جزوه درس ابزار دقیق

.

Edited with the demo version of
Infix Pro PDF Editor

To remove this notice, visit:
www.iceni.com/unlock.htm

ابزار دقیق : علم اندازه گیری

وظایف گروه ابزار دقیق :

طراحی (تیم مهندسی)

ساخت : نصب تجهیزات :

۱- کالیبره وتست

۲- نصب طبق نقشه های موجود

۳- راه اندازی

کار عادی :

۱ - تعمیرات

۲ - نگهداری

۳ - اصلاح حلقه

٤ - تعمیرات دوره ای (overhaul)

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- انـدازه گـیری دمـا ۲- اندازه گیری فشار ۳ - اندازه گیری جریان

٤ - اندازه گیری سطح ٥ - اندازه گیری سرعت ٦- آنالایزر

- دما :

تعریف :

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

- **اندازه گیری :** مقایسهٔ 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 ، اندازهٔ استاندارد .

	سیلسیوس	فارنهایت
حد بالایی	۱۰۰° C : نقطهٔ جوش آب	۱۰۰° F : دمای بدن انسان
حد پایینی	۰ C : نقطهٔ انجماد آب	۰ F : مخلوط یخ و نشادر

کلویـــن و رانکلیـــن ، حـــد بالایـــی ندارنـــد و حـــد پایینـــی آنهـــا ، صـــفر مطلـــق اســـت.

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

در طبیعت حد بالایی برای دما بدست نیامده است و می توان ماده ای را تا چند صد هزاردرجه 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 .

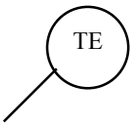
- رابطه بین واحدهای استاندارد دما : $F= ۱,۸ C + ۳۲$

$$R = F + 459.67$$

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

المنتهای دما : **(Temperature Element) TE**

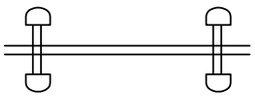
نحوه نمایش در روی نقشه :



بی متال : **Bimetal**

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

ساختمان : تشکیل شده است از دو تیغهٔ 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 زمانیکه 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 دهندهٔ دما را با TG(Temperature Gauge) معرفی می کنند.

دماسنج های شیشه ای : **Glasses Thermometer**

از ابزارهای اندازه گیری و نشان دهنده دما هستند.

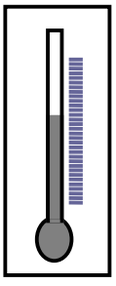
اساس کار : بر اساس « **انبساط حجمی مایعات** » کار میکنند.

انواع دماسنج های شیشه ای :

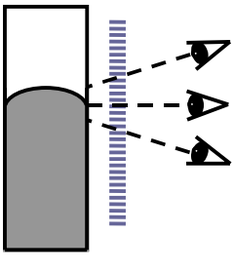
۱– الکلی : بعلت داشتن نقطهٔ جوش پایین ، دماهای بالاتر از ۸۰ درجهٔ سانتیگراد را نمی تواند اندازه بگیرد.

۲ – جیوه ای : بعلت داشتن نقطهٔ جوش بالا ، دما را تا ۳۰۰ درجهٔ سانتیگراد را هم می تواند اندازه بگیرد.

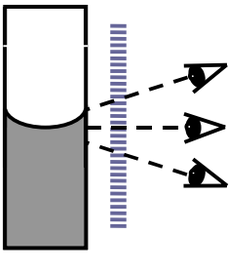
ساختمان : این نوع دماسنج ها تشکیل شده اند از یک لولهٔ موئین شیشه ای و یک مخزن کوچک شیشه ای در انتهای آن . این مخزن و لوله به یک صفحهٔ مدرج fix شده اند.



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.



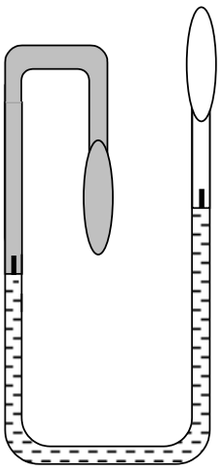
جیوه



الکل

۳ – دماسنج Max / min :

Min Max

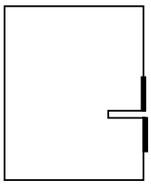


ساختمان : یک لولهٔ شیشه ای U شکل ، میلهٔ آهنی .

داخـل شیشـه از جـیوه و یـک نـوع روغن مخصوص که دارای ضریب انبساط حجمی برابر باضریب انبسـاط حجمـی جیوه بوده و جرم حجمی کمتر نسبت به جیوه داشته باشد وجود دارد. دو میلهٔ آهنی بعـنوان شاخص روی جیوه قرار میدهیم. زمانیکه 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 بـه طـرف بـالا حرکـت می کند و وقتی که دما کاهش می یابد ،هم روغن و هم جیوه منقبض شده و ارتفـاع جـیوه در سـتون min بـالا مـی رود. زمانیکه 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 (چا هک حرارتی) : Thermowell (TW)



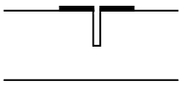
ترموول یک وسیلهٔ محافظتی است که :

۱ – از خروج مواد مخزن یا line جلوگیری می کند.

۲ – اثر مواد مثل اثر خورندگی ، 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 جائی نصب کرد.

انـدازه 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 .

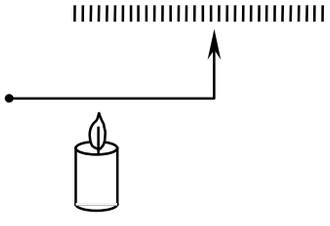


در بیشـتر مواقـع بـرای جلوگـیری از نشت مواد ، به شرط اینکه مواد داخل مخزن یا لوله، خورندگی نداشـته باشـد TW را بـه محـل جوش می کنند در غیر این صورت با پیچ و مهره TW را در محل ثابت می کنند.

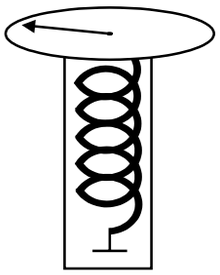
دماسنج فنری : Springy Thermometer

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

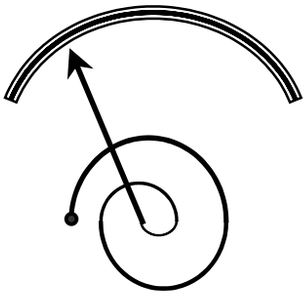
اساس کار : بر اساس « **انبساط طولی فلزات** » است .



۱- دماسنج فنری استوانه ای : Cylinder



۲- دماسنج فنری تخت : Flat



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

RTD : (Resistance Temperature Difference)

یک المان حرارتی الکترونیکی است.

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

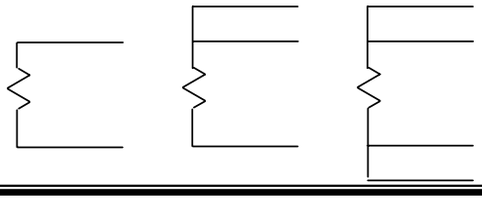
انواع RTD :

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 :

Pt ۱۰۰

Pt ۱۰۰۰

- تعریف Pt ۱۰۰ : یک TE از جنس مقاومت است که در صفر درجه سانتیگراد ، مقاومتی برابر با ۱۰۰ Ω داشته و به ازای حدودا ۲/۵ درجه سانتیگراد افزایش دما یک اهم به مقاومت آن افزوده می شود.

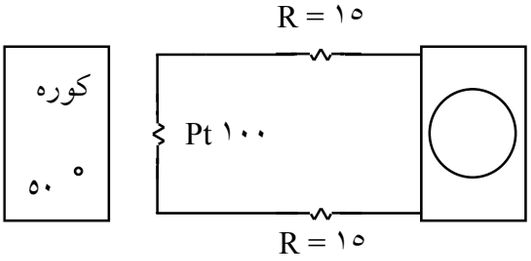
در صفر درجه سانتیگراد :

Pt ۱۰۰ , R = ۱۰۰ Ω

Pt ۱۰۰۰ , R = ۱۰۰۰ Ω

یکی از ویژگیهای Pt ۱۰۰ خطی بودن است (تقریبا خطی عمل میکند) .

- استفاده از Pt ۱۰۰ دو سیمه :



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

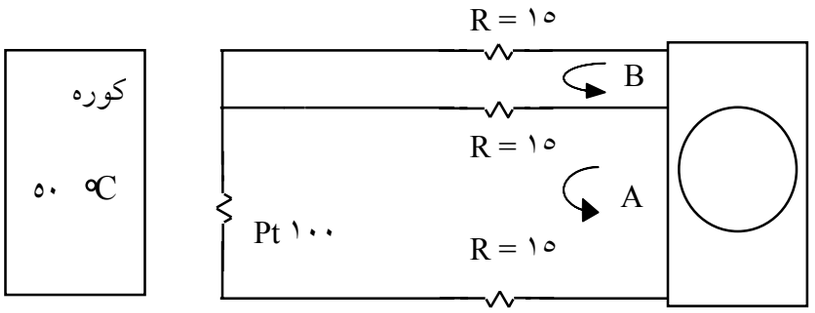
مقاومت اندازه گیری شده در اتاق کنترل : $15 + 120 + 15 = 150\ \Omega$

مقاومت افزوده شده به مقاومت P t ۱۰۰ در اثر افزایش دما : ۵۰ Ω – ۱۰۰ = ۵۰

۵۰ Ω * ۲,۵ = ۱۲۵ C

و بدین ترتیب ، دمای اندازه خوانده شده در اتاق کنترل برابر با۱۲۵ 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 :



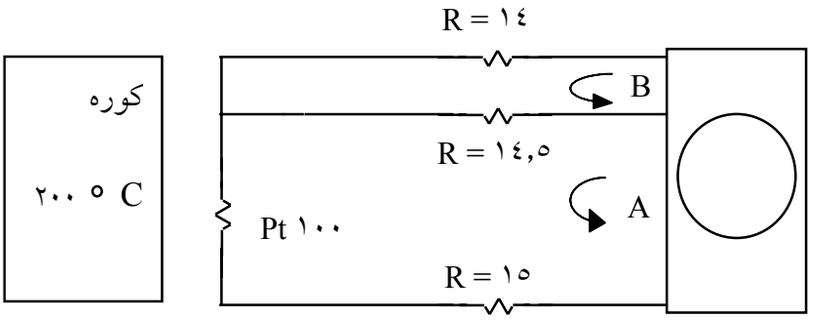
سیم سوم ، مشابه دو سیم دیگر که Pt ۱۰۰ را به اتاق کنترل متصل می کند ، می باشد و لذا مقاومتشان تقریباً یکی خواهد بود . جهت خواندن مقدار دما بدین ترتیب عمل می کنیم :

مقاومت واقعی : $R_A - R_B$ $۱۵۰ - ۳۰ = ۱۲۰$

مقدار افزایش مقاومت Pt ۱۰۰ در اثر افزایش دما : $۱۲۰ - ۱۰۰ = ۲۰\ \Omega$

$20 * 2.5 = 50\ C$

- Pt ۱۰۰ چهار سیمه :



$۴۰۰\ C / ۲,۵ = ۸۰$ ⟶ $R_{Pt۱۰۰} = ۱۰۰\ \Omega + ۸۰\ \Omega = ۱۸۰\ \Omega$

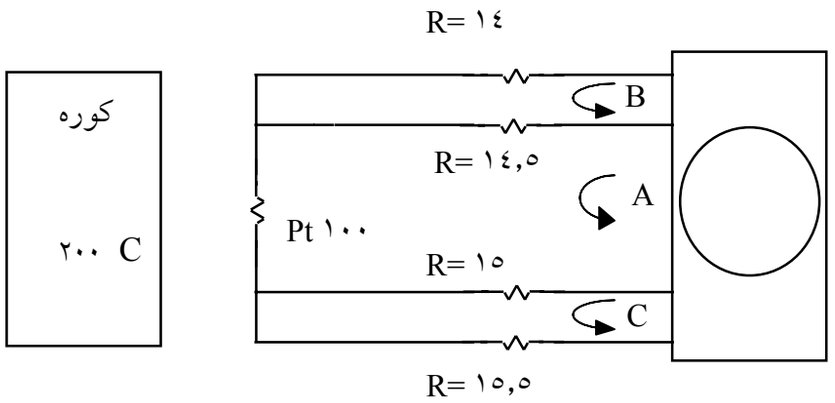
$R_A - R_B = (14.5 + 180 + 15) - (14 + 14.5) = 181\ \Omega$, $181 - 100 = 81\ \Omega$

