بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

آقای سروش معلمی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **طراحی مبدل سیگما- دلتا با قابلیت تغییر پذیری برای کاربرد رادیو نرم افزاری** در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۲۱ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده، پذیرش آنرا برای اخذ درجه کارشناسی ارشد الکترونیك پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	آمضا
استاد راهنما	دکتر ابومسلم جان نثاری	استادیار	
استاد ناظر	دکتر عبدالرضا نبوی لیشی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر احسان اله کبیر	استاد	
استاد ناظر	دکتر جعفر آبادی آشتیانی	استادیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر عبدالرضا نبوی لیشی	دانشیار	

این نسخه نهایی پایان نامه
دانشگاه تربیت مدرس

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.
تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی مدرس معلمی
امضاء

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه **کارشناسی ارشد** نگارنده در رشته مندسی **برق-الکترونیک** است که در سال **۱۳۹۰** در دانشکده **برق و کامپیوتر**دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای **دکتر ابومسلم جان نثاری**، از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **سروش معلمی** دانشجوی رشته مهندسی **برق-الکترونیک** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: سروش معلمی
تاریخ و امضا:

پایان نامهٔ کارشناسی ارشد

دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر

گرایش الکترونیک-مدار و سیستم

عنوان:

طراحی مبدل دلتا-سیگما با قابلیت تغییر پذیری برای کاربرد رادیو نرم‌افزاری

نگارنده:

سروش معلمی

استاد راهنما:

دکتر ابو مسلم جان نثاری

زمستان۹۰

تقدیم به . . .

پدر مهربانم

مادر دلسوزم

برادر عزیزم

تشکر و قدردانی

در ابتدا لازم می‌دانم تا از خدای بزرگ تشکر کنم که به من نعمت سلامتی داده تا بتوان در راه علم و دانش قدم بگذارم و بینشی که بتوانم در شرایط مختلف به بهترین نحو ممکن تصمیم بگیرم. در ادامه از خانوادۀ عزیزم که همیشه و در همه جا یار و یاور من بوده و هستند تشکر می‌کنم. چرا که اگر کمک‌ها آنها نبود نمی‌توانستم پیشرفت کنم.

لازم است تا از زحمات استاد راهنمای عزیزم، جناب آقای دکتر جان‌نثاری به خاطر تمام کمک‌هایی که به من در مدت انجام این تحقیق داشته‌اند قدردانی کنم.

همینطور از اعضای هیئت داوران، جناب آقای دکتر آشتیانی و آقای دکتر نبوی، که زحمت مطالعه و بررسی این پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر می‌کنم.

چکیده

سیستم‌های مخابراتی نسل جدید جهت کارکرد بهینهٔ خود، به مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگی نیاز دارند، که بتوانند خود را با شرایط جدید کاری تطبیق دهند. این مبدل‌ها برای کارکرد بهینه، نیاز دارند تا دقت و پهنای باند خود را با توجه به شرایط کاری مختلف تغییر دهند. مبدل دلتا-سیگما به دلیل داشتن تنوع در پارامترهای خود مثل تعداد حلقه‌ها، شکل قرارگیری انتگرال‌گیرها در مدار و تعداد بیت‌های بلوک کوانتایزر، یکی از متنوع‌ترین انواع مبدل‌های داده به شمار می‌رود که بسیار مناسب برای سیستم‌های مخابراتی نسل جدید و از جمله رادیو نرم‌افزاری می‌باشد. در این پایان نامه، یک مبدل دلتا-سیگما با قابلیت تطبیق پذیری ارائه شده است که می‌تواند پهنای باند کاری خود را به صورت پیوسته تغییر دهد. همچنین طرح پیشنهادی در این مبدل، مصالحهٔ موجود بین دقت و پهنای باند را که یک چالش مهم در مبدل‌های دلتا-سیگما می‌باشد از میان برداشته است تا بتوان دقت مبدل را برای کارکرد در پهنای باندهای بالا همچنان حفظ نمود. انعطاف پذیری مناسب مبدل دادهٔ پیشنهاد شده باعث گشته تا بتوان آن را یک انتخاب مناسب برای کار در سیستم‌های مخابراتی رادیو نرم‌افزاری دانست. در طراحی مبدل نیز سعی شده، توان مصرفی آن تا حد امکان کاهش یابد تا بتوان آن را یک انتخاب مناسب برای استفاده در انواع وسایل ارتباطی بی‌سیم به حساب آورد. سادگی در پیاده‌سازی مبدل و همچنین مصرف توان پایین آن، مبدل دلتا-سیگمای پیشنهاد شده را از طراحی‌هایی که تا کنون انجام گردیده متمایز می‌سازد. مبدل دادهٔ مورد بحث در تکنولوژی 0.18µm با منبع تغذیه ۱/۸Vطراحی شده و قادر است پهنای باند خود را از 100kHz تا 1MHz بدون تغییر در نرخ نمونه برداری تغییر دهد. محدودهٔ دینامیکی مبدل در این باند فرکانسی بین ۱۴تا ۱۶ بیت تغییر می‌کند و نیز توان مصرفی آن بین ۴/۰۲ تا ۴/۱۶ میلی وات متغیر است.

