

به نام آن که جان را فکرت آموخت

مخابرات بی سیم باند پهن (ثابت و سیار)

www.ketab.ir

تالیف :

دکتر کمال محامدپور

استاد دانشکده مهندسی برق

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی



سرشناسه : محامدپور، کمال، ۱۳۳۳ -
 عنوان و نام پدیدآور : مخابرات بیسیم باندپهن: ثابت و سیار/ کمال محامدپور.
 مشخصات نشر : تهران: دانش‌بنیاد، ۱۴۰۳.
 مشخصات ظاهری : [۶]، ۲۰۱ ص: مصور، جدول، نمودار.
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۵۶۴۱-۷۷-۸
 وضعیت فهرست نویسی : فیا
 یادداشت : واژه‌نامه
 یادداشت : کتابنامه ص [۱۹۵] - ۲۰۰
 موضوع : سامانه‌های ارتباطی باند پهن
 موضوع : Broadband communication systems
 موضوع : ارتباطات بی‌سیم - نوآوری
 موضوع : Technological innovations -- Wireless communication systems
 موضوع : مخابرات - سیستم‌ها
 موضوع : Telecommunication systems
 موضوع : مخابرات - سیستم‌های سیل
 موضوع : Mobile communication systems
 رده بندی کنگره : TK۵۱۰۳/۴
 رده بندی دیویی : ۶۲۱/۳۸۲
 شماره کتابشناسی ملی : ۹۶۰۹۶۷۶
 اطلاعات رکورد کتابشناسی : فیا

مخابرات بی‌سیم باند پهن (ثابت و سیار)



www.ketab.ir

تألیف : کمال محامدپور
 نوبت چاپ : اول
 سال چاپ : ۱۴۰۳
 تیراژ : ۱۰۰
 شابک : ۹۷۸-۶۲۲-۵۶۴۱-۷۷-۸

دفتر انتشارات : تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌بانی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰

تلفن : ۶۶۴۸۲۲۲۱ - ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۶۵۸۳۱

فروشگاه تهران : خیابان انقلاب - مقابل دیرخانه دانشگاه تهران - پلاک ۱۳۱۲ - کلیفروشی صانعی - تلفن : ۶۶۴۰۹۹۲۴

فروشگاه یزد : میدان آزادی (بلغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره - کلب مرکزی فدک

تلفن : ۳۶۲۲۶۷۷۵ - ۳۶۲۲۶۷۷۲ - ۳۵ - ۳۶۲۲۶۷۷۲

ایمیل و وبسایت : www.fadakbook.ir - fadakbook@yahoo.com

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۲۸ محفوظ و متعلق به ناشر می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از ناشر ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

پیشگفتار

به دنبال انتشار کتاب "اصول مخابرات بی سیم و سیار" برای دوره‌های تحصیلات تکمیلی و پس از سال‌ها ارائه درس "بیسیم پیشرفته باند پهن، ابتدا با عنوان مباحث ویژه "MIMO-OFDM و کدهای فضا-زمان"، تصمیم بر این شد تا تجارب آموزشی در این زمینه، برای سهولت دسترسی دانشجویان و محققان، انتشار یابد. ناگفته نماند که هیچ کتاب فارسی تالیفی در این زمینه وجود ندارد.

با توجه به رشد سریع فناوری مخابرات باند پهن، لازم بود تا مبانی فناوری‌های بیسیم باند پهن (ثابت و سیار) که در نسل‌های 4 و 5 مورد نیاز است، به صورت مجموعه‌ای درسی ارائه شود.

با لحاظ نکات پیشگفته، در فصل اول مروری بر مخابرات بیسیم، کانال‌های فیدینگ و کانال بیسیم باند پهن ارائه گردیده است که مشروح مخابرات بیسیم و سیار را در کتابی به همین نام می‌توان دید.

از فصل دوم به بعد مبانی مخابرات باند پهن، مانند سیستم‌های چند آنتنی و MIMO، کدهای فضا-زمان، مدولاسیون‌های چندحاملی OFDM و سیستم‌های دسترسی متعامد OMA و غیرمتعامد NOMA مورد بحث قرار می‌گیرند.

حل مسائل نمونه فصل‌های کتاب و نیز مسائل نمونه امتحانی در فصل پایانی کتاب گردآوری شده‌اند که برای استفاده کنندگان کتاب می‌تواند مفید واقع شود.

یادآوری می‌شود که در انتهای هر فصل مراجع مرتبط با فصل، با عنوان منابع و مراجع فصل آورده شده است تا با مراجعه به آنها، خوانندگان کتاب بتوانند مطالب را به صورت عمیق‌تر پیگیری نمایند. در انتهای کتاب نیز، کلیه مراجع مورد استفاده گردآوری شده‌اند.

