



ساخت دزیتر جیبی دیجیتالی با استفاده از روش جدید آهنگ‌سنجی پرتو

مهدی، محسنی*؛ جمشید، خورسندی؛ افروز، عسگری

سازمان انرژی اتمی ایران- پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای- پژوهشکده‌ی تحقیقات و توسعه راکتورها و شتابدهنده‌ها-

اصفهان

چکیده

در این مقاله، روش جدید نرم افزاری برای محاسبه آهنگ دز در دزیتر دیجیتالی ارائه شده است. با کمک این روش نرم افزاری، دزیتر جیبی دیجیتالی جدیدی در مرکز تحقیقات و تولید سوخت هسته‌ای اصفهان، طراحی و ساخته شد. در این دزیتر با استفاده از آشکار ساز گایگر مولر به عنوان تشخیص دهنده‌ی پرتوهای ایکس و گاما و میکرو کنترلر جدید از سری AVR (AT19C51)، به عنوان قسمت محاسبه گر، آهنگ دز اندازه گیری شد. با تغییراتی اندک، این روش نرم افزاری جدید برنامه نویسی شده را می‌توان برای تمامی دزیترهای دیجیتالی استفاده کرد. کلید واژه: آهنگ دز، دزیتر دیجیتالی، پرتو گاما، میکرو کنترلر سری AVR (AT19C51)، پرتوهای یونساز.

مقدمه

از زمانی که بشر توانست حسگری برای تشخیص پرتوهای هسته‌ای پیدا کند فکر او بسمت ارتباط خروجی این حسگر نسبت به شدت میدان پرتوها معطوف شد از این پس طراحان الکترونیک هسته‌ای در پی طراحی و ساخت تجهیزاتی بودند که با تکیه بر خروجی حسگر بتوان مقدار میدان پرتوهای هسته‌ای را اندازه‌گیری کرد. این تجهیزات دزیترها بودند که انواع ابتدایی آن با نمایشگر عقربه‌ای مقدار پرتو را نمایش می‌داد و انواع جدیدتر آن با نمایشگرهای دقیقتر دیجیتالی مقدار دز را نشان می‌دهد.

اکثر سیستم‌های اندازه‌گیری دز پرتو که با آشکارسازهای گازی گایگر مولر کار می‌کنند قادرند سه پارامتر، شمارش پرتوهای بدام افتاده در آشکارساز، آهنگ دز و همین‌طور دز جمعی را با هم و یا جدا گانه اندازه‌گیری کنند. از میان این سه پارامتر، آهنگ دز از نظر کاربردی بیشترین استفاده را در طراحی دزیترها دارد. آهنگ دز به معنی متوسط دز در واحد زمان است که این خروجی یک متوسط‌گیری از روی پالس‌های خروجی آشکارساز گایگر مولر می‌کند. به زبان دیگر می‌توان گفت این سیستم یک فیلتر روی پالس‌های آشکارساز است. که به روش‌های مختلف عمل متوسط‌گیری تعدا پالس‌ها را نسبت به زمان انجام می‌دهد. در روش ارائه شده یک فیلتر نرم افزاری تعریف می‌شود که علاوه بر اینکه باعث سادگی بسیار بالای مدارات الکترونیکی می‌شود همچنین در این فیلتر قابلیت تغییر پارامترهای مختلف تنها با زدن کلیدهایی امکان‌پذیر

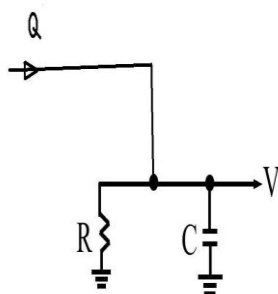
می‌باشد. استفاده از این فیلتر نرم‌افزاری در طراحی دزیمر جیبی دیجیتال منجر به کاهش سخت‌افزار الکترونیکی و در نهایت کاهش مصرف توان و کوچکی برد طراحی شده می‌گردد که دو عامل بسیار اساسی در تهیه دزیمرهای جیبی دیجیتال می‌باشد. نتایج مقایسه شده همچنین نشان از افزایش نسبی دقت دزیمر دیجیتال طراحی شده در قیاس با دزیمرهای مشابه می‌باشد.

