

وزارت فرهنگ و آموزش عالی
شورای عالی برنامه ریزی

مختصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد طراحی سیستمهای تعلیق،

ترمز و فرمان

گروه علمی کاربردی





مقدمه :

صنایع خودرو سازی در ایران با سابقه حدود نیم قرن یکی از محورهای اصلی در صنعت کشور است. حجم زیاد گردش نقدینگی تنوع تکنولوژی های مختلف، ایجاد اشتغال بسیار بالا و صرفه جوئی ارزی قابل توجه، از مزایای وجود این صنعت در مقایسه با سایر صنایع کشور است. امروز در پرتو انقلاب اسلامی، تصمیم گیران صنعت کشور با عطف توجه به رشد کمی و کیفی صنایع خودرو به ایجاد واحدهای طراحی و مهندسی و تست در صنایع خودرو مبادرت ورزیده اند. در این راستا شاهد حرکت های جدی در ایجاد مراکز تحقیقات صنایع خودرو و شرکتهای مشاوره ای در این زمینه می باشیم. وجود چنین مراکزی نیاز به نیروهای متخصص در زمینه طراحی و مهندسی خودرو را مشهود می سازد.

بر این اساس برنامه آموزشی و پژوهشی مهندسی خودرو در مقطع کارشناسی ارشد در سه رشته : طراحی سیستم های تعلیق، فرمان و ترمز، سیستم محرکه خودرو، سازه و بدنه خودرو تهیه و تدوین و برای تربیت متخصصین کشور به مرحله اجرا گزرده می شود.

دوره حاضر در نظر دارد متخصصینی را تربیت نماید که بتوانند به کار آئی های زیر نایل آیند

- تحلیل دینامیک خودرو (پایداری و راحتی خودرو)
- طراحی مجموعه ها و اجزاء سیستم های شاسی (تعلیق - فرمان - ترمز)
- تحلیل های مهندسی اجزاء و مجموعه های سیستم های شاسی خودرو
- طراحی و بکار گیری مناسب دستگاه های تست خودرو
- تدوین استانداردهای ملی خودرو
- تدوین فرآیندهای ساخت و مونتاژ خودرو سیستم های شاسی

۱- هدف و تعریف

دوره مهندسی خودرو - دینامیک دوره‌ای است علمی - کاربردی که در سطح کارشناسی ارشد ارائه خواهد شد. هدف از اجرای این دوره تربیت کارشناسانی است که توانایی لازم جهت طراحی اجزاء و مجموعه‌های سیستم‌های شاسی خودرو و تحلیل دینامیک خودرو را دارا بوده و بتوانند در زمینه‌های بهبود طرح خودرو و تحقیقات کاربردی و توسعه‌ای مشارکت کارشناسی داشته باشند.



۲- اهمیت و ضرورت

روند گسترش صنعت خودروسازی پس از انقلاب شکوهمند اسلامی در ایران مرحله جدیدی را آغاز نمود. سیاستگران صنعتی کشور در بخش صنعت خودرو به حق ایجاد واحدهای طراحی خودرو و ساخت قطعات خودرو را در دستور کار خود قرار دادند. خوشبختانه امروز نتایج این سیاستگزاری بصورت عینی به منسب ظهور درآمده است. به جرات می‌توان ادعا نمود که در حال حاضر واحدهایی که از مرحله اولیه بررسی بازار تا مرحله نهایی توزیع و خدمات پس از فروش خودرو زنجیره کاملی برای صنعت خودرو را شکل داده‌اند بالقوه تأسیس و در حال بهره‌برداری می‌باشند. ایجاد واحدهای طراحی و مهندسی خودرو به منظور طراحی و تغییر طراحی بدنه خودرو، ایجاد واحدهای تست و عملکرد خودرو به منظور حصول اطمینان از عملکرد صحیح خودرو، ایجاد واحدهای مهندسی جهت تحلیل سازه و دینامیک خودرو، ایجاد واحدهای مهندسی جهت انتقال تکنولوژی ساخت قطعات به تولیدکنندگان قطعات و مجموعه‌های خودرو، ایجاد واحدهای ساخت تجهیزات رنگ و مونتاژ خودرو و بسیاری از واحدهای دیگر زنجیره تولید خودرو را از مرحله بررسی نیاز مصرف‌کننده تا تولید و توزیع تکمیل نموده است. براساس این تحول کیفی سیاست رشد کمی خودرو نیز با فعال شدن واحدهای زیربنایی این صنعت در دستور کار سیاست‌گذاران قرار داده شده است. براساس سیاستهای رشد کمی در صنعت خودرو در برنامه بلندمدت تولید سالانه خودرو در سال ۱۴۰۰ بیش از یک میلیون دستگاه پیش‌بینی شده است.

علیرغم تأمین زیربنای سخت افزاری برای برنامه بلند مدت خودرو به مسئله تربیت نیروی انسانی بعنوان مهمترین عامل موفقیت ایجاد برنامه‌ها چندان توجه نشده است. این مرکز با اعتقاد راسخ بر اینکه تربیت نیروی متخصص در سطوح عالی در رشته‌های مختلف صنایع خودرو در راستای برنامه‌های دولت کمک بسیار شایانی به اجرای این برنامه‌ها خواهد نمود، مجموعه‌ای را در سطح کارشناسی ارشد تحت عنوان مهندسی خودرو در سه

رشته تدوین نموده است.

با توجه به نقش صنعت خودرو بین سایر صنایع کشور و نظر به پیچیدگی و حساسیت طرح خودرو لزوم تأسیس مجموعه‌ای در سطح کارشناسی ارشد که توسط آن کارشناسانی تربیت گردند که بتوانند در اجرای این وظیفه مهم نقش مؤثری را ایفا نمایند کاملاً مشهود است. با وجود رشته‌های مهندسی مکانیک، مواد و سایر رشته‌های مرتبط وجود یک رشته تخصصی به صورت عملی - کاربردی می‌تواند خلاء بین مسائل تخصصی و مسائل علمی را پر کرده و از این رهگذر کارشناسانی که می‌توانند پس از پایان دوره مستقیماً در واحدهای تحقیقاتی طراحی خودرو مشغول به کار شوند از اولویت خاصی برخوردار می‌باشد.

