

باسمه تعالی

آزمون جامع دانشجویان گرایش سیستم‌های دینامیکی و مکاترونیک

ویرایش مرداد ۹۷

دروس امتحان جامع شامل ۳ درس می باشد که به شرح زیر توسط دانشجویان با نظر استاد راهنما و تایید شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده اخذ می گردند.

از پنج درس "ریاضیات"، "دینامیک"، "کنترل"، "ارتعاشات" و "رباتیک"، دانشجو باید سه زمینه را با نظر استاد راهنما انتخاب کند. سرفصل دروس مطابق فایل پیوست است.

## ارتعاشات

- ارتعاشات مقدماتی، مدلسازی ارتعاشی سیستمهای مکانیکی
- اصول دینامیک تحلیلی و نیوتونی، اصل کار مجازی، اصل همپلتون، معادلات لاگرانژ
- سیستمهای یک و چند درجه آزادی، پاسخ ارتعاش آزاد و اجباری، جاذب دینامیکی، ایزولاسیون ارتعاشی
- آنالیز مودال، مساله مقادیر ویژه در سیستمهای کنسرواتیو، سیستمهای غیر کنسرواتیو، سیستمهای چرخشی و ژيروسکوپی
- حل دقیق ارتعاشات سیستمهای پیوسته یک بعدی شامل کابل، میله، شافت، تیر (اویلر - برنولی و تیموشنکو)
- حل تقریبی ارتعاشات سیستمهای پیوسته یک بعدی، شامل روشهای خارج قسمت ریلی، ریلی - ریتز، مودهای فرضی، گالرکین
- حل دقیق ارتعاشات سیستمهای پیوسته دو بعدی شامل غشاء و صفحه (دایره‌ای و مستطیلی)

مراجع پیشنهادی

- 1- S. Rao, *Mechanical Vibration*
- 2- L. Meirovitch, *Principles and Techniques of Vibration*

## دینامیک

- سینماتیک ذرات در صفحه
- سنتیک ذرات در صفحه
- سینماتیک جسم صلب در صفحه
- سینتیک جسم صلب در صفحه
- دینامیک سیستم ذرات (سینماتیک و سینتیک)
- مفاهیم اساسی مکانیک تحلیلی، اصل کار مجازی، معادله همیلتون، معادله لاگرانژ، لاگرانژ مقید
- سینماتیک جسم صلب در فضا، زوایای اوپلر، پارامترهای اوپلر، ماتریس دوران انتقال، سرعت و شتاب زاویه ای، انواع قیود سینماتیکی (هولونومیک و غیر هولونومیک)
- سینتیک جسم صلب در فضا، معادلات اوپلر در فضا، معادلات لاگرانژ، حرکت ژيروسکوپی

مراجع پیشنهادی

- 1- J.L. Meriam, L.G. Kraige, *Engineering Mechanics-Dynamics*
- 2- Baruh Haim, *Analytical Dynamics*, Mc.Graw-Hill
- 3- D.T. Greenwood, *Principles of Dynamics*, Prentice-Hall
- 4- A.F. D'Souza, V.K. Garg, *Advanced Dynamics*, Prentice-Hall

## رباتیک

۱. مفاهیم پایه: معرفی ربات‌ها و انواع آنها، زمینه‌های کاربردی، آناتومی ربات
۲. سینماتیک مستقیم: تبدیل‌های مختصات، تبدیل‌های همگن، زوایای اویلر، نماد گذاری دینامیت-هارتنبرگ
۳. سینماتیک معکوس: حل پذیری، حرکت پذیری، محاسبه‌ی ماتریس ژاکوبین و معکوس آن (برای ماتریس-های مربعی و غیرمربعی)، نقاط منفرد
۴. تحلیل استاتیکی بازو: روابط استاتیکی ممان‌ها و نیروها از نقطه‌ی محرک نهایی تا پایه و برعکس
۵. تحلیل دینامیکی: روش کار مجازی، نیروهای تعمیم یافته، محاسبه و به کارگیری ماتریس ژاکوبین، معادلات حرکت ربات با استفاده از روش‌های نیوتن-اویلر و اویلر-لاگرانژ
۶. طراحی مسیر: استفاده از مسیرهای  $CS, LSPB, BBPB$  طرح‌ریزی مسیر (به طوری که ربات با مانع برخورد نکند و به هدف نزدیک شود).
۷. دینامیک معکوس: استفاده از طراحی مسیر انتخاب شده و به دست آوردن گشتاورها مفاصل بر حسب زمان
۸. روش‌های طراحی کنترل بازو: روش‌های کنترل مسیر بازو با استفاده از:  $PD + Gravity, PID$ ، گشتاور محاسبه شده، در نظر گرفتن دینامیک عملگر

مراجع پیشنهادی:

1. H. Asada, J.J.E Slotine, Robot Analysis and Control, MIT-Press
2. M. W. Spong, M. Vidyasagar, Robot Dynamics and Control, John Wiley & Sons
3. R. J. Schilling, Fundamentals of Robotics Analysis and Control, Prentice-Hall
4. W. A. Wolovich, robotics: Basic Analysis and Design, HRW (Holt, Rinehart and Winston)

## کنترل

- مدل‌سازی ریاضی سیستم‌ها، تعریف و طبقه‌بندی سیستم‌ها، خطی سازی
- مبانی کنترل کلاسیک، پاسخ دینامیکی، شاخصه‌های عملکردی، پاسخ فرکانسی، دیاگرام‌های بودی، روت لوکاس، روش راوث، معیار پایداری نایکوئیست، حاشیه بهره و فاز
- مقدمات ریاضی برای مباحث کنترل پیشرفته، فضا‌های برداری، اپراتورها، تبدیل تشابهی، معادله مشخصه، مقادیر و بردارهای ویژه، فرم جردن
- معادلات حالت، حل تحلیلی و عددی معادلات حالت، ماتریس گذار حالت
- معادلات حالت برای سیستم‌های گسسته زمانی، حل معادلات حالت
- قابلیت‌های سیستم‌ها شامل کنترل پذیری، پایدار پذیری، مشاهده پذیری، آشکار پذیری، تجزیه متعارف سیستم‌ها، کاهش پذیری سیستم‌ها، تعیین معادلات حالت از ماتریس تبدیل (Realization)
- کنترل به روش فیدبک حالت شامل جای دهی قطب‌ها و کنترل بهینه LQR
- کنترل بر اساس مشاهده کننده
- طراحی مشاهده کننده کامل و کاهش یافته، قضیه دوگانگی (Duality)
- طراحی کنترلرها برای حذف اغتشاش
- طراحی کنترلر برای سیستم‌های دارای نویز

توجه: غیر از عنوان اول، بقیه موارد فقط برای سیستم‌های LTI است.

مراجع پیشنهادی

- 1- N. Nise, *Control Systems Engineering*, John Wiley & Sons
- 2- K. Ogata, *Modern Control Engineering*, Prentice Hall
- 3- Chi-Tsong Chen, *Linear System Theory*, Oxford University Press
- 4- P.R. Blanger, *Control Engineering*, Sounders College Publishing