سیگنال‌ها و سیستم‌ها

www.ketab.ir

نوشته:

آناند کومار

مترجم:

دکتر محمداسماعیل کلانتری

سرشناسه	:	کومار، ا. آناند Kumar, A. Anand
عنوان و نام پدیدآور	:	سیگنال‌ها و سیستم‌ها/ نوشته آناند کومار؛ مترجم محمداسماعیل کلانتری.
مشخصات نشر	:	تهران : صفار،۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	:	۹۲۸ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	:	978-964-388-512-0
وضعیت فهرست‌نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	عنوان اصلی:.Signals and systems,2012
یادداشت	:	نمایه.
موضوع	:	پردازش سیگنال‌ها
موضوع	:	نظریه سیگنال‌ها
موضوع	:	تجزیه و تحلیل سیستم‌ها
شناسه افزوده	:	کلانتری، محمداسماعیل، ۱۳۲۶ -، مترجم
رده‌بندی کنگره	:	۱۳۹۵ ۹س۹ک/۵۱۰۲/۹ TK
رده‌بندی دیویی	:	۶۲۱/۳۸۲۲
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۲۲۱۰۵۶

فهرستنویسی پیش از انتشار: انتشارات صفّار

نام کتاب	:	سیگنال‌ها و سیستم‌ها
نویسنده	:	آناند کومار
مترجم	:	دکتر محمداسماعیل کلانتری
طرح جلد	:	فرهاد کمالی
حروفچینی	:	معرفت
لیتوگرافی	:	گنج شایگان ۵۵۴۰۲۱۸۴
چاپخانه	:	گنج شایگان ۵۵۴۰۳۴۷۸
شمارگان	:	۱۱۰۰ نسخه
نوبت چاپ	:	اول- تابستان ۱۳۹۵
قیمت	:	۴۹۰۰۰۰ ریال
ناشر	:	انتشارات صفّار
مرکز پخش	:	خیابان انقلاب- روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران- بازارچه کتاب طبقه همکف انتشارات اشراقی ۶۶۴۰۸۴۸۷ تلفن: ۶۶۷۰۹۹۱
		خیابان انقلاب- روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران- بازارچه کتاب- طبقه زیرین پخش کتاب بینش ۶۶۴۹۶۲۹۹
		کتابفروشی مرادیان ۶۶۴۱۵۳۱۰
		کتابفروشی صفا ۶۶۹۷۸۸۴۶

شابک : ۰-۵۱۲-۳۸۸-۹۶۴-۹۷۸
ISBN 978-964-388-512-0

www.saffarpublishing.ir
www.Eshraghi.ir
Email: saffar_publishing@yahoo.com

این اثر، مشمول قانون حمایت مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است، هرکس تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه مؤلف (ناشر) نشر، یا پخش یا عرضه کند مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

