٣٧٢٠٠

۱۳۸۰/۸/۲۰
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تقدیم مرکز

دانشکده مهندسی برق

طراحی و ساخت مودم ADSL

013791

ارائه دهنده:

جعفر کریمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته

مهندسی برق - مخابرات

استاد راهنما:

دکتر سید علی اصغر بهشتی

بهار - ۱۳۸۰

۳۷۲۰۰

تقدیم به :

پدر و مادر عزیزم که در تمام مراحل زندگی راهنما و یـاریگر من بوده اند.

Modem مودم
Design طراحی
Fabrication ساخت (تولید)
Equalizer برابرساز (برق)
متعادل کننده (برق) ← برابرساز (برق)
Asymmetric Digital subscriber Line خط مشترک دیجیتالی نامتقارن

چکیده:

دراین پایان نامه، متعادل کننده‌های زمانی برای سیستم‌های ADSL که بر مبنای کدینگ خط DMT کار می‌کنند موردبررسی قرار می گیرد. متعادل کننده زمانی در گیرنده و پیش از اجزای دیگر قرار می‌گیرد وزمان پاسخ سیستم انتقال را کاهش می‌دهد. این کاهش زمان پاسخ سبب کوتاه کردن طول پسوند چرخشی می‌شود که این پسوند چرخشی را کدینگ خط DMT به منظور جبران زمان پاسخ سیستم، به انتهای بلوکهای انتقالی اضافه می‌کند. متعادل کنندهٔ زمانی بهینه، متعادل کننده ای است که بتواند بیشترین نرخ بیت انتقالی را در نرخ خطای خواسته شده تامین بکند. در این پایان نامه در اواخر فصل۵ ما نشان خواهیم داد که متعادل کنندهٔ زمانی MMSE برای سیستم‌های DMT-ADSL بهینه نیستند. ما در این پایان نامه بهینه ترین روشها را مورد بررسی قرار می‌دهیم که این روشها عبارتند از:

۱- روش Aldahir- Cioffi

۲- روش متعادل کننده‌های زمانی هندسی

۳- روش بیشترین نسبت سیگنال به نویز کوتاه شده(MSSNR) .

۴- روش تحلیل بر اساس مقادیر ویژه (Eigen Analysis)

۵- روش کلاس بندی کانالها.

همچنین در اواخر فصل پنج تاثیر متعادل کننده های مختلف بر روی نرخ بیت کلی را نشان خواهیم داد.

تقدیر و تشکر

با سپاس به درگاه ایزد منان

بر خود لازم می بینم که از استاد ارجمند دکتر سید علی اصغر بهشتی بخاطر راهنماییهای ارزشمندشان در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی نمایم. همچنین از آقایان دکتر ابوالفضل فلاحتی و دکتر کمال محامدپور بخاطر شرکت در جلسه دفاعیه تشکر می کنم.

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

خلاصه فصل ۱

۱-۱:مروری بر مخابرات دیجیتال ۱

۱-۲:مقدمه عمومی بر تکنیکهای انتقال XDSL ۴

۱-۳:مودمهای متقارن ۵

۱-۳-۱:IDSL ۶

۱-۳-۲:HDSL ۶

۱-۳-۳:SDSL ۶

۱-۳-۴:HDSL2,SHDSL ۷

۱-۴:مودمهای نامتقارن ADSL ۸

۱-۴-۱:VDSL ۸

۱-۵:متعادل کننده بعد زمانی در سیستم DMT ۹

۱-۶:ساختار پایان نامه ۱۰

فصل دوم : مروری بر تکنولوژی ADSL

مقدمه ۱۱

۲-۱:قابلیتها و معماری سیستم ADSL ۱۱

۲-۲:مشخصات حلقه نمونه ADSL ۱۵

۲-۳:محیط نویز ADSL ۱۹

۲-۳-۱:نویز CROSSTALK ۱۹

۲-۳-۲:سایر نویزها ۲۷

فصل سوم: مدولاسیون چند حامله گسسته

مقدمه ۳۰

۳-۱:آشنایی با مدولآسیون چند حامله ۳۰

۳-۲:مدولاسیون چند حامله گسسته ۳۲
۳-۳:الگوریتم جاگذاری بیت برای سیستم DMT ۳۵
۳-۳-۱: انعطاف پذیری ظرفیت جاگذاری بیت ۳۵
۳-۳-۲:الگوریتم اختصاص بیت برای QAM ۳۷
۳-۳-۳ : توزیع انرژی انتقالی در DMT ۳۹
۳-۳-۴ : الگوریتم بیت برای DMT ۴۱