کلید واژه‌ها: مبدل دلتا-سیگما، رادیو نرم‌افزاری، تغییر پذیری، تقویت کنندهٔ عملیاتی، فیلتر حلقه، مدارهای سوئیچ شونده خازنی.

فهرست مطالب

فهرست مطالب ..... أ
فهرست جداول ..... ه
فهرست شکل‌ها ..... و
۱- فصل ۱ ..... ۱
۱-۱- پیشگفتار ۱
۱-۲- انگیزهٔ تحقیق ۱
۱-۳- اهداف پایان نامه ۳
۱-۴- ساختار پایان نامه ۴
۲- فصل ۲ ..... ۵
۲-۱- پیشگفتار ۵
۲-۲- تقسیم بندی کلی مبدل‌های داده ۵
۲-۳- بررسی مبدل‌های دادهٔ نرخ نایکوئیست ۶
۲-۳-۱- مبدل دادهٔ فلش ۷
۲-۳-۲- مبدل داده زیر-محدوده‌ای و دو-مرحله ای ۸
۲-۳-۳- مبدل دادهٔ تقریب متوالی ۱۰
۲-۳-۳- مبدل دادهٔ پایپ لاین ۱۱
۲-۴- بررسی مبدل‌های دادهٔ فرا نمونه بردار ۱۲
۲-۵- تحلیل نویز کوانتیزیشن در مبدل‌های فرا نمونه بردار ۱۳

۲-۶- نتیجه گیری ۱۶
۳- فصل۳ ..... ۱۷
۳-۱- پیشگفتار ۱۷
۳-۲- تعاریف ۱۷
۳-۲-۱- نسبت سیگنال به نویز(SNR) ۱۷
۳-۲-۲- نسبت سیگنال به نویز و هارمونیک(SNDR) ۱۸
۳-۲-۳- محدودهٔ پویایی (DR) ۱۸
۳-۲-۴- تعداد بیتهای مؤثر(ENOB) ۱۹
۳-۲-۵- محدودهٔ پویایی بدون وجود هارمونیک(SFDR) ۱۹
۳-۳- کلیات مبدل دلتا-سیگما ۱۹
۳-۳-۱- مبدل‌های دلتا-سیگمای زمان پیوسته و زمان گسسته ۱۹
۳-۳-۲- بررسی عملکرد مبدل دلتا-سیگما ۲۰
۳-۳-۳- بررسی معماری‌های مختلف مبدل دلتا-سیگما ۲۹
۳-۴- نتیجه گیری ۳۴
۴- فصل ۴ ..... ۳۶
۴-۱- پیشگفتار ۳۶
۴-۲- نیاز برای رادیو نرم‌افزاری ۳۶
۴-۳- بررسی مبدل دادهٔ دلتا-سیگما برای کاربرد رادیو نرم‌افزاری ۳۸
۴-۴- انتخاب ساختار مناسب ۴۲
۴-۵- نتیجه گیری ۴۸
۵- فصل ۵ ..... ۴۹
۵-۱- پیشگفتار ۴۹