دمای خوانده شده : $۸۱ * ۲,۵ = ۲۰۲,۵\ C$

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

در جاهائی که سیمها توسط پیچ به ترمینالیها 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 :



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

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

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

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

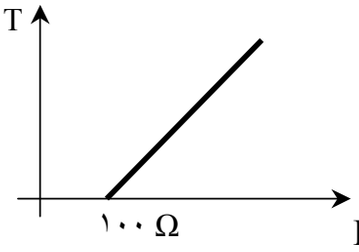
$$180 - 100 = 80\ \Omega \qquad\qquad 80 * 2.5\ ^{\circ}C = 200\ ^{\circ}C$$

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

مزایای RTD :

۱ - خطی بودن

۲ - استفاده از سیمهای معمولی



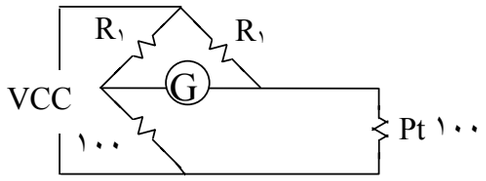
معایب RTD :

۱- محدودیت رنج دارد : C ۱۰۰- تا C ۲۵۰

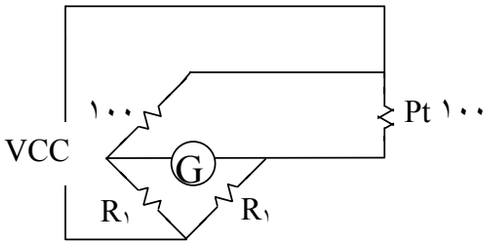
۲ – گران بودن المان

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

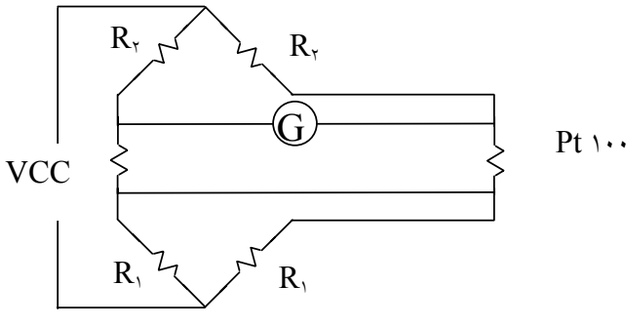
– پل مقاومتی با Pt ۱۰۰ دو سیمه :



–پل مقاومتی با Pt ۱۰۰ سه سیمه :



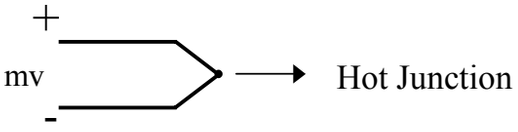
–پل مقاومتی با Pt ۱۰۰ چهار سیمه :



(Junction Box) : JB

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

(Thermocouple) : TC



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: TC Types:

K – V – T – J – E – N – R – S – B – U – W – W۵ – W۳

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

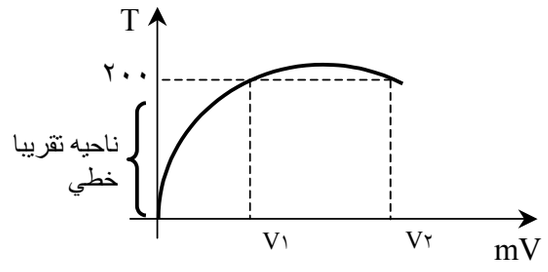
K = نیکل کروم ، نیکل آلومینیوم

J = آهن ، مس نیکل

E = نیکل کروم ، مس نیکل

T = مس ، مس نیکل

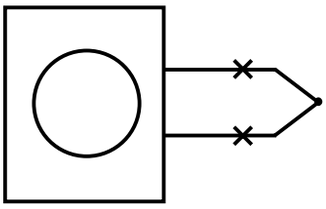
عملکرد ترموکوپل بصورت غیر خطی است واین یکی از معایب آن محسوب می شود. جهت استفاده از TC باید توسط مدارات پیچیده (EPROM , ...) منحنی آنرا خطی کنیم و یا از منطقهٔ خطی آن استفاده کنیم (این کار عملاً رنج کاری TC راکاهش می دهد).

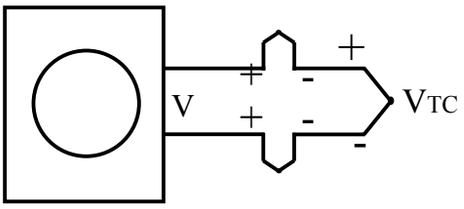


TC دارای قطبیت است و اگر بصورت معکوس بکار رود ، عملکرد آن اشتباه خواهد بود.

- اتصال سرد در TC : Cold Junction

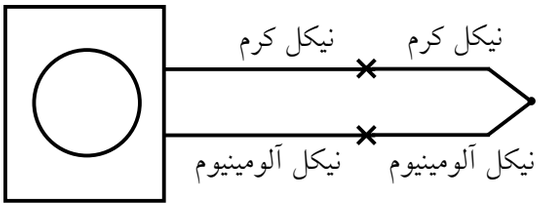
جهـت انتقال تغییرات ولتاژ TC به اتاق کنترل از سـیمهای رابـط مسی و ترمینالها استفاده می شود و بعلـت ناهمجـنس بـودن سـیمهای رابـط و سـیمهای TC ، در محـل ترمینالها یک اتصال سرد بوجود می آید. در نتیجه در هر محل اتصال یک ترموکوپلجدید ویک ولتاژ ناخواسته کوچک ایجاد می شود که موجب خطا در اندازه گیری ولتاژ اصلی می شود.



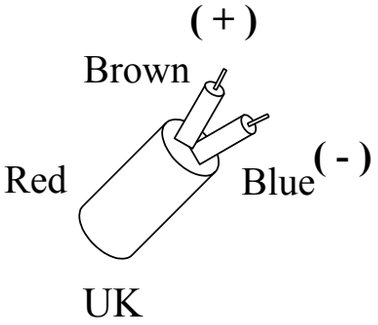


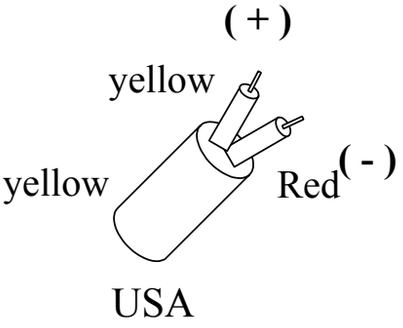
برای حل این مشکل :

روش ۱ :جـنس سـیمهای 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 ویا ولتاژ اتصال سرد را با توجه به دمای محیط محاسبه کرده و از معادله کم میکنیم .



جهـت شناسائی کابلها که مربوط به چه نوع TC هستند و نوع سیمها چیست ، از رنگهای استانداردی که کشور سازندهٔ معرفی کرده است استفاده می کنیم .





روش ۲ : استفاده از روش جدید Transmission :

در ایـن روش دسـتگاهی به نام Transmitter ، کمیـت را در محـل انـدازه گـیری کـرده وتوسـط سیگنال ابزاردقیق به اتاق کنترل مخابره می کند .

Transmitter : وسـیله ای جهـت انـدازه گـیری یـک 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.

یکـی دیگـر از خطاهـای TC افـت ولـتاژ ناشـی از مقاومـت سـیمهای 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 ناحـیهٔ خطـی 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)

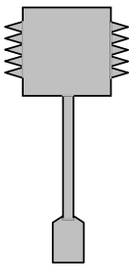
دماسنج های کاپیلاری تیوب (سیستم پر شده با مایع یا گاز) : Capilary Tube Thermometrers

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

در ایـن نـوع دماسـنج هـا ، معمـولا سیستم از جنس stainless steel بوده واز یک نوع روغن با دمای جوش بالا بطور کامل پر شده است ودر این صورت وجودحباب هوا در سیستم ایجاد خطا خواهد نمود.

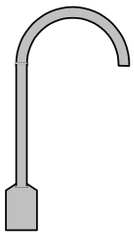
۱- دماسنج بی لوز : Bellows

سـاختمان آن شامل : یک مخزن ، یک لولهٔ موئین و یک محفظهٔ آکاردئونی شکل به نام فانوسی یاbellows میباشد.



مخزن روغن یا حباب حرارتی ، نقش سنسور دما را دارد و لولهٔ موئین جهت انتقال فشار روغن است و بی لوز ایجاد حرکت مکانیکی می کند.

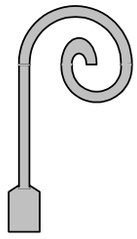
زمانی که دما در مخزن بالا می رود ، مایع داخل سیستم انبساط حجمی پیدا کرده و باعث باز شدن بی لوز و افزایش ارتفاع آن می شود و بدین ترتیب می توان درجه حرارت را اندازه گرفت.



۲- دماسنج C – Tube :

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

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



۳- دماسنج بردون تیوب : Bourdon Tube

ساختمان : یک مخزن ، یک لولهٔ 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 ویا Bourdon Tube استفاده می شود . کاربرد بیشتر Bellows در قسمت سوئیچ است.

خطاهائی 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 لولهٔ 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.

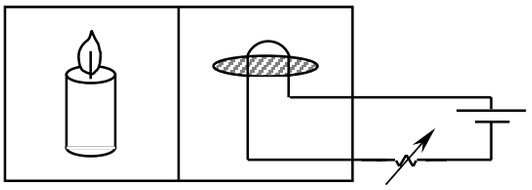
دماسنج های اپتیکی : Optical Thermometers

اساس کار : روش مقایسه ای است.

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

روش ۱ : ابتدا با تنظیم فاصلهٔ دو عدسی دوربین ، روی منبع دما zoom می کنیم. نور منبع دما پشت عدسیها به صفحهٔ 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 ماواء 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 :

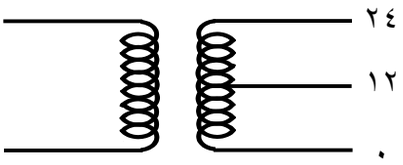
نیمه هادی ها نظیر دیود ، ترانزیستور و IC می توانند به عنوان TE بکار روند.

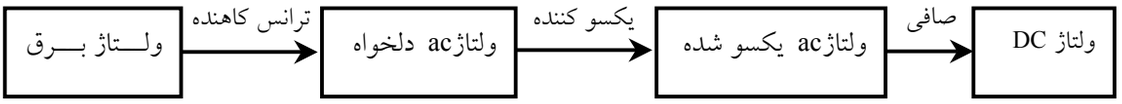
دیود را بایاس می کنیم و تغییرات ولتاژ بایاس را با تغییرات دما به دست می آوریم. درموردIC هائی که TE هستند ، تغییرات دمائی به صورت تغییرات ولتاژ ظاهر می شود که میتوان این تغییرات را توسط یک ولت متر اندازه گرفت.

ولتاژ ابزار دقیق :

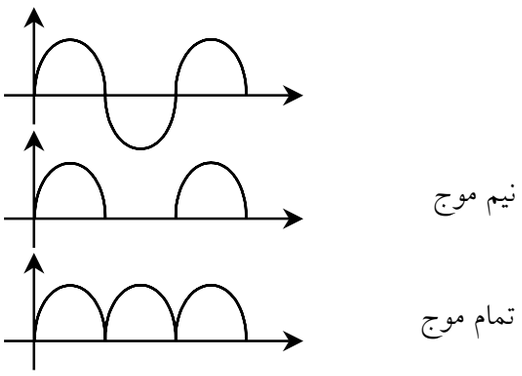
ولـتاژی کـه در ابـزار دقـیق بیشتر با آن سرو کار داریم ، VDC ۱۲ و VDC ۲٤ می باشد.

