنامه و جداول درسی

چهار درس از هفت درسی که با علامت * مشخص شده اند بعنوان دروس تخصصی الزامی و چهار درس از بین سایر دروس بعنوان دروس اختیاری انتخاب می شوند.

جدول دروس رشته پیشنهادی به شرح ذیل می باشد:

جدول(۱) دروس جبرانی

کد درس	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیش نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
	خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها و کامپوزیتها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
	طراحی سازه های بتنی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
	طراحی سازه های فولادی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
	انتخاب مواد پیشرفته	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
	فرآیند شکل دادن پلیمرها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	

جدول (۲)دروس تخصصی الزامی

کد درس	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیش نیاز / هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۱۰۱	دینامیک سازه‌ها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۱۰۲	فناوری مواد نانو و آزمایشگاه	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	
۱۰۳	فناوری مواد هوشمند و آزمایشگاه	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	
۱۰۴	فناوری پلیمرها و کامپوزیتها درسازه‌ها(I)و آزمایشگاه	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	
۱۰۵	پایش وضعیت و سلامت	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۱۰۶	ساختمانهای هوشمند	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۱۰۷	میکرومکانیک جامدات	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
جمع کل		۱۸	۳	۲۱	۲۸۸	۹۶	۳۸۴	

- چهار درس (۱۲ واحد) از هفت درس جدول فوق به‌عنوان دروس تخصصی الزامی با نظر گروه انتخاب می شود.

جدول(۳) دروس اختیاری

کد درس	نام درس	تعداد واحد			تعداد ساعت			پیش نیاز/ هم نیاز
		نظری	عملی	جمع	نظری	عملی	جمع	
۲۰۱	کنترل لرزه‌ای سازه‌ها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۲۰۲	فناوری پلیمرها و کامپوزیتها در سازه‌ها(II) و آزمایشگاه	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	۱۰۴
۲۰۳	طراحی سیستمهای نوین کنترل لرزه ای سازه ها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	۱۰۸
۲۰۴	سنسورها و تجهیزات ابزار دقیق و آزمایشگاه	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	
۲۰۵	فناوری مواد پیزو الکتریک و آزمایشگاه	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	
۲۰۶	تکنولوژی عالی بتن و آزمایشگاه	۲	۱	۳	۳۲	۳۲	۶۴	
۲۰۷	فناوریهای نوین در مرمت و بهسازی سازه ها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۲۰۸	سیستم های مدیریت ساختمان هوشمند(I)	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۲۰۹	سیستم های مدیریت ساختمان هوشمند(II)	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۲۱۰	روشهای ریز مدلسازی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۲۱۱	تحلیل غیرارتجاعی سازه ها	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	
۲۱۲	ارتعاشات تصادفی	۳	۰	۳	۴۸	۰	۴۸	۱۰۱
۲۱۳	بهینه سازی	۲	۰	۲	۳۲	۰	۳۲	
۲۱۴	اخلاق حرفه ای در فناوریهای نوین مهندسی	۲	۰	۲	۳۲	۰	۳۲	
	جمع کل	۳۶	۴	۴۰	۵۷۶	۱۲۸	۷۰۴	

- چهار درس از جدول دروس اختیاری با پیشنهاد استاد راهنما و تصویب گروه به‌عنوان درس اختیاری انتخاب می شود.
- با تایید گروه، در نظر گرفتن دروس غیرمنتخب جدول دروس تخصصی به‌عنوان دروس اختیاری امکان پذیر می‌باشد.

جدول ترم بندی:

رشته :**مهندسی ساختمانهای هوشمند** -مقطع :**کارشناسی ارشد**

تعداد واحدهایی که دانشجو باید در این دوره با موفقیت بگذراند	
تعداد واحد سمینار: ۲	تعداد واحد تخصصی : ۱۲
تعداد واحد پایان نامه : ۶	تعداد واحد اختیاری : ۱۲
جمع کل واحدها : ۳۲	

جدول ترم بندی رشته

تعداد واحدهایی که دانشجو باید در این دوره با موفقیت بگذراند : ۳۲ واحد	
تعداد واحد ترم اول: ۱۲ واحد	تعداد واحد ترم دوم: ۱۱ واحد (۹ واحد درسی با دو واحد سمینار)
تعداد واحد ترم سه : ۹ واحد (۳واحد درسی با ۶ واحد پایان نامه)	تعداد واحد ترم چهارم : پایان نامه
جمع کل واحدها : ۳۲	

جدول ترم بندی دروس			
ترم اول :	**واحد**	**ترم دوم:**	**واحد**
۱- درس منتخب یک از جدول دروس تخصصی	۳	۱- درس منتخب چهار از جدول دروس تخصصی	۳
۲- درس منتخب دو از جدول دروس تخصصی	۳	۲- درس اختیاری دو از جدول دروس اختیاری	۳
۳- درس منتخب سه از جدول دروس تخصصی	۳	۳-درس اختیاری سه از جدول دروس اختیاری	۳
۴- درس اختیاری یک از جدول دروس اختیاری	۳	۴- سمینار	۲
ترم سوم:	**واحد**	**ترم چهارم:**	**واحد**
۱-درس اختیاری چهار از جدول دروس اختیاری	۳	۱-پایان نامه	۶
۲-پایان نامه	۶		
جمع کل واحدها : ۳۲			

فصل سوم

سرفصل دروس

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند	کد درس : ۱۰۱
عنوان فارسی درس: **دینامیک سازه ها**	
عنوان انگلیسی:Dynamics of Structures	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با اصول دینامیک سازه ها، و ارائه مبانی پایه تحلیل لرزه ای سازه ها

رئوس مطالب:

- **تفاوت تحلیل‌های استاتیکی و دینامیکی**
- **انواع بارهای دینامیکی**
- **درجات آزادی و نحوه مدل کردن سازه‌ها**
- **معادلات حرکت در سیستم‌های یک درجه آزادی**
- **ارتعاش آزاد سیستم‌های یک درجه آزادی**
- **تحلیل دینامیکی سیستم‌های یک درجه آزادی در مقابل انواع بارها (هارمونیکی، ضربه ای و ...)**
- **انتگرال دیوهامل و تحلیل سیستم‌ها به روش فوق**
- **تفاوت سیستم‌های خطی و غیرخطی**
- **منابع ایجاد کننده رفتار غیرخطی**
- **اهمیت ترمهای غیرخطی بر روی سیستم‌های سازه‌ای**
- **پایداری سیستم‌های غیرخطی**
- **تحلیل دینامیکی غیرخطی سیستم‌های یک درجه آزادی**
- **روشهای عددی در تحلیل دینامیکی خطی و غیرخطی سیستم‌های یک درجه آزادی**
- **تعیین معادلات سیستم‌های چند درجه آزادی**
- **ارتعاش آزاد سیستم‌های چند درجه آزادی و تعیین مقادیر ویژه و مودهای ارتعاشی**
- **روش آنالیز مودال جهت تحلیل سیستم‌های چند درجه آزادی**
- **روش انتگرالگیری مستقیم جهت تحلیل سیستم‌های یک درجه آزادی و چند درجه آزادی**
- **روش فرکانس جهت تحلیل جهت تحلیل سیستم‌های و چند درجه آزادی**
- **معادلات تعادل و تحلیل دینامیکی سیستم‌های چند درجه آزادی به روش ماتریسی**
- **تحلیل دینامیکی سیستم‌های پیوسته ساده**
- **امواج ناشی از زلزله و پدیده‌های مرتبط**
- **تعیین زلزله طرح در پروژه های مهم**
- **روش تحلیل آیین نامه ای زلزله**

