

مخابرات سیار

مؤلفین:

افشین سوزنی

(پژوهشگر موسسه تحقیقات و ارتباطات و فناوری اطلاعات)

لادن اسمعیلی

(پژوهشگر موسسه تحقیقات و ارتباطات و فناوری اطلاعات)

سید امیر اصغری

(دانشجوی دکتری مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی امیرکبیر)

سرشناسه	سوزنی، افشین، ۱۳۵۲-
عنوان و نام پدیدآور	مخابرات سیار / افشین سوزنی، لادن اسمعیلی، سید امیر اصغری.
مشخصات نشر	تهران: نیاز دانش، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	۴۶۴ : مصور، جدول، نمودار.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۱۷-۳
وضعیت فهرست نویسی	فیپا
یادداشت	واژه‌نامه
موضوع	ارتباطات بی‌سیم
موضوع	مخابرات -- سیستم‌های سیار
موضوع	مخابرات -- سیستم‌های سیار جهانی
شناسه افزوده	اصغری، امیر، ۱۳۶۳-
شناسه افزوده	اسمعیلی، لادن، ۱۳۵۵-
رده‌بندی کنگره	۳۹۱.۳۹۱/س۹م۳/TK۵۱۰۲/۲
رده‌بندی دیویی	۶۲۱/۳۸۲
شماره کتابشناسی ملی	۲۹۱۱۵۳۲



نام کتاب	مخابرات سیار
تألیف	افشین سوزنی - لادن اسمعیلی - سید امیر اصغری
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس
طراح جلد	کیانا آرین
ناشر	نیاز دانش
لیتوگرافی / چاپ	نص - گنجینه
نوبت چاپ	اول - ۱۳۹۱
شمارگان	۱۰۰۰
قیمت	۲۰۰۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-6481-17-3

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۶۴۸۱-۱۷-۳

آدرس انتشارات: تهران - خیابان انقلاب - خیابان فخر رازی - خیابان شهدای ژاندارمری - ساختمان ایرانیان - واحد ۱۶

تلفن: ۶۶۴۸۴۲۰۴

مرکز پخش: تهران - میدان انقلاب - خیابان منیری جاوید - بن‌بست مبین - شماره ۶ - انتشارات نص

۶۶۴۶۵۶۷۴ - ۶۶۴۱۲۳۸۵ - ۶۶۴۰۵۳۷۲ - ۰۹۱۲-۷۰۷۳۹۳۵

فروشگاه: میدان انقلاب - ضلع جنوب شرقی - پلاک ۲۵ - کانون کتاب ایرانیان - انتشارات نص - ۶۶۴۰۵۳۷۲

