



شناسنامه فناوریانه کالا/خدمات مورد تقاضای صنعت گاز ایران

طراحی و ساخت دستگاه اندازه گیری فشار و اختلاف فشار
Pressure & Differential Pressure Transmitter (PT/DPT)

معرفی تقاضای فناوریانه

مقوله اندازه‌گیری کمیت‌ها و پارامترها، در نظارت بر صحت انجام و کنترل فرآیندهای صنعتی نقش مهمی را ایفا می‌کند. بر این اساس که موضوع مذکور با تأمین ایمنی تأسیسات و افراد ارتباط مستقیمی دارد، لذا در اتوماسیون صنعتی هر تجهیزاتی که اطلاعات را از فرآیند تحت کنترل جمع‌آوری می‌کند، حائز اهمیت است. یکی از تجهیزاتی که بیشترین سهم را در جمع‌آوری اطلاعات از فرآیندهای حوزه نفت و گاز دارد، ترانسمیتر است. این قبیل تجهیزات که تحت کاربردها و انواع مختلفی طراحی و ساخته می‌شوند، پارامتر مورد نظر را اندازه‌گیری و به صورت سیگنالی الکتریکی به واحد کنترل‌کننده ارسال می‌نمایند تا به کاربر نمایش داده شود یا از طریق عناصری مانند شیر کنترل مورد استفاده قرار گیرد.

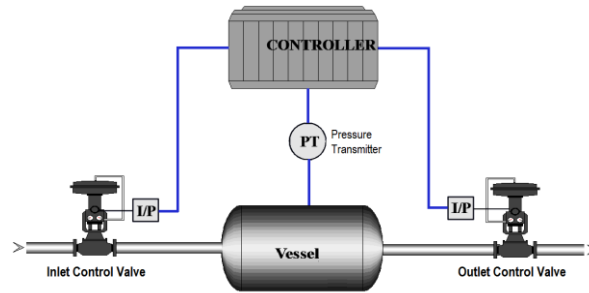
فشار و اختلاف فشار یک سیال از جمله پارامترهای کلیدی در فرآیندهای نفت و گاز است که اندازه‌گیری و کنترل آن در نقاط مختلف فرآیند همواره مورد تأکید قرار می‌گیرد، بنابراین ترانسمیتر فشار که پارامتر فشار سیال را مورد سنجش قرار می‌دهد و میزان آن را به صورت سیگنالی الکتریکی به سیستم کنترل مرکزی ارسال می‌کند، کاربرد فراوانی در زمینه اتوماسیون صنعتی حوزه نفت و گاز دارد. ترانسمیتر اختلاف فشاری نیز اغلب به صورت مستقیم برای اندازه‌گیری اختلاف فشار بین دو نقطه یا به صورت غیرمستقیم برای سنجش پارامترهایی مانند ارتفاع سطح مایع یا میزان جریان سیال مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کاربرد و متقاضیان محصول در شرکت ملی گاز ایران

اندازه‌گیری، پایش و کنترل فشار گاز در تمام فرآیند تولید گاز از ابتدای استخراج از چاه تا حین عملیات فراورش در پالایشگاه‌های گازی، سپس در خطوط و ایستگاه‌های انتقال گاز و در نهایت در ایستگاه‌های گازرسانی و توزیع بسیار مورد استفاده است، لذا تجهیزات اندازه‌گیری فشار و اختلاف فشار به میزان قابل‌توجهی در تمامی شرکت‌های پالایش گاز (پالایشگاه‌های گاز پارس جنوبی، ایلام، بیدبلند، پارسپان، خانگیران، سرخون و قشم و فجر جم)، شرکت انتقال گاز و شرکت‌های گاز استانی کاربرد دارد. اندازه‌گیری فشار در فرآیندهای نفت و گاز بر سه دسته کلی ذیل تقسیم‌بندی می‌شود:

- **Indication Only**: اندازه‌گیری فشار و ارسال سیگنال به سیستم کنترل DCS جهت نمایش و ذخیره اطلاعات
- **Pressure Control**: اندازه‌گیری فشار و ارسال سیگنال به سیستم کنترل DCS جهت کنترل اتوماتیک فشار سیال مد نظر با استفاده از المان‌هایی مانند شیر کنترل یا موتور دور متغیر