مدیریت واحد تولید انتشارات صفار: ۰۹۱۲-۱۰۷۳۰۰۳

SMS
۳۰۰۰۵۳۵۱

www.ketab.ir

فهرست

نمادها، علامات و اختصارات ۱۹

فصل اول: سیگنال‌ها ۲۳

۱.۱ مقدمه ۲۳

۲.۱ نمایش سیگنال‌های زمان گسسته ۲۳

۱.۲.۱ نمایش ترسیمی ۲۴

۲.۲.۱ نمایش تابعی ۲۴

۳.۲.۱ نمایش جدولی ۲۵

۴.۲.۱ نمایش دنباله ۲۵

۳.۱ سیگنال‌های اولیه ۲۵

۱.۳.۱ تابع پله واحد ۲۶

۲.۳.۱ تابع شیب واحد ۲۷

۳.۳.۱ تابع سهموی واحد ۲۸

۴.۳.۱ تابع ضربه واحد ۳۰

۵.۳.۱ سیگنال سینوسی ۳۲

۶.۳.۱ سیگنال نمائی حقیقی ۳۳

۷.۳.۱ سیگنال نمائی مختلط ۳۵

۸.۳.۱ تابع پالس مربعی ۳۶

۹.۳.۱ تابع پالس مثلثی ۳۶

۱۰.۳.۱ تابع علامت ۳۷

۱۱.۳.۱ تابع سینک ۳۷

۱۱.۳.۱ تابع گوسی ۳۸

۴.۱ عملیات پایه روی سیگنال‌ها ۴۳

۱.۴.۱ جابجایی زمانی ۴۳

۲.۴.۱ معکوس کردن زمانی ۴۵

۳.۴.۱ مقیاس کردن دامنه ۵۰

۴.۴.۱ مقیاس کردن زمانی ۵۱

۵.۴.۱ جمع کردن سیگنال‌ها ۵۳

www.ketab.ir

۶.۴.۱ ضرب سیگنال‌ها ۵۵

۵.۱ دسته‌بندی سیگنال‌ها ۶۶

۱.۵.۱ سیگنال‌های معین و تصادفی ۶۷

۲.۵.۱ سیگنال‌های تناوبی و غیرتناوبی ۶۸

۳.۵.۱ سیگنال‌های توان و انرژی ۷۹

۴.۵.۱ سیگنال‌های علّی و غیرعلّی ۹۸

۵.۵.۱ سیگنال‌های زوج و فرد ۹۹

سؤالات کوتاه با پاسخ ۱۰۶

سؤالات مروری ۱۱۳

جاهای خالی را پر کنید ۱۱۳

سؤالات چهار گزینه‌ای ۱۱۴

مسائل ۱۱۷

فصل دوم: سیستم‌ها ۱۲۱

۱.۲ مقدمه ۱۲۱

۲.۲ دسته‌بندی سیستم‌ها ۱۲۲

۱.۲.۲ سیستم‌های با پارامتر فشرده و پارامتر گسترده ۱۲۳

۲.۲.۲ سیستم‌های ایستا و سیستم‌های پویا ۱۲۳

۳.۲.۲ سیستم‌های علّی و غیرعلّی ۱۲۴

۴.۲.۲ سیستم‌های خطی و غیرخطی ۱۲۷

۵.۲.۲ سیستم‌های تغییرناپذیر با زمان و تغییرپذیر با زمان ۱۳۳

۶.۲.۲ سیستم‌های پایدار و ناپایدار ۱۴۵

۷.۲.۲ سیستم‌های معکوس‌پذیر و غیرمعکوس‌پذیر ۱۶۲

۸.۲.۲ سیستم‌های با پاسخ ضربه محدود **(FIR)** و پاسخ ضربه نامحدود **(IIR)** ۱۶۲

سؤالات کوتاه با جواب ۱۶۳

سؤالات مروری ۱۶۵

جاهای خالی را پر کنید ۱۶۵

سؤالات چهار گزینه‌ای ۱۶۶

www.ketab.ir

مسائل ۱۶۸

فصل سوم: تجزیه و تحلیل سیگنال ۱۷۱

۱.۳ مقدمه ۱۷۱

۲.۳ تشابه بین بردارها و سیگنال‌ها ۱۷۱

۳.۳ برآورد ترسیمی مؤلفه یک تابع روی تابع دیگر ۱۸۰

۴.۳ فضای برداری متعامد ۱۸۱

۵.۳ فضای سیگنال متعامد ۱۸۲

۱.۵.۳ تقریب یک تابع توسط مجموعه‌ای از توابع متقابلاً متعامد ۱۸۲

۲.۵.۳ برآورد مربوط مجذور خطا ۱۸۴

۳.۵.۳ نمایش یک تابع توسط مجموعه‌ای کامل یا بسته از توابع متقابلاً متعامد ۱۸۵

۶.۳ تعامد در توابع مختلط ۱۸۶

سؤالات کوتاه با جواب ۱۹۳

سؤالات مروری ۱۹۵

سؤالات چهار گزینه‌ای ۱۹۶

مسائل ۱۹۷

فصل چهارم: نمایش سری فوریه سیگنال‌های تناوبی ۱۹۹

۱.۴ مقدمه ۱۹۹

۲.۴ نمایش سری فوریه ۲۰۰

۳.۴ موجود بودن سری فوریه ۲۰۰

۴.۴ فرم مثلثاتی سری فوریه ۲۰۰

۱.۴.۴ برآورد ضرایب سری فوریه مثلثاتی ۲۰۲

۵.۴ نمایش کسینوسی (فرم بدیل نمایش مثلثاتی) ۲۰۷

۶.۴ تقارن شکل موج ۲۰۹

۱.۶.۴ تقارن زوج یا تقارن آئینه‌ای ۲۱۰

۲.۶.۴ تقارن فرد یا چرخشی ۲۱۴

www.ketab.ir