مشاوره جهت نشر: ۰۹۱۲ - ۳۱۰۶۷۰۹

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به ناشر می‌باشد

فهرست مطالب

۱۴	۱ مقدمه‌ای بر سیستم‌های ارتباط سیار.....
۱۴	۱-۱ شناخت شبکه‌های ارتباط سیار.....
۱۴	۱-۲ معرفی شبکه‌های مختلف ارتباط سیار (نسل اول تا نسل چهارم).....
۱۴	۱-۲-۱ نسل اول مخابرات سیار (1G).....
۱۵	۱-۲-۲ نسل دوم مخابرات سیار (2G).....
۱۶	۱-۲-۳ نسل 2.5G.....
۱۶	۱-۲-۴ نسل سوم مخابرات سیار (3G).....
۲۰	۱-۲-۵ مقدمه‌ای بر نسل چهارم مخابرات سیار (4G).....
۳۰	۲ مبانی انتقال.....
۳۰	۲-۱ سیگنال‌های مورد استفاده برای انتقال اطلاعات.....
۳۰	۲-۱-۱ مفاهیم مربوط به دامنه یا قلمروی زمان.....
۳۴	۲-۱-۲ مفاهیم مربوط به حوزه فرکانس.....
۳۵	۲-۱-۳ ارتباط بین نرخ داده و پهنای باند.....
۳۸	۲-۲ انتقال داده‌های آنالوگ و دیجیتال.....
۳۸	۲-۲-۱ داده‌های آنالوگ و دیجیتال.....
۳۹	۲-۲-۲ سیگنالینگ آنالوگ و دیجیتال.....
۴۲	۲-۲-۳ انتقال دیجیتال و آنالوگ.....
۴۳	۲-۳ ظرفیت کانال.....
۴۴	۲-۳-۱ پهنای باند نایکوئیست.....
۴۵	۲-۳-۲ فرمول ظرفیت شانون.....
۴۷	۲-۴ وسایل ارتباطی برای انتقال.....
۴۹	۲-۴-۱ مایکروویو زمینی.....
۴۹	۲-۴-۱-۱ تعریف فیزیکی.....
۴۹	۲-۴-۱-۲ کاربردها.....
۴۹	۲-۴-۲ مشخصه‌های انتقال.....
۵۰	۲-۴-۳ مایکروویو ماهواره‌ای.....
۵۰	۲-۴-۳-۱ تعریف فیزیکی.....
۵۱	۲-۴-۳-۲ کاربردها.....
۵۱	۲-۴-۳-۳ مشخصه‌های انتقال.....
۵۲	۲-۴-۴ انتقال رادیویی.....
۵۲	۲-۴-۴-۱ تعریف فیزیکی.....
۵۳	۲-۴-۴-۲ کاربردها.....
۵۳	۲-۴-۴-۳ مشخصه‌های انتقال.....
۵۳	۲-۴-۵ مادون قرمز.....
۵۳	۲-۵ مالتی پلکس کردن.....
۵۸	۲-۶ پرسش‌های لازم برای مرور.....
۵۹	۲-۷ مسائل.....

۶۲	۲ آنتن‌ها و انتشار.....
۶۲	۱-۳ آنتن‌ها.....
۶۲	۱-۱-۳ نمودارهای تشعشی.....
۶۳	۲-۱-۳ انواع آنتن.....
۶۶	۳-۱-۳ (گین) بهره آنتن.....
۶۷	۲-۲ حالت‌های انتشار.....
۶۷	۱-۲-۳ انتشار با موج زمینی.....
۶۸	۲-۲-۳ انتشار با موج زمینی.....
۶۸	۳-۲-۳ انتشار در مسیر با دید مستقیم.....
۷۲	۳-۳ ارسال در خط دید مستقیم.....
۷۳	۱-۳-۳ تضعیف.....
۷۴	۲-۳-۳ افت فضای آزاد.....
۷۶	۳-۳-۳ نویز.....
۷۸	۴-۳-۳ عبارت E_b/N_0
۸۰	۵-۳-۳ جذب آتشفروشی.....
۸۰	۶-۳-۳ چند مسیری.....
۸۱	۷-۳-۳ انعکاس.....
۸۱	۴-۳ محوشدگی (fading) در محیط‌های موبایل (متحرک).....
۸۲	۱-۴-۳ انتشار چند مسیری.....
۸۴	۲-۴-۳ انواع محوشدگی.....
۸۷	۳-۴-۳ مکانیزم‌های جبران خطا.....
۹۲	۵-۳ پرسش‌های لازم برای مرور.....
۹۲	۶-۳ مسائل.....
۹۸	۴ تکنیک‌های کدگذاری سیگنال.....
۹۹	۱-۴ معیارهای کدگذاری سیگنال.....
۱۰۱	۲-۴ داده‌های دیجیتال، سیگنال‌های آنالوگ.....
۱۰۲	۱-۲-۴ Amplitude- shift keying (ASK).....
۱۰۲	۲-۲-۴ frequency- shift keying (FSK).....
۱۰۵	۳-۲-۴ Phase- Shift keying.....
۱۰۵	۱-۳-۲-۴ PSK دو سطحی.....
۱۰۶	۲-۳-۲-۴ PSK چهار سطحی.....
۱۰۷	۳-۳-۲-۴ PSK چند سطحی.....
۱۰۹	۴-۲-۴ عملکرد.....
۱۱۲	۵-۲-۴ مدولاسیون دامنه چهار سطحی.....
۱۱۳	۳-۴ داده‌های آنالوگ، سیگنال آنالوگ.....
۱۱۴	۱-۳-۴ مدولاسیون دامنه.....
۱۱۶	۲-۳-۴ مدولاسیون زاویه.....
۱۱۹	۴-۴ داده‌های آنالوگ، سیگنال‌های دیجیتال.....
۱۲۰	۱-۴-۴ مدولاسیون کد پالس.....

