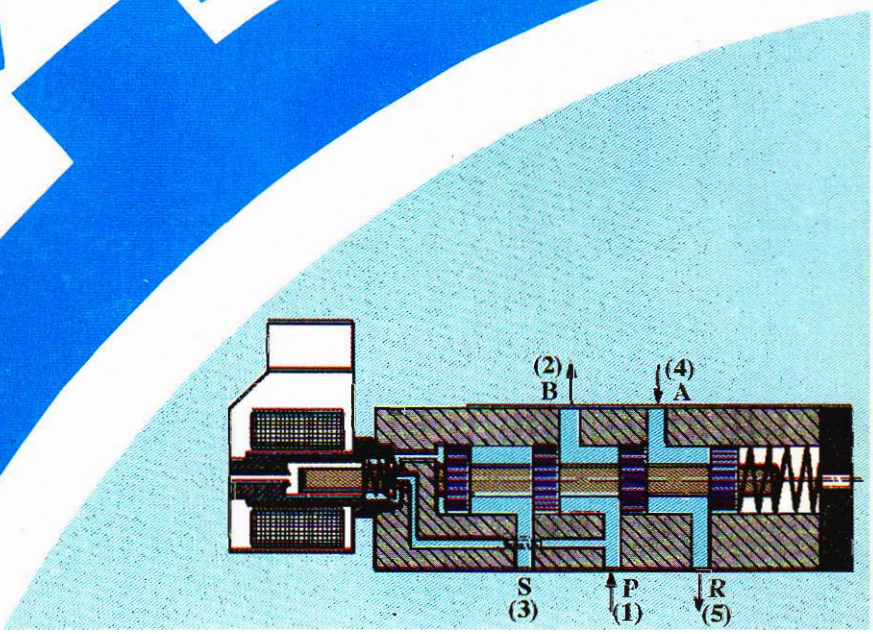
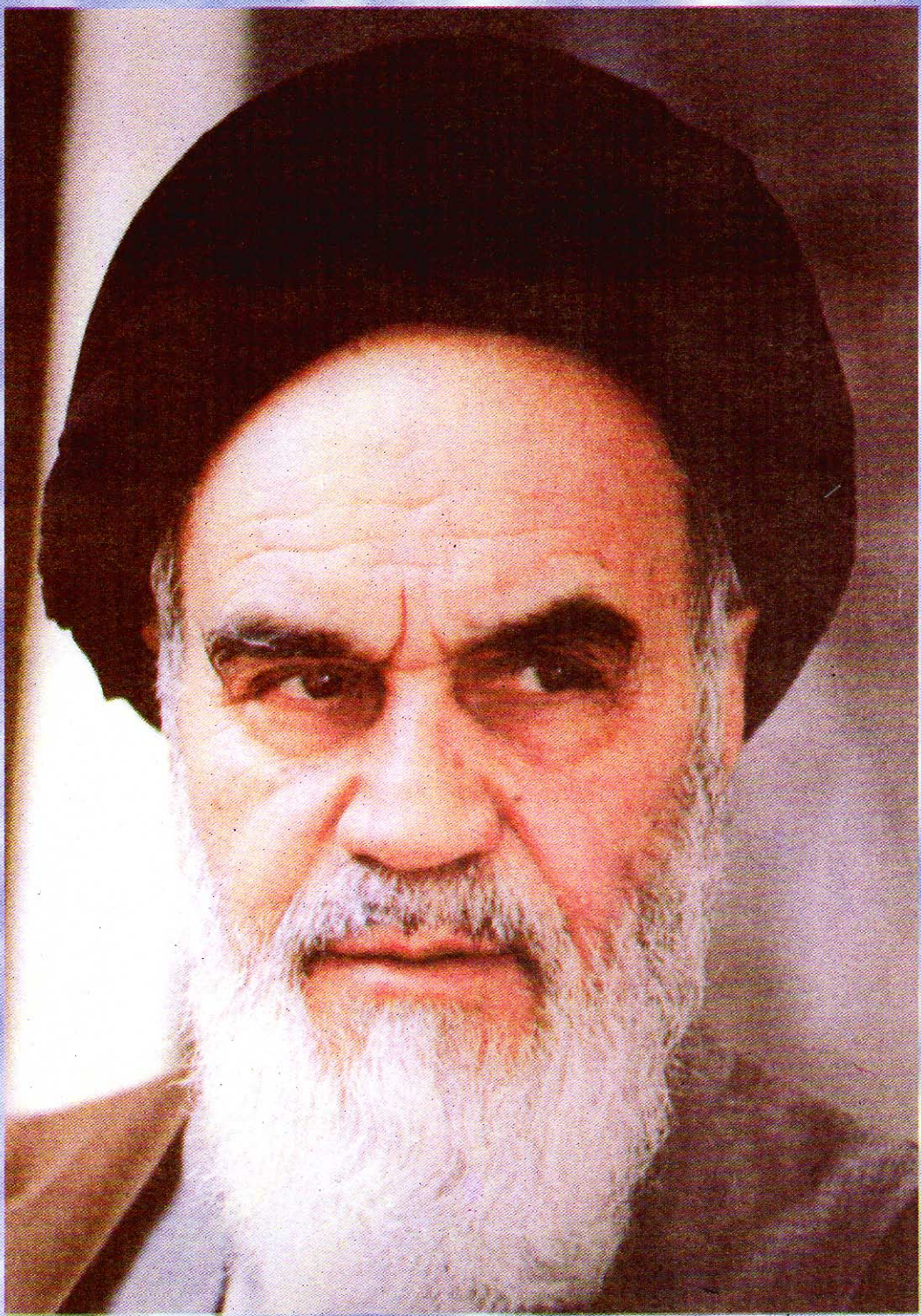
جمهوری اسلامی ایران
وزارت کار وامور اجتماعی

سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور



آموزش الکتروپنوماتیک

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ
ن
وَالْقَلَمِ وَمَا يَسْطُرُونَ



دانش های فنی مورد نیاز یك کشور اسلامی را فرا بگیرید .

امام خمینی (قدس سره الشریف)

جمهوری اسلامی ایران
وزارت کار و امور اجتماعی

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

آموزش الکتروپنوماتیک

نام کتاب : آموزش الکتروپنوماتیک
تالیف : علی اکبر فیروزی
ناشر : سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور
تیراژ : ۲۰۰۰ جلد
نوبت چاپ : اول
تاریخ انتشار : خرداد ۱۳۷۶
حروفچینی : بخش کامپیوتر - مدیریت پژوهش
لیتوگرافی ، چاپ و صحافی : اداره چاپ و انتشارات **(مدیریت پژوهش)**

کلیه حقوق برای سازمان آموزش فنی و حرفه ای کشور محفوظ است

بسمه تعالی

مقدمه

اساسی ترین هدف هردوره آموزشی **تربیت افراد و متناسب ساختن شخصیت و قابلیت های آنان با دگرگونی و تحولات اجتماعی ـ اقتصادی و فرهنگی** است، تا کارآیی لازم را برای پذیرش و ایفای نقشی که درپیشبرد وظایف اجتماعی و شغلی درجهت حفظ و حراست از ارزشهای جامعه که درآن زندگی می کنند، کسب نمایند.

با توجه به اینکه رشد سریع تکنولوژی، تغییرات و تأثیرات عمیقی درمسائل اجتماعی واقتصادی بدنبال داشته ،اتخاذروشهایی که هماهنگ کننده برنامه های آموزشی با توسعه تکنولوژی وتحول و متضمن تأمین نیروی انسانی ماهر و متخصص موردنیاز آن باشد، اجتناب ناپذیراست.

تجربه و مطالعه نشان داده که مناسبترین روش آموزشی که جوابگوی امر مزبور می باشد «کارآموزی نیروی انسانی» است. این روش بدین لحاظ حائزاهمیت است که درماهیت برنامه ها، مطالب و محتوای درسی کارآموزان ویژگیهای زیر مشاهده می شود :

۱ـ ملاک و معیار برای انتخاب مواد و موضوعات دروس نظری و عملی کارآموزی، با توجه به ایجاد مهارتها **برای جوابگویی به نیازهای متنوع مشاغل و روشهای جدید و نوین کار** و آماده ساختن افراد برای احرازشغلی مفید و انجام کار مناسب و درخورشخصیت والای انسان، می باشد.

۲ـ محتوای برنامه های کارآموزی، **سازگاری انسانها درمقابل زندگی عینی و شایستگی آنان را برای سازندگی**، تضمین می نماید.

۳ـ ایجاد **مهارتهای تخصصی** ازطریق کارآموزی.

۴ـ برنامه های آموزشی کارآموزان در دوجهت **یادگیری مهارتها و تغییر رفتار مؤثر** است و یادگیری را درجهت تغییر رفتار مطلوب، تأمین می نماید.

۵ ـ هرچند که در کارآموزی، آموزش مهارتها به افراد برای انجام کارهای محوله اهمیت دارد، لیکن در برنامه های کارآموزی نکاتی منظور می شود تا کارآموزان با **فراگیری آنها ضوابط و معیارهای سازمانی را رعایت نموده و تأثیر فعالیتهای آنان درجهت اهداف سازمان** افزون گردد.

۶ـ محتوای دروس کارآموزی، نه تنها **کارآموزان را با یافته های جدیدعلمی آشنا می نماید**، بلکه آنان را قادر می سازد تا **خلاقیت و ابتکار تازه ای** پدیدآورند.

۷ـ ازطریق کارآموزی و ازآن درایجادمهارتهای قابل اشتغال و ارتقاء مهارت براساس تغییرات فرآیند کار، **اهداف و فعالیتهای تولید تحقق خواهندیافت،** که مهمترین این اهداف عبارتند از:

۱ـ۷ـ افزایش میزان کمی و کیفی تولید.

۲ـ۷ـ بهبود و روشهای عملیات پشتیبانی درامرتولید، ازقبیل **برنامه ریزی دقیق برای روشهای** برآوردقیمت ـ بازاریابی ـ خدمات مهندسی، تحقیقاتی و ....

۳ـ۷ـ بهبود روابط کار و **ایجادروحیه همکاری** بین کارکنان.

۴ـ۷ـ تقلیل ضایعات درتولید و حوادث کار.

۵ـ۷ـ هموارشدن راه شغلی کارکنان **وقبول مسئولیتهای** بیشتر ازطرف آنان.

۶ـ۷ـ بهبودیافتن روشهای تولید و توزیع کالاها ـ ارائه خدمات مفید پس از فروش و تحویل به موقع سفارشات خریداران.

۷ـ۷ـ ایجاد همبستگی بیشترکارکنان باسازمان و واحدهای تولیدی و رضایت شغلی درآنها به لحاظ مهارتهای اکتسابی.

۸ـ۷ـ ازبین رفتن تعارض بین اهداف سازمانی و خواسته های کارکنان.

لازم به ذکراست که کارآموزی نه منظور عام آن محدود به رشته های خاص و تحصیل درحرف مشخص برای افراد بخصوص نبوده و دامنهٔ آن بسیار وسیع می باشد، بطوریکه تمامی حرفه ها و مشاغل را شامل گشته و **ایجاد زمینه های اشتغال و کسب شرایط احرازشغل،** برای همگان حتی کسانی که دوره های آموزش عالی را گذرانیده اند، ضروری است.

به موجب **قانون کارجمهوری اسلامی ایران،** فراهم نمودن امکانات جهت برگزاری دوره کارآموزی و تربیت نیروی انسانی ماهر و متخصص و اجرای این دوره ها بعهده **سازمان آموزش فنی وحرفه ای وابسته به وزارت کاروامورا جتماعی** گذاشته شده است.

جهت نیل به این هدف، **آنچه درگام اول مطرح می شود، جمع آوری اطلاعات دقیق نیروی فنی است که دراین راستا اداره شناسائی صنایع، مهارتها و راهنمایی حرفه ای مدیریت پژوهش** با انجام و انتشار تحقیقات لازم، گام مؤثری درشناخت عوامل و صفات موردنیاز در واحدهای تولیدی و صنعتی برداشته است.

حسین کمالی
وزیر کار و اموراجتماعی

فهرست

عنوان	صفحه
۱- مقدمات الکترونیک	۱
۱-۱ ماهیت الکتریسیته	۱
۱-۲ تولید الکتریسیته، انواع جریان و ولتاژ	۴
۱-۳ هدایت الکتریکی	۸
۱-۴ مقاومت الکتریکی	۹
۱-۵ توان یا قدرت الکتریکی	۱۲
۱-۶ الکترو مغناطیس	۱۵
۱-۷ راکتانس و توان ظاهری	۱۶
۱-۸ کاپاستیالس یا ظرفیت خازن	۱۹
۱-۹ اندازه گیری مقادیر الکتریکی	۲۰
۱-۱۰ سئوالات تستی	۲۲
۲- اقدامات پیشگیری کننده	۲۳
۲-۱ خطرات مربوطه به جریان الکتریکی	۲۳
۲-۲ انواع پیشگیری برای تجهیزات الکتریکی و سیستمها	۲۴
۲-۳ سئوالات امتحان	۲۹
۳ تجهیزات برای کنترل الکتروپنوماتیک	۳۰
۳-۱ سویچ اتصال (کنتاکت)	۳۰
۳-۲ کنتاکتورهای الکترو مغناطیس	۳۲
۳-۳ رله های الکترو مغناطیس	۳۴
۳-۴ قطعات الکترونیک و سمبل ترسیمی آنها	۳۷
۳-۵ علائم گرافیک	۳۸

۶-۳ دیاگرام مدارهای الکتریکی ۴۰
۳-۷ سئوالهای تستی ۴۳

۴ دستگاههای کنترل، راه انداز و سیگنال کننده الکترونیک ۴۴
۴-۱ ضبط مقادیر اندازه گیری شده ۴۴
۴-۲ سنسورها ۴۶
۴-۳ دستگاههای سیگنال با راه انداز مکانیکی ۴۷
۴-۴ دستگاههای سیگنال القایی ۵۰
۴-۵ دستگاههای تولید سیگنال خازنی ۵۲
۴-۶ دستگاههای تولید سیگنال اوپتیک (چشمی) ۵۴
۴-۷ سئوالات امتحانی ۵۶

۵ سیگنال های آنالوگ و دیجیتال ۵۷
۵-۱ سیگنال های آنالوگ ۵۸
۵-۲ سیگنالهای دیژیتال ۶۰
۵-۳ سیگنالهای بر مبنای ۲ ۶۱
۵-۴ توابع منطقی ۶۳
۵-۵ سئوالات تستی ۶۵

۶ دستگاههای الکترو پنوماتیک ۶۷
۶-۱ رابطه و مبدل الکتروپنوماتیک ۶۷
۶-۲ سوپاپهای سولفوید ۶۸
۶-۳ رابطه های الکترو پنوماتیک (شیرهای کنترل فشار) ۹۲
۶-۴ مبدلهای P/E یا پنوماتیک / الکتریک ۹۷
۶-۵ سیستمهای جابجایی ۹۹
۶-۶ سئوالات امتحانی ۱۰۴

۷ تمرینات مربوط به مهندسی کنترل الکتروپنوماتیک ۱۰۷
۷-۱ مثالها ۱۰۷
۷-۲ تمرینات ۱۱۲

۸ معرفی کنترل کننده های قابل برنامه ریزی (PLC) ۱۳۰
۸-۱ PLC چه عملی را انجام می دهد؟ ۱۳۲
۸-۲ طرح کلی یک PLC ۱۳۳
۸-۳ واحد برنامه ریزی ۱۳۹
۸-۴ عملکردهای منطقی ۱۴۱
۸-۵ برنامه ها ۱۴۴

۹ نمایش استاندارد شده ۱۴۸
۹-۱ انواع محافظت برای تجهیزات مطابق استاندارد DIN 40050 ۱۴۸
۹-۲ مشخص کردن انواع حفاظت ها بوسیله علائم مطابق استاندارد ۱۵۳
۹-۳ علائم ترسیمی برای قطعات الکترونیک مطابق استاندارد ۱۵۴
۹-۴ سمبل های گرافیک برای هادی ها و اتصالات کابل ها و اتصالات الکتریکی مطابق استانداردهای DIN 40711 40712 4713 ۱۵۵
۹-۵ سمبل های گرافیک برای سوییچهای الکتریکی و فرعی ها مطابق استانداردهای DIN 40703 40712 ۱۵۶
۹-۶ علائم ترسیمی راه اندازها و کنتاکتورهای الکتریکی مطابق DIN 40713 ۱۵۷
۹-۷ گروه فنرهای اتصال برای رله ها ۱۵۸
۹-۸ مشخصه تجهیزات الکتریکی مطابق استاندارد DIN 40719 ۱۵۹
۹-۹ علائم گرافیک برای قطعات الکتریکی و کنورتورها ۱۶۰
۹-۱۰ علائم گرافیک برای دستگاههای الکتریکی و دستگاههای سیگنال ۱۶۱

آموزش الکتروپنوماتیک

۱- پیش گفتار : مقدمات الکترونیک

۲- ماهیت الکتریسیته

برای فهم مبنای الکتریسیته اول باید ساختمان اتم را مطالعه کنیم. هر اتم دارای یک هسته است که الکترونها در اطراف آن می‌چرخند.

بعنوان مثال سه عنصر زیر را در نظر می‌گیریم :

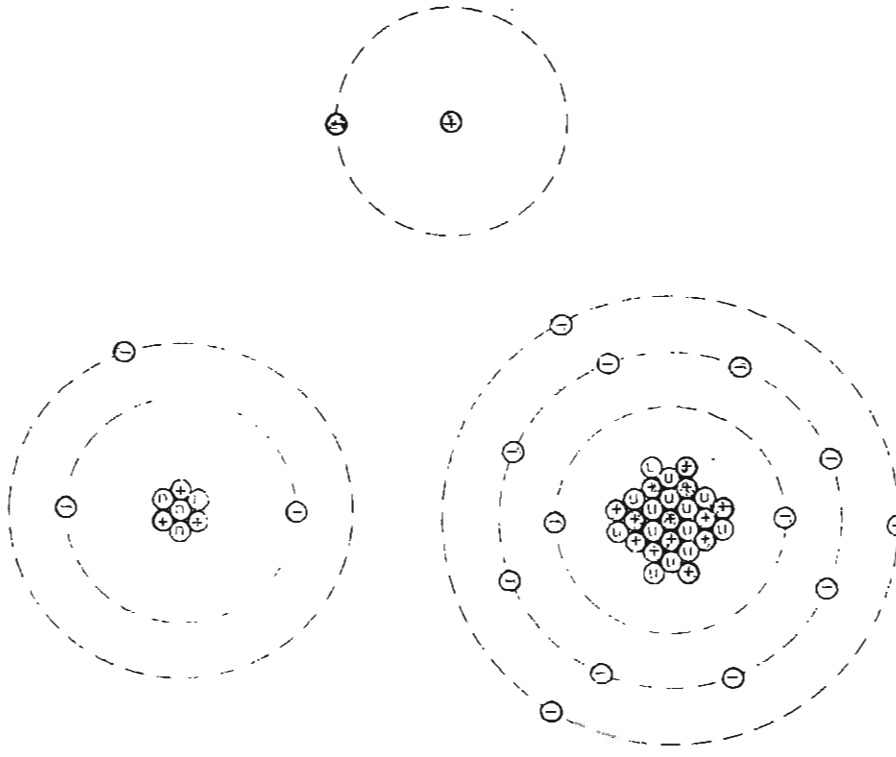
الف) هیدروژن

ب) لیتیوم

ج) آلومینیم

در هر اتم برای هر پروتون دارای بار مثبت و نوترون خنثی یک الکترون دارای بار منفی وجود دارد که در اطراف هسته در حرکت است. چون نیروی جاذبه هسته ونیروی تعیین شده به طور ثابت حرکت می‌کند هر الکترون در مسیر مدار تعیین شده به طور ثابت حرکت می‌کند اگر در هر اتم تعداد الکترونها و پروتون‌ها برابر باشند آن اتم خنثی می‌باشد.

برای تولید الکتریسته، باید بین ذرات داخلی و خارجی عدم تعادل بوجود آید. ما شارژهای الکتریکی را از هم جدا می‌کنیم.



شکل ۱- ساختمان اتمی و اجزاء عنصرهای، هیدروژن، لیتیم و آلومینیم

جداکردن بارهای الکتریکی

یک میله شیشه‌ای و یک میله ابونیت بردارید و آنها را با پارچه پشمی مالش دهید، در اثر انرژی مالش که به شیشه و ابونیت با ساختمان اتمی متفاوت اعمال می‌شود آثار زیر حاصل می‌گردد :

با مالش دادن میله شیشه‌ای الکترونها از سطح شیشه برداشته شده و به وسیله پارچه پشمی جذب می‌شوند، یعنی شیشه الکترونهای خود را از دست می‌دهد و تعداد پرتونها بیشتر از تعداد الکترونها می‌باشد و میله شیشه‌ای دارای بار الکتریکی مثبت است :

<< بار مثبت یعنی کمبود الکترون >>

اگر میله ابونیت را با پارچه پشمی مالش دهیم مقداری از الکترونهای پارچه پشمی بوسیله میله ابونیت جذب شده و تعداد الکترونهای آن بیشتر از تعداد پرتونهای می‌شود در نتیجه میله ابونیت دارای بار منفی می‌گردد.

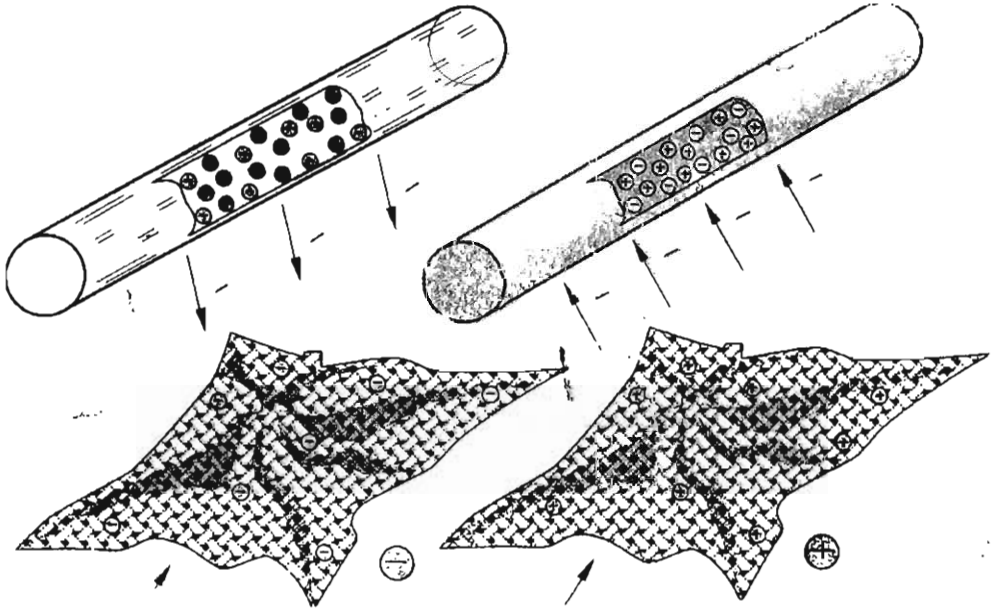
<<بار منفی یعنی الکترونهای اضافی>>

اگر این دو میله را پس از مالش دادن به هم نزدیک کنیم یکدیگر را جذب خواهند کرد.

قانون فیزیکی می‌گوید :

بارهای غیر هم نام همدیگر را جذب می‌کنند.

بارهای هم نام همدیگر را دفع می‌نمایند.



شکل ۳- تولید بار منفی در میله ابونیت. شکل ۲- بوجود آوردن بار مثبت در میله شیشه‌ای

۲-۱ تولید الکتریسیته، انواع جریان و ولتاژ

۱-۲-۱ تولید الکتریسیته :

تولید الکتریسیته بر اساس جداکردن و یا انتقال بارهای الکتریکی استوار است.

الکتریسیته به روش‌های مختلف تولید می‌شود :

- تجزیه شیمیایی (الکترولیت)، مثل باطری‌ها - القاء - حرارت
- نور و روشنایی - تغییر شکل کریستالها (پیزو)

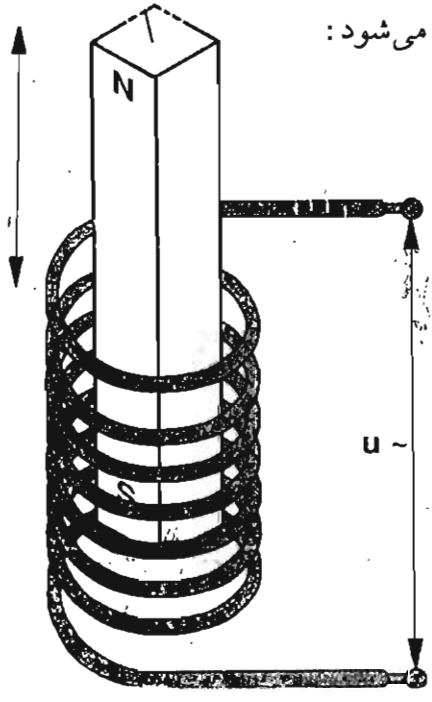
تولید الکتریسته را از طریق القاء دقیق‌تر مورد بررسی قرار خواهیم داد :

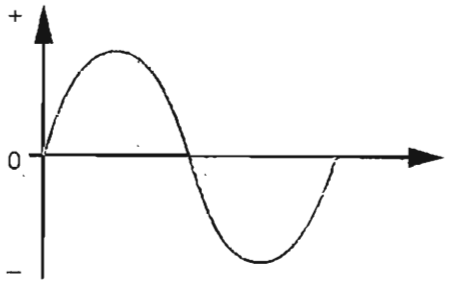
یک مغناطیس دائمی را در داخل کوئیل یا سیم‌پیچ قرار می‌دهیم. در این عمل خطوط میدان مغناطیس، سیم پیچ را قطع کرده و در آن الکترونهای آزاد در جهت معین القاء می‌شود تا زمانیکه مغناطیس در این جهت در داخل کوئیل وارد شود، جریان در یک جهت درکوئیل حرکت کرده و همچنان جریان برقرار است.

اگر جهت حرکت مغناطیس تغییر نماید، جهت جریان نیز تغییر خواهد کرد. یعنی اگر مغناطیس به جای وارد شدن در سیم پیچ خارج شود جریان در جهت عکس جاری خواهد شد. اگر این حرکت ورود و خروج مغناطیس در داخل سیم‌پیچ به طور مرتب ادامه پیدا کند، جریان متناوب بوجود خواهد آمد.

این نوع جریان در دستگاههای زیر دریافت می‌شود :

دینام‌ها، آلترناتورها و ژنراتورها.





شکل ۴- تولید الکتریسیته از طریق القاء :

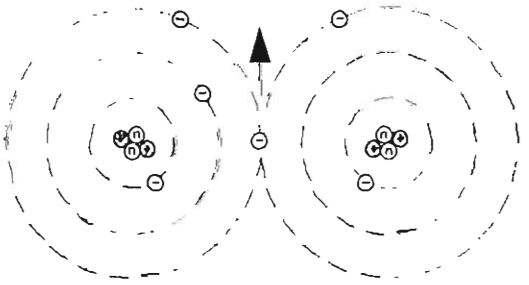
۱- حرکت ۲- مغناطیس دائمی ۳- خطوط میدان
۵- ولتاژ U ۶- زمان t ۴- سیم پیچ

منبع الکترونهای آزاد چیست که در تولید الکتریسیته اهمیت دارند؟
در اغلب فلزات، اتمها خیلی فشرده درکنار هم قرار دارند.

الکترون واقع در مدار خارجی یک اتم گاه به نقطه‌ای می‌رسد که از هسته خود و هسته اتم مجاور به اندازه کافی دور می‌شود. در این نقطه، نیروهای جاذبه از هسته‌های دو اتم خنثی می‌گردد و الکترونها می‌توانند در داخل فلز حرکت نمایند. این الکترون را الکترون آزاد می‌نامند.

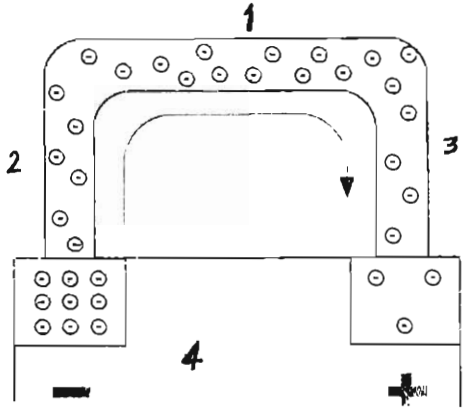
فلزات هادی خوب مثل نقره و مس دارای الکترونهای آزاد به تعداد پروتونها می‌باشند. الکترونهای داخل یک سیم هادی می‌توانند به آزادی حرکت نمایند اگر یک سیم هادی را به ترمینالهای یک ژنراتور وصل کنیم، الکترونهای آزاد در ترمینال منفی با فشار به داخل سیم حرکت خواهند کرد.

چون همه الکترونهای آزاد دارای بار منفی هستند، یکدیگر را دفع و در نتیجه به جلو خواهند راند. این عمل با سرعتی برابر با سیصدهزار کیلومتر در ثانیه انجام خواهد گرفت.



شکل ۵- مبنای الکترونهای آزاد در فلزات : ۱- هادی ۲- الکترون آزاد.

آخرین الکترونها در انتهای جسم هادی وارد ترمینال مثبت ژنراتور خواهد شد.
در مودر جریان متناوب، این عمل در جهت متناوب انجام خواهد گرفت.
جریان الکتریسیته در فلزات حرکت الکترونهای آزاد می‌باشد.

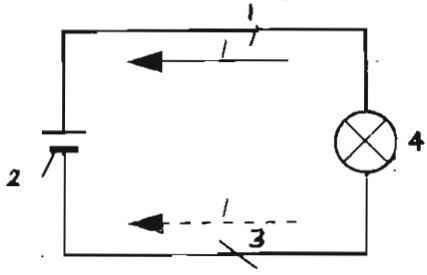


شکل ۶- حرکت الکترونهای آزاد در جسم هادی

۱- جسم هادی ۲- الکترونهای اضافی ۳- کمبود الکترون ۴- ژنراتور.

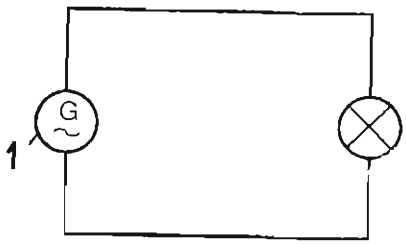
۲-۲-۱ انواع جریان و ولتاژ:

فشاری که باعث حرکت الکترونها در داخل جسم هادی می‌گردد، ولتاژ **U** نامیده می‌شود.
مقدار الکترونهای آزاد که تحت فشار ولتاژ در داخل جسم هادی جریان پیدا می‌کند، شدت جریان **I** نامیده می‌شود.



شکل ۷- دیاگرام مدار جریان مستقیم :

۱- جهت حرکت عملی الکترونها ۲- منبع جریان مستقیم ۳- جهت فنی حرکت الکترونها ۴- بار (لامپ).



شکل ۸- دیاگرام مدار جریان متناوب :

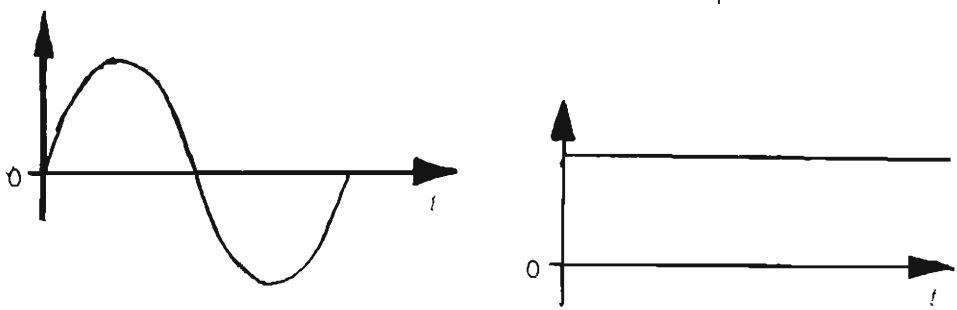
۱- منبع جریان متناوب

سه نوع جریان الکتریکی وجود دارد:

۱- **جریان مستقیم** : جریان الکترونها در یک جهت و از قطب منفی به قطب مثبت می‌باشد (جهت حرکت عملی الکترونها). قبل از معلوم شدن این واقعیت، جهت جریان را از قطب مثبت به قطب منفی می دانستند.

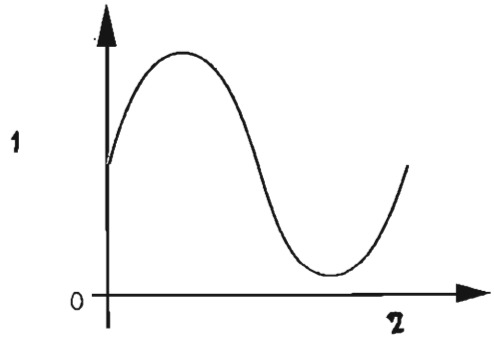
۲- **جریان متناوب** : حرکت الکترونها از قطبی به قطب دیگر به طور مرتب تناوب پیدا می‌کند. در همان وقفه زمانی هر یک از قطب‌ها علامت (-/×) خود را عوض می‌کنند.

درمورد جریان متناوب، ولتاژ و شدت جریان به ترتیب با حروف کوچک **u** و یا در جریان مستقیم به **U** و **I** (حروف بزرگ) نمایش داده می‌شوند.



دیاگرام ۱- جریان مستقیم ۱- جریان **I** ۲- زمان **t** دیاگرام ۲- جریان متناوب ۱- جریان **i** ۲- زمان **t**

۳- جریان مختلط : این جریان به دستگاههای جریان مستقیم و متناوب مربوط می‌شود که با هم کار می‌کنند. دیاگرام ۳- جریان مخلوط ۱- جریان **I** ۲- زمان **t**



۳-۱ هدایت الکتریکی: جسم هادی در مقابل عبور جریان، مقاومت **R** برحسب ( ) اهم از خود نشان می‌دهد.

این مقاومت به جنس هادی بستگی دارد و از طرفی به سطح مقطع و درجه حرارت نیز مربوط می‌شود. مقاومت را می‌توان به کمک ضریب دائمی ماده مخصوص (**P** یا **X**) محاسبه کرد، که با دو فرمول نشان داده می‌شود :

مقاومت جسم هادی $R = \frac{P.1}{A}$ یا $R = \frac{1}{X.A}$

Material	Conductivity X in $\frac{m}{\Omega.mm2}$	Specific resistance P in $\frac{\Omega.mm2}{m}$
Silver	60,0	0,0167
Copper	56,0	0,0178
Aluminium	36,0	0,0278
Nickel	2,5	0,4
Constantan	2,04	0,46
Carbon	0,015	65,7

R = مقاومت جسم هادی برحسب اهم = ...

L = طول جسم هادی برحسب متر = **m**

A = سطح مقطع جسم هادی برحسب میلی‌متر مربع **mm**

X = هدایت جسم برحسب $\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{.mm2}}$

P = مقاومت مخصوص برحسب $\frac{\mathbf{.mm2}}{\mathbf{m}}$ $\quad \mathbf{P = \frac{1}{X}}$

حل مسئله:

$$\mathbf{R = \frac{1}{X.A}}$$

$$\mathbf{R\ \frac{=۵۶}{۵۶\times۲} = \frac{m.\ .mm2}{m.mm2}}$$

مسئله: یک جسم هادی مسی به طول ۵۶ متر و مقطع **۲mm2** وجود دارد، مقاومت آن چقدر است؟

مقاومت سیم مسی اهم **R = /۵**

جدول ۱- ضریب مقاومت اجسام هادی نمونه

ماده	ضریب هدایت	مقاومت مخصوص
نقره	۶۰	/۰۱۶۷
مس	۵۶	/۰۱۷۸
آلومینیم	۳۶	/۰۲۷۸
نیکل	۲/۵	/۴
کنستنتن	۲/۰۴	/۴۹
کربن	/۰۱۵	۶۵/۷

۴-۱ مقاومت الکتریکی:

گرچه مقاومت شدید در یک جسم هادی مطلوب نمی‌باشد، ولی مقاومت هنوز یکی از مهمترین رکن و قطعه الکترونیک می‌باشد.

بدون آن، محدود و کنترل کردن شدت جریان و یا تقسیم ولتاژ امکان پذیر نیست.

عبور جریان در یک شبکه برحسب ولتاژ و مقاومت جسم هادی تغییر می‌کند.

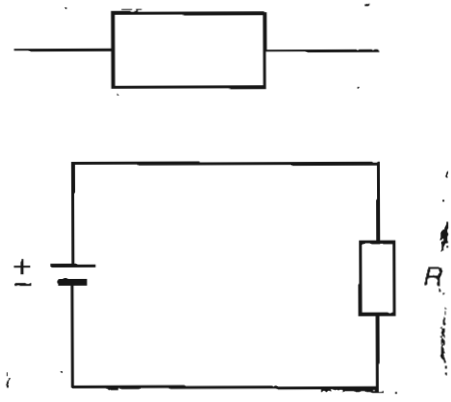
جریان برحسب آمپر **I**

ولتاژ **U** برحسب ولت **V**

مقاومت **R** برحسب اهم ... **R**

رابطه بین این مقادیر سه گانه در یک شبکه طبق قانون اهم به قرار زیر است :

$$R = \frac{U}{I} \quad \text{برحسب} \quad \ldots = \frac{V}{A}$$



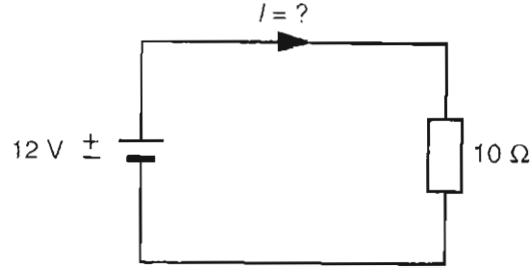
شکل ۹- سمپل مقاومت در یک مدار ۱- مقاومت

به عنوان مثال، شدت جریان در یک مدار بسته بدین ترتیب محاسبه می‌شود.

مسئله ۲ : شدت جریان مداریکه با فشار ۱۲ ولت و مقاومت ۱۰ اهم برقرار شده،چقدر است؟

حل : $I = \frac{U}{R}, R = \frac{U}{I}, I = \frac{12\,V}{10}$ آمپر, $I = ۱/۲A$

شدت جریان در مدار ۱/۲ آمپر می‌باشد.



شبکه‌های مقاومتی: قوانین مربوط به مقاومتهای سری : مجموع مقاومتها Rt

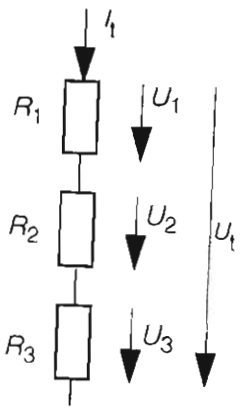
$$Rt = R1 + R2 + R3 + ... + Rn$$

مجموع ولتاژها Vt :

$$Ut = U1 + U2 + U3 + ... + Un$$

مجموع جریانهاIt :

$$It = I1 = I2 = I3 = ... = In$$



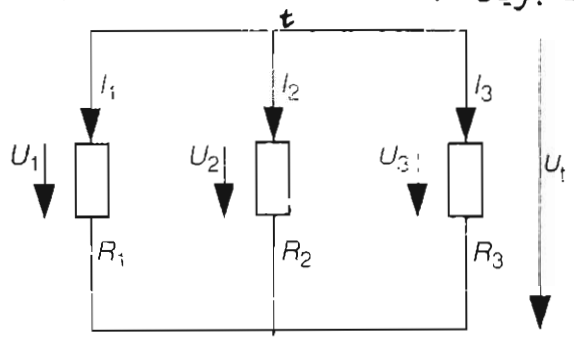
شکل ۱۰- مقاومت‌های الکتریکی که به صورت سری یا متوالی بسته شده‌اند.

قوانین مربوط به مقاومتهای موازی:

مقاومتهای مجموع Rt : $\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + ... + \frac{1}{Rn}$

مجموع ولتاژUt : $Ut = U1 = U2 = U3 = ... = Un$

مجموع شدت جریان It : $It = I1+I2+I3+ ... + In$



شکل ۱۱- مقاومت الکتریکی که بصورت موازی بهم پیوسته‌اند.

مسئله ۳:

مقاومت نسبی ۲۳ **R** و مجموع مقاومتها و ولتاژ **U2 , U1** و جریانهای **I3,I2,I1** را در مدار زیر محاسبه کنید :

حل مسئله :

$$\frac{1}{R23} = \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{1}{10} = ۵$$

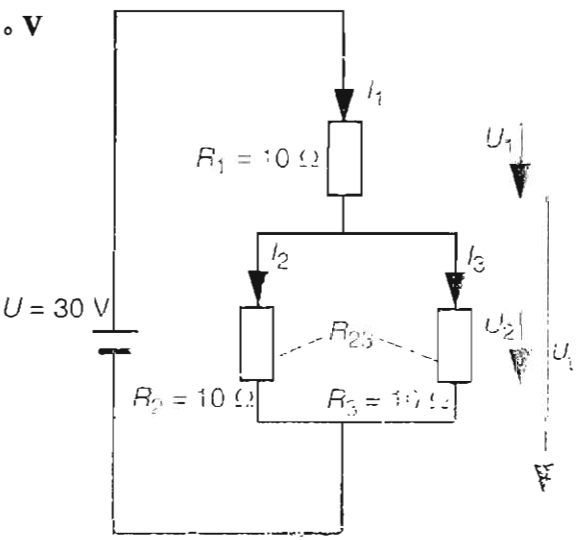
$$Rt = R1 + R\,23 = 10 + 5 = ۱۵$$

$$It = I1 = \frac{Vt}{Rt} = \frac{۳۰V}{۱۵} = ۲\,\text{آمپر}\,A$$

$$U1 = R1 \times It = ۱۰ \times ۲ = ۲۰\,V$$

$$I2 = \frac{U2}{R2} = \frac{10V}{10} = 1A$$

$$I3 = \frac{U2}{R3} = \frac{10V}{10} = 1A$$

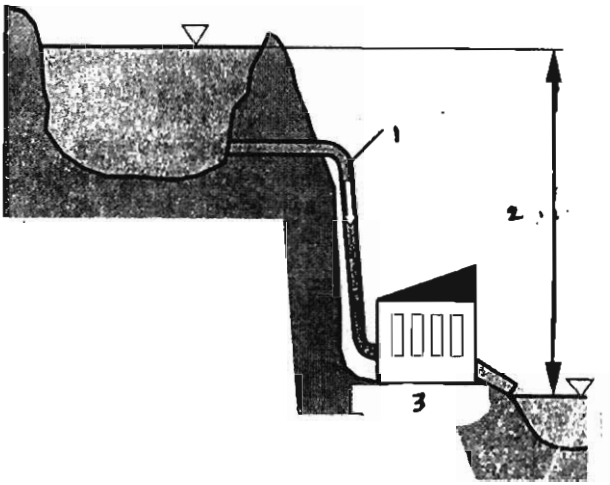


شکل

۵-۱ توان یا قدرت الکتریکی:

در یک نیروگاه توربین با افزایش ارتفاع نیروی بیشتری تولید می‌کند و هر چه آب بیشتری جاری می‌شود برحسب واحد زمان، قدرت بیشتری تولید می‌گردد.

در مورد بار الکتریکی، اختلاف پتانسیل (ولتاژ) با ارتفاع آب و شدت جریان الکتریکی با مقدار جریان آب در واحد زمان مطابقت می‌کند. (مقدار الکترونها در واحد زمان). هر چه مقدار ولتاژ و شدت جریان افزایش یابد توان یا قدرت الکتریکی نیز افزایش می‌یابد.



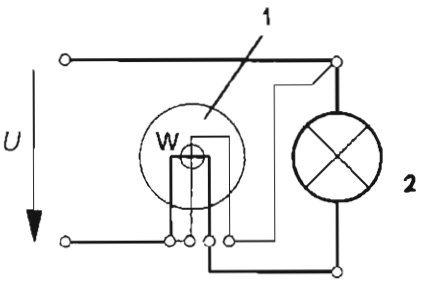
شکل ۱۲- نیروگاه هیدروالکتریک : ۱- جریان آب ۲- ارتفاع آب ۳- نیروگاه

برای جریان مستقیمی برابر یک آمپر و اختلاف پتانسیل برابر با یک ولت توانی برابر ۱ وات وجود دارد.

توان یا قدرت با فرمول زیر محاسبه می‌شود :

(P = U.I) که در آن **P** برحسب وات **(W)** و **U** برحسب ولت **(V)** و **I** شدت جریان برحسب آمپر می‌باشد.

توان یا قدرت را می‌توان مستقیماً به وسیله دستگاهی به نام وات متر اندازه گرفت. محاسبه وات فقط در مورد جریان مستقیم بکار می‌رود، ولی در جریان متناوب توان ظاهری و توان و آکتیو دخالت دارند که محاسبه آن‌ها از روی فرمول دقیق نیست.

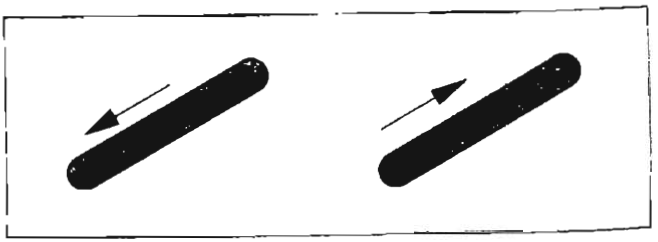


شکل ۱۳- اندازه‌گیری قدرت یک لامپ فیلامانی و وات متر: ۱- وات متر ۲- لامپ فیلامانی.

۶-۱الکترو مغناطیس:

در اطراف جسم هادی حامل جریان میدان مغناطیسی بوجود می‌آید. خطوط میدان به صورت دوایر متحدالمرکز می‌باشد.

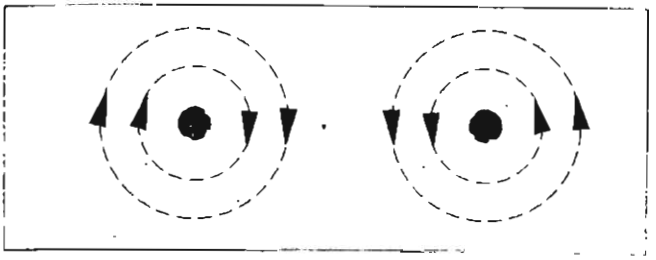
جهت میدان در جهت حرکت جریان می‌باشد. با استفاده از در بازکن بطری (چوب پنبه بازکن) و قانون انگشت شست دست راست و سایر انگشتان جهت میدان را می‌توان تعیین کرد.



شکل ۱۴- جهت جریان در جسم هادی

قانون در بازکن چوب پنبه بازکن :

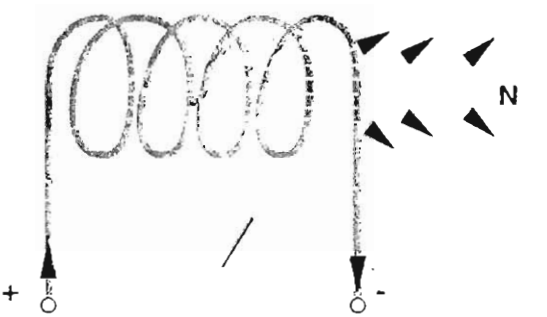
در بازکن دارای پیچ راست گرد است که در جهت جریان به چوب پنبه در بطری بسته می‌شود (جهت چرخش با جهت میدان یکی است).



