به نام خدا

٤٧١٧٧

به نام خدا
دانشگاه تهران

۱۳۸۲ /۶/ ۱۰

دانشکده فنی
گروه آموزشی مهندسی برق و کامپیوتر

گواهی دفاع از پایان‌نامه کارشناسی ارشد

هیات داوران پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای سعید فولادی فرد در رشته مهندسی برق و کامپیوتر گرایش مخابرات با عنوان «بررسی اثرات عدم تطابق فاز و بهره در سیستم‌های مخابراتی OFDM بی‌سئیم» را در تاریخ ۸۲/۴/۲

نمره نهایی پایان‌نامه : به عدد ۲۰ به حروف بیست

و درجه : عالی ارزیابی نمود.

ردیف	مشخصات هیات داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه دانشگاهی	دانشگاه یا موسسه	امضاء
۱	استاد راهنما استاد راهنمای دوم (حسب مورد) :	دکتر حمیدرضا	استادیار	تهران	
۲	استاد مشاور :	ـــــ	ـــــ	ـــــ	
۳	استاد مدعو :(یا استاد مشاور دوم)	دکتر سعید نادر اصفهانی	دانشیار	تهران	
۴	استاد مدعو (خارجی) :	دکترمعصومه نصیری کناری	دانشیار	صنعتی شریف	
۵	نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی گروه آموزشی :	دکتر محمود کمره‌ای	دانشیار	تهران	

تذکر : این برگه پس از تکمیل توسط هیات داوران در نخستین صفحه پایان‌نامه درج می‌گردد.

دانشکده فنی دانشگاه تهران
تحصیلات تکمیلی

۱۳۸۲ /۶/ ۱۰

۴۷۱۷۷

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان:

بررسی اثرات عدم تطابق فاز و بهره در سیستم های مخابراتی OFDM بی سیم

نگارش:

سعید فولادی فرد

استاد راهنما:

دکتر حمید رضا شفیعی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مخابرات- گرایش سیستم

تیر ماه ۱۳۸۲

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان: بررسی اثرات عدم تطابق فاز و بهره در سیستم های مخابراتی OFDM بی سیم

نگارش: سعید فولادی فرد

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مخابرات - گرایش سیستم

از این پایان نامه در تاریخ ۸۲/۴/۲ در مقابل هیئت داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.

امضاء

معاونت تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر جواد فیض
مدیر گروه آموزشی	دکتر پرویز جبه دار مارالانی
معاونت تحصیلات تکمیلی گروه	دکتر حمید رضا جمالی
استاد راهنما	دکتر حمید رضا شفیعی
عضو هیئت داوران:	دکتر محمود کمره ای
عضو هیئت داوران:	دکتر سعید نادر اصفهانی
عضو هیئت داوران:	دکتر معصومه نصیری کناری

تقدیم به پدر و مادر عزیزم.

چکیده

OFDM یک روش مدولاسیون مناسب و موثر برای استفاده در کانالهای مخابراتی است که در سالهای اخیر به طور گسترده ای از سوی محققین مورد توجه قرار گرفته است .از این شیوه مدولاسیون جدیدا در مخابرات روی زوج سیم و پخش صدای دیجیتال استفاده شده است. بدلیل مقاوم بودن این روش در کانالهای فیدینگ با انتخاب فرکانسی و استفاده موثر از باند فرکانسی موجود، کاربرد OFDM در سیستمهای مخابراتی بی سیم مخصوصا مورد توجه است . مشخصا ازOFDM در طراحی شبکه های محلی بی سیم در استانداردهای *IEEE 802.11a, g* و *Hyperlan* استفاده شده است.

علیرغم همه مزایای مدولاسیون OFDM، یکی از مسائل این روش حساسیت آن به پدیده هایی است که باعث برهم خوردن تعامد بین زیرحامل های آن می باشند. عدم تطابق فاز و بهره یکی از مسائلی است که باعث برهم خوردن این تعامد می گردد. مسئله عدم تطابق فاز و بهره مخصوصا در ساختار گیرنده های رادیویی مبدل مستقیم به چشم می خورد. با این وجود گیرنده های مبدل مستقیم دارای ویژگی های جالب توجهی می باشند، از جمله این گیرنده ها بالقوه از لحاظ مصرف توان بهترین راندمان را داشته و همچنین این ساختارها را می توان با کمترین حجم و با قطعات مجتمع تحقق داد. این خصوصیات باعث می شوند که ساختار گیرنده های مبدل مستقیم خصوصا برای کاربرد در ترمینالهای بی سیم OFDM متحرک مفید باشند. ولی به هر حال استفاده از گیرنده های مبدل مستقیم مشروط به طراحی مکانیزم هایی برای جبران سازی عدم تطابق فاز و بهره می باشد.