۱۲۲	۴-۴-۲ مدولاسیون دلتا
۱۲۴	۴-۴-۳ راندمان
۱۲۶	۴-۵ پرسش‌های لازم برای مرور
۱۲۷	۴-۶ مسائل

۵ طیف گسترده

۱۳۲	۵-۱ مفهوم طیف گسترده
۱۳۳	۵-۲ طیف گسترده با جهش فرکانسی
۱۳۳	۵-۲-۱ رویکرد اصلی
۱۳۶	۵-۲-۲ FHSS با استفاده از MFSK
۱۳۸	۵-۲-۳ موارد مربوط به عملکرد FHSS
۱۳۸	۵-۳ طیف گسترده با دنباله مستقیم
۱۳۹	۵-۳-۱ DSSS با استفاده از BPSK
۱۴۱	۵-۳-۲ موارد مربوط به عملکرد DSSS
۱۴۳	۵-۴ دستیابی چندگانه با تقسیم کدها
۱۴۳	۵-۴-۱ قواعد اصلی
۱۴۶	۵-۴-۲ CDMA برای طیف گسترده در توالی مستقیم
۱۴۷	۵-۵ ایجاد دنباله گسترش دهنده
۱۴۷	۵-۵-۱ دنباله‌های شبه نویز (PN)
۱۴۸	۵-۵-۱-۱ مشخصه‌های PN
۱۴۹	۵-۵-۱-۲ کاربرد شیفت رجیستر با فیدبک خطی
۱۵۳	۵-۵-۱-۳ مشخصه‌های دنباله‌های M
۱۵۵	۵-۵-۱-۴ دنباله‌های طلایی (Gold Sequences)
۱۵۷	۵-۵-۱-۵ دنباله‌های کازامی (Kasami Sequences)
۱۵۸	۵-۵-۲ کدهای متعامد
۱۵۸	۵-۵-۱-۲ کدهای والش (Walsh Codes)
۱۵۹	۵-۵-۲-۲ کدهای متعامد از مرتبه‌های متغیر
۱۵۹	۵-۵-۳ گسترش چندگانه
۱۶۰	۵-۶ پرسش‌های لازم برای مرور
۱۶۰	۵-۷ مسائل

۶ رمزگذاری و کنترل خطا

۱۶۸	۶-۱ تشخیص خطا
۱۷۰	۶-۱-۱ بررسی پریتی (Parity check)
۱۷۰	۶-۱-۲ بررسی تلفات دوره‌ای
۱۷۷	۶-۲ کدهای تصحیح خطای دسته‌ای
۱۷۸	۶-۲-۱ قواعد کد بلوکی یا دسته‌ای
۱۸۲	۶-۲-۲ کدهای Hamming
۱۸۵	۶-۲-۳ کدهای دوره‌ای
۱۹۰	۶-۲-۴ کدهای BCH