در این مقاله در ابتدا به بررسی و تبیین روش نرم‌افزاری جدید و برنامه‌ی منتج از آن تحت عنوان روش کار پرداخته شده است و در ادامه در قسمت نتایج به ساخت دزیمر دیجیتالی جدید و ثبت نتایج عملی صورت گرفته است.

روش کار

تشریح روش جدید آهنگ سنجی دز ارائه شده

دستگاه آهنگ سنج^۱، وسیله ایست که مقدار متوسط هر واقعه ای را در واحد زمان بسنجد. این واقعه در حیطه فیزیک هسته ای، می‌تواند شدت پرتوهای ایکس و یا گاما و یا ذرات α ، β و نوترون در واحد زمان باشد [۱-۲]. در صورت کالیبره و مدرج شدن نتیجه نمایش داده شده بر حسب واحد اندازه گیری دز در واحد زمان به چنین دستگاهی دزیمر گفته می‌شود. آشکار سازهای گازی گایگر، با قرار گرفتن در میدان پرتوهای هسته ای که به آن حساسیت داشته باشد، درصدی از پرتوهای عبوری از قسمت حساس خود را، به پالس‌های الکتریکی تبدیل می‌کند. اگر توسط مداری، این پالس الکتریکی تبدیل به بسته‌های بارهای الکتریکی شود. توسط مدار شکل ۱ می‌توان شدت میدان پرتو را اندازه گیری نمود.

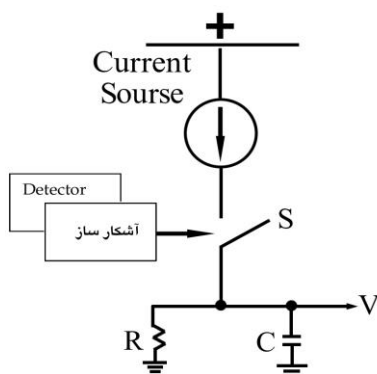


شکل ۱. مدار تبدیل پالس الکتریکی به بسته‌های بارهای الکتریکی

^۱ rate meter

در این شکل V متناسب با شدت پرتوها در واحد زمان خواهد بود [۱-۲].

با توجه به رابطه جریان الکتریکی و بار الکتریکی ($Q=IT$)، مدار را می توان به صورت شکل ۲ نیز نشان داد.



شکل ۲. مداری دیگر از تبدیل پالس الکتریکی به بسته‌های بارهای الکتریکی

هر بار به دام افتادن پرتودر آشکارساز، باعث وصل شدن کلید به مدت t ثانیه خواهد بود (t ثابت). با استفاده از تراشه های مبدل فرکانس به ولتاژ، می توان این مدار را به سادگی شبیه سازی کرد [۳]. بر طبق اصول فوق و با استفاده از میکروکنترلرهای AVR، به روش محاسباتی جدید عملیات الکترونیکی شرح داده شده را می توان شبیه سازی کرد. در ادامه این روش شرح داده می شود. همه پرتوسنج‌های دیجیتال، آهنگ پرتو را با استفاده از میانگین گیری از پرتوهای جذب شده در آشکارساز و با اعمال ضرایب ثابت مشخص، محاسبه می کنند. روش میانگین گیری با وجود ساده بودن محاسباتش، اشکالاتی نیز دارد که عبارتند از:

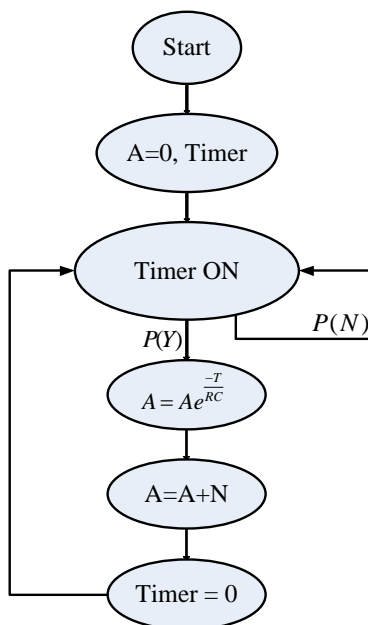
۱- نمایش مقدار آهنگ پرتو به صورت پیوسته وجود ندارد مخصوصا وقتی که شدت میدان پرتو نیز کم باشد.

۲- با توجه به تاخیر زمانی ناشی از عملیات میانگین گیری در نتیجه نمایش داده شده در دزیمر، پیدا کردن منابع پرتو با مکان نامشخص مشکل است.

دو اشکال ذکر شده، مخصوصا وقتی تشدید می شود که حساسیت آشکارساز پایین باشد. به همین دلیل دزیمر نیاز به زمان بیشتری برای جمع آوری پالسها جهت محاسبه میانگین قابل قبول آهنگ پرتو خواهد داشت. در روش جدید ارائه شده، این اشکالات به نحوی کم و یا از بین رفته اند. در این روش توسط



الگوریتم زیر، به نحوی مدار الکترونیکی شکل ۲ توسط دستورات نرم افزاری، مشابه سازی شده است. الگوریتم این روش به صورت شکل ۳ است.



شکل ۳. الگوریتم مشابه سازی مدار الکترونیکی شکل ۲

مقدار متناسب با بار الکتریکی Q ثابت $N =$

پالس الکتریکی از آشکارساز رسیده $P(Y) =$

پالس الکتریکی از آشکارساز نرسیده $P(N) =$

مقدار اندازه گیری شده توسط زمان سنج $T =$

مقدار متناسب با آهنگ پرتو $A =$

هر بسته شدن کلید S در شکل ۲ که حاکی از ایجاد یک پالس در آشکارساز است جریان الکتریکی I را در زمان ثابت T به درون خازن C می فرستد. این اتفاق در نرم افزار با افزایش مقدار ثابت N به حافظه A که نقش خازن را بازی می کند، در الگوریتم فوق نمایش داده می شود. حال آنکه تخلیه بار خازن (شکل ۲) در مقاومت R از رابطه دشارژ خازن C در مقاومت R پیروی می کند که توسط معادله ۱ نشان داده شده است.

$$A = Ae^{\frac{-T}{RC}} \quad (1)$$

در معادله بالا A ولتاژ خازن می باشد همچنین زمان سنج نرم افزاری، در هر زمان که آشکارساز پرتویی را دریافت و پالسی ایجاد می کند، صفر شده و تا پرتوی بعدی زمان را شمارش می کند. به محض دریافت پرتوی بعدی، با استفاده از رابطه ۱ و قرار دادن زمان سپری شده به جای T و دو عدد ثابت برای R و C که معادل سازی شکل R و C در شکل ۲ هستند، مقدار جدید A را حساب کرده و درون A می ریزد. سپس

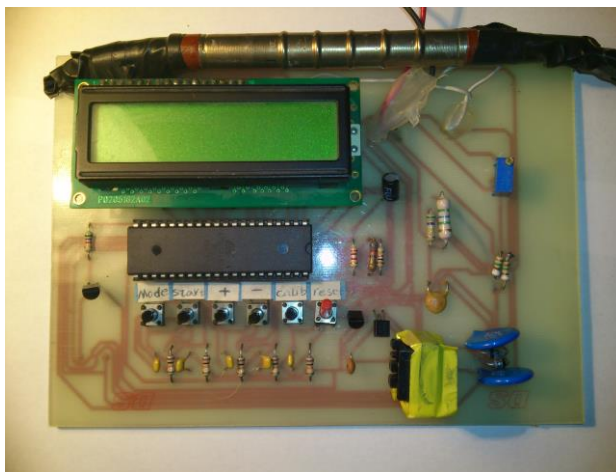


زمان سنج صفر شده و دوباره شروع به کار می کند و تا رسیدن پالس الکتریکی بعدی زمان سنجی را ادامه می دهد [۴-۵].

