

پودمان ۵

الکتروپنوماتیک



رشد روز افزون جمعیت، تغییر سبک زندگی به مصرف گرایی از جمله عواملی هستند که موجب تولید بیشتر و سریع محصولات در صنایع مختلف گردیده است. امروزه تولید به روش سنتی جای خود را به روش های تولید اتوماتیک داده است. اتوماسیون در لغت به معنی خودکار کردن، ماشینی کردن و همچنین هدایت دستگاه ها یا کامپیوتر نیز معنی می دهد. یکی از روش های اتوماسیون استفاده از سیستم های الکتروپنوماتیک می باشد. صنایع گوناگونی مانند بسته بندی، دارویی، غذایی، نساجی و چوب از سیستم الکتروپنوماتیک برای اتوماسیون خود بهره می برند.

واحد یادگیری ۵ شایستگی نصب و راه اندازی تجهیزات الکتروپنوماتیکی

آیا تا به حال پی برده اید؟

- هدف از این شایستگی عبارتند از:
۱. آشنایی با سیستم‌های کنترل الکتروپنوماتیک
 ۲. توانایی شناخت شیرهای پنوماتیک برقی
 ۳. استفاده از تجهیزات الکتریکی (رله الکترومکانیکی) در مدارهای الکتروپنوماتیکی
 ۴. توانایی استفاده کاربردی از رله هوشمند در سیستم‌های الکتروپنوماتیکی
 ۵. آشنایی با نمودار حرکتی مدار
 ۶. شناسایی تداخل سیگنال اضافی در مدار
 ۷. حل مسایل الکتروپنوماتیک به دو روش کنترل رله‌ای و رله هوشمند

استاندارد عملکرد

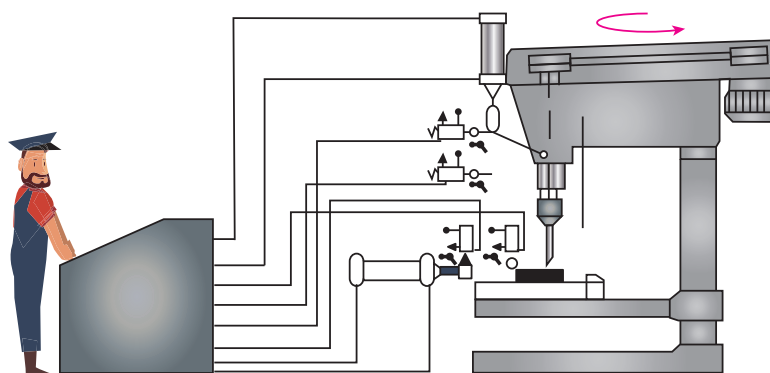
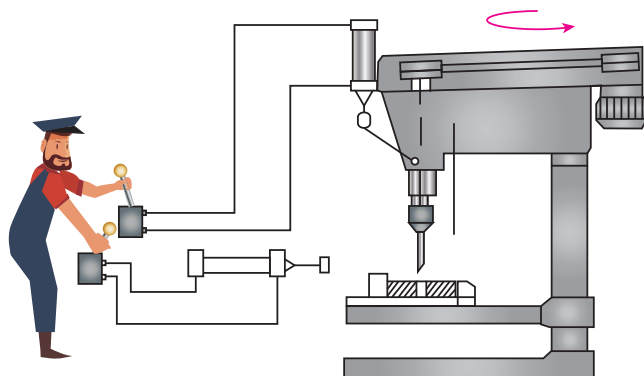
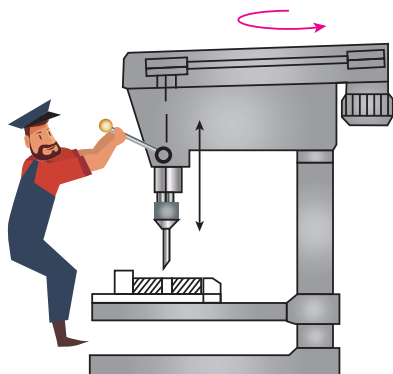
■ پس از پایان این واحد هنرجویان با سیستم‌های الکتروپنوماتیکی آشنا خواهند شد و قادر خواهند بود برای تولید یک فرایند ساده اتوماسیون مدارهای قدرت و فرمان را بر اساس آموخته‌های خود طراحی و اجرا کنند.

کاربردهای سیستم‌های الکتروپنوماتیکی در صنایع مختلف

نمایش فیلم



با دقت به تصاویر زیر نگاه کنید و به اختلاف سه تصویر بیاندیشید و با هم گروهی خود تبادل نظر کنید. این تصاویر عمل سوراخ‌کاری با دریل بر روی قطعه کار را از حالت سنتی تا حالت اتوماتیک نشان می‌دهد. درک مفهوم اختلاف این تصاویر اهمیت اتوماسیون را خصوصا در صنعت نشان می‌دهد.





به نظر شما آیا برای ایجاد تعداد قطعه محدود می‌توان از روش‌های اتوماسیون استفاده کرد. یا همان روش‌های سنتی به صرفه‌تر خواهد بود.




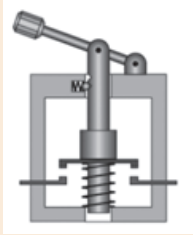
در سیستم‌های الکتروپنوماتیک از تجهیزات الکتریکی در کنترل وسایل پنوماتیکی بهره می‌برند. همانند سیستم‌های الکتروهیدرولیک تجهیزات الکتریکی مورد استفاده شامل شستی‌ها، سویچ‌های حدی، رله، سنسورها، تایمر و کانتر می‌باشد که در الکتروپنوماتیک نیز قابل استفاده است.

تنها تفاوت در اجزای این دو مبحث شیرهای پنوماتیک برقی می‌باشد که در ادامه به شرح آن می‌پردازیم. در مبحث الکتروپنوماتیک از تجهیزات قابل برنامه‌ریزی (رله‌های هوشمند) استفاده فراوانی می‌شود که در این فصل سعی بر آن است که در حل مسایل از رله هوشمند نیز استفاده گردد.

ابتدا مروری بر اجزای الکتریکی مورد استفاده در الکتروهیدرولیک و الکتروپنوماتیک که در قالب جداول زیر آورده شده است.

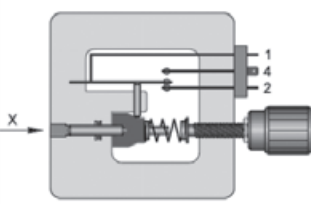
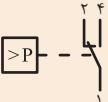

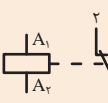



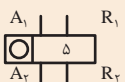


جدول زیر انواع شستی و میکروسویچ‌ها را نشان می‌دهد جدول را کامل کنید.

علامت اختصاری	نام قطعه	شرح عملکرد	تصویر
SE - ۱	شستی استارت		
SE - ۲	شستی استاپ		
s ۱	میکروسویچ		
SE - ۳	شستی خارجی		



جدول زیر را کامل کنید و شرح عملکرد هر یک از قطعات را بنویسید.

تصویر	شرح عملکرد	نام قطعه	علامت اختصاری
			
			
			
			



بر روی اکثر محصولات الکتریکی یک کد حفاظتی درج شده است درباره آن تحقیق کنید و انواع آن را بررسی کنید

IP65

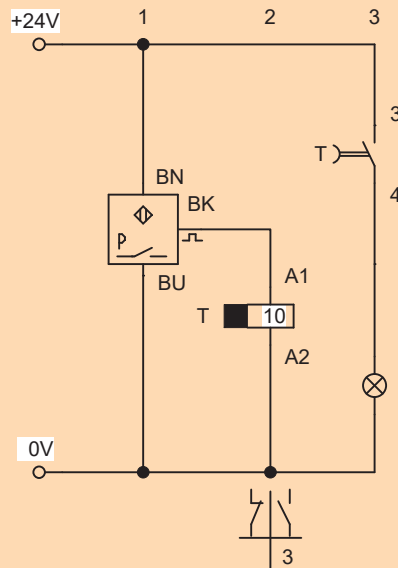




جدول زیر انواع سنسورهای مورد استفاده در الکتروپنوماتیک را نشان می‌دهد. جدول را کامل کنید و درباره گزینه‌های آن تحقیق کنید.