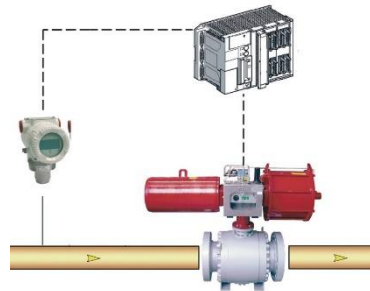




شکل (1) - استفاده از PT جهت کنترل اتوماتیک فشار داخل یک مخزن از طریق شیر کنترل

- **Pressure Protection**؛ اندازه‌گیری فشار و ارسال سیگنال به سیستم ایمنی ESD، USS یا HIPPS جهت

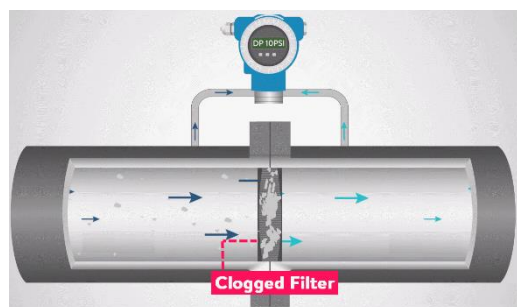
حفاظت در برابر بروز حوادث ناشی از افزایش بیش از حد فشار



شکل (2) - استفاده از PT جهت قطع مسیر سیال در صورت افزایش بیش از حد فشار

تجهیزات اندازه‌گیری اختلاف فشار نیز در اتوماسیون صنعتی حوزه نفت و گاز نقش بسیار پررنگی دارند. این تجهیزات علاوه بر اینکه در برخی موارد جهت اندازه‌گیری مستقیم اختلاف فشار استفاده می‌شود، اهداف دیگری نیز در صنعت پوشش می‌دهند. مثال‌هایی از کاربردهای مختلف این تجهیز به صورت زیر است:

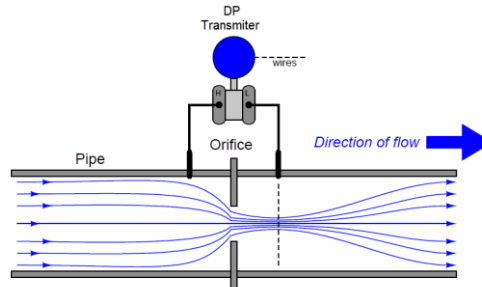
- اندازه‌گیری مستقیم اختلاف فشار؛ به عنوان مثال به منظور اطلاع از گرفتگی در فیلترها



شکل (3) - استفاده از DPT جهت اعلام گرفتگی در فیلتر

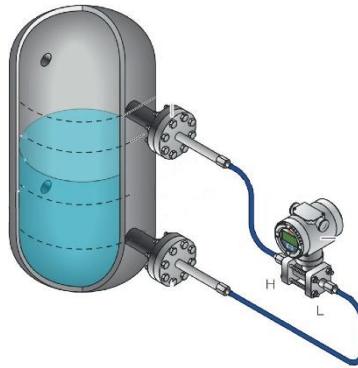


- اندازه‌گیری مقدار جریان؛ استفاده از المان‌هایی همچون اوریفیس، ونچوری و فلو نازل جهت اندازه‌گیری مقدار جریان عبوری از لوله



شکل (4) - ایجاد اختلاف فشار در مسیر سیال و اندازه‌گیری آن از طریق DPT جهت محاسبه جریان

- اندازه‌گیری ارتفاع سطح مایع؛ با استفاده از فشار هیدرواستاتیک تولید شده توسط ستون مایع



شکل (5) - استفاده از DPT به منظور اندازه‌گیری ارتفاع مایع داخل مخزن

به صورت کلی دو بخش در شرکت ملی گاز ایران متقاضی استفاده از دستگاه‌های PT و DPT هستند.

