

سیستم های کنترل خطی

تشریح کامل مطالب درسی

نکات ویژه کنکوری

مجموعه سوالات تفکیکی کنکورهای

کارشناسی ارشد برق با پاسخ کاملاً تشریحی

مثال های متنوع حل شده

همراه با پاسخ تشریحی سوالات کنکور ۹۰



- هرگونه چاپ و تکثیر ۵۰۰م از: زیراکس، بازنویسی، ضبط کامپیوتری، تهیه (CD) از محتویات این اثر بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است.
- متخلفان به موجب بند ۵ از ماده ۲ قانون حمایت از مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.
- کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به انتشارات آزاده است.



سری کتاب‌های راهیان ارشد

انتشارات آزاده

کنکور کارشناسی ارشد سیستم‌های کنترل خطی

- تألیف: مصطفی تقوی کتی - محمد بابک مهر
- مدیر فنی: حسن نیک‌بخت
- حروفچینی: انتشارات آزاده
- لیتوگرافی: رسام گرافیک
- چاپ: اصلانی
- صحافی: صالح‌حانی
- تیراژ: ۲۰۰۰ نسخه
- چاپ اول: تابستان ۱۳۹۰
- ناشر: انتشارات آزاده
- شابک: ۵-۵۵۲-۵۰۱-۹۶۴-۹۷۸
- بها: ۱۳/۰۰۰ تومان

مسئولیت مطالب کتاب به عهده مؤلفین و حق چاپ و نشر برای ناشر محفوظ است.

- مرکز پخش: انتشارات آزاده - خیابان انقلاب، مقابل دانشگاه تهران (بین خ قزوینی و خ دانشگاه) جنب بانک ملت، پاساژ پلاک ۱۰۲، طبقه زیر همکف - کدپستی ۱۳۱۲۷۵۲۷۱۳ - تلفن: ۶۶۴۱۴۳۷۴ - ۶۶۴۱۵۷۵۳ - ۶۶۴۱۴۵۱۰ - دورنویس: ۶۶۴۱۴۵۱۰

سرشناسه	تقوی کتی، مصطفی، ۱۳۶۲ -
عنوان و پدیدآور	سیستم‌های کنترل خطی / مصطفی تقوی کتی، محمد بابک مهر.
مشخصات نشر	تهران: آزاده، ۱۳۹۰.
مشخصات ظاهری	۵۴۶ ص. مصور، جدول، نمودار.
فروست	سری کتاب‌های آمادگی برای کنکور کارشناسی ارشد، راهیان ارشد.
شابک	۵-۵۵۲-۵۰۱-۹۶۴-۹۷۸
موضوع	دانشگاه‌ها و مدارس عالی - ایران - آزمون‌ها
موضوع	سیستم‌های کنترل خطی - آزمون‌ها و تمرین‌ها (عالی)
موضوع	سیستم‌های کنترل خطی - راهنمای آموزشی (عالی)
شناسه افزوده	بابک مهر، محمد
رده‌بندی کنگره	۱۳۹۰ س ۷ ت / LB ۲۲۵۳
رده‌بندی دیویی	۳۷۸/۱۶۶۴
شماره کتابشناسی ملی	۲۲۳۲۶۴۳

www.rahian-arshad.com

یادداشت ناشر

«سری کتاب‌های آمادگی برای کنکور کارشناسی ارشد» در بیش از ۲۰۰ جلد، حاصل تلاش قراوان، دقت نظر و انتقال دانش و تجربه بیش از یکصد نفر از نیروهای جوان و متخصص با تحصیلات عالی دانشگاهی از دانشگاه‌های معتبر صنعتی امیرکبیر، صنعتی شریف و تهران است. در این مجموعه، سعی شده تا با بهره‌گیری از کادر فنی مجرب نشر، کیفیت کار را از نظر علمی و فنی بالا برده و به ویژه از نظر حروفچینی و صفحه‌بندی متن، کتاب را نسبت به موارد مشابه متمایز نماییم.

با توجه به نکات یاد شده، پیش‌بینی می‌شد که راهیان کنکور کارشناسی ارشد با مطالعه این مجموعه، ضمن صرفه‌جویی در وقت برای تهیه منابع معتبر، با مفاهیم و نکات ضروری مفیدی آشنا شوند که این مهم، با توجه به استقبال خوب و تماس‌های تشکرآمیز خوانندگان محترم در این مدت، بر ما مشخص شد.