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

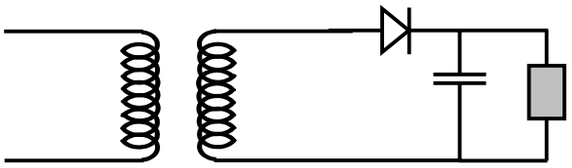




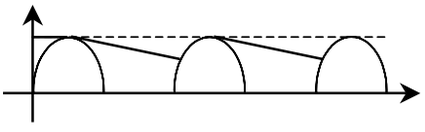
دو نوع یکسو سازی داریم :



یکسو سازی نیم موج :



اگـر در ایـن مدار بعد از خازن صافی ، یک مصرف کننده قرار دهیم شکل موج خروجی بصورت زیر خواهد بود :

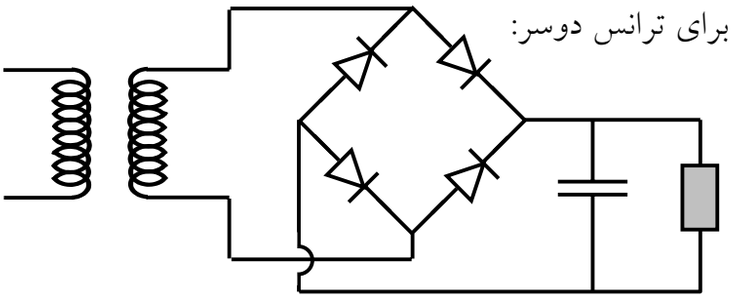


دو نوع یکسو سازی تمام موج معرفی می شود :

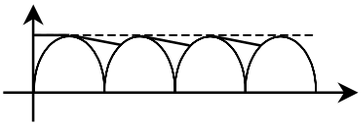
۱- برای ترانس دو سر

۲- برای ترانس سه سر

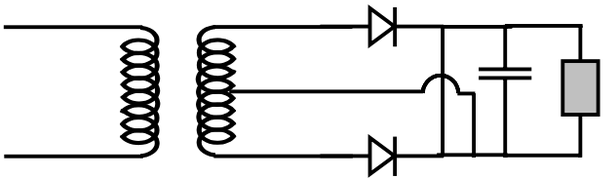
۱ – استفاده از پل دیود (Bridge) برای ترانس دوسر:



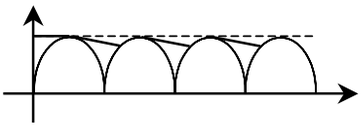
شکل موج خروجی ، بعد از قرار دادن یک مصرف کننده :



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 ریپل (ripple) نامیده می شود.

جهت حذف این ریپل 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.

TC : Temperature Control

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.

TIC : Temperature Indicator Control

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.

- رابطها :

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 ۵ – ۱ volt DC

۳- سیگنال جریان : جریان بین mA ۲۰ – ٤

٤- 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 برگهٔ 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 برگهٔ 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 برگهٔ 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.

٤ – **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 %	٥	۲۰	۱٥
۷٥ %	٤	۱٦	۱۲
٥۰ %	۳	۱۲	۹
۲٥ %	۲	۸	٦
۰ %	۱	٤	۳

خصوصیات هوای ابزار دقیق :

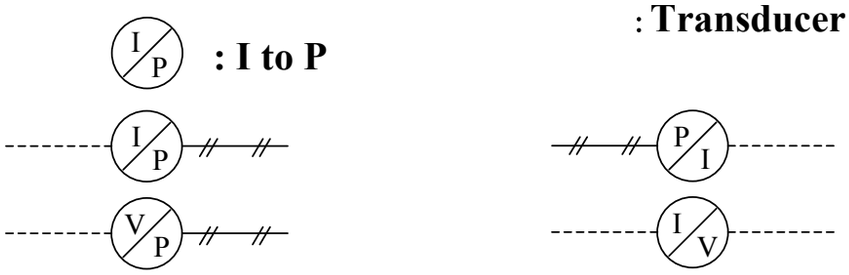
هـوای ابـزار دقـیق ، حاوی اطلاعات ابزار دقیقی نیست و یک هوای ثابت است. داخل سایت ۱۰۰ psi فشار دارد ، بدون رطوبت ، بدون گرد و غبار و بدون اکسیژن است و در واقع فقط هوای نیتروژن اسـت کـه خفـه کننده است و مشتعل نمی شود فقط در شرایط خاصی (فشار خاص ، دمای خاص) ممکن است با روغن ترکیب شده و ایجاد انفجار کند. 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 :

I to P :



Set point :

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

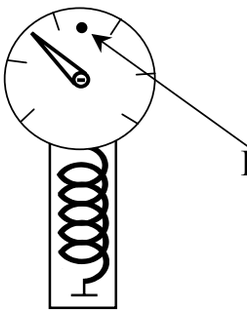
Measurment :

عـددی کـه در سـایت خوانـده شـده و یـا انـدازه گـیری میشـود بـه نـام measurment یـا مـیزان اندازه گیری شده نامیده می شود.

سوئیچ های دمائی : **Temperature Switch**

ساختمان : gauge عقربه ای (فنر) ، بی متال ، ، Bellows ، Tube – C ، Bourdon – Tube و مانیتور سوئیچ.

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



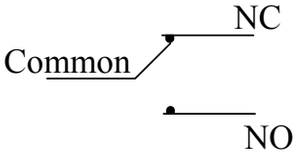
سنسـور بکـار رفته در این سوئیچ ممکن است حساس به نور و یا حساس به فلز باشد. زمانیکه عقربه به سنسور نزدیک می شود ، سنسور آن را حس کرده و به اتاق کنترل اعلام می کند.

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

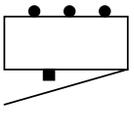
– عمـده تریـن مصـرف بـی مـتال در لوازم خانگی است و سوئیچ های کاپیلاری تیوب هم بیشتر در صنعت کاربرد دارند. مانیتور سوئیچ که در اتاق کنترل نصب می شود شامل المانهای الکترونیکی مثل C , R , IC و ... بوده و فقط با سیگنال های volt و mA کار می کند.

میکرو سوئیچ : یک نوع سوئیچ مکانیکی است.

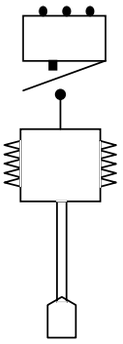
شکل داخلی :



شکل ظاهری :



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.

پـراب هـای 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.

یکـی از پـراب 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.

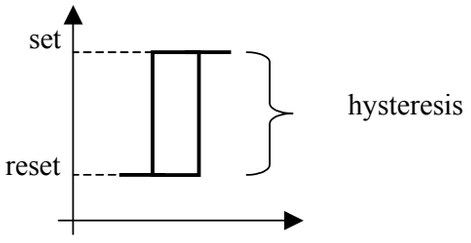
پین باقی مانده NC است.

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 هیسترزیس (Hysteresis) نامیده میشود.



سـوئیچها 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.

اگـر در یـک سـوئیچ از کنتاکـت NO اسـتفاده شود ، سوئیچ TSH خواهد بود ، یعنی سویئچی که با افـزایش دما از مقدار مجاز تغییر وضعیت می دهد واگر در یک سوئیچ از کنتاکت NC استفاده شود ، TSL خواهد بود.

کلـیه سوئیچ های TSL ، TSLL و TSLLL از یک نوع سیم بندی وسوئیچ 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 : یـک سـوئیچ حرارتی است که بصورت High بسته شده و با بالا رفتن دما از مقدار مجاز عمل می کند.

EX – فـرض کنـیم کـه در یـک مخزن ، دمای نرمال ۱۵ درجه سانتیگراد باشد و دمای صفر درجه سـانتیگراد دمائـی باشـد کـه در آن مـواد خـراب می شوند. TSL را روی ۱۰ درجه سانتیگراد تنظیم مـی کنـیم تـا موقـع رسـیدن بـه ایـن دما ، آلارم بدهد. اگر به آلارم TSL توجهی نشود و دما باز هم

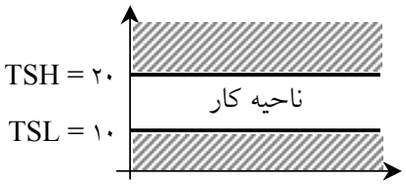
پائیـن تر برود و به فرض به دمای ٦ درجه سانتیگراد برسد در این حالت سوئیچ TSLL فعال شده و آلارم مـی دهد و اگر باز هم به آلارمها توجهی نشـود و دمـا باز هم پایین تر برود ، وقتی که دما به ۳ درجـه سـانتیگراد رسید سوئیچ TSLLL فعال شده که هم آلارم می دهد و هم سیستم را خاموش می کند تا سیستم حفاظت شده و خسارت وارد نشود.

در مـثال فـوق ، فرض کنیم که سوئیچ TSH را روی ۲۰ درجه سانتیگراد تنظیم کرده ایم ، یعنی اگر دمـای مخـزن بـالا رفـته وبه این دما برسد ، این سوئیچ فعال شده و آلارم می دهد . اگر به آلارم این سوئیچ توجهی نشود و دما باز هم بالاتر برود TSHH وبعد از آن سوئیچ TSHHH فعال می شوند. سـوئیچ TSHHH هـم آلارم مـی دهـد 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.



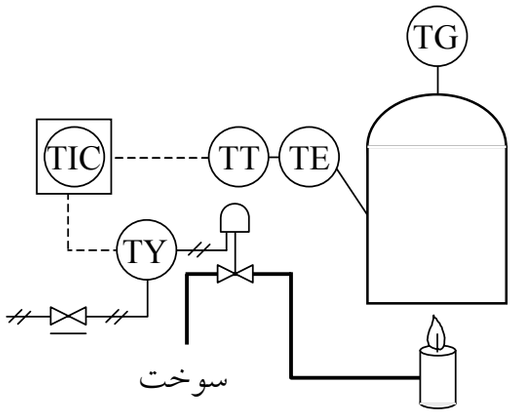
Temperature Transducer : TY

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 :

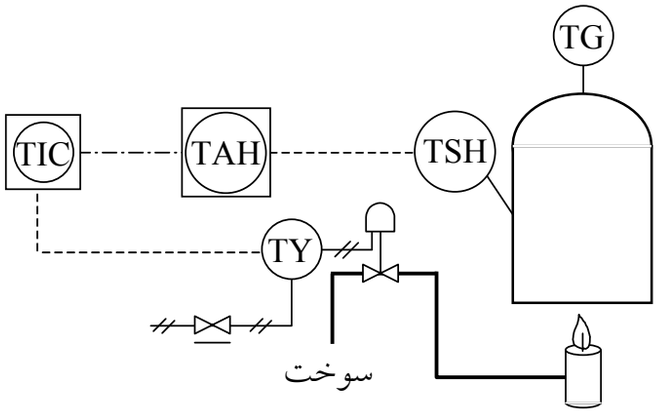
۱ – **P & ID** : **Process & Instrument Diagram**

نقشــه هــای بین ابزار دقیق و گروه پروسس که ارتباط یک تجهیز را با دیگر تجهیزات و اتاق کنترل را بیان می کند.

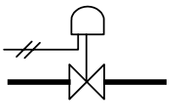
۲ – **HOOK UP** :

ایــن 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 .

TV : Temperature Valve

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

کنترل cascade :

اگـر در کنـترل یـک 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 استانداردی که دارای دقت اندازه گیری حداقل ۱۰ برابر دقت اندازه گیری تجهیز باشد.

Calibrator : دستگاه یا شخص کالیبره کننده است.

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

zero : ابتدای حد پایینی span : حداکثر طول اندازه گیری

zero = LRV

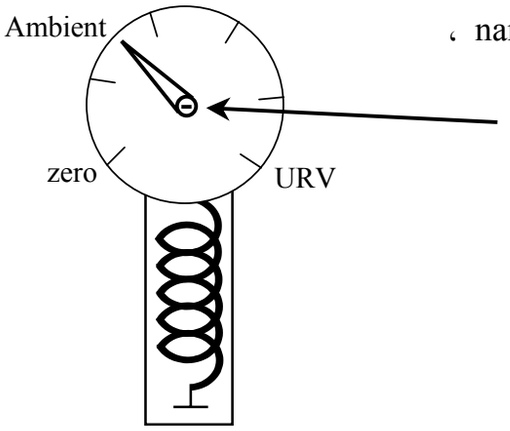
span = URV – LRV

LRV = Lower Range Value , URV = Upper Range Value

کالیبراسیون Temperature Gauge :

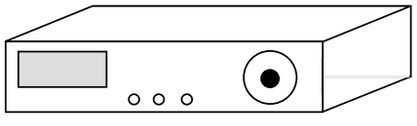
مدارک : data sheet ، کاتالوگ ، test sheet ، nameplate ،

tag کالیبره ، shop کالیبره .



در اکـثر gauge هـا پـیچ zero روی عقـربه وجـود دارد و اگـر نـبود توسـط pointer کش عقربه را در آورده و روی مقدارzero عقربه را جا می زنیم.

دسـتگاهی که جهت کالیبره دما بکار می رود ، **Oven** نام دارد. oven های امروزی علاوه بر داشتن سیسـتم گـرم کنـنده 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.