- واحدهای تعمیرات و نگهداری ابزار دقیق؛ به منظور انجام تعمیرات و نگهداری تجهیزات معیوب موجود در تاسیسات در حال بهره‌برداری.
- طرح‌های توسعه‌ای؛ به منظور خرید و نصب در پروژه‌ها و تاسیسات جدید.



کاربرد محصول در خارج از شرکت ملی گاز ایران

- شرکت ملی نفت ایران و تمام شرکت‌های زیر مجموعه فعال در حوزه بالادستی نفت از جمله شرکت نفت و گاز پارس جنوبی، شرکت مناطق نفت خیز جنوب، شرکت فلات قاره، شرکت نفت مناطق مرکزی، شرکت نفت و گاز اروندان، شرکت ملی حفاری و شرکت پایانه‌های نفتی ایران

- شرکت ملی پخش و پالایش و تمام شرکت‌های زیر مجموعه در حوزه پالایش، انتقال و پخش فرآورده‌های نفتی همانند تمام پالایشگاه‌های نفت (آبادان، شازند، اصفهان، بندرعباس، تبریز، تهران، شیراز، کرمانشاه، لاوان و پالایشگاه میعانات گازی ستاره خلیج فارس)، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران و شرکت خطوط لوله و مخابرات نفت ایران

- شرکت ملی پتروشیمی و پتروشیمی‌ها
- وزارت نیرو و نیروگاه‌های تولید برق
- سازمان انرژی اتمی

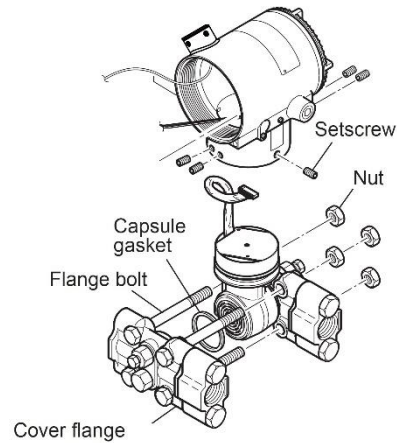
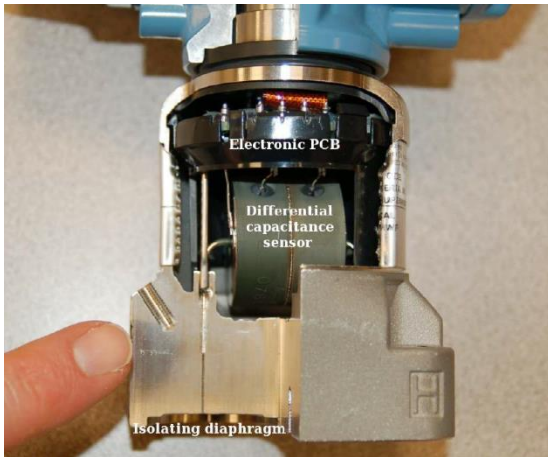
وضعیت موجود جهت تامین تقاضای فناورانه

در حال حاضر در تمام شرکت‌ها و صنایع، نیاز به PT و DPT از طریق خرید از سازندگان خارجی تامین می‌شود. برندهای پرکاربرد در شرکت ملی گاز YOKOGAWA, ROSEMOUNT, ABB, SMAR و SIEMENSE است. قطعات یدکی مورد نیاز تعمیرات این تجهیزات نیز از این سازندگان تهیه می‌گردد.

شرح مشکلات موجود

با توجه به نیاز به خارج از کشور، تهیه PT و DPT و قطعات یدکی مربوطه با دشواری‌هایی همراه است. موانع متعددی در هر کدام از مراحل ارائه سفارش به سازندگان خارجی، حمل محصول و پرداخت‌های مالی وجود دارد. از طرفی قیمت بالای این تجهیزات و تعداد چشمگیر استفاده از آنها در تاسیسات، مستلزم صرف هزینه‌های ارزی قابل توجهی است، که همین امر منجر به عدم امکان تعمیرات یا جایگزینی تجهیزات معیوب در تاسیسات در حال بهره‌برداری و همچنین عدم دستیابی به تجهیز جهت نصب در پروژه‌های جدید می‌شود.