مشخصات سنسورها					
نوع سنسور	علامت اختصاری	اصول کار	مزایا	معایب	فاصله عملکرد
القایی		وقتی جسمی میدان مغناطیسی را تحت تاثیر قرار می‌دهد فعال می‌شود.	درجه ایمنی بالا (IP67)، دقت نقطه فعال شدن خیلی بالا	فقط قطعات فلزی و گرافیتی، عدم حساسیت به تراشه‌های فلزی	۱۵۰-۱ mm
خازنی		درجه ایمنی بالا (IP67)، حساس به همه مواد غیر از آلودگی‌ها	فاصله کم قطعات، ساختمان بزرگ‌تر از سنسورهای القایی	۴۰-۲۰ mm
نوری		تشخیص همه مواد، فاصله زیاد	حساس به کثافات و تاثیرات نور	۲mm
مغناطیسی		مخصوص محیط‌های نامناسب هوایی و حرارتی، عمر بالا	خطر جوش فنرهای کنتاکت	---

مدار زیر را نصب و راه اندازی نموده و عملکرد آن را شرح دهید.



فعالیت کارگاهی



با استفاده از کنترل رله‌ای هر یک از مدارهای زیر را برای روشن کردن یک لامپ LED ترسیم کنید:
 الف- روشن کردن یک لامپ با تحریک شستی به‌طور غیر مستقیم
 ب- با استفاده از تحریک لحظه‌ای یک شستی (مدار خودنگهدار) و تعبیه یک کلید خاموش کردن.
 ج- مدار فرمانی که با پنج بار ارسال سیگنال لامپ روشن شده و با یک کلید ریست شود.

فعالیت



از یک سنسور نوری سه سیم به‌صورت PNP برای روشن و خاموش شدن یک LED استفاده کرده مدار سیم‌بندی آن را ترسیم کرده و بر روی تابلوی آموزشی ببندید.

فعالیت



شیرهای پنوماتیک برقی



شیرهای پنوماتیکی که عامل تحریک آن جریان الکتریکی می‌باشد شیرهای پنوماتیک برقی نامیده می‌شود. جریان الکتریکی به سیم پیچ (بوبین) شیر اعمال شده و موجب به حرکت درآوردن اسپول داخل شیر می‌شود و مسیر عبور جریان هوا را تغییر و یا تنظیم می‌کند.

در سیستم‌های کنترل الکتروپنوماتیک از دو شکل انرژی استفاده می‌شود:

- در بخش کنترل از انرژی الکتریکی

- در بخش قدرت از انرژی پنوماتیکی (جریان هوای فشرده)

شیرهای کنترل جهتی که به‌طور الکتریکی تحریک می‌شوند واسط بین بخش کنترل سیگنال و بخش قدرت می‌باشند. وقتی سیگنال در بخش کنترل پردازش شد به شیرها دستور باز و بسته کردن مسیرهای هوا جهت راه‌اندازی عملگرها را صادر می‌کند.

شیر پنوماتیک برقی دو سر بوبین	شیر پنوماتیک برقی یک سر بوبین
	

مطابق شکل فوق شیرهای پنوماتیکی دارای دو نوع یک سر بوبین و دو سر بوبین هستند. بوبین این شیرها نیز با جریان متناوب و یا مستقیم کار می‌کند.

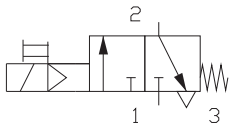

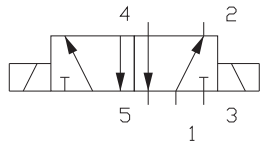
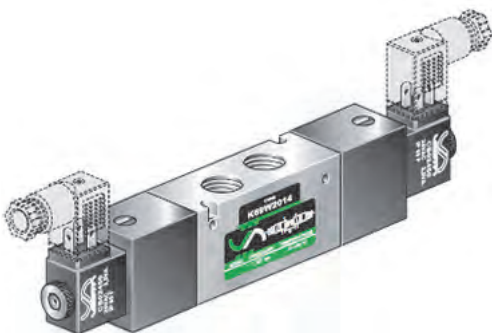
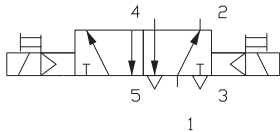

یکی از مشخصه‌های مهم در انتخاب شیرها میزان گذردهی سیال از آن می‌باشد. بدهی است که سیلندرها بزرگ برای حرکت خود نیاز به مقدار هوای بیشتر و سیلندرها کوچک به مقدار هوای کمتری نیاز دارند. بر این اساس شیرهای مورد استفاده با توجه به دبی هوا برای سیلندر بایستی اندازه ورودی و خروجی مشخصی داشته باشند که به آن اندازه نامی گفته می‌شود. سایز دهانه مقدار هوای مشخصی را از خود عبور می‌دهد. دهانه ورودی و خروجی شیرهای پنوماتیک با سایزهای ($1/4"$ و $1/2"$ و $3/8"$ و $1"$ و... اینچ به بازار عرضه می‌شوند. به عنوان مثال سایز دهانه $1/4"$ اینچ با قطر شلنگ ۴ میلی‌متر مقدار هوادهی ۵۰۰ لیتر بر دقیقه را خواهد داشت. عدم انتخاب صحیح سایز شیر موجب افت فشار در شیر شده و در نهایت بر روی سرعت حرکت سیلندر تاثیرگذار خواهد بود.

بررسی کنید که میزان هوادهی شیرهای پنوماتیک برای هر سایز چه میزان می‌باشد و برای سیلندرها با قطر مشخص چه نوع شیر با سایز مشخصی استفاده می‌شود.

بزهوش



یکی دیگر از مشخصه‌های مهم در شیرهای برقی پنوماتیک زمان پاسخ در شیر می‌باشد و آن به این مفهوم است که مدت زمانی که بین تحریک کنتاکت و سوئیچ شدن شیر طول می‌کشد را زمان پاسخ می‌نامند.

علامت اختصاری	نوع شیر	تصویر
	شیر یک سر بوبین پیلوتی همراه با کنترل دستی	
	شیر دو سر بوبین بدون پیلوت	
	شیر دو سر بوبین پیلوتی همراه با کنترل دستی	

همانطور که در تصاویر فوق مشاهده می‌شود بعضی از شیرها دارای پیلوت هستند. پیلوت‌دار بودن یک شیر بدین معنی است که علاوه بر حرکت اسپول توسط بوبین الکتریکی جریان هوای فشرده نیز به حرکت اسپول کمک می‌کند تا سرعت حرکت و قدرت عملکرد شیر بالاتر رود.