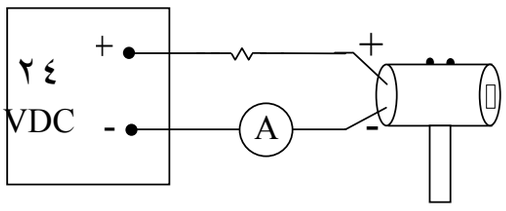
تنظیم zero : درجه oven را روی ۰ درجه سانتیگراد تنظیم می کنیم و TG را به آن وصل می کنیم. در این حالت عقربه باید روی عدد صفر باشد در غیر این صورت توسط پیچ zero و یا pointer کش آن را تنظیم می کنیم.

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 .

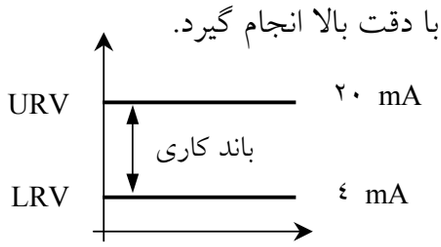
فرض کنیم رنج دمائی TT برابر با ۱۵۰ ~ ۱۰ - درجه سانتیگراد باشد. مدار مقابل را تشکیل داده و کالیبراسیون را شروع می کنیم.



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 ٤,۰۰ mA باشد در غیر این صورت بوسیله پیچ zero این کار را انجام می دهیم.

تنظیم span : بـرای تنظیم حد بالائی درجه oven را روی ۱۵۰ درجه سانتیگراد تنظیم می کنیم و در این حالت جریان باید مساوی mA ۲۰,۰۰ باشد و اگـر نـبود توسـط پـیچ span ایـن کـار را انجـام می دهیم.

عمل تنظیم را چندین بار تکرار می کنیم تا کالیبراسیون با دقت بالا انجام گیرد.



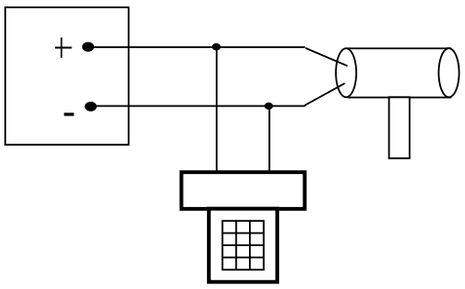
پـیچ zero بـدون ایـنکه بـاند کـاری را تغیـیر دهـد مجموعـه را بالا و پایین می برد ، ولی پیچ span باند کاری را تغییر می دهد. بهمین دلیل بعد از تنظیم باید عمل کالیبراسیون را تکرار کنیم.

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 .

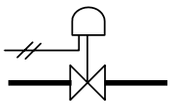
– ترانسـمیترهای هوشمند دارای یک مدار الکترونیکی شامل میکرو کنترلر هستند و فقط توسط یک keyboard کالیـبره مـی شـوند. keyboard بصورت موازی با ترانسمیتر قرار گرفته و اطلاعاتی نظیر شماره فنی ، تاریخ کالیبراسیون و ... را از آن خوانده و مقادیر لازم zero و span را می دهد.



انواع ترانسمیترهای هوشمند :

SFI – SFC – HEART Connection

شیرهای کنترل : Control Valves



شیرهائی هستند که توسط سیگنالهای ابزار دقیقی کنترل می شوند.

لوله هائی 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 ۱/۲ً ، ۱/٤ً ، ۳/٤ً موجودند و سایز pipe ها بزرگتر از ۳/٤ً می باشد.

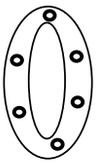
شکل ظاهری شیر کنترل :

قسمتهای مختلف شیر کنترل :

spring – ۱	diaphragm – ۲
tube – ۳	scale – ٤
pointer – ٥	stem – ٦
plug – ۷	seat – ۸
flange – ۹	body – ۱۰

scale : یک صفحهٔ 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 بوسیلهٔ پیچ و مهره بکار می رود.



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

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

Fail Open (FO)

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

Fail Close (FC)

انواع شیر کنترل از لحاظ شکل seat و plug :

۱ – needle　　۲ – globe

۳ – ball　　٤ – butterfly

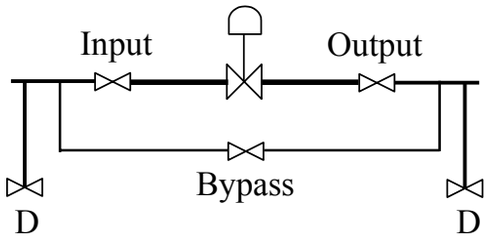
٥ – gate　　٦ – on / off

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

ایرادهائی 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 صفحهٔ 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 پروسسی هستند.

شـیرهای Input وOutput بـه عنوان ورودی و خروجـی کنـترل ولـو 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 وOutput 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 :

جهـت فـرمان دادن نـیاز بـه یک ترانسدیو (I/P) داریم تا جریان mA ۲۰ – ٤ را که از اتاق کنترل دریافـت می کند با استفاده از تغذیهٔ فشار هوای psi ۲۰ – ۱۷ به فشار هوای psi ۱۵ – ۳ تبدیل و به کنترل ولو تزریق کند.

- positioner : یـک وسیلهٔ کمکی است که مابین (I/P) و کنترل ولو قرار می گیرد ، جهت بهبود عملکـرد کنترل ولو ، افزایش سرعت عملکرد کنترل ولو و نشان دادن وضعیت کنترل ولو ، (I/P) و فشار خط . این وسیله از لحاظ لوله کشی مابین (I/P) و کنترل ولو قرار دارد و عملاً روی کنترل ولو نصـب مـی شـود و دارای سـه Gauge کوچـک ، بـرای ورودی ، خروجی و تغذیه می باشد و چون رگولاتـور positioner دارای gauge اسـت ممکـن است که gauge تغذیه را از روی positioner بردارند.

علت استفاده از positioner :

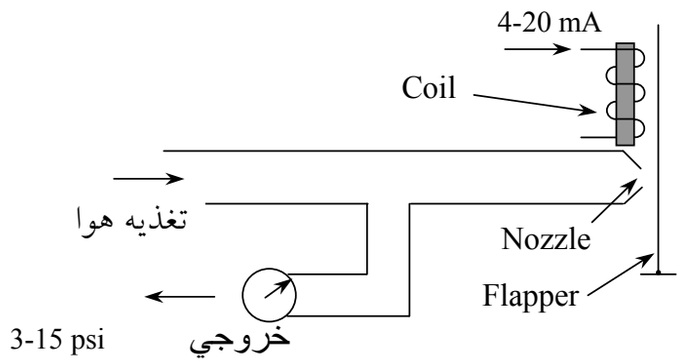
(I/P) یـک وسـیلهٔ ظـریف و حسـاس است و دیافـراگم یـک دایـرهٔ بـزرگ و لذا هوای زیادی را می تواند در خود جای دهد ، بنابراین کار (I/P) کند بوده و استهلاک آن بیشتر است به همین علت از positioner استفاده می کنیم.

عملکرد positioner :

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

اگـر فشـار ورودی positioner بیشـتر از فشـار 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 وصـل شده که یک فیدبک مکانیکی ایجاد می کند و میزان باز و بسته شدن کنترل ولو را مشـخص مـی کند. زمانیکه فشار داخل دیافراگم زیاد شد و به فشار ورودی positioner رسید ، عمل positioner بعنوان یک وسیله کمکی خاتمه می یابد.

ساختمان داخلی (I/P)



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

عمـل دریچـه flapper باعـث تنظـیم فشـار خروجـی مـی شود که این تنظیم با توجه به ورودی که بـر حسب میلی آمپر است انجام می شود. جریان از طـریق سـیم پیچ ، ایجاد میدان مغناطیسی کرده و مـیزان کشش flapper را به گونه ای تنظیم می کند که به ازای ٤ 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:

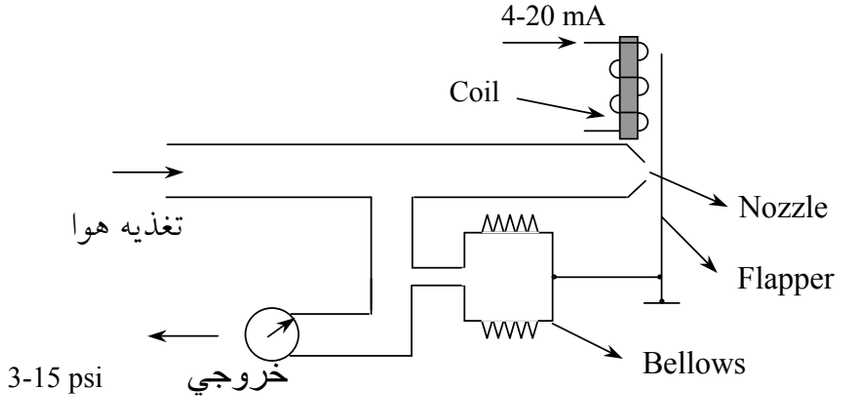
ورودی = سیگنالی که اتاق کنترل به سیستم می فرستد.

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 (I/P)

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 هـا شیرهائی 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.

وظـیفه 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 bellows ، C-tube ویا پمپ هیدرولیک باشد.

وقتـی 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 وبا 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 H2o , Pa (kPa – MPa)

اتمسفر : برابر با فشاری است که وزن اتمسفر (جو) اطراف کرهٔ زمین بر زمین و موجودات آن وارد می کند .

۱ at = ۱ bar = ۷٦ mm Hg , ۱ bar = ۱٤,٥ psi

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.

رابطه بین فشار نسبی و مطلق : فشار مطلق = فشار نسبی + ۱

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 :

شـبیه TG هـای کاپـیلاری تـیوب است با این تفاوت که درPG لولهٔ کاپیلاری تیوب ، vent به هوا است.

اجزاء :

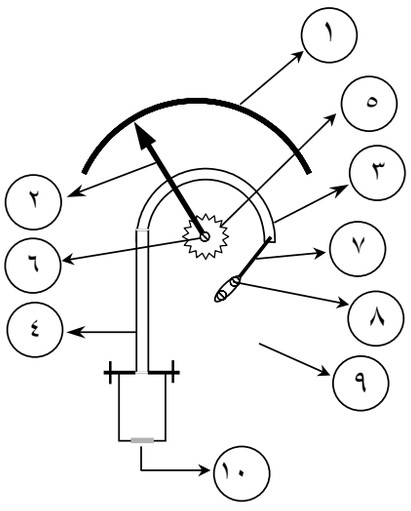
۱ – scale ۲ – pointer ۳ – C – tube ٤ – کاپیلاری تیوب

۵ – چرخ دنده ٦ – پیچ تنظیم zero

۷ – Force Bar ۸ – پیچ های تنظیم

۹ – sector

۱۰ – Cell ۱۱ – body

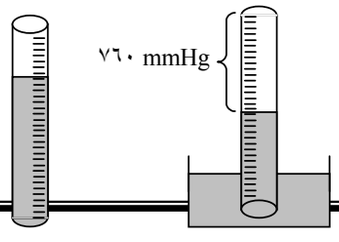


۲ – ساختمان PG از نوع بارومتر :

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

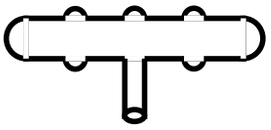
اجزاء :

لولهٔ شیشه ای مدرج – یک ظرف بزرگ - جیوه .



