



مخابرات ماهواره‌ای

(سرویس‌های متحرک، سرویس‌های تلویزیون دیجیتال، سرویس‌های اینترنت و ATM مبتنی بر ماهواره)

ویرایش چهارم

تالیف:

دنيس رادى

ترجمه:

سيد امير اصغرى

(استاديار دانشكده مهندسى برق و كامپيوتر دانشگاه خوارزمى)

امير مهدى رضايى

(دانشجوى دكتورى دانشگاه صنعتى شريف)

نياز دانش

مقدمه مؤلف

همانند ویرایش‌های قبلی، در ویرایش چهارم نیز سعی شده است که علی‌رغم پوشش گسترده مباحث مخابرات ماهواره‌ای، برای مطالعات پیشرفته‌تر مطالب تا حد امکان عمیق‌تر ارائه شوند. از ریاضیات به‌عنوان ابزار توصیفی برای فراهم کردن نتایج استفاده شده است، ولی تا حد امکان از استخراج روابط ریاضی پیچیده پرهیز شده است. در حل مسائل عددی و مثال‌ها از نرم‌افزار *MathcadTM* استفاده شده است، ولی مثال‌های متن به‌گونه‌ای ارائه شده است، که از دیگر برنامه‌ها و ماشین‌حساب‌های قابل برنامه‌ریزی نیز بتوان استفاده کرد.

تغییرات اصلی این ویرایش نسبت به ویرایش‌های قبلی به این صورت می‌باشد. در فصل اول بخش مربوط به ماهواره‌های *INTELSAT* و قطب‌گرد محیطی و جستجو و نجات، به‌روز شده است. مدارهای همگام با خورشید در فصل دوم با جزئیات بیشتری بیان شده‌اند. در فصل ۶ بخش جدیدی راجع به آنتن‌های صفحه‌ای و آرایه‌ای، شامل آرایه‌های بازتابنده و سوئیچینگ آرایه اضافه شده است. در فصل ۸ جزئیات بیشتری از دریافت باند-*C* سیگنال‌های تلویزیونی ارائه شده است. در فصل ۱۱، توصیف دقیق‌تری از کدهای بلوکی خطی ارائه شده است، و بخش جدیدی راجع به ظرفیت شانون و کدهای چک توازن کم‌چگالی (*LPDC*) اضافه شده است. در فصل ۱۲ بخش جدیدی مربوط به لینک‌های بین‌ماهواره‌ای (*ISL*)، شامل لینک‌های نوری ارائه شده است. برای ارائه جزئیات بیشتری از شبکه‌ها و عملکرد مد انتقال ناهمگام (*ATM*)، فصل ۱۵ دوباره نوشته شده است. فصل ۱۶ تلویزیون کیفیت‌بالا (*HDTV*) را با جزئیات بیشتری پوشش داده است، و در فصل ۱۷ سیستم ماهواره سیار ایریدیوم، که هم‌اکنون دارای مالکیت جدیدی است، توصیف شده است.

در عصر حاضر که ملاحظات امنیتی بالایی در نظر گرفته می‌شود، به‌دست آوردن اطلاعات فنی دقیق راجع به سیستم‌های مخابرات ماهواره‌ای و تجهیزات مربوطه کار دشواری است. بنابراین از افراد و سازمان‌های زیر که نسخه‌هایی از مقالات فنی و شکل‌ها را برای مباحث کتاب فراهم نمودند، باید تشکر و قدردانی کرد:

آنتن‌های صفحه‌ای، آرایه‌ای، آرایه بازتابنده و سوئیچینگ آرایه: ژاکلین آدامس، *Battelle/GLITec*؛ دکتر لوئیجی بوچیا، دانشگاه کالابریا؛ توماس جی براویاک، مدیر بخش بازاریابی *Aeroflex/KDI-Integrated*؛ دکتر مایکل پارس، آسکور، سنت پترزبورگ، روسیه؛ هارمیش پاتل، بخش رادار آزمایشگاه تحقیقاتی ناو؛ پروفیسور دیوید پوزار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه ماساچوست در امبرست؛ دکتر باب رومانفسکی، شاخه آنتن و میکروویو و سیستم‌های نوری، مرکز تحقیقاتی ناسا در گلن؛ دکتر پتر شروک، انتشارات وب‌مستر، *JPL*.
ATM: ویلیام دی. ایوانچیچ، مرکز تحقیقات گلن، مرکز تحقیقات لویس، ناسا؛ دکتر پتیا تودوروا، انستیتو فرانکوف *FOKUS*، برلین.

