فصل نهم

نشان‌دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌ها

پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :

۱ــ طرز کار و کاربرد انواع مختلف نشان‌دهنده‌های دما، فشار و سطح مایع در دستگاه‌های حرارت مرکزی را شرح دهد.

۲ــ طرز کار و کاربرد انواع مختلف کنترل‌کننده‌های دما و سطح مایع در دستگاه‌های حرارت مرکزی را توضیح دهد.

۳ــ طرز کار رله‌های کنترل مشعل‌های گازوئیلی، گازی اتمسفریک و گازی یا هوای تحت فشار بیان کند.

۴ــ مدارهای برق رله‌های کنترل مشعل‌های گازوئیلی، گازی اتمسفریک و گازی با هوای تحت فشار را توضیح دهد.

۹ــ نشان‌دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌ها

برای اطمینان از صحت کار دستگاه‌های مختلف یک سیستم حرارت مرکزی، لازم است که بعضی از کمیت‌های فیزیکی نظیر دما، فشار و سطح در نقاط مختلف سیستم، اندازه‌گیری شود ؛ این کار به‌وسیله‌ی وسایلی مانند «ترمومتر»، «فشارسنج» و «سطح نما» (که به‌طورکلی آن‌ها را نشان‌دهنده می‌نامند) انجام می‌گردد. برای آن که دستگاه‌های مختلف سیستم گرم‌کننده، هریک وظیفه‌ی خود را به‌طور صحیح انجام دهد، لازم است که :

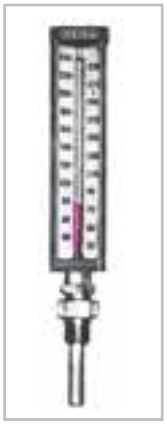
۱ــ دما، فشار، سطح مایع و جریان مایع در قسمت‌های مختلف سیستم حرارت مرکزی به‌وسیله‌ی کنترل‌کننده‌ها کنترل گردد.

۲ــ رله‌ی مشعل کار صحیح مشعل‌ها را تضمین می‌کند.

۱ــ۹ــ نشان‌دهنده‌ها

وسایلی هستند که کمیت‌های فیزیکی، دما، فشار و سطح مایع را در هر نقطه‌ای از سیستم (که لازم باشد) اندازه‌گیری می‌کنند.

۱ــ۱ــ۹ــ دماسنج‌ها (ترمومترها): برای اندازه‌گیری درجه حرارت از دماسنج‌ها و یا ترمومترها استفاده می‌شود.



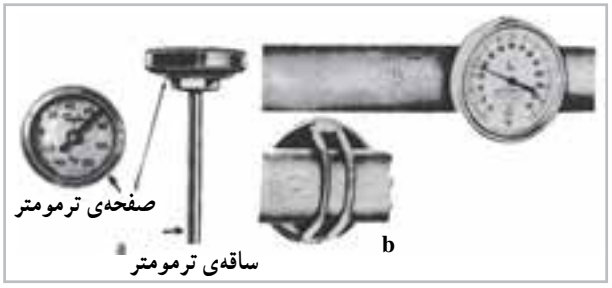
شکل ۱ــ۹

دماسنج غلافی: در شکل (۱ــ۹) یک نوع ترمومتر را که به **ترمومتر غلافی** مشهور است مشاهده می‌کنید. غلاف، روی لوله یا دستگاه نصب می‌شود تا با رساندن حرارت لوله یا دستگاه به مخزن دماسنج،

درجه حرارت مشخص شود.

دماسنج بی‌متالی: بعضی از ترمومترها براساس انبساط و انقباض دو فلز غیر هم‌جنس (که انبساط و انقباض طولی آن‌ها بر اثر تغییر دما متفاوت است) کار می‌کنند در ساختمان این دستگاه‌ها از یک نوار بی‌متال (زوج فلز) شکل (۲ــ۹) استفاده شده است. نمونه‌ای از ترمومترها در شکل a (۳ــ۹) مشاهده می‌شود که دنباله‌ی فلزی آن درون محل موردنظر قرار می‌گیرد و بعضی از آن‌ها مانند شکل b (۳ــ۹) قابل نصب روی لوله است. ترمومتر روی آب‌گرم‌کن‌های خانگی نمونه‌ی رایج این دماسنج‌ها است ؛ این نوع دماسنج را **ترمومتر بی‌متالی** می‌گویند.

شکل ۲ــ۹



شکل ۳ــ۹

دماسنج با لوله‌ی مویی[1]***:*** بعضی دیگر از ترمومترها مانند شکل (۴ــ۹)، از یک مخزن[2]، یک لوله‌ی مویی و صفحه‌ای به‌همراه یک عقربه تشکیل شده‌اند. داخل مخزن و لوله‌ی مویی را معمولاً از جیوه یا گاز پر می‌کنند. دامنه‌ی کار نوع جیوه‌ای به«$-39^{\circ}C$» (دمای انجماد جیوه) تا«$357^{\circ}C$» (دمای جوش جیوه) محدود می‌شود اما نوع گازی آن از دمای« $-260^{\circ}C$» تا حدود« $800^{\circ}C$» ساخته و استفاده می‌شود ؛ به این نوع ترمومترها، ترمومتر «دنباله‌دار» نیز گفته می‌شود. گاهی در نوک عقربه‌ی ترمومتر با لوله‌ی مویی، «قلم ثباتی» نصب می‌شود که از فشار مایع یا گاز داخل بالب و لوله‌ی مویی تأثیر گرفته، تغییرات درجه حرارت را در طول بیست و چهار ساعت و یا یک هفته روی صفحه‌ای ثبت می‌کند. در شکل (۴ــ۹) چند نوع ترمومتر با لوله‌ی مویی نشان داده شده است.

شکل ۴ــ۹ــ چند نوع ترمومتر با لوله‌ی مویی

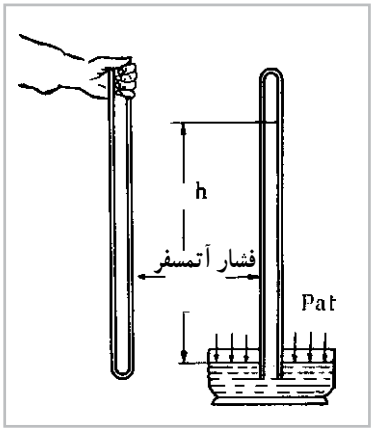
۱ــ Capillary thermometer

۲ــ Bulle

۲ــ۱ــ۹ــ فشارسنج‌ها: برای اندازه‌گیری فشار از وسایلی به نام فشارسنج استفاده می‌گردد.

انواع فشارسنج‌ها عبارت‌اند از :

۱ــ *بارومتر*[1]: بارومتر لوله‌ای شیشه‌ای است به طول تقریبی« ۸۰cm» که فشار مطلق هوا را اندازه می‌گیرد. برای این کار، مطابق شکل (۵ ــ۹) ابتدا آن را از جیوه پر می‌کنیم،



شکل ۵ ــ۹

سپس روی تشتکی از جیوه برمی‌گردانیم، خواهیم دید که جیوه‌ی داخل لوله کاملاً خارج نمی‌شود و مقداری از آن داخل لوله می‌ماند. عاملی که باعث باقی ماندن جیوه در داخل لوله می‌شود، فشار هوای بیرون (P_{at}) است که به سطح آزاد جیوه وارد می‌شود و می‌توانیم بگوییم فشار جو وارد شده بر سطح آزاد جیوه، با فشاری که توسط وزن جیوه‌ی داخل لوله وارد می‌شود یکسان است.

ارتفاع جیوه به فشار جو بستگی دارد. در نقاط هم سطح دریاهای آزاد که فشار جو به‌عنوان فشار استاندارد انتخاب شده است ارتفاع جیوه‌ی داخل لوله در «$0^\circ C$»، «$76 cm.Hg$» معادل «$29/92 in.Hg$» است ؛ فشاری که این ارتفاع جیوه تولید می‌کند برابر فشار $1\frac{kP}{cm^2}$ معادل با« ۱۴/۷psia» است بنابراین می‌توانیم، فشار را با ارتفاع ستون جیوه و یا ستون مایعی دیگر مثل آب بیان کنیم. اگر داخل لوله، به‌جای جیوه از آب استفاده شود، ارتفاع ستون آب داخل لوله در شرایط استاندارد« ۱۰/۳۳m» خواهد بود. در این حالت طول لوله به‌جای« ۸۰cm» باید بیش از « ۱۰/۳۳m»باشد. با توجه به مطلب فوق داریم :

$$1at = 76 cm.Hg = 10/33 m.wc \cong 30 in.Hg \cong 34 ft.wc \cong 14/7 psia \cong 1 bar \cong 1\frac{kP}{cm^2}$$

از رابطه بالا داریم : $14/7 psia \cong 34 FT.WC \Rightarrow \boxed{1 psia^{(2)} \cong 2/31\ ft.wc^{(3)}}$

۲ــ *مانومتر*[4]: مانومتر فشارسنجی است که اغلب برای اندازه‌گیری فشار نسبی مکش دودکش‌ها و فشار هوا در کانال‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مانومتر مطابق شکل (۶ ــ۹) از لوله‌ای شیشه‌ای به شکل «U»محتوی جیوه یا الکل و یا آب تشکیل شده است در وسط دارای خط‌کشی مدرج برحسب سانتی‌متر و یا اینچ است که صفر آن در وسط خط‌کش و تقسیم‌بندی در دو طرف آن گسترش دارد. در حالت عادی که فشار وارد بردو دهانه‌ی مانومتر، یکسان است،سطح جیوه در دو شاخه، مقابل صفر قرار گرفته است ؛ اگر یک دهانه‌ی آن را با شیلنگ به کانال یا لوله‌ی مورد آزمایش

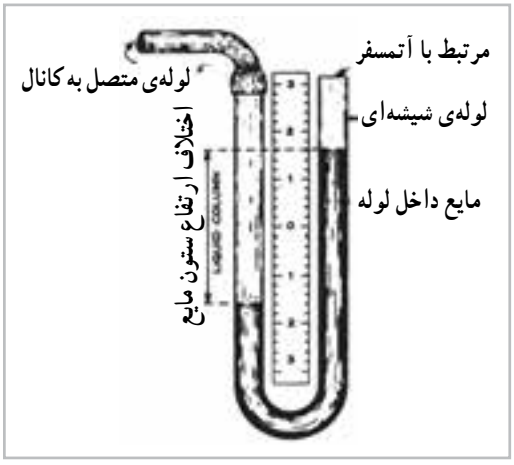
۱ــ Barometer

۲ــ psi=pound per square inch پوند بر اینچ مربع

۳ــ ftwc=foot water column فوت ستون آب

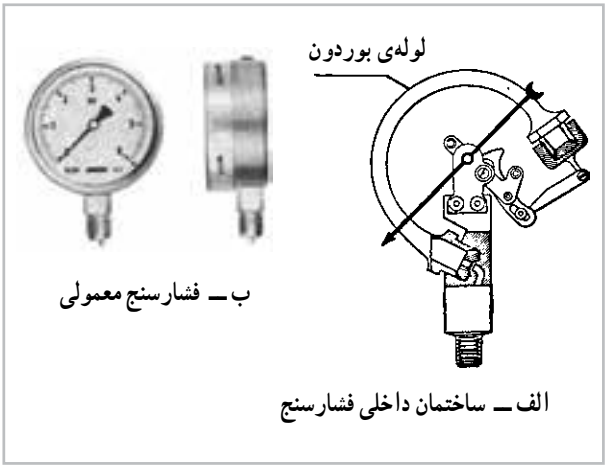
۴ــ Manometer

وصل کنیم، فشار داخل کانال یا لوله بر سطح آزاد مایع شاخه‌ی سمت چپ اثر کرده، اختلاف ارتفاع«h» را در دو شاخه ایجاد می‌کند.



