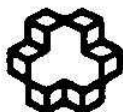


بسمه تعالی



آری ۳۰۶

دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

دانشکده مهندسی برق

اصول مخابرات

بی سیم و سیم

ویرایش دوم

(با اصلاحات و مباحث و اضافات)

(تکامله‌ای مخابرات بالاد پهن باند بی سیم)

تألیف: دکتر کمال محامدپور

استاد دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تیرماه ۱۳۹۱

سرشناسه	: محامدپور، کمال، ۱۳۳۲-
عنوان و نام پدیدآور	: اصول مخابرات بی سیم و سیار/ کمال محامدپور.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی، ۱۳۹۱.
وضعیت ویراست	: ویراست [۲]
مشخصات ظاهری	: ۳۶۴ ص.: مصور، جدول، نمودار.
شابک	: ۱۲۰۰۰۰ ریال 6-28-6383-978-600
وضعیت فهرست نویسی	: فیها
یادداشت	: واژه نامه.
موضوع	: ارتباطات بی سیم
موضوع	: مخابرات -- سیستم های سیار
شناسه انجمن	: دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۱ ۶ الف ۳ م ۳/TK۵۱۰۳
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۸۳
شماره کتابشناسی بی	: ۳۰۱۱۱۲۸

نام کتاب: اصول مخابرات بی سیم و سیار

مؤلف: دکتر کمال محامدپور، عضو هیات علمی دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی

خواجه نصیرالدین طوسی

ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

نوبت چاپ: اول

ویرایش: دوم

تاریخ چاپ: آذرماه ۱۳۹۱

تیراژ: ۵۰۰ جلد

قیمت: ۱۲۰۰۰ تومان

کد کتاب: ۳۱۴

ISBN: 978-600-6383-28-6

شابک: ۶-۲۸-۶۳۸۳-۶۰۰-۹۷۸

صحافی: گرنامی

چاپ و لیتوگرافی: هوررنگ

آدرس و تلفن مرکز پخش و فروش: خیابان ولیعصر (عج)، بالاتر از میدان ونک، تقاطع میرداماد،

روبروی ساختمان اسکان (۰۲۱-۸۸۷۷۲۲۷۷)

(حق چاپ برای ناشر محفوظ است)

فهرست مطالب

۱	پیشگفتار چاپ دوم.....
۳	پیشگفتار.....
۵	فصل اول: تاریخچه و مروری بر مخابرات بی سیم و سیار.....
۵	۱-۱- مقدمه.....
۵	۲-۱- سیستم های سلولی بی سیم.....
۷	۳-۱- سیستم های بی سیم نسل اول (1G, Analogue Cellular).....
۸	۴-۱- سیستم های بی سیم نسل دوم (2G, Digital Cellular).....
۹	۱-۴-۱- معماری شبکه بی سیم 2G.....
۹	۲-۴-۱- تکنولوژی بیار GSM.....
۱۱	۵-۱- توسعه تدریجی از نس 2G به 3G.....
۱۲	۱-۵-۱- EDGE و GPRS راه ورود به اینترنت سیار.....
۱۴	۶-۱- سیستم های سلولی نسل سوم (3G).....
۱۵	۱-۶-۱- استاندارد جهانی نسل سوم (IMT-2000).....
۱۹	۲-۶-۱- استاندارد اروپایی نسل سوم (UMTS).....
۲۰	۷-۱- مروری بر انواع مخابرات بی سیم.....
۲۱	۸-۱- چالش های طراحی.....
۲۱	۹-۱- نیازمندی های چندرسانه ای.....
۲۲	۱۰-۱- شبکه های بی سیم.....
۲۵	۱-۱۰-۱- معماری شبکه های نسل جدید.....
۲۷	۱۱-۱- طیف فرکانسی.....
۲۹	۱۲-۱- سیستم های سیار باند وسیع.....
۳۷	۱۳-۱- معرفی مطالب و ساختار کتاب.....
۳۹	مراجع.....
۴۱	فصل دوم: انتشار سیگنال و مدل های آفت کانال.....
۴۱	۱-۲- مقدمه.....
۴۱	۲-۲- خصوصیات انتشاری سیگنال و مدل فضای آزاد.....