کدهای توربو و *LPDC*: دکتر آلستر جی. بر، پروفیسور مخابرات، دانشکده الکترونیک، دانشگاه یورک؛ تونی سامرز، مهندس ارشد، *Comtech AHA*.

HDTV: کتی فایربریس، مسئول اطلاعات، *JEE*، لندن، بریتانیا.

INTELSAT: تراویس اس تیلور، بخش مخابرات، ایتیلست، واشنگتن.

سیستم ایریدیوم: لیز دکاسترو، مدیر مخابرات، شرکت ماهواره‌ای ایریدیوم.

کازپس-سارست: چریل برتوریا، مسئول عملیات اساسی، مدیریت کازپس-سارست، لندن، بریتانیا و هانا برمودز از کازپس و سارست.

همچنین از ویرایش سوم، از دکتر هنری درایور، مؤسسه علوم کامپیوتری برای محاسبات موقعیت جئودتیک فصل دوم تشکر می‌شود. همچنین از خواندگانی که پیشنهاداتی برای تصحیح، اضافه شدن و بهبود مطالب داشته‌اند تشکر می‌شود. علی‌رغم تلاش حاصل، در متن این کتاب قطعا خطاهایی وجود دارد، بنابراین از خوانندگان عزیز درخواست می‌شود تا در صورت مشاهده چنین خطاهایی از طریق آدرس پست الکترونیکی droddy@tbayel.com نویسنده را مطلع سازد.

تیم ویرایشی انتشارات *McGraw-Hill* تلاش بسیاری برای چاپ ویرایش چهارم داشته‌اند: بنابراین لازم است تا از استیو چپمن، ویرایشگر، کمک ویرایشگر دیانا متینگلی و مدیر پروژه گیتا رامان، به‌خاطر کمک‌هایشان سپاسگزاری کنم.

دنيس رادی

خلیج تندر، اُتاریو

مقدمه مترجمین

تکنولوژی بی‌سیم در حال تبدیل شدن به یک قطب قدرتمند ارتباطی است که تنوعی از سرویس‌های مختلف را ارائه می‌دهد. تلفن‌های موبایل، سرویس‌های ماهواره‌ای مختلف و هم‌اکنون، اینترنت و شبکه‌های ناحیه محلی بی‌سیم، تنوعی از این گوناگونی تکنولوژی بی‌سیم هستند که با گذشت مدت زمان کوتاهی، مطرح شده‌اند. یکی از پرکاربردترین شاخه‌های مخابرات بی‌سیم، مخابرات ماهواره‌ای است، که مزیت‌های مختلفی از جمله امکان برقراری مخابرات راه‌دور را فراهم می‌کند. در چند دهه اخیر پیشرفت سیستم‌های ماهواره‌ای سریع‌تر شده و لزوم مطالعه این سیستم‌ها بیشتر احساس می‌شود. این کتاب با محوریت سیستم‌های مخابرات ماهواره‌ای، یک سری از موضوعات کلیدی این سیستم‌ها را در قالب فصل‌های مختلف ارائه می‌کند.

فصل اول این کتاب به بررسی کلی سیستم‌های مخابراتی ماهواره‌ای و معرفی سیستم‌های کاربردی موجود می‌پردازد و نمایی کلی از این سیستم‌های ارتباطی را به تصویر می‌کشد. در فصل دوم، قوانین حرکت ماهواره‌ها، مدارهای ماهواره‌ای و روش‌های پرتاب ماهواره‌ها، به همراه پارامترهای معرفی‌کننده مدار ماهواره‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند. در فصل سوم این کتاب، مدار زمین‌ساکن که پرکاربردترین مدار ماهواره‌ای می‌باشد، معرفی می‌شود. فصل چهارم به معرفی انتشار امواج رادیویی می‌پردازد. در این معرفی، اختلال‌های انتشار ناشی از عوامل طبیعی مختلف نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند. فصل پنجم بطور خاص به بحث قطبش می‌پردازد و نحوه برخورد با آن را به تصویر می‌کشد. در فصل ششم بر روی آنتن‌ها تمرکز می‌شود و انواع آنتن‌ها و کاربردهای هر یک از آن‌ها معرفی می‌شوند. در فصل هفتم این کتاب به بررسی بخش فضایی سیستم‌های مخابرات ماهواره‌ای پرداخته می‌شود. در این بررسی، زیرسیستم‌های مختلفی که در سامانه‌های فضایی مطرح هستند همانند زیرسیستم کنترل حرارت، زیرسیستم کنترل توان و زیرسیستم ایستگاه زمینی معرفی می‌شوند. فصل هشتم کتاب به بررسی بخش زمینی سیستم‌های مخابرات ماهواره‌ای می‌پردازد. در فصل نهم این کتاب به بررسی سیگنال‌های آنالوگ پرداخته می‌شود. مباحثی همچون کانال‌های تلفنی و مدولاسیون‌های فرکانسی در