شکل ۶ــ۹

۳ــ *فشارسنج نسبی*[1]: فشارسنج نسبی که آن را **فشارسنج بوردون**[2] نیز می‌نامند مطابق شکل (۷ــ۹) از یک لوله‌ی خمیده‌ی پهن فلزی که از یک طرف بسته و از طرف دیگر به فشار وسیله‌ی موردنظر برای اندازه‌گیری وصل است، تشکیل شده است.



الف ــ ساختمان داخلی فشارسنج

ب ــ فشارسنج معمولی

پ ــ فشارسنج با لوله مویی

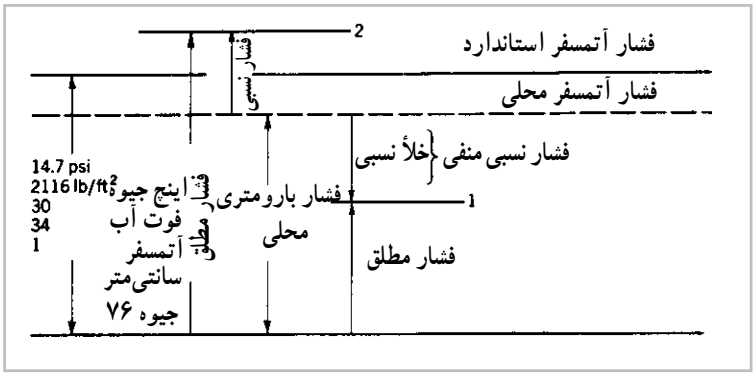
شکل ۷ــ۹ــ فشارسنج‌ها

هنگامی که فشار داخلی افزایش داده می‌شود، لوله (که سعی می‌کند از انحناء خود بکاهد) یک اهرم را که در تماس با یک عقربه است، می‌کشد و در نتیجه باعث حرکت عقربه می‌شود. هنگامی که فشار داخل و خارج لوله‌ی خمیده، یکسان باشد، عقربه عدد صفر را نشان می‌دهد. صفحه‌ی فشارسنج ممکن است برحسب هر واحد مناسب مثل پوند براینچ مربع $(\mathrm{Psi})\ \frac{\mathrm{lb_F}}{\mathrm{in^2}}$، پوند بر فوت مربع $(\mathrm{Psf})\ \frac{\mathrm{lb_F}}{\mathrm{Ft^2}}$، اینچ جیوه (in.Hg)،

۱ــ Pressure gage ۲ــ Bourdon gage

فوت آب [1](ft.wc)، اینچ آب (in.wc)، نیوتن بر متر مربع $(P_a)\frac{N}{m^2}$، کیلوگرم نیرو بر سانتی‌مترمربع $(\frac{kp}{cm^2})\frac{kg_F}{cm^2}$، متر آب (m.wc)، سانتی‌متر جیوه (cm.Hg)، بار (bar) و میلی‌بار (m.bar) مدرج شود.

باید اضافه کرد که در ساختمان داخلی فشارسنج فشار را نسبت به نیرویی که به سطح خارجی لوله‌ی خمیده‌ی آن وارد می‌شود، یعنی فشار آتمسفر محل، اندازه می‌گیرند. در نمودار (۸ــ۹) مقیاس‌ها و بعضی واحدهای اندازه‌گیری فشار، نشان داده شده است که فشار آتمسفر استاندارد در آن، همان فشار هوا در نقاط هم‌سطح دریاهای آزاد است.



نمودار ۸ ــ۹ــ فشار مطلق ــ فشارنسبی ــ فشار محلی

با توجه به نمودار (۸ ــ۹) می‌توان نتیجه گرفت که :

فشار اتمسفر محل + فشار نسبی = فشار مطلق

هم‌چنان که اشاره شد، فشار هوا را با «بارومتر» اندازه می‌گیرند، ولی از یک فشارسنج «بوردون» نیز می‌توان برای این کار استفاده کرد. در این حالت لوله‌ی خمیده‌ی فشارسنج را از هوا تخلیه کرده، دهانه‌ی آن را می‌بندند، بنابراین لوله‌ی خمیده فقط از بیرون تحت تأثیر فشار هوای محل اندازه‌گیری است و بسته به مقدار آن، سر آزاد لوله‌ی خمیده حرکت کرده، عقربه را به‌حرکت درمی‌آورد، عقربه هم به نوبه‌ی خود روی صفحه‌ی فشارسنج، فشار هوا را نشان می‌دهد.

۴ــ ارتفاع‌سنج (هیدرومتر): در حرارت مرکزی و تهویه‌ی مطبوع، برای نشان دادن ارتفاع سطح آزاد آب نسبت به‌نقطه‌ی موردنظر، از یک فشارسنج بوردون [که برحسب متر آب (m.wc) یا اینچ آب (in.wc) درجه‌بندی شده] استفاده می‌کنند. عقربه‌ی این فشارسنج تحت تأثیر فشار ستون آب داخل سیستم حرکت می‌کند. با توجه به رابطه‌ی فشار در مایعات یعنی « $P = \rho gh$ » این فشار نسبت مستقیم و خطی با عمق محل نصب فشارسنج نسبت به سطح آزاد مایع دارد ؛ به این دلیل، فشارسنج را برحسب ستون آب، درجه‌بندی می‌کنند تا ارتفاع آب داخل سیستم را نشان دهد.

۵ ــ دماسنج ــ فشارسنج (ترمومتر ــ مانومتر): وسیله‌ای به‌نام «ترمومتر ــ مانومتر» وجود دارد که در آن از یک ترمومتر بی‌متالی و یک فشارسنج بوردن استفاده شده است، صفحه‌ی این وسیله، به دو نیم صفحه تقسیم شده است ؛ نیم‌صفحه‌ی بالایی مربوط به دماسنج است (که درجه حرارت را نشان می‌دهد) و نیم‌صفحه‌ی پایینی مربوط به فشارسنج است (که‌فشار را نشان می‌دهد). این وسیله روی دیگ‌های چدنی و فولادی آب گرم سیستم گرم‌کننده‌ی ساختمان‌ها نصب می‌شود. در شکل (۹ــ۹) چند نوع از این ترمومتر ــ مانومترها نشان داده شده است.

۱ــ Foot of watercolumn

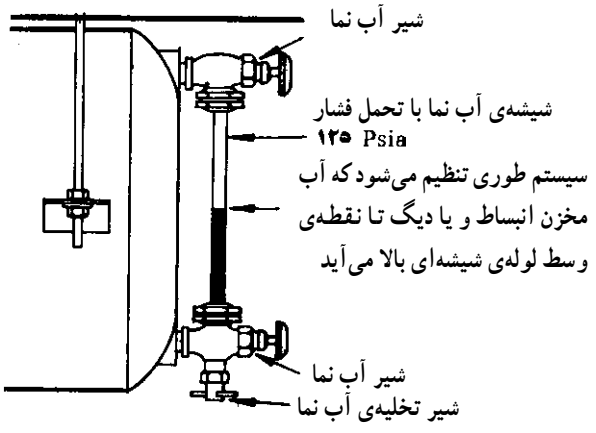
الف ــ ترمومتر ــ مانومتر با لوله‌ی مویی

ب ــ ترمومتر ــ مانومتر ساده

شکل ۹ــ۹ــ چند نمونه ترمومتر ــ مانومتر

۳ــ۱ــ۹ــ وسایل نشان‌دهنده‌ی سطح مایع: برای دیدن سطح مایعاتی نظیر گازوئیل، آب و ... داخل مخازن، از وسایلی به‌نام «نشان‌دهنده‌های سطح مایع» استفاده می‌کنند که در زیر به شرح هر یک از آن‌ها می‌پردازیم.

ــ ***آب‌نما:*** برای نشان دادن سطح آب در دیگ‌های بخار و هم چنین مخازن انبساط بسته‌ی بزرگ، از یک لوله‌ی شیشه‌ای مانند شکل (۱۰ـ۹)، (که بالا و پایین آن توسط دو شیر به دیگ و یا مخزن انبساط وصل است) استفاده می‌شود. لوله‌ی آب‌نما از پایین دارای شیر سومی برای تخلیه و یا آزمایش است. در منابع انبساط بسته، به‌جای شیشه از لوله‌های پلاستیکی سخت و شفاف نیز استفاده می‌شود.



شکل ۱۰ــ۹ــ آب نما

سوخت‌نما: برای مشخص نمودن سطح و در نتیجه تعیین مقدار سوخت در مخازن از وسایلی به‌نام سوخت نما استفاده می‌شود که متداول‌ترین نوع آن سوخت‌نمای شناور است.

سوخت نمای شناور: در شکل (۱۱ــ۹) سوخت نمای شناوری نشان داده شده، که در آن یک گوی شناور روی سطح آزاد سوخت داخل مخزن قرار می‌گیرد ؛ نخ متصل به شناور

مستقیماً با دستگاه اندازه‌گیر (که روی منبع نصب می‌شود) مرتبط است. با بالا و پایین رفتن سطح سوخت، عقربه‌ی متأثر از وضعیت شناور، مقدار سوخت داخل مخزن را نشان می‌دهد صفحه‌ی دستگاه اندازه‌گیر ممکن است نسبت به حجم مخزن ــ برحسب m^3 ، Lit ، gal ــ و نسبت حجم سوخت به حجم کل منبع (۰ ، $\frac{۱}{۴}$ ، $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۳}{۴}$ و ۱) و یا ارتفاع سوخت داخل مخزن، تقسیم‌بندی شده باشد. هر سطح‌سنجی از این نوع باید با توجه به ارتفاع مخزن، تهیه و نصب گردد.

شکل ۱۱ــ۹ــ سوخت نمای شناور

۲ــ۹ــ کنترل‌کننده‌ها

کنترل‌کننده‌های سیستم حرارت مرکزی دستگاه‌هایی هستند که :

۱ــ درجه حرارت هوای ساختمان و نیز آب را در شبکه‌ی حرارت مرکزی و شبکه‌ی آب گرم مصرفی کنترل کرده، ثابت نگه‌می‌دارند.

۲ــ سطح مایع را داخل مخازن کنترل نموده، ثابت نگه می‌دارند.

۳ــ فشار را در شبکه‌ی لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی کنترل کرده، ثابت نگه می‌دارند.

۴ــ مشعل‌ها را به روش صحیح روشن کرده، با نظارت بر طرز کار آن‌ها در صورت بروز هر نوع اشکال، آن‌ها را خاموش می‌کنند. برای آن‌که یک تکنیسین تأسیسات حرارت مرکزی در راه اندازی، عیب‌یابی و سرویس و تعمیرات دستگاه های تأسیسات حرارت مرکزی موفق باشد، لازم است از طرز کار هر یک از کنترل‌کننده‌ها، ارتباط کنترل‌کننده‌ها با یک‌دیگر و با دستگاه‌های کنترل و نیز از مدارهای برقی آن‌ها اطلاعات کافی داشته باشد.