نتایج

ساخت دزیمر جیبی دیجیتالی جدید با استفاده از روش جدید آهنگ سنجی پرتو در این پژوهش، پس از برنامه نویسی میکرو کنترلر AT89C51 این میکرو کنترلر را در مدار آشکارساز گایگر مولر قرار دادیم. مدار چاپی دزیمر دیجیتالی حاصله که در شکل ۴ نشان داده است دارای ابعاد کوچک ۱۰ سانتی متر در ۱۲ سانتی متر می باشد. نتایج حاصل از اندازه گیری آهنگ دز توسط دزیمر جیبی مذکور طبق روش استاندارد کالیبراسیون ثانویه با نتایج حاصل از اندازه گیری یک دزیمر استاندارد مقایسه شد. یکسان بودن نتایج در میدان پرتوهای مربوط به چشمه های ^{60}Co و ^{137}Cs ، درست بودن این روش محاسباتی را اثبات کرد.

دزیمر دیجیتالی طراحی شده دارای مصرف توان بهینه می باشد و همچنین استفاده از روش جدید آهنگ سنجی پرتو در نهایت منجر به استفاده از میکروکنترلر ارزانتر و مدار دیجیتالی ساده تر و دقت بالاتر در قیاس با کارهای مشابه می گردد.



شکل ۴. مدار چاپی دزیمر جیبی دیجیتالی طراحی شده

بحث و نتیجه گیری

با نرم افزار نوشته شده برای الگوریتم فوق برای تراشه AT89C51 که از سری میکروکنترلرهای AVR است و با استفاده از آشکارساز گایگر مولر با حساسیت ۲۰cpm و نرم افزار و سخت افزار مناسب جهت راه اندازی



دستگاه ، قادر به اندازه گیری آهنگ پرتوی زمینه با دقت خوبی شدیم. همچنین دستگاه دزیمر دیجیتالی ساخته شده، با موفقیت آزمایش عکس مجذور فاصله را با قرار دادن آن در معرض یک چشمه رادیواکتیو، به خوبی پشت سر گذراند. از این پژوهش می توان در ساخت دزیمرهای جیبی در اندازه های کوچک استفاده کرد همچنین روش ارائه شده برای آهنگ سنجی پرتو را می توان در هر دزیمر دیجیتال مبتنی بر مدار میکروکنترلر استفاده کرد.

مراجع

- ۱- دکتر رحیم کوهی و محمود هادی زاده یزدی ، تابشهای هسته ای انتشارات سیمین جلد اول ، فصل ۵ صفحات ۲۶۷-۲۵۷، ۱۳۷۰.
- ۲- دکتر حمیدیان ، آشکار سازی و آشنائی با آشکار سازهای پرتو، انتشارات مهتاب، فصل سوم صفحات ۷۸-۷۱، ۱۳۷۱.
- ۳- مهدی محسنی و منوچهر بهفرنیا، دزیمر محیطی پرتوهای گاماراکتور صفر قدرت آب سنگین zpr، مقاله ارائه شده در کنفرانس هسته ای ایران اسفند ۱۳۸۳ شهر بوشهر.
- ۴- david a.bell , “solid state pulse circuits”, peshon publisheling co., chapter ۲, ۱۹۸۱.
- ۵-paul horowitz & winfield hill, “The art of electronics press”, Syndicate of the university of Cambridge, page ۱۷-۲۳, ۱۹۸۰.