روش کـار : لولـهٔ شیشــه ای را پـر از جـیوه کرده و آن را درون ظرف پر از جیوه معکوس می کنیم . سـطح جـیوه در داخل لوله تا اندازه ای پایین می آید و یک خلاء نسبی در آن ایجاد می شود . ارتفاع جیوهٔ باقی مانده در لوله برابر با ۷۶۰ mmHg 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 دامنهٔ اندازه گیری

۳ – درجه اندازه گیری یا Scale ٤ – جنس قسمت رطوبت گیر

۵ – سـایز اتصالات (connection Size) : NPT = استاندارد بین المللی(mm) و BSP = استاندارد انگلیس و آمریکا (inch)

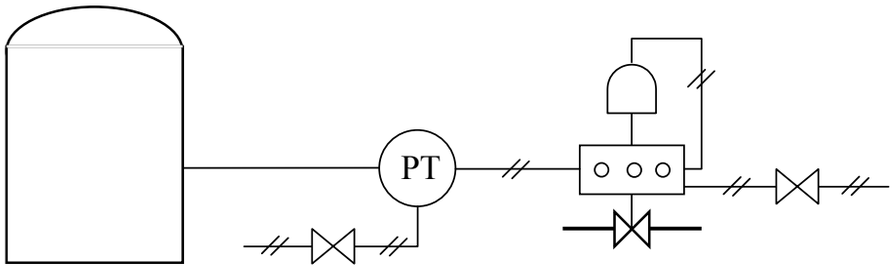
٦ – جنس قسمت داخلی و خارجی ۷ – دقت انداه گیری

۸ – نوع flange ۹ – نوع دیافراگم

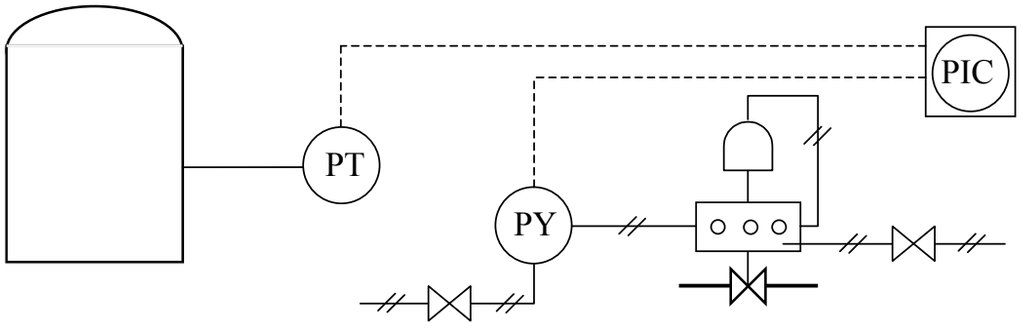
۱۰ – نوع ، طول و جنس کاپیلاری ۱۱ – زاویهٔ دید

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 .

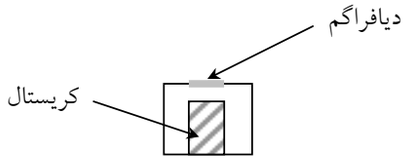


۲ – PT الکترونیکی : در این روش احتیاج به cell (سنسور فشار) داریم.



۲ – ۱) استفاده از سل کریستال :

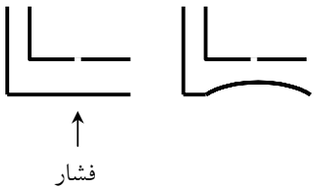
کریستال یک مادهٔ فیزیکی است که اگر به آن ولتاژ بدهیم حرکت می کند و اگر به آن ضربه وارد کنیم برق تولید می کند.



ساختمان داخلی کریستال :

دیافراگم یک مادهٔ 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 :

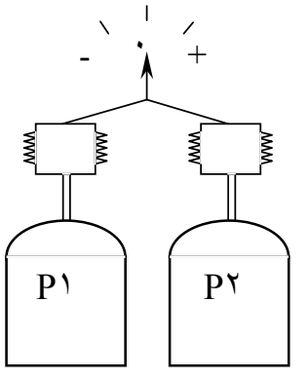


در ایـن نـوع خـازن صـفحهٔ بالائـی سـفت و محکم است و صفحهٔ پایینی نرم و قابل انعطاف . در اثر اعمـال فشـار صـفحهٔ پایینـی خـم شده و در نتیجه فاصلهٔ بین صفحات جوشنی خازن کم می شود و مـی دانیم که ظرفیت خازن با فاصلهٔ صفحات جوشنی نسبت عکس دارد. بنابراین افزایش فشار باعث افـزایش ظرفیت خازن می شود. تغییرات ظرفیت را می توان توسط یک اسیلاتور به تغییرات فرکانسی تبدیل و بوسیلهٔ یک فرکانس متر و یا شمارنده اندازه گرفت.

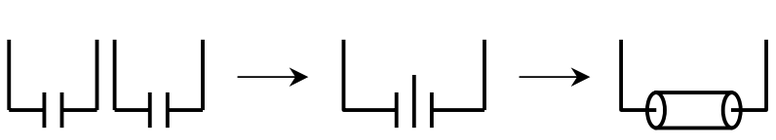
Pressure Difference Gauge : (PDG)

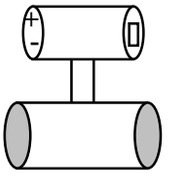
جهـت اندازه گیری اختلاف فشار دو مکان مختلف از این تجهیز استفاده می شود و ترانسمیتر مربوط به آن **Pressure Difference Transmitter (PDT)** نام دارد.

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.

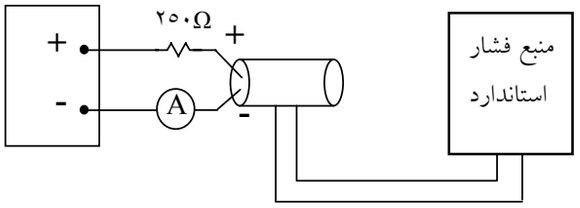
dp cell :سلولی است که بصورت تفاضلی کار می کند.

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.

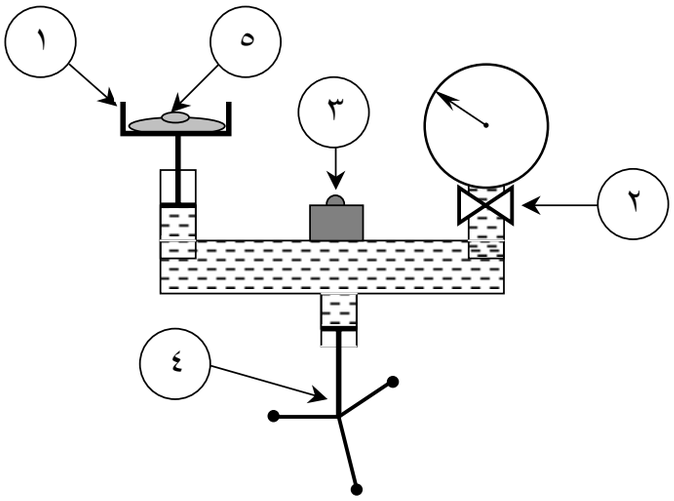
کالیبراسیون PT و PG :

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



منبع فشار استاندارد :

Dead Weight Tester :



اجزاء :

۱ – جایگاه وزنه ۲ – جایگاه PG یا PT ۳ – مخزن روغن

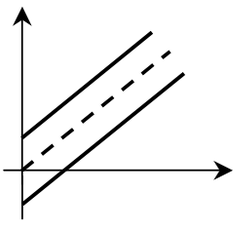
٤ – پمپ دستی ۵ – وزنه ٦ – بدنه

ابـتدا مخـزن روغن را باز می کنیم تا روغن وارد سیستم شده و پشت سیلندر پمپی جمع شود. سپس آنـرا مـی بـندیم تا روغن وارد مخزن نشود. شیر مـربوط به gauge (ترانسمیتر) را باز می کنیم و با سـیلندر ، روغـن را بـه داخـل سیستم پمپ می کنیم. زمانیکه فشار روغن و فشار نامی که روی وزنه نوشـته شـده اسـت یکـی شـدند، در این لحظه پیستون وزنه حرکت کرده و وزنه بطرف بالا می رود. در ایـن حالـت gauge بـاید عـددی که روی وزنه نوشته است را نمایش دهد، در غیر این صورت با پیچ span آنرا کالیبره می کنیم.

خطاهای gauge های فشار:

۱ـ خطای صفری :

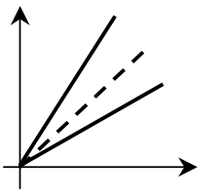
زمانـیکه هیچ فشاری به gauge وارد نمی شود، عقربه کمی پائین تر و یا کمی بالاتر از صفر است. در این حالت گوئیم gauge دارای خطای صفری است:



جهـت رفـع ایـن مشکل ، از پیچ zero که روی عقربه وجود دارد استفاده می کنیم. اگر عقربه ، پیچ zero نداشـته باشـد، با استفاده ازpointer 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 :

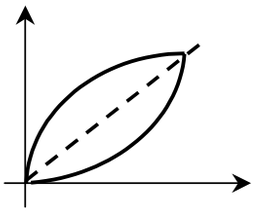
موقع تنظیم PG اگر در فشار bar ۱ فشار اندازه گیری شده برابر با ۱/... یا ۰/۹۹... (کمی بیشتر از یک ویا کمی کمتر از یک) باشد واین خطا با افزایش وزنه های استاندارد فشار، بیشتر شود گوئیم gauge دارای خطای ضربی است :



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 :

دفـرمه شـدن C – Tube در اثـر فشـار range over را گویند.

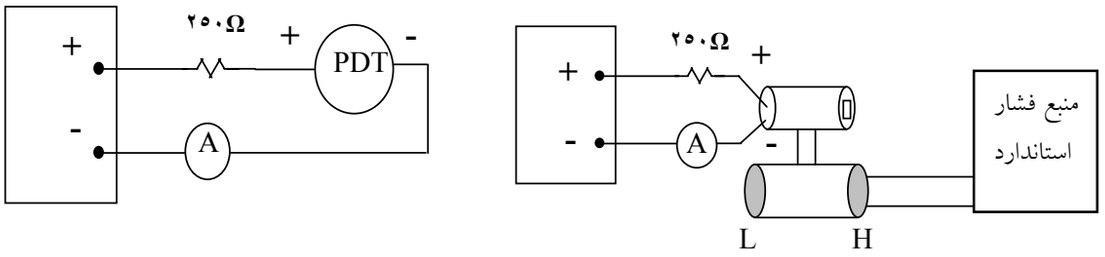
تعـریف : رنـج کـاری مفـید هر gauge در محدودهٔ ٪۷۵ ~ ٪۲۵ است ، یعنی gauge در این محدوده دقیق تر عمل می کند.

بـه عـنوان مثال برای اندازه گیری فشار۶bar 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 bar ~۲ است.

کالیبراسیون PDG و PDT :

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



تنظـیم zero : در شرایط صفر که هیچ فشاری وارد نمی شود ، جریان اندازه گیری شده بایستی برابر بـا ۴,۰۰ mA باشـد. در غـیر اینصـورت از طـریق پـیچ zero و اگـر 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 بـه اندازه گیری آن است. این عدد در data sheet و nameplate نوشـته شـده اسـت .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 :

تنظـیم شامل zero check (zero Adj) است که در سایت انجام می گیرد . جهت تنظیم یک تجهیز نـیاز بـه permit و نقشـهٔ P&ID داریـم 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 . بـرای تنظـیم PT بـاید آن را در شرایط صفری قرار دهیم . برای این کار از وسیله ای بنام manifold استفاده می کنیم .

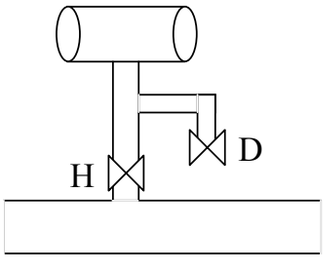
تعریف :

manifold وسـیله ایسـت کـه شـامل چندین شیر است و ترانسمیتر را محافظت می کند و آن را در سـرویس قـرار داده و یـا از سـرویس خـارج می کند و در شرایط صفری قرار می دهد و برای بستن ترانسـمیتر روی یـک سـاپورت 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 .

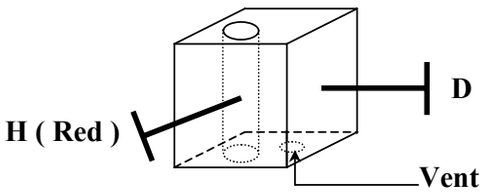
Manifold ۲ شیره :



زمانی که ترانسمیتر در سرویس است شیر H باز و شیرD بسته است .

شـیرH مـی توانـد مسیر پروسس را از مسیر ابزار دقیق ایزوله کند، پس با بستن این شیر ترانسمیتر از سـرویس خـارج می شود و فشاری که داخلline وجود داشت در داخل آن حبس میشود. شیر D را باز می کنیم و اصطلاحاً مواد را Drain یا Vent می کنیم تا ترانسمیتر در شرایط صفر قرار بگیرد. در ایـن حالـت بـاید جـریان ٤ .٠٠ mA را داشته باشیم وگرنه توسط پیچ zero و یا Keyboard آن را تنظـیم مـی کنـیم . بعد از تنظیم ابتدا شیر D را بسته و سپس شیرH را باز می کنیم و ترانسمیتر را در سرویس قرار می دهیم.