۳.۶.۴ تقارن نیم‌موج ۲۱۸
۴.۶.۴ تقارن ربع‌موج ۲۲۰
۷.۴ سری فوریه نمائی ۲۲۴
۱.۷.۴ تعیین ضرایب سری فوریه نمائی ۲۲۶
۲.۷.۴ بدست آوردن سری فوریه مثلثاتی از روی سری فوریه نمائی ۲۲۶
۳.۷.۴ تعیین سری فوریه نمائی از سری فوریه مثلثاتی ۲۲۷
۴.۷.۴ تعیین سری فوریه کسینوسی از روی سری فوریه نمائی ۲۲۸
۸.۴ طیف فوریه ۲۲۸
۹.۴ نمایش تابع با استفاده از سری فوریه ۲۳۶
۱۰.۴ پدیده گیبس ۲۳۸
۱۱.۴ خصوصیات سری فوریه زمان پیوسته ۲۳۸
۱.۱۱.۴ خصوصیت خطی بودن ۲۳۸
۲.۱۱.۴ خصوصیت جابجایی زمانی ۲۳۹
۳.۱۱.۴ خصوصیت معکوس کردن زمانی ۲۳۹
۴.۱۱.۴ خصوصیت مقیاس کردن زمانی ۲۴۰
۵.۱۱.۴ خصوصیت مشتق زمانی ۲۴۰
۶.۱۱.۴ خصوصیت انتگرال‌گیری زمانی ۲۴۱
۷.۱۱.۴ قضیه یا خصوصیت کانولوشن ۲۴۱
۸.۱۱.۴ خصوصیت مدولاسیون یا ضرب ۲۴۲
۹.۱۱.۴ مزدوج‌سازی و خصوصیت تقارن مزدوج ۲۴۳
۱۰.۱۱.۴ رابطه، قضیه یا خصوصیت پارسوال ۲۴۳
سؤالات کوتاه با جواب ۲۷۰
سؤالات مروری ۲۷۲
جاهای خالی را پر کنید ۲۷۳
سؤالات چهارگزینه‌ای ۲۷۴
مسائل ۲۷۷

www.ketab.ir

فصل پنجم: تبدیل فوریه ۲۷۹

۱.۵ مقدمه ۲۷۹

۲.۵ نمایش تبدیل فوریه توابع غیرمتناوب ۲۸۰

۱.۲.۵ استخراج تبدیل فوریه یک سیگنال غیرمتناوب از سری فوریه سیگنال متناوب ۲۸۱

۳.۵ نمایش دامنه و فاز تبدیل فوریه ۲۸۲

۴.۵ موجود بودن تبدیل فوریه ۲۸۳

۵.۵ تبدیل فوریه سیگنال‌های استاندارد ۲۸۳

۱.۵.۵ تابع ضربه $\delta(t)$ ۲۸۳

۲.۵.۵ تابع نمائی حقیقی یک‌طرفه $e^{-at}u(t)$ ۲۸۴

۳.۵.۵ تابع نمائی حقیقی دوطرفه $e^{-a|t|}$ ۲۸۵

۴.۵.۵ تابع نمائی مختلط ۲۸۶

۵.۵.۵ دامنه ثابت (۱) ۲۸۶

۶.۵.۵ تابع علامت $\mathrm{sgn}(t)$ ۲۸۸

۷.۵.۵ تابع پله واحد $u(t)$ ۲۸۹

۸.۵.۵ پالس مربعی (پالس دروازه) $\Pi\left(\frac{t}{\tau}\right)$ یا $\mathrm{rect}\left(\frac{t}{\tau}\right)$ ۲۹۰

۹.۵.۵ پالس مثلثی $\Delta\left(\frac{t}{\tau}\right)$ ۲۹۲

۱۰.۵.۵ موج کسینوسی $\cos \omega_0 t$ ۲۹۴

۱۱.۵.۵ موج سینوسی $\sin \omega_0 t$ ۲۹۴

۶.۵ خصوصیات تبدیل فوریه زمان پیوسته ۲۹۵

۱.۶.۵ خصوصیت خطی بودن ۲۹۵

۲.۶.۵ خصوصیت جابجایی زمانی ۲۹۵

۳.۶.۵ خصوصیت جابجایی فرکانس (ضرب کردن در یک نمائی) ۲۹۶

۴.۶.۵ خصوصیت معکوس کردن زمانی ۲۹۷

۵.۶.۵ خصوصیت مقیاس کردن زمانی ۲۹۷

۶.۶.۵ خصوصیت مشتق‌گیری در حوزه زمان ۲۹۸

۷.۶.۵ خصوصیت مشتق‌گیری در حوزه فرکانس ۲۹۹

۸.۶.۵ خصوصیت انتگرال زمانی ۲۹۹

۹.۶.۵ خصوصیت یا قضیه کانولوشن ۳۰۰

www.ketab.ir

۱۰.۶.۵ خصوصیت یا قضیه ضرب ۳۰۱
۱۱.۶.۵ خصوصیت دوگانی (تقارن) ۳۰۲
۱۲.۶.۵ خصوصیت مدولاسیون ۳۰۳
۱۳.۶.۵ خصوصیت مزدوج بودن ۳۰۳
۱۴.۶.۵ خصوصیت خود همبستگی ۳۰۴
۱۵.۵.۵ خصوصیت یا قضیه یا رابطه پارسوال ۳۰۵
۱۶.۶.۵ سطح زیر منحنی ۳۰۶
۱۷.۶.۵ تبدیل فوریه توابع حقیقی و مختلط ۳۰۶
۷.۵ تبدیل فوریه یک سیگنال تناوبی ۳۰۷
۸.۵ تجزیه و تحلیل سیستم با تبدیل فوریه ۳۵۱
۹.۵ مقدمه‌ای بر تبدیل دیلبرت ۳۵۹
سؤالات کوتاه با جواب ۳۶۴
سؤالات مروری ۳۶۷
جاهای خالی را پر کنید ۳۶۸
سؤالات چهار گزینه‌ای ۳۶۹
مسائل ۳۷۴