این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند. فصل دهم به بررسی سیگنال‌های دیجیتال می‌پردازد. در این فصل، مباحثی همچون سیگنال‌های باندپایه و مدولاسیون کد پالس بررسی می‌شوند. در فصل یازدهم به بررسی کدینگ کنترل خطا پرداخته شده و کدهای مختلفی که در ارتباطات سیستم‌های مخابرات ماهواره‌ای جهت تشخیص و تصحیح خطا مورد استفاده می‌شوند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. فصل دوازدهم به بررسی لینک فضایی می‌پردازد. اتلاف‌های انتقال در سیستم‌های مخابرات ماهواره‌ای در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند و روابط مربوط به محاسبات بودجه توان لینک معرفی می‌شوند. در فصل سیزدهم، بطور خاص به بحث تداخل در ارتباطات ماهواره‌ای پرداخته می‌شود و انواع سناریوهای تداخل بررسی می‌شود. فصل چهاردهم به بررسی روش‌های دسترسی در سیستم‌های ارتباطات ماهواره‌ای می‌پردازد. روش‌های دسترسی چندگانه مختلفی در این فصل مورد بررسی قرار می‌گیرند. در فصل پانزدهم به بررسی ماهواره‌ها در شبکه‌های ارتباطی پرداخته می‌شود. مفاهیم پایه شبکه در ارتباطات ماهواره‌ای در این فصل معرفی شده و سپس به بررسی شبکه‌های ATM و معماری TCP/IP در سیستم‌های ارتباطی ماهواره‌ای پرداخته می‌شود. در فصل شانزدهم به بررسی تلویزیون ماهواره‌ای بخش مستقیم پرداخته شده و در انتها، در فصل هفدهم به بررسی سرویس‌های متحرک و خاص ماهواره‌ای پرداخته می‌شود.

کتاب سیستم‌های مخابرات ماهواره‌ای پروفیسور رادی، یکی از کتاب‌های ارزشمند در زمینه ارتباطات و مخابرات و بطور خاص در حوزه مخابرات ماهواره‌ای است. این کتاب می‌تواند مرجع مناسبی برای دانشجویان رشته‌های مهندسی برق، مهندسی ارتباطات و فناوری اطلاعات (ICT)، مهندسی کامپیوتر در مقاطع مختلف کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری و همچنین سازمان‌های مرتبط با مباحث ارتباطات ماهواره‌ای باشد. مبتنی بر این اهمیت، سعی شده است تا این کتاب تا حد امکان با بیانی سلیس به زبان فارسی برگردانده شده و در اختیار دانشجویان و بطور کل، مخاطبین علاقمند قرار گیرد. علی‌رغم سعی انجام شده در بهینه بودن کتاب ترجمه شده پیش‌رو، کماکان ممکن است نقایصی در آن وجود داشته باشد و یا اینکه ممکن است در برخی از موارد، ترجمه جایگزینی که مخاطب، مد نظر دارد، از ترجمه ارائه شده، در تفهیم مطلب، کارا تر باشد. لذا خواهشمندیم، نقطه نظرات ارزشمند خود را پیرامون این کتاب به آدرس پست الکترونیک زیر ارسال نمایید.