۵-۲- بررسی ایده‌آل مبدل داده ۴۹
۵-۲-۱- محاسبهٔ فرکانس نمونه برداری و تعداد بیت‌های کوانتایزر ۴۹
۵-۲-۲- محاسبهٔ ضرایب مدولاتور ۵۲
۵-۳- بررسی طرح پیشنهادی برای افزایش پهنای باند ۵۶
۵-۴- بررسی اثر تغییر در ضرایب مبدل ۶۰
۵-۵- بررسی اثرات غیر ایده‌آل در مدار مبدل پیشنهادی ۶۱
۵-۵-۱- نویز حرارتی کلیدها ۶۲
۵-۵-۲- بهرهٔ DC تقویت کننده‌ها ۶۴
۵-۵-۳- نشست تقویت کننده ۶۶
۵-۶- شبیه سازی سیستمی کل مدار مبدل ۷۰
۵-۷- نتیجه گیری ۷۲
۶- فصل۶ ..... ۷۳
۶-۱- پیشگفتار ۷۳
۶-۲- پیاده سازی مبدل داده ۷۳
۶-۲-۱- پیاده سازی کلید-خازنی برای نمونه برداری ۷۵
۶-۲-۲- کلید ۷۶
۶-۲-۳- تقویت کنندهٔ عملیاتی (OPAMP) ۷۹
۶-۲-۴- مقایسه کننده ۸۶
۶-۲-۵- جمع کنندهٔ غیر فعال(پسیو) ۹۱
۶-۳- نتایج شبیه سازی ۹۳
۶-۴- مقایسه با دیگر کارها ۹۹
۶-۵- جانمایی مداری ۱۰۰

۶-۶- نتیجه گیری..... ۱۰۳
۷- فصل ۷ ..... ۱۰۴
۷-۱- نتیجه گیری..... ۱۰۴
۷-۲- پیشنهاد برای ادامهٔ کار..... ۱۰۵
مراجع:..... ۱۰۶

