



شرکت ملی صنایع پتروشیمی
شرکت سهامی پتروشیمی تبریز

اصول

ابزار دقیق پیشرفته

INSTRUMENTATION

(Advanced Principles)

تهیه شده در

UOP

ENGINEERING DESIGN SEMINAR

ترجمه و تنظیم

علیرضا آذیری فر

پتروشیمی تبریز

نشریه شماره ۲:

بهار ۱۳۷۳

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

«فهرست مندرجات»

صفحه

عنوان

پیش‌گفتار

مقدمه

۱

۲

حلقه کنترل با «بند بک» «پس خود»

۳

تاریخچه

۵

اجزاء مشگل‌ه حلقه

۸

فراسید

۱۰

وسایل اندازه‌گیری

۱۲

رما

۲۵

جریان

۴۷

فشار

۴۹

سطح

۵۷

آنالیز

۷۹

شیرهای کنترل

۹۴

مشخصات شیرهای کنترل

۹۸

هیدرولیک

فرموله‌های مربوط به تعیین اندازه شیرهای کنترل

۱۳۳

کنترل کننده‌ها

۱۳۵

انتقال نیروماتیک

۱۵۱

انتقال ریجیتال

پیش گفتار:

نقش بنیادین آموزش در جهت اعتلای کم و کیف پروسس و موارد مربوط به آن، یاری به بحث و توضیح ندارد. در دست‌های غیر تولیدی اگر چه ممکن است نتیجه درست و کامل آموزش در راستای پیش برد متقن مسائل مطروحه ملموس نباشد ولی جایگاه ویژه و ارزش تعیین کننده آن در تشکیلات صنعتی و تولیدی، در عالی‌ترین سطح خود متجلی است. از طرف دیگر تقارن اهمیت خاص مبانی ابزار دقیق در صنایع مادر و به تبع از آن در صنعت پتروشیمی، لزوم آموزش و فراگیری آن حین کاملاً حتمی و اضطراری بخود گرفته است. با عنایت به در رکن اساسی مزبور، یعنی لزوم و وجوب آموزش و فراگیری متون ابزار دقیق، در کنترل دقیق پروسسهای صنعت پتروشیمی از یک طرف، و فقدان نوشتاری جامع و ژرف به زبان فارسی در آن خصوص، از طرف دیگر، تهیه و تنظیم کتابچه‌ای را که بتواند قریب با اتفاق مسائل زیربنایی را تحت پوشش قرار دهد، امری اجتناب ناپذیر می‌شود.

کتابچه‌ای که پیش روی شماست ترجمه نوشتار بسیار جالب و نفوذی است که توسط متخصصین WSP در زمینه‌های طراحی مهندسی در سال ۱۹۹۱ ارائه گردیده است. بدقت، باریک بینی و ژرف نگری که در تسلسل کلام و ژرفای آن بکار گرفته شده، بدون اغراق آنرا برتر و ممتاز تر از نوشتارهای مشابه عمده و بطوری سابقه‌ای آنرا در جایگاه بی‌سابقه کامل قرار داده است.

مطابق عرف معمول، مترجم نیک واقف است که نوشتار فارسی حاضر
عارف از ایرادها و ضعفهای رایج و متداول در فرامین ترجمه و انشاء
کتب بمن باشد و چون هدف و نظر غائی تنظیم و تقدیم نوشتار
پرمتوان و حتی المقدور کم عیب به جامعه علم دست اندرکاران و
سلاقمندان مسائل مزبور میباشد لذا هرگونه انتقاد و اظهار نظر از سوی
صاحبان علم و علم، مترجم را رهین منت خواهد کرد.
در خاتمه از برادر ارجمند جناب آقای دکتر امیرفرح نیا
که به هر ترقی در تشکیل و فراهم شدن این نوشتار اینجانب را -
مورد عنایت و مرحمت قرار داده اند سپاس گزار می نمایم.

تأسیس ۷۳ - علیرضا آذرین فر

تیروشمن تبریز

مقدمه:

موضوع این نشت سیگار طراحی مهندسی می‌باشد به زبان ساده عبارت است از ابزار دقیق "Instrumentation".

این عنوان در اصل موضوع سیگار را توصیف می‌کند ولی در حقیقت تمامی محتوی امر را در بر نمی‌گیرد. ابزار دقیق موضوع بسیار گسترده‌ای است و بنابراین مطالب آن بقدری بیشتر است که در این مدت زمان سیگار نمی‌گذرد بخاطر این محدودیت زمانی و همچنین از آنجائی که بنظر می‌رسد مهندس فرا نبرد به تمامی مطالب موضوع مزبور علاقه‌مند باشد از این رو باید محتوی مطالب خود را محدود نمایم.

بنابراین در زمینه نرم افزار مدار بسته یا نرم افزار دیجیتال وارد جزئیات نخواهیم شد. بلکه نگاهی گذرا به C.L و تنظیم کنترلرها نداریم. این موضوعات برای سیگار مهندسین ابزار دقیق بیشتر مناسب است در عوض ابتدا یک نگاه کلی به F.C.L خواهیم داشت و سپس کارکرد هر یک از اجزاء حلقه مورد بررسی قرار داده و سعی خواهیم کرد چگونگی اثر بخشی هر کدام از آنها در کارائی نهانی سیستم یاری بگیریم. پس از فراگیری تمامی اجزاء متشکله

مدار و بررسی ثبات و تنظیم آن، به بررسی تعدادی از سیستم‌ها و کاربردهای پیچیده‌تر خواهیم پرداخت. همزمان با مفاهیم فنی کاربرد انبار دقیق و کنترل،^۱
 سعی بر این خواهد بود که استیاد‌های از فلسفه کنترل فرایند UOP و همچنین زمینه‌های علمی آن ارائه کنیم.

مدار کنترل پمپیدیک* (سپرخور)

تاریخچه:

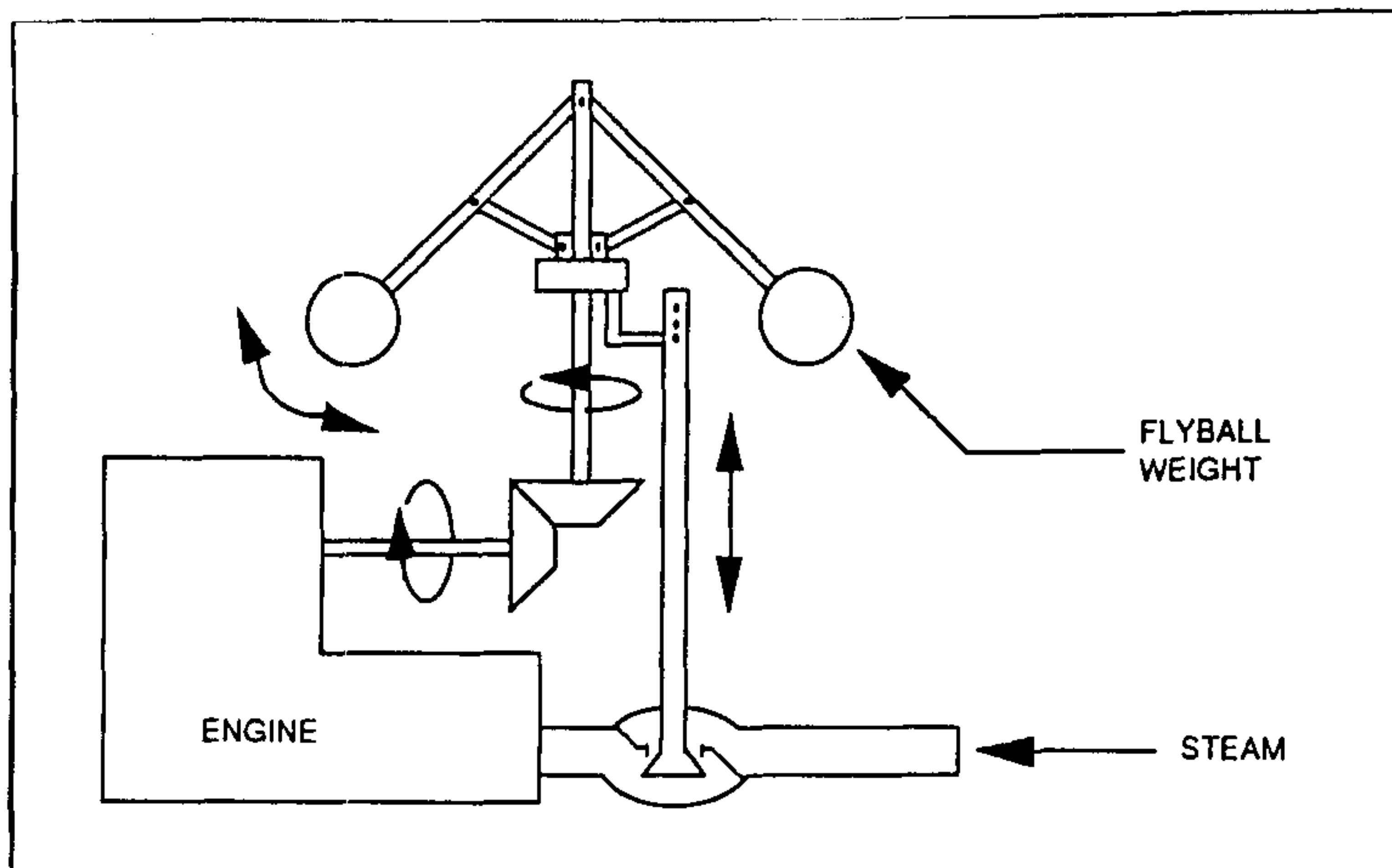
تختین کاربرد چشمگیر مدار بسته عبارتند از دیگرگیری کنترل اتوماتیک فیدبک توسط گاورنرهای وزنه‌ای در ماشین بخاری بود که توسط جیمز وات^۲ در سال ۱۷۸۸ ساخته شده بود. البته قبلاً برای کنترل سرعت سنگ‌های آسیاب در آرد کردن گندم توسط آسیاب آبی، دستگاه‌های مشابهی بکار گرفته شده بود ولی جیمز وات اولین فردی بود که اصول علمی ماشینهای بخار را دیگر گرفت. در این دیگرگیری، گاورنر وزنه‌ای از میروهای سانتریفوژی حاصل از چرخش وزنه‌ها استفاده میکند این چرخش در حول محور اتصال انجام میگردد تا در پهنه‌ای را که می‌زاد و در جریان بخار به ماشین را کنترل میکند

1- Flyball Governor

2- James Watt

* نسبت شده اول بودن، این دانش بهمان صورت خود کفا ترفته شده.

و اداریگار کند. در شکل (۱)، مکانسیم مشابه این سیستم نشان داده شده است. هر اندازه سرعت ماشین در شکل (۱) افتادش باید به همان اندازه وزنه‌ها بیشتر به طرف بیرون و بالا حرکت خواهد کرد و در نتیجه میله اتصال که این انتهای آن در درون دریچه بخار قرار دارد، به طرف بالا کشیده خواهد شد. در نتیجه موجب بسته شدن دریچه شده و سرعت موتور کم خواهد شد. با تنظیم طول میله اتصال مربوط به دریچه بخار، میتوان سرعت را تنظیم نمود.