شکل ظاهری Manifold ۲ شیره :



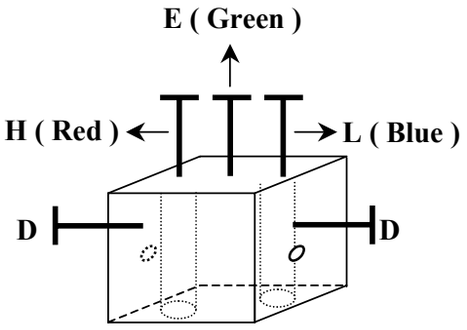
manifold دارای شکلی کاملاً متقارن است و فقط vent تقارن آن را بهم می زند . اگر manifold به صورت اشتباه در مسیر قرار بگیرد نمی تواند ترانسمیتر را در شرایط صفری قرار دهد و اگر شیر D را باز کنیم مواد داخل به بیرون می ریزد .

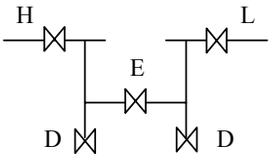
Flash کردن : عمل خارج کردن مواد زائد از داخل manifold و لوله های ترانسمیتر را Flash کردن و یا Drain کردن گویند .

- اگر فشار وارده بر سل یک ترانسمیتر کمتر از مقدار zero آن باشد در این صورت ترانسمیتر back زده و جـریان ثابت ۳,٦ 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 ۵ شیره :

این نوع manifold مربوط به DPT هاست.





شیر E مساوی کنندهٔ فشار استاتیکی H و L است.

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

ایـن نـوع PT هـا اخـتلاف فشـار 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 :

فشـار بیشـتر از ۱ bar باعـث دفـرمه شدن سل می شود ولی فشار داخل لوله ها ویا مخازن ممکن اسـت بـه ۱۰ bar هـم برسـد . اگـر ایـن انـدازه فشـار فقـط بـه یک سل ترانسمیتر وارد شود باعث

دفـرمه شـدن سـل مـی شـود ولـی 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.

سـپس هـر دو شـیر H و L را بصـورت یکسـان و یکنواخـت بـاز مـی کنـیم و در آخر شیرE را مـی بـندیم. در ایـن حالـت ترانسـمیتر در سـرویس قـرار می گیرد و اختلاف فشار را اندازه گرفته و بصورت میلی آمپر مخابره می کند.

از سرویس خارج کردن DPT :

ابـتدا شـیر E را بازمـی کنـیم و شـیرهای H و L را مـی بندیم. در این حالت ترانسمیتر از سرویس خارج شده و جریان ارسالی آن باید برابر با ٤,٠٠ mA باشد.

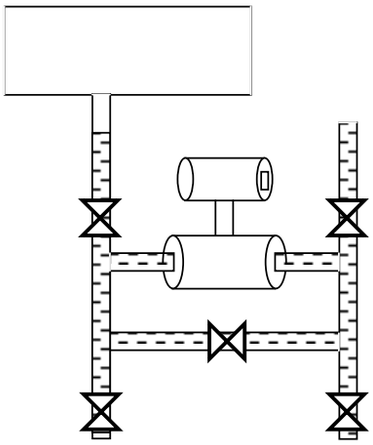
Drain کردن :

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.

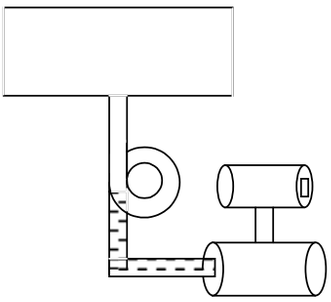
۲ – سوختن سل ترانسمیتر در دمای بالا :

سـل ترانسـمیتر در دماهـای بالاتـر از ۱۵۰ درجه سانتیگراد از بین می رود و لذا جهت اندازه گیری فشار مکانهائی که دمای خیلی بالائی دارند از روشهای زیر استفاده می کنیم :

الف – استفاده از لولهٔ بلند : با توجه به شکل یک لولهٔ بلند در حدود ۲ متر به لولهٔ اصلی وصل کـرده و یک سر آن را به سل ترانسمیتر 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) :



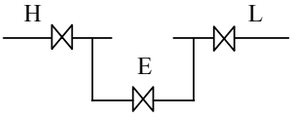
سیفون لوله ایست که بصورت حلقوی در آمده است.

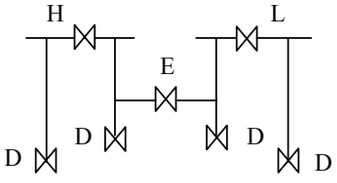
آب Condense در سیفون جمع شده وبه داخل line بر نمی گردد.

تذکر :

شـیرهای H وL در manifold مشـخص هسـتند و لـذا اگـر در یک محل که DPT نصب می شود فشار وارده برL بیشتر از فشار وارده برH باشد در این صورت ترانسمیتر back زده و جریان ثابت ۳,٦ mA را می فرستد.

Manifold ۳ شیره و ۷ شیره :



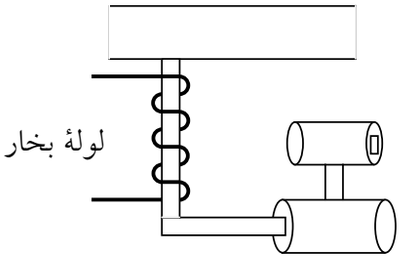


روشهای جلوگیری از یخ زدن لوله های کاپیلاری تیوب :

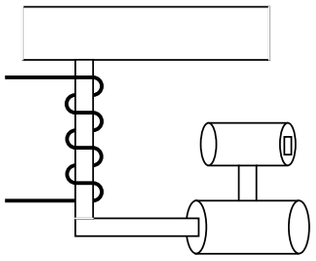
۱ – ایزولاسیون یا عایق کاری

۲ – استفاده از گرم کننده ها :

الف – استفاده از لوله بخار (Steam Tracing)



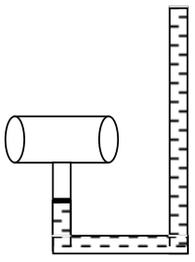
ب – روش Electrical Tracing یـا Heat Tracing : سـیمهائی شـبیه سـیمهای معمولـی هستند که دور لولهٔ ابزار دقیق پیچیده می شوند و در اثر عبور جریان تا دمای ٦٠ درجهٔ سانتیگراد گرم می شوند.



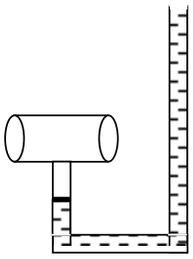
استفاده از کاپیلاری تیوب در فشارسنجی :

اگـر در داخـل لولـهٔ موئیـن هـیچ مایعی نباشد در اینصورت فشار ناشی از ستون هوا که در همه جا یکسـان است هیچ تأثیری در عمل فشارسنجی نخواهد داشت. برای عملکرد لولهٔ موئین داخل آن را با یـک مـایع پـر مـی کنیم. اگر قسمت فوقانی لوله بسته باشد ، در اینصورت فشار برابر با فشار ارتفاع ستون مایع می شود :

$$P_{cell} = P_{\text{ستون مایع}}$$

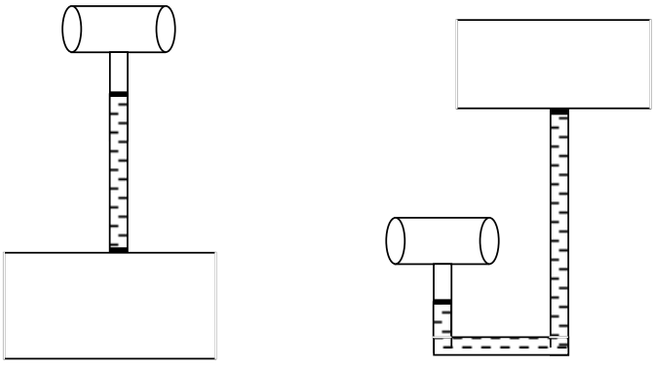


و اگر قسمت فوقانی لوله باز باشد فشار برابر است با :

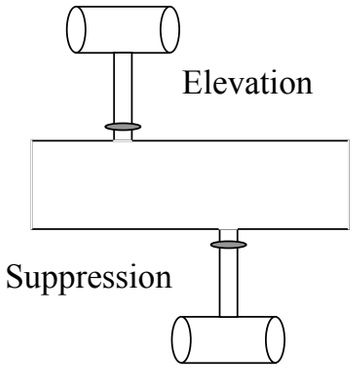


$$P_{cell} = P_{\text{ستون مایع}} + P_{at}$$

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



اگر cell پایین تر از ترانسمیتر قرار بگیرد Elevation و اگر بالاتر از ترانسمیتر باشد Suppression است.



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

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

سوئیچ های فشار : Prassure Switch (PS)

انواع **PS** :

PSH , PSHH , PSHHH

PSL , PSLL , PSLLL

تفاوت این دو گروه در نحوهٔ سیم بندی آنهاست.

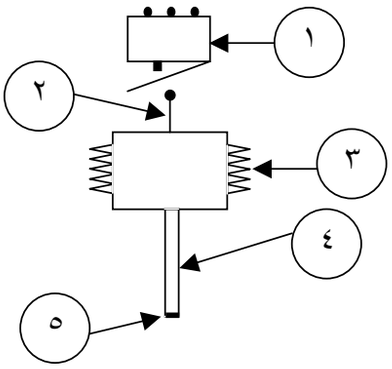
PSH : سـوئیچ حسـاس بـه فشار است که بصورت High بسته شده و با افزایش فشار از یک حد معین عمل می کند.

PSL : سـوئیچ حسـاس بـه فشـار اسـت کـه 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 وگاه از proximity های کوچک در کنار عقربه استفاده می شود.

اجزاء :



micro switch – ۱ force bar – ۲

bellows – ۳ Capilary Tube – ٤

cell – ٥ body – ٦

علل کاربرد سوئیچ :

۱ – حفاظت از تأسیسات و دستگاهها

۲ – هشداری عملیاتی یا آلارمها

۳ – ایمنی و حفاظت جهت تصمیم گیری

٤ – ارتباط بین قسمتهای فنی و فرایندی

٥ – 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 – نقطهٔ تنظیم : set point

۳ – عمل گر : Operator

مشخصات انتخاب یک سوئیچ :

۱ – نوع کمیت فیزکی مورد سنجش

۲ – رنج یا دامنهٔ عمل

۳ – مقیاس (scale)

٤ – دقت اندازه گیری

٥ – نوع اتصال و طریقهٔ استاندارد آن

٦ – جنس سوئیچ

۷ – نقطهٔ تنظیم (set point)

۸ – نوع مکانیزم تغییر وضعیت

۹ – نوع gland

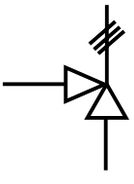
۱۰ – مقاومت الکتریکی پلاتین یا کنتاکتور

۱۱ – درجه حفاظت سوئیچ (درجهٔ 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 – مهرهٔ قفل شده : lock nut

۲ – spraing ۳ – plug

٤ – seat ٥ – flange

٦ – body

هر چه اندازهٔ 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 وplug را باز کرده و مواد را خارج می کند.

کالیبراسیون PSV :

۱ – از طریقهٔ دریچهٔ بالائی (بصورت جزئی)

۲ – از طریق seat و plug (تنظیمات کلی)

مدارک لازم :

اخـذ مجـوز کـار – data sheet – کاتالوگ – nameplate – test sheet – کارگـاه کالیـبره – میز مخصوص PSV – کالیبراتور .

روش کار :

ورودی بـه یـک منـبع فشـار اسـتاندارد وصل می شود. خروجی را به یک شیلنگ پلاستیکی سفید و شـفاف وصـل کـرده و داخـل یـک ظـرف 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.

مقـدار Relief را از کاتـالوگ مطالعـه مـی کنـیم و زمانـیکه فشـار 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 قـابل شـمارش نیسـت و در این حالت مطمئن می شویم که PSV در ۱۰۰ % از set point عمل pop را انجام خواهد داد .

در صـورتیکه عمل pop انجام شود در بعضی از سایتها مشکلاتی برای PSV بوجود می آید ، لذا تا سیسـتم از مـا عمـل pop را نخواهـد کالیبراسـیون PSV را فقـط از طـریق bubble و relief انجام می دهیم.

PCV : یـک شـیر کنترل است که فشار را تنظیم می کند و در مسیر گازها قرار می گیرد. این تجهیز شـبیه رگولاتـور عمـل می کند و فقط در کارگاه کالیبره می شود.