فهرست جداول

جدول ۳-۱. مقایسه بین مدولاتورهای زمان پیوسته و گسسته ۲۰
جدول ۳-۲. محل بهینهٔ قرار گرفتن صفرهای تابع تبدیل نویز و مقدار افزایش SNR ۳۲
جدول ۵-۱ مقادیر ضرایب به دست آمده برای مبدل داده ۵۵
جدول ۵-۲ نتایج حاصل از شبیه سازی سیستمی برای پهنای باند 100kHzو فرکانس ورودی 30kHz. ۷۲
جدول ۶-۱. مقایسه انواع مختلف تقویت کننده‌ها ۷۹
جدول ۶-۲ اندازه و جریان مصرفی هر یک از ترانزیستورهای مدار شکل۶-۶ ..... ۸۲
جدول ۶-۳پارامترهای به دست آمده از طراحی تقویت کنندهٔ اول ۸۴
جدول ۶-۴پارامترهای به دست آمده از طراحی تقویت کنندهٔ دوم ۸۶
جدول ۶-۵ مقدار خازنهای به کار رفته در مسیر پیشخور بر اساس مقدار ضرایب تحلیل سیستمی ۹۳
جدول ۶-۶پارامترهای به کار رفته در شبیه سازی مبدل داده ۹۴
جدول ۶-۷ مشخصات کلی مدار مبدل داده ۹۷
جدول ۶-۸مقایسه مبدل داده طراحی شده با تعدادی از مبدل‌های موجود ۱۰۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱. الف) طیف خروجی مبدل نرخ نایکوئیست ب) طیف خروجی مبدل فرا نمونه بردار.....۶
شکل ۲-۲. مبدل دادهٔ فلش.....۷
شکل ۲-۳. مبدل داده از نوع زیر-محدوده‌ای (K=1)و دو مرحله‌ای (K>1).....۹
شکل ۲-۴. الف) نمایش زمانی چگونگی تولید سیگنال دیجیتال در خروجی ب) الگوریتم به کار رفته در مبدل.....۱۰
شکل ۲-۵. مبدل دادهٔ پایپ لاین.....۱۱
شکل ۲-۶. ساختار مورد نیاز در هر بلوک مبدل پایپ لاین.....۱۲
شکل ۲-۷. ساز و کار کلی مبدل‌های دادهٔ فرا نمونه بردار.....۱۲
شکل ۲-۸. توزیع نویز کوانتیزیشن.....۱۳
شکل ۲-۹. طیف حاصل از نمونه برداری نویز کوانتیزیشن.....۱۴
شکل ۲-۱۰. مقایسه انواع مختلف مبدل‌های داده.....۱۵
شکل ۳-۱. نمایش تعریف محدودهٔ پویایی.....۱۸
شکل ۳-۲ الف) بلوک دیاگرام کلی مبدل دلتا-سیگما ب) مدل خطی بلوک دیاگرام رسم شده در قسمت الف.....۲۱
شکل ۳-۳.رسم تابع تبدیل نویز بر حسب فرکانس نرمالیزه شده.....۲۳
شکل ۳-۴. مبدل داده دلتا-سیگما با N فیلتر حلقه.....۲۴
شکل ۳-۵. نسبت نویز داخل باند به نویز کوانتایزر بر حسب OSR و با پارامتر L.....۲۵
شکل ۳-۶. مبدل دادهٔ دلتا-سیگما با ساختار پسخور.....۲۹
شکل ۳-۷. مبدل دادهٔ دلتا-سیگما با ساختار پیشخور.....۳۰
شکل ۳-۸. ساختار پیشخور-پسخور.....۳۱
شکل ۳-۹. ساختار بهینه شدهٔ تابع تبدیل نویز.....۳۲
شکل ۳-۱۰. مبدل دادهٔ دلتا-سیگما با ساختار متوالی.....۳۳
شکل ۴-۱. طرح پیشنهادی مبدل دلتا-سیگما برای کاربرد رادیو نرم‌افزاری.....۴۴
شکل ۴-۲. اضافه کردن واحد کالیبراسیون به مبدل پیشنهادی.....۴۷

