فصل اول

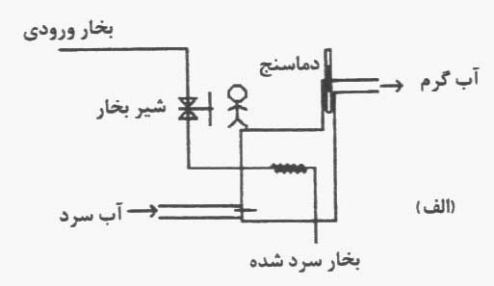
معرفی سیستم های کنترل اتوماتیک،
تعاریف و اصطلاحات مربوطه

۱-۱. معرفی سیستم های کنترل اتوماتیک

سیستم کنترل اتوماتیک اصولاً به وسائلی اطلاق می شود که در هر لحظه به طور خودکار و بدون کمک خارجی یک سلسله اعمال خود را بررسی و اگر اختلافی با وضع یا نتیجه پیش بینی شده داشته باشد آن را اصلاح کنند در این قسمت با ذکر مثالهائی با طرزکار و اجزاء تشکیل دهنده سیستم های کنترل اتوماتیک آشنا می شویم.

۱-۲ . سیستم کنترل درجه حرارت

شکل زیر را در نظر می گیریم منظور بدست آوردن آب گرم با دمای معینی است. دماسنجی درست در محل خروجی آب گرم قرار می دهیم تا دمای واقعی را تعیین کند این دما خروجی سیستم است. اگر کنترل کننده که در اینجا یک انسان است. به دماسنج نگاه کند و درجه آن را بالاتر از مقدار تعیین شده(desired value)ببیند، می تواند مقدار دبی بخار را با بستن شیر بخار متناسب با مقدار تصحیحی لازم کند کند تا دماسنج دمای مورد نظر را نشان دهد. در صورتی که دمای آن کمتر از مقدار تعیین شده باشد در این صورت لازم است کنترل کننده(انسان) عمل کنترل را در جهت مخالف انجام دهد تا دما، در مقدار مورد نظر تنظیم شود.

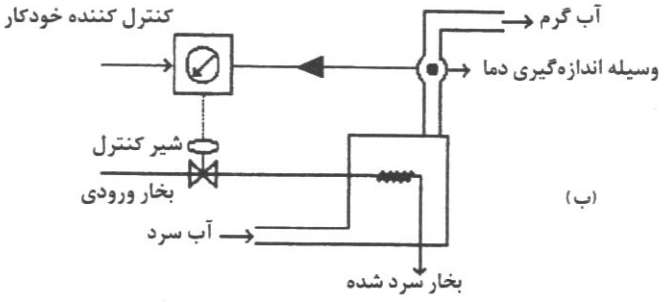


شکل ۱-۱

که عمل کنترل درجه حرارت مخزن به صورت دستی صورت می گیرد(manual control)که با نگاه کردن اپراتور به دماسنج دما را با بستن و بازکردن شیر بخار در یک اندازه مشخص که مورد نظر است ثابت نگه می دارد.

چون خروجی(دمای آب) به کمک دماسنج تعیین و با دمای مورد نظر تنظیم شده و عمل کنترل توسط کنترل کننده انجام می گیرد لذا این سیستم را می توان یک سیستم کنترل فیدبک با حلقه بسته دستی نامید.

در سیستم فوق به جای انسان(کنترل کننده) می توان از یک کنترل کننده خودکار استفاده کرد مانند شکل زیر



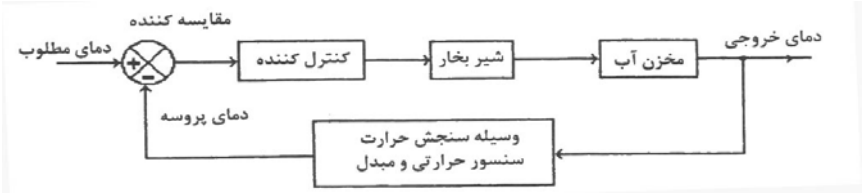
شکل ۱-۲

در این سیستم، دمای واقعی آب گرم که به وسیله اندازه گیری دما مشخص می شود و سپس مقدار آن به کنترل کننده خودکار منتقل می شود و مقدار اندازه گیری شده (measurement value یا process value)با مقدار تنظیم شده (desired value یا set point)مقایسه شده و در صورت اختلاف بصورت خودکار به شیر کنترل بخار فرمان صادر می شود و آن را به اندازه مورد نظر باز یا بسته می نماید که در این سیستم معمولاً سیگنال خطائی که در کنترل کننده خودکار به وجود می آید پس از تقویت به شیر کنترل به عنوان عمل کننده(Actuator)وارد می شود.

در این سیستم که کنترل توسط کنترل کننده خودکار انجام می شود را کنترل اتوماتیک (Automatic control)می گویند. در این سیستم تغییرات دمای محیط و دمای آب سرد ورودی به عنوان اغتشاشات خارجی(disturbace)به شمار می آیند.

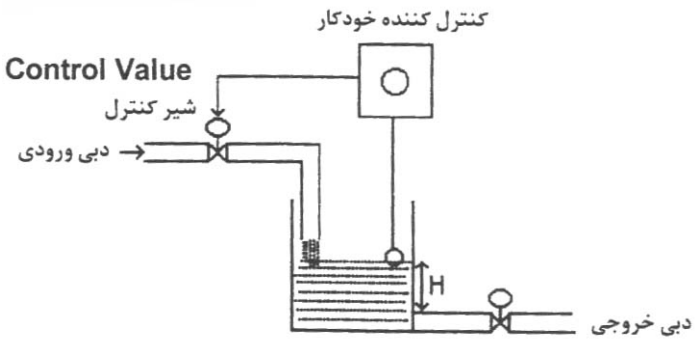
سیستم کنترل دستی و خودکار مانند یکدیگر عمل می کنند، با این تفاوت که در اولی چشم های انسان به عنوان وسیله اندازه گیری دما و مغز او به عنوان تشخیص دهنده خطا و فرمان دهنده قسمت کنترل کننده و ماهیچه های او به عنوان عمل کننده می باشد.

در ارتباط با سیستم کنترل درجه حرارت فوق می توانیم بلوک دیاگرام زیر را در نظر بگیریم.



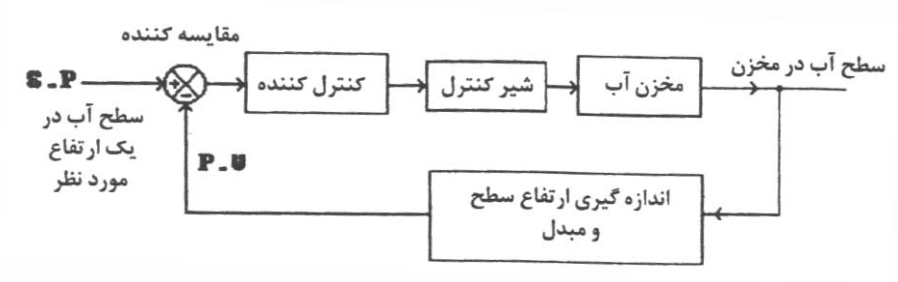
شکل ۱-۳

۱-۳. سیستم کنترل سطح مایع:



شکل ۱-۴

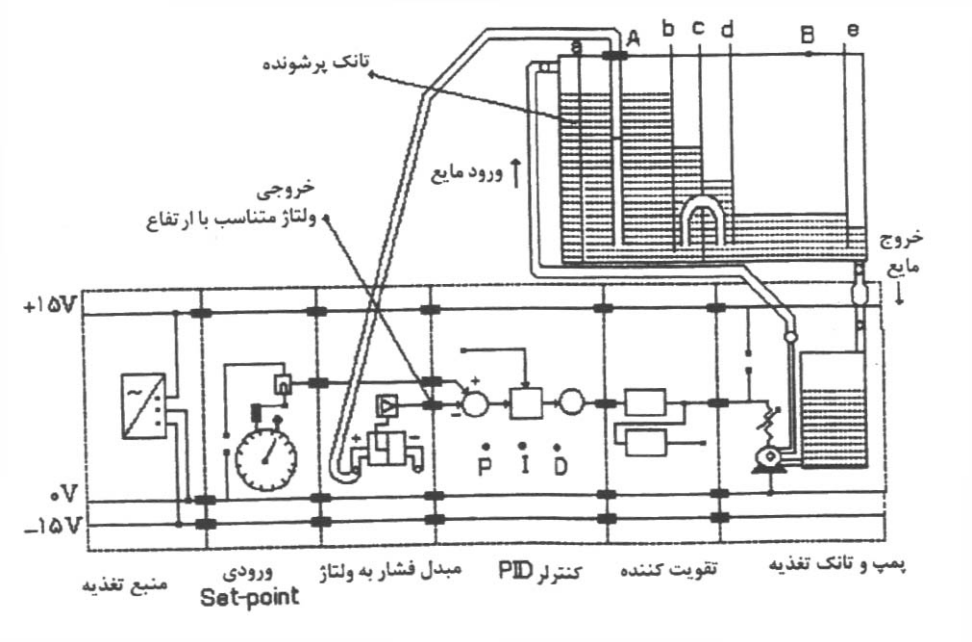
در سیستم فوق می خواهیم سطح آب، در یک ارتفاع مشخص بماند یعنی می خواهیم سطح آب در مخزن را در یک حد مطلوب نگاه داریم که این حد مطلوب به نقطه مورد نظر یا set point یا مقدار مورد قبول (desired value)گفته می شود. این مخزن شروع به پر شدن می کند، هر ارتفاع این مخزن در هر لحظه به عنوان خروجی سیستم می باشد که این خروجی در هر زمان توسط وسیله اندازه گیری سطح اندازه گیری شده و در قسمت دستگاه تنظیم کننده با مقدار مورد نظر مقایسه می گردد و اختلاف دومقدار بعد از تقویت به عنوان سیگنال خطا به شیر کنترل فرستاده می شود تا مطابق با آن و متناسب با اختلاف، شیر آب ورودی را باز یا بسته نماید و این عمل تا موقعی که خروجی به سطح مطلوب مورد نظر برسد ادامه پیدا می کند وقتی اختلاف صفر شود سطح همواره ثابت خواهد بود لازم به ذکر است این سطح با تغییرات دبی خروجی و ورودی آب تغییر می نماید که در این صورت مجدداً بایستی عمل کنترل انجام گیرد. حال اگر اجزاء مختلف این سیستم را به صورت بلوک مجزا ترسیم کنیم خواهیم داشت.



شکل ۱-۵

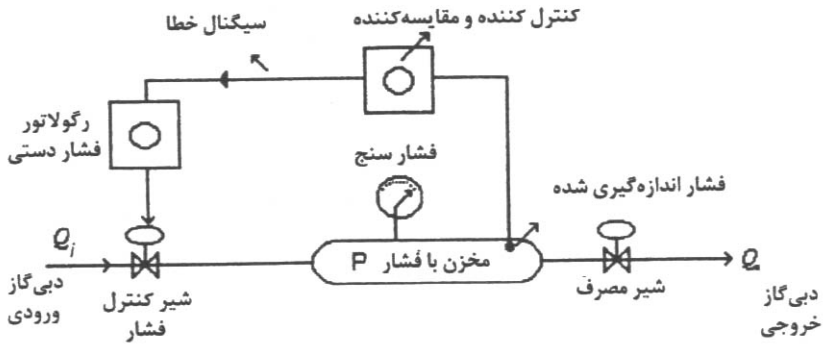
که البته این عمل می توانست به صورت دستی(manual)توسط یک اپراتور هم انجام شود که هر لحظه به دستگاه نشان دهنده ارتفاع مخزن نگاه کرده و هر وقت ارتفاع از آن مقدار مورد نظر بالا و یا پایین تر را نشان داد، با باز و بسته کردن شیر ورودی باعث ثابت نگاه داشتن آب می گردد. ولی با گذاشتن یک سیستم اندازه گیری سطح و دستگاه کنترل کننده و مقایسه کننده این عمل کنترل به صورت خودکار انجام می پذیرد. که سیستم کنترل اتوماتیک نامیده می شود.

شکل زیر نحوه کنترل ارتفاع مخزن توسط یک سیستم کنترل الکترونیکی را نشان می دهد.



شکل ۱-۶

۱-٤. سیستم کنترل فشار مخزن



شکل ۱-۸

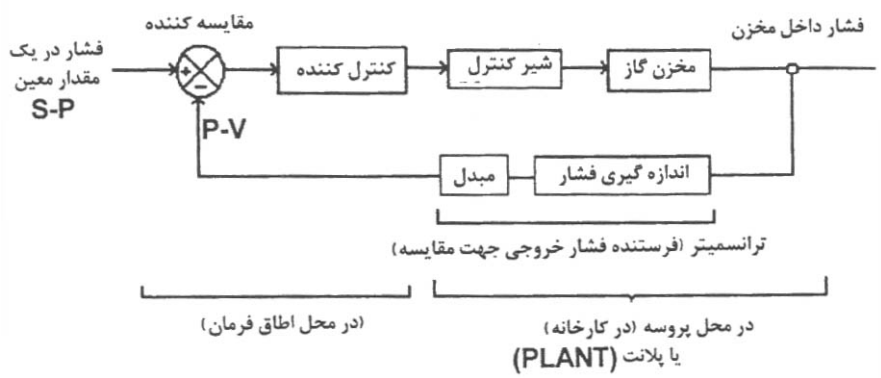
دراین سیستم هدف کنترل فشار گاز مخزن در یک فشار مشخص می باشد. که در اینجا با وجود اینکه نرخ مصرف گاز در خروجی (Q_o)بسته به میزان مصرف، قابل تغییر می باشد. هر چه مصرف زیادتر شده فشار داخل مخزن تغییر می کند. که سعی می شود با تغییر میزان گاز ورودی به مخزن (Q_i)فشار داخل مخزن را در هر حال روی مقداری که در نقطه set point مشخص می گردد، ثابت نگه دارند البته در این سیستم ها به غیر از تغییر مصرف در خروجی، تغییرات دمای محیط نیز می تواند باعث تغییر فشار داخل مخزن گردد که به عنوان مراحل اختلال یا اغتشاش(Disturbance)در کنترل مطرح می باشد.

که در حالت کنترل دستی(manual)کنترل فشار مخزن، به وسیله رگولاتور فشار تنظیم دستی که روی شیر کنترل نصب می شود، با مشاهده فشار مورد نظر از روی دستگاه فشار سنج در مقدار دلخواه ثابت نگه

داشته می شود. که در این حالت درواقع مغز انسان به عنوان یک کنترل کننده عمل می کند در اینجا مقدار مورد نظر (S-p)با فشار داخل مخزن(فشار سنج) مقایسه می شود، سعی می کنند با تنظیم مناسب رگولاتور فشار دستی و اعمال آن به شیر کنترل، مقدار فشار داخل مخزن را تنظیم نمایند.

اما درسیستم کنترل اتوماتیک فشار داخل مخزن اندازه گیری شده و تبدیل به فشار یا سیگنال مورد نظر در دستگاه کنترل کننده و مقایسه کننده شده و با مقدار مطلوب مقایسه می شود در صورت خطا به طور متناسب روی رگولاتور شیر کنترل اعمال می شود تا با باز و بستن شیر کنترل ورودی، عمل تنظیم فشار داخل مخزن صورت گیرد.

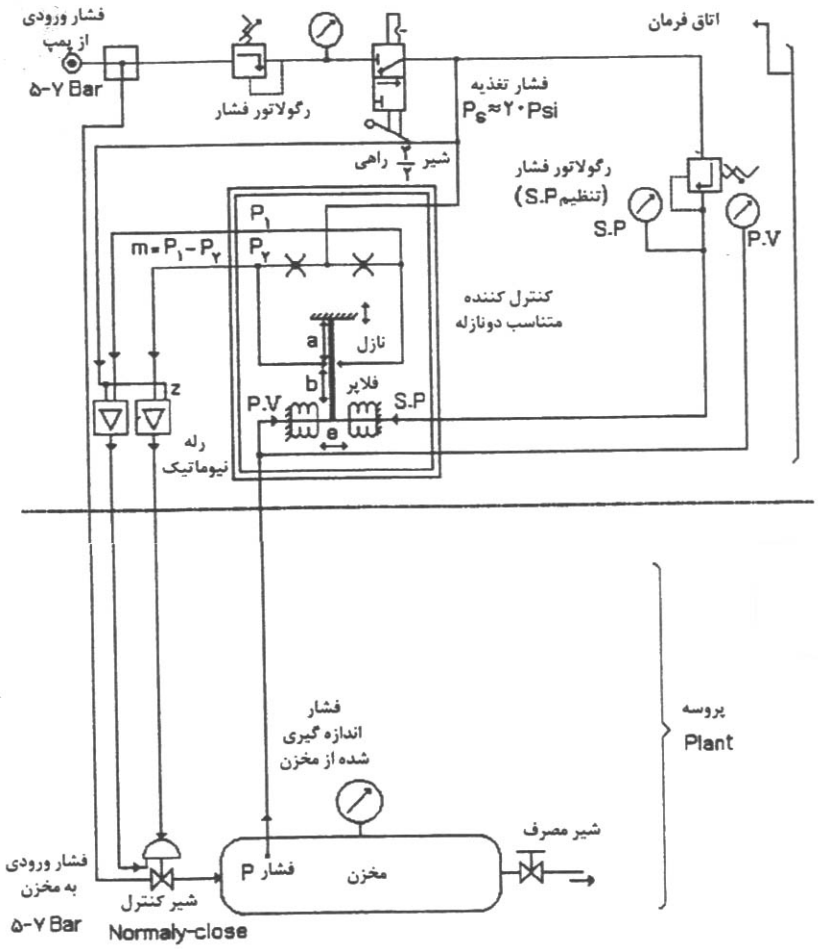
که بلوک دیاگرام اجزاء کنترل اتوماتیک به صورت زیر می باشد.



شکل ۱-۹

در این سیستم ها ارتباط بین پروسه و اطاق فرمان از طریق سیگنالهای استاندارد و نیوماتیکی (در محلهائی که خطر انفجار وجود دارد) و یا سیگنالهای الکتریکی و غیره استفاده می شود.

در شکل بعد نحوه کنترل فشار داخل مخزن توسط یک سیستم نیوماتیکی نشان داده می شود.



شکل ۱-۹

۱-۵.تعاریف و اصطلاحات در سیستم های کنترل اتوماتیک :

در این قسمت تعاریف و اصطلاحات که برای درک بهتر مبانی سیستم های کنترل لازم به نظر می رسد بیان می شود.

دستگاه تحت کنترل (plant): هر وسیله فیزیکی که لازم است که کنترل شود مانند کوره گرما زا یا ارتفاع مخزن آب... دستگاه نامیده می شود.

فرآیند(process): در فرهنگ لغات، واژه فرآیند به عملیات طبیعی تکامل یافته ای اطلاق می شود که از یک سری تحولات زنجیره ای تشکیل شده است و به سمت نتیجه ای مطلوب هدایت می شود.

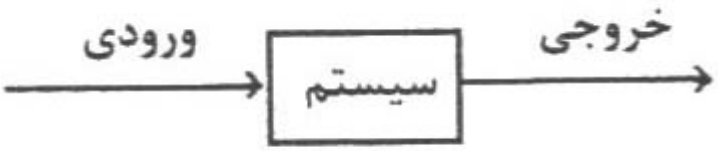
سیستم(System): مجموعه ای از اجزا را که به منظور انجام کار یا کارهای معینی طبق ضوابط مشخص با یکدیگر عمل می نمایند سیستم می نامیم به موجب این تعریف هر سیستم می تواند به نوبه خود از سیستمهای کوچکتر تشکیل شده باشد.

مثلاً انسان سیستمی است متشکل از تعداد زیادی از سیستمهای جزئی تر، مثل سیستم گردش خون، تنفس، اعصاب و حرکت...

و یا موتور یک اتومبیل نیز سیستمی است شامل سیستم های مکانیکی، الکتریکی، هیدرولیکی و ...
در تعریف سیستم دو کلمه اجزا و کار نقش مهمی دارند و با توجه به آنها می توان هدف از مطالعه و بررسی و طرح سیستمها را بصورت زیر خلاصه کرد.
هدف از مطالعه و تحلیل یک سیستم پی بردن به کیفیت کار آن است با داشتن مشخصات و رابطه بین اجزا آنها.
مقصود از طراحی یک سیستم، یافتن و ترکیب اجزائی است که توسط آنها سیستم کار بخصوصی را بتواند انجام دهد.

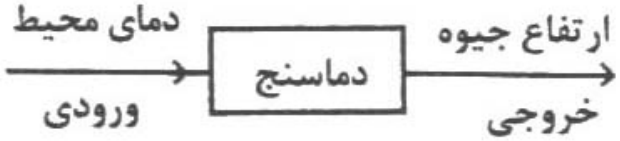
۱-٦. سیستم کنترل خودکار :

اصولاً سیستم خودکار به سیستمی اطلاق می شود که در هر لحظه به طور خودکار و بدون کمک خارجی یک سلسله از اعمال خود را بررسی، اگراختلافی با وضع یا نتیجه پیش بینی شده داشته باشد اصلاح می کند بدین ترتیب چنین وسائل و سیستمی تا حدود زیادی مانند یک انسان متفکر عمل می کند و برنامه یا وظیفه ای که از قبل تعیین شده است انجام می دهند.
بطور کلی یک چنین سیستمی تحت تأثیر عوامل با مقدار و مشخصات معینی قرار می گیرد پس از انجام یک سری عملیات به نتیجه با مقدار و مشخصات معین خواهد رسید.
در کنترل عامل را ورودی سیستم و نتیجه را در خروجی سیستم می نامند که بصورت بلوک دیاگرام ذیل نشان داده می شود.



شکل ۱-۱۰

مثلاً کلید برق را می توان یک سیستم ساده فرض کرد که با فشار دادن زباه کلید(ورودی) جریان برق(خروجی) در مدار جاری می شود. یا مثلاً دمای محیط روی یک دماسنج باعث می شود که جیوه در لوله دماسنج حرکت کرده و ارتفاع آن تغییر نماید بدین ترتیب دماسنج را می توان به عنوان یک سیستم فرض کرد که ورودی آن دمای محیط و خروجی آن ارتفاع جیوه در لوله خواهد بود.



شکل ۱-۱۱

یا مثلاً در یک اتومبیل ورودیهای آن می تواند، فشار پا روی پدال گاز یا ترمز و عمل دست کاری فرمان و خروجیهای آن را سرعت و جهت حرکت اتومبیل در نظر گرفت.

سیستم های کنترل :

یک سیستم کنترل سیستمی است که در آن بتوان با تغییرات مناسب ورودی، خروجی را به نحو مورد نظر تغییر داد یا تنظیم کرد. در سیستمهای کنترل پروسه های صنعتی در بیشتر موارد هدف تنظیم(Regulation) خروجی براساس نقطه کار(set point)مطلوب و معین می باشد.

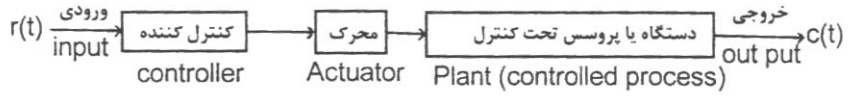
تقسیم بندی سیستمهای کنترل :

سیستمهای کنترل به دو نوع سیستم با حلقه باز و سیستم با حلقه بسته تقسیم بندی می شوند. تغییرات ورودی ممکن است فقط براساس اطلاع از مدل سیستم و یا تجربه صورت گیرد و بدون اطلاع از خروجی باشد که در آن صورت سیستم را سیستم با حلقه باز (open loop system)می نامیم.

در صورتی که تغییرات ورودی براساس اطلاع از خروجی صورت گیرد سیستم را سیستم با حلقه بسته(closed loop sestem)یا سیستم کنترل فیدبک(Feed back)می نامیم.

سیستم کنترل حلقه باز:

بلوک کلی یک سیستم کنترل با حلقه باز در شکل زیر نشان داده شده است که به نام بلوک دیاگرام سیستم معروف است. که هر بلوک نمایشگر قسمتی از سیستم و پیکانهای متصل به آن نمایشگر سیگنالهای ورودی و خروجی آن هستند.



شکل ۱-۱۲

در این نوع سیستم ورودی براساس اطلاع قبلی از مدل سیستم به منظور ایجاد خروجی معین به سیستم اعمال می شود. کنترل کننده شکل سیگنال ورودی را به طور مناسبی تغییر و تقویت می کند. قسمت محرک دارای توازن زیاد بوده، براساس سیگنال دریافتی از کنترل کننده نیروی لازم را اعمال نموده و حرکات لازم را انجام می دهد. کار دستگاه یا پروسه تحت کنترل بدین ترتیب کنترل و تنظیم می شود. در سیستمهای با حلقه باز در اثر خطای موجود در مدل سیستم یا تحریکات خارجی غیر قابل پیش بینی، خروجی دستگاه عموماً دارای مقداری خطا نسبت به مقدار مورد نظر خواهد بود.

و اگر ضمن حرکت احیاناً شخص کمی به چپ و راست منحرف شود(اختلالات در خروجی) اختلاف بین محل هدف مورد نظر(ورودی) و موقعیت شخص(خروجی) تأثیری در عمل کنترل کننده ندارد. اصولاً شخص نمی تواند با چشم بسته دقیقاً به محل مقصد برسد.

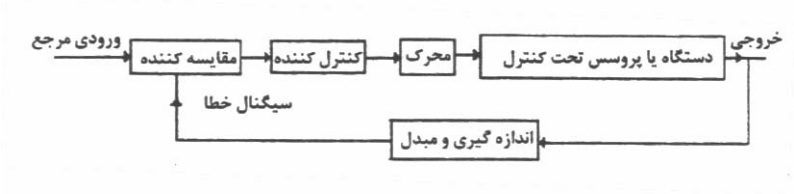
مثال دیگر در خصوص سیستم کنترل با حلقه باز سیستم کار لباسشوئی است که اعمالی از قبیل تاید زدن، شستشو، آب کشیدن، خشک کردن به طور مرحله ای انجام می شود بدون آنکه خروجی آن بر روی کنترل کننده تأثیری بگذارد.

و کاربرد این سیستم وقتی است که دقت زیادی لازم نباشد و اغتشاش خارجی و علائم ناخواسته روی روی آن اثر نداشته باشد.

مثال دیگر در مورد سیستم کنترل حلقه باز، پرواز خلبان هواپیما یا ناخدا یک کشتی که فقط با یک قطب نما می باشد که در حالت ایده آل می تواند به کمک قطب نما خود را به مقصد برساند و از مسیر منحرف نشود. ولی اگر جریان هوا و باد ... را در نظر بگیریم و همچنین با توجه به اینکه عکس العمل انسان برای تصحیح مسیر آهسته می باشد معمولاً برای مسیرهای طولانی از مسیر اصلی و حقیقی خود منحرف می شوند.

سیستم کنترل حلقه بسته:

بلوک کلی یک سیستم کنترل با حلقه بسته (فیدبک) بصورت زیر می باشد.



شکل ۱-۱۳

در اینجا عمل کنترل کننده براساس ورودی مرجع و خروجی صورت می گیرد مقدار خروجی توسط اندازه گیر و مبدل به مقایسه کننده ارسال می شود و نتیجه مقایسه به عنوان سیگنال خطا به کنترل کننده اعمال می گردد.

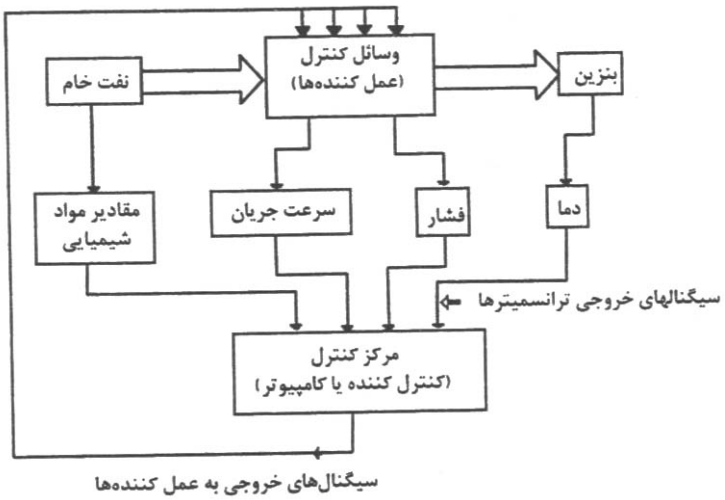
۱-۷. اغتشاشات یا اختلال (disdurbance) :

این موارد که به عنوان ورودی های فرعی نیز نامیده می شوند به عنوان ورودی های ناخواسته یا مزاحم در سیستم عمل می نماید و باعث می شوند که سیستم به خروجی تعیین شده و نتیجه مطلوب نرسد.