mehdirezaei@ee.sharif.edu

seyyed_asghari@aut.ac.ir

با تشکر از تمامی شما هموطنان عزیز

فهرست مطالب

فصل ۱ مروری بر سیستم‌های ماهواره‌ای..... ۱۱	فصل ۳ مدار زمین‌ساکن..... ۸۳
۱-۱ مقدمه..... ۱۱	۱-۳ مقدمه..... ۸۳
۲-۱ تخصیص فرکانس سرویس‌های ماهواره‌ای..... ۱۲	۲-۳ زوایای دید آنتن..... ۸۴
۳-۱ INTELSAT..... ۱۴	۳-۳ آنتن نصب شده قطبی..... ۹۰
۴-۱ U.S Domsats..... ۲۱	۴-۳ محدوده قابل رویت..... ۹۳
۵-۱ ماهواره‌های قطب‌گرد..... ۲۵	۵-۳ مدارهای تقریباً زمین‌ساکن..... ۹۵
۶-۱ سیستم Argos..... ۲۸	۶-۳ خسوف زمینی ماهواره..... ۹۸
۷-۱ کازپس-سارست..... ۲۹	۷-۳ قطع ارتباط در عبور خورشیدی..... ۹۹
مسائل و تمرین‌ها..... ۳۵	۸-۳ پرتاب به مدارها..... ۱۰۰
	مسائل و تمرین‌ها..... ۱۰۵
فصل ۲ مدارها و روشن‌های پرتاب..... ۳۷	فصل ۴ انتشار امواج رادیویی..... ۱۰۹
۱-۲ مقدمه..... ۳۷	۱-۴ مقدمه..... ۱۰۹
۲-۲ قانون اول کپلر..... ۳۷	۲-۴ تلفات اتمسفری..... ۱۰۹
۳-۲ قانون دوم کپلر..... ۳۸	۳-۴ اثرات یونسفر..... ۱۱۰
۴-۲ قانون سوم کپلر..... ۳۹	۴-۴ تضعیف باران..... ۱۱۲
۵-۲ تعاریف اصطلاحات ماهواره‌ها در مدار زمین..... ۴۰	۵-۴ دیگر اختلالات انتشاری..... ۱۱۶
۶-۲ عناصر مداری..... ۴۳	مسائل و تمرین‌ها..... ۱۱۷
۷-۲ ارتفاع اوج و حضیض..... ۴۴	
۸-۲ اغتشاشات مداری..... ۴۶	فصل ۵ قطبش..... ۱۱۹
۱-۸-۲ تاثیرات غیر کروی بودن زمین..... ۴۶	۱-۵ مقدمه..... ۱۱۹
۲-۸-۲ کشش اتمسفری..... ۵۰	۲-۵ قطبش آنتن..... ۱۲۴
۹-۲ مدارات متمایل..... ۵۱	۳-۵ قطبش سیگنالهای ماهواره‌ای..... ۱۲۷
۱-۹-۲ تقویم‌ها..... ۵۲	۴-۵ تمایز قطبش متقاطع..... ۱۳۲
۲-۹-۲ زمان جهانی..... ۵۴	۵-۵ قطبش‌زدایی یونسفری..... ۱۳۴
۳-۹-۲ تاریخ‌های ژولیان..... ۵۵	۶-۵ قطبش‌زدایی باران..... ۱۳۵
۴-۹-۲ زمان نجومی..... ۵۷	۷-۵ قطبش‌زدایی یخ..... ۱۳۷
۵-۹-۲ صفحه مداری..... ۵۸	مسائل و تمرین‌ها..... ۱۳۸
۶-۹-۲ سیستم مختصات استوایی-زمین‌مرکز..... ۶۲	
۷-۹-۲ مختصات ایستگاه زمینی برحسب فریم IJK..... ۶۴	فصل ۶ آنتن‌ها..... ۱۴۱
۸-۹-۲ سیستم مختصات افق-مکان‌مرکز..... ۶۸	۱-۶ مقدمه..... ۱۴۱
۹-۹-۲ نقطه زیرماهواره..... ۷۱	۲-۶ قضیه هم‌پاسخی برای آنتنها..... ۱۴۲
۱۰-۹-۲ پیش‌بینی موقعیت ماهواره..... ۷۳	۳-۶ سیستم‌های مختصات..... ۱۴۳
۱۰-۲ زمان خورشیدی میانگین محلی و مدارهای هم‌زمان با خورشید..... ۷۳	۴-۶ میدان‌های تشعشع یافته..... ۱۴۴
	۵-۶ چگالی شار توان..... ۱۴۷
۱۱-۲ زمان استاندارد..... ۷۶	
مسائل و تمرین‌ها..... ۷۷	