شکل ۵-۱ تغییرات محدودهٔ پویایی بر حسب تعداد بیت های کوانتایز (N) و نرخ بیش نمونه برداری (OSR) ۵۱
شکل ۵-۲ مبدل دادهٔ مرتبه۲ با ساختار پیشخور ۵۲
شکل ۵-۳.تغییرات ولتاژ خروجی انتگرال‌گیرها بر حسب مقادیر مختلف ضرایب مبدل الف)خروجی انتگرال گیر اول ب) خروجی انتگرال‌گیر دوم ۵۴
شکل ۵-۴طیف خروجی مدار مبدل با وجود ضرایب داده شده در جدول۵-۱ ..... ۵۵
شکل ۵-۵ الف) تغییرات دامنهٔ ولتاژ خروجی انتگرالگیر اول ب) تغییرات دامنهٔ ولتاژ خروجی انتگرال‌گیر دوم ۵۶
شکل ۵-۶تغییرات پارامتر g_3 بر حسب پهنای باند ۵۸
شکل ۵-۷ پاسخ فرکانسی تابع تبدیل نویز بر حسب فرکانس به ازای مقادیر مختلف پارامتر g_3 ..... ۵۸
شکل ۵-۸تغییرات تابع تبدیل سیگنال بر حسب فرکانس به ازای چند مقدار مختلف پارامتر g_3 ..... ۵۹
شکل ۵-۹ تغییر در مقدار نسبت سیگنال به نویز بر اثر تغییر در مقدار ضریب انتگرال‌گیر اول ۶۰
شکل ۵-۱۰تغییر در مقدار نسبت سیگنال به نویز بر اثر تغییر در مقدار ضریب انتگرالگیر دوم ۶۱
شکل ۵-۱۱پیاده سازی کلید-خازنی انتگرال‌گیر اول ۶۳
شکل ۵-۱۲ انتگرال‌گیر کلید-خازنی با تقویت کنندهٔ غیر ایده‌آل ۶۴
شکل ۵-۱۳ مدل‌سازی انتگرال‌گیر کلید-خازنی با بهرهٔ محدود ۶۵
شکل ۵-۱۴رفتار SNDR بر حسب تغییرات بهرهٔ DC تقویت کنندهٔ اول ۶۶
شکل ۵-۱۵ تغییرات مقدار SNDR بر حسب فرکانس قطع تقویت کنندهٔ اول ۶۹
شکل ۵-۱۶ تغییرات مقدار SNDR بر حسب نرخ چرخش تقویت کنندهٔ اول ۷۰
شکل ۵-۱۷طیف سیگنال خروجی مبدل با وجود تمام اثرات غیر ایده‌آل مداری ۷۱
شکل ۵-۱۸ طیف سیگنال خروجی مبدل با وجود تمام اثرات غیر ایده‌آل مداری و کوانتایزر ۳ بیتی ۷۱
شکل ۶-۱ ساختار کلی مدار مبدل داده ۷۴
شکل ۶-۲ سیگنال‌های ساعت بکار رفته در مبدل داده الف) بدون تاخیر ب) با تاخیر ۷۵
شکل ۶-۳. ساختار مناسب نمونه برداری، بدون حساسیت به خازنهای پارازیتی ۷۶
شکل ۶-۴شمای مداری یک کلید خود راه‌انداز ۷۷
شکل ۶-۵سیگنال ولتاژ گیت و ورودی اعمال شده به کلید خود راه‌انداز ۷۸

شکل ۶-۶تقویت کنندهٔ folded cascode ۸۱
شکل ۶-۷مدار فیدبک مد مشترک ۸۱
شکل ۶-۸دیاگرام بودی تقویت کنندهٔ به کار رفته در انتگرال‌گیر اول ۸۳
شکل ۶-۹پاسخ پله تقویت کنندهٔ اول در ساختار انتگرال‌گیر ۸۳
شکل ۶-۱۰دیاگرام بودی تقویت کنندهٔ به کار رفته در انتگرال‌گیر دوم ۸۵
شکل ۶-۱۱پاسخ پله تقویت کنندهٔ دوم در ساختار انتگرال‌گیر ۸۵
شکل ۶-۱۲مدار یک کوانتایزر دو سطحی ۸۷
شکل ۶-۱۳ مدار نگهدارندهٔ دیجیتال ۸۸
شکل ۶-۱۴پاسخ زمانی سیگنال خروجی مدار مقایسه کننده (کوانتایزر و نگهدارنده) ۸۸
شکل ۶-۱۵پیاده سازی مداری یک کوانتایزر ۳ بیتی ۸۹
شکل ۶-۱۶بلوک مقایسه کننده ۹۰
شکل ۶-۱۷وضعیت مدار پیشخور در فاز φ_2 ..... ۹۲
شکل ۶-۱۸ پاسخ زمانی سیگنال خروجی مدار مبدل ۹۵
شکل ۶-۱۹ طیف فرکانسی حاصل از تبدیل فوریهٔ سیگنال خروجی مبدل ۹۵
شکل ۶-۲۰ الف)تغییرات ولتاژ در خروجی انتگرالگیر اول ب) تغییرات ولتاژ در خروجی انتگرالگیر دوم..۹۶
شکل ۶-۲۱ ارتباط میان نسبت سیگنال به نویز همراه با عوامل غیر خطی بر حسب مقادیر مختلف دامنهٔ سیگنال ورودی ۹۷
شکل ۶-۲۲ طیف سیگنال خروجی با وجود رزوناتور (C_{res}=80fF) ۹۸
شکل ۶-۲۳ طیف سیگنال خروجی حاصل از وجود رزوناتور و کوانتایزر ۳ بیتی ۹۹
شکل ۶-۲۴جانمایی تقویت کنندهٔ اول ۱۰۱
شکل ۶-۲۵ جانمایی تقویت کنندهٔ دوم ۱۰۱
شکل ۶-۲۶ جانمایی بلوک مقایسه کننده ۱۰۲
شکل ۶-۲۷ جانمایی کلید خود راه انداز ۱۰۲
شکل ۶-۲۸ جانمایی فیدبک مد مشترک ۱۰۳

