

مروری بر سیگنالها و سیستمها

(بیش از ۶۰۰ مسئله حل شده)

گردآوری و تألیف

حمیدنور علیزاده

محمد مهدی جباری

(اعضای هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب)



انتشارات گلپونه

تهران ۱۳۸۳

نورعلیزاده، حمید

مروری بر سیگنالها و سیستمها: شامل دروس و حل مسائل، سؤالات امتحانی، سؤالات تستی
کنکور سراسری ۱۰۰۰ گردآوری و تألیف حمید نورعلیزاده، محمدمهدی جباری. — تهران:
گلیونه، ۱۳۸۳.

۲ ج. در یک مجلد (۴۸۴ ص): مصور، نمودار.

ISBN: 964-6663-23-0

فهرستویسی براساس اطلاعات فیبا.

۱. تجزیه و تحلیل سیستمها. ۲. نظریه سیگنالها. ۳. تجزیه و تحلیل سیستمها - -
مسائل، تمرینها و غیره. ۴. نظریه سیگنالها - - مسائل، تمرینها و غیره. الف. جباری، محمدمهدی.
ب. عنوان.

۶۲۱/۳۸۲۲۳

۹۴۰۲/ن۹م۴

۸۳-۳۳۶۵۶م

کتابخانه ملی ایران



انتشارات گلیونه

نام کتاب: مروری بر سیگنالها و سیستمها

مؤلفان: مهندس حمید نورعلیزاده،

محمدمهدی جباری

ناشر: انتشارات گلیونه

حروفچینی و صفحه‌آرایی: وحیده رثانی

نوبت چاپ: اول ۱۳۸۳

شمارگان: ۲۲۰۰

لیتوگرافی: تصویر

چاپ: شامران

صحافی: امید

قیمت: ۵۲۰۰۰ ریال

ISBN: 964-6663-23-0

شابک: ۹۶۴-۶۶۶۳-۲۳-۰

مرکز پخش: خیابان انقلاب، مقابل دبیرخانه دانشگاه تهران، پلاک ۱۴۴۸، طبقه دوم، انتشارات گلیونه

تلفن: ۶۹۶۵۸۲۶-۶۴۶۱۶۸۹

مقدمه مولفین

سیگنالها تابعی از یک یا چند متغیر هستند و حاوی اطلاعاتی در مورد رفتار یک پدیده می باشند. هر فرآیندی که منجر به تبدیل سیگنال گردد، سیستم نامیده می شود. مفاهیم سیگنالها و سیستم ها در حوزه وسیعی کاربرد دارند. این مفاهیم، در زمینه های مختلفی مانند مخابرات، مهندسی پزشکی، سیستم های تولید و توزیع انرژی، طراحی مدار، اکوستیک، لرزه نگاری، فضاوردی، هوانوردی و زمینه های دیگر نقش مهمی دارند.

سیگنالها می توانند پدیده های فیزیکی مختلفی مانند الکتریسته، نور، گرما، صوت، سرعت، شتاب، نیرو، فشار و غیره را توصیف کنند. مثلا در مدارهای الکتریکی، ولتاژها و جریان های زمانی سیگنال، و خود مدار یک سیستم است. یا مثلا در سیستم اتومبیل، فشار وارده روی پدال گاز و تغییرات سرعت به ترتیب سیگنال های ورودی و خروجی سیستم می باشند.

در فصل اول و دوم کتاب، سیگنالها و سیستمها را در حوزه زمان مورد توجه قرار میدهم. در فصل ۱، ضمن معرفی انواع سیگنال های پایه ای پیوسته در زمان و گسسته در زمان و آشنایی با سیستمهای پیوسته و گسسته در زمان، خواص سیستمها را مرور کرده و در نهایت با مفهوم سیستمهای خطی و تغییر ناپذیر با زمان (LTI) آشنا میشویم. سیستم های LTI مبنای اصلی کار بوده و در عمل نیز به منظور راحتی همواره سعی می شود که با این نوع سیستمها سر و کار داشته باشیم. در فصل ۲، سیستمهای LTI را در حوزه زمان دنبال خواهیم کرد. با مفاهیم پاسخ ضربه و پاسخ پله واحد سیستمهای LTI آشنا شده و بمنظور تحلیل اینگونه سیستم ها از انتگرال کانولوشن و جمع کانولوشن بهره می گیریم. نیز در این فصل با خواص سیستمهای LTI آشنا شده و از آنها در طرح و تحلیل سیستمها کمک می گیریم. سیستمهای LTI را می توانیم با معادلات دیفرانسیل-انتگرالی و معادلات تفاضلی نیز توصیف کنیم که در فصل ۲، مورد توجه قرار گرفته است.

