



آزمایشگاه ابزار دقیق

• آشنایی با تجهیزات •



دانشگاه علم و صنعت ایران

نسخه پاییز ۱۳۹۸ ویرایش اول
دانشکده مهندسی برق - گروه کنترل

فهرست مطالب

آشنایی با تجهیزات مجموعه AT-CA 303	۱
۱- ماژول منبع تغذیه AC, DC	۱
۲- ماژول کنترلر منطقی برنامه‌پذیر SIMATIC S7-300 CPU313C	۲
۲- ماژول سنسور سلفی Inductive Proximity Sensor	۷
۳- ماژول سنسور خازنی Capacitive Proximity Sensor	۹
۴- ماژول سنسور مغناطیسی Electro-Magnetic Sensor	۱۰
۵- ماژول سنسور نوری Opto-Electronic Sensor	۱۱
۶- سنسور فیبر نوری Fiber Optic Sensor	۱۳
۷- خط کش اهمی به همراه نمایشگر و کنترلر Resistive Linear Position Transducer	۱۴
۸- درایو اینورتر فرکانسی میکرومستر ۴۴۰ زیمنس Frequency Inverter Drive	۱۷
۹- ماژول رله ۱۱ پایه	۲۵
آشنایی با تجهیزات مجموعه RT770	۲۶
۱- Two perforated plates	۲۶
۲- Maintenance unit	۲۶
۳- Single-acting cylinder	۲۷
۴- Double-acting cylinder	۲۸
۵- Cylinder, with a signal generator	۲۸
۶- سیلندر دارای بار	۲۹
۷- 3/2-way valves	۳۰
۱- 3/2-way valve button operated	۳۰
۲- 3/2-w.v., mushroom-type button	۳۰
۳- 3/2-way valve, roller lever	۳۱
۴- 3/2-way valve, idle return roller	۳۱
۵- 5/2-way valves	۳۱
۱- 5/2-way valve, with spring return	۳۲
۲- 5/2-way valve, dual-pressurised (Pulse valve)	۳۲
۹- Non-return throttle valve	۳۳

۳۳	3/2-delay valve-۱۰
۳۴	Quick ventilation valve-۱۱
۳۵	twin-pressure valve (AND)-۱۲
۳۵	shuttle valve (OR)-۱۳
۳۶	Pulse sequencer-۱۴
۳۷	Relay board with 4 changeover contacts-۱۵
۳۷	Signal board-۱۶
۳۸	solenoid valves-۱۷
۳۸	3/2-way solenoid valve, spring return-۱-۱۷
۳۸	5/2-way solenoid valve, spring return-۲-۱۷
۳۹	5/2-way solenoid valve, pulse-actuated-۳-۱۷
۳۹	Electric limit switch-۱۸
۳۹	Proximity switch-۱۹
۳۹	Inductive proximity switch-۱-۱۹
۴۰	Capacitive proximity switch-۲-۱۹
۴۰	Optical proximity switch-۳-۱۹
۴۱	Pressure switch-۲۰
۴۱	8-fold distributor block with valve-۲۱
۴۱	PLC-۲۲
۴۲	Pressure gauge-۲۳
۴۲	3/2-way valve single side pressurization, home position open-۲۴
۴۳	5/3-way valve with home position, all connections closed-۲۵
۴۳	Indicator-۲۶
۴۴	Pressure reducing valve with drain-۲۷
۴۴	۲۸-کمپرسور هوا
۴۵	۲۹-منبع تغذیه ۲۴ ولت
۴۵	Plastic hose 2/4mm-۳۰
۴۵	Hose cutter-۳۱
۴۶	Measuring lead, black, red-۳۲
۴۶	T-piece-۳۳
۴۷	آشنایی با تجهیزات مجموعه TK2942
۴۷	۱- سنسور مقاومت متغیر

- ۲- سنسور ترموکوپل ۴۸
- ۳- سنسور خازنی ۵۱
- ۴- سنسور ترمیستور ۵۲
- ۵- سنسور RTD ۵۳
- ۶- سنسور کرنش سنج ۵۵
- ۷- سنسور القایی ۵۵
- ۸- سنسور LVDT ۵۶

آشنایی با تجهیزات مجموعه AT-CA 303

۱- ماژول منبع تغذیه AC, DC

به منظور تغذیه کلیه ماژول‌های این مجموعه یک ماژول توزیع کننده شبکه برق AC تکفاز سه فاز و DC تعبیه شده است.

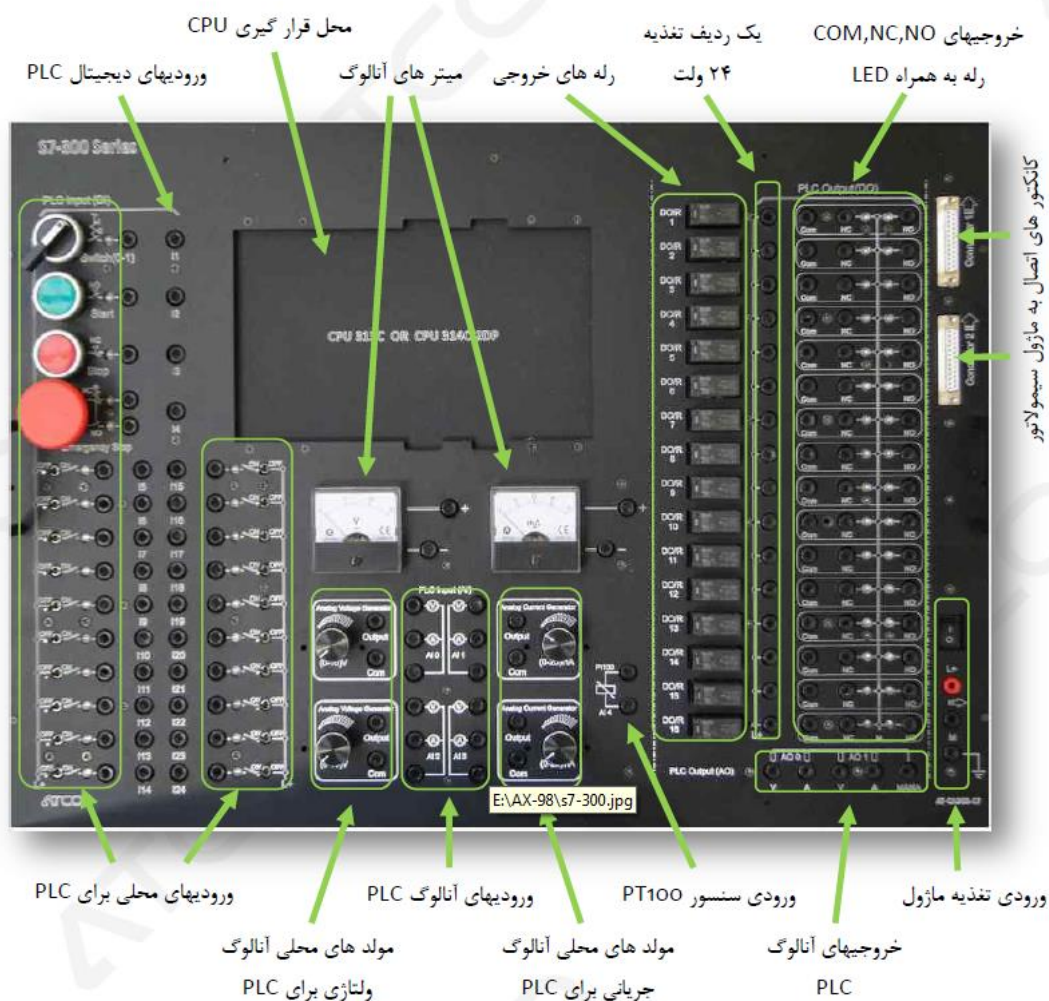


ماژول 1Phase, 3Phase & DC(24V) Power Supply شامل ۳ گروه منابع تغذیه شامل:

- منابع سه فاز که در ۳ ردیف قرار گرفته‌اند و با نام R, S, T مشخص شده‌اند.
- منابع تکفاز که شامل سه عدد پریز می‌باشد که در سمت چپ کارت تعبیه گردیده است.
- منابع 24VDC که شامل ۱۴ جفت فیش است و در سمت راست و پایین ماژول قرار دارند.

ورودی این ماژول برق سه فاز می باشد. از این ماژول برای تغذیه ماژولهای PLC، سیمولاتور و ماژولهای دیگر استفاده می گردد. برای استفاده از این ماژول، کابل مربوط به آن را به ورودی سه فاز که در کارگاه قرار دارد متصل می نماییم. حالا فیوز را فعال می نماییم، در صورتی که بخواهیم فقط از حالت تکفاز و DC استفاده نماییم باید کلید سلکتور را روی حالت 1Phase قرار دهیم در این حالت لامپ سیگنال R روشن شده و تمام پریزهای تکفاز و نیز تمام فیشهای R برقرار و قابل استفاده می باشند. برای استفاده از حالت DC باید کلید صفر و یک که در قسمت فیشهای ورودی قرار دارد را فعال نمود که در این حالت فیشهای قسمت DC آماده استفاده می شوند. برای استفاده از حالتی که علاوه بر تکفاز و DC سه فاز هم برقرار باشد باید کلید سلکتور را در حالت 3Phase قرار داده و باتن استارت را بفشاریم، در این حالت لامپ سیگنالهای مربوط به R, S, T که بیانگر برقراری هر سه فاز در مدار می باشد، فعال شده و تمامی فیشها را برقرار و آماده استفاده می کند. لازم به ذکر است که باتن استپ اضطراری که در قسمت بالای ماژول طراحی شده است برای زمانی است که ما می خواهیم به طور سریع ماژول تغذیه را از مدار خارج کنیم که با فشردن استپ قارچی این هدف تحقق می یابد.

۱- ماژول کنترلر منطقی برنامه پذیر SIMATIC S7-300 CPU313C

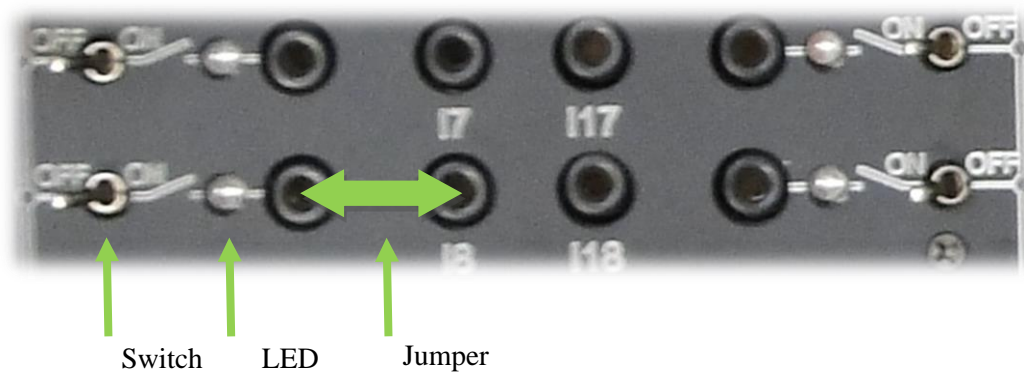


ماژول S7-300 دارای 24 ورودی دیجیتال، 4 ورودی آنالوگ، یک ورودی 16.PT100 خروجی دیجیتال و دو خروجی آنالوگ می‌باشد.

روش اتصال:

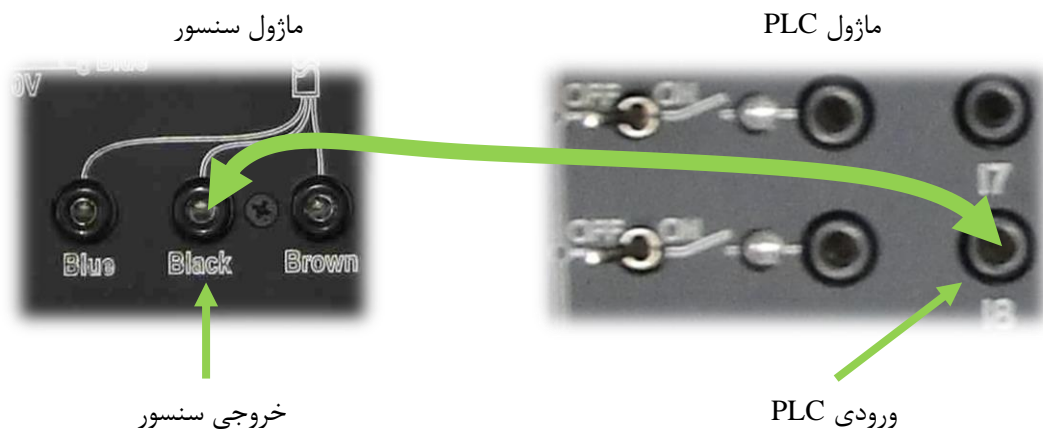
برای استفاده از این کارت می‌بایست مثبت و منفی منبع تغذیه DC را به مثبت و منفی ورودی PLC که در سمت راست و پایین ماژول قرار دارد متصل کنیم. حال با زدن فعال کردن کلید صفر و یک PLC فعال می‌گردد. برای اتصال ورودی دیجیتال دو حالت ممکن است رخ دهد:

الف: زمانی که بخواهیم از سوئیچ‌های روی کارت به عنوان فرمان ورودی استفاده نمائیم باید یک جامپر از فیش مربوط به سوئیچ، به فیش مربوط به ورودی متصل کنیم تا اتصال سوئیچ به ورودی کنترلر برقرار گردد. به عنوان مثال در شکل زیر ورودی دیجیتال شماره 8 به یک ورودی محلی متصل گردیده است.



در این حالت با تغییر حالت سوئیچ از OFF به ON فرمان ورودی از صفر به یک تغییر می‌کند و فرمان به PLC داده می‌شود و LED مربوط به سوئیچ به نشانه High بودن فعال می‌گردد و با زدن سوئیچ به بالا سوئیچ غیر فعال و LED خاموش می‌گردد.

ب: زمانی که بخواهیم از خروجی ماژولهای دیگر مانند سنسورها، لیمیت سوئیچ‌ها و یا شستی‌های استارت و استپ که در خارج از ماژول PLC قرار دارند به عنوان فرمان ورودی به PLC استفاده کنیم به عنوان مثال در اینجا باید خروجی ماژول سنسور را توسط کابل ارتباطی به فیش ورودی PLC متصل نموده و سوئیچ مربوط به آن ورودی را که روی کارت موجود است در حالت صفر قرار داد، زمانی که سنسورها فعال می‌شوند یک ورودی به PLC اعمال می‌شود.



در قسمت ورودیهای دیجیتال چهار عدد سوئیچ صنعتی مختلف در نظر گرفته شده است:

- کلید ON/OFF می تواند روی دو موقعیت مختلف 0 و 1 قرار گیرد. این کلید تنها دارای یک کنتاکت می باشد که به ازای قرارگیری در موقعیت 1، کنتاکت بسته و به ازای قرارگیری در موقعیت 0 کنتاکت باز می باشد.
- کلید Push button سبز رنگ و به Normally Open معروف است. این کلید تنها دارای یک کنتاکت می باشد که در حالت عادی باز و در زمان فشردن کلید، بسته می شود.
- کلید Push button قرمز رنگ به Normally Close معروف است. این کلید تنها دارای یک کنتاکت می باشد که در حالت عادی بسته و در زمان فشردن کلید، باز می شود.
- کلید Emergency دارای دو کنتاکت Normally Open و Normally Close می باشد که با فشردن این کلید این دو کنتاکت تغییر وضعیت می دهند. این کلید از نوع قفل شو می باشد، بطوریکه با فشردن این کلید این دو کنتاکت تغییر وضعیت می دهند و کلید در موقعیت جدید باقی می ماند. برای بازگشت به حالت قبل می بایست شستی کلید را چند درجه در جهت عقربه های ساعت بچرخانید. از این کلید عموماً در مواقع اعلام وضعیت اضطراری استفاده می گردد. توجه: فیش های ورودی تعبیه شده روی ماژول S7-300، در سمت چپ کارت و با نامهای I1, I2, I3, ..., I24 مشخص شده اند.

ورودی های آنالوگ (0-10VDC و 4-20mA) نیز در زیر ماژول CPU قرار دارند. در این بخش ۴ مولد آنالوگ در نظر گرفته شده است که شامل ۲ عدد مولد جریان آنالوگ 4-20mA و ۲ عدد مولد 0-10V می باشد که هر کدام از این مولدها درون یک کادر نقطه چین زیر قسمت CPU نشان داده شده اند، حال برای اتصال این مولدها به ورودی آنالوگ PLC که در بین مولدها قرار دارند می بایست به گونه زیر عمل نمود:

برای اتصال ۱۰-۰V به هریک از ۴ ورودی آنالوگ باید یک جامپر بین Output مولد و فیش مادگی ورودی که با علامت V که به معنی ولتاژ می باشد برقرار نمود همچنین Com را نیز به پایه Com ورودی که همان پایه آخر ورودی مربوطه می باشد متصل کرد در این حالت با تغییر مقدار ولوم مربوطه مقادیر ورودی بین ۱۰-۰V تغییر می کند.



به منظور اتصال مولد آنالوگ به ورودی آنالوگ مورد نظر PLC که با نام‌های AI0, AI1, AI2 و AI3 مشخص شده‌اند باید همانند بالا عمل نمود فقط می‌بایست Output مربوط به مولد آنالوگ به فیش مادگی مربوط به A که به معنی آمپر می‌باشد متصل نمود و Com مربوط به مولد نیز به آخرین فیش مربوطه به ورودی آنالوگ متصل می‌شود.

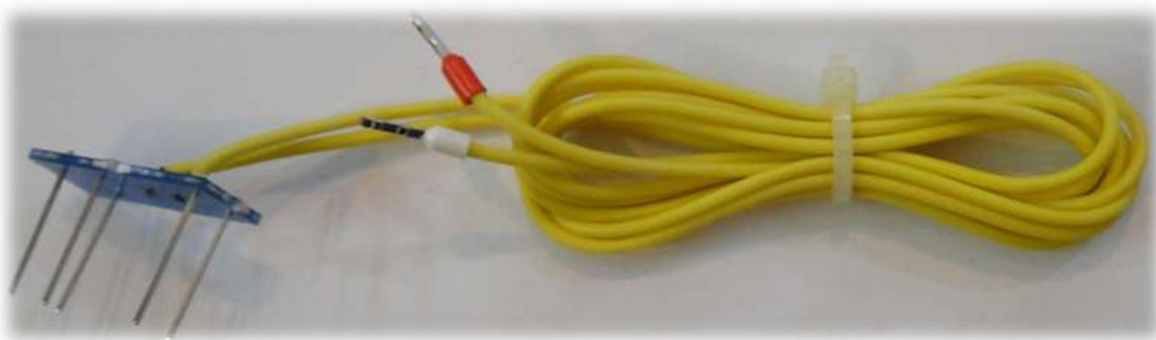
خروجی‌های تعبیه شده روی ماژول S7-300 به دو دسته دیجیتال و آنالوگ که به ترتیب با DO و AO نمایش داده شده‌اند تقسیم می‌شوند.

برای هر یک خروجیهای دیجیتال یک رله روی کارت در نظر گرفته شده است تا در صورت بروز اشتباه در اتصال خروجی، باعث صدمه دیدن بخش ترانزیستوری خروجی PLC نگردد.

با فعال شدن خروجی PLC رله فعال می‌گردد حال برای اینکه بتوان از خروجی‌های رله به منظور اتصال به ماژولهای دیگر استفاده نمود باید ابتدا به Com مربوط به رله، یک ولتاژ ۲۴ ولت (برای زمانی که می‌خواهیم خروجی ۲۴ ولت داشته باشیم) متصل کنیم، برای راحتی این منظور یک رشته فیش مادگی در کنار Com های خروجی قرار داده‌ایم که فقط کافیسست با یک جامپر آن را به Com مربوط به رله وصل کنیم در این حالت اگر خروجی PLC با توجه به برنامه در حالت LOW قرار داشته باشد یعنی رله غیر فعال و در این حالت LED مربوط به فیش NC رله روشن می‌باشد. با رفتن خروجی PLC به حالت HIGH رله فعال شده و خروجی NO مربوط به رله به NC و ورودی NC به NO تغییر حالت می‌دهد در این حالت LED مربوط به فیش NO روشن می‌گردد.



زمانی که بخواهیم خروجی فرکانس بالا استفاده کنیم بایستی رله را از محل خود خارج سازیم و از پایه‌های بوبین رله که توسط دو سیم در اختیار قرار می‌گیرد، خروجی مورد نظر خود را دریافت کنیم برای این منظور یک تجهیز در نظر گرفته شده که با قرار دادن آن به جای رله، به راحتی می‌توان از خروجی مستقیم PLC برای فرکانس بالا استفاده نمود. فقط دقت گردد برای استفاده از سیم‌های این ماژول پلاریته آن توسط مولتی متر چک گردد.



خروجی‌های آنالوگ در زیر قسمت خروجی‌های دیجیتال در قسمت راست ماژول تعبیه شده‌اند که شامل AO0 و AO1 می‌شود برای اتصال خروجی آنالوگ می‌بایست به برنامه توجه داشت که مشخص می‌کند از خروجی آنالوگ به صورت جریانی و یا به صورت ولتاژی استفاده گردیده است، در هر یک از خروجیها برای حالت جریانی باید از فیش A و فیش MANA و برای حالت ولتاژی هریک از خروجیها از فیش V و فیش MANA مربوط به همان خروجی برای اتصال به عملگر و یا هر ماژول دیگری استفاده نمود. لازم به ذکر است که MANA همان مشترک (Com) خروجی‌های آنالوگ می‌باشد.



لازم به ذکر است که از نمایشگرهای آنالوگ جریان و ولتاژ نصب شده روی ماژول می‌توان برای چک کردن مقادیر آنالوگ جریانی و ولتاژی مربوطه به ورودی و خروجیهای آنالوگ استفاده نمود.

به منظور اتصال PT100 به عنوان سنسور دما به PLC می‌توان از ورودی آنالوگ AI4 که روی ماژول مشخص شده است استفاده نمود.



از ماژول‌هایی که در ادامه توضیح داده می‌شوند می‌توان به عنوان ورودی و خروجی دیجیتال و آنالوگ برای PLC استفاده نمود.