فصل چهارم: متعادل کننده حوزه زمانی در سیستم DMT_ADSL

خلاصه فصل ۴۳
۴-۱:مدل سیستم فرستنده گیرنده های DMT_ADSL ۴۴
۴-۱-۱ : پیشوند چرخه ای ۴۵
۴-۱-۲ : متعادل کننده حوزه زمان ۴۶
۴-۱-۳: متعادل کننده حوزه فرکانس ۴۶
۴-۲: تئوری TEQ ۴۷
۴-۳: روش MMSE_TEQ ۴۸
۴-۴ :یک ایده حوزه فرکانسی به منظور تنظیمات TEQ ۵۳
۴-۵: توضیحاتی در مورد غیر بهینه بودن متعادل کننده زمانی MMSE ۵۵

فصل پنجم:بررسی روشهای بهینه برای سیستمهای DMT_ADSL

مقدمه ۶۰
۵-۱: بررسی متعادل کننده‌های زمانی هندسی ۶۱
۵-۲: روش MSSNR ۶۴
۵-۲-۱: الگوریتم DIVIDE_CONQURE ۶۸
۵-۳: خطوط راهنمای طراحی با توجه به نواقص MMSE_TEQ در حوزه فرکانس ۶۹

۵-۴ : راه حل ویژه برای بدست آوردن ضرایب متعادل کننده زمانی ۶۹
۵-۵:مقایسه عملکرد متعادل کننده های زمانی مختلف ۷۱
۵-۶ : مقاومت DMT در برابر تغییرات پاسخ ضربهٔ هدف ۷۹
۵-۷ : تعریف روش کلاس بندی کانالها ۸۱
۵-۸ : ارزیابی آماری کلاس بندی کانالها در DMT-ADSL ۸۵

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۶-۱ : خلاصه نتایج ۹۱
۶-۲: کارهای آینده ۹۳

ضمیمه الف: تئوری بنیادی خط انتقال ۹۴
ضمیمه ب: ضمیمه H/استاندارد T1E1.413 ۹۹
ضمیمه ج :جدول رابطه واحد Gauge و میلیمتر در سنجش قطر سیمهای مسی ۱۰۷

مراجع ۱۰۸

لیست اشکال:

شکل ۱-۱ :بلوک دیاگرام سیستم فرستنده گیرنده سیستم دیجیتال ۲

شکل۱-۲ :ساختار شبکه سوئیچینگ تلفن عمومی،PSTN، بدون استفاده از مودمهای XDSL ۴

شکل ۱-۳:ساختار شبکه سوئیچینگ تلفن عمومی،PSTN، با استفاده از مودمهای XDSL ۴

شکل۱-۴:خلاصه مشخصات سیستمهای DSL متقارن ۵

شکل۱-۵ :پهنای باند مورد استفاده در سیستم HDSL به ازا، مدولآسیونهای مختلف ۶

شکل۲-۱ : معماری استاندارد سیستم ADSL در شبکه دیتا ۱۲

شکل۲-۲ :ساختار داخلی مودم ADSL ۱۳

شکل۲-۳:تخصیص پهنای باند به روش FDM ۱۴

شکل۲-۴ : تخصیص پهنای باند به روش حذف اکو ۱۴

شکل۲-۵ : حلقه های استاندارد در نظر گرفته شده برای بررسی عملکرد سیستمهای DSL ۱۶

شکل۲-۶ :پاسخ ضربه حلقه۴ ۱۸

شکل۲-۷ :چگالی های طیف توان حلقه های تست ۱،۲،۳ و ۴ ۱۸.

شکل۲-۸: چگالی های طیف توان حلقه های تست۵،۶،۷و ۸ ۱۹.

