



طراحی و اجرای اتوماسیون خط تولید نیمه خودکار رادیو داروی ^{111}In با استفاده از PLC

عباس بهرامی - محمد میرزایی - جمشید معافیان - کامران یوسفی - علی اصغر خرمی - محمد رحیمی *

سازمان انرژی اتمی ایران، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده تحقیقات کشاورزی، پزشکی و صنعتی، گروه پژوهشی پزشکی هسته‌ای

چکیده:

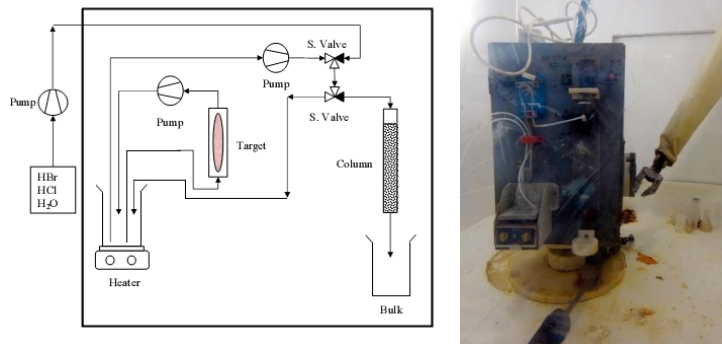
برای نخستین بار در خط تولید رادیو داروهای گروه پژوهشی پزشکی هسته‌ای، کلیه فرایندهای تولید با استفاده از PLC کنترل و مدیریت شده است. در این طرح با به کارگیری LOGO! mini PLC شرکت زیمنس و به روش برنامه نویسی FBD، مراحل مختلف تولید رادیو داروی ^{111}In نوشته و اجرا شده است. از ویژگی‌های این سیستم یکسان سازی فرایند تولید و مستقل نمودن آن از سلیقه‌های شخصی و کاهش خطای انسانی، افزایش قابلیت انعطاف سیستم به منظور تغییر و یا اصلاح فرایند تولید و کاهش زمان آموزش به پرسنل جدید می‌باشد. اکنون این خط در کنار سایر خطوط تولید رادیو داروها نصب شده و آماده تولید این رادیو دارو به منظور مصارف تشخیصی یا تحقیقاتی است.

کلید واژه: PLC، اتوماسیون، رادیو دارو، ^{111}In

مقدمه:

رادیو ایزوتوپ ^{111}In از طریق گیراندازی الکترون به ایزوتوپ پایدار ^{111}Cd تبدیل می‌شود. این واپاشی با نشر دو فوتون با انرژی‌های ۱۷۱ و ۲۴۵ کیلو الکترون ولت همراه می‌باشد که به ترتیب با ۱۰٪ و ۶٪ پدیده تبدیل داخلی رقابت می‌کند. جذب خوب در کبد، طحال و مغز استخوان، نیمه عمر مناسب (۳/۶۷ ساعت)، دفع بسیار ناچیز آن در شیر مادران شیرده و تابش گاما خالص بدون قله‌های ناخواسته در طیف انرژی، آن را به یکی از مناسب‌ترین رادیو ایزوتوپ‌ها برای تصویربرداری SPECT و درمان در پزشکی هسته‌ای تبدیل می‌نماید. همچنین ترکیبات مختلف این رادیو ایزوتوپ برای نشاندار کردن پروتئین‌ها بسیار مناسب است. ایندیم اکسین، ایندیم پنتات و ایمونو گلوبین انسانی از دیگر نمونه‌های ترکیبات نشان‌دار آن می‌باشد.

در سال ۱۳۷۴ برای نخستین بار رادیو داروی ^{111}In با بمباران کادمیوم طبیعی در گروه پژوهشی پزشکی هسته‌ای تولید شد [۱]. شکل ۱ خط تولید اولیه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- اولین خط تولید رادیو داروی ایندیم ^{111}In

هر چند این محصول به لحاظ تئوری با بهره‌گیری از الکترون اوژه، برای مصارف تشخیصی بسیار مناسب بود ولی استفاده از کادمیوم طبیعی به عنوان ماده هدف برای بمباران سبب وجود ناخالصی ^{114}In با نیمه عمر ۵۰ روز در محصول نهایی شد که عملاً استفاده از آن را در تصویر برداری تشخیصی غیر ممکن نمود. از طرفی دیگر بدلیل پایین بودن راندمان و اکتیویته ویژه نهایی، استفاده از آن برای امور تحقیقاتی و انجام فرآیند نشاندار سازی چندان کارآمد نبود [۲].