موضوع کلی این پایان نامه بررسی اثرات عدم تطابق فاز و بهره در سیستم های مخابراتی OFDM بی سیم می باشد. در این پایان نامه به مسئله عدم تطابق فاز و بهره، اثرات آن بر عملکرد سیستم های OFDM و روشهای تخمین و جبران سازی آن پرداخته شده است. همچنین در این پایان نامه مسئله تخمین و جبران سازی افست فرکانس در حضور عدم تطابق فاز و بهره نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

تشکر و قدردانی

اینک، در پایان این مقطع از تحصیلاتم، لازم می دانم از تمامی معلمان و اساتیدی که در این راه مشعل هدایتم بودند صمیمانه قدردانی کنم. در این میان پیشاپیش سپاسگذار بزرگترین معلم دوران تحصیلم، **دکتر حمید شفیعی** می باشم. براستی قلم قاصر از بیان بزرگواری روح و طبع ایشان است.

فهرست

فصل اول

۱-مقدمه ۲

فصل دوم

۲- OFDM در مخابرات رادیویی ۷

۲-۱- مروری بر مدولاسیون های چند حاملی ۷

۲-۲- مروری بر OFDM ۱۲

۲-۲-۱- نحوه مدولاسیون ۱۲

۲-۲-۲- زمان حفاظ بین سمبل های OFDM ۱۵

۲-۳- ساختارهای مختلف گیرنده های OFDM ۲۱

فصل سوم

۳- عدم تطابق فاز و بهره در سیستم های OFDM ۲۹

۳-۱- عدم تطابق فاز و بهره در گیرنده‌های OFDM ۲۹

۳-۲- محاسبه احتمال خطای ناشی از عدم تطابق فاز و بهره در کانال AWGN ۳۳

۳-۳- روش تخمین عدم تطابق فاز و بهره ۳۶

۳-۳-الف: تخمین برای کانال AWGN ۳۷

۳-۳-ب: تخمین برای کانال فیدینگ ۴۲

۳-۴- جبران سازی و کالیبراسیون عدم تطابق فاز و بهره ۴۵

۳-۵- نتایج شبیه سازی ۴۶

فصل چهارم

۴- جبران سازی تطبیقی عدم تطابق فاز و بهره ۶۰

۴-۱- جبران سازی تطبیقی عدم تطابق فاز و بهره در حوزه فرکانس ۶۰

۴-۲- جبران سازی تطبیقی عدم تطابق فاز و بهره در حوزه زمان ۶۴

۴-۳- مقایسه عملکرد الگوریتم های جبران سازی حوزه های زمان و فرکانس ۶۷

فصل پنجم

۵- افست فرکانس در سیستم های OFDM با عدم تطابق فاز و بهره ۷۱

۵-۱- منشا افست فرکانس در سیستم های OFDM بی سیم ۷۱

۵-۲- روش های متداول تخمین و جبران سازی افست فرکانس ۷۷

۵-۳- تخمین افست فرکانس با وجود عدم تطابق فاز و بهره ۸۳

فصل ششم

۶- جمع بندی ۱۰۰

مراجع ۱۰۳

فهرست اشکال

فصل دوم

شکل ۲-۱: دیاگرام بلوکی فرستنده MCM ۸

شکل ۲-۲: FDM بدون همپوشانی ۹

شکل ۲-۳: FDM با همپوشانی ۱۰

شکل ۲-۴: OFDM ۱۱

شکل ۲-۵: سه زیر حامل یک سمبل OFDM ۱۳

شکل ۲-۶: زیرحامل های مدوله شده در یک سمبل OFDM ۱۳

شکل ۲-۷: تاثیر تاخیر نابرابر زیر حامل ها ۱۷

شکل ۲-۸: گسترش چرخشی سمبل OFDM در GI ۱۸

شکل ۲-۹: تاثیر کانال فیدینگ دو مسیره بر سمبل OFDM ۱۸

شکل ۲-۱۰: ساختار کلی یک گیرنده هترودایِن ۲۲

شکل ۲-۱۱: ساختار کلی یک گیرنده حذف تصویر ۲۳

شکل ۲-۱۲: گیرنده مبدل مستقیم ۲۴

فصل سوم

شکل ۳-۱: گیرنده مبدل مستقیم با عدم تطابق فاز و بهره ۲۹

شکل ۳-۲: اثر عدم تطابق فاز و بهره بر نمونه های دریافتی OFDM ۳۲

شکل۳-۳: اثرات عدم تطابق فاز و دامنه بر روی احتمال خطای نمونه‌های دریافتی سیستم OFDM ۳۳
شکل ۳-۴: نتیجه شبیه سازی احتمال خطای محاسبه شده در سیستم مبتلا به
عدم تطابق ۱dB و ۱۰ درجه ۳۶
شکل ۳-۵: نتیجه شبیه سازی احتمال خطای محاسبه شده در سیستم مبتلا به
عدم تطابق ۲dB و ۷ درجه ۳۶
شکل ۳-۶: سمبل OFDM به کار گرفته شده برای تخمین عدم تطابق فاز و بهره ۳۶
