بسم الله الرحمن الرحیم

بنام خداوند بخشنده مهربان

۳۰۲۸۰

دانشگاه تهران
دانشکده فنی
گروه مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه برای دریافت درجه
کارشناسی ارشد مهندسی برق – گرایش الکترونیک

موضوع:

طراحی یک Line Driver برای کاربرد مودم های ADSL

توسط:
محمد شریف خانی

۶۲۲۲

استاد راهنما:
دکتر امید شعاعی

استاد مشاور:
دکتر سید مهدی فخرایی

تابستان ۷۹

۳۰۲۸۰

۱۳۷۹ /۷/ ۱۰

مرکز اطلاعات ... تحصیلات ... ایران

موضوع :

طراحی یک Line Driver برای کاربرد مودمهای ADSL

توسط :

محمد شریف خانی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی برق گرایش الکترونیک

از این پایان نامه در تاریخ ۷۹/۵/۲۶ در مقابل هیئت داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.

سرپرست تحصیلات تکمیلی: دکتر محمد علی بنی هاشمی

مدیر گروه آموزشی: دکتر محمود کمره ای

سرپرست تحصیلات تکمیلی : دکتر جواد فیض

استاد راهنما: دکتر امید شعاعی

استاد مشاور: دکتر سید مهدی فخرایی

عضو هیئت داوران : دکتر محمود کمره ای

عضو هیئت داوران: دکتر غلامحسین روئین تن

عضو هیئت داوران : دکتر حمیدرضا جمالی

تقدیم به :

همسرم که در این راه از پشتیبانی من دست مگذاشت.

پدر و مادرم که زحمات زیادی برایم کشیدند.

و همه آنان که مرزهای علم را با همه سختی هایش مینوردند.

چکیده:

سیستمهای انتقال داده های دیجیتال بر روی خطوط تلفنی که امروزه بشکل چشمگیری مورد استقبال شرکتهای مخابراتی قرار گرفته از نظر مشخصات سرعتی در حال پیشرفت چشمگیری میباشد.سیستمهای ADSL که یکی از انواع این سرویسها میباشد، بطور مشخص در این پایان نامه مورد تحلیل قرار گرفته است. یک شبیه ساز اینگونه مودمها نوشته شد و با استفاده از مدلسازی محیط کانال انتقال(خط تلفن) مشخصات فنی بخشهای مختلف این مودمها برای عملکرد صحیح در این خطوط از نظر سیستمی حاصل آمد. پس از شبیه سازی سیستمی، شبیه سازی های مربوط به مشخصات غیرخطی مذکور در استاندارد صورت پذیرفت تا پارامترهای دقیقتری از مدارات آنالوگ در وضعیت ارسال بدست آید. سپس یک مدار خاص برای طبقه خروجی یعنی Line Driver در تکنولوژی 5-V ,0.6um, CMOS که دارای مشخصات مورد نیاز این کاربرد خاص باشد طرح و شبیه سازی شد.

تقدیر و تشکر:

در پایان از استاد خوب و مهربان خود آقای دکتر امید شعاعی که صادقانه در جهت اعتلای سطح علمی دانشجویان تلاش میکند و راهنمایی های بی دریغ او به اتمام موفق این پایان نامه انجامید، سپاسگزاری میکنم. همچنین از آقای دکتر فخرایی که پایه گذار فعالیت شبانه روزی دانشجویان گرایش مداری الکترونیک در دانشکده میباشد و راهنمایی هایش برای همه دانشجویان راهگشا ست قدردانی میکنم.

از دوستان خوبم آقایان مهندس حاجی رستم و افشین هفت برادران که در نوشتن شبیه ساز مودم با هم همکاری میکردیم از صمیم قلب قدردانی میکنم.

همچنین از همه دوستان خود در مرکز طراحی مدارات مجتمع و آزمایشگاه مدارات مجتمع فشرده آقایان بابک نجاتی، شاهین آشتیانی، پژمان امینی و حمید محمودی که همیشه با امید دادن و راهنمایی کردن به من کمک کردند سپاسگزارم.