شکل (6) - قطعات یدکی جهت تعمیرات بر روی PT و DPT

فقدان پاسخگویی و خدمات پس از فروش از دیگر مشکلات تهیه این تجهیزات از سازندگان خارجی است. مشکلاتی که عموماً برای این محصولات رخ می‌دهند و نیاز به پشتیبانی فنی، تهیه قطعات یدکی یا جایگزینی با تجهیزات جدید در آنها وجود دارد، مشتمل بر موارد ذیل می‌باشد:

- بروز پارگی در دیافراگم
- آسیب در سنسور
- آسیب به کابل ارتباطی سنسور
- از بین رفتن نشت بندی و نفوذ سیال به داخل تجهیز
- بروز اشکال در نمایشگر در اثر تابش مداوم آفتاب
- اشکال در مدارات و نیاز به جایگزینی بردهای الکترونیکی
- استهلاک در O-ring ها و نیاز به تعویض آنها

✓ تشریح اجزای محصول

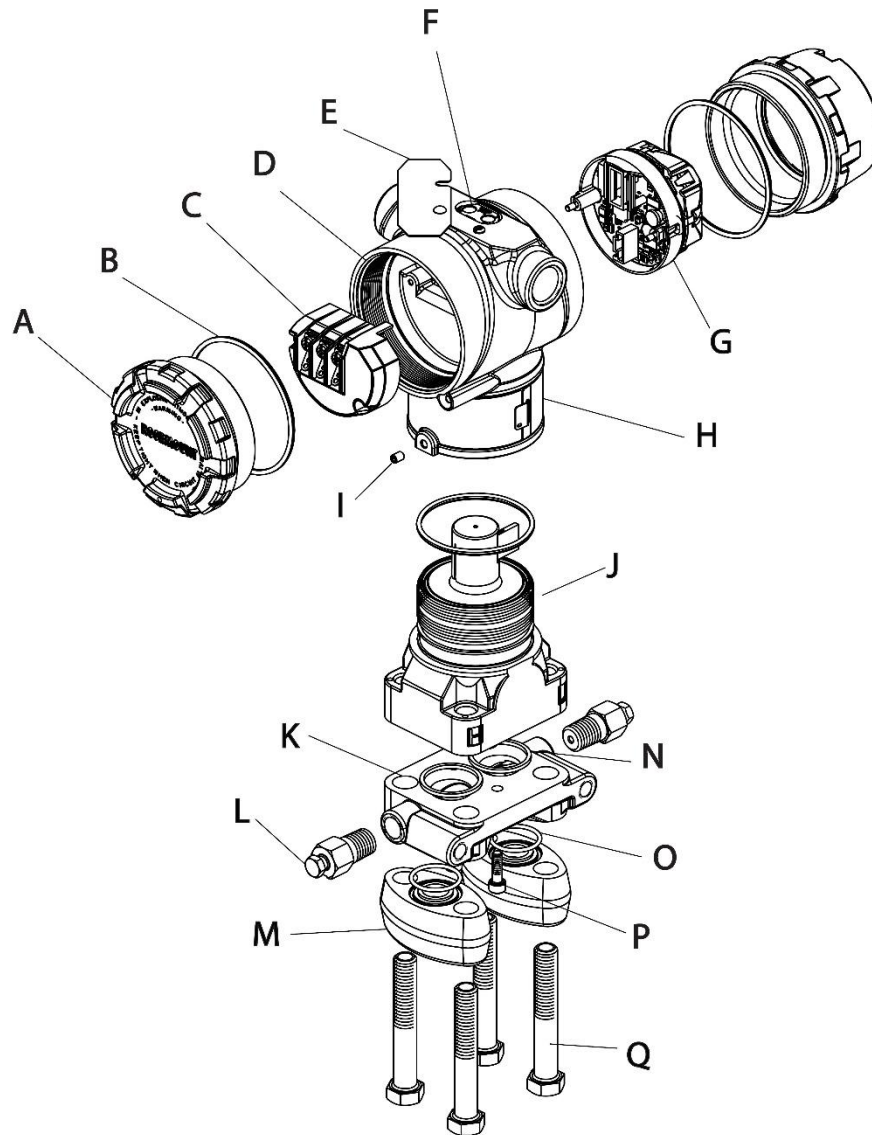
اجزای تشکیل دهنده اصلی PT و DPT به شرح زیر است:

- سنسور فشار؛ وظیفه سنسور تبدیل پارامتر فشار یا اختلاف فشار به پارامتر الکتریکی است.
- پردازنده مرکزی؛ دریافت سیگنال سنسور، انجام تنظیمات مورد نظر کاربر و تهیه و ارسال سیگنال خروجی از وظایف پردازنده مرکزی است.



- **نمایشگر محلی؛** مقدار فشار اندازه‌گیری شده بر روی این نمایشگر نشان داده می‌شود. در صورت بروز خطا، پیغام‌های مناسب نیز بر روی نمایشگر نشان داده خواهد شد. علاوه بر این نمایش منوی دستگاه و انجام تنظیمات دستگاه به کمک نمایشگر انجام می‌شود.
- **دکمه‌های محلی؛** به منظور جابجایی در منوهای دستگاه، انجام کالیبراسیون و انجام تنظیمات مدنظر کاربر از دکمه‌های محلی استفاده می‌شود.
- **محفظه؛** تمام مدارات الکترونیکی، سنسور، نمایشگر و دکمه‌های محلی در داخل محفظه آلومینیومی با درجه حفاظت مناسب در برابر نفوذ آب و گرد و خاک تعبیه می‌شود.





A. Cover
B. Cover O-ring
C. Terminal Block
D. Electronics Housing
E. Configuration Button Cover
F. Local Configuration Buttons

G. Electronics Board
H. Name Plate
I. Housing Rotation Set Screw
(180 degree maximum rotation
without further disassembly)
J. Sensor Module
K. Coplanar Flange
L. Drain/Vent Valve

M. Flange Adapters
N. Process O-Ring
O. Flange Adapter O-Ring
P. Flange Alignment Screw (not
pressure retaining)
Q. Flange Bolts

شکل (7) - نقشه انفجاری و اجزای داخل PT و DPT

تکنولوژی ساخت

تکنولوژی و اصول ساخت هر یک از اجزا در ادامه به اختصار شرح داده شده است:

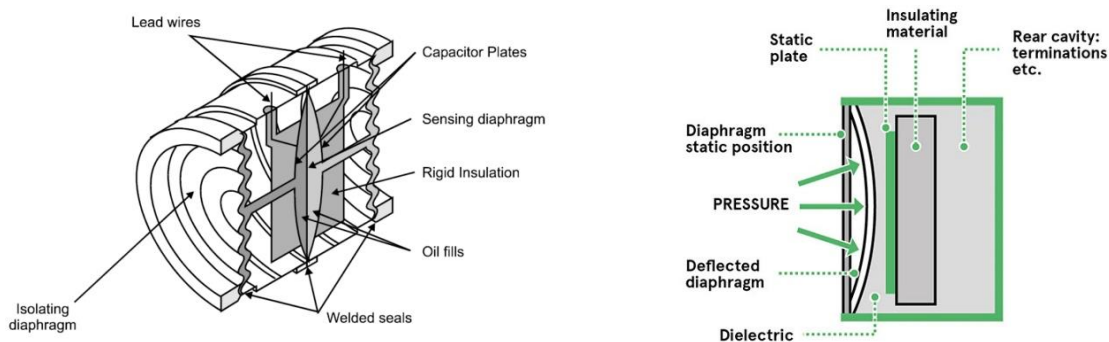
❖ سنسور



سنسورهای مختلفی در ساخت PT و DPT استفاده می‌شوند که هدف آنها تبدیل پارامتر فشار یا اختلاف فشار به پارامتر الکتریکی می‌باشد.