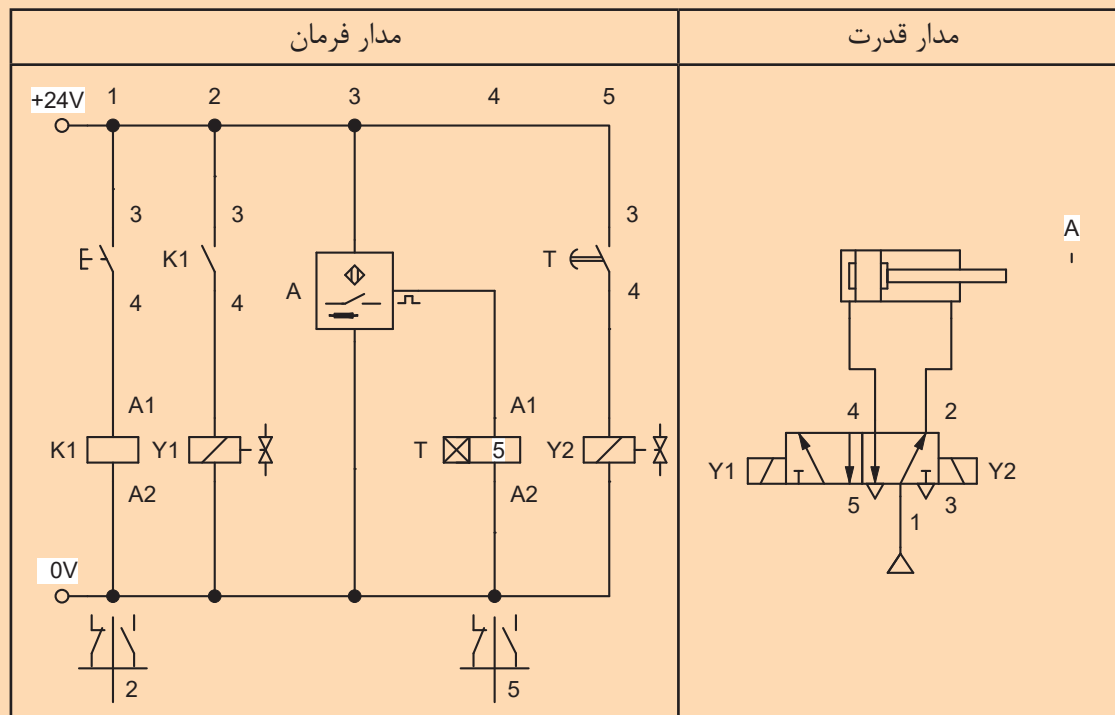
هنگام کار با تجهیزات پنوماتیک مراقب شیلنگ‌ها باشید پیچ خوردگی و تا شدن آنها باعث ترکیدن خواهد شد و خطراتی را در پی دارد.

نکات ایمنی





مدار زیر را نصب و راه اندازی نموده و عملکرد آن را شرح دهید.



مداری ترسیم کنید که:

الف) چنانچه سیلندر دوطرفه در ابتدای کورس باشد با تحریک شستی S₁ بیرون رود.

ب) در پایان کورس با تحریک شستی S₂ به داخل باز گردد.

ج) در شرایط اضطراری سیلندر با تحریک کلید اضطراری، در هر حالتی که باشد بایست به داخل باز گردد.

(مدار را یک بار با شیر یک سر بوبین و یک بار با شیر دو سر بوبین ترسیم کنید)



مداری ترسیم کنید که یک سیلندر دوطرفه:

الف) با تحریک کلید خارجی حرکت رو به جلو داشته باشد به شرطی که پیستون کاملاً به ابتدای کورس خود قرار داشته باشد.

ب) با رسیدن به انتهای کورس با برخورد به یک میکروسوییچ به طور اتوماتیک به عقب بازگردد.

ج) حرکت رفت و برگشت با هر بار استارت ۸ بار انجام شود.

تکنیک طراحی مدار

اصول طراحی و ترسیم مدارهای پنوماتیک جدای از نحوی کنترل آن یکسان بوده و آنچه که تعیین کننده در یک مدار می باشد حرکت سیلندرها و ترتیب آنها می باشد. در فصل دوم مدارهای ساده ای از پنوماتیک را آموخته و بر روی تابلوی آموزشی بسته اید. آیا تا به حال به این موضوع فکر کرده اید که چگونه بایستی یک مدار را طراحی کنیم و آن را ترسیم کنیم.

برای ایجاد یک مدار الکتروپنوماتیک مراحل را قبل از دستیابی به مدار بایستی در نظر گرفت. این مراحل عبارتند از:

۱- **ترسیم کروکی از دستگاه:** بدین معنی که قبل از هر چیز ساختار و کلیات دستگاه بایستی ترسیم شود. معمولاً یک طرح دستی (اسکیچ) از دستگاه مورد نظر ترسیم کرده و موقعیت سیلندرها برای تامین حرکت مورد نظر جاسازی می شود.

۲- **تعیین عمل کننده ها:** برای دستیابی به حرکت و مکانیزم حرکتی مورد نظر باید تعیین شود که چند عمل کننده (سیلندر) برای تامین آن حرکت نیاز است. برای مثال برای فرایند سوراخ کاری حداقل دو سیلندر برای نگهداری قطعه و حرکت دریل مورد نیاز است.

۳- **نام گذاری عمل کننده ها:** عملگرها را معمولاً حروف گذاری کرده و با حروف بزرگ لاتین نام گذاری می شوند مثلاً A, B, C.

۴- **تعیین تابع حرکتی عمل کننده ها:** در بسیاری از تجهیزات اتوماسیون که با سیستم پنوماتیک کار می کنند چندین سیلندر پنوماتیکی با ترتیبی خاص و مشخص عمل کرده و فرایند کاری را کامل می کنند. نحوه ی ارتباط بین سیلندرها و شناخت مدار اهمیت زیادی دارد فلذا شرح مسئله و فرایند کار بایستی به گونه ای ساده و قابل فهم بیان شود. به همین منظور حرکت سیلندرها را به دو شکل مثبت شدن و منفی شدن تقسیم بندی می کنند. (مثبت شدن به معنی بیرون آمدن پیستون سیلندر و منفی شدن به معنی برگشت پیستون سیلندر می باشد) تشریح لغوی یک حرکت عبارتست از فرموله کردن یا جمله نویسی کردن حرکت می باشد. این عمل موجب می شود ترتیب حرکت سیلندرها مشخص شود. پس از نام گذاری عملگر با حروف A, B, C تابع حرکت سیلندرها نوشته می شود. به عنوان مثال سیلندر A مفروض است با زدن کلید استارت سیلندر به جلو حرکت کرده و سپس به طور اتوماتیک به عقب بازگردد. تابع حرکتی آن به صورت $(A+A-)$ خواهد شد.

عبارت $A+B+B-A-$ بدین معنی است که ابتدا سیلندر A به جلو حرکت کرده سپس سیلندر B به جلو حرکت کرده و بعد از آن سیلندر B به عقب بازگشته و بعد سیلندر A به عقب باز می گردد.

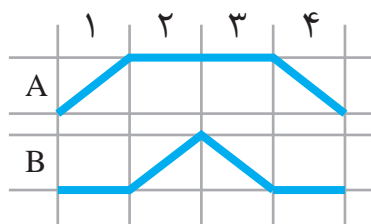
در صورتی که دو حرکت به طور همزمان صورت گیرد حروف مربوطه را زیر هم به صورت عمودی می نویسند. مثال: سیستم سوراخ کاری پنوماتیکی که دو جک A, B به طور همزمان فک های گیره را به جلو رانده و سپس جک C موتور دریل را پیش می برد و در نهایت ابتدا جک های A, B و سپس جک C به عقب بازگردند.

$$A+ C+ A- C-$$

$$B+ B-$$

۵- **تعیین عوامل حسی دستگاه:** برای اینکه بتوان حرکت ایجاد شده اتوماتیک باشد و یا ترتیب خاصی را داشته باشد از عوامل حسی مانند شیرهای غلطکی، میکروسوییچ ها و یا سنسورها استفاده می شود. عوامل حسی را معمولاً با حروف کوچک حروف گذاری می کنند مثلاً a_0, a_1, b_1, \dots .

۶- ترسیم دیاگرام حرکتی: این نمودار حرکت سیلندرها را در مراحل یا گام‌های مختلف نشان می‌دهد به عبارتی ترتیب عمل کردن سیلندرها بر روی این نمودار مشخص می‌شود. برای ترسیم نمودار حرکت سیلندرها دو محور عمودی و افقی ترسیم کرده که در محور افقی مراحل کار یا حرکت سیلندر و محور عمودی نام یا شماره سیلندر درج می‌شود. به عنوان مثال برای حرکت دو سیلندر BA با تابع حرکتی $A+B+B-A-$ نمودار حرکت سیلندرها به شکل زیر خواهد شد.

