

ابزار دقیق : علم اندازه گیری

وظایف گروه ابزار دقیق :



معرفی گروههای تعمیراتی :

ماشینری : موتورها - ژنراتورها

مکانیک : نصب و تعمیرات مکانیکی

برق صنعتی و سیم کشی

ابزار دقیق

- کار ابزار دقیق ، اعمال کنترل است روی سیستم ابزار دقیقی .

تعریف :

کنترل عبارت است از ایجاد تعادل بین تغذیه و احتیاج .

پارامترهای اندازه گیری در سیالات :

- ۱- اندازه گیری دما ۲- اندازه گیری فشار ۳- اندازه گیری جریان
۴- اندازه گیری سطح ۵- اندازه گیری سرعت ۶- آنالایزر

- دما :

تعریف :

میزان گرمی و سردی هر جسم را دمای آن جسم گویند .

- اندازه گیری : مقایسه یک کمیت با کمیت استاندارد .

واحد استاندارد طول : متر ، واحد استاندارد جرم : کیلو گرم

- واحد استاندارد دما : سانتیگراد (سیلسیوس) ، فارنهایت ، کلوین ، رانکین .

- برای بدست آوردن واحدهای دما ، سه کمیت را در نظر می گیریم :

حد پایینی ، حد بالایی ، اندازه استاندارد .

	سیلسیوس	فارنهایت
حد بالایی	100°C : نقطه جوش آب	212°F : دمای بدن انسان
حد پایینی	0°C : نقطه انجماد آب	32°F : مخلوط یخ و نشادر

کلوین و رانکین ، حد بالایی ندارند و حد پایینی آنها ، صفر مطلق است.

درجه بندی کلوین بر حسب واحد سیلسیوس و درجه بندی رانکین بر حسب واحد فارنهایت است.

در طبیعت حد بالایی برای دما بدست نیامده است و می توان ماده ای را تا چند صد هزار درجه گرم کرد و حد پایینی را نقطه ای در نظر گرفته اند که مولکولهای ماده از حرکت می ایستند که به این نقطه ، **صفر مطلق** گویند .

$$F = 1,8 C + 32$$

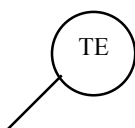
- رابطه بین واحدهای استاندارد دما :

$$R = F + 459.67$$

سانتیگراد و فارنهایت، اعداد منفی را هم شامل می شوند ولی کلوین و رانکین فقط شامل اعداد مثبت هستند .

المتهای دما : TE (Temperature Element)

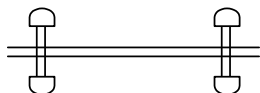
نحوه نمایش در روی نقشه :



Bimetal بی متال :

یک المان حرارتی است. (برای اندازه گیری حرارت بکار می رود.)

ساختمان : تشکیل شده است از دو تیغه فلزی غیر هم طول که در دو نقطه بهم پرچ شده اند.



عملکرد آن بر اساس « انبساط طولی فلزات » می باشد. بعلت غیر همجنس بودن فلزات زمانی که دما بالا یا پایین می رود ، انبساط و انقباض فلزات یکسان نمی شود و در نتیجه طولهایشان با هم فرق خواهد کرد و چون بهم پرچ شده اند لذا باعث خمیدگی آن می شود. کاربرد بی متال ، بیشتر در



سوئیچهای حرارتی است.

- درحالت کلی ، نشان دهنده دما را با TG (Temperature Gauge) معرفی می کنند.

دماسنج های شیشه ای : Glasses Thermometer

از ابزارهای اندازه گیری و نشان دهنده دما هستند.

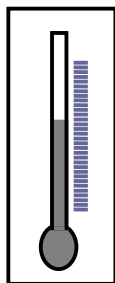
اساس کار : بر اساس « انبساط حجمی مایعات » کار میکنند.

انواع دماسنج های شیشه ای :

۱- الکلی : بعلت داشتن نقطه جوش پایین ، دماهای بالاتر از ۸۰ درجه سانتیگراد را نمی تواند اندازه بگیرد.

۲ - جیوه ای : بعلت داشتن نقطه جوش بالا ، دما را تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد را هم می تواند اندازه بگیرد.

ساختمان : این نوع دماسنج ها تشکیل شده اند از یک لوله موئین شیشه ای و یک مخزن کوچک



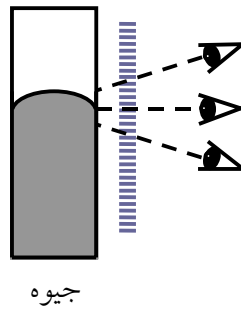
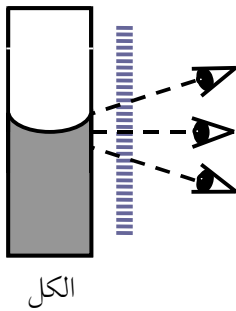
شیشه ای در انتهای آن . این مخزن و لوله به یک صفحه مدرج fix شده اند.

تذکر : در دماسنج های جیوه ای مایع در داخل لوله به صورت محدب قرار می گیرد و در

دماسنج های الکلی به صورت مقعر . (این محدب یا مقعر بودن جیوه یا الکل داخل شیشه مربوط به

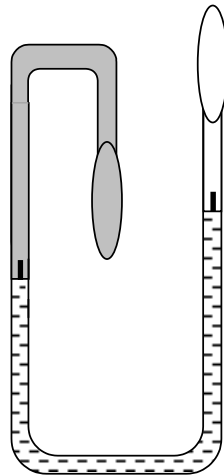
خاصیت چسبندگی میان الکل و شیشه ویا جیوه و شیشه است) بنابراین جهت خواندن مقدار درست

در این نوع دماسنج ها ، باید به صورت عمود به دماسنج نگاه کنیم تا خطای دید به حداقل برسد.



۳ - دماسنج $\min / \max$:

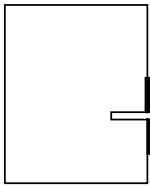
Min Max



ساختمان : یک لوله شیشه ای U شکل ، میله آهنی .

داخل شیشه از جیوه و یک نوع روغن مخصوص که دارای ضریب انبساط حجمی برابر با ضریب انبساط حجمی جیوه بوده و جرم حجمی کمتر نسبت به جیوه داشته باشد وجود دارد. دو میله آهنی بعنوان شاخص روی جیوه قرار میدهیم. زمانی که دمای محیط افزایش می یابد ، ارتفاع جیوه در ستون Max بالا می رود چون هم جیوه و هم روغن انبساط حجمی پیدا می کنند و در نتیجه شاخص هم به طرف بالا حرکت می کند و وقتی که دما کاهش می یابد ، هم روغن و هم جیوه منقبض شده و ارتفاع جیوه در ستون min بالا می رود. زمانی که سطح جیوه در ستونهای Min و Max بالا می رود شاخص به سطح شیشه چسبیده و دمای حداقل و حداکثر را نشان می دهد. جهت بر گرداندن میله ها بر روی جیوه از یک آهن ربای کوچک استفاده می شود.

ترموول (چاهک حرارتی) : Thermowell (TW)



ترموول یک وسیلهٔ محافظتی است که :

- ۱ - از خروج مواد مخزن یا line جلوگیری می کند.
- ۲ - اثر مواد مثل اثر خوردگی ، ضربه و فشار بر روی TE را خنثی می کند.
- ۳ - بعنوان ساپورت TE است و در واقع بدون TW نمی توان TE را در جایی نصب کرد.

اندازه های TW بستگی به مکان مورد استفاده دارد. اگر قطر مخزنی به فرض یک متر باشد طول



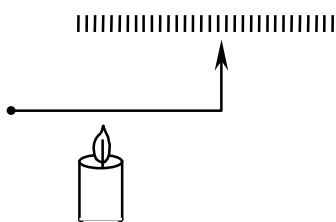
TW باید حداقل نیم متر باشد ، بهمین ترتیب در مورد لوله ها .

در بیشتر مواقع برای جلوگیری از نشت مواد ، به شرط اینکه مواد داخل مخزن یا لوله ، خوردگی نداشته باشد TW را به محل جوش می کنند در غیر این صورت با پیچ و مهره TW را در محل ثابت می کنند.

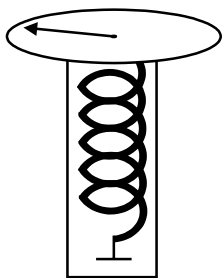
دماسنج فنری : Springy Thermometer

اگر فلزی را حرارت بدهیم ، طول آن زیاد می شود . در شکل زیر اگر یک طرف سیم را ثابت کنیم و به طرف دیگر آن یک عقربه وصل کنیم و به آن حرارت بدهیم ، عقربه حرکت خواهد کرد.

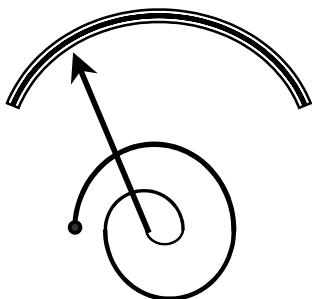
اساس کار : بر اساس « انبساط طولی فلزات » است .



۱- دماسنج فنری استوانه ای : Cylinder



۲- دماسنج فنری تخت : Flat



ساختمان : spring (فنر) - pointer (عقربه) - scale (صفحه مدرج) - body (بدنه)

RTD : (Resistance Temperature Difference)

یک المان حرارتی الکترونیکی است.

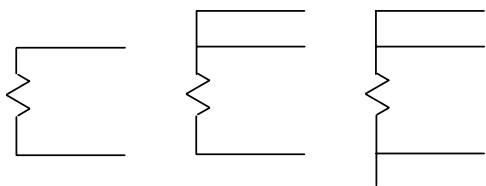
اساس کار : تغییرات دما را به تغییرات مقاومتی تبدیل می کند.

انواع RTD :

NTC = بر اثر افزایش دما ، مقاومتش کاهش می یابد. (negative)

PTC = بر اثر افزایش دما ، مقاومتش افزایش می یابد. (positive)

RTD ها به سه شکل موجودند :



دوسیمه ، سه سیمه ، چهار سیمه

- انواع PTC مورد استفاده در صنعت :

$\left. \begin{array}{l} \text{Pt } 100 \\ \text{Pt } 1000 \end{array} \right\}$

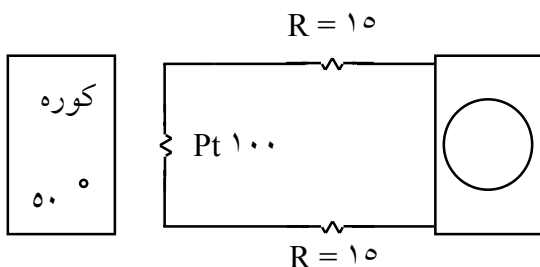
- تعریف Pt 100 : یک TE از جنس مقاومت است که در صفر درجه سانتیگراد ، مقاومتی برابر با 100Ω داشته و به ازای حدودا $2/5$ درجه سانتیگراد افزایش دما یک اهم به مقاومت آن افزوده می شود.

در صفر درجه سانتیگراد :

Pt 100 , $R = 100 \Omega$

Pt 1000 , $R = 1000 \Omega$

یکی از ویژگیهای Pt 100 خطی بودن است (تقریبا خطی عمل میکند) .



- استفاده از Pt 100 دو سیمه :

$$50 / 2.5 = 20 \quad R_{Pt100} = 100 + 20 = 120 \Omega$$

$$15 + 120 + 15 = 150 \Omega \quad \text{مقاومت اندازه گیری شده در اتاق کنترل}$$

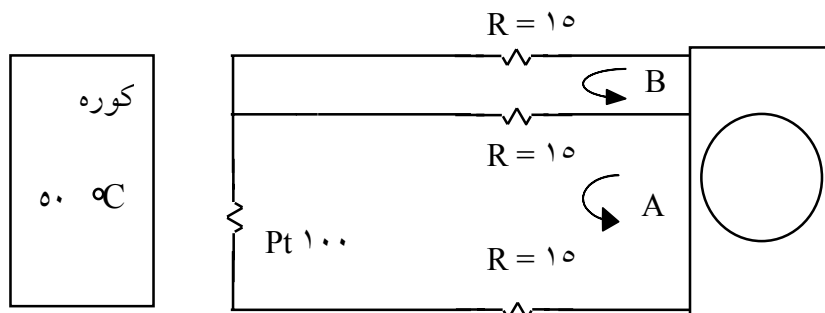
$$50 - 100 = 50 \Omega \quad \text{مقاومت افزوده شده به مقاومت Pt 100 در اثر افزایش دما :}$$

$$50 \Omega * 2.5 = 125 \text{ C}$$

و بدین ترتیب ، دمای اندازه خوانده شده در اتاق کنترل برابر با ۱۲۵ درجه سانتیگراد خواهد بود .برای

رفع این مشکل ، یک سیم سوم به Pt ۱۰۰ اضافه می کنیم و در واقع از نوع سه سیمه استفاده می

کنیم :



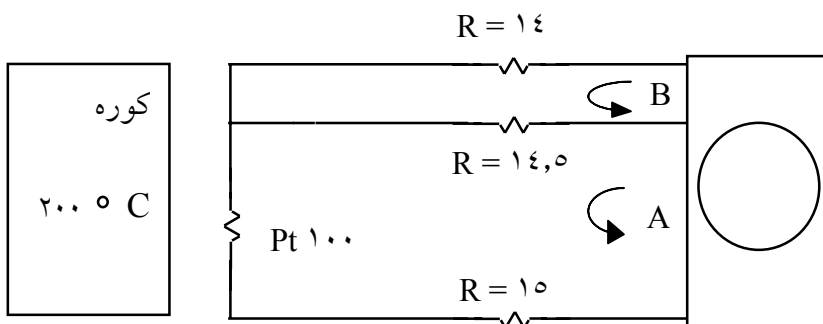
سیم سوم ، مشابه دو سیم دیگر که Pt ۱۰۰ را به اتاق کنترل متصل می کند ، می باشد و لذا

مقاومتشان تقریباً یکی خواهد بود . جهت خواندن مقدار دما بدین ترتیب عمل می کنیم :

$$R_A - R_B = 150 - 30 = 120 \quad \text{مقاومت واقعی}$$

$$\text{مقدار افزایش مقاومت Pt ۱۰۰ در اثر افزایش دما: } 120 - 100 = 20 \, \Omega$$

$$20 * 2.5 = 50 \, C$$



- Pt ۱۰۰ چهار سیمه :

$$200 \, C / 2.5 = 80 \quad \longrightarrow \quad R_{Pt100} = 100 \, \Omega + 80 \, \Omega = 180 \, \Omega$$

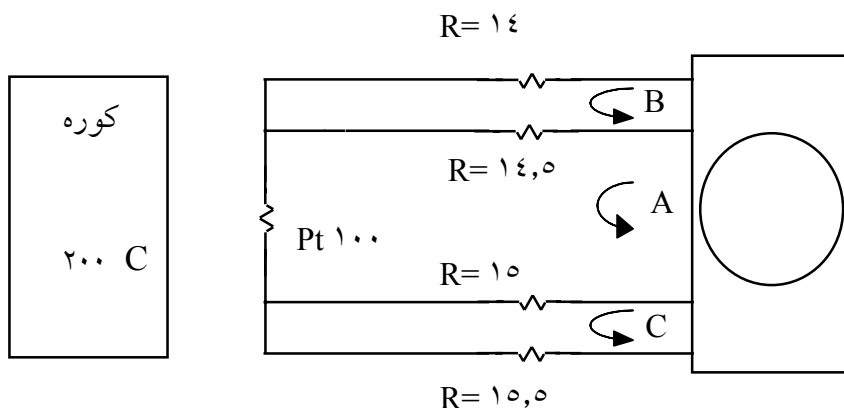
$$R_A - R_B = (14.5 + 180 + 15) - (14 + 14.5) = 181 \, \Omega \quad , \quad 181 - 100 = 81 \, \Omega$$

$$81 * 2.5 = 202.5 \, C \quad \text{دمای خوانده شده:}$$

۲/۵ درجه سانتیگراد اختلاف دمای مشاهده شده ، بعلت تفاوت در مقاومت مسیرها ایجاد شده است.

در جاهائی که سیمها توسط پیچ به ترمینالها وصل می شود ، اگر پیچها شل ویا سفت باشند ویا زنگ زده باشند مقاومت ایجاد شده متفاوت خواهد بود.

برای رفع مشکل اختلاف دمای مشاهده شده از سیم چهارم استفاده می کنیم :



$$R_{Total} = R_A - \left((R_B + R_C) / 2 \right) 200 / 2.5 = 80 \Omega , 100 + 80 = 180 \Omega$$

$$R_A = 14.5 + 180 + 15 = 209.5 \Omega$$

$$R_B = 14.5 + 14 = 28.5 \Omega , R_C = 15 + 15.5 = 30.5 \Omega$$

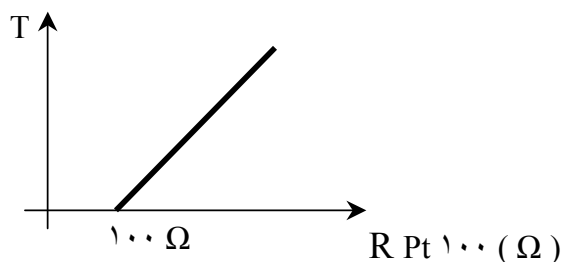
$$R_{Total} = 209.5 - (28.5 + 30.5) / 2 = 180 \Omega$$

$$180 - 100 = 80 \Omega \quad 80 * 2.5^\circ C = 200^\circ C$$

استفاده از سیم چهارم ، اثر مقاومتهای مسیر را حذف می کند .

مزایای RTD :

۱ - خطی بودن



۲ - استفاده از سیمهای معمولی

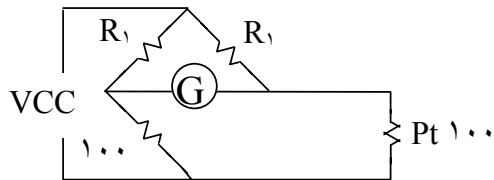
معایب RTD :

۱- محدودیت رنج دارد : 100°C تا 250°C

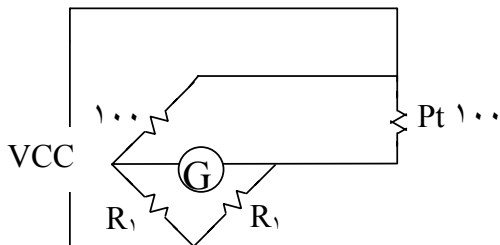
۲- گران بودن المان

۳- با وجود چهار سیمه بودن ، باز هم احتمال خطا وجود دارد.