شکل ۳-۷: بلوک جبران ساز عدم تطابق فاز و بهره ۴۵
شکل ۳-۸: میانگین تخمین عدم تطابق فاز برای الگوریتم AWGN بر حسب
مقدار عدم تطابق فاز ۴۷
شکل ۳-۹: واریانس تخمین عدم تطابق فاز برای الگوریتم AWGN بر حسب
نسبت سیگنال به نویز کانال ۴۸
شکل ۳-۱۰: میانگین تخمین عدم تطابق بهره برای الگوریتم AWGN بر حسب
مقدار عدم تطابق بهره ۴۸
شکل ۳-۱۱: واریانس تخمین عدم تطابق بهره برای الگوریتم AWGN بر حسب
نسبت سیگنال به نویز کانال ۴۹
شکل ۳-۱۲: پاسخ کانال استفاده شده برای شبیه سازی الگوریتم تخمین در کانال
فیدینگ (در پهنای باند مورد استفاده IEEE 802.11a) ۵۰
شکل ۳-۱۳: میانگین تخمین عدم تطابق فاز برای الگوریتم فیدینگ بر حسب
مقدار عدم تطابق فاز ۵۱
شکل ۳-۱۴: واریانس تخمین عدم تطابق فاز برای الگوریتم فیدینگ بر حسب

نسبت سیگنال به نویز کانال ۵۱
شکل ۳-۱۵: میانگین تخمین عدم تطابق بهره برای الگوریتم فیدینگ بر حسب مقدار عدم تطابق بهره ۵۲
شکل ۳-۱۶: واریانس تخمین عدم تطابق بهره برای الگوریتم فیدینگ بر حسب نسبت سیگنال به نویز کانال ۵۲
شکل ۳-۱۷: واریانس تخمین عدم تطابق فاز برای الگوریتم های AWGN و فیدینگ بر حسب نسبت سیگنال به نویز کانال ۵۴
شکل ۳-۱۸: واریانس تخمین عدم تطابق بهره برای الگوریتم های AWGN و فیدینگ بر حسب نسبت سیگنال به نویز کانال ۵۵
شکل۳-۱۹: مدل منظومه مورد استفاده برای محاسبه احتمال خطا ۵۶

فصل چهارم

شکل ۴-۱: دیاگرام بلوکی جبران ساز حوزه فرکانس ۶۱
شکل ۴-۲: منحنی یادگیری الگوریتم جبران سازی حوزه فرکانس ۶۳
شکل ۴-۳:جبران ساز حوزه زمان برای عدم تطابق فاز و بهره ۶۴
شکل ۴-۴: عملکرد الگوریتم حوزه زمان بر روی احتمال خطای سیستم OFDM ۶۶
شکل ۴-۵: منحنی یادگیری الگوریتم های جبران سازی ۶۷
شکل ۴-۶: عملکرد احتمال خطای الگوریتم های جبران سازی ۶۸

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

فصل پنجم

شکل ۵-۱: پدیده شیفت فرکانس داپلر ۷۳

شکل ۵-۲: مدل یک سیستم بی سیم OFDM با افست فرکانس ۷۴

شکل ۵-۳: تخمین افست فرکانس باقی مانده با استفاده از پایلوت ۸۰

شکل ۵-۴: مدل کلی گیرنده OFDM بهمراه پدیده های افست فرکانس
و عدم تطابق فاز و بهره ۸۳

شکل ۵-۵: میانگین تخمین افست فرکانس بر حسب مقدار واقعی در حالت
حضور عدم تطابق فاز و بهره ۸۴

شکل ۵-۶: انحراف معیار تخمین افست فرکانس بر حسب مقدار واقعی در
حالت حضور عدم تطابق فاز و بهره ۸۵

شکل ۵-۷: گیرنده مبدل مستقیم با افست فرکانس و عدم تطابق فاز و بهره ۸۶

شکل ۵-۸: اثر افست فرکانس بر طیف سیگنال OFDM دریافتی ۸۸

شکل ۵-۹: اثرعدم تطابق فاز و بهره بر طیف سیگنال OFDM دریافتی ۸۸

شکل ۵-۱۰: تابع هزینه ارائه شده بر حسب β ۹۰

شکل ۵-۱۱: تابع هزینه ارائه شده بر حسب β برای گیرنده با عدم تطابق فاز و بهره ۹۱

شکل ۵-۱۲: فلوچارت الگوریتم تخمین افست فرکانس ۹۳

شکل ۵-۱۳: میانگین تخمین افست فرکانس برحسب مقدار واقعی ۹۴

شکل ۵-۱۴: انحراف معیار تخمین افست فرکانس ۹۴

شکل ۵-۱۵: اثر اضافه کردن تعداد پایلوت ها بر شکل تابع هزینه ۹۶

شکل ۵-۱۶: پنجره پیشنهادی برای تخمین افست فرکانس ۹۷

شکل ۵-۱۷: اثر پنجره کردن بر تابع هزینه تعریف شده ۹۷

فهرست جداول

جدول۳-۱: مقادیر Δx و Δy و احتمال رخداد هر زوج ۵۹