فصل ششم: انتقال سیگنال از طریق سیستم‌های خطی ۳۷۷

۱.۶ مقدمه ۳۷۷
۲.۶ سیستم‌ها ۳۷۷
۳.۶ خصوصیات سیستم‌های خطی تغییرناپذیر با زمان ۳۸۰
۱.۳.۶ خصوصیت جابجایی‌پذیری ۳۸۰
۲.۳.۶ خصوصیت توزیع‌پذیری ۳۸۰
۳.۳.۶ خصوصیت اشتراک‌پذیری ۳۸۱
۴.۳.۶ سیستم‌های دارای حافظه ۳۸۱
۵.۳.۶ علیت ۳۸۱
۶.۳.۶ پایداری ۳۸۲
۷.۳.۶ معکوس‌پذیری ۳۸۲

www.ketab.ir

۸.۳.۶ پاسخ پله واحد ۳۸۲
۴.۶ تابع انتقال یک سیستم خطی تغییرناپذیر با زمان ۳۸۳
۵.۶ مشخصات فیلتری سیستم‌های خطی ۳۸۴
۶.۶ انتقال بدون اعوجاج از طریق یک سیستم ۳۸۵
۷.۶ پهنای باند سیگنال ۳۸۷
۸.۶ پهنای باند سیستم ۳۸۸
۹.۶ مشخصات فیلتر ایده‌آل ۳۸۸
۱۰.۶ علّی بودن و معیار پالی- وینر برای پیاده‌سازی فیزیکی ۳۹۰
۱۱.۶ رابطه بین پهنای باند و زمان صعود ۳۹۱
سؤالات کوتاه با جواب ۴۱۲
سؤالات مروری ۴۱۶
جاهای خالی را پر کنید ۴۱۶
سؤالات چهار گزینه‌ای ۴۱۷
مسائل ۴۱۹

فصل هفتم: کانولوشن و همبستگی سیگنال‌ها ۴۲۱

۱.۷ مقدمه ۴۲۱
۲.۷ مفهوم کانولوشن ۴۲۲
۳.۷ خصوصیات کانولوشن ۴۲۳
۴.۷ قضایای کانولوشن ۴۲۷
۱.۴.۷ قضیه کانولوشن زمانی ۴۲۷
۲.۴.۷ قضیه کانولوشن فرکانسی ۴۲۸
۵.۷ انجام کانولوشن با روش ترسیمی ۴۳۰
۶.۷ مقایسه سیگنال‌ها: همبستگی توابع ۴۴۷
۱.۶.۷ همبستگی متقابل ۴۴۸
۲.۶.۷ خود همبستگی ۴۵۱

www.ketab.ir

۷.۷ چگالی طیفی انرژی ۴۵۴
۸.۷ چگالی طیفی توان ۴۵۷
۹.۷ رابطه بین تابع خود همبستگی و تابع چگالی طیفی انرژی/ توان ۴۶۰
۱.۹.۷ رابطه بین تابع خود همبستگی و تابع چگالی طیفی/ انرژی ۴۶۰
۲.۹۷ رابطه بین تابع خود همبستگی $R(\tau)$ و چگالی طیفی توان **PSD** ۴۶۱
۱۰.۷ رابطه بین کانولوشن و همبستگی ۴۶۲
۱۱.۷ آشکارسازی سیگنال‌های تناوبی در حضور نویز با استفاده از همبستگی ۴۷۹
۱.۱۱.۷ آشکارسازی با خود همبستگی ۴۸۰
۲.۱۱.۷ آشکارسازی با همبستگی متقابل ۴۸۰
۱۲.۷ استخراج سیگنال از نویز با فیلتر کردن ۴۸۱
سؤالات کوتاه با جواب ۴۸۳
سؤالات مروری ۴۸۸
جاهای خالی را پر کنید ۴۸۹
سؤالات چهار گزینه‌ای ۴۹۰
مسائل ۴۹۱
فصل هشتم: نمونه‌برداری ۴۹۳
۱.۸ مقدمه ۴۹۳
۲.۸ نمونه‌برداری ۴۹۴
۳.۸ قضیه نمونه‌برداری ۴۹۴
۴.۸ نرخ نمونه‌برداری نایکوئیست ۴۹۸
۵.۸ اثر کند نمونه‌برداری- همپوشانی ۴۹۸
۶.۸ فیلتر پاددرهم‌روی ۴۹۹
۷.۸ تکنیک‌های نمونه‌برداری ۴۹۹
۱.۷.۸ نمونه‌برداری ضربه یا ایده‌آل ۵۰۰
۲.۷.۸ نمونه‌برداری طبیعی ۵۰۱
۳.۷.۸ نمونه برداری سرتخت ۵۰۳