شکل۲-۹:بیان نویزهای NEXT و FEXT ۲۱

شکل ۲-۱۰:چگالی طیفی توان ده تولید کننده نویز ADSL-NEXT ۲۲

شکل۲-۱۱: چگالی طیفی توان بیست و چهار تولید کننده نویز DSL-NEXT ۲۳

شکل۲-۱۲: چگالی طیفی توان ده تولید کننده نویز H DSL-NEXT ۲۴

شکل۲-۱۳: چگالی طیفی توان بیست تولید کننده نویز T1-NEXT ۲۶

شکل۲-۱۴: چگالی طیف توان ده تولید کننده نویز ADSL-FEXT ۲۸

شکل۲-۱۵:مثالی از تداخل و منابع نویز سیستم ADSL ۲۹

شکل۳-۱:شکل ساده شده مدولاسیون چند حامله ۳۱

شکل۳-۲:نمونه طیف توان مدولاسیون چند حامله ۳۲

لیست اشکال

شکل۳-۳: بلوک دیاگرام فرستنده گیرنده DMT ۳۳

شکل۳-۴: مثالی از جاگذاری بیت در سیستم ADSL ۳۶

شکل۳-۵:مدل گسسته زمان کانال آزلد از ISI ۳۷

شکل ۳-۶: نمودار فلکی QAM شانزده حالته ۳۸

شکل۴-۱:مدل فرستنده گیرنده سیستم DMT-ADSL ۴۴

شکل۴-۲:ساختمان پایه متعادل کننده زمانی. ۴۷

شکل۴-۳:SNR خروجی بر حسب تاخیر ۵۳

شکل ۴-۴:پاسخ دامنه حلقه ۴ ..... ۵۶

شکل ۴-۵:پاسخ دامنه متعادل کنندهMMSE برای حلقه ۴. ..... ۵۶

شکل۴-۶:جاگذاری بیتها بعد از متعادل کننده MMSE برای حلقه ۴. ..... ۵۷

شکل۴-۷:پاسخ دامنه فیلترهای DFT شصت و چهار نقطه ای ۵۹

شکل ۵-۱: تعریف پنجره در نظر گرفته شده در روش MSSNR ۶۶

شکل۵-۲:پاسخ فرکانسی کانال متعادل شده در روش MSSNR ۷۵

شکل۵-۳:کانال اصلی و کانال کوتاه شده توسط روش MSSNR ۷۵

شکل۵-۴:پاسخ فرکانسی کانال متعادل شده در روش ویژه ۷۶

شکل۵-۵:کانال اصلی و کانال کوتاه شده توسط روش ویژه ۷۶

شکل۵-۶:پاسخ فرکانسی کانال متعادل شده در روش هندسی ۷۷

شکل۵-۷:کانال اصلی و کانال کوتاه شده توسط روش هندسی ۷۷

شکل۵-۸:پاسخ فرکانسی کانال متعادل شده در روش MMSE ۷۸

شکل۵-۹: پاسخ های دامنه پاسخهای ضربه هدف برای حلقه ۵ ..... ۸۰

شکل۵-۱۰: حلقه های در نظر گرفته شده برای روش تقسیم برای روش تقسیم کانالها ۸۶

شکل۵-۱۱: چگالیهای طیف توان کانالهای سری ۱ ..... ۸۶.

شکل۵-۱۲ : چگالیهای طیف توان کانالهای سری ۲ ..... ۸۷

شکل۵-۱۳ : چگالیهای طیف توان کانالهای سری ۳ ..... ۸۷

شکل۵-۱۴ : چگالیهای طیف توان کانالهای سری ۴ ..... ۸۸

شکل ۵-۱۵:مدل حلقه های تصادفی انتخاب شده ..... ۸۸ .

شـکل۵-۱۶: منحنی تابع توزیع احتمال بر حسب نسبت نرخ بیت ارائه شده توسط روش کلاس بندی کانالها بر نرخ بیت ارائه شده توسط طراحی ویژه ..... ۹۰ .

شکل الف-۱: یک مدل ساده برای قسمت کوتاهی از خط انتقال ۹۵

شکل الف-۲: شکل بندی های مختلف حلقه های دو پورتی ۹۶

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

لیست جدولها

جدول ۴-۱: پارامترهای در نظر گرفته شده برای سیستمهای DMT-ADSL ۴۵

جدول ۵-۱: تعداد بیتهای هر بلوک DMT در روش طراحی ویژه بازاء M>=0 ۷۳

جدول ۵-۲: تعداد بیتهای هر بلوک DMT در روش طراحی ویژه بازاء M<0 ۷۴

جدول ۵-۳: تعداد بیتهای هر بلوک DMT بازاء روشهای متفاوت متعادل سازی ۷۴

جدول ۵-۴: تعدا د بیتهای هر بلوک DMT بازاء دو راه حل حوزه فرکانسی و Wiener Hopf ۷۹