مثلاً در پرواز هواپیما بدون خلبان تغییر فشار جو، تغییر درجه حرارت، باد و طوفان... که بروی سکان هواپیما وارد می شوند جزء اغتشاشات می باشد یا اثر باد و طوفان روی آنتن ها... که در سیستم باز اثر عوامل می تواند سیستم را از حالت خروجی مطلوب خارج نماید و در سیستم کنترل بسته اثرات آنها نیز بصورت فیدبک با ورودی اصلی انجام گرفته و تصحیح می گردد.

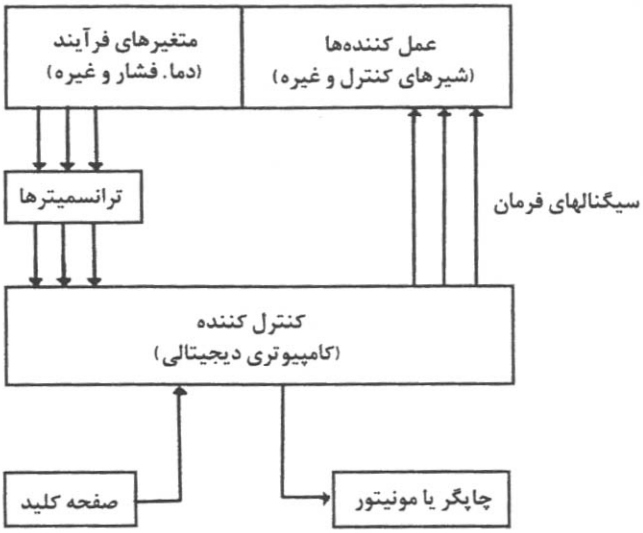
سیستم کنترل چند متغیره :

در فرآیندهای پیچیده که همزمان بایستی چند متغیر کنترل شوند مثلاً پالایشگاه های نفت، که در این سیستم ها کلیه متغیرهای مورد نظر فرآیند که احتیاج به کنترل دارند مانند دما، فشار، سرعت جریان، مقادیر مواد شیمیائی، چگالی و نظیر اینها در نفت خام مورد پالایش توسط ترانسیمترهای جداگانه بصورت سیگنالهای نیوماتیکی یا الکتریکی تبدیل شده و به اتاق کنترل فرستاده می شود مطابق شکل زیر



شکل ۱-۱۴

کنترل کننده های مستقر در اتاق کنترل، بطور مداوم شرایط و حالات متغیرهای فرآیند را با مقادیر مورد نظر(SET POINT)مقایسه نموده و خروجی مناسب را به صورت سیگنال خروجی(الکتریکی یا نیوماتیکی) به عمل کننده ها اعمال نموده و باعث می شوند که متغیرهای فرآیند به حالت طبیعی برگردند. از آنجائی که در فرآیندهای کنترل نظیر پالایشگاه های نفت، بین متغیرها روابط پیچیده ای وجود دارد به این معنا که در صورت تغییر یکی از متغیرها معمولاً بقیه آنها نیز به نحوی تغییر می کنند مثلاً افزایش دمای مایع داخل مخزن پالایش باعث افزایش فشار داخل مخزن نیز می شود لذا با تغییر یک متغیر و برای جبران نتایج حاصل از آن در کل فرآیند بایستی نقاط تنظیم تمام کنترل کننده ها دوباره تنظیم گردند. با توجه به تأثیرگذاری متقابل متغیرها روی یکدیگر و مشکل تنظیم مجدد آنها بجای کنترل کننده های معمولی از کنترل کننده های کامپیوتری دیجیتالی استفاده می کنند مطابق شکل بعد



شکل ۱-۱۵

که در این سیستم ها نیز سیگنالهای مربوط به متغیرها به کامپیوتر وارد شده و خروجی کامپیوترها بصورت سیگنال های فرمان برای عمل کننده های مختلف ارسال می گردند .

فصل دوم

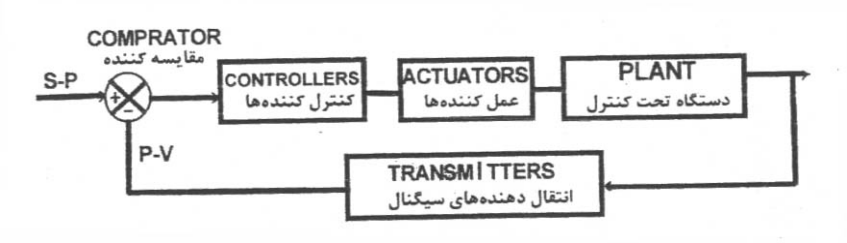
انتقال دهنده های سیگنال
(TRANSMITTERS)

۲-۱. اجزای تشکیل دهنده حلقه کنترل :

با توجه به بحث اول هر سیستم کنترل اتوماتیک بطور کلی از اجزاء ذیل تشکیل شده است:

۱. انتقال دهنده های سیگنال(TRANSMITTERS)
۲. مقایسه کننده و کنترل کننده ها(CONTROLLERS)
۳. عمل کننده ها(ACTUATORS)
۴. دستگاه تحت کنترل(PLANT)

بلوک دیاگرام اجزای فوق در یک سیستم کنترل را می توان به شکل زیر در نظر گرفت:



شکل۲-۱

۲-۲. انتقال دهنده های سیگنال(Transmiters) :

در واحدهای صنعتی بزرگ که عملیات تولید در محوطه گسترده ای انجام می گیرد ادوات و دستگاه های کنترل و اندازه گیری را بطور متمرکز در محلی به نام اطاق فرمان یا مرکز کنترل قرار می دهند بطوریکه امکان اندازه گیری و کنترل کلیه متغیرها در سراسر کارخانه و محوطه آن توسط اپراتور در هر لحظه فراهم باشد. در چنین مواردی لازمست که سیگنالها و فرمانها از محوطه به اطاق کنترل و برعکس منتقل شوند. برای این منظور از دستگاه هایی به نام ترانسیمترها Transmitters استفاده می شود. ترانسیمترها روی لوله ها و مخازن در سرتاسر محوطه در نقاط اندازه گیری نصب می شوند. بطور کلی ترانسیمترها از سه قسمت اصلی حس کننده، مبدل و تقویت کننده تشکیل شده اند در شکل ۱-۲ سه قسمت اصلی ترانسیمتر و رابطه آنها با یکدیگر نشان داده شده است.

شکل ۲-۲

بدیهی است هر سه قسمت فوق دارای عملکرد کاملاً خطی بوده و تابع تبدیل آنها مقدار ثابتی است. ترانسیمترها نیز در انواع الکتریکی و نیوماتیکی ساخته می شوند. خروجی ترانسیمترهای الکتریکی بین ۴ تا ۲۰ میلی آمپر و ترانسیمترهای نیوماتیکی ۳ تا ۱۵ psi برحسب تغییرات کمیت ورودی می تواند تغییر کند.

با توجه به شکل ۲-۲ برای ساختن یک ترانسیمتر کافی است حس کننده مناسبی را برای محدوده عمل انتخاب و خروجی آن را توسط ترانسدیوسر مناسبی به کمیت الکتریکی یا نیوماتیکی تبدیل و خروجی مبدل را به وسیله تقویت کننده الکتریکی یا نیوماتیکی به اندازه لازم تقویت کنیم. این مجموعه تشکیل یک ترانسیمتر را می دهد که علائم خروجی آن را که متناسب با تغییرات کمیت ورودی است می توان از طریق سیم یا لوله به محل مورد نظر مثلاً اطاق کنترل و غیره انتقال داد.

لازم به ذکر است که قسمتهای مبدل و تقویت کننده برای انواع ترانسیمترها یکسان بوده فقط قسمت حس کننده برای کمیت های مختلف متفاوت می باشد. مثلاً در مورد ترانسیمتر درجه حرارت قسمت حس کننده حساس به درجه حرارت و در مورد ترانسیمتر فشار، قسمت حس کننده نسبت به فشار حساس خواهد بود.

خروجی ترانسیمترهای الکتریکی به ازاء صددرصد تغییر ورودی بین ۴تا۲۰ میلی آمپر خروجی ترانسیمترهای نیوماتیکی به ازاء صد درصد تغییر ورودی بین ۳تا۱۵psi فشار هوا تغییر می کند.

برای مدرج کردن یا کالیبره کردن ترانسیمترها طبق دستور سازنده، با دادن ورودی های معین و معلوم، خروجی را تنظیم می کنند. مثلاً اگر ورودی صفر باشد، خروجی ترانسیمتر نیوماتیکی باید ۳Psi و اگر ورودی حداکثر باشد، خروجی ترانسیمتر۱۵Psi را باید نشان داد.

۲-۳. مبدل ها یا ترانسدیوسرها(Transducers)

در کنترل و اندازه گیری غالباً ضرورت ایجاب می کند که علائم حاصل از اندازه گیری با کنترل از یک کمیت فیزیکی به کمیت فیزیکی دیگر تبدیل شوند، مانند تبدیل فشار هوا به تغییرات شدت جریان الکتریکی و برعکس. لذا شناخت اصول کار و ساختمان داخلی این مبدلها قبل از تشریح ساختمان ادوات کنترل و اندازه گیری ضرورت است.

بطور کلی مبدل یا ترانسدیوسر به مجموعه ای از قطعات یا به دستگاهی گفته می شود که بتواند کمیتی را دریافت و متناسب با آن کمیتی از جنس دیگر را تحویل دهد. این عمل می تواند مستقیماً و بدون دریافت انرژی از خارج صورت گیرد که دراین صورت مبدل را حس کننده یا Sensorمی نامند مانند مخزن جیوه و لوله باریک متصل به آن، اگر به این مبدل اشل مدرج نیز اضافه شود، مجموعه به دست آمده یک ترمومتر خواهد بود.

چنانچه عمل تبدیل به کمک دریافت انرژی از خارج صورت گیرد مجموعه را یک ترانسدیوسر می نامند مانند ترانسدیوسر حرکت مکانیکی به فشار نیوماتیک که با تغذیه هوای فشرده، تغییر مکان مکانیکی را تبدیل به فشار هوا می کند. و یا ترانسدیوسر حرکت مکانیکی به شدت جریان الکتریکی که مستلزم دریافت انرژی الکتریکی از خارج است.

۲-٤. انواع ترانسدیوسرها :

بطور کلی ترانسدیوسرها کمیتهای مکانیکی، الکتریکی، نیوماتیکی و هیدرولیکی را به یکدیگر تبدیل می کنند.

ترانسدیوسرهائی که بطور معمول در صنعت مورد استفاده بوده و از نظر کنترل و اندازه گیری صنعتی اهمیت دارند عبارتند از:

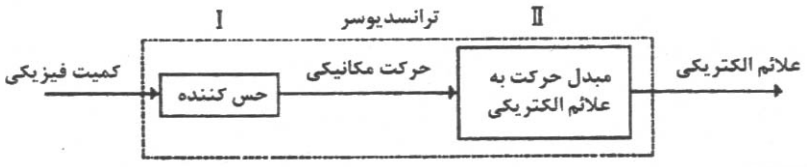
۱. ترانسدیوسرهای کمیت های غیر الکتریکی به علائم الکتریکی(۴تا۲۰میلی آمپر)
۲. ترانسدیوسرهای کمیت های غیر الکتریکی به نیوماتیکی(۳تا۱۵Psi)
۳. ترانسدیوسرهای علائم نیوماتیکی به الکتریکی
۴. ترانسدیوسرهای علائم الکتریکی به نیوماتیکی

که در زیر به تشریح هر یک از آنها می پردازیم.

۲-۴-۱. ترانسدیوسرهای کمیتهای غیر الکتریکی به علائم الکتریکی:

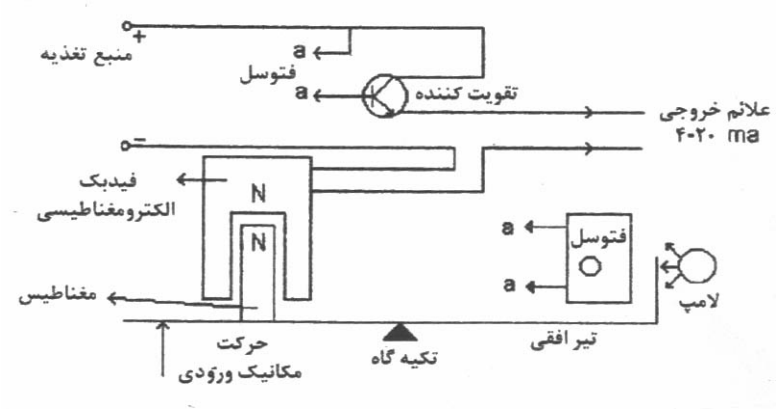
عمل این ترانسدیوسرها عبارتست از تبدیل تغییرات کمیت های مختلف(تغییر مکان- درجه حرارت و ...) به تغییرات علائم الکتریکی(۴تا۲۰ میلی آمپر) که هر کمیت فیزیکی مانند فشار، درجه حرارت جریان مایع، سطح مخزن و ... را می توان با حس کننده مناسبی به حرکت مکانیکی تبدیل نموده و سپس حرکت مکانیکی را به علائم تبدیل می کند.

قسمتهای اصلی ترانسدیوسرها در شکل ۲-۳ بطور ساده نشان داده شده است.



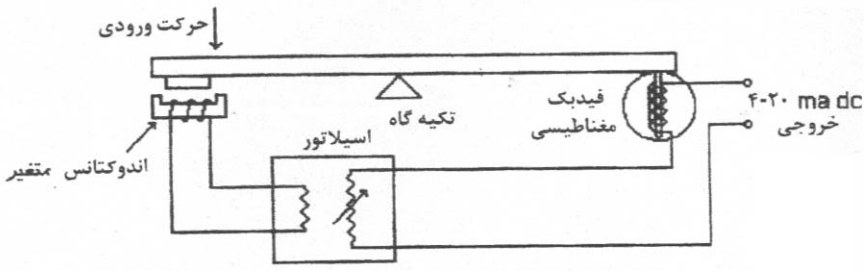
شکل ۲-۳اجزاء تشکیل دهنده ترانسدیوسر کمیت های فیزیکی به علائم الکتریکی

چند نمونه از مکانیمز و طرزکار سیستم ترانسدیوسرهای حرکت مکانیکی به علائم الکتریکی را در شکلهای بعدی می توان دید.



شکل ۲-۴

که در شکل فوق حرکت مکانیکی در یک طرف اهرم باعث حرکت تیغه جلوی لامپ مقابل فتوسل شده و با تغییر مقاومت فتوسل که در بیس ترانزیستور واقع است می توان خروجی الکتریکی ۴تا۲۰ میلی آمپر را بدست آورد.



شکل ۲-۵

در این شکل نیز حرکت مکانیکی به اهرم باعث ایجاد ولتاژ متغیر در اندوکتانس گردیده و با استفاده از اسیلاتور جریان خروجی ۴تا ۲۰ میلی آمپر ساخته می شود.

استفاده از فیدبک منفی در ترانسدیوسرها:

به منظور پایداری عمل ترانسدیوسرهائی که علاوه بر تبدیل، عمل تقویت را نیز انجام می دهند استفاده از فیدبک منفی الزامی است. عمل فیدبک منفی، کار ترانسدیوسرها به قیمت از دست دادن حساسیت آن، پایدارتر خواهد شد.

لازم به ذکر است که مقدار فیدبک منفی می تواند قابل تنظیم باشد و این تنظیم تعیین کننده ضریب تقویت حساسیت ترانسدیوسر خواهد بود.

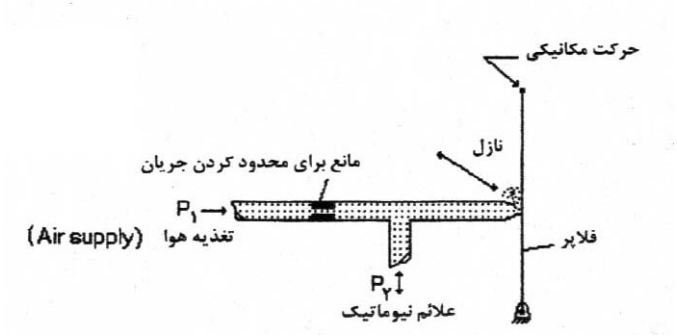
۲-۴-۲. ترانسدیوسرهای کمیت های فیزیکی به علائم نیوماتیکی:

کار این ترانسدیوسرها عبارت است از تبدیل تغییرات کمیت های مختلف(تغییر مکان، درجه حرارت و ...) به تغییرات فشار هوا(از۳تا۱۵Psi)در اینجا نیز مانند شکل ۲-۳ کافی است فقط روشهای تبدیل حرکت مکانیکی به علائم نیوماتیکی (Pneumatic)را مورد مطالعه قرار بدهیم.

قبل از بحث برای تبدیل حرکت مکانیکی به علائم نیوماتیک لازم است ابتدا در خصوص طرز کار سیستم فلاپر و نازل در سیستم نیوماتیکی توضیحاتی داده شود.

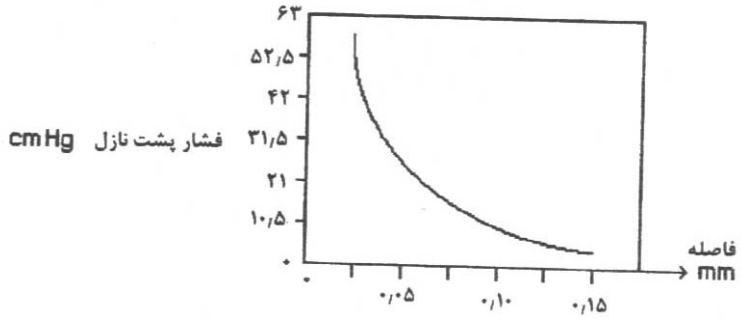
۲-۵. مکانیزم کار فلاپر و نازل در سیستم نیوماتیک

سیستم فلاپر و نازل از مجموعه ای مطابق شکل زیر تشکیل می شود. مجموعه فلاپر و نازل بطور کلی اساس کار کلیه دستگاه های اندازه گیری و کنترل نیوماتیکی را تشکیل می دهد. بطوریکه از شکل زیر پیدا است. علائم ورودی بصورت حرکت مکانیکی به فلاپر وارد می شود و در نتیجه فاصله فلاپر نسبت به سوراخ نازل تغییر می کند. هوای تغذیه ترانسدیوسر با فشار P_1 (بطور استاندارد ۲۰PSIG یا ۲/۷۶ بار) وارد لوله نازل شده و پس از عبور از سوراخ بسیار کوچک با فشار P_2 از پشت نازل خارج می شود بدیهی است مقدار خروجی P_2 تابع فاصله فلاپر تا نازل است. مثلاً اگر فاصله فلاپر از نازل ۰/۵ میلیمتر باشد تقریباً هیچگونه مقاومتی در مقابل خروجی هوا از نازل وجود نداشته و P_2، به مقدار حداقل خواهد رسید.



شکل ۲-۶

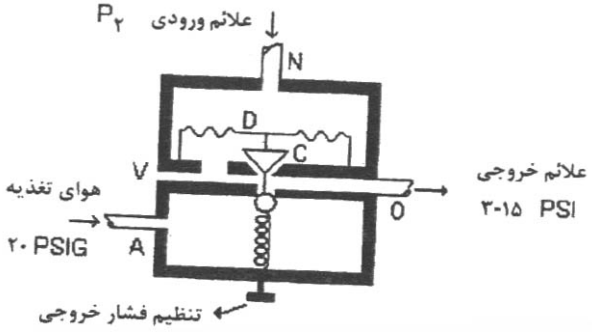
در عمل قطر دهانه مانع محدود کننده جریان هوا در حدود ۰/۵ میلیمتر و قطر سوراخ دهانه نازل تقریباً دو برابر آن انتخاب می شود. در شکل زیر منحنی تغییرات فشار پشت نازل نسبت به فاصله فلاپر تا نازل رسم شده است برای رسم این منحنی اریفیسی به قطر ۰/۲۵ میلیمتر و نازلی به قطر دهانه ۰/۶۳ میلیمتر استفاده شده است. با توجه به این منحنی معلوم می شود در لحظه ای که فاصله فلاپر تا نازل به مقدار تقریبی ۰/۱ میلیمتر می رسد فشار خروجی ۱۰ سانتی متر جیوه است و زمانی که به صفر برسد، نوک نازل تقریباً مسدود شده و مقدار P_1 یعنی ۲۱۰ سانتیمتر جیوه یا ۲/۷۶ بار خواهد شد.



شکل ۲-۷

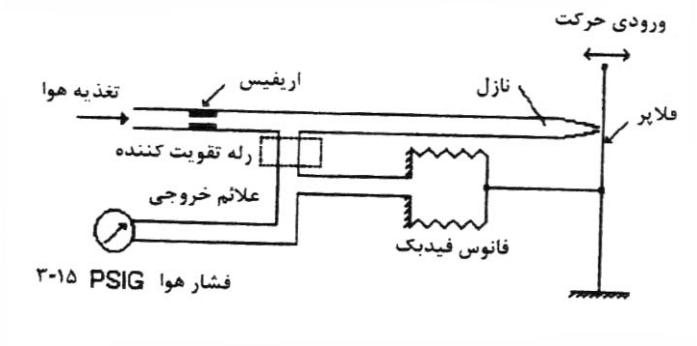
۲-۶. رله تقویت کننده نیوماتیکی :

در شکل ۲-۹ ساختمان داخلی نوع بسیار معمول رله تقویت نیوماتیکی (PNEU-BOOSTER RELAY)نشان داده شده است که در آن علائم ضعیف خروجی از پشت نازل با فشار $P_۲$ روی دیافراگم اثر کرده و باعث حرکت عمودی قطعه C متصل به ساچمه B می گردد در اثر این حرکت هوای فشرده تحت فشار ۲۰ پوند بر اینچ مربع(PSI)وارد لوله 0 شده و باعث تغییر فشار از ۳-۱۵PSI در آن می گردد. این رله طوری طراحی شده است که با کمترین تغییرات فشار در لولهN، شیر سه راه حداکثر تغییرات خود را انجام دهد و حداکثر تغییر مکان ساچمه B در حدود ۰/۰۳ اینچ می باشد بطوریکه برای تغییرات علائم $P_۲$ از صفر تا PSI۵ فشار علائم خروجی در لوله 0بین ۳-۱۵ PSI تغییر خواهد نمود.



شکل ۲-۸

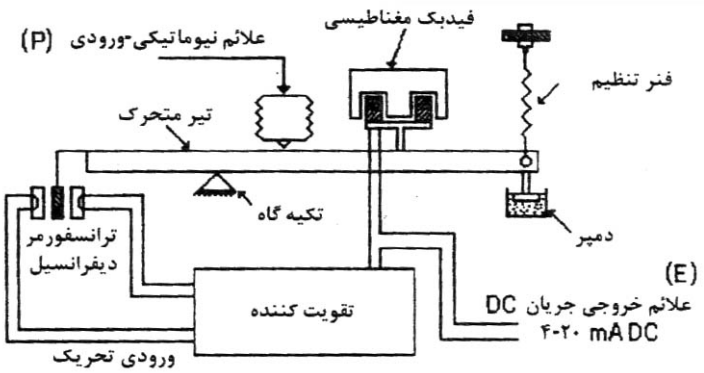
بنابراین می توان گفت که مکانیزم شکل ۲-۶ عمل یک ترانسدیوسر حرکت جابجائی (SISPLACEMENT) مکانیکی به علائم نیوماتیکی را می تواند انجام دهد. در این ترانسدیوسر نیز به منظور پایداری و بهبود عملکرد ترانسدیوسر از فیدبک منفی استفاده می شود اصول ساختمان و طرز کار فیدبک منفی در تراسدیوسرهای نیوماتیک را در شکل زیر می توان دید که در آن عمل فیدبک منفی توسط فانوس فیدبک در خلاف جهت ورودی انجام می گیرد.



شکل ۲-۹

۲-۷. ترانسدیوسرهای علائم نیوماتیکی به علائم الکتریکی(P/E TRANSDUCER) :

از آنجا که ورودی این ترانسدیوسرها علائم نیوماتیکی یعنی فشار هوا بوده و از طرفی فشار یکی از کمیت های فیزیکی است و براحتی قابل تبدیل به حرکت مکانیکی می باشد لذا برای ساختن ترانسدیوسر نیوماتیکی به الکتریکی(P/E TRANSDUCER) کافی است مطابق شکل زیر به سیگنال الکتریکی تبدیل نمود.

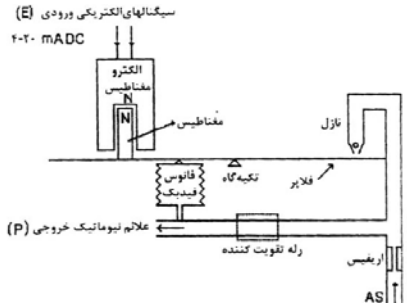


شکل ۲-۱۰ ساختمان ترانسدیوسر سیگنال های نیوماتیکی به الکتریکی

که در ترانسدیوسر فوق با اعمال ورودی نیوماتیکی ۳-۱۵PSI که توسط بلوز به تکیه گاه وارد می شود با تبدیل به سیگنال الکتریکی و تقویت آن در خروجی به سیگنال الکتریکی ۴تا۲۰ میلی آمپر قابل تبدیل می باشد.

۲-۸. ترانسدیوسرهای علائم الکتریکی به نیوماتیکی (P/E TRANSDUCERS) :

در اینجا علائم الکتریکی با استفاده از خاصیت الکترومغناطیسی به حرکت مکانیکی تبدیل و سپس حرکت مکانیکی مطابق شکل ۱۱-۲ به علائم نیوماتیکی تبدیل می شود.


سیگنالهای الکتریکی ورودی (E)
۴-۲۰ mADC
الکترو
مغناطیس
N
مغناطیس
نازل
فلاپر
تکیه‌گاه
فانوس
فیدبک
علائم نیوماتیک خروجی (P)
رله تقویت کننده
اریفیس
AS

شکل ۲-۱۱

فصل سوم

اندازه گیری و انتقال سیگنالهای فشار

Measurement and Pressure)

(Transmitter

۳-۱-۱. واحدهای اندازه گیری فشار:

برای بیان واحدهای اندازه گیری فشار، با توجه به تعریف فشار که بصورت خارج قسمت نیرو بر سطح تعریف شده است اطلاعاتی در رابطه با واحدهای اندازه گیری نیرو و سطح در سیستمهای مختلف مورد نیاز می باشد.

۳-۱-۲. واحدهای اندازه گیری نیرو:

قبل از پرداختن به واحدهای نیرو در سیستمهای مختلف لازم است به تعاریف جرم، وزن، نیرو که در فهم مطالب مورد نیاز است بپردازیم.

تعریف جرم(m): جرم عبارت است از مقدار ماده ای که در یک جسم وجود دارد و همیشه ثابت است که با واحدهای گرم(gr)و کیلوگرم(Kgr)و پوند(Lb)سنجیده می شود.

تعریف وزن(w): وزن عبارت است از نیرویی که به جسم وارد می شود که بستگی به شتاب ثقل دارد. بنابراین وزن یک جسم در کره زمین با وزن همان جسم در کرات دیگر متفاوت است. همه اجسام با شتابی برابر $g = ۹/۸۱m/s^۲$ بطرف زمین کشیده می شوند که همان وزن جسم می باشد.