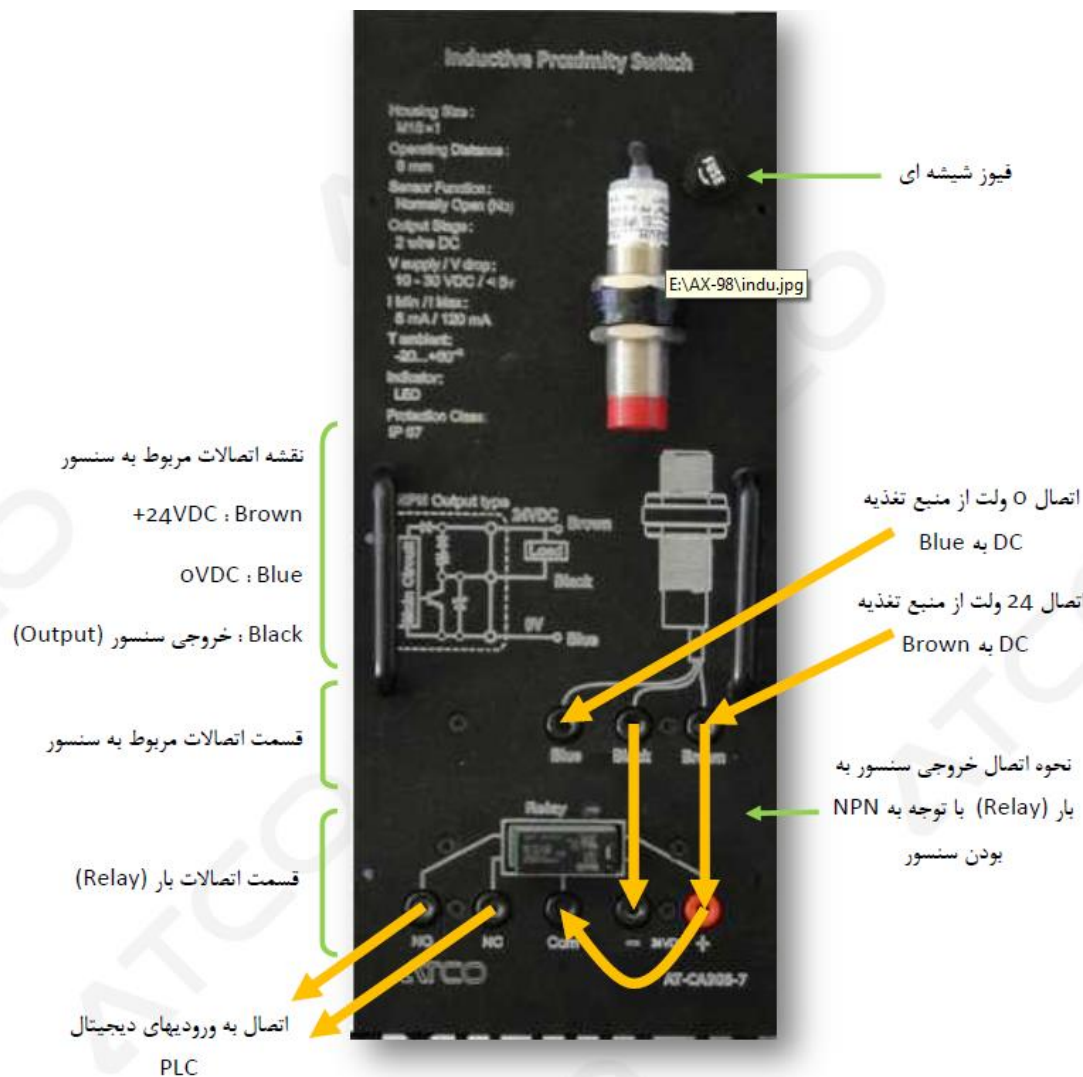
۲- ماژول سنسور سلفی Inductive Proximity Sensor

این حسگرها دارای یک نوسان ساز هستند که یک میدان الکترومغناطیسی با فرکانس بالا تولید می‌کنند، این میدان توسط یک سیم پیچ که در نزدیکی سطح خارجی حسگر قرار داده می‌شود، تولید می‌گردد. هنگامی کهشی وارد میدان الکترومغناطیسی می‌شود، جریان‌های ادی درونشی افزایش پیدا می‌کند، این جریان‌ها نوعی میدان الکترومغناطیسی تولید می‌کنند که در جهت خلاف میدان خود حسگر هستند، لذا دامنه سیگنال نوسان ساز کاهش می‌یابد. مدار تریگر این کاهش دامنه را تشخیص داده و سیگنال خروجی حسگر تغییر می‌کند.

این سنسور از نوع سنسورهای بدون تماس و دارای سه سیم بوده و تنها در مقابل فلزات عکس العمل نشان می‌دهد. سنسور سلفی بکار برده شده در این ست IPS-308-ON-18 می‌باشد. مدار این سنسور روی ماژول آن مشاهده می‌گردد. همانطور که از شماتیک اتصال بار سنسور پیداست خروجی این سنسور از نوع NPN است به همین علت باری که برای سنسور در نظر گرفته‌ایم را می‌بایست بین پایه‌های (+24VDC) brown و black متصل کنیم.

در این ماژول به منظور حفاظت بیشتر سنسور از یک فیوز شیشه‌ای که در بالا و سمت راست ماژول و همچنین از یک رله که در قسمت پایین ماژول قرار دارد استفاده کرده‌ایم.

همواره می‌بایست از تست سنسور در حالت بی باری پرهیز نمود به همین دلیل از رله می‌توان هم به عنوان بار و هم برای جلوگیری از آسیب به سنسور در زمانی که کاربر اتصالات را به نادرست سیم بندی می‌کند استفاده نمود.



به منظور استفاده از این ماژول همانگونه که از شماتیک آن پیداست ابتدا باید از +24VDC ماژول تغذیه یک انشعاب گرفته و به پایه Brown سنسور و همچنین سر مثبت بار که در اینجا همان پایه مثبت بوبین رله است، متصل نماییم سپس پایه Black سنسور را به منفی بوبین رله و پایه Blue سنسور را نیز به منفی ماژول منبع تغذیه DC متصل می کنیم.

حال اگر یک جسم فلزی مانند آهن را به نوک سنسور نزدیک کنیم سنسور آن را حس کرده و خروجی آن فعال می گردد که در این حالت بوبین رله فعال شده و LED مربوط به آن روشن می شود و ارتباط Com و NC مربوط به رله قطع می شود و این ارتباط با NO برقرار می گردد.

برای اتصال این ماژول به PLC می توان از خروجی رله به عنوان ورودی برای PLC استفاده نمود.

برای اتصال خروجی سنسور به PLC، ابتدا سنسور را به رله متصل می نماییم سپس Com رله را به +24 ولت متصل و سپس با توجه به نیاز از خروجی NO و یا NC رله، به عنوان ورودی PLC، به ورودی دیجیتال PLC متصل می نماییم.

به دلیل باز بودن کنتاکت سنسور در حالت عادی و سوئیچ سیگنال منفی، این سنسور به ((ON Normal Open, NPN معروف است. فاصله سوئیچینگ این سنسور ۶ میلی متر می باشد.

۳- مازول سنسور خازنی Capacitive Proximity Sensor

حسگرهای مجاورتی خازنی بسیار شبیه به حسگرهای نوع القایی هستند با این تفاوت که به جای ایجاد میدان الکترومغناطیسی میدان الکترواستاتیکی تولید می کنند. این نوع حسگرها علاوه بر اجسام فلزی قادر به حس اجسام غیر فلزی مانند شیشه، مایعات و پارچه نیز هستند. هنگامی کهشی مورد نظر نزدیک سطح حساس حسگر می شود درون میدان الکترواستاتیکی ناشی از دو الکتروود حسگر وارد می شود و ظرفیت خازن را تغییر می دهد. سپس نوسان ساز شروع به نوسان می کند، مدار تریگر دامنه سیگنال نوسان ساز را می خواند و زمانی که به یک مقدار معینی می رسد خروجی حسگر تغییر می کند و با دور شدنشی مقدار دامنه کاهش یافته و خروجی به حالت اول بر می گردد.

هر گاه قطعه ای با ضریب دی الکتریک E به صفحه ای حساس نزدیک گردد باعث تغییر ظرفیت خازنی بین صفحات می شود. این تغییر ظرفیت خازنی باعث تغییر دامنه خروجی اسیلاتور می گردد. دمدولاتور، دامنه اسیلاتور را آشکار نموده و این مقدار را با سطح مرجع مقایسه می نماید. هر گاه دامنه این مقدار از دامنه مرجع بیشتر باشد، خروجی سنسور تحریک می گردد. در عملکرد سنسورهای خازنی عواملی مانند رطوبت هوا، گرد و غبار و ... روی فاصله سوئیچینگ تأثیر می گذارند.

سنسور خازنی مورد استفاده در این مازول CPS-320-ON-30 می باشد. این سنسور از دسته سنسورهای بدون تماس (Proximity Switch) و دارای ۳ سیم است.

مدار این سنسور روی مازول آن مشاهده می گردد. همانطور که از شماتیک اتصال بار سنسور پیداست خروجی این سنسور از نوع NPN است به همین علت باری که برای سنسور در نظر گرفته ایم را می بایست بین پایه های (+24VDC) brown و black متصل کنیم.

در این مازول به منظور حفاظت بیشتر سنسور از یک فیوز شیشه ای که در بالا و سمت راست مازول و همچنین از یک رله که در قسمت پایین مازول قرار دارد استفاده کرده ایم.

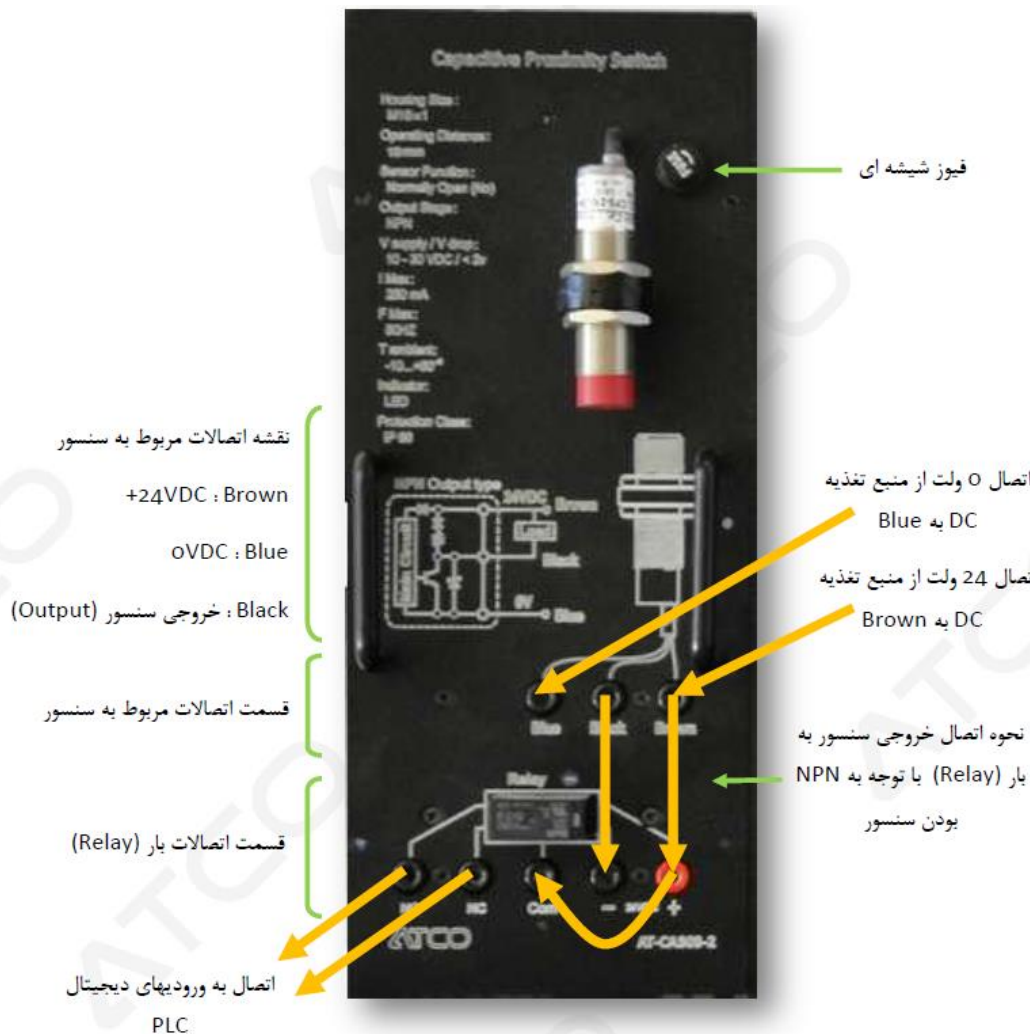
به منظور استفاده از این مازول همانگونه که از شماتیک آن پیداست ابتدا باید از +24VDC مازول تغذیه یک انشعاب گرفته و به پایه Brown سنسور و همچنین سر مثبت بار که در اینجا همان پایه مثبت بوبین رله است، متصل نماییم

سپس پایه Black سنسور را به منفی بوبین رله و پایه Blue سنسور را نیز به منفی مازول منبع تغذیه DC متصل می کنیم. حال اگر یک جسم را به نوک سنسور نزدیک کنیم سنسور آن را حس کرده و خروجی آن فعال می گردد که در این حالت بوبین رله فعال شده و LED مربوط به آن روشن می شود و ارتباط Com و NC مربوط به رله قطع می شود و این ارتباط با NO برقرار می گردد.

برای اتصال این مازول به PLC می توان از خروجی رله به عنوان ورودی برای PLC استفاده نمود.

برای اتصال خروجی سنسور به PLC، ابتدا سنسور را به رله متصل می نماییم سپس Com رله را به +24 ولت متصل و سپس با توجه به نیاز از خروجی NO و یا NC رله، به عنوان ورودی PLC، به ورودی دیجیتال PLC متصل می نماییم.

به دلیل باز بودن کنتاکت سنسور در حالت عادی و سوئیچ سیگنال منفی، این سنسور به ON معروف است. این سنسور از فاصله ۲ الی ۱۵ میلی متر قابلیت تشخیص اشیا را دارا می باشد.

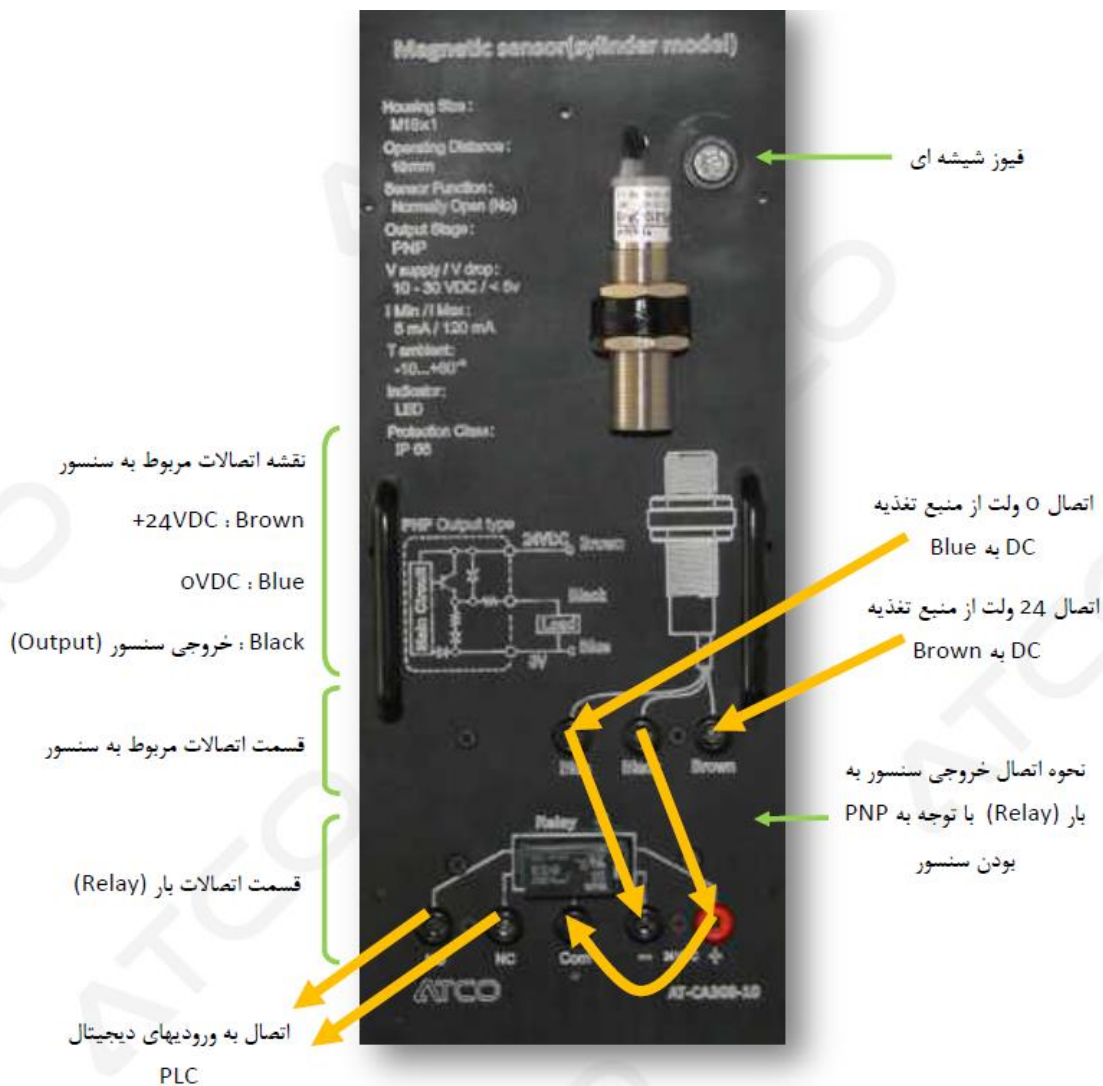


۴- ماژول سنسور مغناطیسی Electro-Magnetic Sensor

این سنسور از نوع سنسورهای بدون تماس و دارای سه سیم بوده و تنها در مقابل میدان مغناطیسی عکس العمل نشان می‌دهد. سنسور مغناطیسی بکار برده شده در این ست MPS-308-OP-18 می‌باشد. مدار این سنسور روی ماژول آن مشاهده می‌گردد. همانطور که از شماتیک اتصال بار سنسور پیداست خروجی این سنسور از نوع PNP است به همین علت باری که برای سنسور در نظر گرفته‌ایم را می‌بایست بین پایه‌های Blue (0VDC) و black متصل کنیم.

در این ماژول به منظور حفاظت بیشتر سنسور از یک فیوز شیشه‌ای که در بالا و سمت راست ماژول و همچنین از یک رله که در قسمت پایین ماژول قرار دارد استفاده کرده‌ایم.

به منظور استفاده از این ماژول همانگونه که از شماتیک آن پیداست ابتدا باید از +24VDC ماژول تغذیه یک انشعاب گرفته و به پایه Brown سنسور متصل نماییم سپس پایه Black سنسور را به مثبت بوبین رله و پایه Blue سنسور و پایه منفی بوبین رله را نیز به منفی ماژول منبع تغذیه DC متصل می‌کنیم. حال اگر یک جسم مغناطیسی مثل آهنربا را به نوک سنسور نزدیک کنیم سنسور آن را حس کرده و خروجی آن فعال می‌گردد که در این حالت بوبین رله فعال شده و LED مربوط به آن روشن می‌شود و ارتباط Com و NC مربوط به رله قطع می‌شود و این ارتباط با NO برقرار می‌گردد.



برای اتصال این ماژول به PLC می‌توان از خروجی رله به عنوان ورودی برای PLC استفاده نمود. برای اتصال خروجی سنسور به PLC، ابتدا سنسور را به رله متصل می‌نمائیم سپس Com رله را به +24 ولت متصل و سپس با توجه به نیاز از خروجی NO و یا NC رله، به عنوان ورودی PLC، به ورودی دیجیتال PLC متصل می‌نمائیم. در ضمن با توجه به PNP بودن سنسور می‌توان از خروجی Black سنسور مستقیم به عنوان ورودی PLC استفاده نمود.

به دلیل باز بودن کنتاکت سنسور در حالت عادی و سوئیچ سیگنال مثبت، این سنسور به OP معروف است. فاصله سوئیچینگ این سنسور ۳ الی ۳۰ میلی متر می‌باشد.

۵- ماژول سنسور نوری Opto-Electronic Sensor

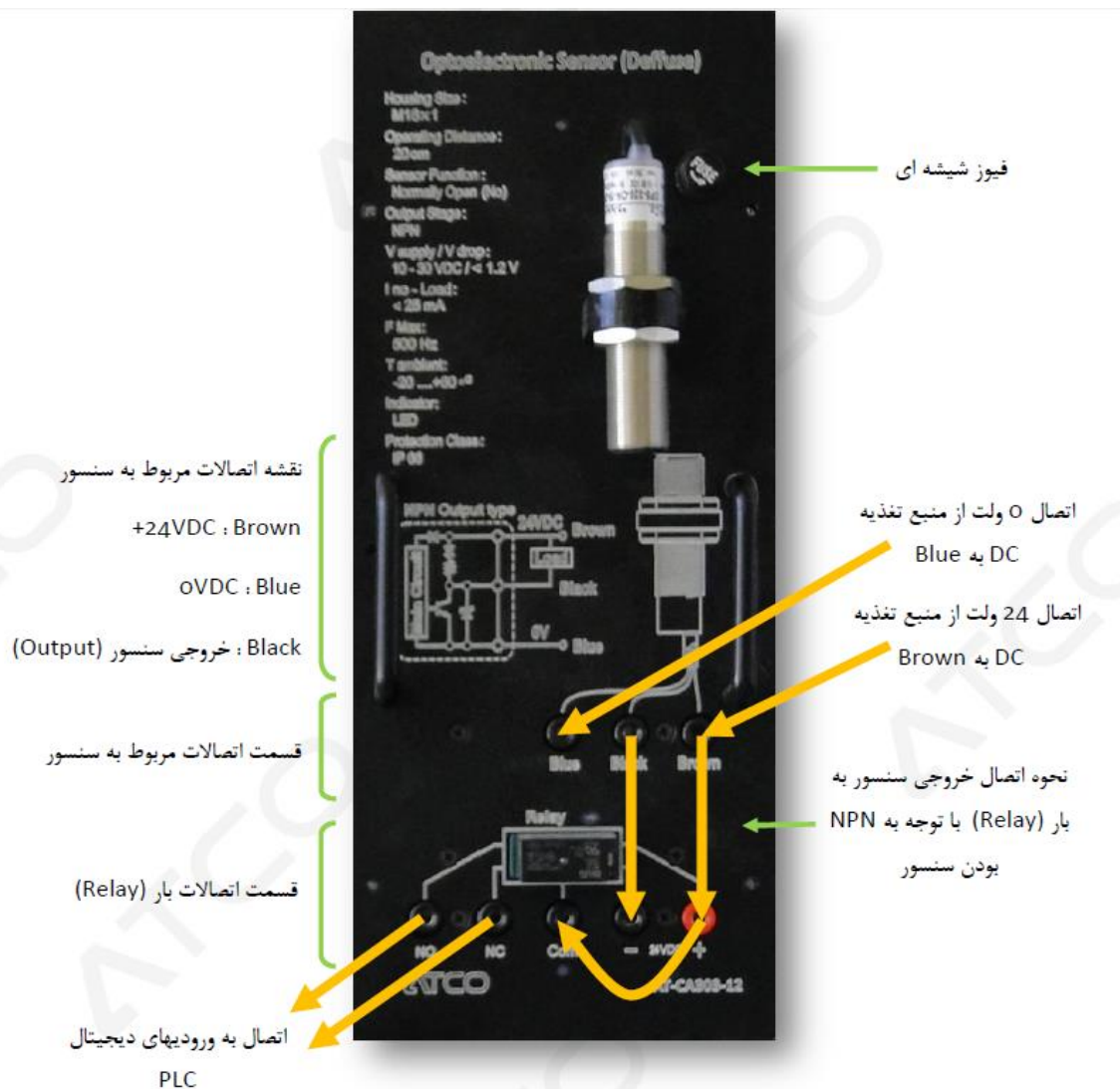
سنسور نوری بکار رفته در این مجموعه آموزشی از نوع OPS-320-ON-18-DF نوری یکطرفه می‌باشد. این سنسور از دسته سنسورهای بدون تماس (Proximity Switch) و دارای ۳ سیم می‌باشد عملکرد این سنسور بدین گونه است که یک فتو دیود، اشعه مادون قرمز را با فرکانس خاص منتشر می‌کند (فرستنده) پس از برخورد با شئی، بازتاب آن در قسمت گیرنده که یک فتو ترانزیستور قرار دارد باعث سوئیچ ترانزیستور می‌گردد.