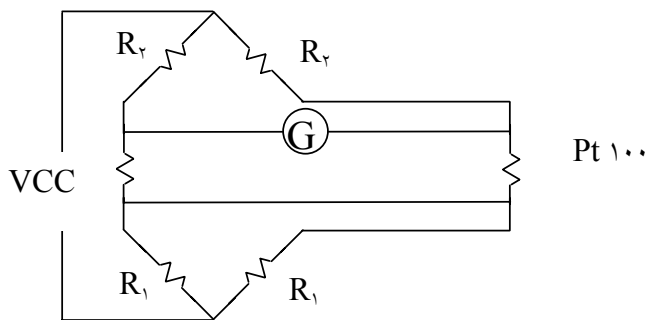
- پل مقاومتی با 100 Pt دو سیمه :



- پل مقاومتی با 100 Pt سه سیمه :



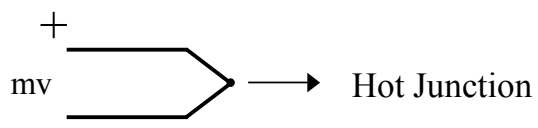
- پل مقاومتی با 100 Pt چهار سیمه :



JB : (Junction Box)

محل اتصال سیمها . کابل‌های ابزار دقیق در آن به هم وصل می شوند.

TC : (Thermocouple)



TC یک المان حرارتی است.

اساس کار : تغییرات دما را به تغییرات mv تبدیل می کند.

ساختمان : تشکیل شده از دو فلز غیر همجنس که در یک نقطه بهم جوش شده اند.

اساس کار : تغییرات دما را به تغییرات mv تبدیل می کند.

با توجه به متنوع بودن مواد فلزی، انواع مختلف TC ساخته شده است که عمده ترین آنها عبارتند از:

انواع مختلف ترموکوپل:

$K - V - T - J - E - N - R - S - B - U - W - W_5 - W_3$

Type های K, E, J, T در پتروشیمی، کاربرد بیشتری دارند.

$K =$ نیکل کروم ، نیکل آلومینیوم

$J =$ آهن ، مس نیکل

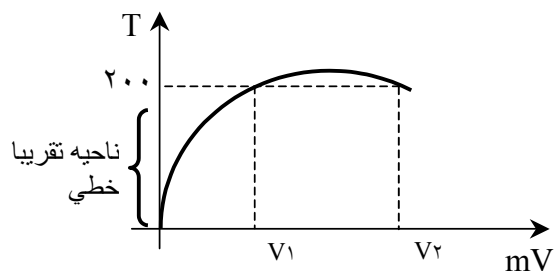
$E =$ نیکل کروم ، مس نیکل

$T =$ مس ، مس نیکل

عملکرد ترموکوپل بصورت غیر خطی است و این یکی از معایب آن محسوب می شود. جهت استفاده

از TC باید توسط مدارات پیچیده (EPROM , ...) منحنی آنرا خطی کنیم و یا از منطقه خطی

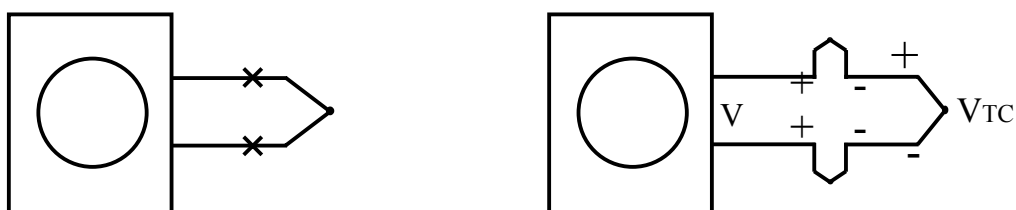
آن استفاده کنیم (این کار عملاً رنج کاری TC را کاهش می دهد).



TC دارای قطبیت است و اگر بصورت معکوس بکار رود ، عملکرد آن اشتباه خواهد بود.

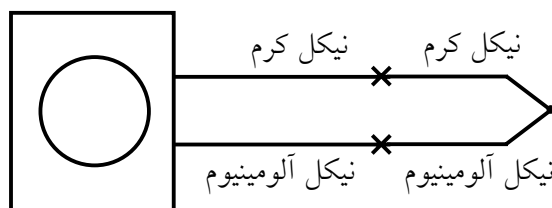
– اتصال سرد در TC : Cold Junction

جهت انتقال تغییرات ولتاژ TC به اتاق کنترل از سیمهای رابط مسی و ترمینالها استفاده می شود و بعلت ناهمجنس بودن سیمهای رابط و سیمهای TC، در محل ترمینالها یک اتصال سرد بوجود می آید. در نتیجه در هر محل اتصال یک ترموکوپل جدید و یک ولتاژ ناخواسته کوچک ایجاد می شود که موجب خطا در اندازه گیری ولتاژ اصلی می شود.

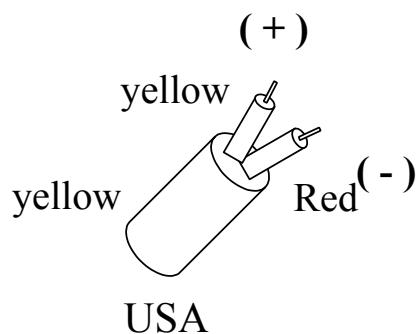
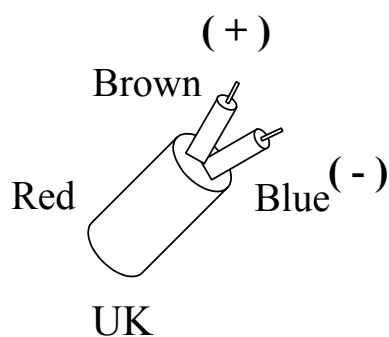


برای حل این مشکل :

روش ۱: جنس سیمهای رابط را از نوع سیمهای ترموکوپل مورد استفاده انتخاب می کنیم که این کار با توجه به گران قیمت بودن این نوع کابلها مقرون به صرفه نیست و یا ولتاژ اتصال سرد را با توجه به دمای محیط محاسبه کرده و از معادله کم میکنیم .



جهت شناسائی کابلها که مربوط به چه نوع TC هستند و نوع سیمها چیست ، از رنگهای استاندارد که کشور سازنده معرفی کرده است استفاده می کنیم .



روش ۲ : استفاده از روش جدید Transmission :

در این روش دستگاهی به نام Transmitter ، کمیت را در محل اندازه گیری کرده و توسط سیگنال ابزار دقیق به اتاق کنترل مخابره می کند .

Transmitter : وسیله ای جهت اندازه گیری یک کمیت و تبدیل مقدار اندازه گیری به سیگنالهای ابزار

دقیق و ارسال آن به اتاق کنترل میباشد که در صورت لزوم دارای سیستمهای خطی ساز نیز میباشد.

یکی دیگر از خطاهای TC افت ولتاژ ناشی از مقاومت سیمهای مسیر و گره های موجود در اتصالات است که برای رفع این خطا از یک تقویت کننده در کنار TC استفاده می شود.

معایب TC :

گران بودن سیمهای ارتباطی تا اتاق کنترل

مشکل تشخیص سیمهای ارتباطی

غیر خطی بودن المان

ایجاد خطا در Cold Junction

مزایای TC :

ارزان قیمت بودن المان

در ناحیه خطی TC میتوان عدد به دست آمده را توسط یک مدار عملی op-amp ، تقویت نمود و نمایش داد و مورد استفاده قرار داد.

TC دارای رنج دمائی بسیار بالاست. (حدوداً تا نزدیکی نقطه ذوب ترموکوپل)

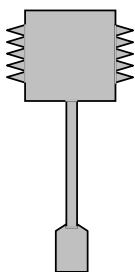
دماسنج های کاپیلاری تیوب (سیستم پر شده با مایع یا گاز) : Capillary Tube Thermometers

اساس کار : بر اساس « انبساط حجمی سیال » کار میکنند.

در این نوع دماسنج ها ، معمولا سیستم از جنس stainless steel بوده واز یک نوع روغن با دمای جوش بالا بطور کامل پر شده است ودر این صورت وجود حباب هوا در سیستم ایجاد خطا خواهد نمود.

۱- دماسنج بی لوز : Bellows

ساختمان آن شامل : یک مخزن ، یک لوله موئین و یک محفظه آکاردئونی شکل به نام فانوسی یا bellows میباشد.

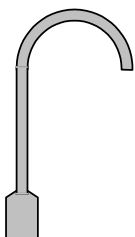


مخزن روغن یا حباب حرارتی ، نقش سنسور دما را دارد و لوله موئین جهت

انتقال فشار روغن است و بی لوز ایجاد حرکت مکانیکی می کند.

زمانی که دما در مخزن بالا می رود ، مایع داخل سیستم انبساط حجمی پیدا کرده

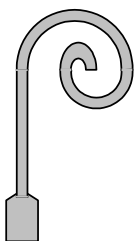
و باعث باز شدن بی لوز و افزایش ارتفاع آن می شود و بدین ترتیب می توان درجه حرارت را اندازه گرفت.



۲- دماسنج C – Tube :

ساختمان : یک مخزن ، یک لوله موئین و یک C – Tube .

روغن در اثر افزایش دما ، انبساط حجمی یافته و فشارش بیشتر می شود و C – Tube را باز می کند.



۳- دماسنج بردون تیوب : Bourdon Tube

ساختمان : یک مخزن ، یک لوله موئین و یک Bourdon Tube .

عملکرد آن درست شبیه عملکرد C - Tube است با این تفاوت که بردون تیوب به علت داشتن سطح بیشتر ، حساس تر بوده و لذا دقیق تر عمل می کند.

بیشتر از ۹۰٪ از موارد از C - Tube و یا Bourdon Tube استفاده می شود . کاربرد بیشتر Bellows در قسمت سوئیچ است.

خطاهایی که در سیستمهای پر شده (آب بندی شده یا کاپیلاری تیوب) ایجاد می شود :

۱ - اگر از نوع C - Tube باشد ممکن است خطاهای صفری ، ضربی و زاویه ای داشته باشد.

۲ - مخزن (حباب حرارتی) باید کاملاً هادی باشد. اگر مخزن عایق (رنگ و ...) داشته باشد تأخیر بوجود می آید.

۳ - دور لوله کاپیلاری تیوب باید عایق داشته باشد تا دمای محیط روی آن اثری نداشته باشد و یا اینکه قبل از استفاده در محیط کار سیستم را در دمای محیط تنظیم کنیم.

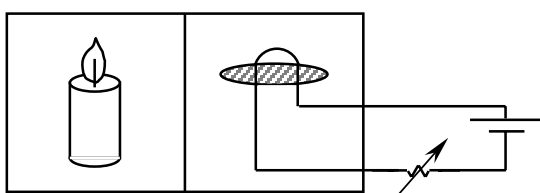
دماسنج های اپتیکی : Optical Thermometers

اساس کار : روش مقایسه ای است.

از این نوع دماسنج ها جهت دماسنجی از فاصله دور ، در مواردی که حرارت یا فاصله جسم خیلی زیاد بوده و نزدیک شدن به آن دشوار و یا غیر ممکن باشد استفاده می کنیم.

روش ۱ : ابتدا با تنظیم فاصله دو عدسی دوربین ، روی منبع دما zoom می کنیم. نور منبع دما پشت عدسیها به صفحه کدر می تابد. در این نوع دماسنج ها یک المنت همراه با یک منبع تغذیه و یک ولوم

(پتانسیومتر) وجود دارد که توسط ولوم می توان میزان رنگ المنت را تنظیم کرد. وقتی از چشمی نگاه می کنیم ، در یک طرف نور جسم و در طرف دیگر نور المنت را می بینیم ، ولوم را می چرخانیم تا رنگ المنت با رنگ نور جسم یکسان شود. از طریق دیدن و مقایسه کردن این عمل صورت می پذیرد. وقتی این دو همرنگ شدند عدد ولوم را میخوانیم که همان درجه حرارت جسم را نشان می دهد.



روش ۲: نوع دیگر دماسنج های اپتیکی ، دماسنج مادون قرمزی است که بر اساس اشعه ماوراء بنفش کار می کند. بدین ترتیب که برای سنجش دمای یک جسم که نور ندارد ابتدا جهت هدف گیری یک اشعه لیزر و سپس اشعه ماوآء بنفش را به آن می تابانیم و دما را اندازه می گیریم. این نوع دماسنج دارای محدودیت فاصله است.

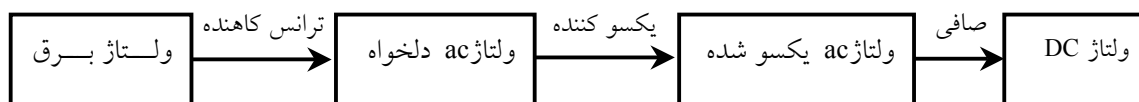
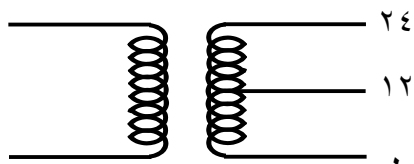
نیمه هادی ها به عنوان سنسورهای حرارتی :

نیمه هادی ها نظیر دیود ، ترانزیستور و IC می توانند به عنوان TE بکار روند. دیود را بایاس می کنیم و تغییرات ولتاژ بایاس را با تغییرات دما به دست می آوریم. درمورد IC هائی که TE هستند ، تغییرات دمائی به صورت تغییرات ولتاژ ظاهر می شود که میتوان این تغییرات را توسط یک ولت متر اندازه گرفت.

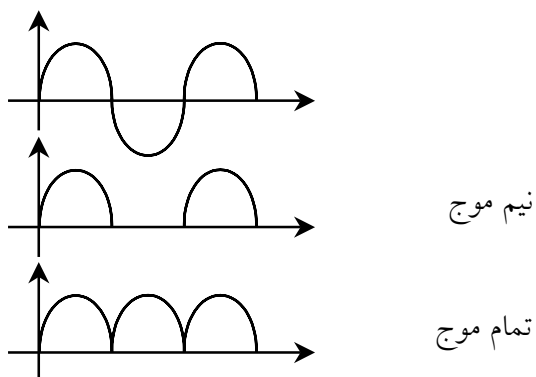
ولتاژ ابزار دقیق :

ولتاژی که در ابزار دقیق بیشتر با آن سرو کار داریم ، 12 VDC و 24 VDC می باشد.

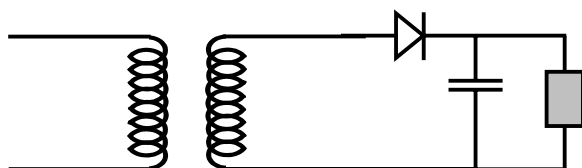
جهت به دست آوردن این ولتاژها از برق شهر به ترتیب زیر عمل می کنیم :



دو نوع یکسو سازی داریم :

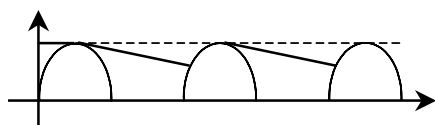


یکسو سازی نیم موج :



اگر در این مدار بعد از خازن صافی ، یک مصرف کننده قرار دهیم شکل موج خروجی بصورت زیر

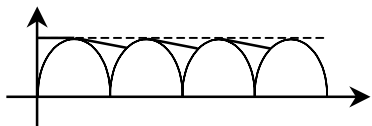
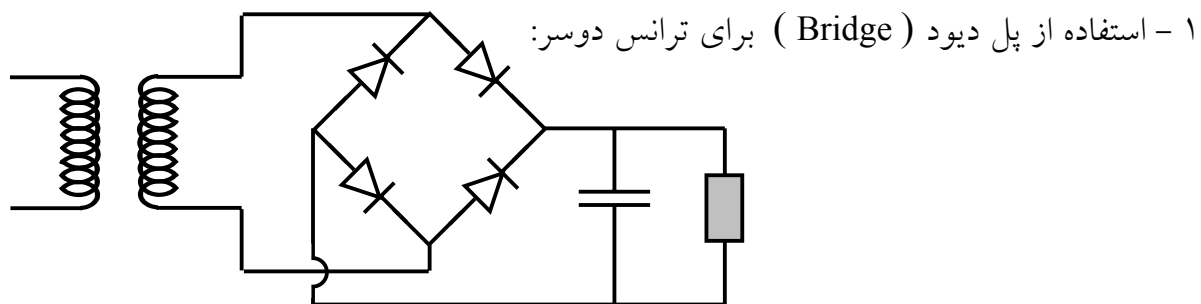
خواهد بود :



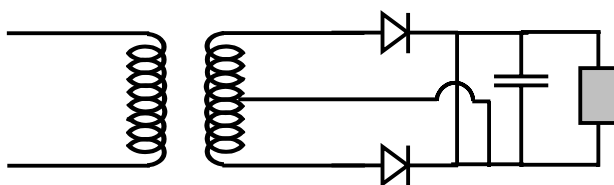
دو نوع یکسو سازی تمام موج معرفی می شود :

۱- برای ترانس دو سر

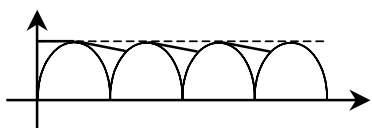
۲- برای ترانس سه سر



شکل موج خروجی ، بعد از قرار دادن یک مصرف کننده :



۲ - ترانس سه سر :



شکل موج خروجی ، بعد از قرار دادن یک مصرف کننده :

نویزی که مصرف کننده در شکل موج DC به وجود می آورد رپل (ripple) نامیده می شود.

جهت حذف این رپل می توان از آی سی های رگولاتور ۷۸XX و یا ۷۹XX استفاده کرد.

Temperature Indicator : TI

یک نشان دهنده است که دما را در اتاق کنترل نشان می دهد.