فصل۱

مقدمه

۱-۱-پیشگفتار

مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال (A/D[1]) یکی از مهمترین بلوک های ساختاری در انواع سیستم های الکترونیکی می‌باشند. این مبدل‌ها نقش بسیار مهمی در واحدهای پردازش سیگنال و همین طور سیستم های مخابراتی، برای تبدیل سیگنال از نوع آنالوگ به دیجیتال دارند.کاربرد این واحد مختص این دو سیستم نبوده و انواع تجهیزات اندازه‌گیری و پزشکی را نیز شامل می‌شود.

در دنیای کنونی که بیشتر ابزار و وسایل موجود به صورت دیجیتال طراحی و ساخته می‌شوند، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال نقش پررنگ‌تری نسبت به آنچه در گذشته داشتند بازی می‌کنند. مبدل های آنالوگ به دیجیتال از نوع دلتا-سیگما[2] یکی از پرکاربرد ترین انواع مبدل‌ها به شمار می‌روند. چرا که علاوه بر داشتن دقت تفکیک‌پذیری بالا (بیشتر از ۱۴ بیت)، بسیار انعطاف پذیر بوده و می‌توان آن را در کاربردهای گوناگون با شرایط جدید کاری طراحی نمود. به علاوه، پارامترهای متنوعی که در این مدولاتور وجود دارند این امکان را فراهم ساخته تا بتوان از این نوع مبدل داده در پهنای باندهای متفاوت نیز استفاده نمود.

۱-۲-انگیزهٔ تحقیق

سیستم‌های ارتباطی نسل ۴ که یکی از جدیدترین و پیشرفته ترین انواع سیستم‌های مخابراتی به شمار می‌روند برای کارکرد صحیح خود نیاز به واحدی برای پردازش سیگنال در حوزه دیجیتال دارند که

[1] Analog to Digital converter
[2] Delta-Sigma ($\Delta\sum$) modulator

بتوانند با دقت و سرعت بالا عمل نمایند. عملکرد بهینه و بدون عیب و نقص این واحد مستلزم کارکرد صحیح واحد مبدل داده بوده و بسیار به آن وابسته می باشد. یکی از جدیدترین سیستم‌های مخابراتی، سیستم رادیونرم‌افزاری[1] می‌باشد که روز به روز کاربردی وسیعتر از گذشته پیدا می‌کند. این گونه سیستم-های ارتباط دیجیتال به واحد مبدل داده‌ای نیاز دارند که توانایی و قابلیت‌هایی فراتر از آنچه سیستم های مخابرات معمولی نیاز دارند داشته باشند. بنابراین مطالعه، بررسی و طراحی یک مبدل داده برای کاربرد رادیو نرم‌افزاری نه تنها یک موضوع جدید و به روز بوده بلکه یک نیاز اساسی برای داشتن سیستم‌های مخابراتی نسل جدید به شمار می‌رود [1]و [2].

در بحث رادیو نرم‌افزاری هدف اصلی بر این است تا بلوک‌های آنالوگ موجود در گیرنده تا جای ممکن حذف گردند و تمامی عملیات پردازش سیگنال به صورت کاملاً دیجیتالی انجام گیرد. از این رو، در این سیستم‌ها دیده می شود که واحد مبدل داده رفته رفته به آنتن موجود در قسمت گیرنده نزدیک‌تر شده و از این رو دیده می‌شود، وظیفه ای که واحد مبدل داده دارد دشوارتر از گذشته و طراحی آن نیز به مرور پیچیده‌تر می گردد [3]و [4].