نیرو(f): با استفاده از قانون نیوتن(قانون سقوط اجسام) نیرو عبارت است از حاصلضرب جرم در شتاب

$$F = m.a$$

تعریف Kgf: نیروی وارد بر جسم به جرم یک کیلوگرم را به کیلوگرم نیرو تعریف می کنند.(Kgf) که هر Kgf تقریباً برابر ۱۰N می باشد.

$$F = m.g = ۱Kg \times ۹/۸۱m/s^۲ \approx ۱۰N$$

چه جرمی در زمین با شتاب $g = ۹/۸۱m/s^۲$ دارای وزن یک نیوتن می باشد.

$$۱N = m \times ۹/۸۱m/s^۲ \Rightarrow m = ۰/۱۰۲kg$$

تعریف پوند نیرو(Lbf): اگر جرم جسمی برابر با یک پوند باشد(۰/۴۵۴kg= پوند۱)چه نیرویی بر آن وارد می شود.

$$f = ۰/۴۵۴۴ \times ۹/۸۱ = ۴/۴۵۳N$$

بنابراین یک پوند نیرو برابر است با ۴/۴۵۴۴ نیوتن می باشد.

حال با توجه به مطالب فوق در جدول زیر واحدهای فشار در سیستمهای بین المللی بیان می شود.

سیستم واحد	$C-G-S$	$M-KS$	$M-K-S$	$F-Lbf-S$

	(عملی)	(علمی)		
وند نیرو Lbf	Kgf کیلوگرم نیرو	$Kg.m/s^2$ نیوتن	$gr.cm/s^۲$ دین	نیرو
$in^۲$	$cm^۲, m^۲$	$m^۲$	$Cm^۲$	سطح
$\frac{Ibf}{in^۲}(Ps.I)^\circ$	$\frac{Kgf}{m^۲}, \frac{Kgf}{cm^۲}$	$\frac{N}{m^۲} = Pascal$	$\frac{dync}{cm^۲} = bar$	فشار

جدول ۳-۱

(Poudforce-Square inich) P-S-I

۳-۲. تعاریف فشار با توجه به مبدأ اندازه گیری :

مقادیر فشار همیشه نسبت به یک فشار مبدأ اندازه گیری می شوند که این فشار مبدأ در واقع همان فشار اتمسفر یا فشار جو می باشد.

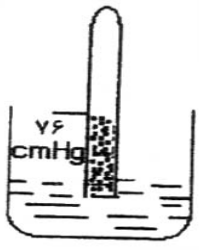
۱. فشار اتمسفر(جو) :

عبارت است از فشاری که هوای اطراف زمین بر زمین وارد می کند که این فشار با ارتفاع و وضعیت هوا تغییر می کند.

مبدأ پذیرفته شده فشار جومطابق با سطح دریا می باشد که با توجه به آزمایش تریچلی برابر است با:

$$۷۶۰mmHg = ۱۴/۷PSI = ۱Bar = ۱Kgf/cm^۲$$

اندازه گیری فشار جو به کمک آزمایش تریچلی: یک لوله بطول یک متر که یک طرف آن بسته است پر از جیوه می کنیم سپس با انگشت دهانه لوله را مسدود کرده و آن را بطور وارونه در داخل ظرفی که داخل آن نیز جیوه است قرار می دهیم. مشاهده می شود که جیوه در لوله پائین آمده و در ارتفاع ۷۶ سانتیمتری(۷۶۰ میلیمتر) ثابت باقی می ماند(آزمایش در سطح دریا) در این آزمایش در قسمت بالای لوله خلأ ایجاد می شود.



شکل۳-۱

۲. فشار نسبی:

فشار نسبی، فشاری است که نسبت به فشار اتمسفر سنجیده می شود. مثلاً فشار نسبی برابر ۲bar فشاری است که به اندازه دوبار بالاتر از فشار جو می باشد. فشارهای نسبی مثبت را که بالاتر از فشار جو می باشند را فشار گیج گویند(Gauge-P). در صورتیکه فشار بر حسب Psi باشد علامت اختصاری فشار نسبی را با علامت P-S-I-G نشان می دهند.

فشارهای نسبی منفی که پائین تر از فشار جو قرار می گیرند را فشار خلأ می گویند.

۳. فشار مطلق(Absolute-P):

مبدأ اندازه گیری فشار مطلق خلأ می باشد که هیچگونه فشاری در آنجا وجود ندارد بنابراین فشار نسبی+ فشار اتمسفر= فشار مطلق که فشار مطلق را در صورتیکه فشار برحسب PSI باشد با علامت P-S-I-A نشان می دهند که در اندازه گیری های نیوماتیکی و هیدرولیکی فشار نسبی مورد استفاده قرار می گیرد.

با توجه به تعاریف فوق فشار سنجها زیر در صنعت کاربرد دارند.

۱. فشار سنج نسبی(PARTIAL-P-G):

این فشار سنجها فشار داخل لوله(Line)یا مخازن را نسبت به فشار اتمسفر به ما نشان می دهند.

۲. فشار سنج مطلق(ABSOLUTEP-G):

این فشار سنجها فشار را نسبت به خلأ که دارای فشار صفر است اندازه گیری می کنند بنابراین مجموع فشار درون لوله(مخازن) و فشار جو را نشا می دهند.

۳. فشار سنج کمپوند(Compound):

فشار سنج کمپوند فشار سنجی است که هم فشار خلأ و هم فشار نسبی را اندازه گیری می نماید که دارای صفر در وسط صفحه مدرج می باشد که فشار زیر صفر برای اندازه گیری فشار خلأ می باشد و فشار بالای صفر برای اندازه گیری فشار نسبی می باشد.

۳-۳. اندازه گیری فشار برحسب ارتفاع ستونی از مایعات :

از آنجائیکه مایعات بر سطح نیرو وارد می کنند که در مورد اجسام ساکن نیرو برابر وزن است(F=W) پس می توان نوشت:

$$d = \frac{W}{V} \Rightarrow W = V.d$$
$$V = h.A$$
$$W = h.A.d$$
$$P = \frac{W}{A} = \frac{h.A.d}{A} = h.d$$

از رابطه بالا نتیجه می گیریم که فشار مایعات به ارتفاع و وزن مخصوص مایع (d) بستگی دارد و سطح ظرف تأثیری در مقدار فشار ندارد که با توجه به رابطه فوق با ارتفاع لوله و اسم مایع داخل لوله بیان می شود مثلاً برحسب سانتیمتر جیوه و میلیمتر جیوه و غیره.

۳-٤. جدول تبدیل واحد های فشار:

برای تبدیل واحدهای فشار به یکدیگر از جدول تبدیل واحدها استفاده می شود.

جدول واحد فشار

تبدیل به → / تبدیل از ↓	کیلوگرم نیرو بر سانتیمتر مربع	پوند نیرو بر اینچ مربع	متر جیوه	اینچ جیوه	متر آب	اینچ آب	فوت آب	بار	پاسکال
کیلوگرم نیرو بر سانتیمتر مربع	۱	۱۴/۲۲	۰/۷۳۵۵	۲۸/۹۶	۱۰/۰۱	۳۹۴/۰۵	۳۲/۸۴	۰/۹۸۰۶	۹۸۱۰۰
پوند بر اینچ مربع	۰/۰۷۰۳۱	۱	۰/۰۵۱۷۴	۲/۰۳۶	۰/۷۰۳۷	۲۷/۷	۲/۳۰۹	۰/۰۶۸۹	۶۹۹۷/۴۱۱
متر جیوه	۱/۳۵۹۶	۱۹/۳۴	۱	۳۹/۳۷	۱۳/۶۱	۵۳۵/۷	۴۴/۶۴	۱/۱۳۳	۱۳۳۳۷۶/۷۶
اینچ جیوه	۰/۰۳۴۵۳	۰/۴۹۱۲	۰/۰۲۵۴	۱	۰/۳۴۵۶	۱۳/۶۱	۱/۱۳۴	۰/۰۳۳۸	۱۳۳۳۷۶/۷۶
متر آب	۰/۰۹۹۹۱	۱/۴۲۱	۰/۰۷۳۴۹	۲/۸۹۳	۱	۳۹/۳۷	۳/۲۸۱	۰/۰۹۸	۹۸۰۱/۱۷۱
اینچ آب	۰/۰۰۲۵۳	۰/۰۳۶۱	۰/۰۰۱۸۶۷	۰/۰۷۳۴۹	۰/۰۲۵۴	۱	۰/۰۸۳۳	۰/۰۰۲۳	۲۴۸/۱۹۳
فوت آب	۰/۰۳۰۴۵	۰/۴۳۳۲	۰/۰۲۲۴	۰/۸۸۱۹	۰/۳۰۴۸	۱۲	۱	۰/۰۲۹۸	۲۹۸۷/۱۴۵
بار	۱/۰۱۹۶	۱۴/۵	۰/۷۴۹۹	۲۹/۵۳	۱۰/۲۰۷	۴۰۱/۰	۲۳/۴۸	۱	۱۰۰۰۷۷/۰۵
پاسکال	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱۴	۰/۰۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۰۳۳	۰/۰۰۰۰۰۹	۱

جدول ۳-۲

۳-۵. اندازه گیری فشار توسط مانومتر (Manometers) :

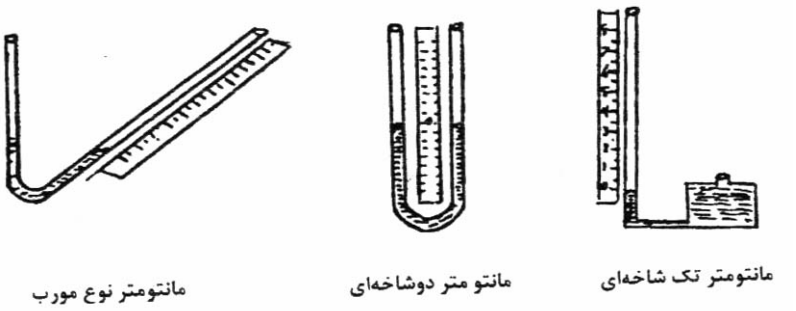
ساختمان مانومترها که به فشار سنجهای اولیه موسومند از شیشهٔ محکم ساخته شده و صفحه آنها برحسب اینچ و متر و سانتیمتر مدرج شده و مایع درون آنها معمولاً جیوه یا آب می باشد. از مانومترها برای اندازه گیری فشارهای کم استفاده می شوند.

انواع مانومترها عبارتند از:

۱. مانومتر یک شاخه ای(Single Leg manometere)
۲. مانومتر دو شاخه ای(V-Tube manometer)

۳. مانومتر نوع مورب(Inclinde manometer)

برای اندازه گیری و خواندن فشارهای کم و خیلی کم از مانومترهای برحسب اینچ آب استفاده می شود ولی چنانچه فشار نسبتاً بالا باشد از مانومترهای جیوه ای استفاده می کنیم.
اشکال زیر انواع مختلف مانومترها را نشان می دهد.



شکل۳-۲

نکات مهمی که در مواقع کار با مانومترها باید در نظر گرفت :

۱. مانومترها باید در هنگام کار کاملاً تراز قرار گرفته باشند.

۲. در مواقع خواندن درجات مانومترها باید سطح مایع درون آنها را با دقت در نظر گرفت.

سطح آزاد مایعات چسبنده آب در لوله های باریک، فرو رفته است و سطح آزاد مایعات غیر چسبنده مانند جیوه برآمده است.

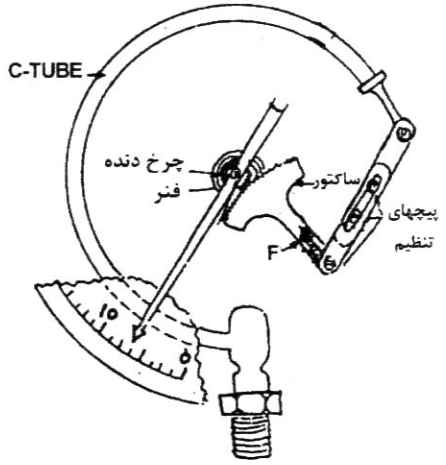
اندازه گیری فشار توسط فشار سنجهای بردن تیوپ :

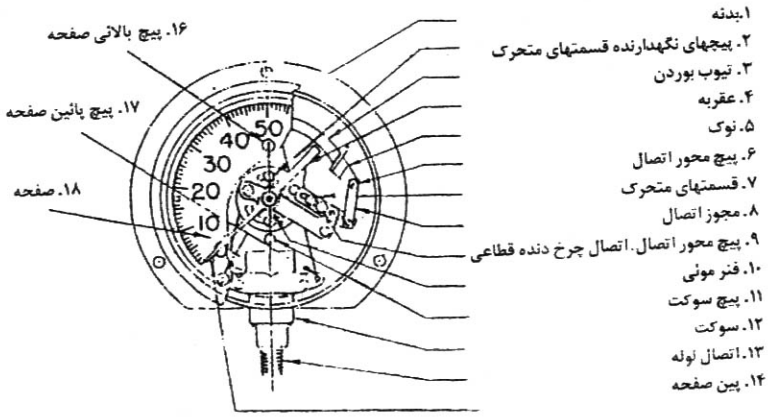
بردن تیوب: بردن نام دانشمندی است، چون مخترع این تیوب است بنام او یعنی بردن گفته می شود. جنس بردن تیوب از برنز یا نیکل سخت می باشد و به شکلهای مختلف ساخته می شود.

۱. تیوب C شکل (C-TUBE)
۲. تیوب فانوسی(BELLOWS TUBE)
۳. تیوب حلقوی(HELICAL TUBE)
۴. تیوب حلزونی(SPIRAL TUBE)
۵. دیافراگم (Diaphragm)
۶. کپسول(Gapsule)

تیوب C شکل :

چون به شکل C می باشند C-TUBE نامیده می شوند. یک سر آن آزاد متکی به اهرمی است که درانتهای آن چرخ دنده ای قرار دارد. این اهرم می تواند حول نقطه F حرکت کند و چرخ دنده را که یک عقربه روی محور آن نصب شده به حرکت در آورد. سر دیگر تیوب ثابت و به وسیله، سوکت به بدنه فشار سنج محکم می شود که محل ورود فشار می باشد. هر چقدر فشار بیشتر باشد تیوب بیشتر باز شده و عقربه مقدار بیشتری را نشان خواهد داد. صفحه آن بر حسب پوند بر اینچ مربع (PSI) یا کیلوگرم نیرو بر سانتی متر مربع و یا واحد دیگر فشار مدرج شده است. باز و جمع شدن تیوب بین ۰/۲۵ تا ۰/۴ اینچ می باشد اگر بیش از این مقدار باز شود فنریت خود را از دست داده و فشار سنج اندازه صحیح را نشان نخواهد داد.





شکل ۳-۳

۳-٦. حدود رنج اندازه گیری فشار سنج ها :

فشار سنج های مانومتری :

۱. مانومتر مخزن دار: از این نوع مانومترها برای اندازه گیری فشارهای کم از صفر ۱۲ اینچ آب و فشارهای زیاد از صفر تا ۴۸ اینچ جیوه استفاده می شود.
۲. مانومتر مایل: این نوع مانومترها برای اندازه گیری فشارهای کم تا نیم اینچ آب مورد استفاده قرار می گیرد.
۳. مانومترهای U شکل: این نوع مانومتر برای اندازه گیری فشار کم از صفر تا ۴ اینچ آب و فشارهای زیاد از صفر تا ۴۸ اینچ جیوه استفاده می شود.

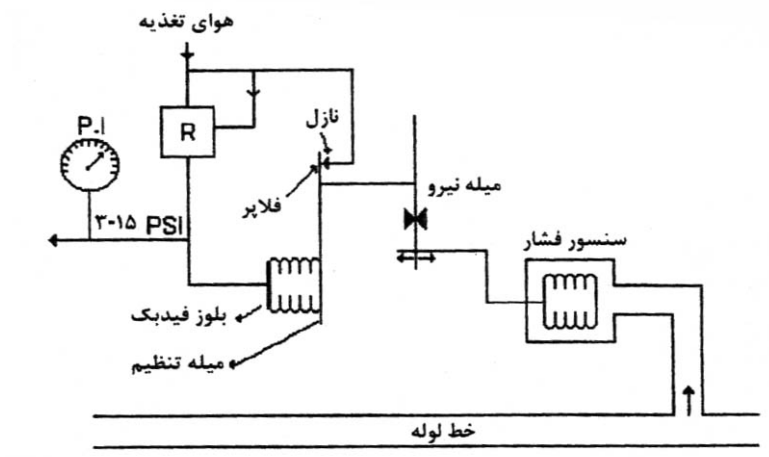
فشار سنج های بردن تیوپی :

۱. تیوپ Cشکل: این نوع فشار سنج ها معمولاً از صفر تا ۱۶۰۰PSI مورد استفاده قرار می گیرد.
۲. تیوپ حلزونی: از این نوع بیشتر در ثبت کننده استفاده می شود معمولاً از صفر تا ۲۰۰PSI را اندازه گیری می نمایند.
۳. تیوپ حلقوی: در شرایط معمولی تا ۶۰۰۰PSI را اندازه گیری می کنند.
۴. بلوز: از این نوع بیشتر در ترانسیمترها استفاده می شود و ظرفیت اندازه گیری آن معمولاً از صفر تا ۱۵PSI می باشد.
۵. کپسول: از دو دیافراگم تشکیل شده است که به یکدیگر متصل شده اند که بین آنها مایع قرار دارد و در دستگاه d/p Cell استفاده می شود.

۳-۷. دستگاه انتقال دهنده فشار(Pressure-Transmitter) نوع نیوماتیکی :

وسیله اندازه گیری فشار یا سنسور فشار از نوع بلوز (Bellows)یا بردن تیوپ(Borden tube)می باشد که بصورت کپسول و در اندازه های مختلف ساخته می شود و قابل تعویض می باشد که با تغییر فشار مقدار آن تغییر می کند.

برای درک چگونگی طرزکار این انتقال دهنده به شکل زیر دقت کنید:

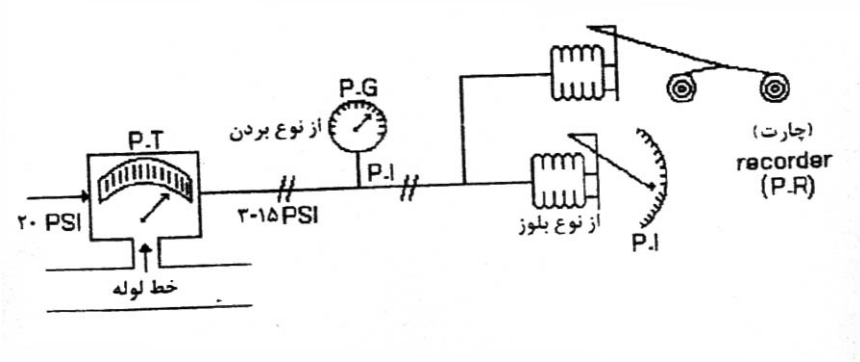


شکل ۳-۴

با تغییرات فشار پروسس مثلاً از PsI (۵۰-۰)بلوز یا بردن حرکت کرده به میله (Force Bar)منتقل می شود و از آنجائیکه این میله به فلاپر متصل می باشد باعث حرکت فلاپر در جلوی نازل می شود. فلاپر را به نازل نزدیک و یا دور می نماید و این فشار پشت نازل(N-B-P)از طریق رله، فشار خروجی۳ الی۱۵ پوند بر اینچ مربع را می سازد. وجود بلوز فیدبک باعث می شود که فشار متغیر در خروجی داشته باشد با هر تغییر پروسس که باعث حرکت فلاپر می شود و این فیدبک باعث تعادل فلاپر می شود. عمل آن عکس نیروی پروسس می باشد که اهرم(Range row)را به حالت تعادل در می آورد.

بنابراین این انتقال دهنده، فشار پروسس را اندازه گیری نموده و به هوای PSI(۱۵-۳) که متناسب با مقدار متغیر است تبدیل نموده و به دستگاه های نشان دهنده (Indecator)یاثبت کننده(Recorder)و یا کنترل کننده(Controller)می فرستد.

مطابق شکل زیر:



شکل ۳-۵

توسط نشان دهنده در هر لحظه می توانیم مقدار فشار را بخوانیم و برای اطلاع از گذشته متغیر فشار از دستگاهRecorder (ثبت کننده) برای اطمینان بیشتر استفاده شده است.

برای دستگاه انتقال دهده فشار فوق سه خط هوا وجود دارد.

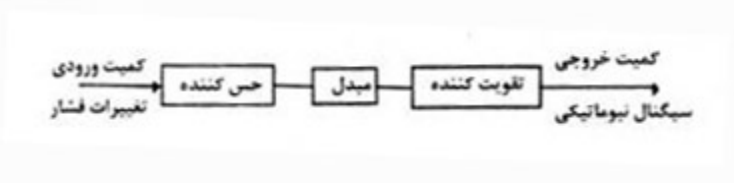
۱. هوای تغذیه Supply که برابر با ۲۰PSI است.
۲. هوای فرستنده فشار که به آن هوای اندازه گیری(mesurment)می گویند.
۳. هوای خروجی Out put که برابر ۱۵PSI-۳ بوده و به شیر کنترل یا محرک فرستاده می شود

بطور کلی با توجه به بحث بالا ترانسیمتر فشار فوق از سه قسمت اصلی تشکیل شده است.

۱. حس کننده(Sensor) مربوط به فشار که از نوع بلوز یا کپسول فشار می باشد که فشار را حس می نماید.
۲. مبدل(Transducer) که حرکت مکانیکی را با حرکت فلاپر در مقابل نازل به نیوماتیکی تبدیل می نماید.

۳. تقویت کننده که شامل هوای پشت نازل و رله نیوماتیکی می باشد.

که در بلوک دیاگرام زیر خلاصه می شود.

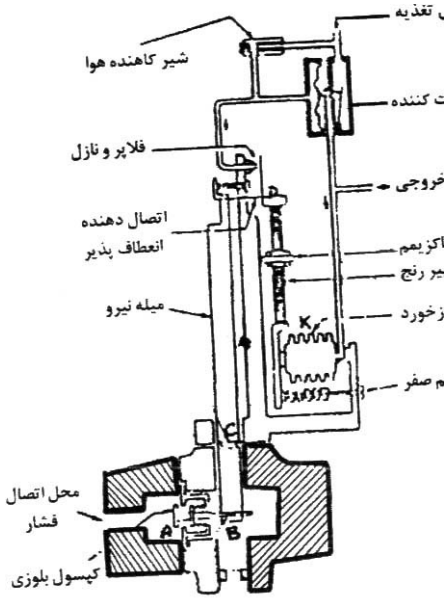


شکل۳-۶

۳-۸. انتقال دهنده فشار(Pressure Transmitter) :

این دستگاه متناسب با فشاری که به کپسول آن وارد می شود فشار هوای ۱۵-۳ PSI را ایجاد می نماید که به دستگاه نشان دهنده و یا ثبت کننده انتقال می یابد. مهم این است که در یک انتقال دهنده فشار هوای خروجی صد در صد متناسب با تغییرات متغیر باشد این متناسب بودن با متعادل کردن نیروی حاصله از فشار هوای خروجی و نیروی حاصله از فشار بر کپسول توسط مکانیزم دستگاه انجام می شود و به همین خاطر به این دستگاه (Force Balance)یعنی تعادل نیرو نیز گفته می شود.

اکنون برای پاسخ به این پرسش که عمل تعادل نیروها چطور انجام می گیرد در شکل به دیافراگم A و میله نیروی B (Range bar)و فیدبک بلوز K توجه نمائید.



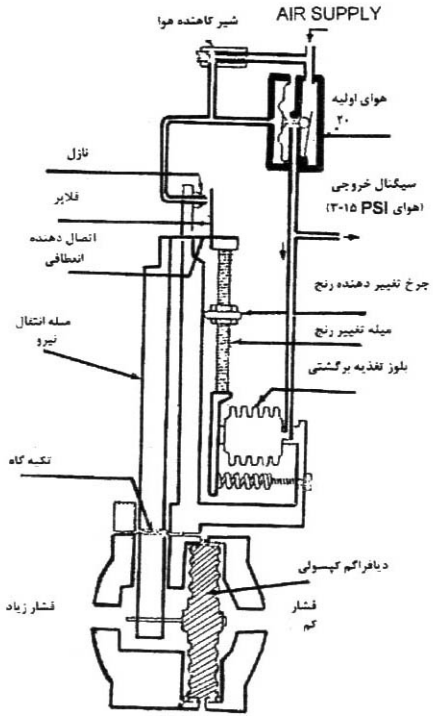
شکل ۳-۷

میله نیروB و میله دامنهٔ تغییرات به عنوان اهرم عمل می کنند. تیغه فلزی C ضمن اینکه جلوگیری از نشت سیال می کند به عنوان تکیه گاه برای اهرم B نیز می باشد. از طرف دیگر چون چرخ دامنهٔ تغییرات(Range Wheel)نیز ضمن اینکه تنظیم ضربدری(Span)را با آن می توان انجام داد به عنوان

تکیه گاه برای اهرم E انتهای بالای میله سمت چپ منحرف می شود وبا خود فلاپر را به طرف نازل می برد که نتیجه آن ایجاد فشار پشت نازل و فشار هوا خروجی از رله نیوماتیکی می باشد.
فشار خروجی بلافاصله وارد فیدبک بلوز K شده توسط آن به یک نیرو تبدیل می شود این نیرو تبدیل می شود این نیرو میلهٔ دامنهٔ تغییرات E را به حرکت در می اورد و انتهای بالای میله دامنهٔ تغییرات E به سمت راست منحرف می شود و با خود فلاپر را از نازل دور می کند. تیغهٔ فلزی D محل تلاقی بین دو نیرو می باشد که بر روی فلاپر اثر می گذارد. شرط پایدار ماندن فلاپر در یک موقعیت، متعادل شدن این دو نیرو است.

۳-۹. انتقال دهنده اختلاف فشار Diffential Pressure (d/p)Transmitter) نوع نیوماتیکی :

ساختمان و طرزکار این دستگاه شبیه انتقال دهنده فشار می باشد با این تفاوت که به جای یک فشار، دو فشار مختلف از طرف سیال به طرفین کپسول آن وارد می شود و برای اندازه گیری اختلاف فشار بکار می رود. بنابراین در این دستگاه سیگنال خروجی(۳-۱۵PSI) متناسب با اختلاف فشار می باشد.



شکل۳-۸

فصل چهارم

اندازه گیری وانتقال درجه حرارت

Measurement and Temprature)

(Transmitter

٤-١. واحدهای اندازه گیری درجه حرارت :

درجه سانتی گراد(C°):

در صورتیکه نقطه انجماد آب را صفر و نقطه تبخیر آب را ۱۰۰ در نظر گبیریم بین صفر تا صد را به صد قسمت مساوی تقسیم کنیم و هر قسمت را یک درجه سانتی گراد می گوییم.

درجه فارنهایت(F):

در درجه بندی فارنهایت نقطه انجماد آب را ۳۲ و نقطه تبخیر آب را ۲۱۲ در نظر می گیریم و بین ۳۲ و ۲۱۲ را به ۱۸۰ قسمت تقسیم می کنیم و هر قسمت را یک درجه فارنهایت می گوییم.

درجه کلوین(K):

در درجه بندی کلوین نقطه صفر مطلق آب یعنی -۲۳۷° را که در این نقطه حرکت مولکولی آب کاملاً متوقف می شود در نظر می گیریم بنابراین اگر بطور معکوس نقطه صفر مطلق را صفر بگیریم نقطه صفر درجه سانتی گراد ۲۳۷°و نقطه تبخیر آب ۳۷۳°خواهد شد موارد فوق بطور خلاصه در جدول ذیل آمده است.

درجه کلوین	درجه فارنهایت	درجه سانتی گراد	
۲۷۳	۳۲	۰	نقطه انجماد آب
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
–	–	–	–
۳۷۳	۲۱۲	۱۰۰	نقطه تبخیر آب

جدول ۴-۱

رابطه تبدیل واحدهای درجه حرارت: با توجه به تقسیم بندی، رابطه سه نوع واحد اندازه گیری فوق بصورت زیر می باشد.

(۱-۴)

$$۱)\frac{C}{۱۰۰}=\frac{F-۳۲}{۱۸۰}\Rightarrow\begin{cases}C=\frac{۵}{۹}(F-۳۲)\\F=\frac{۹}{۵}C+۳۲\end{cases}$$

$$۲)K^\circ=C^\circ+۲۷۳$$

٤-٢. دستگاه های اندازه گیری درجه حرارت :

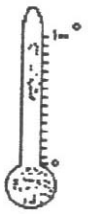
اندازه گیری درجه حرارت بطور کلی به دو روش غیر الکتریکی و الکتریکی انجام می شود.

٤-٢-١. روش اندازه گیری درجه حرارت به روش غیر الکتریکی :

که در این روش از انبساط مایعات، گازها و فلزات استفاده می شود.