۴۳	 ۱-۲-۲- توان سیگنال و شدت میدان الکتریکی
۴۴	 ۳-۲- تقریب ردیابی مسیر در مدل انتشار
۴۵	 ۴-۲- مدل انتشار دو مسیری (Two-Ray)
۴۸	 ۵-۲- مدل انتشار ده مسیری Dielectric Canyon (Ten-Ray)
۵۰	 ۶-۲- مدل ساده شده آفت مسیر
۵۱	 ۷-۲- مدل‌های تجربی
۵۴	 ۸-۲- اثرات سایه (Shadowing)
۵۵	 ۹-۲- ترکیب سایه و آفت
۵۶	 ۱۰-۲- احتمال جمع ترکیب سایه و آفت
۵۷	 ۱۱-۲- منطقه پوشش سلولی
۵۸	 ۱۲-۲- پدیده انتقال داپلر (Doppler)
۵۹	 مسائل
۶۲	 مراجع
۶۳	 فصل سوم: مشخصات و مدل‌های کانال چندمسیری
۶۳	 ۱-۳- مدل‌های آماری کانال چندمسیری
۶۴	 ۲-۳- پاسخ ضربه متغیر با زمان کانال چندمسیری
۶۶	 ۳-۳- مدل فیدینگ باند باریک
۶۷	 ۴-۳- خودهمبستگی، همبستگی متقابل و چگالی طیف توان
۷۳	 ۵-۳- توزیع‌های توان و پوش
۷۶	 ۶-۳- عبور از سطح و متوسط دوره فید
۷۹	 ۱-۶-۳ نرخ قطعی (Outage Rate)
۷۹	 ۷-۳- مدل‌های فیدینگ باند پهن
۸۱	 ۸-۳- پروفایل تأخیر توان
۸۲	 ۱-۸-۳ گسترش تأخیر
۸۳	 ۹-۳- پهنای باند همدوسی
۸۵	 ۱۰-۳- زمان همدوسی کانال و طیف توان داپلر
۸۷	 ۱۱-۳- مدل زمان-گسسته
۸۹	 مسائل
۹۲	 مراجع

۹۳	فصل چهارم: دایورسیتی (Diversity)
۹۳	۱-۴- مقدمه
۹۴	۲-۴- تحقق مسیرهای مستقل فیدینگ
۹۵	۳-۴- مدل سیستم دایورسیتی
۹۷	۴-۴- روش ترکیب انتخابی
۱۰۱	۵-۴- روش ترکیب آستانه
۱۰۴	۶-۴- روش ترکیب حداکثر نسبت (MRC)
۱۰۶	۷-۴- روش ترکیب بهره یکسان (EG)
۱۰۹	مسائل
۱۱۱	مراجع

۱۱۳	فصل پنجم: سیستم‌های سلولی (Cellular System)
۱۱۳	۱-۵- مقدمه
۱۱۴	۲-۵- طرح سیستم سلولی
۱۱۵	۳-۵- بازکاربری فرکانسی در سیستم‌های سلولی
۱۱۵	۱-۳-۵- بازکاربری فرکانسی در سیستم‌های تقسیم‌گذاشته
۱۱۶	۲-۳-۵- بازکاربری فرکانسی در تقسیم زمانی
۱۲۰	۴-۵- تخصیص دینامیکی منابع در سیستم‌های سلولی
۱۲۱	۵-۵- کارایی طیفی منطقه‌ای
۱۲۲	۶-۵- مدل تداخل
۱۲۲	۱-۶-۵- فاصله تکرار، ظرفیت چندسلولی، کارایی سطحی
۱۲۴	۲-۶-۵- محاسبات کارایی
۱۲۹	۷-۵- کنترل توان بر تداخل
۱۳۱	۸-۵- کم اثر کردن تداخل
۱۳۳	۹-۵- ترافیک‌سنجی و درجه سرویس سیستم سلولی
۱۳۸	مسائل
۱۴۱	مراجع