- روش دینامی تحلیل در مقابل زلزله
- روش طیفی در مقابل زلزله
- آشنایی با برنامه های کامپیوتری

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	

منابع اصلی:

- **Chopra, A.K. (2001). "Dynamics of structures, Theory and Application to Earthquake Engineering" Prentice Hall**
- **Clough, R.W., Penzein, J. (1993). "Dynamics of Structures" McGraw-Hill International, New York**

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **فناوری مواد نانو و آزمایشگاه** کد درس : ۱۰۲ عنوان انگلیسی: Nano Technology	
تعداد واحد نظری:۲	تعداد واحد عملی: ۱
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با مفاهیم پایه فناوری نانو و کاربرد آنها در سازه

رئوس مطالب:

- مبانی علم نانو و نانو تکنولوژی
- تاریخچه مبانی و کلیات توسعه تکنولوژی نانو
- اصول ذرات
- تعیین و تشخیص مواد نانو و خواص آنها
- شکل گیری ذرات نانو
- کنترل اندازه ذره، مورفولوژی، ساختار، ترکیبات و تغییر سطح در مقیاس میکرو و نانو
- نانوساختارهای اصلی و بنیادی: ۱- ساختارهای اتمی، ۲- میکروساختارها و تغییرشکلها،۳- نقوذ در حالت جامد
- طبقه بندی مواد نانو : الف) سرامیکها، شیشه ها، پلیمرها، ب) گرافیت، نانوتیوبها، ج) فلزات ، کاتالیستها و کاتالیزورها
- خواص فیزیکی مواد نانو: خواص الکتریکی، مغناطیسی ، اپتیکی
- کاربردهای نانوتکنولوژی
- نانو ذرات رس
- نانو تیوبهای کربن (سنتز، کاربرد و آینده آنها)
- کاربرد نانو مواد در ساختمان
- نانوفناوری بتن
- فناوری نانو فلزات
- کاربرد نانوکامپوزیتها در سازه
- مدلسازی نانو کامپوزیتها
- روشهای ساخت نانو مواد
- مصالح خود ترمیم شونده
- مواد هوشمند و نانوکامپوزیتهای هوشمند

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	

منابع اصلی:

1. Edward L. W. (2006), " nanophysics and Nanotechnology" , Wiley.
2. Alexanderov S. A., Demsar J. and Yanson, I.K. (2004). " Molecular Nanowires and other quantum objects", Springer Science and Business Media.
3. Androula, GN. and Xanthi Z. (2001), "Microelectronics, Microsystems and Nanotechnology", World Scientific Publishing Company.
4. Morkoc H. , (2003)" Advanced Seiconductor and Organic Nano-technique", Academic Press.
5. Dev, B.N. (2003)" Physics at surface and interfaces". World Scientific,
6. Ashby, M.F, J.S.G. PauloFerreira, P.J. and Schodek D.L. (2009) "Nanomaterials, Nanotechnologies and Design:An Introduction for Engineers and Architects" , Butterworth-Heinemann.
7. Shi, C. , Mo, Y. L. (2008), "High-Performance Construction Materials Science and Applications (Engineering Materials for Technological Needs)", worldscientific.
8. Hosono, H., Mishima,Y., Takezoe,H., and MacKenzie K. J.D., (2006), "Nanomaterials: Research Towards Applications", Elsevier Science .

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **فناوری مواد هوشمند و آزمایشگاه** کد درس : ۱۰۳ عنوان انگلیسی: Technology of Shape Memory Alloys	
تعداد واحد نظری۲	تعداد واحد عملی:۱
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با مفاهیم پایه مواد هوشمند و کاربرد آنها در سازه

رئوس مطالب:

- **مواد هوشمند یا حافظه دار شکلی (Shape Memory Alloy)**
- **تبدیل مارتنزیتی مواد**
- **قابلیت فوق الاستیکی مواد**
- **مکانیزم اثر حافظه دار شکلی**
- **مواد حافظه دار شکلی در جداسازها**
- **مواد حافظه دار شکلی در میراگرها**
- **مواد حافظه دار شکلی در بادبندها.**
- **مواد حافظه دار شکلی در اتصالات**
- **مواد حافظه دار شکلی نیکل و تیتانیوم**
- **مدلهای ترکیبی در مواد حافظه دار شکلی**
- **قوانین مکانیکی در مواد حافظه دار شکلی**
- **قوانین جنبشی در مواد حافظه دار شکلی**
- **اثرات گرمایی در مواد حافظه دار شکلی**
- **کاربرد عددی مدلها در مواد حافظه دار شکلی**
- **مدلسازی دستگاههای سوپر الاستیک کنترل لرزه**
- **کابلهای سوپر الاستیک**
- **دستگاههای سوپر الاستیک جدید**
- **سیستمهای خود تنظیم شونده**
- **مدل رفتاری مواد حافظه دار شکلی**
- **مدلسازی تجهیزات کنترل ارتعاش سازه دارای مواد حافظه دار شکلی**
- **سیستمهای نیمه فعال و غیر فعال دارای مواد حافظه دار شکلی**
- **خواص شیمیایی و فیزیکی مواد هوشمند فلزی و پلیمری**

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	

منابع اصلی:

- Cismasiu, D. C. (2011). " Vibration Control with Shape-Memory Alloys in Civil Engineering Structures", Ciências e Tecnologia.
- Lagoudas, D. C. (2008). "Shape Memory Alloys: Modeling & Engineering Applications", Springer, Science media, USA.
- Cheng, F. Y., Jiang H. , Lou, K. (2008). "Smart Structures, innovative systems for seismic response control", Taylor & Francis Group.
- Cai, C.S. (2003). "Application of smart materials in structural engineering" LTRC Project No. 02-4TIRE.