مقایسه Indicator و Gauge:

هر دو نشان دهنده هستند با این تفاوت که Gauge در سایت نصب شده و بصورت حقیقی وجود دارد ولی Indicator فقط یک نشان دهنده در مانیتور کامپیوتر است.

Temperature Control : TC

جهت فرمان دادن به تجهیزات دمائی در سایت به کار می رود و در اتاق کنترل قرار دارد.

تذکر : TC به معنای فوق در نقشه ها به کار نمی رود.

Temperature Indicator Control : TIC

مقدار دمای اندازه گیری شده در سایت را نشان می دهد و بر اساس آن فرمانهای کنترلی لازم را به تجهیزات در سایت ارسال می کند.

- رابطہا :

۱ - ارتباط سیمی :

۲- لوله های هوای ابزار دقیق :

۳- ارتباط نرم افزاری :

• — • — • — • — • — • — • —

سیگنال ابزار دقیق :

سیگنالی است که حاوی اطلاعات ابزار دقیقی باشد.

انواع سیگنال های ابزار دقیق :

۱- سیگنال هوا: فشار هوا بین ۱-۰,۲ bar یا ۱۵-۳ psi

۲- سیگنال ولتاژ : ولتاژ بین ۱ - ۵ volt DC

۳- سیگنال جریان : جريان بين ۲۰ mA - ۴

۴- سیگنال فرکانس

که تمامی این سیگنال ها بایستی حاوی اطلاعات ابزار دقیقی باشند.

در گذشته کل سیستم indicator و Control پتروشیمی ها از طریق لوله های هوا و به صورت فشار

کار می کرد. بدین معنی که به نسبت تغییر فشار هوا ، تغییرات دما ، فلو یا ... اندازه گیری شده و بر

اساس آن فرمان های لازم داده میشد ، که به این نوع سیستم ، سیستم پنوماتیک یا نیوماتیک

(Pneumatic) گفته می شود. هم اکنون از این سیستم در حدود ۵٪ باقی مانده است و ۸۵٪ از

سیگنالهای ابزار دقیق را سیگنال جریان و ۱۰٪ را سیگنال ولتاژ تشکیل می دهد.

سیگنال فرکانس : این سیگنال جدیداً به سیستم پتروشیمی اضافه شده است و سیستمی که با این

سیگنال کار کند سیستم FCS (Fieldbus Control System) نام دارد. این سیستم رفته رفته

جایگزین دیگر سیگنال های ابزار دقیق می شود.

مدارک و فرم های مورد نیاز در ابزار دقیق :

۱ - **Data Sheet** : یک برگه اطلاعاتی اختصاصی است که برای هر تجهیز که در سایت نصب

شده به صورت جداگانه وجود دارد. حتی اگر دو تجهیز از هر لحاظ مثل هم باشند باز برای هر کدام

یک data sheet جداگانه وجود دارد ، چون حداقل تفاوتشان اینست که serial number آنها و

محل نصبشان با هم فرق می کند.

۲ - **Catalogue** : یک برگه اطلاعاتی عمومی مربوط به تجهیز است که در آن تجهیز معرفی می

شود و چگونگی کارکرد آن و نقاط حساسش بیان می شود.

تفاوت Data Sheet و Catalogue :

data sheet یک برگه اطلاعاتی اختصاصی است و دقیق تر از کاتالوگ است ، اگر تغییری در ساختار

یک تجهیز داده شود این تغییرات در data sheet ثبت می شود ولی در کاتالوگ ثبت نمی شود.

۳- **Test Sheet** : یک فرم خالی جدول بندی شده است که عملیات تست ، تعمیرات و

کالیبراسیون در آن ثبت شده و توسط شخص امضاء می شود.

پس از امضاء test sheet آن را به کپی data sheet الصاق (attach) کرده و به مراتب بالاتر اداری

می فرستند.

۴- **Tag** : یک برچسب است که جهت نوشتن تاریخ تعمیر و یا کالیبراسیون روی تجهیز زده

می شود.

مشکلات لوله کشی پنوماتیک :

نشتی ، نگهداری ، پوسیدگی ، سرعت انتقال پایین ، مشکل کالیبره کردن ، تعداد خیلی زیاد لوله ها.

درجه بندی سیگنالهای ابزار دقیق :

	Volt	mA	psi
۱۰۰ %	۵	۲۰	۱۵
۷۵ %	۴	۱۶	۱۲
۵۰ %	۳	۱۲	۹
۲۵ %	۲	۸	۶
۰ %	۱	۴	۳

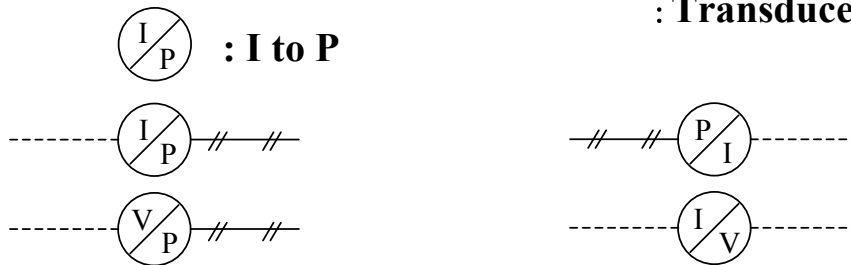
خصوصیات هوای ابزار دقیق :

هوای ابزار دقیق ، حاوی اطلاعات ابزار دقیقی نیست و یک هوای ثابت است. داخل سایت ۱۰۰ psi فشار دارد ، بدون رطوبت ، بدون گرد و غبار و بدون اکسیژن است و در واقع فقط هوای نیتروژن است که خفه کننده است و مشتعل نمی شود فقط در شرایط خاصی (فشار خاص ، دمای خاص) ممکن است با روغن ترکیب شده و ایجاد انفجار کند. لذا از روغن کاری مسیر نیتروژن خودداری می کنیم.

مبدل : Transducer

دستگاهی است که می تواند سیگنال های ابزار دقیقی را به یکدیگر تبدیل کند.

علامت اختصاری : Transducer



: Set point

عددی که بر اساس آن فرمان صادر شده و عملیات کنترلی اجرا می شود ، set point یا نقطه تنظیم نامیده می شود.

: Measurment

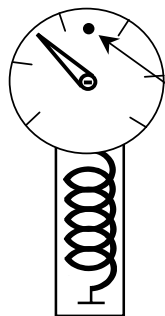
عددی که در سایت خوانده شده و یا اندازه گیری میشود به نام measurment یا میزان اندازه گیری شده نامیده می شود.

Temperature Switch

سوئیچ های دمائی :

ساختمان : gauge عقربه ای (فنر) ، بی متال ، Bellows ، Tube - C ،

Bourdon - Tube و مانیتور سوئیچ.



Proximity Switch

- Gauge عقربه ای خیلی کم و در حدود ۱٪ در صنعت به کار می رود .

سنسور بکار رفته در این سوئیچ ممکن است حساس به نور و یا حساس به فلز باشد. زمانیکه عقربه

به سنسور نزدیک می شود ، سنسور آن را حس کرده و به اتاق کنترل اعلام می کند.

Proximity Switch : سوئیچ مجاورتی حساس به فلز که به روش القائی کار می کند.

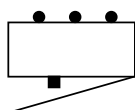
- عمده ترین مصرف بی متال در لوازم خانگی است و سوئیچ های کاپیلاری تیوب هم بیشتر در

صنعت کاربرد دارند. مانیتور سوئیچ که در اتاق کنترل نصب می شود شامل المانهای الکترونیکی مثل

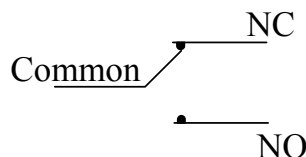
C , R , IC و ... بوده و فقط با سیگنال های volt و mA کار می کند.

میکرو سوئیچ : یک نوع سوئیچ مکانیکی است.

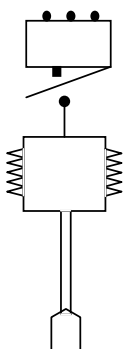
شکل ظاهری :



شکل داخلی :



اگر به این سوئیچ یک سوئیچ دمائی مثلاً bellows وصل کنیم در اثر حرارت ، حجم و ارتفاع بی لوز افزایش یافته و باعث عملکرد کنتاکت سوئیچ می شود.



- تشخیص کنتاکت های سوئیچ : **C – NC – NO**

اهم متر را روی رنج سوت قرار می دهیم.

پراب های اهم متر را روی کنتاکت های سوئیچ جابجا می کنیم تا اهم متر سوت بزند در این حالت یکی از کنتاکت ها C و دیگری NC است.

کنتاکت سوم حتماً NO است.

یکی از پراب ها را روی NO قرار داده و سوئیچ را تحریک می کنیم روی هر کدام از پینهای سوئیچ که سوت زد آن پین Common است.

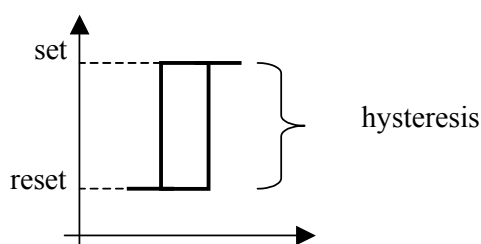
پین باقی مانده NC است.

در سوئیچ دو کمیت **set point** و **reset point** تعریف می شود :

Set point = Set : نقطه تنظیم

Reset point = Reset : نقطه بازگشت به حالت اولیه

ناحیه بین **set point** و **reset point** را ناحیه پسماند یا هیستریزیس (Hysteresis) نامیده میشود.



سوئیچها در دما ، فشار ، فلو و هر کمیت دیگری نقش بسیار مهمی دارند و بسته به نوع استفاده شان دارای انواع مختلفی هستند :

TSH – TSHH – TSHHH : Temperature Switch High

TSL – TSLL – TSLLL : Temperature Switch Low

تفاوت TSH و TSL در طریقه سیم بندی آنها است.

اگر در یک سوئیچ از کنتاکت NO استفاده شود ، سوئیچ TSH خواهد بود ، یعنی سوئیچی که با افزایش دما از مقدار مجاز تغییر وضعیت می دهد و اگر در یک سوئیچ از کنتاکت NC استفاده شود ، TSL خواهد بود.

کلیه سوئیچ های TSL ، TSLL و TSLLL از یک نوع سیم بندی و سوئیچ های TSH ، TSHH و TSHHH هم از یک نوع سیم بندی استفاده می کنند.

تعریف :

TSL : یک سوئیچ حرارتی است که بصورت Low بسته شده و با پایین آمدن دما از مقدار مجاز عمل می کند.

TSH : یک سوئیچ حرارتی است که بصورت High بسته شده و با بالا رفتن دما از مقدار مجاز عمل می کند.

EX – فرض کنیم که در یک مخزن ، دمای نرمال ۱۵ درجه سانتیگراد باشد و دمای صفر درجه سانتیگراد دمائی باشد که در آن مواد خراب می شوند. TSL را روی ۱۰ درجه سانتیگراد تنظیم می کنیم تا موقع رسیدن به این دما ، آلارم بدهد. اگر به آلارم TSL توجهی نشود و دما باز هم

پائین تر برود و به فرض به دمای ۶ درجه سانتیگراد برسد در این حالت سوئیچ TSSL فعال شده و آلام می دهد و اگر باز هم به آلامها توجهی نشود و دما باز هم پایین تر برود ، وقتی که دما به ۳ درجه سانتیگراد رسید سوئیچ TSLLL فعال شده که هم آلام می دهد و هم سیستم را خاموش می کند تا سیستم حفاظت شده و خسارت وارد نشود.

در مثال فوق ، فرض کنیم که سوئیچ TSH را روی ۲۰ درجه سانتیگراد تنظیم کرده ایم ، یعنی اگر دمای مخزن بالا رفته و به این دما برسد ، این سوئیچ فعال شده و آلام می دهد . اگر به آلام این سوئیچ توجهی نشود و دما باز هم بالاتر برود TSHH و بعد از آن سوئیچ TSHHH فعال می شوند. سوئیچ TSHHH هم آلام می دهد و هم سیستم و گاه کارخانه را خاموش می کند که به آن Shut – Down یا Trip گویند.

نقشه های Interlock (قفل داخلی) نشان می دهند که کدام سوئیچ ها در Shut – down موثرند.

ناحیه کار سوئیچ :

ناحیه کارکرد عادی هر سوئیچ دمائی بالای TSL و پایین TSH می باشد.



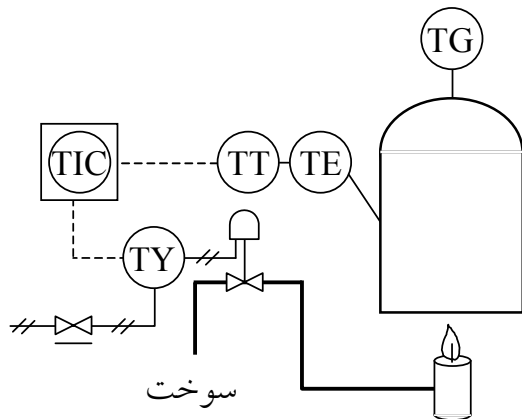
Temperature Transducer : TY

ترانسدیوسری است که در مسیر دما ، یعنی در مسیر انتقال دما و یا کنترل دما قرار گرفته است.

رگولاتور : Regulator

رگولاتور به معنی تثبیت کننده است .

نقشه خوانی :



نقشه فوق یک loop بسته است که شامل اندازه گیری کمیت و ارسال فرمان به تجهیزات می باشد.

loop باز : تشکیل شده اسیت از یک تجهیز و اتاق کنترل .

loop بسته : هر loop بسته شامل حداقل دو loop باز است.

نقشه های ابزار دقیقی :

۱ - P & ID : Process & Instrument Diagram

نقشه های بین ابزار دقیق و گروه پروسس که ارتباط یک تجهیز را با دیگر تجهیزات و اتاق کنترل را

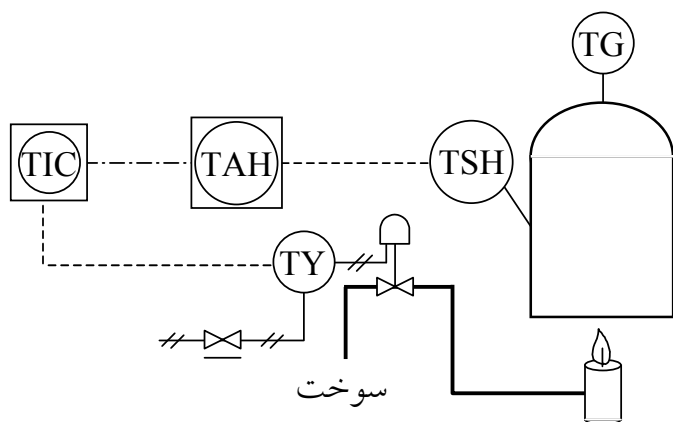
بیان می کند.

۲ - HOOK UP :

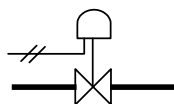
این نوع نقشه ها جهت نصب تجهیزات در سایت بکار می روند و موقعیت فیزیکی تجهیز ، فاصله از

دیوار ، ارتفاع از زمین و ... را بیان می کند.

استفاده از TSH در نقشه :



Valve : یک وسیله مربوط به مکانیکی ولوله کشی است .



Control Valve (شیر کنترل) :

شیر هائی هستند که توسط سیگنالهای ابزار دقیقی کنترل می شوند .

Temperature Valve : TV

شیر کنترلی است که در مسیر کنترل دما مثل مسیر سوخت یک کوره قرار دارد .

کنترل cascade :

اگر در کنترل یک تجهیز مثل دو یا چند قسمت مجزا تاثیر گذار باشد کنترل به صورت cascade خواهد بود .

کالیبراسیون : Calibration

کالیبراسیون عبارت است از عمل تنظیم کردن یک تجهیز با استفاده از یک وسیله استاندارد که دارای دقت اندازه گیری حداقل ۱۰ برابر دقت اندازه گیری تجهیز باشد.

Calibrator : دستگاه یا شخص کالیبره کننده است.

در تمام تجهیزات قابل کالیبره دو پیچ تنظیم بنام پیچ zero (zero Adj) و پیچ span (span Adj) وجود دارد و در واقع کالیبراسیون توسط این دو پیچ صورت می گیرد.

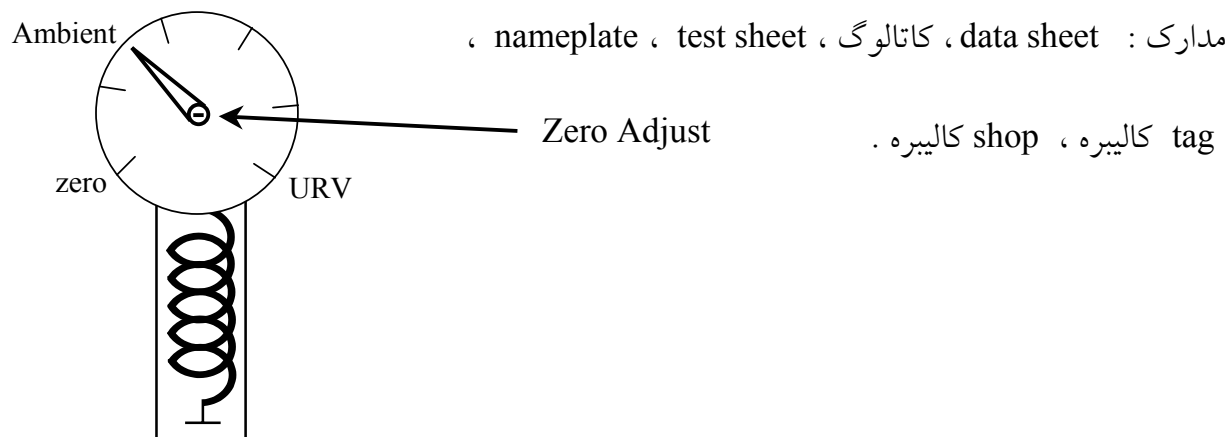
zero : ابتدای حد پایینی span : حداکثر طول اندازه گیری

$$\text{zero} = \text{LRV}$$

$$\text{span} = \text{URV} - \text{LRV}$$

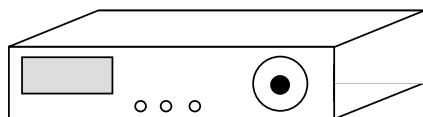
LRV = Lower Range Value , URV = Upper Range Value

کالیبراسیون Temperature Gauge :



در اکثر gauge ها پیچ zero روی عقربه وجود دارد و اگر نبود توسط pointer کش عقربه را در آورده و روی مقدار zero عقربه را جا می زنیم.