۱ــ۲ــ۹ــ کنترل‌کننده‌های دما (ترموستات‌ها):

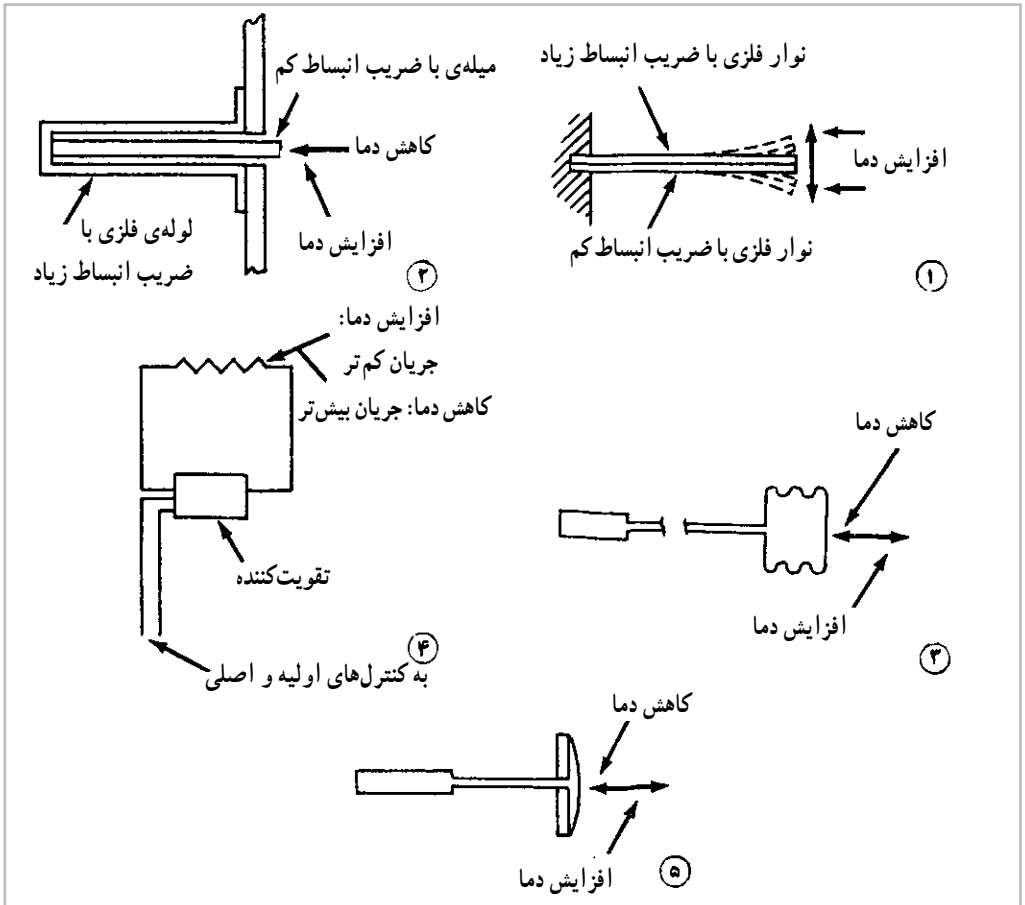
ترموستات‌ها وسایلی هستند که درجه حرارت هوای داخل ساختمان، دمای آب داخل شبکه‌ی سیستم گرم‌کننده و آب گرم مصرفی را کنترل و تنظیم می‌کنند.

هر ترموستات دارای یک قطعه‌ی حساس در مقابل درجه‌حرارت است، که نسبت به تغییر درجه حرارت، عکس‌العمل نشان داده، باعث قطع و یا وصل یک مدار خواهد شد. این قطعه‌ی حساس که به آن حس‌کننده[1] گفته می‌شود به شکل‌های : ۱ــ بی‌متالی (نوار دو فلزی)، ۲ــ میله و لوله‌ای، ۳ــ فانوسه‌ای یا بلوزی[2]، ۴ــ مقاومت الکتریکی، ۵ ــ هیدرولیکی، وجود دارد.

در شکل (۱۲ــ۹) این پنج نوع «سنسور» نشان داده شده‌اند.

۱ــ Sensor

۲ــ Bellows Type



۱ــ بر مبنای انبساط فلز در اثر حرارت کار می‌کند.
۲ــ بر مبنای انبساط فلز در اثر حرارت کار می‌کند.
۳ــ براساس انبساط گاز در اثر حرارت کار می‌کند.
۴ــ براساس تغییر مقاومت یک هادی یا نیمه هادی در اثر تغییر درجه‌ی حرارت کار می‌کند.
۵ــ دیافراگم

شکل ۱۲ــ۹ــ پنج نوع سنسور حساس در مقابل دما

حرکت جزیی حس‌کننده‌های شماره‌ی «۱، ۲، ۳ و ۵» اغلب روی دکمه‌ی یک میکروسوئیچ، مانند شکل (۱۳ــ۹) اثر می‌کند و باعث قطع و وصل شدن یک کلید می‌شود[۱].

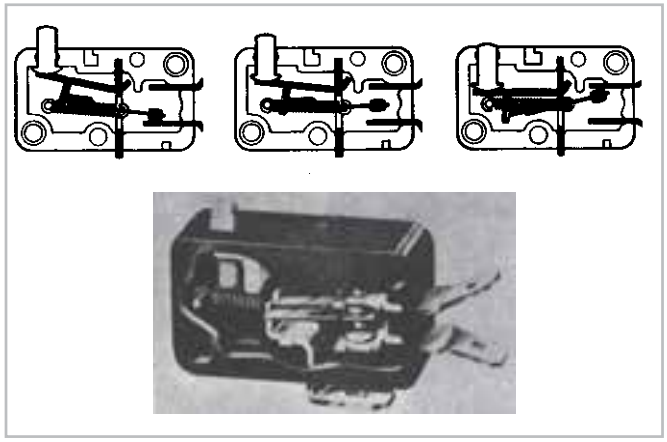
دو سیم متصل به میکروسوئیچ و یا پلاتین‌ها و هم‌چنین دوسیم خروجی از حس‌کننده‌ی شماره‌ی (۴) به طرف کنترل‌های اصلی می‌روند و به آن‌ها فرمان می‌دهند.

از جمله ترموستات‌های سیستم حرارت مرکزی می‌توان از ترموستات اتاقی[۲]، ترموستات دیگ[۳] (آکوستات[۴]) و ترموستات سطحی[۵] (آکوستات جداری) نام برد.

ترموستات‌های فوق، با کاهش دمای هوای اتاق، آب‌گرم دیگ و آب‌گرم داخل لوله‌ی سیستم‌حرارت مرکزی، مدار الکتریکی را وصل و پس از رسیدن درجه حرارت به میزان تنظیم شده‌ی روی دستگاه، مدار را باز می‌کنند.

۱ــ گاهی حرکت جزیی حس‌کننده‌ها مستقیماً روی پلاتین قطع و وصل ترموستات اثر می‌کند و میکروسوئیچی در کار نیست.

۲ــ Room Thermostat
۳ــ Boiler Thermostat
۴ــ Aquastat
۵ــ Surface Thermostat



شکل ۱۳ــ۹ــ عملکرد میکروسوئیچ در اثر فرمان حس کننده‌ها

ترموستات اتاقی قطع و وصلی: در شکل (۱۴ــ۹) یک نوع ترموستات اتاقی را مشاهده می‌کنید که از نوع قطع و وصلی[1] است و در آن برای کنترل درجه حرارت از یک نوار دو فلزی (بی‌متال) استفاده شده است. این ترموستات‌ها معمولاً دارای اختلاف[2] دمای قطع و وصل از« $\frac{۱}{۲}$ »تا«۲ »درجه‌ی فارنهایت می‌باشند. در بعضی از آن‌ها یک آهن‌رُبای کوچک نیز در پشت نوار دو فلزی (نوار بی‌متالی) قرار می‌گیرد تا عمل قطع و وصل به‌صورت جهشی و آنی صورت گیرد و از سوختن پلاتین‌ها نیز جلوگیری کند. تنظیم دامنه‌ی حساسیت ترموستات، معمولاً با فشار مستقیمی که به نوار دو فلزی وارد می‌شود، صورت می‌گیرد در حالی‌که در تنظیم اختلاف دمای قطع و وصل، آهن‌ربای کوچکی به مقدار جزیی به نوار دو فلزی نزدیک و یا از آن دور می‌شود.

برای کنترل درجه حرارت، ممکن است از سنجش الکترونیکی یک «مقاومت الکتریکی» استفاده شود ؛ در این روش، امکان به‌دست آوردن اختلاف‌هایی تا حدود« ۰/۰۱» درجه‌ی فارنهایت ممکن می‌شود.

اشکالی که در ترموستات‌های اتاقی پیش می‌آید این است که پس از باز شدن پلاتین‌های ترموستات و خاموش شدن پمپ گرم‌کننده، درجه حرارت اتاق بازهم بالا می‌رود علت این امر جریان طبیعی آب در شبکه‌ی حرارت مرکزی است ؛ برای جبران این اشکال، سازندگان ترموستات یک مقاومت الکتریکی کوچک در ترموستات قرار می‌دهند که در تمام مدت کار مشعل، جریان برق از آن می‌گذرد و درجه حرارت آن‌را تقریباً یک درجه‌ی فارنهایت بالاتر از درجه حرارت محیط نگه می‌دارد مثلاً اگر ترموستات طوری تنظیم شده باشد که در «۷۴» درجه‌ی فارنهایت قطع کند، عملاً وقتی قطع می‌کند که درجه‌ی حرارت اتاق« ۷۳» درجه‌ی فارنهایت است، در نتیجه گرمای «پس‌ماند» سیستم، درجه‌حرارت اتاق را «۱» درجه‌ی دیگر بالا برده، به« ۷۴» درجه می‌رساند این مقاومت‌های داخل ترموستات را **مقاومت‌های جلوانداز**[3] می‌نامند.

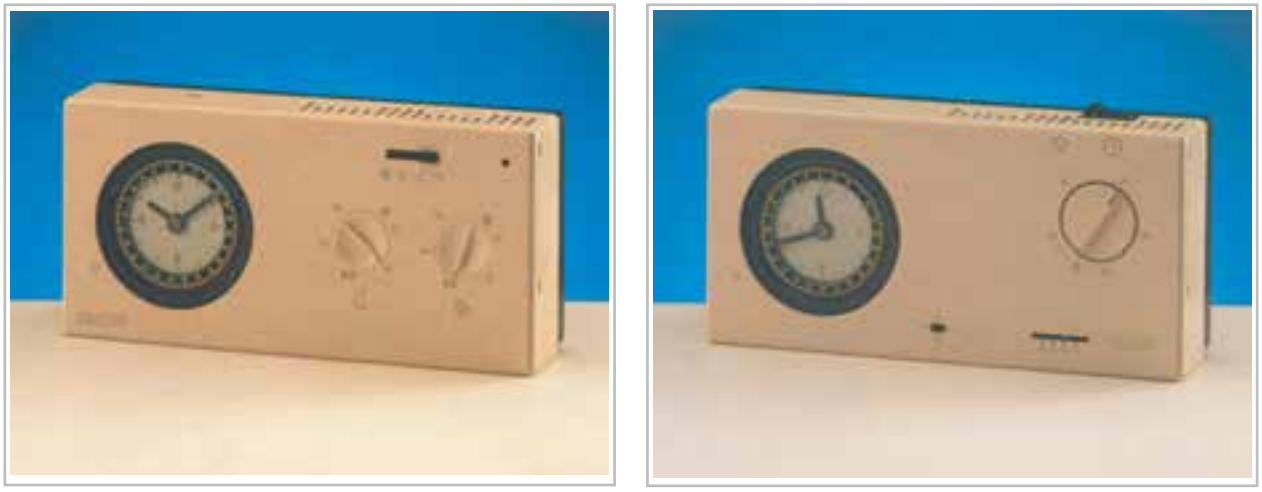
شکل ۱۴ــ۹ــ نمای داخلی یک ترموستات، با نوار دو فلزی حلقه شده

۱ ــ On - off Thermostat
۲ــ Differential
۳ــ Anticipator Coils

بعضی از این ترموستات‌ها مجهز به مقاومت الکتریکی (R_n)[1] هستند که انرژی الکتریکی ورودی به این مقاومت، از بیرون توسط یک ساعت و یا یک کلید دستی کنترل می‌شود ؛ در طول روز، کلید باز است و مقاومت، حرارتی تولید نمی‌کند ؛ در نتیجه ترموستات کار عادی خود را انجام می‌دهد. اما در طول شب انرژی الکتریکی با یک ساعت به‌طور خودکار و یا با زدن کلید دستی به مقاومت R_n می‌رسد و به گرما تبدیل می‌شود ؛ این گرما درجه حرارت محفظه‌ی ترموستات را به دمایی بالاتر از دمای محل افزایش داده، عمل ترموستات را جلو می‌اندازد و در دمای محلی کم‌تری سیستم را از کار می‌اندازد.

