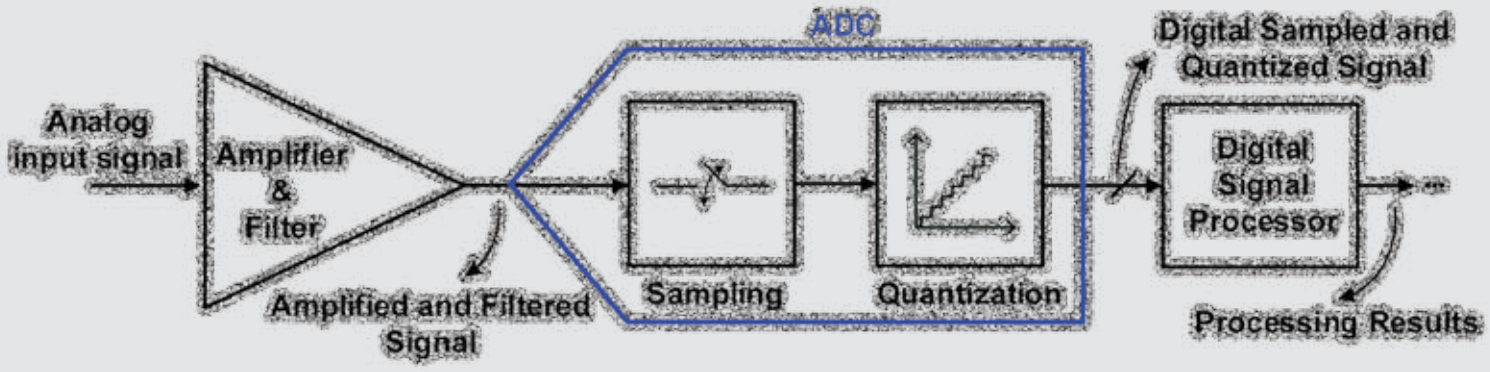


معرفی مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال عبور از سطح و مروری بر روش‌های مختلف پیاده‌سازی آن‌ها

نسیم روانشاد/ استادیار دانشکده برق و مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی سجاد/
ravanshad@sadjad.ac.ir

چکیده

با توجه به تقاضای رو به رشد برای مجتمع‌سازی سیستم‌های کامل بر روی یک تراشه (SoC) با هدف تحقق ادوات قابل-حمل، پوشیدنی و یا کاشتنی در بسیاری از کاربردهای صنعتی و یا پزشکی، لزوم ساخت مدارات مجتمع با توان مصرفی بسیار پایین بیش از پیش مورد توجه طراحان قرار گرفته است. بسیاری از این سیستم‌ها در برگیرنده سیستم‌های پردازش سیگنال هستند و مبدل‌های آنالوگ-به-دیجیتال (ADC) یکی از اجزاء ضروری در این سیستم‌ها هستند که وظیفه انتقال اطلاعات از حوزه آنالوگ، به یک پردازشگر دیجیتال را بر عهده دارند و بسته به کاربرد می‌توانند سهم زیادی از توان مصرفی سیستم را به خود اختصاص دهند. هدف از این مقاله، معرفی نوع جدیدی از مبدل‌ها، با نام مبدل‌آنالوگ به دیجیتال عبور از سطح (LCADC) است که با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد آن، بخصوص در چند سال اخیر مورد توجه طراحان قرار گرفته است. در این نوع مبدل، نرخ نمونه‌برداری از سیگنال ورودی وابسته به میزان فعالیت سیگنال ورودی است. این ویژگی سبب بهبود قابل توجه کارآیی در سیستم‌های اکتساب داده‌ای می‌شود که بر روی سیگنال‌های تُنُک و قطاری-شکل عمل می‌کنند. در این مقاله پس از معرفی نمونه‌برداری عبور از سطح، به بررسی روش‌های مختلف پیاده‌سازی این مبدل پرداخته شده است.

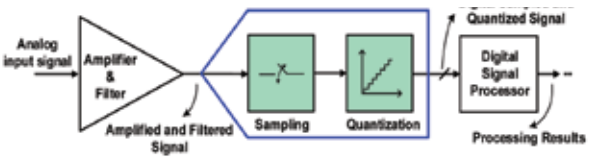
کلمات کلیدی: مبدل آنالوگ به دیجیتال، نمونه‌برداری آسنکرون، مبدل آنالوگ به دیجیتال عبور-از-سطح، روش‌های پیاده‌سازی.