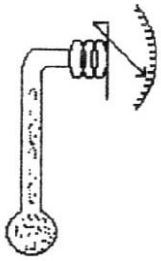
١. انبساط مایعات و گازها :

اگر مقداری جیوه یا اتر و یا الکل در مخزن شیشه ای که دارای لوله مدرج است، ریخته شود، این دستگاه یک دماسنج یا میزان الحراره(Tharmometer)را تشکیل می دهد که در اثر افزایش درجه حرارت محیط اطراف آن، حجم مایع افزایش می یابد طبق رابطه $V_T = V_\circ(1+\gamma t)$و مقدار دما، از روی آن خوانده می شود.



شکل۴-۱

البته همین افزایش حجم مایع چون حجم لوله ثابت است باعث افزایش فشار در لوله می شود طبق قانون بویل ماریوت $\left(\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1 P_1}{V_2 P_2}\right)$اگر این فشار را به بلوز(Bellows)منتقل کنیم می تواند دستگاهی که دارای صفحه مدرج و عقربه باشد را به حرکت در آورده و درجه حرارت را نشان دهد.



شکل ۲-۴

در این نوع بجای مایع می توانیم از گاز نیز استفاده کنیم چون حجم لوله ثابت است فشار در لوله در اثر افزایش درجه حرارت ایجاد می شود و این فشار به بلوز منتقل شده وباعث حرکت عقربه می گردد.

٢. انبساط فلزات بر اثر درجه حرارت :

اگر یک مفتول حرارت داده شود طول آن زیاد می شود از این خاصیت برای اندازه گیری درجه حرارت بهره می گیرند.

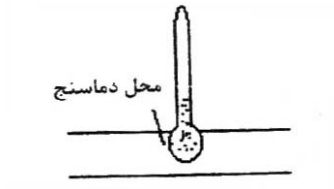
$$L_T = L_\circ(1+\alpha t) \qquad (۲-۴)$$

به این منظور دو نوار باریک دو فلز مختلف(bemetal)که ضریب انبساط یکی بیشتر از دیگری باشد به هم متصل کرده و یک طرف آن را به محلی ثابت می کنیم و سر دیگر آزاد را به عقربه دستگاه مدرج متصل می نمائیم. با اعمال درجه حرارت انتهای آزاد به علت نا برابر بودن ضریب انبساط طولی دو فلز مذکور در جهت محور حرکت پیچشی انجام می دهد. که به عقربه منتقل می گردد و مقدار درجه حرارت بدین وسیله نشان داده می شود.

شکل۴-۳

این ترمومترهای مایعی یا فلزی جهت نصب برای اندازه گیری درجه حرارت در محل مخصوص بنام(Themo well)که در قطر Line یا دستگاه های ایجاد شده قرار می دهند.

شکل۴-۴

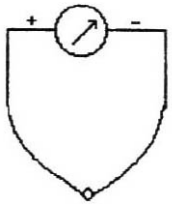


٤-۲-۲. روش اندازه گیری درجه حرارت به روش الکتریکی :

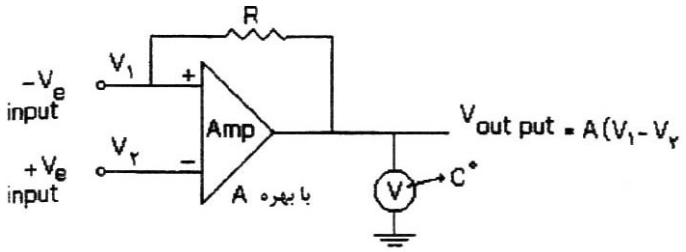
٤-۲-۲-۱. با استفاده از ترموکوپل (Thermocouple):

هر گاه دو انتهای دو رشته سیم غیر هم جنس را به همدیگر وصل کرده و نقطه اتصال را حرارت دهیم(Hot Junction)در دوسر آن اختلاف پتانسیل به وجود می آید(به علت الکترون آزاد یکی از فلزها) که اگر به یک میلی ولتمتر وصل کنیم ولتاژ را نشان می دهد و اگر صفحه میلی ولتمتر را متناسب با حرارت مدرج نمائیم بدین وسیله می توانیم درجه حرارت را اندازه گیری نمائیم.

شکل۴-۵



برای افزایش ولتاژ دوسر کوپل می توانیم چند ترموکوپل را مانند باطری سری بهم متصل نمائیم. البته برای تقویت این ولتاژ می توانیم از یک آمپلی فایر الکتریکی(op-amp)استفاده نمائیم مانند شکل زیر :



شکل۴-۶

روش شناسایی سیم مثبت و منفی ترموکوپل :

ترموکوپل(مس- کنسانتین) (Cupper-Constantan)(نوع T)رنگ سیم مسی مثبت کاملاً مشخص می باشد و حداکثر دمای اندازه گیری ۴۰۰ درجه سانتی گراد می باشد.

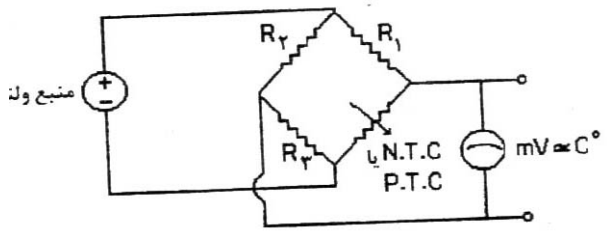
ترموکوپل(Iron-Constantan)(نوع G)را از روی رنگ نمی توان تشخیص دادزیرا هر دو تیره هستند ولی با یک آهن ربا می توانیم سیم مثبت آهن را مشخص کنیم که حداکثر دمای اندازه گیری ۸۵۰ درجه سانتی گراد می باشد.

ترموکوپل(Chromel-Alumel)(نوع K)در این حالت نیز Alumel نیز بصورت ضعیفی جذب آهن ربا می شود پس سیم مثبت خواهد بود که حداکثر دمای اندازه گیری ۱۱۰۰ درجه سانتی گراد می باشد.

ترموکوپل ها را مثل ترمومترها جهت نصب در ترموول(Thermo well) قرار می دهند.

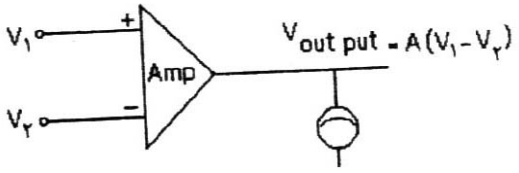
٤-۲-۲-۲. با استفاده از ترمیستور(Thermally sensitive resistor Thermistor)

مثل PTC (Positve Temp-Coeffient) که در اثر افزایش درجه حرارت مقاومت آنها زیاد می شود و NTC(Negative Temp-Coeffient) که در اثر افزایش درجه حرارت مقاومت آنها کاهش می یابد به عنوان مقاومتهای متغیر در دستگاه پل های اندازه گیری برای اندازه گیری درجه حرارت محل های مورد نظر بکار می روند.



شکل ۴-۷

که معمولاً برای تقویت این ولتاژ آنها را به ورودی تقویت کننده op-Amp اعمال نموده و خروجی تقویت شده دریافت می کنند.



شکل ۴-۸

٤-۲-۲-۳. اندازه گیری دما با تغییر مقاومت الکتریکی فلزات(RTD) :

ترمومتر با تغییر مقاومت الکتریکی فلزات در حقیقت یک سیم پیچی کوچک از فلزات خاص می باشد که مقاومت الکتریکی آن در اثر تغییر دما، کم و زیاد می شود. این نوع ترمومترها عمدتاً به RTD (Resistance Temperature Detector) معروفند. جدول فلزات بکار رفته در ساخت RTD زیر آمده است:

Material	$Temp\ Range^{\circ}C$	$\alpha : Tempcoefficient\ \Omega/^{\circ}C$
Nickel	$-۸۰ to +۳۲۰$	۰/۰۰۶۷
Copper	$-۲۰۰ to +۲۶۰$	۰/۰۰۳۸
Nickel+Iron	$-۲۰۰ to +۲۶۰$	۰/۰۰۴۶
Platinum	$-۲۰۰ to +۸۵۰$	۰/۰۰۳۹

جدول ۴-۳

RTD ها معمولاً در مقاومت های ده اهمی تا کیلواهمی ساخته می شوند. RTDها ممکن است در داخل غلاف شیشه ای که به "RESISTANCE BULB"معروفند قرار داده شوند. مشابه با ترموکوپلها ممکن است RTD ها نیز در غلاف فلزی و یا سرامیکی جاسازی شوند.

RTDها معمولاً در مواردی مورد استفاده واقع می شوند که دقت اندازه گیری دما زیاد بوده و محدوده اندازه گیری آن کم باشد. آنها همچنین برای اندازه گیری محدوده خاص از درجه حرارت (اندازه گیری آن برای ترموکوپلها مشکل می باشد) مورد استفاده واقع می شوند. علیرغم فراوانی انواع ترموکوپلها استفاده از RTDها در سالهای اخیر افزایش یافته است. در RTDها مقدار تغییر مقاومت $^{\circ}C$۱دما را ضریب مقاومت حرارتی (TEMPERATURE COEFFICIENT OF RESISTANCE)نامیده و آنرا با αنشان می دهند.

در جدول فوق نشان داده شده است که RTD از جنس پلاتین دارای ضریب مقاومت حرارتی برابر ۰/۰۰۳۹ اهم بر درجه سانتی گراد(در محدوده درجه حرارت $^{\circ}C$ ۰تا $^{\circ}C$ ۱۰۰)می باشد. برای خیلی از فلزات ضریب فوق مثبت است یعنی با افزایش دما مقدار مقاومت RTDنیز زیاد می شود. در جدول فوق نیکل بیشترین مقدار تغییر مقاومت در برابر دما را داشته و پلاتین خاص خاصیت خطی تغییر مقاومت الکتریکی با درجه حرارت را دارا می باشد.

مقاومت الکتریکی پلاتین برابر با 10-OHM –CM در دمای $^{\circ}C$ ۲۰بوده و همچنین مقاومت الکتریکی نیکل برابر ۶/۸۴۴ اهم سانتی متر(در همان دما) می باشد. تغییر مقاومت الکتریکی با دما را طبق فرمول عمومی زیر محاسبه می نمایند:

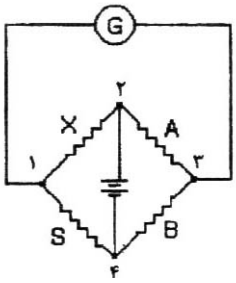
$$R = Ro(1 + \alpha T) \text{ و یا } \frac{dR}{dT} = \alpha Ro \qquad (۳-۴)$$

فرمول اخیر یک رابطه خطی بوده وتنها در مورد RTDهای ساخته شده از پلاتین مورد استفاده واقع میشود. در نیکل ارتباط بین تغییر دما و تغییر مقاومت الکتریکی خطی نبوده و رابطه بین آنها از فرمول عمومی زیر محاسبه می گردد.(معمولاً برای دماهای کمتر از $^{\circ}C$ ۱۰۰+و بیشتر از $^{\circ}C$ ۵۰−).

$$R = Ro\left(1 + \alpha T + \beta T^{2} + \lambda T^{3} + ...\right) \qquad (۴-۴)$$

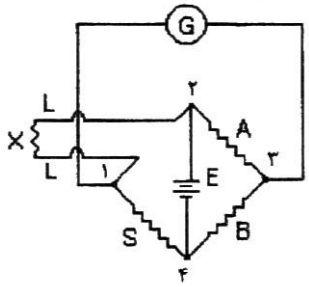
دستگاه های کنترل و نشان دهنده دما با RTD :

مدار ساده پل و ستون مطابق شکل زیر می تواند برای نشان دادن دمای متناسب با تغییر مقاومت RTDمورد استفاده قرار گیرد:



شکل ۴-۹

از آنجائیکه تغییر مقاومت در RTDمعادل Xمی باشد لهذا گالوانومتر G (یعنی آمپر متر حساس DC با نقطه صفر در وسط صفحه) می تواند بطور متناسب با دما درجه بندی شود. در عمل سیستم کنترل نشان دهده دما در فاصله دوری از محل نصب RTDها قرار دارند، لهذا مطابق شکل زیر مقاومت سیمهای اتصال L نیز جزئی از مقاومت X بحساب می آیند.



شکل ۴-۱۰

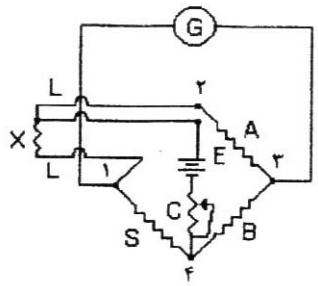
چون رابطه الکتریکی $E = E_{۲۱} + E_{۱۴} = E_{۲۳} + E_{۳۴}$ در زمانیکه ولتاژ در گره ۱ با گره ۳ مساوی باشد رابطه زیر برقرار است لهذا ارتباط بین پارامترهای پل و ستون را می توان بصورت زیر نوشت:

$$\frac{A}{X+2L}=\frac{B}{S} \qquad X=S(A/B)-2L \qquad (4-5)$$

با اضافه کردن یک سیم اضافی تا محل نصب RTD و با تغییر جزئی در مدار پل و ستون می توان اثرات مقاومت سیمهای اتصال را در سیستم کنترل نشان دهنده از بین برد. بدین منظور مطابق شکل زیر مقاومت معادل L (طول سیم رابط) در هر دو شاخه پل و ستون اضافه می گردد.

در این صورت معادلات مقاومت الکتریکی در پل و ستون در حالت تعادل بصورت زیر در می آید:

$$(A+L)/(CX+L)=B/S \qquad X=S[(A+L)/B]-L \qquad (5-5)$$



شکل ۴-۱۱

با اضافه نمودن پتانسیومتر(مقاومت متغیر) شماره C (برای تنظیم گالوانومتر G، تا نقطه تنظیم مورد نظر) می تان دمای متناسب با تغییرات مقاومت در RTDرا مستقیماً از گالوانومتر قرائت نمود.

٤-٢-٢-٤. اندازه گیری دما با استفاده از سنسور مدار مجتمع درجه حرارت :

(Intereged –Cilcuit Temperature sensors)

این سنسورها بصورت مدارهای مجتمع(IC)بوده که با تغییر درجه حرارت در خروجی آنها ولتاژ یا جریان تولید می شود. مثلاً IC شماره LM ۳۳۵ دارای ولتاژ خروجی $10mv/K^{\circ}$و IC شماره LM ۳۳۴ دارای ولتاژ خروجی $10mv/F^{\circ}$و IC شماره AD ۵۹۲ دارای جریان خروجی $10\mu A/K^{\circ}$می باشند. محدوده اندازه گیری و موارد استفاده بعضی از این ICها در جدول زیر داده شده است.

TEMPERATURE RANGES

Divice	$Range(^{\circ}C)$	Use
LM 135 LM 235	-55to+150 -40 to+125	Military

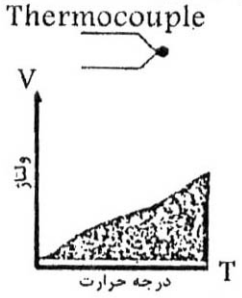
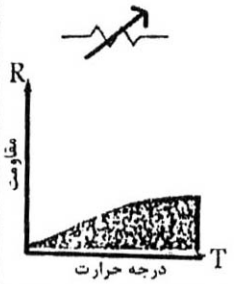
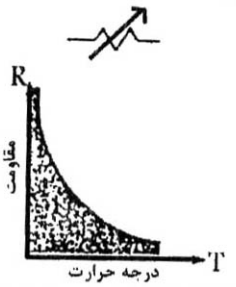
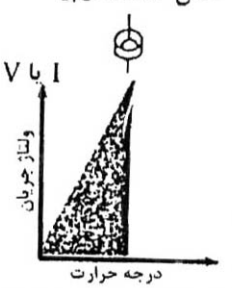
LM 335	-40 to+100	Industrial Commercial

جدول۴-۴

این سنسورها در مقایسه با سنسورهای اندازه گیری دیگر مانند ترموکوپل، RTD و ترمیستور دارای سیگنال خروجی بالا و با تغییرات خطی نسبت به درجه حرارت می باشد که در جدول زیر مزایا ومعایب سنسورهای مختلف درجه حرارت نشان داده می شود.

جدول و نمودار مزایا و معایب سنسورهای الکتریکی درجه حرارت :

مزایا و معایب ۴ نمونه سنسور الکتریکی درجه حرارت با رسم نمودارهای مربوطه در جدول بعد نشان داده شده است:

	ترموکوپل Thermocouple	RTD	ترمیستور Thermistor	حس کننده I.C
				
مزایا	خود تغذیه□ ساده□	پایداری زیاد□ دقت زیاد□ خطی تراز ترموکوپل□	خروجی بالا□ سریع□	خطی □ خروجی زیاد□ ارزان□
پایداری کم	غیر خطی□ ولتاژ کم□ حساسیت کم□	گران□ احتیاج به منبع تغذیه جداگانه□ خودگرمایی□	غیر خطی□ رنج درجه حرارت محدود□ خودگرمایی□	مورد استفاده برای زیر ۲۰°C□ احتیاج به منبع تغذیه جداگانه□ کند□ خودگرمایی□

جدول۴-۵

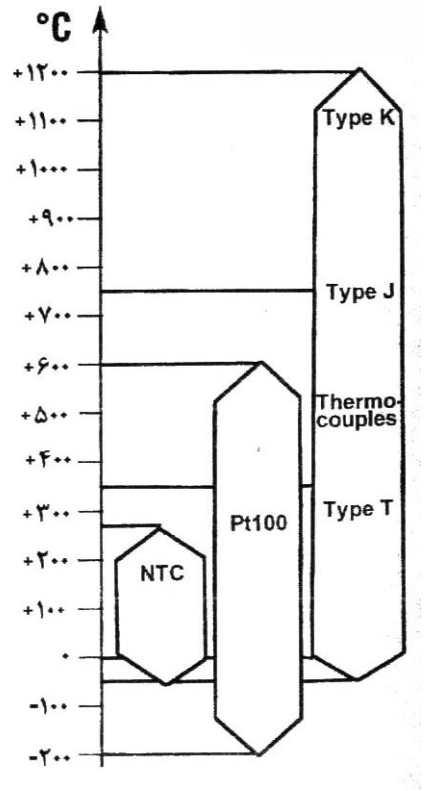
حدود و نمودار انواع سنسورهای اندازه گیری درجه حرارت :

دامنه دما سنج های پر شده از مایعات:

	حداقل		حداکثر
Hg :	$-$ ۳۹ $^{\circ}c$	$\rightarrow$	۳۳۸ $^{\circ}c$
$XeleN$:	$-$ ۴۰ $^{\circ}c$	$\rightarrow$	۴۰۰ $^{\circ}c$
$C_{۲}H_{۵}oH$:	$-$ ۴۶ $^{\circ}c$	$\rightarrow$	۱۵۰ $^{\circ}c$

جدول ۴-۶

Sensor حس کننده	Temperature range رنج درجه حرارت
Thermocouple Type K (NiCr Ni)	-40 to + 1200°C
	-40 to + 1000°C
Type T	-40 to + 30°C
Type J	-40 to + 750°C
Pt 100	-100 to + 200°C
	-200 to + 600°C
NTC (Standard)	-50 to - 25.1°C -25 to + 74.9°C +75 to + 150°C
NTC (High temp)	-30 to - 20.1°C -20 to 0°C +0.1 to + 75°C +75.1 to + 275°C

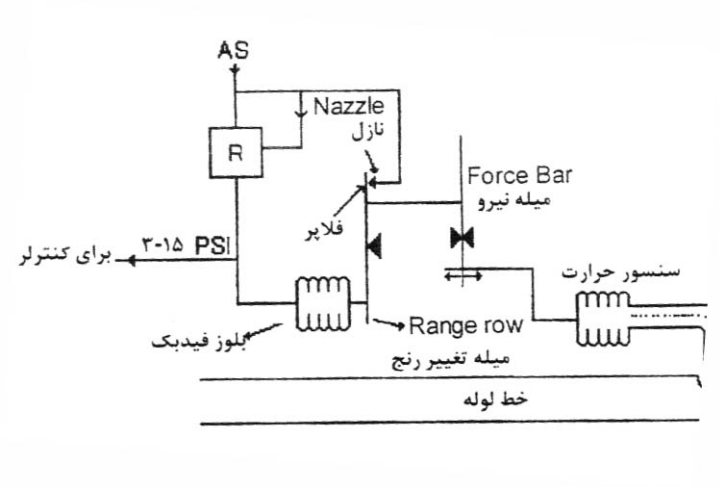


شکل ۴-۱۲

٤-۲-۳. ترانسیمتر درجه حرارت(Temp-Trasmitter)

٤-۲-۳-۱. ترانسیمتر نیوماتیکی درجه حرارت :

در این حالت با افزایش درجه حرارتکه باعث افزایش فشار می باشد و این فشار متأثر از درجه حرارت به بلوز و از آنجا همانند انتقال دهنده فشار به میله Force bar و به فلاپر منتقل می شود.



شکل ۴-۱۳

که در مورد ترانسیمتر درجه حرارت فوق سه قسمت اصلی عبارتند از:

۱. حس کننده: به شکل بلوز می باشد که فشار متأثر از درجه حرارت را حس می نماید.
۲. مبدل: حرکت مکانیکی را با حرکت فلاپر در مقابل نازل به نیوماتیکی تبدیل می نماید.
۳. تقویت کننده: تقویت اولیه در پشت نازل(N-B-P) و رله نیوماتیکی این عمل را انجام می دهد.

به این ترتیب با افزایش درجه حرارت یک سیگنال هوا PSI ۱۵-۳ برای کنترل ساخته می شود که از کارخانه به اطاق کنترل منتقل(Transmit) می گردد.

و در ترانسیمترهای الکترونیکی ولتاژ تولید شده توسط حرارت در ترموکوپلها و یا ترمیستورها و یا RTDها و ... بعد از تقویت به اتاق کنترل انتقال داده می شوند. البته بسته به اینکه سیستم اتاق کنترل الکترونیکی و یا نیوماتیکی باشد از مبدلهای جریان به نیوماتیک(I/P) و یا بالعکس (P/I) می توان استفاده نمود.

فصل پنجم

اندازه گیری و انتقال سطح مایعات

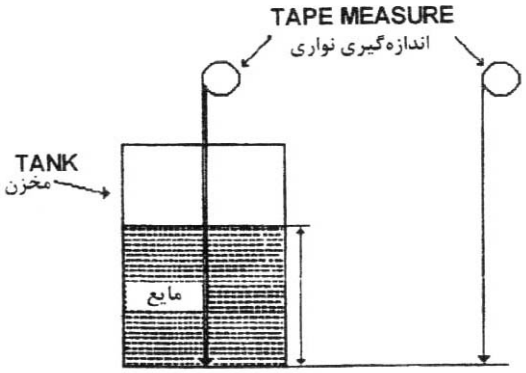
Measurement and level)

(Transmitter

۵-۱. اندازه گیری سطح مایعات :

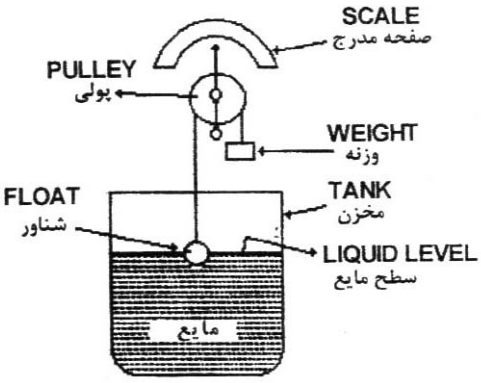
در اکثر عملیات صنعتی اطلاع از وضعیت سطح مایعات درون مخازن ضروری است. در عمل این خواسته به طور مستقیم امکان پذیر نبوده زیرا جدار مخازن فلزی بوده و وضع داخلی آنها از بیرون قابل رویت نیست. در صنعت روش های مختلفی برای اندازه گیری سطح مایعات مخازن وجود دارد که در این قسمت با چند روش آشنا می شویم.

۱. با استفاده از عمق سنج ها که بر حسب متر یاسانتی متر مدرج شده اند ودر مخازن سرباز استفاده می شوند.



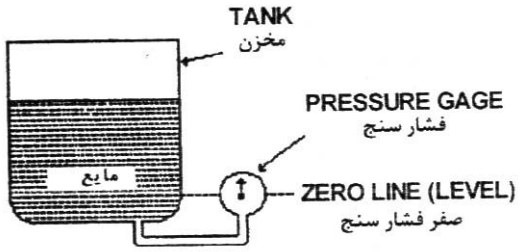
شکل ۵-۱

۲. با استفاده از شناورها یا فلاتر(Floater)



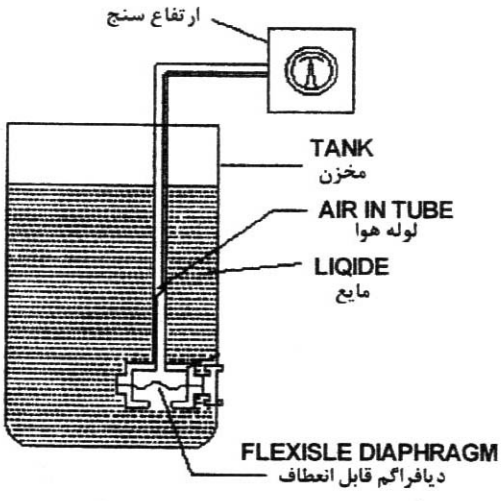
شکل ۵-۲

۳. با استفاده از فشار سنج ارتفاع مایعات که با توجه به رابطه P=h-d که در این حالت مینیمم سطح راصفر فشار سنج و ماکسیمم سطح راحداکثر فشار سنج در نظر گرفته و برحسب ارتفاع سطح مدرج می شوند. که برای اندازه گیری مخازن سرباز و سر بسته استفاده می شود.



شکل۵-۳

۴. با استفاده از خاصیت دیافراگم مطابق شکل با افزایش فشار مایع داخل ظرف از طریق دیافراگم فشار داخل لوله حاوی هوا یا روغن افزایش یافته و متناسب با ارتفاع سطح عقربه صفحه مدرج اندازه گیری تغییر می نماید.



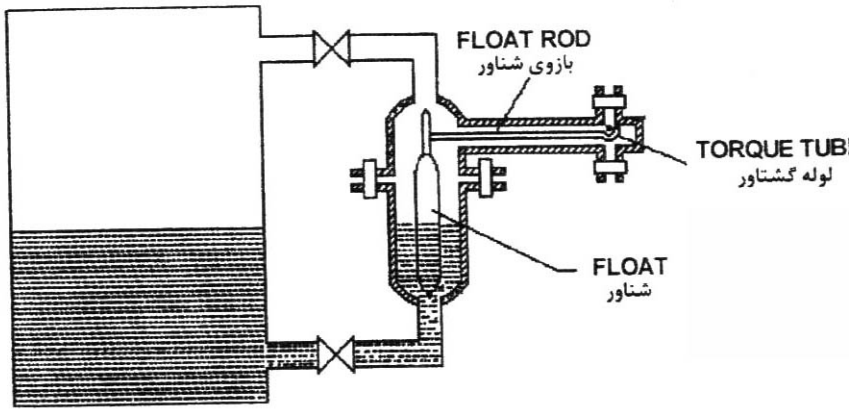
شکل ۵-۴

۵. اندازه گیری سطح مایعات با استفاده از خاصیت شناوری:

طبق قانون ارشمیدس وقتی جسمی در مایعی فرو رود به اندازه وزن مایع هم حجمش از وزن آن کاسته می شود در این روش اندازه گیری دستگاه شامل یک شناور از فولاد زنگ نزن بصورت استوانه ساخته شده و این شناور را درون مخزن یا داخل محفظه ای که خارج از مخزن قرار گرفته و توسط دو لوله اتصال به مخزن وصل می باشد بصورت معلق نگه می دارد هنگامی که مایع در مخزن یا محفظه بالا آمده و قسمتی از شناور در مایع فرو رود وزن آن کم شده و باعث یک حرکت گردشی(گشتاور) برابر با وزن شناور ضربدر طول میله شناور(Fload Rod) می گردد.