دستگاهی که جهت کالیبره دما بکار می رود ، **Oven** نام دارد. oven های امروزی علاوه بر داشتن سیستم گرم کننده دارای سیستم خنک کننده نیز هستند و می توانند دما را تا ۵۰ - درجه سانتیگراد



پایین بیاورند.

فرض کنیم در یک TG مقادیر zero و span به ترتیب برابر با ۰ و ۱۲۰ درجه سانتیگراد می باشد.

تنظیم zero : درجه oven را روی ۰ درجه سانتیگراد تنظیم می کنیم و TG را به آن وصل می کنیم. در این حالت عقربه باید روی عدد صفر باشد در غیر این صورت توسط پیچ zero و یا pointer کش آن را تنظیم می کنیم.

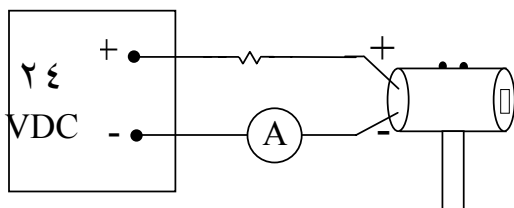
تنظیم span : درجه oven را روی ۱۲۰ درجه سانتیگراد تنظیم می کنیم و TG را به آن وصل می کنیم. در این حالت عقربه باید روی عدد ۱۲۰ باشد در غیر این صورت توسط پیچ span آنرا تنظیم کرده و روی عدد ۱۲۰ قرار می دهیم.

کالیبراسیون : Temperature Transmitter

مدارک : data sheet ، کاتالوگ ، test sheet ، nameplate ، tag کالیبره ، shop کالیبره .

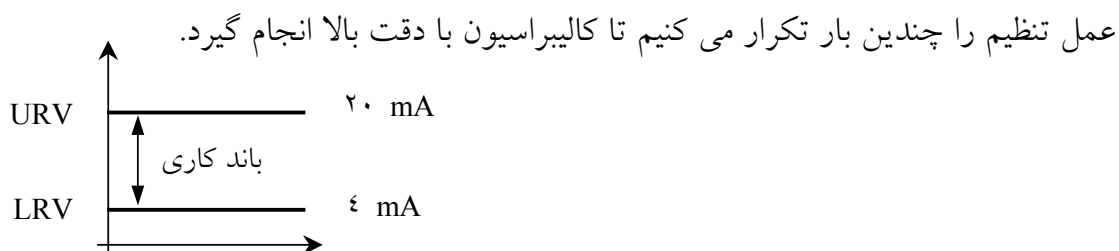
فرض کنیم رنج دمائی TT برابر با ۱۵۰ ~ ۱۰ - درجه سانتیگراد باشد. مدار مقابل را تشکیل داده و

کالیبراسیون را شروع می کنیم.



تنظیم zero : درجه oven را روی ۱۰ - درجه سانتیگراد تنظیم می کنیم و TT را به آن وصل می کنیم ، در این حالت جریان اندازه گیری شده باید برابر با ۴,۰۰ mA باشد در غیر این صورت بوسیله پیچ zero این کار را انجام می دهیم.

تنظیم span : برای تنظیم حد بالائی درجه oven را روی ۱۵۰ درجه سانتیگراد تنظیم می کنیم و در این حالت جریان باید مساوی ۲۰,۰۰ mA باشد و اگر نبود توسط پیچ span این کار را انجام می دهیم.



پیچ zero بدون اینکه باند کاری را تغییر دهد مجموعه را بالا و پایین می برد ، ولی پیچ span باند کاری را تغییر می دهد. بهمین دلیل بعد از تنظیم باید عمل کالیبراسیون را تکرار کنیم.

پس از تنظیم zero و span طبق test sheet اعداد میانی را نیز اندازه می گیریم.

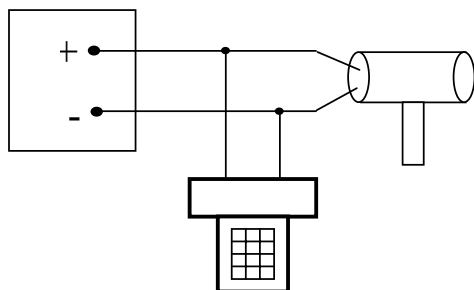
ایراد هائی که ممکن است در کالیبراسیون یک TT پیش بیاید :

درست نبودن zero و span - شکسته شدن TE - آسیب دیدن کارت الکترونیکی TT .

- ترانسسمیترهای هوشمند دارای یک مدار الکترونیکی شامل میکرو کنترلر هستند و فقط توسط یک

keyboard کالیبره می شوند. keyboard بصورت موازی با ترانسسمیتر قرار گرفته و اطلاعاتی نظیر

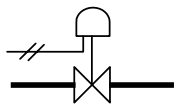
شماره فنی ، تاریخ کالیبراسیون و ... را از آن خوانده و مقادیر لازم zero و span را می دهد.



انواع ترانسسمیترهای هوشمند :

SFI – SFC – HEART Connection

شیرهای کنترل : Control Valves



شیرهایی هستند که توسط سیگنالهای ابزار دقیقی کنترل می شوند.

لوله هایی که بعنوان ورودی و خروجی به شیرهای کنترل وصل می شوند ، لوله های پروسسی هستند که pipe نام دارند و به این نوع لوله کشی piping گویند. لوله های ابزار دقیقی tube نام دارند و به این نوع لوله کشی tubing گویند . tube ها در اندازه های $\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{4}$ ، $\frac{3}{4}$ موجودند و سایز pipe ها بزرگتر از $\frac{3}{4}$ می باشد.

شکل ظاهری شیر کنترل :

قسمتهای مختلف شیر کنترل :

diaphragm – ۲

spring – ۱

scale – ۴

tube – ۳

stem – ۶

pointer – ۵

seat – ۸

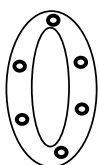
plug – ۷

body – ۱۰

flange – ۹

scale : یک صفحه مدرج شده است که روی بدنه نصب می شود و به کمک pointer میزان باز

و بسته شدن کنترل ولو را نشان می دهد.



flange : وسیله ایست که برای اتصال بوسیله پیچ و مهره بکار می رود.

انواع شیر کنترل با توجه به موقعیت فنر یا لوله هوا :

۱ - NC : فنر سمت بالای دیافراگم قرار دارد و لوله هوا از سمت پائین به کنترل ولو وارد می شود :

Fail Open (FO)

۲ - NO : فنر سمت پایین دیافراگم قرار دارد و لوله هوا از سمت بالا به کنترل ولو وارد می شود :

Fail Close (FC)

انواع شیر کنترل از لحاظ شکل seat و plug :

globe - ۲

needle - ۱

butterfly - ۴

ball - ۳

on / off - ۶

gate - ۵

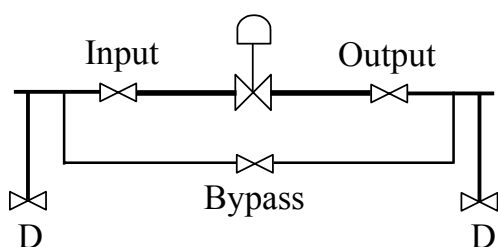
استروک : یعنی تنظیم کنترل ولو که توسط گروه ابزار دقیق صورت می گیرد.

ایرادهایی ممکن است برای کنترل ولو پیش بیاید :

شکستن یا سائیدگی seat یا plug که باعث نشتی در کنترل ولو می شود - تاب برداشتن یا خم

شدن stem - شکستن فنر و یا از دست دادن خاصیت فنری - پاره شدن صفحه دیافراگم - وارد

شدن مواد زائد به ولو و jam شدن آن (گیر کردن seat و plug).



مسیر بای پس : **Bypass**

تمام شیرهای بکار رفته در مسیر بای پس بررسی هستند.

شیرهای Input و Output به عنوان ورودی و خروجی کنترل ولو عمل می کنند و از بازگشت مواد جلوگیری می کنند.

زمانیکه کنترل ولو دچار مشکل شد ، باید از سرویس خارج شود و برای اینکه کل سیستم از کار نیفتد شیرهای Input و Output را می بندیم و شیر Bypass را باز می کنیم و بدین ترتیب یک مسیر میان بر ایجاد می شود. شیرهای D جهت خارج کردن مواد زائد از pipe ها بکار می روند.

- فرمان دادن به کنترل ولو :

جهت فرمان دادن نیاز به یک ترانسیدر  داریم تا جریان ۲۰ - ۴ mA را که از اتاق کنترل دریافت می کند با استفاده از تغذیه فشار هوای ۲۰ - ۱۷ psi به فشار هوای ۱۵ - ۳ psi تبدیل و به کنترل ولو تزریق کند.

- **positioner** : یک وسیله کمکی است که مایین  و کنترل ولو قرار می گیرد ، جهت بهبود عملکرد کنترل ولو ، افزایش سرعت عملکرد کنترل ولو و نشان دادن وضعیت کنترل ولو ،  و فشار خط . این وسیله از لحاظ لوله کشی مایین  و کنترل ولو قرار دارد و عملاً روی کنترل ولو نصب می شود و دارای سه Gauge کوچک ، برای ورودی ، خروجی و تغذیه می باشد و چون رگولاتور positioner دارای gauge است ممکن است که gauge تغذیه را از روی positioner بردارند.

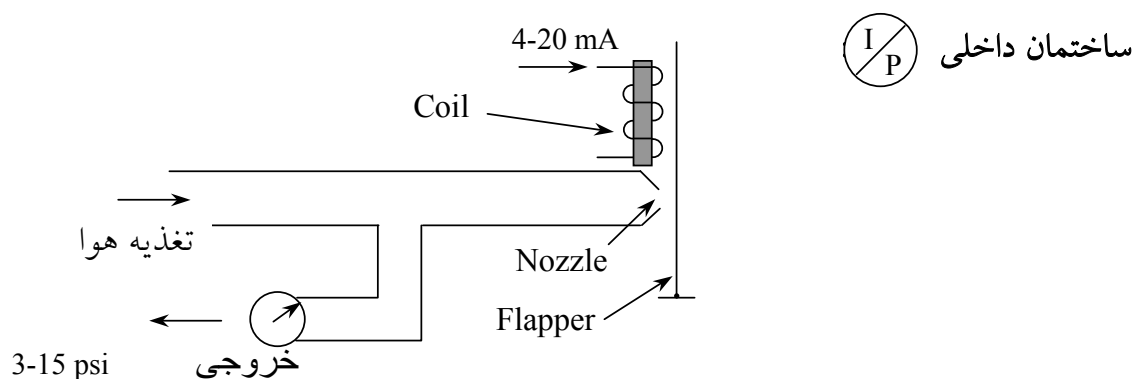
علت استفاده از **positioner** :

یک وسیله ظریف و حساس است و دیافراگم یک دایره بزرگ و لذا هوای زیادی را می تواند در خود جای دهد ، بنابراین کار I/P کند بوده و استهلاک آن بیشتر است به همین علت از positioner استفاده می کنیم.

عملکرد **positioner** :

داخل positioner یک سیستم کنترل کننده پنوماتیکی وجود دارد که توسط یک سیستم مکانیکی (توسط بازوها و چرخ دنده ها) خروجی هوا را کنترل می کند.

اگر فشار ورودی positioner بیشتر از فشار خروجی آن باشد ، تغذیه را باز می کند و هوا خیلی سریع وارد دیافراگم می شود و باعث فشرده شدن فنر و جابجائی Plug می شود. یک میله از stem به positioner وصل شده که یک فیدبک مکانیکی ایجاد می کند و میزان باز و بسته شدن کنترل ولو را مشخص می کند. زمانی که فشار داخل دیافراگم زیاد شد و به فشار ورودی positioner رسید ، عمل positioner بعنوان یک وسیله کمکی خاتمه می یابد.



رگلاتور یک فشار ثابت ۱۷ psi به سیستم می فرستد و اگر flapper به صورت کاملاً بسته باشد فشار خروجی برابر با ۱۷ psi می شود.

عمل دریچه flapper باعث تنظیم فشار خروجی می شود که این تنظیم با توجه به ورودی که بر حسب میلی آمپر است انجام می شود. جریان از طریق سیم پیچ ، ایجاد میدان مغناطیسی کرده و میزان کشش flapper را به گونه ای تنظیم می کند که به ازای ۴ mA ، فشار خروجی برابر با ۳ psi و به ازای ۲۰ mA ، فشار خروجی برابر با ۱۵ psi باشد.

سیستم شامل Flapper ، Nozzle و Coil را رله پنوماتیکی نامند.

تعریف:

ورودی = سیگنالی که اتاق کنترل به سیستم می فرستد.

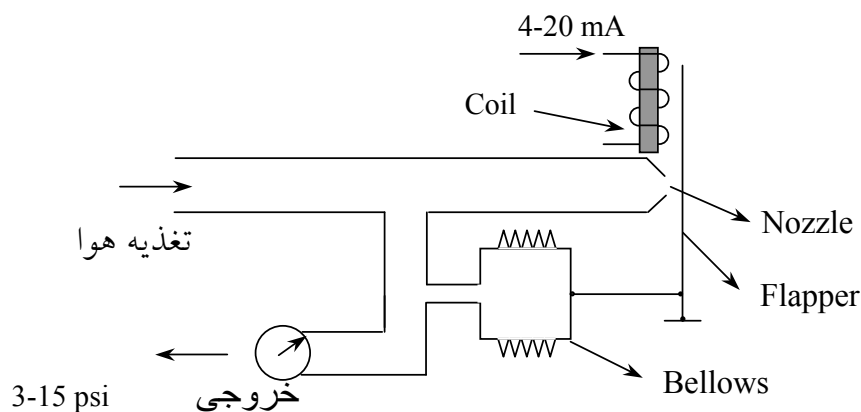
خروجی = همان سیگنال ورودی است که در شکل دیگر از سیستم خارج می شود.

تغذیه = نوع سیگنال خروجی از روی تغذیه ساخته می شود.

– استفاده از فیدبک منفی در $\left(\frac{I}{P}\right)$

به منظور پایداری عمل ترانسدیوسر استفاده از یک فیدبک منفی الزامی است. به همین منظور از یک

Bellows به عنوان فیدبک منفی در ساختمان ترانسدیوسر استفاده می شود.



شیرهای اطمینان : (SV) Safety Valve

SV ها شیرهایی هستند که سیستم را به صورت خودکار محافظت می کنند.

شیر اطمینان دما : (TSV) Temperature Safety Valve

شیرهای اطمینان از اتاق کنترل فرمان نمی گیرند و فقط با توجه به set point خود عمل می کنند. وظیفه TSV ایجاد ایمنی در سیستم است ، اگر دما زیاد بالا برود و احتمال خطر باشد این شیر بطور خودکار باز می شود.

سنسور SV ممکن است از نوع C-tube ، bellows و یا پمپ هیدرولیک باشد.

وقتی دمای تانکر بالا می رود این دما روی مخزن اثر گذاشته و باعث انبساط حجمی روغن می شود و stem را که به plug وصل شده بالا برده و مسیر را باز می کند و با پایین آمدن دما مسیر را می بندد.

فشار : Pressure

تعریف :

نیروی وارد بر سطح فشار نام دارد .

واحد :

$$N / m^2 , Kgf / m^2 = bar , lbf / inch^2 = psi , at , mm Hg , mm H_2O , Pa (kPa - MPa)$$

اتمسفر : برابر با فشاری است که وزن اتمسفر (جو) اطراف کره زمین بر زمین و موجودات آن وارد

$$1 at = 1 bar = 760 mm Hg , 1 bar = 14.7 psi \quad \text{می کند .}$$

Pressure Gauge : PG

در حالت کلی دو نوع PG می توانیم داشته باشیم :

۱ - فشار سنج نسبی ۲ - فشار سنج مطلق

فشار نسبی (Gauge Pressure) : اگر یک فشار سنج را در سطح صفر زمین روی عدد صفر

کالیبره کنیم فشار سنج ما ، فشار سنج نسبی و فشار اندازه گیری شده توسط آن فشار نسبی

خواهد بود.

فشار مطلق (Absolute Pressure) : اگر یک فشار سنج را در سطح صفر زمین روی عدد یک

کالیبره کنیم فشار سنج ما ، فشار سنج مطلق و فشار اندازه گیری شده توسط آن فشار مطلق

خواهد بود.

$$\text{فشار مطلق} = \text{فشار نسبی} + 1$$

رابطه بین فشار نسبی و مطلق :

فشار سنج مطلق در خلاء عدد صفر و فشار سنج نسبی عدد یک را نشان می دهد .

ساختمان داخلی PG :

۱ - ساختمان PG از نوع کاپیلاری تیوب :

شبهه TG های کاپیلاری تیوب است با این تفاوت که در PG لوله کاپیلاری تیوب ، vent به هوا است.

اجزاء :

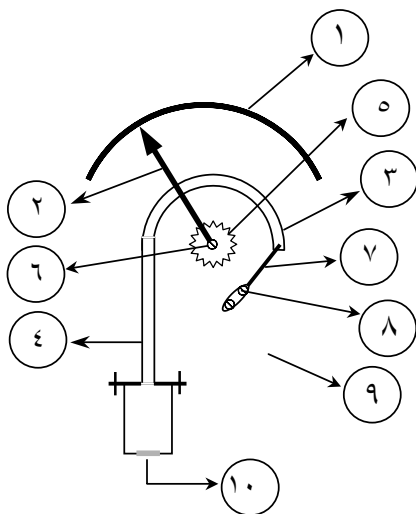
scale - ۱ pointer - ۲ C - tube - ۳ کاپیلاری تیوب - ۴

۵ - چرخ دنده ۶ - پیچ تنظیم zero

۷ - Force Bar ۸ - پیچ های تنظیم

۹ - sector

۱۰ - Cell ۱۱ - body

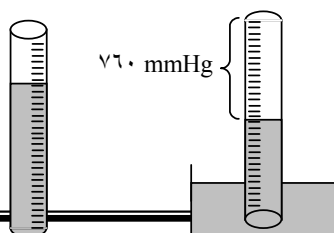


۲ - ساختمان PG از نوع بارومتر :

بارومتر اولین دستگاهی است که توسط آن فشار اندازه گیری شده است .