۳- نقش و توانایی فارغ التحصیلان:

فارغ التحصیلان این دوره دارای توانایی‌هایی در زمینه‌های علمی و عملی زیر خواهند بود:



- طراحی سیستمهای شاسی و مجموعه‌های آن
- امور تحقیقاتی در زمینه دینامیک خودرو
- مدیریت واحدهای طراحی و مهندسی
- تحلیل گر مکانیزیمهای سیستمهای تعلیق - فرمان و ترمز خودرو
- فعالیت آموزشی در زمینه طراحی سیستمهای شاسی خودرو
- تدوین استانداردهای ملی در ارتباط با خودرو
- سرپرستی آزمایشگاههای تست دینامیک خودرو و مجموعه‌ها و ملحقات سیستمهای شاسی خودرو
- انجام پروژه‌های مطالعاتی و تحقیقاتی کاربردی در زمینه دینامیک خودرو و سیستمهای شاسی آن

۴- مشاغل قابل احراز این دوره:

فارغ التحصیلان این دوره می‌توانند مشاغل زیر را احراز کنند.

- کارشناسان ارشد طراح و تحلیل گر سیستمهای شاسی خودرو (تعلیق - فرمان - ترمز)
- مدیریت بخشهای طراحی، مهندسی و ساخت در زمینه خودرو
- سرپرستی آزمایشگاههای اندازه‌گیری ارتعاشات و دینامیک خودرو

- مربی آموزشی در زمینه طراحی سیستمهای شاسی و دینامیک خودرو

۵- طول دوره و شکل نظام:

نظام درسی این دوره واحدی است و در هر نیمسال دانشجویان در محدوده واحدهای مجاز طبق آئین نامه های وزارت فرهنگ و آموزش عالی تعداد واحد را اخذ می نمایند. هر واحد نظری در این دوره معادل ۱۷ ساعت در هر نیمسال و هر واحد آزمایشگاهی معادل ۳۴ ساعت در هر نیمسال و هر واحد کارگاهی معادل ۵۱ ساعت در هر نیمسال است.

کل واحدهای درسی دوره با پایان نامه و پروژه ۳۲ واحد است که از این تعداد ۲۰ واحد را دروس الزامی و ۶ واحد را دروس اختیاری و ۶ واحد را پروژه و پایان نامه کارشناسی ارشد تشکیل می دهد.

تبصره ۱: جدول دروس اختیاری بسته نیست و دانشجویان می توانند به جای دروس اختیاری این رشته با اجازه استاد راهنما دروس اختیاری یا تخصصی سایر رشته های مرتبط را انتخاب نمایند.

تبصره ۲: پایان نامه این دوره معطوف به حل مسائل مبتلا به صنعت است و در دروس نظری و آزمایشگاهها نیز در حین اینکه مبتانی علمی - مهندسی خودرو تدریس می شود، مسائل مبتلا به صنعت خودرو به صورت پروژه و مطالعات موردی تحلیل خواهند شد.



۶- تعداد و نوع واحدهای درسی

تعداد کل واحدهای دوره ۳۲ واحد به شرح زیر است

۱- دروس اصلی و تخصصی ۲۰ واحد

۲- دروس اختیاری ۶ واحد

۳- پروژه (پایان نامه) ۶ واحد

۷- شرایط پذیرش دانشجو:

مدرک کارشناسی مورد پذیرش (برای این رشته): کارشناسی رشته‌های مختلف مهندسی مکانیک است. مواد و ضرایب آزمون به شرح زیر است:

مواد امتحانی	ضرایب
زبان	۲
ریاضیات	۳
مکانیک سیالات	۱
ترمودینامیک	۱
انتقال حرارت	۱
طراحی اجزاء	۳
مقاومت مصالح	۳
دینامیک و دینامیک ماشین	۴
ارتعاشات	۴

توجه: دانشجویان این رشته از بین سه برابر ظرفیت اعلام شده کسانی که آزمون کتبی را با موفقیت گذرانده‌اند با مصاحبه و آزمون شفاهی علمی به تعداد ظرفیت رشته انتخاب می‌شوند.



دروس جبرانی

دانشجویانی که زمینه کافی برای اخذ دروس کارشناسی ارشد این برنامه را ندارند به تشخیص استاد راهنما موظفند یک تا چهار درس از دروس زیر را به عنوان جبرانی انتخاب کرده و با موفقیت بگذرانند. دروس جبرانی با موافقت کمیته تحصیلات تکمیلی از بین دروس دوره کارشناسی رشته مهندسی مکانیک انتخاب می شود.

۱- موتورهای احتراق داخلی

۲- طراحی اجزاء

۳- سیالات II

۴- ترمودینامیک II

۵- انتقال حرارت II

۶- ارتعاشات

۷- دینامیک ماشین

۸- کنترل

۹- ماشینهای الکتریکی

۱۰- مقاومت مصالح III

۱۱- مهندسی طراحی خودرو



بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله الذي هدانا لهذا الذي كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله

فصل دوم

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد

در بیان اصول و قواعد



عناوین تعداد ساعات و واحد دروس و
لیست درس پیشنیاز یا هم زمان دوره
طراحی سیستمهای تعلیق، ترمز و فرمان