در زمینه کاربرد رادیو نرم‌افزاری این مطلب را نیز باید اضافه کرد که، کاربرد این سیستم محدود به یک استاندارد مخابراتی خاص نبوده و باید بتوان از آن در استانداردهای مخابراتی متفاوتی استفاده نمود. هر یک از استانداردهایی که تا به حال به ثبت رسیده مشخصاتی دارد که برای یک کاربرد خاص مناسب می‌باشد. این مشخصات را می توان در یک دسته بنده کلی به چهار گروه تقسیم بندی کرد.

۱- فرکانس کاری

[1] Software Defined Radio

۲- پهنای باند[1] مورد استفاده

۳- نسبت سیگنال به نویز[2]

۴- خطی بودن سیستم[3]

هر یک از مشخصات نام برده شده در بالا به صورت مستقیم بر عملکرد و طراحی بلوک مبدل داده تاثیر مستقیم خواهد گذاشت. از این رو دیده می‌شود، با وجود استانداردهای متنوعی که در دنیای ارتباطات بی‌سیم وجود دارد و یا در آینده به وجود خواهند آمد، بررسی و طراحی مبدل داده را به یکی از مهمترین و اساسی‌ترین موضوعات در این زمینه تبدیل کرده است.

۱-۳-اهداف پایان نامه

این پایان نامه به مطالعه، بررسی و طراحی یک مدولاتور دلتا-سیگما با قابلیت تغییر پذیری می-پردازد. مدولاتوری که بتواند با توجه به شرایط کاری متفاوت، رفتارهای گوناگونی از خود نشان دهد و در هر یک از شرایط کاری تازه، به بهترین نحو ممکن عمل نماید تا بقیه بلوک‌های پس از آن نیز بتوانند سیگنال دریافتی در گیرنده را به بهترین صورت پردازش نمایند. پارامتر های مورد بحث که قابلیت تغییر پذیری دارند در این مبدل، پهنای باند، نرخ فرانمونه برداری[4]، تعداد بیت های واحد کوانتیزیشن[5] و معماری خود مدولاتور هستند که عملکرد مدار مبدل را بسیار انعطاف پذیر نموده اند.

[1] Band width
[2] Signal to Noise Ratio (SNR)
[3] linearity
[4] Over Sampling Ratio (OSR)
[5] Quantization

۱-۴-ساختار پایان نامه

فصل دوم پایان نامه، به مقایسه انواع و کاربرد هر یک از مبدل های داده می پردازد و مدولاتور دلتا-سیگما را به عنوان یک انتخاب مناسب که می تواند مشخصات مورد نیاز رادیو نرم‌افزاری را فراهم آورد معرفی می‌کند. در فصل سوم آرایش های متفاوتی که معماری مدولاتور می تواند داشته باشد و همین طور کاربرد هر یک بررسی می شود. همین طور بلوک‌های ساختاری که مدولاتور نیاز دارد معرفی می‌شوند و عملکرد هر یک از بلوک‌ها به دقت مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بعد از اینکه معماری اصلی مدولاتور شناخته شد، فصل چهارم به شبیه سازی سیستمی آن می پردازد و عملکرد آن را به صورت سیستمی در نرم‌افزار MATLAB بررسی خواهد نمود. اثرات غیر ایده‌آل مدولاتور از جمله اثر بهره، پهنای باند و سرعت چرخش[1] محدود به صورت کاملاً سیستمی بررسی خواهد شد و حداقل مقادیری که هر یک از این پارامترها باید داشته باشند محاسبه خواهد شد. در فصل پنجم شبیه سازی مداری با توجه به نتایج شبیه سازی سیستمی در محیط HSPICE انجام خواهد شد و نیز نتایج به دست آمده از شبیه سازی مداری ارائه خواهد شد. فصل ششم نیز به مقایسه نتایج به دست آمده از این پایان نامه و طراحی‌هایی که در این زمینه انجام شده خواهد پرداخت و در پایان نیز پیشنهاداتی برای ادامه کار ارائه می‌گردد.

[1] Slew Rate (SR)