مادامی که نور از جانب فرستنده تابانده می شود سوئیچ سنسور در حالت باز قرار دارد و زمانی که شیء روبروی فرستنده و گیرنده قرار گیرد و موجب بازتاب نور شود سنسور تحریک می شود.

مدار این سنسور روی ماژول آن مشاهده می گردد. همانطور که از شماتیک اتصال بار سنسور پیداست خروجی این سنسور از نوع NPN است به همین علت باری که برای سنسور در نظر گرفته ایم را می بایست بین پایه های (+24VDC) brown و black متصل کنیم.

در این ماژول به منظور حفاظت بیشتر سنسور از یک فیوز شیشه ای که در بالا و سمت راست ماژول و همچنین از یک رله که در قسمت پایین ماژول قرار دارد استفاده کرده ایم.

به منظور استفاده از این ماژول همانگونه که از شماتیک آن پیداست ابتدا باید از +24VDC ماژول تغذیه یک انشعاب گرفته و به پایه Brown سنسور و همچنین سر مثبت بار که در اینجا همان پایه مثبت بوبین رله است، متصل نماییم سپس پایه Black سنسور را به منفی بوبین رله و پایه Blue سنسور را نیز به منفی ماژول منبع تغذیه DC متصل می کنیم. حال اگر یک جسم را به نوک سنسور نزدیک کنیم سنسور آن را حس کرده و خروجی آن فعال می گردد که در این حالت بوبین رله فعال شده و LED مربوط به آن روشن می شود و ارتباط Com و NC مربوط به رله قطع می شود و این ارتباط با NO برقرار می گردد. برای اتصال این ماژول به PLC می توان از خروجی رله به عنوان ورودی برای PLC استفاده نمود. برای اتصال خروجی سنسور به PLC، ابتدا سنسور را به رله متصل می نماییم سپس Com رله را به +24 ولت متصل و سپس با توجه به نیاز از خروجی NO و یا NC رله، به عنوان ورودی PLC، به ورودی دیجیتال PLC متصل می نماییم. به دلیل باز بودن کنتاکت سنسور در حالت عادی و سوئیچ سیگنال منفی، این سنسور به ON معروف است. این سنسور از فاصله ۲۰۰ میلی متر قابلیت تشخیص اشیا را دارا می باشد.

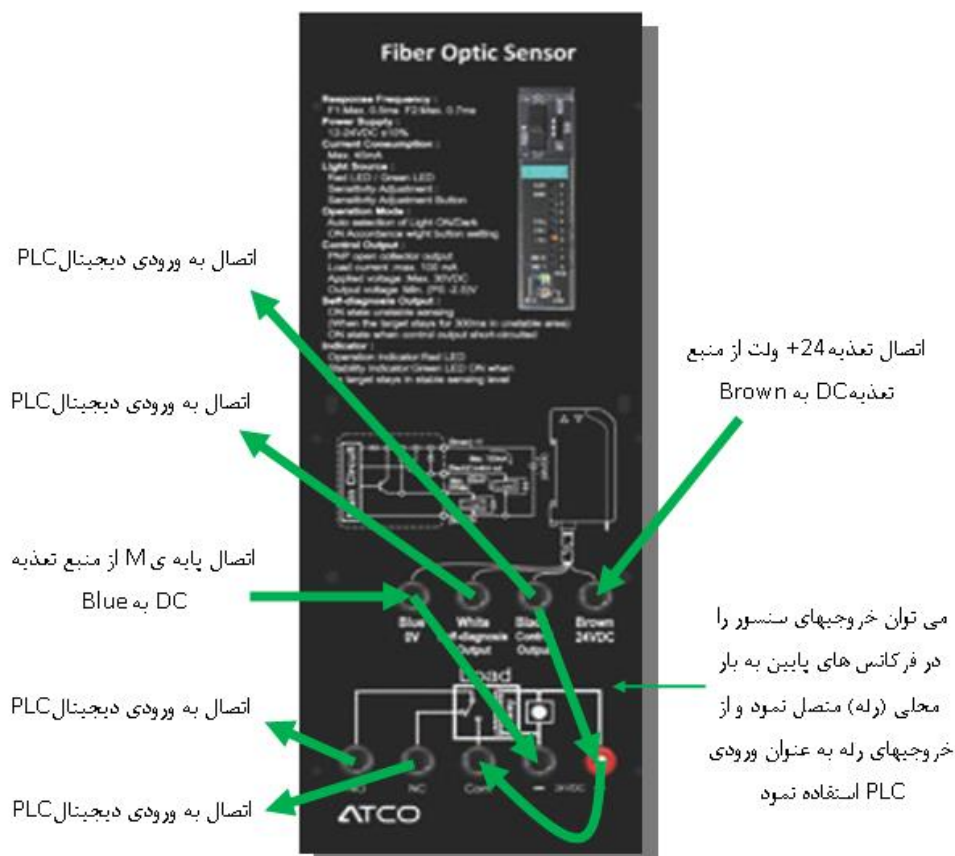


۶- سنسور فیبر نوری Fiber Optic Sensor

فیبر نوری در مقایسه با سیم‌های مسی دارای مزایای زیر است:

- ارزان‌تر: هزینه چندین کیلومتر کابل نوری نسبت به سیم‌های مسی کمتر است.
- نازک‌تر: قطر فیبرهای نوری بمراتب کمتر از سیم‌های مسی است.
- ظرفیت بالا: پهنای باند فیبر نوری بمنظور ارسال اطلاعات بمراتب بیشتر از سیم مسی است.
- تضعیف ناچیز: تضعیف سیگنال در فیبر نوری بمراتب کمتر از سیم مسی است.
- سیگنال‌های نوری: برخلاف سیگنال‌های الکتریکی در یک سیم مسی، سیگنال‌های نوری در یک فیبر تأثیری بر فیبر دیگر نخواهند داشت.
- مصرف برق پایین: با توجه به اینکه سیگنال‌ها در فیبر نوری کمتر ضعیف می‌گردند، بنابراین می‌توان از فرستنده‌هایی با میزان برق مصرفی پایین نسبت به فرستنده‌های الکتریکی که از ولتاژ بالایی استفاده می‌نمایند، استفاده کرد.

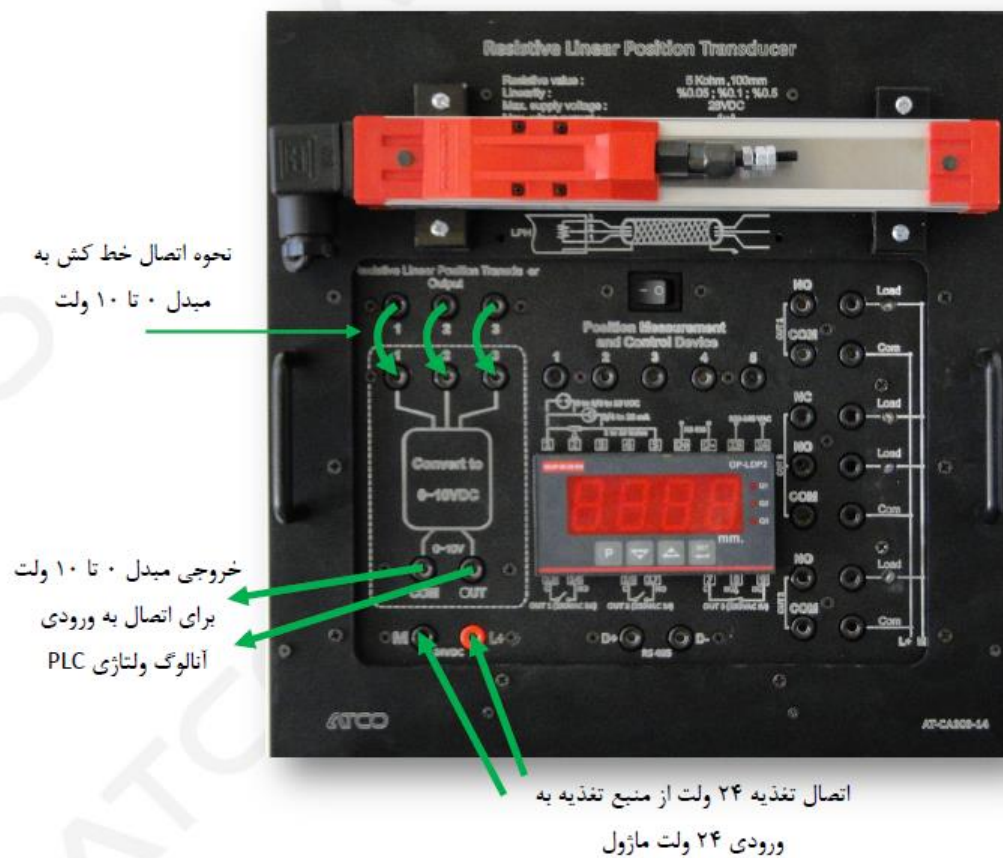
- سیگنال‌های دیجیتال: فیبر نوری مناسب به منظور انتقال اطلاعات دیجیتالی است.
 - غیر اشتعال زا: با توجه به عدم وجود الکتریسیته، امکان بروز آتش سوزی وجود نخواهد داشت.
 - سبک وزن: وزن یک کابل فیبر نوری به مراتب کمتر از کابل مسی (قابل مقایسه) است.
 - انعطاف پذیر: با توجه به انعطاف پذیری فیبر نوری و قابلیت ارسال و دریافت نور از آنان، در موارد متفاوت نظیر دوربین‌های دیجیتال با موارد کاربردی خاص مانند: عکس برداری پزشکی، لوله کشی و ... استفاده می‌گردد.
- به منظور استفاده از این ماژول سنسور همانطور که از شماتیک آن پیداست ابتدا باید از ماژول منبع تغذیه DC یک ولتاژ ۲۴ ولت (L+) به پایه Brown و (M) به پایه Blue متصل نمائیم سپس بار تعبیه شده در قسمت پایین ماژول سنسور را با توجه به نیاز به پایه Black و White متصل می‌نمائیم.
- لازم به ذکر است که پایه‌های Black و White را می‌توان به عنوان ورودی دیجیتال برای PLC استفاده نمود برای این منظور باید این خروجی‌ها را به ورودی‌های دیجیتال مورد نظر روی ماژول PLC جامپر بزنیم.
- فاصله اندازه گیری این ماژول تا ۱۷۰ میلی متر می‌باشد.



۷- خط کش اهمی به همراه نمایشگر و کنترلر Resistive Linear Position Transducer

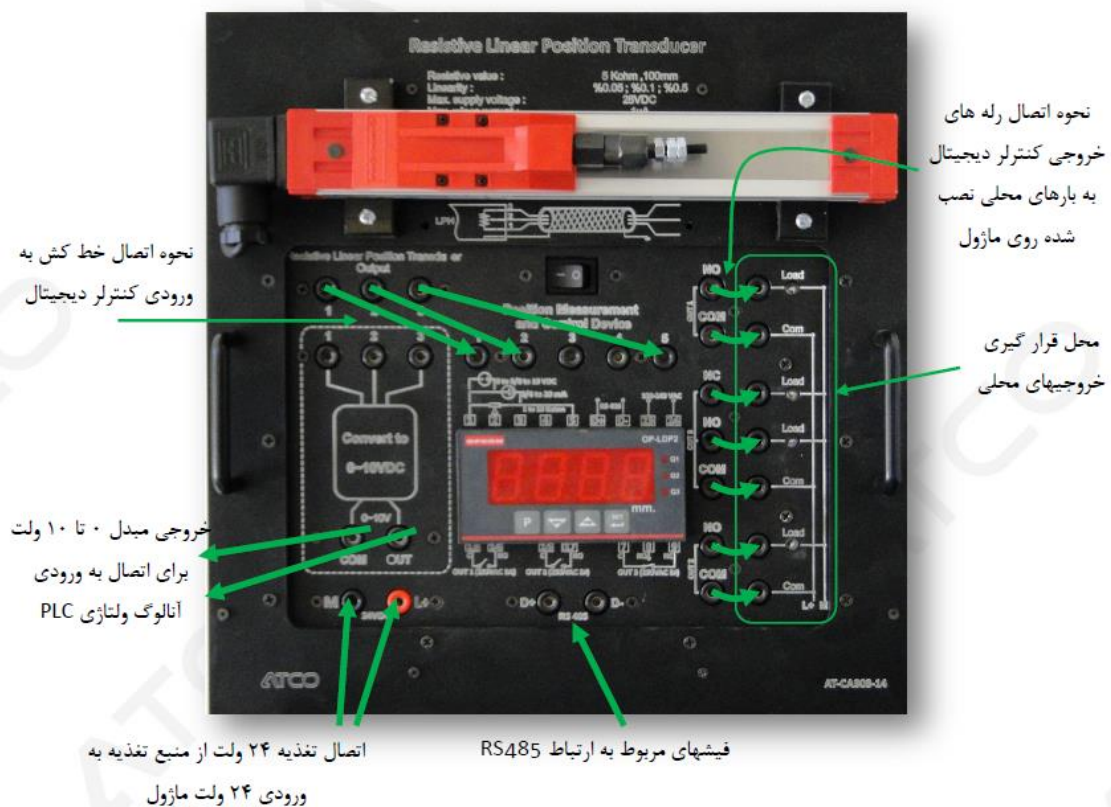
از خط کش اهمی برای اندازه گیری جابه جایی خطی دقیق بر اساس تغییر مقاومت استفاده می‌گردد. همانطور که ملاحظه می‌شود برای استفاده از این ماژول باید ابتدا کلید صفر و یک که در قسمت میانی کارت وجود دارد فعال گردد. حال باتوجه به

نوع خروجی که مورد نیاز است می توان خروجی خط کش را به ورودی کانورتر ۰-۱۰ ولت متصل و یا به ورودی نمایشگر و کنترلر توسط جامپر متصل نمود.



برای اینکه بخواهیم تغییرات خط کش اهمی را به صورت آنالوگ ۰-۱۰ ولت داشته باشیم باید فیشهای خروجی خط کش دیجیتال را به ورودی کانورتر جامپر بنزیم سپس از خروجی کانورتر که یک سیگنال آنالوگ متغییر ۰-۱۰ ولت می باشد را می توان به عنوان سیگنال آنالوگ برای ورودی PLC استفاده نمود.

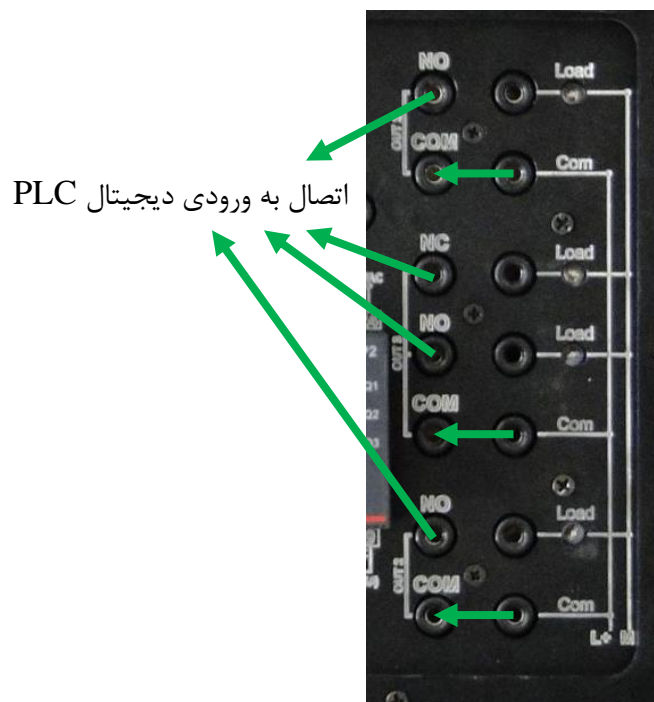
و برای زمانی که بخواهیم از نمایشگر و کنترلر دیجیتال آن استفاده کنیم بایستی به صورت زیر جامپر های مربوط به خط کش را به کنترلر متصل نمائیم.



همانطور که مشاهده می‌شود نمایشگر و کنترلر دارای خروجی دیجیتال می‌باشند که فیشهای مربوط به اتصالات آنها در سمت راست ماژول آورده شده‌اند.

در کنار خروجی‌ها نیز یک ردیف بار محلی تعبیه گردیده است که برای تست و مشاهده خروجی در محل استفاده می‌گردد. برای استفاده از این بارها می‌بایست خروجی‌های دیجیتال را توسط جامپر به معادل آن در سمت بار متصل نمود. لازم به ذکر است که برای استفاده از بارهای محلی باید ابتدا تغذیه 24VDC که در زیر تجهیز و سمت چپ ماژول قرار گرفته است توسط ماژول تغذیه، تأمین گردد.

برای استفاده از خروجیهای رله‌ای کنترلر دیجیتال به عنوان ورودی برای ماژول PLC، بایستی ابتدا COM مربوط به رله‌ها را به فیش مقابل خود در قسمت بار محلی نصب نمود سپس فیش دیگر را به ورودی دیجیتال PLC جامپر زد.



۸- درایو اینورتر فرکانسی میکرومستر ۴۴۰ زیمنس Frequency Inverter Drive

کاربرد اینورتر در کنترل موتورهای صنعتی:

بحث انرژی از دو دیدگاه اقتصادی و زیست محیطی حائز اهمیت است. بهینه سازی مصرف انرژی به این معنی است که بتوان با استفاده از تجهیزات و یا مدیریت بهتر همان کار را ولی با مصرف انرژی کمتر انجام بدهیم.

صرفه جوئی انرژی می تواند با استفاده از تجهیزات بهتر نظیر: عایق بندی مطلوب، افزایش راندمان سیستمهای حرارتی، و بازیابی تلفات حرارتی بدست آید از طرف دیگر اعمال مدیریت انرژی، بمنظور درک سیستمهای موجود و طریقه استفاده از آنها، می تواند در کاهش مصرف انرژی نقش مهمی داشته باشد. در سیاست گذاری انرژی باید سازمانها رویکرد سیستمی داشته باشند. برای مثال در بهینه سازی مصرف انرژی الکتریکی هدف تنها کاهش هزینه های انرژی یک یا چند الکتروموتور مشخص نیست، بلکه باید آثار اقدامات مورد نظر روی سایر سیستمها نیز به دقت مورد توجه قرار گیرد. در یک بنگاه اقتصادی صرفه جوئی انرژی می تواند موجب برتری رقابتی نگاه گردد.

در اغلب بخشهای صنعتی انرژی الکتریکی مهمترین منبع انرژی صنعت بشمار می رود. از آنجا که موتورهای الکتریکی، مصرف کننده اصلی انرژی الکتریکی در کارخانجات صنعتی می باشند. لذا بهینه سازی مصرف انرژی در موتورهای الکتریکی از اهمیت ویژه ای برخوردار خواهد بود. برای درک اهمیت بهینه سازی مصرف انرژی به این مورد اشاره می کنیم که اگر راندمان موتورهای الکتریکی القائی موجود در اروپا تنها به میزان ۱٪ افزایش یابد، هزینه مصرف انرژی الکتریکی به میزان ۱/۶ میلیارد دلار در سال کاهش خواهد یافت.

می توان اقدامات مختلفی برای صرفه جوئی انرژی الکتریکی در الکتروموتورهای صنعتی به عمل آورد. در حالت کلی این اقدامات به دو دسته تقسیم می شود:

- اقدامات مربوط به طراحی موتور
 - اقدامات مربوط به بهره برداری از موتورها
- اقدامات مربوط به بهره برداری از موتورها را نیز می‌توان به دو دسته تقسیم نمود:

- اقدامات روی موتور، نظیر تهویه، روغنکاری، و بارگذاری
- استفاده از درایو یا کنترل کننده دور موتور

در موتورهای القائی سه فاز در صورت کاهش میزان بازدهی موتور، به ویژه به میزان کمتر از ۸۰٪ بار کامل، شاهد کاهش قابل توجه در بازدهی موتور خواهیم بود. متأسفانه در اکثر موارد به این نکته توجه نشده و تنها تأثیر نامطلوب انتخاب موتور بزرگتر از حد لازم بر هزینه اولیه مورد توجه قرار می‌گیرد. در صورتیکه محاسبات انجام شده حاکی از آن است که تأثیر انتخاب نامناسب موتور بر هزینه‌های متغیر (هزینه اتلاف انرژی اضافی) قابل توجه و به مراتب بیش از افزایش هزینه ثابت اولیه می‌باشد.

مزایای استفاده از کنترل کننده‌های دور موتور مزایای استفاده از کنترل کننده‌های دور موتور هم در بهبود بهره وری تولید و هم در صرفه جوئی مصرف انرژی در کاربردهائی نظیر فن‌ها، پمپ‌ها، کمپرسورها و دیگر محرکه‌های کارخانجات، در سالهای اخیر کاملاً مستند سازی شده است. کنترل کننده‌های دور موتور قادرند مشخصه‌های بار را به مشخصه‌های موتور تطبیق دهند. این اسباب توان راکتیو ناچیزی از شبکه می‌کشند و لذا نیازی به تابلوهای اصلاح ضریب بار ندارند. در زیر به مزایای استفاده از کنترل دور موتور اشاره می‌شود.

در صورت استفاده از کنترل کننده‌های دور موتور بجای کنترلرهای مکانیکی، در کنترل جریان سیالات، بطور مؤثری در مصرف انرژی صرفه جوئی حاصل می‌شود. این صرفه جوئی علاوه بر پیامدهای اقتصادی آن موجب کاهش آلاینده‌های محیطی نیز می‌شود.

ویژگی اینکه کنترل کننده‌های دور موتور قادرند موتور را نرم راه اندازی کنند موجب می‌شود علاوه بر کاهش تنشهای الکتریکی روی شبکه، از شوکهای مکانیکی به بار نیز جلوگیری شود. این شوکهای مکانیکی می‌توانند باعث استهلاک سریع قسمت‌های مکانیکی، بیرینگها و کوپلینگها، گیربکس و نهایتاً قسمت‌های از بار شوند. راه اندازی نرم هزینه‌های نگهداری را کاهش داده و به افزایش عمر مفید محرکه‌ها و قسمت‌های دوار منجر خواهد شد.

جریان کشیده شده از شبکه در هنگام راه اندازی موتور با استفاده از درایو کمتر از ۱۰٪ جریان اسمی موتور است. کنترل کننده‌های دور موتور نیاز به تابلوهای اصلاح ضریب قدرت ندارند. در صورتی که نیاز بار ایجاب کند با استفاده از کنترل کننده دور، موتور می‌تواند در سرعت‌های پائین کار کند. کار در سرعت‌های کم منجر به کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداشت ادواتی نظیر بیرینگها، شیرهای تنظیم کننده و دمپرها خواهد شد.