جدول عناوین دروس دوره
کارشناسی ارشد
طراحی سیستم‌های تعلیق، ترمز و فرمان





الف : دروس الزامی رشته طراحی سیستمهای تعلیق، ترمز و فرمان

کد درس	عناوین دروس	واحد	ساعات			کد درس
			جمع	نظری	عملی	
۱۰۱	ریاضیات مهندسی پیشرفته	۳	۵۱	۵۱	-	—
۱۰۳	دینامیک خودرو و آزمایشگاه	۳	۶۸	۳۴	۳۴	—
۱۲۲	ارتعاشات پیشرفته و آزمایشگاه	۳	۶۸	۳۴	۳۴	ریاضیات پیشرفته
۱۲۳	کاربرد کنترل پیشرفته در خودرو	۳	۵۱	۵۱	-	
۱۲۱	طراحی قطعات سیستمهای تعلیق، فرمان و ترمز	۳	۵۱	۵۱	-	
۱۳۹	استانداردهای آزمایش قطعات سیستم تعلیق، فرمان و ترمز	۲	۵۱	۱۷	۳۴	----
۱۰۴	طراحی و تحلیل سازه و بدنه خودرو و آزمایشگاه	۳	۶۸	۳۴	۳۴	المانها محدود
۱۶۱	پروژه	۶	---	---	---	موافقت استاد راهنما

* دانشجویان موظفند درس مهندسی طراحی خودرو را به صورت جبرانی بدون احتساب واحد بگذرانند.



ب: دروس اختیاری رشته طراحی سیستمهای تعلیق، ترمز و فرمان

کد درس	عناوین دروس	واحد	ساعات			کد درس
			جمع	نظری	عملی	
۱۰۶	محاسبات عددی پیشرفته	۳	۵۱	۵۱		ریاضیات پیشرفته
۱۳۵	ایمنی و فاکتورهای انسانی در خودرو	۳	۵۱	۵۱		---
۱۴۰	مهندسی تولید در صنایع خودرو	۳	۵۱	۵۱		---
۱۳۰	ارتعاشات و آکوستیک سازه خودرو و آزمایشگاه	۳	۶۸	۳۴	۳۴	ارتعاشات پیشرفته و آزمایشگاه
۱۲۵	طراحی ساخت خودرو به کمک کامپیوتر و آزمایشگاه	۲	۵۱	۱۷	۳۴	---
۱۰۲	دینامیک پیشرفته	۳	۵۱	۵۱	-	ریاضیات پیشرفته

* دانشجویان موظفند حداقل شش واحد از دروس این جدول را با مشاوری استاد راهنما انتخاب و با موفقیت بگذرانند.

فصل سوم

مبحث در سائنس و فضا و زمین و آب و هوا



محتوی دروس دوره کارشناسی ارشد

طراحی سیستم‌های تعلیق، ترمز و فرمان



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد



سر فصل دروس :

- تئوری تغییرات و کاربرد آنها

- معادلات دیفرانسیل پاره‌ای

معادلات دیفرانسیل پاره‌ای مرتبه یک و کاربرد آنها - معادلات دیفرانسیل پاره‌ای مرتبه دو - معادله لاپلاس معادله موج - معادله انتشار - شرایط مرزی گوناگون.

- تبدیلات انتگرالی

تبدیل فوریه سینوسی و کسینوسی و نمایی - تبدیل هانکل - تبدیل لاگرانژ - تبدیل لاپلاس - تبدیل لاگر - تبدیل ملین - تبدیل لبدوف - تبدیل میلر.

- توابع ویژه و متعامد

توابع متعامد - تئوری استورم و لیوویل - روش تقریب ریلی ریتز - توابع گرین - توابع ویژه استوانه‌ای و کروی - تابع گاما - بسل - لژاندر - هرمیت - گاوس - لاگر - خطا - ماتیو - بیضوی - تتا - زتا - فوق هندسی - چی بیشف.

- توابع مختلف

نگاشت و کاربرد آن - سری لوران - مانده‌ها - انتگرال گیری - معادلات دیفرانسیل مختلط.

مراجع :

- 1- Kevorkian, J., Partial Differential Equations, Wadsworth & Brooks/Cole
Advanced books & Software, Pacific Grove, California, 1990.

- 2- Churchill, R.V., *Operational Mathematics*, Mc Graw Hill Book Company, New York, 1972.
- 3- Sneddon, I.H., *The Use of Integral Transforms*, Mc Graw Hill, 1972.
- 4- Duff, G.F.D., and Naylor, D., *Differential Equations of Applied Mathematics*, John Wiley, New York, 1966.
- 5- Davies, B., *Integral Transforms and their Applications*, Springer - Verlag, Berlin, 1985.
- 6- Brown, J.W., and Churchill, R.V., *Fourier Series and Boundary Value Problems*, Mc Graw Hill, New York, 1993.
- 7- Palka, B.P., *An Introduction to Complex Function Theory*, Springer - Verlag, New York, 1991.



دینامیک خودرو و آزمایشگاه

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری، عملی

پیشنیاز : ندارد



سر فصل دروس :

الف (نظری

- مقدمه‌ای بر دینامیک خودرو

- مکانیک تایر

- سیستم‌های شناسی

مکانیزمهای تعلیق - مکانیزمهای فرمان - مکانیزمهای ترمز

- مجموعه قدرت (Power - Plant) و سیستم انتقال قدرت

- دینامیک طولی خودرو

- راحتی خودرو (Vehicle Ride)

- فرمان‌پذیری خودرو (Vehicle Handling)

- مبانی روش‌های آزمایشگاهی در دینامیک خودرو

- استانداردهای ایمنی در دینامیک خودرو

ب (عملی)

- آزمایشگاه شبیه سازی جاده

- آزمایشگاه تست جاده‌ای



مراجع :

- 1- Crouse, W.H., and Anglin, D.L., *Automotive Chassis and Body*, Fifth ed., Mc-Graw Hill, 1976.
- 2- Wong, J.Y., *Theory of Ground Vehicle*, John Wiley, 1993.
- 3- Nunney, M.J., *Light and Heavy Vehicle Technology*, Butterworth, Heineman Ltd., 1992.
- 4- Bastow, D. and Howard G.P., *Car Suspension and Handling*, Society of Automotive Engineers, 1992.
- 5- Gillespie, T.D., *Fundamentals of Vehicle Dynamics*, Society of Automotive Engineers, 1992.
- 6- Ellis, J.R., *Vehicle Handling Dynamics*, First Published, Printed in the United Kingdom by Page Bros, Norwich, 1994.