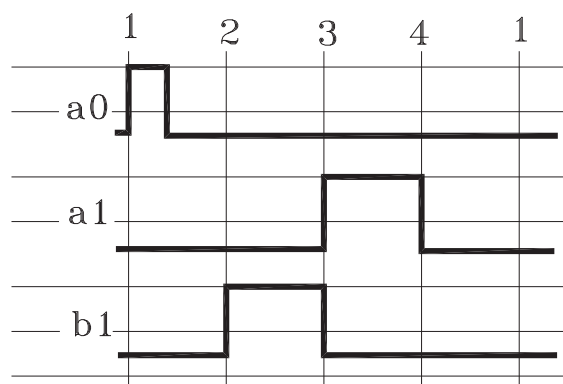


در مرحله اول سیلندر A به بیرون حرکت کرده ($A+$) سپس در همان حالت باقی می‌ماند و در مرحله دوم سیلندر B به جلو حرکت کرده در مرحله سوم سیلندر B به عقب بازگشته و در مرحله چهارم سیلندر A نیز به عقب باز می‌گردد. نمودار بالا برای یک سیکل کاری طراحی شده است و این سیکل به همین ترتیب تکرار می‌شود.

در مداری ترتیب حرکت سیلندرها طبق تابع $A+B+A-B-C+C-$ می‌باشد. دیاگرام حرکت سیلندرها را ترسیم کنید.

	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						

فعالیت



۷- دیاگرام فرمان: هدف از ترسیم این دیاگرام بررسی موقعیت و وضعیت فرمان‌دهنده‌ها در مدارات پنوماتیک می‌باشد. به طوری که موقعیت فیزیکی هر فرمان‌دهنده و عامل تحریک آن در دیاگرام مشخص شود.

برای ترسیم دیاگرام فرمان برای هر فرمان‌دهنده اعم از شیرهای غلطکی و یا میکروسوییچ‌ها و یا سنسورها، دو خط موازی رسم می‌کنیم خط بالا حالت فعال بودن و خط پایین معرف قطع سیگنال فرمان می‌باشد.

در این دیاگرام فرمان‌دهنده a^0 در مرحله اول یک سیگنال لحظه‌ای ارسال می‌کند و فرمان‌دهنده a^1 در مرحله سوم تا چهارم سیگنال پیوسته ارسال خواهد کرد و فرمان‌دهنده b^1 نیز از مرحله دوم تا سوم در حال ارسال سیگنال خواهد بود.

۸- انتقال عوامل حسی بر روی دیاگرام حرکتی: عوامل حسی شامل میکروسوییچ‌ها و سنسورها و شیرهای غلطکی می‌باشند. این عوامل بر روی مدار همراه با یک حرف یا شماره علامت‌گذاری می‌شوند. توسط فلش‌ها و علائم خاصی این عوامل را بر روی نمودار حرکتی نشان می‌دهند. این عمل بدین خاطر است که تغییر جهت حرکت یک سیلندر بر اساس چه عاملی صورت گرفته است. این علائم مطابق جدول زیر می‌باشد.

علامت	نام علامت	شرح
	Signal line	خطوط سیگنال: این خطوط از روی نقطه‌ای که سیگنال شروع می‌شود ترسیم و به نقطه‌ای که تغییر وضعیت صورت می‌گیرد خاتمه می‌یابد.
	Input element (limit Switch)	المان ورودی میکروسوییچ: معمولاً این علامت از نقطه‌ای که میکروسوییچ عمل می‌کند و سیگنال ارسال می‌کند ترسیم می‌شود.
	OR condition	انشعاب به صورت منطق OR
	And condition	انشعاب به صورت منطق AND
	Signal branching	خطوط سیگنال فرعی
	ON/ Start	کلید ON یا کلید Start
	OFF/ Stop	کلید OFF
	ON /OFF	کلید روشن و خاموش ON /OFF

۹- **ترسیم مدار فرمان الکتریکی:** برای ترسیم مدار فرمان باید مشخص شود که نوع کنترل الکتریکی مدار چیست. استفاده از رله‌های الکترومکانیکی و یا استفاده از تجهیزات قابل برنامه‌نویسی. برای ایجاد مدار فرمان استفاده از نرم‌افزارهای شبیه ساز بسیار موثر است. آشنایی با علائم اختصاری و نحوه‌ی سیم‌بندی و اتصال آنها در ترسیم مدار فرمان ضروری است.

فعالیت کارگاهی



یک سیلندر دو طرفه با تابع حرکتی $A+A-$ مفروض است. مطلوبست:

الف- نمودار حرکت سیلندر با این شرط که سیلندر با شستی استارت به جلو حرکت کرده و بطور اتوماتیک باز گردد.

ب- حرکت برگشت سیلندر در اثر یک سنسور القایی صورت می‌گیرد که به وضعیت برگشت شیر فرمان می‌دهد.

ج- مدار در ابتدا و انتهای کورس سه ثانیه مکث کند

مدار فرمان و قدرت آن را ترسیم کنید.

۱۰- **ترسیم مدار قدرت:** مدار قدرت همان مداری است که مجموعه مکانیکی را شامل می‌شود مانند سیلندرها، شیرهای راه دهنده و شیرهای منطقی و کنترلی. آشنایی با علائم اختصاری و نحوه‌ی عمل کرد و ورودی و خروجی‌های این تجهیزات نیز برای طراحی مدار ضروری است.

فعالیت کارگاهی



برای بسته‌بندی محصولی مطابق شکل زیر از دو سیلندر دو طرفه A_1 , A_2 استفاده شده است. با استارت کلید خارجی حرکت اتوماتیک صورت می‌گیرد. سیلندر A_1 به جلو حرکت کرده و با رسیدن به انتهای کورس لحظه‌ای مکث و سیلندر A_2 یک حرکت رفت و برگشت انجام می‌دهد و با برگشت A_2 به عقب سیلندر اول نیز به عقب باز می‌گردد. مطلوبست:

الف- تابع حرکت دو سیلندر

ب- ترسیم نمودار حرکت سیلندرها (میکروسوییچ ابتدا و انتهای سیلندر A_1 را S_1 و S_2 و میکرو سویچ ابتدای و انتهای سیلندر A_2 را S_3 , S_4 بنامید)

ج- ترسیم دیاگرام فرمان

د- ترسیم مدار قدرت

ه- ترسیم مدار فرمان

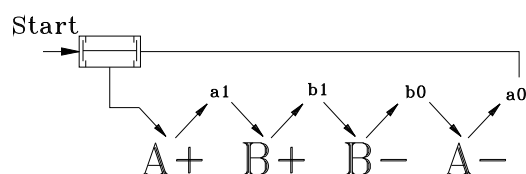
در مورد مدارهای ترتیبی تحقیق کنید که به چه مداری ترتیبی گفته می‌شود.

پژوهش

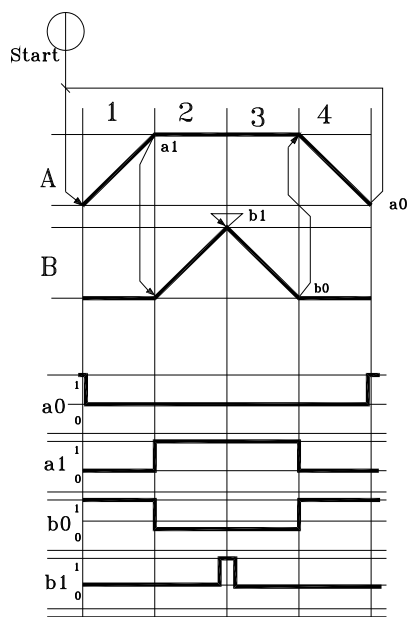


تداخل سیگنال

یکی از نکات مهم در طراحی مدارهای کنترل پنوماتیک که در آنها چندین سیلندر طبق برنامه معین حرکت می‌کنند، پیشگیری از ورود دو فرمان متناقض (متداخل) به شیر کنترل جهت یک سیلندر است که تداخل سیگنال نامیده می‌شود. دیاگرام کنترل یا دیاگرام فرمان ابزار مهمی برای تشخیص تداخل سیگنال می‌باشد. با یک مثال مفهوم تداخل سیگنال را بیان می‌کنیم. برای عملیات سوراخکاری از دو سیلندر A, B استفاده شده است. تابع حرکت این دو سیلندر به صورت $A+B+B-A-$ می‌باشد. سویچ‌های مرزی بر روی سیلندر A عبارتند از a_1 و a_0 و سویچ‌ها مرزی سیلندر B عبارتند از b_1 و b_0 . مدار به شکل زیر عمل خواهد کرد.