شکل ۱۵- جهت خطوط میدان مغناطیسی

میدان مغناطیسی در سیم‌پیچ حامل جریان :

در یک سیم‌پیچ، هر یک از حلقه‌ها یک میدان مشترک تولید می‌کنند. اثر میدان مغناطیسی توسط خطوط میدان نشان داده می‌شود که آنرا فلوی مغناطیسی ... می‌نامند و واحد آن ولت ثانیه **(Vs)** می‌باشد. در داخل سیم‌پیچ خطوط میدان با هم موازی و شدت آنها با هم برابر است. جهت میدان در همه جا یکی می‌باشد. قطب شمال و جنوب سیم پیچ به وسیله قانون دست راست تعیین می‌گردد.



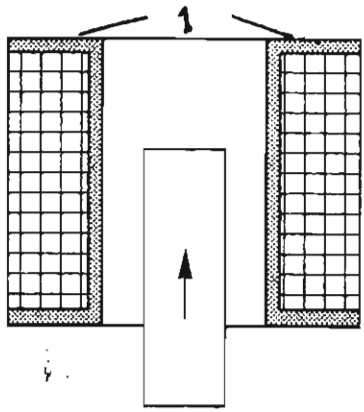
شکل ۱۶- میدان مغناطیسی در یک کویل یا سیم‌پیچ حامل جریان (۱- خطوط میدان).

قانون دست راست :

اگر دست راست را در روی کویل طوری قرار دهیم که انگشتان جهت جریان را مشخص نمایند انگشت شست باز شده، جهت خطوط میدان در داخل کویل را نشان خواهد داد.

هسته آهنی در داخل سیم‌پیچ، شدت میدان مغناطیسی را افزایش می‌دهد. در الکترونیک و الکتروپنوماتیک، نیروی الکترو مغناطیس برای اتصال دادن جریان برق و یا باز و بسته کردن شیرهای مدار بکار می‌روند. (در اینجا سولفوریید مغناطیسی مورد استفاده است).

وقتیکه ولتاژ اعمال می‌شود، آرمیچر به داخل میدان کشیده شده و کار مکانیکی انجام می‌دهد.



شکل ۱۷- مغناطیس سولفوییدی : ۱- سیم‌پیچ ۲- آرمیچر

۷-۱ راکتانس و توان ظاهری:

۱-۷-۱ راکتانس القایی :

اگر جریان متناوب را به سیم‌پیچ بدهیم می‌بینیم مقاومت بیشتر است. افزایش در مقاومت یک سیم‌پیچ هنگام اعمال کردن جریان متناوب در مقایسه با جریان مستقیم بعلت وجود راکتانس القایی **XI** می‌باشد.

راکتانس القایی یک سیم‌پیچ بوسیله ولتاژ برگشتی، به خاطر خود القایی است. (راکتانس القایی توسط خود القایی بوجود می‌آید) بنابراین کویل را به عنوان القاء **L** می‌شناسند.

شکل ۱۸- علامت مدار و سمبل مدار متناوب برای سیم‌پیچ

۱- علامت مداری کویل ۲- علامت مدار متناوب ۳- قطعه مقاومت اهمی ۴- قطعه راکتانس القایی.

چون قسمت معینی از راکتانس باید به مقاومت اهمی خالص افزوده شود نتیجه هر دو را امپیدانس (**ZL**) می‌نامند.

محاسبه فقط با اضافه کردن انجام نمی‌گیرد، زیرا زاویه فاز دخالت دارد. (همچنین به شکل ۱۹ مراجعه شود). زاویه فاز ...

فرمول زیر ضروریست : **XI = W.L** که در آن هر دو برحسب ... می‌باشد.

$$ZI = R + X$$

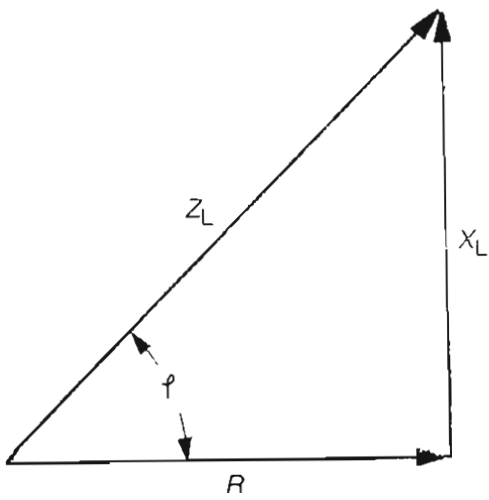
W = فرکانس زاویه‌ای برحسب **HZ** = $\frac{1}{S}$ هرتس

L = القاء برحسب **H** هانری

XL = امپدانس برحسب ... اهم.

R = مقاومت اهمی برحسب ... اهم.

ZI = امپدانس برحسب ... اهم.



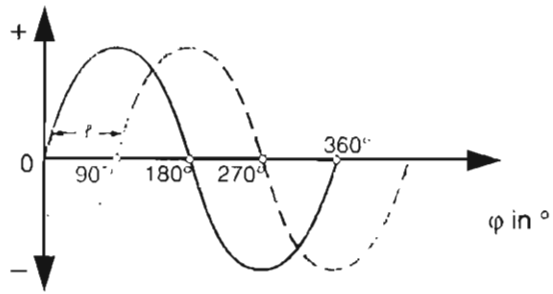
شکل ۱۹- شکل دیاگرامی مقاومت ظاهری (مثلث مقاومت)

۲-۷-۱ توان ظاهری:

اگر یک مدار **AC** دارای سیم‌پیچی باشد که بتوان آنرا القاء خالص فرض کرد تا با یک مقاومت سری شود، آنگاه سه نوع توان را باید در نظر بیاوریم :

PS = قدرت ظاهری برحسب **PQ,VA** توان راکتیو برحسب وار

PQ = قدرت مؤثر برحسب وات **Vat** (ولت آمپر راکتیو) برحسب وات.



دیاگرام ۴- اختلاف فاز بین جریان و ولتاژ در کویل.

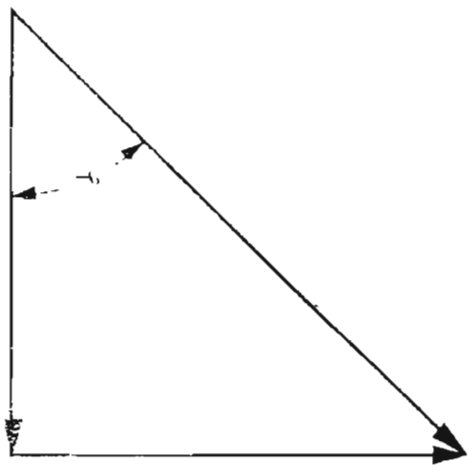
توان‌ها را می‌توان به صورت یک مثلث نیز نشان داد. اگر یک مقاومت اهمی و امپدانس راکتیو را با هم به طور سری ببندیم، مثلث توان مشابه مثلث مقاومت خواهد بود.

زاویه بین **P , PS** زاویه شیفت فاز ... خواهد بود.

در یک سیم‌پیچ جریان ولتاژ را با زاویه فاز حرکت خواهد داد.( )

توان‌ها را می‌توان مطابق فرمول زیر محاسبه کرد :

$$P = Ps - PQ \;,\; PQ = Ps - P \;,\; Ps = P + PQ \;,\; Ps = P + PQ$$



شکل ۲۰- مثلث توان : ۱- توان ظاهری **P** ۲- توان راکتیو **PQ** ۳- توان مؤثر **P**

۸-۱ کاپاسیتالس یا ظرفیت خازن:

یک خازن از دو ورقه فلز که بوسیله عایقی از هم جدا می‌شوند تشکیل شده‌است.

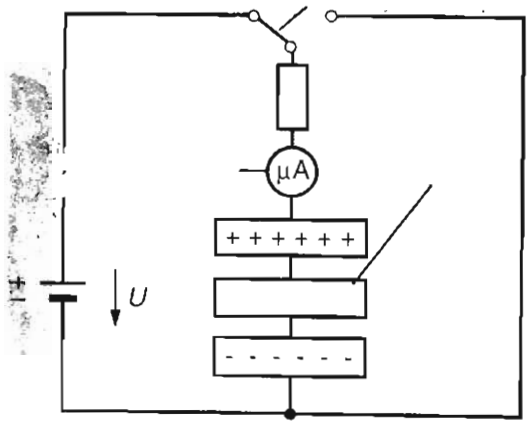
اگر خازنی را به منبع جریان مستقیم وصل کنیم می‌بینیم یک جریان شارژکننده عبور می‌نماید مقدار این جریان به ماهیت خازن و مقاومتی که در جلو آن وصل شده است بستگی دارد. وقتیکه خازن کاملاً شارژ شد، عبور جریان مستقیم به سوی صفرمی‌گراید.

پس ازکامل شدن عمل شارژ، جریان مستقیم بوسیله خازن متوقف می‌شود. در یک سوی صفحات خازن کمبود الکترون و در طرف دیگر آن زیادی الکترون وجوددارد.

در دو سر صفحات خازن اختلاف پتانسیل بوجود می‌آید.

هنگام تخلیه خازن، جریان تخلیه در جهت عکس عبور می‌کند.

یک خازن بار الکتریکی را در خود ذخیره می‌نماید. مقدار بار ذخیره شده ظرفیت خازن نامیده می‌شود که آن را با حرف **C** نشان می‌دهند.



(شکل ۲۱)

مقدار این ظرفیت به سطح صفحه خازن **A** و ضخامت **C** عایق و خواص مواد r.. (ثابت عایق) و ضریب ثابت ... (قابلیت هدایت فضای خالی / ثابت میدان الکتریکی) بستگی دارد.

و از فرمول زیر محاسبه می‌شود : $C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d}$

مقدار شارژ به نسبت ظرفیت و ولتاژ افزایش می‌یابد.

شارژ (ظرفیت برحسب کلمب) $Q = C.U$

ظرفیت برحسب فاراد (F) $= C$

ولتاژ برحسب ولت (V) $= U$

در یک مدار جریان متناوب، خازن مثل یک مقاومت عمل می‌کند، زیرا به طور مرتب خالی و پر می‌شود (با همان فرکانس جریان متناوب).

در یک مدار جریان مستقیم، به عنوان یک مقاومت وسیع عمل می‌کند و پس از یک بار شارژ شدن در همان جهت عبور، جریان را برقرار می‌سازد.

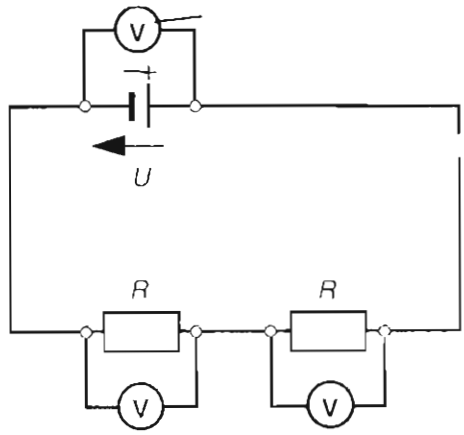
Material	r
Air	1,0
Transformer Oil	2,2
Plexiglass	3,5
Laminated Paper	4,0
Phenolic resin	5,0
Porcelain	5...6
Glass	4...6
Mica	6...8
Aluminium Oxide	6...9

۹-۱ اندازه‌گیری مقادیر الکتریکی:

به منظور اندازه‌گیری مقادیر الکتریکی مثل ولتاژ، شدت جریان و مقاومت به ابزار اندازه‌گیری نیاز داریم. (در فصل چهارم توضیحات مربوط به این ابزارها با خواهیم خواند.

قوانین اندازه گیری :

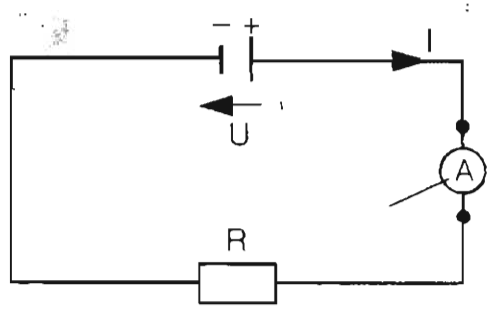
برای اندازه گیری ولتاژ در دو سر بار باید ولت‌متر را به دو سر آن وصل کنیم. برای اندازه گیری ولتاژ یک ژنراتور تولید قدرت، باید دو سر ولتمتر را به دو سر آن وصل نمائیم. (شکل ۲۲). ولتاژ را به طور موازی اندازه می‌گیرند.



شکل ۲۲- اندازه گیری ولتاژ.

دستگاه اندازه‌گیر شدت جریان را آمپرمتر می‌نامند برای اندازه‌گیری، جریان باید از داخل دستگاه عبورنماید برای انجام این عمل باید مدار را بازکرده و آمپرمتر را در مدار قرار داد. (آمپرمتر را باید به طور سری در مدار وصل کنیم).
مقاومت را می‌توان به طور غیر مستقیم با اندازه گیری ولتاژ و شدت جریان محاسبه نمود.

با استفاده از دستگاه اهم نیز می‌توان مقاومت را اندازه گیری کرد. این وسیله شامل یک آمپرمتر و یک باطری است. برای اینکه مقدار اندازه گیری شده اشتباه نشود یک باطری به طور مداوم ولتاژی را در مدار به جریان می‌اندازد. عقربه بار شاخص این وسیله برحسب اهم کالیبر شده است.



شکل ۲۳- اندازه‌گیری شدت جریان بوسیله آمپرمتر

۱۰-۱ سئوالات تستی:

۱- سه قسمت تشکیل دهنده اتم را نام ببرید : ۱

۲

۳

۲- شارژ مثبت یعنی .....

شارژ منفی یعنی .....

۳- شارژهایی (بارها) که یکدیگر را جذب می‌کنند ..... هستند.

بارهایی که همدیگر را دفع می‌کنند ..... هستند.

۴- انواع تولید ولتاژ را شرح دهید ۱ تا ۵

۵- چه ذرات ابتدایی به طور آزاد از طریق جسم هادی حرکت می‌کنند.

۶- جریان برق در فلزات عبور ..... می‌باشد.

۷- در مورد جریان مستقیم، الکترونها به طور مداوم از ..... حرکت می‌کنند.

۸- در مورد جریان متناوب، الکترونها از ..... حرکت می‌کنند.

۹- جریان مخلوط عبارتست از .....

۱۰- یک جسم هادی ..... برای عبور جریان ایجاد می‌کند.

۱۱- قابلیت هدایت یک جسم هادی علائم فرمولی ..... دارد.

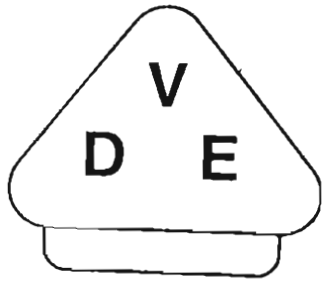
۱۲- و واحد آن.

۱۳- مقاومت در یک جسم هادی به ترتیب زیر اندازه گیری (محاسبه) می‌شود.
۱۴- شدت جریان در یک مدار به ۱- و ۲- { بستگی دارد.
۱۵- قوانین اهم نشان می‌دهد :
۱۶- قدرت الکتریکی از طریق فرمول ..... محاسبه می‌گردد.
۱۷- قدرت **DC** بوسیله یک ..... اندازه گیری می‌شود.
۱۸- در یک سیم‌پیچ، میدانهای سیم‌پیچ فردی ..... مشترک تولید می‌کنند.
۱۹- آهن در میدان مغناطیسی یک کویل شدت میدان را ..... می‌دهد.
۲۰- دادن ولتاژ به سولفویید مغناطیسی باعث می‌شود که آرمیچر .....
۲۱- جریان مستقیم بوسیله یک خازن ..... می‌شود.
۲۲- یک خازن می‌تواند بار الکتریکی را .....
۲۳- در جریان متناوب، خازن بعنوان یک ..... عمل می‌کند.

۲- اقدامات پیشگیری کننده :

۲-۱ خطرات مربوط به جریان الکتریکی : مقررات ایمنی :

مقررات ایمنی **VDEO 100** در آلمان برای اقدامات پیشگیری کننده به مورد اجراء گذاشته می‌شود این مقررات شامل اتصال ولتاژ اضافی می‌باشد.



(شکل ۲۴)

اگر عایق بندی در دستگاههای الکتریکی صدمه دیده باشد، احتمال دارد بدنه بدون عایق با افراد مربوطه تماس پیدا کرده و یک جریان اشتباه از بدن مابه زمین عبور نماید.

اختلاف پتانسیل بین دستگاه‌ها و زمین، حاصل از نوع جریان اشتباه را ولتاژ اتصال می‌نامند. اختلاف پتانسیل بیش از ۶۵ ولت برای انسان خطرناک و برای حیوانات حتی ۲۴ ولت کشنده است.

جدا از اقدامات ایمنی مربوطه، همیشه باید قطعات حامل جریان به طور مرتب کنترل شود. عدم توجه به نکات ایمنی نتایج زیانباری خواهد داشت.

مقررات اصلی **VDE** و مشخصات (قابل اجرا در آلمان)

O 100 VDE – اقدامات پیشگیری کننده در مقابل ولتاژ اتصال اضافی

O 113 VDE – مقررات مربوط به تجهیزات الکتریکی بر ماشین آلات تولیدی با ولتاژ منبع بیش از **1000** ولت.

DIN 40040 – انواع پیشگیری برای تجهیزات الکتریکی.

اصل کلی آگاهی از حداقل نیازهای ایمنی برای تجهیزات برقی قبل ازکار در زمینه تکنولوژی کنترل می‌باشد.

۲-۲- انواع پیشگیری برای تجهیزات الکتریکی و سیستمها :

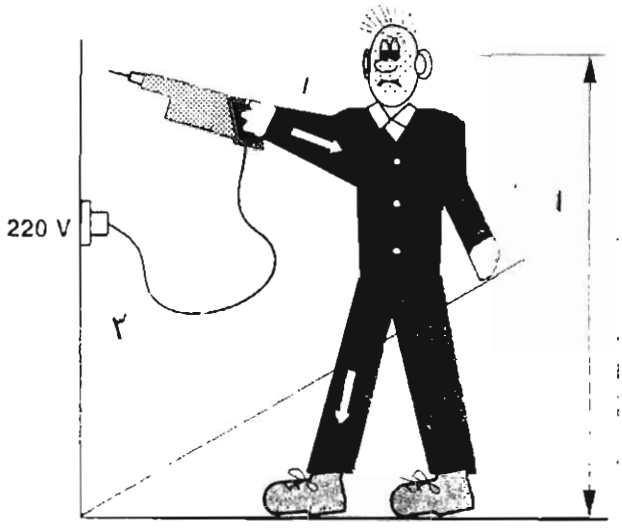
در تجهیزات با ولتاژ بیش از ۶۵ ولت در مقابل زمین، اقدامات پیشگیری ضرورتی ندارد مگر اینکه "پیشگیری ولتاژکم" پیشنهاد شده باشد.

اقدامات "پیشگیری ولتاژکم" از بروز اتصال ولتاژ خطرناک جلوگیری می‌کند. پیشگیری از ولتاژکم تا ۶۵ ولت تعیین شده است.

در تجهیزات با ولتاژ بیش از ۶۵ ولت در مقابل زمین، اقدامات ایمنی سفارش شده است.

۱-۲-۲- اقدامات پیشگیری بدون هادی محافظ :

در مورد اقدامات پیشگیری بدون هادی محافظ اگر اشکالی پیش بیاید، دستگاه را نباید خاموش کرد.



شکل ۲۵- جریان اشتباهی و ولتاژ اتصال ۱- اشتباه U ۲- جریان اشتباهی I

مجموعه عایق بندی :

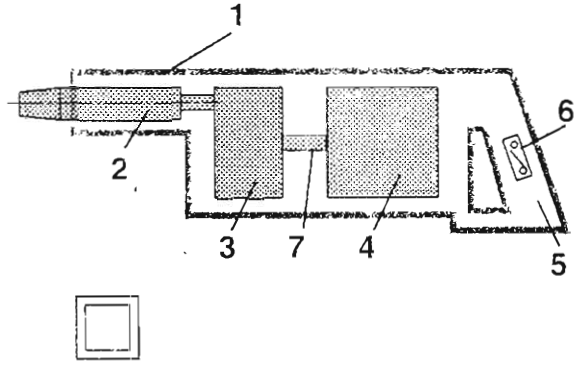
در مورد عایق بندی کلی، تمام قطعاتی که ممکن است با دست تماس پیداکنند نسبت به زمین دارای اختلاف پتانسیل باشند در صورتیکه اشکالی وجود داشته باشد، باید علاوه بر عایق‌بندی فردی و دائمی، کل دستگاه نیز باید به طور دائمی عایق‌بندی گردد.

عایق بندی کلی در مورد تجهیزات با اتصال متحرک نباید دارای نقطه‌ای برای اتصال هادی پیشگیری کننده باشد. سیم رابط ممکن است دارای اتصال هادی پیشگیری نباشد، ولی اگر به وسیله سوکت و پلاک اتصال یابد، باید دارای پین اتصال شاسی (زمین) و یا دارای پین اتصال جفت برای دستگاههای درجه ۲ باشد.

عایق بندی سطح ثابت :

این عایق بندی در مقابل زمین بوسیله کفی عایق بندی، عایق بندی دیواره‌ها، لاستیک لایه‌های زیرین در مورد دستگاههای همیشه ثابت مجاز می‌باشد.

پوسته باید کاملا به طور ایمنی قطعات را بپوشاند و اندازه آن برای پوشش و راه‌اندازی مناسب باشد.



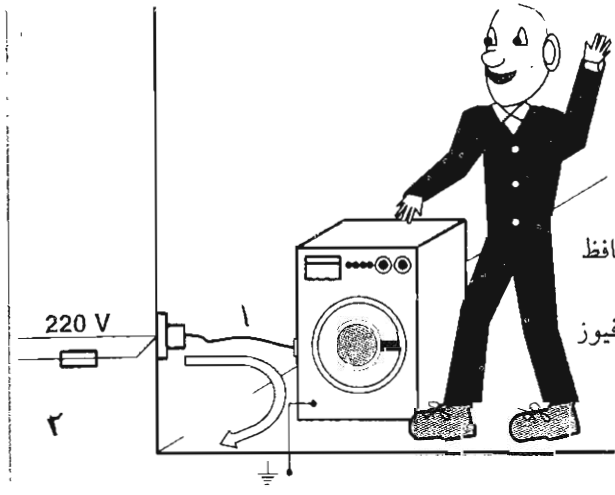
شکل ۲۶- پوشش عایق بندی کلی یک ماشین مته برقی پرتابل

I- علامت برای پوشش عایق بندی ماشین مته طبق استاندارد VDE 0710 ۱- پوسته مواد عایق ۲- محور ابزار ۳-گیربکس ۴- موتور ۵- دسته ۶- سویچ (ماشه) ۷- قطعه عایق بین موتور و گیربکس.

۲-۲-۲- اقدامات حفاظت با هادی محافظ :

در صورت عبور جریان اگر اشکالی پیش بیاید خاموش خواهد شد. سیستم اتصال زمین جریان کوتاه شاسی را به جریان کوتاه زمین تغییر خواهد داد (مستقیماً از طریق هادی محافظ).

عبور جریان اشتباهی از طریق اتصال زمین باعث می‌شود که دستگاه محافظ جریان اضافی (فیوز) در خط قدرت ورودی جوابگو باشد.



شکل ۲۷- سیستم هادی محافظ

۱- جریان اتصال کوتاه ۲- فیوز

۳-۲-۲: سیستم رله قطع جریان مربوط به جریان در نتیجه وجود اشکال، با راه اندازی جریان

اتصال زمین :

در سیستم قطع مدار در نتیجه عبور جریان به اتصال زمین، همه خطوط ره بار در مدت ۲/ ثانیه قطع می‌شوند (اگر اتصال ولتاژ خطرناک صورت بگیرد).

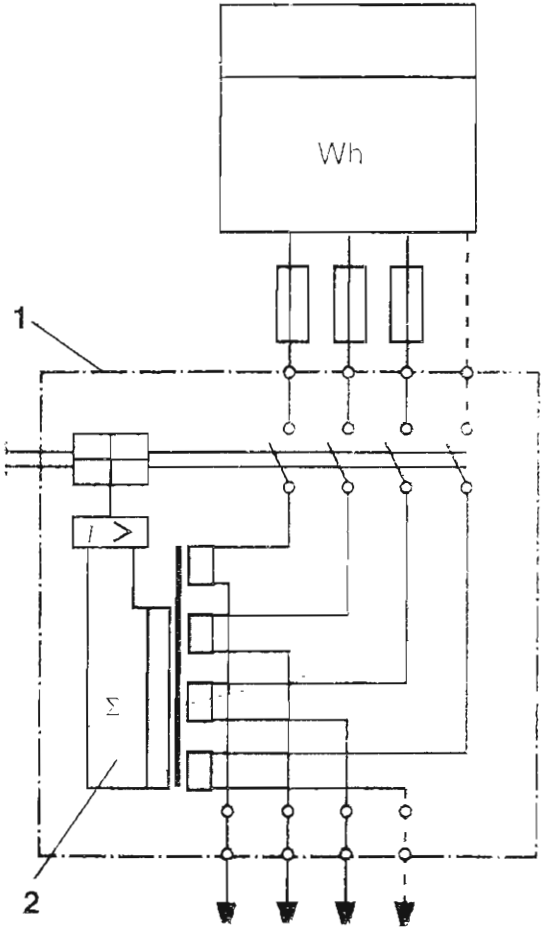
مدار شکن اتصال زمین شامل ترانسفورماتور مجموع جریان می‌باشد که سیم‌پیچ خروجی آن باعث می‌شود که سویچ مدار را قطع کند.

خطوط منبع تغذیه به بار از طریق این ترانسفورماتور عبور می‌کنند.

در شرایط عادی، جریان از طریق ترانس جریان به بار عبور می‌کند و از آنجا بدون افت در ترانس به شبکه برمی‌گردد. در این حالت، ولتاژ در ترانسفورماتور تولید نمی‌شود، اگر مقداری جریان از طریق اتصال کوتاه به شاسی و از آنجابه زمین وصل شود، میادین جریانها در ترانسفورماتور کاملاً بالانس نمی‌شوند.

در سیم پیچی خروجی ترانس جریان، ولتاژی القاء شده و رله سویچ الکترو مغناطیس را قطع می‌کند.

دستگاه قطع جریان دستگاه را از شبکه قطع سپس سیستم محافظ بکار می‌افتد.



شکل ۲۸- شکل شماتیک ترانس و سویچ مدار شکن : I

بطرف بار

۱- اتصال زمین مدارشکن ۲- ترانس مجموع جریان

۴-۲-۲: مشخص کردن انواع محافظت بوسیله حروف و ارقام:

انواع محافظت مطابق استاندارد کشور آلمان طبقه بندی شده است **(DIN40050)** بوسیله حروف خلاصه **IP** و دو رقم.

این مشخصات مربوط به نوع حفاظت به نوع بار و تجهیزات الکتریکی ارجاع می‌شود. حفاظت انواع مختلف برای تجهیزات گوناگون لازم است.

حفاظت در مقابل شوک الکتریکی، مواد خارجی، آب با انواع مختلف مواد و تجهیزات مطابق نیازهای ویژه ترکیب می‌شود.

اگر یک بخش از ماده مربوط به تجهیزات دارای نوع دیگری از حفاظت نسبت به قطعه اصلی باشد، آنگاه نوع حفاظت قطعه‌ای که متفاوت است، به طور جداگانه مشخص می‌شود.

مثلاً، یک موتور الکتریکی مطابق نوع حفاظت **IP 21** مشخص شده است، و جعبه ترمینال همان موتور می‌تواند مطابق نوع حفاظت **IP 43** طراحی گردد.

مشخصه نوع حفاظت در این حالت به ترتیب زیر خواهد بود :

IP 43 - جعبه ترمینال - **IP 21**

مثال : IP 24 یعنی :

- حفاظت در مقابل اجسام جامد با اندازه متوسط، حفاظت در مقابل پاشش آب تا ۶۰ درجه نسبت به عمود.

لطفاً به لیست انواع حفاظت در فصل ۹ مراجعه کنید !

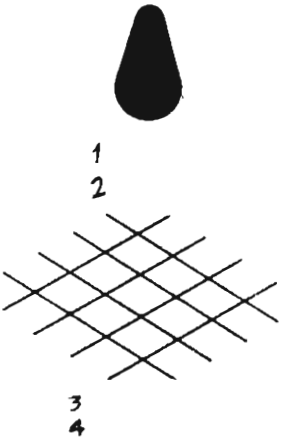
۵-۲-۲: مشخص کردن انواع حفاظت بوسیله علائم:

جدا از مشخص کردن عمومی انواع حفاظت‌ها بوسیله حروف و ارقام، نوع حفاظت (حفاظت در مقابل آب و گرد و خاک) برای تجهیزات سوار شده و بارهای الکتریکی از طریق علائم ارائه شده‌اند. **(VDE 0620 , VDE 0710)** مثلاً، در مورد لامپ‌ها و وسایل حرارتی، با محرک‌های الکتریکی مورد استفاده در منازل و برای منظورهای مشابه، برای ابزارهای برقی و تجهیزات پرشکی برقی.

وسایل برقی در اتاق‌های مرطوب و هوای آزاد باید ضد رطوبت و لامپ‌ها باید

حداقل ضدباران باشند.
مواد نصب در اتاق‌های خیس و خیلی مرطوب حداقل باید به طور صحیح آب‌بندی شوند. سایر وسایل باید ضد پاشش آب و لامپ باید حداقل ضد شیلنگ باشند.

استفاده از تجهیزات با حفاظت درجه بالا، مجاز می‌باشد (لطفاً به نمایش استاندارد شده در فصل ۹ مراجعه نمائید).



شکل ۲۹- مثالهایی از علائم نوع حفاظت مطابق VDE 0710 , VDE 0620.

۱- ضد چکه -

۲- حفاظت در مقابل رطوبت زیاد هوا، بخار و قطرات آب که بطور عمود واردمی‌شوند.

۳- ضد گرد و خاک -

۴- حفاظت در مقابل ورود گرد و خاک بدون فشار

۳-۲ سئوالات امتحان:

۲۴- کدام قانون آلمان به اقدامات حفاظتی در مقابل ولتاژ زیادی اتصال مربوط می‌شود؟

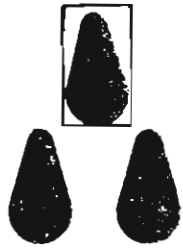
۲۵- چه ولتاژی هنگام تماس برای انسان خطرناک است؟

۲۶- کدام قانون آلمان برای تجهیزات با ولتاژ ۱۰۰۰ ولت ارزنده است؟

۲۷- برای کدام ولتاژ اقدامات ایمنی تعیین شده است؟

۲۸- در مورد اقدامات حفاظتی بدون هادی محافظ، در صورت بروز اشکال قطع می‌گردد.

۲۹- انواع مختلف حفاظت با علائم زیر را بطور خلاصه شرح دهید. **IP55** و **IP22**



۳- تجهیزات برای کنترل الکتروپنوماتیک:

اگر یک وسیله الکتروپنوماتیک (مثل شیر سولفوییید) بخواهد راه اندازی شود باید سیگنالی در آن بوجود بیاید.

برای اینکه یک چنین راه اندازی اثر داشته باشد، به سوئیچی نیاز داریم که اجازه دهد سیگنال به سیم‌پیچ سوپاپ سولفوییید فرستاده شود.

۱-۳- سویچ اتصال (کنتاکت):

وقتیکه سویچی بطور مکانیکی راه بیفتد. دو اتصال به هم فشرده شده و مدار بسته می‌شود.

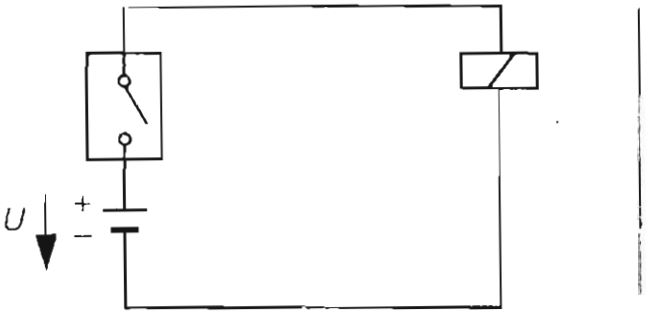
کنتاکت‌ها از طلا، پلاتین، نقره یا آلیاژهای مخصوص ساخته شده‌اند. انتخاب مواد به قدرت جریانی که باید از مدار عبور نماید بستگی دارد. مطلب مهم این است که حتماً پس از چند هزار بار باز و بسته شدن سطح کنتاکت‌ها آسیب ندیده و مقاومت سطح کنتاکت‌ها ثابت باقی می‌ماند.

سه نوع کاربرد مختلف کنتاکت وجود دارد:

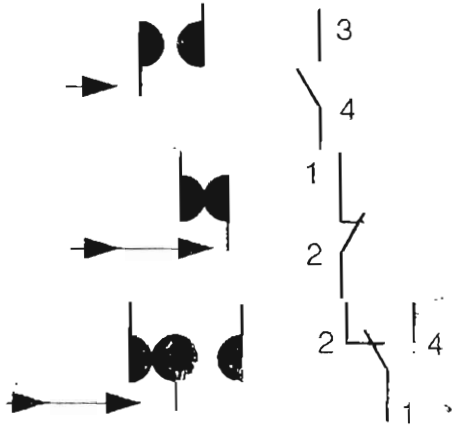
۱- سویچ مخصوص بستن (اتصال) مدار (کنتاکت معمولاً باز)

۲- سویچ بازکننده مدار (کنتاکت معمولاً بسته)

۳- سویچ دو طرفه (کنتاکت تغییر مسیر).

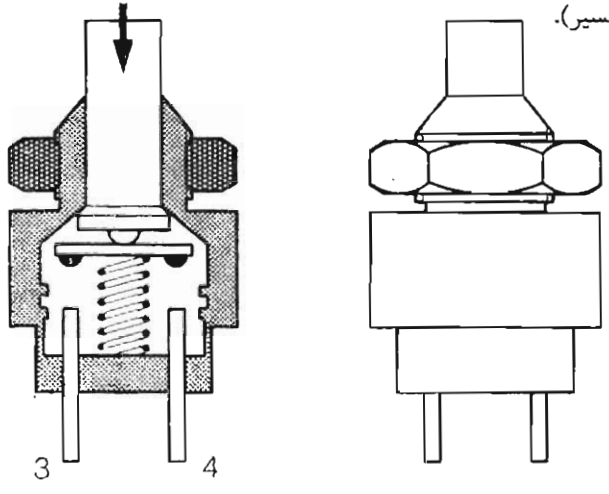


شکل ۳۰- راه اندازی سویچ سولفویید ۱- سویچ ۲- سوپاپ سولفویید



شکل ۳۱- وظایف مختلف کنتاکت‌ها

۱- سویچ بستن مدار ۲- سویچ بازکننده مدار (کنتاکت معمولاً بسته) ۳- سویچ دوطرفه (تغییردهنده مسیر).

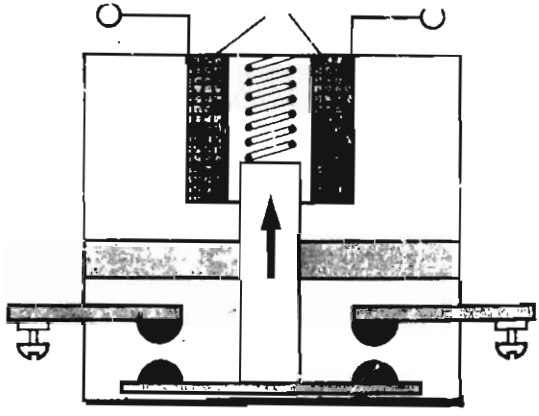


شکل ۳۲- شستی فشاری (معمولاً باز).

۲-۳کنتاکتورهای الکترو مغناطیس:

قطع تکی یا سویچهای چند تایی لزومی ندارند که با دست راه بیفتند. سایر وسایل برای سویچ کردن کنتاکت‌ها عبارتند از کنتاکتورهای ولتاژ یا شدت جریان زیاد و رله‌ها برای ولتاژها (قدرت) کم. اتصالات در کنتاکتورها بوسیله آرمیچر یک سولفوییید حرکت می‌کنند و نسبت به حالت سویچ باز یا بسته می‌مانند.

پس از آنکه جریان سولفوییید قطع شد، کنتاکت‌ها به جای اوّل خود باز می‌گردند.



شکل ۳۳- کنتاکتور مغناطیسی دوات مانند.

اگر شستی فشاری (دگمه) **(a)** در مدار نشان داده شده در شکل ۳۴ بکار بیفتد، سولفوییدی دارای انرژی می‌شود و آرمیچر آن کنتاکت متحرک را در کنتاکت‌های ثابت فشار می‌دهد و مدار باری را می‌بندد.

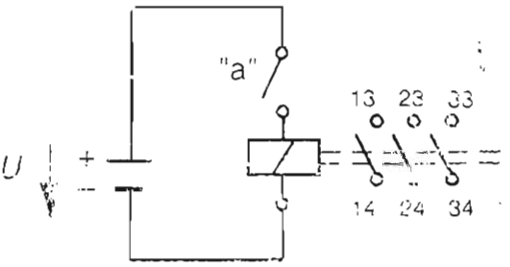
تفاوتی بین کنتاکتوری جریان **DC،AC** وجود دارد.

کنتاکتورهای **DC** خیلی نرم تراز کنتاکتورهای **AC** بسته می‌شوند و در نتیجه دیرتر فرسوده و یا خراب می‌شوند.

کنتاکتورهای الکترو مغناطیس خیلی بیشتر باز و بسته می‌شوند، در حالیکه سویچ‌های دستی کمتر، یعنی در دفعات کمتر باز و بسته می‌شوند. قطعات کنتاکت در یک کنتاکتور بیش از چند میلیون سیکل بکار می‌افتد.

اگر یک کنتاکتور هشت ساعت در روز کار کند، یعنی بطور متعارف ۴۰ بار در

ساعت باز و بسته شود، یک میلیون سیکل باز و بسته شدن یعنی مدت ده سال عمر کارکرد .....



شکل ۳۴- ترکیب مداری برای یک کنتاکتور DC

۱-۲-۳ تعیین ترمینالها و نمایش آنها -

دو امکان برای نشان دادن کنتاکتورها وجود دارد :

۱- کنتاکتورها طوری ترسیم می‌شوند که ترکیب مکانیکی به همراه کویل (اتصال) را نشان دهد.

۲- کویل کنتاکتور در مسیر شدت جریان ترسیم می‌شود. کنتاکت‌ها در مسیرهای عبور جریان نشان داده می‌شوند (دیاگرام مدار). آنها مطابق مشخصه **Kn** مربوط به کنتاکتور معین، طراحی می‌شوند.

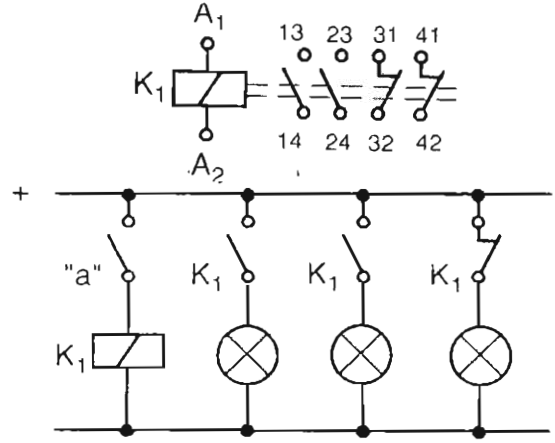
مشخصات یک کنتاکتور به ترتیب زیر نشان داده می‌شوند (نمایش ۱): طراحی سراسری کنتاکتور **Kn ..... K2 , K1**

ترمینالهای کویل : A1 , A2

کنتاکت‌های کاری : اولین رقم - شماره‌های متواتر همه کنتاکتها ۱ ، ۲ ، ۳ .... **n**

رقم دوم = کنتاکت معمولاً باز **(NO)**

کنتاکت معمولاً بسته **(NC)**



شکل ۳۵- روشهای نمایش مدارهای کنتاکتور ۱- نمایش ۱ ، نمایش ۲

۳-۳ رله‌های الکترو مغناطیس:

رله‌های الکترو مغناطیس را در کاربردهای ولتاژ و یا جریان کم مصرف می‌شوند. رله‌ها را بیشتر در ارتباطات فاصله دور بکار می‌برند و بصورت سویچهایی در مدار عمل کرده و سیگنالها را منتقل می‌کنند.

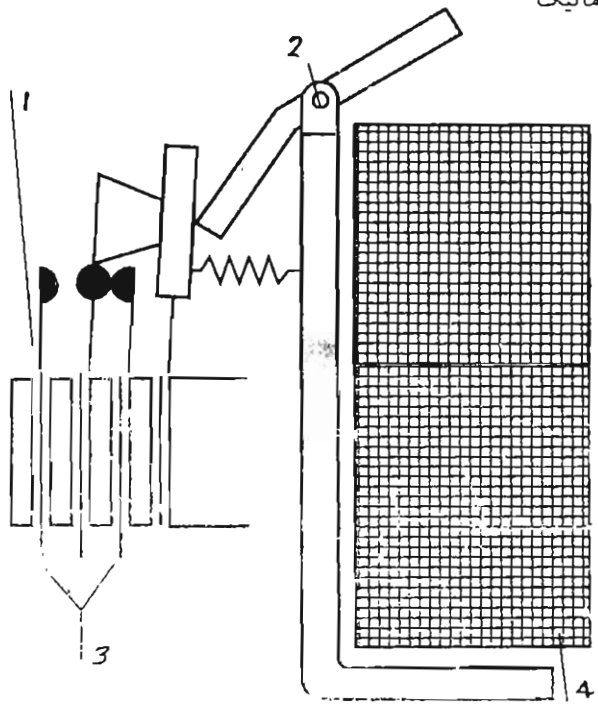
با بجریان افتادن جریان تحریک کننده، مدارها باز و بسته می‌شوند. بعد از قطع جریان، همه کنتاکتهایی که تحریک شده بودند، بحالت اولیه خود باز می‌گردند. رله در حالت ساده خود شامل یک کویل با هسته آهنی، یک سری فنر و آرمیچر از آهن‌نرم می‌باشد.

آرمیچر در روی بولبرینگ می‌تواند برگردد.

وقتیکه جریان از کویل رله عبور نماید، آرمیچر جذب شده و آنگاه کنتاکت‌ها را بکار می‌اندازد.

در حالت آزاد آرمیچر تحت نیروی فنر برگردان به عقب رانده می‌شود.

رله را می‌توان به تعداد جفت‌های دلخواه مجهز نمود همه کنتاکت‌ها در یک سری فنرهای اتصال متخصص هستند. رله‌ها بصورت تخت و یا گرد وجود دارند. در دیاگرامهای مدار، کنتاکتهای رله همیشه در حالت بدون جریان ترسیم و نمایش داده می‌شوند. سری فنرهای اتصال دارای سمبل‌های استاندارد می‌باشند.(فصل ۹).



شکل ۳۶- چارت کاربردی یک رله

۱- سری فنرهای اتصال ۲- آرمیچر ۳- ترمینال‌ها ۴- کویل.

۱-۳-۳ رله تأخیر زمانی:

(یک نوع بخصوص از رله نباید در اینجا فراموش شود).

با این رله می‌توان سویچ کردن کویل را عقب انداخت. تأخیر زمانی را می‌توان از پیش تعیین و یا در زمانهای مختلف تنظیم نمائیم این عمل بوسیله دستگاههای مختلف داخل رله انجام می‌گیرد.

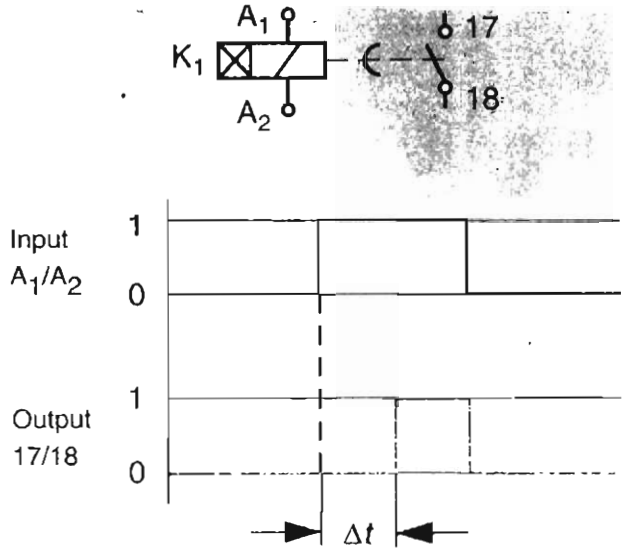
یک رله تأخیر زمانی می‌تواند - در نوعی از آن - دارای ترمینال جداگانه‌ای برای شروع زمان عقب افتاده، باشد.

۱-۱-۳-۳ رله تأخیری روشن:

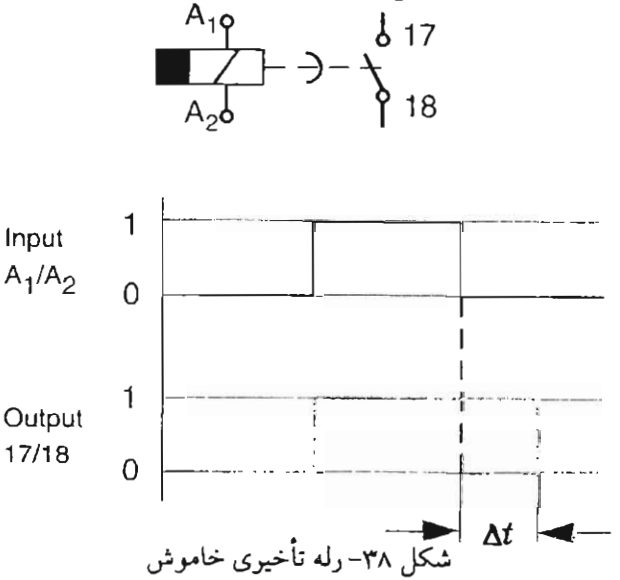
پس از ایجاد جریان تحریک زمان **t** ... قبل از راه افتادن کویل و بستن و یا باز کردن اتصال به تأخیر می‌افتد.

۲-۱-۳-۳ رله تأخیری خاموش:

پس از قطع جریان راه انداز، زمانی به اندازه t... می‌گذرد تا کویل رله قطع کند تا برای روشن کردن اتصال معمولاً باز پس از یک زمان عقب افتاده بکار بیفتد.



شکل ۳۷- رله تأخیری روشن



شکل ۳۸- رله تأخیری خاموش

۴-۳ قطعات الکترونیک و سمبل ترسیمی آنها:

اگر بخواهیم بحث دقیقی در مورد الکترونیک بعمل می‌آوریم، از محدوده موضوع این برنامه خارج خواهیم شد.
ولی از آنجائیکه در این کتاب با نقشه‌های مختلف روبرو خواهید شد، مختصری در مورد قطعات و علائم آنها در نقشه‌های بررسی می‌کنیم.