ارتعاشات پیشرفته و آزمایشگاه

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری - عملی

پیشنیاز : ریاضیات پیشرفته یا همزمان



سر فصل دروس :

الف (نظری

- ارتعاشات دستگاههای چند درجه آزادی

یافتن معادلات حرکت به روش لاگرانژ - معادلات خطی - همگیری - فرکانسهای طبیعی - همگرزنا (Mode Shapes) فرکانس طبیعی تکراری - ارتعاشات واداشته - جداسازی ارتعاشات - بهینه‌یابی - واکنش فرکانس و زمان - مختصات اصلی - تعامد.

- روشهای تقریب

روش ریلی - روش ریلی ریتز - روش دانکرلی - روش هولزر - روش تکرار - روش توان - روش گلرکین - روش کولوکیشن - روش مایکلستاد - روش گره‌ای.

- ارتعاشات دستگاههای پیوسته

یافتن معادلات حرکت به روش نیوتن و لاگرانژ - شرایط مرزی - اندازه و بردار ویژه - ارتعاشات نغ - ارتعاشات تیر - ارتعاشات میله - ارتعاشات پیچشی - ارتعاشات پوسته - ارتعاشات ورق - تیر تیموشنکو.

- روشهای عددی

پاسخیابی معادلات حرکت ارتعاشات چند درجه آزادی با کامپیوتر و نرم‌افزارهای ریاضی - پاسخیابی معادلات حرکت دستگاههای پیوسته با کامپیوتر و نرم‌افزارهای ریاضی - به‌کارگیری المانهای محدود در ارتعاشات.

- ارتعاشات غیر خطی

روش لاگرانژ برای یافتن معادلات حرکت - ارتعاشات آزاد و نامیرا و غیر خطی - انتگرال انرژی - صفحه فازی - ترازگاه و تکیه‌ها - روشهای کشیدن نمودار فازی - به‌کارگیری نرم‌افزارهای ریاضی - دستگاههای پاره پاره خطی - ارتعاشات آزاد و غیر خطی - گونه‌های میرایی - دستگاههای واداشته غیرخطی - ارتعاشات خودانگیز - چرخه پایانی - ارتعاشات پارامتری - نمودار پایداری ماتیو - لرزشهای فرو هماهنگ - لرزشهای فراهمه‌هنگ - روش هارمونیک بالانس - روش میانگیری - روش کرایلوف و بوگولیووف - دستگاههای پیوسته - دستگاههای چند درجه آزادی و همگیر - روشهای گوناگون اغتشاش - پاسخهای معادله دافینگ و واندرپول و ماتیو به روشهای اغتشاش.

- ارتعاشات اتفاقی

فرآیندهای اتفاقی - احتمالات - دستور توزیع نرمال دو بعدی و سه بعدی - چگالی طیفی - تئوری وابستگی (Correlation) - تئوری پارسوال - پدیده‌های ارگودیک - واکنش دستگاههای خطی به برانگیز اتفاقی.

ب (عملی



- آزمایشگاه آنالیز مودال

- آزمایشگاه شبیه سازی جاده

- آزمایشگاه تست جاده‌ای

مراجع :

- 1- Dimaragonas, A.D., *Vibration for Engineers*, Printice Hall, New Jersey, 1992.
- 2- Del Pedro, M., and Pahwd, P., *Vibration Mechanics*, Klumer, The Netherlands, 1991.
- 3- Weaver, W. Jr., Timoshenco, S.P., and Young, D.H., *Vibration Problems in engineering*, John Wiley, New York, 1990.
- 4- Newland, D.E., *Mechanical Vibration Analysis and Computation*, Longman, Singapore, 1989.
- 5- Newland, D.E., *An Introduction to Random Vibrations and Spectral Analysis*, Longman, London, 1984.
- 6- Szemplinska-Stupnicka, W., *The Behavior of Nonlinear Vibrating Systems*, Kluwer, The Netherland, 1990.
- 7- Hayashi, C., *Nonlinear Oscillations in Physical Systems*, Mc Graw Hill, New York, 1964.
- 8- Nayfeh, A.H., and Mook, D.T., *Nonlinear Oscillations*, John Wiele, 1979.

کاربرد کنترل پیشرفته در خودرو

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

سر فصل دروس :



- سیستم‌های دینامیکی

- بیان فضای حالت سیستم‌های دینامیکی

- آنالیز معادلات حالت سیستم‌های خطی پیوسته و ناپیوسته

- پایداری :

مفهوم پایداری - روش مستقیم لیاپانوف - استفاده از روش لیاپانوف در طراحی مدار پس خور.

- کنترل پذیری و مشاهده پذیری برای سیستم‌های خطی

- رابطه بین معادلات حالت یک سیستم و تابع تبدیل آن

- طراحی سیستم‌های خطی کنترل پس خور

- کاربرد کنترل پیشرفته در خودرو

- استانداردهای تست سیستم‌های کنترل خودرو

مراجع:

1- Katsuhiko Ogata, *Modern Control Engineering*, Prentice Hall International editions, 1990.



