

طراحی و ساخت مدار واسط آشکار ساز پرتوهای گاما

سید وهاب الدین مکی^۱، محمد مهدی هرمزی^۲، مهتاب وهاب پور^{۳*} و مرجان سلیمانی^۴

^۱عضو هیات علمی دانشگاه رازی کرمانشاه و استاد دانشکده فنی شریعتی-گروه مهندسی برق-الکترونیک

^۲سازمان انرژی اتمی ایران-کارشناس ارشد امور حفاظت در برابر اشعه

^{۳*}دانشکده فنی شریعتی-گروه مهندسی برق-الکترونیک

Email: mahtabvahabpour@yahoo.com

چکیده

در این مقاله روش جدیدی برای ساخت دستگاهی که بتواند ما را از وجود پرتوهای گاما و میزان آن در محیط مطلع سازد، ارائه شده است. ابتدا مداری برای تامین های ولتاژ^{۱۹} مورد نظر برای به کارگیری بهینه سنسور آشکار ساز این پرتو رادیو اکتیو، طراحی شده است و سپس به کمک میکرو کنترلر AVR، پالس هایی که در اثر تغییر پتانسیل به علت وجود اشعه گاما، در خروجی سنسور آشکار ساز گایگرمولر^{۲۰} ایجاد شده اند، شمرده می شوند و بر حسب زمان بر روی صفحه نمایشگر، به نمایش در می آیند.

کلمات کلیدی: های ولتاژ، تیوب گایگرمولر، کانتر متر، میکروکنترلر، سی شارپ.

مقدمه

یکی از بزرگترین دستاوردهای بشر در قرن بیستم کشف رادیواکتیویته و فعل و انفعالات هسته ای و خواص مختلف پرتوهاست که تاثیری ژرف در پیشبرد بشر داشته است [۱، ۲]. همزمان با این کشف ها موضوع اثرات پرتوها بر طبیعت بویژه موجودات زنده مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفته و تاثیر آن بر روی نسل بشر موشکافانه بررسی شده است، نتیجه این تحقیقات شناختی است از ماهیت پرتوهای یونیزان، اثرات آنها بر انسان و طبیعت و روشهای صحیح استفاده از پرتوها و مواد رادیواکتیو و راههای چگونگی حفاظت فرد و محیط زیست در برابر این اثرات. هم زمان با رشد فناوری هسته ای و کاربرد آن در کشاورزی، پزشکی، صنایع و غیره آشکار سازهای پرتو نیز توسعه یافته و در انواع مختلف عرضه شده اند [۳]. اولین بار در قرن نوزدهم از یک فیلم عکاسی به منظور آشکار سازی پرتوهای گاما ناشی از اورانیوم استفاده شد، سپس یک اتاقک یونش و حدود ۳۰ سال بعد آشکارهای سوسوزن و نهایتا شمارنده گایگر مولر مورد استفاده محققین قرار گرفت. امروزه با توجه به استفاده روز افزون از مواد رادیواکتیو در کاربردهای گوناگون برخورداری از سیستمهای آشکار سازی و اندازه گیری هسته ای از نیازهای مهم انسان محسوب می گردد [۴]. تجربه انسان نشان میدهد که مواد رادیواکتیو می توانند سلامت انسانها را تحت تاثیر قرار داده و آن را به خطر بیندازند [۵]. از آنجا که حضور پرتوهای یونساز توسط حواس پنجگانه انسان قابل تشخیص نمی باشد طراحی و ساخت سیستم