فهرست

۱- مقدمه ۱

۱-۱- سیستم x DSL چیست ۲

۱-۲- انواع سیستم های x DSL ومشخصات أنها ۵

۲- مودم ADSL : عملکرد و مشخصات ۹

۲-۱- مدولاسیون QAM , CAP ۱۰

۲-۲- مدولاسیون DMT ۱۱

۲-۳-اجزاء مودم ADSL ۱٤

۲-۳-۱- بخش اینترفیس با خارج ۱٤

۲-۳-۲- بخش کد کننده ۱۵

۲-۳-۳- بخش دیجیتالی مدولاتور DMT ۱٦

۲-۳-٤- بخش آنالوگ ۱۸

۳- مدل سازی کانال ۲٦

۳-۱- مدل تضعیف کننده کانال ۲۸

۳-۲- مدل نویزی کانال ۳۳

٤- نتایج شبیه سازی سیستمی و بدست آوردن پارامترهای Line Driver ۳۸

٤-۱- شبیه سازی سیستمی گیرنده – فرستنده ۳۹

٤-۲- شبیه سازی خواص غیر خطی بخش آنالوگ فرستنده ٤۰

٤-۳- شبیه سازی بخش آنالوگ به منظور تعیین مشخصه های غیر خطی ٤۸

۵- طراحی مداری Line Driver ۵۵

۵-۱- ساده سازی پروسس AMS برای طراحی ۵۶

۵-۲- انتخاب W/L ترانزیستورهای خروجی ۵۸

۵-۳-بررسی مدارات Class AB و انتخاب طرح مورد نظر ۶۱

۵-۴- مدارات نیمه تفاضلی و تمام تفاضلی ۶۶

۵-۵- توپولوژی انتخاب شده و روند طراحی ۶۸

۵-۶- نتایج شبیه سازی ۷۳

۵-۷- ملاحظات جاگذاری ۸۰

۵-۸- نتیجه گیری ۸۱

۶- دستاورد ۸۲

۷- پیوستها

فهرست شکلها

۱-۱ روش کار مودمهای فعلی

۱-۲ روش کار مودمهای xDSL

۲-۱ مدولاسیون QAM و پیاده سازی آن

۲-۲ سیگنال DMT درحوزه فرکانس و زمان

۲-۳ اجزاء نوعی یک بورد ADSL

۲-٤ نحوه ارسال سمبلها

۲-۵ مسیر ارسال (بالا) و دریافت(پائین) داده در یک مودم DMT

۲-٦ یک سیگنال DMT ,ADSL در حوزه زمان

۲-۷ نمودارمیزان پدیده Clipping به ازای انتخاب نسبت پیک سیگنال به متوسط آن

۲-۸ طیف توان ارسالی در سمت کاربر و مرکز تلفن

۳-۱ مدل واحد طول کانال

۳-۲ دو نمونه از کانالهای مذکور در استاندارد

۳-۳ پاسخ فرکانسی چند نوع کانال که در استاندارد ذکر شده

۳-٤ پاسخ ضربه کانال T1#9

۳-۵ امپدانس خط T1#9 در فرکانسهای مختلف

۳-٦ طیف توان نویزهای X-Talk

٤-١ طبقات بعدی یک Line Driver

٤-٢ نمای یک هایبرید ٢ به ٤

٤-٣ خروجی تفاضلی یک Line Driver

٤-٤ پیک جریان، مقاومت بار، نسبت ترانس مربوط به پیک ولتاژهای مختلف برای ATU-C

٤-٥ پیک جریان، مقاومت بار، نسبت ترانس مربوط به پیک ولتاژهای مختلف برای ATU-R

٤-٦ ایده MTPR

٤-٧ نمودار ورودی خروجی غیر ایده آل یک Line Driver

٤-٨ نحوه مقدار دهی شبیه ساز عامل غیر خطی در حوزه فرکانس