طراحی قطعات سیستمهای تعلیق ، فرمان و ترمز

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد



سر فصل دروس :

- مقدمه

- شناخت انواع سیستمهای تعلیق ، فرمان و ترمز

- طراحی سیستم تعلیق

- شناسایی قطعات سیستم تعلیق

- کاربرد مواد در سیستمهای تعلیق خودرو

- بدست آوردن معیارهای مقاومتی قطعات سیستمهای تعلیق

- استاندارد تست قطعات سیستم تعلیق (SAE , JASO)

- طراحی کمک فنرها و فنرها و ضربه گیرها

- بررسی منحنی مشخصه کمک فنرها، فنرها و ضربه گیرها

- کاربرد مواد در طراحی فنرها و ضربه گیرها

- طراحی سیستمهای ترمز

- طراحی سیستمهای فرمان

- مکانیکی

- هیدرولیکی

- استاندارد ایمنی خودرو در زمینه سیستم فرمان و هدایت خودرو

- استانداردهای ایمنی خودرو در زمینه سیستم ترمز

مراجع :

- 1_ T.D Gillespie, *Fundamentals of Vehicle Dynamics*, Society of Automotive Engineers 1992.
- 2_ J.Y. Wong, *Theory of Ground Vehicle*, John Wiley, 1993.
- 3_ D. Bastow and G.P Howard, *Carsuspension and Handling*, Society of Automotive Engineers, 1993.
- 4_ W. H. Crouse and D.I. Anglin, *Automotive Chassis and Body*, Fifth ed./MC- Grawhill, 1976.



استاندارد آزمایش قطعات سیستمهای تعلیق، فرمان و ترمز

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری - عملی

پیشنیاز : ندارد

سر فصل دروس :



الف (نظری

- آشنایی با استانداردهای موجود

- استاندارد تست مواد

- استاندارد تست عوامل محیطی بر روی قطعات (تست ازن، تست پاشش نمک، ...)

- تستهای ارتعاشی قطعات

- تستهای عمر و خستگی (دوام) قطعات

ب (عملی

- آزمایشگاه مقاومتی و خستگی

- آزمایش منحنی مشخصه فنر (تخت، مارپیچ، پیچششی، پادغلت)

- آزمایش منحنی مشخصه کمک فنر

- آزمایش عملکرد سیستم فرمان

- آزمایش عملکرد سیستم ترمز

- آزمایش عملکرد سیستم تعلیق

- آزمایش ممان انیرسی خودرو

- مراجع :

1_ SAE STANDARD

2_ JASO STANDARD

طراحی و تحلیل سازه و بدنه خودرو و آزمایشگاه

تعداد واحد : ۳ واحد

نوع واحد : نظری، عملی

پیشنیاز : المان محدود

سر فصل دروس :

الف (نظری



- خودرو و سازه آن

تاریخچه - آشنایی با کلیات.

- معیارهای طراحی سازه‌های خودرو

بارهای کارکرد *Service Loads* - معیار راحتی سر نشین - معیار ایمنی.

- تحلیل ماتریسی سازه

- مدلسازی المان محدود سازه خودرو

المان محدود برای محاسبه سختی - مدل‌های دوبعدی و سه بعدی بدنه - مدل‌های اجزاء - مدل‌های قاب شاسی.

- مدل‌های ارتعاشی سیستم سازه‌ای خودرو

اجزاء مهم در ارتعاشات بدنه - مدل‌های سیستم براساس تحلیل مودال - تحلیل دینامیکی بدنه و سایر اجزاء

نظیر موتور انتقال قدرت - نتایج تحلیل دینامیکی و بحث فرکانسها و شکل مودها.

- روشهای حل برای مدل‌های سازه‌ای خودرو

- طراحی و تحلیل از نقطه نظر تغییر فرم و سختی



قاب شناسی - سختی اتصالات - سختی های بدنه خودرو.

- طراحی و تحلیل از نقطه نظر تنش و خستگی

مدلسازی اتصالات - بحث تمرکز تنش - تحلیل اجزاء نظیر نگهدارنده ها و رادیاتور و موتور - آشنایی با تحلیل خستگی - بررسی خستگی.

- طراحی و تحلیل از نقطه نظر تنش و خستگی

مدلسازی اتصالات - بحث تمرکز تنش - تحلیل اجزاء نظیر نگهدارنده ها و رادیاتور و موتور - آشنایی با تحلیل خستگی - بررسی خستگی.

- تست های مهم و پایداری سازه خودرو (نظیر تعیین سختی های بدنه، سختی اتصالات، اندازه گیری تنش ها و

- مروری بر علم مقاومت مصالح

تعیین تنش و کرنش مهندسی و واقعی و بررسی رفتار مواد مهندسی در تنش و کرنش - تعریف خواص مکانیکی چون چکش خواری (*Ductility*) و چقرمگی (*Toughness*) و سختی کرنشی (*Strain Hardening*) - معیارهای مختلف در واماندگی استاتیکی و کاربرد هریک.

- معیار پیش بینی عمر خستگی بر اساس تنش (*Stress Based Approach*)

بارگذاری سیکلی و ترمهای مربوطه - ارائه نمونه ای از منحنی *S-N* و شرح مختصری از روش آزمایش تقریب زدن منحنی *S-N* برای مواد مختلف - روابط حاکم در معیار پیش بینی عمر توسط تنش - تنش متوسط و روابط مختلف برای بررسی تاثیر آن - تنش های چند محوره و معیارهای مورد استفاده - روش تشخیص اطلاعات و شمارش در بارگذاری با دامنه متغیر - ویرانی تجمعی و قاعده مایز.

- پیش بینی عمر خستگی بر اساس تنش برای قطعات ناچ دار

تعریف ضریب عمرکز تنش الاستیک و ارائه نمودارهای مربوطه - تعریف ضریب خستگی ناچ (*Notch Fatigue Factor*) و ارائه نمودارهای مربوطه - تعریف حساسیت ناچ (*Notch Sensitivity*) و تخمین تجربی ضریب خستگی ناچ - تخمین طول عمر قطعات ناچ دار و دیاگرام *Haigh* - بررسی برخی از روشهای طراحی برای کاهش تمرکز تنش.