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **فناوری پلیمرها و کامپوزیتها در سازه ها(I) و آزمایشگاه** کد درس : ۱۰۴ عنوان انگلیسی:Technology of Polymers and Composites in Structures(1)	
تعداد واحد نظری: ۲	تعداد واحد عملی:۱
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با پلیمرها،کامپوزیتها و کاربرد آنها با توجه به افزایش کاربرد آنها در سازه ها

رئوس مطالب:

- مفاهیم اولیه شامل : اصول مکانیک جامدات
- خواص فیزیکی و مکانیکی پلیمرها
- رفتار ویسکو الاستیک پلیمرها و رابطه آن با ساختار آنها
- خزش وافت تنش
- شکست و خستگی در پلیمرها
- مقدمه ای بر مواد کامپوزیت
- الیاف، ماتریس و روشهای شکل دهی کامپوزیتها
- روشهای شکل دهی کامپوزیتها با ماتریس ترموپلاستیک
- خواص ماکرومکانیکال و میکرومکانیکال نظری تک لایه کامپوزیتی
- تحلیل چند لایه کامپوزیتی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- **Malvern, L. E. (1987). "Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium", Prentice-Hall, Inc.**
- **Ward, I.M., and & Hadley, D. W., (2005), "Mechanical Properties of Solid Polymers", Wiley.**
- **Shaw, M.T., (2005). "Introduction to Polymer Viscoelasticity", John Wiley & Sons.**
- **Kinloch, A. J., (1985). "Fracture Behavior of Polymers", Elsevier.**
- **Agarwal, B.D., and Broutman, L.J., (1990). "Analysis and Performance of Fiber Composites", Wiley.**
- **Jones, R.M. (1999). "Mechanics of Composite Materials", 2nd Edition, Library of Congress Cataloging.**
- **Matthews, F.L. , Rawlings, R.D. (1999). "Composite Materials; Engineering and Science, Matthews", Chapman & Hall.**
- **Mallick, P.K., (2008). "Fiber Reinforced Composites; Materials, Manufacturing and Design", CRC Press Taylor and Francis Group, LLC.**

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **پایش وضعیت و سلامت** کد درس : ۱۰۵ عنوان انگلیسی:Condition and Health Monitoring	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی و کاربرد روشهای پایش عملکرد، شناسایی خصوصیات سازه ها، شناسایی مشخصات سازه ها و برررسی روشهای سلامت سنجی جهت ارائه روشهای مناسب ارتقا

رئوس مطالب:

- **مقدمه ای بر پایش وضعیت**
- **ارائه روشهای مختلف پایش وضعیت با تاکید بر روشهای ارتعاشی**
- **معرفی و بیان مزایای روشهای مختلف ارتعاشی**
- **معرفی گیرنده های ارتعاشی**
- **معرفی سیگنالهای ارتعاشات سیستمهای دوار و رفت و برگشتی**
- **معرفی تکنیکنیکهای آنالیز سیگنالهای ارتعاشی شامل آنالیز فوریه ، cepstrum، فیلترسازی دیجیتال، آنالیز زمان- فرکانس ، روش Cyclostationary و ....**
- **معرفی روشهای تعیین عیب**
- **معرفی سلامت سنجی سازه ها و اهمیت آن**
- **ارائه روشهای سلامت سنجی بر پایه ارتعاشات**
- **معرفی سنسورهای مورد استفاده و عملکرد آنها**
- **معرفی سلامت سنجی با استفاده از سنسورهای پیزو الکتریک**
- **معرفی تکنیکهای الکترومغناطیس فرکانس پایین**
- **معرفی روشهای ظرفیتی در سلامت سنجی سازه‌ها**
- **ارائه مطالعات نمونه موردی در کشور و جهان**

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- Randall, R. B., (2011)."Vibration-based Condition Monitoring: Industrial, Aerospace and Automotive Applications", Wiley.
- Rao, B.K.N., (1996). "Handbook of condition monitoring ", Elsevier Advanced Technology.
- Balageas, D., Fritzen C. P., and Güemes, A., (2006). "Structural Health Monitoring", Library of Congress Cataloging.
- Adams, D., (2007). "Health Monitoring of Structural Materials and Components" ,John Wiley.
- Antonino M. , Fabrizio F., (2008). "Dynamic Methods for Damage Detection in Structures",
- Koh, C. G. (2010). "Structural Identification and Damage Detection using Genetic Algorithms: Structures and Infrastructures Book Series", *National University of Singapore, Singapore.*

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **ساختمانهای هوشمند** کد درس : ۱۰۶ عنوان انگلیسی: Intelligent Buildings	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنا نمودن دانشجویان با ساختمان های هوشمند و سیستمهای مختلف مرتبط با این ساختمانها از جمله سیستمهای هوشمند برقی، مکانیکی و حفاظتی

رئوس مطالب:

۱- مقدمه ای بر ساختمانهای هوشمند:
- تعریف ساختمان هوشمند
- معماری و سازه هوشمند

۲- معرفی کنترلرهای دیجیتال
- داده‌های مورد استفاده در کامپیوترها
- میکروکامپیوترها
- واحدهای ورودی و خروجی
- عملیات پردازش و نرم افزارها
- سنسورها و عملگرها

۳- سیستم اتوماسیون ساختمانBAS
- پیشرفتهای حوزه BAS
- برنامه ریزی و مانیتورینگ
- فانکشنهای مدیریت ساختمان هوشمند

۴- اصول و تکنولوژی شبکه محلی
- مشخصات ، پروتکلها و استانداردهای LAN
- تکنولوژی شبکه‌های بی سیم

۵- مقدمه ای بر استانداردهای ارتباطات
- کلیات و مسایل
- معرفی اجمالی پروتکلهای ارتباطی

۶- معرفی روشهای مختلف کنترل

۷- کنترل و بهینه سازی سیستمهای تهویه مطبوع
- حلقه های کنترل فرایند تهویه مطبوع

- کنترل سیستمهای CAV
- کنترل سیستمهای VAV
- کنترل سیستم تهویه Outdoor و بهینه سازی
- مروری بر روش‌های کنترل بهینه برای سیستمهای HVAC

۸- کنترل و بهینه سازی سیستمهای خنک کننده

- کلیات سیستمهای خنک کننده
- کنترل ظرفیت
- ترکیب سیستمهای خنک کننده
- عملکرد و بهینه سازی
- مراحل کنترل سیستم

۹- سیستم های کنترل روشنایی

- اهداف مورد استفاده ومعرفی سیستمهای کنترل روشنایی
- پروتکلهای کنترل روشنایی استاندارد
- پروتکلهای اتوماسیون متداول
- راهبردهای مدیریت انرژی و کنترل روشنایی

۱۰- سیستمهای کنترلی و حفاظتی

- سیستمهای CCTV
- سیستمهای کنترل دستیابی
- سیستمهای هشدار منازل
- سیستمهای هشدار آتش

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی

- Wang S. (2009). "Intelligent building systems and building automation" Taylor & Francis
- Ting-pat So, A. , Chan, W.L. (1989). "Intelligent Building Systems" Springer
- Reinhold A. Carlson, Robert A. Di Giandomenico R.S. Means Co., (1992). "Understanding building automation systems: direct digital control, energy management, life safety, security/access control, lighting, building management programs"
- Sinopoli, J. (2007). "Smart Buildings" Spicewood Publishing
- Capehart, B.L Capehart L.C. (2007). "Web Based Enterprise Energy and Building Automation Systems"The Fairmont Press
- Clements-Croome, D. (2005). "Intelligent Buildings: Design, Management and Operation" Thomas Telford

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **میکرومکانیک جامدات** کد درس : ۱۰۷ عنوان انگلیسی:Micro mechanic of Solids	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی مفاهیم میکرو مکانیک

رئوس مطالب:

- **مفاهیم پایه میکرومکانیک**
- **مقدمه بر مکانیک محیط پیوسته**
- **مفاهیم فرمول سازی ضعیف**
- **مفاهیم اساسی مدلسازی میکرو و ماکرو**
- **مفاهیم پایه ای اجزا محدود**
- **روشهای تست محاسباتی- آماری**
- **مفاهیم جزء بندی**
- **مفاهیم تجزیه دامنه (محیط)**
- **مفاهیم مدلسازی محیطهای چند قسمتی**

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	

منابع اصلی:

- **Zohdi, T.I. , Wriggers , P. (2005). "An introduction to computational micromechanics" Sprijger**
- **Nemat-Nasse, S., Hori, M.(1999)"Micromechanics: overall properties of heterogeneous materials" North Holland**
- **Mura, T. (1987). "Micro-mechanics of Defects in Solids" Springer**

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **کنترل لرزه ای سازه‌ها** کد درس : ۲۰۱ عنوان انگلیسی:Seismic Control of Structures	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با روشهای کنترل سازه ها در برابر بارهای جانبی، اهمیت کنترل سازه در برابر بارگذاری جانبی و جلوگیری از خسارات سازه ای و غیرسازه‌ای به سازه‌ها

رئوس مطالب:

- **مفهوم کنترل سازه‌ها، تئوری کلاسیک کنترل، تئوری مدرن کنترل،کنترل فعال و غیرفعال، کنترل بهینه و غیربهینه، سیستم کنترل خطی، سیستم کنترل غیرخطی، پایداری، قابلیت کنترل وشناسایی سیستم کنترل**
- **کنترل غیرفعال سازه‌ها، انواع سیستمهای غیرفعال نظیر کابلها، توده مستهلک کننده، دیواره برشی، قابهای صلب سیستمهای لوله‌ای، مجزا کننده فونداسیونها، مستهلک‌کننده‌ها، میراگرهای ویسکوالاستیک، میراگرهای اصطکاکی، میراگرهای فلزی و ....**
- **فرموله کردن انواع سیستمهای کنترل غیرفعال و مقایسه عملکرد سیستمهای مختلف از نظر تئوری و آزمایشهای موجود**
- **کنترل فعال سازه‌ها به روش تئوری مدرن کنترل، کنترل بهینه سازه ها، انواع ایندکسهای بهینه عملکرد کنترل، کابلهای فعال، توده میرایی فعال، سنسورها و ...**
- **روشهای کنترل فعال سازه‌ها: کنترل با روش تقسیم قطبها، کنترل بهینه کلاسیک مدار بسته سازه ها، کنترل بهینه لحظه‌ای مدار بسته سازه‌ها، کنترل بهینه مدار باز سازه‌ها، کنترل بهینه لحظه‌ای مدار باز سازه‌ها، کنترل بهینه مدار باز و بسته ساز ه‌ها، الگوریتم روش بهینه کنترل سازه‌ها**
- **بررسی ارجحیت و محدودیتهای اعمال سیستمها و روشهای مختلف کنترل بهینه در سازه‌ها از نظر تاخیر زمانی، تخمین نادرست سختی و میرایی و...**
- **سیستمهای کنترل غیرخطی**
- **سیتمهای کنترل غیربهینه سازه‌ها، روش یابی، تبدیل ریشه ها و ... پاسخ زمانی و پاسخ فرکانسی**

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- Jangid, R.S. and Datta, T.K. (1995). "Seismic behavior of base isolated building- a state of art review" Journal of Structures and Buildings, Proceedings of Institute of Civil Engineers (London), 110, 186–203.
- Higashino, M. and Okamoto, S. (2006). "Response Control and Seismic Isolation of Building" 1st edn, Taylor and Francis, London.
- Inaudi, J.A., Zambrano, A., and Kelly, J.M. (1993). "On the Analysis of Structure with Viscoelastic Damper.Technical Report UCB/EERC-93/06" Earthquake Engineering Research Centre, University of California, Berkeley, California.
- Ogata, K. (2001). " Modern Control Engineering" 4th edn, Pearson Education Inc., Upper Saddle
- River, NJ. Dyke, S.J., Spencer, B.F. Jr., Sain, M.K., and Carlson, J.D. (1997). "An experimental study og magneto-rheological dampers for seismic hazard mitigation" Proceedings of Structures Congress XV, Portland, OR, pp. 58–62.
- Akbay, Z. and Aktan, H.M. (1991). "Actively regulated friction slip braces" Proceedings of Sixth Canadian Conference on Earthquake Engineering, Toronto, Canada, pp. 367–374.

پژوهشگاه علوم، تحقیقات و فناوری
برنامه ریزی آموزش عالی

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **فناوری پلیمرها و کامپوزیتها در سازه ها(II) و آزمایشگاه** کد درس : ۲۰۲ عنوان انگلیسی:Technology of Polymers and Composites in Structures(II)	
تعداد واحد نظری:۲	تعداد واحد عملی:۱
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: کاربرد پلیمرها و کامپوزیتها در سازه ها I

هدف ازارائه درس:آشنایی باپلیمرها،کامپوزیتها و کاربرد آنها؛ با توجه به افزایش کاربرد در سازه‌ها

رئوس مطالب:

- رفتار پلیمرها در شرایط دینامیکی
- رفتار ویسکوالاستیک غیرخطی پلیمرها
- روشهای پلیمریزاسیون
- فرایند شکل دهی پلیمرها و قالبگیری آنها
- کاربردهای مواد پلیمری در صنایع ساختمانی
- اتصالات چند لایه کامپوزیتی
- طراحی سازه های کامپوزیتی
- فرآیند شکل دهی کامپوزیتها
- روشهای فرآورش و ساخت محصولات کامپوزیتی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	

منابع اصلی:

- Malvern, L.E. (1987). "Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium" Prentice-Hall, Inc
- I.M. Ward, I.M., Hadley, D.W. (2005). "Mechanical Properties of Solid Polymers" Wiley
- Shaw, M.T. (2005). "Introduction to Polymer Viscoelasticity" Wiley
- Kinloch, A. J. (1985). "Fracture Behavior of Polymers" Elsevier
- Agarwal, B.D., Broutman, L.J. (1990). "Analysis and Performance of Fiber Composites" 2nd Edition, Wiley
- Jones, R.M. (1999). "Mechanics of Composite Materials" Library of Congress Cataloging-in-publication Data
- Matthews, F.L., Rawlings, R.D. (1994). "Composite Materials; Engineering and Science" Chapman & Hall
- Mallick, P.K. (2008). "Fiber Reinforced Composites; Materials, Manufacturing and Design", CRC Press Taylor and Francis Group, LLC

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند

عنوان فارسی درس: **طراحی سیستمهای نوین کنترل لرزه ای سازه‌ها** کد درس : ۲۰۳

عنوان انگلیسی: Design of Modern Systems for Seismic Control of Structures

تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: کنترل لرزه ای سازه ها

هدف از ارائه درس: استفاده از سیستمهای فعال و غیرفعال از جمله جداسازها لرزه‌ای و میراگرها در ساخت و مقاوم سازی سازه‌ها. لزوم آشنایی جهت بومی نمودن ساخت و استفاده از این تکنولوژی را می طلبد. ارائه مبانی طراحی تجهیزات نوین کنترل سازه از جمله جداسازهای لرزه ای و میراگرها و تکنولوژی ساخت و آزمایش آنها