در نتیجه Troque Tube چرخش کرده و باعث پیچش انتهای دیگر لوله E خواهد شد و در درون لوله E میله و F قرار گرفته که یک سر آن به Torque Tube وصل است و سر دیگرش به عقربه

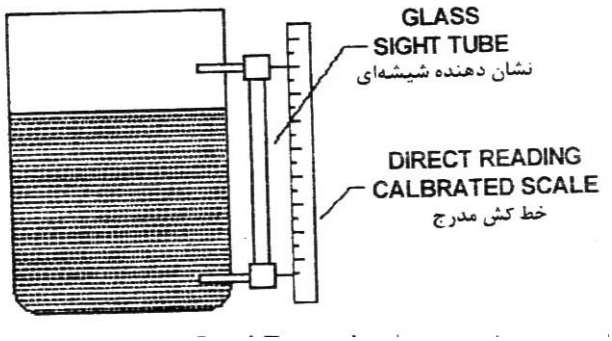
نشان دهنده وصل است وقتی سطح مایع بالا بیاید بالا آمده و عقربه مقدار ارتفاع را نشان می دهد مطابق شکل:



شکل ۵-۵

۶. اندازه گیری سطح با استفاده از سطح سنج شیشه ای:

در دیگهای بخار و یا مخازن مشابه که لازم است سطح مایع درون مخزن را دید از این روش استفاده می شود. این وسیله شامل یک لوله شیشه ای با استحکام زیاد است که دو سر آن از طریق اتصال و شیر جدا کننده به بدنه مخزن وصل است مطابق شکل:



شکل ۵-۶

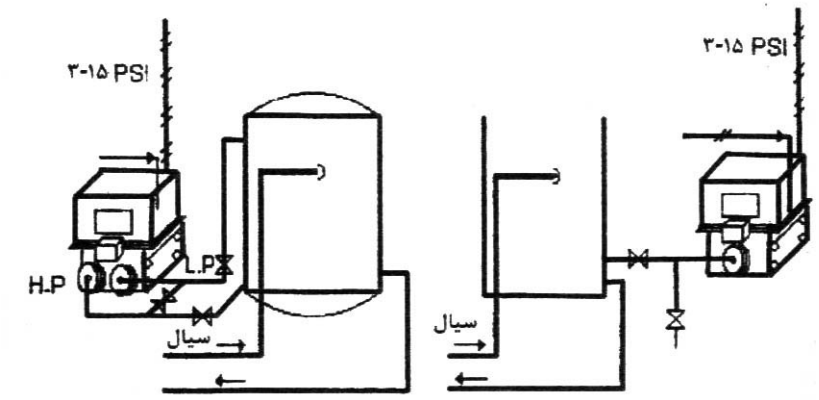
۵-۲. انتقال دهنده سطح مایعات(Level Transmitter)

برای انتقال تغییرات سطح مایعات از محل پروسه به اتاق فرمان جهت کنترل سطح مایعات از روشهای مختلفی استفاده می شود که در این قسمت با سه روش انتقال سطح مایعات آشنا می شویم.

۵-۲-۱. انتقال دهنده مقدار سطح مایعات با کمک دستگاه انتقال دهنده فشار و اختلاف فشار:

مقدار سطح مایع را می توان با فشار ایجاد شده توسط ارتفاع مایع درون مخزن توسط یک انتقال دهنده به شرح زیر به هر نقطه دلخواه منتقل نمود.

۱. در مخزن سرباز، اگر بخواهیم مقدار سطح مایع(level) را به اطاق کنترل منتقل کنیم از یک انتقال دهنده فشار مناسب استفاده می کنیم. مطابق شکل (۱)
۲. در مخزن سربسته، می توانیم از انتقال دهنده اختلاف فشار D/P CELL مناسب استفاده نمائیم مطابق شکل (۲)



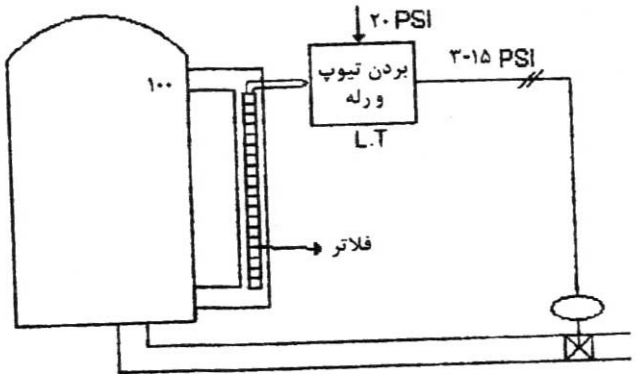
(۲) (۱)

شکل ۵-۷

که در شکل(۱) با توجه به فشار پایین مخزن که متناسب با ارتفاع مخزن تغییر می کند به کمک دستگاه انتقال دهنده فشار در خروجی فشار نیوماتیکی ۱۵PSI-۳ به اطاق کنترل منتقل می شود.
و در شکل (۲) با توجه به اختلاف فشار بالا و پایین مخزن که متناسب با ارتفاع مخزن تغییر می کند به دو قسمت HIGH, LOW دستگاه اختلاف فشار اعمال نموده و فشار نیوماتیکی ۱۵PSI-۳ از خروجی D/P CELL به اطاق کنترل منتقل می شود.

۵-۲-۲. انتقال سطح با استفاده از قانون ارشمیدس :

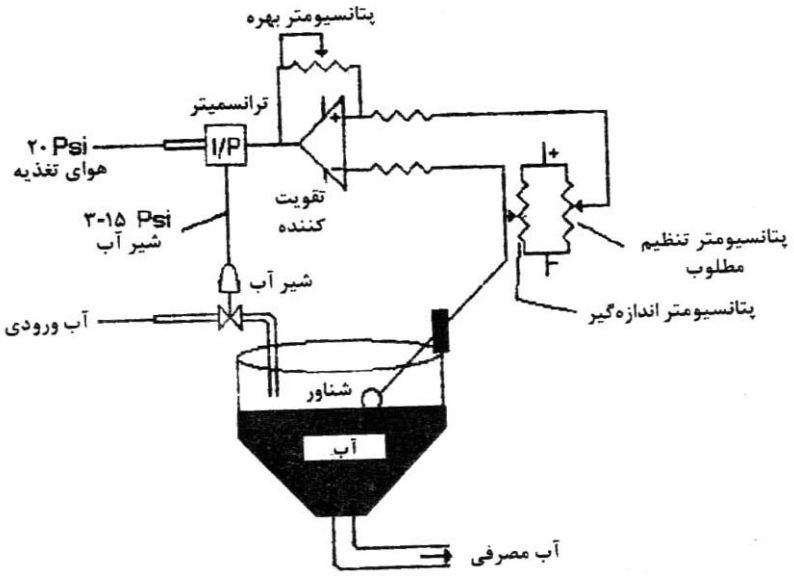
که در این حالت وزنه شناور توسط بازویی به فلاپر بردن تیوپ منتقل شده با حرکت فلاپر در مقابل نازل در اثر ارتفاع سطح سیگنال خروجی استاندارد به وجود آمده که به اتاق کنترل منتقل می شود.



شکل ۵-۸

۵-۲-۳. انتقال دهنده سطح مایعات الکترونیکی :

که در این روش با استفاده از شناور مقدار تغییرات سطح ب پتانسیومتر منتقل شده و با مقایسه با S-P مقدار اختلاف توسط تقویت کننده الکترونیکی تقویت شده و برای کنترل سطح مایع استفاده می شود(مطابق شکل زیر) در این سدتگاه خروجی صفر تا ۱۰ ولت تقویت کننده توسط ترانسدیوسر الکتریکی به نیوماتیکی به سیگنال ۱۵PSI تا ۳ تبدیل شده و برای باز و بسته کردن شیر آب استفاده می شود.



شکل ۵-۹

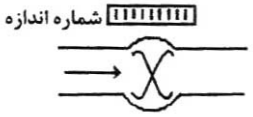
فصل ششم

اندازه گیری و انتقال فلوی سیالات

(measurement and flow transmitter)

٦-١.اندازه گیری فلوی با استفاده از قانون برنولی و صفحه اریفیس:

در مصرفهائی که دقت زیاد مورد نظر نباشد از کنتور جهت اندازهع گیری جریان مایعات استفاده می شود.

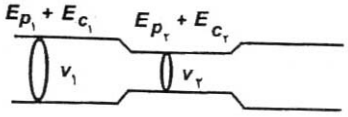


شکل ۶-۱

ولی در صنعت از خواص دیگری برای اندازه گیری جریان مایعات استفاده می شود که با کمک قانون برنولی مقدار دبی فلوی با جذر اختلاف پتانسیل متناسب می باشد.

مقدار مایع $Q = K\sqrt{\Delta p}$ (۱-۶)

چون در اندازه گیری فوی لوله احتیاج به اختلاف فشار داریم از لوله و نچوری و قانون برنولی استفاده می شود بدین ترتیب که قسمتی از قطر لوله را کم می کنند طبق شکل زیر



شکل ۶-۲

که در دو قسمت لوله مجموع دو انرژی(انرژی پتانسیل E_P وانرژی جنبشی E_C)مقداری ثابت است و در قسمت قطر کم لوله(فشار کم و سرعت زیاد) و در قسمت قطر بزرگ لوله(فشار زیاد و سرعت کم) می باشد. بنابراین داریم:

$$E_{P_1} + E_{C_1} = E_{P_2} + E_{C_2} \qquad (۲-۶)$$

انرژی پتانسیل $E_F = M.P$ (۳-۶)

سرعت $E_C = \frac{1}{2}MV^2$ انرژی جنبشی (۴-۶)

$$MP_1 + M\frac{V_1^2}{2} = MP_2 + M\frac{V_2^2}{2} \qquad (۵-۶)$$

چون مقدار مایع در تمام لوله یکسان است داریم

قانون برنولی $\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\left(V_2^2 - V_1^2\right)$ (۶-۶)

(۷-۶)

$$\text{ازطرفی} \begin{cases} \text{دبی مایع} = Q = AV \quad \text{سرعت} \\ \quad \text{سطح مقطع} \\ A_1 V_1 = A_2 V_2 \Rightarrow V_1 = \dfrac{A_2}{A_1} V_2 \end{cases}$$

$$2\Delta P = \left(V_2^2 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 V_2^2 \right) = V_2^2 \left(1 + \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right) \qquad (۸-۶)$$

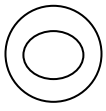
$$V_2 = \sqrt{\frac{2\Delta P}{1 + (\frac{d_2}{d_1})^4}} \qquad (۹-۶)$$

$$Q = A_2 V_2 = A_2 \times \sqrt{\frac{\Delta P}{1 + \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4}} = K\sqrt{\Delta P} \qquad (۱۰-۶)$$

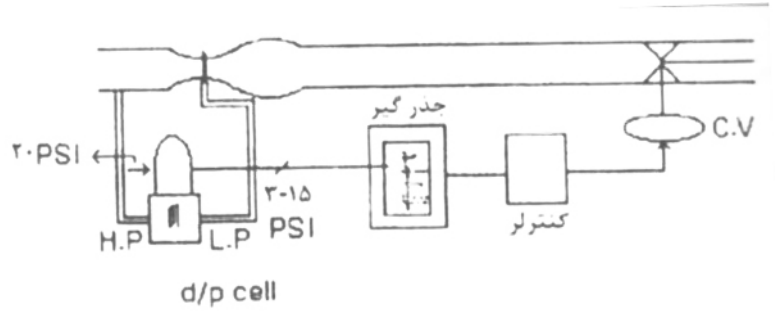
که با داشتن اختلاف فشار، مقدار فلوی(دبی مایع) متناسب با آن بوده و قابل اندازه گیری است. و همین اختلاف فشار را می توانیم به دو طرف d/p cell اعمال نموده و برای انتقال وایجاد سیگنال ۳-۱۵PSI استفاده نمائیم.

که در عمل چون از نظر نصب و اقتصادی لوله و نچوری بصرفه نمی باشد از صفحات سوراخ دار بنام (orifeice plate)استفاده می شود که در مسیر لوله جایگذاری می گردند مانند شکل زیر

که در حقیقت این صفحه کار همان لوله و نچوری را انجام می دهد. در اشکال زیر اختلاف فشار لوله و نچوری و انتقال دهنده فلو با استفاده از اریفیس و d/p cell را نشان می دهد.



اورفیس پلیت



شکل ۶-۳

٦-١-١. اندازه گیری مقدار جریان سیالات با صفحه سوراخدار یا "ORIFICE"

اندازه گیری میزان جریان سیالات جاری در لوله ها در مراحل مختلف بهره برداری نفت و گاز از اهمیت بسیاری برخوردار می باشد. دستگاه های اندازه گیری میزان یا دبی سیالات بسیار متنوعند.

یکی از متداول ترین دستگاه های اندازه گیری دبی سیالات صفحه سوراخدار یا "ORIFICE" می باشد. امتیاز مهم "ORIFICE" سادگی عملکرد آن می باشد. مبنای اندازه گیری جریان سیال توسط این دستگاه ایجاد اختلاف فشار در رفین صفحه سوراخدار است که میزان جریان سیال در حال عبور، متناسب با جذر اختلاف فشار ایجاد شده در طرفین صفحه سوراخدار می باشد. $\left(Q = C\sqrt{\Delta P}\right)$

٦-١-٢. اندازه گیری جریان مایعات با ORIFICE :

فرمول تعیین اندازه جریان با ORIFICE برای مایعات رابطه $Q_h = C\sqrt{h_w}$ می باشد که در آن=

Q_h = میزان مایع عبور داده شده از ORIFICE برحسب گالن بر ساعت

h_w = اختلاف فشار دو طرف ORIFICE برحسب اینچ آب

C= ضریب ثابت که مقدار آن از رابطه $C = f_b \times f_g \times f_r$ بدست می آید که هر یک از فاکتورها بصورت زیر تعریف می شوند.

f_b = فاکتور اساسی ORIFICE می باشد و به اندازه روزنه و قطر لوله بستگی دارد.

f_{gt} = فاکتور چگالی نسبی و دما می باشد و تابعی از چگالی نسبی و دمای مایع در حال جریان می باشد.

f_r = فاکتور عدد رینولدز یا فاکتور گرانروی و چگالی نسبی مایع در حال جریان و اندازه روزنه و قطر لوله و اختلاف فشار بستگی دارد.

٦-١-٣. اندازه گیری جریان گازها با ORIFICE :

فرمولی کلی آن برای اندازه گیری گازها $Q_h = C\sqrt{h_w.P_f}$ می باشد که در آن

Q_h = میزان جریان گاز برحسب فوت مکعب بر ساعت

h_w = اختلاف فشار ایجاد شده در طرفین ORIFICE برحسب اینچ آب

P_f = فشار استاتیک گاز در حال عبور از صفحه سوراخدار برحسب فشار مطلق (PSIA)

C= یک ضریب ثابت می باشد که مقدار آن به عوامل متعددی بستگی دارد و از رابطه $C = f_b \times f_{pb} \times f_{tb} \times f_g \times f_{tf} \times f_r \times y \times f_{pv}$ بدست می آید.

که در رابطه فوق هر یک از فاکتورهای موجود به شرح زیر تعریف می گردند.

f_b = فاکتور اساسی ORIFICE که بستگی به اندازه روزنه و اندازه لوله دارد.

f_{pb} = فاکتور مشابه پایه می باشد و بستگی به شرایط استاندارد اندازه گیری دارد.

f_{tb} = فاکتور دمای پایه می باشد و بستگی به شرایط استاندارد اندازه گیری دارد.

f_g = فاکتور چگالی می باشد و تابعی از چگالی نسبی گاز می باشد.

f_{tf} = فاکتور دمای گاز در حال جریان می باشد و تابعی از میزان دمای گاز می باشد.

f_r = فاکتور عدد ریندلدز یا فاکتور گرانروی می باشد و به اندازه روزنه قطر لوله، اختلاف فشار و فشار استاتیک گاز بستگی دارد.

Y= فاکتور انبساط می باشد و تابعی از اندازه روزنه و قطر لوله و اختلاف فشار و فشار استاتیک می باشد.

f_{pv} فاکتور انحراف گازهای غیر کامل است و از رابطه $f_{pv} = \sqrt{\frac{1}{z}}$ بدست می آید که در این رابطه z درجه انحراف گاز یا COMPRESSIBILITY FACTOR می باشد.

در محاسبه میزان جریان گاز یا مایع با ORIFICE لازم است که کلیه فاکتورهای لازم را با داشتن مقادیر معلوم از قبیل فشار استاتیک، دما، اختلاف فشار، گرانروی، چگالی نسبی، وغیره وبا رجوع به جداول مربوطه محاسبات با ORIFICEها بدست آورد سپس با قرار دادن در فرمول فوقرای مایعات و گازها اندازه جریان را تعیین نمود.

انواع اریفیس پلیت :

۱. اریفیس پلیت متحد المرکز: که سوراخ آن در وسط صفحه قرار دارد و برای مواد نفتی سبک و بدون رسوب گازها بکار می رود.

شکل ۶-۴

۲. اریفیس پلیت خارج از مرکز: که سوراخ آن در وسط صفحه قرار ندارد.خارج از مرکز است و برای مواد نفتی رسوبدار و سنگین بکار می رود.

شکل ۶-۵

۳. اریفیس پلیت قطعه ای(نیم دایره شکل): که سوراخ آن خارج از مرکز و بصورت قطعه ای از دایره می باشد و کاربرد آن برای موارد رسوب دار است.

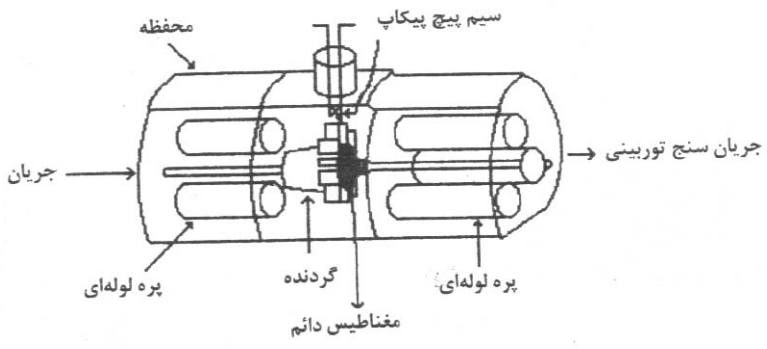
شکل۶-۶

٦-۲. فلوی سنج توربینی و انتقال دهنده فلوی بااستفاده از توربین :

به وسیله جریان سنج توربینی وسرعت جریان سیال مستقیماً به سیگنال الکتریکی معادل تبدیل می شود. جریان سنج توربینی تشکیل شده است از یک قسمت گردنده که بصورت محوری به وسیله مجموعه ای از یاتاقانها در داخل لوله قرار گرفته است و وقتیکه جریان سیال از میان پره های تیغه ای نصب شده در روی گردنده می گذرد، گردنده شروع به چرخیدن می نماید سرعت چرخش مستقیماً با سرعت جریان سیال که از داخل لوله می گذرد متناسب است.

پره های لوله ای در اطراف گردنده قرار دارند اثرات حرکتهای گردابی در سیال را که باعث اختلافاتی در چرخش می گردد، کاهش می دهند . یک مغناطیس دائم کوچکی در زیر گردنده نصب شده است. وقتیکه گردنده به همراه آن قطعه مغناطیسی می چرخد در سیم پیچی پیکاپ در محفظه قرار دارد و جریانی القاء میشود در نتیجه میدانی در اطراف سیم پیچ ایجاد می شود.

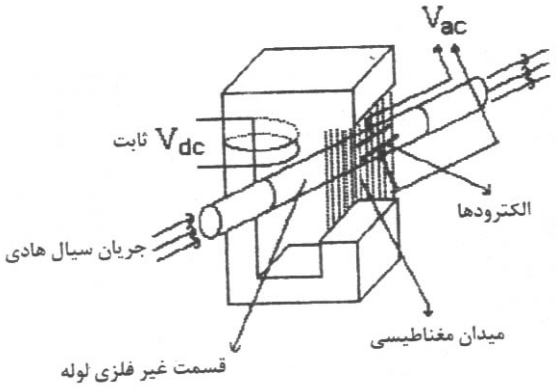
حال با عبور هریک از پره های گردنده از مقابل سیم پیچ چون میدان اطراف سیم پیچ را قطع می نماید، لذا از سیم پیچ پیکاپ پالسهای تولید می شود. فرکانس این پالس ها مستقیماً باسرعت جریان میان دو لوله متناسب می باشد. با شمردن تعداد پالسها در فاصله زمانی معین سرعت جریان سیال را می توان محاسبه نمود. مانند شکل بعد:



شکل ۶-۷

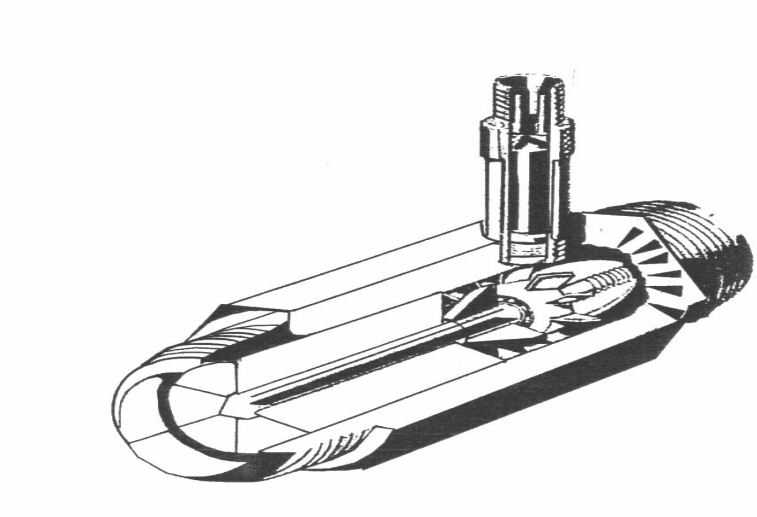
٦-٣. جریان سنج مغناطیسی :

جریان سنج مغناطیسی بااستفاده از این اصل ساخته شده است که اگر یک هادی در داخل یک میدان مغناطیسی حرکت نماید ولتاژی در هادی القاء می گردد در جریان سنج مغناطیسی، میدان ثابت مغناطیسی توسط سیم پیچ الکترو مغناطیسی در اطراف لوله قرار گرفته ودر آن بطور دائمی جریان مستقیم عبور می نماید، ایجاد می شود. سیال حتماً باید از جنس هادی الکتریسیته باشد از داخل لوله که خود غیر فلزی بوده و در فاصله هوائی سیم پیچ الکترومغناطیسی قرار گرفته عبور می کند طول مؤثر سیال در سطح مقطع داخلی لوله در فاصله هوائی قرار دارد چون سطح مقطع لوله ثابت است طول هادی هم مقدار ثابتی خواهد بود، چون هم طول هادی وهم میدان مغناطیسی دارای مقدار ثابتی هستند و لذا ولتاژ القاء شده بستگی به سرعتی دارد که هادی میدان را قطع می نماید. ولتاژ القاء شده در هادی توسط دو الکترود که در طرفین لوله غیر فلزی کار گذاشته شده اند، دریافت می شود. مانند شکل زیر



شکل ۶-۸

نمونه یک جریان سنج توربینی



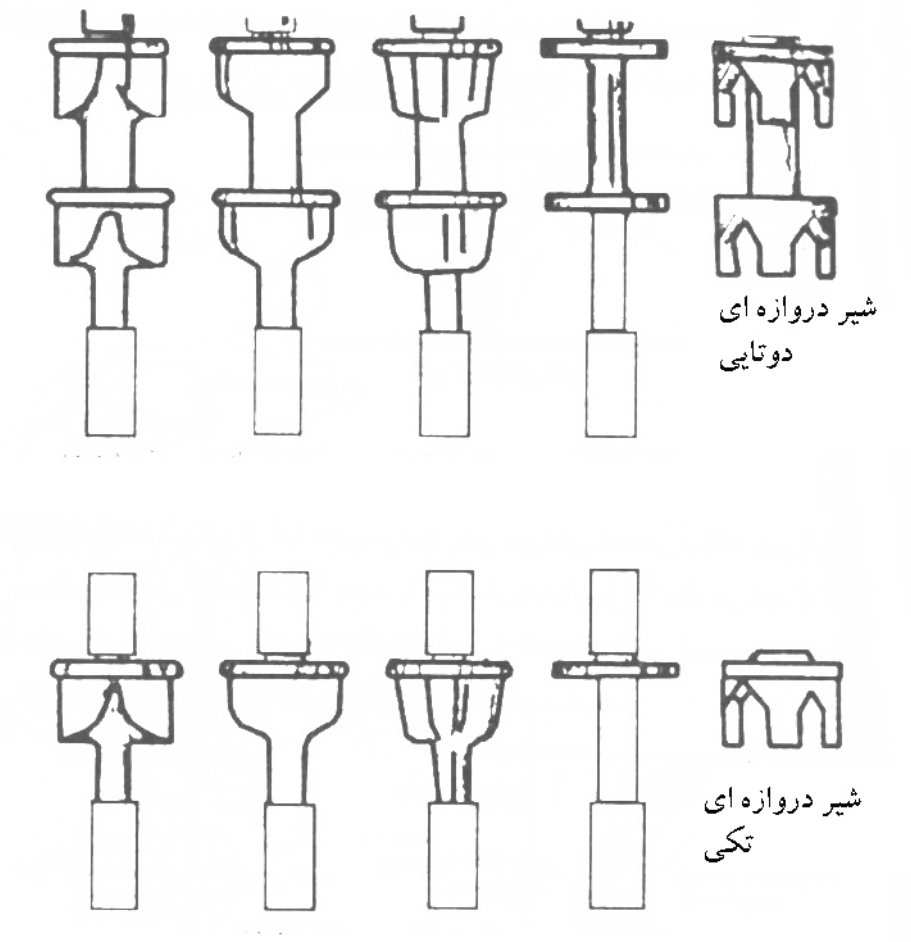
شکل ۶-۹

فصل هفتم

عمل کننده ها :

۷-۱. پلاگ شیر یا دروازه شیر :

وسیله ای است که رابط بین بدنه و قسمت محرکه شیر کنترل می باشد ، میله آن به میله قسمت متحرک شیر وصل شده و با بالا و پایین شدن می تواند روی نشیمنگاه شیر کنترل بنشیند و یا از نشیمنگاه جدا شود و بدین طریق راه عبور جریان را بسشته و یا باز کند مطابق شکل زیر که چند نمونه از پلاگ های شیر را نشان می دهد .