۳۵۳	۲-۴-۹ پهنای باند هماهنگ
۳۵۴	۳-۴-۹ گسترش دوپلر و زمان هماهنگی
۳۵۶	۵-۹ انواع مختلف محوشدگی در مقیاس کوچک
۳۵۷	۱-۵-۹ آثار محوشدگی ناشی از گسترش تأخیر زمان
۳۵۷	۱-۱-۵-۹ محوشدگی تخت
۳۵۸	۲-۱-۵-۹ محوشدگی با انتخاب فرکانس
۳۵۹	۲-۵-۹ آثار محوشدگی ناشی از گسترش دوپلر
۳۵۹	۱-۲-۵-۹ محوشدگی سریع
۳۶۰	۲-۲-۵-۹ محوشدگی کند
۳۶۱	۶-۹ توزیع Ricean و Rayleigh
۳۶۱	۱-۶-۹ توزیع محوشدگی رایلی (Rayleigh)
۳۶۳	۲-۶-۹ توزیع محوشدگی رایسین (Rician)
۳۶۵	۷-۹ مدل‌های آماری برای کانال‌های محوشدگی چند مسیری
۳۶۵	۱-۷-۹ مدل کلارک برای محوشدگی تخت
۳۶۷	۱-۱-۷-۹ شکل طیف حاصل از گسترش دوپلر در مدل کلارک
۳۷۰	۲-۷-۹ شبیه‌سازی مدل محوشدگی گنس و کلارک
۳۷۳	۳-۷-۹ عبور از سطح و نقاد آماری محوشدگی
۳۷۶	۴-۷-۹ مدل محوشدگی رایلی دو شکلی
۳۷۶	۵-۷-۹ مدل داخلی صالح و والرونلا
۳۷۷	۶-۷-۹ مدل‌های آماری داخلی و بیرونی SIRCIM و SMRCIM
۳۸۶	۱۰ تکنیک‌های دستیابی چندگانه در شبکه‌های ارتباطات بی‌سیم
۳۸۶	۱-۱۰ مقدمه
۳۸۷	۱-۱-۱۰ آشنایی با روش‌های دستیابی چندگانه
۳۸۹	۲-۱۰ دستیابی چندگانه با تقسیم فرکانس (FDMA)
۳۹۲	۳-۱۰ دستیابی چندگانه با تقسیم زمانی (TDMA)
۳۹۶	۴-۱۰ دستیابی چندگانه با طیف گسترده
۳۹۶	۱-۴-۱۰ دستیابی چندگانه با پرش فرکانسی (FHMA)
۳۹۷	۲-۴-۱۰ دستیابی چندگانه با تقسیم کد (CDMA)
۳۹۹	۳-۴-۱۰ تکنیک‌های طیف گسترده هیبرید
۴۰۱	۵-۱۰ دستیابی چندگانه با تقسیم فضا (SDMA)
۴۰۲	۶-۱۰ رادیویی بسته‌ای (packet radio)
۴۰۳	۱-۶-۱۰ پروتکل‌های رادیویی بسته‌ای
۴۰۴	۱-۱-۶-۱۰ ALOHA خالص
۴۰۵	۲-۱-۶-۱۰ ALOHA شیاریبندی شده
۴۰۶	۲-۶-۱۰ پروتکل‌های دستیابی چندگانه با حس حامل (CSMA)
۴۰۸	۳-۶-۱۰ پروتکل‌های ذخیره‌ای
۴۰۸	۱-۳-۶-۱۰ ALOHA ذخیره‌ای
۴۰۸	۲-۳-۶-۱۰ دستیابی چندگانه با ذخیره بسته (PRMA)
۴۰۸	۴-۶-۱۰ تأثیر تسخیر در radio packet

۴۰۹	 ۷-۱۰ ظرفیت سیستم‌های سلولی
۴۱۴	 ۱-۷-۱۰ ظرفیت CDMA سلولی
۴۱۷	 ۲-۷-۱۰ ظرفیت CDMA با چندین سلول
۴۲۳	 ۳-۷-۱۰ ظرفیت در دستیابی چندگانه با تقسیم فضا
۴۲۷	 مسائل