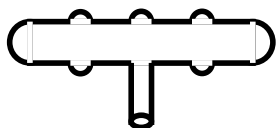
اجزاء :

لوله شیشه ای مدرج - یک ظرف بزرگ - جیوه .



روش کار : لوله شیشه ای را پر از جیوه کرده و آن را درون ظرف پر از جیوه معکوس می کنیم .
سطح جیوه در داخل لوله تا اندازه ای پایین می آید و یک خلاء نسبی در آن ایجاد می شود . ارتفاع
جیوه باقی مانده در لوله برابر با mmHg ۷۶۰ است .

۳ - Gauge دیافراگمی :



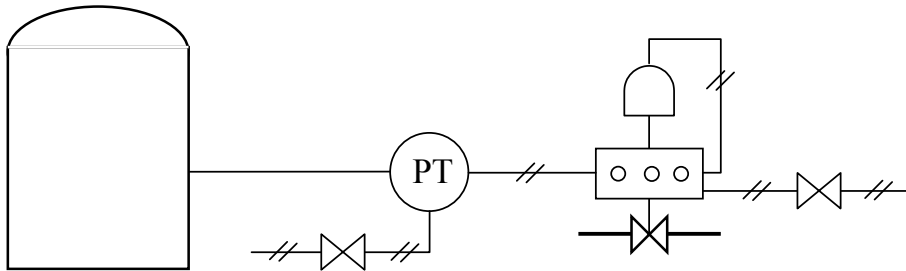
این نوع gauge در صنایع نفت کاربرد زیادی ندارد .

مشخصات لازم یک PI (PG) :

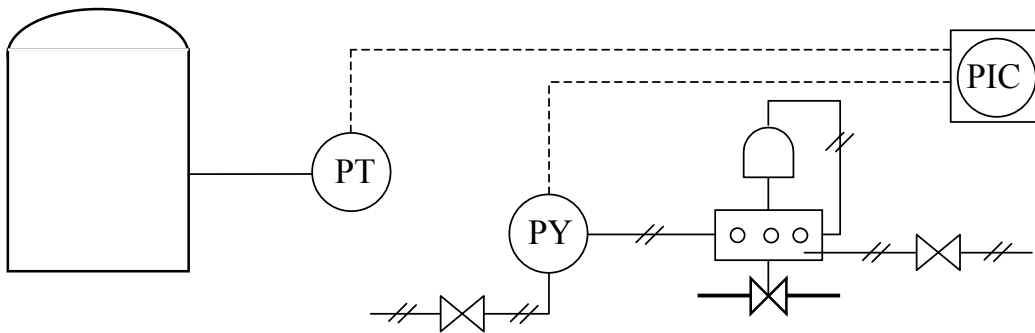
- ۱ - قطر صفحه و جنس بدنه
- ۲ - رنج یا دامنه اندازه گیری
- ۳ - درجه اندازه گیری یا Scale
- ۴ - جنس قسمت رطوبت گیر
- ۵ - سایز اتصالات (connection Size) : NPT = استاندارد بین المللی (mm) و
BSP = استاندارد انگلیس و آمریکا (inch)
- ۶ - جنس قسمت داخلی و خارجی
- ۷ - دقت اندازه گیری
- ۸ - نوع flange
- ۹ - نوع دیافراگم
- ۱۰ - نوع ، طول و جنس کاپیلاری
- ۱۱ - زاویه دید

ترانسمیتر فشار : (PT) Pressure Transmitter

۱ - PT پنوماتیکی : در این روش فشار وارده از سیستم توسط اندازه گیری شده و سپس بصورت local به PV فرمان ارسال می شود .

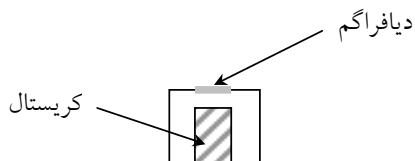


۲ - PT الکترونیکی : در این روش احتیاج به cell (سنسور فشار) داریم.



۲ - ۱) استفاده از سل کریستال :

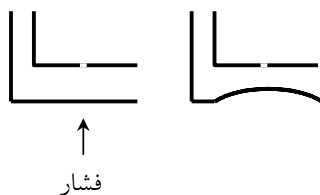
کریستال یک ماده فیزیکی است که اگر به آن ولتاژ بدهیم حرکت می کند و اگر به آن ضربه وارد کنیم برق تولید می کند.



ساختمان داخلی کریستال :

دیافراگم یک ماده محکم است و قابل انعطاف که به هنگام فشار وارد شدن به آن به کریستال فشار وارد می کند و ایجاد ولتاژ می کند. این ولتاژ توسط op amp تقویت شده و اندازه گیری می شود و از آنجا میزان فشار مشخص می شود.

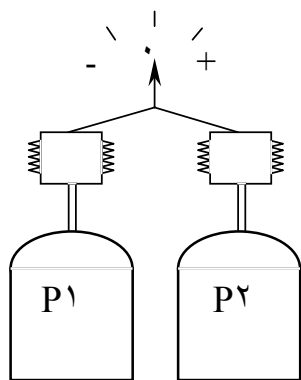
۲- ۲) استفاده از سل خازنی :



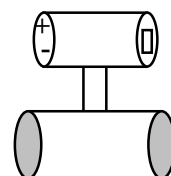
در این نوع خازن صفحه بالائی سفت و محکم است و صفحه پایینی نرم و قابل انعطاف . در اثر اعمال فشار صفحه پایینی خم شده و در نتیجه فاصله بین صفحات جوشنی خازن کم می شود و می دانیم که ظرفیت خازن با فاصله صفحات جوشنی نسبت عکس دارد. بنابراین افزایش فشار باعث افزایش ظرفیت خازن می شود. تغییرات ظرفیت را می توان توسط یک اسیلاتور به تغییرات فرکانسی تبدیل و بوسیله یک فرکانس متر و یا شمارنده اندازه گرفت.

Pressure Difference Gauge : (PDG)

جهت اندازه گیری اختلاف فشار دو مکان مختلف از این تجهیز استفاده می شود و ترانسمیتر مربوط به آن **Pressure Difference Transmitter (PDT)** نام دارد.



ساختمان PDG :



ساختمان PDT :

دو سل خازنی در نظر می گیریم که در یک صفحه مشترکند. یکی از سل ها ، سل H (+) و دیگری سل L (-) است.

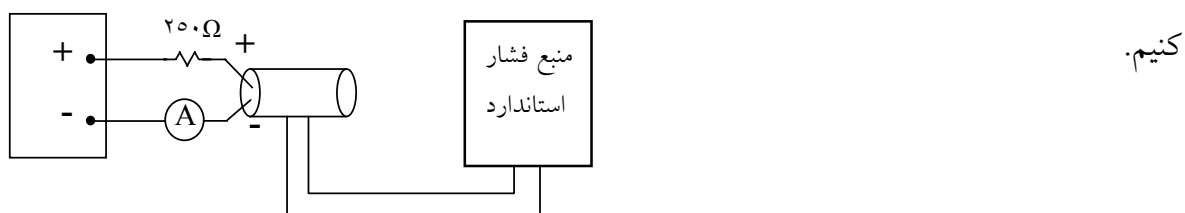
dp cell: سلولی است که بصورت تفاضلی کار می کند.

فشار استاتیکی: فشار در حال سکون سیالات است که در تمام لوله ثابت و یکنواخت است.

فشار دینامیکی: فشاری است که در اثر حرکت سیال در داخل لوله ایجاد می شود.

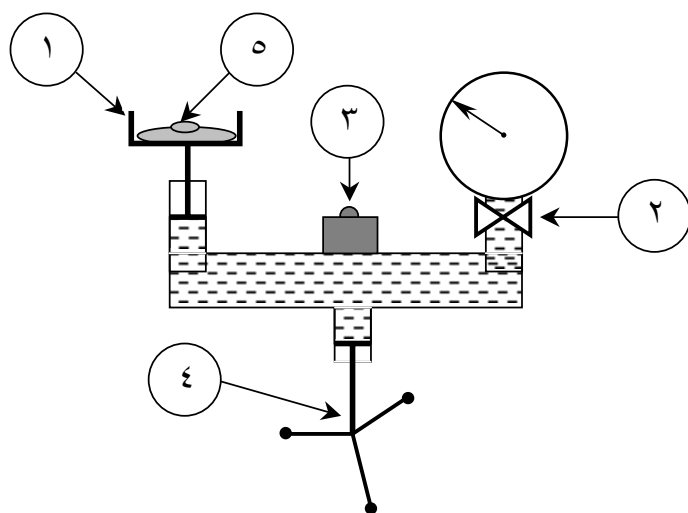
کالیبراسیون PT و PG :

توسط منبع فشار استاندارد مقادیر LRV و URV را اعمال کرده و مقادیر zero و span را تنظیم می



منبع فشار استاندارد :

: Dead Weight Tester



اجزاء :

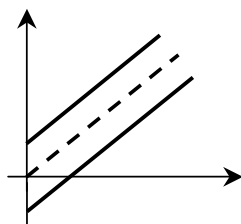
- | | | |
|-----------------|---------------------|---------------|
| ۱ - جایگاه وزنه | ۲ - جایگاه PG یا PT | ۳ - مخزن روغن |
| ۴ - پمپ دستی | ۵ - وزنه | ۶ - بدنه |

ابتدا مخزن روغن را باز می کنیم تا روغن وارد سیستم شده و پشت سیلندر پمپی جمع شود. سپس آنرا می بندیم تا روغن وارد مخزن نشود. شیر مربوط به gauge (ترانسمیتر) را باز می کنیم و با سیلندر، روغن را به داخل سیستم پمپ می کنیم. زمانی که فشار روغن و فشار نامی که روی وزنه نوشته شده است یکی شدند، در این لحظه پیستون وزنه حرکت کرده و وزنه بطرف بالا می رود. در این حالت gauge باید عددی که روی وزنه نوشته است را نمایش دهد، در غیر این صورت با پیچ span آنرا کالیبره می کنیم.

خطاهای gauge های فشار:

۱- خطای صفری :

زمانی که هیچ فشاری به gauge وارد نمی شود، عقربه کمی پائین تر و یا کمی بالاتر از صفر است. در

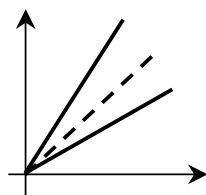


این حالت گوئیم gauge دارای خطای صفری است:

جهت رفع این مشکل، از پیچ zero که روی عقربه وجود دارد استفاده می کنیم. اگر عقربه، پیچ zero نداشته باشد، با استفاده از pointer کش، عقربه را در آورده با یک دست عقربه را روی صفر قرار داده و با دست دیگر عقربه را جا می زنیم.

۲ - خطای ضربی :

موقع تنظیم PG اگر در فشار ۱ bar فشار اندازه گیری شده برابر با $1/... یا 0/99...$ (کمی بیشتر از یک و یا کمی کمتر از یک) باشد و این خطا با افزایش وزنه های استاندارد فشار، بیشتر شود

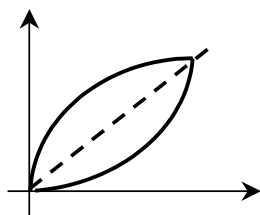


گوئیم gauge دارای خطای ضربی است :

جهت رفع این مشکل از پیچ های تنظیم که روی قرار دارد استفاده می کنیم .

۳ - خطای زاویه ای :

موقع تنظیم PG توسط منبع فشار استاندارد ابتدا و انتهای رنج (۰ % , ۱۰۰ %) را درست نشان می



دهد ولی اعداد میانی را درست نشان نمی دهد :

جهت رفع این مشکل فشار ۵۰ % از Full scale را به gauge اعمال می کنیم ، در این حالت باید

force bar بر sector عمود باشد در غیر این صورت پیچ تنظیم را شل کرده و این دو را بر هم

عمود می کنیم .

خطای پسماند:

اگر یک gauge به مدت طولانی در مسیر یک فشار بالا قرار بگیرد ، C - Tube کمی خاصیت

الاستیک خود را از دست داده و خطای پسماند در آن بوجود می آید که این خطا را به روش رفع

خطاهای صفری و ضربی رفع می کنیم.

خطای از هم گسیختگی :

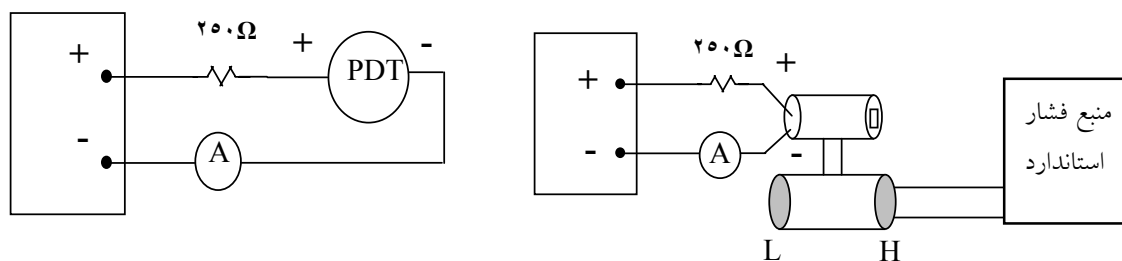
دفرمه شدن C – Tube در اثر فشار range over را گویند.

تعریف : رنج کاری مفید هر gauge در محدوده ۷۵٪ ~ ۲۵٪ است ، یعنی gauge در این محدوده دقیق تر عمل می کند.

به عنوان مثال برای اندازه گیری فشار ۶bar نباید از gauge ی استفاده شود که full scale آن ۶ bar است بلکه باید از یک gauge با full scale ی برابر با ۸ bar استفاده کنیم.
در gauge فوق ، بهترین رنج کاری بین ۶ ~ ۲ bar است.

کالیبراسیون PDT و PDG :

مدارک لازم : data sheet – کاتالوگ – nameplate – test sheet – tag کالیبره . مدار لازم را برقرار می کنیم و هیچ فشاری به سل های H و L اعمال نمی کنیم.



تنظیم zero : در شرایط صفر که هیچ فشاری وارد نمی شود ، جریان اندازه گیری شده بایستی برابر با ۴,۰۰ mA باشد. در غیر اینصورت از طریق پیچ zero و اگر ترانسیمتر هوشمند باشد از طریق Keyboard آنرا تنظیم (zero trim) می کنیم.

تنظیم span : سل H را به منبع فشار استاندارد وصل کرده و فشاری برابر با ΔP به آن اعمال می کنیم. ΔP حداکثر اختلاف فشاری است که قادر PDT به اندازه گیری آن است. این عدد در data sheet و nameplate نوشته شده است. در این حالت جریان اندازه گیری شده بایستی برابر با ۲۰ mA باشد در غیر این صورت با پیچ span و یا توسط Keyboard آنرا تنظیم می کنیم.

تنظیم PT :

تنظیم شامل zero check (zero Adj) است که در سایت انجام می گیرد . جهت تنظیم یک تجهیز نیاز به permit و نقشه P&ID داریم تا محل تجهیز را پیدا کنیم. قبل از اینکه کار تنظیم را شروع کنیم اتاق کنترل را مطلع می کنیم تا تجهیز را از حالت Auto خارج و به حالت Manual قرار دهد . برای تنظیم PT باید آن را در شرایط صفری قرار دهیم . برای این کار از وسیله ای بنام manifold استفاده می کنیم .

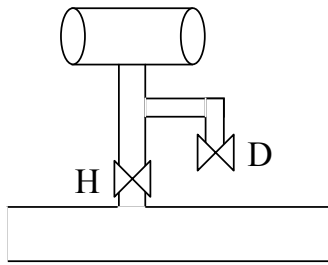
تعریف :

manifold وسیله ایست که شامل چندین شیر است و ترانسمیتر را محافظت می کند و آن را در سرویس قرار داده و یا از سرویس خارج می کند و در شرایط صفری قرار می دهد و برای بستن ترانسمیتر روی یک ساپورت ابتدا آن را به manifold می بندند و سپس manifold را به ساپورت وصل می کنند .

انواع Manifold :

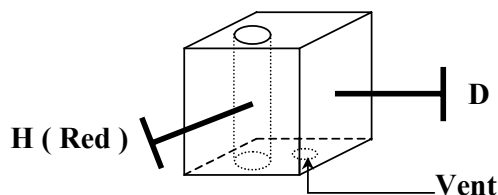
۲ شیره ، ۳ شیره ، ۵ شیره ، ۷ شیره .

Manifold شیر ۲ :



زمانی که ترانسمیتور در سرویس است شیر H باز و شیر D بسته است .

شیر H می تواند مسیر پروسس را از مسیر ابزار دقیق ایزوله کند، پس با بستن این شیر ترانسمیتور از سرویس خارج می شود و فشاری که داخل line وجود داشت در داخل آن حبس میشود. شیر D را باز می کنیم و اصطلاحاً مواد را Drain یا Vent می کنیم تا ترانسمیتور در شرایط صفر قرار بگیرد. در این حالت باید جریان 4.00 mA را داشته باشیم و گرنه توسط پیچ zero و یا Keyboard آن را تنظیم می کنیم . بعد از تنظیم ابتدا شیر D را بسته و سپس شیر H را باز می کنیم و ترانسمیتور را در سرویس قرار می دهیم.



Manifold شیر ۲ : شکل ظاهری

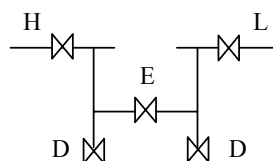
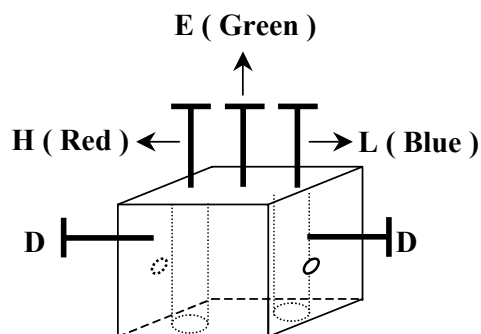
manifold دارای شکلی کاملاً متقارن است و فقط vent تقارن آن را بهم می زند . اگر manifold به صورت اشتباه در مسیر قرار بگیرد نمی تواند ترانسمیتور را در شرایط صفری قرار دهد و اگر شیر D را باز کنیم مواد داخل به بیرون می ریزد .