دیاگرام حرکت و دیاگرام فرمان عملکرد مدار به شکل زیر خواهد بود.



همان‌طور در دیاگرام‌ها مشاهده می‌شود در مرحله سوم در حالی که سویچ a_1 درگیر بوده و در حال ارسال سیگنال به شیر مربوط برای جلو بردن سیلندر B می‌باشد. یک لحظه سویچ b_1 نیز فرمان بازگشت سیلندر B را صادر می‌کند و این همان تداخل سیگنال بوده و مدار در این حالت به خوبی عمل نخواهد کرد و حرکتی صورت نمی‌گیرد.

روش‌های مختلفی برای رفع تداخل سیگنال وجود دارد که شرح آنها در مقاطع بالاتر تحصیلی خواهید آموخت. اما به طور خلاصه می‌توان به روش‌های زیر اشاره کرد:

۱. استفاده از روش گروه‌بندی یا روش Cascade
 ۲. استفاده از شیرهای غلتکی برگشت خلاص
 ۳. طراحی مدار
 ۴. استفاده از تایمر پنوماتیکی کشنده سیگنال
 ۵. استفاده از شیر حافظه‌دار کمکی
 ۶. استفاده از تاکت‌های زنجیره‌ای
- به کمک هر کدام از روش‌های فوق می‌توان تداخل سیگنال اضافی را برطرف کرد.

مدارمثال فوق را با تابع حرکتی $A+B+B-A-$ بر روی تابلوی آموزشی همراه با سویچ‌های مرزی ببندید و مفهوم تداخل سیگنال را عملاً مشاهده و بررسی کنید.

فعالیت



به کمک هنرآموز خود بررسی کنید در صورتیکه به اندازه کمی سویچ‌های مرزی را جابجا کنید آیا در رفع تداخل سیگنال موثر خواهد بود.

فعالیت



استفاده از رله هوشمند در طراحی مدارهای الکتروپنوماتیک:

آنچه که تا کنون درباره کنترل تجهیزات پنوماتیکی و هیدرولیکی خوانده‌اید بیشتر کنترل رله‌ای (رله الکترومکانیکی) بوده است. یک دیگر از تجهیزاتی که در کنترل اینگونه تجهیزات قابل استفاده بوده و فراوانی بیشتری دارد رله هوشمند (تجهیزات قابل برنامه‌ریزی) می‌باشد. استفاده از رله هوشمند علاوه بر اینکه از نظر هزینه به صرفه می‌باشد از نظر سیم‌بندی و سر هم کردن تجهیزات نیز ساده‌تر و به زمان کمتری نیاز دارد.

سیم‌بندی خطوط تغذیه و خروجی رله هوشمند	رله هوشمند

همان‌طور که در فصل اول خوانده‌اید رله هوشمند با استفاده از توابع منطقی که برنامه‌نویسی می‌شوند کار می‌کنند. این توابع در مسایل الکتروپنوماتیک به راحتی و با کمترین هزینه قابل استفاده هستند. توابعی که عمدتاً در الکتروپنوماتیک از آن بهره می‌بریم عبارتند از: Yes , No , And , Or , Nand , Nor , Xor و تایمرها و کانترها می‌باشند.

عملکرد هر یک از توابع زیر را که در رله هوشمند آموختید شرح دهید.

فعالیت



	Latching Relay		Input
	Off delay		Output
	On delay		And
	On/off delay		OR
	Up and down counter		Nand
	Asynchronous pluse		Nor
	Retentive of relay		Xor

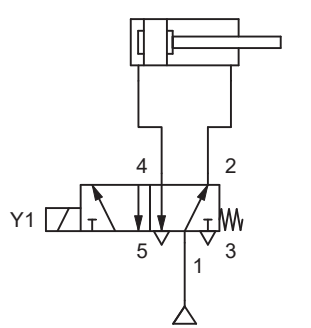
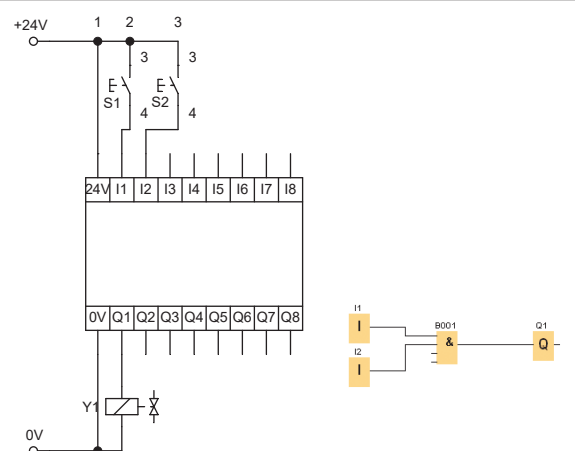
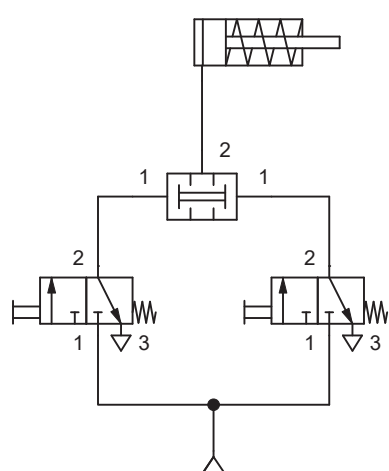
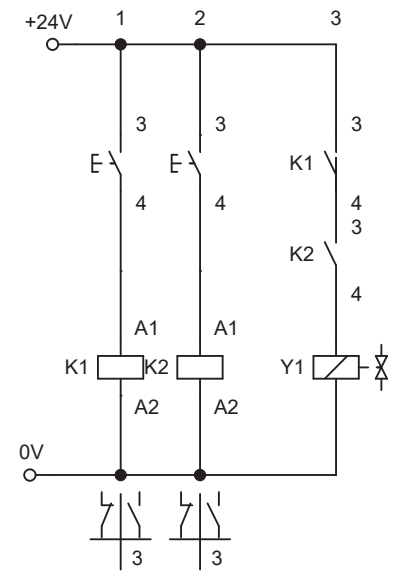
در ادامه شرح و استفاده از توابع منطقی با استفاده از رله هوشمند در مسایل الکتروپنوماتیک را پی می‌گیریم.

الف- استفاده از تابع And در حل مسایل الکتروپنوماتیک: همان طور که از قبل آموختید تابع منطقی And برای ارسال سیگنال از دو یا چند نقطه همزمان استفاده می شود. مداری که بر اساس And طراحی شده باشد وقتی خروجی دارد که تمام ورودی ها همزمان ارسال سیگنال کنند.