- رفتار مواد در بارگذاری رفت و برگشتی

- معیار پیش‌بینی طول عمر خستگی بر اساس کرنش (Strain Based Approach)

مزایای استفاده از تحلیل بر مبنای کرنش - معادله کلی حاکم در این روش - روابط مختلف برای بررسی تاثیر تنش متوسط قطعات ناچدار و تعریف تمرکز کرنش الاستیک، پلاستیک - قواعد تبدیل تنش کرنش برای قطعات ناچدار (Notch Stress Strain Conversion Rules).

ب (عملی



- آزمایشگاه آنالیز مودال

- آزمایشگاه ارتعاشات بدنه

- آزمایشگاه مقاومت و خستگی بدنه

مراجع :

- 1- Banerjee, P.K. and Wilson, R.B., *Industrial Applications of Boundary Element Methods*, Elsevier, 1989.
- 2- Dimaragonas, A.D., *Vibration for Engineers*, Printice Hall, New Jersey, 1992.
- 3- Del Pedro, M., and Pahwd, P., *Vibration Mechanics*, Klumer, The Netherlands, 1991.
- 4- Weaver, W. Jr., Timoshenco, S.P., and Young, D.H., *Vibration Problems in engineering*, John Wiley, New York, 1990.
- 5- Newland, D.E., *Mechanical Vibration Analysis and Computation*, Longman, Singapore, 1989.
- 6- Dowling, N.E., *Mechanical Behavior of Materials: Engineering Methods for Deformation, Fracture and Fatigue*, Prentice Hall, 1993.
- 7- Fuchs, H.O. and Stephens, R.I., *Material Fatigue in Engineering*, John Wiley Interscience, 1980.
- 8- Hertzberg, R.W., *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*, 3rd ED., Wiley Interscience, 1989.
- 9- Meguid, S.A., *Engineering Fracture Mechanics*, Elsevier Applied Science, 1989.
- 10- Collins, J.A., *Failure of Materials in Mechanical Design*, John Wiley & Sons, 1981.
- 11- Society of Automotive Eng., *Fatigue Design Handbook*, SAE, 1988.
- 13- Dowling, N.E., *Mechanical Behavior of Materials: Engineering*

- Methods for Deformation, Fracture and Fatigue, Prentice Hall, 1993.*
- 14- Fuchs, H.O. and Stephens, R.I., *Material Fatigue in Engineering*, John Wiley Interscience, 1980.
- 15- Hertzberg, R.W., *Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials*, 3rd ED., Wiley Interscience, 1989.
- 16- Meguid, S.A., *Engineering Fracture Mechanics*, Elsevier Applied Science, 1989.
- 17- Collins, J.A., *Failure of Materials in Mechanical Design*, John Wiley & Sons, 1981.
- 18- Society of Automotive Eng., *Fatigue Design Handbook*, SAE, 1988.



محاسبات عددی پیشرفته

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضیات پیشرفته یا همزمان

سر فصل دروس :



- نرم افزارهای ریاضی

Matlab و کاربرد آن - Maple و کاربرد آن - آشنایی با Quatro , Derive , Maxima , Matcad

- حل معادلات جبری

دستگاه معادلات خطی - دستگاه معادلات غیر خطی - اندازه و بردار ویژه - به کارگیری نرم افزارهای ریاضی.

- معادلات دیفرانسیل معمولی

روشهای حل گوناگون - کاربرد - به کارگیری نرم افزارهای ریاضی.

- معادلات دیفرانسیل پاره‌ای

دسته بندی معادلات پاره‌ای مرتبه یک و دو - کاربرد - به کارگیری نرم افزارهای ریاضی - شرایط مرزی.

مراجع :

- 1- Gerald, C.F., and Wheatley, P.O., *Applied Neumerical Analysis*, Addison Wesley, Massachusetts, 1994.
- 2- James, M.L., Smith, G.M., and Wolford, J.C., *Applied Neumerical Methods for Digital Computation*, Harper Collinis, New York, 1993.
- 3- Camahan, B., Luther, H.A., and Wilkes, J.O., *Applied Numerical Methods*, John Wiley, New York, 1996.
- 4- Ogata, K., *Designing Linear Control Systems with MATLAB*, Prentice Hall, New Jersey, 1994.

ایمنی و فاکتورهای انسانی در خودرو

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

سر فصل دروس :



- مدل کردن تداخل انسان و وسایل
- نحوه قرار گیری مسافر
- طراحی فاکتورهای انسانی خودرو به کمک رایانه
- موضوع دید در طراحی خودرو
- طراحی صندلی خودرو برای راحتی
- دیدگاه ایمنی مسافر
- نور و تشخیص
- سیستمهای نوری غیر مستقیم
- تاثیر سن بر مهارت رانندگی
- طراحی نشانگرها در خودرو
- روش پیش بینی و تکمیل ابزارهای کنترلی خودرو
- کنترل و نمایش خواسته های بینایی و دستی
- موضوع اطلاعاتی مسیریابی در طراحی خودرو
- طراحی دید و عملکرد رانندگی از دیدگاه سنی
- بار روحی راننده
- مدل های شبیه سازی عملکرد راننده با کنترل های دستی
- شتابهای نامطلوب : ملاحظات عملکرد انسان
- مسافر و راننده های پیر

1_ *Automotive Ergonomics*, 1993, Brian Peacock & Waldemar Karwowski

- مراجع

مهندسی تولید در صنایع خودرو



تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ندارد

- اصول ارائه طرح اولیه قطعات :

تعیین توابع هدف، طراحی براساس حداکثر حجم تولید، حداکثر کیفیت، امکانات موجود و طراحی تا زمان از پیش تعیین شده (*JOT*)، طراحی برای بازار پویا، اصول تعیین روش تولید بهینه از میان فرآیندهای ساخت جایگزین، کاهش کارهای لازم و عملیات از پیش.