Flash کردن : عمل خارج کردن مواد زائد از داخل manifold و لوله های ترانسمیتور را Flash کردن و یا Drain کردن گویند .

- اگر فشار وارده بر سل یک ترانسمیتر کمتر از مقدار zero آن باشد در این صورت ترانسمیتر back زده و جریان ثابت ۳,۶ mA را می فرستد و اگر فشار وارده بر آن بیشتر از مقدار span آن باشد در این صورت ترانسمیتر top زده و جریان ثابت ۲۱ mA را مخابره می کند.

Manifold شیر ۵:

این نوع manifold مربوط به DPT هاست.



شیر E مساوی کننده فشار استاتیکی H و L است.

$$P_{DPT} = P_H - P_L$$

این نوع PT ها اختلاف فشار دو سل را که یک مقدار کوچکی است اندازه گرفته و به صورت جریان مخابره می کنند.

در DPT ها دو مشکل عمده وجود دارد:

۱- دفرمه شدن سل در اثر فشار زیاد

۲- فاسد شدن یا سوختن مدار الکترونیکی داخل سل در دمای بالا.

۱- دفرمه شدن:

فشار بیشتر از ۱ bar باعث دفرمه شدن سل می شود ولی فشار داخل لوله ها و یا مخازن ممکن است به ۱۰ bar هم برسد. اگر این اندازه فشار فقط به یک سل ترانسمیتر وارد شود باعث

دفرمه شدن سل می شود ولی اگر به هر دو سل آن وارد شود و اختلاف فشار این دو سل مقدار کوچکی باشد مشکلی پیش نمی آید.

در سرویس قرار دادن DPT :

ابتدا شیرهای D را می بندیم و شیر E را باز می کنیم تا فشار بطور یکسان وارد سل ها شود. سپس هر دو شیر H و L را بصورت یکسان و یکنواخت باز می کنیم و در آخر شیر E را می بندیم. در این حالت ترانسسمیتر در سرویس قرار می گیرد و اختلاف فشار را اندازه گرفته و بصورت میلی آمپر مخابره می کند.

از سرویس خارج کردن DPT :

ابتدا شیر E را باز می کنیم و شیرهای H و L را می بندیم. در این حالت ترانسسمیتر از سرویس خارج شده و جریان ارسالی آن باید برابر با 4,00 mA باشد.

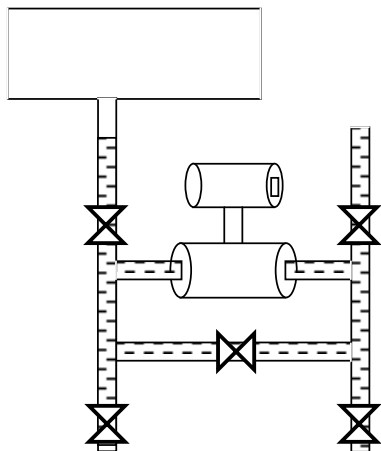
Drain کردن :

پس از خارج کردن DPT از سرویس اگر لازم باشد و اگر مواد سمی نباشد و اگر در مسیر steam نباشد می توانیم darin کنیم ولی هیچ احتیاجی به این کار نیست.

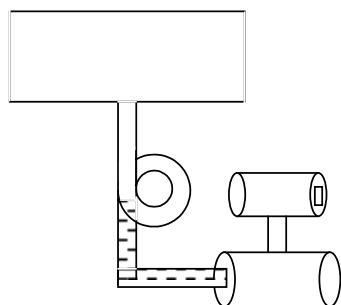
۲ - سوختن سل ترانسسمیتر در دمای بالا :

سل ترانسسمیتر در دماهای بالاتر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد از بین می رود و لذا جهت اندازه گیری فشار مکانهایی که دمای خیلی بالائی دارند از روشهای زیر استفاده می کنیم :

الف - استفاده از لوله بلند : با توجه به شکل یک لوله بلند در حدود ۲ متر به لوله اصلی وصل کرده و یک سر آن را به سل ترانسمیتور وصل می کنیم. بخار آب موجود در line در داخل لوله حرارتش را از دست داده و Condense (آب مقطر) شده و آسیبی به سل نمی رساند.



ب - استفاده از سیفون (Siphon) :

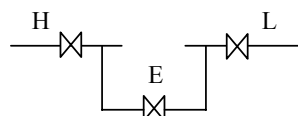
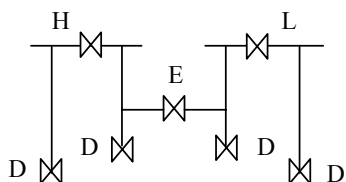


سیفون لوله ایست که بصورت حلقوی در آمده است. آب Condense در سیفون جمع شده و به داخل line بر نمی گردد.

تذکر :

شیرهای H و L در manifold مشخص هستند و لذا اگر در یک محل که DPT نصب می شود فشار وارده بر L بیشتر از فشار وارده بر H باشد در این صورت ترانسمیتور back زده و جریان ثابت ۳,۶ mA را می فرستد.

Manifold ۳ شیر و ۷ شیر :

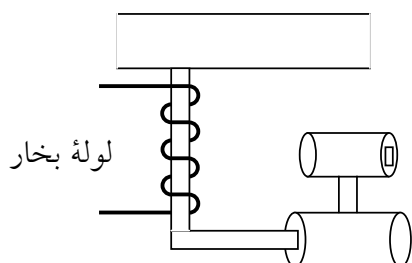


روشهای جلوگیری از یخ زدن لوله های کاپیلاری تیوب :

۱ - ایزولاسیون یا عایق کاری

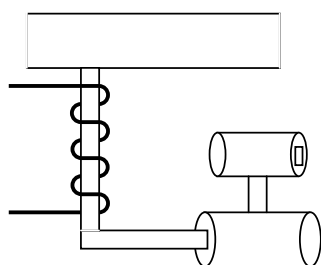
۲ - استفاده از گرم کننده ها :

الف - استفاده از لوله بخار (Steam Tracing)



ب - روش Electrical Tracing یا Heat Tracing : سیمهائی شبیه سیمهای معمولی هستند که

دور لوله ابزار دقیق پیچیده می شوند و در اثر عبور جریان تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد گرم می شوند.



استفاده از کاپیلاری تیوب در فشارسنجی :

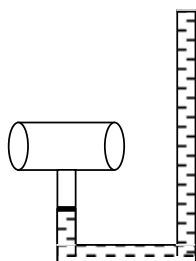
اگر در داخل لوله موئین هیچ مایعی نباشد در اینصورت فشار ناشی از ستون هوا که در همه جا

یکسان است هیچ تأثیری در عمل فشارسنجی نخواهد داشت. برای عملکرد لوله موئین داخل آن را با

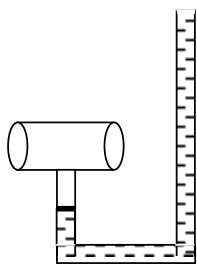
یک مایع پر می کنیم. اگر قسمت فوقانی لوله بسته باشد ، در اینصورت فشار برابر با فشار ارتفاع

ستون مایع می شود :

$$P_{\text{cell}} = P_{\text{ستون مایع}}$$

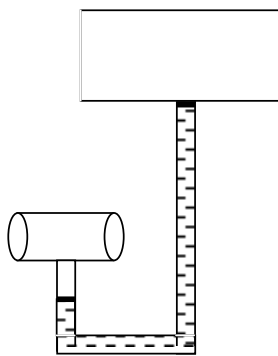
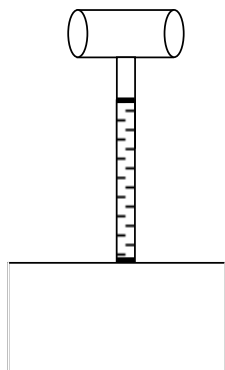


و اگر قسمت فوقانی لوله باز باشد فشار برابر است با :



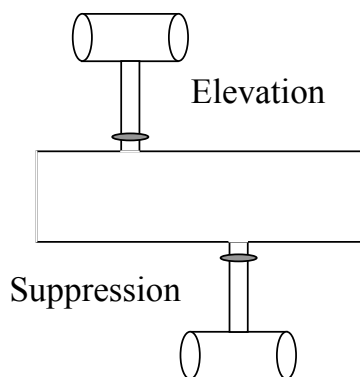
$$P_{\text{cell}} = P_{\text{at}} + P_{\text{ستون مایع}}$$

جهت اندازه گیری فشار در بالای لوله موئین یک سل حساس قرار می دهیم :



اگر cell پایین تر از ترانسمیتور قرار بگیرد Elevation و اگر بالاتر از ترانسمیتور باشد

Suppression است.



$$\text{Elevation : } P_{\text{cell}} = P_{\text{line}} - P_{\text{ستون مایع}}$$

$$\text{Suppression : } P_{\text{cell}} = P_{\text{line}} + P_{\text{ستون مایع}}$$

سوئیچ های فشار : Prassure Switch (PS)

PSH , PSHH , PSHHH

انواع PS :

PSL , PSLL , PSLLL

تفاوت این دو گروه در نحوه سیم بندی آنهاست.

PSH: سوئیچ حساس به فشار است که بصورت High بسته شده و با افزایش فشار از یک حد

معین عمل می کند.

PSL: سوئیچ حساس به فشار است که بصورت Low بسته شده و با کاهش فشار از یک حد

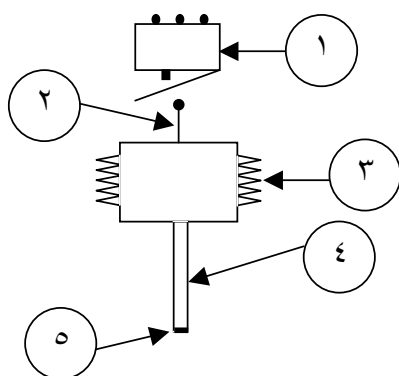
معین عمل می کند.

ساختمان داخلی سوئیچ های فشار :

عموماً به صورت bellows و گاه بصورت C - tube و bourdon - tube ساخته می شوند و گاه از

proximity های کوچک در کنار عقربه استفاده می شود.

اجزاء :



۱ - micro switch ۲ - force bar

۳ - bellows ۴ - Capillary Tube

۵ - cell ۶ - body

علل کاربرد سوئیچ :

۱ - حفاظت از تأسیسات و دستگاهها

۲ - هشداري عملياتي يا آلامها

۳ - ایمنی و حفاظت جهت تصمیم گیری

۴ - ارتباط بین قسمتهای فنی و فرایندی

۵ - اعلام وضعیت حرکت فرایند در صورت خارج شدن از نقطه های مطلوب .

قسمتهای مختلف سوئیچ :

۱ - قسمت اندازه گیر (Boudon – Tube , C – Tube , Bellows)

۲ - نقطه تنظیم : set point

۳ - عمل گر : Operator

مشخصات انتخاب یک سوئیچ :

۱ - نوع کمیت فیزیکی مورد سنجش ۲ - رنج یا دامنه عمل

۳ - مقیاس (scale) ۴ - دقت اندازه گیری

۵ - نوع اتصال و طریقه استاندارد آن ۶ - جنس سوئیچ

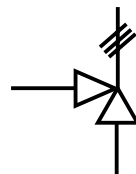
۷ - نقطه تنظیم (set point) ۸ - نوع مکانیزم تغییر وضعیت

۹ - نوع gland ۱۰ - مقاومت الکتریکی پلاتین یا کتاکتور

۱۱ - درجه حفاظت سوئیچ (درجه اطمینان از درست بودن سوئیچ)

شیر اطمینان فشار : Pressure Safety Valve (PSV)

اگر فشار زیاد شود مسیر را باز کرده و می کند و مواد را به فیلر می فرستد تا سوزانده شود .



نمایش در نقشه :

PSV مشابه TSV بطور اتوماتیک و بدون اطلاع اتاق کنترل عمل می کند.

شکل ظاهری PSV :

اجزاء :

۱ - مهره قفل شده : lock nut

۲ - spraing ۳ - plug

۴ - seat ۵ - flange

۶ - body

هر چه اندازه SV (سطح seat و plug) کوچکتر باشد ، set point آن بیشتر می شود.

POP کردن :

عمل بازو بسته شدن لحظه ای PSV را گویند که با حالت انفجار همراه است.

: Relief Safety Valve

یک نوع شیر اطمینان است که مثل یک شیر معمولی عمل می کند. با افزایش فشار ، شیر عمل کرده و

آرام آرام seat و plug را باز کرده و مواد را خارج می کند.

کالیبراسیون PSV :

۱ - از طریقه دريچه بالائی (بصورت جزئی)

۲ - از طریق seat و plug (تنظیمات کلی)

مدارک لازم :

انخذ مجوز کار - data sheet - کاتالوگ - nameplate - test sheet - کارگاه کالیبره - میز مخصوص PSV - کالیبراتور .

روش کار :

ورودی به یک منبع فشار استاندارد وصل می شود. خروجی را به یک شیلنگ پلاستیکی سفید و شفاف وصل کرده و داخل یک ظرف آب قرار می دهیم. ارتفاع وارد شدن شیلنگ به آب را از کاتالوگ می خوانیم. (معمولاً عددی بین ۳mm تا ۵ mm می باشد.)

فشار را به صورت تدریجی وارد می کنیم در % ۹۰ از set point باید حباب مشاهده شود.

حباب (Bubble) : مقدار حبابهای خارج شده در هر دقیقه بین ۵ الی ۱۵ حباب می باشد.

مقدار Relief را از کاتالوگ مطالعه می کنیم و زمانیکه فشار به این عدد رسید PSV باید عمل Relief را انجام دهد. به عبارت دیگر در این لحظه تعداد حباب ها باید به ۶۰ عدد در دقیقه برسد که قابل شمارش نیست و در این حالت مطمئن می شویم که PSV در % ۱۰۰ از set point عمل pop را انجام خواهد داد .

در صورتیکه عمل pop انجام شود در بعضی از سایتها مشکلاتی برای PSV بوجود می آید ، لذا تا سیستم از ما عمل pop را نخواهد کالیبراسیون PSV را فقط از طریق bubble و relief انجام می دهیم.

PCV : یک شیر کنترل است که فشار را تنظیم می کند و در مسیر گازها قرار می گیرد. این تجهیز

شبهه رگولاتور عمل می کند و فقط در کارگاه کالیبره می شود.

ساختمان : Body – Flange – Diaphragm – Spring

کالیبراسیون PCV :

پیچ بالائی را می پیچانیم و فشار خروجی را بوسیله یک gauge اندازه می گیریم و وقتی به میزان

لازم رسید با استفاده از lock nut آن را ثابت می کنیم.

FLOW

جریان :

تعریف :

میزان جریان عبوری سیالات در واحد زمان فلو نام دارد.

واحد:

GPH , GPM , GPS , m^3 / H , m^3 / M , m^3 / S , Litter /H , Litter / M , Litter/ S

فلو برای سیالات و در داخل لوله به شرطی مطرح می شود که حرکت داشته باشند و هرچه سرعت حرکت سیال بیشتر باشد فلو هم بیشتر است.

انواع فلو سنجی :

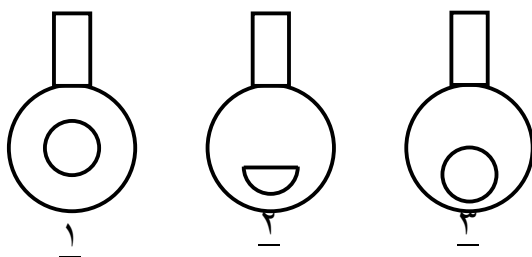
الف - روشهای غیر مستقیم :

A - استفاده از ترانسمیترهای dp cell :

۱ - A : Orifice Plate روش

Orifice یک صفحه سوراخدار است که با ایجاد یک جریان ناآرام در سیستم فلو را اندازه می گیرد

و به سه شکل موجود است :



دسته بالائی : در این قسمت هم اطلاعات مربوط به Orifice نوشته می شود (حک می شود) و هم به

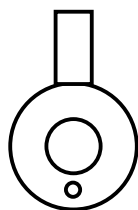
عنوان دسته از آن استفاده می شود.

از Orifice شماره ۱ در مواردی که مواد داخل لوله ، مواد معمولی و همگن باشد و بصورت یکنواخت حرکت کند استفاده می کنیم و شکل‌های ۲ و ۳ در مواردی که مواد داخل لوله مواد غلیظ و رسوب گذار باشد استفاده می کنیم.

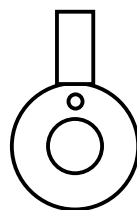
جریان آرام ، جریانی است که مولکول‌های آن سیال به موازات یکدیگر و با سرعت ثابت در حرکت باشند.

جریان ناآرام ، جریانی است که مولکول‌های آن سیال به موازات یکدیگر حرکت نکنند و در واقع در داخل لوله اغتشاش وجود داشته باشد.

ممکن است در داخل لوله مواد زائیدی نیز وجود داشته باشد اگر این مواد زائد سنگین تر از مواد اصلی باشند در این صورت از Orifice هائی با شکل (الف) و اگر مواد زائد سبک تر از مواد اصلی باشند از Orifice هائی با شکل (ب) استفاده می کنیم.