۱.مقدمه

با پیشرفت تکنولوژی و ایجاد امکان مجتمع‌سازی سیستم‌های پیچیده‌تر بر روی یک قطعه واحد، تمایل به پیاده‌سازی یک سیستم کامل بر روی یک تراشه به عمل نزدیک‌تر شده است. بسیاری از این سیستم‌ها شامل سیستم‌های پردازش سیگنالی هستند که بلوک‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها عموماً شامل یک سنسور و یا گیرنده برای دریافت سیگنال ورودی به فرم ولتاژ و یا جریان، یک تقویت‌کننده و فیلتر برای تقویت سیگنال و حذف بخش‌های ناخواسته، یک مبدل آنالوگ-به-دیجیتال، یک پردازنده دیجیتال و احتمالاً یک فرستنده برای ارسال اطلاعات است. پیاده‌سازی چنین سیستم‌هایی بایستی با هزینه کم، در ابعاد کوچک و با نویز کم و با توجه به این که تأمین انرژی در این سیستم‌ها اغلب از راه دور و یا از طریق باتری صورت می‌پذیرد، به ویژه با مصرف توان کم محقق شود. به منظور افزایش طول عمر باتری ادوات، بازده توان سیستم در کاربردهایی چون شبکه‌های حسگر بی‌سیم و ادوات پزشکی قابل‌حمل، از جمله مشخصه‌های بسیار مهم است.

در شکل ۱ ساختار کلی بخشی از یک سیستم اکتساب و پردازش داده نشان داده شده است. در این سیستم، سیگنال خروجی از حسگر در ابتدا تقویت و فیلتر شده، سپس به وسیله یک مبدل آنالوگ به دیجیتال نمونه‌برداری و کوانتیزه شده و به پردازشگر تحویل داده می‌شود. مبدل آنالوگ به دیجیتال، یک بلوک واسط بین دو حوزه پردازش سیگنال آنالوگ و دیجیتال است که سیگنال ورودی پیوسته در مقدار و زمان را به مجموعه‌ای از دوجمله‌ای‌های دامنه- زمان

تبدیل می‌کند که در آن مقادیر دامنه متعلق به یک مجموعه متناهی از اعداد حقیقی و مقادیر زمان به صورت ناپیوسته است. مجموعه مقادیر دامنه که با نام سطوح کوانتیزاسیون خوانده می‌شوند، مبین میزان تفکیک‌پذیری (Resolution) یا دقت در تخمین دامنه و یا به صورت معادل، مبین محدوده دینامیکی عملکرد مبدل داده است. محدوده دینامیکی یک مبدل داده به صورت نسبت بیش‌ترین به کمترین دامنه سیگنالی که به وسیله مبدل قابل آشکارسازی است تعریف می‌شود. مقادیر زمان، همان لحظات نمونه‌برداری هستند که معرف میزان تفکیک‌پذیری یا دقت در زمان و یا به صورت معادل معرف پهنای باند مبدل داده است.



شکل ۱: ساختار کلی بخشی از یک سیستم اکتساب و پردازش داده

این دو مقدار روی هم رفته دقت مبدل داده را مشخص می‌نمایند معیاری است که نشان می‌دهد با چه دقتی می‌توان سیگنال اصلی را از روی مجموعه دوجمله‌ای‌ها بازیابی نمود. عمل تبدیل از آنالوگ به دیجیتال در دو مرحله نمونه‌برداری و کوانتیزاسیون صورت می‌پذیرد که مرحله نمونه‌برداری به گسسته‌سازی در زمان و مرحله کوانتیزاسیون به گسسته‌سازی در مقدار سیگنال‌ها می‌پردازد. انتخاب نوع مناسب نمونه‌برداری و ساختار مناسب برای مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال می‌توانند نقش مهمی را در کارآیی کل سیستم داشته باشند.

نوع متعارف نمونه‌برداری که در اغلب سیستم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد نمونه‌برداری سنکرون است که در آن صرف‌نظر از میزان فعالیت سیگنال ورودی، نمونه‌برداری و تبدیل اطلاعات با یک سرعت ثابت صورت می‌پذیرد. روش‌های متعددی به منظور پیاده‌سازی پروسه کوانتیزاسیون برای این نوع نمونه‌برداری ارایه شده است که در قالب انواع مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال سنکرون از جمله مبدل Sigma-Delta، SAR، Pipeline، Flash و ... شناخته می‌شوند. برای سیگنال‌های با فعالیت اندک، پردازش سیگنال دیجیتال با نمونه‌برداری سنکرون، به این دلیل که نمونه‌برداری همواره با سرعتی بیش از دو برابر بیش‌ترین فرکانس سیگنال ورودی (نرخ نایکوئیست) صورت می‌پذیرد، چندان کارا نیست. در این حالت، هنگامی که سیگنال ثابت است و یا تغییرات آرامی دارد، سیستم سنکرون با سرعتی بالاتر از مقدار مورد نیاز به پردازش سیگنال پرداخته و در نتیجه در این بازه، توان مصرفی بیهوده تلف می‌شود.