فعالیت

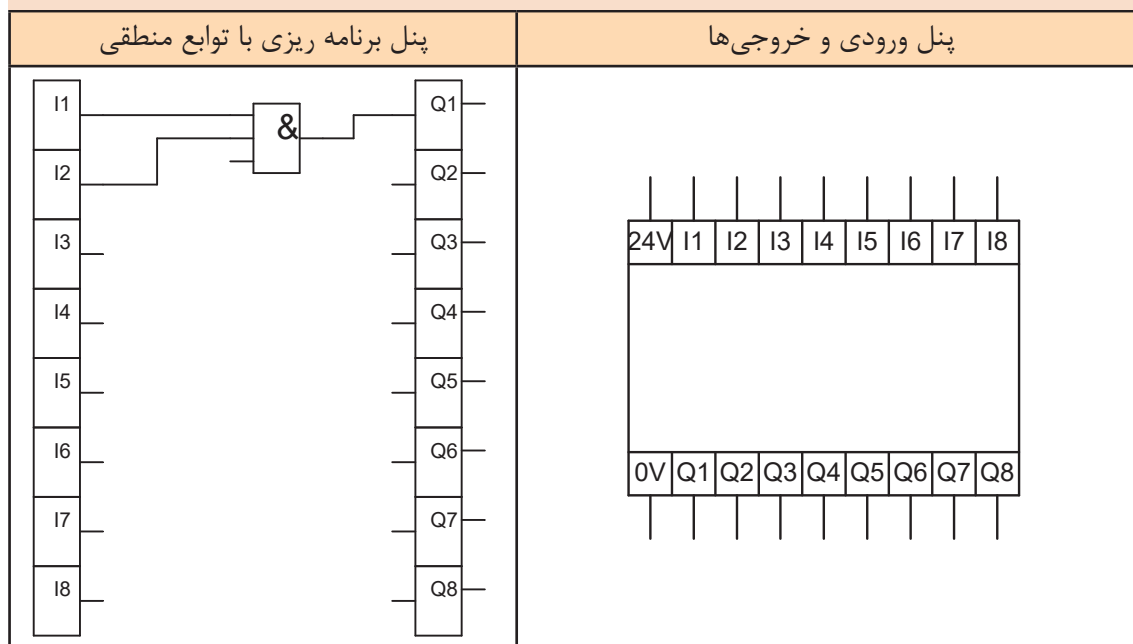


مدار زیر را نصب و راه اندازی کنید و نحوه عملکرد آن را شرح دهید. (برای مقایسه مدار قدرت به دو صورت پنوماتیک و الکتروپنوماتیک و مدار فرمان به صورت استفاده از رله الکترومکانیکی و رله هوشمند طراحی شده است).

مدار قدرت الکتروپنوماتیک	مدار فرمان با استفاده از رله هوشمند
	
مدار قدرت پنوماتیک	مدار فرمان با رله الکترومکانیکی
	



در نرم افزار شبیه ساز مدارهای الکتروپنوماتیکی FluidSim تصویر پنل ورودی و خروجی رله هوشمند و پنل برنامه ریزی را به شکل زیر ترسیم می کنند تا برای فراگیر قابل درک باشد.



در دستگاهی از سه سیلندر دو طرفه را استفاده شده است تابع حرکت این سیلندرها به شکل زیر است. مدار قدرت و فرمان آن را با استفاده از رله هوشمند ترسیم کنید.

$$A + A - \left(\begin{matrix} B+ \\ C+ \end{matrix} \right) \left(\begin{matrix} B- \\ C- \end{matrix} \right)$$



با استفاده از رله هوشمند مداری ترسیم کنید که:
 الف- حرکت رفت سیلندر با تحریک شستی استارت
 ب- حرکت برگشت سیلندر با برخورد به یک میکروسوییچ و تحریک شستی دیگر صورت گیرد.
 (استفاده از دو عامل تحریک در برگشت پیستون برای اطمینان از رسیدن پیستون به انتهای کورس خود می باشد) ترسیم مدار با استفاده از رله هوشمند صورت گیرد.



با استفاده از رله هوشمند مداری با تابع حرکتی مقابل را ترسیم کرده و راه اندازی کنید.
 (مدار با استفاده از شیر یک سر مگنت ترسیم کنید) $-A+B+C+A-B-C$

ب- استفاده از تابع منطقی OR در مسایل الکتروپنوماتیک:
برای کنترل یک سیلندر از دو یا چند نقطه می‌توان از این تابع منطقی بهره برد.

فعالیت کارگاهی



مداری ترسیم کنید که از سه نقطه بطور مجزا بتوان یک سیلندر دو طرفه را کنترل کرد. سرعت رفت و برگشت سیلندر قابل کنترل باشد. حرکت رفت سیلندر از دو نقطه با استفاده از شستی و از یک نقطه با فرمان سنسور القایی صورت گیرد. شیر یک سر بوبین حرکت برگشت سیلندر را با فنر تامین می‌کند.

مدار قدرت	مدار فرمان با استفاده از رله هوشمند

فعالیت کارگاهی



مداری ترسیم کنید که از سه نقطه بتوان حرکت رفت یک سیلندر را به گونه‌ای کنترل کرد که تنها از دو نقطه به‌طور همزمان سیلندر فرمان بگیرد و تحریک سیلندر از یک نقطه امکان‌پذیر نباشد. روش زیر پیشنهاد است آیا می‌توانید روش ساده‌تری نیز برای آن بیابید.

فعالیت کارگاهی



مداری ترسیم کنید که حرکت رفت سیلندر دو طرفه A با یک کلید خارجی شروع شود با رسیدن سیلندر A به انتهای کورس و برخورد با یک میکروسوییچ سیلندر B به جلو حرکت کند و با رسیدن آن به انتهای کورس هر دو سیلندر همزمان با هم به عقب باز گردند.
تابع حرکت - دیاگرام حرکت - مدار قدرت - مدار فرمان با رله هوشمند این مدار را ترسیم کنید و سپس بر روی تابلوی آموزشی ببندید.

ج- استفاده از تابع منطقی (مدار خود نگهدار) **Latching Relay**:

این تابع دارای دو ورودی $S (SET)$ و $S (RESET)$ می‌باشد. با تحریک پایه S خروجی پایدار خواهد داشت و برای غیر فعال کردن آن کافی است یک سیگنال به ورودی R ارسال شود.

مداری ترسیم کنید که یک سیلندر دو طرفه با تحریک لحظه‌ای یک شیر یک سر بوبین به جلو حرکت کرده و پس از رسیدن به انتهای کورس با فرمان یک سنسور القایی به عقب بازگردد.

فعالیت کارگاهی



مداری ترسیم کنید که با استارت یک شستی سیلندر A به جلو حرکت کرده و با رسیدن به انتهای کورس خود سنسور نوری فرمان رفت سیلندر B و برگشت سیلندر A را صادر کند.

فعالیت کارگاهی



$A+B+A-B-$

ج- استفاده از تابع منطقی **Nand** در مسایل الکتروپنوماتیک:

این تابع وقتی خروجی دارد که حداقل یکی از ورودی‌ها صفر باشد. در این تابع از دو نقطه همزمان نمی‌توان فرمان صادر کرد.

مداری ترسیم کنید که سیلندر دو طرفه‌ای از دو نقطه قابل کنترل باشد به شرط آنکه از هر دو نقطه همزمان نتوانند سیلندر را تحریک کرد. مدار را با استفاده از رله هوشمند طراحی کنید.

فعالیت کارگاهی



مدار قدرت	مدار فرمان با استفاده از رله هوشمند



مدار یک دریل پنوماتیکی با کنترل رله هوشمند را طوری طراحی کنید که با فشار شستی استارت پیستون سیلندر به جلو حرکت کرده و با رسیدن به وسط کورس خود سرعت آن کندتر شده و پس از رسیدن به انتهای کورس با سرعت به عقب باز گردد.

ه- استفاده از تابع منطقی NOR در مسایل الکتروپنوماتیک:

تابع منطقی Nor هنگامی خروجی دارد که ورودی‌های تابع هیچ سیگنالی ارسال نکنند. به عبارتی تا وقتی که هیچ ورودی‌ای به مدار اعمال نشده باشد مدار خروجی مثبت دارد.



برای کشیدن یک قطعه توسط دو سیلندر نیاز است که پیستون دو سیلندر در حالت عادی در انتهای کورس خود باشند. با تحریک هر یک از سیلندرها توسط شستی قطعه از یک طرف کشیده شود. مدار قدرت و فرمان آن را ترسیم کنید.



مدار مثال فوق را با استفاده از رله هوشمند و همچنین با استفاده از کنترل رله‌ای بر روی تابلوی آموزشی ببندید و بررسی کنید.

و- استفاده از تابع منطقی XOR در مسایل الکتروپنوماتیک:

تابع منطقی Xor در مواردی که نیاز باشد از دو نقطه بطور مجزا یک سیلندر تحریک شود استفاده می‌شود.



برای کشیدن یک قطعه توسط دو سیلندر نیاز است که پیستون دو سیلندر در حالت عادی در انتهای کورس خود باشند. با تحریک هر یک از سیلندرها توسط شستی قطعه از یک طرف کشیده شود. مدار قدرت و فرمان آن را ترسیم کنید.