در فصل ۳ و ۴ سیگنالها و سیستمها را در حوزه فوریه بررسی کرده و از مفاهیم سری فوریه و تبدیل فوریه بمنظور آشنایی و شناخت خصوصیات حوزه فرکانس سیگنالها و سیستمها استفاده میکنیم. این

مفاهیم در تعریف و توصیف فیلترها و سیستمهای مخابراتی مدولاسیون و زمینه های بسیار زیادی کاربرد دارند. به همین منظور در فصل ۵ به برخی از موارد اشاره شده است.

در فصل ۶ و ۷ ابزارهای دیگری برای تجزیه و تحلیل سیستمها معرفی می شوند که به بررسی سیستمها از دیدگاه حوزه لاپلاس و حوزه Z میپردازند. در فصل ۶، به کمک تبدیل لاپلاس به توصیف و تحلیل سیستمهای LTI پیوسته در زمان می پردازیم و بالاخره در فصل ۷، سیستمهای LTI گسسته در زمان را با تبدیل Z مورد بررسی قرار خواهیم داد.

در تالیف این کتاب، سعی شده است که در حد امکان مباحث درسی را خلاصه کرده و به حل تمرین بپردازیم. در انتهای هر فصل به تعداد کافی مثال های حل شده با توضیحات لازم آورده شده است. در واقع هدف اصلی کتاب، آموزش درس تجزیه و تحلیل سیستمها (سیگنالها و سیستمها) از طریق حل تمرین های گوناگون است. نیز در انتهای هر فصل تمرینات مختلفی داده شده است که پاسخ نهایی آنها نیز اغلب داده شده است.

در انتها، چند نمونه از سوالات امتحانی پایان ترم به همراه حل آنها و نیز سوالات تستی کنکور کارشناسی ارشد با حل تشریحی، داده شده است که انشا... مورد استفاده قرار گیرند.

در پایان بر خود لازم می دانیم که از تمامی عزیزانی که در تهیه این کتاب یاری کرده اند کمال تشکر و قدردانی را بعمل آوریم، مخصوصا از آقای مهندس مسعود اسماعیلی به جهت کمک های فراوان تشکر ویژه داریم. نیز از آقای مهندس مهدی عاقبت بخیر (مدیر مسئول انتشارات گلپونه) بدلیل مساعدت های فراوان کمال امتنان را می نمایم.

بالاخره، از خانواده محترم و تمامی دوستان و آشنایانی که طی مدت تالیف کتاب با راهنمایی ها و صبوری هایشان ما را تشویق نموده اند، بسیار سپاسگزاری نموده و این اثر را به مادرم، به جهت مهربانی هایش و به پدرم به جهت دلسوزی هایش و به همسر مهربان و فداکارم تقدیم می نمایم.

فهرست مطالب

فصل ۱ سیگنالها و سیستمها

۱-۱ سیگنال ها	۱
۱-۱-۱ انرژی و توان سیگنال	۱
۲-۱-۱ تبدیلات روی متغیر مستقل	۳
۳-۱-۱ خواص سیگنالها	۵
۲-۱ سیگنالهای پایه ای پیوسته در زمان	۶
۱-۲-۱ سیگنالهای سینوسی و نمائی مختلط	۶
۲-۲-۱ توابع پله واحد و ضربه واحد	۹
۳-۱ سیگنالهای پایه ای گسسته در زمان	۱۲
۱-۳-۱ رشته های پله واحد و ضربه (نمونه) واحد	۱۲
۲-۳-۱ سیگنالهای سینوسی و نمائی مختلط گسسته در زمان	۱۴
۴-۱ سیستمها	۱۶
مسائل حل شده فصل ۱	۲۴
تمرینات فصل ۱	۴۳

فصل ۲ سیستمهای خطی تغییر ناپذیر با زمان (LTI)

۱-۲ سیستمهای LTI پیوسته در زمان	۵۱
۲-۲ سیستمهای LTI گسسته در زمان	۵۳
۳-۲ خواص سیستمهای LTI (پیوسته و گسسته)	۵۴
۴-۲ بیان سیستمهای LTI با معادلات دیفرانسیل و معادلات تفاضلی	۵۸
۱-۴-۲ تعیین پاسخ ضربه سیستمهای LTI توصیف شده با معادلات دیفرانسیل	۶۱
۲-۴-۲ تعیین پاسخ ضربه سیستمهای LTI توصیف شده با معادلات تفاضلی	۶۲

۵-۲	نمایش سیستمهای LTI توصیف شده با معادلات دیفرانسیل و معادلات تفاضلی به وسیله نمودار بلوکی.....	۶۳
۶-۲	توابع تکین.....	۶۶
	مسائل حل شده فصل ۲.....	۷۲
	تمرینات فصل ۲.....	۱۰۹