۴۳۲	 ۱۱ ساختار سیستم و آدرس‌دهی
۴۳۲	 ۱-۱۱ توصیف کلی
۴۳۴	 ۲-۱۱ آدرس‌ها و شناسه‌ها
۴۳۴	 ۱-۲-۱۱ هویت تجهیزات بین‌المللی ایستگاه موبایل (IMEI)
۴۳۵	 ۲-۲-۱۱ هویت بین‌المللی مشترک موبایل (IMSI)
۴۳۵	 ۲-۲-۱۱ شماره مشترک موبایل (MSISDN)
۴۳۶	 ۴-۲-۱۱ شماره رومینگ دستگاه موبایل (MSRN)
۴۳۷	 ۵-۲-۱۱ هویت ناحیه مکانی (LAI)
۴۳۸	 ۶-۲-۱۱ شناسه وقت مشترک موبایل (TMSI)
۴۳۸	 ۷-۲-۱۱ شناسه محلی مشترک موبایل (LMSI)
۴۳۸	 ۸-۲-۱۱ شناسه سلول (CI)
۴۳۹	 ۹-۲-۱۱ کد شناسایی ایستگاه فرستنده-گیرنده اصلی (BSIC)
۴۳۹	 ۱۰-۲-۱۱ شناسایی رجیسترهای موقعیت و MSC
۴۳۹	 ۳-۱۱ ساختار سیستم
۴۳۹	 ۱-۳-۱۱ دستگاه موبایل (MS)
۴۴۰	 ۲-۳-۱۱ شبکه رادیویی- زیرسیستم ایستگاه اصلی (BSS)
۴۴۱	 ۳-۳-۱۱ شبکه سوئیچینگ موبایل (MSS)
۴۴۲	 ۱-۳-۳-۱۱ مرکز سوئیچینگ موبایل (MSC)
۴۴۳	 ۲-۳-۳-۱۱ رجیسترهای محلی و اصلی (HLR, VLR)
۴۴۳	 ۴-۳-۱۱ عملیات و نگهداری (OMSS)
۴۴۳	 ۱-۴-۳-۱۱ نظارت و نگهداری شبکه
۴۴۴	 ۲-۴-۳-۱۱ تأیید اعتبار کاربر و رجیستر کردن تجهیزات
۴۴۵	 ۴-۱۱ داده‌های مشترکین در GSM
۴۴۶	 ۵-۱۱ پیکربندی PLMN و اینترفیس‌ها
۴۴۷	 ۱-۵-۱۱ اینترفیس‌ها
۴۴۹	 ۲-۵-۱۱ پیکربندی
۴۵۲	 مراجع

تکنولوژی بی سیم در حال تبدیل شدن به یک قطب قدرتمند ارتباطی است که تنوعی از سرویس های مختلف را ارائه می دهد. تلفن های موبایل، سرویس های ماهواره ای مختلف و هم اکنون، اینترنت و شبکه های ناحیه محلی بی سیم، تنوعی از این گوناگونی تکنولوژی بی سیم هستند که با گذشت مدت زمان کوتاهی، مطرح شده اند. این کتاب حول محور تکنولوژی بی سیم، یک سری موضوعات کلیدی را در دسته بندی های کلی زیر ارائه می دهد:

✓ **تکنولوژی و معماری:** در این دسته، پارامترهایی همچون باندهای فرکانسی، تکنیک های کدینگ سیگنال و معماری شبکه مورد بررسی قرار می گیرند.

✓ **انواع شبکه:** این کتاب، انواع مهم شبکه های بی سیم مانند ماهواره ها، شبکه های سلولی، شبکه های دسترسی بی سیم ثابت و شبکه های ناحیه محلی بی سیم را معرفی می کند.

✓ **رویکردهای طراحی:** این کتاب، طراحی های مختلفی را برای شبکه های بی سیم ارائه نموده و آنها را از نقطه نظر پارامترهای مختلف ارزیابی می کند.