در نمونه‌برداری عبور از سطح (Level-Crossing Sampling) تعدادی سطح کوانتیزاسیون در طول بازه دینامیکی ورودی مبدل در نظر گرفته شده و با عبور سیگنال ورودی از هر یک از این سطوح، یک نمونه از سیگنال ورودی برداشته می‌شود. در این نوع نمونه‌برداری، تنها در هنگام تغییر سیگنال ورودی از آن نمونه گرفته شده و پردازش صورت می‌پذیرد. بدین ترتیب در این ساختار سرعت نمونه‌برداری و پردازش نمونه‌ها و در نتیجه توان مصرفی به صورت خطی با کاهش فعالیت سیگنال ورودی کاهش می‌یابد و در نتیجه کارایی سیستم بهبود خواهد یافت. بیش‌ترین بهبود در بازده توان مصرفی در این ساختار برای سیگنال‌هایی رخ می‌دهد که تقریباً ثابت بوده و تنها در بازه‌های زمانی کوتاهی از خود فعالیت نشان می‌دهند. چنین سیگنال‌هایی را می‌توان در کاربردهایی چون حسگرهای دما و فشار، سیگنال‌های قلب و صحبت و همچنین سیگنال‌های استخراج شده از نورون‌ها یافت. بدین ترتیب کاربردهایی چون حسگرهای پزشکی قابل کاشت، به دلیل ماهیت سیگنال‌های آن‌ها و اهمیت کاهش هر چه بیشتر توان مصرفی در آن‌ها، نامزدهای مناسبی برای پیاده‌سازی به‌صورت‌آسنکرون‌می‌باشند.

روش نمونه‌برداری عبور از سطح در ابتدا در [۱] معرفی شده است و اولین مبدل آنالوگ به دیجیتال بر مبنای این روش نمونه‌برداری برای اولین بار در [۲] ارایه شده است. در [۳] اولین رویه طراحی و پیاده‌سازی مداری این مبدل ارایه شده است و پس از آن مبدل‌هایی از این نوع با ساختارهای متنوع و برای کاربردهای متنوعی ارایه شده است. از جمله این کاربردها می‌توان به پردازش سیگنال صحبت [۴]، فراصوت [۵]، شتابسنج [۶] و پردازش سیگنال‌های پزشکی [۹-۷] اشاره نمود. پژوهش در این حوزه عمدتاً در سه بخش ارایه روش‌های بهینه برای طراحی مبدل [۱۰، ۱۱]، ارایه ساختارهای کاراتر برای پیاده‌سازی مبدل [۱۲] و پردازش سیگنال‌های نمونه‌برداری شده به این‌روش[۱۳]صورت‌می‌پذیرد.

در این مقاله، پس از معرفی نمونه برداری عبور از سطح در بخش دوم، ساختارهای متداول مورد استفاده برای پیاده‌سازی این مبدل در فصل سوم بررسی و مقایسه شده است. بخش چهارم به نتیجه‌گیری اختصاص‌داده‌شده‌است.

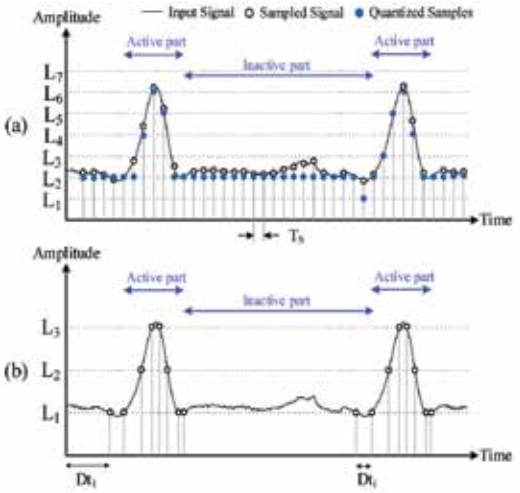
۲. نمونه‌برداری عبور از سطح

۲-۱ اصول و مزایای نمونه‌برداری عبور از سطح

روش نمونه‌برداری عبور از سطح در مقایسه با نمونه برداری سنکرون در شکل ۲ نشان داده شده است. در این روش تعدادی سطح کوانتیزاسیون، که در شکل به صورت نقطه‌چین نشان داده شده است به صورت منظم و با فاصله‌های یکسان در محدوده دامنه سیگنال ورودی در نظر گرفته می‌شود و با عبور سیگنال ورودی از هر یک از این سطوح، یک نمونه از سیگنال ورودی برداشته میشود. بنابراین، در این نوع نمونه‌برداری، نرخ نمونه‌برداری وابسته به میزان فعالیت سیگنال ورودی است. این ویژگی سبب می‌شود که استفاده از LC-ADC برای دو نوع از سیگنال‌ها مفید باشد.