راهیان ارشد اولین سعی و تلاشی به سبک خود بوده برای ارائه مجموعه‌ای کاملی از بهترین خلاصه درس‌ها، نکات کاملاً ویژه کنکوری و تست‌های طبقه‌بندی شده موضوعی سال‌ها کنکور کارشناسی ارشد با پاسخ تشریحی براساس سرفصل‌های مصوب شورای عالی برنامه‌ریزی و همچنین سرفصل‌های متداول در دانشگاه‌ها، که به عنوان مرجعی معتبر برای استفاده داوطلبان کنکور دانشگاه‌های سراسری و آزاد (برای اولین بار) به بازار عرضه شده است.

انتشارات آزاده از کلیه عزیزانی که به هر نوعی در تولید و توزیع این مجموعه سهمی داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماید و نیز کلیه کاستی‌ها و اشکالات موجود را بر عهده می‌گیرد و به همین منظور و برای رفع آن‌ها، در انتظار دریافت نظرات انتقادی از استادان گرانقدر، دانشجویان و دیگر خوانندگان این مجموعه و حتی همکاران است.

مدیر انتشارات آزاده،

جعفر بدوستانی

درباره کتاب‌های «راهیان ارشد»

سری کتاب‌های آمادگی برای کنکور کارشناسی ارشد «راهیان ارشد» بی‌شک جزو اولین کتاب‌هایی هستند که در این زمینه به صورتی کامل طبقه‌بندی و تألیف گردیده‌اند.

لزوم تهیه این مجموعه، نیاز مبرم دانشجویان علاقمند به ادامه تحصیل و عدم دسترسی آنها به مراجع جامع و مفید علمی بود، لذا بر آن شدیم تا با همراهی گروه مؤلفین دانشگاهی، سری کتاب‌های «راهیان ارشد» را منتشر نموده و در اختیار شما دانشجویان عزیز قرار دهیم. این انتشارات با کمک گروه مؤلفین که بیشتر از نخبگان و برگزیدگان دانشگاهی هستند، توانسته این کار بزرگ را به انجام برساند.

برای هر رشته، چند جلد کتاب مربوط به دروس تخصصی آن رشته تهیه شده است. فصل‌های کتاب مطابق با سرفصل‌های آموزش عالی بوده و هر یک از آنها دارای سه بخش است:

بخش اول: خلاصه مطالب درس و نکات ویژه کنکور.

بخش دوم: تست‌های طبقه‌بندی شده موضوعی کنکورهای سراسری و دانشگاه آزاد اسلامی.

بخش سوم: پاسخ تشریحی تست‌ها.

این مجموعه شامل تست‌های کنکور سراسری و آزاد و تألیفی به همراه پاسخ‌های تشریحی می‌باشد و هر سال پس از برگزار شدن آزمون‌ها، سوالات به همراه پاسخ تشریحی در هر چاپ جدید به انتهای کتاب افزوده می‌شود.

از آنجایی که هیچ کتابی عاری از نقص نیست، از اساتید و دانشجویان گرامی تقاضا داریم اشتباهات احتمالی ما را همراه با انتقادات و پیشنهادات خود به نشانی ناشر ارسال کنند تا در چاپ‌های بعدی از آنها استفاده شود و امیدواریم این مجموعه با کمترین اشکال در اختیار داوطلبان محترم قرار گیرد.

انتشارات آزاده

خداوند را بخاطر مرئوسانی که به این بنده ناخیز
خود عطا فرموده پاس می گویم و از کوتاهی
خود در بندگی او پوزش می طلبم...

سیستمهای کنترل خطی، یکی از دروس بسیار زیبا و کاربردی در علوم مهندسی است، که بواسطه وسعت گستره کاربرد آن، همواره به عنوان یکی از دروس اصلی رشته های فنی - مهندسی^۱، مورد توجه ویژه ای قرار داشته است.

اثری که اکنون پیش رو دارید، در پاسخ به نیاز دانش جویان عزیز به مرجعی جامع در زمینه درس سیستمهای کنترل خطی تالیف گردیده است. این کتاب علاوه بر اینکه بعنوان یک مرجع دوسی، دربرگیرنده کلیه سرفصلهای درس سیستمهای کنترل خطی می باشد، می تواند بعنوان یک مرجع تستی، برای علاقمندان به شرکت در آزمون کارشناسی ارشد نیز، مفید واقع شود.