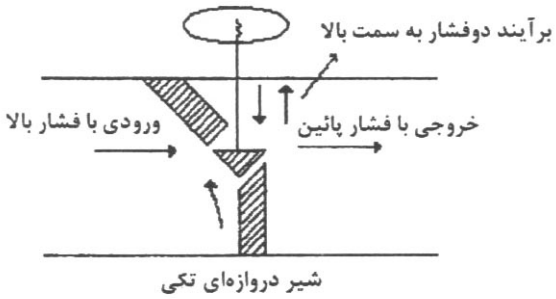


شکل ۱-۷

شیرهای کنترل از نظر ساختمان پلاگ (plug) به دو نوع تقسیم می شوند:

۱. single seat plug

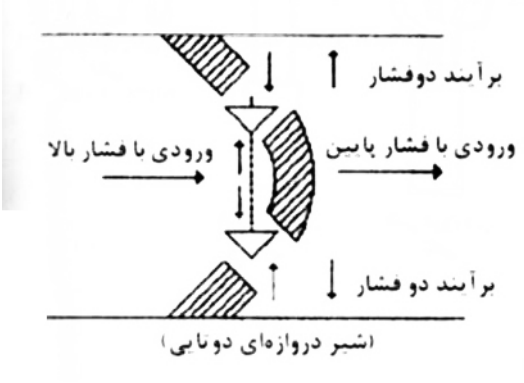
این نوع شیر کنترل ساده است ولی به علت اختلاف فشار دو طرف پلاگ شیر، پلاگ همیشه تحت دو نیروی نامساوی قرار دارد و اگر فشار ورودی(up steam) روی پلاگ باشد و شیر خودکار نیز با پائین آمدن بخواهد روی نشیمنگاه (seat) بنشیند در این صورت پلاگ با ضربه و محکم خواهد نشست ودر این صورت، راه عبور جریان تقریباً صد در صد بسته می شود. مانند شکل زیر



شکل ۷-۲

۲. Double seat plug

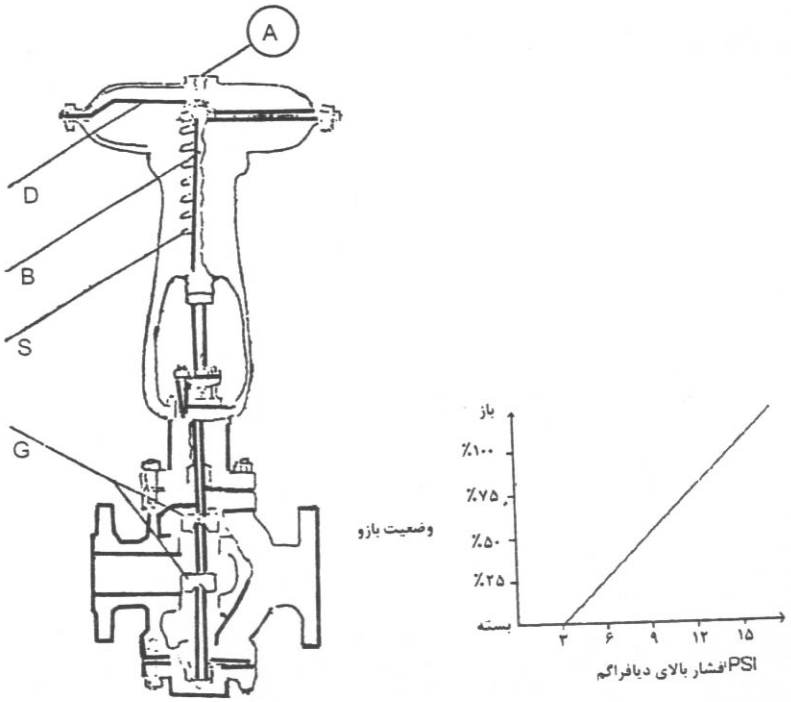
این نوع شیر دارای پلاگ دوگانه می باشد و اختلاف فشارهای نامساوی به طور متناوب رو و زیرپلاگها اثر می کند و بنابراین اثر آنها خنثی می شود یعنی نیروهایی که سعی می کنند شیر را باز کنند با نیروهایی که سعی می کنند شیر را ببندند با هم مساویند بنابراین ملاحظه می شود که نیروی لازم برای بکار انداختن شیر Double seat خیلی کمتر از Single seat می باشد. به همین علت از این نوع شیرها در محلهایی که فشار لوله زیاد باشد استفاده می شوند.



شکل۷-۳

۷-۲. طرزکار شیر کنترل نیوماتیکی :

یکی از موارد استفاده از عمل کننده ها به حرکت در آوردن شیرها می باشد در شکل زیر نمای یک شیرکنترل نیوماتیکی دو دروازه ای نشان داده شده است. فرمانها یا سیگنالهای نیوماتیکی خروجیاز کنترلر در نقطه A وارد محفظه بالای دیافراگم D شده و آنرا به سمت پائین حرکت می دهد، این حرکت از طریق ساقه B که انتهای بالای آن به دیافراگم بسته شده به دروازه های G منتقل وباعث بسته شدن شیر می گردد. بسته شدن شیر تا زمانی ادامه می یابد که نیروی فنر S با نیروی بالای دیافراگم متعادل شود. نظیر همین عمل در موقع باز شدن شیر نیز انجام می گیرد.



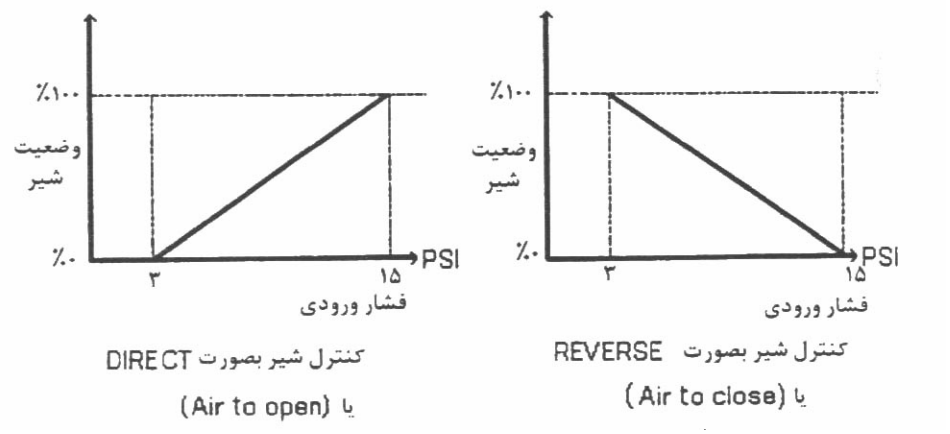
شکل ۷-۴

در شیر کنترل نیوماتیکی بایستی حرکت بازوی عمل کننده با تغییر فشار بالای دیافراگم بین دو حد ۳ الی ۱۵ پوند بر اینچ مربع بطور خطی انجام گیرد مانند منحنی شکل۴-۷ که با افزایش فشار هوا شیر به تدریج شروع به باز شدن می نماید البته در عمل چنین عمل کنندهای ممکن نیست زیرا عواملی از قبیل غیرخطی بودن فنر، متغیر بودن سطح مؤثر دیافراگم ونیروهای اصطکالی باعث عملکرد غیر خطی، عمل کننده ها می گردند. ودر اثر این عوامل عمل کننده های نیوماتیکی معمولاً دارای خطا خواهند بود.

شیر کنترل از نظر نوع کار، بسته به اینکه با فشار وارده بر دیافراگم باز یا بسته شود به دونوع تقسیم می شود.

۱. با فشار وارده بر دیافراگم باز می شود که این نوع در حالت عادی بسته است که اصطلاحاً به (Air-to-open) معروف است و مختصراً با (A-T-O)نشان می دهند که به این نوع شیرها Direct نیز می گویند.

۲. با فشار وارده بر دیافراگم بسته می شوند که در حالت عادی باز است که اصطلاحاً به (Air-to-close) معروف است و مختصراً با (A-T-C) نشان داده می شوند که به این نوع شیرها reverse نیز می گویند.و منحنی تغییرات دو نوع فوق بصورت شکل زیر می باشند.



شکل ۷-۵

وانتخاب هر یک بستگی به جنبه های ایمنی ماده تحت کنترل دارد مثلاً شیر خودکاری که سرراه عبور گاز برای سوخت یک کوره قرار گرفته، باید از نظر ایمنی طوری باشد که وقتی هوای دستگاه بنا به عللی قطع شد، شیر بسته شود تا گاز اضافی وارد محفظه احتراق نشده و باعث انفجار و ایجاد خطر نگردد.یعنی بایستی از نوع (A-T-O) یا Direct انتخاب شود که در حالت عادی بسته است.

Reverse, Direct کردن شیر کنترل:

درعمل در بسیاری از موارد فقط یک نوع شیر نیوماتیکی در اختیار داریم که در حالت عادی باز (Normaly-open)یا در حالت عادی بسته (Normally-close)هستند در صورتیکه در قسمتهای مختلف یک پروسه و در لوپهای کنترل نیاز است که شیر بصورت Direct ویا بصورت Reverse باشد.

مثلاً اگر بخواهیم فشارگاز داخل یک مخزن را کنترل کنیم می توانیم شیر کنترل را در ورودی مخزن بصورت Reverse و یا در خروجی بصورت Direct قرار دهیم.

که بعضی از شیرها باتوجه به ساختمان آنها با جابجائی دیافراگم قابلیت تبدیل شدن به یکدیگر را دارند یا توسط پیچ های تنظیم همراه با پوزیشینرمی توانیم شیرا را بصورت Direct و یا Reverse تنظیم نمائیم.

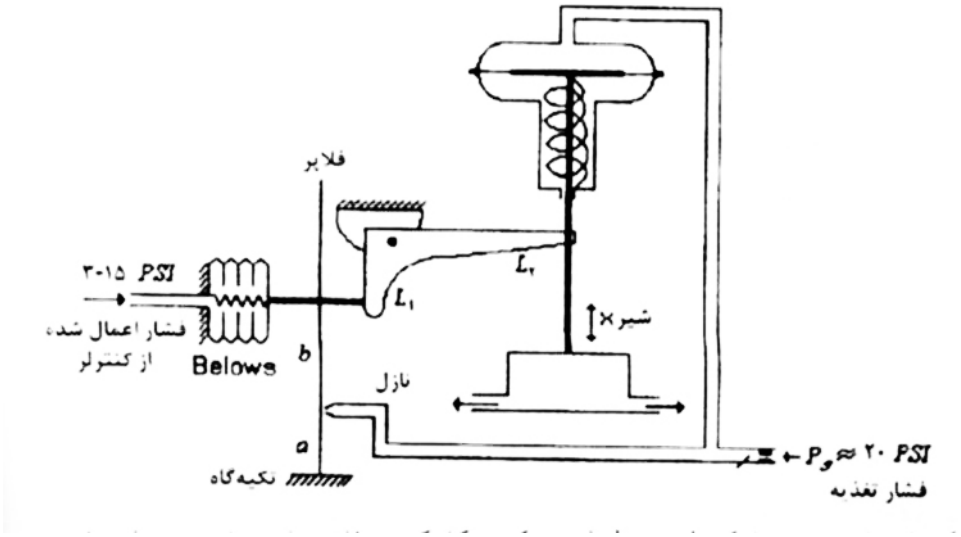
آشنایی با پوزیشنر(تقویت کننده) ولو و کاربرد آن:

در مواردیکه برای به حرکت در آوردن ساقه شیر نیروی نسبتاً زیادی مورد نیاز باشد باید سطح دیافراگم را بزرگتر انتخاب کرد و این مسئله باعث بزرگ شدن حجم محفظه بالای دیافراگم گشته ودرعمل،

حرکت ساقه شیر با تأخیر زیاد توأم خواهد بود. برای رفع این مشکل ودرست عمل نمودن شیر باید تا حد امکان از علائم نیوماتیکی باجریان بیشتری استفاده نمود تا بدین وسیله تغییرات فشار روی دیافراگم سریعتر انجام گرفته وحساسیت و سرعت عمل شیر کنترل زیاد شود. عمل تقویت جریان علائم نیوماتیکی توسط پوزیشنر یا تقویت کننده انجام می گیرد.

بنابراین پوزیشنر ولو(Valve positioner)یک دستگاه تقویت کننده می باشد که جهت بهبود عملکرد شیر کنترل به عنوان واسطه بین کنترل کننده و شیرکنترل نصب می شود که با دریافت هوای کمکی از تغذیه (Supply)فشار لازم را برای درست عمل کردن سیستم محرک آماده می نماید.

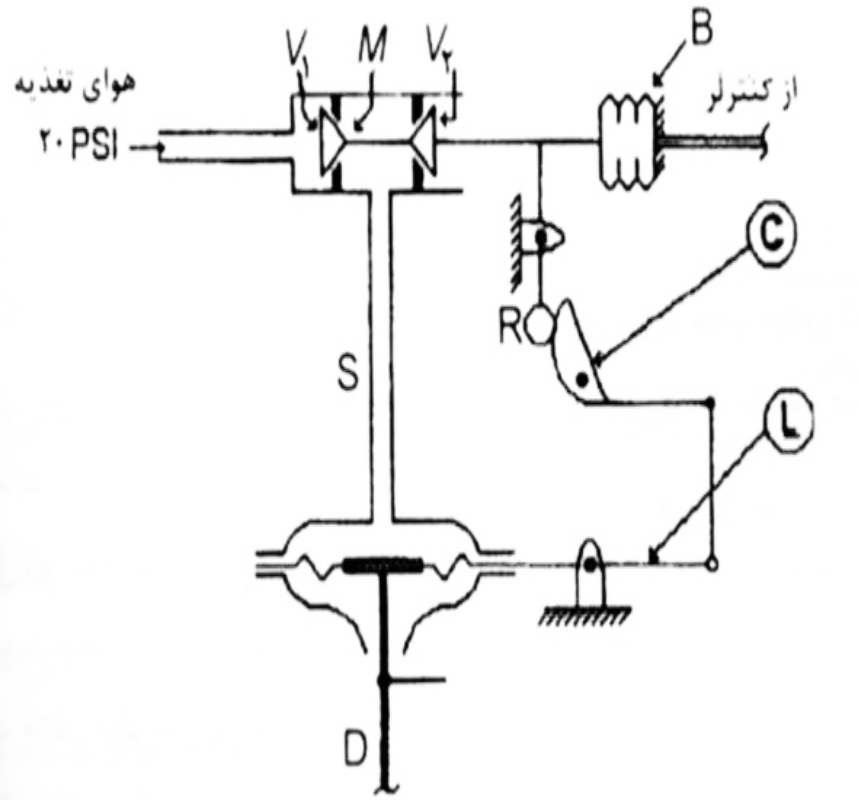
شکل زیر ساختمان یک نوع پوزیشنر ولو نیوماتیکی را نشان می دهد. دراینجا توسط یک اهرم وضعیت محور خروجی محرک شیر حس شده ونهایتاً به فلاپر که رو به روی نازل قرار گرفته است منتقل می گردد واین نیرو چوندر خلاف جهت نیروی اولیه می باشد حکم نیروی متعادل کننده را بازی می کند.



شکل ۷-۶

که با فشار خروجی از کنترلر توسط بلوز حرکت مکانیکی به فلالپر وارد می شود و هوای پشت نازل که بکمک هوای تغذیه تقویت شده است به سر شیر وارد می شود و باعث عملکرد مناسب آن می گردد.

در شکل زیر نوع دیگر از پوزیشنر نیوماتیکی بطور شماتیک دیده می شود علائم نیوماتیکی از کنترلر مستقیماً وارد Bellows شده و پس از تقویت جریان از طریق S وارد محفظه دیافراگم شیر کنترل می گردد.



شکل ۷-۷

با توجه به شکل فوق، علائم خروجی از کنترلر باعث تغییر طول Bellows شده و باعث تغییر وضعیت دریچه های V2 , V1 و در نتیجه این تغییر وضعیت، فشار هوا در محفظه M متناسب با تغییرات علائم ورودی تغییر کرده و از طریق لوله های S به دیافراگم عمل کننده منتقل می گردد.

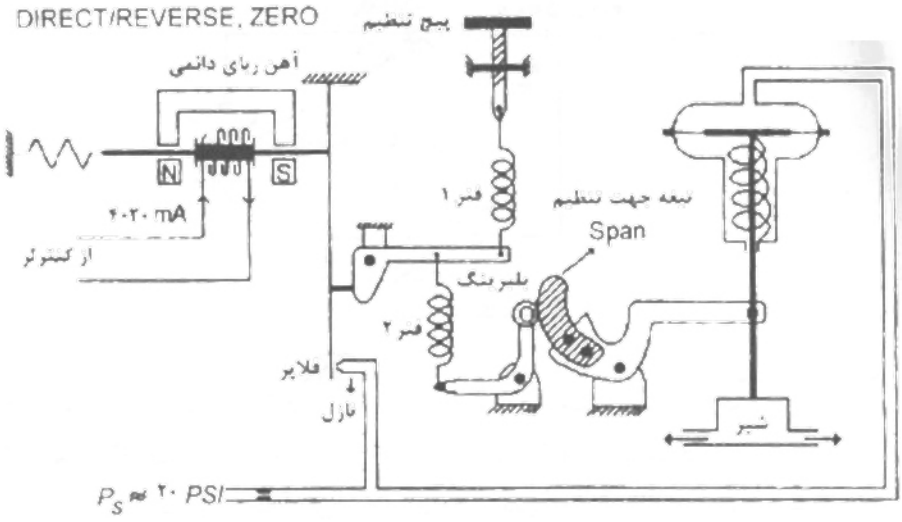
حرکت عمودی میله D متصل به دیافراگم از طریق اهرم های L و بادامک C و غلطک R مجدداً به دریچه های V2 , V1 منتقل و در خلاف جهت تغییر وضعیت اولیه آن ها را به حرکت در می آورد. حرکت میله D تا زمانی ادامه می یابد که کلیه نیروهای موثر در حرکت متعادل شوند. در چنین شرایطی میله D دقیقاً در نقطه مورد نظر قرار گرفته و از حرکت باز می ایستد .

با انتخاب بادامک های مختلف ، می توان مشخصه عملکرد (تغییر مکان میله D نسبت به علائم ورودی از کنترلر) را به دلخواه تغییر داده و نقص غیر خطی بودن شیر کنترل را خنثی نمود.

پوزیشنر ولو نوع الکتریک نیوماتیکی :

(Electric Pneumatic – Valve – Positioner)

شکل زیر ساختمان یک پوزیشنر نوع الکتریکی نیوماتیکی را نشان می دهد.



شکل ۷-۸

نحوه عملکرد این پوزیشنر ولو مشابه با نوع نیوماتیکی آن می باشد با این تفاوت که در این جا فرمانی که از کنترلر می آید به صورت جریان الکتریکی ۴ تا ۲۰ میلی آمپر می باشد و این جریان با عبور از یک سیم پیچ، جریان الکتریکی را به یک حرکت مکانیکی تبدیل کرده که روی فلاپر اثر می گذارد و با تقویت هوای پشت نازل باعث عمل شیر می گردد.

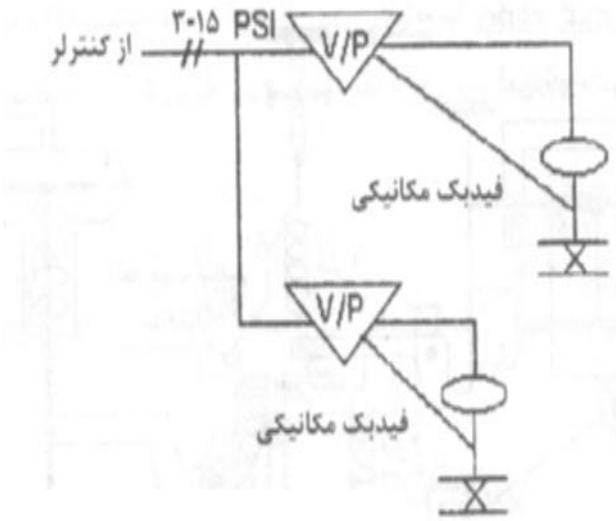
در این جا این امکان وجود دارد که با تغییر جهت الکتریکی و تنظیم پیچ عملکرد شیر نیوماتیکی را، در رابطه با فرمان خروجی کنترلر بصورت Direct یا Reverse تنظیم نمود.

۷-۳. موارد کاربرد پوزیشنر ولو :

۱. جهت متناسب کردن شرایط عمل plug شیر (حرکت مکانیکی شیر) با سیگنال خروجی از کنترلر که ممکن است در اثر اصطکاک، غیر خطی بودن فنر و متغیر بودن سطح موثر دیافراگم بوجود آمده باشد که در این حالت با نصب پوزیشنر می توان با اعمال فشار هوای کافی به سیستم محرکه (Actuator) باعث غلبه بر عامل های فوق شده و شیر درست عمل نماید.

۲. جاهایی که فاصله کنترلر از شیر کنترل نسبتاً زیاد باشد و اگر خروجی کنترلر مستقیماً به شیر خودکار برود به علت مسافت زیاد علاوه بر تاخیر باعث افت فشار هوا نیز خواهیم شد که در این جا نصب یک پوزیشنر باعث تسریع عمل و همچنین تقویت هوای روی شیر خودکار می شود.

۳. در جاهایی که لازم باشد خروجی کنترلر به بیش از یک شیر کنترلر برود، که در این حالت در سر راه هر شیر کنترل یک پوزیشنر نصب می شود. مانند شکل زیر



شکل ۷-۹

۴. در مواردی که اندازه شیر کنترل با مقدار جریان عبوری نامتناسب باشد و همچنین در جاهایی که حجم دیافراگم سیستم محرکه زیاد و احتیاج به هوای کافی باشد نیز کاربرد دارد.

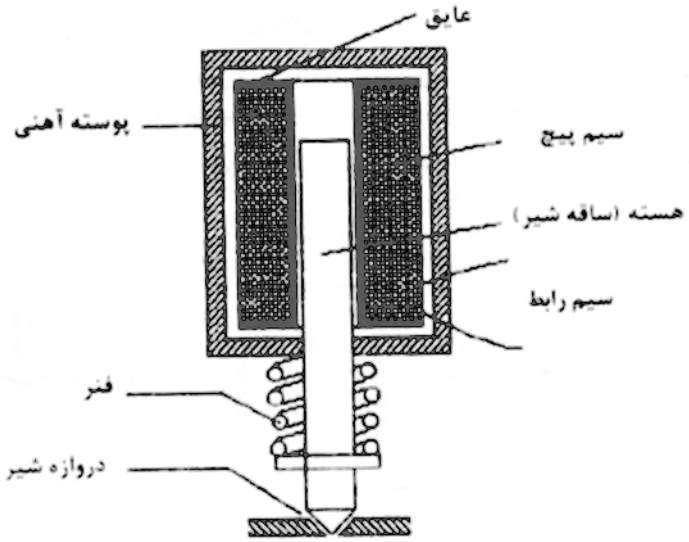
در ولو پوزیشنر سه فشار سنج برای نشان دادن فشار تغذیه ، فشار هوای خروجی از کنترلر و فشار هوایی که وارد شیر می شود، وجود دارند.

در دستگاه (V/P) یک کلید دو حالته وجود دارد که با تغییر دادن آن می توان V/P را از مدار خارج کرد و بروی By Pass قرار داد که در این حالت شیر کنترل مستقیماً کار می کند. شکل ۹-۷ یک پوزیشنر ولو را نشان می دهد.

۷-٤. عمل کننده الکتریکی :

۷-٤-۱. عمل کننده سلونوئیدی :

ساده ترین نوع عمل کننده الکتریکی، سلونوئیدی ولو است. در شکل زیر یک عمل کننده سلونوئیدی که برای باز و بسته کردن شیر در نظر گرفته شده است ، دیده می شود این عمل کننده از یک سیم پیچ، هسته و پوسته آهنی و فنر تشکیل شده است. در اثر عبور جریان الکتریکی از سیم پیچ، عمل کننده تحریک شده و میدان مغناطیسی باعث حرکت هسته آهنی به بالا و جمع شدن فنر می گردد. در این شکل از عمل کننده سلونوئیدی به منظور باز کردن شیر استفاده شده است. بدین معنی که شیر سلونوئیدی در اثر تحریک باز و در اثر قطع جریان بکمک نیروی فنر بسته خواهد شد.



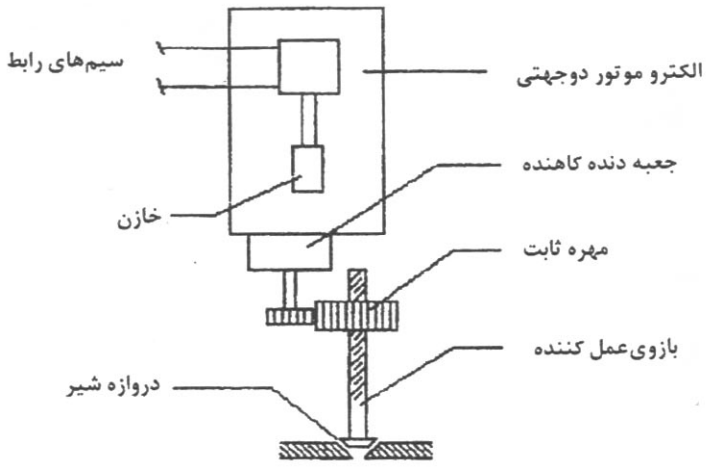
شیر عمل کننده سولونوئیدی

شکل ۷-۱۰

۷-٤-۲. عمل کننده الکتروموتوری :

نوع دیگری از عمل کننده های الکتریکی، موتورهای دو جهته الکتریکی می باشند بدین معنی که از حرکت دورانی محور این الکتروموتورها، پس از تقلیل سرعت بوسیله جعبه دنده کاهنده برای انجام اعمال مختلف کنترل، از قبیل باز و بسته کردن شیر، دریچه و یا تغییر زاویه محور و امثال آن استفاده می شود.

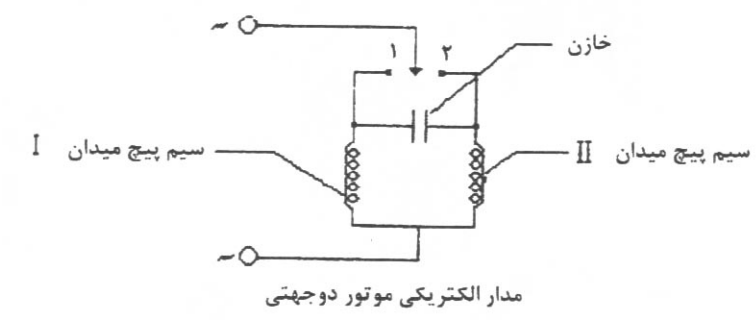
در شکل زیر اجزای اصلی یک عمل کننده موتوری که برای تغییر وضعیت شیر بکار رفته است، نشان داده شده است.



عمل‌کننده الکترو موتوری

شکل ۷-۱۱

در عمل کننده های موتوری تک فاز برای تغییر دادن جهت گردش موتور می توان از یک خازن الکتریکی که بین سرهای خروجی دو سیم پیچ میدان تحریک وصل شده است مانند شکل زیر استفاده نمود.



شکل ۷-۱۲

این خازن با ایجاد اختلاف فاز در شدت جریان دو سیم پیچ، جهت اولیه دوران موتور را معین می کند. به عبارت دیگر در اثر وصل شدن جریان به کنتاکت ۱ جریان در سیم پیچ میدانI، ۹۰ درجه نسبت به جریان در سیم پیچ میدان II، تقدم فاز پیدا کرده، شروع به دوران موتور در جهت میدان I خواهد نمود. و چنانچه جریان از طریق کنتاک ۲ وصل شود موتور در جهت میدان II به گردش درخواهد آمد.

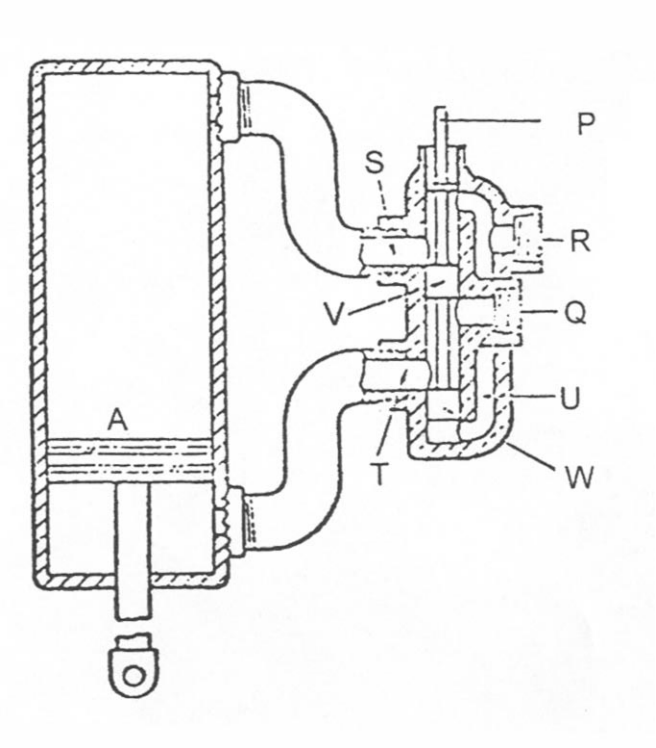
۷-٤-۳. عمل کننده های هیدرولیکی:

یکی از معمولی ترین عمل کننده های هیدرولیکی، سیلندر و پیستون هیدرولیکی است . این عمل کننده ها در دو نوع یک طرفه SINGLE ACTING و دو طرفه DOUBLE ACTING ساخته می شوند.

در نوع یک طرفه، معمولاً بازوی عمل کننده که متصل به پیستون است، در اثر ورود روغن به زیر پیستون به سمت جلو رانده شده و کار لازم را انجام می دهد و برگشت آن در اثر نیروی فنر یا بار مؤثر بر روی آن انجام می گیرد مانند جک های هیدرولیکی:

در عمل کننده های دو طرفه هر دو حرکت رفت و برگشت پیستون در اثر فشار روغن بوده و پیستون را می توان در هر نقطه دلخواهی در مسیر خود متوقف نمود.