نوع اول سیگنال‌های تُنُک (sparse) هستند که تنها در بازه‌های زمانی کوچکی از خود فعالیت نشان داده و در سایر زمان‌ها آرام هستند؛ از جمله سیگنال‌های صحبت، فشار، دما و سیگنال‌های قلبی و عصبی. با استفاده از این روش بر روی این نوع از سیگنال‌ها، در زمانی که سیگنال ورودی آرام است و تغییرات اندکی دارد، نمونه‌ای برداشته نشده و در نتیجه مدار در حالت خواب بوده و فعالیت بی‌فایده و در نتیجه مصرف توان اضافی نخواهد داشت.

نوع دیگر سیگنال‌ها، سیگنال‌های قطاری‌شکل هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به سیگنال‌های EEG، ECG و EMG اشاره کرد. از آنجایی که در نمونه‌برداری عبور از سطح هیچگونه کوانتیزاسیونی در مقدار نمونه‌ها صورت نمی‌پذیرد، تعداد بیت سخت‌افزاری مبدل دقت آن را محدود نمی‌کند. بدین‌ترتیب، در کاربردهایی که دارای سیگنال‌های قطاری‌شکل هستند، با استفاده از تعداد بیت سخت‌افزاری کمتر نسبت به مبدل‌های سنکرون متعارف، که به معنای کاهش نرخ ارسال داده و پیچیدگی سخت‌افزاری کمتر است، می‌توان به تعداد کافی از سیگنال نمونه برداشت.



شکل ۲: مقایسه دو روش نمونهبرداری: (الف) سنکرون، (ب) عبور از سطح

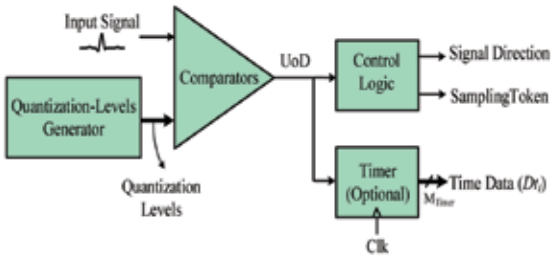
در مثالی که در شکل ۲ نشان داده شده است، تعداد نمونه‌هایی که از ناحیه فعال سیگنال در یک بازه زمانی معین گرفته شده است، در دو نوع نمونه‌برداری برابر است. اما در نمونه‌برداری عبور از سطح، تعداد سطوح کوانتیزاسیون استفاده شده بسیار کمتر بوده و همچنین تعداد بسیار کمتری نمونه از ناحیه غیرفعال سیگنال گرفته شده است. بدین‌ترتیب، سیگنال‌هایی که هر دو ویژگی تُنُک بودن و قطاری‌شکل بودن را دارا هستند، بهترین سیگنال‌ها برای اعمال نمونه‌برداری عبور ازسطح‌می‌باشند.

با توجه به مطالب عنوان شده، نمونه‌برداری عبور از سطح دارای چهار قابلیت ویژه به شرح زیر است: در این روش تنها نمونه‌هایی از سیگنال برداشته می‌شوند که حاوی اطلاعات جدیدی از سیگنال باشند. همچنین با توجه به اینکه دامنه هر نمونه با نمونه قبلی به مقدار مشخص و ثابتی اختلاف دارد، پیاده‌سازی مبدل بسیار ساده بوده و تبدیل یک نمونه، صرف‌نظر از تعداد بیت سخت‌افزاری مبدل، تنها به یک سیکل نیازمند است. مبدل‌های مشابه، از جمله مبدل‌های SAR و Pipeline، به N سیکل برای تبدیل نمونه نیازمند می‌باشند که N مبین تعداد بیت سخت‌افزاری مبدل است. از طرف دیگر با توجه به غیر یکنواخت بودن نمونه‌برداری، دیگر نیازی به استفاده از یک مدار نمونه‌برداری و نگهداری قبل از مبدل نمی‌باشد و بالأخره دقت این مبدل به تعداد بیت سخت‌افزاری آن محدود نمی‌شود.

۲-۲ضبط‌وپردازش‌نمونه‌های‌غیریکنواخت

از آنجایی‌که در نمونه‌برداری عبور از سطح، دامنه هر نمونه از نمونه قبلی فاصله مشخصی دارد، بازیابی اطلاعات مربوط به دامنه نمونه‌ها با استفاده از یک تک بیت داده که مبین جهت تغییرات ورودی است، امکان‌پذیر است. با این وجود، از آنجایی‌که فاصله زمانی نمونه‌ها از یکدیگر یکسان نیست، علاوه بر دامنه سیگنال در لحظه نمونه‌برداری، لحظه‌ای که در آن نمونه‌برداری صورت می‌پذیرد نیز بایستی ضبط شود. همچنین، پردازش این نمونه‌ها با روش‌های متداول پردازش سیگنال دیجیتال ممکن نخواهد بود. بنابراین، چگونگی ضبط و پردازش این نمونه‌ها یکی از زمینه‌های پژوهشی محققان در این حوزه را به خود اختصاص داده است.