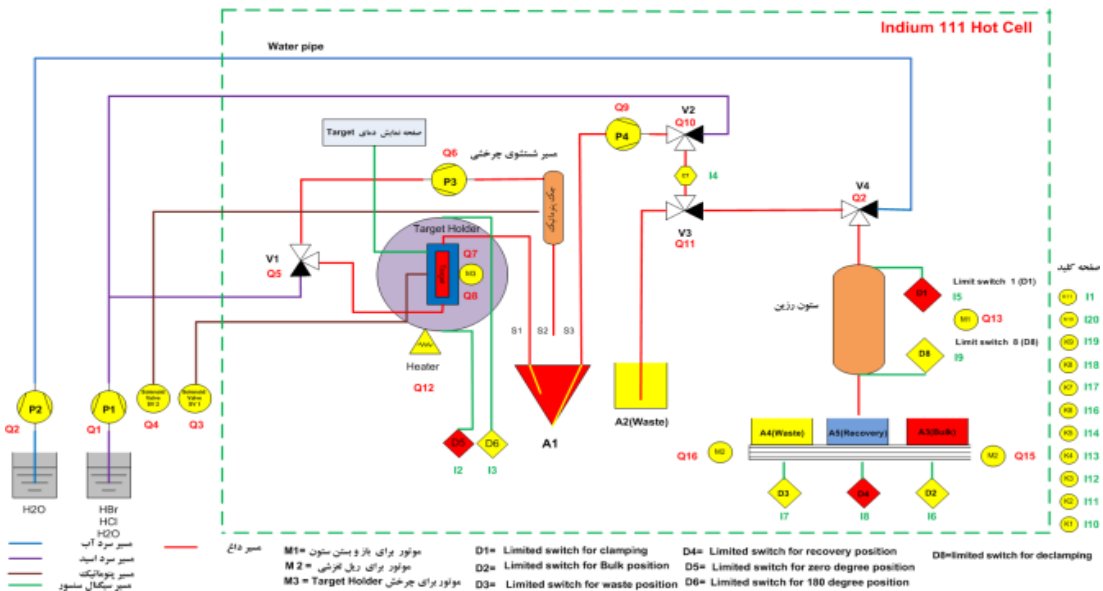
در این طرح جهت حل مشکلات فوق و ارائه یک رادیو داروی مناسب برای مصارف تشخیصی و نشاندار سازی، طراحی و اجرای اتوماسیون خط تولید نیمه خودکار رادیوداروی ^{111}In با استفاده از کنترل کننده منطقی برنامه پذیر (PLC) و بمباران هدف کادمیوم غنی شده بر روی پروژه ملی "تولید و کنترل کیفی رادیوداروی ^{111}In " انجام پذیرفت.

روش کار:

برای اجرای اتوماسیون صنعتی در هر فرآیندی ابتدا لازم است مراحل انجام کار به دقت تدوین شده و ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین گردد [۳]. در فرآیند تولید و جدا سازی ^{111}In بر اساس طرحی که در شکل ۱ نشان داده شده است، مراحل تولید کاملاً به تصمیمات اپراتور وابسته بوده و هرگونه خطای انسانی می‌توانست سبب از بین رفتن محصول نهایی گردد. این مسئله خصوصاً در شرایطی که قرار است تولید با بمباران کادمیوم غنی شده انجام پذیرد بدلیل قیمت بالای آن بسیار حائز اهمیت خواهد بود. علاوه بر

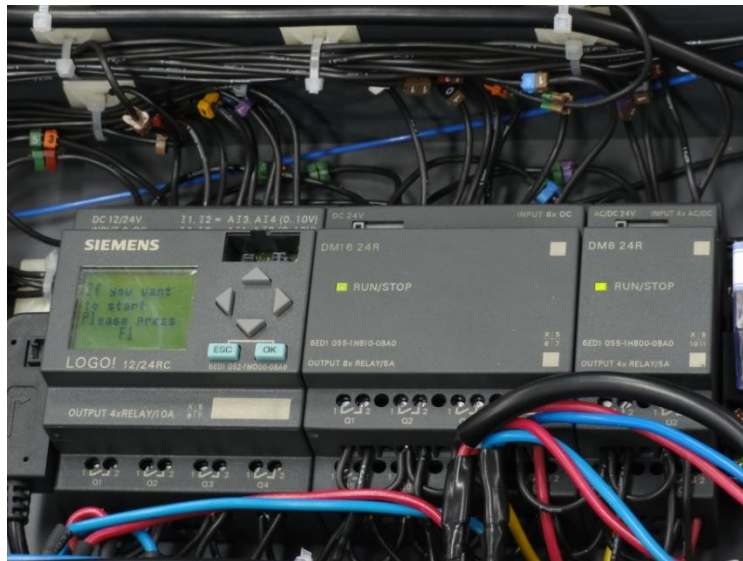
آن، استفاده از اسید خالص HBr گرم در این سیستم بصورت باز سبب می‌شد که بخارات آن فرسایش و خوردگی سریع را ایجاد کند. در این پژوهش در ابتدا روش انجام مراحل تولید در شکل ۱ مجدداً بررسی شد. از آنجا که هدف از این طرح ساخت خط تولید نیمه خودکار رادیو داروی ^{111}In بر پایه کنترل کننده PLC بود لذا اصلاحاتی در شکل ۱ صورت گرفت تا شرایط آن برای اجرای اتوماسیون مهیا گردد. این تغییرات شامل طراحی و اجرای ریل متحرک برای جابجایی خودکار ظروف زیر ستون، چرخش خودکار نگهدارنده هدف و ایجاد مسیر شستشوی چرخشی برای انحلال بهتر آن با اسید و اضافه نمودن یک کنترلر دما برای گرم کننده پشت تارگت بود. شکل ۲ خط تولید رادیو داروی ^{111}In را پس از انجام اصلاحات نشان می‌دهد.