شکل ۱- گاورنرورنه ای

یادآوری این نکته جالب توجه است که چیزوات قبل از اینکه دیگر

مسائل ماشینهای تجارتی، یک سازنده ابزار بود و دستگاههایی که او میساخت بیشتر از موارد کنترل در موارد اندازه گیری بکار میرفت. او در جوانی در لندن صنعت را فرا گرفت و در سال ۱۷۵۷ در سن ۲۱ سالگی بعنوان سازنده ابزارها در دانشگاه کلاسکو مشغول کار شد. شش سال بعد زمانی که شرکت سازنده وسایل در لندن نتوانست ماشین تجارتی ساخت کارخانه Newcomen که متعلق به دستگاه مزبور بود، را تعمیر کند، از وی خواسته شد تا نسبت به تعمیر آن اقدام نماید. موفقیت او در تعمیر دستگاه فوقی علاقه وی را نسبت به ماشینهای تجارتی گنجید. تا حوالی سال ۱۹۰۰، کنترلهای مبدل مکانیکی در صنایع پرورس بکار گرفته نشده بود و حتی تا سال ۱۹۴۰ یعنی هنگام تبدیل سیستم عملکرد پیچ به سیستم مداوم^۱ «پیوسته» که کنترل دستی را به مراتب مشکلتر مینمود کاربرد - عمومی پیدا نکرد. در خلال همین دوره زمانی بود که اصطلاحات خاصی تغییر - برپیشانیال^۲ باند، ریست، در مبحث کنترل کاربردهمکانیکی پیدا نمود. همچنین که بهلاً خواهد آمد این اصطلاحات کم و بیش از توصیفهای نموداری عمل کنترلگر اخذ شده است. مدتها بعد در طول جنگ جهانی دوم، بکارگیری فزاینده سرو- و مکانسیم^۳ در کنترل اسلحه ها و ابزارهای مربوط به آنها مهمترین عاملی بود که

1- Batch Operation

2- Continuous Operation

3- Proportional Band

* نسبت مصطلح بودن، از خود این واژه ها نیز در این کتاب استفاده شده است.
4- Reset

موجب گردید مسواری کنترل بطور بسیار دقیقی مورد بررسی قرار گرفته و از دیدگاه ریاضی تبیین گردید. در نتیجه ما امروزه اصطلاحاتی مانند "بهره"^۱ که مربوط به پوششال باند بوده و یا "انتگرال گیر زمانه"^۲ که به رست مربوط است در علم حاضر - مشاهده می نمایم.

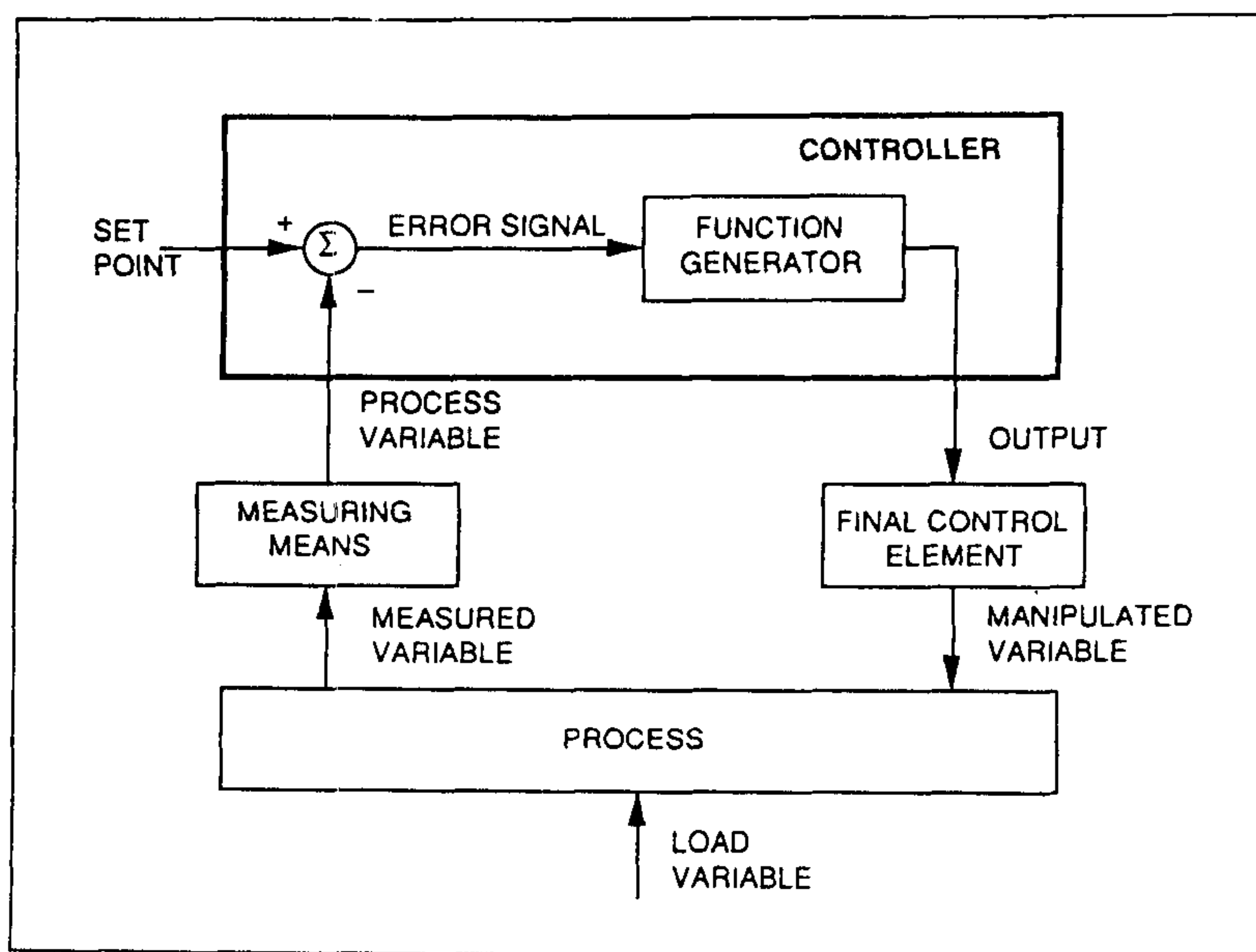
«اِحْدُ ثَلَاثَةِ خَلْفَةٍ»

همیشه وقتی صحبت از کنترل اتوماتیک میشود منظور یک سیستم کنترل فیدبک^۳ سه حالته یا PID میباشد علاوه بر این مورد تکنیکهای کنترل بسیار پیچیده تری بویژه در سیستمهای دینامیکی وجود دارد ولی بهر صورت کنترل فیدبک نسبت به سایر سیستمها کاربرد بیشتری دارد. این امر نه تنها در صنایع - فرایند مصداق پذیر است بلکه در سایر موارد نیز حقیقت دارد. در اطراف ما اغلب سیستمهایی که برای مصارف انسانی ساخته شده اند، بصورت حلقه میباشد. برای نمونه ۱۱، وقتی فردی میخواهد شیر آب وان را خاموش کند آن تنظیم کننده در اصل یک کنترل فیدبک صورت گرفته است زیرا شخص مربوطه هر زمان آب روشن وان سطح آب را که در آن بالا میاید نگاه میکند و هنگامی که سطح آب بمقدار

مورد نظر رسیده شیر آب را میبندد. در این حالت اطلاعات مربوط به سطح آب در وان از طریق مشاهده اپراتور یا فرد بدست میاید که مطابق با آن نیز عمل کرد.

لازم را معمول میدارد. تعیین ترتیب در وقتی يك كوی شناور در داخل مخزن سیف حرکت میکند در پیجه آب راحت پر شدن مخزن تا حد معين از میگذراند باین در این حالت نیز کنترل فیدبک انجام گرفته است. در مورد ۳ کنترل دمای آب دوش حمام از سیستم کنترل فیدبک استفاده میشود همچنین ۴ کنترل درجه گار برای تنظیم دمای آب گرمکن توسط ترموستات يك کنترل فیدبک میباشد از بعضی دیدگاهها این ۴ مثال متفاوت هستند مثال ۱ و ۳ کنترل دستی و حلقه باز مدار باز هستند و کنترل اتوماتیک و همچنین مدار بسته میباشد. مثال ۱ و ۲ سیستم دغ بوده و سیستم پیوسته نیستند. هر صورت در هر ۴ مثال جزء مشترکی وجود دارد که همان کنترل فیدبک میباشد که بطور شماتیک در شکل ۲ نشان داده شده است. در هر فرایند يك وسیله اندازه گیری PV و برخی شکلهای مختلف از اجزاء مقایسه گر وجود دارد که مقدار PV را با SP مقایسه میکند. نتیجه این مقایسه بدست آمده اختلافی است که به ES معروف است. با ارسال این مقدار اختلاف به قسمت FG آخرین جزء

سیستم کنترل وارد عمل می‌شود و تغییرات غیر یافته را به حداقل خطا تنظیم نموده و PV را به نزدیک نقطه SP می‌آورد. همچنین مواردی هستند که می‌توانند در فرایند اختلال ایجاد نمایند که در این صورت لازم است سیستم کنترل عمل - تمهیدات را انجام دهد. در جدول (۱) اجزاء دستگاه سیستم‌های کنترل در مثال‌های بالا درج شده است.



شکل ۲- حلقه کنترل با فیدبک

TABLE 1

Example Number ->	(1)	(2)	(3)	(4)
Process	Bathtub	Toilet Tank	Shower	Water Heater
Type	Batch	Batch	Continuous	Continuous
Process Variable	Water Level	Water Level	Water Temp.	Water Temp.
Measuring Means	Eye	Float	Touch	Thermostat
Set Point Adjustment	Hand	Linkage	Hand	Thermostat
Comparator	Brain	Linkage	Brain	Thermostat
Function Generator	Brain	Linkage	Brain	Thermostat
Final Control Element	Water Valve	Water Valve	Water Valve	Gas Valve
Manipulated Variable	Water Flow	Water Flow	Water Flow	Gas Flow
Load Variable	(See Note)	(See Note)	Water Pressure	Water Flow

Note: Normally no load variable; however, load effect could be created by water leakage or variation in water pressure. A Load Variable is any variable, other than the Set Point, that has an affect on the Process Variable.

جدول ۱- مثالهای از حلقه کنترل با فیدبک

«فرایند»

اگرچه مثالهای مندرج در جدول را، محدود به وسایل خادگی است ولی
چندین نکته پراهمیت را نشان میدهد اولین نکته مهم اینست که علیرغم متفاوت
بودن فرایندها همه آنها حلقه های فیدبک دارند و اصول حاکم بر آنها نیز یکسان است.
در حقیقت اعم از اینکه فرایند مکانیکی، الکتریکی، شیمیایی، حرارتی، هیدرولیک
یا بیوماتیکی باشد هر کدام بایستی قوانین فیزیکی و دینامیکی یکسانی را در برگیرند

و توسط روابط ریاضی مکانی توصیف کردند. در اینگونه روابط احتمالاً ضرایب موجود متفاوت بوده ولی خود روابط بصورت یکسان در هر مورد ذکر شده وجود خواهد داشت. این همان روابط ریاضی مشابه در توصیف فرایندهای مختلف زیربنای مدلینگ دینامیک و سیمولاسیون گاه پیوسته می باشد.

دومین نکته عبارت از اینست که فرایندهای پیوسته «مستمر»^۱ دو ورودی برای هر مدار کنترل وجود دارد که عبارت از SP و $L-V$ ^۲ می باشد. مدار کنترل باید نسبت به هر کدام از این ورودی ها عکس العمل نشان دهد. عکس العملی که مدار کنترل نسبت به تغییرات SP نشان میدهد به ریسپانس سروو مکانسیم موسوم است و ریسپانس مربوط به $L-V$ ، ریسپانس رگولاتور نامیده میشود.

ریسپانس رگولاتور وجه تمایز میان مهندسی ابزار دقیق و مهندسی فرایند- می باشد. یک بررسیهای سینتیکی معمولاً مهندسی فرایند با عملکرد ثابت سروکار دارد ولی مهندسی ابزار دقیق همیشه بر این حقیقت واقف است که هیچ وقت عملکرد ثابت وجود دارد چرا که اولین مسئله اطلاع دارد که همیشه در یک سیستم میزان بار تغییر کرده و باعث بوجود آمدن آپ-ست^۳ میشود که بایستی مدت قرار- گرفته و تقییم گردد. برای اینکار ناگزیر باید دینامیک سیستم تحت نظر باشد.