٥-١ منحنی انتخاب W/L برای ATU-R

٥-٢ منحنی انتخاب W/L برای ATU-C

٥-٣ جریان دو ترانزیستور خروجی که در کلاس AB بایاس شده

٥-٤ منبع ولتاژ شناور تامین کننده کلاس AB برای دو ترانزیستور خروجی

٥-٥ جبران سازی از نوع Nested Miller Compensation

٥-٦ روش استفاده از دو تقویت کننده خطا

٥-٧ نمای تقویت کننده EP

٥-٨ یک مدار کنترل کننده جریان حالت سکوت

٥-٩ مدار تمام تفاضلی و نیمه تفاضلی

٥-١٠ تقویت کننده EP

٥-١١ تقویت کننده EN

۵-۱۲ تاثیر آفست تقویت کننده ها بر جریان حالت سکوت

۵-۱۳ نمای کلی مدار

۵-۱٤ شماتیک مدار Pre Amplifier

۵-۱۵ شماتیک کل مدار

۵-۱٦ پاسخ فرکانسی EP در هنگام تهیه بار کامل

۵-۱۷ پاسخ DC مدار به ورودی های ٤ تا ۱ ولت

۵-۱۸ پاسخ فرکانسی Pre Amplifier

۵-۱۹ پاسخ DC مدار Pre Amplifier

۵-۲۰ پاسخ فرکانسی کل مدار

۵-۲۱ پاسخ DC تفاضلی کل مدار در هنگام تهیه بار کامل

۵-۲۲ توانی که مدار میتواند بدهد در کنار توانی که باید بدهد

فهرست جداول:

٤-١ نتایج شبیه سازی سیستمی بر روی خطوط استاندارد

٤-٢ انتخابهای ممکن در مشخصه خروجی

٤-٣ نتایج آزمون گذر از صفر

٤-٤ نتایج آزمون حالت اشباع

٤-٥ مشخصه نوعی یک مودم

٥-١ پروسس ساده شده AMS 0.6um

٥-٢ انتخابهای ممکن برای PMOS خروجی

٥-٣ نتایج شبیه سازی تقویت کننده های خطا همراه ترانزیستور خروجی

٥-٤ مشخصات PreAmplifier

٥-٥ نتایج THD بدست آمده برای بارها و PAR های مختلف

٥-٦ مشخصات مدار طرح شده

۱ مقدمه

در این فصل به بررسی اجمالی سرویسهای xDSL خواهیم پرداخت. یعنی اینکه این سرویسها چه تفاوتی با سرویس مودمهای معمولی دارند و هم اینکه مشخصات کلی آنها اعم از سرعت انتقال داده، نوع مدولاسیون و ... در چه حدودی است.

در پایان این فصل به وجوه مشترکی که این گونه سرویسها باید داشته باشند اشاره می شود.

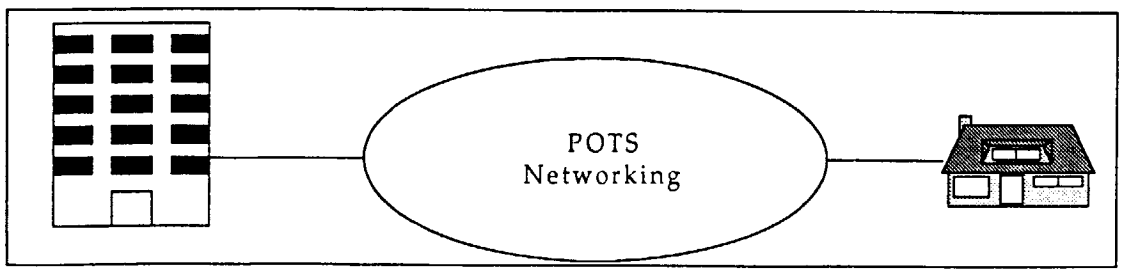
پیشگفتار:

مخابرات دیجیتال امروزه نقش فراوانی در اطلاع رسانی بازی میکند. انتقال داده های دیجیتال با سرعتهای زیاد و در فواصل طولانی، وجود مدارات توانمند در ارسال و دریافت را اجباری میکند. این مدارات بر پایه اطلاعاتی که از نحوه ارسال و دریافت وجود دارد، ساخته میشوند. مدولاسیونهای گوناگون، کدینگ های متفاوت و پیاده سازی آنها بسته به سرعت و مشخصات محیطی ارسال و دریافت انتخاب میشوند.