سه روش کلی برای ضبط و پردازش نمونه‌های غیریکنواخت ارایه‌شده است. یکی از ساده‌ترین این روش‌ها این است که با استفاده از یک مدار زمان‌سنج فاصله زمانی بین نمونه‌ها به یک تعداد بیت محدود کوانتیزه شده و ذخیره شود [۱۴]. با وجودی که استفاده از این روش سبب افزایش تعداد بیت‌های داده و همچنین محدود شدن دقت مبدل به دقت مدار زمانسنج می‌شود، انتقال و ذخیره‌سازی داده‌ها می‌تواند توسط یک سیستم سنکرون متعارف صورت پذیرد. در روش اول میتوان با استفاده از درونیابی تعدادی نمونه سنکرون را از روی نمونه‌های آسنکرون بازیابی نموده و سپس از یک پردازنده سیگنال دیجیتال (DSP) متعارف استفاده نمود [۲]. استفاده از این روش، علاوه بر از بین بردن تمام مزایای فشرده‌سازی داده، خود می‌تواند سبب محدود شدن پهنای باند سیگنال ورودی و همچنین دقت مبدل شود. روش بسیار کارآمدی که می‌توان برای پردازش اطلاعات مقدار-زمان استفاده نمود، ارایه یک سری الگوریتم جدید برای پردازش مستقیم این داده‌ها در پردازنده‌های سنکرون است [۱۳, ۱۵]. با استفاده از ماهیت مشتق گیری این نوع نمونه‌برداری می‌توان عملیات پیچیده را با استفاده از الگوریتم‌های بسیار ساده پیاده‌سازی نمود. در روش سوم، یک سیگنال نشانه (Token) که مشخص کننده لحظه نمونه‌برداری است تولید شده و به یک پردازشگر سیگنال دیجیتال زمان- پیوسته (CT-DSP) اعمال می شود [۱۱]. استفاده از این پردازنده ویژه، که قابلیت پردازش داده‌های غیریکنواخت را بدون نیاز به کلاک دارا می‌باشد و بایستی برای این منظور خاص طراحی و ساخته شود، معایب دو روش قبل را نخواهد داشت.



شکل ۳: ساختار کلی یک مبدل آنالوگ به دیجیتال عبور از سطح

۳.پیاده‌سازی مبدل عبور از سطح

ساختار کلی یک LC-ADC در شکل ۳ نشان داده شده است. در این ساختار، سطوح کوانتیزاسیون مورد نیاز توسط یک مدار مولد سطوح کوانتیزاسیون ساخته شده و با استفاده از تعدادی مقایسه‌گر، با سیگنال ورودی مقایسه می‌شوند. با کشف هر عبور از سطح، خروجی مربوط به جهت تغییرات دامنه و سیگنال نشانه مربوط به لحظه نمونه‌برداری توسط بلوک کنترل ساخته می‌شود. این سیگنال نشانه، لحظه مناسب برای برداشتن داده را برای بلوک‌های بعد از LC-ADC مشخص می‌کند. علاوه بر این در برخی پیاده‌سازی‌ها، مدار کنترلی وظیفه کنترل عملکرد مقایسه‌گرها و مدار مولد سطوح کوانتیزاسیون را نیز بر عهده خواهد داشت. همچنین در صورت نیاز، یک مدار زمان‌سنج می‌تواند بازه‌های زمانی بین نمونه‌های متوالی را تخمین بزند.

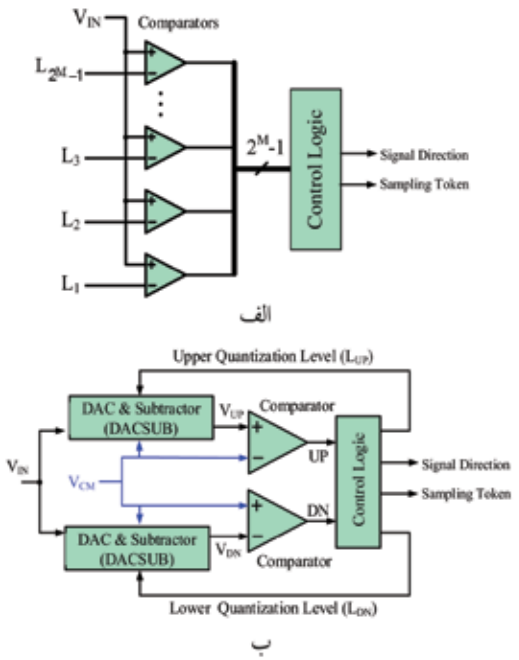
تفاوت اصلی روش‌های مختلف پیاده‌سازی این مبدل عمدتا در چگونگی تولید سطوح کوانتیزاسیون و همچنین تعداد مقایسه‌گرهای مورد استفاده است. در کل روش‌های پیاده‌سازی را می‌توان بر حسب کاربرد به دو دسته سرعت بالا و توان پایین تقسیم‌بندی نمود.