1- Continuous Processes 2- Load Variable 3- Upset

* واژه ریسپانس نسبت به اهمیت و کاربرد مصطلح بیان صورت خود نیاز گرفته شده است.

سومین نکته‌شایان ذکر اینست که PV و MV اغلب یکسان نیستند در کنترل جریان مایع، دو ترم مزبور با هم ارتباط مستقیم دارند ولی در اغلب موارد دیگر این ارتباط بصورت معکوس می‌باشد. برای مثال کنترل دمای یک مشعل از یک دریچه گاز سوختی استفاده می‌کند و فشار گاز را MV ^۱، تغییر می‌دهد همراه با این تغییر دمای مخزن تغییر می‌کند و سرانجام دمای فرایند PV ، تغییر می‌یابد. آنچه‌ای که بعداً خواهیم دید هر قدر ارتباط میان MV و PV بسیار معکوس باشد کار کنترلگر برآیند مشکلتر خواهد شد.

«وسایل اندازه‌گیری»

برای کنترل یک فرایند ابتدا باید بتوان PV را اندازه‌گیری کرد. عموماً این مسئله به یک جزء^۲ اولیه که در واحد فرایند موجود، در سائیت قرار دارد احتیاج داریم. این جزء، ویژگی حقیقی فرایند را به سیگنال قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌کند. علاوه بر یک ترانس هیتر نیز نیاز است تا سیگنال حاصل از جزء اولیه را بصورت سیگنال استاندارد در می‌آورد. سیگنال‌های استاندارد برای ارسال به اتاق کنترل برابر PSI ۱۵-۳ یا نزدیکترین معادل متریک آن^۳ -

($0.2 - 1.0 \text{ BAR}$, $0.2 - 1.0 \text{ kg/cm}^2$) برای سیستمهای نیوماتیک و برای سیستمهای الکتریکی این مقدار حدود $20 - 40 \text{ mADC}$ میباشد که مطابق با مقدار صفر در صد اسپن ترانس می باشد.

سیگنال ارسال شده به یک دستگاه دریافت کننده واقع در اطاق کنترل فرستاده میشود. سیگنال نیوماتیکی که در اطاق کنترل بکار گرفته میشود، همواره با سیگنالی است که در سایت ایجاد میشود. ولی سیگنال جریان الکتریکی عموماً از یک مقاومت عبور داده شده و به سیگنال $5 - 1 \text{ VDC}$ تبدیل میشود که توسط ابزارهای اتاق کنترل بکار گرفته میشود. سیگنالی که براساس جریان به ولتاژ سیگنال ورودی از سایت، استوار است، برای نشان دادن انتقال از سایت بکار گرفته میشود. زیرا سیستم انتقال همیشه دارای مقداری مقاومت است که موجب افت ولتاژ و نهایتاً باعث ایجاد خطاهای گردد. تقریباً اینکه طول سیم در سیستمهای مختلف متفاوت است بنابراین خطای براساس کوتاهی یا بلندی آن متغیر خواهد بود. میتوان خطا را با بالا بردن امپدانس ورودی^۲ دستگاه دریافت کننده حداقل رساند ولی این امر موجب افزایش تغییر نویز القاشده از طریق سیم انتقال گردیده و همچنین طراحی مدار را پیچیده تر خواهد کرد.

اگرچه همیشه المان اولیه در سائیت قرار داده میشود ولی نیازی نیست که ترانسسمیتر نیز حتماً راجعاً باشد^۲ آنچنان که بعداً خواهد آمد، یک ترموکوپل که در سائیت جاگذاری میشود میتواند به یک ترانسسمیتر میلی ولت که در اتاق کنترل قرار دارد وصل شود و میتواند ترانسسمیتر را نیز در سائیت، ختمی دور از المان اولیه قرار داد که این مورد در ترانسسمیترهای اختلاف فشار و مقدار است که معمولاً در نزدیکی صفحه اریفیس^۱ ولی بطور مجزا از آن قرار میگیرد. سرانجام میتواند ترانسسمیتر و المان اولیه را در یک جعبه قرار داد. برای مثال، المان بیرون^۲ در درون جعبه مربوطه به ترانسسمیتر فشار قرار دارد.

در صنایع فرایند گونه های مختلفی از PV وجود دارد که برای هر یک ام، المان اولیه خاصی دیگر گرفته میشود.

« دما » Temperature

دمایی از مهمترین پارامترهای اساسی است زیرا ترکیبات شیمیایی و سرعت واکنش ها در ارتباط تنگاتنگی با دما قرار دارند سایر متغیرها مثل فشار، با جریان^۳ اغلب بخاطر حداقل رسانیدن تغییرات بار تحت کنترل قرار میگیرند در اصل

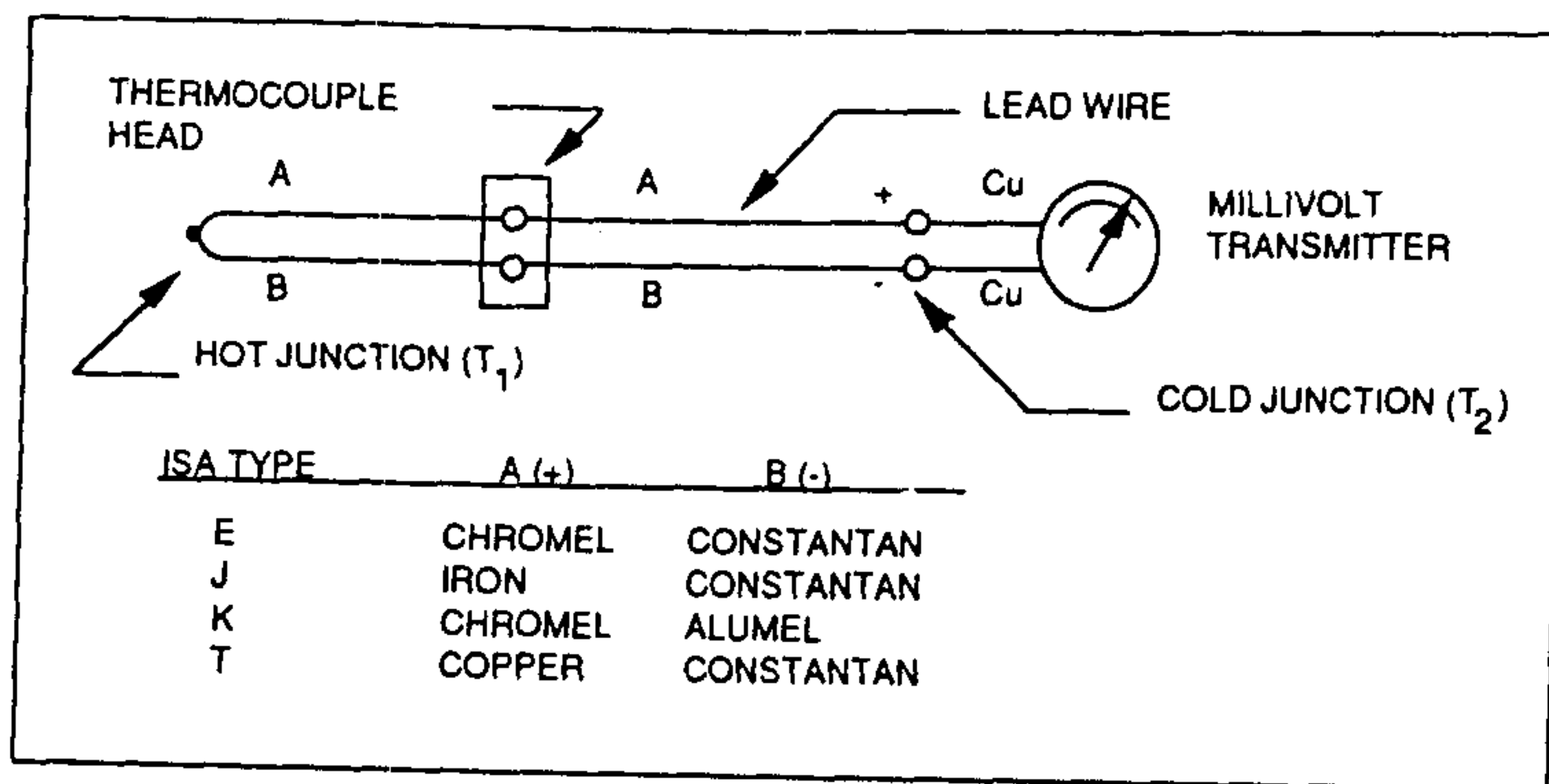
1- Orifice plate

2- Bourdon Pressure Element

3- Flow

بطور غیر مستقیم روی کنترلر دما اثر گذاشته و حتی کارکرد آنرا در ارتباط با تنظیم دما دچار مشکل می‌کند.

ترموکوپل نخستین جزئی است که بطور بسیار زیادی در اندازه‌گیری دما به کار گرفته می‌شود. عملکرد ترموکوپل بر پایه اثر سیبک^۱ استوار است. در سال ۱۸۲۱، سیبک دریافت که EMF « نیروی محرکه^۲ » قابل توجهی در هنگام قراردادن دو انتهای روح فلز هم متصل شده در دماهای متفاوت ایجاد می‌شود.



هر قدر اختلاف دمای دو سر اتصال زیاد باشد میزان EMF افزایش می‌یابد علاوه بر EMF به مواد سازنده ترموکوپل نیز بستگی دارد. همچنین در مورد ترکیب فلزات سازنده ترموکوپل می‌توان ارتباط میان EMF و اختلاف

رهای ایجاد کرده باین اگر نوع ترموکوپل و رهای اتصال سرد معلوم باشد، میتوان رهای اتصال گرم را پیدا نمود برای این کار کافی است که میزان EMF از طریق اندازه گیری برای ما معلوم شود تا بر اساس جدول EMF ترموکوپل، اختلاف رهای مربوط به آن را بدست آورد و سپس آنرا به رهای اتصال سرد اضافه کرد. در شکل ۳، یک مدار ترموکوپل نشان داده شده است.