یک کنترل کننده دور قادر است رنج تغییرات دور را نسبت به سایر روشهای مکانیکی تغییر دور، به میزان قابل توجهی افزایش دهد. علاوه بر آن از مسائلی چون لرزش و تنشهای مکانیکی نیز جلوگیری خواهد شد.

کنترل کننده‌های دور مدرن امروزی با مقدرات نرم افزاری قوی خود قادرند راه حلهای متناسبی برای کاربردهای مختلف صنعتی ارائه دهند.

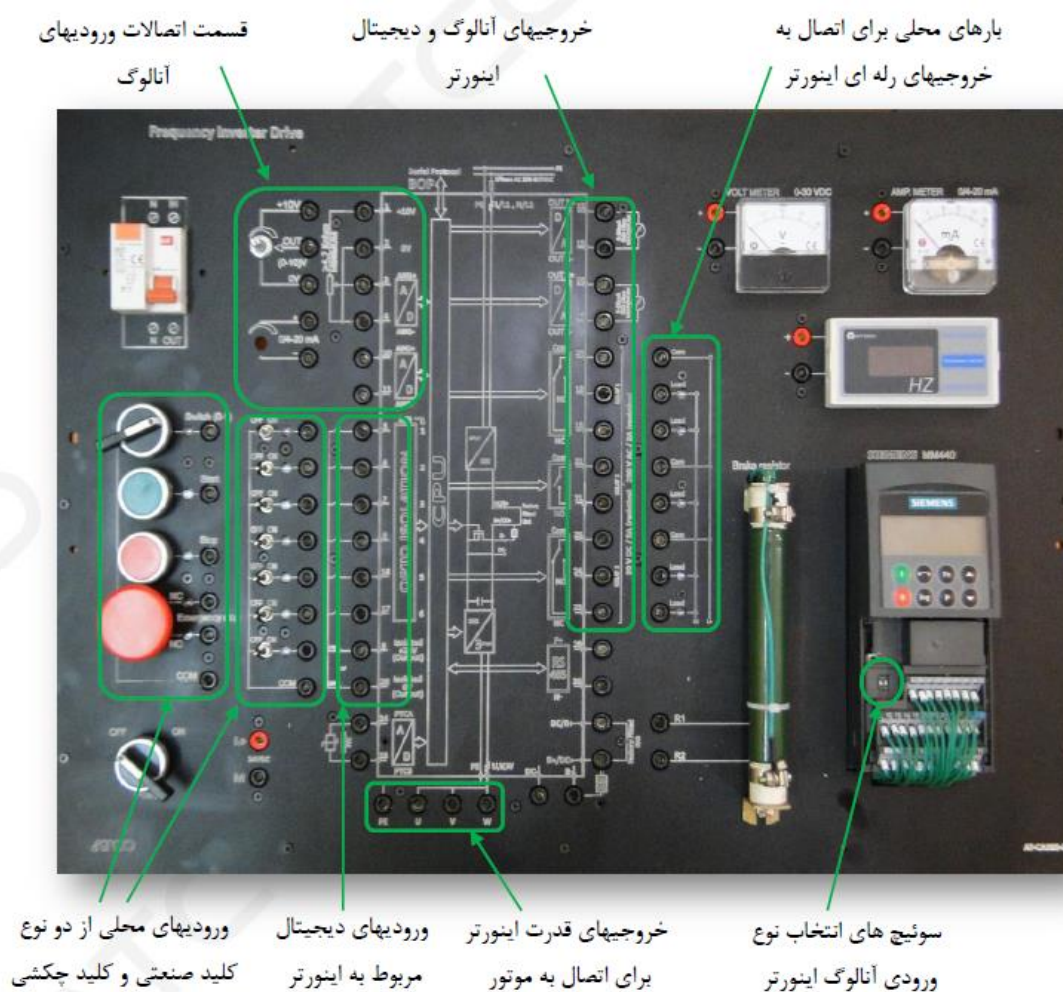
مدیریت بهینه سازی مصرف انرژی و نقش کنترل کننده‌های دور موتور امروزه در کشورهای صنعتی الزامات زیست محیطی از یکسو و رقابت بنگاههای اقتصادی از سوی دیگر، مدیریت بهینه سازی انرژی را در بصورت یک امر غیر قابل اجتناب در آورده

است. مجموعه اقداماتی که برای صرفه جوئی انرژی در کارخانجات صورت می‌گیرد شامل مواردی چون جایگزینی موتورهای الکتریکی با انواع موتورهای با بازدهی بالا، استفاده از کنترل کننده‌های دور موتور در کاربردهائی که اتلاف انرژی در آنها زیاد است، بازیافت انرژی از پروسه‌های حرارتی و نظایر آنها می‌شود. نتایج اعمال چنین اقداماتی نشان می‌دهد در موارد زیادی، و بخصوص در جاهائی که از فن‌ها، پمپ‌ها، و کمپروسورها در فرایند تولید استفاده می‌شود، بکارگیری کنترل کننده‌های دور موتور علاوه بر اعطاف پذیر نمودن کنترل فرایند، تأثیر قابل توجهی در کاهش مصرف انرژی داشته است. در بسیاری از موارد زمان بازگشت سرمایه بین یک تا سه سال می‌باشد.

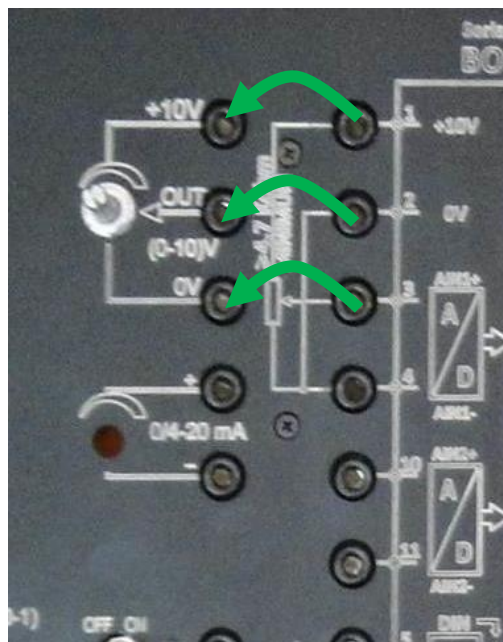
کنترل کننده‌های دور موتور انواع مختلفی دارند آنها قادرند انواع موتورهای AC و DC را کنترل کنند. قیمت کنترلرها وابسته به نوع تکنولوژی بکار رفته در ساختمان آنها می‌باشد. ساده‌ترین روش کنترل موتورهای AC روش تثبیت نسبت ولتاژ به فرکانس (یا کنترل V/F ثابت) می‌باشد. اینک این روش، بطور گسترده در کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع کنترلرها از نوع اسکالر بوده و بصورت حلقه باز با پایداری خوب عمل می‌کنند. مزیت این روش سادگی سیستمهای کنترلی آن است، در مقابل این نوع کنترلرها برای کاربردهای با پاسخ سریع مناسب نمی‌باشند.

روبوتها و ماشینهای ابزار نمونه هائی از کاربردهای با دینامیک بالا هستند. در این کاربردها روشهای کنترلی برداری استفاده می‌شود. در روشهای کنترلی برداری با تفکیک مؤلفه‌های جریان استاتور به دو مؤلفه تورک ساز و فلو ساز، و کنترل آنها با استفاده از رگولاتورهای PI ترتیبی داده می‌شود که موتور AC نظیر موتور DC کنترل شود. و بدین ترتیب تمام مزایای موتور DC از جمله پاسخ گشتاور سریع آنها در موتورهای AC نیز در دسترس خواهد بود. برای مثال پاسخ گشتاور در روشهای برداری حدود 10-20ms و در روشهای کنترل مستقیم گشتاور (Direct Torque Control) این زمان حدود 5ms است.

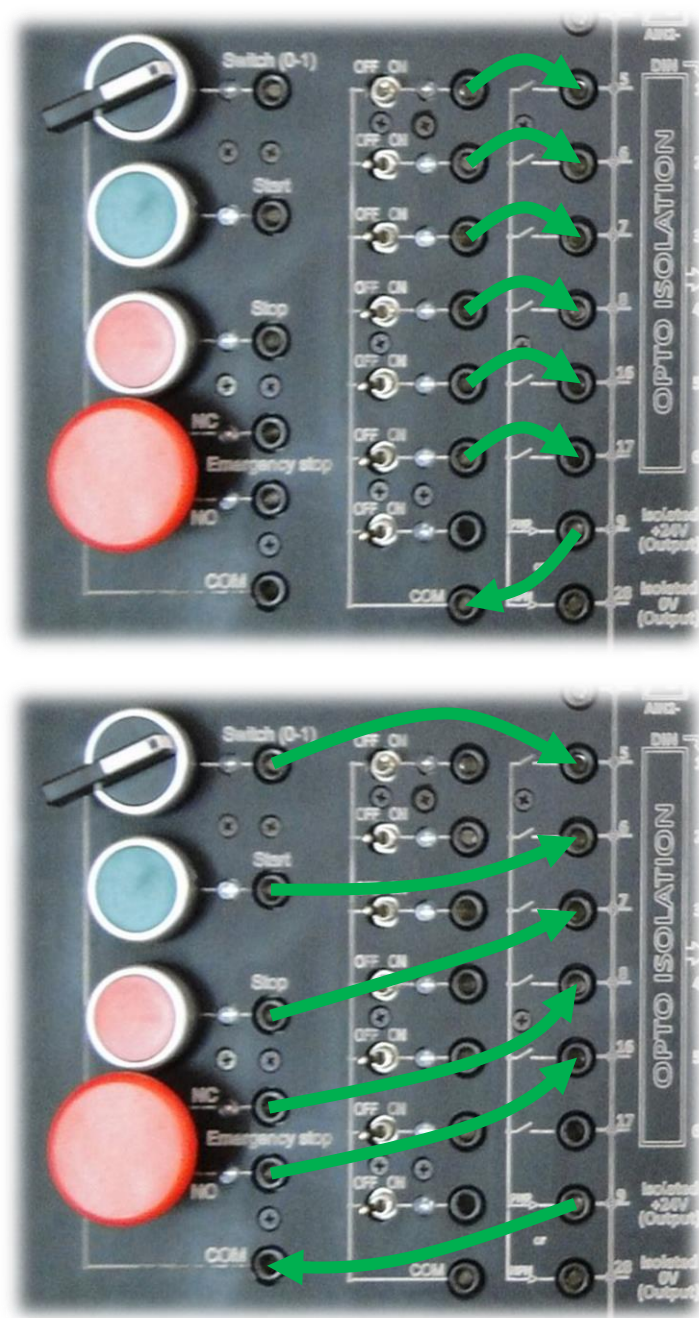
حال با توجه به توضیحات داده شده به تشریح ماژول می‌پردازیم. برای استفاده از این ماژول ابتدا می‌بایست فیوز مربوط به تغذیه فعال گردد سپس کلید صفرویک مربوط به Power را که در پایین و سمت چپ ماژول قرار دارد را روی حالت ON قرار می‌دهیم. سپس از ماژول تغذیه DC یک انشعاب گرفته و به فیش‌های تغذیه 24VDC که در همان قسمت پایین و سمت چپ ماژول قرار دارد متصل می‌نماییم در این حالت اینورتر تغذیه گردیده و فعال می‌شود.



برای استفاده از ورودیهای آنالوگ در اینورتر همانطور که روی ماژول درج گردیده است بایستی هر کدام از پایههای ولوم به پایه مربوطه‌اش در سمت اینورتر جامپر زده شود تا اتصال ولوم به اینورتر برقرار گردد به همین ترتیب برای مولد جریان آنالوگ نیز عمل می‌کنیم.



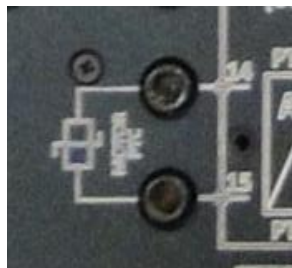
به منظور استفاده از ورودیهای دیجیتال اینورتر که پایه‌های 5,6,7,8,16 و 17 را روی اینورتر شامل می‌شوند دو دسته ورودی محلی که در سمت چپ این ورودی‌ها قرار دارند در نظر گرفته شده است زمانی که بخواهیم تمام ورودیها از جنس کلید چکشی باشند از ورودی‌های ستون اول استفاده می‌کنیم و برای برقراری ارتباط این ورودی‌ها به اینورتر بایستی فیش‌های آنها به یکدیگر جامپر زده شود. هریک از ستون‌های ورودی‌های محلی دارای یک فیش Com می‌باشد که با توجه به انتخاب اینکه نوع ورودی حالت (Source) PNP انتخاب شود، می‌تواند به فیش شماره 9 اینورتر جامپر زده شود. قابل به ذکر است که در این ستون مربوط به ورودی محلی از ۷ عدد ورودی دیجیتال استفاده شده است که از تعداد ورودی دیجیتال مربوط به اینورتر یک واحد بیشتر است و می‌توان از آن می‌توان به عنوان کلید چکشی یدک در زمان‌های لازم استفاده نمود.



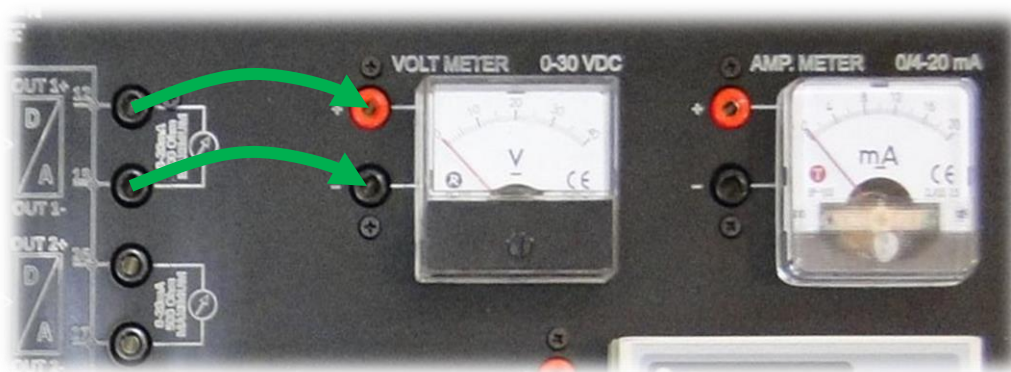
در ورودی‌های دیجیتال محلی ستون دوم از کلیدهای صنعتی استفاده گردیده است که شامل صفر و یک، استارت، استپ، و استپ اضطراری می‌گردد این دسته از ورودی‌ها نیز همانند ورودی‌های ستون اول دارای Com می‌باشد که با توجه به انتخاب نوع ورودی همانند Com مربوط به دسته اول با آن رفتار می‌کنیم.

در صورتی که بخواهیم از هر دو ستون ورودی‌های محلی برای ورودی استفاده کنیم بایستی هر دو Com ستون‌ها را به فیش +24 ولت اینورتر متصل کنیم و سپس فیش‌های ورودی را طبق شکل قبل به اینورتر متصل می‌نمائیم.

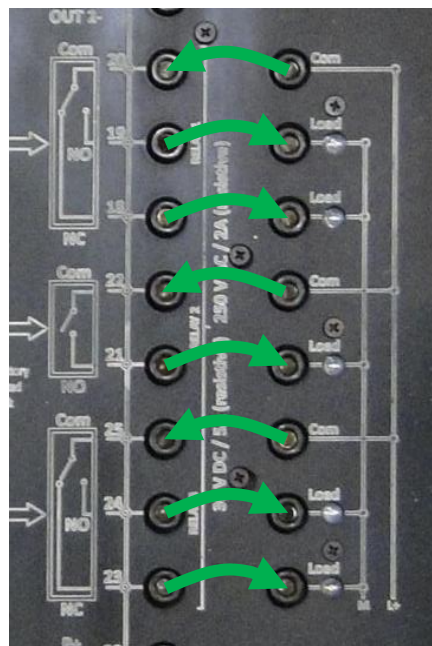
پایه‌های 14 و 15 مربوط به اتصال یک سنسور دمای PTC می‌باشد که برای اندازه‌گیری دمای موتور روی بدنه موتور نصب می‌گردد و با توجه به تنظیمات داخلی درایو زمانی که دمای موتور از حدی تجاوز کند وقفه‌ای اجرا می‌گردد.



پایه‌های 12, 13, 26 و 27 مربوط به خروجی آنالوگ قابل تنظیم می‌باشد. در این قسمت ماژول برای این که بتوانیم مقادیر خروجی آنالوگ را به صورت محلی مشاهده کنیم سه عدد میتر جریانی 0-20 mA، ولتاژی 0-10V ولت و فرکانس متر دیجیتال در نظر گرفته شده است که با توجه به نوع خروجی، اتصال بین خروجی و میتر مربوط توسط جامپر صورت می‌گیرد.

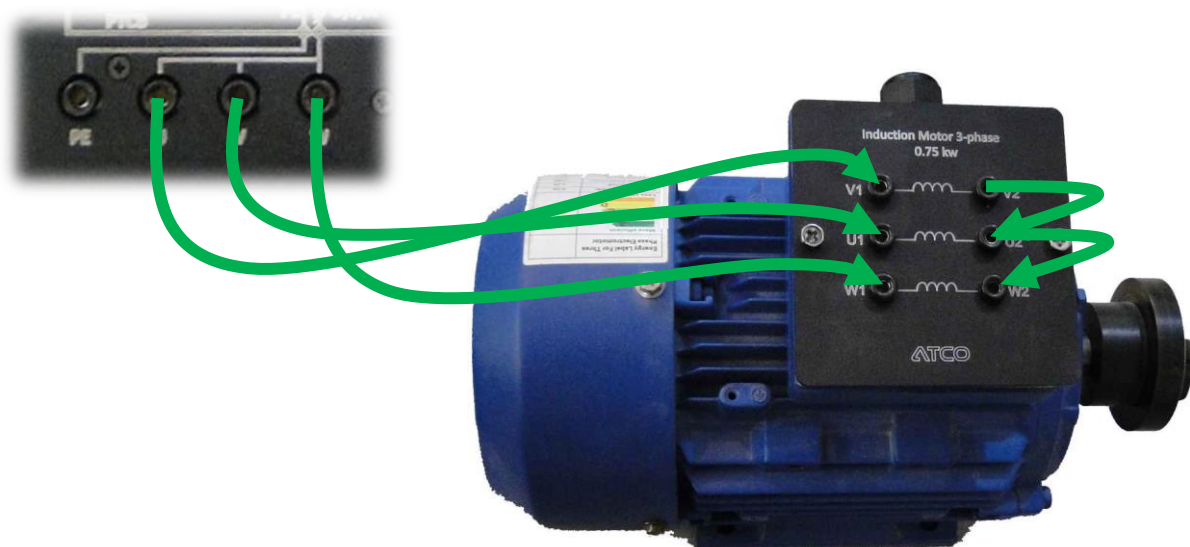


پایه‌های 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 و ۲۵ مربوط به خروجی‌های رله‌ای می‌باشد همانطور که روی ماژول مشخص است 18, 19 و ۲۰ مربوط به رله اول و پایه‌های 21 و 22 مربوط به رله دوم و پایه‌های 23, 24 و 25 مربوط به رله سوم می‌باشد. در مقابل خروجی‌های رله‌ای یک ستون خروجی محلی برای مشاهده تغییرات رله‌ها هنگام روشن بودن درایو تعبیه شده است و برای اتصال آن به خروجی‌های رله باید بین آنها جامپر زده شود.



پایه های 29 و 30 مربوط به ارتباط RS485 است که در صورت نیاز می توان از آن استفاده نمود. پایه های DC+/B+ و DC-/B- و B- و DC- برای اتصال فیلتر و مقاومت ترمز و موارد دیگر است. لازم به ذکر است که پایه های R1 و R2 مربوط به مقاومت ترمز می باشد که برای اتصال آن به درایو، همانطور که در شکل نمایش داده شده است باید بین پایه های B+/DC+ و B- قرار گیرد، به این منظور بین پایه های R1 و R2 و پایه های B+/DC+ و B- جامپر می زنیم.

پایه های U, V, W و PE برای اتصال قدرت موتور الکتریکی می باشد که مستقیماً باید به سرهای موتور مربوطه متصل شود توجه شود در هنگام کار با اینورتر از لمس این پایه ها جدا خودداری شود.



۹- مازول رله ۱۱ پایه

در این مازول از دو رله ۱۱ پایه استفاده شده است که دارای سه کنتاکت change over و یک بوبین می باشد. از این رله به منظور اتصال سه فاز به موتور استفاده می شود و با تحریک بوبین توسط ۲۴ ولت رله های change over تغییر وضعیت می دهند و زمانی که تحریک برداشته شود رله ها به حالت اولیه خود باز می گردند.

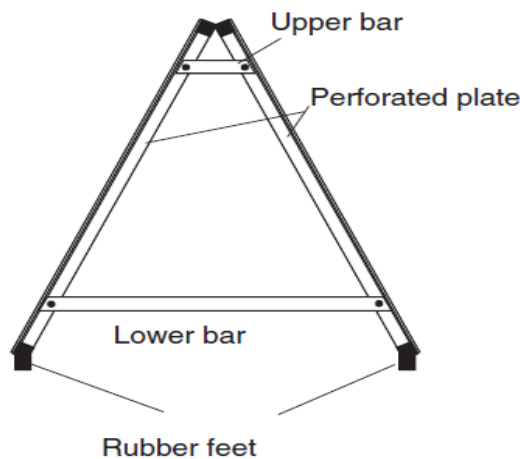
آشنایی با تجهیزات مجموعه RT770

RT770 یک سیستم آموزشی، محصول شرکت G.U.N.T است که می‌تواند آزمایش‌های فراوانی را در زمینه کنترل و اتوماسیون برای مهندسين کنترل فراهم آورد. این سیستم آموزشی از اجزای الکتریکی، پنوماتیکی و الکتروپنوماتیکی تشکیل شده است که در ذیل به معرفی آن‌ها خواهیم پرداخت:

- ۱- **اجزای الکتریکی:** اجزایی هستند که عملکردشان بر اساس جریان الکتریکی صورت می‌گیرد. این اجزا معمولاً با منبع تغذیه الکتریکی در ارتباط هستند.
- ۲- **اجزای پنوماتیکی:** اجزایی هستند که عملکردشان بر اساس سیال هوا صورت می‌گیرد. این اجزا معمولاً با کمپرسور هوا به عنوان منبع هوا در ارتباط هستند.
- ۳- **اجزای الکتروپنوماتیکی:** اجزایی هستند که عملکردشان علاوه بر سیال هوا به جریان الکتریکی نیز وابسته است. این اجزا علاوه بر کمپرسور هوا با منبع تغذیه الکتریکی نیز در ارتباط هستند.

۱- Two perforated plates

این صفحات برای نصب اجزای پنوماتیکی و الکتروپنوماتیکی به کار می‌روند. بر روی این صفحه‌ها سوراخ‌هایی تعبیه شده است که اجزا به وسیله پیچ بر روی آن نصب می‌شوند. دو میله افقی میان دو صفحه نصب شده است که با استفاده از آن‌ها می‌توان زاویه صفحات را نسبت به یکدیگر تغییر داد. ۱، ۱، ۱، ۱، ۱، ۱ (شکل ۱) نمای این صفحات را نشان می‌دهد.