در روش‌های سرعت بالا عموماً تمامی سطوح کوانتیزاسیون در آن

واحد ساخته شده و به طور پیوسته توسط تعداد زیادی مقایسه‌گر با سیگنال ورودی مقایسه می‌شوند [۵, ۱۱, ۱۶]. این ساختار شبه-فلش در شکل ۴-الف نشان داده شده است. بدین ترتیب، به جز تاخیر مقایسه‌گرها، هیچ عامل محدود کننده دیگری در سرعت سیستم وجود ندارد و سرعت این مبدل‌ها می‌تواند در محدوده سرعت مبدل‌های فلش سنکرون بالا برود. یکی از روش‌های رایج برای تولید سطوح کوانتیزاسیون در این مدار استفاده از یک نردبان مقاومتی است و عموماً برای اجتناب از محدود کردن پهنای باند ورودی، از مقایسه‌گرهای زمان-پیوسته (استاتیک) استفاده میشود. بنابراین مشکل اصلی این روش پیاده‌سازی، توان مصرفی بسیار بالای آن‌است.

در محدوده سرعت‌های متوسط، می‌توان با استفاده از تکنیک‌هایی توان مصرفی را تا حدی کاهش داد. از جمله این تکنیک‌ها می‌توان به استفاده از مقایسه‌گرهای دینامیک به جای استاتیک [۱۲] و یا خاموش کردن تعدادی از مقایسه‌گرها که از محدوده سیگنال ورودی فاصله دارند [۱۷]، اشاره نمود.

روش دیگر پیاده‌سازی که در کاربردهای فرکانس بالا می‌توان از آن استفاده نمود، اصلاح سطح DC (یا مود مشترک) سیگنال ورودی به صورتی است که سیگنال ورودی همواره بین دو ولتاژ مرجع معین قرار گیرد. با وجودی که در این پیاده‌سازی تعداد مقایسه‌گرها به دو عدد کاهش می‌یابد، این روش نیز به دلیل نیاز به استفاده از آپامپ با مصرف توان استاتیک، برای کاربردهای توان پایین چندان مناسب نمی‌باشد



شکل ۴: دو روش متداول پیادهسازی مبدل عبور از سطح: (الف) شبه-فلش، (ب) بر پایه DAC.

در روش‌های توان پایین که عموماً برای کاربردهای فرکانس پایین مناسب هستند، به جای تشکیل همزمان تمامی سطوح کوانتیزاسیون، تنها دو سطح که در هر لحظه از زمان سیگنال ورودی را احاطه کرده است ساخته شده و توسط دو عدد مقایسه‌گر با سیگنال ورودی مقایسه می‌شوند []. مقدار این دو سطح که عمدتاً توسط دو عدد مبدل دیجیتال-به-آنالوگ (DAC) ساخته شده‌اند، با تشخیص هر عبور از سطح و بسته به جهت تغییرات سیگنال ورودی به صورتی به روز رسانی می‌شود که سیگنال ورودی همواره در بین این دو سطح مقایسه قرار گیرد. با توجه به لزوم به روز رسانی سطوح مقایسه پیش از رسیدن سیگنال ورودی به سطح بعدی، سرعت تغییرات سیگنال ورودی نمی‌تواند از حد خاصی بیشتر باشد که این عامل، محدودکننده پهنای باند سیگنال ورودی است. ساختار کلی این روش در شکل ۴-ب نشان داده شده است. همانطور که در این ساختار نشان داده شده است، به منظور ساده‌سازی طراحی مقایسه‌گرها، معمولاً اختلاف سیگنال ورودی با سطوح مقایسه توسط مقایسه‌گر با یک ولتاژ مرجع ثابت مقایسه می‌شود. تفاوت اصلی ساختارهای ارایه شده از این نوع عمدتاً در روش پیاده‌سازی DAC، تعداد مقایسه‌گرها (یک یا دو مقایسه‌گر) و نوع مقایسه‌گرها (استاتیک یا دینامیک) است.