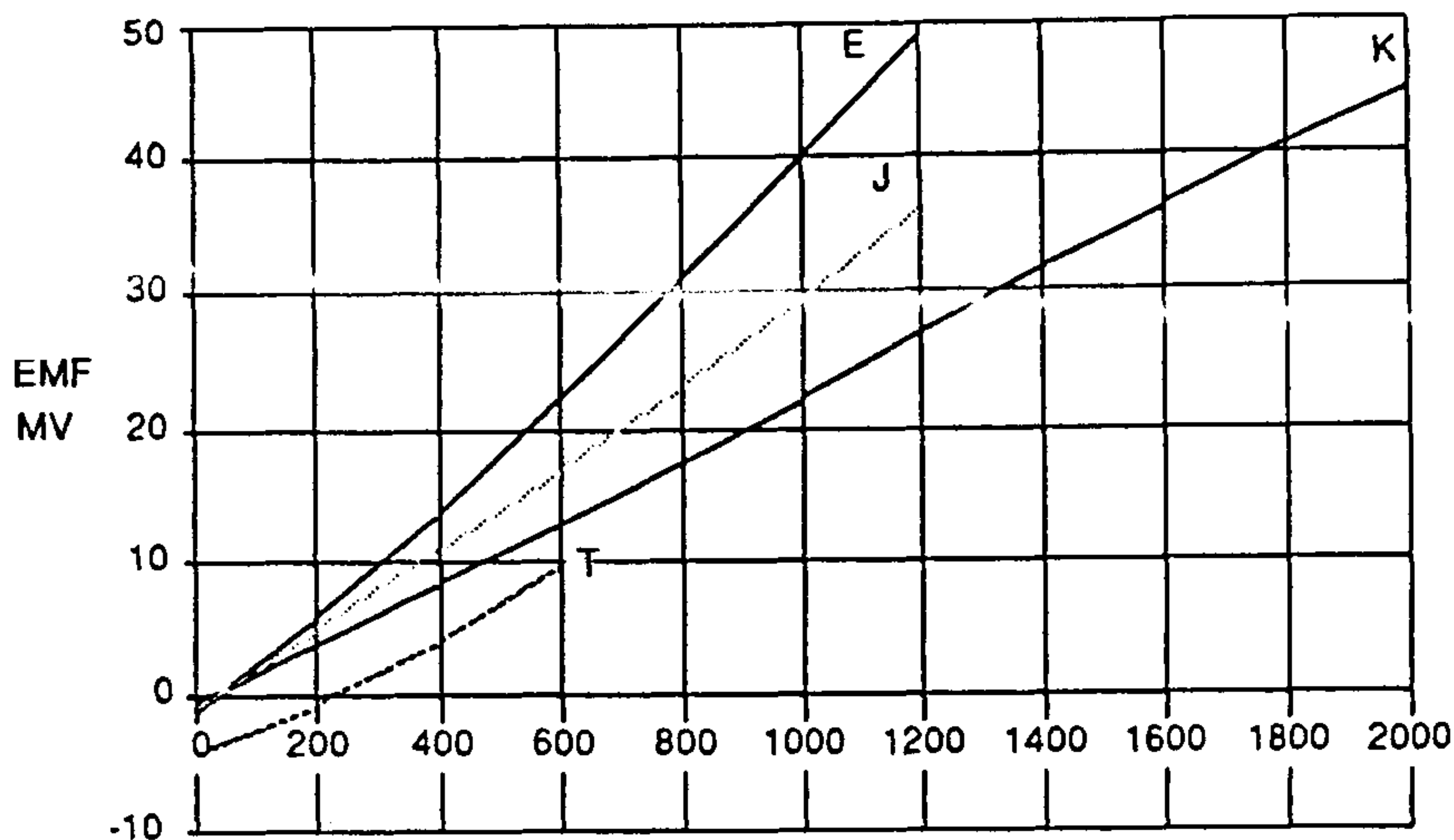
در شکل ۳ یک اتصال واسطه ای از به هم پیوستن دو فلز به صورت قطبهای مختلف ایجاد شده است و باین اگر در هر دو سر اتصال میزان رها یکسان باشد دو EMF همدگر را حذف کرده و در نهایت اثر EMF از بین میرود. موادی که معمولاً در ساختن ترموکوپلها بکار میرود عبارتند از: آهن و کستانتان^۱ «ISA نوع J»، کرومل^۲ و آلومل^۳ «IAS نوع K»، کرومل و کستانتان «ISA نوع E»، مس و کستانتان «ISA نوع T»، اولین فلزات در این ترکیبات از نظر الکتریکی مثبت بوده و دومین منفی است. کرومل، آلومل و کستانتان^۲ الیازهای مناسبی هستند که بطور گسترده ای قابل تهیه میباشند و از اینرو ترموکوپل دستگاه و وسیله نسبتاً ارزانی میباشد. همچنین در اثر کاربرد مواد مزبور، ترموکوپل وسیله ای کم فرسایش پذیر و پایا میباشد. در برخی موارد از

ترکیب موارد دیگری مثل پلاتین، رودیوم، پلاتین استفاده می‌شود. این ترکیبات بسیار گران بوده و به این علت برای بکارگیری در موارد خاصی مثل کار آزمایشگاهی منظور می‌گردد.

ترموکوپلی که توسط UOP برای کاربردهای عمومی در نظر گرفته شده، ترموکوپل کرومیل-کستنیتان، نوع E ساخته شده در رسم # ۱۴ AWG^۱ با قطر ۰.۰۲۴ اینچ (۱/۶۴ mm) می‌باشد. با این ساختار تشکیلی، ترموکوپل رامیتان در دماهایی حدود 1200°F تا 750°C ، بکارگرفته. برای سالیان مدیدی، ترموکوپل‌های آهن-کستنیتان بعنوان استاندارد صنعتی تارهای - 1000°F تا 540°C ، بکار می‌رفتند ولی اکسید شدن سریع آهن بویژه در جاهای مرطوب که غالباً دستگاه‌های پالایش قرار داشت، مسائلی اجتناب ناپذیر ایجاد می‌نمود و بدین علت بود که در حال حاضر UOP ترموکوپل‌های کرومیل-کستنیتان را برگزیده است. این ترموکوپل‌ها اکسید نمی‌شوند و آجنان چه از شکل ۴، بر مایید در دماهای معین، بیشترین EMF را تولید می‌نمایند. متداولترین ترموکوپل برای دماهای بالاتر از 1200°F ، کرومیل نوع K می‌باشد. بالاترین حد دمای توصیه شده برای ترموکوپل کرومیل # ۱۴ AWG برابر

1- American Wire Gauge

با 2000°F و 1093°C است. ترموکوپل مس-کنتانتان نوع T، عمدتاً در جاهای سرد یعنی از 32°F تا 300°F - 184°C - 0°C بکار گرفته می‌شود.



رما، $^{\circ}\text{F}$ شکل ۴ - EMF ترموکوپل‌های مختلف

محدوده استاندارد خطا برای ترموکوپل‌های کرومل-کنتانتان در حوزه

کاری میان 32 تا 600 درجه فارنهایت $0 - 316^{\circ}\text{C}$ برابر $3^{\circ}\text{F} \pm 1/2^{\circ}\text{C}$ است.

برای حوزه کاری میان رمای 600 تا 1600°F $170 - 316^{\circ}\text{C}$ برابر $1/4\% \pm$ می‌باشد.

این درصد نسبت به دمای اندازه گیر محاسبه میشود، مثلاً اگر دما ۷ عمل -
 1000°F باشد خطای مجاز آن عبارت خواهد بود از $1000 \times \frac{1}{2} \%$ که مقدار -
 5°F بدست میاید.

عملکرد ترموکوپلها ایراد جزئی دارد. در توضیح شکل ۳، خاطرنشان
 کردیم که اگر مقدار EMF و دمای اتصال سرد معلوم باشد، میتوان دمای -
 اتصال گرم را پیدا کرد. ترانسیتورهای میلی ولت که برای اندازه گیرهای ترمو -
 کوپل بکار میروند، بسادگی نمیتوانند EMF را اندازه گیر کنند، همچنین -
 مجهز به مدارهای جبرانی اتصال سرد مخصوص هستند که انسان که از آمپش
 برمیاید تغییرات دمای سرد را محاسبه و جبران مینماید. اگر برای اتصال ترموکوپل -
 موجود در سایت به ترانسیتور میلی ولت موجود در اتاق کنترل، از سیم مسی معمولی
 استفاده شود و اتصال سرد در قسمت راس ترموکوپل، نه در اتاق کنترل، جایگز -
 اری شود، دمای آن معلوم نخواهد شد. در اینصورت لازم است میان سر ترمو -
 کوپل و ترانسیتور میلی ولت، سیم رابطی از همان جنس مواد ترموکوپل قرار داده شود که
 این امر مستلزم هزینه بالائی است. برخی تولید کنندگان ابزارها، در حال حاضر
 ترانسیتورهای میلی ولت خامی طراحی و عرضه کرده اند که میتواند روی ترموکوپل

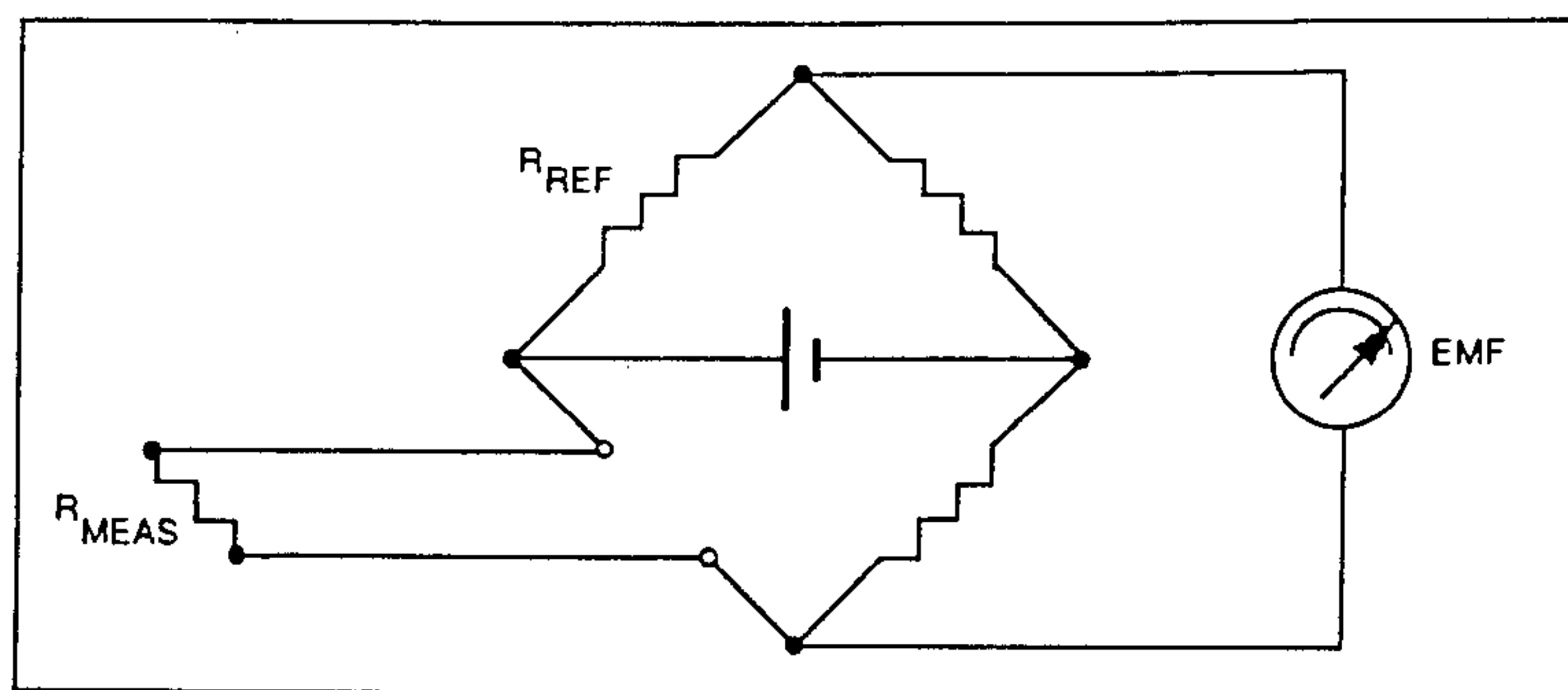
واقع در سایت سوار شود و بنابراین به سیم می معمولی این امکان را بدهد که جریان را به اتاق کنترل انتقال دهد. u_{OP} این مورد را یک راه حل مناسب می‌داند. با این طراحی، سیستم مداری اتصال سرد موجود در ترانس میتر به مراتب شبیه‌تر از زمانی که ترانس میتر در اطاق کنترل نصب شده، در معرض حوزه وسیع از دمای محیط قرار دارد. علاوه بر این اشکال، دستگاه‌های تست کننده باید جریان ساخته شوند که بتوانند حوزه گسترده دمایی مزبور را پوشش دهند. و سرانجام همیشه این مسئله مشکل ساز و حتی خطر آفرین می‌باشد که هنگام پیاده کردن طرح‌های شبکه‌ای سیستم‌ها معمولاً سروسس ترموکوپل مدنظر و مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

از دیدگاه u_{OP} سیم رابط استاندارد ترموکوپل عبارت از سیم^{ست}ی که هم پیوسته بوده و از ابتدای ترموکوپل تا ترانس میتر میلی ولت بدون انقطاع کشیده شده باشد. این امر موجب می‌گردد تا اشکالاتی که در اثر شل شدن یا فرسایش ترمینال‌ها و همچنین از عوض کردن پلاریته سیم‌ها ناشی می‌شود، رخ ننهد. همچنین آن طور که قبلاً اشاره شد باستی مقدار EMF موجود در اتصالات حدفاصل هدیگر را کسل نماید در صورتیکه هر دلیلی چنین موردی پیش نیامد حتماً لغت شدن سیم در اثر تغییرات جوی و یا گرما^ی ناگهانی خورشید موجب پیدایش چنین خطا^{ست} شده است.