رئوس مطالب:

- **جداسازهای لرزه ای و انواع آن**
- **جداسازهای لرزه ای لاستیکی با ورق فولادی**
- **جداسازهای لاستیکی با هسته سربی**
- **جداسازهای اصطکاکی**
- **جداسازهای پاندولی**
- **جداسازهای اصطکاکی**
- **طراحی جداسازهای لرزه ای**
- **تکنولوژی ساخت جداسازهای لرزه ای**
- **آزمایش های موردنیاز برای جداسازهای لرز های**
- **میراگراها و انواع آن**
- **طراحی میراگرهای لرزه‌ای**
- **استانداردهای مورد استفاده برای آزمایش های لازم بر روی لاستیک**
- **سایر فناوریهای نوین کنترل غیرفعال سازه ها**
- **کنترل فعال سازه ها**
- **تجهیزات مربوط به کنترل فعال سازه ها**

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- Japan Society of Base Isolation,(1995) "An Introduction to Base Isolation"
- Kelly, J. M., Naeim, F. (1999). "Design of seismic isolated structures, from theory to Practice", John wiley & Sons
- Architectural Institute of Japan, (2001). "Recommendations for the design of base isolated buildings"

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان مرکزی برنامه ریزی آموزش عالی

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **سنسورها و تجهیزات ابزار دقیق و آزمایشگاه** کد درس : ۲۰۴ عنوان انگلیسی: Sensors and Instrumentation Equipments	
تعداد واحد نظری:۲	تعداد واحد عملی:۱
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم تجهیزات ابزار دقیق، سنسورها و تجهیزات داده برداری

رئوس مطالب:

- مقدمه ، بررسی وسایل اندازه گیری جابجایی خطی و دورانی به عنوان اصلی ترین وسایل اندازه گیری، سنسورهای بکار رافته در رباتهای صنعتی، دورنمایی از پیشرفتهای اخیر در ابزار دقیق
- مفهوم سنسورهای هوشمند ، بررسی یک سیستم حس کننده هوشمند (Smart Sensing System).
- بررسی اجزا بکار رفته در یک سیستم حس کننده هوشمند (کامپیوتر میزبان، سنسور هوشمند، نوار اطلاعاتی، آشنایی با استانداردهای بکار رفته) نحوه انتقال فرمان از کامپیوتر میزبان به Smart sensor node و بالعکس
- بررسی سیگنالهای نوری و کاربرد فیبر نوری، وسایل ابزار دقیق بکار رفته از نوع فیبر نوری
- توضیح راجع به MEMS و آینده این رشته
- روشهای ساخت (etching, lithography,...)
- معرفی سنسورهای MEMS مانند شتاب سنجها، شیرهای الکترونیکی، فشارسنجها، ژیروسکوپها و ...
- روشهای بسته بندی قطعات MEMS (Packaging)
- میکرونانوماشینها و تجهیزات
- تکنیکهای ساخت و پروسس
- آزمایشات، روشهای تعیین ویژگیها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- Najafi, N. (1992). "A generic smart sensing system utilizing a multi-element gas analyzer" University of Michigan
- Senturia S.D. (2000). "Microsystem Design" Springer
- Acar, C., Shkel, A. (2008). "MEMS Vibratory Gyroscopes Structural Approaches to Improve Robustness" Springer
- Stephen Beeby, S., Ensell, G., Kraft, M. and White, N.(2004). "MEMS Mechanical Sensors" Library of Congress Cataloging-in-publication Data
- Drexler, E. (1992). " Nanosystems" Wiley and Sons

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **فناوری مواد پیزوالکتریک و آزمایشگاه** کد درس : ۲۰۵ عنوان انگلیسی Technology of Piezoelectric Materials	
تعداد واحد نظری:۲	تعداد واحد عملی:۱
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با تئوری مواد پیزوالکتریک و کاربرد آنها

رئوس مطالب:

- **شناخت کلی مواد پیزوالکتریک ، مواد پیروالکتریک ، مواد الکترواستریکتیو و بررسی کاربردهای آنها**
- **تعریف پیزوالکتریسیته**
- **دسته بندی مواد پیزوالکتریک**
- **پیزوالکتریکها بعنوان حس کننده ها و عملگرهای گسترده**
- **طریقه ساختن پیزوالکتریکها**
- **فواید استفاده از پیزوالکتریکها**
- **کاربرد عملگرهای پیزوالکتریک**
- **المانهای عملگرها و حسگرها**
- **ساختار فیزیکی و رفتاری مواد پیزوالکتریک**
- **کاربرد و استفاده پیزوالکتریکها د رکنترل سیستمهای الکتریکی**
- **ارتعاشات طولی تیر با میدان تحریک عمود بر طول آن**
- **ارتعاشات طولی تیر با میدان موازی با جهت ارتعاشی**
- **ارتعاشات ضخامتی یک صفحه پیزوالکتریک نازک**
- **کاربرد و استفاده پیزوالکتریکها در ترانس دیوسرها**
- **مدل های پیزوالکتریسیته**
- **بررسی خواص فیزیکی سرامیکهای پیزوالکتریک**
- **پیزوسرامیکها (سرامیکهای پیزوالکتریک) و کاربرد آنها**
- **خواص فیزیکی پیزوالکتریک و بررسی علت وجود این خاصیت در آنها**
- **اثر پیزوالکتریک در بلورها**
- **اثر پیزوالکتریک در سرامیکها (پلی کریستالها)**
- **بررسی اثر الکتریسیته در سرامیکهای پیزوالکتریک**
- **پارامترهای مهم دی الکتریک و پیزوالکتریک در سرامیکهای پیزوالکتریک پیزوسرامیکها**
- **پارامترها و ثوابت مهم پیزوسرامیکها**
- **بررسی ساختمان بلوری PZT**

- بررسی اجزاء تشکیل دهنده سیستم PZT
- سیستم تیتانات سرب (PT)
- سیستم زیرکونات سرب (PZ)
- بررسی سیستم محلول های جامد زیرکونات تیتانات سرب PZT
- بررسی خواص مکانیکی سرامیکهای PZT
- تاثیر استوکیومتری روی خواص PZT
- معادلات حاکم بر تیر با مواد پیزواتکتریک با فرض تیموشنکو
- معادلات پایه ای پیزوالکتریک
- معادلات حاکم بر تیر با مواد پیزوالکتریک
- معادله الکترومکانیکی بدست آمده بوسیله اصل همیلتون
- کنترل مدار بسته تیر با مواد پیزوالکتریک

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- Vijaya, M. S. (2013). "Piezoelectric Materials and Devices: Applications in Engineering and Medical" Press/Taylor & Francis
- Galassi, C., Dinescu, M., Uchino, K., Sayer, M. (1999) "Piezoelectric Materials: Advances in Science, Technology and Applications" Springer
- Tichý,J. , Erhart,J., Kittinger, E. (2010). "Fundamentals of Piezoelectric Sensorics: Mechanical, Dielectric" Springer

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **تکنولوژی عالی بتن و آزمایشگاه** کد درس : ۲۰۶ عنوان انگلیسی :Advanced Concrete Technology	
تعداد واحد نظری:۲	تعداد واحد عملی:۱
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با تکنولوژی بتنهای جدید با توجه به کاربرد بتن ها در سازه ها و ساخت بتنهای نوین.