- معیارهای انتخاب و برنامه‌ریزی روشهای تولید :

روشهای طراحی تکنولوژی ساخت، دسته‌بندی عملیات تولید، عملیات اصلی، فرعی و جانبی، طراحی اولیه بر پایه تکنولوژی ساخت، روشهای انتخاب مواد، تشکیل جداول هزینه مواد، به حداقل رساندن کارهای لازم، ادغام عملیات در یکدیگر، مزایا و معایب ادغام عملیات در یکدیگر، روشهای انتخاب مناسب ابزار، روشهای مناسب برای انتخاب مجموعه ابزار بهینه، تأثیر سرعت عملیات بر عملکرد و مسائل اقتصادی، بازاریابی و شکل ظاهری قطعات، برآورد هزینه، بررسی اتوماسیون در تولید، کاهش ضایعات، کاهش زمان ساخت.

- روشهای دسته‌بندی و انتخاب ترتیب عملیات و تجهیزات :

ناخت عملیات اصلی و ضرورت آنها، بررسی عوامل مؤثر، اطلاعات لازم از یک دستگاه برای تکنولوژی ساخت، دستگاههای تک کاره و چند کاره و چند منظوره، تجهیزات استاندارد، ملاحظات هزینه طراحی و انتخاب از میان چند طرح جایگزین، ارزش فنی، ارزش اقتصادی، ارزش اقتصادی کلی.

- بررسی روشهای تولید و ابزارهای مورد استفاده در خودرو :

عملیات سوراخکاری، فرزکاری، ورق کاری، فرم دهی با برش، پرسکاری، عملیات حرارتی و آماده سازی در خودرو.

- روشهای کامپیوتری در تولید :

روشهای طراحی به کمک کامپیوتر ، سیستمهای اطلاعاتی، اهمیت استفاده از سیستمهای اطلاعاتی در مهندسی تولید، سیستمهای اطلاعاتی خبره در طراحی فرآیند، طبقه‌بندی و کد گذاری.

- طراحی تولید به کمک کامپیوتر :

روش *Variant* ، روش *Genrative*، روش *Semi - Generative* ، سیستمهای *CAAP*، اصول و گونه‌های مختلف سیستمهای *CAAP*، جداول تصمیم‌گیری ، درختهای تصمیم، *Group Thechnoby*، طراحی پیشرو و پسرو، طراحی براساس اطلاعات *STEP/ PDES/ IGES*

تلورانس گذاری و تحلیل ابعادی :

دیاگرامهای تلورانس ، تلورانس گذاری اتوماتیک در *CAAP*، تئوری تلورانسهای متوالی و ابعادی، روش جستجو و کاوش .



- روشهای کنترل کیفیت :

تئوری تعادل، مفاهیم کنترل هندسی، ابعادی و مکانیکی، بررسی سطوح مبنا و گیج گذاری

مراجع :

- 1_ Burman, R., 1995, "Manufacturing Management : Principles and Systems" MC Graw - Hill
- 2_ Schermerhorn, J. R, 1993, "Manaement for Productivity," John wiley & Sons.
- 3_ Zhang, H.C, Alting, L., 1994, "Computized Manufacturing Process Planing Systems" , Chaman & Hall.
- 4_ Eary , D.F., Johnson, G.E., 1962, "Process Engineering for manufactring" , Printice _ Hall.

ارتعاشات و آکوستیک سازه خودرو و آزمایشگاه

تعداد واحد : ۳ واحد

نوع درس : نظری، عملی

پیشنیاز : ارتعاشات پیشرفته و آزمایشگاه (همزمان)

سر فصل دروس :

الف (نظری



- مقدمه

آشنایی با مسائل ارتعاشی و آکوستیکی سازه خودرو.

- مروری بر ارتعاشات سیستم‌های پیوسته

سیستم‌های چند درجه آزادی - سیستم‌های پیوسته نظیر تیر، ورق، پوسته و

- مباحث منتخب در تحلیل دینامیکی مدل‌های المان محدود

مدل‌های دینامیکی - تحلیل نرمال مود - کاهش در تحلیل دینامیکی - مودهای جسم صلب - تحلیل پاسخ گذرا - تحلیل

پاسخ فرکانسی - تحلیل پاسخ اتفاقی - مقادیر ویژه مختلط - ابرالمان در تحلیل نرمال مود.

- مدل‌های ارتعاشاتی سیستم سازه‌ای خودرو

مدل دینامیکی بدنه - مدل اجزاء نظیر شاسی، موتور و فرکانسهای طبیعی خودرو - شکل مودها - ضرایب مشارکت

مودال.

- تئوری تست مودال

تست مودال و کاربردهای آن - پایه‌های تئوری تست مودال - تکنیک اندازه‌گیری *Mobility* - روشهای استخراج

پارامترهای مودال - به‌دست آوردن مدل‌های ریاضی.

- آزمایشگاه مودال

آشنایی تجربی با دستگاههای تست مودال - انجام تستهای مودال بر روی قطعات خودرو - تعیین فرکانسهای طبیعی و شکل مودها.

- مبانی تئوری آکوستیک

- کوپلینگ آکوستیک و ارتعاشات سازه خودرو

نوفه داخلی خودرو - تحلیل المان محدود آکوستیک - مودهای محفظه سرنشین - نوفه ناشی از ارتعاشات اجباری - منابع نوفه داخلی - پاسخ کوپل آکوستیک و سازه.

- تستهای تجربی آکوستیک

آشنایی با وسائل اندازه گیری و تحلیل نوفه - اندازه گیری نوفه داخل محفظه سرنشین.