- فصل ۸ بخش زمینی** ۲۳۹
- ۱-۸ مقدمه ۲۳۹
- ۲-۸ سیستم‌های تلویزیونی فقط-دریافت خانگی ۲۳۹
- ۱-۲-۸ واحد بیرونی ۲۴۲
- ۲-۲-۸ واحد داخلی تلویزیون آنالوگ ۲۴۳
- ۳-۸ سیستم تلویزیونی با آنتن مرکزی ۲۴۴
- ۴-۸ سیستم تلویزیونی آنتن اجتماعی ۲۴۴
- ۵-۸ ایستگاه‌های زمینی ارسال-دریافت ۲۴۶
- مسائل و تمرین‌ها ۲۵۱
- فصل ۹ سیگنال‌های آنالوگ** ۲۵۳
- ۱-۹ مقدمه ۲۵۳
- ۲-۹ کانال تلفنی ۲۵۳
- ۳-۹ تلفن تک‌باند کناری ۲۵۴
- ۴-۹ تلفن FDM ۲۵۶
- ۵-۹ تلویزیون رنگی ۲۵۸
- ۶-۹ مدولاسیون فرکانس ۲۶۵
- ۱-۶-۹ محدودکننده‌ها ۲۶۶
- ۲-۶-۹ پهنای باند ۲۶۶
- ۳-۶-۹ نویز و بهره پردازش آشکارساز FM ۲۶۹
- ۴-۶-۹ نسبت سیگنال-به-نویز ۲۷۱
- ۵-۶-۹ پیش‌تاکید و تاکیدزدایی ۲۷۳
- ۶-۶-۹ توزین نویز ۲۷۵
- ۷-۶-۹ S/N و پهنای باند انتقال تلفنی FDM/FM ۲۷۵
- ۸-۶-۹ نسبت سیگنال-به-نویز برای TV/FM ۲۷۸
- مسائل و تمرین‌ها ۲۷۹
- فصل ۱۰ سیگنال‌های دیجیتال** ۲۸۳
- ۱-۱۰ مقدمه ۲۸۳
- ۲-۱۰ سیگنال‌های باند پایه دیجیتال ۲۸۳
- ۳-۱۰ مدولاسیون کد پالس ۲۸۸
- ۴-۱۰ مالتی‌پلکسینگ تقسیم-زمانی ۲۹۲
- ۵-۱۰ نیازمندی‌های پهنای باند ۲۹۴
- ۶-۱۰ سیستم‌های حامل دیجیتال ۲۹۷
- ۱-۶-۱۰ کلیدزنی شیف-فاز دودویی ۲۹۹
- ۲-۶-۱۰ کلیدزنی شیف-فاز ربعی ۳۰۱
- ۳-۶-۱۰ نرخ و پهنای باند انتقال مدولاسیون PSK ۳۰۳
- ۴-۶-۱۰ نرخ خطای بیت برای مدولاسیون PSK ۳۰۴
- ۷-۱۰ مدارات بازیابی حامل ۳۰۹
- ۸-۱۰ بازیابی زمانبندی بیت ۳۱۱
- مسائل و تمرین‌ها ۳۱۲
- ۶-۶ تشعشع کننده همسانگرد و بهره آنتن ۱۴۸
- ۷-۶ الگوی تشعشعی ۱۴۹
- ۸-۶ زاویه فضایی پرتو و سمت‌گرایی ۱۴۹
- ۹-۶ روزنه موثر ۱۵۲
- ۱۰-۶ دوقطبی نیم‌موج ۱۵۳
- ۱۱-۶ آنتن‌های روزنه‌ای ۱۵۵
- ۱۲-۶ آنتن‌های بوقی ۱۵۹
- ۱-۱۲-۶ آنتن‌های بوقی مخروطی ۱۵۹
- ۲-۱۲-۶ آنتن‌های بوقی هرمی ۱۶۲
- ۱۳-۶ بازتابنده سهموی ۱۶۲
- ۱۴-۶ تغذیه آفست ۱۶۸
- ۱۵-۶ آنتن‌های بازتابنده دوتایی ۱۷۰
- ۱-۱۵-۶ آنتن کاسگرین ۱۷۱
- ۲-۱۵-۶ آنتن گریگوریان ۱۷۱
- ۱۶-۶ سیستم‌های بازتابنده شکل‌یافته ۱۷۲
- ۱۷-۶ آرایه‌ها ۱۷۵
- ۱۸-۶ آنتن‌های صفحه‌ای ۱۸۰
- ۱۹-۶ آرایه‌های صفحه‌ای ۱۸۵
- ۲۰-۶ آرایه‌های بازتابنده ۱۹۰
- ۲۱-۶ سوئیچینگ آرایه ۱۹۳
- مسائل و تمرین‌ها ۱۹۶
- فصل ۷ بخش فضایی** ۲۰۱
- ۱-۷ مقدمه ۲۰۱
- ۲-۷ تامین توان ۲۰۱
- ۳-۷ کنترل گرایش ۲۰۵
- ۱-۳-۷ پایدارسازی ماهواره‌های چرخشی ۲۰۷
- ۲-۳-۷ پایدارسازی با چرخ تکانه‌ای ۲۱۰
- ۴-۷ حفظ ایستگاه ۲۱۱
- ۵-۷ کنترل حرارتی ۲۱۴
- ۶-۷ زیر سیستم TT&C ۲۱۴
- ۷-۷ ترانسپوندرها ۲۱۶
- ۱-۷-۷ گیرنده باند پهن ۲۱۹
- ۲-۷-۷ دی‌مالتی‌پلکسر ورودی ۲۲۰
- ۳-۷-۷ تقویت کننده توان ۲۲۲
- ۸-۷ زیر سیستم آنتن ۲۲۸
- ۹-۷ Morelos و Satmex 5 ۲۳۰
- ۱۰-۷ ماهواره‌های Anik ۲۳۳
- ۱۱-۷ فضایی‌های پیشرفته Tiros-N ۲۳۵
- مسائل و تمرین‌ها ۲۳۷