ز- استفاده از تایمر تاخیر در قطع و وصل در مسایل الکتروپنوماتیک:

تایمرها با انواع گوناگونی که دارند در سیستم‌های الکتروپنوماتیک استفاده فراوانی می‌شوند. مکث کردن سیلندر در ابتدا و انتهای کورس، تاخیر در اجرای فرمان و یا تاخیر در قطع فرمان از جمله مواردی هستند که در یک سیستم پنوماتیکی استفاده می‌شوند.



مداری ترسیم کنید که دو سیلندر A, B به شکل زیر حرکت دارند:

الف- با فشار شستی استارت سیلندر A به جلو حرکت کند.

ب- در انتهای کورس با برخورد به میکروسوییچ فرمان حرکت به جلو سیلندر B را صادر کند

ج- سیلندر B در انتهای کورس با ۵ ثانیه مکث فرمان بازگشت هر دو سیلندر را صادر کند. و این سیکل به‌طور اتوماتیک تکرار شود.

مداری ترسیم کنید که دو سیلندر A,B به شکل زیر حرکت دارند:

الف- با فشار شستی استارت سیلندر A به جلو حرکت کند.

ب- در انتهای کورس با برخورد به میکروسوییچ فرمان حرکت به جلو سیلندر B را صادر کند

ج- سیلندر B در انتهای کورس با ۵ ثانیه مکث فرمان بازگشت هر دو سیلندر را صادر کند. و این سیکل به طور اتوماتیک تکرار شود.

فعالیت کارگاهی



سه سیلندر A,B,C را در نظر بگیرید. دو سیلندر A,B وظیفه نگهداری قطعه کار و سیلندر C هدایت مته به داخل قطعه کار را انجام میدهد. مدار را طوری ترسیم کنید:

الف- با استارت مدار سیلندرهایی A,B هر دو همزمان به جلو حرکت کنند

ب- سپس سیلندر C به سرعت قابل کنترل به جلو حرکت کند

ج- در پایان سوراخکاری ابتدا سیلندر C و بعد از ۵ ثانیه دو سیلندر دیگر به عقب بازگردند.

مدار فرمان این مسئله را با رله هوشمند طراحی کنید.

فعالیت کارگاهی



همان طور که می دانید تایمرها انواع گوناگونی دارند که سه نمونه از آنها را در فصل اول خوانده اید. یک نوع تایمر در توابع رله هوشمند وجود دارد که Edge Triggered wiping relay نام دارد. این تایمر شبیه تایمر On/Off بوده دو زمان قطع و زمان وصل دارد. با تنظیم هر دو مقدار به یک اندازه می توان تناوبی در قطع و وصل ایجاد کرد. نکته دیگر اینکه فعال شدن این تایمر با فرمان لحظه ای صورت می گیرد و همچنین تعداد تکرار عمل نیز در این تایمر قابل تنظیم است.

نکته



مدار یک چکش پنوماتیکی با شیر دو سر بوبین را طوری طراحی کنید که تنظیم زمان تایمر آن تنظیم تعداد ضربه چکش باشد. تعداد ضربات چکش بعد از ۲۰ بار متوقف شود.

فعالیت کارگاهی



ک- استفاده از کانتر یا شمارنده در مسایل الکتروپنوماتیک:

کانتر یا شمارنده جهت شمارش و یا تعداد سیگنال ارسالی در سیستم های الکتروپنوماتیک استفاده می شود. فرضا برای شمارش تعداد ضربه سیلندر و یا تعداد قطعه عبوری از جلوی یک سنسور می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

مداری ترسیم کنید که با استارت یک شستی سیلندر دو طرفه ای به تعداد ۱۰ بار حرکت رفت و برگشت انجام دهد و بایستد. مدار را با رله هوشمند ترسیم کنید.

فعالیت کارگاهی

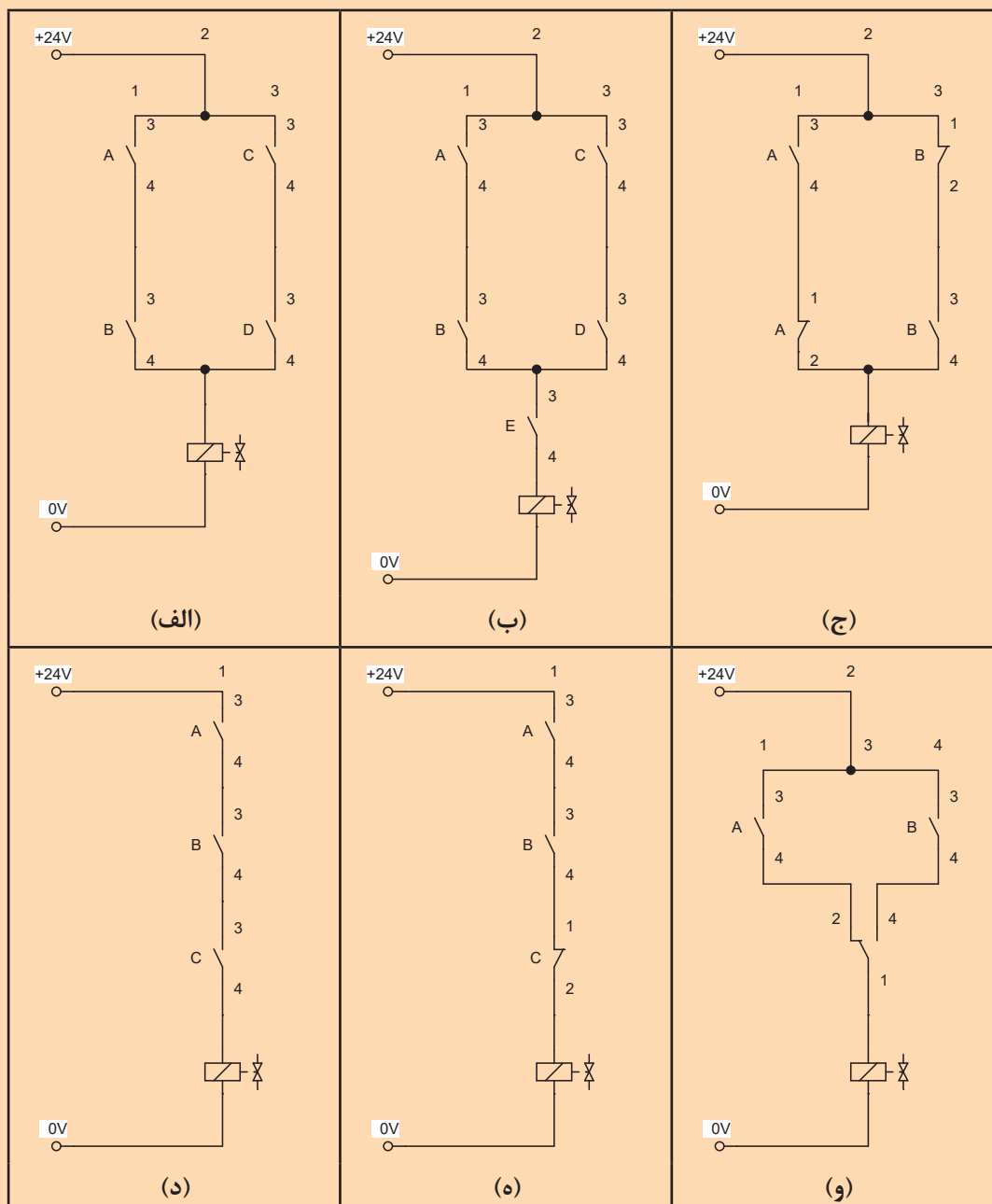




در یک خط تولیدی یک سنسور نوری با تشخیص محصول فرمان حرکت به یک سیلندر دو طرفه را صادر می‌کند. لازم است هر ۱۲ بار حرکت سیلندر مدار فرمان دوباره ریست شود. مدار قدرت، مدار فرمان با استفاده از کنترل رله‌ای و رله هوشمند را ترسیم کنید.

• فعالیت پایانی مبحث الکتروپنوماتیک:

۱- برای هر یک از مدارهای داده شده زیر با استفاده از رله هوشمند مدار فرمان ترسیم کنید.