ساختار کتاب این گونه است که در ابتدای هر فصل، مفاهیم کلیدی و نکات مهم به روشی کاملاً منظم و با ذکر مثالهای متعدد ارائه شده و در قسمت بعد، تستهای کلیه آزمونهای کارشناسی ارشد (از سال ۶۷ تا ۹۰) به دقت و با روشی کاملاً تشریحی، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.^۲

برخی از ویژگیهای منحصر به فرد این اثر:

- ۱- گنجاندن مفاهیم و نکات مهم درسی در قسمت حل تستها و مرور مداوم آنها، این امکان را به دانش جویان عزیز می دهد که با کمترین پیش نیاز مطالعاتی، مستقیماً به حل تستها بپردازند.
- ۲- جامع بودن مفاهیم و نکات ارائه شده در ابتدای هر فصل، دانش جویان عزیز را از مراجعه به سایر مراجع بی نیاز می کند. بالطبع این سبک نگارش، منتج به نظم و سرعت بیشتر در فرایند یادگیری خواهد شد.
- ۳- برای آشنایی بیشتر دانش جویان عزیز با سبک نوشتاری سؤالات کنکور، صورت سؤالات بدون هیچگونه ویرایش و تغییر، و دقیقاً مطابق با دفترچه سؤالات کنکور مطرح شده اند.
- ۴- برحسب تجربه شخصی خود در ارائه درس سیستمهای کنترل خطی، و بر مبنای اشتباهاتی که دانش جویان در کلاسها مرتکب می شدند، قسمتی تحت عنوان «اشتباه رایج»، به حل برخی از تستها اضافه شده است.

۱- رشته هایی نظیر: مهندسی برق، مهندسی پزشکی، مهندسی مکانیک، مهندسی هوا- فضا، مهندسی هسته ای، مهندسی اتوماسیون و ابزار دقیق، مهندسی مکاترونیک، مهندسی شیمی و ...

۲- لازم به ذکر است که در رشته مهندسی برق، هر سال، ۱۵ سوال (با ضریب ۴ برای گرایش های: قدرت، کنترل، راه آهن برقی، بیوالکتریک و مکاترونیک) و با ضریب ۳ برای گرایش های: الکترونیک و مخابرات) در درس سیستمهای کنترل خطی مطرح می شود.

۵- برای تسلط هر چه بیشتر دانش‌جویان عزیز، تست‌های سخت دست کم به دو روش مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار داده شده و در برخی از تست‌ها نیز، برای تحلیل موشکافانه‌تر سوال، از نرم افزار MATLAB استفاده شده است.

چند پیشنهاد برای علاقمندان به شرکت در آزمون کارشناسی ارشد:

۱- به دنبال ابداع روش‌های تستی جدید نباشید! برخلاف کنکور کارشناسی، در کنکور کارشناسی ارشد تنها رهیافت‌های شما برای حل تست‌ها، عبارتند از: درک کامل تئوری درس؛ حل نمونه‌های متعدد و مرور مکرر آموخته‌ها.

۲- بهترین مرجع طراحان برای طراحی تست، تست‌های سال‌های گذشته است. بنابراین اکیداً توصیه می‌کنم تست‌های سال‌های گذشته (به‌خصوص ۵ سال گذشته) را چندین مرتبه مرور کنید.

۳- «یادگیری» پروسه‌ای زمان‌بر است که با تمرین و ممارست حاصل می‌شود، انتظار نتایج عالی را در کوتاه مدت نداشته باشید.

در پایان بر خود لازم می‌دانم که مراتب قدردانی خود را از جناب آقای جعفر بدوستانی (مدیریت محترم انتشارات آزاده) و جناب آقای امیر حسین عالیخانی و جناب آقای حسن نیک‌بخست که دلسوزانه همراهی‌ام کردند، اعلام نمایم. از آقایان مهندس فرزاد مقدم و مهندس علی نمره‌ساز نیز که زحمت ویرایش و بازخوانی چند باره کتاب را متقبل شدند، نهایت امتنان را دارم. همچنین از سرکار خانم فرزانه محمدلو و سرکار خانم مریم شیروانی که با دقتی وصف‌ناپذیر به ترتیب امور حروفچینی و طراحی شکل‌های کتاب را به عهده گرفتند نیز، نهایت سپاسگزاری را بجا می‌آورم.

گرچه ارائه کتابی عاری از لغزش، ادعایی بزرگ است، اما برای نیل به این مقصود بسیار کوشیده‌ایم و کماکان نیز از خوانندگان عزیز خواهشمندیم که در کاهش این خطاهای احتمالی به ما یاری رسانند.

زنگی صغری‌نژادی، سرزنش‌پذیر است

هر کسی نثر خود خواند و از صحت خود

صحنه پیر به بخت

خرم آن نثر که مردم به پند یار

به امید آنکه به آرزوهای پاکان برسیم...