در مورد سیم رابط کرومیل - کستانتان محدوده خطا در دما ۱ کار ۱ میان صفر و ۴۰۰ -
 درجه فارنهایت 204°F - 1718°F برابر $3^{\circ}\text{F} \pm 1718^{\circ}\text{F}$ می باشد. بنابراین برای ترموکوپل
 که در دمای 1000°F 538°C قرار دارد خطای ترموکوپل بر اساس گفتار قبلی،
 $5^{\circ}\text{F} \pm 1718^{\circ}\text{F}$ بوده و خطای سیم رابط $3^{\circ}\text{F} \pm 1718^{\circ}\text{C}$ خواهد بود از اینرو -
 خطای کل برابر با مجموع خطاها ۱ مزبور یعنی $8^{\circ}\text{F} \pm 444^{\circ}\text{C}$ می باشد. هر قدر که
 از عمر ترموکوپل میگذرد مقدار EMF در دما ۱ معین کاهش میابد و در نتیجه خطا ۱
 کل افزایش خواهد یافت از آنجایی که عمدتاً ما بیش از دقت مطلق به تجزیه پذیر ۱
 داده نیاز داریم بنابراین خطا ۱ مزبور در کل مسئله حاد ۱ ایجاد خواهد کرد.
 ایراد دیگر ترموکوپل اینست که وقتی میان خروجی ترانسفورمیلی
 ولت ارتباط خطی وجود داشته باشد، همان طور که در شکل (۴)، نشان داده -
 شده است ارتباط میان دما و EMF اندکی غیر خطی خواهد بود. بنابراین چارها
 و مقیاسهایی که برای اندازه گیری های ترموکوپلها بکار میرود بایستی آنچنان ۲
 باشند که بتوانند چنان غیر خطی بودن را جبران نمایند، و سرانجام بسته -
 به شرایط کارخانه سازنده ابزارها، حداقل مقدار اسپن که توسط ترانسفور
 میلی ولت قابل ارزیابی است میان دو د پنج میلی ولت قرار دارد که بیازگر

حداقل اسپن دما در حدود $^{\circ}\text{F}$ ۱۰۰-۵۰ خواهد بود.

در مورد اسپنهای دمائی باردیگر، یعنی در حدود $^{\circ}\text{F}$ ۱۰-۵۰ «۲/۸-۲/۱۸» از دتکتورهای مقاومت حرارتی (RTD)^۱، استفاده میشود. RTD خود به صورت سیم نیکلی یا پلاتینی بسیار طولانی و نازکی است که به دور قرقره ای پیچانده شده است. خود سیم یک ارتباط معنی دقیق و ثابت میان مقاومت الکتریکی و دما را دارا است. برای اندازه گیری بسیار دقیق مقاومت و یا بعبارت دیگر دما، از یک مدار پل وتستون^۲، انطور که در شکل (۵)، نشان داده شده است استفاده میشود.

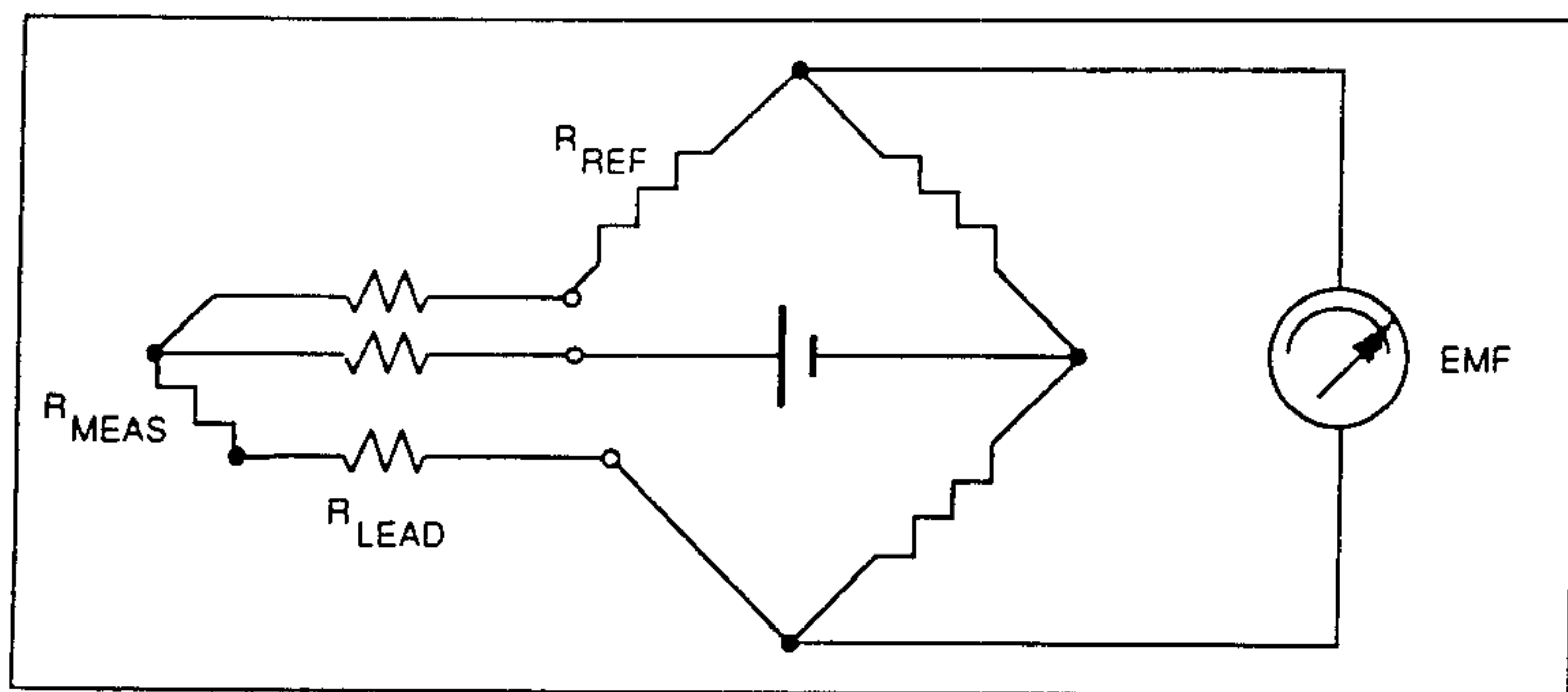


شکل (۵) - RTD مدار پل وتستون

دتکتورهای RTD به مراتب گرانتر از ترموکوپلها میباشند، ولی با اندازه^۲ آنها توانمند نیستند که بتوانند در دماهای بالایی که ترموکوپلها بکار گرفته

1- Resistance Temperature Detector
2- Wheatstone Bridge

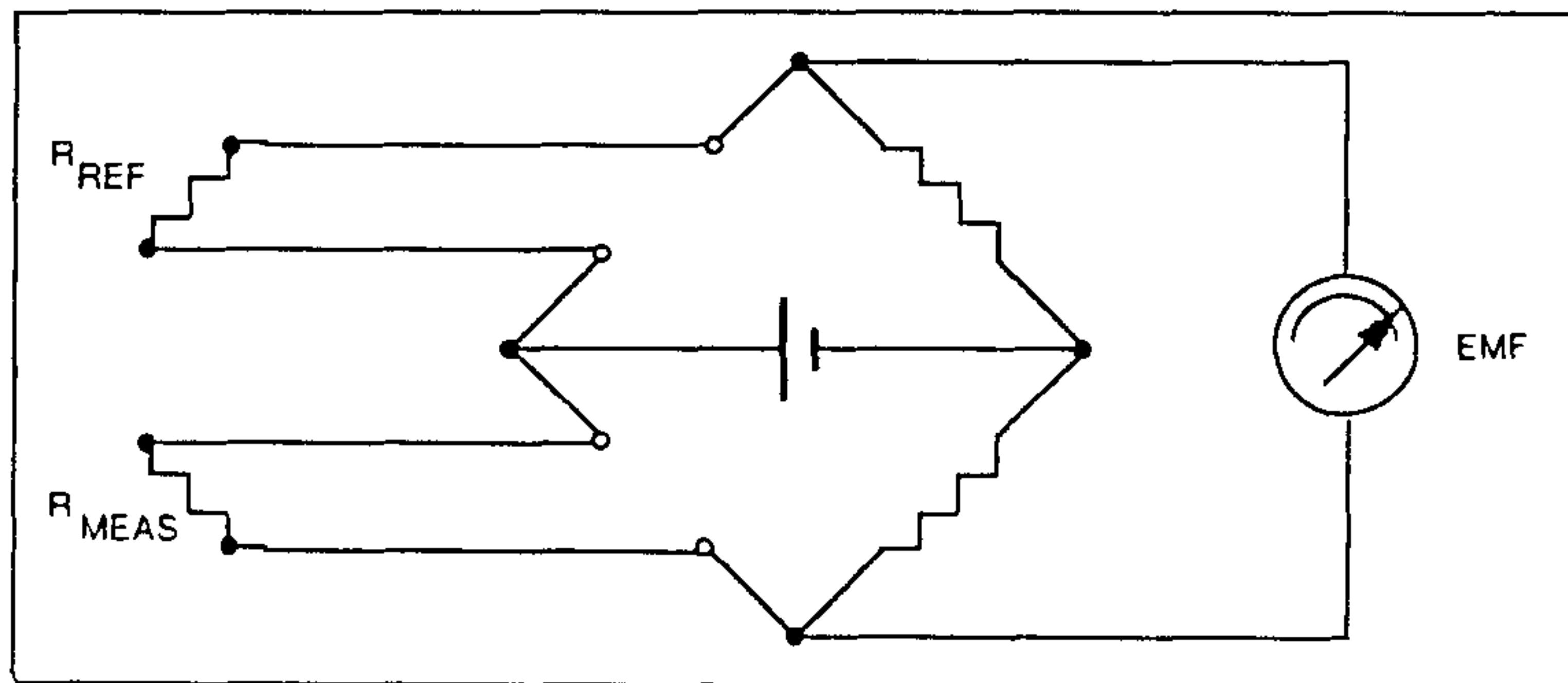
میشوند، مورد استفاده قرار گیرند. یک امتیاز خاص RTD نسبت به ترموکوپلها - این است که سیم می معمولی را میتوان برای اتصال آن به ابزارهای اتاق کنترل بکاربرد. هر صورت از آنجایی که مدار نسبت به مقاومت بسیار حساس است، - مقاومت سیم رابطی که خود تابعی از دمای محیط است، بایستی مد نظر ^{تدارک} گیرد. برای جبران نمودن این افزایش مقاومت، معمولاً از سه سیم رابط استفاده - میشود این سیمها چنان مرتبط میشوند که اثرات بالایی نسبت به یکسانی در اندازه بازوهای مرجع بی و نشتون اعمال میکنند. شکل ۶ نشانگر کم و کیف این امر میباشد.