✓ **کاربردها:** تکنولوژی بی سیم در گستره متنوعی از کاربردها مورد استفاده قرار می گیرد که در این کتاب به برخی از این کاربردها پرداخته می شود.

در فصل اول این کتاب، مقدمه ای بر سیستم های ارتباطی بی سیم ارائه می شود و نسل های مخابرات معرفی می گردند.

فصل دوم به بررسی مبانی انتقال در شبکه های ارتباطی می پردازد. مفاهیمی همچون، حوزه زمان، حوزه فرکانس، سیگنالینگ های آنالوگ و دیجیتال و ظرفیت کانال، از جمله مواردی هستند که در این فصل معرفی می شوند.

فصل سوم بر روی آنتن ها و انتشار امواج متمرکز می شود. در این فصل، انواع آنتن ها و انتشارها مورد بررسی قرار می گیرند. تضعیف، نویز و محوشدگی از دیگر مفاهیم مهمی هستند که در ادامه این فصل مطرح می گردند.

در فصل چهارم به معرفی تکنیک های کدگذاری سیگنال پرداخته می شود. در ادامه این فصل، انواع روش های مدولاسیون سیگنال مورد بررسی قرار می گیرند.

فصل پنجم بطور خاص بر روی مفهوم طیف گسترده سیگنال متمرکز می شود. در همین راستا، چند روش طیف گسترده همانند FHSS و DSSS نیز مورد بررسی قرار می گیرند.

با توجه به اهمیت تشخیص و تصحیح خطا در شبکه های بی سیم، در فصل ششم به بررسی این دسته از روش ها برای کنترل خطا پرداخته می شود.

در فصل هفتم به بررسی مفاهیم مرتبط با سیستم های سلولی و همچنین مبانی طراحی این دسته از سیستم ها پرداخته می شود.

فصل هشتم به بررسی انتشار امواج رادیویی موبایل می‌پردازد. مدل انتشار در فضای آزاد، انعکاس و پراکندگی از جمله موارد دیگری هستند که در ادامه این فصل مورد توجه قرار می‌گیرند. در فصل نهم و در ادامه مباحث فصل هشتم، انتشار امواج رادیویی موبایل با تأکید بر روی محوشدگی و چند مسیری در مقیاس کوچک مورد بررسی قرار می‌گیرند. فصل دهم، تکنیک‌های دستیابی و دسترسی چندگانه را در شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم معرفی می‌کند. در این راستا، روش‌هایی همچون FDMA ، CDMA ، FHMA ، SDMA ، CSMA و ... مورد بررسی قرار می‌گیرند.

فصل یازدهم نیز به عنوان آخرین فصل این کتاب، به بررسی ساختار سیستمی در شبکه‌های ارتباطی بی‌سیم و نحوه آدرس‌دهی در آنها می‌پردازد.

در تهیه این کتاب از کتاب شبکه‌های بی‌سیم پروفسور استالینگز و همچنین شبکه‌های بی‌سیم پروفسور راپاپورت نیز استفاده شده است که در زمینه طراحی شبکه‌های بی‌سیم از جمله کتاب‌های بسیار ارزشمند هستند. در مجموع، سعی شده است که کتاب پیش‌رو، کتابی مفید در زمینه مفاهیم شبکه‌های بی‌سیم باشد. این کتاب می‌تواند برای دانشجویان رشته‌های برق - مخابرات، کامپیوتر، ارتباطات و فناوری اطلاعات (IC) و تمامی علاقمندان به شبکه‌های ارتباط بی‌سیم، مرجع مناسبی باشد. بسیار سپاسگزار خواهیم شد که هر صورتی که انتقادی بر مفاهیم این کتاب وارد می‌دانید، از طریق آدرس پستی زیر ایراد فرمایید تا در چاپ‌های بعدی مدنظر قرار گیرد.

Seyyed_asghari@aut.ac.ir

با تشکر از تمامی شما، هموطنان عزیز