بعضی ترموستات‌های اتاقی مانند شکل (۱۵ــ۹) به یک ساعت مجهزند که این ساعت ترموستات را در فواصل زمانی معین، به‌طور خودکار تنظیم می‌کند، یک مثال در این مورد استفاده از آن برای به‌دست آوردن دمای کم‌تر در شب و دمای معمولی در طول روز است. این ترموستات دو درجه‌ی تنظیم دارد، یکی درجه‌ی تنظیم شب (که علامت ماه در بالای آن قرار دارد) و دیگری درجه‌ی تنظیم روز (که علامت خورشید در بالایش منظور گردیده است). دامنه‌ی کار آن در شب« $12 \pm 8^{\circ}C$» و در روز «$20 \pm 8^{\circ}C$» است.

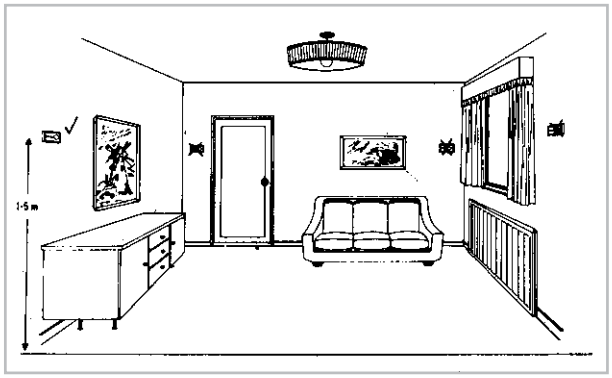
در نصب ترموستات‌ها و انتخاب محل نصب آن‌ها، باید



شکل ۱۵ــ۹ــ دو نمونه ترموستات اتاقی ساعت‌دار

دقت کافی به‌عمل آید. ترموستات‌ها نباید در معرض کوران هوا، اشعه‌ی آفتاب یا روی دیوارهای خارجی نصب شوند، هم‌چنین گرمای وسایل پخش‌کننده‌ی حرارت نباید مستقیماً آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و همیشه باید درجه حرارت محل نصب آن‌ها، تقریباً یک‌نواخت باشد. برای مثال تیغه‌ها و دیوارهای میانی ساختمان جای مناسبی برای این کار است (شکل ۱۶ــ۹).

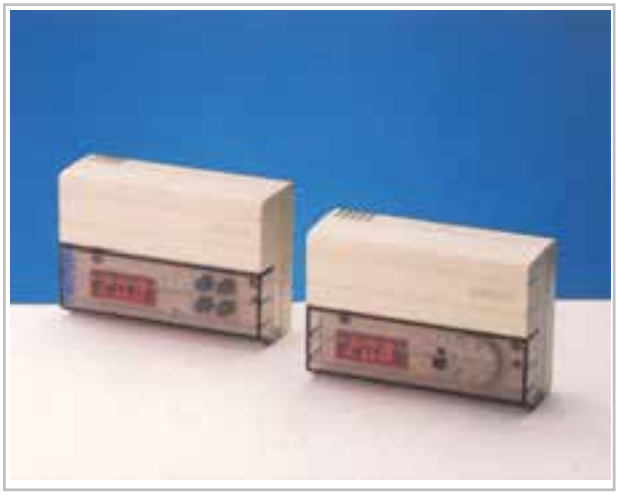
ترموستات‌ها باید حداکثر در ارتفاع «۱/۵» متری کف اتاق نصب شوند اگر پایین‌تر از این ارتفاع قرار گیرند دقت کنترلشان بیشتر خواهد بود ولی از طرفی در معرض دست‌کاری بچه‌ها و احیاناً برخورد با وسایل خانه می‌شود که تنظیم آنها را بهم می‌زنند.

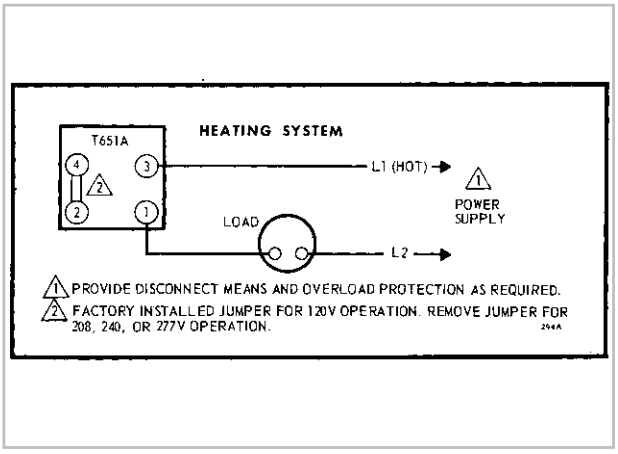


شکل ۱۶ــ۹ــ محل مناسب نصب ترموستات

۱ــ R_n مقاومت داخل ترموستات است.

ترموستات‌های قطع و وصلی سیستم گرم‌کننده را ترموستات یک فصلی نیز می‌نامند. از ترموستات‌های قطع و وصلی برای خاموش و روشن کردن پروانه‌ی فن‌کوئل و خاموش و روشن نمودن پمپ سیرکولاسیون سیستم گرم‌کننده استفاده می‌شود. در شکل (۱۷ــ۹) چند نمونه‌ی دیگر ترموستات اتاقی قطع و وصلی نشان داده شده است.





شکل ۱۷ــ۹ــ سه نمونه ترموستات اتاقی قطع و وصل

ترموستات دیگ (آکوستات): ترموستات دیگ که به آن «آکوستات مستغرق» نیز می‌گویند ــ شکل (۱۸ــ۹) ــ برای تنظیم درجه حرارت مایعات طراحی شده است که از آن‌ها در تأسیسات حرارت مرکزی، برای فرمان دادن به مشعل‌های گازی وگازوئیلی جهت تنظیم درجه حرارت آب دیگ استفاده می‌شود.

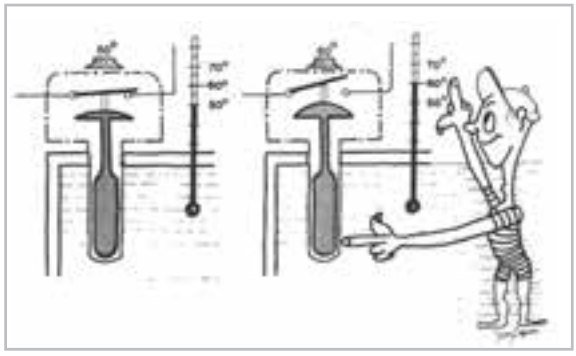
قسمت حس‌کننده‌ی اولیه‌ی آن از نوع هیدرولیکی ــ شکل(۱۲ــ۹) شماره‌ی ۵ ــ است ؛ به همراه این دستگاه غلافی وجود دارد که آن را روی دیگ نصب می‌کنند. آب گرم دیگ در

الف

ب

شکل ۱۸ــ۹ــ دو نمونه ترموستات دیگ

اطراف غلاف و مخزن حس‌کننده‌ی آن داخل غلاف قرار می‌گیرد، برای انتقال بهتر حرارت از آب گرم دیگ به مخزن حس‌کننده، (بالب) معمولاً حد فاصل غلاف و مخزن حس‌کننده را به‌وسیله‌ی مخلوط براده‌ی آلومینیم و گریس پر می‌کنند. مطابق شکل (۱۹ــ۹) هنگامی که درجه حرارت آب داخل دیگ به‌درجه‌حرارت تنظیم‌شده‌ی روی آکوستات برسد، کلید داخل آکوستات توسط مخزن حس‌کننده قطع می‌شود و مشعل از کار می‌افتد. پس از سرد شدن آب داخل دیگ، به اندازه‌ی اختلاف دمای قطع و وصل، مجدداً کلید وصل می‌شود و مشعل کارش را از سر می‌گیرد.



شکل ۱۹ــ۹ــ طرز کار ترموستات دیگ

ترموستات حدّ (آکوستات حدّ): وجود یک وسیله‌ی کنترل (آکوستات دیگ) در سیستم حرارت مرکزی، ایمنی سیستم و اطمینان بهره‌برداری را تضمین نمی‌کند چون گاهی، سیستم مکانیکی آکوستات دیگ که در ۲۴ ساعت چندین مرتبه مدار را قطع و وصل می‌کند، خراب شده، عمل نمی‌کند، در این صورت با بالا رفتن درجه حرارت آب در دیگ، مشعل خاموش نمی‌شود و با جوش آمدن آب در دیگ، خساراتی به بار خواهد آمد. برای جلوگیری از این عمل، ترموستات دیگری به نام ترموستات «حدّ» بر روی دیگ نصب و در مدار سری با ترموستات دیگ قرار داده می‌شود. درجه‌ی تنظیم ترموستات حدّ چندین درجه بالاتر از درجه حرارت ترموستات دیگ است ؛ به این دلیل ترموستات یا آکوستات حدّ، همیشه وصل است مگر در زمانی که آکوستات دیگ عمل نکند و درجه حرارت آب داخل دیگ به درجه حرارت تنظیم شده بر روی آکوستات حدّ برسد که در این صورت، این کنترل مشعل را خاموش کرده، از بروز خسارت جلوگیری می‌کند. ترموستات‌های حدّ معمولاً به دو صورت ساخته می‌شوند، یکی ترموستات حدّ بالا[1] که کاملاً شبیه ترموستات دیگ است.

این دستگاه با درجه حرارت تنظیم شده‌ی بالاتر و یا سرد شدن آب به اندازه‌ای مطمئن، به طور خودکار مشعل را روشن می‌کند. دیگری ترموستات قطع‌کننده‌ی دمای بالا[2] است که دارای دکمه‌ی «ری ست[3]» است و با پایین آمدن درجه حرارت آب دیگ و رسیدن به درجه‌ی مطمئن، با فشار دادن دکمه‌ی «ری‌ست» می‌توان مشعل را مجدداً روشن کرد. بنابراین نوع دوّم ترموستات حدّ توصیه می‌شود، چون با خاموش شدن مشعل، فرد مسئول از خرابی آکوستات دیگ مطلع شده، نسبت به تعویض به موقع آن اقدام خواهد کرد.

به جای استفاده از یک آکوستات دیگ و یک آکوستات حدّ به‌طور جداگانه، می‌توان از یک دستگاه ترموستات «دوتایی[4]» استفاده نمود. دنباله‌ی ترموستات دوتایی که درون دیگ قرار می‌گیرد دارای دو بالب، یکی مربوط به آکوستات معمولی دیگ و دیگری مربوط به آکوستات حدّ می‌باشد. در شکل (۲۰ــ۹) دو نوع ترموستات حدّ و یک نوع ترموستات دوتایی نشان داده شده است.