روش‌های مختلفی برای پیاده‌سازی DAC ارایه شده است که از آن جمله می‌توان به استفاده از DACهای جریانی [۳]، مقاومتی [۱۱, ۱۶]، مقاومتی-خازنی [۶, ۱۸] و یا خازن-سوئیچ‌شونده [۱۰] اشاره نمود. همچنین به منظور از بین بردن حساسیت عملکرد مبدل به اختلاف ولتاژ آفست ورودی مقایسه‌گرها و در نتیجه افزایش دقت مبدل، در [۱۹] یک ساختار تک‌مسیره متشکل از یک DAC و یک مقایسه‌گر و تسهیم زمانی (time multiplexing) ارایه شده است. همچنین در [۸] به جای استفاده از DAC های چند بیتی، از یک DAC تک بیتی استفاده شده است که می‌تواند سبب کاهش قابل ملاحظه در توان مصرفی مبدل شود.

۴.نتیجه‌گیری

بهبود کارآیی مدارهای الکترونیکی، به منظور محقق‌سازی کاربرهای جدید، که عمدتا به معنای طراحی مدارها با توان مصرفی بسیار پایین و یا سرعت عملکرد بسیار بالا است، استفاده از روش‌های نامتعارف و مختص به یک کاربرد معین را ملزم می‌سازد. از جمله این روش‌ها استفاده از نمونه‌برداری عبور از سطح به جای نوع متعارف سنکرون آن برای نمونه‌برداری از سیگنال‌های تنک و قطاری شکل در کاربردهای توان پایین است. در این مقاله این نوع نمونه‌برداری و روش‌های مختلف پیاده‌سازی آن معرفی شده‌است.

***

مراجع

[1] J. Mark and T. Todd, “A nonuniform sampling approach to data compression,” IEEE Trans. Commun., vol. 29, no. 1, pp. 24-32, Jan. 1981.

[2] N. Sayiner, H. V. Sorensen, and T. R. Viswanathan, “A level-crossing sampling scheme for A/D conversion,” IEEE Trans. Circuits Syst. II, Analog Digit. Signal Process., vol. 43, no. 4, pp. 335-339, Apr. 1996.

[3] E. Allier, G. Sicard, L. Fesquet, and M. Renaudin, “A new class of asynchronous A/D converters based on time quantization,” in Proc. 9th IEEE Int. Symp. Asynchronous Circuits Syst., Vancouver, Canada, May 2003, pp. 196-205.

[4] M. Kurchuk and Y. Tsividis, “Signal-dependent variable-resolution clockless A/D conversion with application to con-

ادامه در صفحه ۳۴ »

۵- نتیجه گیری

هدف اصلی این مطالعه لزوم مصرف بهینه انرژی الکتریکی توسط سیستم روشنایی در ساختمان بوده است. همان‌طورکه اشاره شد بیش از ۱۲ درصد مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان‌های مسکونی و بیش از ۲۵ درصد مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان‌های تجاری و اداری مربوط به سیستم روشنایی است. در این میان رهیافت‌های متعددی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی در ساختمان ارایه شد که از آن جمله می‌توان بکار بردن نور طبیعی در تامین روشنایی محیط داخلی ساختمان‌ها- اصلاح رفتار کاربران - استفاده از تجهیزات کارآمد و بروز که بر محور استفاده بهینه انرژی الکتریکی تهیه شده‌اند و استفاده از سیستم هوشمند کنترل روشنایی را برشمرد در این سیستم‌ها سه روش اصلی وجود دارد. روش استفاده از نور خورشید- روش تشخیص کاربر و تنظیم غیریکنواخت روشنایی در پیرامون آن و نهایتا سیستم تشخیص حضور که در صورت ترک محیط توسط کاربر سیستم روشنایی را غیرفعال یا بسیار محدود می‌نماید. کلیه سیستم‌های هوشمند نورپردازی در کشور موجود می‌باشند و به‌راحتی می‌توان از آن‌ها سود برد. از جمله محدودیت‌هایی که بر سر راه توسعه اینگونه سیستم‌ها قرار دارد وارد کردن هزینه اولیه بیشتر در پروژه‌ها است که در صورت توجیح کار فرمایان و مالکان به استفاده از این سیستم‌ها هزینه آن با بازگشت سرمایه در اثر کاهش مصرف انرژی در طول زمان قابل جبران است و با توجه به واقعی‌تر شدن بهای انرژی الکتریکی استفاده از این فناوری‌ها منطقی‌تر و روز افزون خواهد شد. هرچند که دیدگاه طراحان و مجریان گرامی در بسط و توسعه چنین فناوری‌هایی نقش به‌سزایی دارد.