صغری تقوی‌کنی (زیرنشان ۱۳۹۰)

mtaghavi@razi.tums.ac.ir

فهرست مطالب

فصل اول : سیگنال فلوگراف‌ها و روش ساده‌سازی میسون	۱۱
۱ - ۱ - تعاریف و مفاهیم اولیه	۱۱
۲ - ۱ - روش ساده‌سازی میسون	۱۲
۳ - ۱ - انواع سیستم‌های کنترلی و توابع تبدیل	۲۲
۴ - ۱ - توابع تبدیل	۲۵
۴ - ۱ - نمایش صفر و قطبی توابع تبدیل	۲۵
تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل اول	۲۸
پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل اول	۳۸
فصل دوم : حساسیت	۴۹
۲ - ۱ - تعاریف و مفاهیم اولیه	۴۹
۲ - ۲ - قاعده زنجیری	۵۰
۳ - ۲ - حساسیت در سیستم‌های فیدبک منفی	۵۱
۲ - ۴ - انواع حساسیت	۵۲
تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل دوم	۵۴
پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل دوم	۵۸
فصل سوم : پاسخ گذرای سیستم‌ها	۶۳
۳ - ۱ - سیستم مرتبه اول	۶۳
۳ - ۱ - ۱ - پاسخ پله سیستم مرتبه اول	۶۳
۳ - ۱ - ۲ - پاسخ شیب سیستم مرتبه اول	۶۵
۳ - ۲ - سیستم مرتبه دوم	۶۶
۳ - ۲ - ۱ - پاسخ پله سیستم مرتبه دوم استاندارد	۶۸
۳ - ۲ - ۲ - مشخصه‌های پاسخ گذرای سیستم مرتبه دوم	۷۲
۳ - ۲ - ۳ - پاسخ ضربه سیستم‌های مرتبه دوم	۷۸
تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل سوم	۷۹
پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل سوم	۸۸
فصل چهارم : پایداری	۱۰۵
۴ - ۱ - مقدمه	۱۰۵
۴ - ۲ - انواع پایداری	۱۰۵
۴ - ۲ - ۱ - انواع پایداری نسبت به شرایط اولیه (پایداری لیاپانوف)	۱۰۵
۴ - ۲ - ۲ - انواع پایداری نسبت به ورودی	۱۰۶
۴ - ۲ - ۳ - انواع سیستم‌ها	۱۰۶
۴ - ۴ - بررسی پایداری سیستم‌ها	۱۰۶

۱۰۷	۴-۱- محک پایداری راث - هورویتز
۱۱۰	۴-۲- بررسی حالات مختلف مکان ۴ ریشه متقارن
۱۱۷	۴-۳- پایداری مطلق و پایداری نسبی
۱۲۰	تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل چهارم
۱۳۱	پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل چهارم
۱۵۳	فصل پنجم: خطا در حالت ماندگار
۱۵۳	۵-۱- تعاریف و مفاهیم اولیه
۱۵۴	۵-۲- خطای حالت ماندگار
۱۵۴	۵-۲-۱- تعریف اول
۱۵۵	۵-۲-۲- تعریف دوم
۱۵۵	۵-۳- ضرایب خطای استاتیک (اعداد شایستگی)
۱۶۲	تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل پنجم
۱۷۱	پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل پنجم
۱۸۹	فصل ششم: مکان هندسی ریشه‌ها (ایوانس)
۱۸۹	۶-۱- تعاریف و مفاهیم اولیه
۱۹۲	۶-۲- قواعد رسم مکان هندسی ریشه‌ها
۱۹۲	۶-۲-۱- مراحل رسم مکان هندسی ریشه‌ها در حالت فیدبک منفی ($KGH(s) < 0$)
۱۹۸	۶-۲-۲- مراحل رسم مکان هندسی ریشه‌ها در حالت فیدبک مثبت ($KGH(s) > 0$)
۲۱۵	۶-۳- مکان هندسی ریشه‌ها برای سیستم‌های تأخیردار
۲۱۶	تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل ششم
۲۲۵	پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل ششم
۲۶۹	فصل هفتم: پاسخ فرکانسی و نمودارهای Bode
۲۶۹	۷-۱- تعاریف و مفاهیم اولیه
۲۷۰	۷-۲- نمودارهای بودی
۲۷۰	۷-۲-۱- روش عمومی رسم نمودار Bode
۲۷۰	۷-۲-۲- عوامل پایه در نمودارهای Bode
۲۷۵	۷-۲-۳- روابط دقیق عوامل پایه Bode
۲۷۶	۷-۳- سیستم‌های مینیم فاز و غیرمینیم فاز
۲۷۶	۷-۳-۱- روش تشخیص سیستم‌های غیرمینیم فاز
۲۸۶	۷-۴- رابطه بین نوع سیستم و منحنی اندازه Bode
۲۸۶	۷-۴-۱- تعیین ثابت‌های خطای ایستاز روی منحنی LM
۲۸۸	۷-۵- سیستم‌های تأخیردار
۲۸۹	تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل هفتم
۲۹۷	پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل هفتم