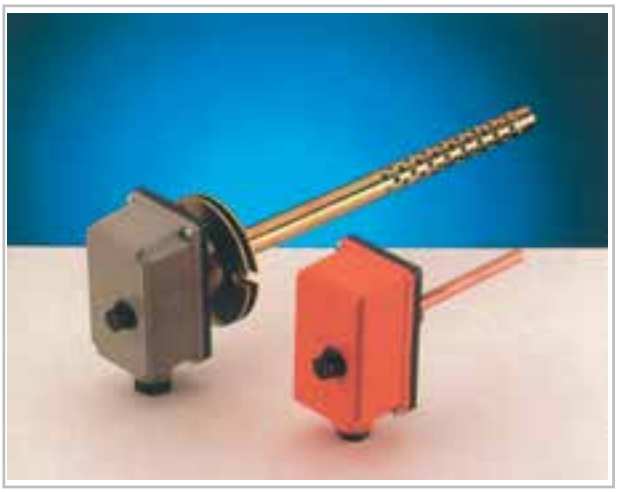
۱ــ High limit Thermostat

۲ــ High temperature cutout

۳ــ Reset دوباره در مدار قرار دادن

۴ــ Dual Thermostat

الف ــ ترموستات دوتایی

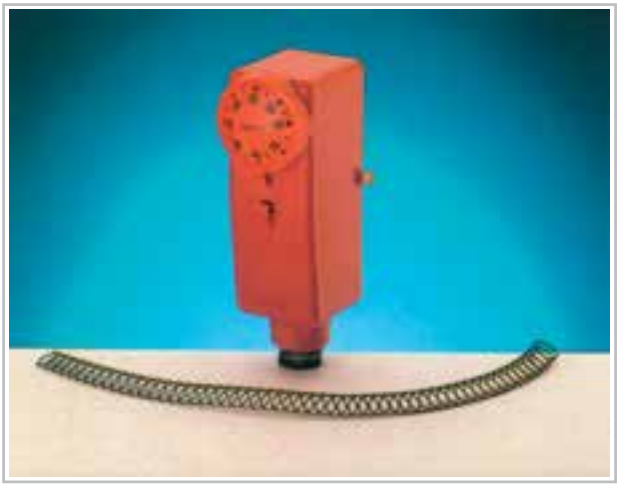


ب ــ ترموستات حدّ

شکل ۲۰ــ۹ــ ترموستات حدّ و ترموستات دوتایی

ترموستات جداری (آکوستات جداری): در شکل(۲۱ــ۹) یک ترموستات و یا آکوستات جداری نشان داده شده است. حس‌کننده‌ی این ترموستات از نوع نوار دو فلزی (بی‌متالی)ــ شکل (۱۲ــ۹) شماره‌ی« ۱» ــ می‌باشد. در ساختمان‌های چند واحدی که نمی‌توان از یک ترموستات اتاقی برای روشن و خاموش کردن پمپ سیرکولاسیون حرارت مرکزی استفاده کرد، آکوستات جداری را بر روی لوله‌ی برگشت اصلی شبکه‌ی گرم‌کننده، در موتورخانه نصب می‌کنند و به‌وسیله‌ی آن، پمپ حرارت مرکزی را کنترل می‌نمایند.

کاربرد دیگر آکوستات جداری، روشن و خاموش کردن پمپ سیرکولاسیون برگشت آب گرم مصرفی است، که در این صورت آکوستات را بر روی لوله‌ی اصلی برگشت آب گرم مصرفی در موتورخانه نصب می‌کنند و میکروسوئیچ آن را در مدار فاز موتور پمپ سیرکولاسیون برگشت آب گرم مصرفی، قرار می‌دهند. آکوستات جداری به‌وسیله‌ی فنری که در شکل دیده می‌شود، برروی لوله نصب می‌گردد. باید دقت شود که در محل قرار گرفتن سنسور آکوستات برروی لوله، عایق حرارتی وجود نداشته باشد.

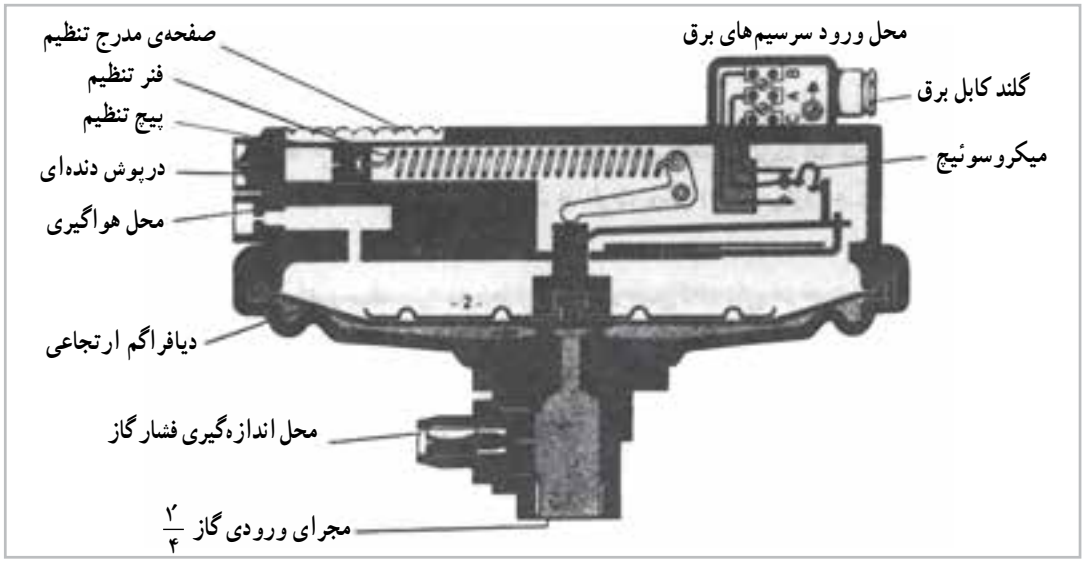


شکل ۲۱ــ۹ــ یک آکوستات جداری

۲ــ۲ــ۹ــ کنترل‌کننده‌های فشار: کنترل‌کننده‌های فشار وسایلی هستند، که به‌وسیله‌ی آن‌ها می‌توان فشار سیّال را در یک دستگاه و یا قسمت‌های مختلف یک سیستم، تنظیم و یا کنترل نمود، تا در صورتی که از مقدار تعیین شده قبلی پایین‌تر یا بالاتر (و یا هر دو) رفت، دستگاه را خاموش کرده، از ایجاد خسارت جلوگیری می‌کرد.

کنترل‌کننده‌های فشار در سیستم‌های حرارت مرکزی و تهویه‌ی مطبوع بسیارند که در این‌جا به شرح تعدادی از آن‌ها می‌پردازیم :

کلید کنترل فشارگاز[1]**:** فشار گاز ورودی به مشعل نباید کم‌تر از حد معینی شود و گرنه به دلیل فشار هوا وکمبود گاز، مخلوط این دو از نظر میزان گاز رقیق بوده، باعث قطع شعله خواهد شد و ممکن است خطراتی را به‌وجود آورد ؛ برای اطمینان از فشار کافی گاز ــ مطابق شکل‌های (۲۸ــ۷ و ۲۹ــ۷)ــ روی شیر برقی یا رگولاتور و یا لوله‌ی گاز، کلید کنترل فشار گاز را نصب می‌کنند. [برش‌خورده‌ی نوعی از آن را در شکل (۲۲ــ۹) مشاهده می‌کنید.] اگر فشار گاز داخل لوله‌ی اصلی که از طریق دهانه‌ی پایین به زیر دیافراگم لاستیکی اثر می‌کند به اندازه‌ی کافی باشد، دیافراگم به طرف بالا حرکت می‌کند و باعث اتصال کنتاکت‌های «A »و« C »می‌شود و برعکس ارتباط کنتاکت‌های«A»و«B»قطع می‌شود. از کنتاکت‌های«A » و«C » در مدار رله‌ی کنترل مشعل استفاده می‌شود تا در صورت کافی نبودن فشار و قطع شدن کنتاکت‌های«A »و« C »، رله، مشعل را از کار بیندازد. با تنظیم نیروی فنر متصل به پیچ تنظیم فشار، می‌توان فشار عمل کلید را کم و یا زیاد کرد.



شکل ۲۲ــ۹ــ برش خورده‌ی یک کلید کنترل فشارگاز

کلید کنترل فشار هوا[2]**:** گاز با فشاری که دارد در صورت باز بودن شیر مغناطیسی، وارد اتاقک احتراق دیگ می‌شود و با کافی نبودن هوا، امکان ناقص سوختن گاز و یا خاموش شدن شعله پیش می‌آید ؛ برای اطمینان از وجود هوای کافی برای احتراق، می‌توان از کلید کنترل فشار هوا استفاده کرد.

ساختمان این کلید به جز مقادیر فشار مشابه کلید کنترل فشار گاز است. این کلید دهانه‌ی زیر دیافراگم را توسط یک لوله به محل خروج هوا از وانتیلاتور مشعل وصل می‌کنند تا فشار هوای خروجی به زیر دیافراگم اثر کرده، در صورت کافی بودن فشار، کنتاکت‌های«A» و« C»را که در مدار رله‌ی کنترل

۱ــ Gas pressure switch

۲ــ Air pressure switch

قرار گرفته‌اند، وصل کند و مشعل اجازه‌ی ادامه‌ی کار پیدا کند.

در شکل (۲۳ــ۹) یک نمونه کلید کنترل فشار گاز و یک نمونه کلید کنترل فشار هوا نشان داده شده است.

شکل ۲۳ــ۹ــ کلید کنترل فشارگاز و هوا

۳ــ۲ــ۹ــ کنترل‌کننده‌های سطح: کنترل‌کننده‌های سطح وسایلی هستند که سطح مایع را در یک مخزن کنترل کرده، در یک حدّ (بالا و پایین) نگه می‌دارند. شیر شناور داخل مخازن آب در ارتفاع و مخازن انبساط باز، فِلَش تانک‌ها و تشتک کولرهای آبی، نوع کنترل‌کننده‌ی سطح از نوع مکانیکی است که فقط دارای حدّ بالا بوده، نمی‌گذارد سطح آب، در این مخازن از مقدار معینی بالاتر رود.

کلید شناور (Float Switch): برای کنترل سطح مایع داخل یک مخزن ــ به‌طور مثال کنترل سطح گازوئیل در داخل مخزن روزانه ــ از کلید شناور استفاده می‌شود.

این کلید دارای یک گوی شناور است که در مخزن روزانه، بر روی سطح گازوئیل قرار گرفته، همراه آن بالا و پایین می‌رود، این گوی به‌وسیله‌ی یک سیستم مکانیکی قابل تنظیم، کلیدی را قطع و یا وصل می‌کند. زمانی که سطح گازوئیل از حدّ تنظیم شده پایین‌تر رفت، کلید وصل شده، پمپ گازوئیل پس از روشن شدن، گازوئیل را وارد مخزن روزانه می‌کند. با بالا آمدن سطح گازوئیل و رسیدن آن به حدّ لازم، کلید قطع شده، پمپ خاموش می‌شود. مورد استفاده‌ی دیگر این کلید، کاربرد آن درتنظیم سطح آب داخل دیگ بخار است. در شکل (۲۴ــ۹) این دو کلید نشان داده شده‌اند.

از کلید شناور می‌توان برای تخلیه‌ی آب‌های جمع شده در یک مخزن نیز استفاده نمود. برای این کار باید سرسیم‌های کلید برقی آن‌را طوری به موتور پمپ بست که با بالا آمدن سطح آب و رسیدن آن به حدّ معینی، موتور پمپ روشن شده، آب داخل مخزن را تخلیه نماید و یا پایین آمدن گوی همراه سطح آب و رسیدن آن به حدّ تنظیم شده، موتور پمپ را خاموش کند.