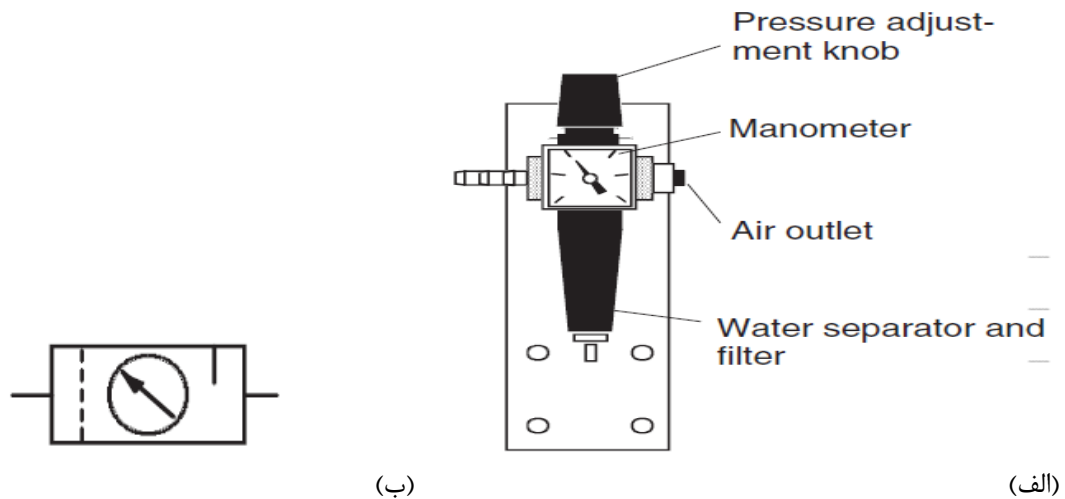


شکل (۱) نمای Two perforated plates

۲- Maintenance unit

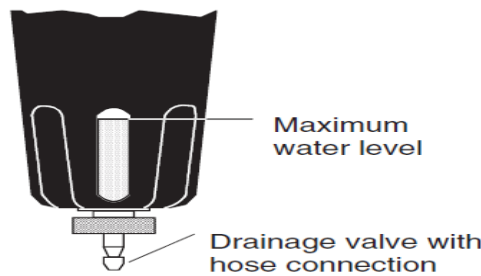
این وسیله هوای فشرده را برای سیستم‌های پنوماتیکی فراهم می‌کند؛ بدین صورت که هوا را از کمپرسور هوا دریافت می‌کند و پس از تمیز کردن آن، فشار هوا را در یک مقدار ثابت نگه می‌دارد. آب موجود در کمپرسور هوا می‌تواند باعث پوسیدگی و یخزدگی شیرها و لوله‌ها گردد. همچنین گرد و غبار موجود در هوا می‌تواند باعث انسداد لوله‌ها و عدم عبور هوا گردد. Maintenance unit از قسمت‌های زیر تشکیل شده است:

- ۱- قسمت جداکننده آب: برای جدا کردن آب موجود در هوا از این قسمت استفاده می شود.
 - ۲- فیلتر: برای جدا کردن گرد و غبار موجود در هوا استفاده می شود.
 - ۳- قسمت کاهش فشار: برای ثابت کردن فشار هوا استفاده می شود.
- برای تنظیم کردن فشار هوا می توان از دستگیره موجود در قسمت بالایی Maintenance unit استفاده کرد.



شکل (۲) Maintenance unit (الف) ساختمان داخلی، (ب) نماد مداری

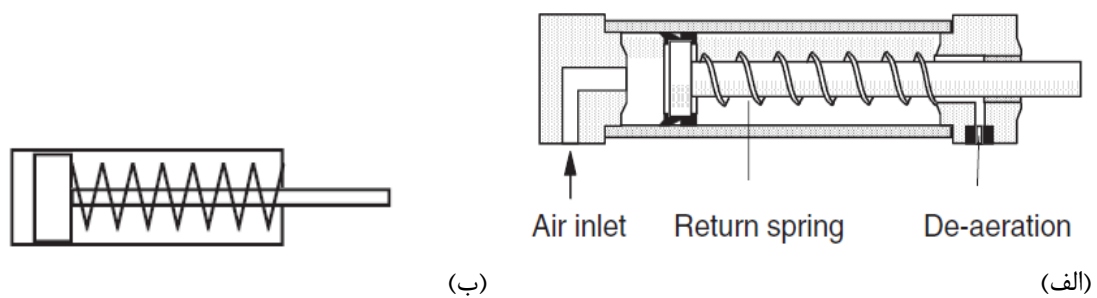
توجه: سطح آب موجود در مخزن Maintenance unit باید به صورت مداوم کنترل شود تا حد آن از مقدار ماکزیمم بیشتر نشود. در صورت بیش از حد شدن سطح آب باید از طریق شیر تخلیه، آب موجود در مخزن را خارج کرد.



شکل (۳) مخزن آب Maintenance unit

۳- Single-acting cylinder

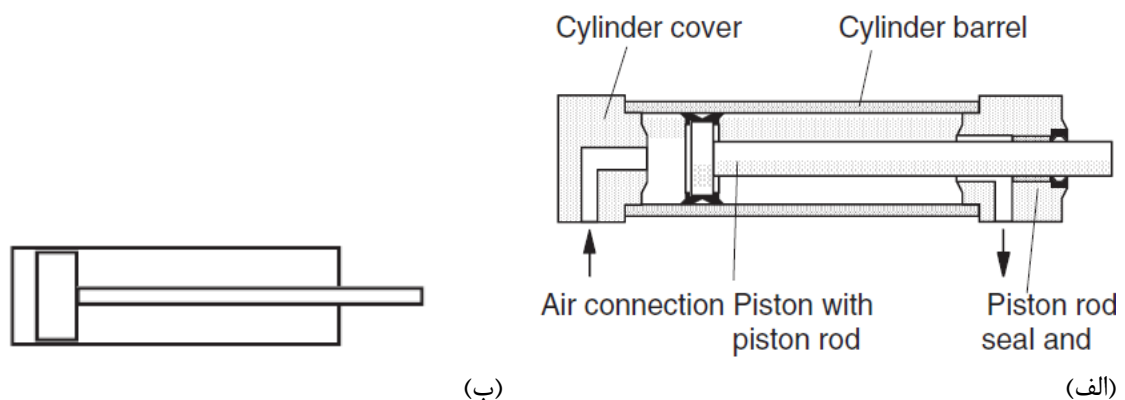
این سیلندر از طریق فشردن یک کلید باز می شود و سپس با رها کردن کلید از طریق فنر بازگرداننده بسته می شود. عمل باز و بسته شدن سیلندر به صورت پیوسته انجام می شود. یعنی تا زمانی که کلید متصل به سیلندر بسته است، سیلندر باز خواهد ماند. به محض باز شدن کلید، سیلندر بسته خواهد شد.



شکل (۴) Single-acting cylinder (الف) ساختمان داخلی، (ب) نماد مداری

۴- Double-acting cylinder

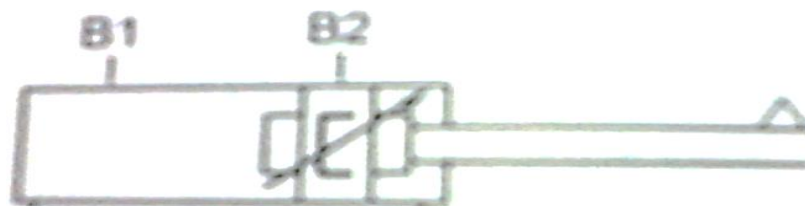
عملکرد این سیلندر همانند Single-acting cylinder است، با این تفاوت که برای بسته شدن سیلندر به جای استفاده از فنر بازگرداننده از هوای فشرده استفاده می‌شود.



شکل (۵) Double-acting cylinder (الف) ساختمان داخلی (ب) نماد مداری

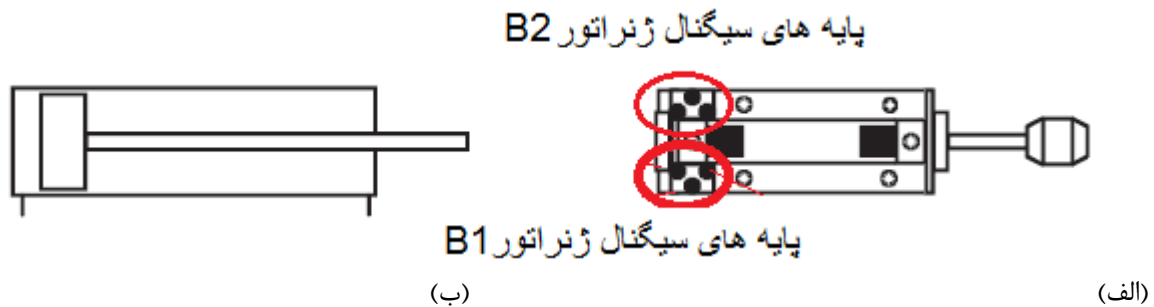
۵- Cylinder, with a signal generator

این سیلندرها عملکردی همانند Double-acting cylinder دارند با این تفاوت که در ابتدا و انتهای این سیلندرها دو کلید الکتریکی تعبیه شده است. این دو کلید الکتریکی همان سیگنال ژنراتورهای موجود بر روی سیلندر می‌باشند. در شکل (۶) محل قرار گرفتن این دو کلید با نمادهای B1 و B2 مشخص شده است.



شکل (۶) Cylinder with a signal generator نماد مداری

هر دو کلید NO می‌باشند. کلید B1 تا زمانی که سیلندر کامل بسته نشود، باز می‌ماند (NO). به محض این که سیلندر کامل بسته شود کلید بسته می‌شود. در واقع کلید B1 برای ردیابی حالت ابتدایی سیلندر استفاده می‌شود. کلید B2 نیز تا زمانی که سیلندر کامل باز نشود، باز می‌ماند (NO). به محض این که سیلندر کامل باز شود کلید بسته می‌شود. کلید B2 نیز برای ردیابی حالت انتهایی سیلندر استفاده می‌شود. می‌توان از عملکرد این کلیدها برای انجام عملی دیگر مانند باز و بسته شدن مجدد سیلندر استفاده کرد. این سیلندر هم دارای اتصالات الکتریکی و هم اتصالات پنوماتیکی است. به عبارت دیگر این کلید یک وسیله الکتروپنوماتیکی است.



شکل (۷) Cylinder, with a signal generator (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداری

برای ایجاد ارتباط میان سیگنال ژنراتور و اجزای الکتروپنوماتیکی دیگر، پایه‌های قرمز رنگ و سیاه رنگ واقع بر روی سیگنال ژنراتور را مانند اتصالات مدار وصل می‌کنیم به طوری که پایه قرمز رنگ به سطح ولتاژ بالاتر و پایه سیاه رنگ به سطح ولتاژ پایین تر متصل شود. پایه آبی رنگ را نیز همیشه به زمین منبع متصل می‌کنیم. در هنگام کار با سیگنال ژنراتور باید نکات زیر را رعایت کنیم:

- ۱- حداکثر جریان عبوری از سیگنال ژنراتور 150mA است.
- ۲- در هنگام استفاده از سیگنال ژنراتور هیچ گاه شیرها را مستقیماً به جریان متصل نکنید. زیرا با اتصال مستقیم ممکن است سیگنال ژنراتور آسیب ببیند. بنابراین در چنین شرایطی حتماً از رله‌ها استفاده کنید.

۶- سیلندر دارای بار

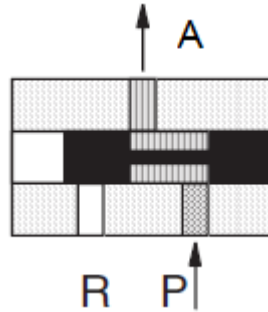
این سیلندر عملکردی همانند Double-acting cylinder دارد با این تفاوت که این سیلندر متصل به یک بار مکانیکی است و در نتیجه برای به راه انداختن آن باید فشار هوای بالاتری را استفاده کرد.



شکل (۸) Cylinder, with a Load (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداری

۷- 3/2-way valves

این نوع کلیدها برای قطع و وصل کردن جریان هوا استفاده می‌شوند و دارای ساختمان داخلی به شکل (۹) هستند.



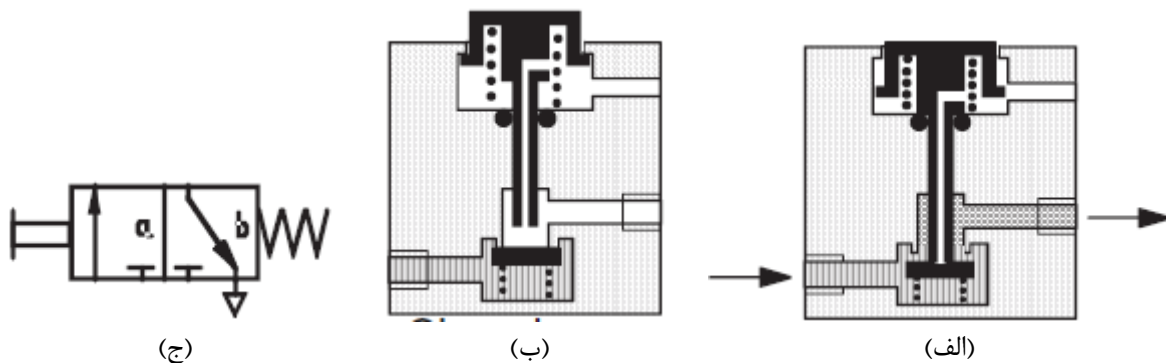
شکل (۹) ساختمان داخلی 3/2-way valves

این نوع کلیدها دارای ۳ پایانه ورودی و خروجی می‌باشند و عملکردی دوحالته دارند. ورودی P معمولاً به منبع هوا متصل می‌شود و در صورت وصل بودن کلید، هوا را به خروجی A منتقل می‌کند. در صورت قطع شدن کلید، هوای عبوری از خروجی A از طریق دریچه R به بیرون از سیستم رانده می‌شود. این کلیدها دارای انواع مختلفی می‌باشند که عملکرد تقریباً یکسانی دارند و تنها در نوع شستی با یکدیگر تفاوت دارند. در ادامه به بررسی آن‌ها خواهیم پرداخت.

۷-۱- 3/2-way valve button operated

دارای دو نوع normally open (NO) و normally closed (NC) است:

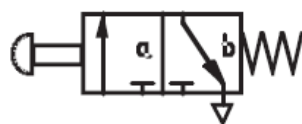
- NO: با فشردن کلید، هوا جریان می‌یابد و با رها کردن کلید جریان هوا قطع می‌شود.
- NC: در ابتدا به صورت عادی جریان هوا برقرار است و با فشردن کلید، جریان هوا قطع می‌شود.



شکل (۱۰) 3/2-way valve button operated (الف) حالت بسته، (ب) حالت باز، (ج) نماد مدار

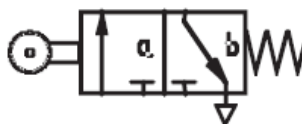
۷-۲- 3/2-w.v., mushroom-type button

این نوع کلیدها عملکردی همانند سایر کلیدهای 3/2 دارند و شستی آن‌ها قارچی شکل است. از این نوع کلید می‌توان برای قطع و وصل کردن جریان هوای Maintenance unit استفاده کرد.

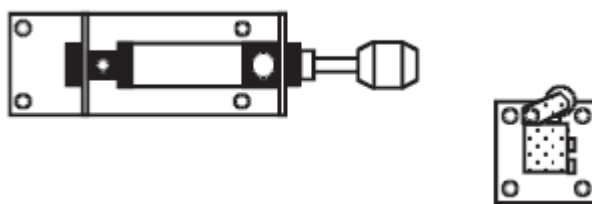


شکل (۱۱) نماد مداري 3/2-way valve mushroom-type button

۳-۷ 3/2-way valve, roller lever



این نوع کلید دارای شستی اهرمی شکل است. از این نوع کلیدها معمولاً در کنترل‌های چندمرحله‌ای استفاده می‌شود. برای مثال در مداري مانند مدار زیر می‌توان یک 3/2-way valve, roller lever را در حالت انتهایی سیلندر قرارداد تا وقتی سیلندر باز شد، در اثر برخورد با این کلید، آن را فعال نموده و در نتیجه فرآیند دیگری آغاز گردد.



شکل (۱۲) عملکرد 3/2-way valve, roller lever در کنار سیلندر

۴-۷ 3/2-way valve, idle return roller

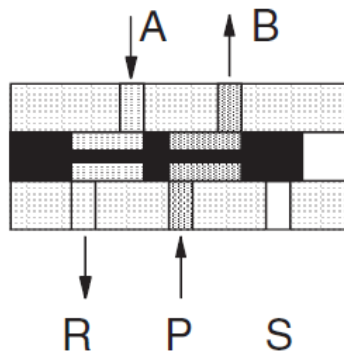
این نوع کلیدها عملکردی همانند کلیدهای 3/2-way valve, roller lever دارند با این تفاوت که 3/2-way valve, idle return roller برخلاف 3/2-way valve with roller lever تنها در یک جهت حرکت سیلندر فعال می‌شوند و آن همان جهتی است که قسمت بالایی غلتک آن‌ها خمیده نمی‌شود. بنابراین می‌توان این کلیدها را کمی عقب‌تر از حالت انتهایی یا ابتدایی سیلندر قرارداد تا تنها یک پالس کوتاه تولید کنند و بدین ترتیب مشکل Overlap نیز از بین می‌رود.



شکل (۱۳) نماد مداري 3/2-way valve, idle return roller

۸- 5/2-way valves

این شیرها دارای ظرفیت هوای عبوری بیشتری نسبت به شیرهای 3/2 می‌باشند. ساختمان داخلی این شیرها به شکل (۱۴) است.

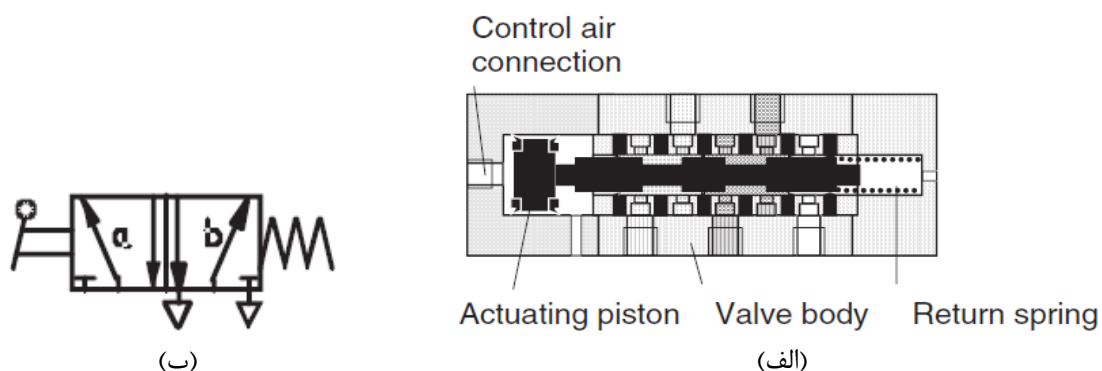


شکل (۱۴) ساختمان داخلی 5/2-way valves

این نوع کلیدها دارای ۵ پایانه ورودی و خروجی می‌باشند و عملکردی دوحالته دارند. ورودی P به منبع هوا متصل می‌شود. خروجی‌های A و B برای رفت و برگشت هوای خروجی از شیر استفاده می‌گردند. بدین ترتیب که هنگام وصل بودن کلید، از خروجی A هوا خارج می‌شود و از خروجی B هوای خارج شده بازمی‌گردد و عملی مانند باز شدن یک سیلندر انجام می‌شود و در هنگام باز بودن کلید خروجی‌های A و B به صورت برعکس عمل می‌کنند و عملی مانند بسته شدن یک سیلندر انجام می‌شود. ورودی‌های R و S نیز برای خارج کردن هوای بازگشتی به بیرون از سیستم استفاده می‌گردند. این شیرها دارای انواع مختلفی می‌باشند که در ادامه به معرفی آن‌ها می‌پردازیم.

۸-۱- 5/2-way valve, with spring return

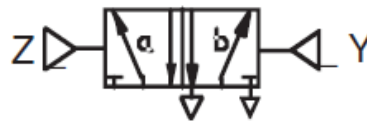
در این نوع شیرها عمل قطع و وصل جریان هوا به صورت پیوسته انجام می‌شود. یعنی تا زمانی که کلید وصل است جریان هوا درون شیر برقرار می‌گردد و به‌طور مثال باعث باز شدن یک سیلندر می‌گردد؛ ولی به محض این‌که کلید قطع می‌شود، فنر بازگرداننده، شیر را در حالتی قرار می‌دهد که هوا به صورت برعکس جریان می‌یابد و درواقع جریان هوای عبور داده شده بازگردانده می‌شود و سیلندر بسته می‌شود.



شکل (۱۵) 5/2-way valve, with spring return (الف) ساختمان داخلی، (ب) نماد مداری

۸-۲- 5/2-way valve, dual-pressurised (Pulse valve)

این شیرها برخلاف نوع فنری قابلیت استفاده در کنترل فشارهای ناپیوسته را دارند یعنی می‌توانند با استفاده از ورودی‌های پالسی نیز کار کنند.



شکل (۱۶) نماد مداری 5/2-way valve, dual-pressurized

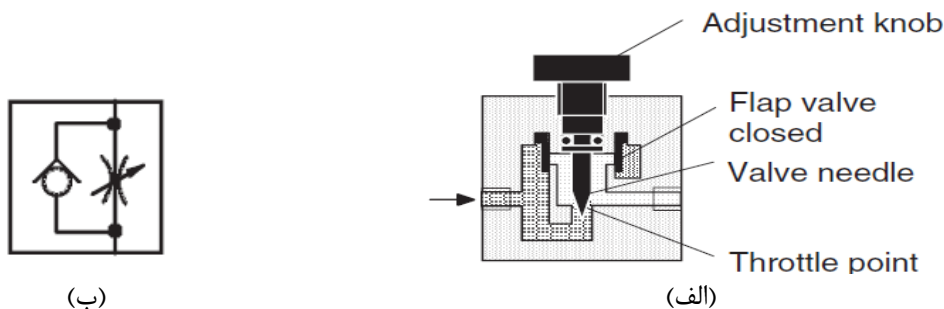
در این نوع شیرها دو ورودی کنترلی Z و Y برای set و reset کردن شیر استفاده می‌شود.

این شیرهای پالسی می‌توانند پالس‌های اعمال شده به ورودی‌های کنترلی Z و Y را مدت زمانی در خود ذخیره کنند. به عبارت دیگر با دادن پالس کوتاهی به ورودی کنترلی Z می‌توان عملی مانند باز شدن یک سیلندر را انجام داد. سیلندر تا زمانی که پالسی به ورودی Y اعمال نشود باز می‌ماند. بنابراین با دادن پالس کوتاهی به ورودی Y می‌توان سیلندر را به حالت اول بازگرداند. این شیرها دارای عیب‌هایی می‌باشند که عبارت‌اند از:

- ۱- برای باز و بسته شدن سیلندر، هر دو ورودی کنترلی نیازمند سیگنال‌دهی می‌باشند. یعنی هر دو ورودی باید به کلیدهای جداگانه متصل شوند که این عمل تعداد تجهیزات را افزایش می‌دهد. بنابراین استفاده از شیرهای پالسی نیاز به هزینه بیشتری دارد.
- ۲- اگر عرض پالس‌های اعمال شده به ورودی‌های کنترلی خیلی کوچک باشند، نمی‌توانند عمل setting و resetting را انجام دهند.