۱۴۳	فصل ششم: مدولاسیون‌های دیجیتال در مخابرات سلولی
۱۴۳	۱-۶- مقدمه

۱۴۵	۲-۶ تحلیل فضای سیگنال
۱۴۵	۱-۲-۶ مدل سیگنال و سیستم
۱۴۶	۲-۲-۶ نمایش هندسی سیگنال‌ها
۱۵۰	۳-۲-۶ ساختار گیرنده و آمارگان کافی
۱۵۳	۳-۶ مدولاسیون دامنه و فاز
۱۵۶	۴-۶ مدولاسیون دامنه پالسی (PAM)
۱۵۸	۵-۶ مدولاسیون کلیدزنی فاز (PSK)
۱۵۹	۶-۶ مدولاسیون دامنه متعامد (QAM)
۱۶۱	۷-۶ مدولاسیون نااضلی
۱۶۴	۷-۶ افست متعامد
۱۶۵	۸-۶ مدولاسیون فرکانس
۱۶۶	۱-۸-۶ کلید زیر فرکانسی و حداقل انتقال (MSK)
۱۶۸	۲-۸-۶ شکل دهی پالس
۱۷۱	۹-۶ تکنیک‌های دسترسی چندگانه در سیستم‌های سلولی
۱۷۲	۱-۹-۶ دسترسی چندگانه تقسیم فرکانس (FDMA)
۱۷۳	۲-۹-۶ دسترسی چندگانه تقسیم زمانی (TDMA)
۱۷۸	۳-۹-۶ دسترسی چندگانه تقسیم کدی (CDMA)
۱۸۲	مسائل
۱۸۴	مراجع
۱۸۵	فصل هفتم: مبانی و تکنیک‌های مخابرات پهن باند
۱۸۵	۱-۷ مقدمه
۱۸۵	۲-۷ سیستم‌های چندآنتنی
۱۸۵	۱-۲-۷ سیستم‌های چندورودی-چندخروجی (MIMO)
۱۸۶	۲-۲-۷ مدل چندآنتنی باند باریک
۱۸۷	۳-۲-۷ پیش‌کد ارسال و شکل‌دهی گیرنده
۱۸۸	۴-۲-۷ تجزیه موازی کانال MIMO
۱۸۹	۵-۲-۷ ظرفیت کانال MIMO
۱۹۰	۶-۲-۷ شکل‌دهی بیم
۱۹۲	۷-۲-۷ آنتن‌های هوشمند

۱۹۳	۳-۷- مدولاسیون چندحاملی
۱۹۴	۱-۳-۷- مالتی پلکس تقسیم فرکانسی متعامد (OFDM)
۱۹۹	۲-۳-۷- پیاده‌سازی گسسته OFDM
۲۰۱	۳-۳-۷- دسترسی چندگانه OFDMA
۲۰۴	۴-۳-۷- فیدینگ مدولاسیون چندحاملی
۲۰۵	۱-۴-۳-۷- متعامد سازی فرکانسی
۲۰۵	۲-۴-۳-۷- پیش‌کد کردن
۲۰۶	۳-۴-۳-۷- بارگذاری تطبیقی
۲۰۷	۴-۴-۳-۷- کد کردن زیرحامل‌ها
۲۰۸	۴-۷- کدها- فضا زمان STC
۲۰۹	۱-۴-۷- مدولاسیون پهنای باند
۲۱۰	۲-۴-۷- کدهای فضا- زمان بلوکی (STBC)
۲۱۷	۳-۴-۷- کدهای فضا- زمان لایه (STTC)
۲۲۲	۴-۴-۷- مقایسه کدهای بلوکی و تریس
۲۲۲	۵-۷- عملکرد خطای کدهای فضا- زمان
۲۲۴	۱-۵-۷- خطای کانال شبه‌ایستا
۲۲۵	۲-۵-۷- طرح کد برای کانال شبه‌ایستا
۲۲۷	مراجع
۲۲۹	فصل هشتم: مروری بر تکنولوژی‌های GPRS، EDGE، WiMAX و LTE
۲۲۹	۱-۸- مقدمه
۲۳۰	۲-۸- آشنایی با GSM
۲۳۱	۱-۲-۸- شبکه سلولی GSM
۲۳۳	۲-۲-۸- اجزاء شبکه GSM
۲۳۶	۳-۲-۸- ارتباطات در شبکه GSM
۲۳۹	۳-۸- EDGE و GPRS
۲۳۹	۱-۳-۸- مروری بر GPRS
۲۴۵	۲-۳-۸- مروری بر EDGE
۲۴۷	۴-۸- HSPA و WiMAX
۲۵۰	۵-۸- مروری بر فناوری WiMAX