الف ــ کنترل‌کننده‌ی سطح آب در دیگ بخار

ب ــ کلید شناور

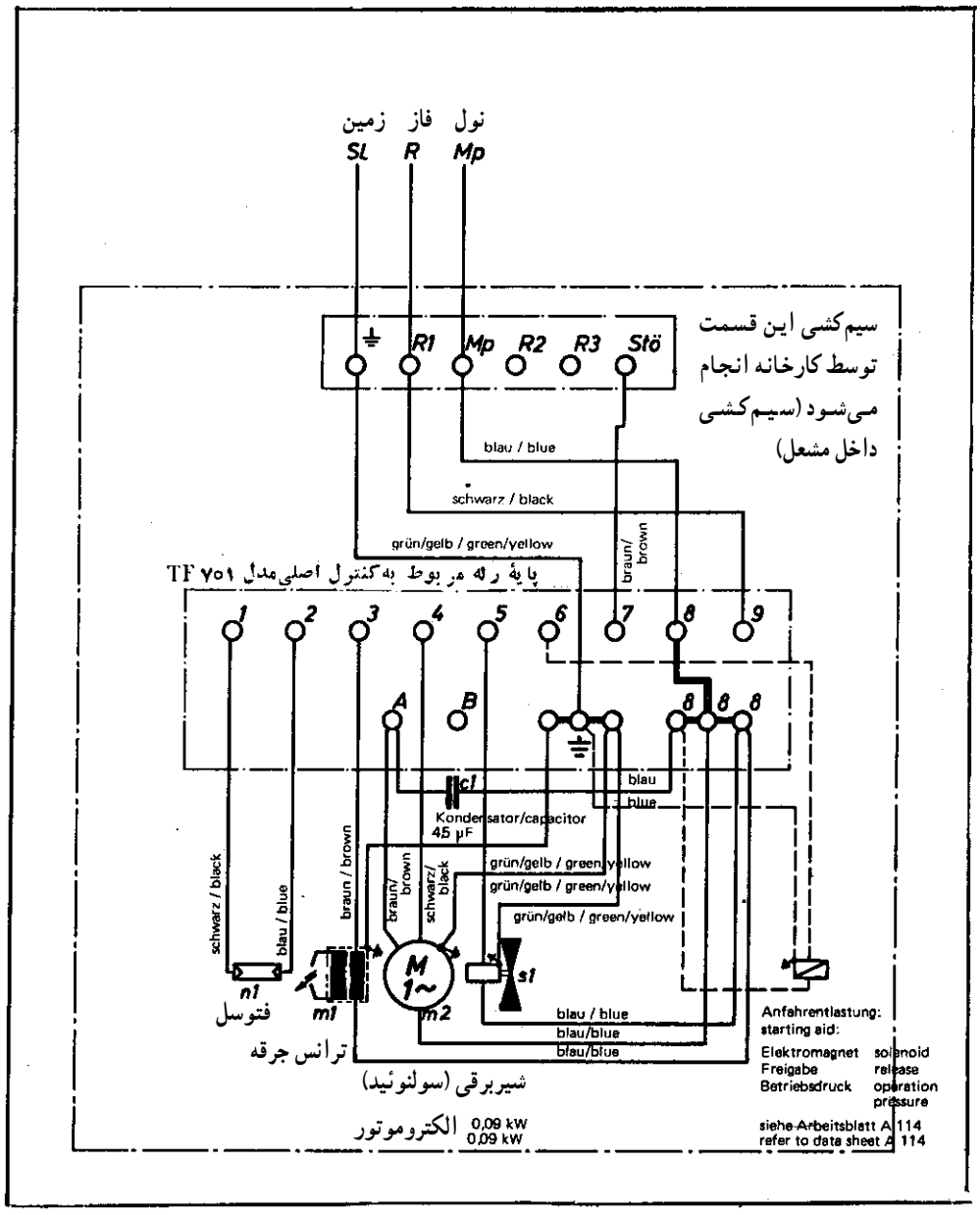
شکل ۲۴ــ۹ــ کنترل‌کننده‌ی سطح

۳ــ۹ــ رله‌ی مشعل‌ها

رله‌ی مشعل یک کنترل‌کننده‌ی الکترونیکی است که براساس طراحی و برنامه‌ریزی که دارد مشعل را با ایمنی روشن می‌کند و در صورت به‌وجود آمدن هر نوع اِشکال در ایجاد و یا باقی ماندن شعله، با خاموش کردن مشعل از بروز حادثه جلوگیری می‌کند.

۱ــ۳ــ۹ــ رله‌ی مشعل گازوئیلی: در شکل (۲۵ــ۹) یک نوع رله‌ی مشعل گازوئیلی و در شکل (۲۶ــ۹) مدار برقی آن نشان داده شده است.

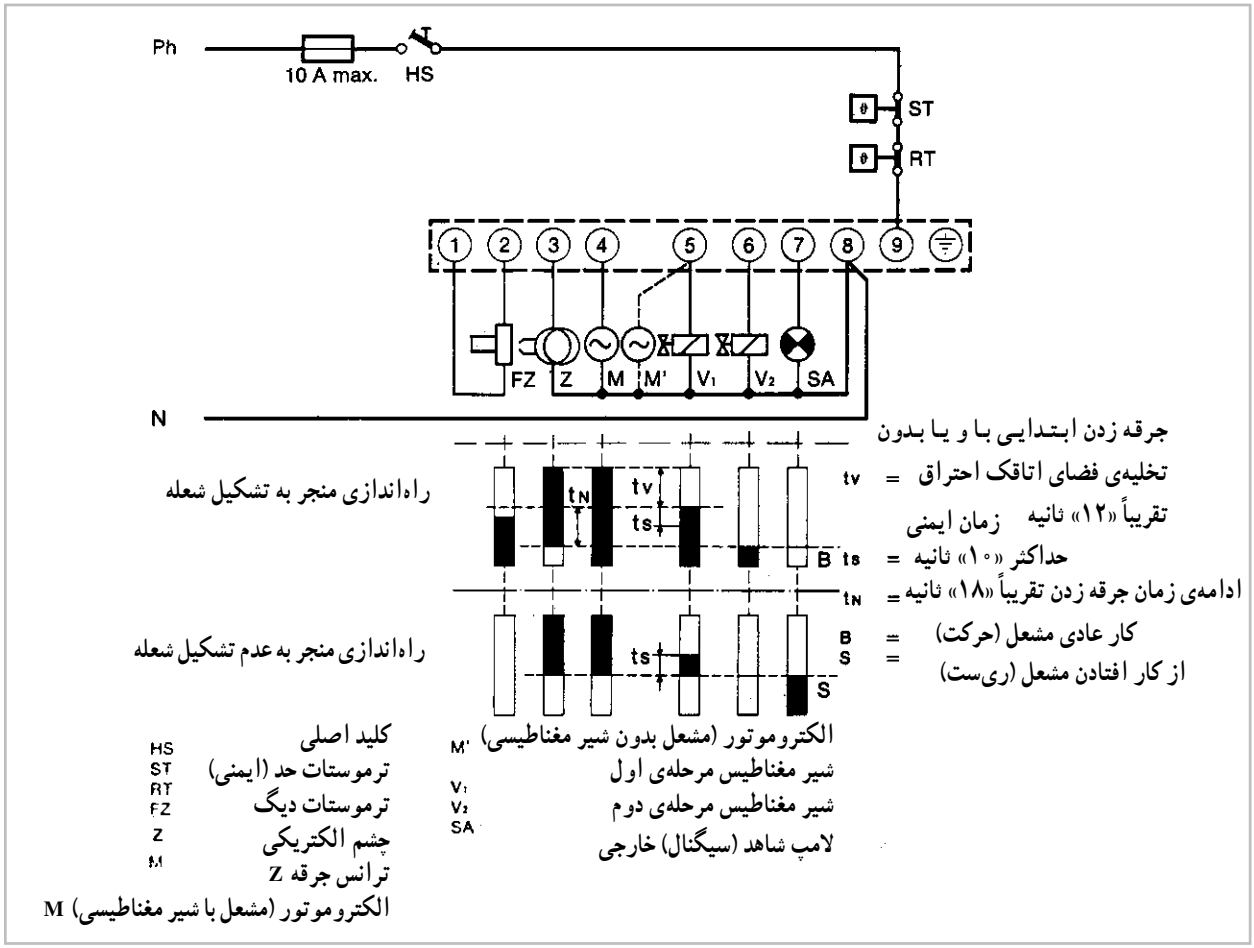
شکل ۲۵ــ۹ــ یک رله‌ی مشعل گازوئیلی



شکل ۲۶ــ۹ــ مدار برقی یک مشعل گازوئیلی

طرز کار رله‌ی مشعل گازوئیلی: در شکل (۲۷ــ۹) مدار برقی و مراحل مختلف برنامه‌ی این رله از شروع تا پایان در دو حالت نشان داده شده است.

در حالت اول که راه‌اندازی مشعل منجر به تشکیل شعله می‌شود، ابتدا ترانس جرقه و الکتروموتور شروع به‌کار می‌کنند تا زمان« $t_v = ۱۲\,sec$ » بگذرد، در این‌جا رله، برق را به شیر مغناطیس اول می‌رساند و مسیر عبور گازوئیل را به طرف نازل (در صورتی که مشعل دارای دو نازل باشد، فقط نازل اول عمل می‌کند) باز می‌کند ؛ از این لحظه به بعد اگر درحداکثر فرصت « $t_s = ۱۰\,sec$ »، شعله تشکیل شود و نور به چشم الکتریکی برسد که مشعل به کارعادی خود ادامه می‌دهد و پس از« $t_n = ۱۸\,sec$ » ترانس جرقه از جرقه زدن باز می‌ماند (اگر مشعل دارای دو نازل باشد هم‌زمان با از کار افتادن ترانس جرقه، شیر مغناطیس دوم باز می‌شود).



شکل ۲۷ــ۹ــ مدار برقی یک مشعل گازوئیلی

در حالت دوم که راه‌اندازی مشعل منجر به تشکیل شعله نمی‌شود، زمان‌بندی کار دستگاه‌ها تا انتهای زمان «$t_s = ۱۰ sec$» دقیقاً با حالت اول یکی است و چون پس از باز شدن شیر مغناطیسی و سپری شدن زمان ایمنی «$t_s = ۱۰ sec$»، مثلث احتراق تشکیل نمی‌شود و نوری به چشم نمی‌رسد، رله‌ی ترانس جرقه، الکتروموتور و شیر مغناطیس را از کار می‌اندازد و برق، پایه‌ی شماره‌ی« ۷ »ــ مربوط به لامپ شاهد خارج از رله (سیگنال) ــ و یا زنگ اخبار را وصل می‌کند و هم‌زمان با آن، لامپ شاهد زیر دکمه‌ی ری‌ست رله نیز روشن می‌شود.

تذکرات مهم: قبل از اتصال کلید تابلو برق، امتحان کنید که تأسیسات، درست سیم‌کشی شده باشد (چرا که سیم‌کشی ناقص و نادرست می‌تواند باعث ایجاد خسارت و برهم زدن ایمنی سیستم شود).

مطمئن شوید که منابع نور مزاحم نمی‌توانند به چشم الکتریکی اثر کنند (در غیر این صورت کار مشعل با مشکل مواجه خواهد شد).

آزمایشات کنترل: پس از نصب دستگاه‌ها در کارهای اجرایی و بعد از هر سرویس، آزمایشات زیر را به عمل آورید :

۱ــ روی چشم الکتریکی را کاملاً بپوشانید و مشعل را روشن کنید (رله باید ری‌ست کند).

۲ــ چشم الکتریکی را در مقابل یک منبع نورانی قرار دهید و مشعل را روشن کنید (رله باید ری‌ست کند).