شماتیک ورودی خروجی های سیستم تولید ^{111}In



شکل ۲- خط تولید اصلاح شده ^{111}In

در مرحله بعدی، فلسفه عملیات یا همان نحوه دقیق انجام کارنوشته شد. به این ترتیب کلیه مراحل فرایند بصورت توصیفی شرح داده شده و هدف از انجام و روش اجرای آن بیان گردید. بر اساس این فلسفه عملیات، با توجه به تعداد ورودی ها و خروجی های سیستم، کنترل کننده LOGO ! mini PLC از شرکت زیمنس به عنوان کنترل کننده خط تولید انتخاب گردید [۴]. شکل ۳ این کنترل کننده را پس از نصب در سیستم نشان می‌دهد.



شکل ۳- کنترل کننده LOGO! Mini PLC

برای برنامه نویسی از نرم افزار LOGO!Soft Comfort نسخه (۲۰-۱۱-۲۸ ۰۷-۲۰۱۱) (۲۰۱۱-۰۷-۲۸ ۰۷-۲۰۱۱) شرکت زیمنس استفاده بعمل آمد. این نرم افزار دارای یک محیط شبیه سازی بوده و امکان نوشتن برنامه و اجرای آن را در این محیط می دهد. در طی مراحل برنامه نویسی ابتدا هر یک از ورودی ها و خروجی های PLC به یکی از اجزاء سیستم اختصاص داده شد. سپس برنامه نویسی بصورت مدولار به روش Function Block Diagram یا FBD برای قسمت های مختلف سیستم انجام شد. برنامه نویسی به روش FBD یا بلوکی در واقع یک نوع سیم کشی نرم افزاری است که در آن با استفاده از اجزاء منطقی موجود در برنامه و بر اساس فلسفه عملیات بین ورودی ها، خروجی ها و کاربر ارتباط برقرار می نماید تا مراحل کار طبق روند طراحی شده انجام پذیرد. در برنامه نویسی از اجزاء منطقی مختلفی نظیر AND, OR, Pulse Relay, Latching Relay, On Delay استفاده بعمل آمد. اضافه کردن کنترل کننده دمای پشت هدف، مناسب ترین دما را برای انحلال آن با اسید فراهم کرده و سبب افزایش بهره تولید می گردد. به علاوه، ایجاد مسیر شستشوی چرخشی در سیستم این امکان را می دهد تا اپراتور تولید بارها هدف را با اسید شستشو نماید بدون آنکه نیازی به اضافه کردن اسید باشد. به این ترتیب میزان اسید مصرفی در حین تولید کاهش خواهد یافت. برای تعامل هر چه بیشتر این سیستم با اپراتور، کلید هایی به همراه یک صفحه نمایش در آن قرار داده شده است. اپراتور با توجه به پیغام- هایی که بر روی این صفحه نمایش داده می شود مراحل تولید را دنبال می نماید. همچنین یک فرایند شستشوی چند مرحله ای با آب در این خط اجرا شده است تا ضمن افزایش عمر قطعات آن، تا حد ممکن آلودگی های احتمالی آن را پاک نماید.

این خط تولید در آزمایشگاه هات سل گروه پژوهشی پزشکی هسته‌ای کرج نصب شده و آماده تولید این رادیو دارو برای مراکز تشخیصی و تحقیقاتی کشور است. شکل ۴ این خط تولید را پس از نصب در آزمایشگاه هات سل گروه نشان می‌دهد.



شکل ۴- خط تولید نصب شده در آزمایشگاه هات سل

بحث و نتیجه گیری:

برای اولین بار یک خط تولید رادیو دارو با کنترل PLC در گروه پژوهشی پزشکی هسته‌ای طراحی و ساخته شده است. دانش فنی کسب شده را می‌توان برای ساخت سایر خطوط و کلیه فرآیندهای مرتبط با تولید رادیوداروها در گروه بکار برد. این کار سبب مدیریت بهتر تولید در صرفه جویی از منابع اولیه و کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری، کاهش زمان آموزش به پرسنل جدید و کاهش پرتوگیری شغلی کارکنان خواهد شد. نوآوری‌های بکاررفته در این طرح گامی کوچک در ساخت خطوط تولید رادیو داروها با تکیه بر دانش بومی و راهی برای افزایش تولید ملی و خودکفایی در صنعت هسته‌ای است.

مراجع:

- ۱- میرزایی، محمد. "تولید رادیوایزوتوپ ^{111}In با استفاده از شتاب دهنده در انرژی‌های مختلف برای بدست آوردن انرژی بهینه و حداکثر راندمان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۴.
- ۲- مستندات گروه پژوهشی پزشکی هسته‌ای در خصوص تولید رادیو داروی ^{111}In .
- ۳- طهماسبی، احمد، "کنترل صنعتی"، انتشارات مرکز آموزش عالی فنی تبریز، ۱۳۸۷.

۴- LOGO! Manual, A5E01248535-01, Siemens documents, 04/2008.