دیود :

این قطعه اجازه می‌دهد شدت جریان فقط در یک جهت عبور نماید، دیود را در مدار محافظ و جهت یکسوکردن جریان متناوب بکار می‌برند.

دیود زینر :

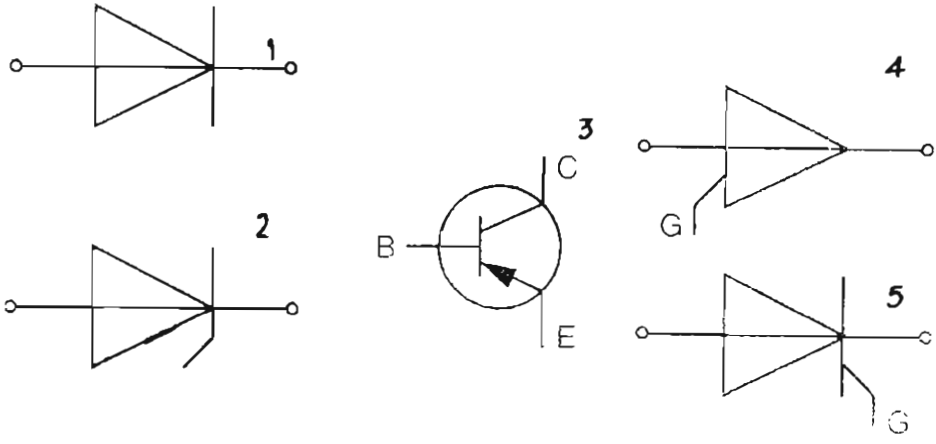
تحت ولتاژ تعیین شده، این قطعه نیز اجازه می‌دهد جریان در جهت عکس عبور نماید. این قطعه برای ثابت نگهداشتن ولتاژ بکار برده می‌شود.

ترانزیستور :

نسبت به نوع ترانزیستور، این وسیله جریان و ولتاژ را تقویت می‌کند و برای سویچ کردن و تقویت سیگنال بکار می‌رود.

تایریستور :

این وسیله اجازه می‌دهد فقط نیم‌موج مثبت جریان متناوب عبورکند. مطابق سیگنال داده شده در < G > می‌تواند قسمتی از این نیم‌موج باشد. (به علائم استاندارد شده در فصل ۹ مراجعه کنید).



شکل ۳۹- علائم قطعات مختلف الکترونیک.

۱- دیود ۲- دیود زینر ۳- ترانزیستور ۴- تایریستور ۵- کنترل شده بوسیله آنود ۶- کنترل شده بوسیله کاتد.

۵-۳ علائم گرافیک:

اگر در مورد تعداد بیشماری از مدارات الکتریکی و تجهیزات مربوطه موجود در صنعت فکر کنیم، معلوم می‌شود که استاندارد کردن قطعات و کاربرد آنها در نقشه‌ها و گرافیک‌ها یک امر ضروری می‌باشد.

بعضی از مشخصه‌های استاندارد شده در اینجا نشان داده می‌شود که در امر نقشه خوانی به شما کمک خواهد کرد.

مثالها:

۱- ترمینال برای هادی محافظ

۲- جعبه انشعاب یا تقسیم

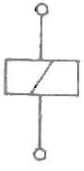
۳- گروهی از فنرهای رله - قطع کنتاکت

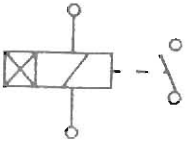
۴- کویل با یک سیم‌پیچ
۵- رله تأخیری روشن
۶- رله تأخیری خاموش
۷- راه اندازه با فشار دادن
۸- ژنراتور الکتریک
۹- موتورها
۱۰- سویچ‌ها

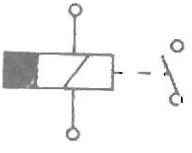
1

2

3

4


5


6


7 E - - - -

8 G

9 M

10 S

(شکل ۴۰)

۶-۳ دیاگرام مدارهای الکتریکی:

برای نصب سیستمهای الکترونیک و الکتروپنوماتیک، نقشه‌ها و دیاگرامهای مداری استاندارد شده ضروری می‌باشد.

در صنایع آلمان، چهار نوع دیاگرام مدار بکار می‌رود که حداکثر اطلاعات را برای هر نوع راه اندازی ارائه می‌دهند.

انواع دیاگرامهای سیم‌کشی به قرار زیر می‌باشد:

- دیاگرام سیم کشی بصورت شماتیک
- دیاگرام راه اندازی
- دیاگرام طراحی
- دیاگرام ساختمانی

۱-۶-۳ دیاگرام سیم‌کشی بصورت شماتیک:

در ترسیم شماتیک به وضع اصلی و درست دستگاههای مختلف توجهی نمی‌شود. هر دستگاه در مسیر عبور جریان ترسیم می‌گردد، بطوریکه آشکارا وظیفه دستگاه در مدار معین می‌شود.

مسیرهای شدت جریان همیشه بین ولتاژ زنده و صفر ترسیم می‌شود تا دنبال کردن وظایف قطعات و دستگاه‌ها از بالا تا پائین امکان پذیر باشد.

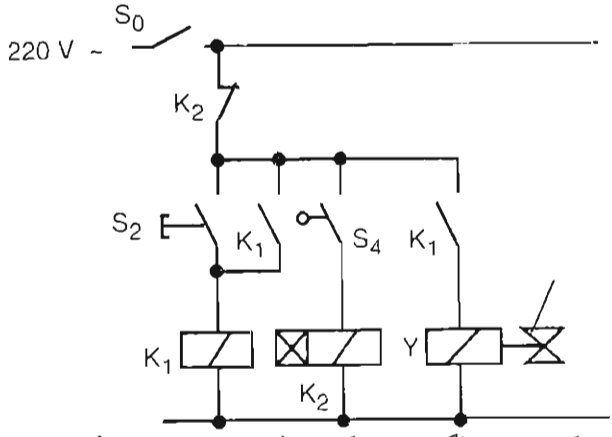
۲-۶-۳ دیاگرام راه اندازه یا وظیفه قطعات:

در اینجا نیز توجهی به حالت تجهیزات معطوف نمی‌شود.

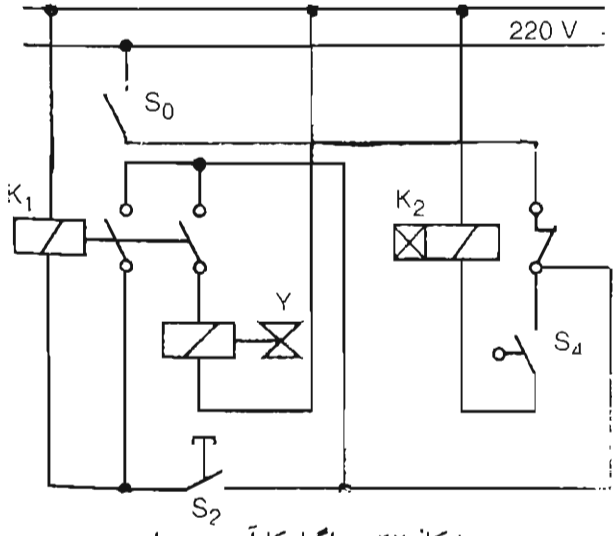
کلیه دستگاهها در ارتباط کامل ترکیب مدار نشان داده شده و در دیاگرام خطوط ورودی و خروجی ترسیم می‌گردد.

ممکن است کابل‌های اتصال را دنبال کرده و مقدار سیم‌کشی لازم را برقرار نمود.

کارآیی معین تجهیزات، مثل کوئیل و کنتاکت‌ها در مورد کنتاکتور، بطور فردی نشان داده نمی‌شود.



شکل ۴۱- دیاگرام شماتیک سیم‌کشی : ۱- شیر سولفوییید. •



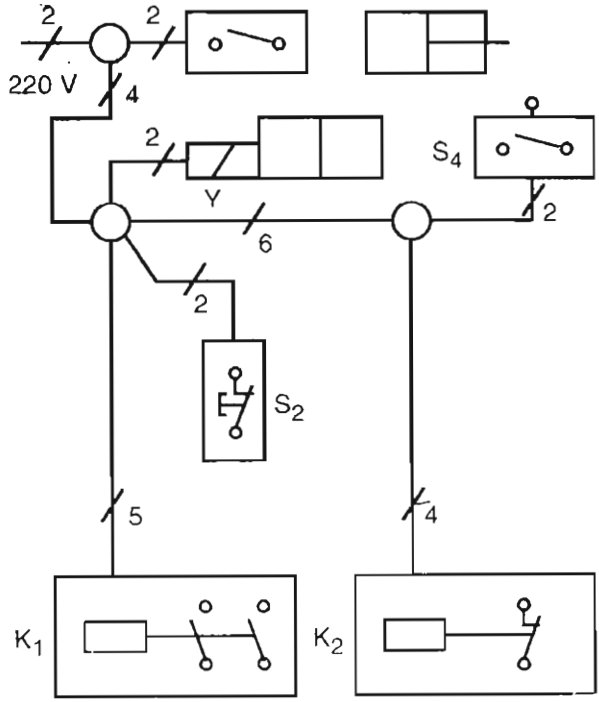
شکل ۴۲- دیاگرام کارآیی تجهیزات.

۳-۶-۳ دیاگرام طراحی:

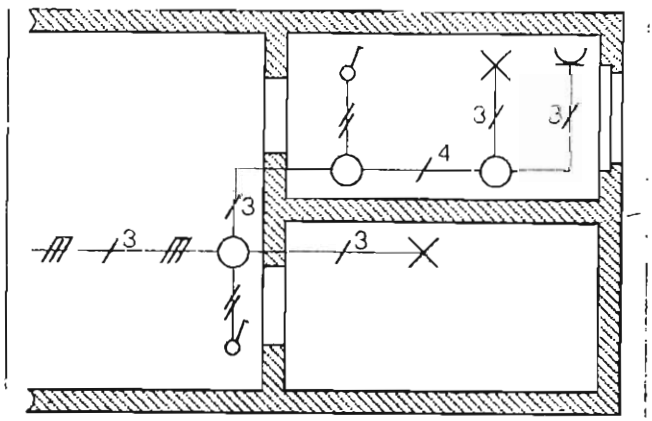
هر قطعه از دستگاه‌ها به منظور تخمین زدن مقدار کار مربوط به نصب، بطور دقیق نشان داده می‌شود. دستگاههای مختلف بطور شماتیک و فقط بایک اتصال فردی ترسیم می‌گردد؛ خط رسم شده به هر یک از وسایل در جدول کابل نشان داده می‌شود تا تعداد کابلهایی که باید طراحی شوند، معلوم گردد.

۴-۶-۳ دیاگرام ساختمانی:

این دیاگرام شباهتهایی به دیاگرام طراحی دارد. دیاگرام ساختمانی بعلاوه، خلاصه‌ای از اتاقهایی راکه تجهیزات باید نصب شوند نشان می‌دهد. همه دیوارها و شکستگی‌ها ترسیم می‌گردد بطوریکه به ساختمان کمک نماید.



شکل ۴۳- دیاگرام طراحی



شکل ۴۴- دیاگرام ساختمانی

۷-۳ سئوالهای تستی:

۳۰- چه اصطلاحی در صنعت برای قطعات زیر بکار می‌رود؟

- سویچ اتصال دهنده مدار
- سویچ بازکننده مدار
- سویچ دو طرفه

۳۱- سمبل‌های ترسیمی زیر را توضیح دهید.

۳۲- کنتاکتورها عبارتند از :

۳۳- رله‌ها عبارتند از :

۳۴- در دیاگرام‌های مدار، کنتاکتهای رله همیشه در ..... ترسیم می‌شود.

۳۵- کنتاکتها از مواد زیر ساخته می‌شوند :

۳۶- دو نوع ساختمان رله وجود دارد :

۳۷- چه نوع راه اندازی را تشخیص می‌دهید؟

۳۸- چه نوع محرک الکتریکی در اینجا دیده می‌شود؟

۳۹- در مقابل قطعات مربوط به تجهیزات، مشخصه‌های صحیح را مطابق استاندارد آلمان **(DIN40719)** را قرار دهید :

ترانسفورماتور	دستگاههای اندازه‌گیر	منبع قدرت : ترمینال
سویچ	موتورها	خازن
مقاومت	کنتاکتورها	القاء

۴۰- قطعات الکتریک به چه کاری می‌آیند؟

۴۱- چهار نوع نمایش اصلی دیاگرام مدار را نام ببرید.

۴۲- برق ۲۲۰ ولت را از طریق دو سویچ به دو لامپ وصل کنید.

دیاگرام کارآیی و دیاگرام سیم‌کشی شماتیک را ترسیم نمائید.

- دیاگرام کارآیی
- دیاگرام سیم‌کشی شماتیک

۴- دستگاههای کنترل، راه انداز و سیگنال کننده الکترونیک:

۴-۱: ضبط مقادیر اندازه‌گیری شده:

این عملیات شامل اندازه‌گیری جریان و ولتاژ با یک دستگاه آنالوگ شاخص دار می‌باشد.

اصول بکار رفته در اینجا بالوپ کنترل سرو الکتریک تفاوتی ندارد.

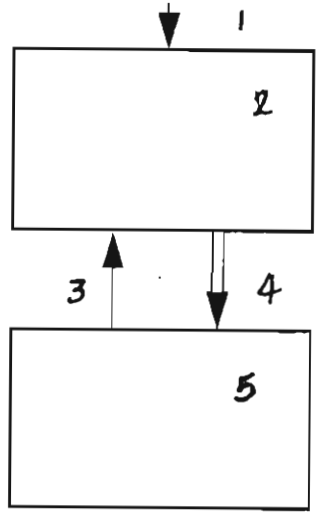
مقدار معین در زمان مشخصی آزمایش می‌شود که آنرا << مقدار عملی >> می‌نامند.

این مقدار اکنون در الکترونیک با مقدار مشخص شده قبلی مقایسه می‌شود که آن تا (مقدار فرمان) می‌نامند (یا نقطه یا مقدار تعیین شده).

در مورد دستگاه عقربه‌دار ما، این مقایسه توسط شخص انجام می‌گیرد.

اگر مقدار < فرمان > و مقدار عملی با هم هماهنگی داشته باشند (یکی باشند) دیگر نیازی به کنترل نیست. اگر دو مقدار متفاوت باشند، عمل اصلاح ضروریست.

برای انواع مقادیر اندازه گیری ضبط شده، دستگاه عقربه‌دار ما رل مهمی را ایفا می‌کند. در بخش بعدی، نگاه دقیقی به دستگاه عقربه‌دار خواهیم کرد.



شکل ۴۵- دیاگرام بلوکه مدار کنترل

۱- مقدار فرمان ۲- سیستم کنترل اتوماتیک ۳- مقدار عملی ۴- متغیر راه انداز ۵- ماشین.

در مقیاس هر دستگاه چند کاره، با تجویزهایی به همراه علائم روبرو خواهیم شد. این تجویز نوع ابزار را مشخص می‌کند علائم مطابق استاندارد **DIN43802** آلمان تعیین شده‌اند:

علائم برای تجویز مقیاس مطابق استاندارد آلمان

(DIN 43802)

وسایل اندازه‌گیری	انواع جریان	سمبل
نوع وسیله اندازه‌گیری	**علامت نوع جریان**	
۱- دستگاه اندازه‌گیر	جریان مستقیم	
بامغناطیس دائمی وکویل متحرک.	جریان متناوب	
۲- دستگاه اندازه‌گیر با کویل	جریان مستقیم با متناوب	
متحرک بهمراه یکسوکننده		
۳- دستگاه اندازه‌گیر	**حالت**	
نسبت با کویل متحرک	عمودی	
۴- دستگاه اندازه‌گیر	افقی	
با هسته متحرک	متمایل (مثلاً ۶۰درجه)	
۵- دستگاه اندازه‌گیر		
الکتریسته ساکن	**ولتاژ تست**	
۶- دستگاه اندازه‌گیر	**آزمایش ولتاژ**	**علامت**
الکترو دینامیک، بدون هسته.	۵۰۰ ولت	
۷- دستگاه اندازه‌گیر	کوچکتر از ۵۰۰ولت	
با سیستم نوسانی		
	بدون ولتاژ تست	

جدول ۳- علائم مطابق نورم آلمان DIN 3802

۲-۴ سنسورها:

اصطلاح سنسور در صنعت در مورد قطعه‌ای از دستگاه بکار می‌رود که در شکلهای مختلف سیگنالهایی برای نشان دادن شرایط لحظه‌ای یک وسیله ارسال‌می‌دارد.

این سیگنال حالت و شرایط، می‌تواند به مقدار قابل اندازه‌گیری تبدیل گردد.

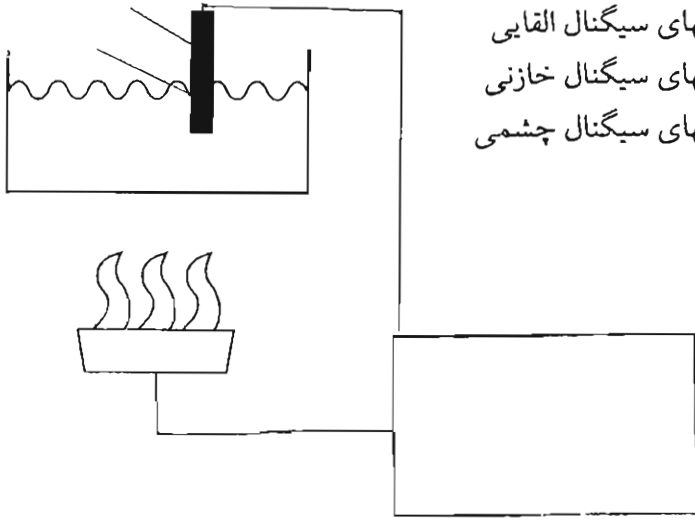
مثال : جریان، ولتاژ، درجه حرارت، وزن، سطوح پر شدنی، سرعت‌ها و غیره.

برای سیستم‌های کنترل دارای مدار باز و بسته که معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرند، سیگنالها باید به شکلهای جریان یا ولتاژ باشد تا بتوانیم آنها را تحت عملیات قرار دهیم.

بهمین دلیل، اغلب سنسورها دستگاههای انتقالی هستند که مثلاً حرارت را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند که بیشتر مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

اکنون چهار نوع اصلی سنسورها را در نظر می‌گیریم :

- دستگاههای سیگنال رسانی با راه اندازی مکانیکی
- دستگاههای سیگنال القایی
- دستگاههای سیگنال خازنی
- دستگاههای سیگنال چشمی



شکل ۴۷- ترکیب شماتیک یک سیستم کنترل درجه حرارت

۱- تبدیل مقدارحرارت به ولتاژ قابل اندازه‌گیری ۲- سنسور ۳- مقدار حقیقی ۴- متغیربا راه‌انداز دستی ۵- دستگاه کنترل ۶- مقدار فرمان

۴-۳ دستگاههای سیگنال با راه انداز مکانیکی:

به کمک سویچ محدود کننده مکانیکی، بازده یک دستگاه سیگنال با راه انداز مکانیکی، وقتیکه یک قطعه متحرک به حالت معینی رسید به دستگاه کنترل مخابره می‌شود.

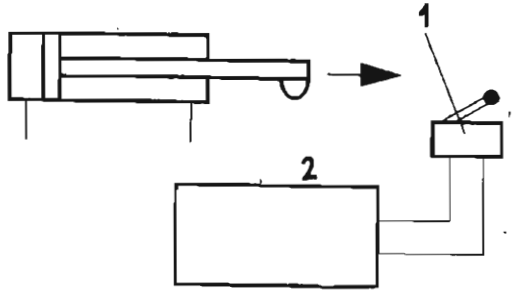
این سیگنال می‌تواند در حالت‌های فیزیکی مختلف خارج شود در اینجا نیز سیگنال الکتریکی قابل قبول‌تر است.

۴-۳-۱ سویچ محدودکننده مکانیکی:

وقتیکه برجستگی بادامک بحالتی می‌رسد که می‌تواند سویچ را بلند کرده و آنرا روشن نماید، سویچ سیگنالی را به دستگاه کنترل مخابره می‌کند.

در این نوع وسیله یک مسئله وجود دارد و آن این است که کنتاکتها رفته رفته می‌سوزند، زیرا در هر روشن و خاموش شدن جرقه‌ای تولید می‌گردد.

ولی چون سویچ محدود کننده یک وسیله ارزان قیمت و قابل اطمینان است، این اصل در صنایع بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

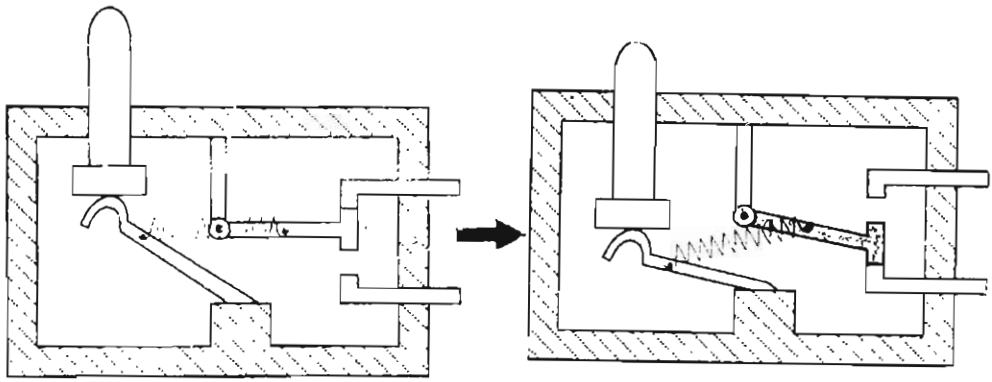


شکل ۴۸- کنترل توسط سویچ محدودکننده مکانیکی

۱- سویچ محدودکننده مکانیکی ۲- کنترل مدار باز یا مدار بسته.

سمبلهای مربوط به دستگاههای سویچ کننده مکانیکی :
سویچ محدود کننده با کنتاکتهای معمولاً باز

سویچ محدود کننده با کنتاکتهای معمولاً باز، با راه انداز اهرمی ....

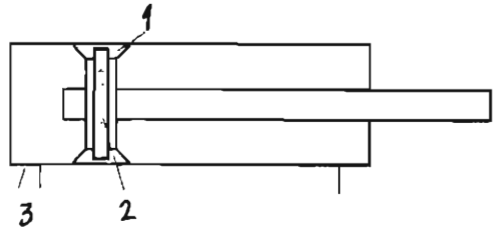


شکل ۴۹- ترکیب کاربردی سویچ محدود کننده مکانیکی، با راه انداز اهرمی.

۲-۳-۴ سنسور نزدیک با کنتاکت ورقی:

اصل کنتاکت ورقی این امکان را می‌دهد که مسائل توضیح داده شده در بالا کاملاً از بین بروند. زیرا عمل سویچ کردن در یک فاصله تخلیه شده انجام می‌گیرد و قوسی ایجاد نمی‌شود.

عملیات سویچ کردن بوسیله میدان مغناطیسی متواتر کنترل می‌گردد. ما نمونه خوبی از این مکانیزم در پنوماتیک داریم : سیلندر با پیستون مغناطیسی. اگر در سیلندر به جای لوله استیل از آلومینیم استفاده شود، میدان مغناطیسی بدون مانع به خارج نشت و نفوذ خواهد کرد.



شکل ۵۰- سیلندر پنوماتیک با پیستون مغناطیسی
۱- پیستون ۲- رینگ مغناطیس لوله سیلندر آلومینیمی

کنتاکت ورقی (معمولاً در طرح کپسول دار) در لوله سیلندر سوار می‌شود.

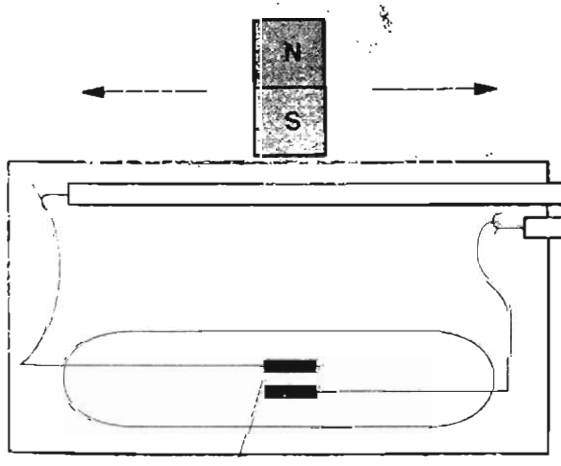
وقتیکه پیستون در داخل سیلندر حرکت می‌کند، میدان مغناطیسی باعث می‌شود سویچ در لحظه‌ای که مغناطیس در زیر آن قرار می‌گیرد باعث اتصال گردد. در اغلب طرح‌ها هنگام سویچ کردن در صفحه **LED** معلوم شود.

سویچ ورقی داخل خلاء در مواد ویژه زیر بکار می‌رود :

۱- محیط آلوده بار زیادی در روی سویچ کاملاً مکانیکی اعمال کند.

۲- فضای موجود برای نصب سویچ مکانیکی خیلی کم باشد.

توجه : هنگام استفاده از کنتاکت ورقی، باید دقت کنید که در نزدیکی آن مغناطیس دیگری وجود نداشته باشد، زیرا باعث سویچ کردن ناخواسته خواهد شد.

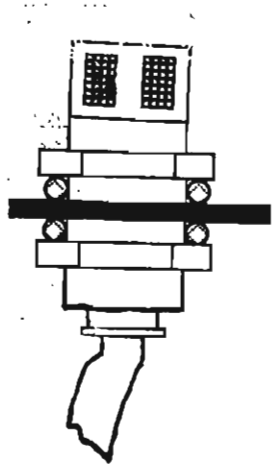


شکل ۵۱- کنتاکت ورقی (کنتاکت‌ها).

۴-۴ دستگاههای سیگنال القایی:

سویچهای نزدیک هم القایی دستگاههای سیگنال هستند که دارای امتیازات متعددی باشند:

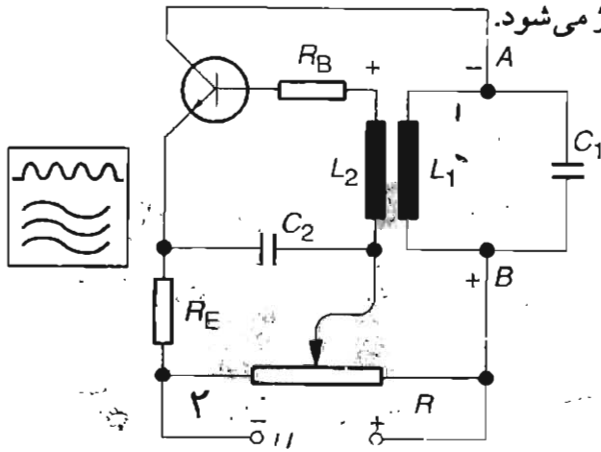
- به نیروی مکانیکی نیاز ندارند.
- تحت فرکانسهای بالا نیز کار می‌کنند.
- دارای عمر طولی هستند.



اصولاً شامل یک اسیلاتور است و بطور سری باکلید فیلیپ فلاپ (کشوئی) و یک امپلی فایر تولید سیگنال همراه هستند.

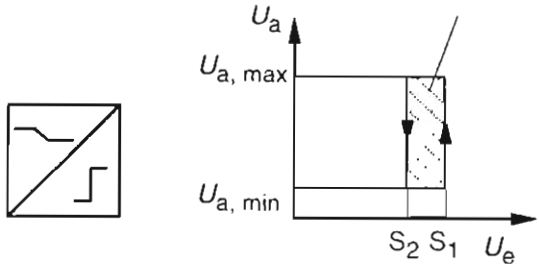
شکل ۵۲- نمای برش یک سویچ القایی نزدیک هم

یک اسیلاتور به سادگی یک مدار نوسان ساز می‌باشد که از یک کویل و یک خازن تشکیل شده است که تحت فرکانس طبیعی خود شارژ می‌شود.



شکل ۵۳- مدار نوسان ساز و سمبل اسیلاتور ۱- مدار اسیلاتور ۲- تقسیم کننده ولتاژ

< فیلیپ فلاپ > یک قطعه الکترونیکی است که ولتاژ **Ua** خروجی را در رسیدن به ولتاژ آستانه **S1** سویچ می‌کند و سپس هنگام رسیدن به ولتاژ آستانه کمتر **S2** آنرا برمی‌گرداند تفاوت بین مقادیر آستانه‌ای **S1 , S2** هیسترسیز می‌نامند.



شکل ۵۴- دیاگرام ولتاژ ورودی و خروجی برای فیلیپ فلاپ با سمبل مربوطه.

کاربرد :

اگر یک ولتاژ را به سیستم انتقال القایی اعمال کنیم. اوسیلاتور داخلی به کمک کویل یک میدان مغناطیسی با فرکانس زیاد تولید می‌کند که در آن هنگام در حالت نورمال قرار دارد.

اکنون قطعه‌ای فلز در داخل میدان وارد می‌کنیم که عمل ماشه کردن را انجام دهد بوسیله القاء این فلز یک جریان ادی تولید می‌کند که انرژی را از اوسیلاتور می‌گیرد.این عمل دامنه نوسان را پائین می‌آورد و دستگاه فیلیپ فلاپ که بطور سری در پشت قطعه وصل شده است سیگنالی از خود خارج می‌کند این سویچ‌ها برای ولتاژ **AC** و **DC** ساخته شده‌اند.

سویچهای القایی نزدیک هم فقط به فلزها جواب می‌دهند.

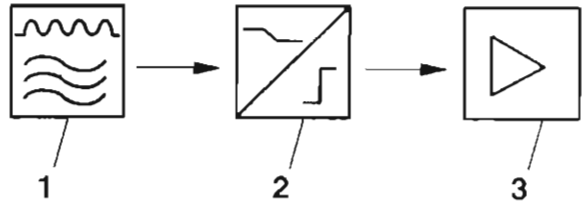
خصوصیات :

۱-سویچ کردن سریع

۲-غیر حساس به اثرات خارجی، ولی حساس به اثرات فلزات

۳-فاصله ماشه کردن باید بطور دقیق حفظ شود.

۴-حداقل فاصله بین دو سویچ نزدیک به هم لازم است.
۵-هیسترسیس خیلی وسیع
۶-در مقایسه با سویچهای مکانیکی، این سویچها گران‌تر هستند.



شکل ۵۵- دیاگرام مداری شماتیک برای یک سویچ نزدیک هم القایی
۱- اوسیلاتور ۲- فیلیپ فلاپ ۳- امپلی فایر

۵-۴ دستگاههای تولید سیگنال خازنی:

سویچ نزدیک هم خازنی برای استفاده پیچیده‌تر از استفاده از سویچ القایی می‌باشد.
بعلت اصول تکنیکی موجود، خیلی بیشتر تحت تأثیر عوامل مفید قرار می‌گیرد. رطوبت در روی سطوح کنتاکت، بعنوان مثال، باعث سویچ کردن ناقص می‌شود ولی سویچ خازنی دارای امتیازات چندیست :

- مقاومت بالا در مقابل لرزش و شوک
- به همه فلزات جوابگوست.
- همچنین به مواد دارای ضریب مقاومت > 1 نیز جواب می‌دهد.

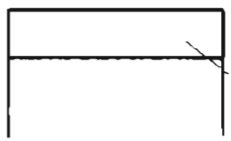
کارآیی :

مثل نوع القایی، سویچ نزدیک به هم خازنی دارای یک اوسیلاتور می‌باشد که بر اساس یک مدار نوسان ساز نیز قرار دارد.

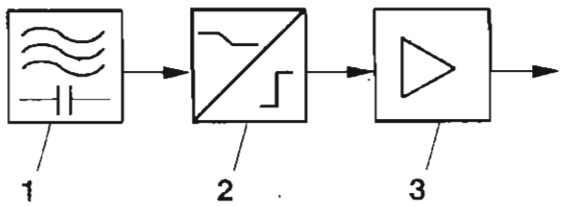
این اوسیلاتور در حال نوسان سازی دائم نیست. این اوسیلاتور به مجرد نزدیک کردن یک فلز و حتی یک غیر فلز به سطح سنسور آن شروع به نوسان سازی می‌کند. حساسیت این اوسیلاتور قابل تنظیم می‌باشد.

نوسانات بوسیله یک آمپلی فایر تجزیه شده و به صحنه‌های بعدی منتقل می‌شود. (تقریباً شبیه دستگاه سیگنال القایی)

سویچ نزدیک به هم خازنی برای اندازه‌گیری سطح پر شدن مواد مناسب است، زیرا در اینجا مواد مورد اندازه‌گیری لازم نیست فلز باشد، مثل :
بنزین، آب، مواد گرانول، روغن، آرد، شکر و غیره.
سویچهای نزدیک به هم (آغازگرها) را می‌توان بطور سری یا موازی بست.



شکل ۵۶- دستگاه سیگنال ۱- سطح فعال سنسور



شکل ۵۷- دیاگرام مدار شماتیک برای سویچ خازنی ۱- اوسیلاتور ۲- فیلیپ فلاپ ۳- آمپلی‌فایر

۶-۴ دستگاههای تولید سیگنال اوپتیک (چشمی) :

سویچهای نزدیک بهم اوپتیک : این نوع سویچها بر اساس انعکاس از ماده که وارد محدوده می‌شود، کار می‌کند.

یکی از امتیازات اینست که نسبت وسیعی از تمام مواد، چه هادی الکتریسیته یا عایق باشند یا نور را منعکس کنند و یا مانع عبور نور شوند، سیستم اوپتیک را بکارمی‌اندازند.

سه اصل مختلف در این امر دخالت دارد :

۱-جلوگیری کنندگان از عبور نور با فرستنده و گیرندهٔ جداگانه

۲-موانع نور منعکسه با فرستنده و گیرنده در داخل یک پوسته مشترک و رفلکتور جداگانه.

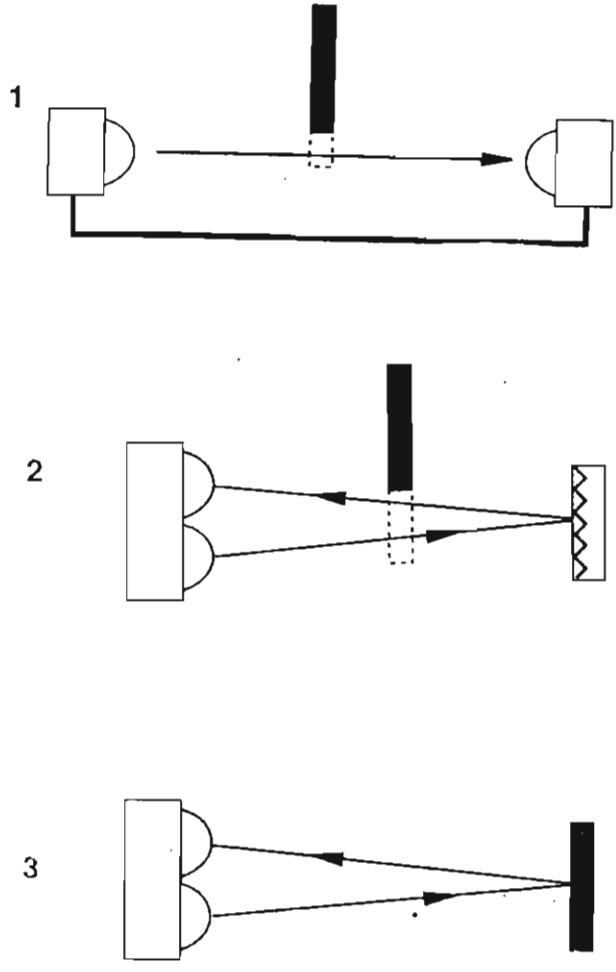
۳-سویچ با انعکاس نور، با فرستنده و گیرنده در یک پوسته، در جائیکه شیئی آشکار شده بعنوان منعکس کننده (برای فواصل کوتاه و قطعات منعکس کننده) عمل می‌کند.

فرستنده : فرستنده یک دیود ساتع کننده نور می‌باشد.**(LED)**

گیرنده : فرستنده شامل یک فتو ترانزیستور می‌باشد (این ترانزیستور هر گونه نوری را که به آن می‌تابد ثبت می‌کند).

طبیعتاً، برای تغییر و تبدیل سیگنالها، علاوه بر فرستنده و گیرنده، صفحه‌هایی از آمپلی فایرهای مختلف لازم است.

یکی از سه امکان برای بوجود آوردن شرایط ساختمانی انتخاب می‌شود. هر کدام از سویچهای نزدیک به هم که توضیح داده شدند دارای کاربرد مخصوص بخود می‌باشند.



شکل ۵۸- اصول ابتدایی سویچهای اوپتیک ۱- وسیله ۲- فرستنده ۳- گیرنده

مرحله ۱ : وسیله مانع عبور نور از فرستنده پرگیرنده می‌گردد.

مرحله ۲ : ۱- جسم ۲- فرستنده و گیرنده ۳- منعکس کننده. ماده مانع رسیدن شعاع انعکاس به گیرنده می‌گردد که بتواند جوابگو باشد.

مرحله ۳ : ۱- فرستنده و گیرنده ۲- جسم : خود جسم باعث انعکاس و برگشت شعاع نور به گیرنده می‌شود.

۷-۴: سئوالات امتحانی:

۴۳- مقدار لحظه‌ای اندازه‌گیری شده را ..... می‌نامند.

۴۴- برای اطمینان از اینکه یک وسیله اندازه‌گیر عقربه‌ای درست کار می‌کند باید .....

۴۵- دو نوع از یواش کننده‌های دستگاه اندازه‌گیر عقربه‌ای را نام ببرید.

۴۶- علائم تراز (شاخص) زیر را شرح دهید.

۴۷- مقادیر فیزیکی را نام ببرید که می‌توان اندازه‌گیری کرد (چند تا).

۴۸- چهار گروه اصلی از سنسورها را نام ببرید.

۴۹- دو علامت مربوط به سویچهای محدودکننده مکانیکی را توضیح دهید.

۵۰- ژنراتور سیگنال که توسط میدان مغناطیسی دائمی عمل می‌کند بر اساس..... کار می‌کند.

۵۱- دستگاه تولید سیگنال القایی را ..... نیز می‌نامند.

۵۲- دستگاههای تولید سیگنال القایی فقط به ..... جواب می‌دهند.

۵۳- کدام واحدهای الکترونیک شامل قطعه سیگنال القایی می‌باشند.

۵۴- آیا دستگاه تولید سیگنال خازنی به غیر فلزات نیز جواب می‌دهد؟

۵۵- در این مورد ضریب ثابت غیر هادی چقدر باید باشد.

۵۶- موادی را که سویچ خازنی می‌تواند اندازه‌گیری کند، نام ببرید.

۵۷- یک وسیله تولید سیگنال اوپتیک باید دارای دو دستگاه الکترونیک باشد که عبارتند از :

۵۸- سه اصل مربوط به دستگاههای تولید سیگنال اوپتیک را نام ببرید :

۵۹- یک فرستنده معمولاً شامل یک ..... می‌باشد.

۶۰- یک گیرنده معمولاً شامل یک ..... است.

۶۱- سمبل‌های مربوط به این فصل را ترسیم نمائید.

۱- تغییر دهنده سیگنالهای فشار ۲- ترمومتر ۳- دستگاه تبدیل القایی ۴-دستگاه تبدیل خازنی ۵- خازن ۶- دستگاه تولید سیگنال نوری ۷- شیپور (بوق) ۸-دستگاه اندازه‌گیر.

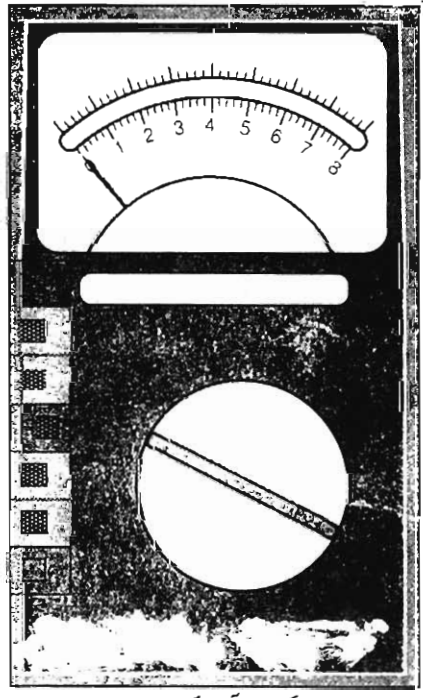
۵- سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال (دیژیتال) :

ما پیوسته با این اصطلاحات روبرو هستیم که عبارتند از :

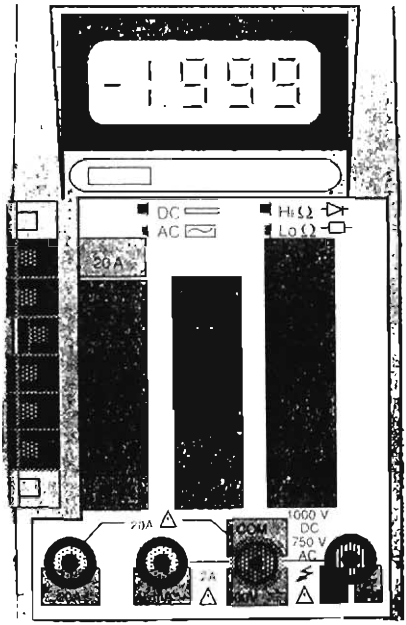
- فرایند یا عملیات دیژیتال (رقمی)
- آمپلی فایر آنالوگ
- لاجیک دوتایی
- کنرتور دیژیتال / آنالوگ
- دستگاه آنالوگ / دیژیتال
- دیژیتال کردن و غیره .....

اکنون برای آشنایی بیشتر با این اصطلاحات مقداری توضیح می‌دهیم.

ما فرق بین << سیگنالهای آنالوگ >> و << سیگنالهای دیژیتال >> را تشخیص می‌دهیم سیگنالهای دوتایی نماینده نوع بخصوصی از سیگنال دیژیتال می‌باشد، یا بعبارت دیگر، گروه فرعی از آن است.



شکل ۵۹- سیگنال آنالوگ (قابل تجزیه و تحلیل)



شکل ۶۰
سیگنال دیژیتال (رقمی)

۱-۵ سیگنالهای آنالوگ:

بعنوان مثال می‌توان عملیات اندازه‌گیری سطح پر کردن را در نظر می‌گیریم. یک ظرف استوانه‌ای توسط یک شیر نیمه‌باز پر می‌شود. ما می‌توانیم :

۱- سطح کامل را در ظرف در هر زمان ببینیم، یعنی اضافه شدن قطرات آب را در مقدار موجود مشاهده کنیم.

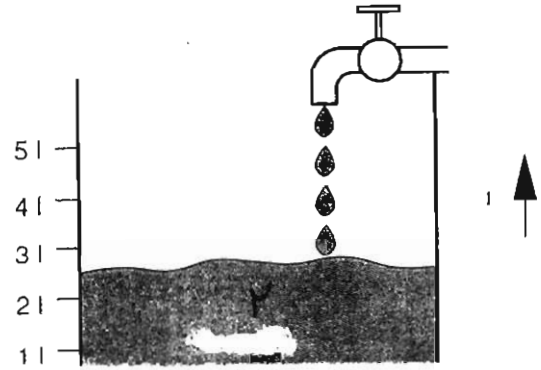
۲- بالا رفتن سطح مایع را می‌توان بطور مداوم از روی درجات استوانه اندازه گرفت. حتی کمترین قطره آب قابل خواندن است (گرچه به یک ذرّه‌بین نیاز داشته باشیم).

اگر عمل پر کردن آب را در یک محور مختصات وارد کنیم، نتیجه آن یک سیگنال آنالوگ خواهد بود.

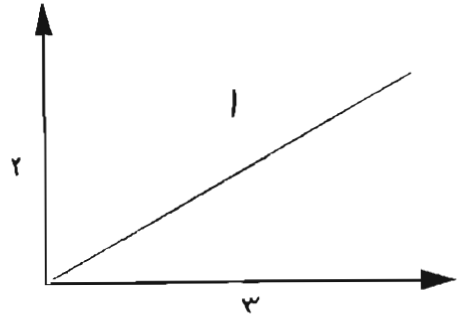
نکته مهم: که تغییر مداوم در شکل منحنی ایجاد می‌گردد، یعنی در اینجا هیچ تغییر ناگهانی وجود ندارد و نوع منحنی دارای مشخصه‌ای نیست.

بعنوان دومین مثال، می‌توان شکل منحنی تولید روزانه برق خود را نام ببریم. (۲۲۰ ولت متناوب).

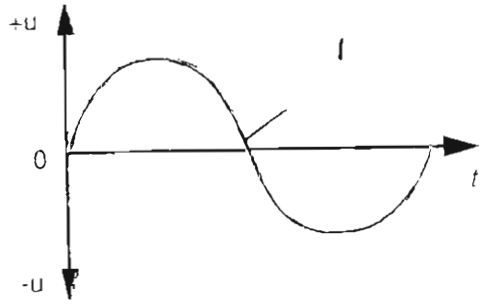
در اینجا منحنی به شکل یک منحنی سینوسی است که بطور یکنواخت از مثبت به منفی تغییر می‌کند و در هر زمان قابل خواندن است (تغییرات آنالوگ).
سیگنالهای آنالوگ نه فقط نتیجه را نشان می‌دهد بلکه بوجود آمدن آنرا نیز تعیین می‌کند.



شکل ۶۱- اندازه‌گیری سطح ۱- بالا رفتن سطح مایع بطور مداوم قابل دیدن است ۲- حجم کامل آب



۶- مثالی از سیگنال آنالوگ ۱- منحنی پرشدن ۲- حجم پرشدنی ۳- زمان **t** برحسب ثانیه



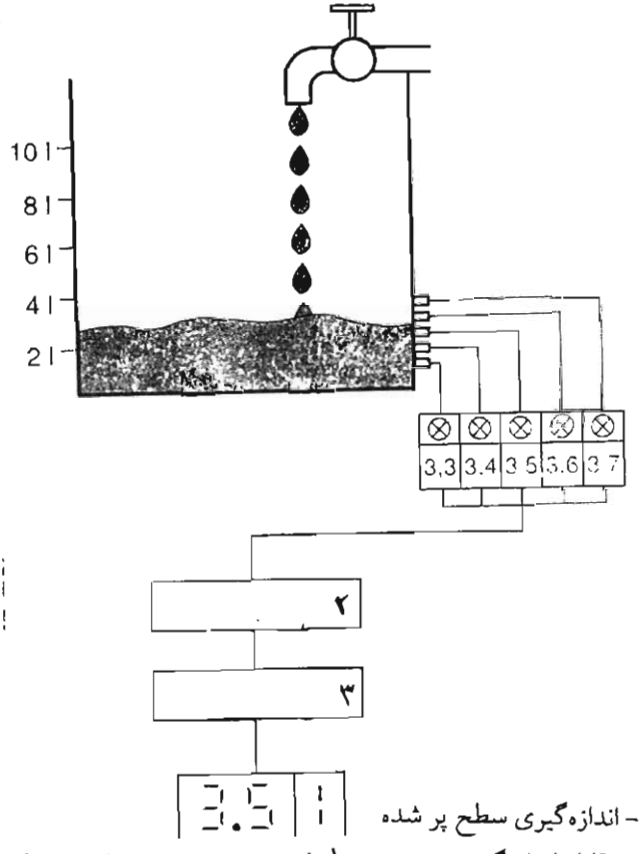
دیاگرام ۷- مثالی از یک سیگنال آنالوگ ۱- منحنی آنالوگ.