۲۵۷	۶-۸- مروری بر فناوری LTE
۲۶۹	مراجع
۲۷۱	فصل نهم: مباحث ویژه در مخابرات پیشرفته
۲۷۱	۱-۹- مقدمه
۲۷۱	۲-۹- طیف گسترده و گیرنده‌های RAKE
۲۷۱	۳-۹- مدولاسیون طیف گسترده
۲۷۳	۴-۹- رشته شبه تصادفی (PN)، کد گستراننده
۲۷۵	۵-۹- طیف کمرده رسته مستقیم
۲۸۰	۶-۹- گیرنده RAKE
۲۸۱	۱-۶-۹- مدل کانال فرکانس-گزین
۲۸۳	۲-۶-۹- ساختار کد RAKE
۲۸۴	۷-۹- دسترسی چندگانه طیف گسترده
۲۸۵	۱-۷-۹- کدهای گسترش در دسترس چندگانه
۲۸۶	۲-۷-۹- کانال‌های پخش
۲۹۰	۳-۷-۹- کانال‌های دسترسی چندگانه
۲۹۴	۴-۷-۹- آشکارسازی چندکاربره
۲۹۶	مراجع
۲۹۹	فصل دهم: حل مسائل نمونه کتاب
۳۱۷	اختصارات
۳۲۱	واژه‌نامه انگلیسی- فارسی
۳۲۷	واژه‌نامه فارسی- انگلیسی
۳۳۳	مراجع و منابع

پیشگفتار چاپ دوم

کتاب «اصول مخابرات بی‌سیم و سیار» که بر مبنای مواد درسی مصوب کارشناسی ارشد تدوین و تألیف شده بود، خوشبختانه مورد استقبال دانشجویان و کارشناسان قرار گرفت. با اتمام شمارگان چاپ اول و با توجه به رشد سریع فناوری مخابرات باند پهن ثابت و سیار، ضروری دیده شد تا مباحث مربوط به تکنولوژی‌های نسل ۳ و ۴ نیز به مباحث پایه مخابرات سیار اضافه شود.

با توجه به اینکه مطالب پیشرفته مخابرات باند پهن سیار را در درسی با عنوان مباحث ویژه «سیستم‌های MIMO-OFDM و کدهای فضا-زمان» چندین سال است که برای دوره تحصیلات تکمیلی ارائه می‌نمایم، تهیه این مجموعه می‌بایست نیاز دانشجویان این درس را نیز برطرف سازد.

با لحاظ نکات پیش‌گفته، فصل‌های این کتاب تا ششم در چاپ اول بدون تغییر در چاپ دوم آورده شده‌اند. فصول هفتم تا نهم با تغییرات کلی و به مناسبت آشنایی با مبانی تکنولوژی‌های نسل ۳ و ۴ مخابرات باند پهن سیار تنظیم گردیده تا در درس «مخابرات سیار پیشرفته» نیز مورد استفاده قرار گیرد. فصل دهم کتاب شامل حل مسائل نمونه فصل‌های کتاب و نیز مسائل نمونه امتحانی است که برای استفاده کنندگان کتاب مفید است.