www.ketab.ir

۸.۸ بازسازی داده ۵۰۵
۱.۸.۸ فیلتر بازسازی ایده‌آل ۵۰۶
۲.۸.۸ نگهدارنده مرتبه صفر ۵۰۷
۳.۸.۸ تابع انتقال نگهدارنده مرتبه صفر ۵۰۸
۹.۸ نمونه‌برداری سیگنال‌های میان‌گذر ۵۲۸
سؤالات کوتاه با جواب ۵۳۳
سؤالات مروری ۵۳۶
جاهای خالی را پر کنید ۵۳۶
سؤالات چهارگزینه‌ای ۵۳۷
مسائل ۵۴۰
فصل نهم: تبدیل‌های لاپلاس ۵۴۳
۱.۹ مقدمه ۵۴۳
۲.۹ منطقه همگرائی ۵۴۴
۳.۹ موجود بودن تبدیل لاپلاس ۵۴۵
۴.۹ مزایا و محدودیت‌های تبدیل لاپلاس ۵۴۶
۵.۹ رابطه بین تبدیل فوریه و تبدیل لاپلاس ۵۴۶
۶.۹ تبدیل لاپلاس یک‌طرفه سیگنال‌های پرکاربرد ۵۴۸
۱.۶.۹ تابع ضربه $x(t)=\delta(t)$ ۵۴۸
۲.۶.۹ تابع پله $x(t)=u(t)$ ۵۴۹
۳.۶.۹ تابع شیب $X(t)=t\,u(t)$ ۵۵۰
۴.۶.۹ تابع سهموی حقیقی $X(t)=t^{2}u(t)$ ۵۵۰
۵.۶.۹ تابع نمائی حقیقی $X(t)=e^{at}u(t)$ ۵۵۱
۶.۶.۹ تابع نمائی مختلط $X(t)=e^{j\omega t}u(t)$ ۵۵۱
۷.۶.۹ تابع سینوسی و کسینوسی $X(t)=\cos\omega t\,u(t)$ ۵۵۲
۸.۶.۹ توابع سینوس و کسینوس سهموی $X(t)=\sinh\omega t\,u(t)$ ۵۵۲
۹.۶.۹ توابع سینوس و کسینوس میرا شده $X(t)=e^{-at}\sin\omega t\,u(t)$ ۵۵۲
۱۰.۶.۹ توابع سینوس و کسینوس سهموی میرا شده $X(t)=e^{-at}\sinh\omega t\,u(t)$ ۵۵۳
www.ketab.ir

۷.۹ خصوصیات و قضایای تبدیل لاپلاس ۵۶۷
۱.۷.۹ خصوصیت خطی بودن ۵۶۷
۲.۷.۹ خصوصیت جابجایی زمانی ۵۶۸
۳.۷.۹ خصوصیت مقیاس کردن زمانی ۵۶۸
۴.۷.۹ خصوصیت معکوس کردن زمانی ۵۶۹
۵.۷.۹ خصوصیت تبدیل مشتق ۵۶۹
۶.۷.۹ خصوصیت تبدیل انتگرال ۵۷۰
۷.۷.۹ خصوصیت مشتق در فضای s ۵۷۱
۸.۷.۹ خصوصیت جابجایی فرکانسی ۵۷۲
۹.۷.۹ خصوصیت کانولوشن زمانی ۵۷۳
۱۰.۷.۹ خصوصیت ضرب یا مدولاسیون یا کانولوشن در حوزه s ۵۷۳
۱۱.۷.۹ خصوصیت مزدوج و تقارن مزدوج ۵۷۴
۱۲.۷.۹ خصوصیت قضیه و یا رابطه پارسوال ۵۷۵
۱۳.۷.۹ قضیه مقدار اولیه ۵۷۶
۱۴.۷.۹ قضیه مقدار نهایی ۵۷۶
۱۵.۷.۹ خصوصیت تناوبی بودن زمانی ۵۷۷
۸.۹ معکوس کردن تبدیل لاپلاس یک‌طرفه ۵۹۶
۱.۸.۹ قطب‌های مجزا ۵۹۷
۲.۸.۹ قطب‌های مکرر ۵۹۷
۳.۸.۹ ریشه‌های مختلط ۵۹۸
۹.۹ معکوس کردن تبدیل لاپلاس دوطرفه ۶۲۱
۱۰.۹ مناطق همگرائی برای گروه‌های مختلف سیگنال ۶۲۷
۱.۱۰.۹ سیگنال‌های راست‌جهت ۶۲۷
۲.۱۰.۹ سیگنال‌های چپ‌جهت ۶۲۷
۳.۱۰.۹ سیگنال‌های دوجهته ۶۲۸
۴.۱۰.۹ سیگنال‌های با زمان دوام محدود ۶۲۸
۵.۱۰.۹ خصوصیات منطقه همگرائی ۶۲۸
۱۱.۹ حل معادلات دیفرانسیل با استفاده از تبدیل لاپلاس ۶۳۲
۱۲.۹ ترکیب کردن شکل موج ۶۴۷