۳۷۲	۱-۸-۱۲	عقب‌رفتگی خروجی	۳۱۵	فصل ۱۱	کدینگ کنترل خطا
۳۷۳	۲-۸-۱۲	خروجی TWTA ماهواره	۳۱۵	۱-۱۱	معرفی
۳۷۴	۹-۱۲	تأثیرات باران	۳۱۶	۲-۱۱	کدهای بلوکی خطی
۳۷۵	۱-۹-۱۲	حاشیه محو باران در لینک بالاسو	۳۲۱	۳-۱۱	کدهای چرخشی
۳۷۶	۲-۹-۱۲	حاشیه محو باران در لینک پایین سو	۳۲۲	۱-۳-۱۱	کدهای همینگ
۳۷۹	۱۰-۱۲	نسبت C/N مرکب لینک بالاسو و پایین سو	۳۲۲	۲-۳-۱۱	کدهای BCH
۳۸۱	۱۱-۱۲	نویز بین مدولاسیون	۳۲۳	۳-۳-۱۱	کدهای رید-سولومون
۳۸۴	۱۲-۱۲	لینک‌های بین ماهواره‌ای	۳۲۵	۴-۱۱	کدهای کانولوشن
۳۹۲		مسائل و تمرین‌ها	۳۲۸	۵-۱۱	جاگذاری
			۳۲۸	۶-۱۱	کدهای الحاقی
			۳۳۰	۷-۱۱	پارامترهای لینک که تحت تأثیر کدینگ قرار می‌گیرند
			۳۳۲	۸-۱۱	بهره کدینگ
			۳۳۲	۹-۱۱	دیکدینگ تصمیم سخت و نرم
			۳۳۵	۱۰-۱۱	ظرفیت شانون
			۳۳۷	۱۱-۱۱	کدهای توربو و LDPC
			۳۴۰	۱-۱۱-۱۱	کدهای LDPC
			۳۴۳	۱۲-۱۱	درخواست تکرار خودکار
			۳۴۵		مسائل و تمرین‌ها
			۳۴۹	فصل ۱۲	لینک فضایی
			۳۴۹	۱-۱۲	مقدمه
			۳۴۹	۲-۱۲	توان تشعشعی همسانگرد معادل
			۳۵۱	۳-۱۲	تلفات انتقال
			۳۵۱	۱-۳-۱۲	انتقال فضای آزاد
			۳۵۲	۲-۳-۱۲	تلفات تغذیه‌کننده
			۳۵۳	۳-۳-۱۲	تلفات عدم تنظیم آنتن
			۳۵۴	۴-۳-۱۲	تلفات ثابت جو و یونسفر
			۳۵۴	۴-۱۲	رابطه بودجه توان لینک
			۳۵۵	۵-۱۲	نویز سیستم
			۳۵۷	۱-۵-۱۲	نویز آنتن
			۳۵۸	۲-۵-۱۲	دمای نویز تقویت‌کننده
			۳۵۹	۳-۵-۱۲	تقویت‌کننده‌های آبخاری
			۳۶۰	۴-۵-۱۲	ضریب نویز
			۳۶۱	۵-۵-۱۲	دمای نویز شبکه‌های تلفاتی
			۳۶۳	۶-۵-۱۲	دمای نویز کل سیستم
			۳۶۴	۶-۱۲	نسبت حامل به نویز
			۳۶۶	۷-۱۲	لینک بالاسو
			۳۶۶	۱-۷-۱۲	چگالی شار اشباع
			۳۶۸	۲-۷-۱۲	عقب‌رفتگی ورودی
			۳۶۹	۳-۷-۱۲	HPA ایستگاه زمینی
			۳۷۰	۸-۱۲	لینک پایین سو
۳۹۷		فصل ۱۳			تداخل
۳۹۷	۱-۱۳	مقدمه			
۳۹۹	۲-۱۳	تداخل بین مدارهای ماهواره			
۴۰۱	۱-۲-۱۳	لینک پایین سو			
۴۰۲	۲-۲-۱۳	لینک بالاسو			
۴۰۳	۳-۲-۱۳	[C/I] مرکب لینک‌های بالاسو و پایین سو			
۴۰۳	۴-۲-۱۳	تابع بهره آنتن			
۴۰۵	۵-۲-۱۳	تداخل باندعبور			
۴۰۶	۶-۲-۱۳	مشخصه انتقال گیرنده			
۴۰۷	۷-۲-۱۳	ارزیابی عینی تداخل			
۴۰۸	۸-۲-۱۳	نسبت حفاظت			
۴۰۹	۳-۱۳	گسترش انرژی			
۴۱۱	۴-۱۳	هماهنگی			
۴۱۱	۱-۴-۱۳	سطوح تداخل			
۴۱۳	۲-۴-۱۳	بهره انتقال			
۴۱۴	۳-۴-۱۳	افزایش دمای نویز			
۴۱۵	۴-۴-۱۳	معیار هماهنگی			
۴۱۶	۵-۴-۱۳	چگالی طیفی توان نویز			
۴۱۷		مسائل و تمرین‌ها			
۴۲۱		فصل ۱۴			دسترسی ماهواره
۴۲۱	۱-۱۴	مقدمه			
۴۲۲	۲-۱۴	دسترسی منفرد			
۴۲۳	۳-۱۴	FDMA پیش تخصیص یافته			
۴۲۷	۴-۱۴	FDMA تخصیص برحسب تقاضا			
۴۲۹	۵-۱۴	سیستم Spade			
	۶-۱۴	عملکرد پهنای باند محدود شده و توان محدود شده تقویت‌کننده TWT			
۴۳۱	۱-۶-۱۴	تحلیل لینک پایین سوی FDMA			
۴۳۴	۷-۱۴	TDMA			
۴۳۹	۱-۷-۱۴	داده قطاری مرجع			
۴۴۰	۲-۷-۱۴	مقدمه و انتها			