لازم است از همه دست‌اندرکاران انتشارات دانش‌بنیاد و خصوصاً مدیر محترم و فرهیخته آن که در انتشار این کتاب همت نموده‌اند، تشکر نموده و توفیقات آنان را از خدای منان خواستارم.

در انتها، با سپاس به درگاه خداوند منان، و امید آن که کتاب بتواند مورد استفاده دانشجویان و دانش پژوهان قرار گیرد، از نظرات ارزشمند خوانندگان برای تکمیل مطالب در انتشار بعدی، پیشاپیش سپاسگزاری می‌نماید.

دکتر کمال محامدپور

استاد گروه مخابرات

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

دی ماه ۱۴۰۲

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل ۱ مروری بر کانال‌های بیسیم و فیدینگ ۱

- ۱.۱ مقدمه ۲
- ۲.۱ خصوصیات انتشاری سیگنال و مدل فضای آزاد ۲
- ۳.۱ تقریب ردیابی مسیر در مدل انتشار ۵
- ۴.۱ مدل انتشار دو مسیری (Two-Ray) ۶
- ۵.۱ مدل ساده‌شده افت مسیر ۱۰
- ۶.۱ مدل‌های تجربی ۱۲
- ۷.۱ اثرات سایه در افت ۱۲
- ۸.۱ منطقه پوشش سلولی ۱۶
- ۹.۱ پدیده انتقال داپلر ۱۷
- ۱۰.۱ مدل آماری کانال چندمسیری ۱۸
- ۱۱.۱ مدل محوشدگی باند باریک ۱۹
- ۱۲.۱ توزیع‌های توان و پوش ۲۰
- ۱۳.۱ مدل‌های فیدینگ باند پهن ۲۳
- ۱۴.۱ پهنای باند همدوسی ۲۵
- ۱۵.۱ زمان همدوسی کانال و طیف توان داپلر ۲۸
- ۱۶.۱ چندگانگی ۲۹
- ۱۷.۱ مسائل ۳۶
- ۱۸.۱ مراجع و منابع ۳۸

فصل ۲ سیستم‌های چند-آنتنی و MIMO ۴۱

- ۱.۲ مقدمه ۴۲
- ۲.۲ سیستم‌های چندورودی-چندخروجی ۴۳
- ۳.۲ ظرفیت کانال MIMO ۴۸
- ۴.۲ بررسی MIMO هم بسته و محوشدگی رایلی ۵۴
- ۵.۲ مدلسازی و دسته بندی کانال‌های MIMO ۵۷
- ۶.۲ بهره چندگانگی MIMO ۶۱
- ۷.۲ مصالحه میان چندگانگی و مالتی پلکسینگ در MIMO ۶۳
- ۸.۲ آنتنهای هوشمند ۶۵
- ۹.۲ سیستم MIMO انبوه ۶۸
- ۱۰.۲ آرایه آنتنی در سیستم MIMO انبوه ۷۵
- ۱۱.۲ مسائل ۷۶
- ۱۲.۲ مراجع و منابع ۷۹

فصل ۳ کدهای فضا-زمان ۸۱

- ۱.۳ مقدمه ۸۲
- ۲.۳ کدهای فضا-زمان (STC) ۸۲
- ۳.۳ کدهای فضا-زمان بلوکی (STBC) ۸۵
- ۴.۳ کدهای فضا-زمان ترلیس (STTC) ۱۰۰
- ۵.۳ عملکرد خطای کدهای فضا-زمان ۱۰۷
- ۶.۳ مسائل ۱۱۳
- ۷.۳ مراجع و منابع ۱۱۷

فصل ۴ مدولاسیون چندحاملی ۱۱۹

- ۱.۴ مقدمه ۱۲۰
- ۲.۴ مدولاسیون چندحاملی پایه ۱۲۱
- ۳.۴ کدگذاری برداری (VC) ۱۲۵
- ۴.۴ مدولاسیون تقسیم فرکانسی متعامد OFDM ۱۳۰
- ۵.۴ دسترسی چندگانه OFDMA ۱۴۴
- ۶.۴ اثر محوشدگی در مدولاسیون چندحاملی ۱۴۸

۷.۴ دسترسی چندگانه فرکانسی نامتعامل، NOMA ۱۵۱

۸.۴ MIMO-NOMA ۱۶۰

۹.۴ مسائل ۱۶۱

۱۰.۴ مراجع و منابع ۱۶۳

فصل ۵ حل مسائل نمونه کتاب ۱۶۵

۱.۵ مسائل فصل ۱ ۱۶۶

۲.۵ مسائل فصل ۲ ۱۶۹

۳.۵ مسائل فصل ۳ ۱۷۱

۴.۵ مسائل فصل ۴ ۱۷۳

۵.۵ مسائل نمونه امتحانی ۱۷۵

اختصارات ۱۷۹

واژه‌نامه‌ها ۱۸۵

مراجع و منابع کتاب ۱۹۵