***

پی‌نوشت‌ها:

1- Glare
2- Plastic Bubble Skylight
3- Load Shedding
4- Central Lighting Control System
5- Daylight Sensing

منابع:

[1]- Yen Kheng TAN, Energy Research Institute, Nanyang Technological University, 2010, Energy-Efficient Smart Home http:// EH-WSN_Tan Yen Kheng.pdf
[2]- DOE, 2008 Buildings Energy Data Book, Section 3.1.4, 2008
[3]-Melbourne City Council, 2007, Energy Wise Hotels: Toolkit, http://www.melbourne.vic.gov.au/enterprisemelbourne/environment/Documents/EnergyWiseHotels.pdf
4]- Australian Department of Industry, 2010, Building Management System Guide, http://ee.ret.gov.au/building-management-system-guide
[5]- R. Panna, R. Thesrumluk and C Chantrapornchai, Department of Computing, Faculty of Science, SilpakornUniversity,2007,Thailand, Development of Energy Saving Smart Home Prototype International Journal of Smart Home Vol. 7, No. 1, January, 2013

ادامه از صفحه ۲۴

tinuous-time digital signal processing," IEEE Trans. Circuits Syst. I, Reg. Papers, vol. 57, no. 5, pp. 982–991, May 2010.
[5] K. Kozmin, J. Johansson, and J. Delsing, "Level-crossing ADC performance evaluation toward ultrasound application," IEEE Trans. Circuits Syst. I, Reg. Papers, vol. 56, no. 8, pp. 1708-1719, Aug. 2009.
[6] M. Trakimas, and S. Sonkusale, "A 0.8 V asynchronous ADC for energy constrained sensing applications," in Proc. IEEE Custom Integrated Circuits Conf., 2008, pp. 173-176.
[7] R. Agarwal, and S. Sonkusale, "Input-feature correlated asynchronous analog to information converter for ECG monitoring," IEEE Trans. Biomed. Circuits Syst, vol. 5, no. 5, pp. 459-467, Oct. 2011.
[8] Y. Li, D. Zhao, and W. A. Serdijn, "A sub-microwatt asynchronous level-crossing ADC for biomedical applications," IEEE Trans. Biomed. Circuits Syst., vol. 7, no. 2, pp. 149-157, Apr. 2013.
[9] W. Tang, A. Osman, D. Kim, B. Goldstein, C. Huang, B. Martini, V. A. Pieribone, E. Culurciello, "Continuous time level crossing sampling ADC for bio-potential recording systems," IEEE Trans. Circuits Syst. I, Reg. Papers, vol.60, no. 6, pp.1407-1418, May 2013.
[10] E. Allier, G. Sicard, L. Fesquet, M. Renaudin, "Asynchronous level crossing analog to digital converters", Measurement journal, Elsevier Publisher, Vol. 37, pp. 296-309, Apr. 2005.
[11] B. Schell and Y. P. Tsividis, "A continuous-time ADC/DSP/DAC system with no clock and with activity-dependent power dissipation," IEEE J. Solid-State Circuits, vol. 43, no. 11, pp. 2472-2481, Nov. 2008.
[12] T. Wang, D. Wang, P. J. Hurst, B. C. Levy, and S. H. Lewis, "A level-crossing analog-to-digital converter with triangular dither," IEEE Transactions on Circuits and Systems-I, Regular Papers, vol. 56, no. 9, pp. 2089-2099, Sep. 2009.
[13] N. Ravanshad, H. Rezaee-Dehsorkh, R. Lotfi and Y. Lian, "A level-crossing based QRS detection algorithm for wearable ECG sensors," accepted paper, to appear in IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 2013.
[14] N. Ravanshad, H. Rezaee-Dehsorkh, and R. Lotfi, "Detailed study of the time estimation in level-crossing analog-to-digital converters," presented at the 21st Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE2013), Iran, May 14-16, 2013.
[15] F. Aeschlimann, E. Allier, L. Fresquet, and M. Renaudin, "Asynchronous FIR filters: towards a new digital processing chain," in Proc. 10th IEEE Int. Symp. Asynchronous Circuits Syst., Apr. 2004, pp. 198- 206.
[16] Y. W. Li, K. L. Shepard, and Y. P. Tsividis, "A continuous-time programmable digital FIR filter," IEEE J. Solid-State Circuits, vol. 41, no. 11, pp. 2512–2520, Nov. 2006.
[17] F. Akopyan, R. Manohar, and A. B. Apsel, "A level-crossing flash asynchronous analog-to-digital converter," Proc. 12th IEEE Int. Symp. Asynchronous Circuits Syst., Grenoble, France, Mar. 2006, pp. 12–22.
[18] M. Trakimas, and S. Sonkusale, "An adaptive resolution asynchronous ADC architecture for data compression in energy constrained sensing applications," IEEE Trans. Circuits Syst. I, Reg. Papers, vol. 58, no. 5, pp. 921-934, May. 2011.
[19] N. Ravanshad, H. Rezaee-Dehsorkh, R. Lotfi, "A fully-synchronous offset-insensitive level-crossing analog-to-digital converter," Presented in 2016 IEEE 59th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS), 16-19 October 2016, Abu Dhabi, UAE.