در هر دو نوع عمل کننده های هیدرولیکی، سرعت حرکت پیستون با دبی روغن ورودی به داخل پیستون و نیروی مؤثر با فشار روغن و سطح پیستون متناسب است در شکل زیر ساختمان و طرزکار عمل کننده هیدرولیکی دو طرفه با شیر فرمان یا پایلوت نشان داده شده است و بطوریکه مشاهده می شود حرکت عمودی محور P می تواند سه وضعیت به وجود بیاورد.



شکل۷-۱۳

فصل هشتم

آشنایی با استانداردها و علائم نقشه خوانی در ابزار دقیق

در تهیه طرح اتوماسیون تأسیسات و کارخانجات تولیدی و خدماتی، طراحی کیفی سیستم های کنترل، از اهمیت زیادی برخوردار می باشد، اتوماسیون یا خودکار نمودن کارخانجات و صنایع تولیدی به عنوان طراحی اولیه قسمتی از پروژه احداث کارخانجات جدید یا به عنوان خودکار نمودن تأسیسات موجود قدیم مورد نظر می باشد.

در هر دو صورت مهندسین عملیات "Process Engineers"اطلاعات کافی درباره چگونگی و طبیعت عملیات در آن تأسیسات را می بایست در اختیار مهندسین کنترل "Control Engineer"قرار دهند و سپس گروه متخصص اتوماسیون با استفاده از آن اطلاعات و بهره گیری از تجربیات قبلی، سیستم های اندازه گیری و کنترل تأسیسات مورد نظر را طرح و نقشه ها و مدارات فنی لازم برای اجرای پروژه و همچنین دستور العمل های لازم برای بهره برداری، نگهداری و تعمیرات تجهیزات اندازه گیری و کنترل را تهیه نمایند.

۸-۱. علائم استاندارد :

برای تحلیل و درک سیستم های کنترل و اندازه گیری از تعدادی علائم و حروف اختصاری و استاندارد استفاده می شود. در کنترل از دو سیستم استاندارد (ISA) و (DIN)ممکن است استفاده شود. استاندارد ISA (مخفف INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA) به دلیل مورد استفاده بودن در اکثر ممالک منجمله اکثر صنایع ایران در اینجا معرفی می شود.

۸-۱-۱. حروف شناسائی دستگاه ها و ادوات :

در استاندارد ISA هر دستگاه اندازه گیری یا کنترل با تعدادی حروف و اعداد مشخص می شود این حروف بطور کلی نماینده کلیه وظایف و عملکردهای دستگاه ها می باشد به عنوان مثال TRC-۲ که در آن حروف اول از سمت چپ(T)نماینده متغیری است که دستگاه برای کنترل یا اندازه گیری آن در نظر گرفته شده است که در مورد مثال فوق درجه حرارت Temperature می باشد و حروف بعدی (RC)نماینده اعمالی است که توسط دستگاه انجام می گیرد که در مثال فوق R برای ثبت کننده یا C,Recorder برای کنترل کننده یا Controller قرار گرفته است و عدد۲ که بعد از خط فاصله قرار گرفته نماینده شماره شناسائی دستگاه یا حلقه کنترل بکار رفته است.

۸-۱-۲. نقشه ها و مدارک فنی :

برای نصب، راه اندازی، عیب یابی و تعمیرات سیستمهای کنترل و اندازه گیری از تعدادی نقشه و مدارک فنی و دستورالعمل استفاده می شود که مهمترین آنها به شرح زیر است.

۱. فلو دیاگرام پروسس PROCESS FLOW DIAGRAM

۲. فلو دیاگرام ادوات INSTRUMENT FLOW DIAGRAM

۳. فلو دیاگرام عملیات ریاضی FUNCTION FLOW DIAGRAM

۴. مشخصات فنی ادوات SPECIFIATION SHEETS

۵. دستورالعمل های تنظیم و نگهداری INSTRUCTION MANUALS

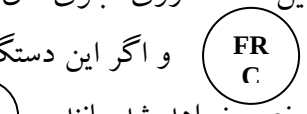
درک طرزکار و خصوصیات سیستم های کنترل مستلزم آشنائی با نقشه ها و مدارک فوق می باشد لذا متخصصین کنترل می بایست مفهوم این نقشه ها را به خوبی درک کرده و بتوانند آنها را با سیستم فوق وفق دهند.

در اینجا به تشریح دو نقشه ۱و۲ از نقشه های فوق می پردازیم:

۸-۲-۳. فلودیافراگم پروسس PROCESS FLOW DIAGRAM :

در این نقشه قطعات و تجهیزات مهم تأسیسات از قبیل مخازن، لوله ها، شیرها، مبدلهای حرارتی، دیگ بخار، پمپ، توربین و امثال آنها بطور شماتیک داده می وشد و علاوه بر آن قطر لوله ها، مقادیر حداکثر و حداقل کمیت ها ومشخصات فیزیکی مواد پروسس در نقاط مهم نوشته می شوند. نقشه فوق توسط مهندس پروسس تهیه شده در اختیار مهندس کنترل قرار می گیرد و مهندس کنترل با استفاده از اطلاعات این نقشه، فلودیاگرام ادوات را تهیه می کند.

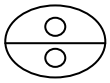
۸-۲-٤. فلودیاگرام ادوات INSTRUMENT FLOW DIAGRAM :

علائم اختصاری مورد استفاده در فلودیاگرام ادوات شامل ادوات اندازه گیری و کنترل، خطوط انتقال علائم مربوط به سیگنال ها و فرمانها، عمل کننده ها و عناصر نهائی (Actuators Final Elements)می باشند. در فلودیاگرام ادوات، هر دستگاه اندازه گیری یا کنترل به وسیله دایره ای به قطر تقریبی ۱۰ میلیمتر نشان داده می شود که در داخل آن حروف و شماره شناسائی دستگاه یا حلقه کنترل قرار می گیرد مثلاً این علامت نشان دهنده دستگاهی است که جریان سیال حلقه شماره ۲ را ثبت و کنترل می کند به عبارت دیگر این دستگاه یک کنترل کننده جریان است که مجهز به ثبات نیز می باشد (FLOW Recorder Controler)چنانچه این دستگاه روی تابلوی اتاق کنترل قرار گیرد با قرار دادن خطی در وسط دایره مشخص می شود مانند 

و اگر این دستگاه در پشت تابلوی اتاق کنترل قرار گیرد با قرار دادن خط چین در وسط مشخص خواهد شد مانند

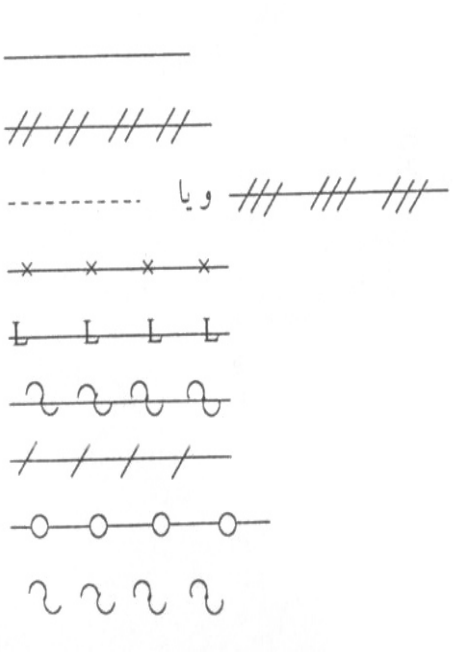
که نشان دهنده دستگاه کنترل واخطار(Flow Control Alarm)حلقه شماره ۴ می باشد چنانچه تابلوی کنترل در همان محل انجام پروسس باشد توسط دایره ای با دو خط در داخل آن نشان داده می شود مانند

که مشخص کننده دستگاه کنترل و نشان دهنده درجه حرارت (Temperature Indicator Controler)می باشد و چنانچه یک دستگاه کمیت های مختلف را اندازه گیری یا کنترل کند در این صورت به تعداد این متغیرها دوایر مماس بر هم، نشان دهنده آن دستگاه خواهد بود مانند

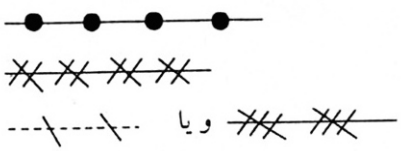
که می تواند ضمن کنترل، ثبت، اخطار جریان، با دو قلم اضافی درجه حرارت و فشار را نیز ثبت کند و بطوریکه از شماره های هر دایره دیده می شود هر کمیتی مربوط به یک حلقه کنترل و اندازه گیری است و علامت قفل شدن دستگاه به صورت  نشان داده می شود.

۸-۳. علائم مربوط به انتقال سیگنالها و فرمانها :

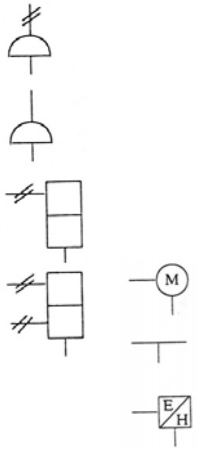
ضخامت خطوط مربوط به انتقال علائم باید بطور مشخصی کمتر از خطوط اصلی از قبیل لوله ها و کانالها و غیره باشد. علائم حاصل از اندازه گیری و کنترل به روشهای زیر می توانند از نقطه ای به نقطه دیگر منتقل شوند که عبارتند از:



- لوله های اتصال دستگاه به پروسس یا اتصال مکانیکی
- خطوط انتقال علائم یا سیگنالهای نیوماتیکی
- خطوط انتقال علائم الکتریکی
- انتقال علائم از طریق لوله های موئین
- خطوط علائم هیدرولیکی
- خطوط انتقال علائم به صورت امواج الکترو مغناطیس یا صوتی
- سیگنال تعریف شده
- ارتباطات داخلی سیستم(ارتباط اطلاعات و یا نرم افزاری)
- سیگنال الکترو مغناطیسی
- ارتباطات مکانیکی
- سیگنال دوتائی(ON-OFF) نیوماتیکی
- سیگنال دوتائی(ON-OFF)الکتریکی



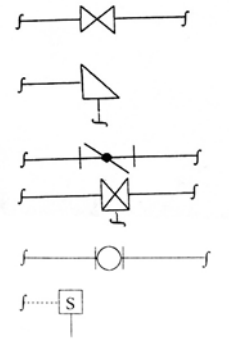
۸-۳-۱. علائم محرکها: (Actuators)



- محرک نیوماتیکی دیافراگمی
- محرک نیوماتیکی دیافراگمی با مبدل I/P (جریان و فشار هوا)
- محرک نیوماتیکی سیلندر و پیستون یک طرفه
- محرک نیوماتیکی سیلندر و پیستون دو طرفه
- محرک موتوری الکتریکی
- محرک دستی

- محرک الکتروهیدرولیکی

۸-۳-۲ علائم شیرها :



- شیر دروازه ای (General mbol)
- شیر زاویه ای (Angle)
- شیر پروانه ای یا دمپر (Batterfly)
- شیر سه راه(Three-Way)
- شیر گردون(Rotary Valva)
- سلونوئید (Solenoid)

۸-٤. اختصارات در مورد نوع تغذیه دستگاه ها و سیستم های موجود در مدار:

- هوای تغذیه یا تغذیه نیوماتیکی AS=AIR SUPPLY
- هوای دستگاه IA=INSTRUMENT AIR
- هوای موجود در خط کارگاه PA=PLANT AIR
- تغذیه الکتریکی ES=ELECTRIC SUPPLY
- گاز تغذیه GA=GAS SUPPLY
- تغذیه هیدرولیکی HS.HYDRAULIC SUPPLY
- تغذیه با گاز ازت NS=NITROGEN SUPPLY
- تغذیه بخار SS=STEAM SUPPLY
- آب تغذیه WS=WATER SUPPLY

۸-۵. اختصارات مربوط به عملکرد دستگاه ها و اجزای سنجش و کنترل :

۸-۵-۱. اختصارات مربوط به اندازه گیری و کنترل جریان(دبی)

- جزء جریان (دبی) FE=Flow Element
- ترانسیمتر جریان FT=Flow Transmitter
- ترانسیمتر جریان همراه با آشکار ساز FIT= Flow Indicating Transmitter
- آشکار ساز جریان FI=Flow Indicator
- ثبات جریان FR=Flow Recorder
- کنترل کننده جریان FC=Flow Controller
- آشکار ساز و کنترل کننده جریان FIC=Flow Indicating Controller
- ثبت و کنترل کننده جریان FRC=Flow Recording Controller
- شیر کنترل جریان FCV=Flow Control Valve

- کنترل کننده نسبت دو جریان مختلف FFC=Flow Ratio Controller
- کنترل کننده نسبت به دو جریان مختلف FFRC=Flow Rtio Controller
همراه با یک ثبات یک قلمی (With one pen to record flow ratio)
- نشان دهنده جریان(شیشه ای) FG=Flow Sight Glass
- شمارشگر مقدار جریان(لیتر، متر مربع و غیره) FQI=Flow Totalizer
- کلید جریان FS=Flow Switch
- کلید جریان پایین FSL=Flow Switch Low
- کلید جریان بالا FSH=Flow Switch High
- کلید جریان بالا و پایین FSHL= Flow Switch High Low
- آلارم(اعلام خطر) جریان FA=Flow Alarm
- آلارم، پایین FAL=Flow Alarm Low
- آلارم، بالا FAH=Flow Alarm High
- آلارم، بالا و پایین FAHL=Flow Alarm High Low
- آلارم، پایین، پایین FALL=Flow Alarm Low Low
- آلارم، بالا، بالا FAHH=Flow Alarm High High
- صفحه سوراخ دار FO=Flow Orifice

۸-۵-۲. اختصارات مربوط به اندازه گیری و کنترل سطح

- جزء اولیه اندازه گیری سطح LE= Level Element
- ترانسیمتر سطح LT=Level Transmitter
- ترانسیمتر سطح همراه با آشکار ساز LIT=Level Indicating Transmitter
- آشکار ساز سطح LI=Level Indicator
- ثبات سطح LR=Level Recorder
- کنترل کننده سطح LC=Level Recorder
- آشکار ساز و کنترل کننده سطح LIC=Level Indicating Co ntroller
- ثبت و کنترل کننده سطح LRC=Level Recording Controller
- شیر کنترل سطح LCV=Level Control Valve
- نشان دهنده سطح LG=Level Gage
- کلید سطح LS=Level Switch

- کلید سطح پایین LSL=Level Switch Low
- کلید سطح بالا LSH=Level Switch High
- کلید سطح بالا،پایین LSHL=Level Switch High Low
- آلارم سطح LA=Level Alarm
- آلارم سطح پایین LAL=Level Alarm Low
- آلارم سطح بالا LAH=Level Alarm High
- آلارم سطح بالا، پایین LAHL=Level Alarm High Low

۸-۵-۳. اختصارات مربوط به اندازه گیری و کنترل فشار

- جزء فشار PE= Pressure Element
- ترانسیمتر فشار PT=Pressure Transmitter
- ترانسیمتر فشار همراه با آشنا ساز PIT=Pressure Indicating Transmitter
- آشکار ساز فشار PI=Pressure Indicator
- ثبات فشار PR=Pressure Controller
- کنترل کننده فشار PC=Pressure Controller
- آشکار ساز و کنترل کننده فشار PIC= Pressure Indicating Controller
- ثبت و کنترل کننده فشار PRC= Pressure Recording Controller
- شیر کنترل فشار PCV= Pressure Control Valve
- نشان دهنده فشار PG= Pressure Gage
- کلید فشار PS= Pressure Switch
- کلید فشار پایین PSL= Pressure Switch Low
- کلید فشار بالا PSH= Pressure Switgh Hihg
- کلید فشار بالا، پایین PSHL= Pressure Switch High Low
- آلارم(اعلام خطر) فشار PA= Pressure Alarm
- آلارم فشار پایین PAL= Pressure Alarm Low
- آلارم فشار بالا PAH= Pressure Alarm High
- آلارم فشار بالا، پایین PAHL= Pressure Alarm High Low
- آلارم فشار پایین، پایین PALL= Pressure Alarm Low Low
- آلارم فشار بالا، بالا PAHH= Pressure Alarm High High

۸-۵-٤. اختصارات مربوط به اندازه گیری و کنترل درجه حرارت

- جزء حرارتی TE=Temperature Element
- ترانسیمتر حرارت TT= Temperature Transmitter
- ترانسیمتر حرارت همراه آشکار ساز TIT= Temperature Indicating Transmitter
- آشکار ساز حرارت TI= Temperature Indicator
- ثبات حرارت TR= Temperature Recorder
- کنترل کننده حرارت TC= Temperature Indicating Controller
- ثبت کننده کنترل حرارت همراه با آشکار ساز TIC= Temperature Indicating Controller
- ثبت کننده و کنترل کننده حرارت TRC= Temperature Recording Controller
- شیر کنترل حرارت TCV= Temperature Control Valve
- کلید حرارت TS= Temperature Switch
- کلید حرارت پایین TSL= Temperature Switch Low
- کلید حرارت بالا TSH= Temperature Switch High
- کلید حرارت بالا، پایین TSHL= Temperature Switch High Low
- آلارم حرارت TA= Temperature Alarm
- آلارم حرارت پایین TAL= Temperature Alarm Low
- آلارم حرارت بالا TAH= Temperature Alarm High
- آلارم حرارت بالا، پایین TAHL= Temperature Alarm High Low
- آلارم حرارت پایین، پایین TALL= Temperature Alarm Low Low
- آلارم حرارت بالا، بالا TAHH= Temperature Alarm High High

اختصارات فوق فقط چهار متغیر جریان، فشار، سطح و حرارت را شامل می شود. از آنجا که متغیرهای پروسسی نقطه به چهار متغیر فوق الذکر ختم نشده و از تنوع زیادی برخوردارند جدول بعد اطلاعات لازم را در مورد اختصارات عملیاتی، دستگاه های سنجش و کنترل صنایع پروسسی برای کمیتهای مختلف را مطابق استاندارد ISA که در فلودیاگرام ادوات (Instrument Flow diagram) کاربرد وسیع دارد، ارائه می دهد.

حروف	مفهوم حروف اول از سمت چپ	مفهوم حروف بعدی
A	Analysis آنالیز یا تجزیه شیمیایی	Alarm اخطار
B	Bumer مشعل یا شعله	—
C	Conductivity هدایت الکتریکی	Controller کنترل کننده
D	Density وزن مخصوص	Differential اختلاف (دیفرانسیل)
E	Voltage ولتاژ	Element عنصر
F	Flow دبی	Fraction نسبت یا کسر
G	Gage سنجش ضخامت ورق یافطرمفتول	Glass شیشه برای رویت
H	Hand دستی	High & Horn حد بالا - بوق
I	Current جریان الکتریکی	Indicator نشان دهنده
J	Power توان، قدرت	Scanner اندازه‌گیر یا ثبات نوبتی
K	Clock زمان یا برنامه زمانی یا ساعت	Control Station ایستگاه فرعی کنترل
L	Level ارتفاع، سطح	Light & Low چراغ یا پایلوت - حد پایین
M	Moisture رطوبت	Medium میانگین یا متوسط
N		—
O	Pilot تنظیم. میزان	Orifice اریفیس
P	Prossure & Vaccum فشار - مکش	Test point نقطه اتصال آزمایشی
Q	Quantity مقدار	Totalizer جمع کننده نسبت به زمان
R	Radio active رادیواکتیو	Recorder ثبت کننده
S	Speed -Frequency سرعت - فرکانس	Safety - Switch ایمنی - سویچ
T	Temperature درجه حرارت	Transmitter ترانسمیتر
U	Multy variable چند متغیری	Multy Function چند عملی
V	Viscosity ویسکوزیته	Valve & Damper شیر - دریچه
W	Weight & Force وزن - نیرو	Well چاهک
X	Trip مسافت	
Y	Status وضعیت	Computing Relas محاسب - کامپیوتر
Z	Position موقعیت، وضعیت	Final Elemnt عضو نهائی - عمل کننده

جدول ۸-۱

فصل نهم

آنالایزر ها

۹-۱. انواع آنالایزرهای پالایشگاه

۱. COآنالایزر
۲. PH آنالایزر
۳. کنداکتیویته آنالایزر
۴. H_2 آنالایزر
۵. O_2 آنالایزر
۶. Cas کروموتوگراف Analyzer Gas chromotogragh
۷. H_2S دتکتور
۸. CL_2 دتکتور
۹. سیلیس آنالایزر
۱۰. Oil in water

اساس کار این قسمت پالایشگاه بر سنسور استوار است کار اصلی آن اندازه گیری کیفی و کمی کمیتهای غیر الکتریکی و تبدیل آن به سیگنالهای الکتریکی است.
PH- کنداکتیویته – غلظت و ... از جمله این پارامترها می باشد. در زیر چند نمونه از دستگاه های آنالایزر آمده است. دستگاه های آنالایزر در قسمتهای مختلف به پالایشگاه نصب است که براساس خواص شیمیایی مواد مختلف و هدایت الکتریکی مواد استفاده شده در سنسور این پارامترها به سیگنال تبدیل می شود و توسط قسمتهای تقویت کننده تقویت شده و گاهی این سیگنالهای خروجی دستگاه های خود کنترل دستگاه ها آنالیز و گاهی به بخش کنترل منتقل می کنند تا پس ازپردازش به صورت فرمان در آیند و به قسمتهای تحت کنترل اعمال شوند.

۹-۲. آنالایزر oil in water

شرح کار. توسط یک line باریک یک sample به این قسمت فرستاده می شود. ابتدا sample وارد یک لوله عمودی شده و هوای ابزار دقیق ۰/۲ – ۱ از زیر وارد لوله شده این باعث می شود که آب و هوا از یک لوله جانبی خارج و روغن یا oil موجود در آب در همان مسیر مستقیماً بالا رود و از فیلتر عبور کرده تا آب موجود در آن گرفته شود و توسط سنسور ثبت شده و آلارم اعلام می شود این آنالایزر در مسیر برگشت آب به cooling water می باشد بعد از این عمل روغن فیلتر از یک لوله جانبی خارج می شود.

۹-۳. آنالیزر های boiler :

نوع آنالایزر

۱. boiler feed water

۲. super heat

۳. boiler water

۴. saturate super heat

چهار نمونه فوق برای تست در آنالایزر کنداکتیویته و دو نمونه آب برای تست PH به دستگاه وارد می شود.

برای اندازه گیری میزان کنداکتیویته ابتدا Sample آب وارد رزین شده چون به علت اضافه کردن یکسری مواد شیمیایی درفرآیند تولید بخار و تساعد بالا رفتن تا مقدار اکتیو رزین طراحی کردند تا مواد فوق را خنثی کرده ومقدار کنداکتیویته واقعی را نشان دهد سپس به سنسور کنداکتیویته (سختی آب) وارد شده ومیزان آن توسط دو الکترود اندازه گیری می شود علاوه بر آن یک الکترود دمای آب را اندازه گیری می کند و آب خارج می شود(رزین می شود).

در مواردی که احتیاج به اندازه گیری PH باشد آب خروجی ابتدا به PH متر رفته و میزان PH اندازه گیری شده و سپس رزین می شود.

البته جهت اطمینان از جاری بودن مایع درون لوله ها از Water flow استفاده می شود.

شرح کار سنسور کنداکتیویته : براساس هدایت الکتریکی

شرح کار سنسور PH

دارای دو الکترود می باشد :

Refrenc elect

Magring elect

و با تغییر درصد یون H^+ رسانایی تغییر می کند و جریان تغییر و PH مشخص می شود.

۹-٤. آنالایزر سیلیس

برای کاهش حجم فشار خروجی از مخزن ۳ line به موازی قسمتهای مورد نیاز کشیده شده برای اندازه گیری میزان سیلیس در DM (آب صنعتی) از هر 3 line نمونه گیری شده توسط سلومرئیک یکی از نمونه ها وارد tank ever flow می شود تا جمع شود سپس با چون cell و همزن سرهم می باشد این نمونه با سه ماده دیگر R_1, R_2, R_3 مخلوط شده و تست سیلیس انجام می شود این کار هر ۱۰ دقیقه (یا در زمانهای مختلف بسته به حساسیت کار) انجام می شود.

فصل دهم

سیستم کنترل آب بخار

در واحدهای تابع آب بخار سه نوع سیستم کنترل وجود دارد.

الف) سیستم کنترل گسترده که تمام کنترلهای دیگهای بخار از نوع سیستم می باشد (Distributed control system -dcs)و دیگری اطلاعات ودیگر اطلاعات و کنترل جانبی مربوط به دیگر واحدهای بر روی سیستم فوق موجود باشد.

ب) سیستم کنترل منطقی برنامه ریزی شده.

Program able logi control (PLC)

که مربوط به آب صنعتی پالیشرها و روغن گیرها و کمبوسورهای هوا می باشد .

ج) سیستم کنترل معمولی نیوماتیک که مربوط به سیستم سوخت رسانی برج خنک کننده و آب خام آب آشامیدنی و آتش نشانی می باشد. که البته بعضی از اطلاعات واحد فوق بر روی DCS موجود است.

کنترل فشار خط اصلی آب خام توسط PIC انجام می شود و از طریق شیر کنترل PV بخار به توربین تلمبه بخاری را باز و آن راتحت سرویس قرار می دهد.

همزمان PAL, PSL عمل و آلارم آن در اتاق کنترل بخار روشن می شود.

۱۰-۱. نحوه کنترل فشار شبکه آب آتش نشانی

توسط PIC که شبیه کنترل آن بر روی مسیر برگشتی به مخزن آب آتش نشانی قرار دارد کنترل می شود در صورت کاهش فشار شبه کنترل مربوطه بسته و از طریق سوئیچ PSL - SET 7BAR تلمبه برقی سرویس قرار می گیرد و تلمبه برقی B,D در صورت ادامه افت فشار آب کنترل بخار و اتاق کنترل ادارهٔ آتش نشانی قابل سرویس گذاری می باشند

۱۰-۲. کنترل فشار آب آشامیدنی

توسط PIC و از طریق شیر کنترل مربوطه بر روی مسیر برگشتی از تلمبه به مخزن کنترل می گردد.

کنترل عملیات واحد آب صنعتی

این عملیات توسط PLC انجام می گیرد.

۱۰-۲-۱. کنترل جریان آب خام ورودی، جریان آب خام ورودی توسط سه عدد جریان سنج که از قبل از ورودی به صافی های ذغالی قرار دارند اندازه گیری می شود.

۱۰-۲-۲. کنترل فشار آب خام ورودی توسط PLC تنظیم می گردد این کنترل کنندهٔ فشار در محل قرار دارد ورودی 7Bar, 4Bar تنظیم گردیده است. در صورت افت فشار آب خام ورودی توسط psl, psl آلارم لازم روی پانل اصلی ظاهر گردد.

۱۰-۲-۳. کنترل سطح آب مخزن گاززدا

سطح آب داخل مخزن گاززدا توسط LIC کنترل می شود.

بدین ترتیب در صورت کاهش سطح آب داخل مخزن یک فرمان مشترک بـر روی LV مربـوط بـه آب خام ورودی به دوظرف کاتیونی B,A و گاز زدای رفته و شیر کنترل های مربوط تناسب باز کـرده و آب خام بیشتری وارد کاتیونی و گاززدا می گردد و در اثر افزایش سـطح آب درون مخـزن گـاززدا بـرعکس عمل می گردد.

همچنین سوئیچ -LSHH در صورت بالا رفتن بسیار زیاد سطح مخزن علامـت هشـدار دهنـده روی پانـل اصلی ظاهر می کند و درصورت کاهش بسیار زیاد LSLL,LL فرمان بستن تلمبه A,B,C را صادر مـی نماید.

از اتاق سطح آب داخل مخزن گاززدا توسط LIC کنترل می شود بدین ترتیب در صورت کاهش سطح آب داخل مخزن یک فرمان مشترک بر روی LV مربوط به آب خام ورودی به دو ظرف کاتیونی B,A و گاززدای رفته و شیر کنترل های مربوط تناسب باز کرده و آب خام بیشتری وارد کاتیونی و گاززدا می گردد و در اثر افزایش سطح آب درون مخزن گاززدا بر عکس عمل می گردد.

همچنین سوئیچ LSHH در صورت بالا رفتن بسیار زیاد سطح مخزن علامت هشدار دهنده روی پانل اصلی ظاهر می کند و در صورت کاهش بسیار زیاد LSLL, LL فرمان بستن تلمبه A,B,C را صادر می نماید.