www.ketab.ir

۱۳.۹ تجزیه و تحلیل مدار با استفاده از تبدیل لاپلاس ۶۶۰
۱.۱۳.۹ پاسخ‌های ضربه و پله یک مدار R- L سری ۶۶۲
۲.۱۳.۹ پاسخ پله و ضربه مدار R- C سری ۶۶۳
۳.۱۳.۹ پاسخ پله مدار R- L- C سری ۶۶۵
سؤالات کوتاه با جواب ۶۷۴
سؤالات مروری ۶۷۷
جاهای خالی را پر کنید ۶۷۸
سؤالات چهارگزینه‌ای ۶۷۹
مسائل ۶۸۳

فصل دهم: تبدیل Z ۶۸۷

۱.۱۰ مقدمه ۶۸۷
۲.۱۰ رابطه بین تبدیل فوریه زمان گسسته (DTFT) و تبدیل Z ۶۸۹
۳.۱۰ تبدیل Z چند دنباله رایج ۶۸۹
۱.۳.۱۰ دنباله نمونه واحد (دنباله ضربه واحد) $[x(n)=\delta(n)]$ ۶۸۹
۲.۳.۱۰ دنباله پله واحد $[x(n)=u(n)]$ ۶۹۰
۳.۳.۱۰ دنباله شیب واحد $[x(n)=r(n)=n\,u(n)]$ ۶۹۰
۴.۳.۱۰ دنباله نمائی $[x(n)=e^{-j\omega n}u(n)]$ ۶۹۰
۵.۳.۱۰ دنباله سینوسی $[x(n)=\sin\,\omega n\,u(t)]$ ۶۹۱
۶.۳.۱۰ دنباله کسینوسی $[x(n)=\cos\,\omega n\,u(n)]$ ۶۹۲
۴.۱۰ تبدیل Z و منطقه همگرائی دنباله‌های با زمان دوام محدود ۷۱۴
۵.۱۰ خصوصیات منطقه همگرائی ۷۱۸
۶.۱۰ خصوصیات تبدیل Z ۷۱۸
۱.۶.۱۰ خصوصیت خطی بودن ۷۱۸
۲.۶.۱۰ خصوصیت جابجایی زمانی ۷۱۹
۳.۶.۱۰ خصوصیت ضرب کردن در یک دنباله نمائی ۷۲۱
۴.۱۰.۶ خصوصیت معکوس کردن زمانی ۷۲۱
۵.۶.۱۰ خصوصیت گسترش زمانی ۷۲۲

www.ketab.ir

۶.۶.۱۰ خصوصیت ضرب کردن در n یا مشتق‌گیری در حوزه z ۷۲۳
۷.۶.۱۰ خصوصیت مزدوج بودن ۷۲۳
۸.۶.۱۰ خصوصیت کانولوشن ۷۲۴
۹.۶.۱۰ خصوصیت ضرب کردن یا خصوصیت کانولوشن مختلط ۷۲۵
۱۰.۶.۱۰ خصوصیت همبستگی ۷۲۵
۱۱.۶.۱۰ خصوصیت تجمیع ۷۲۶
۱۲.۶.۱۰ خصوصیت رابطه یا قضیه پارسوال ۷۲۷
۱۳.۶.۱۰ قضیه مقدار اولیه ۷۲۷
۱۴.۶.۱۰ قضیه مقدار نهائی ۷۲۸
۷.۱۰ تبدیل Z معکوس ۷۴۳
۱.۷.۱۰ روش تقسیم طولانی ۷۴۴
۲.۷.۱۰ روش بسط کسرهای جزئی ۷۶۱
۳.۷.۱۰ روش باقیمانده ۷۷۳
۴.۷.۱۰ روش کانولوشن ۷۸۰
۸.۱۰ تجزیه و تحلیل سیستم‌های LTI با استفاده از تبدیل Z ۷۸۲
۱.۸.۱۰ تابع سیستم و پاسخ ضربه ۷۸۲
۲.۸.۱۰ رابطه بین تابع انتقال و معادله تفاضلی ۷۸۳
۹.۱۰ پایداری و عِلّی بودن ۷۸۳
۱۰.۱۰ حل معادله تفاضلی با استفاده از تبدیل Z ۷۹۹
سؤالات کوتاه با جواب ۸۰۵
سؤالات مروری ۸۰۸
جاهای خالی را پر کنید ۸۰۸
سؤالات چهار گزینه‌ای ۸۱۰
مسائل ۸۱۳
فصل یازدهم: پیاده‌سازی سیستم ۸۱۷
۱.۱۱ مقدمه ۸۱۷
۲.۱۱ پیاده‌سازی سیستم‌های زمان پیوسته ۸۱۷