۱۵-۱۲ اتصالات TCP شکافتی ۵۲۲
 ۱۵-۱۳ کانال‌های نامتقارن ۵۲۴
 ۱۵-۱۴ سیستم پیشنهادی ۵۲۶
 مسائل و تمرین‌ها ۵۲۶

۳-۷-۱۴ باز یابی حامل ۴۴۲
 ۴-۷-۱۴ همزمان‌سازی شبکه ۴۴۳
 ۵-۷-۱۴ آشکار سازی کلمه یکتا ۴۴۷
 ۶-۷-۱۴ داده ترافیک ۴۴۹
 ۷-۷-۱۴ بازدهی فریم و ظرفیت کانال ۴۵۰
 ۸-۷-۱۴ TDMA پیش تخصیص یافته ۴۵۱
 ۹-۷-۱۴ TDMA تخصیص یافته بر حسب تقاضا ۴۵۴
 ۱۰-۷-۱۴ درون یابی و پیش بینی گفتار ۴۵۴
 ۱۱-۷-۱۴ تحلیل لینک پایین سو برای انتقال دیجیتال ۴۵۹
 ۱۲-۷-۱۴ مقایسه نیازمندی های توان لینک بالاسو
 برای TDMA و FDMA ۴۶۰
 ۸-۱۴ پردازش سیگنال روی سیورد برای
 عملکرد FDMA/TDM ۴۶۳
 ۹-۱۴ TDMA سوئیچ شده-ماهواره ای ۴۶۶
 ۱۰-۱۴ دسترسی چندگانه تقسیم-کد ۴۷۱
 ۱-۱۰-۱۴ طیف گسترده دنباله-مستقیم ۴۷۳
 ۲-۱۰-۱۴ سیگنال کد $c(t)$ ۴۷۳
 ۳-۱۰-۱۴ اکتساب و ردیابی ۴۷۷
 ۴-۱۰-۱۴ گسترده سازی و فشرده سازی طیف ۴۷۹
 ۵-۱۰-۱۴ پروندهی CDMA ۴۸۰
 مسائل و تمرین‌ها ۴۸۳