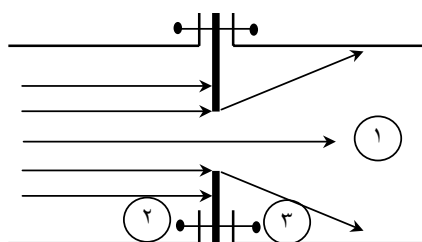
الف



ب

طریقه قرار دادن orifice plate در مسیر :

لوله را قطع می کنیم و دو طرف آن را flange می زنیم و قبل از اتصال لوله ها مابین flange ها



یک orifice plate قرار می دهیم :

پس از قرار دادن orifice plate در مسیر آرام سیال یک جریان ناآرام به وجود می آید. ناحیه ۱ به راحتی از داخل لوله عبور می کند ، ناحیه ۲ به orifice برخورد کرده و متوقف شده به orifice فشار وارد می کند و ناحیه ۳ به لبه orifice برخورد کرده و شکسته می شود و بدین ترتیب سیال آرام پس از برخورد به orifice تبدیل به سیالی کاملاً متفاوت می شود و اختلاف فشار های ایجاد شده را میتوان توسط یک DPT اندازه گرفت.

dp cell یک سنسور خازنی است که اختلاف فشار را می سنجد و جهت ایجاد اختلاف فشار در داخل لوله از یک orifice استفاده می کنیم :

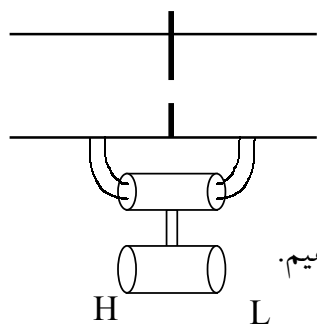
$$F \propto \Delta P \longrightarrow F = K \sqrt{\Delta P}$$

$$K = \frac{1}{2} MV^2 \longrightarrow F = \frac{1}{2} MV^2 \sqrt{\Delta P}$$

F = فلو ، M = جرم سیال ، V = سرعت سیال ، ΔP = اختلاف فشار ایجاد شده توسط FE از نوع dp cell .

در FE هایی که بصورت dp cell کار می کنند ، ترانسمیتر مربوط به آنها نیز dp cell بوده و یک علامت ($\sqrt{\quad}$) روی آنها وجود دارد و به این نوع ترانسمیترها اصطلاحاً square root گویند.

قرار دادن یک ترانسمیتر در مسیر فلو :



اگر قطر لوله برابر با D باشد تا فاصله $3D$ هیچ اغتشاشی

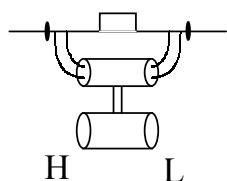
وجود ندارد و لذا جهت اندازه گیری فلو سل ها را

در نزدیکی orifice ، سل H را قبل از آن و سل L را بعد از آن قرار می دهیم.

۲- A) Venturi Tube : روش

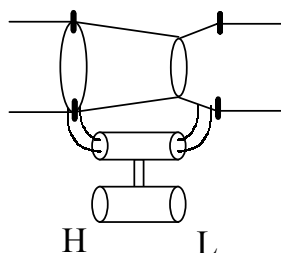


ونتوری یک تیوب است که در مسیر جریان و مابین لوله پروسسی



قرار می گیرد :

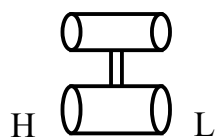
۳- A) Flow Nozzle : روش



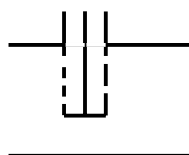
۴- A) روش آنوبار :

از این روش در مکانهایی که دما و فشار خیلی بالاست استفاده می شود .

سل H فشار هیدرواستاتیکی و هیدرودینامیکی را اندازه می گیرد و سل L فقط فشار هیدرواستاتیکی



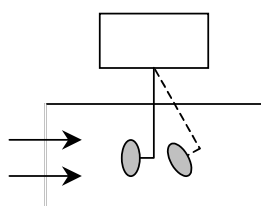
را .



B) بدون استفاده از dp cell :

: Target meter

در این روش وسیله ای پدال مانند وجود دارد که بسته به سرعت جریان سیال فشرده می شود و میزان



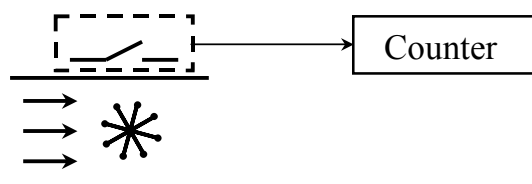
فشرده گی آن توسط سیستم الکترونیکی سنجیده می شود .

ب) روشهای مستقیم :

۱ - Turbine meter :

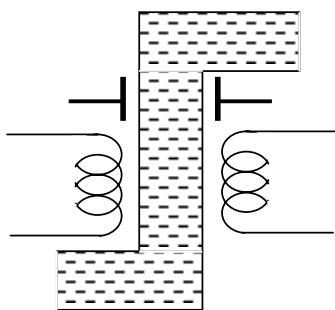
در این روش پروانه را به صورت آهنربائی درست می کنند و یک read - relay در خارج لوله قرار می دهند تا تعداد چرخش پروانه و در نتیجه میزان فلو را مشخص کند :

این روش بسیار دقیق بوده و در کنتورهای منازل استفاده می شود .



۲ - Electromagnetic Flometer :

شرط استفاده از این روش :



۱ - مایع باید در داخل لوله سر پر باشد.

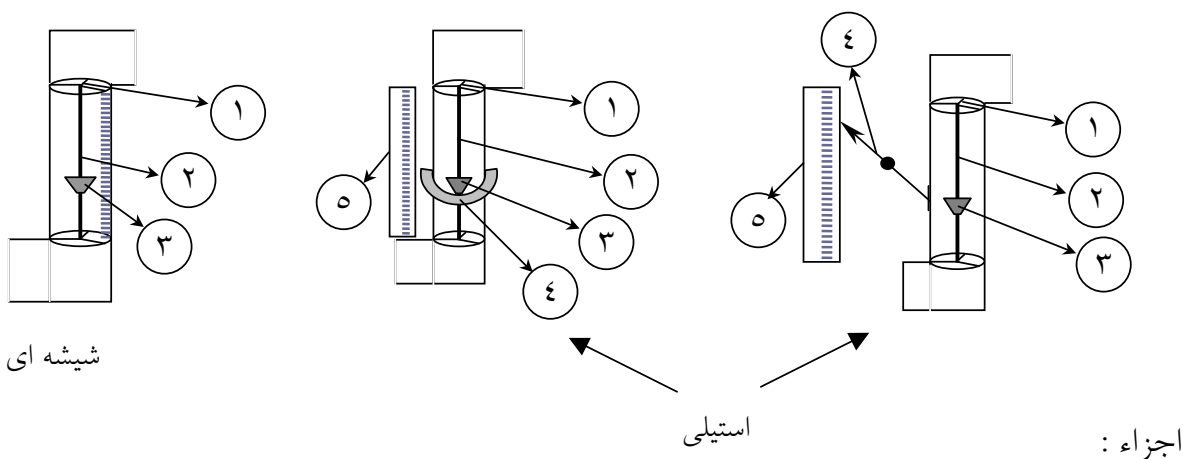
۲ - سیال داخل لوله هادی باشد.

۳ - جریان سیال عمود بر خطوط مغناطیسی باشد.

جهت برقراری شرایط فوق قسمتی از لوله را که قرار است در آن از این روش استفاده شود خم کرده و بصورت قائم در می آورند.

۳ - Rota meter :

این وسیله به دو صورت شیشه ای و استیلی ساخته می شود. اگر از نوع شیشه ای باشد شاقول در آن به راحتی دیده می شود و اگر از نوع استیلی ساخته شود باید شاقول را از جنس آهنربا انتخاب کرد و توسط یک حلقه یا عقربه آهنی میزان بالا یا پایین رفتن شاقول را روی یک scale نشان داد.



۱ - سه پره ۲ - guide ۳ - شاقول ۴ - pointer ۵ - scale ۶ - body

بسته به نوع مواد (سنگینی ، سبکی ، اثر خوردگی و ...) نوع روتا میترو نوع شاقول انتخاب می شود.

۴- روش چرخ دنده : (Rotating Vane)

چرخ دنده ها به صورت بیضی هستند و در ابتدای کار بر هم عمودند. یکی از چرخ دنده ها از نوع

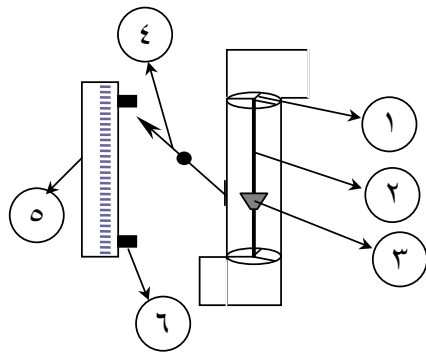
آهنرباست که با چرخش آن یک read - relay در خارج لوله میزان چرخش را می شمارد.

این روش دقت عملکرد بالایی داشته و از آن در دستگاههای گران قیمت و آنالایزر استفاده می شود.

سوئیچ های فلو : (FS) Flow Switch

از روتا میترو و سوئیچهای proximity در کنار عقربه استفاده می کنیم . این نوع سوئیچ بصورت

عمودی نصب می شود .



ساختمان :

۱ - سه پره ۲ - guide ۳ - شاقول ۴ - pointer

۵ - scale ۶ - Proximity switch ۷ - body

کالیبراسیون FT :

ترانسمیترهائی که در روشهای dp cell (orifice ، venturi ، nozzle و آنوبار) بکار رفته اند به

روش کالیبراسیون ترانسمیترهائی dp cell در بحث فشار کالیبره می شوند.

سطح : LEVEL

تعریف :

ارتفاع سطح مایع از کف مخزن Level نام دارد .

واحد :

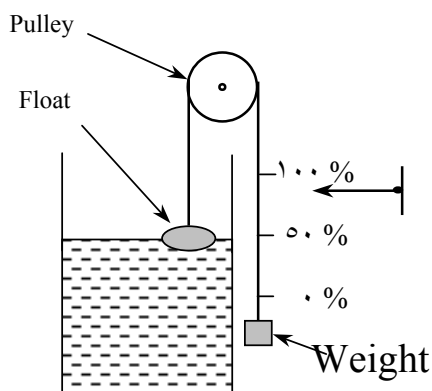
همان واحد طول است : متر ، سانتیمتر ، میلیمتر ، اینچ ، فوت ، یارد .

انواع Level سنجی :

(A) روشهای مستقیم :

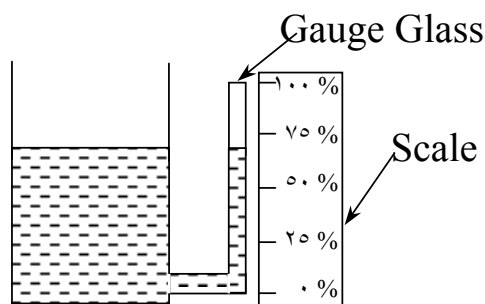
۱ - استفاده از نوار شاقول :

درجه بندی به صورت درصدی است .



۲ - استفاده از Gauge Glass :

مایع داخل مخزن هر اندازه ارتفاع داشته باشد ، به همان میزان نیز در داخل لوله شیشه ای ارتفاع خواهد داشت .

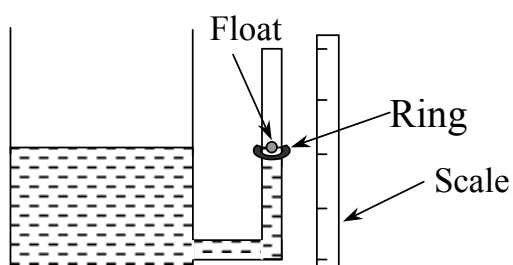


۳ - روش مغناطیسی :

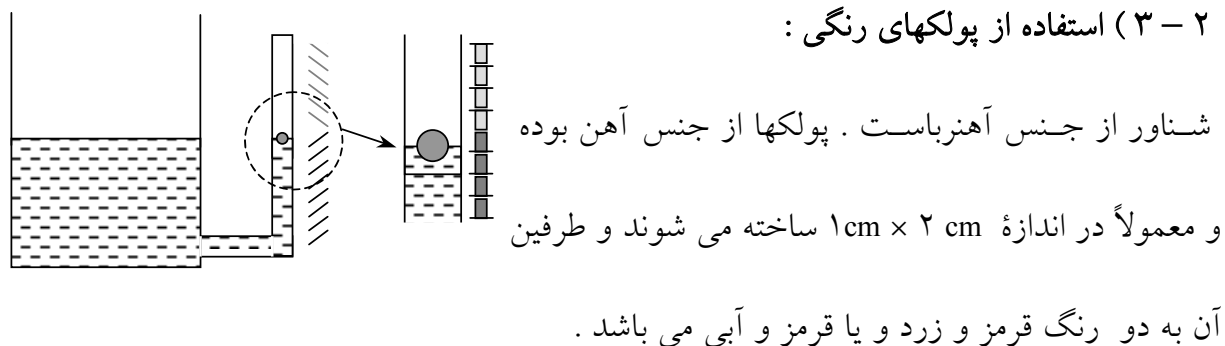
۱ - ۳) استفاده از Floater :

شناور حتماً باید از جنس آهنربا باشد تا بتواند

حلقه آهنی را در بیرون لوله نگه دارد .



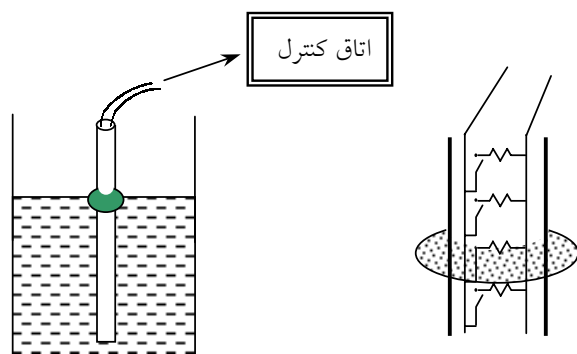
۳-۲) استفاده از پولکهای رنگی :



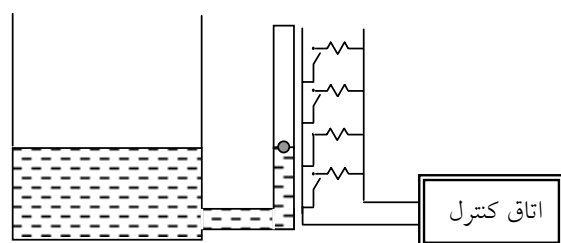
با جابجایی فلوتر در داخل لوله ، جهت پولکها عوض شده و در نتیجه از روی جهت و رنگ پولکها محل فلوتر و میزان Level مایع در داخل مخزن مشخص می شود .

۳-۳) استفاده از Read _ Relay در داخل مخزن :

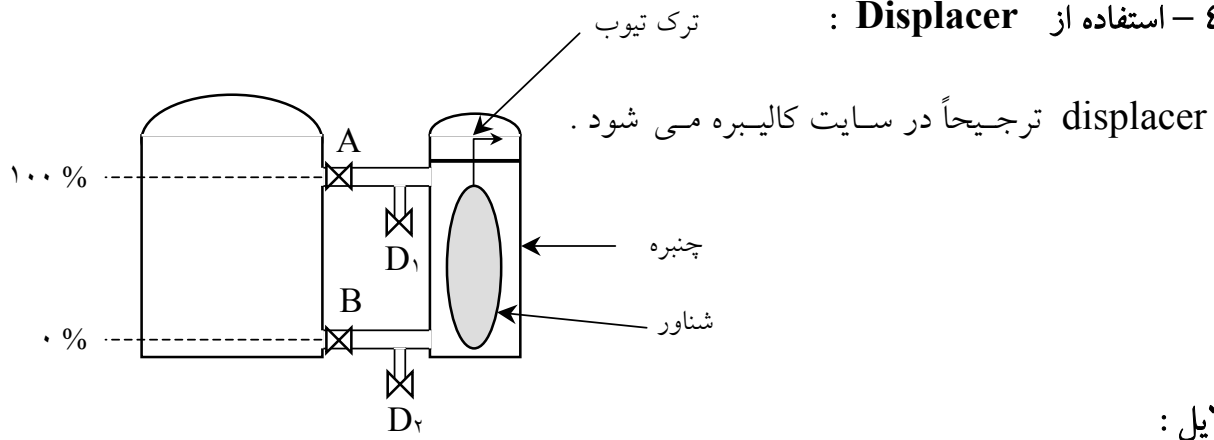
با تغییر سطح و جابجایی فلوتر یکی از relay ها فعال شده و میزان جریان در اتاق کنترل اندازه گیری می شود و بدین ترتیب سطح مایع مشخص می شود .



۳-۴) استفاده از Read _ Relay در خارج مخزن :



۴ - استفاده از Displacer :



۱ - موقع حرکت دادن ترانسمیتر باید ترک تیوب را درآورد که آن هم بسیار حساس است و تاب بر می دارد .

۲ - جابجا کردن این ترانسمیتر سخت است .

۳ - مایع داخل مخزن در سایت ، در دسترس است .

کالیبره در سایت :

ابتدا شیرهای A و B را می بندیم تا ترانسمیتر ایزوله شده و ارتباطش با مخزن قطع شود .

تنظیم zero : با استفاده از مسیر درین (D_2) مایع داخل ترانسمیتر را تا وسط flange پایینی

خالی می کنیم در این حالت جریان اندازه گیری شده بایستی برابر با ۴,۰۰ mA باشد وگرنه با پیچ

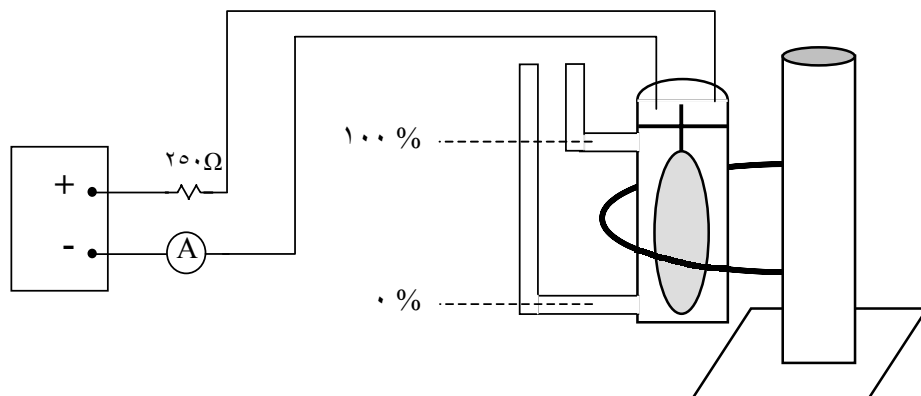
zero آن را تنظیم می کنیم .