۱۰-۲-۴. کنترل مقدار سختی آب خروجی(کنداکتیویتر)

این کنترل توسط دستگاه کنداکتیویتر آنالایزر انجام می گیرد. بدین ترتیب که در حالت احیاء پس از رسیدن کنداکتیویتر به زیر $۳\mu s/cm, ۸\mu s/cm$ خط به صورت اتوماتیک در سرویس قرار خواهد گرفت و در صورتیکه کنداکتیویتر به $۸\mu s/cm$ و برای خط سوم به $۳\mu s/cm$ نرسد خط به حالت RECYCLE باقی مانده و بعد از 20 دقیقه در صورت پایین نیامدن کنداکتیویتر مجدداً به حالت احیاء قرار می گیرد در حالتیکه خط در سرویس می باشد در صورت افزایش کنداکتیویتر به حالت احیاء قرار می گیرد.

در حالی که خط در سرویس می باشد در صورت افزایش کنداکتیویتر به $۱۰\mu s/cm$ و برای خط سوم خروجی از آینونی به $۳\mu s/cm$ خط پس از ۵ دقیقه به صورت اتوماتیک به حالت احیاء قرار می گیرد.

به طور کلی ۴ حالت جهت عملیات وجود دارد.

Auto عملیات به صورت Auto و از PLC فرمان می گیرد

S-Auto عملیات به صورت نیمه Auto انجام می گیرد.

OSS از برنامه ریز فرمان می گیرد ولی مراحل احیا توسط اپراتور انجام می گیرد.

Man عملیات به صورت دستی انجام می گیرد.

۱۰-۳. نحوه عملیات پالیشر :

کلیه عملیات این واحد توسط PLC انجام می گیرد.

الف) کنترل جریان خروجی: این کنترل از یک کنترلر جریان FIC و چهار کنترل کنندهٔ جریان اختصاصی FIC تشکیل گردیده است.

کنترل کننده اصلی فرمان مشترکی بر حسب تنظیم اولیه برای چهار کنترلر دیگر می فرستد و کنترل کننده های اختصاصی نیز با توجه به set point های خود فرمان را اجرا می کند هر کدام از کنترل کننده های فرعی دارای HIC می باشد که حالت محدود کننده به شیر کنترل می دهند و در مواقع احیاء کارآیی دارند.

ب) کنترل مقدار کنداکتیویته آب خروجی و احیاء.

دوعدد کنداکتیویتر آنالایزر روی پانل اصلی قرار دارد. آنالایزر AITS موقعی که در حالت Auto قرار دارد مورد استفاده قرار می گیرد و مقدار کنداکتیویتر آب خروجی را نشان می دهد و هنگامی که مقدار کنداکتیویتر افزایش یابد توسط AAH آن روی پانل اصلی ظاهر می گردد.

کنداکتیویتر آنالایزر دیگر AITS به صورت کنداکتیویتر آنالایزر عمومی عمل کرده و در حالت Auto برای پالیشری که در حالت احیا می باشد و در stepنهایی و به وسیله انتخاب شیر برقی پالیشر در حال احیاء توسط plc مقدار کنداکتیویتر را اندازه گیری می کند و پس از رسیدن به $۲\mu s/cm$ پالیشر را به صورت Auto سرویس قرار خواهد داد.

۱۰-٤. نحوه کنترل عملیات روغن گیری

کلیه عملیات توسط PLC انجام می شود .

کنترل جریان خروجی توسط ۳ عدد کنترل کنندهٔ جریان خروجی از روغن گیرها FIC انجام می گیرد و مقدار زیاد جریان توسط FQAH روی پانل اصلی علامت هشدار دهنده ظاهر می کند.

۱۰-۵. کنترل مقدار روغن موجود در آب مقطر

آب مقطر ورودی به روغن گیرها ابتدا توسط یک آنالایزر اندازه گیر مقدار هیدروکربور در آب آنالیز می شود (AT)و در صورت وجود هیدروکربور در آب توسط (AI)علامت هشدار دهده در اتاق کنترل بخار ظاهر می گردد.

۱۰-٦. کنترل عملیات کمپرسور هوا

* کنترل عملیات کمپرسور هوا توسط PLC و اتاق کنترل انجام می گیرد .

الف) کنترل فشار هوای خروجی اصلی

این کنترل توسط دو عدد کنترلر انجام می گیرد که در اتاق قرار دارند و بدین صورت عمل می نماید که فشار خط اصلی توسط PI به دو عدد کنترلر یاد شده فرستاده شده و فرمان کنترل فشار خط هوا توسط PC به شیر کنترل ارسال و مقدار هوا به اتمسفر را کنترل می کند و فشار هوای ارسالی به واحد هیروکراکر را با توجه به SET Point آن در اتاق کنترل در موقع احیاء واحد فوق تأمین می کند.

در مسیر هوای خروجی خنک کننده های DR دو عدد کنترل کننده فشار خط PC وجود دارد که فرمان این دو در صورت افزایش و کاهش فشار هوای ابزار دقیق بر روی شیرهای کنترل PV صادر شده و فشار خط هوای ابزار دقیق را کنترل می نماید و مازاد هوای تولید را جهت تأمین فشار هوای واحد به خط می فرستند.

ب) کنترل فشار هر کدام از کمپرسورها: این کنترل از طریق PLC انجام می شود با راه اندازی کمپرسوز فرمانی از طریق سوئیچ برقی برای UV ارسال شده که باعث ایجاد فشار روغن تا پشت UV شیر مخصوص می نماید. این فشار روغن موجب باز شدن این شیر شده و هوا را وارد کمپرسوز می کند.

حال اگر فشار خط بالا رود فرمان PSHL برای بدون برق کردن UV ارسال شده است و باعث بستن شیر فوق می گردد و افت فشار روغن تا قسمت پشت شیر UV باعث بستن قادر ۱۳٪ شده که موجب می شود هوا بین کمپرسور مرحله اولیه و ثانویه و Blow off cooler چرخش نماید.

۱۰-۷. کنترل عملیات آب

کنترل سطح آب تغذیه داخل مخازن هوا گیر: این دو عدد Ltc که در اتاق کنترل بخار قرار دارند انجام می گیرد و میزان آب DM ورودی به هوازدا را کنترل می نماید.

کنترل سرریز مخازن هواگیر این سیستم بسته به یک عدد کنترل کننده سطح آب LC مجهز باشند که روی ۸۵٪ تنظیم شده است. در صورتی که سطح آب داخل مخزن به مقدار تنظیم شده برسد یک فرمان هوایی به روی شیرهای کنترل LV رفته و این شیرها به طور کامل باز شده و آب داخل مخازن از طریق لوله های ۱۶ اینچ تا ۷۵٪ تنظیم می شود و پس از کاهش سطح مخازن مجدداً فرمان هوایی دستور بستن شیرهای کنترل مزبور را صادر می کند.

۱۰-۸. کنترل مقدار اکسیژن موجود درآب تغذیه:

توسط AITاندازه گیری می شود آنالایزر فوق دارای یک سوئیچ تعیین وضعیت HS بوده که بر روی DCS قابلیت انتخاب دارد که می توان به صورت دستی آن خروجی از هر یک از ظروف هوازدا را انتخاب کرد اگر سوئیچ در حالت Auto باشد توسط یک Timer در فواصل زمانی معینی هر یک از جریانها بصورت تناوبی انتخاب و مقدار اکسیژن اندازه گیری می شود .

۱۰-۹. کنترل فشار خط آب تغذیه دیگهای بخار:

فشار خط آب تغذیه دیگهای بخار توسط ۵ عدد تلمبه تأمین می گردد.

تلمبه های A,B,C و تلمبه های C,D بخار می باشند ظرفیت هر کدام از تلمبه های $۳۴۱ M^{۳}/H$ می باشند.

تلمبه های برقی توانایی قرار گرفتن در حالت Auto St.By را دارند سوئیچ های روی خروجی تلمبه های برقی psl روی خروجی تلمبه A و PSL روی خروجی تلمبه B قرار دارند. تلمبه ای که روی حالت Auto و به صورت آماده می باشد در صورت افت فشار خط سوئیچ عمل کرده و تلمبه یاد شده در سرویس قرار می گیرد. فشار خط آب توسط plc که در اتاق کنترل بخار قرار دارد کنترل می گردد. سیگنال خروجی کنترلر مزبور دو عدد شیر کنترل PV را به طور یکسان باز می کند و مقداری از آب تغذیه را به مخازن هواگیر بر می گردانند. هر گونه تغییر فشاری توسط عملکرد مناسب این شیرها گرفته می شود.

۱۰-۱۰. نحوه کنترل فشار خط آب D.M تغذیه دیگهای بخار

فشار خط آن DM توسط کنترلرهای فشار PSL, PIC کنترل می گردد.

در صورت افزایش فشار از طریق شیر کنترل PV در خروجی تلمبه های A/B/C با برگشت آب به ورودی کنترل می شود(Demineralization) در صورت کاهش فشار کمتر از ۱۰Bar کنترل فشار PLC سیستم بخار ورودی به تلمبه توربنی را باز کرده و تلمبه فوق در سرویس قرار می گیرد. در صورتیکه تلمبه های برقی به صورت یدکی اتوماتیک باشند PSL تلمبه برقی یدک را در سرویس قرار می دهد.

۱۰-۱۱. نحوه کنترل جریان آب مقطر گرم و مقدار فشار آن

سطح مخازن آب مقطر گرم و همچنین سطح آب مقطر گرم درون ولو بدین ترتیب کنترل می گردد.

LIC از سطح مخزن ولو فرمان می گیرد و فرمان هوایی را بر روی دو عدد شیر کنترل LIC می فرستد این دو شیر کنترل به صورت SPLIT عمل می نمایند بدین صورت که در هنگامی که شیر کنترل ۱۰۰٪

باز است شیر کنترل ۱۰۰٪ بسته است و در وضعیت ۵۰٪ هر دو کنترل ۵۰٪ باز و هنگامی که شیر کنترل A کاملاً بسته است شیر کنترل B کاملاً باز است.

کنترل بعدی روی سطح مخزن آن نقطه گرماست بدین ترتیب که LIC مربوط به تانک و LIC مربوط مخزن که توسط HS انتخاب می گردند کنترل می شود.فرمان هوایی این کنترل کننده های سطح مخازن روی ۲ عدد شیر کنترل یکی LVA و دیگر LVB . فرستاده می شوند و این دو عدد شیر کنترل نیز مانند شیر کنترل های قبل عمل می کنند به این نحو که در صورت افزایش سطح مخازن آب مقطر شیر کنترل A شروع به بستن و شیر کنترل B شروع به بازکردن نموده و آب مقطر گرم به سمت مخازن هواگیر هدایت می شود و در حالتیکه سطح مخزن کاهش یابد شروع B شروع به بستن و شیر A بازخواهد شد.

آب مقطر گرم HPC, LPC که توسط تلمبه های A,B,C هر کدام به ظرفیت که تلمبهٔ C بخاری به صورت آمادهٔ اتوماتیک بوده وتوسط PIC که روی خروجی تلمبه های قراردارد و در اثرفشار خط به PV بخار ورودی به توربین تلمبه Cفرمان داده و بخار به توربین وارد و تلمبه در سرویس قرار می گیرد فشار خط کنترل می گردد و پس ازعبور از صافی های دوقلو از طریق HV که توسط HIC در اتاق کنترل باز و بسته می شوند وارد مخازن هواگیر می شوند.

۱۰-۱۲. نحوهٔ کنترل عملیات دیگ بخار

کنترل عملیات مربوط به دیگهای بخار توسط سیستم کنترل گسترده(DCS)انجام می گیرد. سیستم کنترل دیگهای بخار مشعل بر قسمتهای ذیل است.

الف) کنترل احتراق

ب) کنترل آب تغذیه

ج) درجه حرارت بخار

د) کنترل از راه دور

سیستم کنترل متشکل از وسایل اندازه گیری ترانسیمترهای انتقال دهنده سیگنالهای ۴ تا ۲۰میلی آمپر سیستم کنترل گسترده TDCS 3000 تبدیل کننده های جریان برقی به هوایی I/P برای عمل کردن شیرهای کنترل و دیگر عوامل کنترل می باشد. راه اندازی دیگهای بخار مانند روشن کردن مشعلها، عملیات مربوط به تلمبه ها دمنده های هوا شیرها و بستن دیگهای بخار توسط تابلوی کنترل محلی انجام می شود. تنظیم شرایط کنترل مانند: کنترل احتراق جریان آب تغذیه، کنترل درجه حرارت بخار توسط CRT از اتاق کنترل مرکزی انجام می شود.

سیستم کنترل اتوماتیک در شرایط عادی واحد، کنترل دیگ بخار را به عهده دارد. برای راه اندازی و شرایطی که دیگ بخار با بارکم کار می کند کنترل به حالت دستیMAN باشد.

سیستم کنترل احتراق به منظور تنظیم میزان سوخت هوا برای ثابت نگاه داشتن فشار بخار در حدود مورد نظر طراحی شده است این سیستم کنترل شامل کنترل سوخت کنترل هوا و کنترل اکسیژن جدای از کنترل اصلی دیگ بخار BMC می باشد.

الف) سیستم کنترل اصلی BMC

ب) کنترل اصلی مشترک

ج) کنترل اصلی اختصاصی

الف) کنترل اصلی مشترک: وقتی دیگهای بخار موازی باشند توسط سوئیچ COM/IND روی CRT انتخاب می شود. کنترل مشترک دارای دو ترانسیمتر فشار PI می باشند که بر روی سر شاخهٔ اصلی ۴۳ بار قرار داشته و توسط سوئیچ HS بر روی CRT انتخاب می شوند. سیگنال خروجی از سوئیچ فوق با میزان Setting در PIC مقایسه می گردد. سیگنال خروجی با سیگنال میزان کل بخار تولیدی از HIC, FY جمع شده و خروجی آن به ایستگاه اصلی هر یک از دیگهای بخار ارسال می شود.

ب) کنترل اصلی اختصاصی : در هنگام راه اندازی دیگ بخار که هر یک جداگانه درسرویس قرار می گیرند. توسط سوئیچ IND/COM انتخاب می شود. وقتی دیگهای بخار موازی هستند نباید این حالت انتخاب شود. توابع کنترل این حالت مانند حالت کنترل مشترک است. برای این حالت از ترانسیمتر فشار PI مربوط به فشار خروجی سوپرهیت دیگ بخار استفاده می شود.

۱۰-۱۳. مدار CLS (Cross Limit Circuit)

حفظ نسبت مناسب بین سوخت و هوا توسط این مدار کنترل می شود سیگنال اصلی دیگ بخار خروجی از HIC با میزان هوای برنامه ریزی شده توسط FY F,G مقایسه می گردد. اگر سیگنال اصلی بیشتر یا کمتر از سیگنال برنامه ریزی شده باشد. سیگنال فوق به عنوان سیگنال خروجی برای تنظیم میزان سوخت انتخاب می شود. همین مداربرای کنترل میزان هوا نیز به کار می رود.

نسبت جریان سوخت

سیگنال خروجی از CLC به عنوان سیگنال ورودی برای مدار نسبت جریان سوخت(شامل تفریق و ضرب کننده Fy و تنظیم کننده HIC می باشد. نسبت جریان سوخت توسط HIC بر روی CRT معین می شود .

۱۰-۱٤. حالت احتراق مخلوط سوخت

حالتهای ذیل برای وقتی که دو نوع سوخت مصرف می شود در نظرگرفته شده است.

* نفت کوره و گاز
* نفت کوره ونفتا
* نفتا و گاز

هر یک از حالتهای فوق توسط شاسی حالت احتراق مخلوط MFM روی CRT در صورتیکه مدار کنترل تمام سوختها دستی باشد انتخاب می شود در حالت احتراق نفتکوره و نفتا قبل از انتخاب شاسی مربوطه باید نوع سوخت هر یک از مشعلها توسط تابلو کنترل محل روشن می شوند معلوم گردد. زیرا در یک مشعل همزمان نمی توان از این دو نوع سوخت استفاده کرد اگر حالت نفت کوره و گاز انتخاب شود سیگنال ورودی به مدار کنترل نفتا توسط رلهٔ انتقال ys صفر می شود. همین وضعیت برای حالتهای دیگ نیز در نظر گرفته شده است.

کنترل احتراق مخلوط سوخت ها و تنظیم نسبت سوخت فقط در حالتیکه مدارهای کنترل هوا و سوخت به حالت اتوماتیک باشد انجام می گیرد.

اگر یکی یا هر دو مدار سوختها دستی باشد. سیگنال نسبت سوخت از طریق محاسبهٔ واقعی نسبت سوخت ها انجام گرفته. بنابراین عمل انتقال از حالت مدار کنترل دستی به اتوماتیک به آرامی انجام می شود.

۱۰-۱۵. کنترل میزان سوخت گاز

میزان سوخت گاز توسط اریفس و ترانسیمتر FT, FE اندازه گیر می شد. و سیگنال ترانسیمتر وارد Fy می گردد بر روی سیگنال خروجی تصحیح وزن مخصوص گاز درFy درجه حرارت TT و فشارPT درFy وتنظیم کالری در Fy انجام شده و نهایتاً سیگنال خروجی با سیگنال میزان سوخت مورد نیاز از ys در FIC مقایسه می شود.

سیگنال خروجی از FIC با سیگنال کنترل حداقل فشارکه قسمتی ازمدار کنترل فشار ورودی مشعل گاز می باشد. مقایسه ومقدار بزرگتر انتخاب می گردد سپس سیگنال فوق شبیه کنترل سوخت FV را باز و بسته می نماید.

۱۰-۱٦. کنترل میزان نفت کوره

میزان نفت کوره توسط ارفیس و ترانسیمتر اندازه گیری می شود. سیگنال خروجی از ترانسیمتر از طریق FY A وارد FIC شده با سیگنال میزان سوخت مورد نیاز ys مقایسه می گردد نهایتاً سیگنال خروجی شیر کنترل سوخت FV را باز و بسته می نماید.

۱۰-۱۷. کنترل میزان هوا

هوا توسط دریچه ورودی دمنده های هوای دیگ بخار به منظور تثبیت و ایمنی احتراق کنترل می شود. مقدار هوا توسط ونچوری تعبیه شده در کانال هوا و ترانسیمتر FT اندازه گیری می شود. سیگنال خروجی از ترانسیمتراز طریق Fy و مدار جبران درجه حرارت متشکل از FY, TT و مدار کنترل تصحیح اکسیژن وارد FY می شودو با هوای مورد نیاز مقایسه می گردد و براساس تعداد دمنده هایی که در سرویس است توسط Fy عمل کرده و سیگنال خروجی از آن وارد FIC می گردد.

سیگنال خروجی از طریق HIC, HIC که دارای دو حالت دستی و اتوماتیک می باشند درصد باز بودن دریچه های هوای ورودی و درنتیجه مقدار هوا را کنترل می نماید.

سیگنال هوای مورد نیاز از طریق مدار CLC و مدار تنظیم حداقل جریان هوا به FIC وارد می شود.حداقل جریان هوا ۲۵٪ مقدار ماکزیمم دائمی هوا MCRمی باشد.

۱۰-۱۸. کنترل اکسیژن گازهای خروجی

کنترل نسبت به هوای اضافی به وسیله اندازه گیری مقدار اکسیژن گازهای خروجی و تنظیم جریان هوا انجام می شود. مقدار اکسیژن توسط آنالایزر AT اندازه گیری شده و سیگنال خروجی آن به کنترلر اکسیژن گازهای خروجی وارد می شود.

مقدار اکسیژن مورد نیاز بر طبق سیگنال میزان بخار تنظیم گردد. میزان تنظیم اکسیژن را می توان توسط تابع BIAS از طریق HIC تغییر داد. با مقایسه مداوم بین سیگنال و آنالایزر و اکسیژن و مقدار مورد نظر سیگنال خروجی به نحوی است که در سیگنال فوق یکسان شوند سیگنال خروجی از کنترلر به حلقهٔ کنترل هوا تغذیه شد و سیگنال جریان هوا را تنظیم می نماید.

۱۰-۱۹. کنترل آب تغذیه

کنترل سطح آب در مخزن بخار به وسیله تنظیم میزان جریان آب تغذیه انجام می شود سیستم کنترل متشکل از سه حامل می باشد:

سطح آب در مخزن بخار توسط ترانسیمتر LT اندازه گیری شده و در سیگنال خروجی با مقدار Setting در کنترلر اصلی سطح آب LIC A,B مقایسه می گردد. خروجی آن با سیگنال میزان جریان بخار FI جمع و Setting کنترلر میزان آب تغذیه را می سازد. سیگنال خروجی از کنترلر فوق مقدار باز بودن شبیه مربوط را تنظیم می نماید. برای راه اندازی عملیات با بارکم از سیستم تک عاملی استفاده می گردد.

تغییر حالت از کنترل تک عاملی به سه عاملی در حین تغییر بار به صورت اتوماتیک و یا دستی به وسیله انتخاب سوئیچ HS روی CRT انجام می شود.

۱۰-۲۰. کنترل دمای بخار

کنترل درجه حرارت بخار خروجی ازسوپر هیت نهایی دیگ بخار مد نظر است کنترل درجه حرارت در مقدار مورد نظر به وسیله تزریق آب به خروجی لوله های سوپرهیت اولیه انجام می گیرد. درجه حرارت بخار در خروجی سوپرهیت نهایی توسط ترانسیمتر TT اندازه گیری شده و سیگنال خروجی TIC با Setting مقایسه می گردد.

سیگنالهای خروجی با سیگنال جریان هوا به منظور بهبود کیفیت کنترل در Ty جمع می شود. سیگنال خروجی آب تزریقی به سوپرهیت را توسط TVکنترل و تنظیم می نماید.

۱۰-۲۱. کنترل های متفرقه

- کنترل فشار بخار پودر کننده نفت کوره به منظور تثبیت و حفظت شرایط ایمنی و احتراق مشعل فشار بخار پودر کننده به وسیله تنظیم کنترل PDV انجام می شود میزان Setting آن به وسیلهٔ سیگنال فشار نفت کوره مشخص می گردد.

- کنترل فشار بخار پودر کننده نفتا: توابع کنترل بخار پودر کننده نفتا مانند نفت کوره

- کنترل دمای هوای خروجی از گرم کنندهٔ هوا(S.A.H)

هدف از این کنترل ثابت نگه داشتن دمای هوای خروجی از (S.A.H) در حد مورد نظر است اگر فشار بخار SAH به کمتر از میزان مورد نظر کاهش یابد. سیگنال این حلقه کنترل با اولویت ۱ توسط خروجی گرم کننده را تنظیم می نماید.

فرمان توسط PIC صادر می شود.

همچنین می توان تنها از طریق TV, TI که از یک TIC واقع در اتاق کنترل فرمان می گیرد دمای هوای خروجی از گرم کننده را کنترل کرد.

کنترل سطح آب ظرف تخلیه دائمی A,B

هدف از این کنترل حفظ سطح آب در A,B به وسیله تنظیم مقدار جریان تخلیه از خروجی های کولرهای A/D به واحد بازیافت آبهای آلوده توسط LV می باشد. سیستم اداری دو حلقه کنترل برای چهار دیگ بخار می باشد.

تنظیم دور توربین دمندهٔ هوا :

دور توربین دمندهٔ هوا به صورت دستی از اتاق کنترل مرکزی بر روی CRT وتوسط HC انجام می گیرد.

۱۰-۲۲. سیستم کنترل و ایمنی مشعل:

به منظور عملیات این مشعل و دیگ بخار تعبیه شده و ترکیب کلی آن مشتمل بر اجزای ذیل است:

۱. رله های الکترو مغناطیسی

۲. رله های برقی معمولی

۳. توابع داخل قابل حذف به وسیله سوئیچ های کنارگذر

۳-۱- روشن کردن

۳-۲- بستم مشعل و دیگ بخار

۳-۳- عوامل لازم برای شروع گاززدایی

۳-۴- عوامل قطع رله MFT

۳-۵- عوامل قطع کننده هر یک از سوخت ها

۳-۶- عوامل بسته شدن پایلوک

۳-۷- عوامل بسته شدن مشعل هر یک از سوخت ها

۱۰-۲۳. کنترل مقدار کنداکتیویتر آب دیگهای بخار:

الف) تخلیه لحظه ای یا موقت

ب) تخلیه دائم

۱۰-۲٤. کنترل شرایط عملیاتی برج های خنک کننده:

- سیستم کنترل اتومایک تلمبه های برجهای خنک کننده

در شرایط عادی عملیاتی سه تلمبه در سرویس بوده و تلمبه چهارم به صورت یدک می باشد. سیگنال فشار خروجی هر یک از تلمبه های فوق قبل از شیر یک طرفه به low signal selector تلمبه های دیگر ارسال می شود.

تلمبه هایی که در سرویس هستند سیگنال out put برابر ۱ بار و تلمبه یدکی سیگنال Bar 0.2 ارسال می کنند.

اگر تلمبه های A,B,C در سرویس و تلمبه D به صورت یدک باشد به هر یک از pyها دو op برابر 1 Bar ویک op برابر 0.2Bar فرستاده می شود.

Pyهای فوق سیگنال کوچکتر را انتخاب و همواره شیرهای بخار تلمبه در سرویس را باز نگه می دارند. برای pyهای تلمبه یدکی همواره سه سیگنال 1 Bar ارسال شده و در نتیجه شیر بخار ورودی بسته است. اگر یکی از تلمبه ها در سرویس TRIP کند. سیگنال 0.2Bar فرستاده ودر نتیجه یکی از سیگنالهای تلمبه یدکی 0.2Bar شده و مسیربخار ورودی توربین باز شده و تلمبه در سرویس قرار می گیرد.

۱۰-۲۵. کنترل عملیات سوخت رسانی

۱۰-۲۵-۱. سوخت سنگین

الف- کنترل فشار

به ترتیب توسط PIC جهت سوخت سنگین دیگهای بخار و PIC جهت سوخت سنگین واحدهای پالایش انجام می گیرد و از طریق شیر کنترل مربوط بر روی مسیر برگشتی فشارخط را حدود Bar ۱۸-۱۶/۵ کنترل می نماید.

ب-کنترل درجه حرارت

درجه حرارت سوخت سنگین توسط شیرهای کنترل TV که اولی روی خط دیگهای بخار و دومی روی خط واحدهای پالایش قرار دارد و با کنترل میزان تزریق MPS ورودی به مبدلها درجه حرارت را کنترل می کنند.

مبدل حرارتی به صورت مشترک بین خط دیگهای بخار و پالایش قرار دارد و قابل انتخاب شدن به جای هر کدام از آنها می باشد. در صورتیکه مبدل مزبور به جای هر کدام از آنها انتخاب می شود توسط سوئیچ HS یکی از کنترلرهای مربوطه TIC جهت صدور فرمان به TV انتخاب می گردد.

ج-کنترل سطح مخازن سوخت سنگین

توسط LI به اتاق کنترل فرستاده و مقدار High, Low آن توسط علائم هشدار دهنده نشان داده می شود.

در صورتیکه سطح مخزن کاهش یافته و علامت هشدار دهنده Low ظاهر شود همزمان توسط سوئیچ برقی LSL همزمان تانک مربوطه متوقف می گردد .

د- کنترل فشار

توسط PIC که فرمان آن با فرمان صادر شده از FIC جمع شده به روی شیرکنترل جریان FV رفته و با باز و بسته شدن این شیر کنترل فشار خط کنترل می گردد.

همچنین تلمبه های سوخت نیز همیشه یکی به صورت آماده ودیگری در توربین را باز وتلمبه توربین در سرویس قرار می گیرد و اگر تلمبه بخاری در سرویس و برق آماده باشد PSL موتور، تلمبه روشن می کند.

۱۰-۲۶. کنترل سیستم های سرویس دهنده :

واحد آب بخار تولید کننده قسمت اعظم جریانهای جانبی می باشند و خود نیز از آن بهره مند می شوند. جریان های جانبی مورد استفاده عبارتند از:

- بخار فشار پایین 4 Bar
- بخار فشار متوسط 20 Bar
- بخار فشار بالا 40 Bar
- آب خنک کننده

- آب تغذیه دیگ بخار
- هوای ابزار دقیق
- آب واحد
- آب سرویس
- آب آتش نشانی
- برق