رئوس مطالب:

- **هیدراتاسیون سیمان: شیمی ترکیبات سیمان، اثر ترکیبات سیمان در مقاومت و حرارت، خواص ترکیبات حاصل از هیدراتاسیون، ژل و خواص آن، ساختمان میکروسکوپی ترکیبات حاصل از هیدراتاسیون، مدلهای هیدراتاسیون، اثر مواد مختلف در هیدراتاسیون**
- **مقاومت بتن: مقاومت در فشار و کشش، تاثیر عوامل، معادلات مقاومت، روابط بین مقاومتهای مختلف، روابط بین تخلخل و مقاومت ، خستگی ، مقاومت ضربه ای**
- **تغییرشکلهای وابسته به زمان: ضریب الاستیسیته استاتیکی و دینامیکی، روابط مقاومت و الاستیسیته، روابط بین مدول ها و عوامل موثر بر میزان مدول ها، ضریب پواسون، اندازه گیری مدول‌ها، بتن با توجه به مدول فازهای تشکیل دهنده، عوامل موثر بر انقباض بتن، محاسبات میزان انقباض از آیین نامه های مختلف، اندازه گیری میزان انقباض، خزش و عوامل موثر بر خزش بتن، انواع تغییرشکلها، محاسبات میزان خزش از آیین نامه های مختلف، اندازه گیری خزش، اثرات خزش در سازه ها**
- **طرح بتن: عوامل اساسی در طرح بتن، روابط بین مقاومتهای مشخصه و هدف، مراحل طرح بتن، روشهای وزنی و حجمی طرح بتن، طرح بتن با حباب هوا، طرح بتنهای ویژه، طراحی بر اساس دوام**
- **بتن تازه: رئولوژی بتن، مقایسه شیوه های مختلف سنجش کارایی، روش دو نقطه ای سنجش کارایی**
- **مواد افزودنی و پوزولانها در بتن: انواع مواد افزودنی و پوزولانها، تاثیرات آنها بر خواص بتن تازه و سخت شده، مکانیزم عمل مواد افزودنی و پوزولانها ، کاربرد مواد افزودنی و پوزولانها در بتن، تاثیر مواد افزودنی و پوزولانها در دوام بتن**
- **ارزیابی بتن در سازه : آزمایشات غیرمخرب، روشهای حرارتی، دستگاههای با امواج مختلف، آزمایشات مخرب مغزه گیری، پذیرش بتن ، روشهای آماری بررسی نتایج.**
- **بتنهای توانمند و فوق توانمند: مصالح تشکیل دهنده، طرح اختلاط، خواص فیزیکی، مکانیکی و دوام ، کاربردها**
- **بتنهای پلیمری: مصالح تشکیل دهنده، طرح اختلاط، خواص فیزیکی، مکانیکی و دوام در محیطهای مختلف ، کاربردها**

- بتنهای الیافی: مصالح تشکیل دهنده، طرح اختلاط، خواص فیزیکی، مکانیکی و دوام در محیطهای مختلف ، کاربردها
- بتنهای خود تراز: مصالح تشکیل دهنده، مکانیزم تاثیر مواد فوق روان کننده،طرح اختلاط، خواص فیزیکی، مکانیکی و دوام در محیطهای مختلف ، کاربردها
- بتنهای دارای پوزولانهای طبیعی و مصنوعی: مصالح تشکیل دهنده نظیر پوزولانهای طبیعی و مصنوعی(سرباره، خاکستر بادی، دوده سیلیس، خاکستر پوسته برنج و ...)، طرح اختلاط، خواص فیزیکی، مکانیکی و دوام در محیطهای خورنده، کاربردها
- بتنهای خاص : نظیر بتنهای گوگردی، بتنهای غلطکی، بتنهای دارای FRP بتنهای ضد سایش، بتنهای مقاوم در برابر یخبندان
- بتنهای حجیم: مسائل حرارتی، سیتمای کاهش دما و روشهای پیش و پس سرد کردن و محاسبات آنها
- بتنهای خود متراکم
- نانوبتن ها

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	

منابع اصلی:

- Gambhir, M.L. (2004). "Concrete Technology" Tata McGraw-Hill Education
- Shetty, M.S. , Chand, S. (2010). "Concrete Technology" S.cjamd & company
- Neville (2008). "Concrete Technology" Pearson Education

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **فناوریهای نوین در مرمت و بهسازی سازه ها** کد درس : ۲۰۷ عنوان انگلیسی:Modern Technologies in Repairing and rehabilitation of Structures	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با فناوری‌های نوین در ترمیم و مقاوم سازی با توجه به کاربرد فناوریهای نوین در ترمیم مقاوم سازی سازه ها

رئوس مطالب:

- **اصول، مفاهیم و تعریف ترمیم و بهسازی**
- **فرایند بررسی آسیب پذیری سازه ها : حدود ، مبانی، هدف بهسازی، فرایند**
- **خطر زلزله و طیف طراحی**
- **ارزیابی آسیب پذیری**
- **شناخت خصوصیات و کاربرد انواع مصالح ترمیمی اعم از ملاتهای پایه سیمانی، پلیمری، رزینی، پلی استری و ...**
- **روشهای ترمیم آسیبهای سازه ای و غیر سازه ای**
- **بهسازی سازه های فولادی با روشهای نوین**
- **بهسازی سازه های بتنی با روشهای نوین**
- **بهسازی سازه های بنایی با روشهای نوین.**
- **احصاء کلیه فناوریهای بروز با توجه به پیشرفتهای صورت گرفته در این حوزه**

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- **Paul, D.K., Singh, Y. (2006). "Technologies for Retrofitting of Existing Buildings and Structures to Make Them Earthquake Resistant" Technology Information, Forecasting and Assessment Council**
- **İlki, A. (2009). "Seismic Risk Assessment and Retrofitting" Springer**

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس:**سیستم های مدیریت ساختمان هوشمند (I)** کد درس : ۲۰۸ عنوان انگلیسی:**(I)** Building Management Systems	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنا نمودن دانشجویان با اصول مدیریت سیستمهای هوشمند حفاظتی، مکانیکی و برقی و...