شکل ۶- مدار RTD سه سیمی

همچنانکه بعداً ملاحظه خواهد شد در برخی مواقع برای اندازه گیری

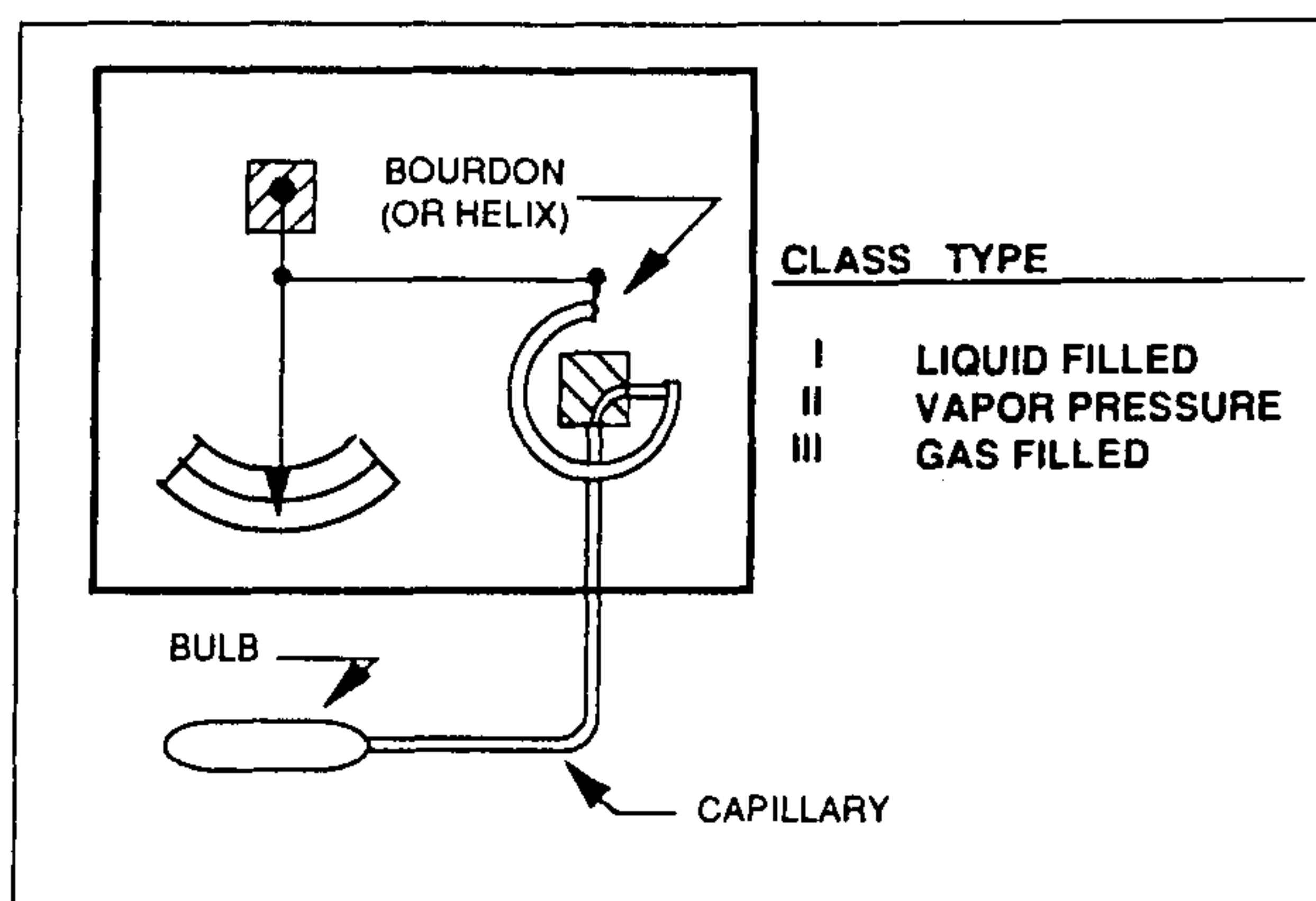
دیفراسنیلی رما از ترموکوپل و یا RTD استفاده میشود. در این حالت یک جزء برای اندازه گیری رما مرجع و جزء دیگر برای اندازه گیری رما حالت مورد نظر (نمونه Sample) بکار گرفته میشود. ترانسفرهای میلی ولت بکار گرفته شده در اندازه گیری دیفراسنیلی ترموکوپلی، دارای مدار جبرانی اتصال سرد میباشند. در این مورد ترموکوپل مرجع بجای اتصال سرد عمل میکند در شکل ۲، کم ولجیف مدار پل وستون که جهت اندازه گیری دیفراسنیلی رما همراه با RTD مدیفیه گردیده، نشان داده شده است.



شکل ۲- RTD مدار دیفراسنیلی رما

یک نوع دیگر از وسایل ابتدائی که جهت اندازه گیری رما بکار میرود FTS^۱ میباشد. ترمومتر حبیه ای معمولی یک نمونه از این چنین سیستم ها

میباشد. اما در اندازه گیریهای فرایند، سیستم مزبور دستیابی است که در ارتباط مستقیم با اسبیط مایع، گاز و یا بخار (در اثر حرارت) قرار دارد و مکانیسم این مسئله در شکل (۸)، نشان داده شده است.



شکل ۸ - سیستم FTS

سیستمهایی که در آنها مخزن از مایع پر شده است بیشتر در معرض خطا قرار دارند. این چنین مسئلهای در مورد سیستمهایی با مخزن بخار نیز مصداق دارد. بر حسب دماهای مربوطه فرایند و محیط و همچنین دماهای مادهای که برای پر کردن سیستم بکار رفته است، بایستی جناب را از گاز پر کرده و مایع را در لولههای موثرین

وارد نمود. سیستم‌هایی که با گاز پر شده اند این چنین مشکلی را ندارد.

در UOP، سیستم FTS فقط در مواردی که سرویس جانشین‌جایی - هستند، بکار گرفته می‌شوند. برای مثال می‌توان کنترل‌های ملایم کننده هوا را نام برد که در فن‌های تبادل هوا قرار دارند و وقتی هوا سرد می‌شود، هوای گرم را به گردش در می‌آورند تا از یخ زدن مایع فرایند جلوگیری کند. علت این امر این - است که سیستم‌های پر شده (FS^۱)، آنچنان نیستند که سیستم ایمنی خود را کنترل کنند. در اینگونه سیستم‌ها پارگی حباب یا لوله موثرین موجب می‌شود که درجه حرارت، پایین نشان داده شود. ولذا کنترلر به اشتباه باعث ایجاد گرمای اضافی می‌شود. نتیجه سیستم صدمه خواهد دید. اگر مقاومت فیزیکی حباب به دلیل دشارژ تغییر می‌شود در این صورت نخواهد توانست تغییرات ایجاد شده را بطور دقیق و کامل به سیستم انتقال دهد که این امر خود باعث زیاد نشان داده شدن حرارت گشته و در نهایت کنترلر بجای گرم کردن سیستم آنرا سرد خواهد کرد. ترموکوپل‌ها سیستم‌های خود را ایمنی نیستند ولی می‌توان با اضافه کردن یک مدار محافظ به تراز - سیستم‌های ولت این مشکل برطرف کرد. آنچنان که به هنگام ایجاد نیروی EMF زیاد (بوسیله از زیاد غیر منتظره حرارت) EMF مزبور بجای وارد شدن به سیستم و مختل نمودن آن، از مدار اصلی خارج می‌شود.

« جریان »

تقریباً ۶۰-۷۵٪ کل اندازه گیریهای ترانسیدر مربوط به اندازه گیریهای جریان است. در ۴۵٪ تقریباً ۹۸٪ کل اندازه گیریهای جریان باید کارگیری صفحه اریفیس و یا دستگاه اختلاف فشار صورت میگیرد. اندازه گیری جریان بوسیله صفحه اویفیس براساس رابطه ای است که برنولی^۱ میان فشار و سرعت ایجاد کرده است. معمولاً سطح اویفیس کوچکتر از سطح لوله میباشد بنابراین هنگام عبور مایع از اریفیس، سرعت آن افزایش میابد. افزایش سرعت همراه با کاهش فشار میباشد چراکه یک مسئله استاتیکی به مسئله دینامیکی معنی سرعت تبدیل میشود. وقتی مایع از اریفیس میگذرد بشکل یک جت درمیاید که در نقطه ای که حداقل فشار را دارد، واحد کمترین میزان سطح میباشد. این نقطه به نقطه انقباض وریدی^۲ شکل معروف است. هر چه قدر که مایع از این نقطه بشیر دور میشود، جت بازتر شده و در نتیجه فشار دوباره افزایش خواهد یافت تا جایی که به همان مقدار موجود در قیمت HP برسد. این فاصله که در انتهای آن فشار قیمت LP محاذ اکثر مقدار ممکنه که کمتر از فشار قیمت HP است، هیرسدمساری هشت برابر قطر لوله میباشد. این اختلاف فشار قیمت HP و LP بعد از این نقطه همواره ثابت خواهد ماند.

1- Bernoulli

2- Vena Contracta

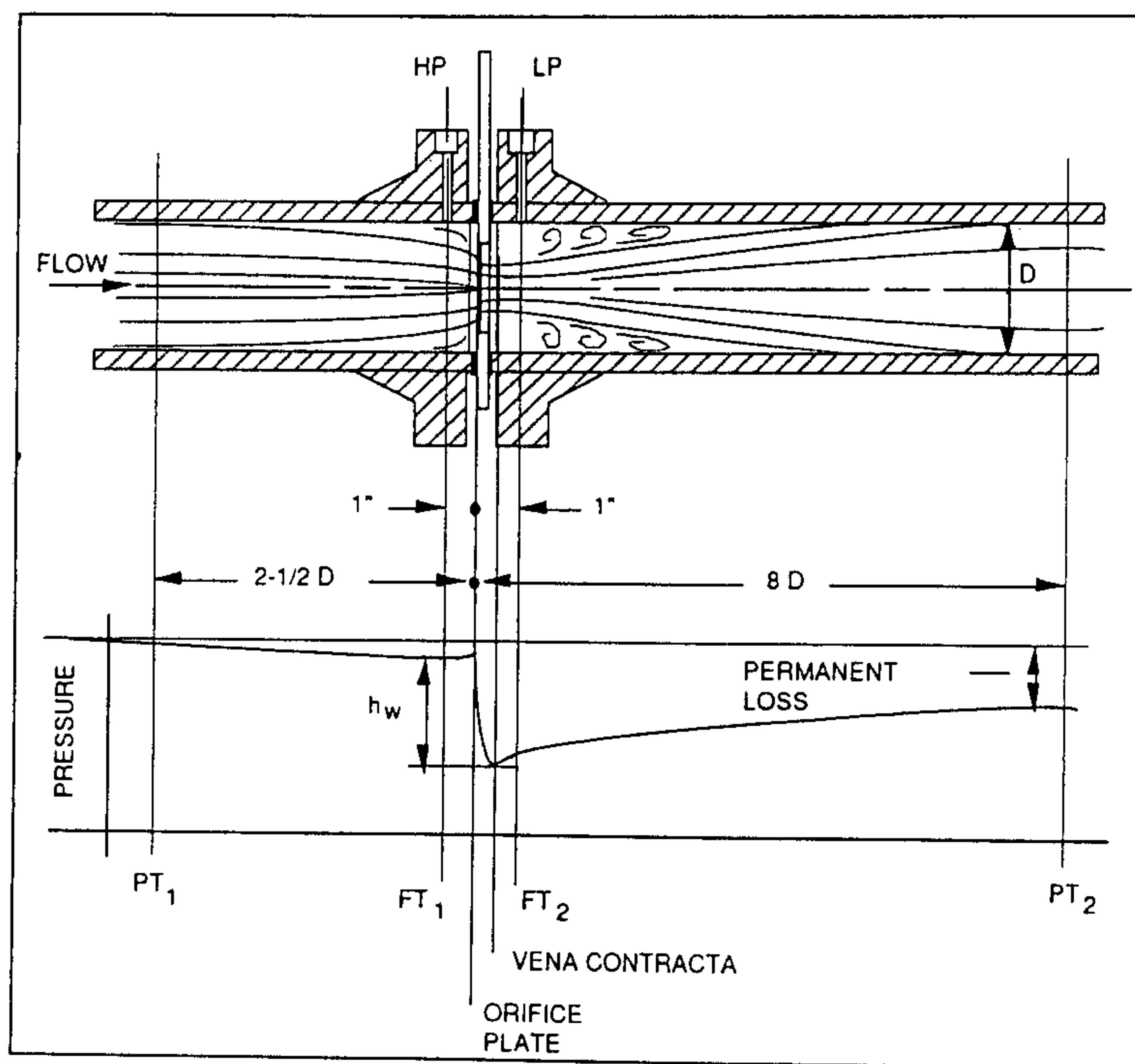
که به آن افت ثابت فشار گفته میشود.