فصل هشتم: پاسخ فرکانسی و نمودارهای قطبی (دیagram نایکویست)	۳۰۵
۸-۱- تعاریف و مفاهیم اولیه	۳۰۵
۸-۲- «توری کوشی» یا «قضیه آرگومان» یا «قضیه نگاشت»	۳۰۶
۸-۳- معیار پایداری نایکویست	۳۰۸
۸-۴- رسم منحنی قطبی	۳۰۹
تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل هشتم	۳۲۹
پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل هشتم	۳۴۶
 فصل نهم: حد بهره و حد فاز	۳۷۳
۹-۱- مقدمه	۳۷۳
۹-۲- حد بهره (حاشیه بهره)	۳۷۳
۹-۲-۱- فرکانس قطع فاز (ω_p)	۳۷۴
۹-۲-۲- حد بهره و نمودارهای پاسخ فرکانسی	۳۷۴
۹-۲-۳- الگوریتم محاسبه حد بهره	۳۷۵
۹-۳- حد فاز (حاشیه فاز)	۳۷۸
۹-۳-۱- فرکانس قطع بهره (ω_g)	۳۷۸
۹-۳-۲- حد فاز و نمودارهای پاسخ فرکانسی	۳۷۸
۹-۳-۳- الگوریتم محاسبه حد فاز	۳۷۹
تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل نهم	۳۸۴
پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل نهم	۳۹۵
 فصل دهم: فضای حالت	۴۱۹
۱۰-۱- مفاهیم اولیه	۴۱۹
۱۰-۱-۱- مقدمه	۴۱۹
۱۰-۱-۲- نظریه کنترل کلاسیک - نظریه کنترل مدرن	۴۲۰
۱۰-۲- تعاریف	۴۲۰
۱۰-۳- انتخاب متغیرهای حالت	۴۲۲
۱۰-۴- تبدیل فضای حالت به تابع تبدیل	۴۲۲
۱۰-۵- انتقال تابع تبدیل به فضای حالت	۴۲۶
۱۰-۶- حل معادلات حالت و خروجی	۴۳۱
۱۰-۷- خواص ماتریس انتقال حالت	۴۳۴
۱۰-۸- کنترل پذیری و مشاهده پذیری	۴۳۴
۱۰-۸-۱- کنترل پذیری	۴۳۴
۱۰-۸-۲- مشاهده پذیری	۴۳۶
تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل دهم	۴۳۸
پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل دهم	۴۵۲

فصل یازدهم : جیرانسازها.....	۴۸۳
۱-۱۱ - تعاریف و مفاهیم اولیه.....	۴۸۳
۱-۱-۱۱ - مقدمه.....	۴۸۳
۱-۱-۲ - مفهوم طراحی کنترلر.....	۴۸۳
۱-۱-۲ - انواع جیرانسازها و خواص عمومی آنها.....	۴۸۵
۱-۱-۳ - جیرانسازهای سری.....	۴۸۵
۱-۱-۳-۱ - جیرانساز تناسبی.....	۴۸۶
۱-۱-۳-۲ - جیرانساز پیشفاز ($Lead$).....	۴۸۶
۱-۱-۳-۳ - جیرانساز تناسبی - مشتقی (PD).....	۴۸۸
۱-۱-۳-۴ - جیرانساز پسفاز (Lag).....	۴۸۹
۱-۱-۳-۵ - جیرانساز تناسبی - انتگرالی (PI).....	۴۹۱
۱-۱-۳-۶ - جیرانساز پسفاز - پیشفاز ($Lag - Lead$).....	۴۹۲
۱-۱-۳-۷ - جیرانساز تناسبی - مشتقی - انتگرالی (PID).....	۴۹۴
۱-۱-۴ - نکات تکمیلی.....	۴۹۶
تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل یازدهم.....	۴۹۸
پاسخ تست‌های کنکور کارشناسی ارشد فصل یازدهم.....	۵۱۱
مراجع.....	۵۳۶