رئوس مطالب:

۱- مقدمه ای بر اتوماسیون ساختمان

- تفاوت اتوماسیون ساختمان و کنترل ساختمان
- ساختار اتوماسیون ساختمان و شبکه های کنترل
- فانکشنهای مدیریت انرژی
- فانکشنهای مدیریت انرژی و راحتی در اتوماسیون اتاق
- سیستمهای باس و شبکه استاندارد در اتوماسیون ساختمان

۲- اصول فناوری ارتباطات صنعتی

- ارتباطات فیلد باس
- برقراری ارتباطات در شبکه
- انتقال داده های دیجیتالی
- مدل مرجع ISO/OSI
- باس فیلد و شبکه

۳- Konnex

- مزایای Konnex و بررسی تفاوتها
- انجمن KNX
- دلایل و مقاصد یادگیری
- فناوری تاسیسات سنتی
- بررسی و مرور Konnex
- باس دیوایس های KNX
- توپولوژی
- محیط انتقال و سیگنالهای باس KNX.TP
- فرایندهای برقراری ارتباط

۴- سخت افزار KNX و نرم افز ار KNX

۵- از تئوری تا عمل : ارائه روشهای پیاده سازی موارد تئوریک

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	

منابع اصلی

- Merz, H., Hansemann, T., and Hobner, C. (2009). "Building Automation: Communication systems with EIB/KNX, LON and BACnet" Springer
- Wang, Sh. (2009). "Intelligent Buildings and Building Automation" Springer
- Njatc (2009). "Building Automation: System Integration With Open Protocols" Springer
- McGowan, J. J. (1992). "Networking for building automation and control systems" Springer
- Capehart, B.L., Capehart, L.C. (2007). "Web Based Enterprise Energy and Building Automation Systems" Fairmont Press
- Atkin, B. (1993). "*Intelligent buildings*: applications of IT" Springer
- Carlson, R. A., Di Giandomenico, R.A. (1991). "Understanding building automation systems" Springer

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند

عنوان فارسی درس: **سیستم های مدیریت ساختمان هوشمند(II)** کد درس : ۲۰۹

عنوان انگلیسی:Building Management Systems (II)

تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنا نمودن دانشجویان با اصول مدیریت سیستمهای هوشمند حفاظتی، مکانیکی و برقی و...

رئوس مطالب:

۱- اتوماسیون ساختمان با LONWORKS

- مزایای فناوری
- تاریخچه
- اصول سیستم
- انتقال اطلاعات بین تجهیزات
- ابزارهای LONWORKS
- معماری سیستم
- مثالهای کاربردی

۲- BACnet

- اهداف، سازمان و حوزه های کاربرد
- محیط انتقال لایه لینک داده ای و لایه فیزیکی
- لایه شبکه
- لایه کاربردی
- تجهیزات BACnet وقابلیت عبور داده
- پروفایلهای تجهیز BACnet
- دروازه های خروج به سیستمهای دیگر

۳- سایر پروتکلهای مطروحه C-BUS،Z-Wave و ...

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی

- Merz, H., Hansemann, T., and Hobner, C. (2009). "Building Automation: Communication systems with EIB/KNX, LON and BACnet" Springer
- Wang, Sh. (2009). "Intelligent Buildings and Building Automation" Springer
- Njatc (2009). "Building Automation: System Integration With Open Protocols" Springer
- McGowan, J. J. (1992). "Networking for building automation and control systems" Springer
- Capehart, B.L., Capehart, L.C. (2007). "Web Based Enterprise Energy and Building Automation Systems" Fairmont Press
- Atkin, B. (1993). "*Intelligent buildings*: applications of IT" Springer
- Carlson, R. A., Di Giandomenico, R.A. (1991). "Understanding building automation systems" Springer

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **تحلیل غیرارتجاعی سازه ها** کد درس : ۲۱۱ عنوان انگلیسی:Inelastic Analysis of Structures	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنا نمودن دانشجویان با مفاهیم تحلیل غیرخطی

رئوس مطالب:

- **روابط تنش- کرنش: شکل پذیری بر اساس کرنش، تغییرشکل غیر الاستیک میله‌ها**
- **روابط لنگر- انحناء برای تیر و ستون: محاسبه لنگر- انحناء برای انواع مقاطع و مصالح، ضریب شکل، شکل پذیری انحناء، اثر نیروی محوری و اثر نیروی برش در مقاومت خمشی و ظرفیت شکل پذیری انحناء، رابطه ظرفیت انحناء با ظرفیت کرنش، اثر تنهاش حرارتی و پس ماند**
- **رابطه لنگر – چرخش برای تیر و ستون: ناحیه غیر الاستیک در تیرها، مفصل پلاستیک، طول معادل مفصل پلاستیک، ظرفیت چرخش پلاستیک، اثر نیروی محوری و برش در رابطه لنگر- چرخش، رابطه ظرفیت چرخش با ظرفیت انحناء، اثر تنشهای حرارتی و پس ماند**
- **تحلیل پلاستیک تیرها و قابها: بار فروریختگی، قضایای کرانه پایینی، کرانه بالایی و یگانگی، روش تعادل روش مکانیزم، محدودیتهای تحلیل پلاستیک، اثر نیروی محوری، اثر برش، محاسبه چرخش مفاصل، محاسبه تغییرشکلها، اثرات P-Δ**
- **المان تیرستون غیرالاستیک: تغییرشکل غیرالاستیک با طول گسترده، اثرات غیرخطی هندسی، ماتریس سختی مماسی، انواع المانهای ساده شده**
- **تحلیل غیرخطی قابها: قابهای با مفاصل صلب پلاستیک، قابهای با رفتار غیرالاستیک، قابهای با اتصالات نیمه صلب، اثرات P-Δ ، ظرفیت گریز طبقه ، روشهای استاتیکی کنترل نیرو و کنترل جابجایی**
- **مدلهای کامپیوتری تحلیل غیرخطی: مدلهای نواحی غیرالاستیک گسترده، اجزا فیبری، اتصالات، فنرهای غیر ارتجاعی و غیرخطی، روشهای عددی حل مسایل غیرخطی، تحلیل دینامیکی قابهای غیرالاستیک، آشنایی با مبانی و کاربرد آیین نامه‌ها و مقررات ملی (مقررات ملی ساختمان و ۲۸۰۰) و بین المللی در تحلیل غیرارتجاعی سازه‌ها.**

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی

- Sathyamoorthy, M. (1997). "Nonlinear Analysis of Structures" CRC Press
- Armen, H. (1998). "Nonlinear analysis of structures" CRC Press
- Chan, S., Chui,P. (2000). "Non-Linear Static and Cyclic Analysis of Steel Frames" Elsevier
- Ghali,A., Matthew, A. , and Brown, T.G. (2009). "Structural analysis: a unified classical and matrix approach" CRC Press
- Doyle, J.F. (2001). "Nonlinear Analysis of Thin-Walled Structures: Statics, Dynamics, and Stability" CRC Press
- De Borst,R., Crisfield,M.A, and Remmers, J.C. (2012). "Nonlinear Finite Element Analysis of Solids and Structures" CRC Press

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **روشهای ریزمدلسازی** کد درس : ۲۱۰ عنوان انگلیسی: Micro Modeling Methodes	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: ندارد

هدف از ارائه درس: آشنایی با مفاهیم پایه ای تحلیل عددی سازه ها به روشهای ریز مدلسازی

رئوس مطالب:

- روشهای تحلیل ماتریسی سازه ها شامل روش سختی(تغییرمکان) روش نرمی (نیرو)
- روشهای عناصر محدود برای تحلیل محیطهای پیوسته
- تعمیم روش عناصر محدود- روش حساب تغییرات
- تحلیل مسایل تنش و کرنش مستوی
- تحلیل تقارن دورانی
- تحلیل مسایل صفحات سه بعدی
- تحلیل مسایل صفحات خمشی
- مقدمه ای بر عناصر ایزو پارمتریک
- تحلیل سازه ها به روش اجزا محدود در حالتهای غیر خطی هندسی و فیزیکی
- برنامه های کامپیوتری مرتبط
- مقدمه ای بر اجزا محدود غیرخطی
- مقدمه ای بر ریز مدلسازی
- مدلسازی در مقیاس میکرو و نانو
- سایر موارد مرتبط حوزه ریزمدلسازی

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- **Zienkiewicz, O.C., Taylor, L.R, and Zhu, Z.J. (2013). "The Finite Element Method" Butterworth-Heinemann**
- **Bathe, K.J. (2007). "Finite Element Procedures" Klaus-Jurgen Bathe**

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **ارتعاشات تصادفی** کد درس : ۲۱۲ عنوان انگلیسی:Random Vibration	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: دینامیک سازه ها

هدف: آشنایی با مباحث ارتعاشات تصادفی

رئوس مطالب:

- **تفاوت پدیده‌های ارتعاشی قطعی و تصادفی**
- **تئوری احتمالا و خواص توابع تصادفی**
- **بررسی انواع توزیع احتمالات**
- **فرآیندهای تصادفی**
- **طیفهای پیوسته و مجزای نیرو**
- **حرکت تصادفی تکیه گاه‌ها**
- **توزیع احتمالات رایله وکاربرد آن**
- **بررسی مقاومت هنگام تاثیر نیروهای تصادفی**
- **واکنش تصادفی سیستم‌های یک درجه آزادی**
- **واکنش تصادفی سیستم‌های چند درجه آزادی**
- **بررسی مساله غیرخطی در حالت ارتعاشات تصادفی**

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- **Crandell, S.H. (1968). "Random Vibration in Mechanical Systems" Academic press.**
- **Robson, J.D. (1964). "Random Vibration" Edinbrug University press.**
- **Bendal, J.S. (1977). "Principles and Applications of Random Noise Theory" John Wiley**

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **بهینه سازی** کد درس : ۲۱۳ عنوان انگلیسی: Optimization	
تعداد واحد نظری:۳	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: اختیاری	پیش نیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم بهینه سازی در سازه‌ها

رئوس مطالب:

- مقدمه: مساله بهینه سازی سازه ها و پارمترهای موثر در آن، تاریخچه و روشهای کلی حل مساله بهینه سازی، کاربردهای مهم بهینه سازی
- برنامه‌ریزی مسائل بهینه سازی: روشهای حل مساله بهینه خطی، روشهای حل مساله بهینه بدون قید، روشهای حل مساله مقیدبا قیود خطی، روشهای تبدیلی و جایگزینی و حل مسائل پیاپی و روشهای پیشرفته حل مسائل بهینه خطی
- طرح بهینه اعضای فلزی، بتنی و پیش تنیده و ...
- فرمولاسیون آنالیز مناسب با طرح بهینه با روش سختی و نرمی
- آنالیز حساسیت در سازه های الاستیک
- آنالیز و طراحی حدی قابهای خمشی فلزی یا بتن آرمه
- فرمولاسیون طراحی بهینه سازه های خرپایی
- فرمولاسیون طراحی بهینه سازه های سه بعدی، دکلها و پوسته ها
- پروژه برنامه نویسی مناسب

دارای مجوز برنامه ریزی آموزشی علوم، تحقیقات و فناوری

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	√

منابع اصلی:

- Bangash, M.Y.H., Bangash, T. (2003). "Elements Of Spatial Structures: Analysis & Design" Thomas Telford
- Ramaswamy, G.S., Eckhout, M., and Suresh, G.R. (2002). "Analysis, Design & Construction of Steel Space Frames" Thomas Telford

رشته: مهندسی ساختمانهای هوشمند عنوان فارسی درس: **اخلاق حرفه ای در فناوریهای نوین مهندسی** کد درس :۲۱۴ عنوان انگلیسی:Professional Ethics	
تعداد واحدنظری: ۲	تعداد واحد عملی:-
نوع درس: تخصصی	پیش نیاز: ندارد

هدف: آشنا شدن دانشجویان با جنبه‌های اخلاقی

رئوس مطالب:

۱. اخلاق :تعاریف، ضرورت و اهداف شاخه های اخلاق
۲. حرفه مهندسی و فرآیندهای مهندسی
۳. فناوریهای نوین: کارکردها و چالشها
۴. نوآوری، ابتکار و خلاقیت در حوزه فناوریهای نوین
۵. اخلاق مهندسی
۶. تصمیم گیری اخلاقی :
   - حوزه های ورود اخلاق در فناوریهای نوین،
   - ابعاد اخلاقی در تصمیم گیری
   - تعریف تصمیم گیری اخلاقی و انواع آن
   - مراحل حل دوراهی اخلاقی
۷. معانی مسئولیت
- چارچوبهای اخلاقی: فایده گرایی، تامین ایمنی، صداقت و...
۸. حقوق مهندسی و مالکیت خصوصی
۹. کدها، استانداردها و منشورهای اخلاقی حوزه فن‌آوری:
- کد EPSN
- کد ECPD، ASCE و سایر استانداردها و منشورها
۱۰. کاربرد نظریات اخلاقی در فناوریهای نوین
۱۱. اخلاق حرفه‌ای در آموزش و پژوهش حوزه فناوریهای نوین (مالکیت معنوی و...)
۱۲. موردهای مطالعاتی تصمیم گیری اخلاقی در فناوریهای نوین

روش ارزشیابی:

ارزشیابی مستمر	میان ترم	آزمون نهایی	پروژه
√	√	√	

منابع اصلی:

- محبتی نادر (۱۳۸۷)،" اخلاق مهندسی اثر مایک مارتین و رولاند شینزینگر "
- عبد الحمید بهمن – رشتچیان داود" (۱۳۹۰) "اخلاق در مهندسی" دانشکده مهندسی شیمی و نفت ، دانشگاه صنعتی شریف
- بهادری نژاد مهدی (۱۳۸۵) . "اخلاق مهندسی " انجمن ایرانی اخلاق در علوم و فناوری
- Rao,P.M., Klein, J.A. (2013)."Strategies for High-Tech Firms" M.E.Sharpe
- Herbert Joseph R. "Engineering Ethics: What It Is and Why It Matters, Science" Technology & Society Program, North Carolina State University.
- L., Hothem (2005)."ION Code of Ethics" ION Council Meeting
- Luegenbiehl H., Michael, D. (2009) "Engineering Code of Ethics, Center for the study of Ethics in the professions" Institute of Technology, Chicago, Illinois
- American Society of Civil Engineering (ASCE).(2009) "Code of Ethics"
- William, F. and Cruz-Cruz, J.A. (2008). "Professional Ethics in Engineering" Houston, Texas, 2008