فصل ۱۶ **تلویزیون ماهواره‌ای پخش مستقیم** ۵۳۱
 ۱-۱۶ مقدمه ۵۳۱
 ۲-۱۶ فاصله مداری ۵۳۱
 ۳-۱۶ رتبه توان و تعداد ترانسپوندرها ۵۳۲
 ۴-۱۶ فرکانس ها و قطبش ۵۳۳
 ۵-۱۶ ظرفیت ترانسپوندر ۵۳۳
 ۶-۱۶ نرخ بیت های تلویزیون دیجیتال ۵۳۴
 ۷-۱۶ استانداردهای فشرده سازی MPEG ۵۳۶
 ۸-۱۶ تصحیح خطای پیشرو ۵۴۲
 ۹-۱۶ واحد بیرونی گیرنده خانگی ۵۴۳
 ۱۰-۱۶ واحد درونی گیرنده خانگی ۵۴۵
 ۱۱-۱۶ تحلیل لینک پایین سو ۵۴۶
 ۱۲-۱۶ لینک بالاسو ۵۵۲
 ۱۳-۱۶ تلویزیون کیفیت بالا ۵۵۳
 ۱-۱۳-۱۶ نمایشگرهای HDTV ۵۵۴
 ۱۴-۱۶ پهنای باند فرکانسی ویدئو ۵۵۵
 مسائل و تمرین‌ها ۵۵۷

فصل ۱۵ **ماهواره‌ها در شبکه‌ها** ۴۹۱
 ۱-۱۵ معرفی ۴۹۱
 ۲-۱۵ پهنای باند ۴۹۲
 ۳-۱۵ میانی شبکه ۴۹۲
 ۴-۱۵ مد انتقال ناهمگام ۴۹۴
 ۱-۴-۱۵ لایه های ATM ۴۹۵
 ۲-۴-۱۵ شبکه های ATM و واسطه ای آن ۴۹۶
 ۳-۴-۱۵ سلول ATM و سرآیند آن ۴۹۷
 ۴-۴-۱۵ سوئیچینگ ATM ۴۹۹
 ۵-۴-۱۵ مدارات مجازی دائمی و سوئیچ شده ۵۰۰
 ۶-۴-۱۵ پهنای باند ATM ۵۰۰
 ۷-۴-۱۵ کیفیت سرویس ۵۰۳
 ۵-۱۵ ATM بر روی ماهواره ۵۰۴
 ۶-۱۵ اینترنت ۵۱۱
 ۷-۱۵ لایه های اینترنت ۵۱۳
 ۸-۱۵ لینک TCP ۵۱۵
 ۹-۱۵ لینک های ماهواره ای و TCP ۵۱۷
 ۱۰-۱۵ بهبود TCP بر روی کانال های ماهواره ای با
 استفاده از مکانیزم های استاندارد ۵۱۸
 ۱۱-۱۵ RFC ها ۵۲۰

فصل ۱۷ **سرویس های متحرک و خاص ماهواره ای** ۵۶۱
 ۱-۱۷ مقدمه ۵۶۱
 ۲-۱۷ سرویس های متحرک ماهواره ای ۵۶۱
 ۳-۱۷ VSAT ها ۵۶۴
 ۴-۱۷ رادارست ۵۶۶
 ۵-۱۷ سیستم ماهواره ای موقعیت یاب جهانی ۵۶۹
 ۶-۱۷ Orbcomm ۵۷۲
 ۷-۱۷ Iridium ۵۷۶
 مسائل و تمرین‌ها ۵۸۲
پیوست الف- پاسخ به مسائل انتخابی ۵۸۵
پیوست ب- مقاطع مخروطی ۵۹۱
پیوست ج- عناصر مداری دوخطی ناسا ۶۰۷
پیوست د- لیست ماهواره ها ۶۰۹
پیوست ه- نمایش ضرایب بین مدولاسیونی مرتبه سوم ۶۱۱
اختصارات ۶۱۳
واژه نامه فارسی به انگلیسی ۶۱۷
واژه نامه انگلیسی به فارسی ۶۲۷
نمایه ۶۳۷