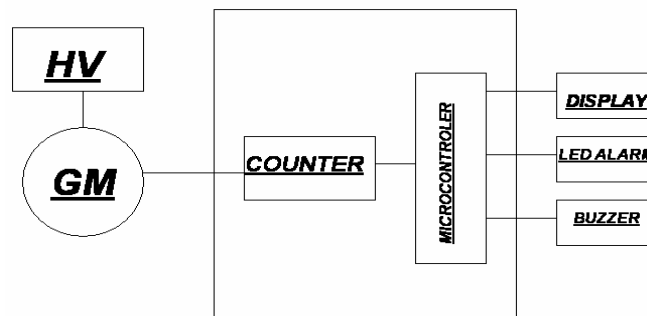
¹⁹High Voltage

²⁰ Geiger Muller Gamma Detector

هایی که به آشکارسازی این پرتوها و اندازه گیری میزان آنها منجر شود می تواند نقش بسیار مهمی در زندگی انسان ها ایفا نماید [۴،۳]. در طول سالها تلاش محققان در این زمینه به منظور فراهم نمودن سیستم هایی که این امکان را به انسان بدهد منجر به ساخت دستگاه هایی با قابلیت حمل فردی گردیده که هر کجا افراد در معرض تابشهای هسته ای قرار گیرند آنها را از این امر مطلع مینماید. امروزه رشته دانشگاهی الکترونیک هسته ای در دانشگاه های معتبر اروپایی و آمریکایی ارائه می گردد [۶].

روش کار

به طور کلی بلوک دیاگرام یک سیستم که بتواند حضور پرتوهای گاما ساطع شده از یک ماده رادیواکتیو در یک محیط را برای ما آشکار سازی نماید به صورت شکل ۱ می باشد که به تفکیک مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

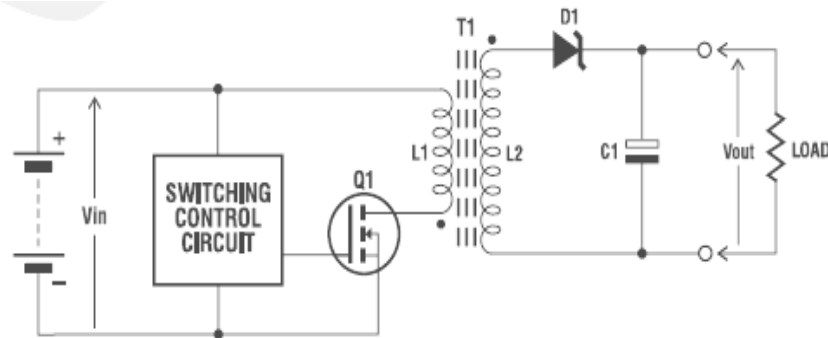


شکل ۱- بلوک دیاگرام کلی یک سیستم آشکارساز پرتوهای گاما

الف-مدار های ولتاژ

در این پروژه ، با توجه به مطالعه و بررسی انجام شده بر روی مبدل های DC به DC ، از مبدلی که از نوع مبدل های FlyBack می باشد ، استفاده کرده ایم . شکل ۲، مدار ساده این نوع مبدل که برای ذخیره سازی انرژی بجای یک سلف، از یک ترانسفورماتور استفاده می کند، را نشان می دهد. مبدل های Flyback ، ۲ فاز جداگانه در سیکل سوئیچینگ دارند . در فاز اول Q_1 هدایت می کند و انرژی از طریق سیم پیچ اولیه L_1 در هسته ترانسفورماتور ذخیره می شود ، سپس در فاز ۲ زمانیکه Q_1 خاموش است انرژی ذخیره شده از طریق سیم پیچ ثانویه بار و خازن C_1 انتقال می یابد. با این حال نسبت L_2 به L_1 نقش مهمی دارد و اکثر مبدل های Flyback ، نسبت دور بالایی دارند تا بتوانند نسبت افزایش ولتاژ بالاتری را داشته باشند . به خاطر شیوه کار این نوع مبدل ، پلاریته شار مغناطیسی در هسته ترانسفورماتور آن هرگز معکوس نمی شود و در نتیجه هسته ترانس باید به منظور جلوگیری از اشباع شدن آن به اندازه کافی بزرگ باشد ، به همین دلیل این نوع مبدل ها برای کاربردهایی با توان نسبی کم مانند تولید ولتاژ بالا برای تست عایق ها ، تیوپ های گایگر ، تیوپ های کاتدی و وسایل مشابه استفاده می شود . همچنین سیم پیچ سومی می تواند به ترانسفورماتور اضافه شود تا بتوانیم دامنه پالس Flyback را که منطقی نزدیک به ولتاژ خروجی است را