• سنسور خازنی

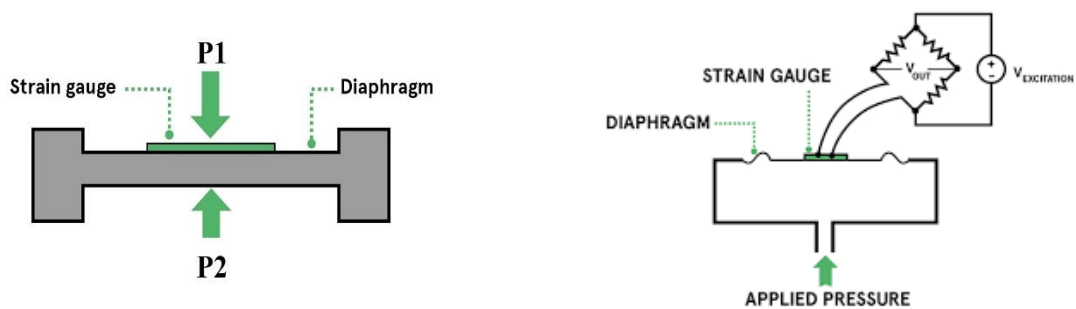
مطابق شکل در این نوع سنسور فشار سیال مورد نظر به یک صفحه دیافراگمی اعمال می‌شود. این صفحه دیافراگمی در یک مدار خازنی قرار دارد و تغییرات فشار اعمال شده به آن باعث جابجایی فیزیکی و تغییر ظرفیت خازن می‌شود. تغییرات ظرفیت خازن توسط یک مدار اندازه‌گیری و به بخش پردازنده اصلی ارسال می‌گردد. در DPT فشار دو نقطه از دو طرف به یک صفحه دیافراگمی اعمال و اختلاف فشار دو طرف آن باعث جابجایی دیافراگم و تغییر ظرفیت خازن می‌شود.



شکل (8) - ساختار داخلی سنسور خازنی جهت اندازه‌گیری فشار و اختلاف فشار

• سنسور Strain Gauge

این سنسور در دیافراگم تجهیزات PT یا DPT قرار می‌گیرد، پس از اعمال فشار به دیافراگم، با ایجاد خمش در Strain Gauge مقاومت الکتریکی آن تغییر می‌کند که این تغییر مقاومت توسط یک مدار الکتریکی مانند پل وتستون اندازه‌گیری شده و به پردازنده اصلی ارسال می‌شود.



شکل (9) - استفاده از Strain Gauge بر روی دیافراگم برای اندازه‌گیری فشار و اختلاف فشار



❖ سیگنال خروجی

سیگنال خروجی از PT یا DPT که حاوی اطلاعات پارامتر اندازه‌گیری شده است، ممکن است با روش‌ها و پروتکل‌های مختلفی به بیرون ارسال شود، که پرکاربردترین آنها استفاده از جریان DC در رنج 4-20 mA برای ارسال سیگنال است. جهت ارسال سیگنال 4-20 mA، پردازنده اصلی رنج کاری مد نظر کاربر را -که تحت عناوین LRV و URV از کاربر دریافت می‌شود- به صورت خطی به جریان DC در بازه 4-20 mA تبدیل و ارسال می‌کند. نحوه ارسال سیگنال به دو صورت انجام می‌شود که بر اساس آن این تجهیزات به دو دسته اکتیو و پسیو تقسیم می‌شوند که در اینجا نوع پسیو مدنظر است. تجهیزات پسیو تنها از طریق 2 سیم با بیرون ارتباط دارند که تغذیه مورد نیاز مدارات از طریق آن تامین می‌شود و سیگنال 4-20 mA توسط آن ارسال می‌گردد. به عبارت دیگر، این تجهیز همانند یک مقاومت متغیر عمل می‌کند که متناسب با پارامتر فیزیکی اندازه‌گیری شده، مقدار مقاومت و جریان دریافتی از منبع تغذیه نیز تغییر می‌کند. از آنجایی که تغذیه دستگاه نیز در همان مدار ارسال سیگنال تامین می‌شود، به این روش ارسال سیگنال Loop Power گفته می‌شود.