تنظیم span : با استفاده از D_1 و توسط یک شلنگ تا وسط flange بالائی از مایع داخل

مخزن داخل ترانسمیتر می ریزیم و عمل span Adj را انجام می دهیم .

کالیبره در کارگاه :

مدارک : Data sheet - کاتالوگ - test sheet - nameplate .



بعد از انتقال به کارگاه ، آنرا کنار یک ساپورت نصب می کنیم .

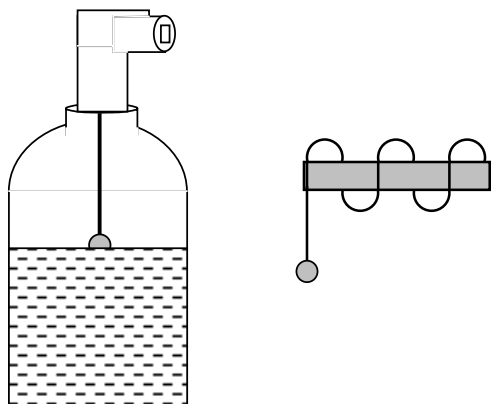
به flange ها شلنگ سفید و شفاف وصل می کنیم و طول آنها را بلندتر از ۱۰۰ % در نظر می گیریم. از مایع درون مخزن تهیه کرده و داخل شلنگی که به tapping پایینی وصل است می ریزیم. (در این حالت tapping بالائی vent به هواست) وقتی که مقدار مایع به میزان ۰ % (وسط flange پایینی) رسید ، عمل zero Adj را انجام می دهیم. دوباره در داخل همان شلنگ مایع ریخته و سطح آن را به میزان ۱۰۰ % (وسط flange بالائی) می رسانیم و عمل span Adj را انجام می دهیم.

عمل کالیبراسیون را چند بار انجام داده و مقادیر میانی را نیز اندازه می گیریم.

این نوع ترانسمیتر به صورت دو فازه نیز کار می کند ، یعنی دو سطح متفاوت را در داخل یک مخزن می تواند اندازه بگیرد.

این نوع ترانسمیتر در بالای مخزن نصب می شود و دارای یک میکرو کامپیوتر است و اندازه گیری را به صورت نرم افزاری انجام می دهد.

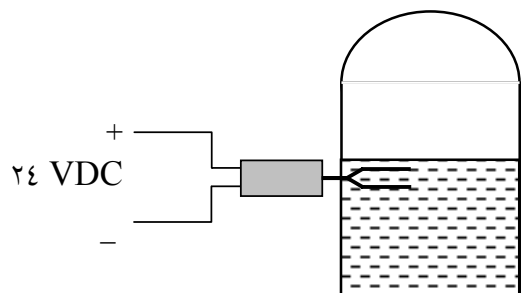
دارای یک وزنه فلزی به قطر ۵cm است که توسط یک قلاب و سیم فولادی نازک و بلند به قرقره وصل است. موتور روشن شده و آرام آرام قرقره را باز کرده و وزنه را به پایین می فرستد. زمانیکه وزنه به سطح مایع رسید ، کاهش وزن آن توسط مدارات داخل ترانسمیتر اندازه گیری شده و میزان Level اندازه گیری می شود.



قانون ارشمیدس : اگر جسمی داخل مایعی غوطه ور شود ، به نسبت جرم حجمی مایع ، وزن جسم کاهش می یابد.

۶ - دیاپازن : « جهت اندازه گیری سطح جامدات در مخزن »

یک کریستال به منبع ولتاژ وصل است و باعث لرزش دیاپازن می شود. زمانیکه سطح ماده به محلی که دیاپازن نصب شده است رسید ، لرزش دیاپازن قطع می شود.



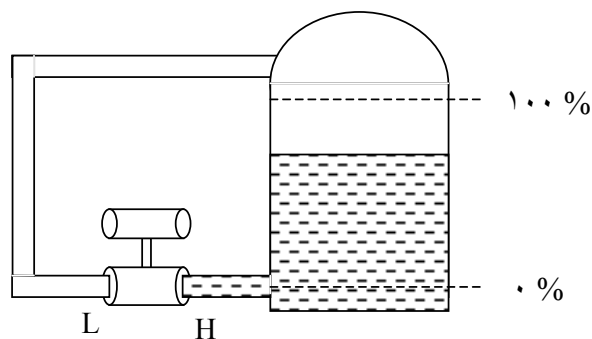
(B) روشهای غیر مستقیم :

۱- استفاده از ترانسمیترهای dp cell :

(۱-۱) روش Dry Leg : « Direct »

مخزن سر بسته : در این سیستم سل H به ۰ % مخزن وصل می شود و سل L به مکانی بالاتر از

۱۰۰ % مخزن .



اندازه گیری سطح Level در این سیستم :

مخزن خالی : $P_{dp\ cell} = P_H - P_L$

$$= (\text{فشار گاز}) - (\text{فشار گاز}) = 0 \longrightarrow I = 4.00\text{ mA}$$

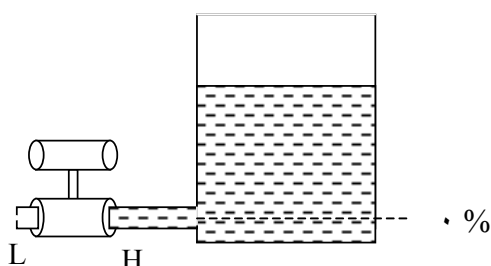
مخزن پر : $P_{dp\ cell} = P_H - P_L = (\text{فشار ستون مایع} + \text{فشار گاز}) - (\text{فشار گاز})$

$$= \text{فشار ستون مایع} \longrightarrow I = 20.00\text{ mA}$$

مخزن سر باز :

در این سیستم ، سل H به مخزن وصل می شود و سل L ، blank می شود و فقط یک روزنه

کوچک در آن قرار داده می شود تا فشار اتمسفر بتواند به آن وارد شود.



اندازه گیری سطح Level در این سیستم :

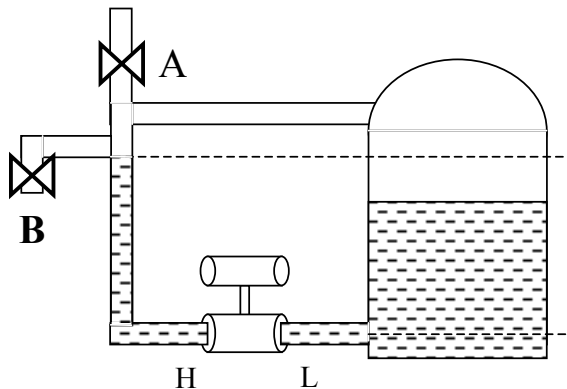
$$P_{dp \text{ cell}} = P_H - P_L \text{ : مخزن خالی}$$

$$= (\text{فشار اتمسفر}) - (\text{فشار اتمسفر}) = 0 \longrightarrow I = 4.00 \text{ mA}$$

$$P_{dp \text{ cell}} = P_H - P_L \text{ : مخزن پر}$$

$$I = 20 \text{ mA} , \text{ فشار ستون مایع} = (\text{فشار اتمسفر}) - (\text{فشار ستون مایع} + \text{فشار اتمسفر}) =$$

جریان ارسالی به اتاق کنترل ، متناسب با سطح Level مخزن است.



« Reverse » : Wet Leg (۱-۲) روش

سل L به ۰ % مخزن و سل H توسط ۱۰۰ %

یک لوله به مکانی بالاتر از ۱۰۰ % مخزن

وصل میشود.

این لوله را توسط شیر A تا ارتفاع ۱۰۰ % مخزن پر می کنیم . شیر B بعنوان شیر سر ریز است و

سطح ستون مایع را در سل H درست در ۱۰۰ % نگه می دارد . پس از ریختن مایع در داخل لوله

هر دو شیر A و B را می بندیم.

اندازه گیری سطح Level در این سیستم :

$$P_{dp \text{ cell}} = P_H - P_L \text{ : مخزن خالی}$$

$$I = 20.00 \text{ mA} , \text{ فشار ستون مایع} = (\text{فشار گاز}) - (\text{فشار ستون مایع} + \text{فشار گاز}) =$$

$P_{dp\ cell} = P_H - P_L$: مخزن پر

$I = 4.00\ mA$, $0 =$ مایع + فشار گاز) - (فشار ستون مایع + فشار گاز) =

همانطور که مشاهده می شود این سیستم به صورت Reverse کار می کند ، یعنی جریان ارسالی به اتاق کنترل با میزان Level نسبت عکس دارد.

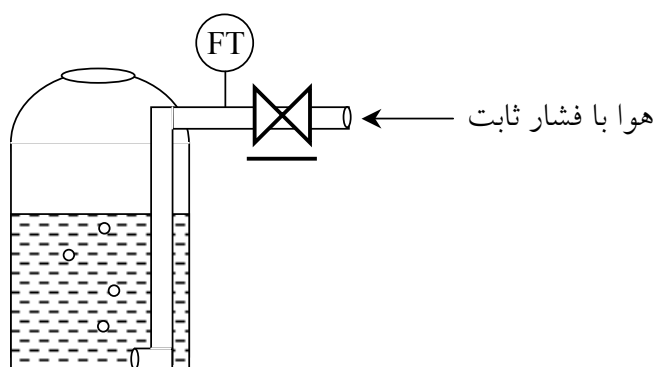
برای اینکه جریان صحیح به اتاق کنترل مخابره شود از یک معکوس کننده در داخل ترانسمیتر استفاده می کنیم. این معکوس کننده توسط یک Dip switch یا یک Jumper و یا از طریق نرم افزار انتخاب می شود.

- ایرادهائی که ممکن است در این نوع سیستمها پیش بیاید :

Dry Leg : اگر در اثر افزایش سطح مایع در مخزن و یا باز کردن شیر E از manifold مواد داخل سل L شود در این صورت عملکرد ترانسمیتر مختل شده و باید سل L را flash کنیم و بعد از خارج شدن تمام مایع ، شیر D را بسته و ترانسمیتر را در سرویس قرار دهیم.

Wet Leg : ممکن است پس از اینکه ترانسمیتر را در سرویس قرار دادیم ، در اثر افزایش سطح مایع مخزن ، سطح مایع سل H بیشتر از % ۱۰۰ شود و یا در اثر باز کردن شیر E و یا D از manifold سطح آن کمتر شود که در این صورت از طریق شیرهای A و B سطح آن را تنظیم

می کنیم.



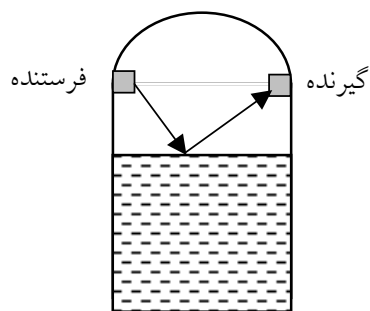
۲- روش حباب هوا : « Bubble »

این روش در مواردی استفاده می شود که مواد داخل مخزن اثر خوردگی شدید داشته و یا سمی باشند.

یک هوا با فشار ثابت را توسط یک لوله به داخل مخزن می فرستیم . زمانی که مخزن خالی است هوا خیلی راحت از لوله خارج شده و فلوی اندازه گیری شده حداکثر است و FT جریان 20 mA را به اتاق کنترل می فرستد و وقتی مخزن تا 100% پر است سرعت حبابهای خارج شده از سر لوله کم است و جریان 4 mA را مخابره میکند. لذا در این روش نیز باید از یک معکوس کننده در داخل FT استفاده کنیم تا جریان ارسالی به اتاق کنترل متناسب با سطح مایع باشد.

۳- روش آلتراسونیک :

در این روش از امواج آلتراسونیک (امواج مافوق صوت) استفاده می شود.



فرستنده در زمان t_1 امواج را می فرستد و گیرنده در زمان t_2

این امواج را دریافت می کند و با توجه به رابطه $\Delta t = t_2 - t_1$

میزان level مشخص می شود .

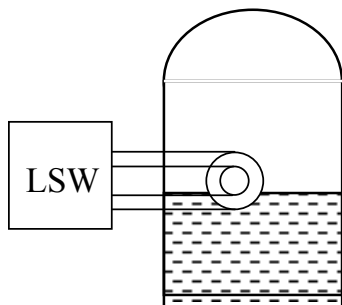
یعنی هر چه Δt عدد کوچکتری باشد بدین معنی است که سطح level در مخزن بالاست.

۴- استفاده از رادیواکتیو : Radiation

در این روش جهت تشعشع از اشعه γ که جزو امواج الکترومغناطیسی است و با سرعت نور حرکت می کند استفاده می شود.

۵- روش خازنی :

از این سنسور برای موارد خاص و خیلی حساس استفاده می شود و تقریباً $10 - 15 \text{ cm}$ را اندازه می گیرد. وقتی سطح مایع بالا می آید ظرفیت خازن را تغییر می دهد و می توان توسط یک ترانسمیتر این تغییر ظرفیت را اندازه گرفت.



ساختمان سوئیچ های level :

۱- کلیدهای مکانیکی که توسط یک محرک ، جریان را قطع می کنند . نظیر read - relay ها که توسط یک آهنربا تحریک می شوند.

۲- فلوترهایی که به یک محور وصل هستند و با تغییر level تغییر وضعیت می دهند.



۳- دیپازن - با رسیدن سطح ماده به محل نصب آن ، لرزشش قطع شده و سوئیچ می دهد .

۴- مانیتور سوئیچ که در اتاق کنترل قرار دارد .

کالیبراسیون LT :

ترانسمیترهایی که در روشهای Dry Leg و Wet Leg بکار رفته اند از نوع ترانسمیترهای dp cell

هستند و لذا به روش کالیبراسیون ترانسمیترهای dp cell در بحث فشار کالیبره می شوند.

ضمیمه :

Support : پایه است که تجهیز ابزار دقیقی روی آن نصب می شود. تشکیل شده از یک صفحه فلزی (plate) و یک لوله . یک طرف لوله به plate جوش شده و طرف دیگر آن جهت جلوگیری از ورود آب و گرد و خاک مسدود می شود.

Nameplate : یک پلاک فلزی است که روی بدنه تجهیز نصب شده و مشخصات فنی آن را بیان می کند.

Over Range : اعداد بالای رنج هر المان را Over Range نامند که باعث آسیب دیدگی المان و یا خطا در اندازه گیری می شود.

Over Range Protection : حفاظت شده در مقابل بار اضافی را گویند.

Sector : تکه فلزی است که داخل gauge وجود دارد و روی آن منحنی های مختلفی رسم شده است.

Cam : منحنی های روی Sector ، Cam نام دارد.

Force Bar : میله ایست که عمل انتقال نیرو را انجام می دهد.

Dead zone : ناحیه ایست که حساسیت دستگاه اندازه گیری در آن ناحیه کم است و دستگاه قادر به اندازه گیری آن نیست. (ناحیه مرده)

Leakage : به معنی « نشتی » در ابزار دقیق است.

Gasket : واشرهای مخصوصی است که در ابزار دقیق و به منظور جلوگیری از Leakage استفاده می شود.

Tap : محل اتصال لوله های پروسسی و ابزار دقیق را tap (tapping) گویند.

Cable Tray : سینی انتقال کابل است که در سایت و در خط زمینی و هوایی استفاده می شود.

Ladder : جهت انتقال کابل های سنگین و در خط هوایی سایت استفاده می شود.

Duct : نوع پلاستیکی cable tray است که در داخل JB ها از آن استفاده می شود.

کاندوئیت : لوله هایی هستند که در سیستم کابل کشی و به صورت Underground (زیر زمینی) از آن استفاده می شود.

Fast / Quick Connection : کانکتور هایی هستند که خیلی راحت اتصال می یابند.

انواع fast connection ها عبارت است از :

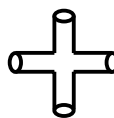
Tee :



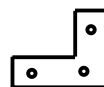
Elbo :



Cross :



L Connection : برای اتصال دادن و محکم نگهداشتن tray و ladder در محل خم از این نوع



کانکتور استفاده می شود.

Accuracy : خطای مجاز هر gauge را accuracy نامند.

انواع Delay :

۱ - تأخیر ناشی از فیزیک ماده : موقع پایین آوردن و یا بالا بردن دمای یک جسم بسته به نوع آن

جسم یک تأخیر زمانی بخصوص به وجود می آید.

۲ - تأخیر ناشی از ارسال سیگنال : سرعت سیگنال ولتاژ بالا است و سرعت سیگنال جریان از آن

کمتر و سرعت سیگنال هوا هم از آن کمتر است.

۳ - تأخیر برای از بین بردن نویز و افزایش پایداری : این نوع تأخیر را خودمان ایجاد می کنیم مانند فاصله ای که بین set و reset یک سوئیچ وجود دارد.

PID : یک سیستم کنترل است که مبتنی بر ضریب تناسب ، انتگرال و دیفرانسیل می باشد.

PLC : کنترل کننده دیجیتالی قابل برنامه نویسی است .

DCS : سیستم کنترل کننده گسترده است .

FCS : سیستم کنترل کننده فرکانسی است .

انواع پیچ و مهره : (Bolt and Nut)

پیچ : I Bolt (معمولی) - U Bolt

مهره : lock Nut (مهره ای که عمل قفل را انجام می دهد).

انواع نقشه ها :

P & ID : چگونگی ارتباط یک تجهیز با اتاق کنترل و دیگر تجهیزات را نشان می دهد.

HOOK UP : موقعیت فیزیکی تجهیزات را در سایت نشان می دهد و برای نصب تجهیزات مورد استفاده قرار می گیرد.

Wiering : نشان می دهد که سیمها چگونه به سیستم وصل شده اند.

Isometric : نقشه سه بعدی است که جهت جغرافیائی را برای نصب نشان می دهد و شامل elevation و suppression می باشد.

PFD : رابطه مخازن ، لوله ها و شیرها را نشان می دهد.

Pilot Plan : نقشه هوائی سایت را نشان می دهد.

Cable Lay Out : مسیر کابلها را نشان می دهد.

Cable Tray Out : نقشه سینی کابلها را نشان می دهد.

Support Drawing : محل و ارتفاع ساپورتها را نشان می دهد.

پایان نامه ای تحقیقی مجتمع آموزشی پتروشیمی تبریز

نویسنده اصغر مقیمی