۹- Non-return throttle valve

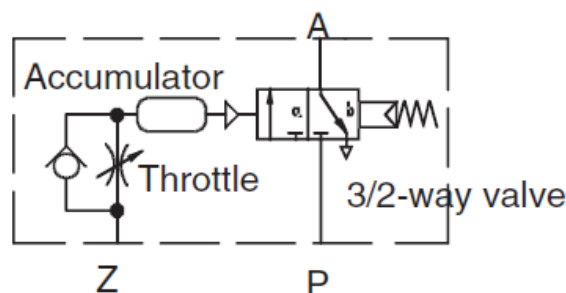
معمولاً برای کاهش سرعت رفت و برگشت سیلندر از این شیر استفاده می‌شود. این شیر معمولاً به عنوان کاهنده جریان در یک جهت عمل می‌کند. اما در جهت دیگر مقاومت کمی از خود نشان می‌دهد. این امر اجازه می‌دهد که به عنوان مثال سیلندر آهسته باز شود و سریع بسته شود. میزان کاهندگی جریان در این شیر قابل تنظیم است.



شکل (۱۷) Non-return throttle valve (الف) ساختمان داخلی، (ب) نماد مداری

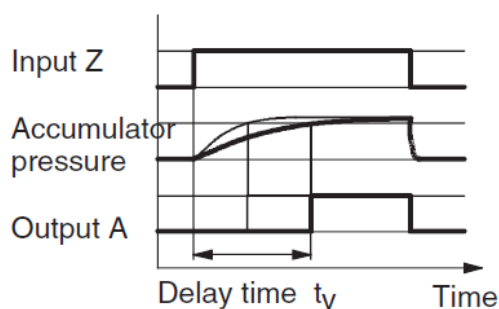
۱۰- 3/2-delay valve

برای تولید یک وقفه زمانی از 3/2-delay valve استفاده می‌شود. این شیر تشکیل شده است از non-return, accumulator 3/2- way valve with spring return و throttle valve.



شکل (۱۸) نماد مداری 3/2-delay valve

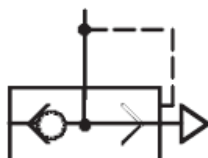
وقتی که سیگنال فشار به ورودی Z می‌رسد، آکومولاتور به آهستگی توسط non-return throttle valve پر از هوا می‌شود؛ در نتیجه فشار هوا به آهستگی افزایش می‌یابد. وقتی که فشار در آکومولاتور به حد معینی می‌رسد، 3/2-way valve سوئیچ می‌شود. اگر فشار ورودی کاهش یابد، آکومولاتور خیلی سریع تخلیه می‌گردد و فشارش پایین می‌آید. 3/2-way valve نیز هم‌زمان خاموش می‌گردد. توجه شود که در شیر تأخیری موجود، رنگ سبز تحرک شیر، رنگ قرمز خروجی شیر و رنگ مشکی فشار ورودی به شیر است. زمان تأخیر می‌تواند به وسیله non-return throttle valve بین ۰/۱ تا حدوداً ۷۰ ثانیه تنظیم گردد.



شکل (۱۹) دیاگرام زمانی شیر تأخیری

۱۱- Quick ventilation valve

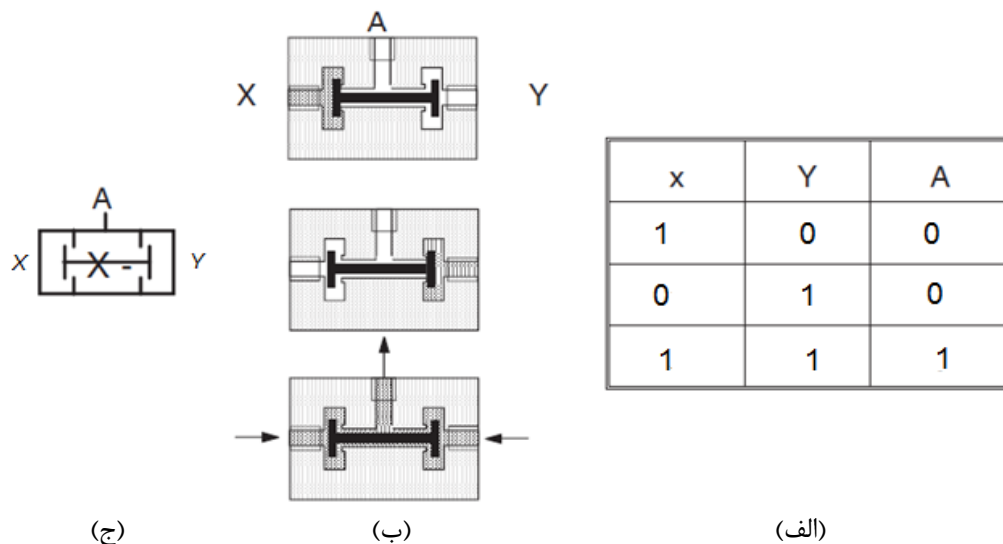
گاهی اوقات نیاز است که سیلندر سریع باز و بسته شود. اما مقاومت‌های موجود در خطوط خروجی و شیرهای توزیع این امر را با مشکل روبه‌رو می‌سازد. معمولاً برای غلبه بر این مشکل و باز بسته شدن سریع سیلندر از این شیر استفاده می‌شود. این شیرها هوای خروجی را از سطح تقاطع بزرگشان عبور می‌دهند و در نتیجه میزان جریان عبوری را افزایش می‌دهند. وقتی که سیلندر عمل می‌کند شیر به صورت خودکار بسته می‌شود.



شکل (۲۰) نماد مداری Quick ventilation valve

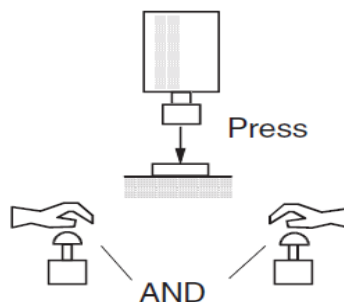
۱۲- twin-pressure valve (AND)

این شیر همانند گیت منطقی AND عمل می‌کند؛ بدین‌صورت که این شیر دارای دو ورودی است. برای آن‌که خروجی set شود باید هر دو ورودی سیگنال دهی شود.



شکل (۲۱) twin-pressure valve (الف) جدول منطقی، (ب) ساختمان داخلی، (ج) نماد مداری

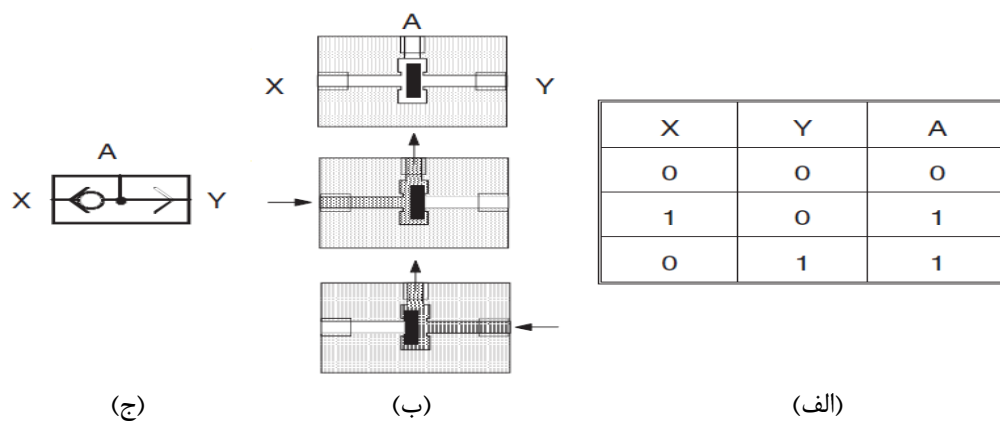
یکی از کاربردهای این شیر در پرس کردن است. دلیل استفاده از این شیر در پرس کردن ایجاد امنیت برای افراد است. به‌طوری‌که فرد برای انجام عمل پرس هر دو دست خود را بر روی کلیدهای جداگانه‌ای می‌گذارد و دست‌هایش از آسیب در امان می‌ماند.



شکل (۲۲) کاربرد twin-pressure valve

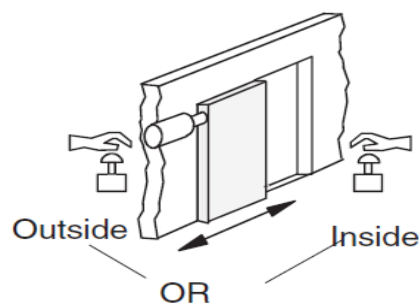
۱۳- shuttle valve (OR)

این شیر همانند گیت منطقی OR عمل می‌کند؛ بدین‌صورت که این شیر دارای دو ورودی است. برای آن‌که خروجی set شود باید حداقل یکی از ورودی‌ها سیگنال دهی شود.



شکل (۲۳) shuttle valve (الف) جدول منطقی، (ب) ساختمان داخلی، (ج) نماد مداری

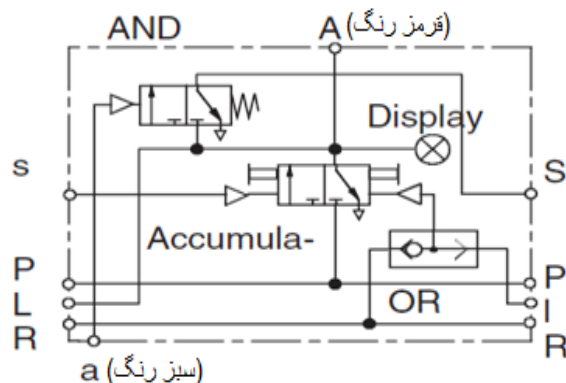
یکی از کاربردهای این شیر باز کردن در از دو سمت آن است.



شکل (۲۴) یک کاربرد برای shuttle valve

۱۴- Pulse sequencer

کنترل‌های چندمرحله‌ای می‌توانند به‌آسانی توسط Pulse sequencer شکل گیرند. ماژول‌های Pulse sequencer می‌توانند دنباله‌های کنترلی با هراندازه‌ای را تولید کنند. سیستم آموزشی RT770 حاوی Pulse sequencer است که خود دارای ۴ ماژول است. هر ماژول دارای یک ورودی S برای set کردن خود ماژول و یک خروجی S برای set کردن ماژول بعدی دارد. درواقع خروجی S هر ماژول به‌صورت داخلی به ورودی S ماژول بعدی متصل شده است و به‌این‌ترتیب تنها ورودی S ماژول اول و خروجی S ماژول دوم برای کاربر قابل‌دسترسی است. علاوه بر این‌ها هر ماژول دارای یک ورودی درخواست (سبزنگ) و یک خروجی اصلی (قرمزنگ) است. سایر پورت‌ها برای ارتباط ماژول‌ها با یکدیگر استفاده می‌شوند.



شکل (۲۵) نماد مداری Pulse sequencer module

نحوه عملکرد ماژول به این صورت است که با رسیدن سیگنال به ورودی S هر ماژول، خروجی قرمز رنگ A فعال شده و همزمان ورودی L نیز set می‌شود. وقتی که سیگنال درخواست به ورودی سبز رنگ a در یک ماژول می‌رسد، خروجی S ماژول فعلی set شده و در نتیجه ورودی S ماژول بعدی set می‌شود و ماژول بعدی فعال می‌شود. همزمان با فعال شدن ماژول بعدی، خروجی L ماژول بعدی نیز فعال شده و باعث reset شدن ماژول قبلی می‌گردد. به همین ترتیب دنباله ادامه پیدا می‌کند. برای reset کردن همزمان تمام ماژول‌ها می‌توان از ورودی R استفاده نمود. ورودی‌های P نیز به منبع هوا متصل می‌شوند. نکته مهم در هنگام کار کردن با این ماژول‌ها این است که تا زمانی که یک ماژول فعال نگردد، ورودی درخواست آن عمل نخواهد کرد. یعنی اگر قبل از فعال شدن یک ماژول، سیگنال درخواستش set شود، ماژول بعدی فعال نخواهد شد.

۱۵- Relay board with 4 changeover contacts

این برد از یک بوبین کنتاکتور و چند رله تشکیل شده است که می‌توانند NO یا NC باشند. نحوه عملکرد این برد به این صورت است که وقتی جریان الکتریکی به بوبین کنتاکتور می‌رسد رله‌های NO بسته می‌شوند و رله‌های NC باز می‌گردند.



شکل (۲۶) نماد مداری Relay board

۱۶- Signal board

این قطعه دارای تعدادی رله NO و NC است که با فشار چراغ‌های سبز یا قرمز رنگ این رله‌ها سوئیچ می‌شوند. همچنین این چراغ‌های رنگی، خود می‌توانند نمایشگر یک خروجی باشند.



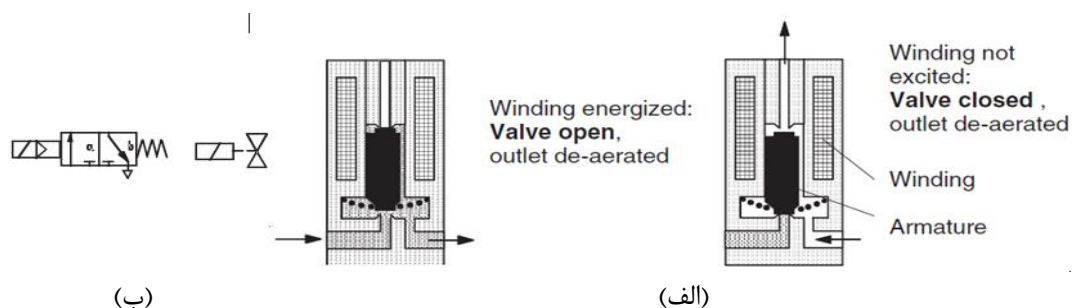
شکل (۲۷) Signal Board

۱۷- solenoid valves

این شیرها برای ارتباط سیستم‌های الکتریکی و پنوماتیکی از طریق تبدیل سیگنال الکتریکی به جریان هوا مورد استفاده قرار می‌گیرند و درواقع همانند شیرهای پالسی و شیرهای فنردار، نقش actuator را در سیستم‌های الکتروپنوماتیکی دارند. انواع مختلفی از این شیرها موجود است که در ادامه به بررسی آن‌ها خواهیم پرداخت.

۱-۱۷ 3/2-way solenoid valve, spring return

در این شیرها هنگامی که جریان الکتریکی به سیم‌پیچ می‌رسد، آرماتور به سمت بالا کشیده می‌شود و در نتیجه جریان هوا برقرار می‌گردد. به محض قطع شدن جریان الکتریکی، فنر بازگرداننده، آرماتور را به حالت اول بازمی‌گرداند و جریان هوا قطع می‌گردد.



شکل (۲۸) 3/2-way solenoid valve, spring return: (الف) ساختمان داخلی، (ب) نماد مدار

این شیرها معمولاً برای ارتباط دادن اجزای الکتریکی با Single-acting cylinder استفاده می‌شوند.

۲-۱۷ 5/2-way solenoid valve, spring return

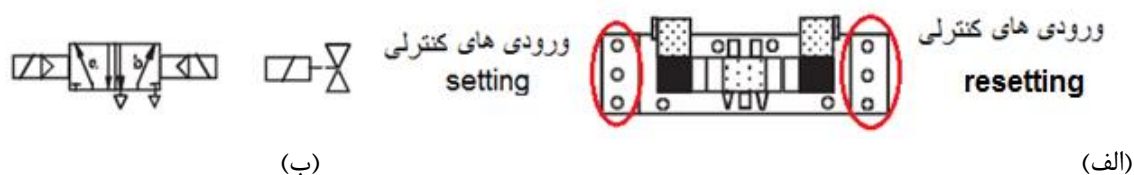
این شیرها عملکردی همانند شیرهای 3/2 دارند با این تفاوت که این شیرها برای ارتباط اجزای الکتریکی با Double-acting cylinder استفاده می‌شوند.



شکل (۲۹) 5/2-way solenoid valve, spring return نماد مدار

۱۷-۳ 5/2-way solenoid valve, pulse-actuated

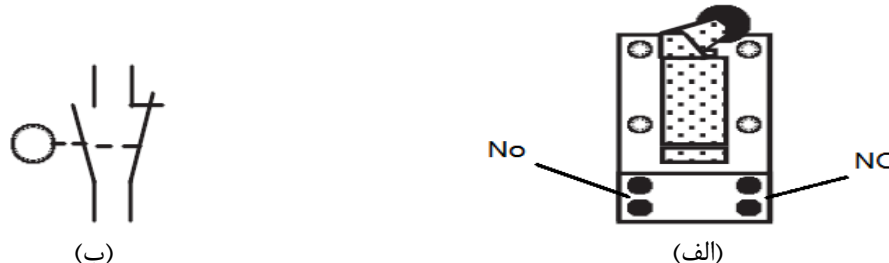
این شیرها عملکردی همانند شیرهای پالسی پنوماتیکی را در سیستم‌های الکتروپنوماتیکی دارند. به عبارت دیگر این شیرها نیز دارای دو ورودی کنترلی برای set و reset کردن شیر می‌باشند. این شیرها می‌توانند پالس‌های اعمال شده به ورودی‌های کنترلی سمت چپ و راست را مدت زمانی در خود ذخیره کنند. به عبارت دیگر با دادن پالس الکتریکی کوتاهی به ورودی کنترلی سمت چپ می‌توان عملی مانند باز شدن یک سیلندر را انجام داد. سیلندر تا زمانی که پالسی به ورودی کنترلی سمت راست اعمال نشود باز می‌ماند. بنابراین با دادن یک پالس الکتریکی کوتاه به ورودی کنترلی سمت چپ می‌توان سیلندر را به حالت اول بازگرداند.



شکل (۳۰) 5/2-way solenoid valve, pulse-actuated (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداري

۱۸- Electric limit switch

این کلیدها برای قطع و وصل جریان الکتریکی به کار می‌روند و وظیفه سیگنال‌دهی در مدارات را دارند. پایه‌های روی این limit switch به گونه‌ای است که هم می‌توانند به صورت NO و هم NC مورد استفاده قرار گیرند.



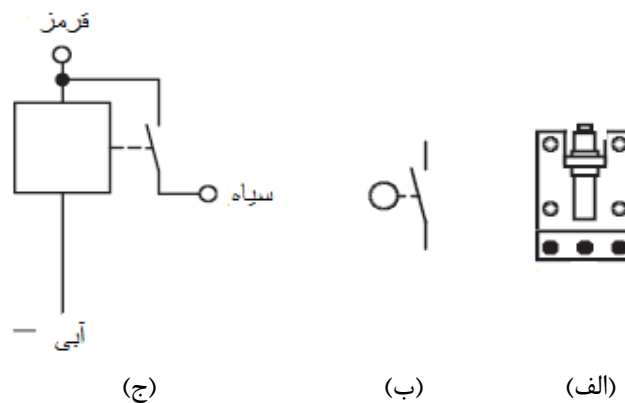
شکل (۳۱) electric limit switch (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداري

۱۹- Proximity switch

این کلیدها عملکردی همانند Limit switch دارند؛ تنها تفاوتشان نحوه راه‌اندازی آن‌هاست به طوری که برای راه‌اندازی Limit switch نیاز به تماس فیزیکی است. اما برای راه‌اندازی Proximity switch نیازی به برقراری تماس فیزیکی نیست. هر یک از Proximity switch دارای سه پایه به رنگ‌های قرمز و سیاه و آبی می‌باشند. برای قرار دادن این کلیدها در مدار باید پایه‌های قرمز رنگ و سیاه رنگ واقع بر روی کلید را مانند اتصالات مدار وصل می‌کنیم به طوری که پایه قرمز رنگ به سطح ولتاژ بالاتر و پایه سیاه رنگ به سطح ولتاژ پایین‌تر متصل شود. پایه آبی رنگ را نیز همیشه به زمین منبع متصل می‌کنیم. تمامی Proximity switch موجود در این سیستم از نوع NO می‌باشند. این کلیدها انواع مختلفی دارند که در ذیل با آن‌ها آشنا خواهیم شد.

۱۹-۱ Inductive proximity switch

این کلید دارای یک رله NO است که با عبور یک شی فلزی از مقابل این کلیدها سوئیچ می‌شود.



شکل (۳۲) Inductive proximity switch (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداری، (ج) اتصالات داخلی

تذکر: این کلیدها حداکثر جریان 400 mA را از خود عبور می‌دهند.

۱۹-۲- Capacitive proximity switch

در این نوع کلیدها عمل سوئیچ با استفاده از خاصیت خازنی شکل می‌گیرد. به این صورت که سطح سنسور نقش یک صفحه خازن را دارد. وقتی که یک جسم در مقابل این سنسور قرار می‌گیرد صفحه دیگر خازن شکل گرفته و به تدریج با بیشتر شدن سطح مشترک دو صفحه ظرفیت خازنی افزایش می‌یابد. هنگامی که ظرفیت خازنی به مقدار مشخصی می‌رسد، عمل سوئیچ انجام می‌شود.



(ب)



(الف)

شکل (۳۳) Capacitive proximity switch (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداری

۱۹-۳- Optical proximity switch

در سطح این سنسور یک Transmitter و یک Reciever قرار دارد. نور از قسمت Transmitter منتشر می‌شود. هنگامی که یک جسم منعکس‌کننده نور در مقابل سنسور قرار می‌گیرد، نور منعکس شده و به Reciever می‌رسد و عمل سوئیچ انجام می‌شود.



(ب)



(الف)

شکل (۳۴) Optical proximity switch (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداری

۲۰- Pressure switch

این سوئیچ معمولاً برای اندازه‌گیری فشار سیلندر استفاده می‌گردد و دارای دو رله NC است. عمل سوئیچ این رله‌ها از طریق خم شدن یک غشاء صورت می‌گیرد. برای مثال وقتی که سیلندر باز می‌شود و فشار سیلندر به حد معینی می‌رسد، غشاء خم شده، عمل سوئیچ انجام می‌شود و رله باز می‌گردد و در نتیجه سیلندر بسته می‌گردد تا فشار آن از مقدار مشخص شده بیشتر نشود. فشار آستانه این سوئیچ قابل تنظیم است.



شکل (۳۵) نماد مداری Pressure switch

۲۱- 8-fold distributor block with valve

از این شیر برای توزیع جریان هوا در خطوط مختلف استفاده می‌شود. بدین‌صورت که ورودی اصلی از طریق لوله به خروجی Maintenance unit متصل می‌شود و از طریق خروجی‌های دیگر، جریان هوا توزیع می‌گردد.

