



ساختارهای حلقه قفل فاز تمام دیجیتال

مؤلفان: مهندس معصومه سوری، دکتر محمد باقر غزنوی قوشچی

سرشناسه	:	سوری، معصومه، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	:	مروری بر ساختارهای حلقه قفل فاز تمام دیجیتال
مشخصات نشر	:	تهران: یاد عارف، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	:	۲۰۰ ص.
شابک	:	9/8-904-/00/-08-0
وضعیت فهرست نویسی	:	فیبای مختصر
یادداشت	:	فهرست نویسی کامل این اثر در نشانی: nup://opac.nia1.ir قابل دسترسی است
شناسه افزوده	:	غزنوی قوشچی، محمد باقر، ۱۳۲۸-
رده بندی کنگره	:	
رده بندی دیویی	:	
شماره کتابشناسی ملی	:	۲۸۲۹۱۲۵

عنوان: ساختارهای حلقه قفل فاز تمام دیجیتال

مؤلف: معصومه سوری - محمد باقر غزنوی قوشچی

ناشر: انتشارات یاد عارف

ناظر فنی چاپ: باقر دشتی میاب

سال چاپ: اول تابستان ۱۳۹۴

تیراژ: ۱۰۰ نسخه

قیمت: ۱۵۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۷۶۶۷-۵۸-۶

تلفن ناشر و مرکز پخش: ۰۹۱۲۴۳۴۲۷۴۱ همراه ۶۶۴۰۱۸۷۸-۶۶۴۰۵۰۷۲۳

فروش اینترنتی: www.dashtibook.com

پیش گفتار

حلقه‌های قفل شده فاز تمام دیجیتال یکی از مباحث مهم در دنیای امروز الکترونیک هستند. حلقه قفل فازهای (PLL^1) که به وسیله روشهای آنالوگ طراحی می‌شدند نسبت به تغییرات دما و ولتاژ و پروسس حساس بودند. این امر موجب سختی طراحی و نیازمندی به طراحی مجدد در تکنولوژی‌های جدید می‌شود که با استفاده از حلقه‌های قفل فاز تمام دیجیتال این مشکلات برطرف میشوند. حلقه‌های قفل فاز تمام دیجیتال ($ADPLL^2$) در مدارهای منطقی و شامل پردازشگر برای تولید پالس ساعت و بازیابی داده‌ها به کار می‌روند.

اخیراً طراحی گیرنده‌های چند استاندارد³ بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این گیرنده‌ها از نوسان‌سازهای آنالوگ استفاده می‌شود، از آنجایی که نوسان‌ساز کنترل شده با سیگنال دیجیتالی⁴ دارای برتری‌های زیادی نسبت به همتای آنالوگ آن می‌باشد، ما در این کتاب انواع حلقه‌های قفل شده فاز موجود و نوسان‌سازهای کنترل شده با سیگنال دیجیتالی را ارائه می‌دهیم. امید است، این کتاب در بهبود یادگیری ساختارهای حلقه‌های قفل فاز تمام دیجیتال موثر واقع شود. بی شک امانتداری سرلوحه کار مؤلفان بوده و سعی وافر به عمل آوردیم که کتاب از متنی ساده برخوردار باشد ولی از چهارچوب آکادمیک خارج نشود. مؤلفان اذعان دارد، نارساهایی در کتاب است، امید است صاحب نظران، اساتید و دانشجویان، مؤلف را از کاستی‌ها آگاه کنند تا بتوان در چاپ‌های بعدی در صدد رفع آن‌ها کوشید.

¹ Phase Locked Loop

² All Digital Phase Locked Loop

³ multi standard

⁴ Digitally Controlled Oscillator

عنوان	فهرست مطالب	شماره
مقدمه.....		۱۱
فصل اول حلقه قفل فاز.....		۱۵
۱-۱- مقدمه.....		۱۶
۱-۲- نگاهی به حلقه فاز.....		۱۷
۱-۳- ساختار کلی حلقه قفل فاز تمام دیجیتال.....		۲۰
۱-۴-۱- بررسی ساختارهای ADPLL.....		۲۲
۱-۴-۱-۱- اولین ساختار تمام دیجیتال PLL.....		۲۲
۱-۴-۱-۲- حلقه قفل فاز تمام دیجیتال.....		۲۶
۱-۴-۱-۳- حلقه قفل فاز تمام دیجیتال مبتنی بر مبدل زمان.....		۳۲
۱-۴-۱-۴- حلقه قفل فاز تمام دیجیتال با استفاده از توابع ریاضی.....		۳۵
جمع بندی.....		۴۰
فصل دوم بررسی زیر بلوک های حلقه قفل فاز تمام دیجیتال.....		۴۱
۱-۲- مقدمه.....		۴۲
۲-۲- انواع آشکار ساز فاز.....		۴۲
۲-۳- انواع نوسان ساز کنترل شده با سیگنال دیجیتالی.....		۵۱
۲-۴- انواع ساختارها و تکنیکهای طراحی مدار کنترل شده.....		۵۳
۲-۵- نمونه های از طراحی های نوسان سازهای کنترل شده.....		۵۶
۲-۶- انواع ساختار مبدل زمان به دیجیتال.....		۹۳
جمع بندی.....		۱۰۳
فصل سوم معرفی نرم افزار Jadid.....		۱۰۵
معرفی نرم افزار.....		۱۰۶
فصل چهارم پیاده سازی حلقه قفل فاز تمام دیجیتال.....		۱۱۳
۱-۴- مقدمه.....		۱۱۴
۲-۴- طراحی و مدل سازی حلقه قفل فاز تمام دیجیتال.....		۱۱۴
۳-۴- ساختارهای پیشنهادی.....		۱۲۵
۴-۴- شبیه سازی ساختاری.....		۱۲۶