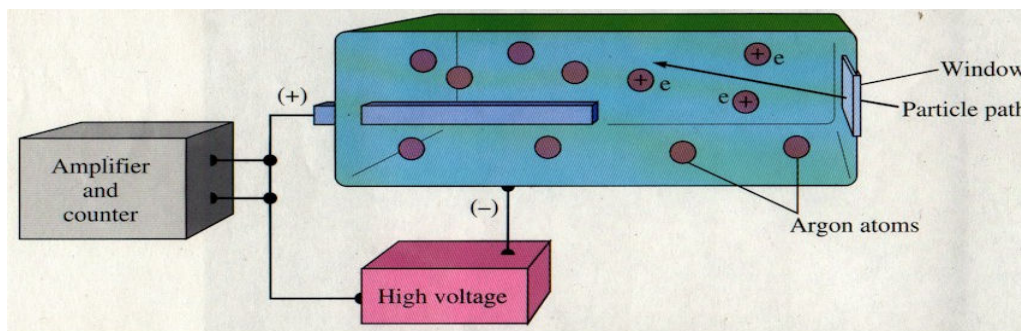
احساس کنیم، پس می‌توانیم این ولتاژ را به صورت فیدبک به مدار کنترل سوئیچینگ بدهیم که این امر به ما اجازه می‌دهد تا به صورت خودکار عمل سوئیچینگ را به منظور تثبیت ولتاژ خروجی تنظیم کنیم. مدار نهایی که ما از آن استفاده کرده ایم، در شکل ۳ آورده شده است.



شکل ۲ - مدار ساده مبدل FlyBack

ب- سنسور آشکارساز گایگر مولر

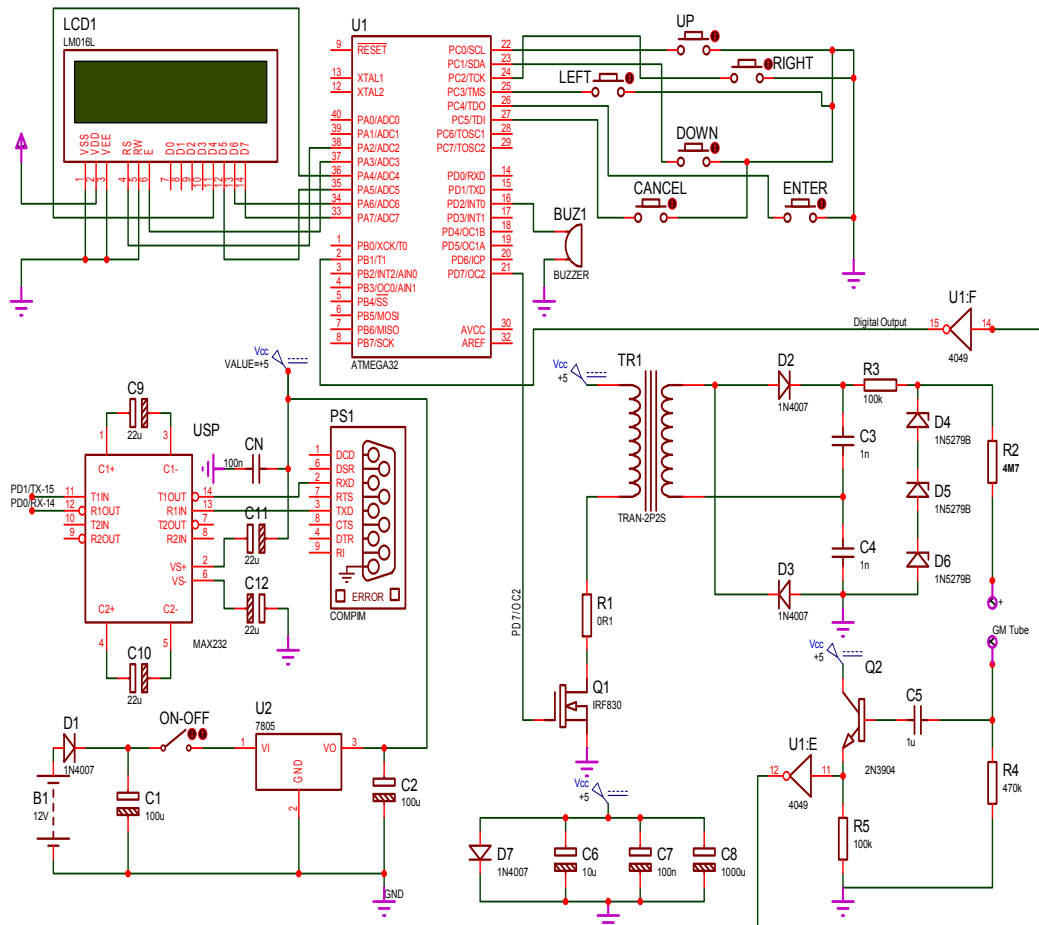
با بکارگیری مبدل های DC به DC ولتاژ لازم برای بکارگیری تیوپ گایگر را فراهم نمودیم. تیوپ گایگرمولر استفاده شده در این پروژه یک گونه تولید آمریکا با نام LND 714 می باشد. مکانیزم تغییرات درون تیوپ گایگر مولر به محض تشخیص پرتو گاما در شکل ۳ نمایش داده شده است. می دانیم که این تیوپ، یک اتاقک گازی استوانه ای دو الکترودی (آند و کاتد) است فضای داخل آن از گاز نئون و یک گاز هالوژن دیگر پر شده است. ولتاژ پیشنهادی برای LND714، ۵۰۰ تا ۶۰۰ ولت می باشد و مقاومت های ۴/۷ مگا اهم و ۴۷۰ کیلو به عنوان مقاومت های محدود کننده جریان و مقاومت کاتد معرفی شده اند.