در اغلب تأسیسات برای اندازه گیری اختلاف فشار راریفیس از شیرهای -

فلنج استفاده میشود. در شکل (۹) این شیرها با علامت FT_1 و FT_2 نشانی داده شده اند و

فاصله بین اینج از صفحه اریفیس در لوله های LP و HP جایگذاری شده اند در و

خورد لوله ها، فاصله $2\frac{1}{4}$ از صفحه اریفیس در قسمت HP و فاصله هشت برابر قطر لوله در LP است و

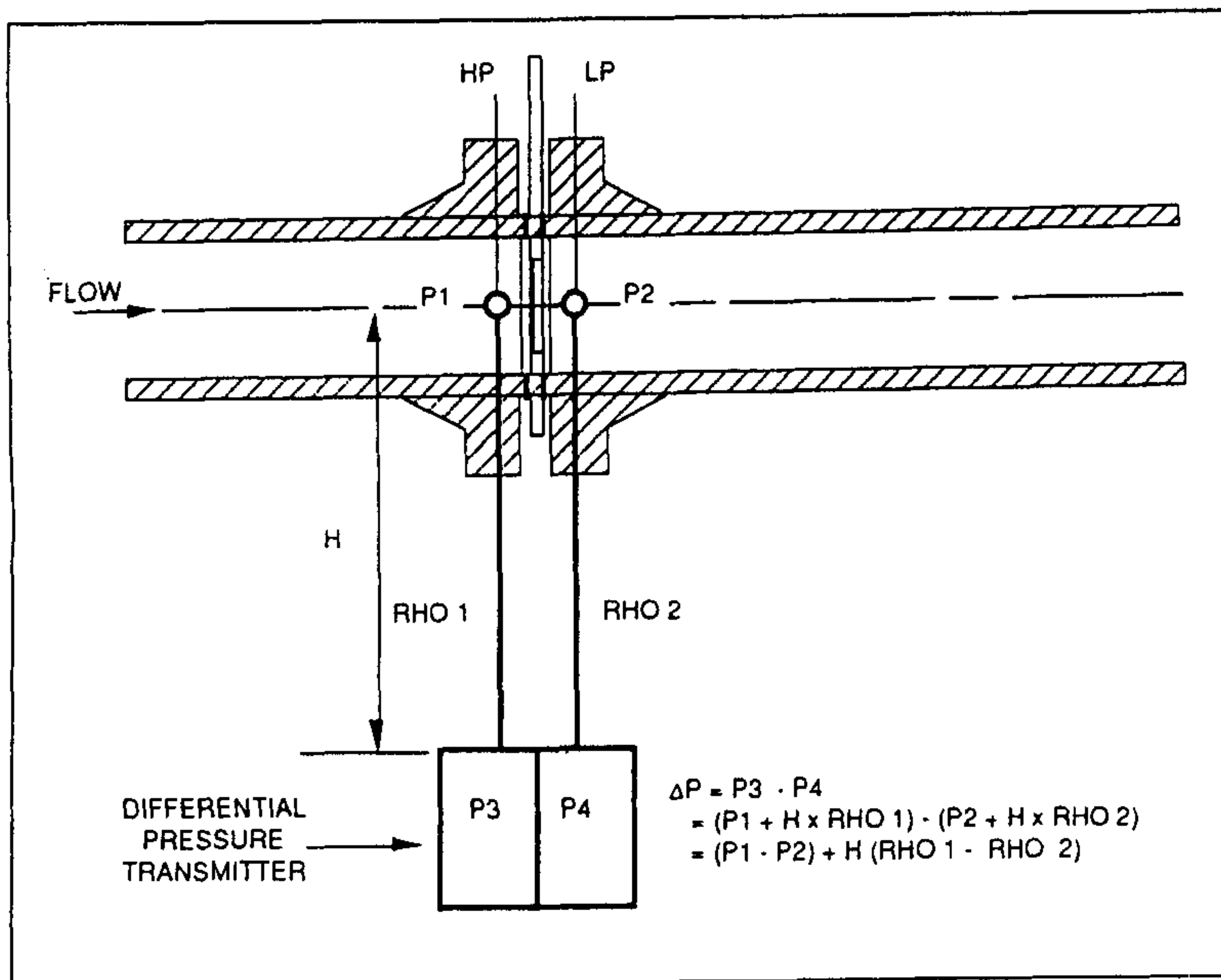


شکل ۹- نمودار مربوط به فشار اریفیس

شیرهای قرار داد که اختلاف فشار از روی آنها قابل ارزیابی باشد. این نقاط در شکل با علامت PT_1 و PT_2 نشان داده شده است. اصولاً شیرهای لوله دبی PT_1 و PT_2 همیشه امت ثابت فشار را مشخص نمایند علاوه بر این شیرها، شیرهای دیگر را نیز میتوان برای منظور فوق تعبیه نمود ولی اصولاً شیرهای فلنج کار برد بسیار وسیع دارند. یکی از دلایل این کاربرد گسترده، در این است که فلنج های اریفیس را میتوان در محل نصب نمود نسبت به تغییرات جریان تنظیم کرد. ولی شیرهای روی لوله، بطور ثابت توسط کارخانه سازنده جادگاری شده اند، علاوه بر این آن که از شکل معلوم است، در شیرها^۱ فلنج اختلاف فشار نسبت به سرعت جریان معینی از عبور مایع، همراه با شیر از شیرهای روی لوله میباشد.

مزیت شیرهای فلنج با عبارت علمی تر امتیاز اختلاف فشار زیاد در این است که اثرات حاصل از تغییر دانسیته مایع موجود در ترانس میتر و لوله های مربوط به آن را حداقل میسرماند. ترانس میتر معمولاً بطور مستقیم اختلاف فشار اریفیس را اندازه گیری نمیکند بلکه مجموع دینامیکال اریفیس و استاتیک را در لوله های ترانس میتر اندازه میگیرد که در شکل ۱۰ مشخص شده

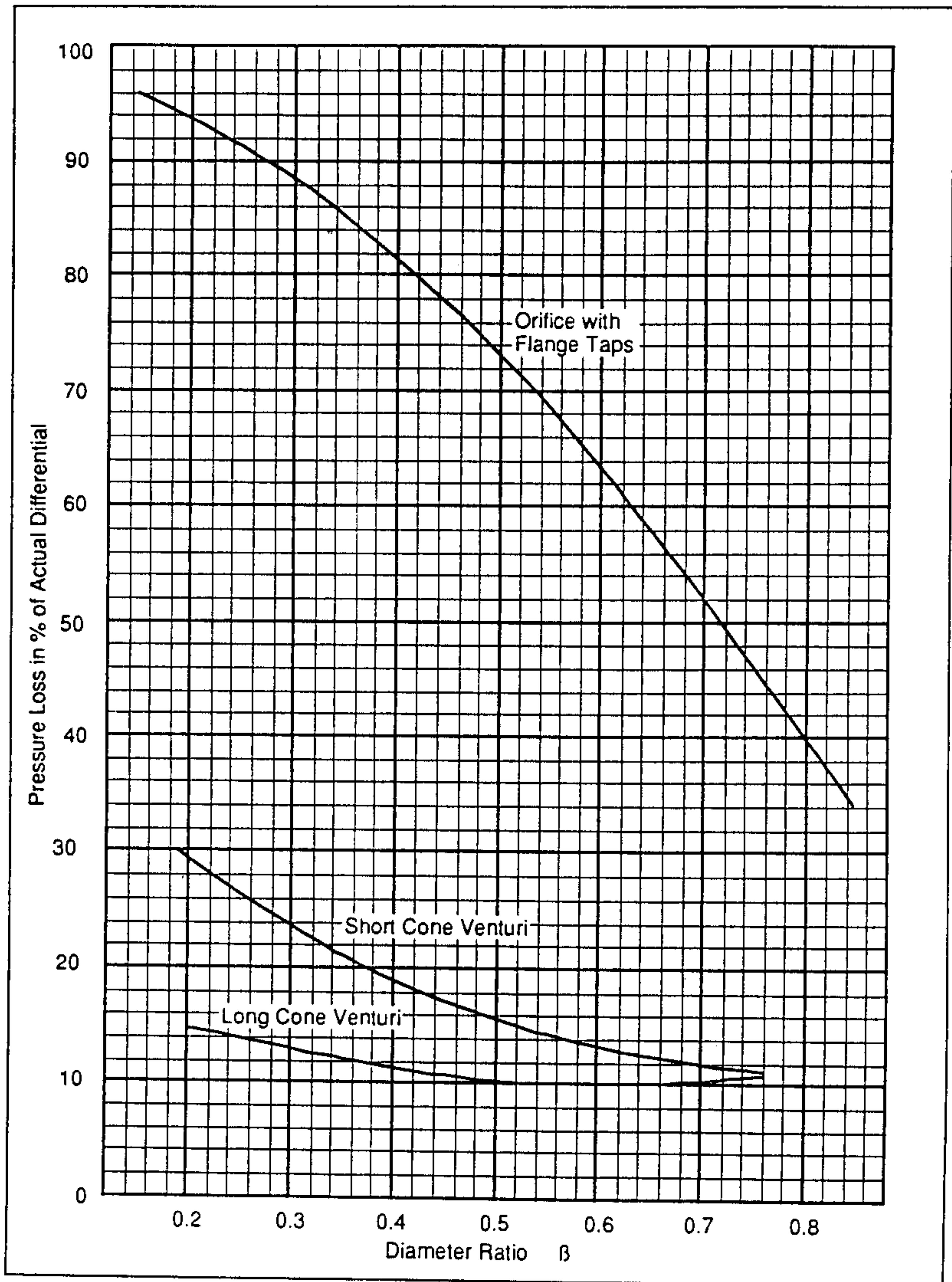
است.