مطالب جدید اضافه شده دو جنبه مورد نیاز نظری و کاربردی را در بر دارد. آشنایی با فناوری‌های نسل ۳ و ۴ سیار نه تنها از نظر مبانی نظری و دانشگاهی حائز اهمیت است، بلکه هم برای دانشجویان و هم برای متخصصان این حوزه ضروری است تا در امور کارشناسی و بهره‌برداری از آنها با توجه به مزایا و معایب متفاوت و قابل توجه آنها بتوانند بررسی نموده و در مسند بهره‌برداری و اپراتوری و همچنین در جایگاه حاکمیتی و تدوین مقررات و نظارت، شناخت کافی داشته و تصمیم‌گیری نمایند. یادآوری می‌شود که در انتهای هر فصل مراجع متعددی آورده شده است تا با مراجعه به آنها، خوانندگان کتاب بتوانند مطالب را به صورت عمیق‌تر پیگیری نمایند.

در انتها بار دیگر خداوند منان را سپاسگذارم که توفیق تکمیل کتاب را در چاپ دوم آن عنایت فرمود
تا با توجه به نیاز روز دانشجویان، دانش پژوهان و صنعتگران این رشته گامی هرچند کوچک برداشته و
به آنها عرضه نمایم.

و الیه المستعان

دکتر کمال محامدپور

استاد گروه مخابرات

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تیرماه ۱۳۹۱

www.ketab.ir

پیشگفتار

کتابی که پیش رو دارید حاصل تدریس و تحقیق بیش از ۱۰ سال در دروس مرتبط با مخابرات سیار و بی‌سیم، راهنمایی پایان‌نامه‌های کارشناسی ارشد و دکتری در زمینه فوق است. کتاب در هفت فصل تنظیم گردیده که در هر فصل به تناسب موضوعات مثال‌هایی در متن و مسائل مختلفی در انتها آورده شده است. برای کسانی که به شرح کامل‌تری از موضوعات ارائه شده نیاز داشته باشند، مراجع و منابع متنوعی در انتهای فصول ارائه شده است.

در ابتدای کتاب اختصارات به کارگرفته شده در کتاب گردآوری و معرفی شده‌اند. همچنین در انتهای کتاب واژه‌نامه‌های فارسی-انگلیسی و انگلیسی-فارسی آورده شده است. این کتاب برای درس کارشناسی ارشد مصوب با همین نام آماده شده است که امید است مورد توجه اساتید محترم و نیز دانشجویان قرار گیرد.

اگر چه کتب انگلیسی زیادی وجود دارند که می‌توان به آنها رجوع نمود، وجود کتابی به زبان فارسی که بتواند به اصول اولیه پرداخته مورد استفاده دانشجویان و دانش‌پژوهان قرار گرفته و تا حدودی مشکل را مرتفع نماید، ضروری می‌نمود. از این جهت لازم است دانشجویان و پژوهش‌گران ارجمند توجه داشته باشند که کتب دوره‌های تحصیلات تکمیلی بیشتر به ارائه کتب المالب پرداخته و آنان را به مراجع ارجاع می‌دهند. با وجود این، حتی‌المقدور اصول مطالب در حد ضرورت ارائه گردیده تا برای مراجعه به منابع و مراجع ارائه شده در کتاب که از مهمترین کتب پایه این موضوع می‌باشند، کفایت لازم را داشته باشد. بدون شک به علت گستردگی موضوعات در زمینه مخابرات بی‌سیم و سیار امکان ارائه همه مطالب در یک کتاب مختصر میسر نبوده و به اختصار و شرح ضروری آنها بسنده شده است.

در خاتمه با سپاس از ایزد منان که بار دیگر توفیق داده و تهیه این کتاب را عنایت نموده است، از همه اساتید، دانشجویان و دانش‌پژوهان این رشته که با راهنمایی‌های خود بر تکمیل این مطالب می‌افزایند صمیمانه تشکر نموده، توفیق همگان را از خداوند کریم خواستارم.

دکتر کمال محامدپور

گروه مخابرات، دانشکده مهندسی برق

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تیرماه ۱۳۸۸

www.ketab.ir