<p>۲- مداری ترسیم کنید به طوری که:</p> <p>الف- چنانچه پیستون سیلندر در ابتدای کورس باشد اپراتور بتواند با شستی S_۱ سیلندر را راه اندازی کند و پس از رسیدن به انتهای کورس با زدن شستی S_۲ پیستون به داخل برگردد.</p> <p>ب- اپراتور در صورتی بتواند پیستون را برگرداند که پیستون حتما به انتهای کورس رسیده باشد.</p> <p>ج- کنترل با رله و شیر دو سر مگنت صورت گیرد</p> <p>د- مدار را با استفاده از رله هوشمند نیز ترسیم کنید.</p>	<p>۳- در یک دستگاه تزریق پلاستیک برای حرکت پیستون سیلندر دو کاره جهت حمل مواد مذاب باید به ترتیب زیر عمل شود:</p> <p>الف- استارت در صورتی امکان پذیر باشد که سوییچی بسته، سیستم را در مدار فرمان قرار دهد.</p> <p>ب- پیستون پس از رسیدن به انتهای کورس بعد از گذشت ۱۰ ثانیه به طور اتوماتیک به عقب باز گردد</p> <p>ج- جهت کنترل سیستم از شیر دو سر مگنت و رله استفاده شود.</p> <p>د- مدار را با استفاده از رله هوشمند نیز ترسیم کنید.</p>
<p>۴- با توجه به تابع حرکتی مقابل مطلوبست رسم مدار الکتروپنوماتیک بشرط آنکه:</p> <p>الف- از شیر یک سر مگنت استفاده شود</p> <p>ب- مدار را با کنترل رله‌ای ترسیم کنید</p> <p>د- مدار را با استفاده از رله هوشمند نیز ترسیم کنید.</p>	<p>۵- با توجه به تابع حرکتی مقابل مطلوبست رسم مدار الکتروپنوماتیک:</p> <p>الف- حرکت B+ با تاخیر ۱۰ ثانیه‌ای انجام شود.</p> <p>ب- مدار را با کنترل رله‌ای ترسیم کنید</p> <p>د- مدار را با استفاده از رله هوشمند نیز ترسیم کنید.</p>
<p>۶- با توجه به تابع حرکتی مقابل مطلوبست به شرط آنکه:</p> <p>الف- مدار با شیر یک سر مگنت طراحی شود</p> <p>ب- مدار را با کنترل رله‌ای ترسیم کنید</p> <p>د- مدار را با استفاده از رله هوشمند نیز ترسیم کنید.</p>	<p>۷- با توجه به تابع حرکتی مقابل مطلوبست ترسیم مدار با شرایط زیر:</p> <p>الف- کنترل با شیر دو سر مگنت صورت گیرد</p> <p>ب- مدار را با کنترل رله‌ای طراحی کنید</p> <p>د- مدار را با استفاده از رله هوشمند نیز ترسیم کنید.</p>

۸- برای پرس مطابق شکل مقابل مطلوبست

مدار الکتروپنوماتیک به شرط آنکه:

الف- با استارت یک شستی حرکت رفت و برگشت بطور اتوماتیک انجام شود

ب- تعداد رفت و برگشت در هر سیکل ۲۰ بار باشد

ج- مدار را با کنترل رله‌ای و رله هوشمند ترسیم کنید.

۹- برای همزدن موادی از وسیله مطابق شکل استفاده می‌شود. با استارت یک شستی سیلندر دو طرفه برا مدت ۲ دقیقه حرکت رفت و برگشت انجام داده و سپس متوقف می‌شود. تنظیم سرعت رفت و برگشت سیلندر موجب تنظیم سرعت دوران خواهد شد. مدار فرمان آن را با کنترل رله‌ای و رله هوشمند ترسیم کنید. از یک شیر یک سر بوبین مورد استفاده شده است.

۱۰- سه سیلندر دو طرفه A, B, C مفروض است. مداری ترسیم کنید که:

الف- با استارت کلید خارجی ابتدا سیلندر A حرکت رفت و برگشت انجام دهد سپس سیلندر B و بعد

سیلندر C حرکت رفت و برگشت اتوماتیک انجام دهند $A+A-B+B-C+C-$

ب- با زدن مجدد کلید خارجی حرکت‌ها متوقف شده و همگی سیلندرها در داخل قرار گیرند

ج- مدار را یک بار با کنترل رله‌ای و یک بار با رله هوشمند ترسیم کنید.

۱۱- مداری ترسیم کنید که دو سیلندر A, B با استارت حرکت روبه جلو انجام داده و با رسیدن به وسط کورس خود سرعت سیلندرها آرامتر شده و هنگام برگشت با سرعت تند به عقب بازگردند. این سیکل بطور اتوماتیک انجام شود تا اینکه کلید اضطراری زده شود.

ارزشیابی شایستگی نصب و راه اندازی سیلندر دوطرفه با قابلیت کنترل از سه نقطه مجزا

شرح کار:

نصب و راه اندازی سیلندر دو طرفه در خط تولید که می‌توان از سه نقطه به طور مجزا آن را کنترل کرد به همراه شبیه سازی مدار به کمک نرم‌افزار fluidsim



استاندارد عملکرد:

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی نصب و راه اندازی سیلندر دوطرفه با قابلیت کنترل از سه نقطه مجزا، هنرجویان قادر خواهند بود تا هر سیستم الکتروپنوماتیکی را نصب و راه اندازی کنند.

شاخص‌ها:

صحت ترسیم مدار - شبیه سازی مدار ترسیمی در نرم‌افزار fluidsim و صحت سنجی مدار - انتخاب اجزای پنوماتیکی لازم - انتخاب بخش الکتریکی لازم - راه اندازی رله هوشمند - توانایی نصب و راه اندازی قسمت‌های مختلف سیستم

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: ۱- اجرا در کارگاه هیدرولیک و پنوماتیک ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس - تهویه استاندارد و دمای ۳۰ °C ± ۴۲۰ - ابزار آلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار - ۵- وسایل ایمنی استاندارد ۶- زمان ۳۰۰ دقیقه
ابزار و تجهیزات: کامپیوتر - نرم‌افزار فلوید سیم - نرم‌افزار لدر - ست آموزشی الکتروپنوماتیک

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	رسم مدار	۲	
۲	شبیه‌سازی مدار با نرم‌افزار fluidsim و شبیه‌سازی مدار فرمان در نرم‌افزار لدر	۱	
۳	انتخاب اجزا پنوماتیکی و برقی لازم جهت نصب سیستم مورد نظر	۲	
۴	نصب و راه اندازی بخش الکتروپنوماتیکی سیستم مورد نظر	۳	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳- تمیزکردن گیره و محیط کار ۴- رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

همکاران هنرآموز که در فرایند اعتبارسنجی این کتاب مشارکت داشته‌اند.

اصفهان:

آقایان: احسان رفعتی، علی ایمانیان نجف‌آبادی، رضا حیدرپور بارده، قاسمعلی ایزدپناه، عباس منطری، محمدمهدی علی بابا، فرزاد اعظم، مهدی کاظمی، سعید هادی، محمد ابراهیمی، محمدرضا پایا، بهزاد سید معلمی، سید اکبر زهرایی

قزوین:

گل دوست لیاولی، مهدی ناصرلویی

مرکزی:

حمید شفیعی‌نیا، حمید جمشیدی‌نسب، علی پورشجاع، حامد کوچکی

خوزستان:

آرش قنواتی، بهزاد مقدم، امین نقاش، محسن یونسی

البرز:

حمیدرضا آقایی کلور، مرتضی طهماسبی، مجتبی خسروی، امیر مهدی خانی

تهران:

عبدالعلی رعنائی، بهزاد محسنی آهنگر، حسن خاجی، محمد مختاری، هوشنگ پارسا‌نژاد، حجت سوری

تبریز:

یونس غفارزاده خسروشاهی، عباس رسولی، محمد شعوری میلانی، اسماعیل مصطفی‌زاده

شهرستان تهران:

امیرحسین جعفری، میثم بحرکاظمی

قم:

محمد قاسمی ورزنه، علی نیکو‌صحبت، امیرحسین والی، ناصر مظهر قراملکی، مسعود محمدی چاهکی