یکی از انواع این سیستمها که امروزه به میزان زیادی مورد توجه قرار گرفته و انتقال داده را برای کاربران در سرعتهای بالا میسر ساخته و در عین حال نیازی به ایجاد شبکه های نوین انتقال داده ندارد سیستمهای xDSL است که در این بخش به آن اشاره مینماییم.

۱-۱- سیستم x DSL چیست ؟

هدف از سیستم های x DSL[1] پدید آوردن امکان انتقال داده های دیجیتال بر روی خطوط تلفنی است که توسط دو مودم که یکی در محل کار و دیگری در مرکز تلفن قرار دارد میسر میگردد. مطابق شکل ۱-۱ مودمهای فعلی با عبور از شبکه تلفنی باند صوتی با مودم دیگری در محل اتصال اینکار را صورت میدهند .این مودمها بر خطوطی اطلاعات را منتقل مینمایند، که گراهام بل در سال ۱۸۷۵ برای انتقال صوت درست کرده بود و هدف x DSL انتقال میلیونها بیت در ثانیه بر روی همین خطوط است .

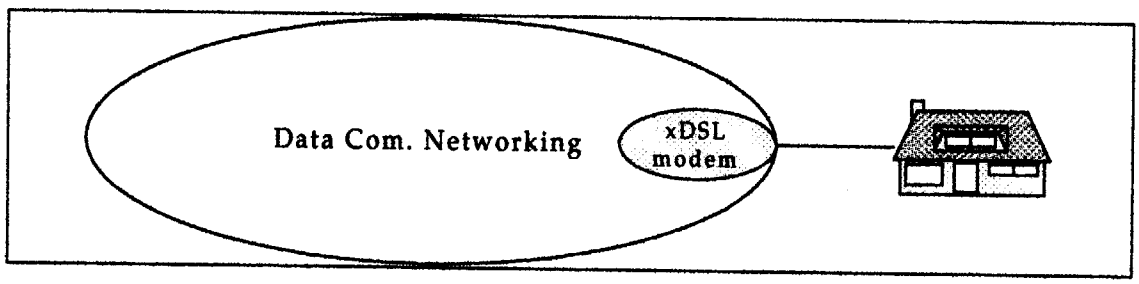


شکل ۱-۱: روش کار مودمهای فعلی

[1] Digital Subscriber Line

لذا اینگونه مودمها بایدبرتخریب ونابسامانیهای خط غلبه نموده وامکان ایجاد چنین سرعتی را میسرکنندواین محقق نمیشود جز با بکارگیری تکنولوژیهای مدارهای مجتمع فشرده و پردازش سیگنالهای دیجیتال که به قول سازندگان این مودمها بدین وسیله می توان مس را به طلا تبدیل کرد.[2]

همانطور که گفتیم شبکه تلفنی باند صوتی (3.4 KHz) عرض باند اندکی دارند که با آن فقط چند سیگنال صوتی فشرده شده یا یک سیگنال ویدئوئی با کیفیت پائین را میتوان منتقل نمود. این مودمهای معمولی بودند که تا چند سال اخیر با اشغال عرض باند (3.6 KHz) توانستند بر روی همین PSTN [3]حد اکثر سرعت قابل دسترسی (33.6 KHz) را بدهند. مودمهای PCM در جاهائی که مرکز تلفن آنجا بصورت PCM است ، دستیابی به حد اکثر (64kbit/s) را در عرض باند (4KHz) ممکن میکنند که این امر مشروط به استفاده از مودمهای PCM در محل کاربر است.



شکل ۱-۲ : روش کار مودمهای xDSL

همانطور که شکلهای ۱-۱ و ۱-۲ نشان میدهد، تفاوت اصلی مودم معمولی با مودم xDSL در طول مسیر انتقال داده است به این مفهوم که مودم معمولی برای ارتباط با مرکز

[2] Copper Gold Technology
[3] Public Switched Telephone Network