فصل ۳ تحلیل فوریه سیگنالها و سیستمهای LTI پیوسته در زمان

۱-۳	سری فوریه سیگنالهای متناوب پیوسته در زمان.....	۱۲۲
۲-۳	کاربرد سری فوریه در تحلیل سیستم های LTI پیوسته در زمان.....	۱۲۷
۳-۳	تبدیل فوریه سیگنال های پیوسته در زمان.....	۱۲۸
۱-۳-۳	تبدیل فوریه سیگنال های متناوب.....	۱۲۸
۲-۳-۳	خواص تبدیل فوریه سیگنال های پیوسته در زمان.....	۱۳۰
۴-۳	پاسخ فرکانسی سیستمهای LTI پیوسته توصیف شده با معادلات دیفرانسیل.....	۱۳۴
	جدول تبدیلات فوریه پیوسته در زمان.....	۱۳۶
	مسائل حل شده فصل ۳.....	۱۳۸
	تمرینات فصل ۳.....	۱۸۷

فصل ۴ تحلیل فوریه سیگنالها و سیستمهای LTI گسسته در زمان

۱-۴	سری فوریه سیگنالهای گسسته در زمان.....	۲۰۳
۲-۴	کاربرد سری فوریه در تحلیل سیستمهای LTI گسسته در زمان.....	۲۰۶
۳-۴	تبدیل فوریه سیگنالهای گسسته در زمان.....	۲۰۷
۱-۳-۴	تبدیل فوریه سیگنالهای متناوب گسسته در زمان.....	۲۰۸
۲-۳-۴	خواص تبدیل فوریه گسسته در زمان.....	۲۰۸
۴-۳	پاسخ فرکانسی سیستمهای LTI گسسته توصیف شده با معادلات تفاضلی.....	۲۱۲

۲۱۴.....	جدول تبدیلات فوریه گسسته در زمان
۲۱۶.....	مسائل حل شده فصل ۴.....
۲۵۱.....	تمرینات فصل ۴.....

فصل ۵ کاربردهای تحلیل فوریه

۲۶۰.....	۱-۵ نمایش قطبی تبدیل فوریه.....
۲۶۲.....	۲-۵ فیلتر کردن.....
۲۶۲.....	۱-۲-۵ فیلترهای فرکانس گزین ایده آل.....
۲۶۵.....	۲-۲-۵ فیلترهای واقعی.....
۲۶۶.....	۳-۵ نمونه برداری.....
۲۷۱.....	۴-۵ مدولاسیون.....
۲۷۱.....	۱-۴-۵ مدولاسیون دامنه با حامل سینوسی.....
۲۷۷.....	۲-۴-۵ مدولاسیون دامنه با حامل قطار پالس (PAM).....
۲۸۱.....	مسائل حل شده فصل ۵.....
۲۹۹.....	تمرینات فصل ۵.....

فصل ۶ تبدیل لاپلاس و کاربرد آن در تحلیل سیستمهای LTI پیوسته در زمان

۳۰۳.....	۱-۶ تبدیل لاپلاس و ناحیه همگرایی آن.....
۳۰۵.....	۲-۶ خواص ناحیه همگرایی (ROC) تبدیل لاپلاس.....
۳۰۸.....	۳-۶ خواص تبدیل لاپلاس.....
۳۱۰.....	۴-۶ تحلیل سیستمهای LTI به کمک تبدیل لاپلاس.....
۳۱۳.....	۵-۶ تبدیل لاپلاس یکطرفه و کاربرد آن در تحلیل سیستمهای علی.....
۳۱۵.....	جدول تبدیلات لاپلاس.....
۳۱۶.....	مسائل حل شده فصل ۶.....
۳۵۲.....	تمرینات فصل ۶.....

فصل ۷ تبدیل z و کاربرد آن در تحلیل سیستمهای LTI گسسته در زمان

۱-۷ تبدیل z و ناحیه همگرایی آن.....	۳۶۰
۲-۷ خواص ناحیه همگرایی (ROC) تبدیل z	۳۶۱
۳-۷ خواص تبدیل z	۳۶۳
۴-۷ تحلیل سیستمهای LTI گسسته در زمان به کمک تبدیل z	۳۶۶
۵-۷ تبدیل z یکطرفه و کاربرد آن در تحلیل سیستمهای علی.....	۳۶۸
جدول تبدیلات z	۳۶۹
مسائل حل شده فصل ۷.....	۳۷۰
تمرینات فصل ۷.....	۳۹۹
سئوالات امتحانی (پایان ترم).....	۴۰۵
سئوالات تستی آزمون ورودی دوره های کارشناسی ارشد ناپیوسته داخل کشور ۴۳۱.....	
فرمولهای ریاضی مفید.....	۴۷۲