۲-۵ سیگنالهای دیژیتال:

سیگنال دیژیتال می‌تواند مقدار معینی راکه قبلاً تعیین شده است نشان دهد. در مورد ساعت دیژیتال فکر کنید : عقربه چرخانی وجود ندارد و رقم قبلی آنقدر می‌ماند تا رقم بعدی نشان داده شود.

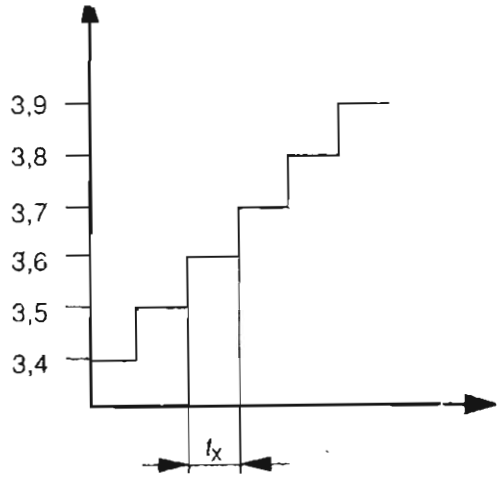
این عمل دارای امتیازات زیر می‌باشد :

مثلاً اگر بخواهیم سیگنالی را درکامپیوتر و یا در حلقه کنترل مورد پردازش قرار دهیم، این سیگنال دیژیتال برای مدت زمان tx بدون تغییر در دسترس خواهد بود. سیستم فرصت دارد عملیاتی را انجام دهد. و این مقدار را حفظ و یا نمایش خواهد داد.



شکل ۶۲- اندازه‌گیری سطح پر شده

۱- مقادیر قابل اندازه‌گیری بر حسب $\frac{۱}{۱۰}$ لیتر درجه بندی شده است ۲-کدبندی ۳- ارزشیابی ۴- نمایش دیژیتال



دیاگرام ۸ : مثالی از سیگنال دیژیتال : ۱- حجم پرشده برحسب لیتر (حجم)

شما تغییری را ملاحظه نمی‌کنید و فقط مقدار لحظه‌ای را می‌بینید. ولی در مثال خودمان، یک مقدار نشان داده شده را مشاهده می‌کنید که برای مدتی ارزش دارد ولی قطرات آب را که مرتباً افزایش پیدا می‌کند در نظر نمی‌گیرید.

اگر نمایش درجه بندی $\frac{۱}{۱۰}$ لیتری در نظر بگیریم، افزایش ارتفاع از ۳/۵ لیتر به ۳/۶ لیتر تغییر می‌کند، افزایشی را که بین این دو رقم صورت گرفته است نادیده گرفته‌ایم، یعنی اندازه را دیژیتالیزه کرده ایم.

۳-۵ سیگنالهای بر مبنای ۲:

اگر یک سیگنال آنالوگ و یا دیژیتال را قرار است در یک سیستم عملیاتی مورد پردازش قرار دهیم، با مسئله زیر روبرو خواهیم شد :

سیگنال مورد پردازش از تعداد زیادی از مطالب و اعداد و ارقام جداگانه تشکیل شده است حافظه اعداد و ارقام در یک کنترل فقط دو حالت را می‌فهمد :

0 = NO خیر

1 = Yes بلی

ما مجبوریم سیگنال دیژیتال را مجدداً به صورتی کدبندی کنیم که دستگاه کنترل، آنرا درک کند.

کد بر مبنای ۲ : مقدار چون (۳۵۴) را باید به کد برمبنای ۲ تبدیل کنیم.

یک سری شماره را از راست به چپ بنویسید، از یک شروع کرده و اعداد جدید را دو برابر عدد قبلی کرده بنویسید :

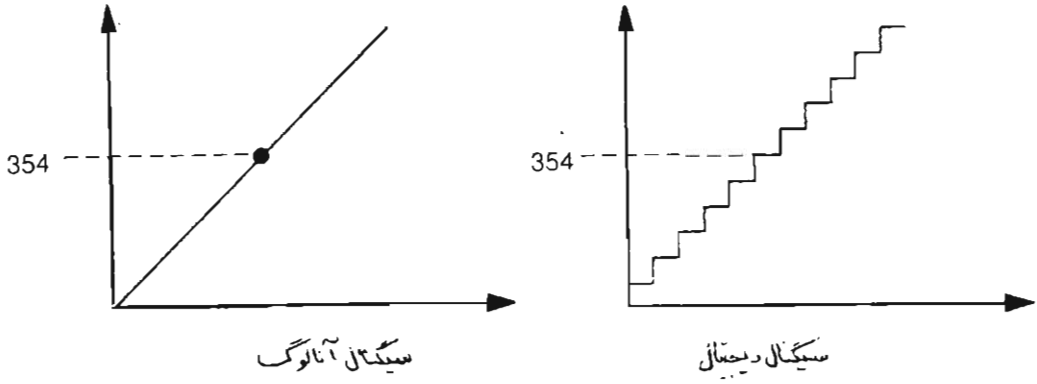
۲۵۶ ۱۲۸ ۶۴ ۳۲ ۱۶ ۸ ۴ ۲ ۱

اکنون عددی را پیدا کنید که هنگام جمع کردن آنها عدد (۳۵۴)به دست آید.

اگر هر کدام از عددهای لازم را با (۱) یعنی (بلی) علامت بگذارید و باقیمانده عددها را که لازم نیست **(0)** یعنی مشخص کنید آنگاه یک کد برمبنای ۲ خواهید داشت در حافظه کنترل محلی برای (۱) یا **(0)** تأمین خواهد گردید.

اکنون قادر هستید مقدار بر مبنای ۲ را پردازش کرده و در حافظه مشخص کنید.

پس از پردازش، نتایج را باید مجدداً به مقدار دیژیتال تبدیل کنید تا قابل نمایش باشند.



256	128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	1	1	0	0	0	1	0

256 + 64 + 32 + 2 = 354

1 0 1 1 0 0 0 1 0

شکل ۶۳- تبدیل یک (مقدار) به کد برمبنای ۲ : عدد ۳۵۴ با کد برمبنای ۲ برابر است.

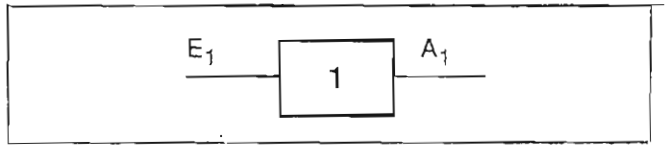
۴-۵ توابع منطقی:

در هر کنترلی، شاید لازم باشد که اعمال منطقی در روی سیگنالهای برمبنای ۲ انجام گیرد تا سیگنالها بتوانند انتقال یابند. این توابع منطقی استاندارد شده‌اند. و باید بعضی از آنها را بدانیم.

گیت **<Yes>** (تصدیق) : اگر سیگنالهائی به **<E1>** بدهیم جدول حقیقی زیر برای **A1** بدست خواهد آمد.

این جدول بصورت تساوی زیر بدست می‌آید : **(E = A) (اگر E1 آنگاه A1)**

E 1	A 1
0	0
1	1

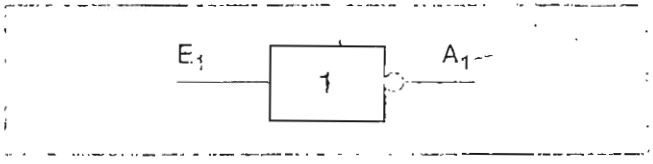


شکل ۶۴- علامت منطقی گیت "YES" (تصدیق "آری")

گیت "NO" (نفی) : این دروازه منطقی را دروازه نفی می‌گویند.

جدول حقیقی تساوی نه **E1** , **(آنگاه A1) E1 = A1**

E 1	A 1
0	1
1	0

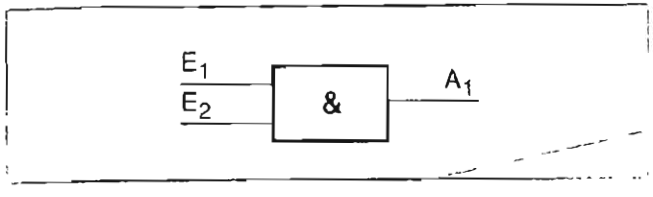


شکل ۶۵- علامت منطقی "No" (نفی)

گیت "AND" (و) (ربط) جدول حقیقی :

E 1 ∧ E 2 = A 1 تساوی (A 1 آنگاه و E 2 و اگر E 1)

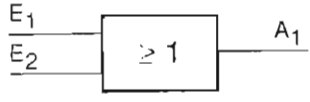
E 1	E 2	A 1
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1



(شکل ۶۶)

گیت "OR" "یا" (انفصال) جدول حقیقی

تساوی :(اگر **E1** یا **E2** پس **A1**) **E1 V E2 = A1**



E1	E2	A1
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

(شکل ۶۷)

توجه : این تساوی‌ها و توضیحات از جبر **"boolean"** بدست می‌آید.

۵-۵ سئوالات امتحانی:

۶۲- یک سیگنال آنالوگ ترسیم نمائید.

۶۳- یک سیگنال دیجیتال بکشید.

۶۴- با چه نوع سیگنالی یک کامپیوتر یا سیستم کنترل کار می‌کند؟

۶۵- عددهای زیر را به عددهای برمبنای ۲ تبدیل کنید :

۲۳۱ .....

۹۷ .....

۱۲۳ .....

۶۶- جدول زیر را برای "گیت" **"Yes"** تکمیل کنید.

۶۷- مقدار جدول زیر را برای "گیت" **"OR"** پرکنید.

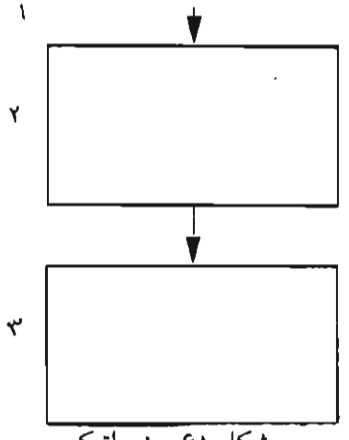
۶۸- جدول زیر را برای گیت "AND" تکمیل نمائید.

۶- دستگاههای الکتروپنوماتیک:

۱-۶ رابط و مبدل الکتروپنوماتیک:

در کتاب "آموزش پنوماتیک"۱ در مورد سویچ کردن و کنترل هوای فشرده به کمک شیرهای پنوماتیک بطریقی که سیلندرها بتوانند کار مکانیکی انجام دهند توضیح مختصری داده شد. ما می‌توانیم بخش انرژی و کنترل را مشخص نمائیم. هر نوع سیگنال کنترل مورد نیاز در اینجا فقط بوسیله پنوماتیک، مکانیک و یا دست بوجود می‌آید.

این سیگنالهای کنترل (سیگنالهای ورودی) در تکنولوژی امروز خودبخود عمل نمی‌کنند، کمیت‌های الکتریکی مثل شدت جریان و ولتاژ نیز بعنوان سیگنالهای ورودی تفسیر می‌شوند.

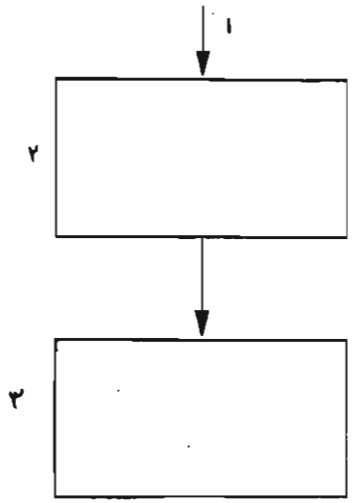


شکل ۶۸- پنوماتیک

۱- سیگنال پنوماتیک، مکانیکی یا دستی ۲- بخش شیر کنترل ۳- سیلندر بخش انرژی

این سیگنالها بوسیله رابطه‌ها یا مبدلهای الکتروپنوماتیک (مبدلهای **E/P**) بدست می‌آیند. میدانیم که بوسیله کویل می‌توان نیروی الکترو مغناطیس تولید کرد. اگر یک آرمیچر در این میدان قرار گیرد هنگام بوجود آمدن میدان به داخل کویل کشیده می‌شود در اینجا نیروی الکتریکی به نیروی مکانیکی تبدیل می‌شود. همان پدیده در سوپاپ سولفوئید بوجود می‌آید.

برای اینکه بفهمیم در داخل سوپاپ سولفوئید چه اتفاقی رخ می‌دهد، موضوع را بیشتر می‌شکافیم.



شکل ۶۹- الکتروپنوماتیک : ۱- سیگنال الکتریکی ۲- بخش کنترل سوپاپ سولفوئید ۳- سیلندر بخش انرژی

۲-۶ سوپاپهای سولفوئید :

این شکل یک سوپاپ سولفوئید $\frac{۳}{۲}$ طرفه را نشان می‌دهد.

کارآیی : در حالت کار نکردن سوپاپ، آرمیچر (۴) بطرف آب‌بندی (۶) فشرده می‌شود که فشار فنر (۵) به آن کمک می‌کند. بدین ترتیب دریچه (۷) بسته می‌شود.

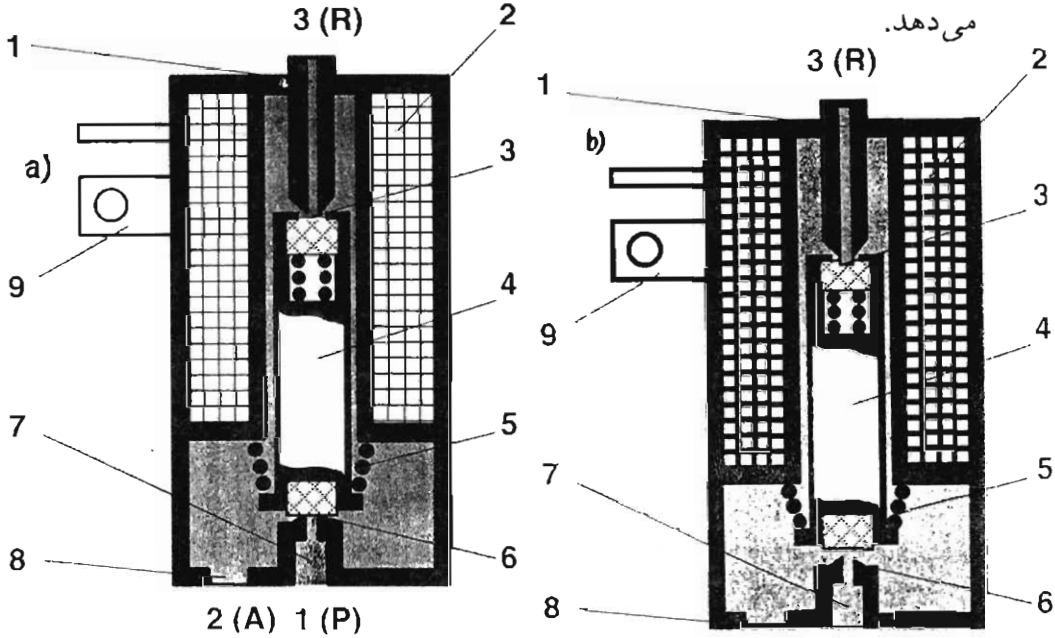
دریچه‌های هوای فشرده عبارتند از :

P= هوای فشرده A= خط لوله کاری R= هواکش

در این حالت (P = بسته) خط لوله کاری A (۸) به خط هواکش R(۱) وصل می‌شود. اگر حالا به کویل (۲) جریان را وصل کنیم، یک میدان مغناطیسی در آن ایجاد گردیده و آرمیچر (۴) به داخل آن کشیده می‌شود.
نشیمن آب بندی پائین (۶) باز شده و نشیمن آب بندی بالا بسته می‌شود.
یعنی اکنون R بسته است و A به R وصل می‌گردد. در این صورت سوپاپ در حالت سویچ شده قرار دارد. بدین ترتیب هوای فشرده را از طریق P-A می‌توان به سیلندرها فرستاد.

این نوع سوپاپ را نوع "پوپتی" و سوپاپ با این نوع کارکرد را سوپاپ معمولاً بسته (NC) می‌نامند.

دیاگرام مداری چگونگی سویچ کردن و کار در اینجا بوسیله کویل ساده را نشان می‌دهد.



شکل ۷۰- نمای مقطع یک سوپاپ پوپت را که بطور الکترو مغناطیس کار می‌کند به همراه علامت آن می‌بینید. a)در حال ایست b) در حال کار ۱- هواکش (R) ۲- سولفوئید (کویل) ۳- نشیمن آب بندی بالا ۴- آرمیچر ۵- فنر ۶- نشیمن هوابندی پائین ۷- دریچه تأمین هوای فشرده (P) ۸- دریچه خط لوله کاری (A) ۹-اتصال‌الکتریکی

توجه : دریچه‌ها در دستگاههای پنوماتیک طوری علامت گذاری شده‌اند که می‌توان بدون اشتباه به آنها ارجاع نمود. مشخصات الفبایی که سابقاً بکار می‌رفت در آینده بوسیله رقم‌ها جایگزین خواهند شد. این تعویض بنا به پیشنهاد **CETOP** به شماره **RP 68** که در تاریخ اول ژوئن ۱۹۸۵ به اجرا در آمد، انجام گرفت. تمام اتصالات اینچی مطابق استاندارد **ISO 228/1** به انجام رسید.

دریچه‌های مشخص شده	مشخصه قبلی	اسم دریچه
۱	**P**	دریچه هوای فشرده
۲,۴,۶	**A,B,C**	دریچه کاری
۳,۵,۷	**R,S,T**	دریچه هواکش
۱۰,۱۲,۱۴	**X,Y,Z**	دریچه کنترل

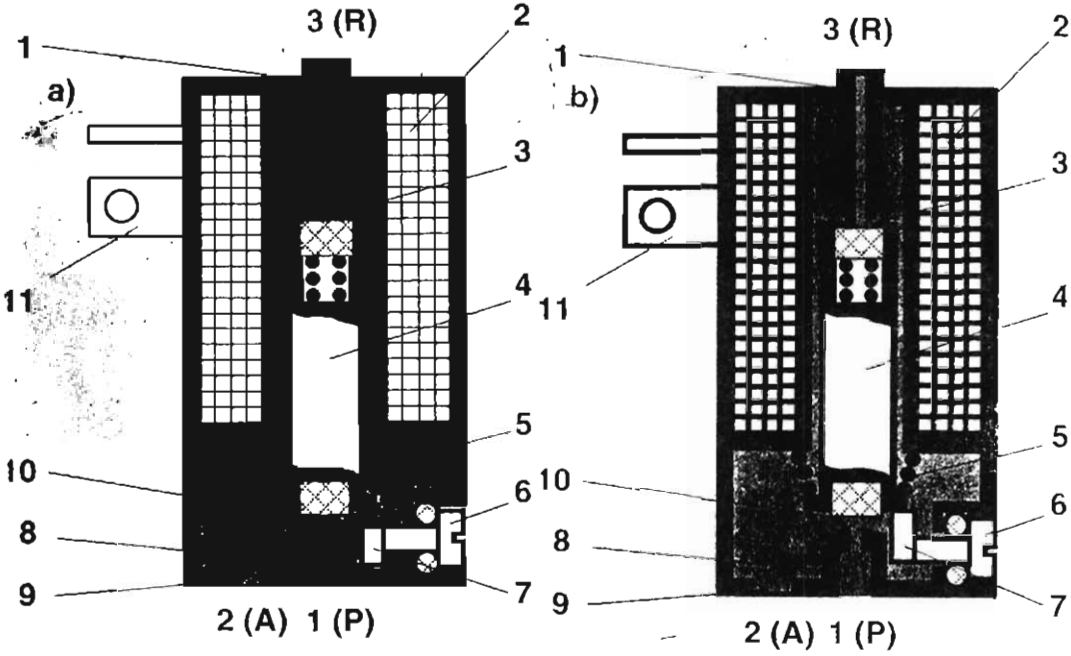
در این کتاب درسی، مشخصه‌های قبلی در داخل پرانتز در پشت مشخصه مطابق استاندارد **RP 68 P** قرار گرفته است (شکل ۷۰)

دستگاه سرعت بیشتر دستی :

ممکن است در سیستم الکتروپنوماتیک اشکالاتی پیش آید. مثلاً امکان دارد برق قطع شود، در اینصورت سیستم ما از کار خواهد افتاد :

برای جلوگیری از بروز حادثه و برای اینکه سرویس متن بتواند بدون برق دستگاه را راه بیندازد، کارخانه سازنده یک سیستم راه انداز دستی پیش بینی کرده است. با این مکانیزم، سوپاپ را می‌توان بطور مکانیکی راه اندازی کرد.

چگونگی انجام کار : یک پیچ (۶) در روی سوپاپ کار گذاشته شده است که می‌توان آنرا از خارج باز کرد. یک بادامک (۷) در انتهای پیچ واقع قرار دارد. اگر پیچ را به مقدار ۱۸۰ درجه بچرخانیم، بادامک آرمیچر (۴) را بلند کرده و نشیمن آب‌بندی تحتانی (۱۰) باز می‌شود و ارتباط بین کانال **P** و کانال **A** برقرار می‌گردد، درست مثل این است که جریان به کویل وصل شده است.



شکل ۷۱- نمای مقطع سوپاپ پوپت با راه‌انداز الکترو مغناطیسی بهمراه راه‌انداز دستی و سمبل آن a) ثابت b) راه‌اندازی شده ۱- هواکش ۲- سولفوئید (کویل) ۳- نشیمن آب‌بندی بالا ۴- آرمیچر ۵- فنر ۶- پیچ برای راه انداز دستی ۷- بادامک برای راه اندازی دستی ۸- دریچه منبع هوای فشرده (P) ۹- دریچه خط کاری (A) ۱۰- نشیمن آب بندی تحتانی ۱۱- اتصال برق

اگر پیچ راه‌انداز دستی توسط شخص غیر مسئول دستکاری شود حادثه جدی اتفاق خواهد افتاد. شخص مسئول باید جهت راه اندازی را در نظر بگیرد. زیرا راه‌اندازی در جهت غلط باعث بروز اشکال جدی خواهد گردید.

شرکت سازنده سه مرحله برای راه‌اندازی پیچ دستی پیش بینی کرده است تا هر کسی نتواند از آن استفاده کند .....

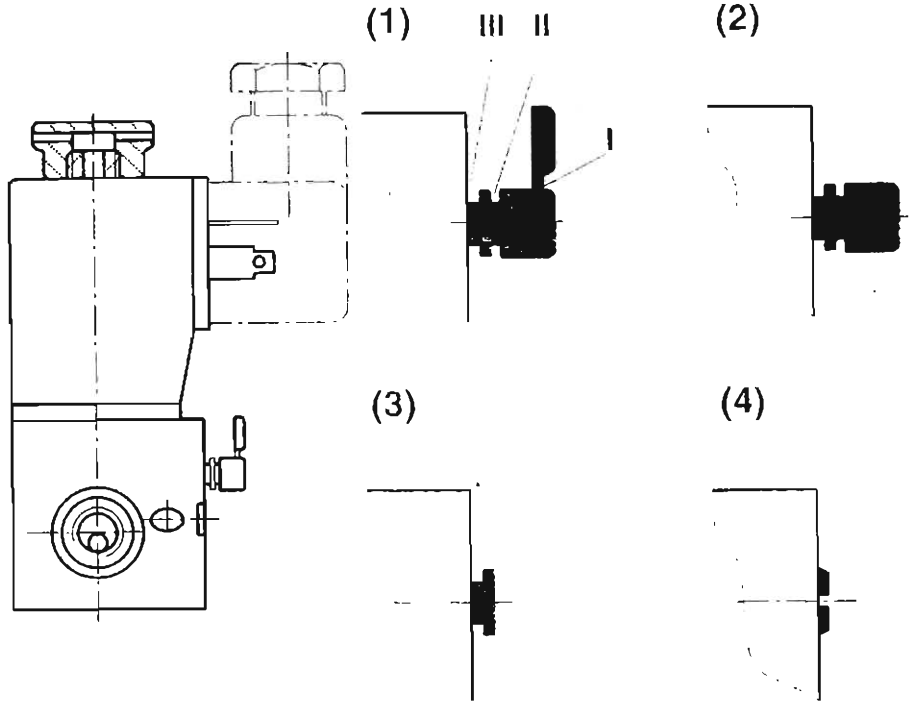
چگونگی راه اندازی :

۱-راه اندازی با فشار دادن یا چرخاندن بوسیله آچار جغجغه.

۲-لایه I را می‌توان برداشت ! راه اندازی با فشار، چرخاندن و آچار انداختن امکان پذیر نیست.

۳-لایه II را می‌توان برداشت ! راه انداز با فشار بکار بردن ابزار میسر است پیچاندن با آچار انداختن ممکن نیست.

۴-لایه III را بر می‌دارند ! راه اندازی بوسیله ابزار (پیچ گوشتی) امکان دارد، با پیچاندن می‌توان آن را راه اندازی نمود.



شکل ۷۲- طرق مختلف راه‌اندازی سیستم دستی ۱- طرز کار راه‌انداز دستی

۱-۲-۶: شیر قرقره‌ای:

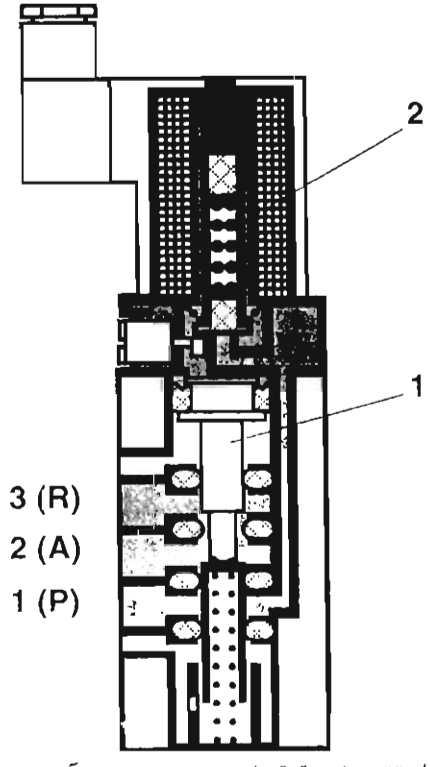
سوپاپها با سوراخ بیش از ۴ میلیمتر معمولاً به جای شیر پوپت بصورت شیر قرقره‌ای در می‌آیند.

کارآیی :

قرقره (۱) را در نظر می‌گیریم، محور آن با محور آرمیچر (۲) در یک صفحه قرار دارد. اگر این امکان وجود نداشت که بسادگی قرقره را با آرمیچر به هم متصل کنیم به منظور سویچ کردن در اصل (بلی) ممکن نمی‌باشد.

ولی قرقره در داخل یک شیر آب‌بندی شده است و در داخل بوش قرار دارد. هنگام سویچ کردن، باید در مقابل سه نیرو مقاومت کند. به منظور ایجاد نیروی لازم، باید یک سولفوید قوی و بزرگ در داخل شیر کار گذاشته باشند.

پس باید راه حل دیگری در نظر بگیریم تا بتوانیم قرقره را در داخل شیر با کوئیل و آرمیچر راه اندازی کنیم. استفاده از یک شیر با کنترل پیلوت !



شکل ۷۳- شیر قرقره‌ای : ۱- قرقره ۲- آرمیچر

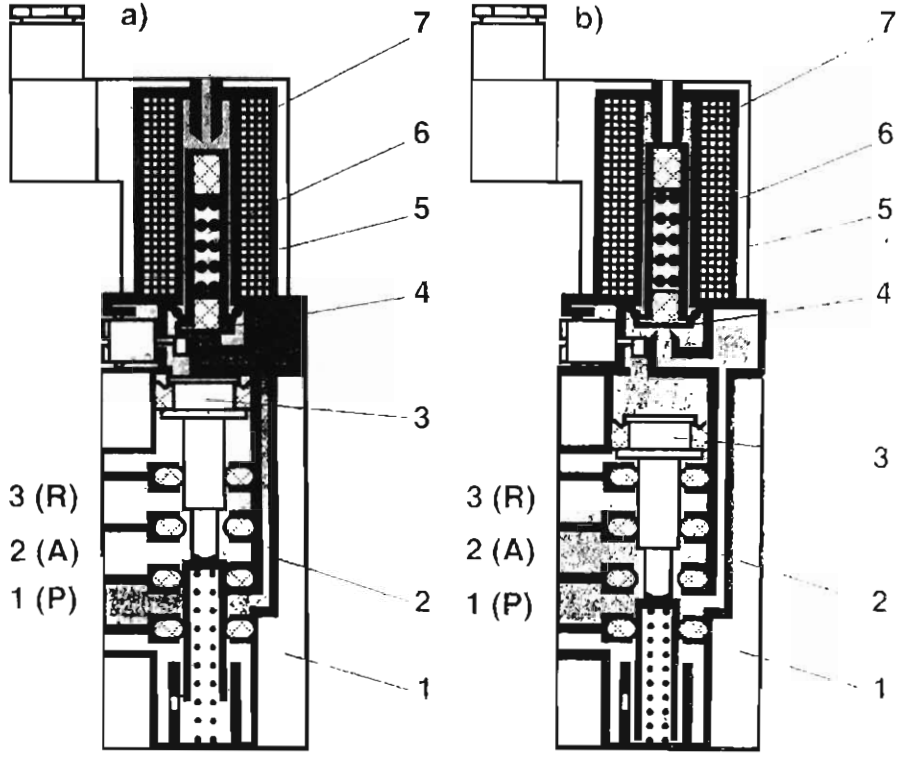
۲-۲-۶ شیر پیلوت:

شیر کنترل پیلوت از دو شیر تشکیل شده است. در قسمت پائین یک شیر قرقره‌ای ۳/۲ طرفه با راه انداز هوا و در قسمت بالای آن شیر سولفوید ۳/۲ طرفه نوع پویت بکار رفته است. بخش اخیر را شیر پیلوت می‌گویند.

چگونگی کار:

دریچه هوای فشرده **(P)** از طریق کانال (۲) واقع در محفظه شیر قرقره‌ای به واحد کنترل (۵) وصل می‌شود. اگر هنگام کار هوای فشرده را به دریچه **P** اعمال کنیم، این هوای فشرده بطور اتوماتیک توسط واحد کنترل پیلوت (۵) گرفته می‌شود اگر به شیر سولفوید برق بدهیم، آرمیچر (۶) به داخل کوئیل (۷) کشیده می‌شود و نشیمن (۴) باز می‌گردد. هوای فشرده مستقیماً وارد محفظه قرقره می‌گردد.
اگر فشار به اندازه کافی باشد، قرقره (۳) حرکت کرده و خط را از **P** به **A** باز می‌کند.

امتیاز این اصول ساختمانی در این است که قرقره‌های بزرگ برای شیرهای با قطر اسمی بزرگتر، از طریق یک کنترل پیلوت بوسیله کویل کوچک راه‌اندازی می‌شود.

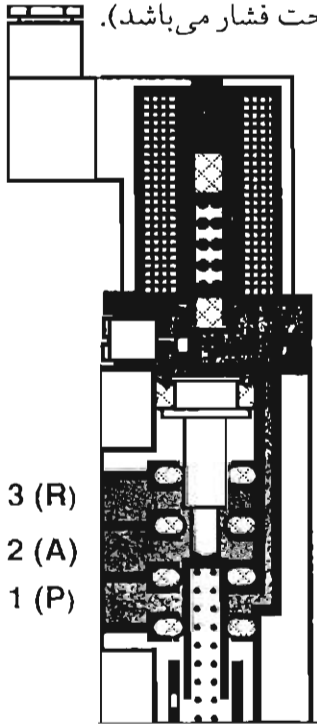


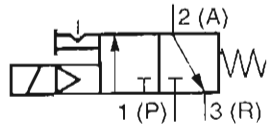
شکل ۷۴- شیرسولفوئید ۳/۲ با کنترل پیلوت با راه اندازی کمکی دستی
الف) در حالت ساکن ب) در حالت کار : ۱- شیر قرقره‌ای ۲- کانال ۳- قرقره ۴- نشیمن آب‌بندی ۵- واحد کنترل پیلوت : ۶- آرمیچر ۷- کویل

۳-۲-۶: شیرهای معمولاً بسته و باز:

تاکنون در مورد شیرهائیکه خط هوای فشرده **P** را به خط لوله کاری وصل می‌کنند مطالبی یاد گرفتم. این مطلب بدین معنی است که، در حالت سکون، خط کاری **(A)** بدون فشار می‌باشد، و وقتیکه سوپاپ بکار افتاد آنگاه تحت فشار قرار می‌گیرد.

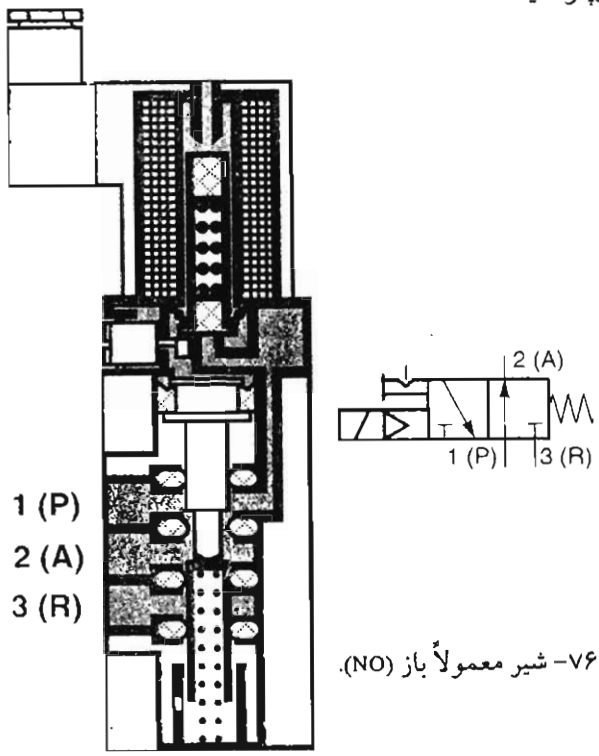
سوپاپهائیکه بر این اساس کار می‌کنند، سوپاپهای معمولاً بسته نامیده می‌شوند. یا طبق استاندارد بین‌المللی **(NC)** گفته می‌شود. زیرا ارتباط بین **A,P** در حالت کار نکردن شیر، بسته است (بعد از راه اندازی تحت فشار می‌باشد).





شکل ۷۵- شیر معمولاً بسته (NC).

در کاربردهای دیگر ارتباط بین **A,P** باید در حالت معمولی باز بماند. (= در حالت سکون) زیرا، مثلاً برای اینکه اجازه داده شود یک سیلندر در حالت کشیده باقی بماند بدون آنکه شیر راه اندازی گردد. این شیرها را معمولاً باز یا با علامت بین‌المللی **(NO)** می‌نامند، زیرا در حالت راه‌اندازی نشده ارتباط بین **A,P** باز است (پس از راه اندازی، دریچه بدون فشار می‌باشد).



شکل ۷۶- شیر معمولاً باز (NO).

چون قرقره‌ها در شیرهای ۳/۲ طرفه بطور مکانیکی هم ردیف هستند، و اغلب شیرها به دو صورت معمولاً بسته **(NC)** و معمولاً باز **(NO)** قابل استفاده هستند. در اینجا دو نیاز مختلف برآورده می‌شود :

۱-دریچه‌های **R,P** قابل تعویض هستند **(R** نیز باید دارای دریچه رزوه‌دار باشد).

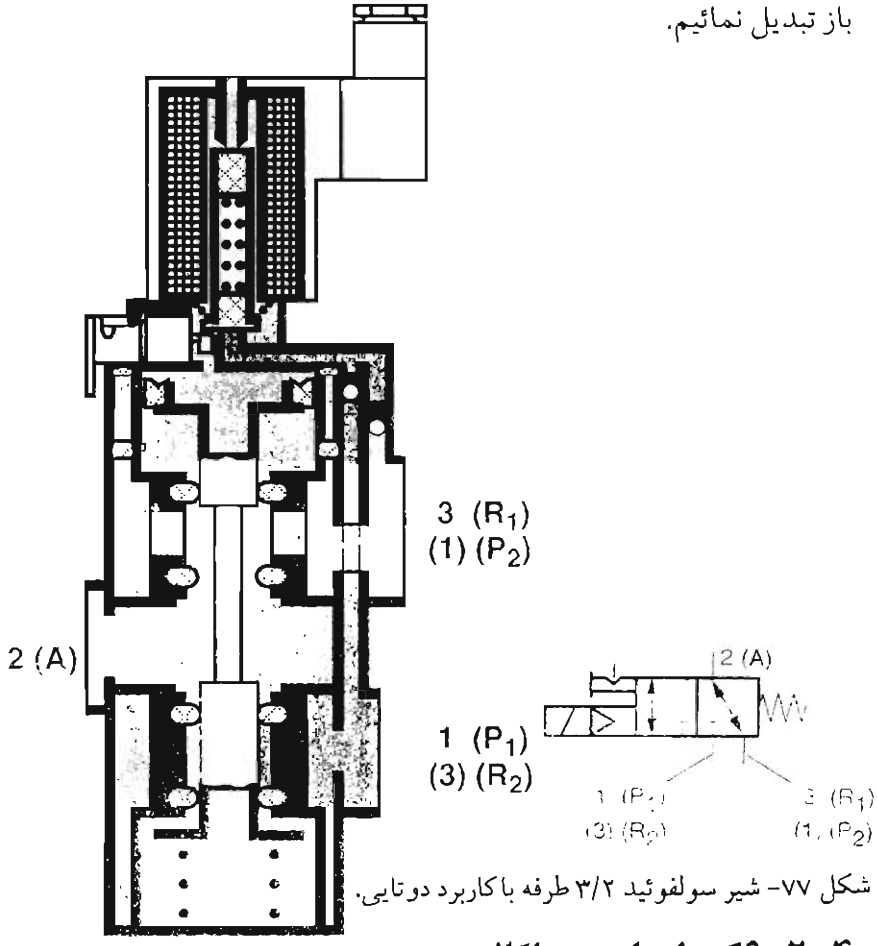
۲-شیرها باید از طرف کارخانه سازنده بدین منظور علامتگذاری شده باشند).

علامتگذاری : اگر دو نوع کاربرد امکان دارد (برای مشخصه داده شده). دریچه‌های **R,P** در روی شیر باید دارای نشانه‌های ۱ و ۲ باشند و بنابراین علامتهای " **P1,P2,R1,R2** " نیز در روی آنها موجود باشد.

وقتیکه رقم‌ها مطابق **RP**، **۶۸P** (چنانکه در بخش ۲-۶ گفته شده است) علامتگذاری شده باشند، رقم ۱ برای **P۱** و **P۲** و رقم ۳ برای **R۱** و **R۲** می‌باشند.

شیر معمولاً بسته : دریچه‌ها دارای نشانه‌های **1 (P1 , R1)** هستند و عدد کاربردی در جلوی آن نوشته می‌شوند. **(R2) (3) (P2)** (۱).

این کارآیی دو طرفه به حدود کارآیی شیر اضافه می‌کند. در این حالت، لزومی ندارد که شیر را برای کاربرد بعدی تعویض کنیم، یعنی شیر بسته را به شیر معمولاً باز تبدیل نمائیم.



شکل ۷۷- شیر سولفوئید ۳/۲ طرفه با کاربرد دوتایی.

۴-۲-۶کنترل پیلوت جداگانه:

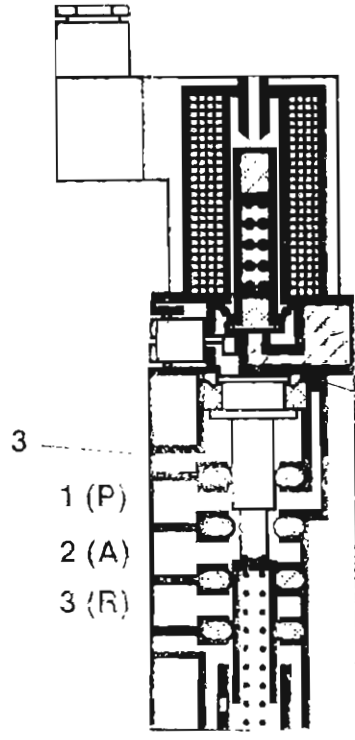
هوای فشرده از دریچه **P** وارد شیر پیلوت می‌شود، جائیکه با راه انداختن شیر پیلوت، قرقره را حرکت می‌دهد.

بیائید کاربردی را که سویچ تحت فشار ۱ بار عمل می‌کند، امتحان کنیم. در این مورد، فشاری برابر با ۱ بار به قرقره اعمال می‌گردد. این فشار برای حرکت داده قرقره که تحت نیروی اصطکاک قرار دارد، کافی نیست در اینجا یک پیلوت جداگانه

جهت ترمیم فشار لازم و ضروری است.

چگونگی کارآیی : ارتباط بین خط هوای فشرده **P** و واحد کنترل پیلوت بطور فیزیکی بوسیله درپوش (۱) بسته می‌شود. در روی واحد کنترل پیلوت، یک دریچه جداگانه برای هوای فشرده (۲) وجود دارد و هوا با فشار بیشتر می‌تواند برای آن تأمین شود. وقتیکه سولفوئید راه‌اندازی شد، فشار بالاتر اعمال شده جداگانه به قرقره (۳) داده می‌شود. اکنون قرقره از حالتی به حالت دیگر می‌تواند حرکت کند.

فشار راه اندازی برابر با ۱ بار، می‌تواند بدون اشکال از **P** به **A** سویچ شود.



شکل ۷۸

شیر سولفوئید ۳/۲ راهه راهه با کنترل پیلوت جداگانه

۱- درپوش ۲- دریچه جداگانه

برای هوای فشرده ۳- قرقره

۵-۲-۶ برگرداندن قرقره شیر :

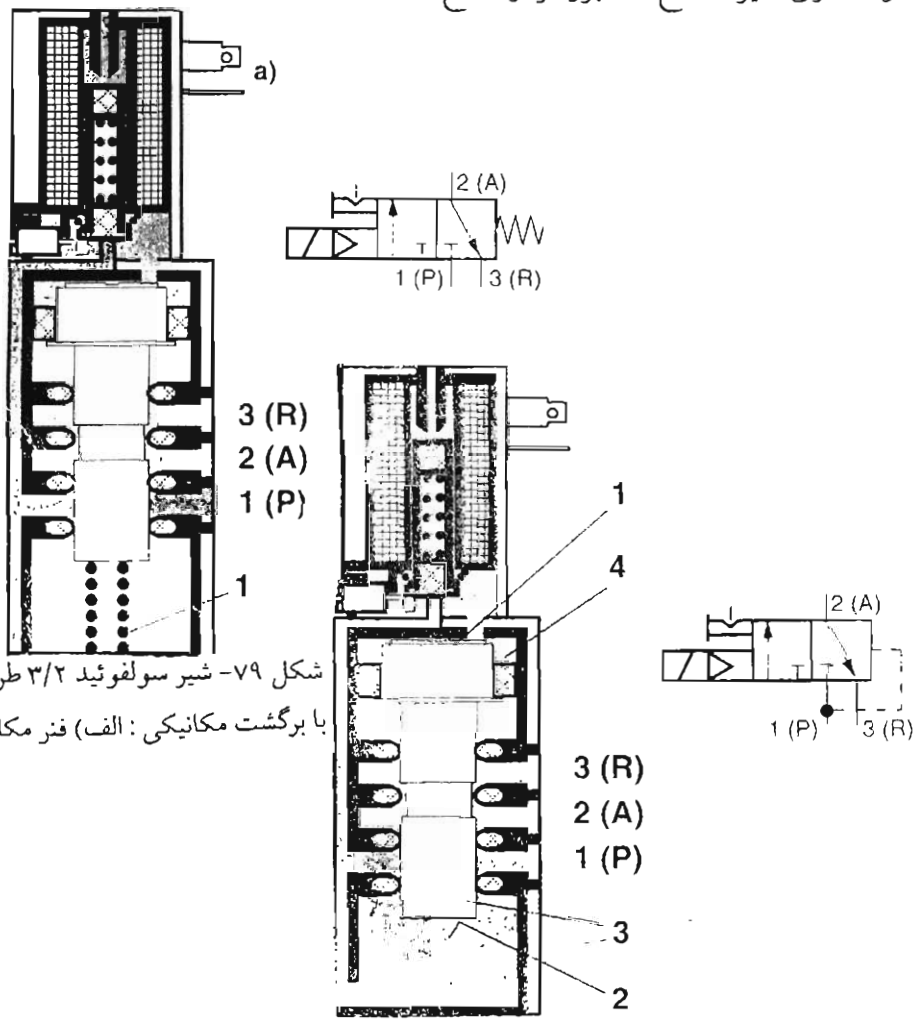
وقتیکه شیر را برگشت می‌دهیم، قرقره را باید بوسیله نیرو بجای اولیه خود برگردانیم. ما امکانات مختلفی جهت انجام این عمل در اختیار داریم :

الف) برگرداندن بوسیله فنر مکانیکی :

پس از آنکه فشار روی قرقره افت کرد قرقره با نیروی فنر (۱) موجود در محفظه به جای اول خود برمی‌گردد.

ب) برگرداندن بوسیله فنر هوا :

در این حالت، سطح (۱) و (۲) از قرقره (۳) از طریق دریچه فشار **(P)** دارای فشار می‌گردد. اگر سولفوئید شیر پیلوت بکار نیفتد، فضای (۴) در پشت سطح (۱) **1** از قرقره بدون فشار می‌شود. فشاری که هنوز به سطح **2(2)** اعمال شده و باعث می‌شود که قرقره (۳) به جای خود برگردد. برای سویچ کردن سریع هنگام راه‌اندازی شیر، سطح (۱) بزرگتر از سطح (۲) ساخته شده است.