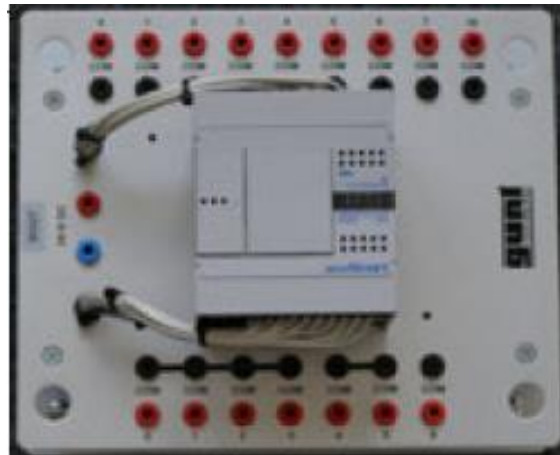


شکل (۳۶) شکل واقعی 8-fold distributor block with valve

۲۲- PLC

این بخش برای استفاده به‌جای رله‌های مکانیکی تعبیه شده است که شامل PLC MICRO1 است. PLC دستگاهی است که ورودی‌ها را دریافت می‌کند و با پردازش آن‌ها از طریق برنامه‌های اعمال‌شده به آن خروجی‌های مطلوب را ایجاد می‌نماید. برای وارد کردن برنامه به PLC می‌توان از دو روش استفاده کرد:

- استفاده از programming unit: با استفاده از این واحد برنامه‌ریزی می‌توان برنامه‌های مطلوب را نوشت و از طریق کابل ارتباطی مربوطه، برنامه را به PLC منتقل کرد. (البته این واحد در RT770 تعبیه نشده است).
- استفاده از رایانه: با استفاده از رایانه و در محیط نرم‌افزار WindLDR می‌توان برنامه‌های مطلوب را نوشت و از طریق کابل ارتباطی مربوطه، برنامه را به PLC منتقل کرد.



شکل (۳۷) PLC

یکی از مزایای PLC نسبت به سایر رله‌ها این است که تعداد اتصالات مکانیکی را کاهش می‌دهد و در نتیجه پروسه عیب‌یابی را سهولت می‌بخشد.

۲۳- Pressure gauge

این وسیله برای اندازه‌گیری فشار هوا بین مقادیر 0 – 10 bar استفاده می‌شود.



(ب)



(الف)

شکل (۳۷) Pressure gauge (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداری

۲۴- 3/2-way valve single side pressurization, home position open

این شیر عملکردی همانند سایر شیرهای ۳/۲ دارد با این تفاوت که فعال‌سازی آن از طریق دست یا یک عمل مکانیکی انجام نمی‌شود بلکه با اعمال فشار هوا به این شیر می‌توان آن را فعال نمود. این شیرها معمولاً در کنترل غیرمستقیم single-acting Cylinder استفاده می‌شوند.



(ب)

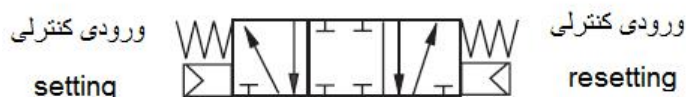


(الف)

شکل (۳۸) 3/2-way valve single side pressurization (الف) شکل واقعی، (ب) نماد مداری

۲۵- 5/3-way valve with home position, all connections closed

این شیر همانند شیرهای ۵/۲ برای کنترل double-acting Cylinder مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما برخلاف سایر شیرها که فقط می‌توانند سیلندر را در حالت ابتدایی و انتهایی متوقف کنند، این شیر قابلیت متوقف کردن سیلندر در هر موقعیتی را دارد. این شیر همانند شیرهای پالسی دارای دو ورودی کنترلی است. وقتی که سیگنال پنوماتیکی به ورودی کنترلی setting در این شیر می‌رسد، سیلندر باز می‌شود. باز شدن سیلندر تا زمانی ادامه می‌یابد که عمل سیگنال‌دهی به ورودی کنترلی setting ادامه یابد. به محض قطع شدن این سیگنال کنترلی، شیر توسط فنر در حالت خنثی قرار می‌گیرد و در نتیجه سیلندر متوقف می‌شود. (برخلاف سایر شیرها که در حالت خنثی معمولاً باعث بسته شدن سیلندر می‌شوند، این شیرها در حالت خنثی با هیچ‌یک از حالت‌های باز و بسته شدن سیلندر در ارتباط نیستند). حال اگر سیگنال پنوماتیکی به ورودی کنترلی resetting در این شیر برسد، سیلندر بسته می‌شود. بسته شدن سیلندر تا زمانی ادامه می‌یابد که عمل سیگنال‌دهی به ورودی کنترلی resetting ادامه یابد. به محض قطع شدن این سیگنال کنترلی، شیر توسط فنر در حالت خنثی قرار می‌گیرد و در نتیجه سیلندر متوقف می‌شود. بنابراین با استفاده از این شیر می‌توان double-acting Cylinder را باز و بسته کرد و در هر موقعیتی آن را متوقف نمود.



(ب)

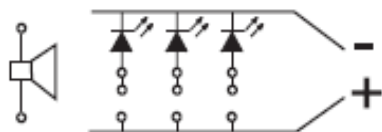


(الف)

شکل (۳۹) 5/3-way valve with home position (الف) شکل واقعی (ب) نماد مداری

۲۶- Indicator

این واحد دارای تعدادی LED و یک بلندگو است که معمولاً به عنوان نمایشگر در خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بدین صورت که وقتی جریان الکتریکی به LED می‌رسد، روشن می‌شود و وقتی جریان الکتریکی به بلندگو می‌رسد، صدا تولید می‌کند.



(ب)

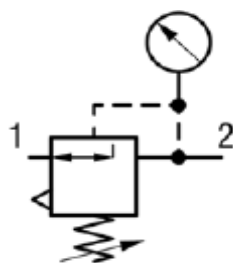


(الف)

شکل (۴۰) Indicator (الف) شکل واقعی (ب) نماد مداری

۲۷- Pressure reducing valve with drain

این واحد معمولاً برای تنظیم فشار در مقداری کمتر از مقدار تنظیم شده توسط Maintenance unit استفاده می شود.



(ب)



(الف)

شکل (۴۱) Pressure reducing valve with drain (الف) شکل واقعی (ب) نماد مداری

۲۸- کمپرسور هوا

شکل (۴۲) نمای کمپرسور هوای استفاده شده در دستگاه RT770 را نشان می دهد که مدل آن P 50/24 AL است.



شکل (۴۲) کمپرسور هوا

در این کمپرسور، رطوبت و گردوغبار موجود در هوای خروجی توسط فیلتر گرفته می‌شود و در نتیجه هوای خروجی پاکیزه می‌گردد. نحوه عملکرد این کمپرسور به این صورت است که ابتدا کمپرسور را به برق متصل نموده و سپس سوئیچ کمپرسور را در حالت ON قرار می‌دهیم. با قرار دادن این سوئیچ بر روی حالت ON فشار هوا به صورت پیوسته افزایش می‌یابد تا به 8 bar برسد. با رسیدن فشار به 8 bar موتور کمپرسور به صورت خودکار خاموش می‌شود تا روند افزایش فشار متوقف گردد. با کاهش فشار هوا تا مقدار 6 bar موتور مجدداً روشن شده تا فشار به مقدار 8 bar برسد. این روند به صورت تناوبی تکرار می‌شود. با وجود این فعالیت خودکار، کمپرسور را به صورت ۱۵ دقیقه روشن و ۱۵ دقیقه خاموش استفاده کنید تا موتور آن آسیب نبیند. این کمپرسور دارای دو نمایشگر فشار است که یکی از آن‌ها تغییرات فشار داخلی کمپرسور را نشان می‌دهد و دیگری میزان فشار قابل دسترس برای کاربر را که قابل تنظیم نیز است، نمایش می‌دهد. همچنین این کمپرسور دارای یک شیر اطمینان است که در صورت بالا رفتن غیرعادی فشار می‌توان از طریق این شیر فشار هوا را کاهش داد تا کمپرسور آسیب نبیند. این کمپرسور با دو ولتاژ 115 V یا 220 V و با دو فرکانس 50 HZ یا 60 HZ کار می‌کند. مشخصه‌های این کمپرسور در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱) مشخصه‌های کمپرسور P 50/24 AL

P 50/24 AL	
Part Number	M06090
HP	0.5
Power Requirements	115 V / 50-60 Hz or 220 V / 50-60 Hz
Output CFM	2.1 CFM
Output L.	60 L. Min
Max Pressure PSI	120 PSI
Max Pressure Bar	8 bar
Operating Pressure PSI	90-120 PSI
Operating Pressure Bar	6-8 bar
Noise Level	40 db/A
Tank Size Gal.	6.3 Gal
Tank Size Lt.	24 Lt.
Dimensions	16 x 16 x 27
Weight	62 Lbs.
Packed Dimensions	17 x 17 x 29
Packed Weight	66 Lbs.

۲۹- منبع تغذیه ۲۴ ولت

این منبع وظیفه تأمین جریان الکتریکی را دارد. در واقع این منبع به برق شهر متصل می‌شود و ولتاژ 24 V را در خروجی خود تولید می‌کند.

۳۰- Plastic hose 2/4mm

برای اتصال اجزای پنوماتیکی از این لوله‌ها استفاده می‌شود.

۳۱- Hose cutter

برای برش لوله‌ها استفاده می‌شود.

۳۲- Measuring lead, black, red

برای اتصال اجزای الکتریکی از این سیم استفاده می‌شود که به دو رنگ سیاه و قرمز می‌باشند.

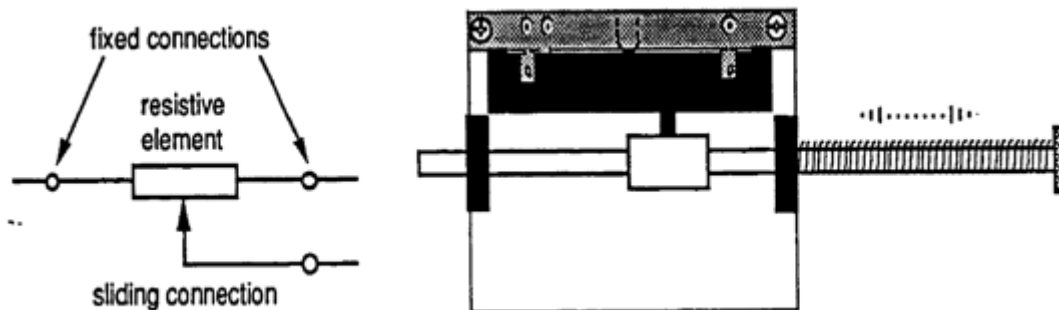
۳۳- T-piece

قطعه‌های T شکلی هستند که حکم سهراهی را دارند و برای تقسیم کردن جریان هوا به دو قسمت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

آشنایی با تجهیزات مجموعه TK2942

۱- سنسور مقاومت متغیر

این سنسور مقاومت متغیر بر اساس طول است. طبق فرمول کلی برای مقاومت‌ها که به صورت $R = \frac{\rho l}{A}$ است، مقدار مقاومت به صورت مستقیم با طول رابطه دارد. اساس کار این سنسور بسیار مشابه با رئوستا است، به این صورت که دارای دو سر ثابت و یک واریاک متغیر است که در شکل زیر به صورت واضح نشان داده شده است. مقاومت بین دو سر ثابت طبق اندازه‌گیری در آزمایشگاه برابر ۱۰۰۸۳ اهم است و مقاومت متغیر بسته به سر ثابت وصل شده در این رنج تغییر می‌کند.



شکل (۴۳) نمای ظاهری سنسور آزمایشگاهی مقاومت متغیر

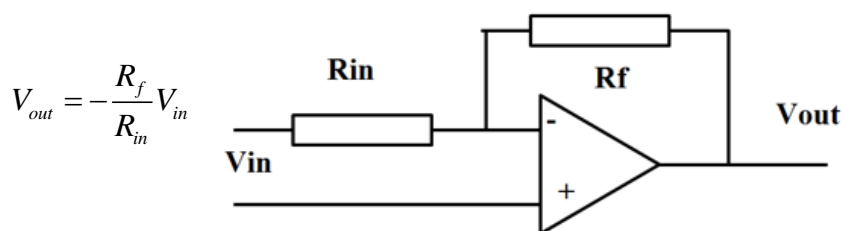
یک روش کار با سنسور این است که سنسور را در داخل یک مدار پل وتسون قرار داده و در هر مرحله، بعد از ایجاد تعادل در واریاک سنسور، با بالانس کردن پل و فهمیدن مقدار مقاومت سنسور به مکان کنونی سنسور پی برد. (دقت شود که اگر مقاومت‌های

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_{var}}{R_{sensor}}$$

در یک سر پل توسط دکمه مربوطه در مدار قرار گرفته باشند، بعد از ایجاد تعادل در پل، طبق رابطه

مقدار مقاومت سنسور محاسبه خواهد شد که R_{var} مقاومت متغیری است که با تنظیم آن پل به تعادل می‌رود.)

مشکل اساسی در این روش این است که برای هر دفعه قرائت باید پل متعادل گردد، لذا برای حرکات مکانیکی پویا که دائماً حرکت داریم این روش وقت‌گیر و غیرممکنی است، لذا مناسب نیست! برای حل این مشکل ابتدا دقت شود که برای مدار زیر داریم.



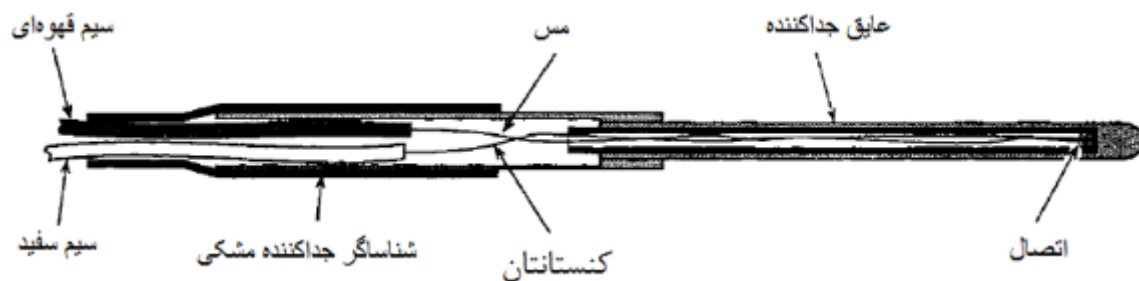
شکل (۴۴) مدار تبدیل‌کننده مقاومت برحسب کیلو اهم به ولتاژ برحسب ولت

حال اگر در مداری $V_{in} = -15\text{ V}$ و $R_{in} = 15\text{ K}\Omega$ باشد مسلماً خواهیم داشت $V_{out} = R_f$ که عدد ولتاژ برحسب ولت برابر عدد مقاومت برحسب کیلو اهم است. پرواضح است که اگر R_f را مقاومت سنسور قرار دهیم و $V_{in} = -15\text{ V}$ و $K\Omega$ و $R_{in} = 15$ را از روی برد تأمین کنیم، ولتاژ خروجی دقیقاً همان مقاومت سنسور را نشان می‌دهد.

مزایای این روش سرعت بالا، قابل نمایش بر روی دستگاه‌های اندازه‌گیری و اسکوپ و قابل استفاده بودن در حلقه‌های کنترلی فیدبکی است.

۲- سنسور ترموکوپل

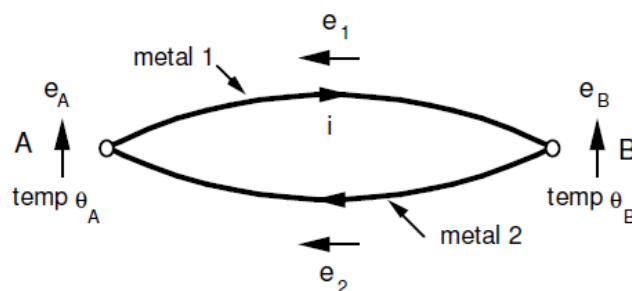
ترموکوپل‌ها از دو فلز غیر هم‌جنس مانند آهن و کنستانتان (در اینجا مس و کنستانتان) تشکیل شده‌اند. اگر محل اتصال این دو فلز را حرارت دهیم، در دو طرف آزادش نیروی محرکه الکتریکی متناسب با دما ایجاد خواهد شد.



شکل (۴۵) بخش‌های مختلف یک ترموکوپل

پوشش روی سنسور مانع از آن می‌شود که دو فلز درونی آن رؤیت شوند. خواهیم دید ولتاژ تولیدی، ناشی از دو اثر کاملاً مستقل به نام‌های "تامسون" و "پلتیر" است. رابطه ولتاژ و دما از روی نمودار یا جدول کالیبراسیون قابل بررسی است. در ترموکوپل دو نوع اتصال وجود دارد:

- اتصال گرم یا همان جایی که دما اندازه‌گیری می‌شود.
 - اتصال سرد که به سنسور وصل شده و باید در دمای صفر نگهداری شود.
- از آنجایی که نگهداری اتصال سرد در دمای صفر درجه برای هر بار اندازه‌گیری بسیار طاقت‌فرسا و غیرعملی می‌نماید، دمای سرد را معمولاً دمای اتاق می‌گیرند و برای جبران سازی تغییرات دمایی آن می‌توان از هر کدام از دو روش زیر بهره برد.
- نرم‌افزاری (مثلاً با دانستن نتایج کامل واسنجی و استفاده از یک رایانه و..)
 - سخت‌افزاری (مثلاً با استفاده از یک مقاومت متغیر در مسیر جریان و یا طراحی سخت‌افزار جدید)
- حال به بررسی اثر پلتیر و تامسون که در ابتدای این آزمایش از آن‌ها نام برده شد، پرداخته خواهد شد.



شکل (۴۶) تولید نیرو محرکه القایی در ترموکوپل

اثر پلتیر

ولتاژ تولیدی تنها به دمای مطلق دو نقطه اتصال وابسته بوده و هر چه اختلاف دما بیش تر باشد، ولتاژ تولیدی نیز بزرگ تر خواهد بود.

$$e_A - e_B = P(\theta_A - \theta_B)$$

که از "P" به عنوان ضریب پلتیر نام برده می شود. ناگفته نماند، رابطه خطی دما و ولتاژ، فقط در گستره دمایی متعارف با انحراف خیلی ناچیز برقرار است.

اثر تامسون

به دلیل اختلاف دمایی دوسر هر سیم، هر کدام ولتاژی ایجاد می کنند که بستگی مستقیم به جنس سیم دارد.

$$e_1 = T_1 (\theta_A - \theta_B)$$

$$e_2 = T_2 (\theta_A - \theta_B) \implies e_2 - e_1 = (T_2 - T_1) (\theta_A - \theta_B)$$

در نهایت مطابق شکل و با نوشتن روابط:

$$(e_A - e_B) + (e_2 - e_1) = E = (P + T_2 - T_1) (\theta_A - \theta_B)$$

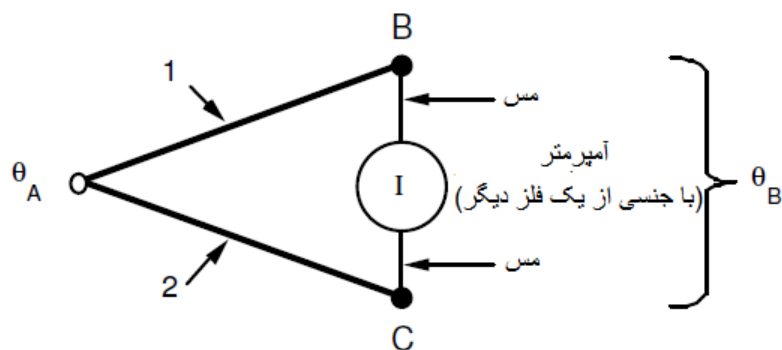
ولتاژ تولیدی ناشی از اثر تامسون بسیار کم تر از ولتاژ تولیدی توسط اثر پلتیر بوده و در نهایت با تلفیق دو رابطه به نتیجه زیر می رسیم.

$$E = K(\theta_A - \theta_B)$$

حال اگر مقاومت مسیر دانسته فرض شود، به سادگی دانستن جریان، معادل دانستن ولتاژ و آن هم یعنی آگاهی از اختلاف دما است، که مراد نیز همین است.

قانون فلزات میانی

همان‌طور که ذکر شد عامل ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی اختلاف دما بوده که در نتیجه اگر دو نقطه هم‌دما باشند، هم‌پتانسیل خواهند بود.

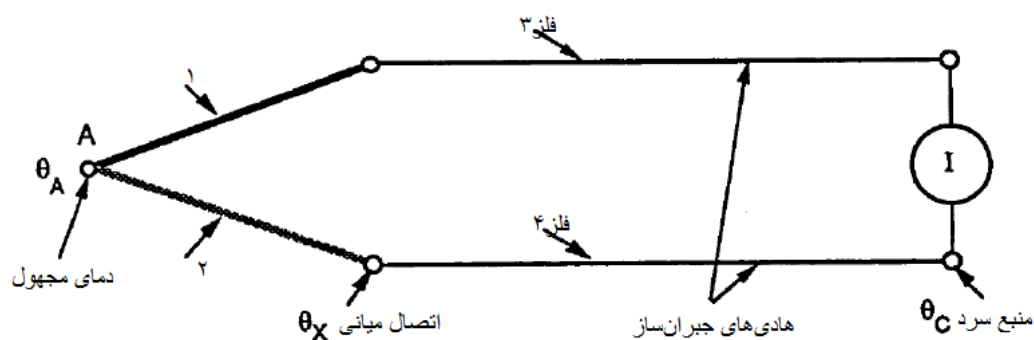


شکل (۴۷) هم‌دما کردن به منظور رسیدن به پتانسیل برابر

در شکل برای جلوگیری از ایجاد اثر پیش‌گفته نقاط "B" و "C" و نیز تمامی نقاط اتصال دیگر را به منبع سرد وصل کرده تا هم‌دما شوند.

هادی‌های جبران ساز

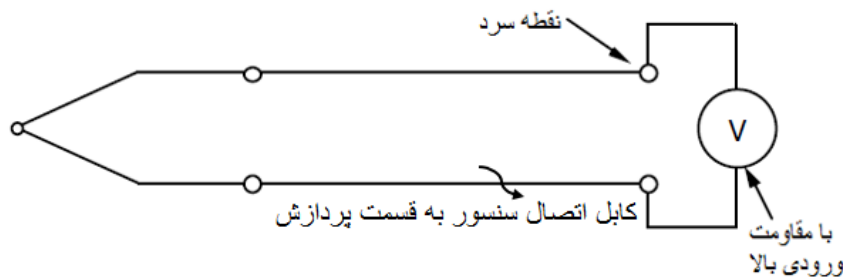
به دلایلی چون گران بودن فلز (پلاتینیم، روبیدیم و...)، تردی و شکنندگی آن و یا حتی حساسیت دمایی بالا که مقاومت زیادی ایجاد می‌کنند، ناچاریم از فلزاتی مخصوص به نام "فلزات جبران‌کننده" معضل مربوط به سیم‌کشی را حل کنیم؛ طراحی این فلزات طوری است که خطای دماهای میانی را حذف می‌کنند.



شکل (۴۸) قرارگیری هادی‌های جبران ساز بدون اثرگذاری ولتاژ

نحوه حذف اثر هم‌این به این روش است که ولتاژ تولیدی در اتصال بین فلز ۱ و ۳ عیناً مخالف این ولتاژ بین فلز ۲ و ۴ بوده و دو حلقه، ولتاژ هم را خنثی می‌کنند.

نکته ضروری در اندازه‌گیری آن است که باید فلزات داخلی ترموکوپل به‌خوبی دور از نقطه موردسنجش باشند تا متأثر از دمای آن نشوند (شکل ظاهری سنسور دقیقاً به همین دلیل متشکل از یک پرآب بلند است).