www.ketab.ir

۱.۲.۱۱ پیاده‌سازی یک سیستم زمان پیوسته با فرم مستقیم-I ۸۱۹
۲.۲.۱۱ پیاده‌سازی سیستم‌ها با فرم مستقیم-II ۸۲۲
۳.۲.۱۱ پیاده‌سازی سیستم با فرم متوالی ۸۲۶
۴.۲.۱۱ پیاده‌سازی سیستم با فرم موازی ۸۲۹
سؤالات کوتاه با جواب ۸۳۴
سؤالات مروری ۸۳۵
جاهای خالی را پر کنید ۸۳۵
سؤالات چهارگزینه‌ای ۸۳۵
مسائل ۸۳۶
فصل دوازدهم: تبدیل فوریه زمان گسسته ۸۳۷
۱.۱۲ مقدمه ۸۳۷
۲.۱۲ تبدیل فوریه زمان گسسته (DTFT) ۸۳۷
۳.۱۲ موجود بودن DTFT ۸۳۸
۴.۱۲ رابطه بین تبدیل Z و تبدیل فوریه ۸۳۹
۵.۱۲ تبدیل فوریه زمان گسسته معکوس ۸۴۷
۶.۱۲ خصوصیات تبدیل فوریه زمان گسسته ۸۴۹
۱.۶.۱۲ خصوصیت خطی بودن ۸۴۹
۲.۶.۱۲ خصوصیت تناوبی بودن ۸۴۹
۳.۶.۱۲ خصوصیت جابجایی زمانی ۸۵۰
۴.۶.۱۲ خصوصیت جابجایی فرکانسی ۸۵۰
۵.۶.۱۲ خصوصیت معکوس کردن ۸۵۰
۶.۶.۱۲ خصوصیت مشتق‌گیری در حوزه ۸۵۱
۷.۶.۱۲ خصوصیت کانولوشن زمانی ۸۵۱
۸.۶.۱۲ خصوصیت کانولوشن فرکانسی ۸۵۲
۹.۶.۱۲ قضیه همبستگی ۸۵۲
۱۰.۶.۱۲ قضیه مدولاسیون ۸۵۳
۱۱.۶.۱۲ قضیه پارسوال ۸۵۳

www.ketab.ir

۱۲.۶.۱۲ خصوصیات تقارن ۸۵۴
۷.۱۲ تابع انتقال ۸۶۱
۸.۱۲ پاسخ فرکانسی سیستم‌های زمان گسسته ۸۶۲
سؤالات کوتاه با جواب ۸۷۰
سؤالات مروری ۸۷۲
جاهای خالی را پر کنید ۸۷۳
سؤالات چهار گزینه‌ای ۸۷۳
مسائل ۸۷۵
ضمائم
ضمیمه الف ۸۷۷
ضمیمه ب ۸۸۱
صورت الفبائی اصطلاحات فنی همراه با توضیحات ۸۹۱
جواب‌ها ۹۰۵

www.ketab.ir

پیشگفتار

متنی که پیش رو دارید ترجمه چاپ دوم کتاب سیگنال‌ها و سیستم‌ها است که حاصل سی‌وهفت سال تدریس آقای آناند کومار می‌باشد. به عنوان یک کتاب درسی جامع، مبانی درس سیگنال‌ها و سیستم‌ها را به صورتی ساده و روان مطرح کرده است. دلیل عمده انتخاب این کتاب برای ترجمه علاوه بر خصوصیات فوق وجود تعداد قابل توجهی مثال در ارتباط با مطالب هر بخش از فصول مختلف است، که به درک بهتر دانشجو از مطلب کمک قابل توجهی نموده و آنرا به صورت یک خودآموز در می‌آورد.

وجود مجموعه‌ای از سؤالات در فرم‌های مختلف و تعدادی مسائل حل نشده در پایان هر فصل دانشجو را در ارزیابی خود از میزان فراگیری مطلب کمک می‌نماید. پاسخ‌های این سؤالات و مسائل در انتهای کتاب ارائه شده است. کتاب را می‌توان به عنوان مرجع برای درس سیگنال‌ها و سیستم‌ها در طول یک ترم برای دانشجویان گرایش‌های مختلف مهندسی برق در مقطع کارشناسی استفاده نمود.