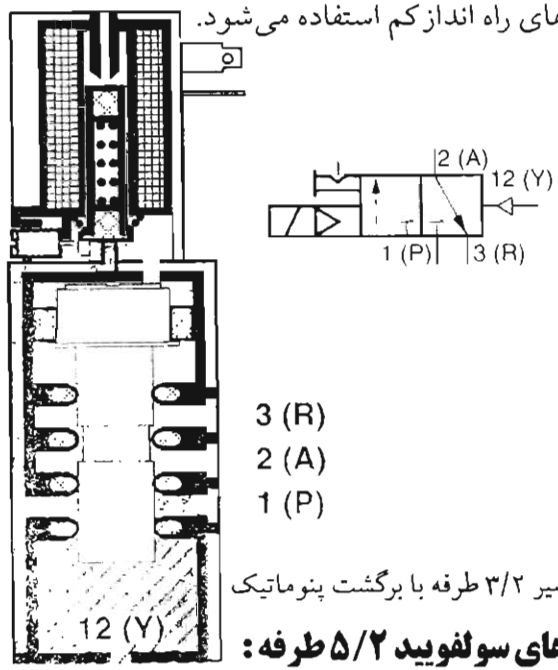


شکل ۷۹- شیر سولفوئید ۳/۲ طرفه با برگشت مکانیکی : الف) فنر مکانیکی

شکل ۸۰- شیر سولفوئید ۳/۲ طرفه با برگشت فنر هوای داخلی : ب) فنر هوای داخلی

ج) برگشت پنوماتیک :

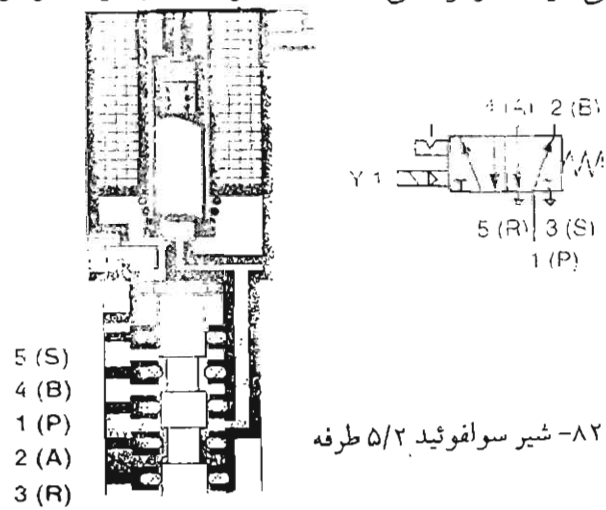
مشابه برگشت بوسیله فنر هوای درونی، سطح ۲ تحت فشار قرار می‌گیرد، ولی با این تفاوت که فشار از منبع خارجی (Y) وارد می‌گردد. این روش دارای این امتیاز است که از فشارهای راه اندازکم استفاده می‌شود.



شکل ۸۱- شیر ۳/۲ طرفه با برگشت پنوماتیک

۶-۲-۶: شیرهای سولفویید ۵/۲ طرفه:

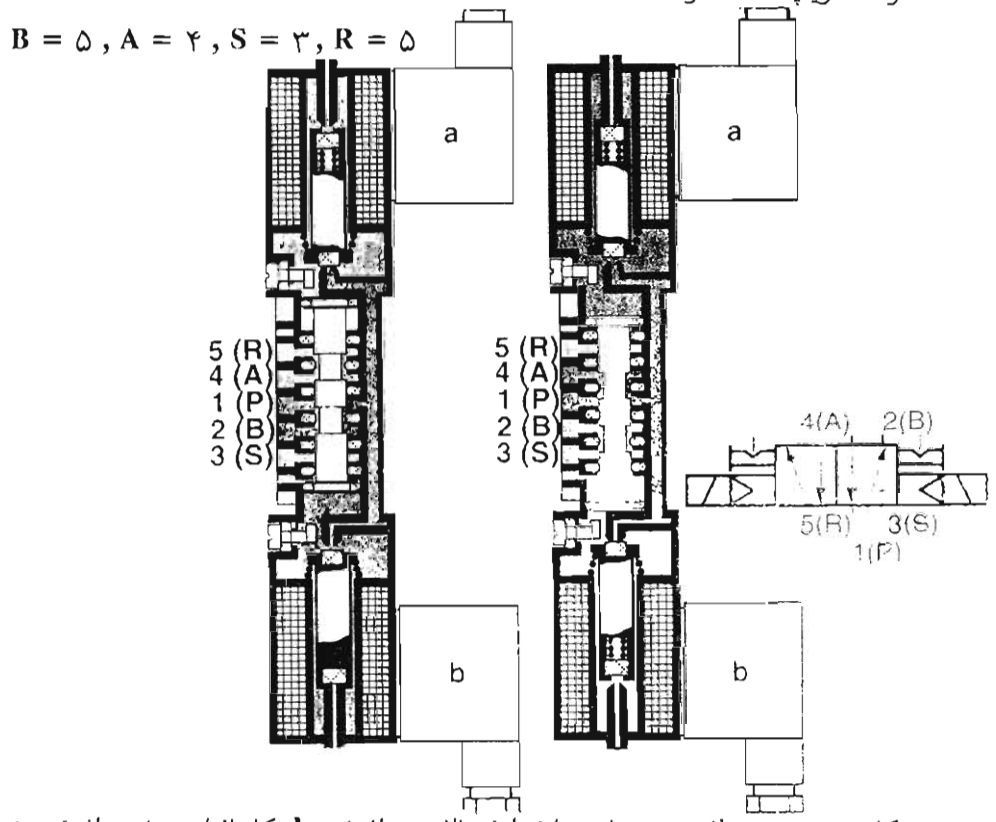
این شیر در مورد راه‌اندازی سیلندر دو طرفه بکار می‌رود. در شیرها از قرقره نیز استفاده می‌شود. کنترل پیلوت و همچنین کار و برگشت قرقره بر اساس کار شیر ۳/۲ طرفه انجام می‌گیرد. شیر نوسانی مشخصه شیر ۵/۲ دو طرفه سولفوئید می‌باشد.



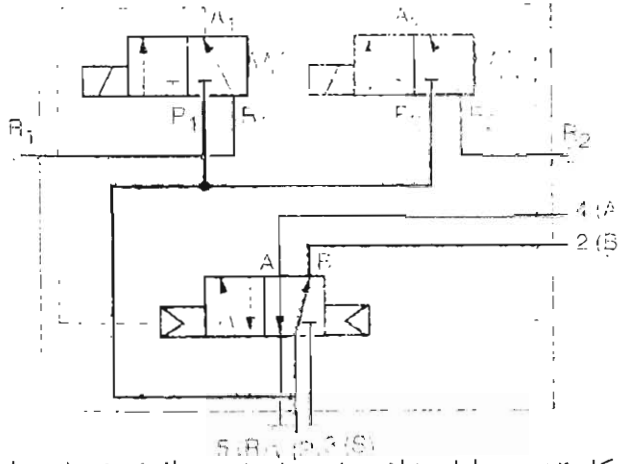
شکل ۸۲- شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه

در این شیر، یک واحد کنترل پیلوت در هر طرف قرار دارد که با نیروی الکتریکی بکار می‌افتد اگر طرف (الف) باید کار بکند، یک نوسان سویچی کافیست که قرقره را به طرف سویچ کردن حرکت دهد. قرقره در همین حال می‌ماند تا نوسان به طرف (ب) اعمال شود اگر در یک زمان به هر دو طرف (الف) و (ب) سیگنالی برسد چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ شیر طوری طراحی شده است که اگر (الف) و (ب) بطور همزمان راه‌اندازی شود، سویچ آخرین حالت سویچی را بخود می‌گیرد تا حالتهای معین سویچ کردن را تضمین نماید.

توجه! در شیرهای ۴/۲ و ۵/۲ و ۵/۲ طرفه، رقمهای بکار رفته جهت مشخص کردن دریچه‌ها متفاوت هستند :



شکل ۸۳- شیر سولفوئید نوسانی ۵/۲ طرفه الف سولفوئید **b** بکار افتاده ب)سولفوئید **a** بکار افتاده است.

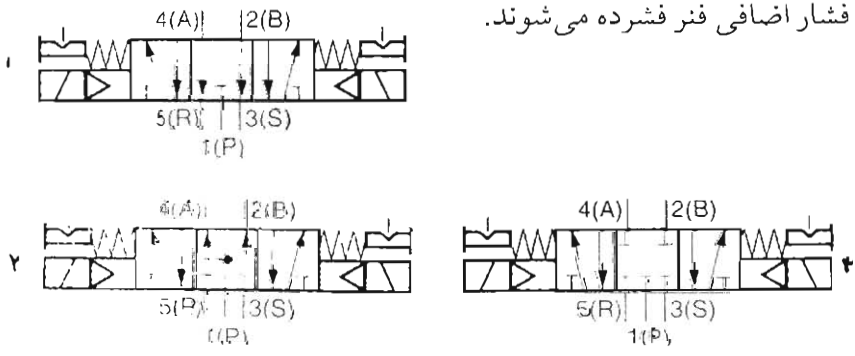


شکل ۸۴- سمبلهای خلاصه شده برای شیر سولفوئید نوسانی ۵/۲ طرفه :
نشانه‌های R2,A2,P2,R1,A1,P1 دریچه برای شیرهای پاکنترل پیلوت.

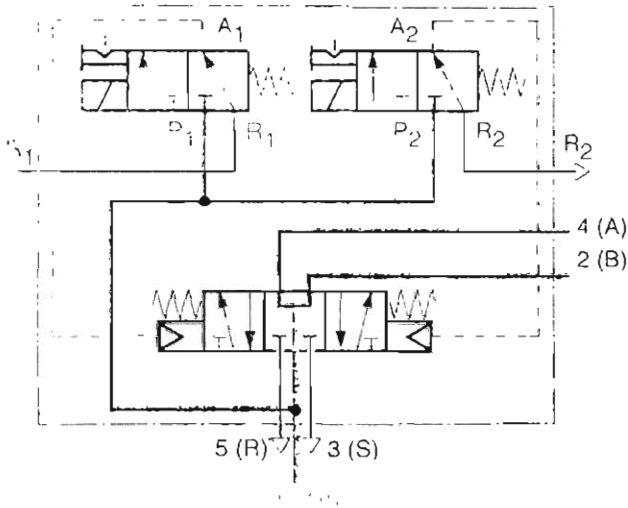
۷-۲-۶: شیرهای سولفویید ۵/۳ طرفه:

مشابه شیرها با راه انداز مکانیکی، شیرهای سولفوئید نیز دارای تغییراتی هستند که می‌توانند در سه حالت کار کنند.

اساس طراحی این شیرها مشابه شیرهایی است که تاکنون درباره آنها مطالعه کردیم، مثل (واحد کنترل پیلوت، راه‌اندازی، برگشت). با این نوع شیر، اگر هیچکدام از دو واحد کنترل پیلوت دارای نیروی الکتریکی نباشند و یا هر دو واحد کنترل پیلوت بطور هم زمان راه‌اندازی شوند، یک حالت مرکزی وجود دارد که با فشار اضافی فنر فشرده می‌شوند.



شکل ۸۵- علائم (سمبل‌ها) : ۱- حالت مرکزی قفل شده ۲- حالت مرکزی بدون فشار ۳-حالت مرکزی تحت فشار



شکل ۸۶- سمبل‌های خلاصه شده :

دریچه‌های P2, A2, P, P1, A1, R1 در شیرهای پیلوت.

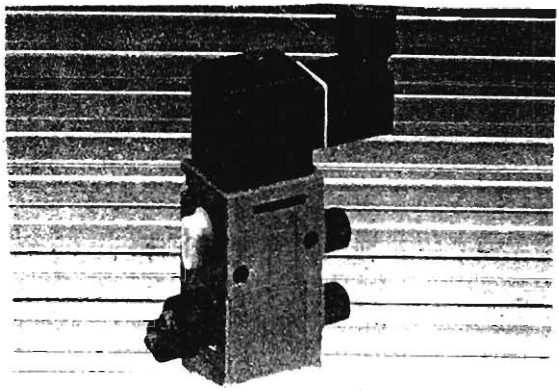
۸-۲-۶: شیرهای سولفویید مخصوص:

صنایع به شیرهای با مشخصات زیر نیاز دارند :

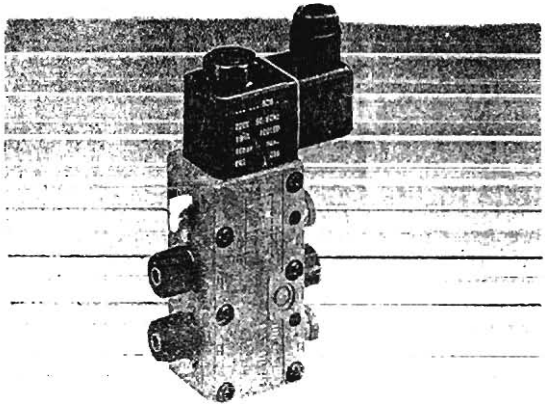
۱-قدرت سوئیچ کردن بالا و عمر طولانی

۲-کوچکترین اندازه با بیشترین نسبت جریان.

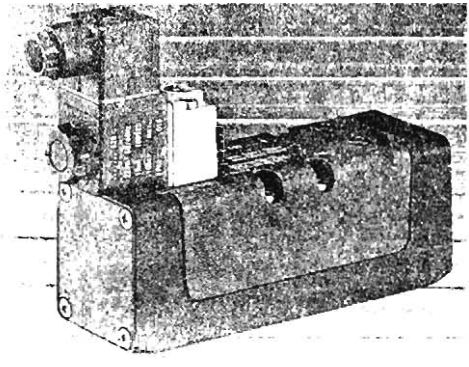
به منظور بر آورد نیازهای فوق، نوع مخصوصی از شیرها طراحی و ساخته شده‌اند.اکنون نظری به اصول ساختمانی سه نوع شیر که توسط کارخانه مانسمان رکراس پنوماتیک، ساخته شده‌اند، بیافکنیم :



شکل ۸۷- شیرهای نوع ۸۴۰



شکل ۸۸- شیرهای نوع ۷۴۰

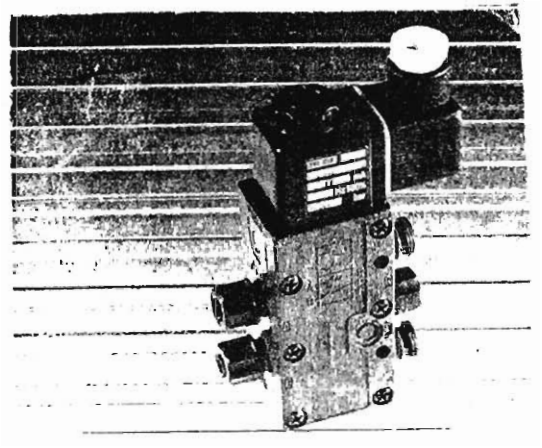


شکل ۸۹- شیرهای نوع ایزوسرام

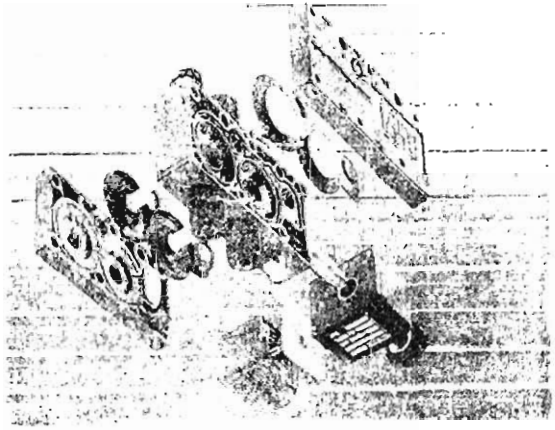
۱-۸-۲-۶: شیرهای نوع ۸۴۰/۷۴۰

این شیرها دارای سیستم پلاستیکی هستند با صفحه زیرین مدولار. ساختمان این شیرها از ترموپلاستیک می‌باشد. فواصل لازم برای کانالهای هوا و راههای فرعی در اینجا به اندازه کافی هستند.

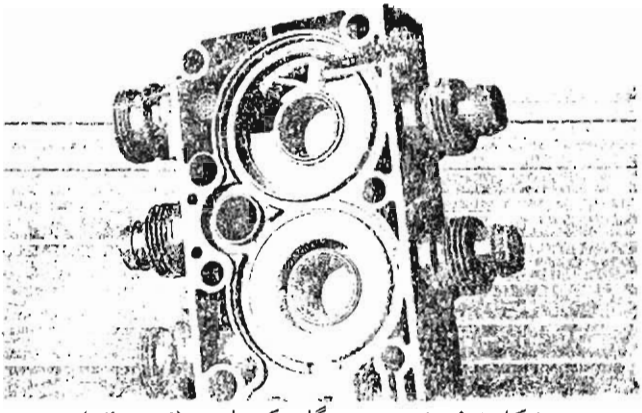
اندازه و وزن شیرها در مقایسه با نسبت جریان، کوچک هستند. اتصالات لوله بطور یکجا ریخته شده است و پروانه هوای خروجی (نوع ۷۴۰) دارای امتیازاتی چون قابلیت اعتماد راه‌اندازی می‌باشد، زیرا احتمال نشت در رزوه‌های اتصال بسیار کم است.



شکل ۹۰- شیر نوع ۷۴۰



شکل ۹۱- ساختمان شیر ۷۴۰



شکل ۹۲- شیر دریچه گاز یک پارچه (نوع ۷۴۰).

استفاده از پلاستیک به قطعات اجازه می‌دهد که ترکیبات پیچیده‌تری را بکار ببرند و این امکان را می‌دهد که از قطعات خیلی کمتری با مقایسه با قطعات معمولی، استفاده شود و در عین حال ، سرویس آنها ساده‌تر است.

ترموپلاستیک بکار رفته و در مقابل مواد شیمیائی خورنده مقاوم می‌باشد و در محیط شیمیائی با اطمینان کامل قابل استفاده هستند.

موارد استفاده :

- کارخانه‌های تولید مواد غذایی
- کابینت‌های کنترل
- کارخانه‌های تولید مواد شیمیایی خورنده

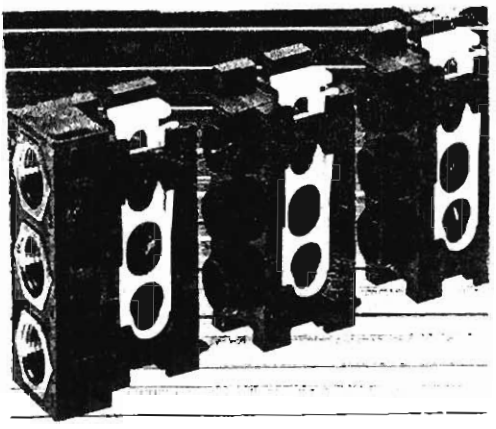
این شیرها را می‌توان بطور انفرادی و یا بصورت مجموعه بکار برد در ترکیبات فردی مانی فولد می‌توان آنها را با هم نصب کرد. این شیرها را بدون رزوه نیز با باز کردن یک درپوش می‌توان با هم ترکیب نمود.

هر گونه استقرار جداگانه در روی مانی فولد را می‌توان بوسیله فلانژ پلاستیکی سوارکرده و آب بندی نمود.

حدودی برای تعداد این شیرها وجود ندارد و سطح مقطع آنها طوری ساخته شده است که در مقابل هوای فشرده باندازه کافی مقاوم باشد و بار ساکن را با ترکیب نصب مناسب، تحمل می‌کند.

مانی فولدها را می‌توان هم روی صفحه حامل پیچ کرد و هم روی پخش ریل DIN در ساختمان کابینت کنترل نصب نمود. سیستم مانی فولد برای شیرهای نوع ۸۴۰ نیز دارای طرح مدولار می‌باشد.

به نسبت نیاز، تعداد مختلفی از شیرها را می‌توان با هم ترکیب نمود. برای ساده کردن نصب الکتریکی تا حد امکان، یک مسیر سیم‌کشی تعبیه شده است که بطور قابل توجهی اتصال شیرهای سولفویید را هنگام بستن چند شیر متوالی، ساده کرده است.

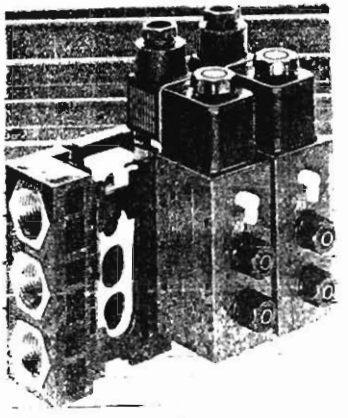


سیستم مانی‌فولد (شکل ۹۳)

هادی محافظ (۱) و هادی قاب (۲) بطور مرکزی به المنت مسیر سیم‌کشی اول و از آنجا به المنت بعدی متصل می‌شود. کابلهای اتصال (۳) برای شیرهای سولفویید مختلف که با هم بطور گروهی سوار می‌شوند در کانال کابل (۴) جمع شده و بوسیله پوشش (۵) محافظت می‌شوند.

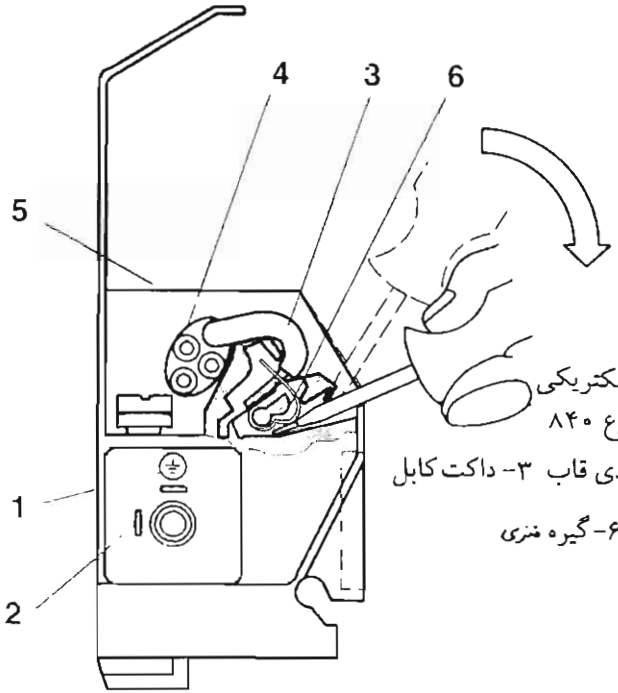
برای نصب سولفویید فردی، کانال کابل مربوط به المنت جهت سیم‌کشی بطور لولایی باز شده و گیره فنری (۶) بوسیله یک پیچ‌گوشتی باز می‌شود.

هادی لازم به داخل گیره فنری داده می‌شود که بطور اتوماتیک بعد از برداشتن پیچ‌گوشتی بسته شده و اتصال را در بر می‌گیرد.



(شکل ۹۴) سوار کردن بوسیله گره

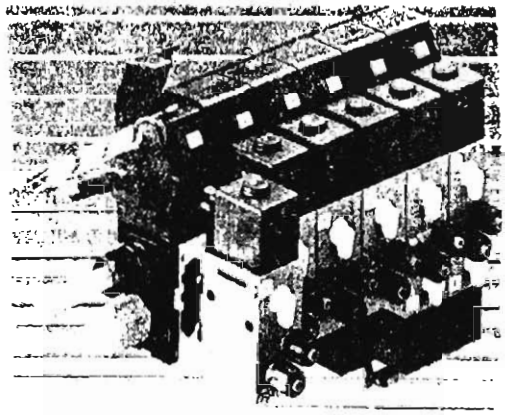
با استفاده از پلاستیک بطور قابل ملاحظه از تعداد قطعات مصرفی نسبت به طرحهای معمولی، کاسته شده است. با این طرح شکل شیرها خوش فرم شده و عمر و دوام و مرغوبیت جنس بالا رفته است.



شکل ۹۵- اتصال الکتریکی سیستم مانی فولد نوع ۸۴۰

۱- هادی محافظ ۲- هادی قاب ۳- داکت کابل

۵- کانال کابل ۶- گیره منزی

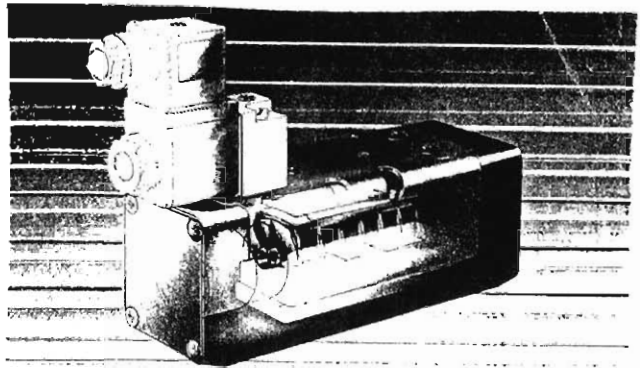


شکل ۹۶- سیستم مانی فولد نوع ۸۴۰ با پوشش کابل.

۲-۸-۲-۶ شیر ایزو سرام:

این شیر از نوع ۵/۲ یا ۵/۳ طرفه است با طرح دریچه مطابق **DIN ISO 5599** با راه اندازی پنوماتیک با الکترومکانیک استاندارد **DIN ISO 5599** سطح مشترک

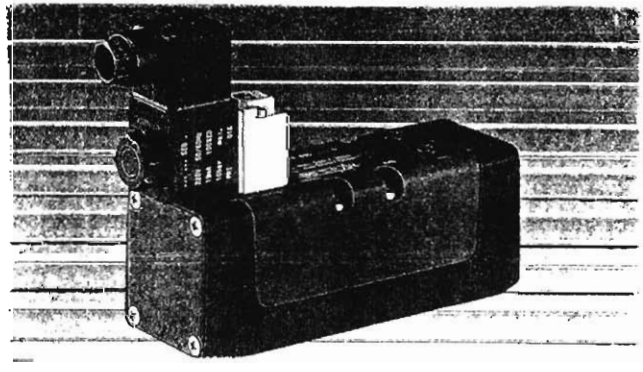
بین مانی فولد و شیر پنوماتیک را برای اندازه‌های معین توضیح می‌دهد. هدف این استاندارد تأمین امکان تعویض و تعمیر شیر، بدون توجه به نوع و ساخت آن می‌باشد، یعنی به آسانی پیچ‌های نگهدارنده را باز کرده و کارهای لازم را انجام دهند.



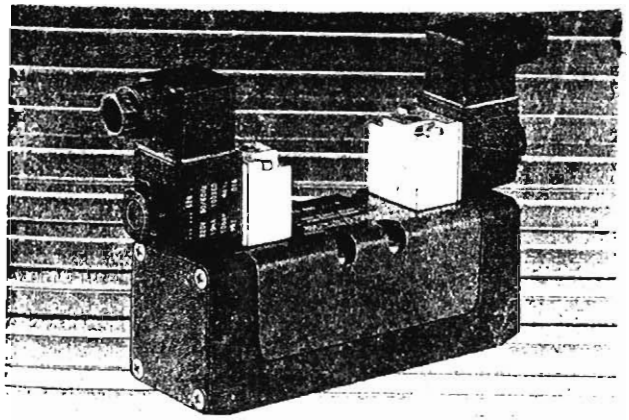
شکل ۹۷- شیر نوع ایزو سرام.

برای راضی کردن خواسته‌ها و برای کاهش خرابی این شیرها نسبت به شیرهای معمولی، سطح تخت آن از سرامیک ساخته شده است. کشویی سرامیک با دقت خاصی ساخته شده است و به واشر آب بندی نیازی ندارد. این شیر را برای هوای فشرده بدون روغن طراحی کرده‌اند و در مقابل فرسایش مقاومت خاصّی دارد.

سرامیک را به منظور کاهش فرسایش و مقاومت در مقابل گرما و مواد شیمیایی بکار برده‌اند بنابراین آنرا در مورد سیستم‌های پنوماتیک و سایر موارد نیز بکار می‌برند.

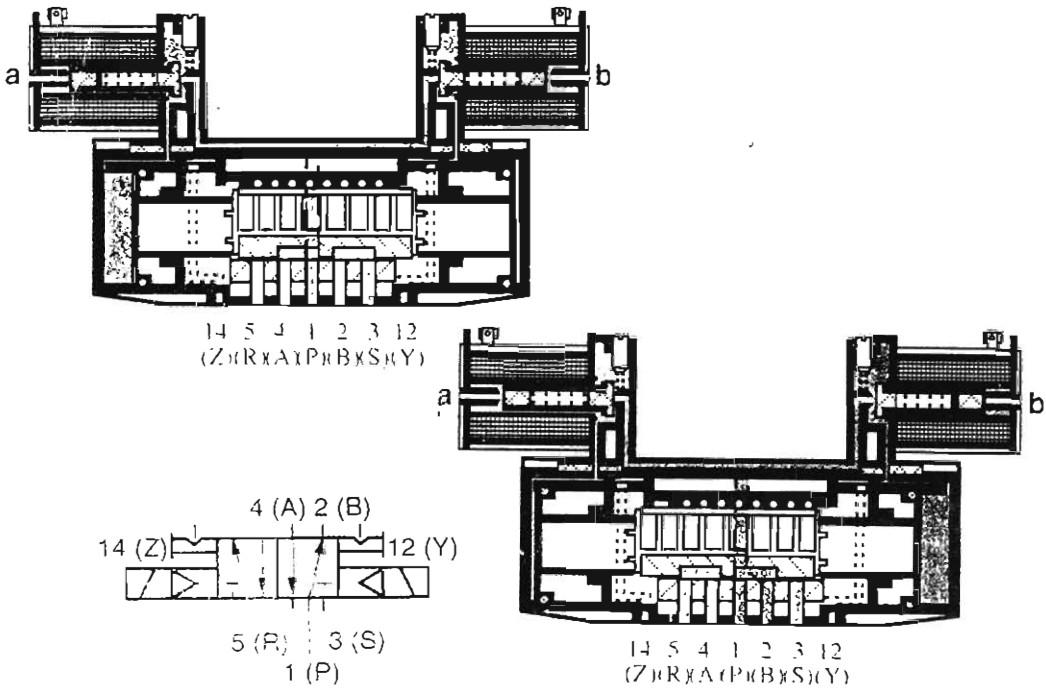


شکل ۹۸- شیر سولفوئید ایزوسرام ۵/۲ طرفه با راه‌انداز الکترو مغناطیس یک طرفه.



شکل ۹۹- شیر سولفوئید ایزوسرام ۵/۲ طرفه، دو طرفه با راه‌انداز الکترو مغناطیس.

شکلهای مخصوصی از این شیر ساخته شده است که امکان تأمین کنترل فشار پیلوت خارجی وجود دارد و نیز پونچ فشار راه‌اندازی بکار برد.
(دریچه‌های ۳ و ۵ را می‌توان به فشارهای متفاوت وصل نمود).



شکل ۱۰۰- ترسیم شماتیک

۳-۶ رابط های الکتروپنوماتیک (شیرهای کنترل فشار).

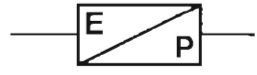
رابط های الکتروپنوماتیک سیگنالهای الکتریکی را به سیگنالهای پنوماتیک تبدیل می‌کنند. ما تا اینجا با وسایلی به نام شیرهای سولفوییید آشنا شدیم.

بعضی از مبدلهای الکترو پنوماتیک به منظور تبدیل سیگنال ولتاژهای مختلف به فشارهای مربوط طراحی و ساخته شده‌اند.

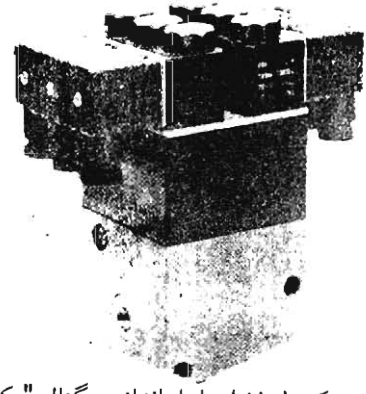
دو نوع از این مبدلها وجود دارند :

۱-شیرهای کنترل فشار (بر مبنای ۲)

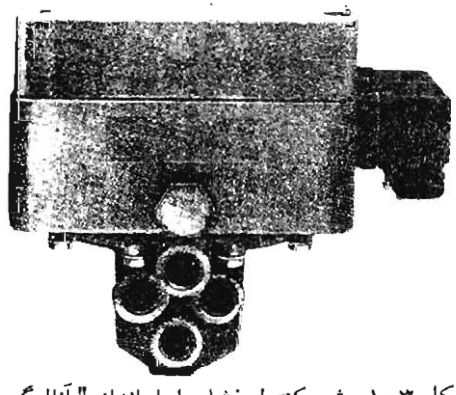
۲-شیرهای کنترل فشار با راه انداز (آنالوگ).



شکل ۱۰۱- سمبل مداری



شکل ۱۰۲- شیر کنترل فشار با راه انداز سیگنال " که بر مبنای ۲ "



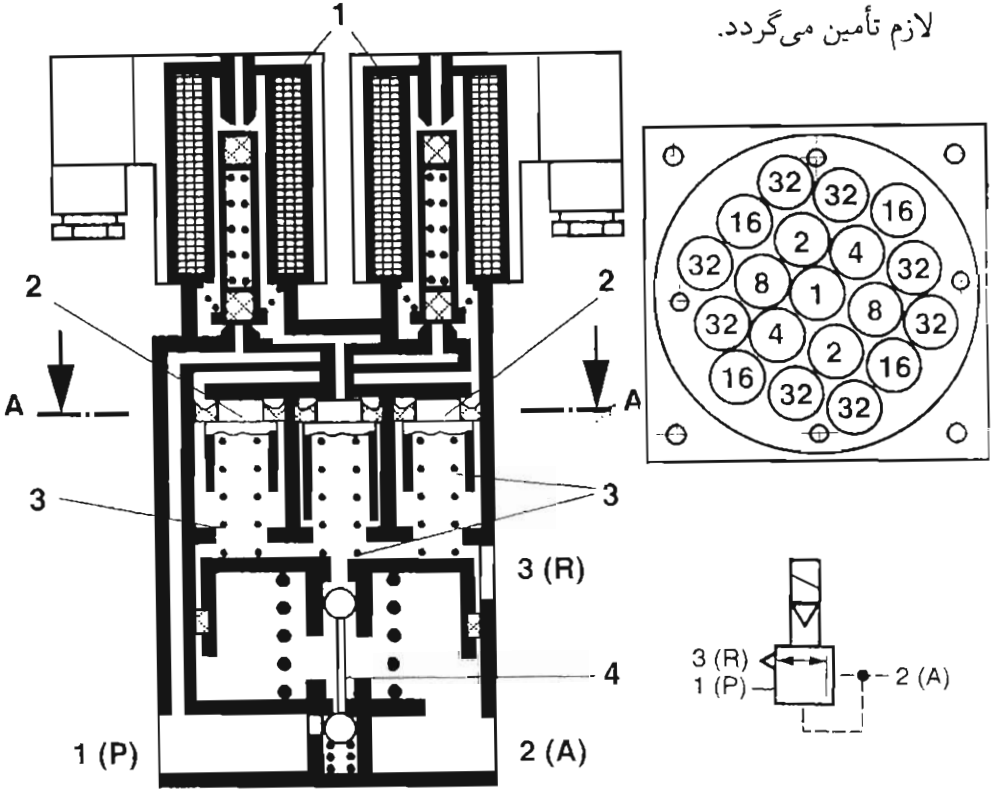
شکل ۱۰۳- شیر کنترل فشار با راه انداز " آنالوگ "

۱-۳-۶شیرهای مبدل با راه انداز " کد بر مبنای ۲":

این نوع مبدل توسط سیگنال کد شده برمبنای ۲ بکار می‌افتد. هوای فشرده بوسیله شش شیر سولفوئید (۱) مطابق کد بر مبنای ۲ به پیستونهای مختلف اعمال می‌شود.

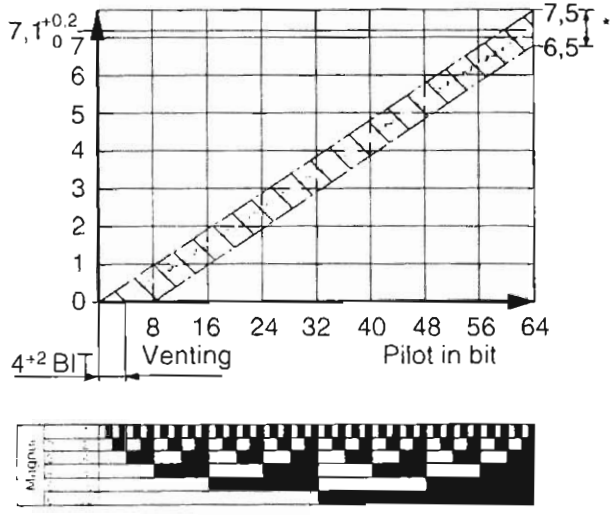
فنرهای (۳) توسط پیستونهای (۲) بارگیری می‌شوند. مجموع نیروهای فنری به پیستون کنترل (۴) مربوط به شیر کنترل فشار می‌رسد و بدین ترتیب مقدار فشار فرمان را جهت عملیات کنترل بوجود می‌آورد.

فشا کاری به نسبت نیروهای فنری بدست می‌آید و مقدار فرمان را در ۶۴ قدم تنظیم می‌کند. وقتیکه هوا بسته شد، شیر کنترل فشار جواب می‌دهد و حجم هوای لازم تأمین می‌گردد.



شکل ۱۰۴ : نقشه شماتیک :

۱- شیرهای سولفوئید ۲- پیستونها ۳- فنرها ۴- پیستون کنترل



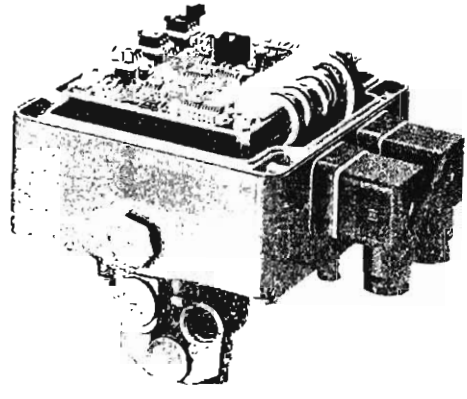
دیاگرام ۹- منحنی مشخصات برای راه اندازی مبدل الکتروپنوماتیک بر اساس کد سیگنال برمبنای ۲

۲-۳-۶: مبدل اندازه ۷ با راه اندازی آنالوگ:

برای جلوگیری از افزایش یک قدم در فشار خروجی مبدل، مبدل الکتروپنوماتیک با راه انداز آنالوگ ابداع گردید. دقت کنترل این مبدل نسبت به مبدل با راه اندازکد بر مبنای ۲ بیشتر است.

مقدار فرمان به ورودی می‌تواند یکی ازکمیت های زیر می‌باشد :

جریان - ولتاژ - رزیستانس (مقاومت).



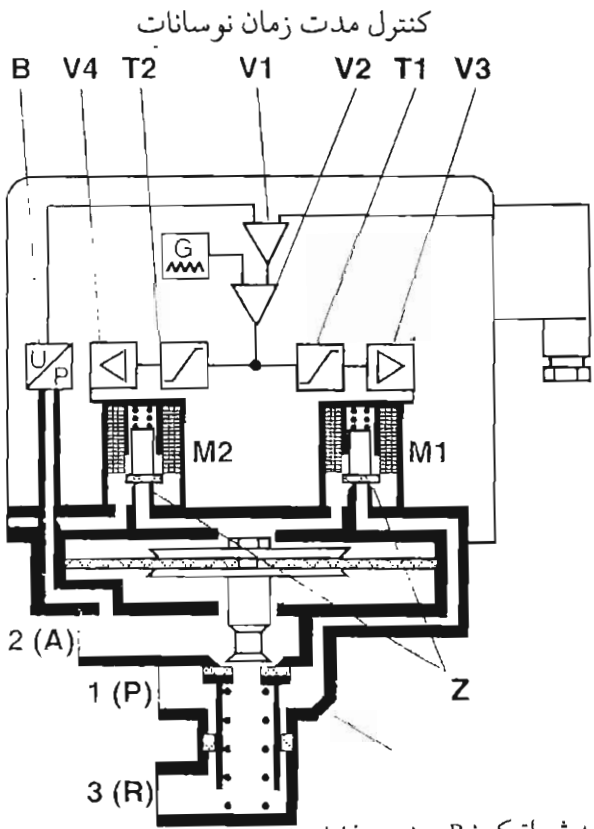
شکل ۱۰۵- شیر کنترل الکتروپنوماتیک اندازه ۷ با راه‌اندازی آنالوگ

چگونگی کار :

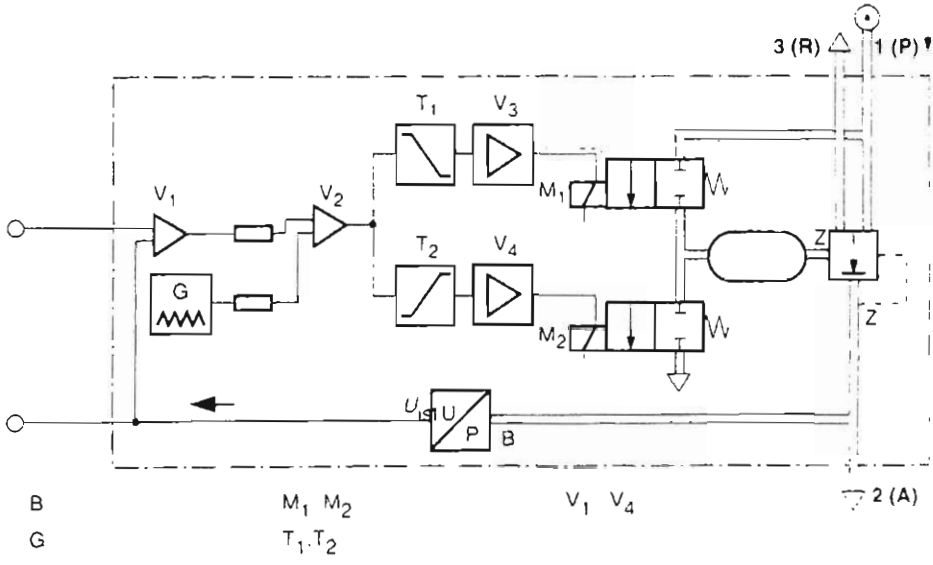
مقدار عملی فشار خروجی پنوماتیک به ولتاژ عملی **U** تبدیل می‌شود که متناسب است با فشار و با سیگنال الکتریکی ورودی در آمپلی فایر دیفرانسیل **V1** قابل مقایسه باشد. و این یک سیگنال ولتاژ تولید می‌کند که متناسب است با اختلاف بین مقادیر فرمان و عملی و جهت تغییر را معین می‌کند. این توسط ماشه‌های **(T2 ,T1)** دنبال می‌شود و در ولتاژ معینی بکار می‌افتد و شیرهای سولفوئید **(M2,M1)** را از طریق آمپلی فایرهای قدرت **(V4,V3)** بکار می‌اندازد در نتیجه، فشار در دریچه شیر رله به همراه فشار در خط کاری **2(A)** تغییر می‌کند.

در عین حال، ولتاژ عملی **U** به نسبت تغییر می‌کند. فشار در خط **۲(A)** وقتیکه ولتاژ به مقدار فرمان رسید، از تغییر باز می‌ایستد.

برای جلوگیری از بالا رفتن فشار از مقدار دلخواه، شیرهای سولفوئید توسط نوسانات حاصل از ژنراتور نوسانات ساعتی **G** بکار می‌افتد.



شکل ۱۰۶– نقشه شماتیک : B- سنسور فشار G- ژنراتور ساعت M2 , M1 شیرهای سولفوئید T2 , T1- ماشه‌ها V4.....V1 آمپلی فایرها

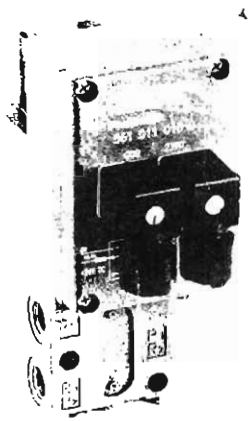


شکل ۱۰۷- نقشه شماتیک : B سنسور فشار G- ژنراتور ساعت M1 ,M2 شیرهای سولفوئید T1,T2 – ماشه‌ها V1....V4 آمپلی فایرها.

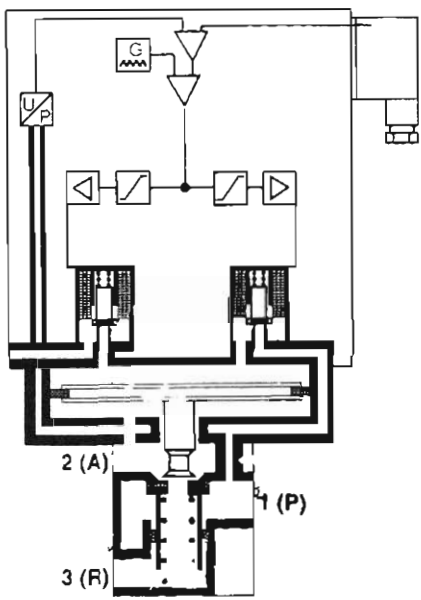
اگر بدلایل دقت کنترل قرار باشد فشار موجود در خارج دستگاه اندازه‌گیری شود، سنسور فشار را باید در بیرون نصب کرد. انتخاب نوع کنترل ولتاژ جریان و مقاومت از طریق ترمینالهای اتصال طراحی می‌شود، در این حالت باید کارت الکترونیک را مجدداً تنظیم نمود.

برای برآورد نیاز به ظرافت مبدل‌های الکتروپنوماتیک شرکت رکراس مبدل اندازه ۴ را ابداع کرده است.

این دستگاه ظریف که بر اساس سیستم کاری اندازه ۷ کار می‌کند قادر است فشاری برابر با **0** تا **7** بار را بعنوان سیگنال الکترونیک ورودی کنترل نماید.
کارت تابلوی کنترل الکترونیک که جز و جدانشدنی این دستگاه می‌باشد، بصورت طرح **SMT** (تکنولوژی مونتاژ بیرونی) ساخته شده است. از زمان معرفی این دستگاه کوچک الکترونیک، فضای بسیار کوچکی برای مونتاژ آن لازم است.



شکل ۱۰۸- شیر کنترل فشار الکتروپنوماتیک اندازه ۴



شکل ۱۰۹- نقشه شماتیک شیر کنترل.

۴-۶: مبدلهای P/E یا پنوماتیک / الکتریک (سویچهای فشاری):

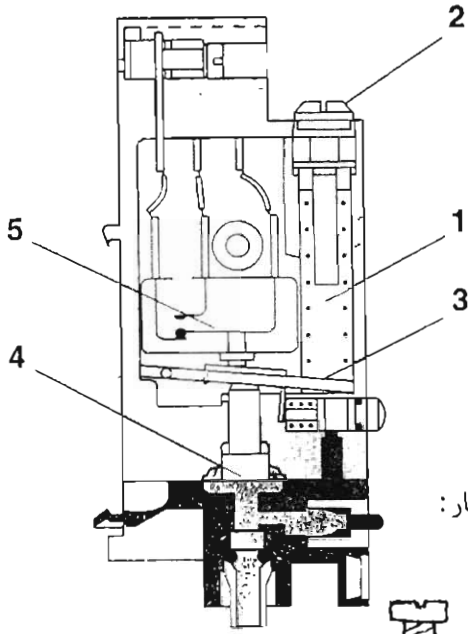
تا این قسمت از دوره آموزشی، در مورد سیستمهایی که سیگنال الکتریکی را به سیگنال پنوماتیک تبدیل می‌کنند مطالبی آموختیم، مثلاً در مورد شیرهای سولفوید.

ولی عکس این حالت نیز می‌تواند اتفاق بیفتد.