جدول ۵-۵: تعداد بیتهای مدولاسیون DMT بازاء پاسخ ضربه های متفاوت. ۸۱

فصل اول

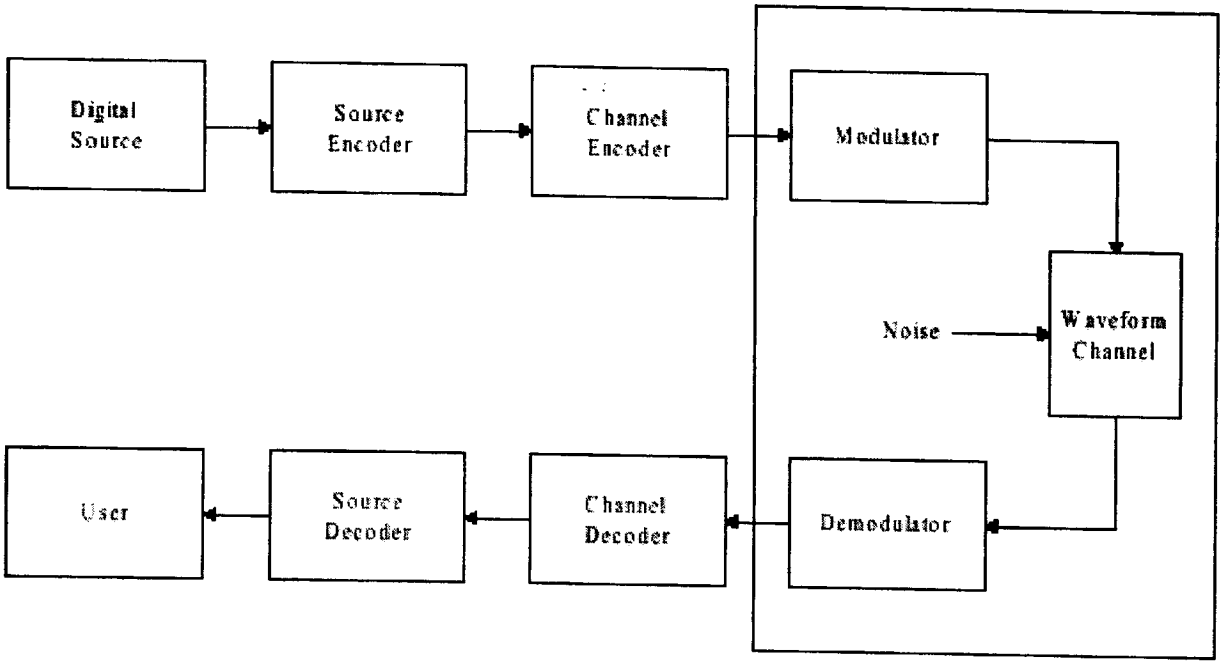
مقدمه

در این فصل مروری بر پایان نامه خواهیم داشت. در ابتدا ما خلاصه‌ای از مخابرات دیجیتال را در قسمت ۱-۱ مورد بررسی قرار می‌دهیم. در قسمت ۱-۲ مقدمه عمومی بر سیستم‌های خطوط دیجیتال مشترک خواهیم داشت. در قسمت۱-۳ پیش زمینهٔ کوتاهی از طراحی متعادل کننده‌های زمانی خواهیم داشت و در قسمت ۱-۴ خلاصه‌ای از فصلهای دیگر پایان نامه راخواهیم آورد.

۱-۱مروری بر مخابرات دیجیتال :

مخابرات، انتقال مجموعه ای از سیگنالهای اطلاعاتی از یک محل به محل دیگر و از میان یک کانال تعریف شده می باشد. مخابرات دیجیتال بخاطر برتری‌های آشکارش در مقابله با تاثیرات نویز محیط انتقال ،همچنین بخاطر امکان پردازش نرم افزاری آن نسبت به انتقال انالوگ در بسیاری از کاربردها دارای تسلط بیشتری می‌باشد.

شکل ۱-۱ بلوک دیاگرام سیستم مخابرات دیجیتال را نشان می‌دهد. منبع اطلاعاتی دیجیتال فرض می شود.البته تفاوتی نخواهد کردکه ذاتا دیجیتال باشد یا از شکل آنالوگ به دیجیتال تبدیل شده باشد. کد کننده منبع اطلاعات منبع را به رشته‌ای از عددهای باینری و با طول کمتر یا بدون اضافات تبدیل می‌کند.



شکل ۱-۱:بلوک دیاگرم کلی سیستم مخابرات دیجیتال.