۱۲۶.....	۴-۵- طراحی مدار در سطح ترانزیستوری.....
۱۵۷.....	۴-۶- حوزه کاربردی Dual band adpll.....
۱۶۱.....	جمع بندی.....
۱۶۳.....	فصل پنجم نتایج شبیه سازی و تحلیل آنها.....
۱۶۴.....	۵-۱- مقدمه.....
۱۶۴.....	۵-۲- نتایج شبیه سازی مدار نوسان ساز های پیشنهادی.....
۱۸۲.....	نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۱۸۵.....	فهرست منابع.....
۱۹۳.....	واژه نامه فارسی به انگلیسی.....
۱۹۵.....	واژه نامه انگلیسی به فارسی.....
	فهرست علائم و نشانه‌ها

عنوان	علائم اختصاری
باند فرکانسی پایین	BW1
باند فرکانسی بالا	BW2
باند فرکانسی عریض تر	BW3
ناحیه باند فرکانسی پایین	R1
ناحیه باند فرکانسی بالا	R2
باند فرکانسی پایین استاندارد	BS1
باند فرکانسی بالا استاندارد	BS2
شکاف باند	GW

پیشگفتار

حلقه قفل فاز، مداری است که موجب می شود یک سیستم خاص بتواند سیستم دیگری را پیگیری کند. در واقع PLL سیگنال خروجی را با یک سیگنال مرجع، از نظر فرکانس و فاز همزمان می کند. از این مدار برای فیلتر کردن فرکانس و فاز سیگنال ها، مدولاسیون و دمدولاسیون آنها، سنتز فرکانس و همچنین بازیابی داده ها و پالس ساعت استفاده می شود [۱].

بسیاری از سیستم های الکترونیکی، پردازنده هایی دارند که در فرکانس های چند صد مگاهرتز کار میکنند. نوعاً، پالس های ساعت این پردازنده ها از PLL های مولد پالس ساعت می آید که می توانند فرکانس های مختلفی را تولید کنند. فرکانس خروجی آنها، چندین برابر فرکانس مرجعی است که توسط کریستال تولید می شود [۲].

عنصر اصلی در PLL ها، طراحی نوسان ساز می باشد. در تکنولوژی های امروز نیازهایی وجود دارد که نوسان سازها (VCO) در باندهای فرکانسی متفاوتی کار کنند (مانند گیرنده های چند استاندارد). در این گیرنده ها مهم ترین چالش طراحی VCO محلی است که با کمترین میزان توان مصرفی باندهای استاندارد متفاوتی را پوشش دهند [۳]. همچنین با افزایش کارایی و همچنین کاهش بهای فناوری VLSI، حلقه های قفل تمام دیجیتال توجه بیشتری را به خود جلب کرده است [۴]. حلقه های قفل فاز تمام دیجیتال برخلاف PLL های آنالوگ از اجزای دیجیتال ساخته شده اند و مقاومت بالایی در مقابل نویز منبع تغذیه و نیز تغییرات دما دارند.

علاوه بر این ADPLL ها، را می توان با استفاده از زبان های توصیف سخت افزار (HDL) طراحی نمود همچنین به دلیل اینکه توسط ابزارهای اتوماتیک طراحی

¹ Hardware Descriptions Languages

الکترونیکی^۱ تحلیل می‌شوند، سرعت طراحی بالا می‌رود و مشکلات طرح در مرحله رفتاری برطرف می‌شود. در ادامه برای طراحی در سطوح پایین‌تر نیز می‌توان از کتابخانه سلول‌های استاندارد بهره برد. بنابراین انتقال به تکنولوژی‌های مختلف نیز آسان‌تر است و زمان کمتری برای طراحی مجدد نیاز داریم [۵].

عنصر جایگزین VCO در مدار DCO ADPLL می‌باشد که مصرف توان و محدوده باند فرکانسی تحت پوشش حلقه را تعیین می‌کند، لذا طراحی یک مدار DCO با توان مصرفی پایین مسئله‌ای مهم در طراحی ADPLL است [۶].