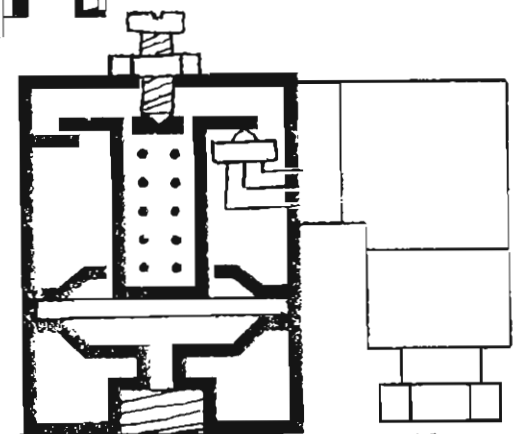
در کنترل پنوماتیک، در نقطه‌ای از زمان فشار معینی ایجاد می‌شود که باید به سیستم کنترل الکترونیک برگشت داده شود. یعنی فشار باید به سیگنالهای الکترونیک تبدیل شود. در این مورد، از سویچ فشاری که تحت فشار تنظیم شده از قبل یک کنتاکت را می‌بندد استفاده می‌کنیم (مثل یک سویچ).

یک سیگنال الکتریکی به کنترل می‌رسد.

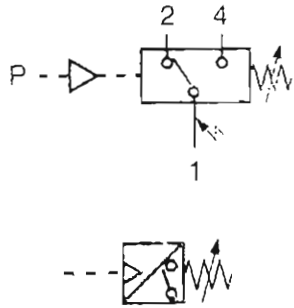
مبدلهای **P/E** (پنوماتیک / الکتریک) یا سویچهای فشاری در پنوماتیک بسیار مهم هستند و آنها سیگنالهای برگشتی یا تأئید شده را به سیستم کنترل مخابره می‌کنند.



شکل ۱۱۰- نقشه شماتیک سویچ کنترل فشار :
۱- فنر ۲- پیچ ۳- قطعه نوسانی ۴- پلانجر
۵- اتصال.



شکل ۱۱۱- سویچ فشاری با سیستم سنسور دیافراگمی



شکل ۱۱۲- سمبل‌های مداری

طرز کار :

قطعه نوسانی (۳) تحت فشار در حالت کشیده بوسیله فنر یک (۱) نگهداشته می‌شود که فشار آن بوسیله پیچ (۲) تنظیم می‌گردد. اگر فشار هوا در روی پلانجر (۴) از نیروی فنر که بر روی قطعه نوسانی اعمال شود، تجاوز نماید قطعه نوسانی در مقابل نیروی فنر، به بالا حرکت کرده و کنتاکت (۵) عمل می‌کند.

۵-۶ سیستم‌های جابجائی :

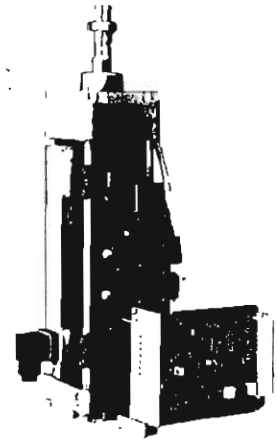
پیشرفتهای الکترونیک بطور چشم‌گیری توسعه پیدا می‌کند. سیستم‌ها هر روز دقیق‌تر شده و سریعتر پیشرفت می‌کنند. قطعات مکانیکی می‌توانند با پیشرفت الکترونیک هم قدم شوند. کارخانه‌های تولیدی هر روز سیستم‌های راه‌انداز را دقیق‌تر ساخته و ارائه می‌کنند.

اگر به بخش سیلندر پنوماتیک نظری بیفکنیم، در اینجا نیز آوریهایی ابداع گردیده است. به‌کمک الکترونیک و تناسب آن با سیستم‌های اندازه‌گیری جابجایی قطعات، برای سیلندرها جابجایی دقیق تری ایجاد گردیده است.

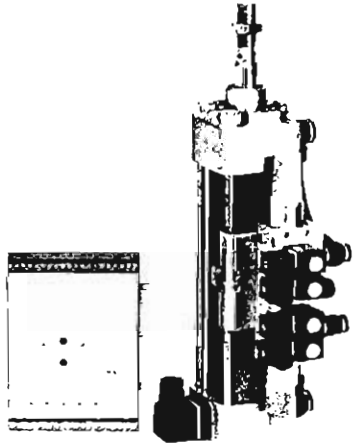
معرفی دستگاههای پیشرفته در مجال این دوره از آموزش نیست، ولی به دو مثال از پیشرفتهای چشم‌گیر در صنعت اکتفا می‌کنیم :

۱- سیستم جابجایی با سنسور الکترو مغناطیس.

۲- سیستم جابجایی با سنسور پتانسیو متری .



شکل ۱۱۳- سیستم جابجایی با نیروی الکترو مغناطیسی (سنسور الکترو مغناطیس)



شکل ۱۱۴- سیستم جابجایی بوسیله سنسورهای پتانسیومتری

۱-۵-۶: سیستم‌های جابجایی با سنسورهای موقعیت میدان مغناطیسی:

در زمینه اتوماتیک کردن، کاربردهای وسیعی از جابجا کردن سیلندر و قرار دادن آن در حالتهای مختلف بدون نیاز به دقت، وجود دارد. این جابجایی توسط سیگنالهای ورودی انجام می‌گیرد.

سیستم‌های جابجایی توسط سنسور موقعیت میدان مغناطیس این نیاز را برآورد می‌کند. در این سیستم یک سیلندر پتوماتیک دو طرفه (۱) با پیستون

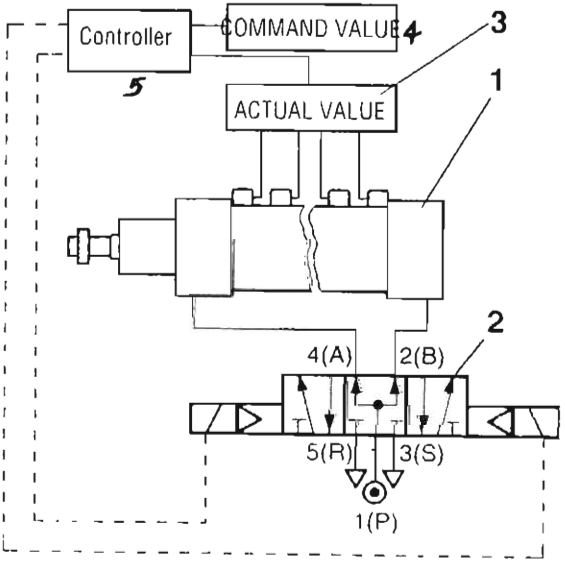
مغناطیسی یک سنسور موقعیت (۳) و یک شیر ۵/۳ طرفه (۲) به ترتیب قرار گرفته‌اند که، به همراه یک کنترل کننده الکترونیکی یک واحد جابجایی را بوجود آورده‌اند.

سنسور موقعیت مغناطیسی از تعدادی کنتاکتهای ورقی تشکیل و در طرف سیلندر سوار شده است. دقت جابجایی به تعداد کنتاکت‌ها بستگی دارد.

سنسورهای مغناطیسی سیگنال **DC** را در قدمهای کوتاه انتقال می‌دهند که با ضربه‌های پیستون متناسب هستند، بعنوان مقدار عملی نسبت به کنترل کننده الکترونیکی که این مقدار را با مقدار فرمان مقایسه می‌کند یک شیر ۵/۳ طرفه را بوسیله سیگنالهای خروجی کنترل می‌کند.

این مقدار، هوای فشرده در داخل محفظه‌های سیلندر را، مطابق اختلاف مقدار قبلی و مقدار عملی، اندازه‌گیری می‌کند.

عملیات حفاظتی مثل متوقف کردن شاتون و یا حرکات آن به داخل و خارج سیلندر هنگام قطع جریان برق توسط کنترل کننده انجام می‌گیرد.



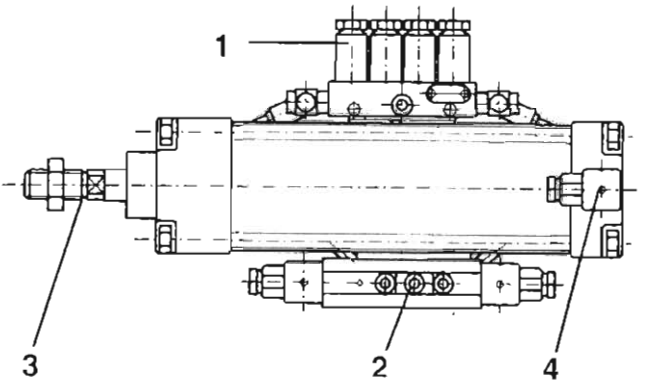
شکل ۱۱۵- ترکیب شماتیک سیستم جابجایی بوسیله سنسورهای موقعیت میدان مغناطیسی.
۱- سیلندر دوطرفه ۲- شیر سولفوئید ۵/۳ طرفه ۳- سنسور جابجایی ۴- مقدار فرمان دهنده ۵- کنترل کننده

شکل ۱۱۶- سیلندر دو طرفه با سنسورهای موقعیت میدان مغناطیسی.

۲-۵-۶: سیستم‌های جابجایی توسط سنسورهای موقعیت پتانسیومتری:

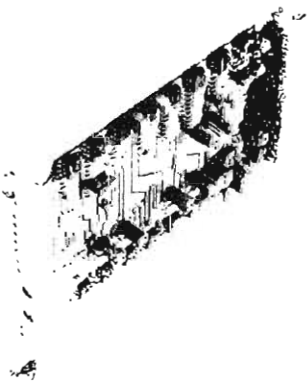
این سیستم نیازهای دقیق تری را در زمینه حساسیت و سرعت، برطرف می‌کند. سیلندر پنوماتیک دارای پتانسیومتر خطی است که در شاتون (۳) قرارگرفته و جهت اندازه‌گیری مقدار حقیقی بکار می‌رود و همچنین به شیرهای سرعت پائین (۱) مجهز می‌باشد. و نیز آنرا می‌توان به شیرهای سرعت بالا (۲) مجهز نمود. کنترل‌کننده الکترونیک واسطه به آن را می‌توان به دو صورت سوار کرد، اول در کابینت کنترل (شکل ۱۱۶) و یا بعنوان دستگاه جداگانه (شکل ۱۱۷). چنانکه قبلاً نیز تعریف گردید، تفاوت مقدار حقیقی دستگاه و مقدار تعیین شده را که بوسیله دستگاه کنترل تشکیل می‌شود، می‌توان روی صفر تنظیم نمود و به نسبت تفاوت بتوان شیر سرعت زیاد یا دستگاه شیر سرعت کم را بکار انداخت.

سیستم جابجایی را همچنین می‌توان به ترمز الکترو مغناطیس مجهز نمود تا بتوان با وجود تغییرات بار، پیستون را در وضع دلخواه حفظ کرد و نیز کیفیت جابجایی را بهتر نمود، خصوصاً در جائیکه طول سیلندر بیشتر است.

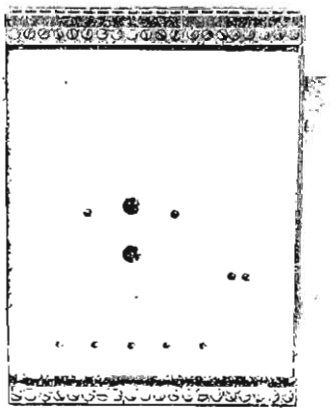


شکل ۱۱۷- سیستم جابجایی با سنسورهای وضعیت پتانسیومتری

۱- شیرهای سرعت کم ۲- شیر اضافی سرعت زیاد ۳- شاتون ۴- اتصال الکتریکی برای سنسور موقعیت پتانسیومتری.



شکل ۱۱۸- کنترل کننده الکترونیک جهت سوارکردن در کابینت کنترل.



شکل ۱۱۹- دستگاه کنترل الکترونیک جداگانه.

۶-۶ سئوالات امتحانی:

۶۹- چه نوع سیگنالی باعث راه‌اندازی شیر سولفوئید می‌شود؟

۷۰- شیر سولفوئید به کمک یک ..... بکار می‌افتد.

۷۱- دو نوع ساختمان اساسی برای شیر وجود دارد.

1.---

2.---

۷۲- دو نوع کارآیی برای شیر ۳/۲ طرفه وجود دارد.

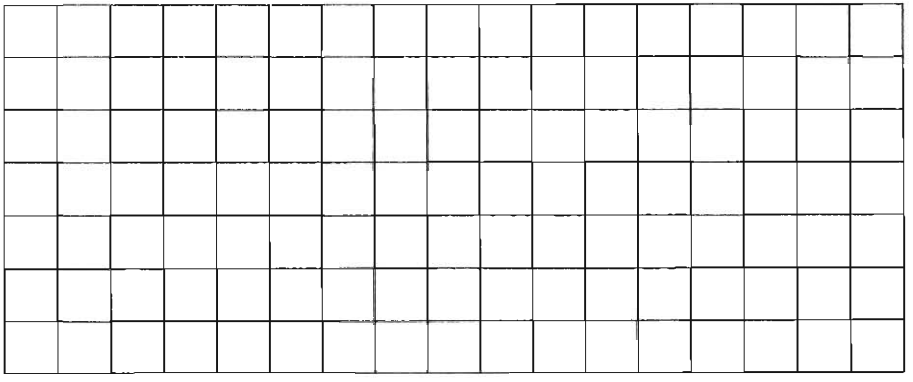
1.---

2.---

۷۳- منظور از راه انداز دستی چیست؟

۷۴- اصول یک شیر پیلوت را توضیح دهید.

۷۵- سمبلی برای شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه با واحد کنترل پیلوت و راه‌انداز اضافی دستی به همراه برگشت فنری را ترسیم نمائید.



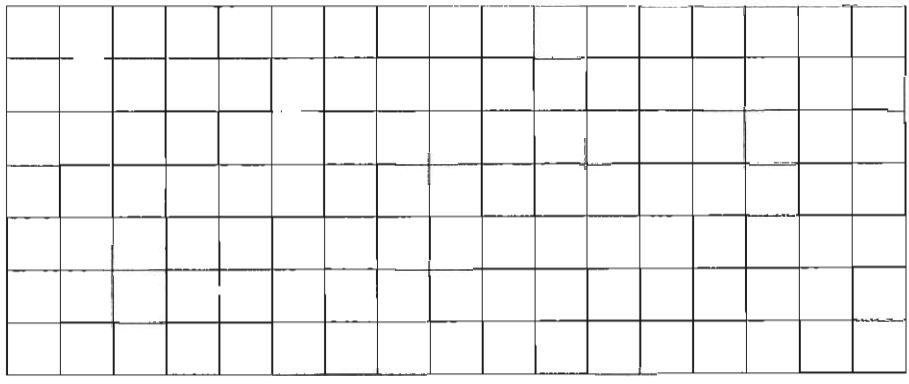
۷۶- مشخصات یک شیر ۳/۲ طرفه اگر بعنوان شیر تأمین هوا یا تخلیه هوا بکار رفته باشد، چیست؟

۷۷- کنترل پیلوت جداگانه برای یک شیر را بطور خلاصه شرح دهید.

۷۸- انواع برگشت برای شیر را که بطور معمول بکار می‌رود، شرح دهید.

۷۹- اگر به دو طرف شیر یک سیگنال به طور همزمان برسد، شیر نوسانی چه حالتی به خود می‌گیرد؟

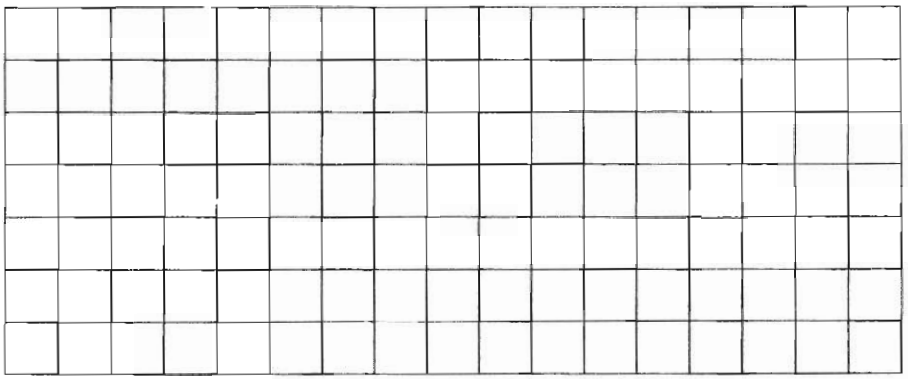
۸۰- یک شیر سولفوئید ۵/۳ طرفه با کنترل کننده‌های پیلوت راه انداز اضافی دستی و با فنر تمرکز که در وسط قفل کرده باشد ترسیم نمائید.



۸۱- سوار کردن چندین شیر در روی یک واحد بوسیله ..... آسانتر می‌شود.

۸۲- هدف **DIN ISO 5599** (استاندارد) که سطح بین فانی فولد و شیر را توضیح دهد، چیست؟

۸۳- سمبلی برای سویچ فشار رسم نمائید.



۷- تمرینات مربوط به مهندسی کنترل الکتروپنوماتیک :

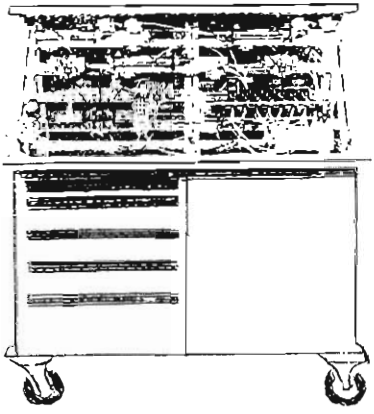
۷-۱ مثالها :

در این فصل فرصت خواهید داشت که دانش نظری خود را به دانش عملی تبدیل نمائید. تمرینهای ذیل مطابق خط مشی مؤسسه آموزش فنی و حرفه‌ای آلمان فدرال تهیه گردیده است و محتوی دانش عملی می‌باشند.

همه تمرینات را می‌توانید به کمک راهنمایی سیستم آموزش رکراس در شکل صنایع واقعی در ساختن قطعات صنعتی در یک آزمایشگاه سیار که بدین منظور ساخته شده است بکار بندید. سیستم آموزش شامل موضوعات زیر می‌باشد :

- کارگاه آزمایشگاهها ۱ یا ۲ محل کار
- سری تجهیزات مطابق موسسه آموزش فنی و حرفه‌ای آلمان
- پنوماتیک (تمرینات ۱ تا ۱۶)
- الکتروپنوماتیک (تمرینات ۱ تا ۱۶)
- سری تکمیلی قطعات پنوماتیک برای تمرینات بیشتر.
- کتابهای درسی : آموزش پنوماتیک جلد اول
- پنوماتیک مقدماتی

- آموزش پنوماتیک جلد ۲
الکتروپنوماتیک (همین کتاب)
- مجموعه‌ای از ترانس پارنس اورهد
- پنوماتیک
- الکتروپنوماتیک
- مدلهای مخصوص : پنوماتیک - الکتروپنوماتیک
- مدلهای مقطعی (برش) پنوماتیک - الکتروپنوماتیک
- سمینارها : به منظور معرفی برنامه‌ها، سمینارهایی در سازمان در مورد مهندس کنترل برپاست. با آرزوی موفقیت.



شکل ۱۲۰- آزمایشگاه سیّار

تمرین نمونه : توضیح مسئله :

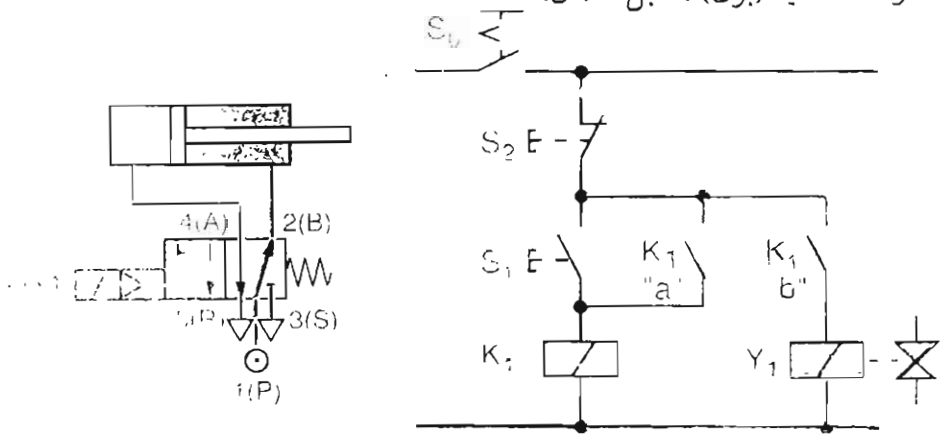
یک سیلندر دوطرفه با بکار افتادن سویچ **S1** به خارج حرکت می‌کند، و در حالت کشیده باقی می‌ماند تا اینکه سویچ **S2** را بکار بیندازیم.

توجه **S1** فقط بسادگی با فشار دگمه بکار می‌افتد. از شیر ۵/۲ طرفه با برگشت فنری استفاده کنید.

دیاگرام اتصال پنوماتیک و شماتیک سیم‌کشی را رسم نمائید. مدار کاری را طراحی کنید.

(۱)دیاگرام اتصال پنوماتیک **(۲) دیاگرام سیم‌کشی (شماتیک)**

تجهیزات : ۱- سیلندر دو طرفه، یک شیر سولفوئید ۵/۲ با برگشت فنری یک شستی فشار (معمولاً بسته)، شستی فشاری معمولاً باز یک رله ، سویچ راه‌انداز واحد تغذیه (برق) ، کابل اتصال.



شکل ۱۲۱- مسئله نمونه

حل مسئله نمونه :

سیلندر دوطرفه با فشار سویچ **S1** به خارج حرکت می‌کند و در حالت کشیده باقی می‌ماند. ولی، از شیر نوسانی نباید استفاده نمود که در حالت سویچ شده باقی می‌ماند حتی بعد از نوسان، ولی به جای آن فقط از یک شیر سولفویید ۵/۲ طرفه استفاده کنید. به منظور نگهداشتن موقعیت بوسیله شیر سولفویید ۵/۲ طرفه، کویل شیر **(Y1)** باید همیشه دارای جریان باشد. ما باید رله را در حالت خودنگهدار حفظ کنیم تا اینکه سیگنالی بوسیله **S2** بفرستیم تا سیلندر بوسیله شیر سولفویید بجای خود برگردد.

ترتیب انجام کار :

سویچ **SO** بکار می‌افتد : - سیستم دارای ولتاژ می‌شود.

سویچ **S1** بکار می افتد : -کویل **K1** از طریق سویچ معمولاً بسته **S2** و سویچ معمولاً باز **S1** جریان دریافت کند رله و کنتاکت کاری **K1** به بالا کشیده می‌شود. کنتاکت کاری **K1** (الف) - سویچ **S1** از طریق این اتصال کاری متصل می‌شود. اگر

حتی سویچ **S1** را آزاد کنیم، کویل رله از طریق **K1** جریان دریافت می‌کند **(a)**. رله در حالت سویچ باقی می‌ماند.
کنتاکت کاری **K1 (b)** - در عین حال، این کنتاکت کویل شیر را دارای انرژی کرده و سیلندر می‌تواند به طرف بیرون حرکت کند.
سویچ معمولاً بسته **S2** بکار می‌افتد - جریان بوسیله **S2** در جلوی حلقه خود نگهدارنده متوقف می‌شود رله قطع می‌کند. **K1 "a+b"** دوباره باز شده و سیلندر بوسیله فنر برگشتی شیر به جای خود باز می‌گردد.

تجهیزات مربوط به مثال ۱۸-۱ (جدول ۴ : لیست تجهیزات برای تمرین ۱۸-۱)

۱-واحد تغذیه ۲۴ ولت مستقیم
۲-سویچ راه انداز **(SO)**
۳-شستی فشاری (سویچ معمولاً بسته)
۴-شستی فشاری (سویچ معمولاً باز)
۵-سویچ محدود کننده (معمولاً بسته)
۶-سویچ محدود کننده (معمولاً باز)
۷-رله
۸-رله زمانی با تأخیر **"NO"**
۹-رله زمانی با تأخیر **"Off"**
۱۰- سویچ فشار
۱۱- شیر سولفویید ۳/۲ طرفه، با برگشت فنری در حالت نورمال بسته
۱۲- شیر سولفویید ۵/۲ طرفه
۱۳- شیر سولفویید نوسانی ۵/۲ طرفه
۱۴- شیر سولفویید نوسانی ۵/۲ طرفه با سانترکننده فنری (در حالت سانتر)
۱۵- لامپ سیگنال ۱۶- سیلندر یک طرفه ۱۷- سیلندر دو طرفه
۱۸- شیر چک چوک (کنترل) ۱۹- فشار سنج **4**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
					1	1					1						1
1	1	2	3	3	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
										1			1		2	2	4
						1	1	3	1	2				1	2	2	2
					1	2	1	3	2	2	1	1	1	2	2	4	6
							1	1	1	1	1						
												1	1				
														1			
1																	
	1		1		1	2	1	3	2	3	1	1	2	1		2	3
		1		1											2		
				1				1									
								1			1						
1																	
	1	1	1	1	1	2	1	3	2	3	1	1	2	1	2	2	3
						1						2			2	2	3
														1			

جدول ۴- لیست تجهیزات برای تمرین ۱۸-۱

۲-۷ تمرینات: تمرین ۱:

صورت مسئله :

یک سیلندر یکطرفه قرار است کالاهای ضایعاتی را از تسمه نقاله کنار بزند. وقتیکه شستی فشاری **S1** بکار می‌افتد، سیلندر بطرف خارج حرکت می‌کند. پس از رها کردن شستی فشاری، سیلندر به حالت نورمال برمی‌گردد. دیاگرام اتصال پنوماتیک و دیاگرام سیم کشی را ترسیم نمایید یک مدار عملی طراحی کنید.

تجهیزات : یک سیلندر یک طرفه یک شیر سولفویید ۳/۲ طرفه (بابرگشت فنری) یک شستی فشاری (معمولاً باز) سویچ راه‌انداز واحد منبع تغذیه کابل اتصال

تمرین ۲: صورت مسئله:

پس از راه‌اندازی شستی فشاری **S1**، یک سیلندر دوطرفه یک شیرکشویی را باز خواهد کرد. پس از رها کردن شستی، سیلندر، شیرکشویی را می‌بندد. از یک شیر سولفوئید ۵/۲ طربه با برگشت فنری استفاده کنید.

دیاگرام اتصال پنوماتیک و دیاگرام سیم‌کشی شماتیک را رسم نمایید.

یک مدار عملی ترسیم نمایید.

تجهیزات: یک سیلندر دو طرفه - یک شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه (بابرگشت فنری) یک شستی فشاری (سویچ معمولاً باز) - یک سویچ راه‌انداز - کابل اتصال.

تمرین ۳: صورت مسئله:

یک دریچهٔ بزرگ بوسیله یک سیلندر دو طرفه باز و بسته می‌شود. از یک طرف دریچه، آنرا بوسیله شستی فشاری **S1** می‌توان آنرا باز کرد و از طرف دیگر می‌توان بوسیله **S2** دروازه را بست.

S1 - سیلندر را بطرف خارج حرکت می‌دهد.

S2 - سیلندر را به خارج حرکت می‌دهد.

از یک شیر ۵/۲ طرفه نوسانی استفاده کنید.

دیاگرام اتصال پنوماتیک و سیم‌کشی را ترسیم و یک مدارکاری طراحی نمایید.

تجهیزات : یک سیلندر دوطرفه - یک شیر ۵/۲ طرفه نوسانی ۲ شستی فشاری (معمولاً باز) - سویچ راه انداز - واحد تغذیه برق کابل اتصال.

تمرین ۴ – صورت مسئله :

کارتن‌های بزرگ قرار است بانوار چسب بسته بندی شوند. دستگاه کشویی برای فشار آوردن بر روی نوار چسب از یک سیلندر دو طرفه استفاده می‌کند.

شرایط : S1 – عملیات چسب‌کاری را انجام می‌دهد. **S2** – نوار چسب موجود در دستگاه **S3** – کارتن در حالت بسته بندی قرار دارد.

دیاگرام اتصال پنوماتیک و سیم کشی شماتیک را ترسیم نمایید. یک مدارکاری طرّاحی‌کنید.

تجهیزات : یک سیلندر دو طرفه – یک شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه (بابرگشت فنری) – سه شستی فشاری (سویچهای معمولاً باز) – سویچ راه‌انداز – یک واحد منبع تغذیه کابل اتصال.

تمرین ۵: صورت مسئله:

بوسیله یک سیلندر دو طرفه، عملیات فشار دادن قرار است انجام گیرد. عملیات برس‌کاری بوسیله **S1** شروع می‌شود. برگشت سیلندر می‌تواند از دو نقطه متفاوت بوسیله **S2 , S3** انجام گیرد.

دیاگرام اتصال پنوماتیک و سیم‌کشی شماتیک را رسم و یک مدار عملی طراحی نمایید.

تجهیزات: ۱- یک سیلندر دو طرفه ۲- یک عدد شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه ۳- سه عدد شستی فشاری (سویچهای معمولاً باز) ۴- سویچ راه‌انداز ۵- منبع تغذیه ۶-کابل اتصال .

تمرین ۶: شرح مسئله:

یک سیلندر دو طرفه عمل پرس کردن را امکان پذیر می‌سازد. با راه‌انداختن **S1** سیلندر به بیرون حرکت کرده و به همین حالت می‌ماند تا سویچ **S2** فشرده شود.
توجه ! از یک شیر سولفوییید ۵/۲ طرفه با برگشت فنری استفاده کنید. دیاگرام اتصال پنوماتیک و شماتیک سیم کشی را ترسیم نموده یک مدار قابل اجرا طراحی نمایید.

تجهیزات : ۱- یک سیلندر دو طرفه ۲- یک شیر سولفوییید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳- یک شستی فشاری (سویچ معمولاً بسته) ۴- یک شستی فشاری (سویچ معولاً باز) ۵- یک رله ۶- سویچ راه‌انداز ۷- واحد منبع تغذیه ۸- کابل اتصال

تمرین ۷- صورت مسئله :

سیلندر دو طرفه ارّه چوب بری را کنترل می‌کند. چوب بوسیله سیلندر**A** نگهداشته می‌شود و سیلندر **B** عمل ارّه کردن را انجام می‌دهد. در پیستون انتهایی سیلندر**A** بوسیله سویچ محدود کننده یک سیگنال می‌دهد.

دیاگرام مراحل سیر و اتصال پنوماتیک و شماتیک سیم‌کشی را ترسیم نمایید.یک مدار عملی طراحی کنید.

توجه ! در حالیکه عمل ارّه کاری صورت می‌گیرد سیلندر **B** باید به طرف بیرون حرکت کند.

تجهیزات : ۱- دو سیلندر دو طرفه ۲- دو شیر سولفویید ۵/۲ طرفه با برگشت فنری ۳- یک شیر کنترل یک طرفه ۴- یک سویچ محدود کننده (سویچ معمولاً باز) ۵- دو رله ۶- یک شستی فشاری (سویچ معمولاً بسته) ۷- یک شستی فشاری معمولاً باز ۸- سویچ راه‌انداز ۹- واحد تغذیه ۱۰- کابل اتصال.

تمرین ۸- صورت مسئله :

هنگام بکار انداختن شستی‌های فشار **S2,S1** و یا **S3** سیلندر دو طرفه به طرف بیرون حرکت می‌کند. حالت انتهایی سیلندر بوسیله سویچ محدود کننده سیگنال می‌شود. سیلندر در حالت انتهایی بوسیله رله زمانی به مدت ۱۵ ثانیه متوقف شده و سپس به حالت اول باز می‌گردد، دیاگرام اتصال پنوماتیک و شماتیک سیم‌کشی را رسم کنید. یک مدار عملی طراحی نمایید.

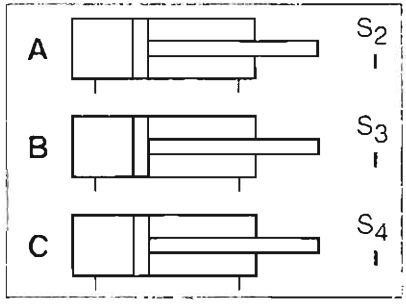
تجهیزات : ۱- سیلندر دو طرفه ۲- سویچ محدود کننده (معمولاً باز) ۳- شیر سولفوئید ۵/۲ (با برگشت فنری) ۴- ۳ شستی فشاری معمولاً باز ۵- یک رله زمانی (سویچ معمولاً بسته، روشن - تأخیر) ۶- یک رله ۷- سویچ راه‌انداز ۸- کابل اتصال

تمرین ۹: صورت مسئله:

سه سیلندر دو طرفه یکی بعد از دیگری، پس از رسیدن سیلندر قبل از خود به انتها، به خارج حرکت می‌کنند. یک لامپ چشمک زن حالت انتهایی هر یک از سیلندرها را مشخص می‌کند. پس از ۲۰ ثانیه، همهٔ سیلندرها بطور یکنواخت باز می‌گردند.

دیاگرام مراحل عبوری، اتصال پنوماتیک و سیم کشی را ترسیم نمایید. یک مدار عملی طراحی کنید.

تجهیزات: ۱- ۳ سیلندر دوطرفه ۲- ۳ شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳- ۳ سویچ محدودکننده معمولاًباز ۴- یک شستی فشاری معمولاً باز ۵- یک رله زمانی معمولاً بسته ("روشن"تأخیر) ۶- ۳ رله ۷- چراغ سیگنال ۸- سویچ راه‌انداز ۹- کابل اتصال



تمرین ۱۰: صورت مسئله:

دو سیلندر دوطرفه **(B,A)** بطور هم زمان پس از فشار شستی **S1** بطرف بیرون حرکت می‌کنند. وقتیکه حالت انتهایی توسط سویچ محدود کننده **S3** مخابره شد، سیلندر **A** بلافاصله بداخل حرکت خواهد کرد و سیلندر **B** پس از ۳۰ ثانیه. سویچ محدود کننده **S3** روی سیلندر **B** سوار است.

دیاگرام مراحل سیر، اتصال پنوماتیک و شماتیک سیم‌کش را رسم کنید. یک مدار عملی طراحی نمائید.

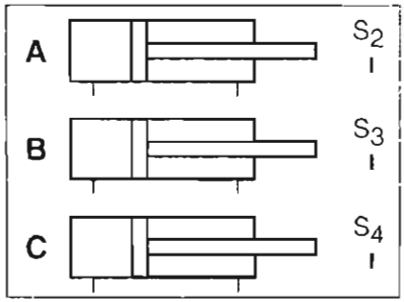
تجهیزات : ۱- ۲ سیلندر دوطرفه ۲- ۲ شیر سولفویید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳- یک سویچ محدود کننده (معمولاً باز) ۴- یک شستی فشاری (معمولاً باز) ۵-یک رله زمانی (معمولاً بسته، "روشن"- تأخیری) ۶- ۲ رله ۷- سویچ راه‌انداز ۸- کابل اتصال.

تمرین ۱۱: صورت مسئله:

سه سیلندر دو طرفه موجود است **(C,B,A)**؛وقتیکه سیلندر **A** پس از فشار شستی **S1** به انتها می‌رسد، سیلندر **B** بخارج حرکت می‌کند، وقتیکه سیلندر **B** به انتها رسید باید ۲۰ ثانیه دیگر بگذارد تا سیلندر **C** بطرف خارج حرکت نماید. وقتیکه سیلندر **C** نیز به انتها رسید، هر سه سیلندر با هم باز می‌گردند.

دیاگرام مسیر مرحله‌ای، اتصال پنوماتیک و شماتیک سیم‌کشی را ترسیم نمایید. یک مدار قابل کارکردن طراحی کنید.

تجهیزات : ۱- ۳ سیلندر دوطرفه ۲- ۳ شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳- ۲ سویچ محدود کننده معمولاً باز ۴- یک سویچ محدود کننده معمولاً بسته ۵-یک شستی فشاری (معمولاً باز) ۶- یک رله زمانی (سویچ معمولاً باز "روشن" تأخیری) ۷- ۲ رله ۸- سویچ راه‌انداز ۹- واحد منبع تغذیه ۸-کابل اتصال.



تمرین ۱۲: شرح مسئله:

در گاراژی بوسیله یک سیلندر دوطرفه بکار می‌افتد. وقتیکه شستی **S1** فشار داده می‌شود، یک چراغ سیگنال روشن می‌شود، ۳۰ ثانیه پس از راه‌اندازی، سیلندر (در) حرکت می‌کند (در مقابل یک استوپ ثابت). با شستی **S2**، در مجدداً بسته می‌شود.

دیاگرام اتصال پنوماتیک، شماتیک سیم‌کشی را رسم کنید. یک مدار عملی طرّاحی نمایید.

تجهیزات : ۱- یک سیلندر دوطرفه ۲۰- یک شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه (بابرگشت فنری) ۳- یک شستی فشاری (سویچ معمولاً بسته) ۴- یک شستی فشاری (سویچ معمولاً باز) ۵- یک رله زمانی (سویچ معمولاً بسته،"روشن"- تأخیری) ۶- یک رله ۷- لامپ سیگنال ۸- سویچ راه‌انداز ۹- واحد منبع تغذیه ۱۰-کابل اتصال.

تمرین ۱۳ – شرح مسئله :

بوسیله شستی‌های **S1** یا **S2** درب بزرگی توسط سیلندر دوطرفه باز می‌شود. اگر **S1** یا **S2** حذف شود، درب بجهت ایمنی به مدت ۳۰ ثانیه دیگر باز می‌ماند و مجدداً بطور اتوماتیک بسته می‌شود. درب باید با وسیله‌ای ملایم باز و بسته شود. دیاگرام اتصالات پنوماتیک و شماتیک سیم‌کشی را رسم نمایید. یک نقشه عملی طراحی کنید.

تجهیزات : ۱- یک سیلندر دوطرفه ۲- یک شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳- ۲ شیر چک چوک ۴- ۲ شستی فشاری (معمولاً باز) ۵- یک رله زمانی (سویچ معمولاً باز، "روشن"تأخیر) ۶- سویچ راه‌اندازی ۷- واحد منبع تغذیه ۸-کابل اتصال

مسئله ۱۴ – صورت مسئله :

پس از راه‌اندازی شستی **S1**، دو سیلندر دوطرفه **(B،A)** باید بطرف خارج حرکت کنند. پس از رسیدن به حالت انتهایی، سیلندر **A** بلافاصله برمی‌گردد ولی سیلندر **B** پس از ۱۵ ثانیه برمی‌گردد. سویچ محدود کننده **S2** در حالت انتهایی سیلندر **A** قرار دارد.

دیاگرام مراحل و مسیر و اتصالات پنوماتیک و شماتیک سیم‌کشی را رسم کنید. مدار عملی را طرّاحی کنید.

تجهیزات : ۱- ۲ سیلندر دوطرفه ۲- ۲ شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳- یک شستی فشاری (سویچ معمولاً باز) ۴- یک سویچ محدود کننده (سویچ معمولاً بسته) ۵- یک رله زمانی (سویچ معمولاً بسته،"خاموش"تأخیری) ۶- یک رله ۷- سویچ راه‌انداز ۸- واحد منبع تغذیه ۹- کابل اتصالی.

مسئله ۱۵ – صورت مسئله :

یک سیلندر دوطرفه از طریق شستی فشاری **S1** بخارج حرکت می‌کند. در حالت انتهایی، سیلندر یک سویچ محدود کننده **S2** را بکار می‌اندازد. برای اینکه عمل پرس کردن انجام گیرد، سیلندر باید فقط هنگامیکه فشار درطرف پیستون باندازه معینی رسید، بجای خود باز گردد.

دیاگرام اتصال پنوماتیک و شماتیک سیم‌کشی را ترسیم نمایید. یک مدار عملی طراحی کنید.

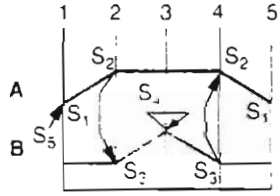
تجهیزات : ۱- سیلندر دوطرفه ۲- شیر سولفوئید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳-یک شستی فشاری (سویچ معمولاً باز) ۴- سویچ محدود کننده معمولاً باز ۵-۲رله.

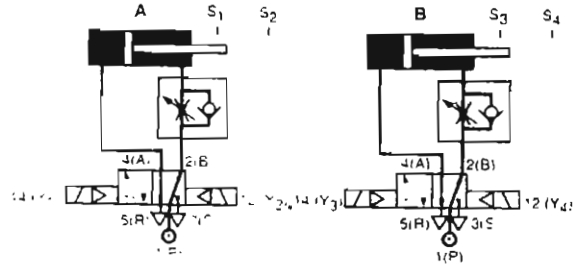
- یک ابزار اندازه گیر فشار (فشار سنج) - یک سویچ فشاری - سویچ راه‌انداز
- واحد منبع تغذیه - کابل اتصال.

تمرین ۱۶ – صورت مسئله :

دو سیلندر **(B,A)** در یک راه‌اندازی : دیاگرام مراحل مسیر و اتصال پنوماتیک داده شده است. دیاگرام شماتیک سیم‌کشی را رسم کنید. یک مدار عملی طرّاحی نمایید.

تجهیزات : ۱- دو سیلندر دوطرفه ۲- شیر سولفویید نوسانی ۵/۲ طرفه ۳-۴شیر چک چوک ۴- یک شستی فشاری (سویچ معمولاً باز) ۵- سویچ محدود کننده (سویچ معمولاً بسته) ۶- ۲ رله ۷- سویچ راه‌انداز ۸- واحد منبع تغذیه ۹-کابل اتصال.

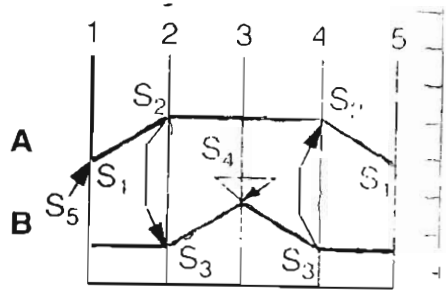


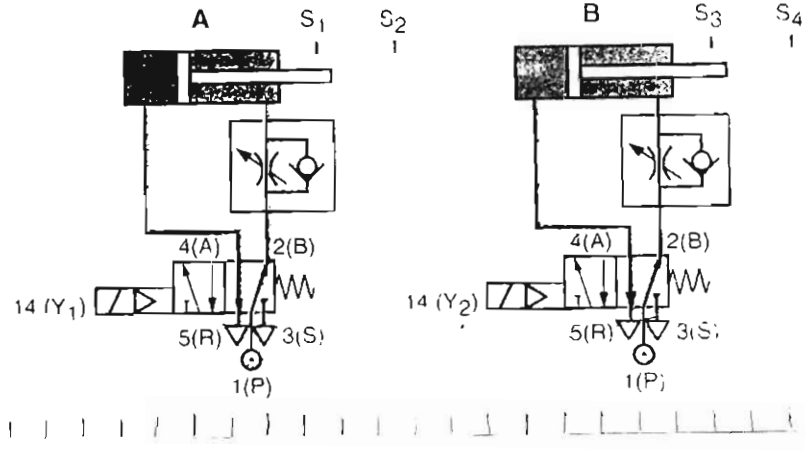


تمرین ۱۷ – صورت مسئله:

دیاگرام شماتیک سیم‌کشی را مطابق تمرین ۱۶ ترسیم نمایید. ولی توجه کنید که فقط شیرهای سولفویید ۵/۲طرف با برگشت فنری موجود است. (در مورد رله با توقف سرخود فکر کنید). یک مدار عملی طرّاحی نمایید.

تجهیزات: ۱- ۲ سیلندر دوطرفه ۲- ۲ شیر سولفویید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳- ۲ شیر چک چوک ۴- ۱ شستی فشاری (سویچ معمولاً باز) ۵- ۲ سویچ محدود کننده (سویچهای معمولاً بسته) ۶- ۲ سویچ محدود کننده معمولاً باز ۷- ۴ رله ۸-سویچ راه‌انداز ۹- واحد منبع تغذیه ۱۰-کابل اتصال.

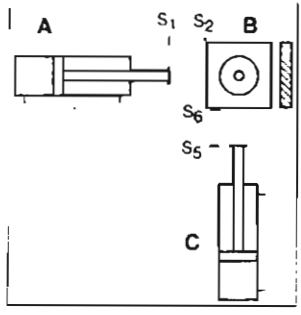


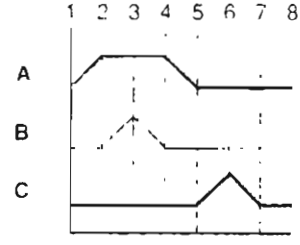


تمرین ۱۸ – صورت مسئله : یک ماشین استامپ بترتیب زیر ساخته شده است :

سیلندر **A** قطعه کار را می‌گیرد و سپس بوسیله سیلندر **B** استامپ می‌شود (نشان داده شده در نمای بالا) و سپس بوسیله سیلندر **C** خارج می‌گردد. مدار در نهایت از طریق شیر سولفویید با برگشت فنری ترسیم می‌شود. دیاگرام اتصال پنوماتیک و شماتیک سیم‌کشی را ترسیم نمایید. کارآیی سویچ محدودکننده را در دیاگرام مراحل عبوری نشان دهید. یک مدار عملی طراحی کنید.

تجهیزات : ۱- ۳ سیلندر دوطرفه ۲- ۳ شیر سولفویید ۵/۲ طرفه بابرگشت فنری ۳-۳ شیر چک چوک ۴- ۱ شستی فشاری معمولاً بسته ۵- ۲ شستی فشاری معمولاً باز ۶- ۴ سویچ محدودکننده معمولاً بسته ۷- ۲ سویچ محدودکننده معمولاً باز ۸-۶ رله ۹- سویچ راه‌انداز ۱۰- واحد منبع تغذیه ۱۱- کابل اتصال





۸- معرفی کنترل کننده‌های قابل برنامه ریزی (PLC) :

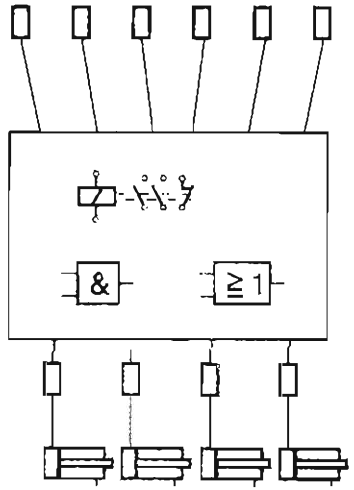
منظور از بکار بردن (PLC) : در یک سیستم الکتروپنوماتیک ما نه تنها با قطعات سیستم کاربردی روبرو می‌شویم، مثل شیرهای سولفوییدِ، سیلندرها و غیره، بلکه با بخش پردازش سیگنال نیز مواجه هستیم.

در یک سیستم، ما سیگنالها و پیام‌ها را از : سویچهای محدود کننده، سنسورها، سویچ ها، شستی‌های فشاری، سویچهای تقریبی و غیره دریافت می‌کنیم. این سیگنالها باید طبق دستور بهم مربوط باشند، مثلاً تا بتوانند شیر صحیح را به موقع در داخل سیستم بکار بیاندازند.
در فصلهای قبل، این ارتباط را بوسیله رله‌ها برقرار کردیم.

هر چه سیستمهای الکتروپنوماتیک بزرگتر می‌شوند، تعداد رله‌ها واجزاء منطقی لازم بیشتر می‌شود تا این ارتباطات حاصل شود.