مطالب کتاب در قالب دوازده فصل تنظیم شده است که رئوس کلی مطالب آنها به شرح زیر است.

- در فصل اول انواع سیگنال‌های استاندارد، دسته‌بندی سیگنال‌ها و عملیات مختلف روی آنها مورد بحث قرار گرفته است.
- سیستم به عنوان هر جعبه‌ای که روی سیگنال ورودی اثر گذاشته و آنرا به سیگنال خروجی تبدیل می‌کند و دسته‌بندی سیستم‌ها در فصل دوم ارائه شده است.
- استفاده از مفاهیم برداری و تناظر برداری سیگنال برای تجزیه و تحلیل سیگنال در فصل سوم مطرح شده است.
- استفاده از سری فوریه و صور مختلف آن برای نمایش سیگنال‌های تناوبی همچنین خصوصیات سری فوریه و طیف فوریه موضوع فصل چهارم کتاب است.
- تجزیه و تحلیل سیگنال در حوزه فرکانس آسانتر از حوزه زمان است. تبدیل فوریه یک روش تبدیل سیگنال‌های تناوبی و غیرتناوبی از حوزه زمان پیوسته به حوزه فرکانس است. تبدیل فوریه سیگنال‌های مختلف، خصوصیات تبدیل فوریه و استفاده از آن برای تجزیه و تحلیل سیستم در فصل پنجم مطرح شده است. تبدیل هیلبرت نیز در این فصل ارائه شده است.
- انتقال سیگنال‌ها از طریق سیستم‌های خطی تغییرناپذیر با زمان بسیار مهم است. خصوصیات فیلتر کردن این سیستم‌ها و انتقال بدون اعوجاج سیگنال از طریق آنها همراه با معیارهای حوزه زمان و حوزه فرکانس برای قابلیت پیاده‌سازی فیزیکی آنها در فصل ششم تشریح شده است.
- کانولوشن و کرولیشن دو ابزار ریاضی مهم در مخابرات هستند. کانولوشن روش ترکیب دو سیگنال برای تشکیل یک سیگنال سوم است. کرولیشن که شبیه کانولوشن است برای مقایسه شباهت دو سیگنال استفاده می‌شود، خود همبستگی و همبستگی متقابل سیگنال‌ها و چگالی طیفی انرژی و توان مفاهیم معرفی شده در فصل هفتم هستند.
- مخابرات دیجیتال در مقایسه با مخابرات آنالوگ مزایای بیشتری دارد. فرآیند تبدیل یک سیگنال زمان پیوسته به یک سیگنال زمان گسسته را نمونه‌برداری گویند. نظریه نمونه برداری و انواع مختلف آن موضوع فصل هشتم کتاب است.

www.ketab.ir

- تبدیل لاپلاس یک ابزار ریاضی قدرتمند است برای تجزیه و تحلیل یک سیستم زمان پیوسته این نوع تبدیل، خصوصیات و انواع آن، منطقه همگرائی و تبدیل معکوس در فصل نهم مورد بحث قرار گرفته‌اند.
- تبدیل Z یک ابزار قدرتمند ریاضی برای تجزیه و تحلیل یک سیستم زمان گسسته است انواع مختلف تبدیل Z، خصوصیات آن، منطقه همگرائی و تبدیل معکوس Z موضوعات مورد بحث در فصل دهم هستند.
- سیستم‌ها ممکن است از نوع زمان پیوسته یا زمان گسسته باشند. پیاده‌سازی یک سیستم ایجاد شبکه‌ای است متناظر معادله دیفرانسیل، معادله تفاضلی و یا تابع انتقال داده شده آن. روش‌های مختلف پیاده‌سازی سیستم‌های زمان پیوسته در فصل یازدهم ارائه شده است.
- تبدیل فوریه زمان گسسته (DTFT) یک روش نمایش سیگنال‌های زمان گسسته در فضای فرکانس است. با استفاده از این روش می‌توان عملیات پیچیده کانولوشن دو دنباله در فضای زمان را به یک عمل ساده ضرب در فضای فرکانس تبدیل نمود. این تبدیل و خصوصیات آن در فصل دوازدهم مورد بحث قرار گرفته است.

در پایان لازم می‌دانم از زحمات آقای امیر دانش‌اشراقی مدیر محترم انتشارات صفار و سرکار خانم شراره لشکری مدیر محترم دفتر حروفچینی و سایر کارکنان این انتشارات به خاطر همکاری صمیمانه آن‌ها تشکر نمایم. با آرزوی اینکه کتاب حاضر مورد استفاده مخاطبین محترم واقع شود. پیشاپیش از کاستی‌های احتمالی در ترجمه و روش غلبیده و از هرگونه نقد و پیشنهاد سازنده استقبال می‌نمایم.

محمداسماعیل کلانتری

تهران- تابستان ۱۳۹۵

www.ketab.ir