طراحی کم مصرف

باتوجه به گرایش روز افرون کاربران به مدارات بی‌سیم، اهمیت طراحی کم مصرف بیش از پیش نمود پیدا می‌کند. روش‌های مختلفی برای کاهش توان مدارات دیجیتال معرفی شده است. از آن جمله کاهش ولتاژ منبع تغذیه، کاهش ساینز تکنولوژی، استفاده از کدهایی که موجب کاهش گذار از صفر به یک می‌شوند، حذف گلیچ در مدارات دیجیتال، تغییر ساختار طراحی و ...

شبکه‌هایی که با استانداردهای شبکه حسگر بی‌سیم (WSN)، طراحی می‌شوند بر اساس پهنای باند کم و توان مصرفی حداقل هستند زیرا حسگرهای این سامانه‌ها باید حتی الامکان مدت زیادی بدون نیاز به شارژ باتری به کار بپردازند.

در چند دهه اخیر، گسترش شبکه‌های مخابراتی از شبکه‌های سیمی به شبکه‌های بی‌سیم، تحول عظیمی در صنعت، تجارت، سیاست و حتی زندگی عادی مردم ایجاد کرده است. از میان شبکه‌های بی‌سیم که در سالیان اخیر توجه زیادی به آن شده است، به شبکه‌های حسگر می‌توان اشاره نمود. هدف از توسعه و ایجاد یک شبکه حسگر، هوشمند کردن محیط می‌باشد. با این توصیف، با بکارگیری یک شبکه حسگر و

¹ EDA

گسترش حسگرها در محیط مورد نظر، می‌توان اطلاعات مفیدی مانند دما، فشار، رطوبت، شدت نور، میزان اسیدی یا بازی بودن محیط، ارتفاع سطح و مقدار جریان مایعات و ده‌ها پارامتر دیگر را از محیط پیرامونی استخراج نمود. هرچند اولین انگیزه‌ها برای توسعه شبکه‌های حسگر، همانند بسیاری از پروژه‌های دیگر، بکارگیری این شبکه‌ها در میادین نظامی بوده است، با این حال، این شبکه‌ها کاربردهای بسیار زیاد دیگری نیز دارند. از جمله کاربردهای شبکه‌های حسگر به مواردی چون تشخیص نفوذ، تشخیص وقوع آتش در کارخانه‌ها، مکانهای مسکونی، جنگلها و...، بررسی میزان رطوبت، فشار و دمای ابرها برای پیش‌بینی دقیق‌تر اوضاع جوی، کنترل ترافیک خودروها، اتوماسیون خانگی، بررسی رفتار پرندگان و دیگر حیوانات وحشی، کنترل راکتورهای هسته‌ای، کشاورزی هوشمند، اندازه‌گیری پارامترهای فشار، دما، سطح مایعات، جریان، میزان اسیدی و بازی بودن در صنایع مختلف مخصوصاً صنایع نفتی، کمک در اکتشاف چاههای نفتی و ... می‌توان اشاره نمود [۷].

یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگری است که در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره‌های حسگری، از قبل تعیین شده و مشخص نیست. چنین خصوصیتهایی این امکان را فراهم می‌آورد که بتوانیم آنها را در مکان‌های خطرناک و یا غیرقابل دسترس رها کنیم. با اینکه هر حسگر به تنهایی توانایی ناچیزی دارد، ترکیب صدها حسگر کوچک امکانات جدیدی را عرضه می‌کند. در واقع قدرت شبکه‌های حسگر بی-سیم در توانایی به‌کارگیری تعداد زیادی گره کوچک است که خود قادرند سرهم و سازماندهی شوند و در موارد متعددی چون مسیریابی هم‌زمان، نظارت بر شرایط محیطی، نظارت بر سلامت ساختارها یا تجهیزات یک سیستم به کار گرفته شوند. گستره کاربری شبکه‌های حسگر بی‌سیم بسیار وسیع بوده و از کاربردهای کشاورزی، پزشکی و صنعتی تا کاربردهای نظامی را شامل می‌شود [۸].

این کتاب در پنج فصل تنظیم شده است. ابتدا مقدماتی راجع به حلقه قفل فاز تمام دیجیتال بیان می‌شود، فصل اول نگاهی داریم به روش‌های مختلف قفل فاز که در مدارهای مختلف معرفی شده است و همچنین چگونگی بهبود عملکرد هر یک از قطعات ADPLL. در فصل دوم اجزای داخلی مدار معرفی شده و ساختارهای مختلف آنها ارائه می‌شود. در فصل سوم نرم افزار Jadid معرفی شده و در فصل چهارم یک نمونه از شبیه سازی‌های صورت گرفته با نرم افزارهای Jadid و Hspice نشان داده خواهد شد در نهایت نیز جمع‌بندی و نتیجه‌گیری از کل کتاب ارائه خواهد شد.