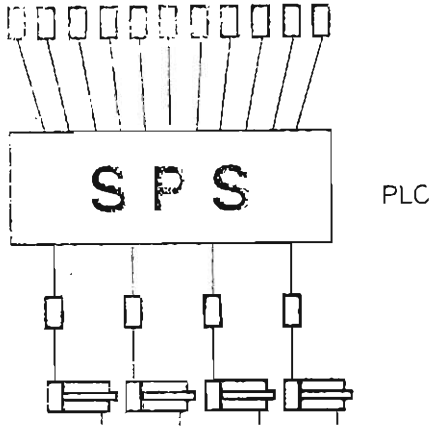
نه تنها هزینه بلکه فضای لازم در داخل کابینت‌های کنترل رل مهمی را ایفا می‌کنند. با در نظر گرفتن کارآیی، یک رله به نسبت فضای بزرگتری نیاز دارد.

ما اکنون با تصمیم گیری در مورد جایگزین کردن اجزاء کنترل کننده‌های قابل برنامه ریزی بجای رکن‌های منطقی معمولی و رله‌ها، روبرو هستیم.



شکل ۱۲۲- ترکیب عمومی سیستم الکتروپنوماتیک کوچک :

۱- سیستم‌های کوچک ۲- اجزاء کوچک ۳- سطح راه‌اندازی منطقی با رله‌ها و کنتاکتورها و غیره (تکنولوژی معمولی) ۴- قطعات راه‌انداز (شیرها) ۵- قطعات کاری

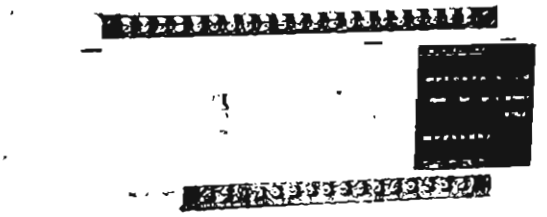


شکل ۱۲۳- ترکیب عمومی سیستم‌های الکتروپنوماتیک متوسط تا بزرگ :

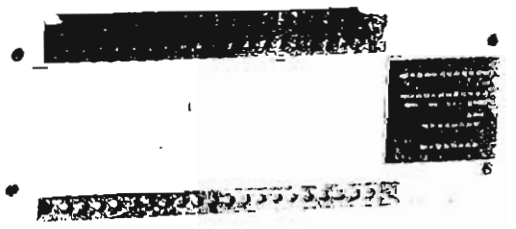
۱- سیستم‌های متوسط تا بزرگ ۲- اجزاء سیگنال ۳- PLC ۴- راه‌اندازها (شیرها) ۵- قطعات کاری.

PLC چه عملی را انجام می‌دهد؟ کنترل دنباله‌ها (ترتیب‌ها)

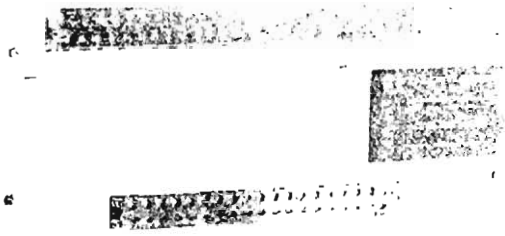
- پردازش بر مبنای ۲، ورودی دیجیتال یا آنالوگ و سیگنالهای خروجی برای اثر کردن در عملیات فنی، پردازش‌ها و دنباله‌ها
- کنترل نوبت برنامه در ترتیب صحیح با زمانبندی درست
- بررسی گیاهان
- بررسی درون گیاه مثل درجه حرارت، فشارها سطوح مالیات و غیره
- خروجی پیامهای مناسب یا شروع عکس العمل‌های لازم اگر مقادیر بیش از حد تعیین شده می‌باشد.
- ادغام **PLC** در ماشین‌های **CNC** جهت کنترل ترتیب‌ها در سطح پایین‌تر که در کنترل **CNC** وجود ندارند مثال : کنترل و بررسی قرار دادن قطعه کار و ایستگاههای پیاده کردن آنها.



شکل ۱۲۴- کنترل کننده قابل برنامه ریزی (MR/MT،PC-220)



شکل ۱۲۵- کنترل کننده قابل برنامه ریزی PC-240 (MR/MT)



شکل ۱۲۶- کنترل کننده قابل برنامه ریزی PC-260 (MR/MT)

8-2 طرح کلی یک PLC :

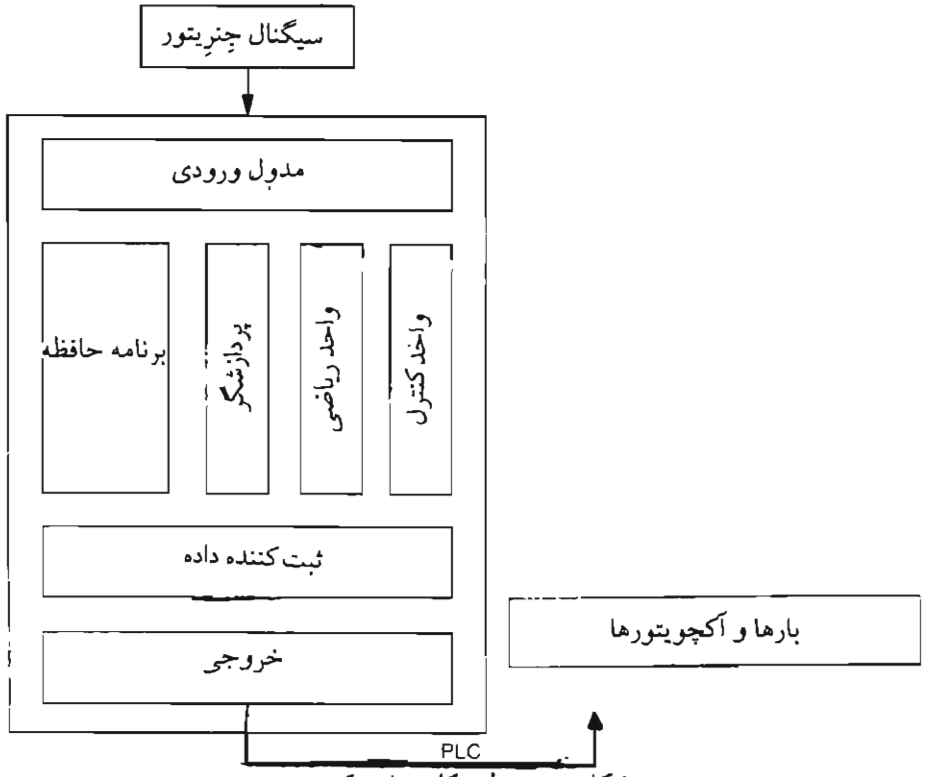
کنترل کننده‌های قابل برنامه‌ریزی عبارت از دستگاههای االکترونیک هستند که در آنها ترتیب‌های کنترل مورد نیاز، در یک حافظه برنامه‌ای ذخیره می‌شود. ترتیب‌های کنترل بصورت راهنمایی می‌باشند. ژنراتورهای سیگنال، بارها و راه اندازها بطور مستقیم به **PLC** وصل می‌شوند.

کنترل کننده قابل برنامه ریزی اصولاً از یک پردازشگر ساخته شده است (واحد کنترل یا کنترل کننده مرکزی) و همچنین از حافظه برنامه‌ای و مدولهای محیطی (مدولهای ورودی و خروجی) تشکیل یافته است.

برنامه کنترل توسط واحد برنامه ریزی در حافظه نوشته می‌شود. وقتیکه مشورت صورت گرفت، واحد برنامه ریز را می‌توان از کنترل جدا کرد.

اکنون برنامه بصورت خط به خط قابل خواندن پردازش می‌باشد و (بصورت سریال اجرا می‌شود). چون اجرای سریال برنامه در زمان بسیار کوتاهی انجام می‌گیرد، این عمل گری از بیرون محسوس نیست. یک دوره تکی در سراسر برنامه را سیکل می‌نامند. زمان لازم جهت انجام این عمل زمان سیکل گفته می‌شود.

زمان سیکل برای یک **PLC** با سرعت اجرای میانگین در حدود ۷ میلی ثانیه می‌باشد. (برای اندازه حافظه ۱۰۰۰ بیانیه).



شکل ۱۲۷- طرح کلی برای یک PLC:

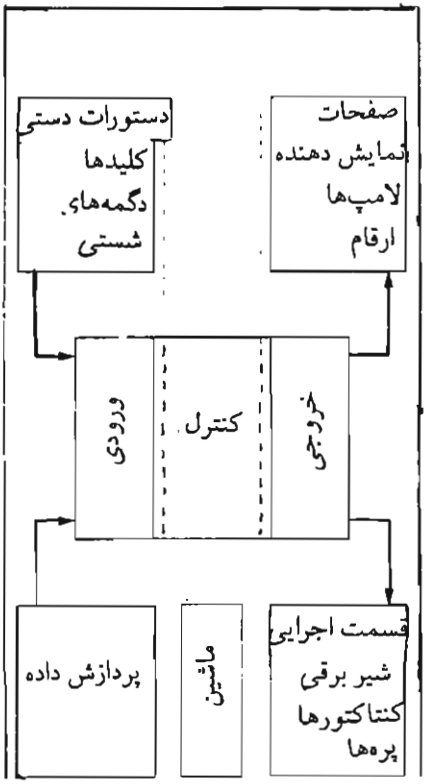
۱- سیگنال ژنراتور ۲- مدول ورودی ۳- حافظه برنامه‌ای ۴- پردازشگر ۵- واحد حسابگر ۶- واحد کنترل ۷-ثبت اعداد و ارقام ۸- واحد خروجی ۹- راه‌اندازها، بار.

8.2.1 طراحی منطقی یک PLC :

در سطح "ورودی" جابجایی فیزیکی سیگنالهای ورودی مختلف بهنگام دریافت آنها از ماشین و از سطح دستور دستی، صورت می‌گیرد.

سطح پردازشگری، سیگنال دریافت کرده در سطح ورودی را مطابق مشخصات برنامه داخلی (تایمرها، کنتورها، ثبات‌های اعداد و ارقام) مورد پردازش قرارمی‌دهد.

سطح خروجی (بازده) فرمان‌ها را از پردازشگر تحویل می‌دهد. بارها، نمایش‌ها کوپلینگ یا پره‌های موتور بکار می‌افتند.



شکل ۱۲۸- طراحی منطقی یک PLC :

۱- سطح ورودی ۲- فرمانهای دستی (سویچهای شستی‌ها) ۳- ورودی‌ها ۴- اعداد و ارقام پردازش (سویچهای محدودکننده - اتصالات - مونیتورها و غیره) ۵- سطح پردازش ۶-کنترل ۷- ماشین ۸- سطح خروجی ۹- نمایش‌ها : - لامپها - رقم‌ها ۱۰- خروجی‌ها ۱۱- اجرا (شیرهای سولفویید -کنتاکتورها - پرده‌ها USW.

8.2.2 طرح مکانیکی:

مثالهایی از طرح مکانیکی یک **PLC** بر اساس مدارک و اسناد مربوط به **PLC**که از طرف شرکت رکراس پنوماتیک ارائه شده است، استوار است. بیایید طرف ورودی یک **PLC** را بررسی کنیم :

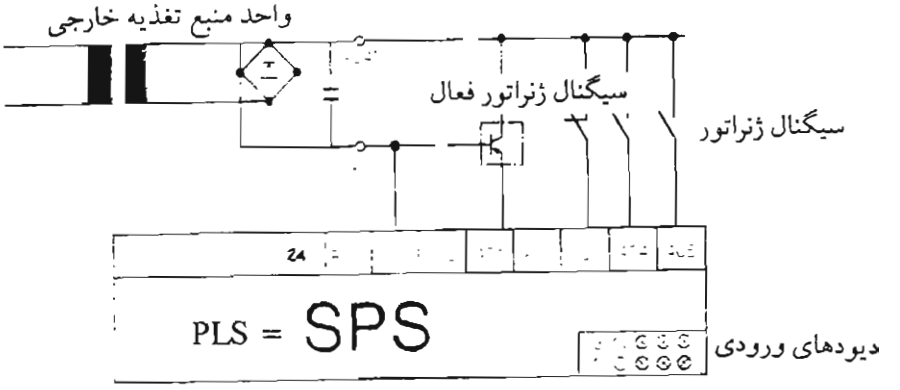
اگر یک سیگنال **"Yes"** وارد **PLC** بشود، مثلاً به یک شستی فشاری یا سویچ نیاز است که با برق کار کند.

در اینجا از منبع تغذیه **PLC** باید استفاده کرد ولی ولتاژ آن نباید از حد لازم تجاوز نماید (که نسبت به نوع دستگاه فرق می‌کند).

اگر شستی را فشار دهیم، یک ولتاژ مثبت به ورودی **PLC (I404)** می‌رسد و برای راه‌اندازی پردازش تعیین شده است بعنوان منطقی **"1"**

اعداد و ارقام از فرستنده‌ها یا کد دهنده‌ها در حالت مشابه وارد ورودی **PLC** می‌شود. تابلوی ورودی به اپتوکوپلر مجهز است تا ولتاژ مربوطه را از سیستم پردازش جدا کند. مقدار افزایش یافته جریان ورودی به اجزاء سیگنال ژنراتور فعال را در نظر بگیرید. اگر ورودی روی **"1"** تنظیم شده باشد، در صفحه **LED** نمایش داده می‌شود. این عمل اجازه می‌دهد که حالت فرستنده‌های سیگنال یا کد دهنده‌ها بتوانند روی **PLC** مشاهده شوند.

اگر جریان عبوری از فرستنده‌های سیگنال خیلی زیاد باشد، باید یک منبع تغذیه اضافی تأمین شود تا جریان لازم را بدهد.



شکل ۱۲۹- طرح مکانیکی

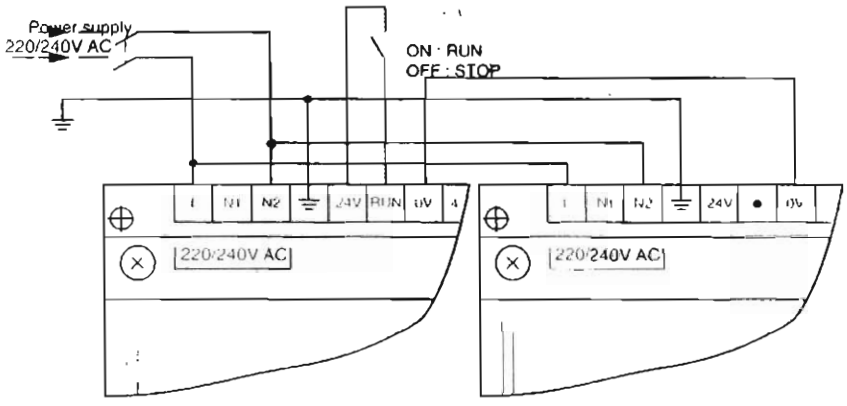
۱- واحد منبع تغذیه خارجی ۲- ژنراتور سیگنال فعال ۳- سیگنال ژنراتورها ۴- LED ورودی.

8.2.3 منبع تغذیه PLC :

به نسبت کاربرد و یا محل استفاده می‌توانیم از منبع ۲۲۰ ولت **AC** و یا ۲۴ ولت **DC** برای بکار انداختن **PLC** استفاده کنیم.

در طرف ورودی **PLC**، ترمینال **RUN** مشخص شده است. این ترمینال از طریق سویچی به ۲۴+ ولت **DC** وصل می‌شود. پس از راه‌اندازی سویچ، **PLC** در حالت مد **RUN** قرار می‌گیرد؛ یعنی پردازش ورودی و خروجی اعداد و ارقام و اجرای برنامه شروع می‌شود.

وقتیکه سویچ مجدداً باز شد، **PLC** بلافاصله پردازش را متوقف می‌کند.



شکل ۱۳۰- منبع تغذیه PLC.

8.2.4 شاخص‌های LED :

شاخص‌های LED جهت نمایش شرایط زیر روی PLC وصل شده‌اند :

LED قدرت : این **LED** هنگام وصل ولتاژ به **PLC** روشن می‌شود. اگر هنگام وصل ولتاژ **LED** روشن نشود، فیوز را باید کنترل کنید.

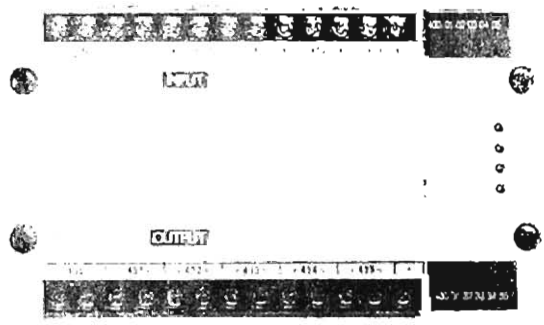
LED راه اندازی : به‌محض **RUN** ورودی راه‌اندازی شده این **LED** روشن می‌شود. البته در صورتیکه همه سیم‌کشی‌ها بطور صحیح انجام شده باشد.

LED باطری : اگر این **LED** روشن شود، باطری محافظ داخلی باید تعویض

شود در این صورت ولتاژ باطری به زیر ۲/۸ ولت رسیده است. منظور از کاربرد این باطری تأمین ولتاژ جهت حافظه‌های اعداد و ارقام و حافظه برنامه در صورت قطع جریان اصلی می‌باشد. این ولتاژ ضروری برای جلوگیری از پاک شدن حافظه می‌باشد.

برنامه – E ، CPUN:

اشکال و اشتباه برنامه و اشتباه **CPU** ، **LED** پردازش اشکال در داخل خود پردازشگر یا در برنامه را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳۱- تابلوی جلوی PLC با شاخص‌های LED

8.2.5 خروجی‌های PLC :

خروجی‌های **PLC** بصورت گروه چهارتایی جمع می‌شوند. یک اتصال **COM** یعنی معمول یا مشترک به هر گروه متعلق است و این توسط ولتاژ مثبت تأمین می‌شود.

اگر مدول خروجی یکی از ترمینالهای مربوطه جواب بدهد، ولتاژ مثبت داده شده به **COM** از طریق این خروجی به بار منتقل می‌شود.

امتیاز تقسیم به گروهها از این طریق این است که هر ترمینال **COM** با ولتاژ متفاوتی تغذیه می‌شود تا متناسب با کاربرد مربوطه باشد.

مثال :

COM 3 220 V AC

COM 4

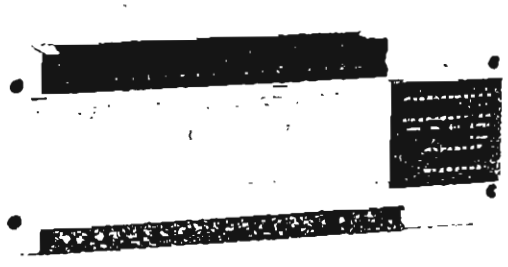
COM 5 - 24 VDC

COM 6 - 48 VDC

بخاطر داشته باشید که در اینجا مجموعه جریان عبوری از طریق هر یک از رله‌ها نباید تقریباً از ۲ آمپر تجاوز نماید. اگر بارها طوری بسته شده‌اند که به آمپر بیشتری نیاز است یک رله کمکی باید افزوده شود.

در اینجا باید اضافه کنیم یک شیر استاندارد سولفوئید ۵/۲ طرفه نوع ۷ فقط ۹۰ میلی آمپر شدت جریان نیاز دارد.

بنابراین بستن تعداد زیادی از این شیرها به گروه خروجی مسئله‌ای بوجود نمی‌آورد.



شکل ۱۳۲- دستگاه کنترل کننده قابل برنامه ریزی 240 MR/MT.

8.3 – واحد برنامه ریزی:

قبل از شروع به نوشتن یک برنامه، باید چگونگی برنامه دادن به حافظه **PLC** را بررسی نماییم. از میان بسیاری از دستگاههای ورودی، واحد برنامه ریزی قابل نصب، معمولی‌ترین است.

این واحدهای برنامه ریزی را به دستگاه کنترل نصب کرده و برنامه را جهت

برنامه ریزی مستقیماً از طریق کی‌بورد (صفحه کلیدها) به حافظه **PLC** تغذیه می‌کنند.

یک نمایش **LED** این امکان را می‌دهد که برنامه‌های داده شده به حافظه، همزمان در روی صفحه دیده شود.

عملیات مونیتور، وارد کردن و حذف فرمان‌ها و برنامه ریزی تایمرها و کنتورها در مد خارج از خط برای این واحدهای برنامه‌ریزی استاندارد هستند.

عملیات و کارآیی مونیتور :

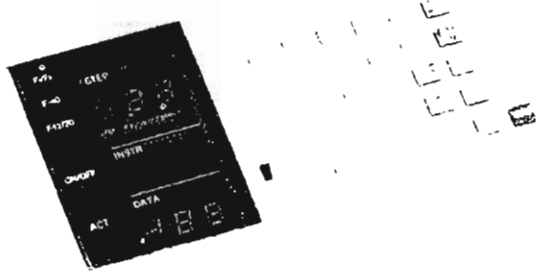
برنامه جاری فعال را می‌توان بوسیله واحد برنامه ریزی کنترل کرد.

مد خارج از خط :

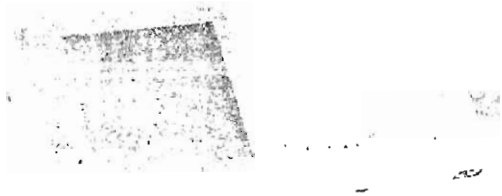
چون تغییرات و بهبخشی برنامه فقط در مد خارج خط امکان پذیراست، بنابراین باید برنامه فعال جاری را متوقف نمود.

اگر برنامه‌ها بطور محلی وارد نشوند، لازم نیست واحد برنامه ریزی در اندازه دستی باشد یعنی از سایر واحدها که راه‌اندازی آنها آسان‌تر است می‌توان استفاده نمود. واحدهای برنامه ریز غیر پرتابل مستقیماً به واحد کنترل قابل نصب نیستند و باید آنها را از طریق کابل مبدل به **PLC** وصل نمود.

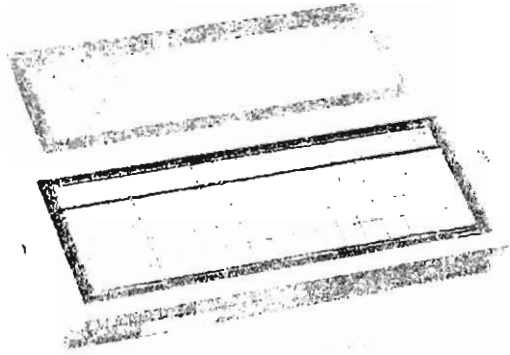
همه این واحدها دارای یک مونیتور هستند که می‌توان برنامه کابل را در روی آنها مشاهده کرد. در آغاز کارکردن با این واحدها ضروری به نظر نمی‌رسد.



شکل ۱۳۳- واحد برنامه ریزی دستی مدل PC 120 PE



شکل ۱۳۴- واحد برنامه‌ریزی دستی مدل GP 20 FE.



شکل ۱۳۵- واحد برنامه ریزی گرافیک مدل GP 80 FE.

۸-۴ عملکردهای منطقی:

در فصل ۷ (تمرینات) بکمک رله‌ها عملیات منطقی بسیاری انجام دادیم. یک **PLC** هم می‌تواند بکمک برنامه، عملیات منطقی انجام دهد. و این دارای امتیازات زیر می‌باشد :

- به سیم‌کشی رله‌ها نیازی نیست
- تعداد زیادی تابع‌های زمانی، کنتورها و غیره
- بهینه کردن برنامه بسرعت انجام می‌گیرد.

این امتیازات می‌توانند بوسیله دو مسئله مثالی بسرعت تصویر گردند.

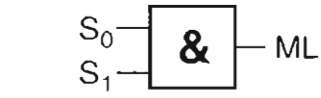
مسئله مثالی ۱ : ۱- یک لامپ سیگنال قرار است باز بودن دود را داخل اطاق بطور همزمان نشان دهد.

مسئله مثالی ۲ : ۲- یک لامپ سیگنال قرار است نشان دهد که یکی از دو در چه موقع باز است.

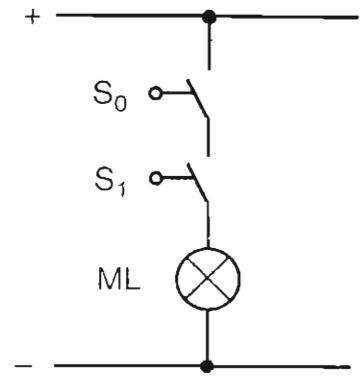
حل دو مسئله مثالی : منطق مربوط به مسئله‌هاو دیاگرامهای شماتیک را می‌توانید در تصاویر ملاحظه کنید. چنانکه می‌بینید، با سیم‌کشی معمولی کارآیی سویچهای محدود کننده **SO** و **S1** برای دو مسئله باید متفاوت باشند.

مسئله ۱ : کارکرد – **UND**

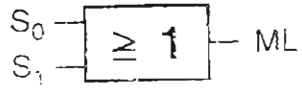
مسئله ۲ : کارکرد – **OR**



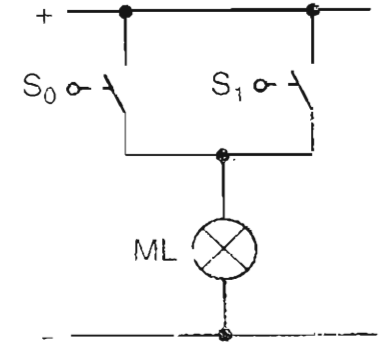
S_0	S_1	ML
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1



تصویر بالا : حل مسئله ۱ – تصویر زیر : حل مسئله ۲



S_0	S_1	ML
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1



اگر برنامه به یک اندازه دقیق رسیده باشد اشتباهات برنامه ریزی به نحو آسانی می‌تواند رخ دهد و این مسئله می‌تواند به صورت بهتری با واحدهای غیر قابل حمل تشخیص داده شود.

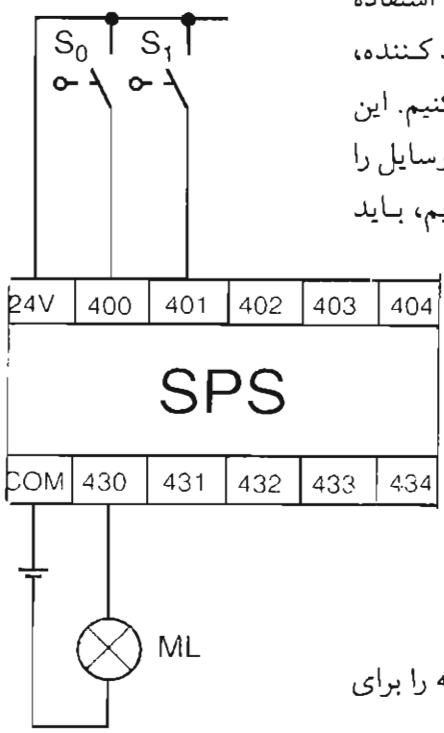
این واحدها برنامه ریزی، واحدهای برنامه ریزی گرافیک نامیده می‌شود.

شکل ۱۳۶- دستگاه برنامه نویس گرافیکی مدل A – 6 HPG

سومین مورد برنامه ریزی نرم افزاری طراحی شده در داخل یک نوع کامپیوتر شخصی استاندارد بکار برده می‌شود.

شکل ۱۳۷- کامپیوتر شخصی همراه با نرم افزار MEDOC

اگر برای حل هر دو مسئله از **PLC** استفاده کنیم، هنگام اتصال سویچ‌های محدود کننده، نباید فعلا راجع به کارکرد منطقی فکر کنیم. این عمل بوسیله برنامه انجام می‌گیرد. اگر وسایل را بـه ورودی یـا خـروجی **PLC** بـبندیم، بـاید مشخصات را قبلاً تعیین کنیم.



ورودی‌ها :

سویچ محدود کننده **SO ـ 400** ×

سویچ محدود کننده **S1 ـ 401** ×

خروجی‌ها :

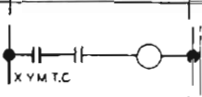
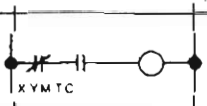
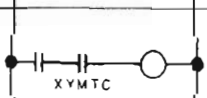
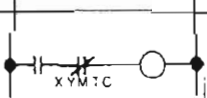
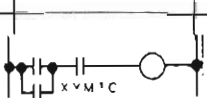
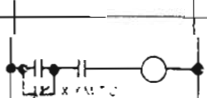
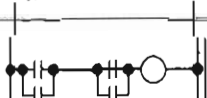
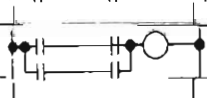
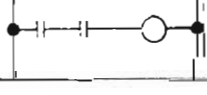
لامپهای سیگنال ـ **Y 430**

اکنون واحدها را وصل می‌کنیم و برنامه را برای دو مسئله می‌نویسیم.

شکل ۱۳۸ دیاگرام اتصال برای یک PLC

8.5 - برنامه‌ها:

برای اینکه برنامه‌ای را بنویسیم باید فرمانهایی را که بوسیله **PLC** قابل فـهم باشند، بدانیم. در جدول سمت چپ چند نمونه از فرمانهای مهم را می‌بینید، ولی این فرمانها برای فهم اساس موضوع کافی هستند.

شماره	کد	فرمان	کاربرد	توضیحات
1	LD	بار		بار : شروع کارکرد منطق (با کنتاکت معمولاً باز)
2	LDI	عکس‌بار		عکس بار : شروع کارکرد منطق با کنتاکت معمولاً بسته
3	AND	و		و – کارکرد با کنتاکت معمولاً باز مدار سری
4	ANI	و عکس		و عکس کارکرد با کنتاکت معمولاً بسته در مدار سری
5	OR	یا		یا کارکرد با کنتاکت معمولاً باز در مدار موازی
6	ORI	یابرعکس		یا برعکس کارکردبا کنتاکت معمولاً بسته در مدار موازی
7	ANB	وبلوک		و بلوک یا کارکرد فرمان کوپلینگ اتصال سری و کارکردهای موازی
8	ORB	یابلوک		یا بلوک – پایان کارکرد موازی
9	OUT	خروجی		خروجی : فرمان خروجی مطابق کارکرد منطقی

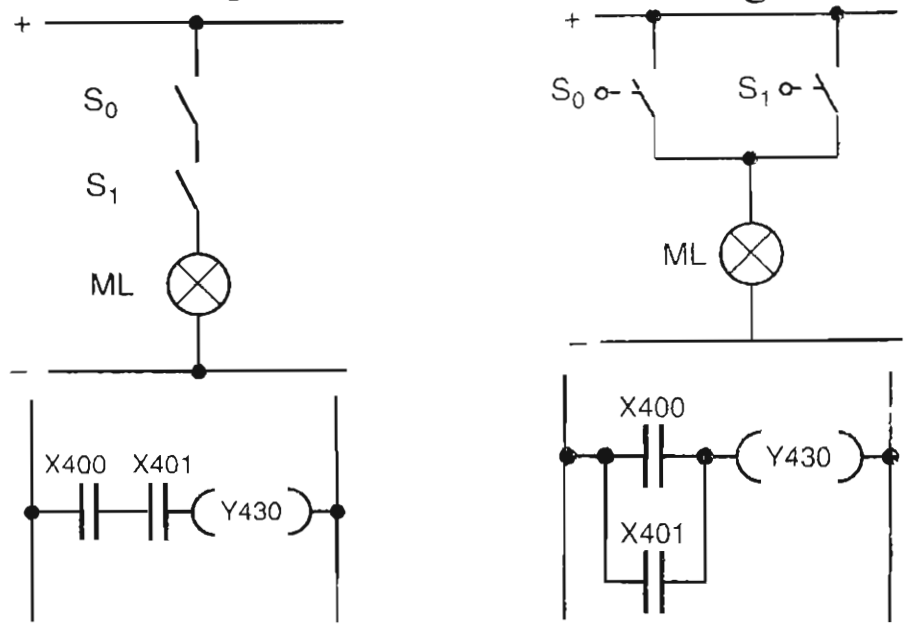
جدول ۸- برنامه نویسی.

سه راه معرفی برنامه وجود دارد:

۱- دیاگرام نردبانی ۲- لیست حالت ۳- دیاگرام منطقی.

8.5.1 دیاگرام نردبانی:

دو دیاگرام از سیم‌کشی شماتیک از تمرینات را برداشته و ۹۰ درجه در جهت عکس عقربه‌های ساعت می‌چرخانیم. سویچها و قطعات بوسیله اتصالات انتخابی **PLC** و انواع فرمانها تعویض می‌گردند. نتیجه برنامه نردبانی است.



شکل ۱۳۹- تبدیل دیاگرام‌های شماتیک سیم‌کشی به دیاگرام‌های نردبانی: ۱- برای مثال مسئله ۱ دیاگرام شماتیک سیم‌کشی ۲- دیاگرام نردبانی ۳- برای مثال مسئله ۲- دیاگرام سیم‌کشی ۳- دیاگرام نردبانی.

8.5.2 لیست حالت:

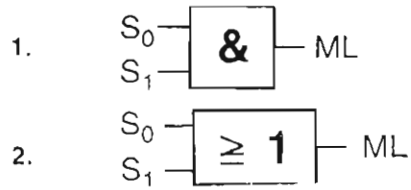
بیایید به دیاگرامهای کنتاکت برای مسئله‌های تشریحی نگاهی بیندازیم و آنها را از چپ به راست در شکل فرمان نوشته شده در بالای آنها بخوانیم. نتیجه یک لیست حالت است که می‌توان آنها را با استفاده از واحد برنامه‌ریزی در این شکل وارد کرد.

1.	LD	X	400
	AND	X	401
	OUT	Y	430
		.	
2.	LD	X	400
	OR	X	401
	OUT	Y	430

جدول ۹- لیست حالت‌ها

8.5.3 دیاگرام منطقی:

ما قبلاً با دیاگرام منطقی آشنا شده‌ایم. این دیاگرام کارکرد منطقی بهمراه مشخصات لازم برای دستگاهها را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴۰- دیاگرام منطقی

برای فهم بهتر، بیایید مسئله دیگری را حل کنیم. مسئله مثالی ۳: یک پنکه از دو نقطه در یک اتاق بوسیله سویچهای با فوریت مساوی بکار می‌افتد. ولی در شرایطی پنجره بسته است.

تعیین ورودی / خروجی :

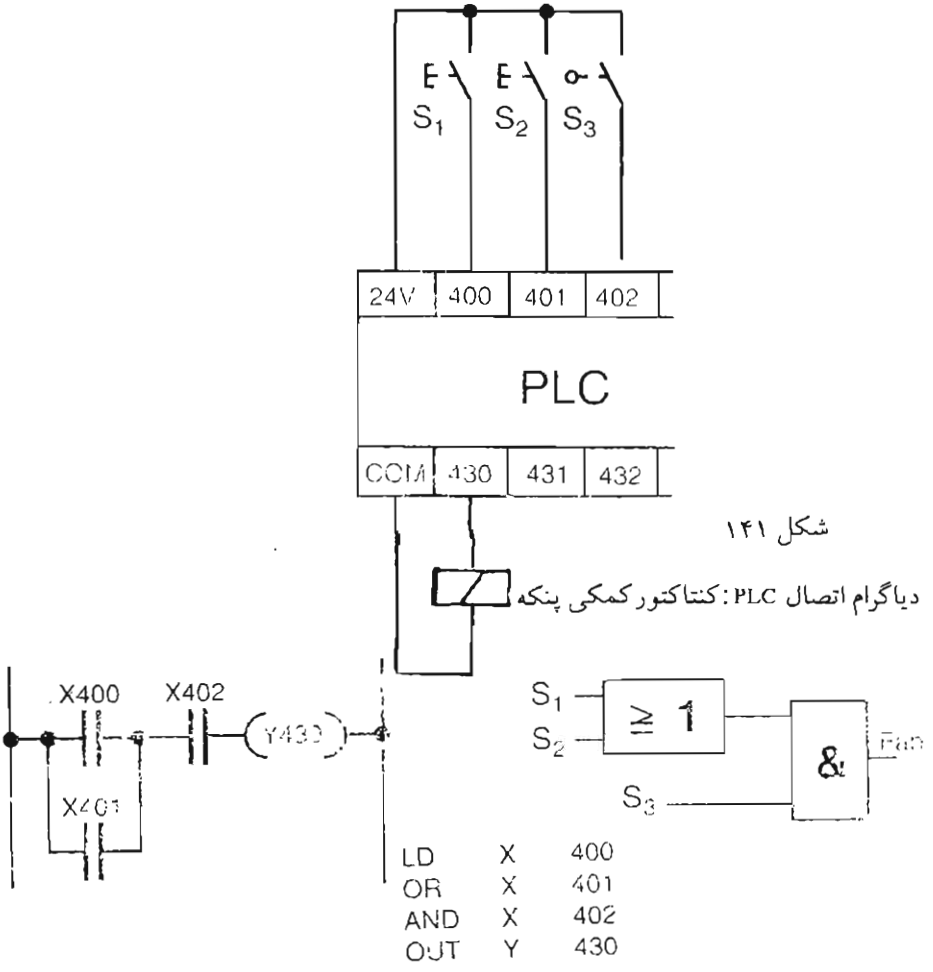
سویچ **S1** __ **X400**

سویچ **S2** __ **X401**

سویچ محدودکنندهٔ پنجره **S3** __ **X402**

پنکه __ **Y430**

پس از اتصال به **PLC**، ما ترسیم‌های زیر را انجام می‌دهیم : - دیاگرام نردبانی – لیست حالت - دیاگرام منطقی



شکل ۱۴۱

دیاگرام اتصال PLC: کنتاکتور کمکی پنکه

شکل ۱۴۲- دیاگرام نردبانی، لیست حالت و دیاگرام منطقی برای مسئله مثالی ۳-

۱- دیاگرام نردبانی ۲- لیست حالت ۳- دیاگرام منطقی

۱- نمایش استاندارد شده

۱-۱ : انواع محافظت برای تجهیزات مطابق استاندارد "DIN 40050"

مثال : حروف طبقه بندی شده ← IP 4 4

شماره اول مشخصه ←

شماره دوم مشخصه ←

اولین شمارهٔ مشخصه	توضیح	تشریح
۰	بدون محافظت	حفاظت مشخصی برای افراد در مقابل اتصال حادثه‌ای قطعاتی که دارای برق یا حرکت باشد، لازم نیست. حفاظت تجهیزات در مقابل تجمع ذرات خارجی جامد، لازم نیست.
۱	حفاظت در مقابل ذرات خارجی درشت	حفاظت در مقابل اتصال اتفاقی در روی سطح وسیعی از قطعات دارای برق و قطعاتی بداخل حرکت می‌کنند. حفاظت در مقابل تجمع ذرات خارجی با قطر بیش از ۵۰ میلیمتر.
۲	حفاظت در مقابل ذرات باندازه متوسط	حفاظت در مقابل تماس انگشتان با قطعات دارای برق یا قطعاتی که بداخل حرکت می‌کنند. حفاظت در مقابل تجمع ذرات جامد با قطر بیش از ۱۲ میلیمتر.
۳	حفاظت در مقابل ذرات ریز	حفاظت در مقابل تماس با قطعات دارای برق و قطعاتی که باابزار بداخل حرکت می‌کنند. شامل ابزار، سیم و غیره‌با قطر بیش از ۲/۵ میلیمتر. حفاظت در مقابل تجمع ذرات جامد خارجی با قطر بیش از ۲/۵ میلیمتر.

۴	حفاظت در مقابل ذرات خیلی ریز	حفاظت در مقابل تماس با قطعات دارای برق یا قطعات متحرک بداخل بوسیله ابزار، سیمها و غیره با قطری بیش از ۲/۵ میلیمتر. حفاظت در مقابل ذرات سخت خارجی با قطری بیش از ۱ میلیمتر.
۵	حفاظت در مقابل بقایای گرد و خاک	حفاظت کامل در مقابل اتصال با قطعات دارای برق یا قطعات متحرک بداخل. حفاظت در مقابل لایه‌های خطرآفرین گرد و خاک. جمع شدن گرد و خاک کاملاً محافظت نمی‌شود ولی ذرات نباید آنقدر باشند که باعث رکورد کار شود.
۶	حفاظت در مقابل تجمع گرد و خاک	حفاظت کامل در مقابل کنتاکت با قطعات دارای بارالکتریکی و قطعات متحرک بداخل حفاظت در مقابل تجمع گرد.

جدول ۱۰ – انواع حفاظت تجهیزات مطابق استاندارد "DIN4u 050"

مشخصه دومین عدد طبق استاندارد "DIN 40 050"

دومین عدد مشخصه	توضیح	تشریح
0	بدون حفاظت	حفاظت بخصوصی وجود ندارد.
۱	حفاظت در مقابل چکیدن قطرات آب بطور عمودی	قطرات آب که بطور عمودی چکند نباید اثر خراب کننده داشته باشد.
۲	حفاظت در مقابل ریزش قطرات آب تحت زاویه ۱۵درجه نسبت به عمود	ریزش قطرات آب از بالا تحت ۱۵درجه نسبت به عمود نباید اثر مخرب داشته باشد.
۳	حفاظت در مقابل پاشش آب بصورت اسپری	ریزش آب تحت زاویه بیش از ۶۰درجه نسبت به عمود نباید اثر مخرب داشته باشد.
۴	حفاظت در مقابل پاشش آب	پاشش آب در تمام جهات به تجهیزات نباید خطر آفرین یا مخرب باشد.
۵	حفاظت در مقابل آب شیلنگ	پاشش آب از یک نازل بطرف تجهیزات در تمام جهات نباید اثر خراب کننده داشته باشد.
۶	حفاظت در مقابل نفوذ آب	آب نباید به حدی به تجهیزاتی که در داخل آن قرار دارند نفوذ نماید که منجر به بروز خطر گردد.(تحت شرایط مشخص شده با فشار و زمان)
۷	حفاظت در مقابل نفوذ دائمی آب.	در صورتیکه تجهیزات در آب تحت فشار و زمان معین قرار گیرند نباید در حد خطرآفرین در آنها نفوذ کند.

عدد دوم مشخصه طبق استاندارد "DIN 40 050"

رقم دوم مشخصه	توضیح	تشریح
۰	بدون حفاظ	حفاظ ویژه‌ای ندارد
۱	حفاظت در مقابل چکّه آب بطور عمود	ریزش قطرات آب بطور عمود نباید اثر خراب کننده داشته باشد.
۲	حفاظت در مقابل ریزش قطرات آب تحت تا ۱۵ درجه نسبت به عمود	ریزش آب تحت تا ۱۵ درجه نسبت به عمود نباید اثر خراب کننده داشته باشد
۳	حفاظت در مقابل پاشش آب	ریزش قطرات تحت زاویه تا ۶۰درجه نسبت به عمود نباید اثر خراب‌کننده داشته باشد.
۴	حفاظت در مقابل پاشش آب	پاشش آب از همه جهات به تجهیزات نباید اثر تخریب داشته باشد.
۵	حفاظت در مقابل آب شیلنگ	پاشش آب از یک نازل بطرف دستگاهها نباید اثر خراب کننده داشته باشد.
۶	حفاظت در مقابل فرو رفتن در آب	اگر دستگاههادر شرایط معین از فشار و زمان در آب فرو روند، آب نباید به حدی در دستگاهها وارد شود که منجر به بروز خطر گردد.
۷	حفاظت در مقابل فرو رفتن مداوم در آب	اگر دستگاهها بطور مداوم وارد آب شوند در شرایط مشخص فشار و زمان نامعین آب نباید به حدی وارد دستگاه شود که خطر آفرین باشد.

جدول ۱۱- رقم دوم مشخصه انواع حفاظت‌ها

۲-۹ مشخص کردن انواع حفاظت‌ها بوسیله علائم مطابق استاندارد "VDE0710,0620"

انواع حفاظت	علامت	طیف حفاظت
پوشش		بدون حفاظ
ضد چکیدن		حفاظت در مقابل رطوبت شدید، بخارو قطرات آب که بطورعمود ریزش کند
ضد باران		حفاظت در مقابل ریزش قطرات آب تا ۳۰درجه انحراف نسبت به عمود وافق
ضد پاشش		حفاظت در مقابل ریزش قطرات آب درتمام‌جهات
ضد شیلنگ		حفاظت در مقابل پاشش آب در تمام جهات
ضد نفوذ آب		حفاظت در مقابل نفوذ آب بدون فشار
آب‌بندی در مقابل نفوذ آب تحت فشار		حفاظت در مقابل نفوذ آب تحت فشار
ضد گرد و خاک		حفاظت در مقابل گرد و خاک بدون فشار
آب‌بندی در مقابل نفوذ گرد و خاک تحت فشار		حفاظت در مقابل نفوذ گرد و خاک تحت فشار

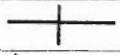
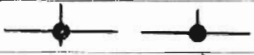
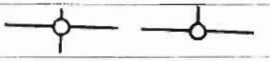
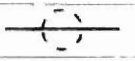
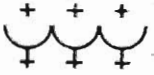
جدول ۱۲- مشخصه انواع حفاظت‌ها بوسیله سمبل طبق "VDE 0710,0620"

۳-۹ علائم ترسیمی برای قطعات الکترونیک (قطعات نیمه هادی) مطابق استاندارد DIN 40700:

۱- یکسو سازها، دیود	
۲- دیود زینر	
۳- پل دیود	
۴- دیود با خازن متغیر	
۵- دیود فتو (چشمی)	
۶- دیود نورانی (LED)	
۷- دیود، وابسته به حرارت	
۸- ترانزیستور مثبت PNP	
۹- ترانزیستور منفی NPN	
۱۰- فتو ترانزیستور PNP	
۱۱- تایریستور با کنترل کاتد	
۱۲- تایریستور با کنترل آنود	
۱۳- واریستور، دیاک	
۱۴- ترایاک	
۱۵- آمپلی فایر دلخواه	

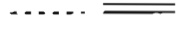
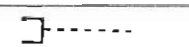
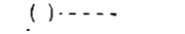
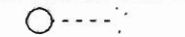
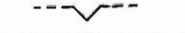
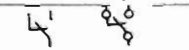
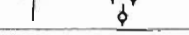
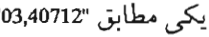
جدول ۱۳- سمبل‌های گرافیک برای قطعات الکترونیک (نیمه هادی‌ها).