ساختمان : Body – Flange – Diaphragm – Spring

کالیبراسیون PCV :

پـیچ بالائـی را مـی پیچانیم و فشار خروجی را بوسیلهٔ یک gauge اندازه می گیریم و وقتی به میزان لازم رسید با استفاده از lock nut آن را ثابت می کنیم.

جریان : FLOW

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

فلـو بـرای سـیالات و در داخـل لولـه بـه شـرطی مطـرح مـی شـود که حرکت داشته باشند و هرچه سرعت حرکت سیال بیشتر باشد فلو هم بیشتر است.

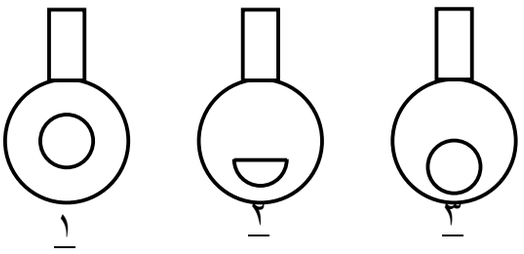
انواع فلو سنجی :

الف – روشهای غیر مستقیم :

A – استفاده از ترانسمیترهای dp cell :

A – ۱) روش Orifice Plate :

Orifice یـک 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.

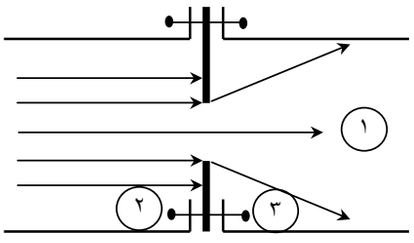
جریان آرام ، جریانی است که مولکولهای آن سیال به موازات یکدیگر و با سرعت ثابت در حرکت باشند.

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 زائدی 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.

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 :



پـس از قـرار دادن orifice plate در مسـیر آرام سـیال یک جریان ناآرام به وجود می آید. ناحیه ۱ به راحتـی از داخل لوله عبور می کند ، ناحیه ۲ به orifice بـرخورد کـرده 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 یـک سنسـور خازنـی اسـت که اختلاف فشار را می سنجد و جهت ایجاد اختلاف فشار در داخل لوله از یک orifice استفاده می کنیم :

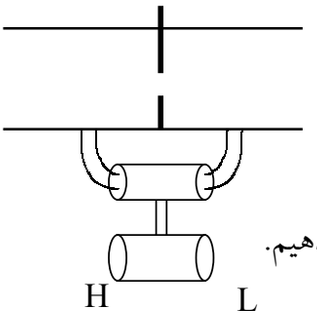
$F \alpha \Delta P \longrightarrow F = K\sqrt{\Delta P}$

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

F = فلـو ، M = جـرم سـیال ، V = سرعت سیال ، ΔP = اختلاف فشار ایجاد شده توسط FE از نوع dp cell .

در FE هائـی کـه بصـورت dp cell کـار می کنند ، ترانسمیتر مربوط به آنها نیز dp cell بوده و یک علامت($\sqrt{}$) روی آنها وجود دارد و به این نوع ترانسمیترها اصطلاحاً square rote گویند.

قرار دادن یک ترانسمیتر در مسیر فلو :

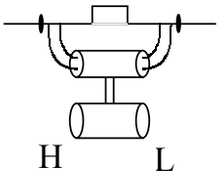


اگر قطر لوله برابر با D باشد تا فاصله ۳D هیچ اغتشاشی وجود ندارد و لذا جهت اندازه گیری فلو سل ها را در نزدیکیorifice ، سل H را قبل از آن و سل L را بعد از آن قرار می دهیم.

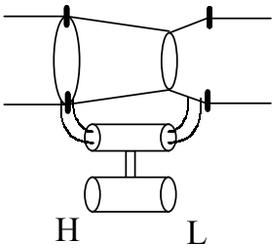
A – ۲) روش Venturi Tube :

ونـتوری یـک تـیوب است که در مسیر جریان و مابین لوله پروسسی

قرار می گیرد :



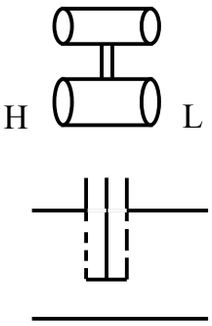
A – ۳) روش Flow Nozzle :



A – ٤) روش آنوبار :

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

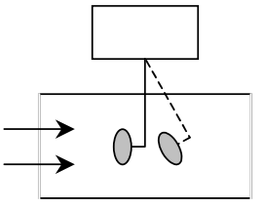
سل H فشار هیدرواستاتیکی و هیدرودینامیکی را اندازه می گیرد و سل L فقط فشار هیدرواستاتیکی را .



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 فشردگی آن توسط سیستم الکترونیکی سنجیده می شود .

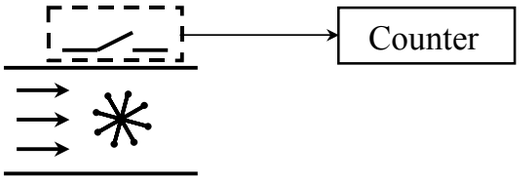


ب) روشهای مستقیم :

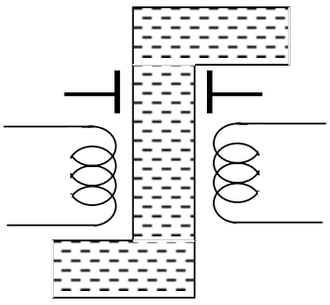
۱ – Turbine meter :

در ایـن روش پـروانه را بـه صـورت آهنربائـی درسـت مـی 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.

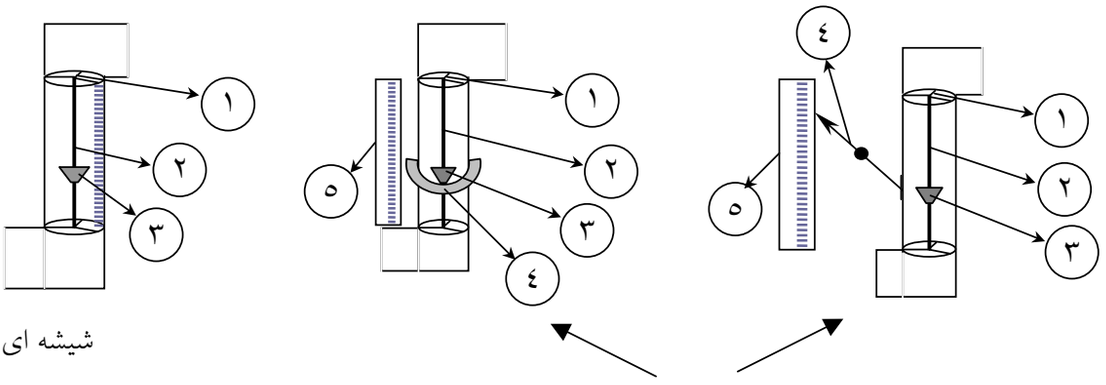
۲ - سیال داخل لوله هادی باشد.

۳ - جریان سیال عمود بر خطوط مغناطیسی باشد.

جهـت 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.



اجزاء :

١ – سه پره guide – ٢ ٣ – شاقول pointer – ٤ scale – ٥ body – ٦

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

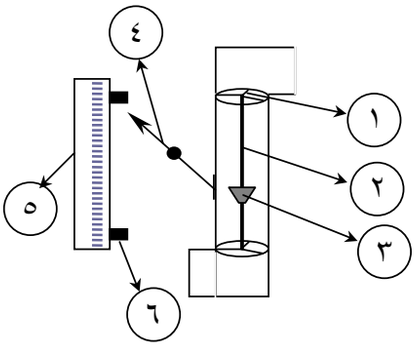
٤- روش چرخ دنده : (Rotating Vane)

چـرخ دنـده هـا 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 بالائی داشته و از آن در دستگاههای گران قیمت و آنالایزر استفاده می شود.

سوئیچ های فلو : (FS) Flow Switch

از روتـا میـتر و سـوئیچهای proximity در کـنار عقـربه استفاده می کنیم . این نوع سوئیچ بصورت عمودی نصب می شود .



ساختمان :

١ – سه پره guide – ٢ ٣ – شاقول pointer – ٤

scale – ٥ Proximity switch – ٦ body – ٧

کالیبراسیون FT :

ترانسمیترهائی که در روشهای dp cell (orifice ، venturi ، nozzle و آنوبار) بکار رفته اند به روش کالیبراسیون ترانسمیترهای dp cell در بحث فشار کالیبره می شوند.

سطح : LEVEL

تعریف :

ارتفاع سطح مایع از کف مخزن Level نام دارد .

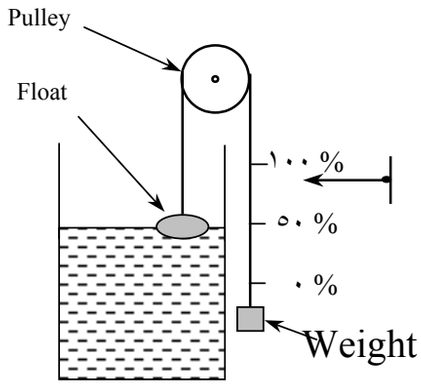
واحد :

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

انواع Level سنجی :

A) روشهای مستقیم :

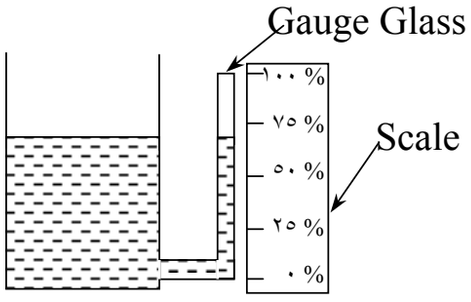
۱ – استفاده از نوار شاقول :



درجه بندی به صورت درصدی است .

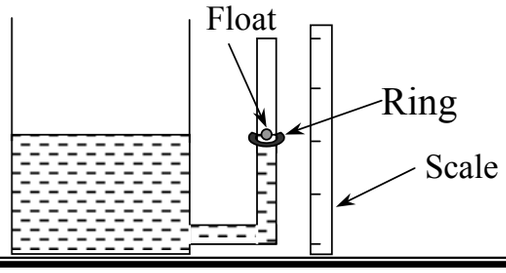
۲ – استفاده از Gauge Glass :

مـایع داخـل مخـزن هـر انـدازه ارتفاع داشته باشد ، به همان میزان نیز در داخل لولهٔ شیشه ای ارتفاع خواهد داشت .



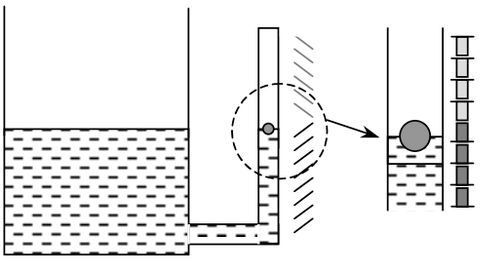
۳ – روش مغناطیسی :

۱ – ۳) استفاده از Floater :



شناور حتماً باید از جنس آهنربا باشد تا بتواند حلقهٔ آهنی را در بیرون لوله نگه دارد .

۲ – ۳) استفاده از پولکهای رنگی :

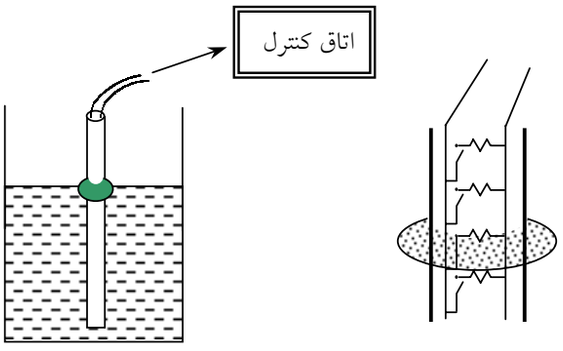


شـناور از جـنس آهنرباسـت . پولکها از جنس آهن بوده و معمولاً در اندازهٔ ۱cm × ۲ cm ساخته می شوند و طرفین آن به دو رنگ قرمز و زرد و یا قرمز و آبی می باشد .