کد گشا منبع عمل عکس را درگیرنده انجام می‌دهد واطلاعات دیجیتال اصلی دوباره تولید می شود. در واقع جفت کد کننده و کد گشا منبع برای افزایش کلی نرخ بیت کمک می‌کنند ودر نتیجه پهنای باند لازم برای انتقال اطلاعات را کاهش می‌دهند. کد کننده کانال مقداری اضافات کنترلی را به سیگنال اطلاعاتی ما اضافه می‌کنند که مقدار این اضافات کنترلی بر حسب نوع کدینگ بکار رفته در سیستم متفاوت می‌باشند این اضافات در واقع اثر نویز محیط انتقال را بر روی بیتهای اطلاعاتی ما کاهش می‌دهند. کد گشا در گیرنده با روش عکس روش فرستنده اضافات را از بیتهای اطلاعاتی ما جدا می‌کند. جفت کد گشا و کد کننده کانال در واقع مقاومت اطلاعات ارسالی ما را در مقابل نویز کانال افزایش می دهند. مدولاتور، خروجی گسسته زمان کد کننده کانال را، به سیگنالهای پیوسته زمان تبدیل می‌کند که این تبدیل می‌تواند با تغییر فاز یا دامنه یا فرکانس حامل سینوسی و توسط روشهای مشخص انجام گیرد. عمل عکس مدولاتور درگیرنده اعمال می‌شود. جفت مدولاتور و دمدولاتور در واقع بعنوان واسطی بین اطلاعات دیجیتال و کانال ارتباطی عمل می‌کنند. کانال ارتباطی ارتباط میان فرستنده و گیرنده را برقرار می‌کند. محیط فیزیکی

می‌تواند جفتهای بهم تابیده از سیمها یا کابل کواوکس یا کابل نوری یا یک لینک رادیوئی باشد.

برحسب خصوصیات

فیزیکی، محیط انتقال می‌تواند موجب حافظه یا تداخل سمبلها (ISI) در داخل کانال‌شود.بعبارت دیگر اجزاء فرکانسی تشکیل دهنده سمبول اطلاعات انتقالی در اندازه‌های متفاوت تضعیف وتأخیر پیدا می‌کنند بنابراین سمبول اطلاعات دریافتی پراکنده میشود و تعدادی از سمبولهای زیرین را خراب می‌کند(ISI) .

برای غلبه بر (ISI) معمولاً چندین نوع متعادل کننده کانال استفاده می‌شود تا پاسخ دامنه در باند فرکانسی مورد دلخواه تا حد امکان صاف باشد و نیز پاسخ فازها نیز در باند موردنظر خطی باشد. هدف نهائی انتقال اطلاعات رسیدن به بالاترین نرخ اطلاعات ممکن بر روی کانال داده شده با اعتبار قابل قبول می‌باشد. بهینه سازی هرجزء سیستم مخابراتی خدمتی برای رسیدن به هدف نهائی ما خواهد بود. سیستم نمونه‌ای که ما دراین پایان نامه مورد بررسی قرار می‌دهیم سیستم فرستنده گیرنده ADSL بر اساس کدینگ خط DMT می‌باشد. دراین پروژه ما روی بهینه سازی متعادل کننده های بعدزمانی در قسمت گیرنده متمرکز خواهیم شد. دراین پروژه ما چند راهبرد طراحی TEQ را برای ماکزیمم کردن ظرفیت جاگذاری بیتها مورد بررسی و تحلیل قرار خواهیم داد. و در این راستا ما چهار روش طراحی را که جدیداً مطرح شده‌اند و بهینه ترین روشهای موجود می باشند را دراین پایان نامه مورد بررسی قرار خواهیم داد.

۱-۲ مقدمهٔ عمومی بر تکنیکهای انتقال XDSL:

مودمهای XDSL از جمله تکنولوژی‌های عمومی شبکه در قسمت Access هستند و قادراند پهنای باند بالائی را در فواصل محدود و بر روی جفت سیمهای بهم تابیدهٔ مسی ایجاد شده به استفاده کنندگان خود تحویل دهند. در حقیقت این مودمها رویای تبدیل شبکه صوت با مشاهدهٔ اطلاعاتی را تحقق بخشیده‌اند شکل (۱-۲)و(۱-۳)ساختار شبکه تلفن را با استفاده وبدون استفاده از مودمهای XDSL نشان می دهد.