۴-۹ سمبل‌های گرافیک برای هادی‌ها و اتصالات کابل‌ها و اتصالات الکتریکی مطابق استانداردهای " DIN 40711,40712,4713 "

۱- هادی‌ها بطور عموم	
۲- هادی‌ها قابل انعطاف	
۳- هادی، نصب شده بطور دلخواه	
۴- اتصالات حفاظ دار برای (زمین)	
۵- تقاطع خطوط هادی	
۶- اتصال تقاطع	
۷- اتصال خطوط قابل جداکردن	
۸- هادی در مسیر از درون پوسته	
۹- هادی زره وار	
۱۰- اتصال زمین (شاسی) بطور کلی	
۱۱- اتصال برای هادی محافظ	
۱۲- قاب (چهار چوب)	
۱۳- پین درپوش	
۱۴- پلاگ سوکت	
۱۵- اتصال فیش (ورودی)	
۱۶- اتصالات فیش چند تایی	
۱۷- قطعات ترمینال مدولار،نوارترمینال	
۱۸- نقطه اتصال قابل جداکردن	
۱۹- جعبه تقسیم	

جدول ۱۴- علائم گرافیک هادی‌ها

۵-۹ سمبل‌های گرافیک برای سویچهای الکتریکی و فرعی‌ها مطابق استانداردهای DIN 40703 , 40712

۱- خط اتصال مکانیکی	
۲- راه‌انداز دستی، عمومی	
۳- راه‌اندازی با فشار دادن	
۴- راه اندازی با کشیدن	
۵- راه اندازی با تنظیم کردن	
۶- پدال	
۷- راه اندازی با دست و قابل برداشتن مثل (کلید)	
۸- مکانیکی (بطور کلی)	
۹- انتها	
۱۰- قفل در یک جهت	
۱۱- قطعه سویچ روشن (معمولاً باز)	
۱۲- قطعه سویچ خاموش (معمولاً بسته)	
۱۳- اتصال تبدیل	
۱۴- اتصال دوطرفه معمولاً باز	
۱۵- جهت حرکت	

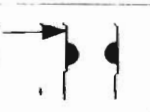
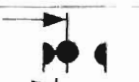
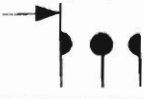
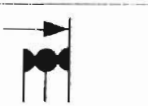
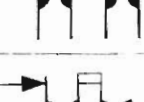
جدول ۱۵- علائم ترسیم برای سویچها و اتصال الکتریکی مطابق "DIN 40703,40712"

۶-۹ علائم ترسیمی راه اندازها و کنتاکتورهای الکتریکی مطابق DIN 40713

۱- راه‌انداز الکترو مغناطیس بطور کلی	
۲- راه انداز با یک بوبین (سیم‌پیچ)	
۳- راه انداز با سیم پیچ مرکب دوتایی	
۴- راه‌انداز با دو سیم پیچ غیرهم جهت	
۵- پیستون با مکانیزم الکتریکی	
۶- راه انداز با قطع تأخیری	
۷- رله پس مانده مغناطیسی، رله دندانه‌دار	
۸- رله حرارتی	
۹- رله قطبی	
۱۰- رله چشمک زن	
۱۱- رله شیار دار، رله جریان	

جدول ۱۶- سمبل‌های گرافیک برای راه اندازها طبق استاندارد "DIN 40 713"

۷-۹گروه فنرهای اتصال برای رله‌ها:

۱- اتصال معمولاً باز		
۲- اتصال معمولاً بسته		
۳- اتصال تبدیل		
۴- اتصال دوتایی معمولاً باز		
۵- اتصال دوتایی معمولاً بسته		
۶- اتصال تبدیل نوبتی		
۷- اتصال دوبل معمولاً باز		
۸- اتصال دوبل نوبتی معمولاً باز		

شکل تابلوی ۱۷- گروه فنرهای اتصال برای رله‌ها

۸-۹ مشخصه تجهیزات الکتریکی مطابق استاندارد "DIN 40719"

A	دستگاههای اصلی و فرعی
B	کنورتورها (الکتریکی و غیر الکتریکی)
C	خازنها
D	دستگاههای برمبنای ۲ و دیجیتال و اعضای سویچ‌کننده
E	متفرقه
F	تجهیزات حفاظتی
G	منابع تغذیه
H	دستگاههای سیگنال
K	کنتاکتورها و رله‌ها
L	القاء
M	موتورها
N	آمپلی فایرها و کنترل کننده‌ها
P	ابزارهای اندازه گیری
Q	دستگاههای سویچ الکتریکی
R	مقاومتها
S	سویچها، سلکتورها و ژنراتورهای سیگنال
T	ترانسفورمرها
V	لامپها سوپاپها و نیمه هادی‌ها
X	ترمینالها، اتصال دهنده‌ها و جعبه‌ها (تقسیم و غیره)
Y	دستگاههای مکانیکی با راه اندازها

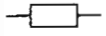
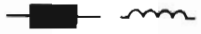
جدول ۱۸- مشخصه‌های تجهیزات الکتریکی

۹-۹ علائم گرافیک برای قطعات الکتریکی و کنورتورها:

۱- کنورتورها بطور عموم	
۲- مبدل‌های فشار	
۳- شاخص کشش و تنش	
۴- رئوستا	
۵- ترمومتر مقاومتی	
۶- ترمومتر	
۷- سنسور القایی	
۸- سنسور خازنی	
۹- سنسور پیزو الکتریک	

جدول ۱۹- علائم نقشه‌ها برای قطعات الکتریکی و کنورتورها

۱۰-۹ علائم گرافیک برای دستگاههای الکتریکی و دستگاههای سیگنال:

۱- ریزیستور (مقاومت)	
۲- مقاومت با اتصال لغزنده	
۳- سیم پیچ، القاء	
۴- خازنها، ظرفیت	
۵- خازن دارای قطب	
۶- قطعه برقی	
۷- چراغ پیلوت	
۸- شاخص آنالوگ، شاخص چشمی	
۹- آژیر	
۱۰- بوق	
۱۱- دستگاه اندازه‌گیر (بطور عموم)	
۱۲- دستگاه ضبط	

جدول ۲۰- علائم نقشه مدار مربوط به دستگاههای الکتریکی‌وسیگنال

جواب سئوالات مربوط به فصل ۱

۱- اجزاء اتم : ۱-پروتونها ۲-نوترونها ۳-الکترونها

۲- شارژ مثبت یعنی : کمبود الکترون

شارژ منفی یعنی : زیادی الکترونها

۳- هم نام ، هم نام

۴ :

۱- با تجزیه الکترولیت

۲- بوسیله القاء

۳- بوسیله حرارت

۴- بوسیله نور

۵- با تغییر کریستالها

۵ : الکترونها

۶ : الکترونها

۷- قطب منفی به قطب مثبت

۸- در جهت متناوب

۹- جریان مستقیم و متناوب

۱۰- مقاومت

۱۱- ٪

۱۲- $\frac{m}{\Omega mm2}$

۱۳- $R = \frac{l}{x.A}$

۱۴- ۱- ولتاژ ۲- مقاومت

۱۵- $R = \frac{U}{I}$

۱۶- $P=U.I$

۱۷- وات متر

۱۸- میدان مغناطیسی

۱۹- فلوی مغناطیسی یک کوئیل

۲۰- به میدان مغناطیسی کشیده می‌شود.
۲۱- مسدود کند
۲۲- ذخیره کند
۲۳- مقاومت

جوابهای مربوط به سئوالات فصل ۲:

۲۴- **VDE 0100**
۲۵- ۶۵ ولت و بیشتر
۲۶- **VDE 0113**
۲۷- بالاتر از ۶۵ ولت
۲۸- نیست
۲۹- **IP 22** حفاظت در مقابل ذرات با اندازه متوسط
۳۰- **IP 55** حفاظت در مقابل آب شیلنگ
ضد باران
ضد آب

جوابهای مربوط به سئوالات فصل ۳:

۳۰- سویچ بستن مدار : اتصال معمولاً باز
سویچ باز کننده مدار: اتصال معمولاً بسته
سویچ دو راهه : اتصال تبدیل

۳۱- هادی بطور عموم
- اتصال زمین بطور عموم
- اتصال خطوط
- اتصال شاسی
- سوکت اتصال
- جعبه تقسیم

۳۲- سویچ‌های با راه انداز الکترو مغناطیس فشار قوی
۳۳- سویچ‌های با راه انداز الکترو مغناطیس با فشار ضعیف
۳۴- حالت تخلیه (بدون برق)

۳۵- طلا، پلاتین، نقره، آلیاژها

۳۶- رله‌های تخت، رله‌های گرد

۳۷- راه اندازی با دست (بطور کلی)

- راه اندازی با فشار دادن
- راه اندازی با کشیدن
- راه اندازی با چرخاندن

۳۸- محرک با یک سیم پیچ، محرک با دو سیم پیچ مرکب، پیستون با مکانیزم الکتریکی و رله چشمک زن

۳۹- **T** = ترانس **S** = سویچ **R** = مقاومت **P** = دستگاه اندازه‌گیر

M = موتور **K** = کنتاکتور **G** = منبع تغذیه **C** = خازن

L = القاء **x** = ترمینال.

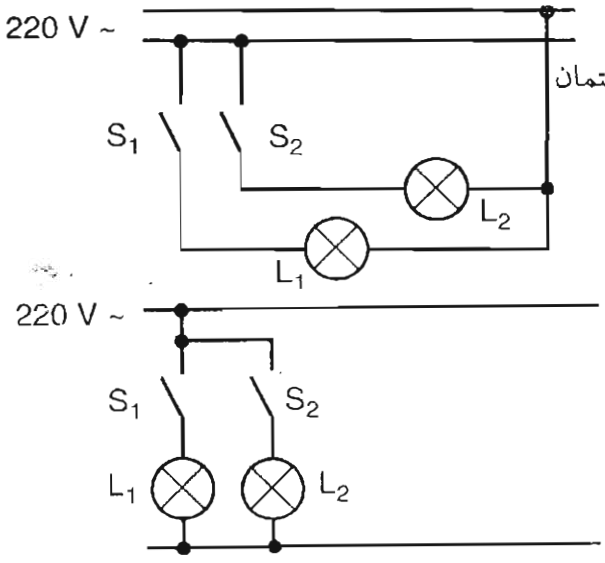
۴۰- برای کنترل و مونیتور کردن

۴۱- دیاگرام شماتیک ۴۲- دیاگرام انجام کار

دیاگرام کارکرد دیاگرام سیم‌کشی (شماتیک)

دیاگرام طرح

دیاگرام ساختمان



شکل

جواب سئوالات مربوط به فصل ۴:

۴۳- مقدار حقیقی مقدار فرمان

۴۴- باید پایین آورده شود.

۴۵- پایین آوردن بوسیله محفظه هوا پایین آوردن بوسیله جریان ادی

۴۶- قطعه متحرک بوسیله کویل و مغناطیس دائم.

- قطعه اندازه‌گیر با آهن متحرک - قطعه الکترواستاتیک
- قابل استفاده بطور عمود
- قابل استفاده بطور افقی
- تست ولتاژ بزرگتر از ۵۰۰ ولت

۴۷- جریان - ولتاژ، حرارت، وزن، سطوح پرکردن و سرعت

۴۸- دستگاههای سیگنال با راه انداز مکانیکی

دستگاههای سیگنال القایی

دستگاههای سیگنال خازنی

دستگاههای سیگنال چشمی

۴۹- سویچ محدود کننده معمولاً باز اهرم غلتکی

- سویچ محدود کننده معمولاً بسته اهرم تحریک شده.

۵۰- اصول کنتاکت صفحه‌ای

۵۱- سویچ نزدیک هم القایی

۵۲- فلز

۵۳- اوسیلاتور

فیلیپ فلاپ

آمپلی فایر

۵۴- بلی

۵۵- > 1

۵۶- بنزین - آب - مواد گرانول - روغن - آرد - شکر و غیره

۵۷- فرستنده - گیرنده

۵۸- ۱- محافظ نور با گیرنده و فرستنده جداگانه

۲- محافظ انعکاس نور با گیرنده و فرستنده در یک محفظه با رفلکتور جداگانه.

۳- سویچ انعکاس نور با گیرنده و فرستنده در یک محفظه مشترک با شیئی که بصورت رفلکتور عمل می‌کند.

۵۹- دیود با خروج نور (LED)

۶۰- فتو ترانزیستور

۶۱- مبدل فشار

ترمیستور

مبدل القایی

مبدل خازنی

خازن

دستگاه سیگنال نور

بوق

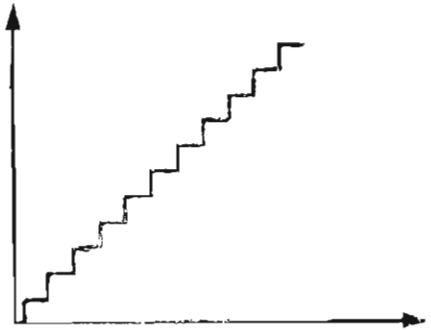
دستگاه اندازه گیر

شکل

جوابهای مربوط به سئوالات فصل ۵:

۶۲- نقشه

۶۳- نقشه



۶۴- سیگنال بر مبنای ۲

۶۵- ۲۳۱ = ۱۱۱۰۰۱۱۱

۹۷ = ۱۱۰۰۰۰۱

۱۲۳ = ۱۱۱۱۰۱۱

-۶۶

E1	A1
0	0
1	1

-۶۷

E1	E2	A1
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

-۶۸

E1	E2	A1
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

جواب سئوالات تست مربوط به فصل ۶:

۶۹- یک سیگنال ولتاژ

۷۰- کویل

۷۱- یک شیر عروسکی ۲- شیر قرقره‌ای

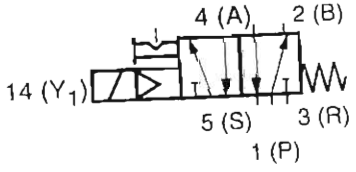
۷۲- یک شیر معمولاً بسته ۲- شیر معمولاً باز

۷۳- اوررایدِ دستی این امکان را می‌دهد که سرویس کننده شیر را بدون جریان هنگام قطع شدن برق، بتواند خط را راه اندازی کند.

۷۴- شیر پیلوت از دو شیر تشکیل یافته است. در نیمه پایینی یک شیر ۳/۲ طرفه با راه انداز هوا از نوع قرقره‌ای و در نیمه فوقانی یک شیر ۳/۲ طرفه شیر سولفوییدِ عروسکی وجود دارد.

فشار منبع در نشیمن شیر سولفوییدِ ۳/۲ طرفه اعمال می‌گردد (از طریق کانال واقع در محفظه شیر قرقره‌ای). وقتیکه سولفوییدِ بکار می‌افتد، نشیمن بازنده و فشار اعمال شده شیر قرقره‌ای را بکار می‌اندازد.

۷۵- نقشه زیر



۷۶- **3 (R1) : (1) (P2)**

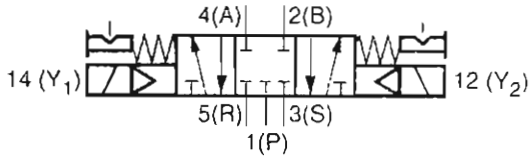
1 (P1) : (3) (R2)

۷۷- اگر قرار باشد سوپاپی با فشار پایین بکار افتد (مثلاً ۱ بار)، فشار برای راه انداختن شیر قرقره‌ای کافی نیست، زیرا بوسیله اصطکاک نگهداشته شده است. یک شیر پیلوت می‌تواند مشکل را برطرف نماید. خط فشار به واحد کنترل پیلوت فشار بیشتری از طریق دریچه هوای فشرده اعمال می‌نماید، تا پیستون عمل کند.

۷۸- فنر مکانیکی، فنر هوای داخلی و پنوماتیک و الکترو مغناطیس

۷۹- در حالت آخر خود قرار می‌گیرد.

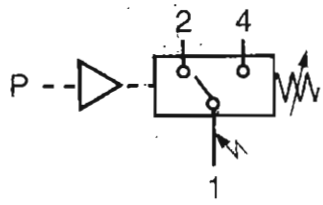
۸۰- نقشه زیر .....



۸۱- سوار شده درمانی فولد

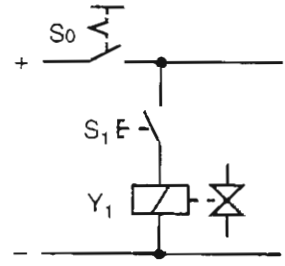
۸۲- هدف **"DIN ISO 5599"** اجازه می‌دهد که در صورت نیاز به تعمیر، بدون توجه به ساخت، سوپاپها را با بازکردن پیچهای نگهدارنده تعویض نماید.

۸۳- نقشه زیر .....

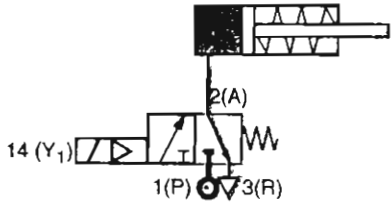


جواب تمرینات :

تمرین ۱ :

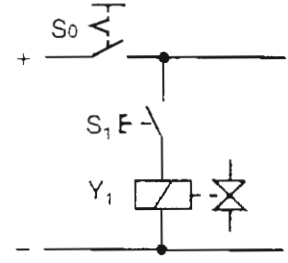


شماتیک سیم کشی

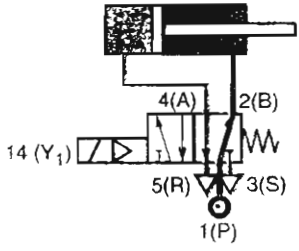


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

تمرین ۲

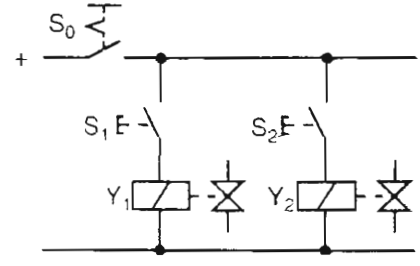


شماتیک سیم کشی

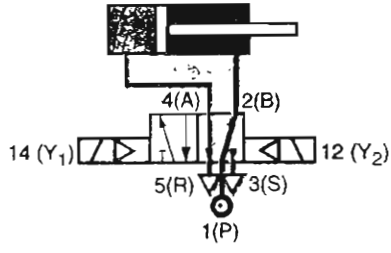


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

تمرین ۳

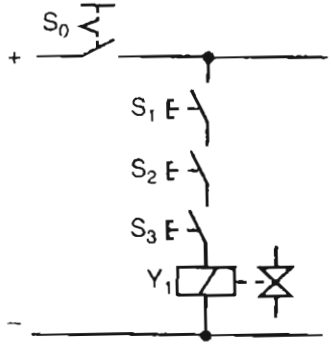


شماتیک سیم کشی

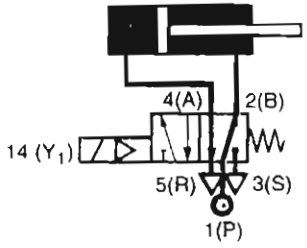


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

جواب تمرین ۴:

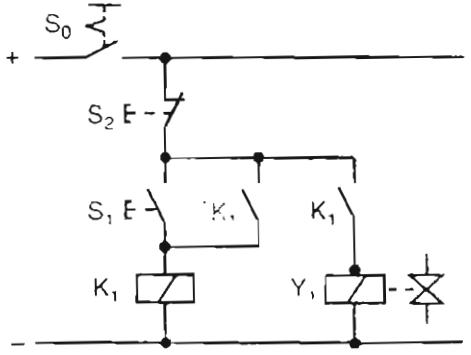


شماتیک سیم کشی

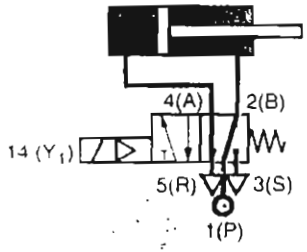


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

تمرین ۵

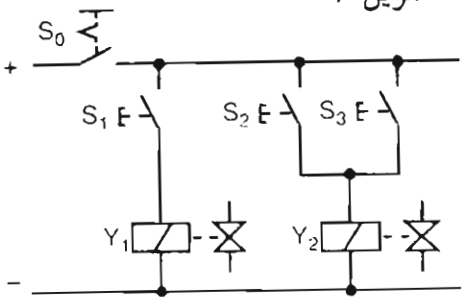


شماتیک سیم کشی

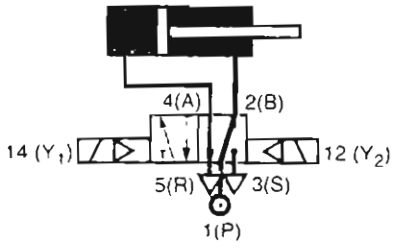


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

تمرین ۶

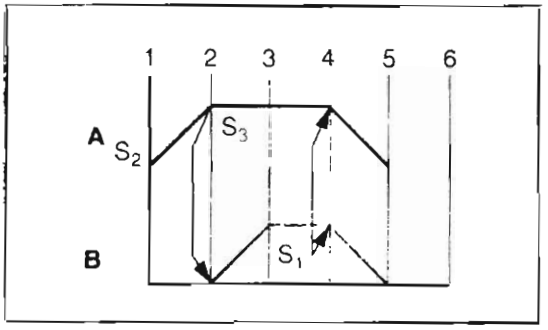


شماتیک سیم کشی

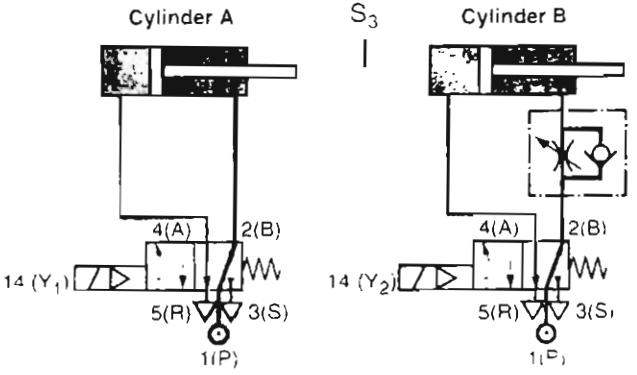


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

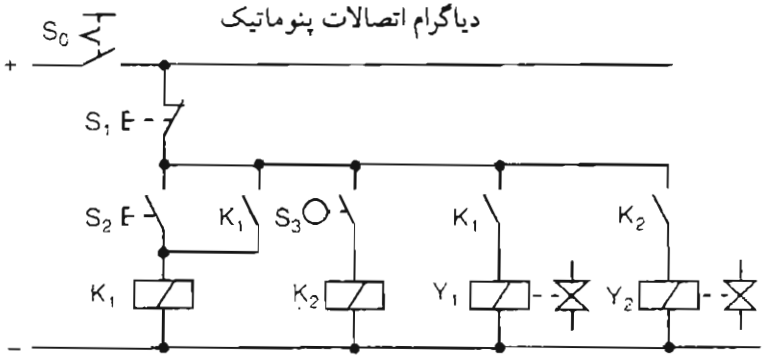
جواب تمرین ۷:



دیاگرام مسیر / مرحله

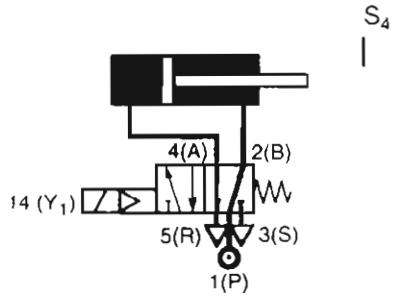


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

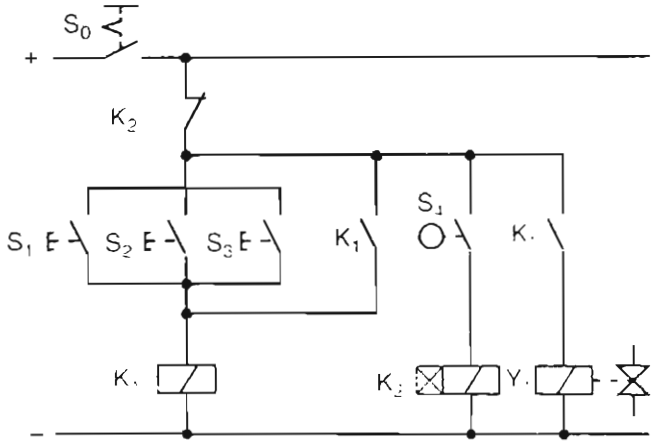


شماتیک سیم کشی

جواب تمرین ۸:

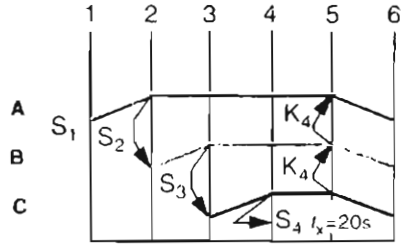


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

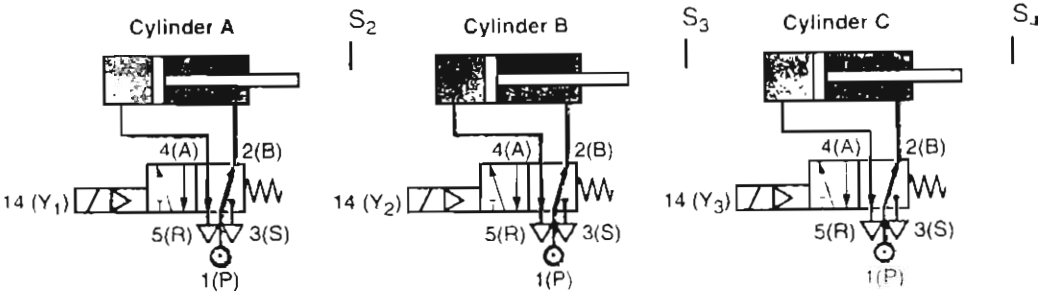


دیاگرام سیم کشی

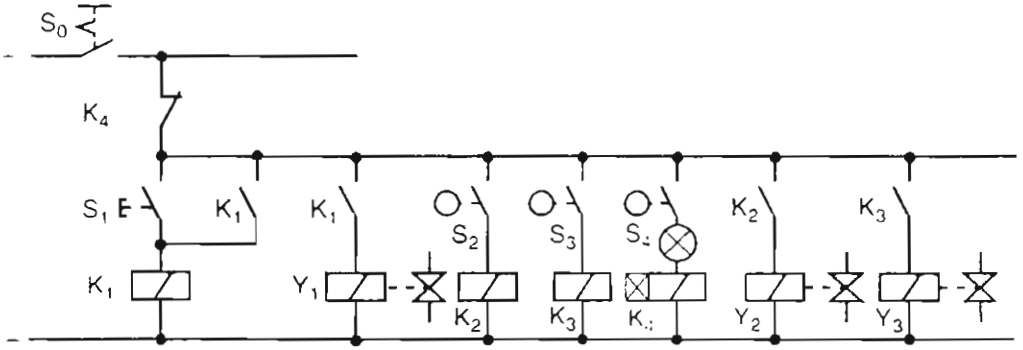
جواب تمرین ۹:



دیاگرام مسیر / مرحله

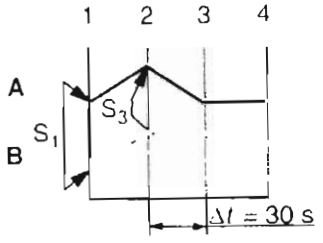


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

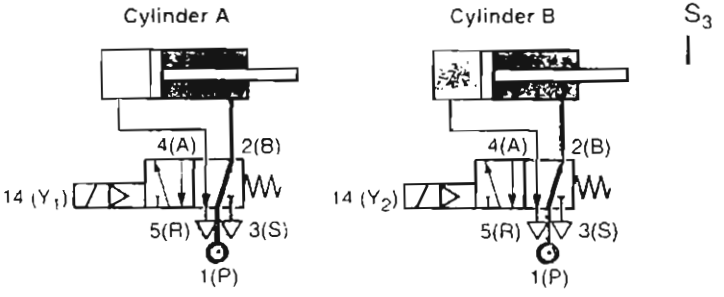


سیم کشی دیاگرام

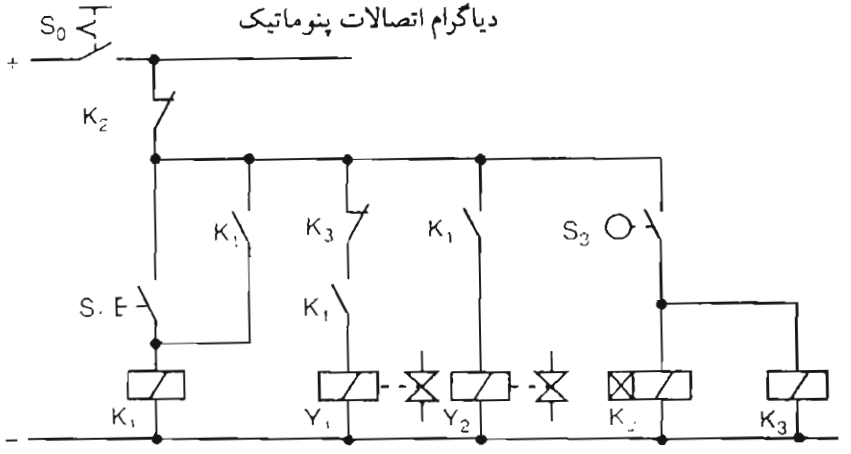
تمرین ۱۰



دیاگرام مسیر / مرحله

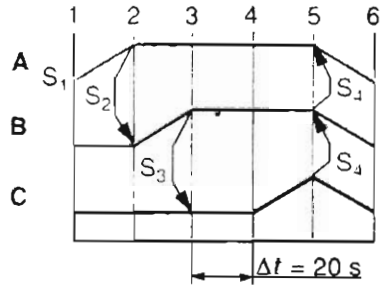


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

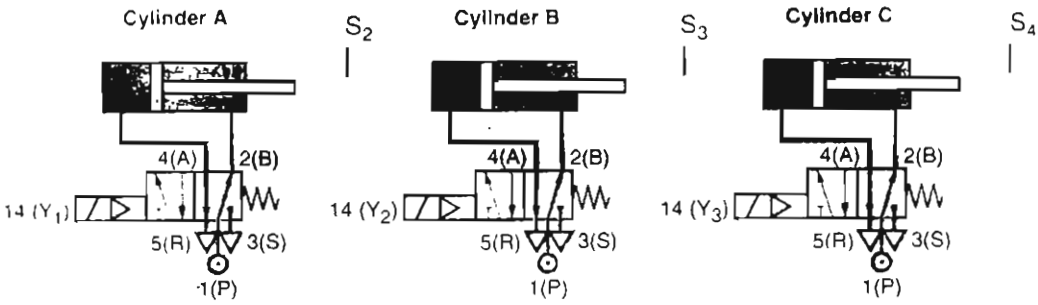


دیاگرام سیم کشی

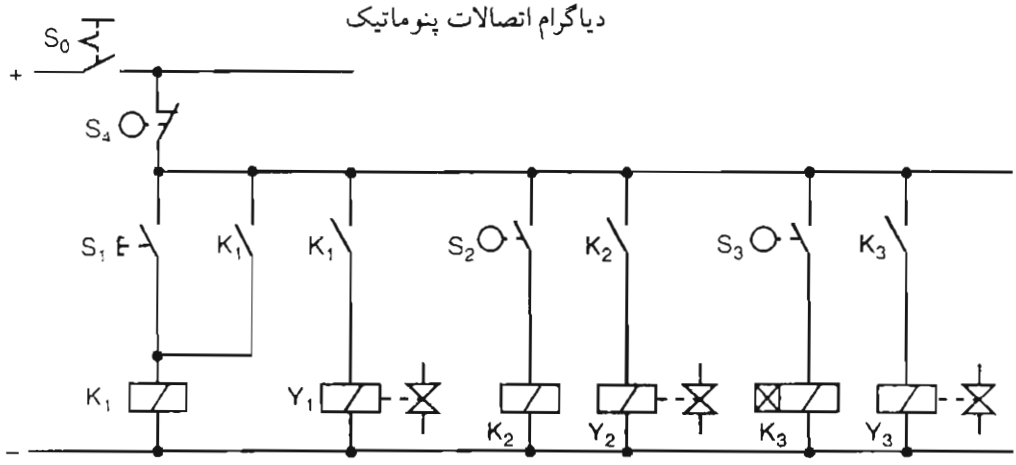
جواب تمرین ۱۱:



دیاگرام مسیر / مرحله

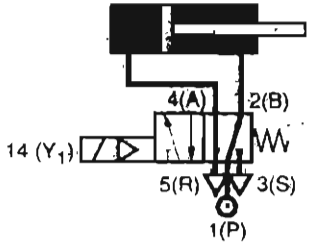


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

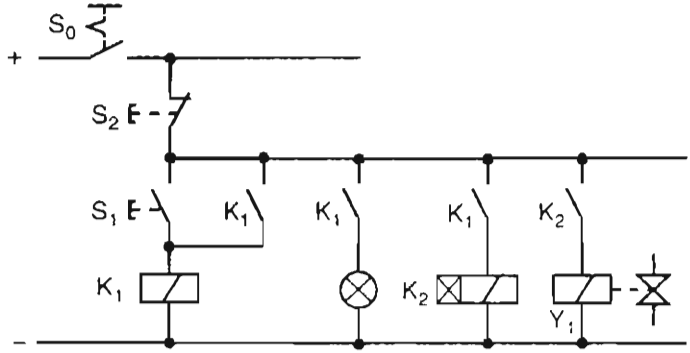


دیاگرام سیم کشی

تمرین ۱۲

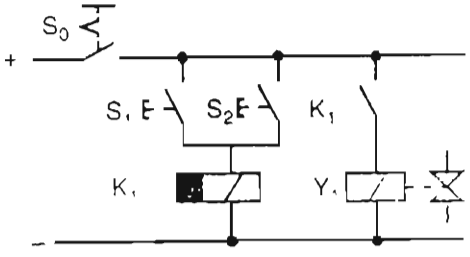


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

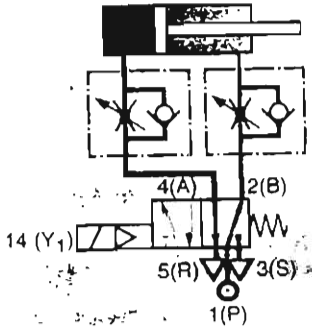


دیاگرام سیم کشی

تمرین ۱۳

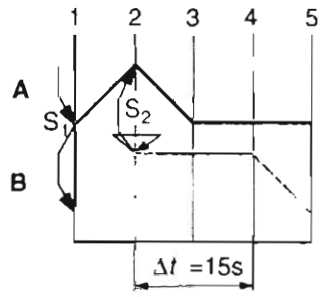


دیاگرام سیم کشی

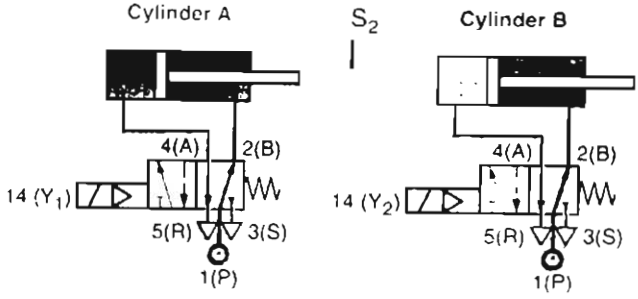


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

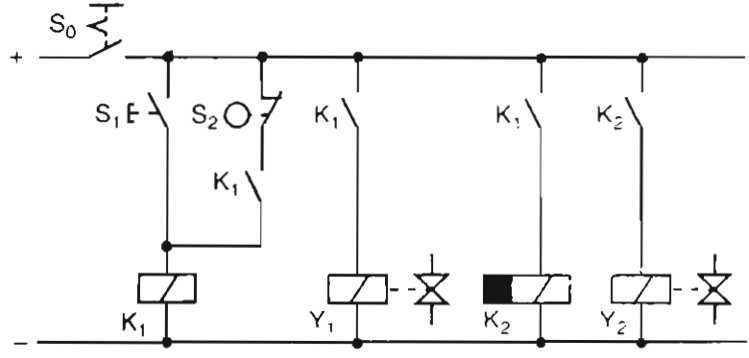
جواب تمرین ۱۴ :



دیاگرام مسیر / مرحله

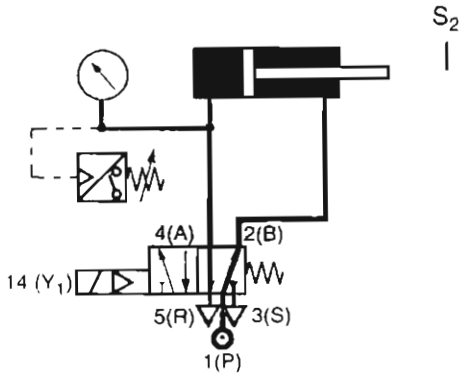


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

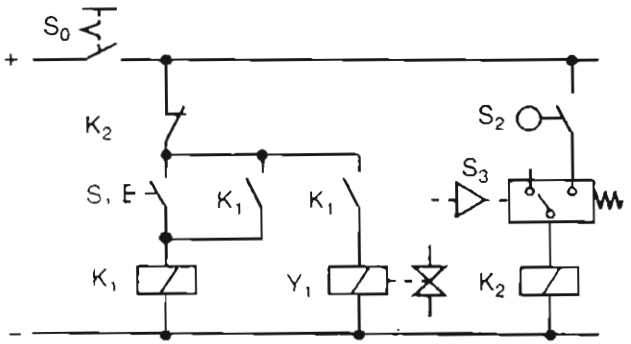


دیاگرام سیم‌کشی

جواب تمرین ۱۵ :

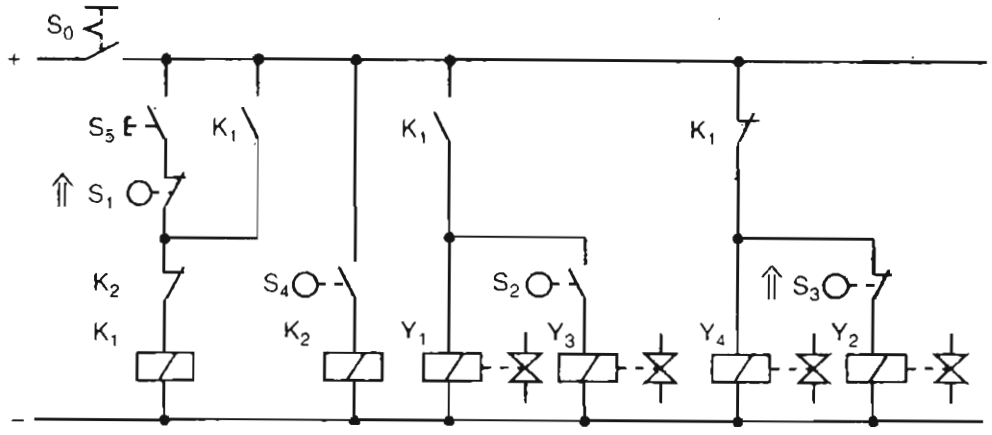


دیاگرام اتصالات پنوماتیک



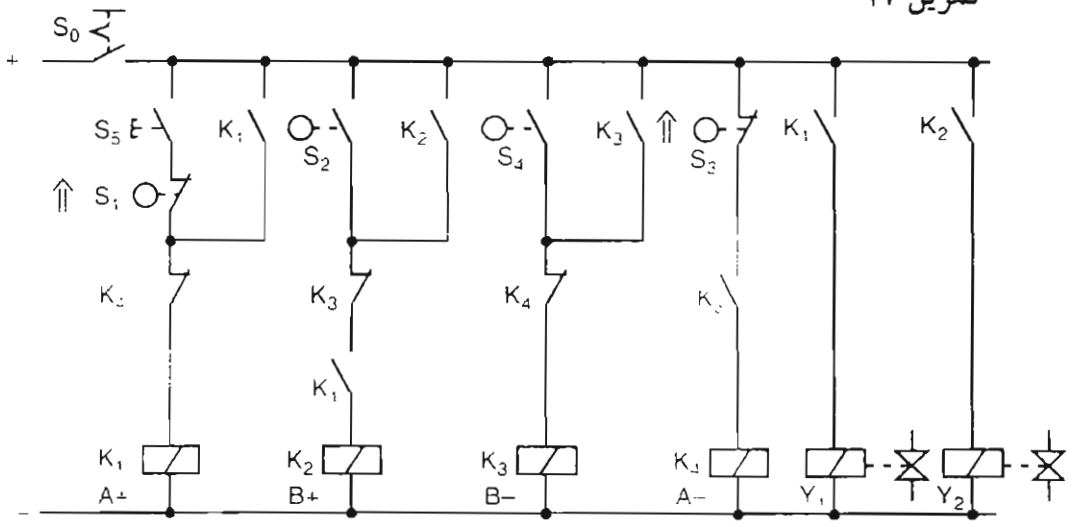
دیاگرام سیم کشی

جواب تمرین ۱۶ :



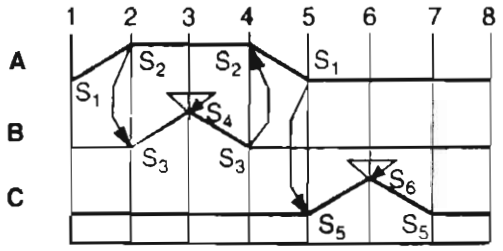
دیاگرام سیم کشی

تمرین ۱۷

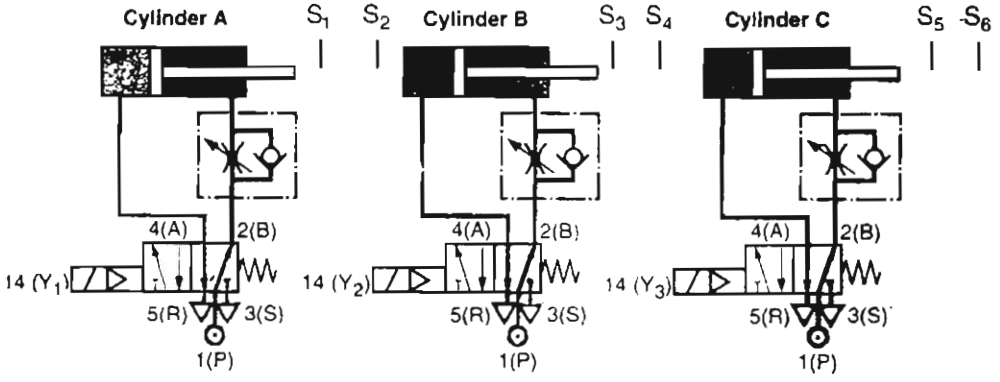


دیاگرام سیم کشی

جواب تمرین ۱۸ :

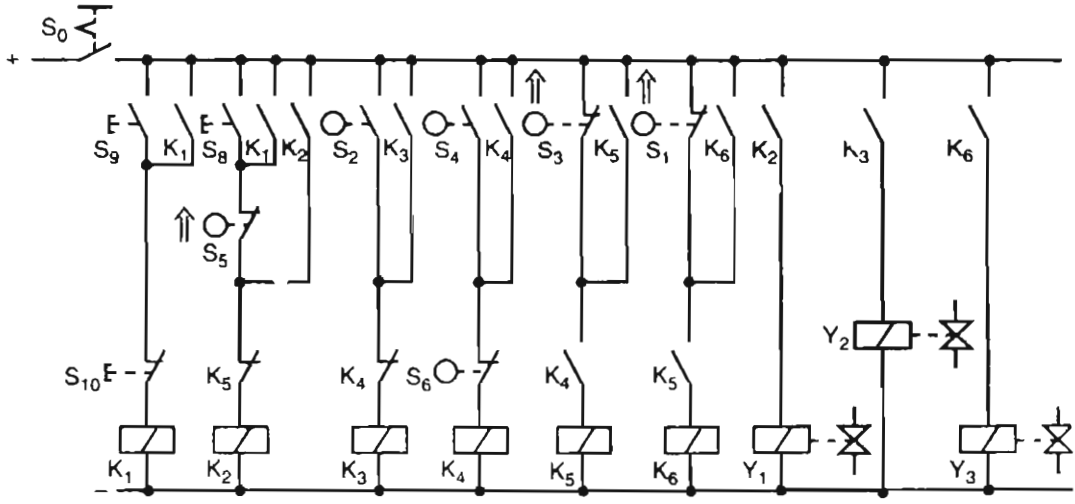


دیاگرام مسیر / مرحله

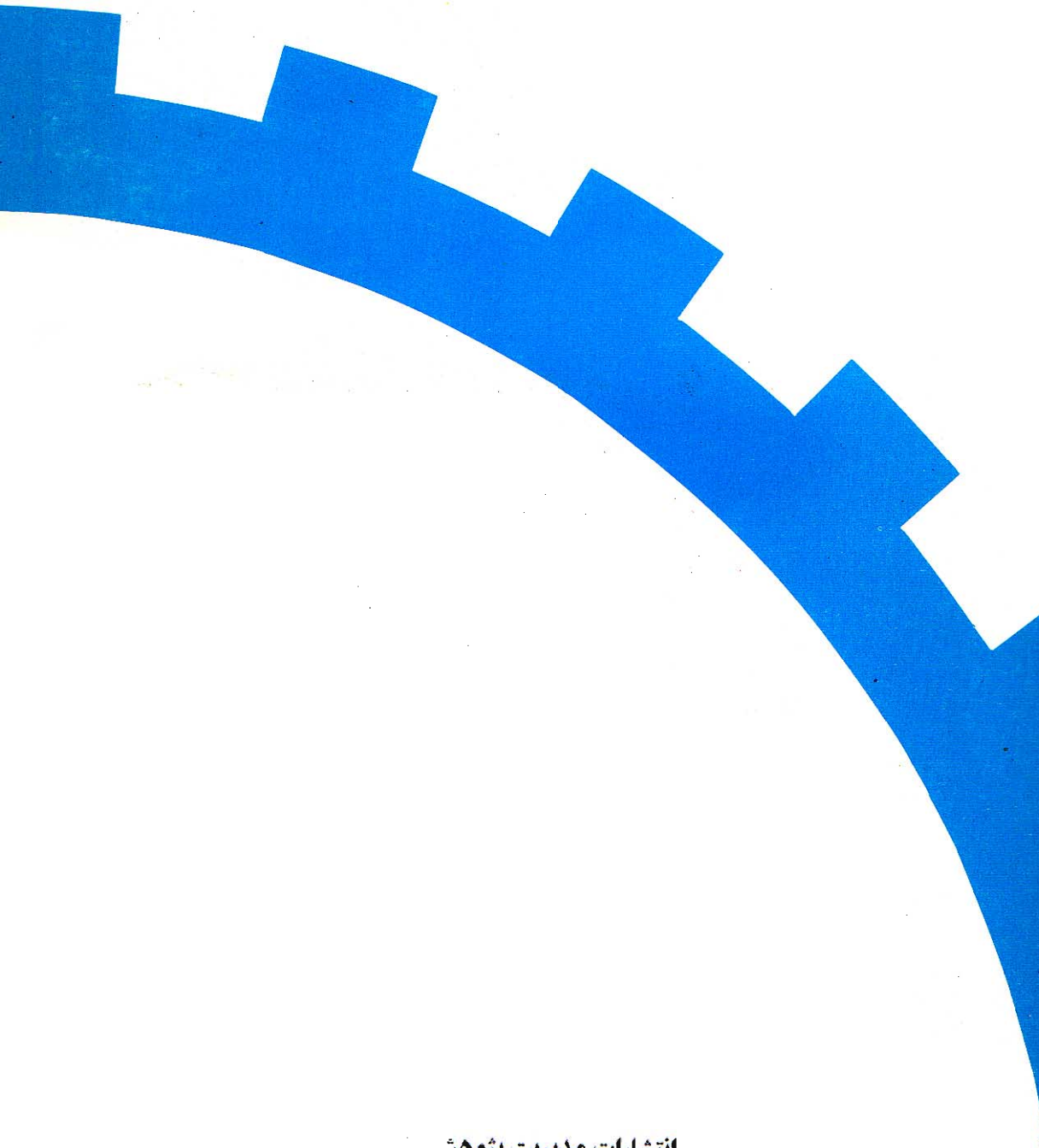


دیاگرام اتصالات پنوماتیک

جواب تمرین ۱۸



دیاگرام سیم کشی



انتشارات مدیریت پژوهش