شکل ۳- مکانیزم تغییرات درون تیوپ گایگر مولر به محض تشخیص پرتو گاما

با در نظر گرفتن نحوه شمارش پالس های خروجی از تیوپ گایگر، مدار شکل ۴، برای بکارگیری این پروژه مناسب تر تشخیص داده شد. HV معادل ۵۴۰ ولت در دوسرآند و کاتد مطابق با مدار شکل ۴ فراهم گردید. بدین ترتیب به محض ورود پرتوهای گاما ساطع شده از هر ماده رادیواکتیو به داخل محفظه تیوپ گایگر، گاز داخل تیوپ یونیزه شده و الکترون ها و یونهای مثبت ایجاد می گردند، به علت اینکه ولتاژ بالایی بین آند و کاتد برقرار است، هریک از

یونهای ایجاد شده در مسیر حرکت به سمت آند و کاتد خودنیز ایجاد یونش می کنند و این امر به صورت بهمین واردامه می یابد ، نتیجه این امر تولید تخلیه الکتریکی در تمامی طول سیم مرکزی (آند) است ، چون تمامی طول سیم مطرح است ، اندازه پالس ایجاد شده دیگر تابعی از تعداد یونهای اولیه نیست و تمامی پالس ها دارای یک اندازه خواهند بود ، اگر ولتاژ اعمال شده روی الکترودهای اتاقک گازی از محدوده ولتاژ پیشنهادی ۶۵۰ تا ۴۵۰ ولت بیشترشود ، به علت شدت میدان الکتریکی گازعایق درون آشکارساز هادی می شود ، بین آند و کاتد اتصال کوتاه برقرار می شود و درچنین حالتی با ایجاد جرقه درگاز ، آشکارساز می سوزد ، لذا باید همیشه ولتاژمناسبی بر سر هرالکتروده آشکارساز اعمال کرد . دریک شمارنده گایگرمولر ، ورود پرتو مصادف با مقدار زیادی بهمین درتمام حجم آشکارسازاست . ودرشرایطی که تمام الکترونها جمع شده اند هنوز مقدار زیادی بار مثبت درهمه جا ازجمله اطراف آند وجود دارد که مثل یک پرده الکتریکی عمل می نماید واز پتانسیل آند به طرز مؤثری می کاهد . شمای این مکانیزم در شکل ۴ آورده شده است.این تغییر ولتاژ به صورت یک پالس درمی آید، حضوراین پالس درمدارخارجی تولید یک جریان می کند که با عبور از مقاومت بین کاتد و زمین ، تبدیل به ولتاژی می شود.