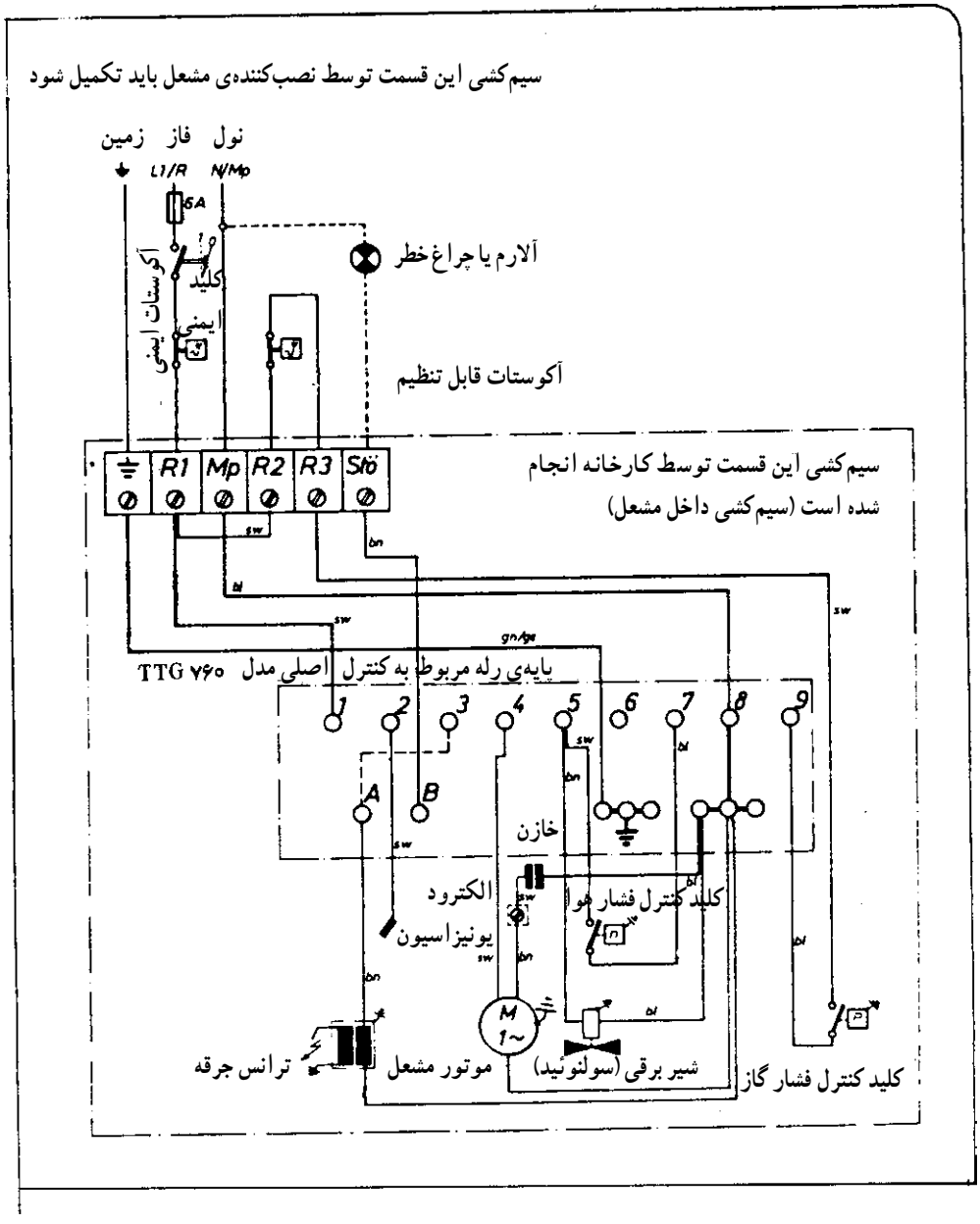
۳ــ هنگامی که مشعل در حال کار عادی است، روی چشم الکتریکی را بپوشانید، ترانس جرقه شروع به کار می‌کند و سیکل

راه‌اندازی مشعل شروع می‌شود ؛ پس از خاتمه‌ی زمان ایمنی «t_s»، رله باید ری‌ست کند.

اگر مشعل ری‌ست کند، رله پس از گذشت تقریباً «۴۰sec» آماده‌ی راه اندازی مجدد می‌شود.

اگر در مشعلی شیر مغناطیسی وجود نداشته باشد، بنابه توصیه‌ی کارخانه‌ی سازنده‌ی رله، بهتر است مانند شکل (۲۶ــ۹) الکتروموتور به‌جای اتصال به پایه‌ی شماره‌ی ۴ (M) به پایه‌ی شماره‌ی ۵ (M′) وصل شود، دراین حالت به پایه‌ی شماره‌ی ۴ دستگاهی وصل نمی‌شود و الکتروموتور از زمان‌بندی شیر مغناطیس اول، تبعیت می‌کند.

۲ــ۳ــ۹ــ رله‌ی مشعل گازی دمنده‌دار (فن‌دار): رله‌ی مشعل‌های گازی توسط کارخانه‌های مختلف با برنامه‌ریزی‌های گوناگون طراحی، ساخته و به بازار عرضه می‌شود. در شکل (۲۸ــ۹) مداربرقی یک نمونه رله‌ی مشعل گازی نشان داده شده است.



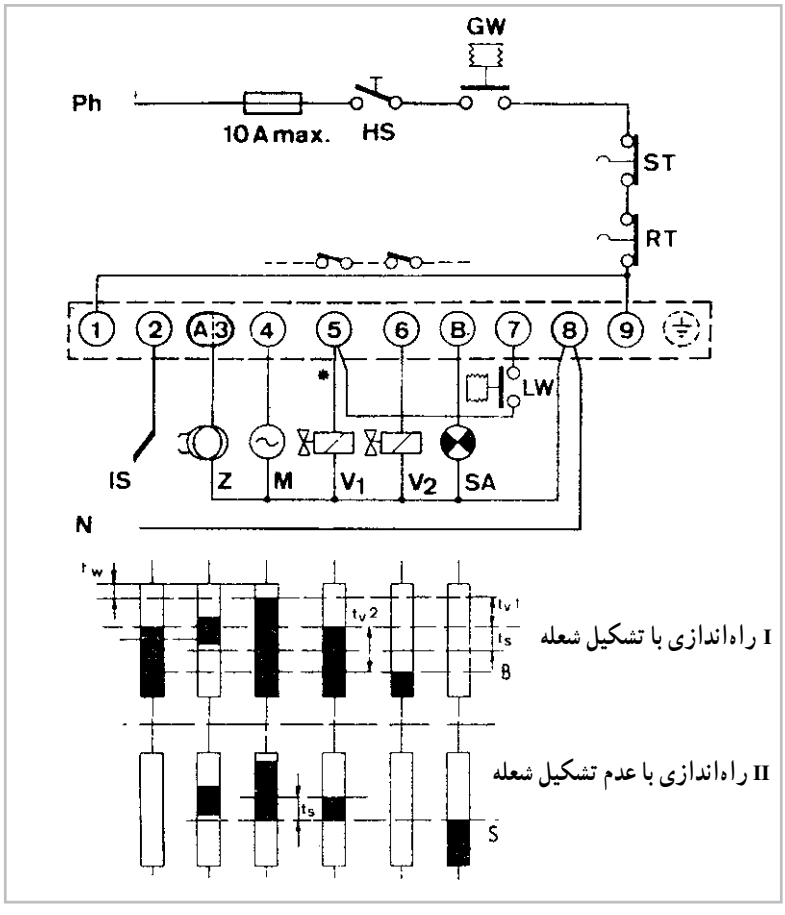
شکل ۲۸ــ۹ــ مدار برقی یک مشعل گازی

طرزکار رله‌ی مشعل گازی دمنده‌دار (فن‌دار): در شکل (۲۹ــ۹) مدار برقی و مراحل مختلف کار یک رله‌ی مشعل گازی‌دمنده‌دار از شروع تا پایان، در دو مرحله نشان داده شده است.

هم‌چنان که ملاحظه می‌کنید سیم فاز پس از عبور از فیوز و کلید راه‌انداز مشعل، به دو شعبه تقسیم شده است. یک شعبه به‌ترمینال شماره‌ی«۱» و دیگری پس از عبور از کنترل فشار گاز (GW) و ترموستات حد (ST) و آکوستات اصلی، به‌ترمینال شماره‌ی «۹ » وصل گردیده است. میله‌ی یونیزاسیون (IS) و هم‌چنین قطب مثبت فتوسل (U) به ترمینال شماره‌ی «۲» و قطب منفی آن به ترمینال «۸» وصل شده است. ترانس مولد جرقه (Z) به ترمینال شماره‌ی «۳»، موتور مشعل (M) به شماره‌ی «۴»، شیر برقی شماره‌ی«۱» (SV) و یک سیستم کنترل فشار هوا (LW) به ترمینال شماره‌ی«۵»، شیر برقی شماره‌ی «۲» (V۲) به ترمینال شماره‌ی «۶»، چراغ اخطاردهنده به ترمینال شماره‌ی (B) و اتصال دیگر کنترل فشار هوا به ترمینال شماره‌ی «۷ » وصل شده است. ترمینال شماره‌ی «۸ »محل اتصال نول به پایه‌ی کنترل مشعل است که به ترتیب فتوسل، ترانس مولد جرقه، موتور، شیر برقی شماره‌ی «۱»، شیر برقی شماره «۲» و چراغ اخطاردهنده نیز به این ترمینال وصل شده‌اند.

اکنون می‌پردازیم به شرح قسمت پایین شکل (۲۹ــ۹) که به دو حالت« I » و «II »تقسیم شده است. حالت اول«I » حالتی است که مشعل کار عادی خود را طی می‌کند تا فرمان قطع توسط آکوستات به آن داده شود. حالت دوم« II » حالتی است که مشعل شروع به‌کار می‌کند ولی بر اثر بروز اشکال در سیستم، از کار می‌افتد.

حالت اول I ــ حالتی که مشعل شروع به کار کرده و بدون اشکال به کار خود ادامه خواهد داد. هم‌چنان که در تصویر (قسمت پایین شکل ۲۹ــ۹) ملاحظه می‌کنید، مستطیل‌هایی با دو رنگ سیاه و سفید کشیده شده است وضعیت



شکل ۲۹ــ۹ــ مدار برقی یک مشعل گازی دمنده‌دار

این مستطیل‌ها نشان‌دهنده‌ی انجام عملی خواهد بود. در شکل هم‌چنین مستطیلی نشان داده شده که تمام آن سفید کشیده شده است. حالت این مستطیل نشان‌دهنده‌ی آن است که هیچ‌گونه عملی انجام نخواهد شد.

در ابتدا محور شماره‌ی «۱» قرار دارد که نقطه‌ی مبدأ بوده، هنوز مشعل شروع به کار نکرده است.

در فاصله‌ی «۰ ۱» ثانیه، بین محور «۱» و «۲» که با (tw) مشخص شده است ــ از سمت چپ تصویر به سمت راست حرکت می‌کنیم تا ببینیم چه اعمالی صورت می‌گیرد.

در این فاصله‌ی زمانی، ابتدا به مستطیل مربوط به فتوسل و یا میله‌ی یونیزاسیون برخورد می‌کنیم که سفید رنگ است[1] و مفهوم رنگ آن، این است که هنوز این واحد کنترل در مدار قرار نگرفته است، زیرا هنوز شعله‌ای تشکیل نگردیده است. پس از مستطیل مربوط به فتوسل و یا میله‌ی یونیزاسیون، مستطیل مربوط به ترانس مولد جرقه (Z) قرار گرفته است، که آن نیز در این فاصله‌ی زمانی سفید است. یعنی ترانس جرقه نیز در مدار قرار ندارد و عملی صورت نمی‌دهد. پس از آن مستطیل مربوط به موتور (M) قرار دارد که آن نیز در این فاصله‌ی زمانی سفید رنگ می‌باشد و مفهوم آن خاموش بودن موتور مشعل است.

پس از مستطیل موتور، سه مستطیل مربوط به شیر برقی شماره‌ی «۱» و شیر برقی شماره‌ی «۲» و چراغ اخطاردهنده قرار دارد که هر سه سفید هستند یعنی هیچ یک از این سه کنترل در مدار قرار نگرفته‌اند. حال ببینیم در فاصله‌ی زمانی بین محور «۲» و «۳» (tv1 – tw) که مدت آن حدود «۳۰» تا «۶۰» ثانیه می‌باشد چه اتفاقاتی خواهد افتاد.

ابتدا در این فاصله‌ی زمانی، براساس حرکت از سمت چپ به راست، قسمت سفید رنگ مستطیل مربوط به فتوسل و یا میله‌ی یونیزاسیون قرار دارد که هنوز عملی را نشان نمی‌دهد. مستطیل مربوط به ترانس جرقه پس از آن قرار دارد که آن هم سفید است و مفهوم آن خاموش بودن ترانس جرقه است. پس از آن مستطیل مربوط به موتور مشعل قرار گرفته که در این فاصله‌ی زمانی سیاه است، یعنی موتور شروع به کار نموده، مشغول تخلیه‌ی گازهای مزاحم فضای احتراق می‌باشد.

پس از موتور، سه مستطیل بعدی سفید رنگ هستند، یعنی شیر برقی شماره‌ی «۱» و شیر برقی شماره‌ی «۲» و چراغ اخطاردهنده نیز، در مدار قرار نگرفته‌اند. پس دراین فاصله‌ی زمانی، بین محور «۲» و «۳»، به‌جز موتور مشعل که روشن است، مستطیل‌های مربوط به فتوسل و یا میله‌ی یونیزاسیون ترانس مولد جرقه ــ شیر برقی شماره‌ی «۱» و «۲» و چراغ اخطاردهنده خاموش هستند.