علاوه بر استفاده از روش پسیو جهت انتقال اطلاعات، تجهیزات PT و DPT باید از پروتکل HART نیز پشتیبانی کنند. پروتکل HART یک ارتباط دو طرفه دیجیتال است که بدون اختلال در سیگنال جریان 4-20 mA همزمان بر روی همان زوج سیم برقرار می‌شود. روش کار آن استفاده از مدولاسیون فرکانسی (FSK) جهت جلوگیری از اختلال دو سیگنال در یکدیگر است. از ارتباط HART برای تبادل اطلاعات پارامتر اندازه‌گیری شده، پیکربندی تجهیزات، پارامترهای کالیبراسیون و سیگنال‌های تشخیصی خطا استفاده می‌شود.

❖ مراحل ساخت

مراحل ساخت و تولید محصول می‌تواند به شرح زیر انجام گیرد:

- ساخت سنسور و دستیابی به دقت مناسب در آن
- ساخت مدارات الکترونیکی، پردازنده مرکزی، نمایشگر و دکمه‌های محلی و ارتباط با سنسور
- برنامه‌نویسی سیستم عامل و منوهای دستگاه
- ساخت و برنامه‌نویسی مدارات مربوط به ارتباط HART
- ساخت محفظه از جنس آلومینیوم
- دستیابی به IP65 جهت حفاظت در برابر نفوذ آب و گرد و خاک و کسب گواهینامه مربوطه



- دستیابی به استانداردهای ضد انفجار و کسب گواهینامه مربوطه

رویکردهای غیر جذاب

به منظور ساخت PT و DPT راه‌حل‌های زیر مطلوب نیست:

- خرید و تامین تجهیزات از سازندگان خارجی
- تعمیر تجهیزات معیوب موجود
- تهیه سنسور از سازندگان خارجی
- تهیه قطعات از سازندگان خارجی و مونتاژ در داخل کشور

چالش‌ها، موانع و محدودیت‌های موجود در رفع نیاز

چالش‌ها و دشواری‌های مختلفی در مسیر تولید PT و DPT وجود دارد که ساخت این محصول را نیازمند مطالعات و بررسی‌های دقیق‌تر می‌کند، از جمله آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ساخت مدارات الکترونیکی با دقت عمل کافی
- ساخت سنسور با طول عمر طولانی
- دستیابی به دقت بالا در سنسور
- ایزوله و نشتبند کردن محوطه سنسور در برابر نفوذ سیال در فشارهای بالا
- استفاده از متریال مقاوم در برابر سیالات خورنده در سنسور و دیافراگم
- تولید محفظه با درجه حفاظت بالا در برابر نفوذ آب و گرد و خاک
- ساخت تجهیز با ویژگی ضد انفجار و کسب گواهینامه‌های لازم
- استفاده از روغن مناسب جهت انتقال فشار در دیافراگم و سنسور



الزامات و مشخصات مطلوب

راه‌حل‌های پیشنهادی الزامات و مشخصات زیر را داشته باشند:

<ul style="list-style-type: none"> IPS-M-IN-110 ▪ IPS-E-IN-110 ▪ IPS-C-IN-110 ▪ IEC-60079 ▪ IEC-60529 ▪ IEC-61000 ▪ NACE 0175 ▪ 	استانداردها
بسته به کاربردهای مختلف، متفاوت است.	رنج اندازه‌گیری
0.1% of Span	دقت اندازه‌گیری
24 VDC-Loop Powered	نوع تغذیه
4~20 mA, Smart Type with HART	نوع سیگنال خروجی
Liner, Square Root (for DPT)	مشخصه سیگنال خروجی
Zone 1 / IIC / T6 EEx Ia IIC T6	مشخصات ضد انفجار
IP 65	درجه حفاظت IP
1.5*(Full Span)	حفاظت در برابر افزایش فشار
1/2" NPT Male	نوع اتصال به سیال
ISO M20*1.5	نوع اتصال کابل
Digital LCD	نشانگر محلی
Local Zero/Span Adjustment	تنظیمات محلی
Diaphragm	نحوه ارتباط با سیال
Low CU Aluminum	جنس بدنه