شکل ۴- شماتیک کامل مدار نهایی پروژه

نتایج

تا کنون موفق شدیم با استفاده از آشکارساز گایگرمولر، حضور پرتوهای گاما در محیط اطراف خود را تبدیل به پالس الکتریکی نماییم. شمارش تعداد این پالس ها در زمان معلوم و مقایسه آنها با مقادیر استاندارد فیدبک هسته ای یا فیدبک پرتوها، نشان دهنده میزان این پرتوها در محیط اطراف می باشد. اکنون برای شمارش تعداد این پالس ها، نیازه یک سیستم شمارنده و قابل برنامه نویسی داریم. پس از مطالعه و بررسی های انجام شده در این زمینه، استفاده از میکروکنترلرهای AVR برای این منظور کاملاً مناسب تشخیص داده شد، چرا که باید گفت: به عنوان یک پروسسور، قابلیت های مختلفی را ارائه می نماید که تمامی نیازهای ما در این پروژه از جمله: سیستم شمارنده، قابلیت اتصال LED و نمایش LCD، قابلیت برنامه ریزی برای انجام کارهای مختلف و... را فراهم می آورد. این اندازه گیری کمک خواهد کرد از خطرات احتمالی محیط اطراف خود در رابطه با مواد پرتوزا آگاهی یافته و اقدامات لازم در این خصوص صورت پذیرد. برای نوشتن برنامه برای میکروکنترلرهای خانواده AVR، از نرم افزار Bascom AVR استفاده کرده ایم. در این نرم افزار برنامه به زبان Basic که زبانی با سطح بالا (HLL) است نوشته شده است. پس از انتقال پالس های شمارش شده به کامپیوتر که از راه ارتباط سریال انجام شد، به یک مترجم زبان دیتا برای کامپیوتر و بالعکس نیاز داریم. برای این کار برنامه نویسی C# برای این پروژه به عنوان زبان واسطه بین میکروکنترلر و کامپیوتر انتخاب، و استفاده شده است. از آی سی MAX232 به عنوان رابط در استاندارد RS232 استفاده کرده ایم و در واقع انتقال دهنده دیتا از طریق ارتباط سریال با کامپیوتر است.

بحث و نتیجه گیری کلی

با توجه به اقدامات صورت گرفته در انجام این پروژه شامل تحقیق و مطالعه در مورد آشکارسازهای پرتو، تحقیق و مطالعه در مورد های ولتاژ، مطالعه میکروکنترلرها و نرم افزارهای مربوط، تهیه سخت افزار شامل سنسور آشکارساز، ماژول های ولتاژ، lcd، box مناسب و...، انجام تست های مختلف با سخت افزار و طراحی مدار الکترونیکی پروژه، برنامه ریزی و برنامه نویسی خاص این سیستم و مجموعه کردن پروژه و بررسی عملکرد آن با استاندارد های مربوطه در نهایت منجر به ساخت دستگاه آشکار ساز پرتابل گاما گردید که مختصری از آن در قسمت های قبل توضیح داده شد. همچنین؛ در پی آنیم که در آینده امکانات بیشتری به این دستگاه اضافه کنیم و به قابلیت های آن با تغییر و دستکاری در سخت افزار یا نرم افزار این پروژه، در جهت بهینه نمودن کاربرد آن، بیافزاییم. به عنوان مثال، پیشنهاد می شود کالیبره نمودن آن در اولویت فعالیت های آتی قرار گیرد.

مراجع

[1] J. R. Dwyer, H. K. Rassoul, M. Al-Dayeh, L. Caraway, B. Wright, and A. Chrest, A ground level gamma-ray burst observed in association with rocket-triggered lightning, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 31, L05119, doi:10.1029/2003GL018771, 2004



- [2] K. Dobashi, T. Aoki, M. Fukuda, A. Higurashi, T. Hirose, K. Kamiya, Y. Kurihara, T. Omori, T. Oshima, T. Okugi, T. Omori, I. Sakai, J. Urakawa and M. Washio: Proc. of International Workshop on Laser-Electron Photons, (2000), Spring-8
- [3] K. Dobashi, M. Fukuda, A. Higurashi, T. Hirose, T. Kumita, Y. Kurihara, T. Muto, T. Okugi, T. Omori, I. Sakai, J. Urakawa and M. Washio: NIM.P.R. A455,32,(2000)
- [4] M. Fukuda, T. Hirose, I. Sakai, POLARIMETRY OF SHORT PULSE GAMMA-RAYS AND POSITIONS, proceeding of the second Asian Particle Accelerator conference, Beijing, china, 2001
- [5] Brunetti, M., S. Cecchini, M. Galli, G. Giovannini, and A. Pagliarin (2000), Gamma-ray bursts of atmospheric origin in the MeV energy range, Geophys. Res. Lett., 27, 1599– 1602.
- [6] Dwyer, J. R. (2003), A fundamental limit on electric fields in air, Geophys. Res. Lett., 30(20), 2055, doi:10.1029/2003GL017781.