شکل (۴۹) اتصال ولت‌متر به ترموکوپل

در صورتی که برای سنجش به ولت‌متری با مقاومت ورودی خیلی زیاد دسترسی داشته باشیم می‌توان به جای سنجش جریان با تقریب خیلی خوب ولتاژ را اندازه گرفت.

با توجه به مقاومت ۳ اهمی ترموکوپل و مقاومت ورودی ۴۰ کیلو اهمی تقویت‌کننده می‌توان سنجش بدین شکل را خیلی برتر و دقیق‌تر نیز دانست.

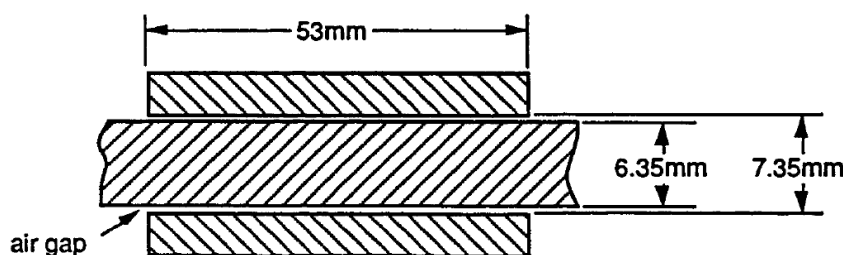
دمای سرد در طول مدت آزمایش همان دمای اطراف تقویت‌کننده است که اگر در طول آزمایش به ثابت ماندن آن شک کردیم، از دماسنج دیگری قبل از هر خواندن برای تعیین دمای سرد استفاده می‌کنیم.

۳- سنسور خازنی

این سنسورها خازن متغیر بر اساس تغییر فاصله سر سنسور می‌باشند. طبق فرمول کلی برای خازن‌ها که به صورت $C = \epsilon_0 \epsilon_r a/d$ می‌باشد، مقدار خازن با a رابطه مستقیم و با d رابطه معکوس دارد. لذا برای اندازه‌گیری و ایجاد تغییر در مقدار خازن، باید یکی از این دو مؤلفه را تغییر دهیم.

الف) تغییر سطح (a)

همان‌طور که در شکل مشاهده می‌گردد، با تغییر در سر سنسور و تغییر عمق هسته، میزان سطح مؤثر درگیر با قسمت ثابت خازن (قسمت ۵۳ میلی‌متری) کم و زیاد می‌گردد و نهایتاً باعث تغییر در میزان ظرفیت خازن می‌شود.



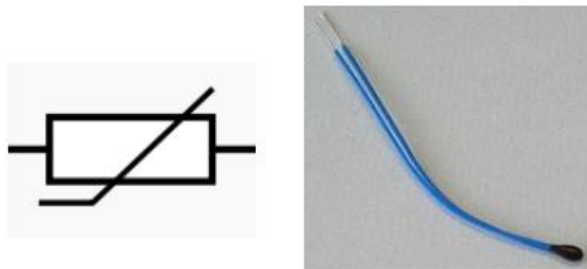
شکل (۵۰) شمای داخلی سنسور خازنی سطح متغیر

ب) تغییر فاصله (d)

این سنسور از دو صفحه تشکیل شده است که تغییر سر سنسور باعث تغییر در فاصله بین ای دو صفحه و نهایتاً منجر به تغییر ظرفیت خازن می‌گردد.

در مدار راه انداز مورد نیاز برای این سنسور، به علت خاصیت خازنی و غیر اهمی خالص سنسور، نمی توان مانند سنسورهایی که اساس کار آنها تغییر مقاومت می باشد، آن ها را به پل وتسون وصل نمود. روال کار به این صورت است که برای تغییر مقدار ظرفیت خازنی فرکانس رزونانس مدار اسیلاتور تغییر می کند و این تغییرات متناسب با تغییرات ظرفیت خازنی سنسور می باشد.

۴- سنسور ترمیستور

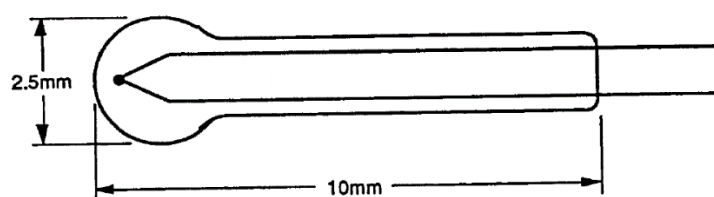


شکل (۵۱) یک نمونه ترمیستور و نماد مداری آن

ترمیستور تلفیقی از دو واژه "Thermal" و "Resistor" است و به معنای مقاومت گرمایی است. اساس کار این سنسور تغییر مقاومت بر اساس تغییر دما بوده اما همان طور که در آزمایش قبل ذکر شد فرق آن با سنسور مقاومت متغیر با دما علاوه بر حساسیت بالاتر و دقت کم تر آن، ضریب دمایی بوده که معمولاً منفی است (هرچند ترمیستور با ضریب دمایی مثبت نیز وجود دارد).

این سنسور دارای گستره کاری بسیار بالا است و ضمناً به مراتب در صنعت مورد بهره برداری قرار می گیرد.

ترمیستور از اکسیدهای فلزی متنوعی در دمای بالا ساخته می شود که همواره برای محافظت از آن در داخل یک پرآب نگهداری می گردد.

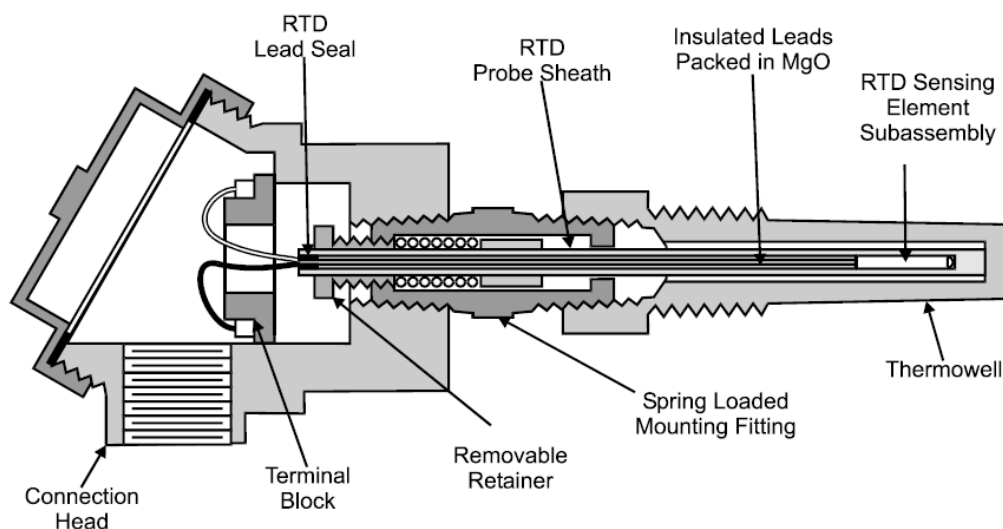


شکل (۵۲) پرآب ترمیستور

رابطه تئوری برای این سنسور به صورت $R = Ae^{\frac{b}{T}}$ بوده که R مقاومت سنسور برحسب اهم و T دما و A, b ضرایب ثابت می باشند.

طبق آزمایش انجام گرفته برای این سنسور در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد اتاق، $R = 1996 \Omega$ بود. آنچه به دنبال آن هستیم پس از آشنایی با سنسور ترمیستور استفاده از آن به جهت کنترل حلقه بسته است.

۵- سنسور RTD

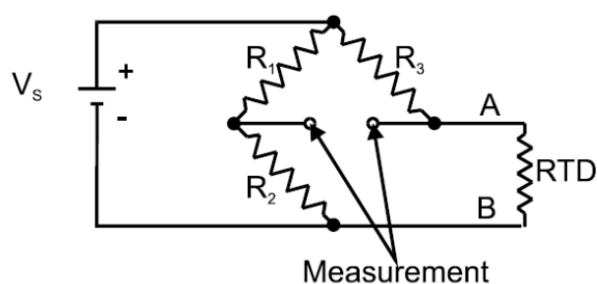


شکل (۵۳) RTD

مشابه ترمیستور و هم‌خانواده با آن است؛ با این فرق که علاوه بر چگونگی ساخت و موارد استفاده، ضریب دمایی مثبت دارد. معمولاً از جنس پلاتینیوم، مس و نیکل هستند که معمول‌ترین نوعش (هم‌چون مدل مورد استفاده در آزمایشگاه) به دلیل تولید خروجی خطی، از نوع پلاتینیومی است. معمولاً برای تعیین دما در موارد با دقت خیلی بالا از پل وتستون استفاده می‌شود و در عمل به یکی از سه شکل زیر به کار گرفته می‌شود.

دو سیم

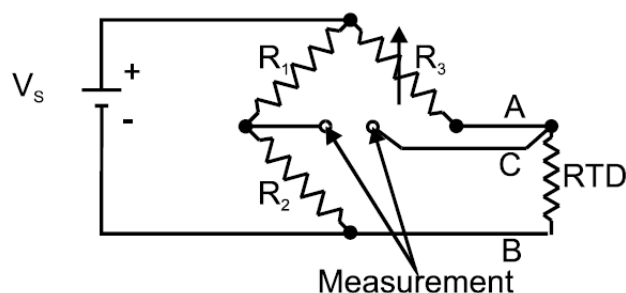
کاربرد در مکان‌های با دقت کم مانند سیستم‌های تهویه مطبوع.



شکل (۵۴) RTD دو سیم

سه سیم

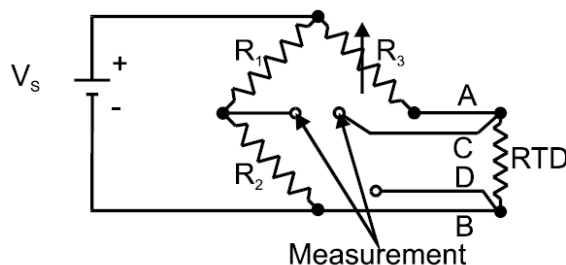
کاربرد در صنعت.



شکل (۵۵) سه سیم RTD

چهار سیم

کاربرد در مکان‌هایی با دقت بالا، مثلاً برای واسنجی.



شکل (۵۶) چهار سیم RTD

که به ترتیب میزان خطای اندازه‌گیری آن‌ها کم‌تر ولی گران‌تر می‌شوند. در ابتدا لازم است بدانید، حساسیت RTD ها به نسبت ترمیستورها بسیار اندک می‌باشد. مثلاً ضرایب افزایش برای RTD حدود 0.04 و ضریب کاهش ترمیستور در حدود 2.5 اهم بر درجه سانتی‌گراد می‌باشد؛ اما آنچه ما را بر آن می‌دارد که به این روش دماسنجی را انجام دهیم، صحت و درستی پاسخ این مدل دماسنج‌ها، دقت بالا، مقاومت در برابر خوردگی و سایر عوامل طبیعی، خطی بودن رابطه دما و مقدار مقاومت در گستره‌ای مناسب است. مثلاً با مدل در دست می‌توان گستره صفر تا 630 درجه سانتی‌گراد دما را جابجاء کرد. در این بازه روابط زیر برقرار هست.

$$R_{\theta} = R_0 (1 + A\theta + B\theta^2)$$

$$A \approx 0.00398$$

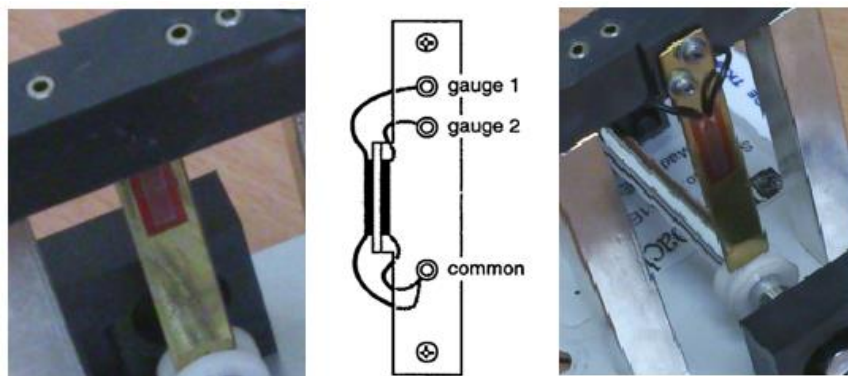
$$B \approx 588 \times 10^{-6}$$

R_0 مقاومت در دمای صفر درجه سانتی‌گراد و R_{θ} مقاومت در دمای θ می‌باشد. برای دماهای منفی نیز در رابطه بالاتر θ^3 نیز

اضافه خواهد شد. باید بدانید، هرچند در محاسبات نه‌چندان دقیق از θ^3 هم صرف‌نظر می‌شود اما در مواقع حساس این کار روا نیست.

۶- سنسور کرنش سنج

این مجموعه مرکب از دو سنسور S.G. است که مطابق شکل‌ها به صورت سری نسبت به هم متصل شده‌اند و هدف از این کار ارتقاء حساسیت سنسور در هر دو مسیر رفت و برگشت و ایجاد امکان سنجش در مسیر برگشت می‌باشد.



شکل (۵۷) سنسور کرنش سنج

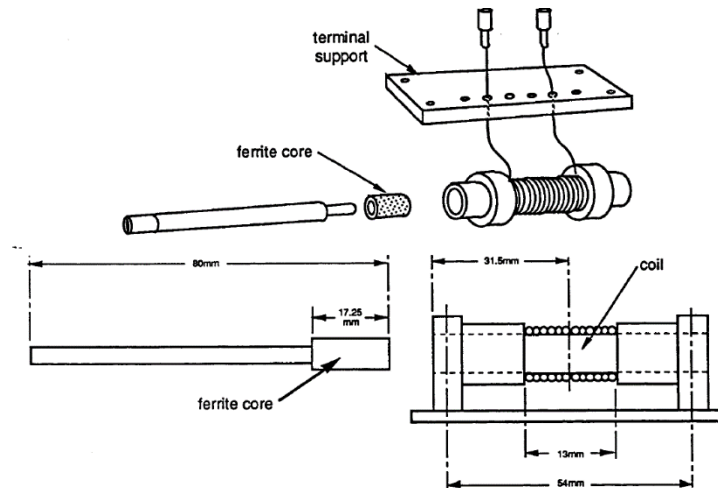
روش کار به این گونه می‌باشد که سنسور را در داخل یک مدار پل وتسون قرار داده و سنسور در یک مقدار میانی در طول سنسور تنظیم می‌شود تا بتوان در هر دو سمت رفت و برگشت فشار را اندازه بگیریم. برای اندازه‌گیری باید پل وتسون در تعادل قرار گیرد تا مقدار مقاومت سنسور اندازه‌گیری گردد. برای افزایش حساسیت در ایجاد تعادل در پل، از تقویت کننده‌ی عملیاتی استفاده می‌شود.

می‌دانیم که برای ایجاد تعادل که معادل این است که ولتاژ دو سر پل صفر گردد، استفاده از تقویت کننده باعث بزرگنمایی ولتاژ خروجی و تنظیم دقیق تر نقطه صفر خواهد شد.

پس از تنظیم تعادل پل وتسون، سنسور را به اندازه ۲٫۵ میلی‌متر به راست و چپ از نقطه‌ی میانی حرکت داده تا اثر تغییر طول بر عدم تعادل پل و تغییر ولتاژ خروجی تقویت کننده که ولتاژ دو سر پل می‌باشد را بررسی کنیم. هدف اصلی در این آزمایش، مشاهده اثر هیستریزیس در عملکرد سنسور می‌باشد.

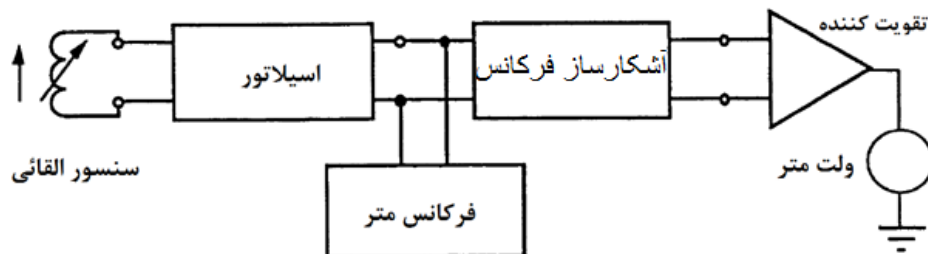
۷- سنسور القایی

این سنسور سلف متغیر بر اساس تغییر عمق هسته فریتی مغناطیسی است. طبق فرمول کلی برای سلف‌ها که به صورت $L = \mu_0 \mu_r N^2 a / l$ می‌باشد، مقدار سلف به صورت مستقیم با μ_r رابطه دارد لذا هرچه بیشتر هسته در داخل سیملوله قرار گیرد، خاصیت القایی آن بیشتر می‌گردد، بدیهی است که نفوذ بیشتر هسته منتج از حرکت سر سنسور به داخل می‌باشد. لذا به راحتی می‌توان با اندازه‌گیری مقدار اندوکتانس سنسور، به موقعیت جسم پی برد.



شکل (۵۸) نمای داخلی سنسور القایی

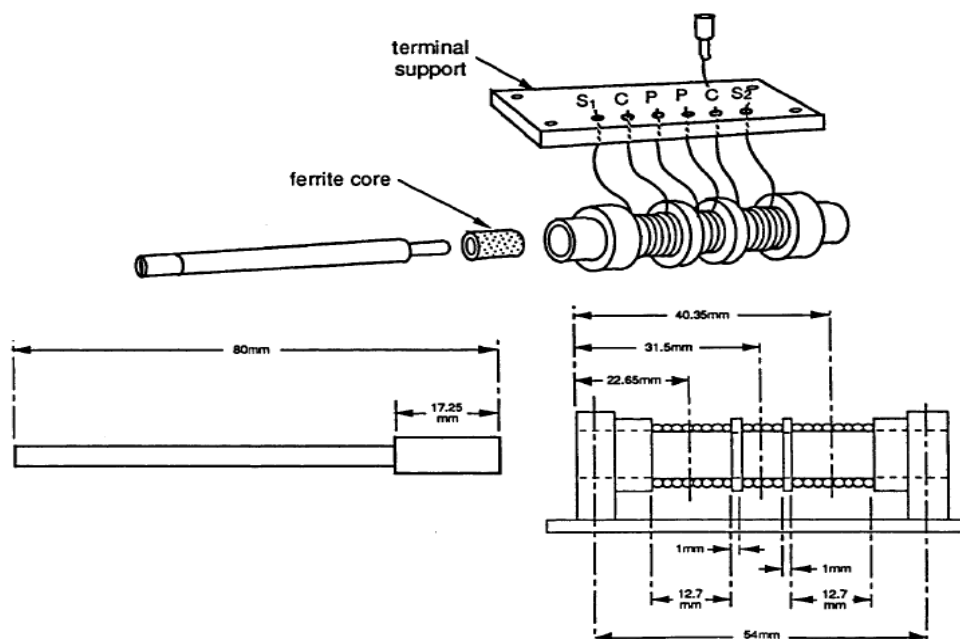
همان‌طور که در زیر مشاهده می‌گردد، شمای کلی مدار راه‌انداز مورد استفاده به صورت زیر می‌باشد که در آن به علت خاصیت القایی و غیر اهمی سنسور نمی‌توان مانند سنسورهای که اساس کار آنها تغییر مقاومت می‌باشد، سنسور را مستقیماً به پل وتسون وصل نمود. اساس کار به این صورت است که به ازای تغییر مقدار اندوکتانس، فرکانس رزونانس مدار اسیلاتور تغییر کرده و این تغییرات متناسب با تغییرات اندوکتانس سنسور می‌باشد. مدار آشکارساز فرکانس برای تبدیل این تغییرات فرکانس به تغییرات ولتاژ است که بتوانیم خروجی را به ادوات اندازه‌گیری نماییم.



شکل (۵۹) شمای کلی مدار بکار رفته برای سنسور القایی

۸- سنسور LVDT

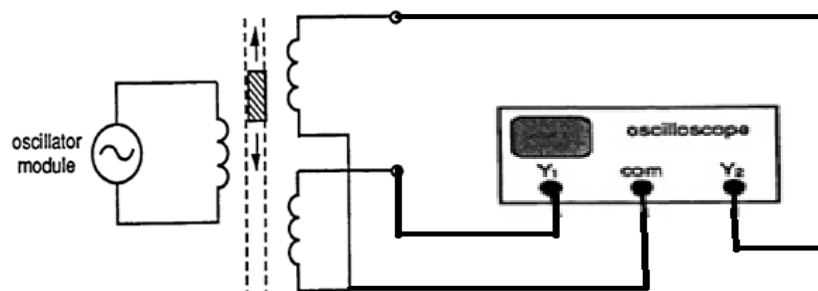
این سنسور متشکل از دو سلف متغیر بر اساس تغییر عمق هسته فریتی مغناطیسی است. دقیقاً مشابه سنسور القایی و طبق فرمول کلی برای سلف‌ها که به صورت $L = \mu_0 \mu_r N^2 a / l$ می‌باشد، مقدار سلف‌ها به صورت مستقیم با μ_r رابطه دارند لذا هرچه بیش‌تر هسته در داخل سیم‌لوله قرار گیرد، خاصیت القایی هر کدام بیش‌تر می‌گردد، بدیهی است که نفوذ هسته منتج از حرکت سر سنسور به داخل می‌باشد. لذا به راحتی می‌توان با اندازه‌گیری مقدار ولتاژ خروجی به موقعیت جسم پی برد.



شکل (۶۰) شمای داخلی سنسور LVDT

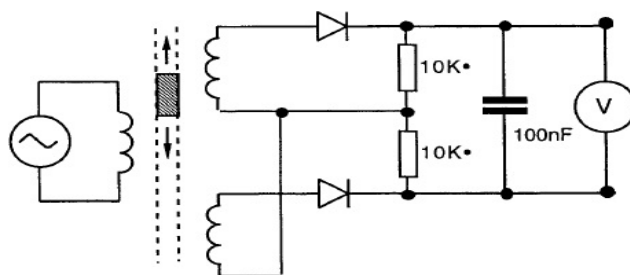
همان‌طور که در شکل مشاهده نمودیم ساختار داخلی سیملوله‌ها دقیقاً مشابه همان ساختار مربوط به سنسور القایی مذکور می‌باشد. برای کار با این سنسور دو روش پیشنهاد شده است.

روش اول: در این حالت برای مشاهده نتایج خروجی را به اسیلوسکوپ وصل می‌کنیم و اندازه گیری‌ها به صورت AC انجام می‌دهیم.



شکل (۶۱) شمای کلی مدار سنسور LVDT در حالت AC

روش دوم: در این حالت برای مشاهده خروجی با استفاده از مدار یکسوساز ولتاژ تولید شده را به صورت DC در خروجی (ولت‌متر) مشاهده خواهیم نمود.



شکل (۶۲) شمای کلی مدار سنسور LVDT در حالت DC

در این حالت وقتی هسته جابه‌جا می‌شود، به ازای تغییر فاز ایجاد شده ولتاژ خروجی همه مقادیر مثبت، منفی و صفر را خواهد داشت.