در فاصله‌ی زمانی بین محور «۳» و «۴» که مدت آن حدود «۳» تا «۵» ثانیه است و با (ts) مشخص شده است، ابتدا از سمت چپ به راست، مستطیل میله‌ی یونیزاسیون قرار دارد که در این فاصله‌ی زمانی به رنگ سیاه در آمده است، زیرا در اثر پدید آمدن شعله، میله‌ی یونیزاسیون در مدار قرار گرفته است. پس از آن مستطیل مربوط به ترانس جرقه قرار دارد که آن نیز در این فاصله‌ی زمانی وارد مدار گردیده است ؛ یعنی در محل احتراق گاز، جرقه خواهیم داشت.

پس از آن مستطیل مربوط به موتور قرار دارد که هنوز به‌رنگ سیاه است، پس موتور در این فاصله‌ی زمانی هم چنان به‌کار خود ادامه می‌دهد.

مستطیل مربوط به شیر برقی شماره‌ی «۱» پس از موتور قراردارد که در این فاصله‌ی زمانی سیاه است، یعنی شیر برقی شماره‌ی «۱» باز شده، گاز از آن می‌گذرد.

پس از آن، دو مستطیل بعدی مربوط به شیر برقی شماره‌ی «۲» و چراغ اخطاردهنده‌اند که سفید رنگ هستند، یعنی هنوز در مدار قرار نگرفته‌اند.

اکنون ملاحظه می‌کنید که در فاصله‌ی زمانی بین محور «۳» و «۴»، کنترل‌های الکتریکی مشعل، یعنی میله‌ی یونیزاسیون، ترانس مولد جرقه‌ی موتور مشعل، شیر برقی شماره‌ی «۱» مشغول به‌کار هستند و شیر برقی شماره‌ی «۲» و چراغ اخطاردهنده از

۱ــ لازم به تذکر است که مشعل نمی‌تواند هم دارای فتوسل باشد و هم میله‌ی یونیزاسیون در نقشه به این دلیل این دو واحد کنترل ایمنی نشان داده شده که مشخص شود که این رله‌ها می‌توانند مجهز به سیستم کنترل شعله از نوع فتوسل یا میله‌ی یونیزاسیون باشند البته اکثرمشعل‌های متداول در ایران، مجهز به سیستم کنترل شعله از نوع میله‌ی یونیزاسیون هستند.

مدار خارج می‌باشند.

حال فاصله‌ی زمانی بین محورهای «۴» و «۵» که مدت آن (Tv2 – Ts) یعنی حدود «۲۰» ثانیه است را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

جهت حرکت از چپ به راست می‌باشد. ابتدا در این فاصله‌ی زمانی مستطیل مربوط به میله‌ی یونیزاسیون قرار دارد که به رنگ سیاه است، یعنی میله‌ی یونیزاسیون به دلیل وجود شعله، هم‌چنان در مدار قرار دارد. پس از آن مستطیل مربوط به ترانس مولد جرقه قرار دارد که به رنگ سفید مشخص شده است، یعنی جرقه در این فاصله‌ی زمانی از کار افتاده است. مستطیل مربوط به موتور پس از آن است که مشغول به‌کار می‌باشد. پس از موتور، مستطیل مربوط به شیر برقی شماره‌ی «۱» واقع شده است که آن نیز سیاه رنگ است. یعنی شیر برقی شماره‌ی«۱» در مدار قرار داشته، وصل می‌باشد. شیربرقی شماره‌ی «۲» در این فاصله‌ی زمانی، هنوز در مدار قرار نگرفته است. در انتها چراغ اخطاردهنده قرار دارد که قاعدتاً باید خاموش باشد.

و سرانجام بررسی فاصله‌ی زمانی بین محورهای «۵» و «۶» است : هم‌چنان که در تصویر ملاحظه می‌کنید، در این فاصله‌ی زمانی به جز ترانس مولد جرقه و چراغ اخطاردهنده که خاموش می‌باشند، بقیه‌ی کنترل‌های مشعل، یعنی میله‌ی یونیزاسیون، موتور، شیر برقی شماره‌ی «۱»، شیر برقی شماره‌ی«۲»مشغول به‌کار بوده، در مدار کنترل مشعل قرار دارند. مشعل دوره‌ی کاری خود را به‌همین ترتیب ادامه خواهد داد تا پس از رسیدن فرمان قطع، از سوی آکوستات یا هر وسیله‌ی کنترل دیگری، از کار باز ایستد.

حالت دوم II ــ حالتی که مشعل شروع به کار کرده ولی بر اثر بروز اشکال در سیستم، از کار می‌افتد.

محور یک، مبدأ زمانی است یعنی لحظه‌ی زمان، صفر است. در فاصله‌ی زمانی بین محور «۱» و «۲» که مدت آن حدود «۳۰» تا «۶۰» ثانیه است، در مسیر حرکت از چپ به راست، ابتدا به مستطیل مربوط به میله‌ی یونیزاسیون برخورد می‌کنیم که به رنگ‌سفید است، یعنی در این فاصله‌ی زمانی، میله‌ی یونیزاسیون در مدار نمی‌باشد. پس از آن مستطیل مربوط به ترانس مولد جرقه قرار دارد که آن نیز خاموش است و در مدار قرار نگرفته است. پس از ترانس جرقه، مستطیل مربوط به موتور واقع است که در این فاصله‌ی زمانی، مشغول به کار می‌باشد ؛ یعنی موتور مشعل درحال تخلیه‌ی گازهای مزاحم فضای احتراق است. مستطیل بعدی مربوط به شیر برقی شماره‌ی «۱» است که به رنگ سفید مشخص شده، و تا این لحظه هنوز باز نشده است. پس از آن، دو مستطیل دیگر یعنی شیر برقی شماره‌ی «۲» و چراغ اخطار دهنده قرار دارند که هر دو سفیداند و در مدار نیستند.

حال به بررسی فاصله‌ی زمانی بین محور «۲» و «۳» که مدت آن حدود «۳» تا «۵» ثانیه است، می‌پردازیم. در مسیر حرکت از چپ به راست، ابتدا به مستطیل مربوط به میله‌ی یونیزاسیون برخورد می‌کنیم. این مستطیل به شکل خطوط مشکی رنگی که از هم فاصله دارند، کشیده شده است ؛ مفهوم آن، این است که شعله به‌طور کامل به‌وجود نیامده است، در نتیجه میله‌ی یونیزاسیون در مدار قرار نگرفته است. پس از آن، مستطیل مربوط به ترانس مولد جرقه قرار دارد که در این فاصله‌ی زمانی به رنگ سیاه درآمده است ؛ یعنی ترانس مشغول به‌کار است.

بعد از آن، مستطیل مربوط به موتور قرار دارد که در این فاصله‌ی زمانی هنوز به رنگ سیاه می‌باشد ؛ پس موتور در حال فوت کردن و دمیدن است.

مستطیل مربوط به شیر برقی، بعد از موتور است که در این فاصله‌ی زمانی، سیاه رنگ کشیده شده، پس شیر برقی شماره‌ی «۱» در این فاصله‌ی زمانی در مدار قرار دارد.

و بالاخره، به مستطیل مربوط به شیر برقی شماره‌ی «۲» و چراغ اخطاردهنده برخورد می‌کنیم که هر دو سفید هستند. درانتها، فاصله‌ی زمانی بین محورهای «۳» و «۴» را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

هم‌چنان که در دیاگرام ملاحظه می‌کنید، به جز مستطیل مربوط به چراغ اخطاردهنده که سیاه است، بقیه‌ی کنترل‌های مشعل، یعنی به ترتیب میله‌ی یونیزاسیون ترانس مولد جرقه، موتور، شیر برقی شماره‌ی «۱» و شیر برقی شماره‌ی «۲» در این فاصله‌ی

زمانی خاموش بوده، در حال کار نیستند. در نتیجه چراغ اخطاردهنده، روشن گردیده تا اعلام کند که در سیستم کار مشعل، اشکالی پیش آمده است.

در آخر این بخش به منظور آگاهی بیش‌تر شما، یک‌بار دیگر زمان‌های ذکر شده در بالا را یادآوری می‌کنیم :

tw1 = زمان تأخیر (Waiting time) که مدت آن حدود «۱۰» ثانیه است.

tv1 = زمان دمیدن اولیه (پرج) (Pre – purge time) که مدت آن حدود «۳۰» تا «۶۰» ثانیه است.

t_s = زمان ایمنی (Lockout safety time) که مدت آن «۳» تا «۵» ثانیه است.

tv2 = تأخیر زمان تا باز شدن شیر دوم (delay time to 2nd valve stage) که مدت آن حدود «۲۰» تا «۳۰» ثانیه است.

پرسش و تمرین

۱ــ کدام کمیّت‌های فیزیکی را با نشان‌دهنده‌ها، می‌توان روی دستگاه‌ها اندازه‌گیری نمود؟

۲ــ برای اندازه‌گیری درجه حرارت از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

۳ــ دماسنج بی‌متالی را شرح دهید.

۴ــ برای اندازه‌گیری فشار از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟

*۵ ــ بارومتر را شرح دهید.

*۶ ــ فشار یک اتمسفر، معادل چند سانتی‌متر جیوه، چند متر آب، چند اینچ جیوه، چند فوت آب، چند PSIA، چند بار و چند $\frac{KP}{cm^2}$ است.

*۷ــ ۱ PSIA معادل چند فوت آب است.

*۸ ــ مانومتر را شرح دهید.

۹ــ فشارسنج نسبی را توضیح دهید.

۱۰ــ رابطه‌ی بین فشار مطلق، فشارنسبی و فشار اتمسفر محل را بنویسید.

۱۱ــ ارتفاع‌سنج (هیدرومتر) را شرح دهید.

۱۲ــ دماسنج ــ فشارسنج (ترمومتر ــ مانومتر) را توضیح دهید.

۱۳ــ وسایل نشان‌دهنده‌ی سطح را تعریف کنید.

۱۴ــ آب‌نما را شرح دهید.

۱۵ــ سوخت نمای شناور را توضیح دهید.

۱۶ــ کدام کمیت‌های فیزیکی را با کنترل‌کننده‌ها، می‌توان کنترل نمود؟

۱۷ــ کنترل‌کننده‌های دما را تعریف کنید.

۱۸ــ انواع مختلف حس‌کننده‌های حرارتی را که در ساخت ترموستات‌ها کاربرد دارند، با رسم شکل شرح دهید.

۱۹ــ انواع مختلف ترموستات‌هایی را که در سیستم حرارت مرکزی کاربرد دارند، نام ببرید.

۲۰ــ ترموستات اتاقی قطع ووصلی را شرح دهید.

۲۱ــ شرایط محل نصب ترموستات اتاقی را بنویسید.

۲۲ــ ترموستات‌های قطع و وصلی در سیستم گرم‌کننده به چه دستگاهی فرمان می‌دهند؟

۲۳ــ ترموستات دیگ (آکوستات) را شرح دهید.

۲۴ــ ترموستات حدّ (آکوستات حدّ) را شرح دهید.

۲۵ــ ترموستات جداری (آکوستات جداری) را توضیح دهید.

۲۶ــ کنترل‌کننده‌های فشار را تعریف کنید.

۲۷ــ کلید کنترل فشار گاز مشعل را شرح دهید.

۲۸ــ کلید کنترل فشار هوای مشعل را شرح دهید.

۲۹ــ کنترل‌کننده‌ی سطح را تعریف نمایید.
۳۰ــ کلید شناور (Float Switch) را شرح دهید.
۳۱ــ رله‌ی مشعل را تعریف کنید.
۳۲ــ طرز کار رله‌ی مشعل گازوئیلی را از روی مدار برقی آن شرح دهید.
۳۳ــ آزمایش‌های کنترل رله‌ی مشعل گازوئیلی را شرح دهید.
۳۴ــ طرز کار رله‌ی مشعل گازی دمنده‌دار (فن‌دار) را از روی مدار برقی آن شرح دهید.