- استانداردهای آزمایش آکوستیک خودرو

ب (عملی)

- آزمایشگاه آکوستیک

- شبیه سازی عبور خودرو در جاده

- آزمایش خودرو ساکن

مراجع:

- 1- Kamal, M.M. and Wolf, J.A., *Modern Automotive Structural Analysis*, Van Nostrand Reinhold, 1982.
- 2- Humar, J.L., *Dynamics of Structures*, Prentice Hall, 1990.
- 3- Meirovitch, *Elements of Vibrations*, Mc-Graw Hill, 1986.
- 4- Grighton, D.G., *Modern Methods in Analytical Acoustic*, Springer-Verlag, 1992.
- 5- Newland, D.E., *Mechanical Vibration Analysis and Computation*, Longman Scientific & Technical, 1989.

- 6- Bernanck, L.L., *Noise & Vibration Control Eng.*, John Wiley & Sons, 1992.
- 7- Bies, D.A. and Hansen, C.H., *Engineering Noise Control*, E & FN Spon, 1996.
- 8- Hassall, J.R. and Zaveri, K., *Acoustic Noise Measurement*, B & K, 1988.
- 9- Ewins, D.J., *Model Testing: Theory & Practice*, B & K, 1986.



طراحی و ساخت خودرو به کمک کامپیوتر و آزمایشگاه

تعداد واحد : ۲

نوع واحد : نظری، عملی

پیشنیاز : ندارد



الف (نظری

- آشنایی با سیستمهای CAD/CAM/CAE

- طراحی و مدلسازی به کمک کامپیوتر CAD شامل

Wilframe, Curve Fitting

- مدلسازی سطوح *Surface Modiling*

- مدلسازی حجمی و عملیات منطقی *Solid Modiling, Boolean / Opeatin*

- مدلسازی پارامتری *Parametric Modiling*

- آشنایی با روشهای تحلیل به کمک کامپیوتر CAE

- تحلیل استاتیکی و دینامیکی (FEM)

- تحلیلهای مکانیزی

- ساخت و تولید به کمک کامپیوتر CAM شامل

- تکنولوژی CAM

- زبانهای برنامه نویسی کنترل عددی

- برنامه نویسی به زبان *G Code*

- اندازه گیری و کنترل

- دستگاههای اندازه گیری

- تکنیک و روشهای اندازه گیری سه بعدی

- روش تولید سریع نمونه *Rapid Prototyping*

- آشنایی با سیستمهای CIM

ب) عملی

- کار با نرم افزارهای CAD/CAM

۱ - Surface Modeling

۲ - Solid Modeling

۳ - آشنایی با نرم افزارهای PROE , IDEAS



دینامیک پیشرفته

تعداد واحد : ۳

نوع واحد : نظری

پیشنیاز : ریاضیات پیشرفته و یا همزمان

سر فصل دروس :



- دینامیک ذره

دستور تحلیلی برای سرعت و شتاب در مختصات متعامد - یافتن سرعت و شتاب در چارچوب استوانه‌ای و کروی - یافتن شتاب و سرعت در چارچوبهای خمیده - چارچوبهای متحرک - معادله حرکت نیوتون - قوانین بقا - تبدیل گالیل.

- بیان حرکت

فضای آرایش - فضای رویداد - فضای حالت - فضای زمان، حالت.

- قید

قیدهای هولونومیک - ناهولونومیک - فاف - شرط هولونومیک بودن قید - درجه آزادی.

- دینامیک جسم سخت

قضیه شال واولر - چرخش کوچک - زوایای اولر - پارامترهای اولر - تانسور ممان اینرسی - مومنوم زوایای - معادلات حرکت اولر - انتگرال پذیری - به کارگیری زوایای اولر - بررسی حرکت فرفره و سکه.

- مکانیک لاگرانژ

جابه جایی ساختگی - کار ساختگی - اصل دالامبر - نیروهای قیدی - سرعت ساختگی - نیروها - انرژی جنبشی - اصل هامیلتون - اصل کمترین کنش - مختصات فراگیر - معادلات اصلی در مختصات فراگیر - نیروهای پتانسیل - پتانسیل تابع سرعت - ضرایب لاگرانژ - معادله لاگرانژ - همگیری و ناهمگیری دینامیکی - مختصات چرخشی (نهفته) - یافتن معادلات حرکت به روش لاگرانژ - بررسی معادلات حرکت فرفره و سکه - انتگرالهای حرکت - انتگرال ژاکوبی - راتین.

- مکانیک هامیلتون

تبدیل لژاندر - معادلات هامیلتون - دستگاههای پاینده - تئوری تبدیلات - تبدیل معادلات هامیلتون - مختصات زاویه و کنش - معادله هامیلتون و ژاکوبی.

- کاربرد

ژیروسکوپ - مکانیک آسمان - پایداری - حرکت‌های ناگهانی.



- مراجع

- 1- Rosenberg, R.M., *Analytical Dynamics of Discrete Systems*, Plenum Press, New York, 1977.
- 2- Goldstein, H., *Classical Mechanics*, Addison Wesley, Massachusette, 1980.
- 3- Pars, L.A., *A Treatise on Analytical Dynamics*, John Wiley, New York, 1965.
- 4- Lindenbaum, S.D., *Analytical Dynamics*, World Scientific, New York, 1994.
- 5- Kane, T.R., and Levinson, D.A., *Dynamics: Theory and Applications*, Mc Graw Hill, New York, 1985.
- 6- Percival, I., and Richards, D., *Interoduction to Dynamics*, Cambridge Univ. press, 1982.



جمهوری اسلامی ایران
وزارت فرهنگ و آموزش عالی
شورای عالی برنامه ریزی

مشخصات کلی، برنامه و سرفصل دروس

دوره کارشناسی ارشد طراحی سیستمهای تعلیق،

ترمز و فرمان

گروه علمی کاربردی



مصوب سیصد و شصت و ششمین جلسه شورای عالی برنامه ریزی

مورخ: ۱۳۷۷/۹/۲۲



GOVERNMENT OF INDIA
MINISTRY OF EDUCATION
NEW DELHI

UNIVERSITY OF DELHI

SCHOOL OF DISTANCE EDUCATION

DELHI

1980



DEPARTMENT OF EDUCATION

1980