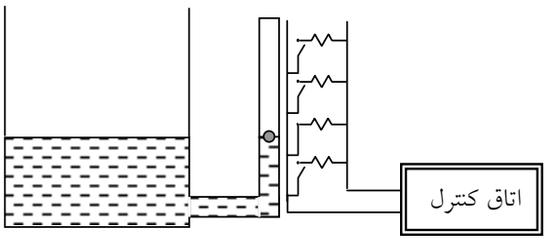
بـا جابجایی فلوتر در داخل لوله ، جهت پولکها عوض شده و در نتیجه از روی جهت و رنگ پولکها محل فلوتر و میزان Level مایع در داخل مخزن مشخص می شود .

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

بـا تغیـیر سـطح و جابجائـی فلوتـر یکـی از relay هـا فعـال شـده و مـیزان جریان در اتاق کنترل اندازه گیری می شود و بدین ترتیب سطح مایع مشخص می شود .

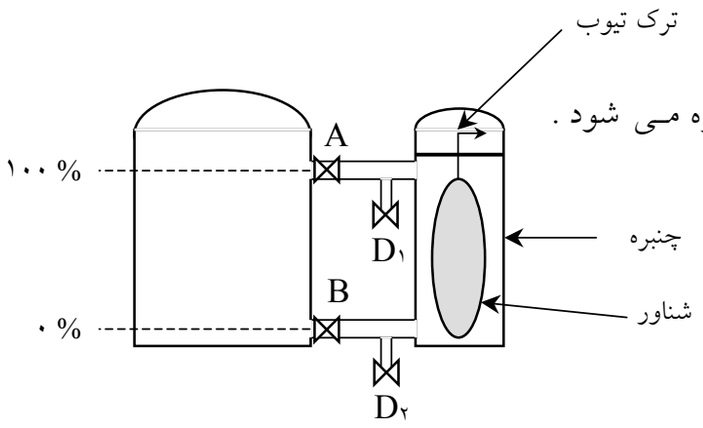


٤ – ۳) استفاده از Read _ Relay در خارج مخزن :



٤ – استفاده از Displacer :

displacer ترجیحاً در سایت کالیبره می شود .



دلایل :

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 درسایت ، در دسترس است .

کالیبره در سایت :

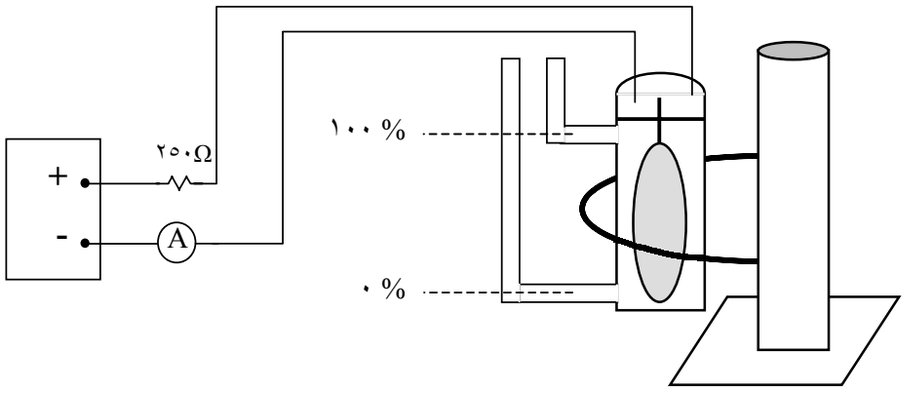
ابتدا شیرهای A و B را می بندیم تا ترانسمیتر ایزوله شده و ارتباطش با مخزن قطع شود .

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 ٤,۰۰ 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.

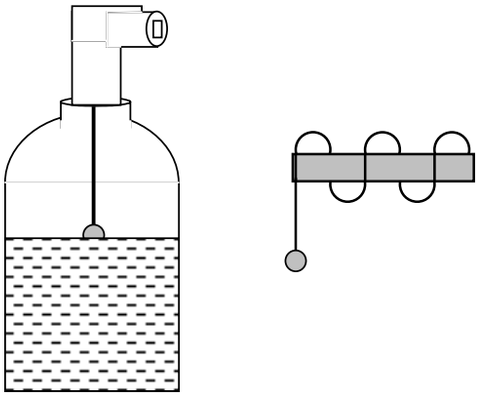
عمل کالیبراسیون را چند بار انجام داده و مقادیر میانی را نیز اندازه می گیریم.

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

۵ – استفاده از ATG : (Advance Technology Gauge)

ایـن نـوع ترانسـمیتر در بالای مخزن نصب می شـــود و دارای یـــک میکروکامپـــیوتر اســـت و اندازه گیری را به صورت نرم افزاری انجام می دهد.

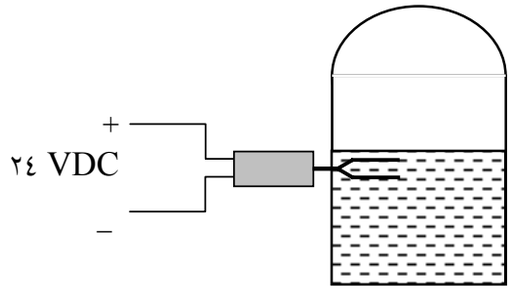
دارای یک وزنهٔ فلزی به قطر ۵cm است که توسط یک قلاب و سیم فولادی نازک و بلند به قرقره وصـل اسـت. موتـور روشن شده و آرام آرام قرقره را باز کرده و وزنه را به پایین می فرستد. زمانیکه وزنـه به سطح مایع رسید ، کاهش وزن آن توسط مدارات داخل ترانسمیتر اندازه گیری شده و میزان Level اندازه گیری می شود.



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

٦ – دیاپازن : « جهت اندازه گیری سطح جامدات در مخزن »

یـک کریسـتال 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.

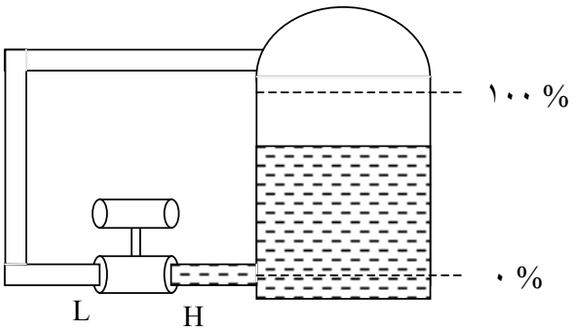


B) روشهای غیر مستقیم :

۱ – استفاده از ترانسمیترهای dp cell :

۱ – ۱) روش Dry Leg : « Direct »

مخـزن سـر بسـته : در ایـن سیسـتم سل H به ۰ % مخزن وصل می شود و سلL به مکانی بالاتر از ۱۰۰ % مخزن .



اندازه گیری سطح Level در این سیستم :

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

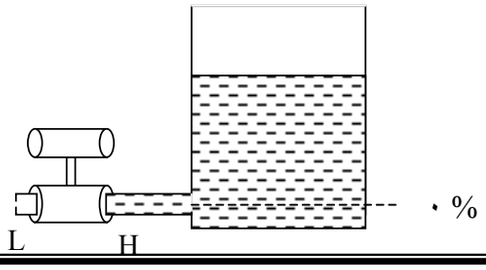
= (فشار گاز) - (فشار گاز) = 0 ⟶ I = 4.00 mA

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

= فشار ستون مایع ⟶ I = 20.00 mA

مخزن سر باز :

در ایـن سیسـتم ، سـل H بـه مخزن وصل می شود و سل L ، blank می شود و فقط یک روزنهٔ کوچک در آن قرار داده می شود تا فشار اتمسفر بتواند به آن وارد شود.



اندازه گیری سطح Level در این سیستم :

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

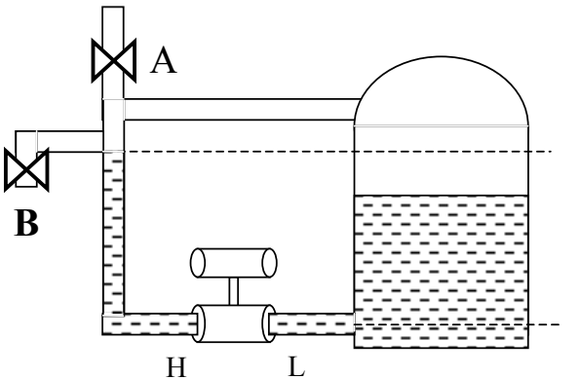
= (فشار اتمسفر) - (فشار اتمسفر) = 0 ⟶ I = 4.00 mA

مخزن پر : $P_{dp\ cell} = P_H - P_L$

= (فشار اتمسفر) - (فشار ستون مایع + فشار اتمسفر) = فشار ستون مایع , I = 20 mA

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

۲ – ۱) روش Wet Leg : « Reverse »



سل L به ۰ % مخزن و سل H توسط 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 ریزاست 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 :

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

= (فشار گاز) - (فشار ستون مایع + فشار گاز) = فشار ستون مایع , I = 20.00 mA

مخزن پر : $P_{dp\ cell} = P_H - P_L$

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

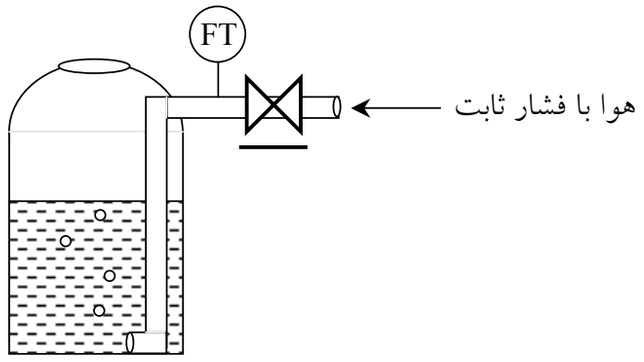
همانطور که مشاهده می شود این سیستم به صورت Reverse کارمی کند ، یعنی جریان ارسالی به اتاق کنترل با میزان Level نسبت عکس دارد.

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 :

روش **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 ، شیرD را بسته و ترانسمیتررا درسرویس قرار دهیم.

روش **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.



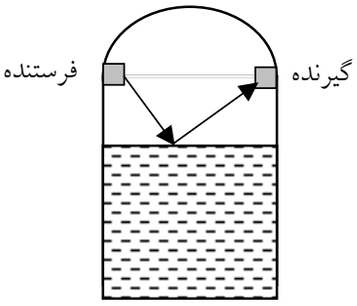
۲ – روش حباب هوا : « Bubble »

ایـن روش در مـواردی اسـتفاده مـی شـود که مواد داخل مخزن اثر خورندگی شدید داشته ویا سمی باشند.

یـک هوا با فشار ثابت را توسط یک لوله به داخل مخزن می فرستیم . زمانی که مخزن خالی است هوا خیلـی راحت از لوله خارج شده و فلوی اندازه گیری شده حداکثر است و FT جریان mA ۲۰ را به اتـاق کنـترل می فرستد و وقتی مخزن تا % ۱۰۰ پر است سرعت حبابهای خارج شده از سر لوله کم است و جریان mA ٤ 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 t۱ امواج را می فرستد و گیرنده در زمان t۲ این امواج را دریافت می کند و با توجه به رابطهٔ $\Delta t = t_2 - t_1$ میزان level مشخص می شود .

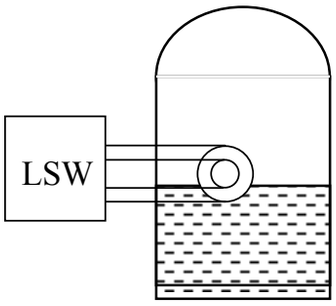
یعنی هر چه Δt عدد کوچکتری باشد بدین معنی است که سطح level در مخزن بالاست.

٤ – استفاده از رادیواکتیو : Radiation

در ایـن روش جهـت تشعشـع از اشـعهٔ γ کـه جـزو امـواج الکترومغناطیسـی است و با سرعت نور حرکت می کند استفاده می شود.

۵ – روش خازنی :

از ایـن سنسـور بـرای مـوارد خـاص و خیلـی حساس استفاده می شود و تقریباً ۱۵ cm – ۱۰ را انـدازه مـی گـیرد. وقتـی 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 – کلـیدهای مکانیکـی کـه توسط یک محرک ، جریان را قطع می کنند . نظیر read – relay ها که توسط یک آهنربا تحریک می شوند.

۲ – فلوترهائی که به یک محور وصل هستند و با تغییر level تغییر وضعیت می دهند.

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

٤ – مانیتور سوئیچ که در اتاق کنترل قرار دارد .

کالیبراسیون LT :

ترانسـمیترهائی کـه 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.