شکل ۱- اثرات فشار استاتیک در ترانسمیتور

اگر فشارهای استاتیک متفاوت در نظر گرفته می شود بجا طر این است که در لوله های متصل به ترانسمیتور ترکیب مایعات و حفره های آنها می تواند متفاوت باشد. بنابراین فشار دیفرانسیال در ترانسمیتور دقیقاً همان مقدار نیست که در اینجس قرار دارد. با افزایش اختلاف دانسیته مایعات لوله های ترانسمیتور،

خطای عمل میز افزایش خواهد یافت. همچنین با افزایش طول این لوله‌ها نیز خطای افزایش می‌یابد. اگر مقدار عبور جریان بر حسب درصد بیان شود، میزان خطای افزایش اختلاف اریفیس کاهش خواهد یافت این مسئله در صفحه بعد بیشتر توضیح داده شده است (قیمت مربوط به ارتباط میان مقیاسهای فلو).
 بهر صورت معمولاً حد بالایی اختلاف اریفیس، بر حسب پیمایش مانع در-
 قرائند و هزینه مربوط به آن تعیین می‌شود. در صنعت، حوزه استاندارد-
 اختلاف ۱۰-۰ اینچ آب یا بر حسب نزدیکترین معادل سیستم متری آن
 برابر با ۲۵۰۰-۰ میلی متر آب یا ۲۵-۰ میلی بار است. از میان سیستمهای
 متری، معمولاً سیستمی که مقیاس بیشتری دارد انتخاب می‌شود. اطمینان که وقت
 حد واسطه آن یعنی ۵۵ رانز تقریباً یکم برابر با عدد ۰/۷ در حوزه سیستم جارت
 خزرگیر (یعنی محدود و عموماً جارت مزبور) می‌شود. بر حسب افت ثابت فشار، با-
 عنایت به شکل (۱۱)، معلوم می‌شود که مقدار ۰/۷ نسبت - ۳ (نسبت قطر اریفیس
 به قطر داخلی لوله) معادل با ۵۲٪ اختلاف عملی است. عبارت دیگر افت
 ثابت فشار در این مقدار ۰/۷ برابر با ۵۲٪ کل فشار خواهد بود. اگر اختلاف عملی
 ۵۰ اینچ باشد در این صورت افت ثابت فشار آب ۲۶ اینچ یا 94 PSI خواهد بود.

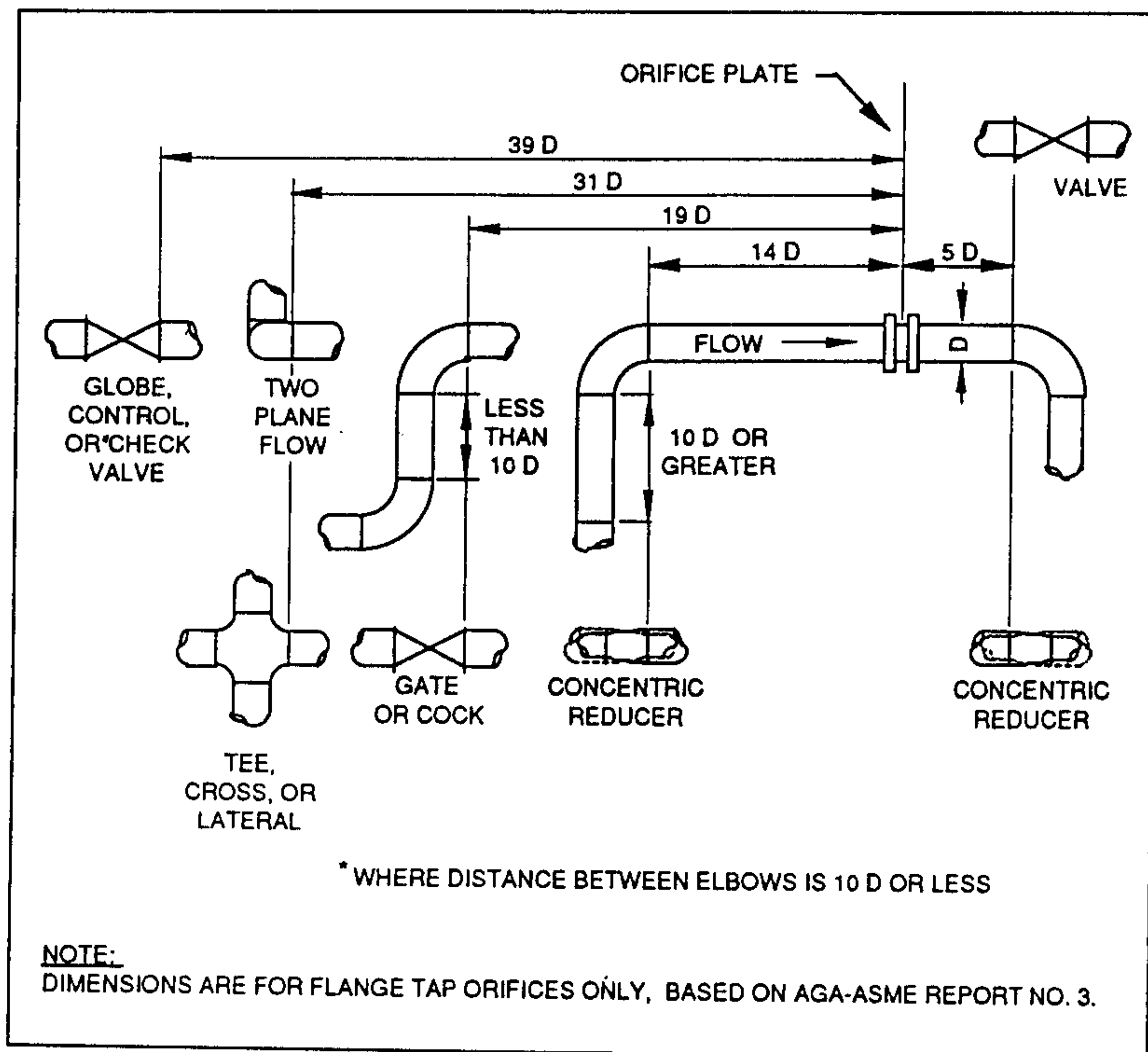


شکل ۱۱- افت کل فشار

در صورتیکه مقدار B برابر 0.12 باشد، افت ثابت فشار 94% یا 1.7^{psi} خواهد گردید.

هر اریفیس با نسبت B مربوط به مشخص میشود و عموماً این نسبت در حوزه میان 0.10 تا 0.17 قرار دارد. خارج از این حوزه، داده‌های عملی و تجربی زیادی در دست نیست و وقت وابستگی‌ها و ارتباطات قابل تأیید نمی‌شود. اغلب، اندازه بندی لوله‌ها بر اساس تجربیات 40ψ به مقادیر بیشتر از 0.17 نیاز ندارد. بهر صورت اگر در لوله گذاری از سایزهای کوچکتر استفاده شود، افت فشار به ازاء واحد طول لوله، زیادتر از موارد استاندارد 40ψ خواهد بود. برای استاندارد کردن این حالت و رسیدن به مقادیر استاندارد B ، لازم است در محلی که اندازه گیری B مورد نظر باشد، برای قسمت LP ، HP و فلنج‌های اریفیس لوله‌هایی با سایز بزرگ‌تر در نظر گرفت. و این امر بخاطر اینست که همواره اطمینان حاصل شود که در سطح اریفیس جریانی با تلامطم مناسب (یعنی با فشار و سرعت مناسب) وجود دارد. این حالت که بدان حالت عبور مستقیم جریان می‌گوئیم به مقادیر B بستگی دارد. در شکل (۱۲) نیازمندی‌های مربوط به عبور جریان مستقیم اریفیس نشان داده شده است و در این حالت مقدار B برابر 0.17 است و

و بیابان بدون تغییر دادن اندازه لوله‌ها می‌توان تنها با تغییر دادن قطر اریس، مقدار مزبور را همواره ثابت نگه داشت. از اینرو با نگه‌گیری داده‌های عملی UOP در مورد قطعات مختلف می‌توان بطور مستقیم و با مقدار ثابت ۵/۷ سایزینز را انجام داد.



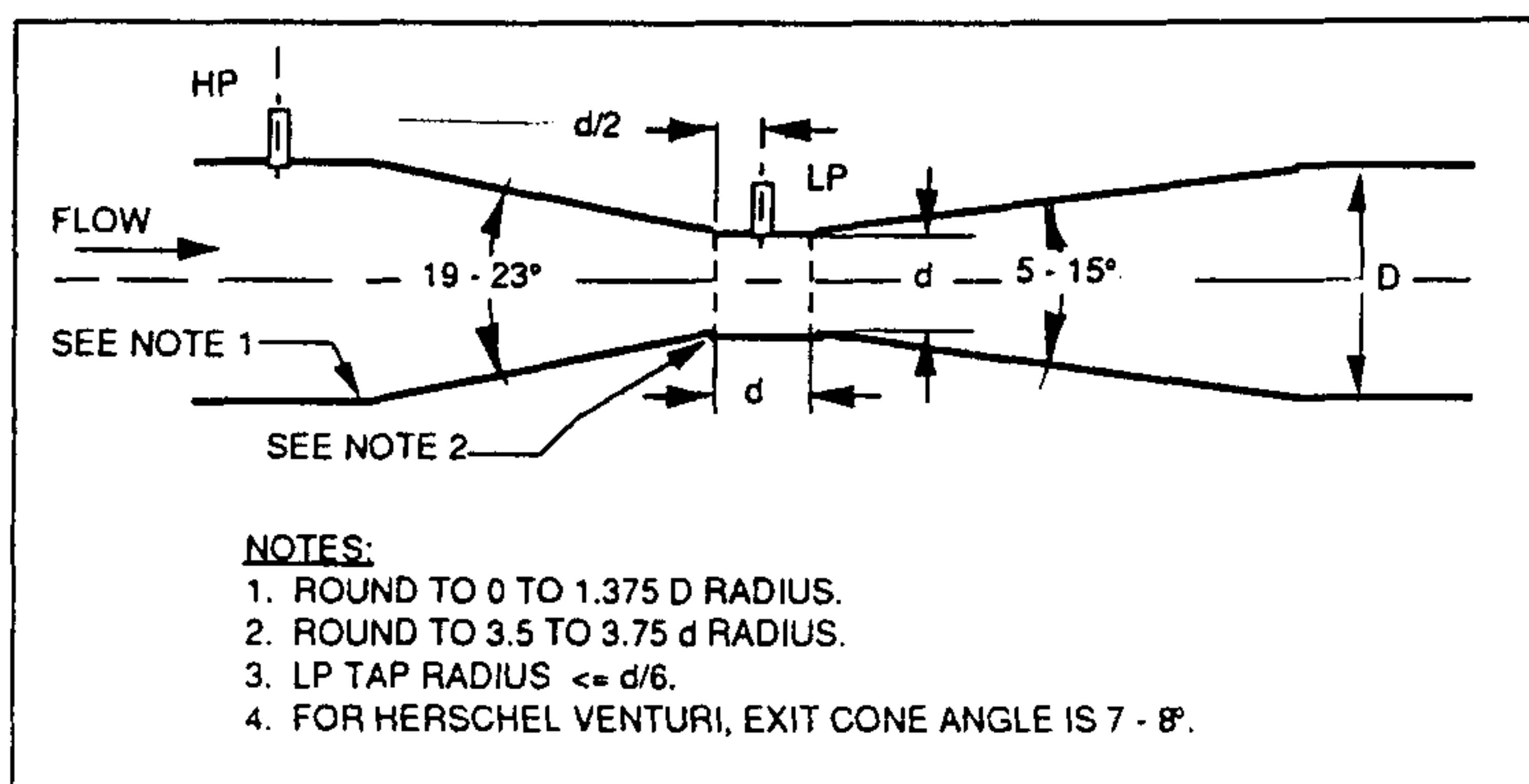
شکل ۱۲ - نیازمندی‌های حداقل جریان مستقیم اریس

برای چک کردن سریع نسبت β هنگام نوشتن و دیرج صفحات میسم، جدول تنظیم شده است که محدوده مقادیر صفحه اریفیس در آن مندرج است که در انتهای این بخش، در قسمت مهمه، این جدول آمده است. عنوان قسمت مزبور "خلاصه حدود نسبت β اریفیس"^۱ میباشد. معارلاتی که در این قسمت برای - دستاوری مقادیر موجود در جدول، آمده اند نشان داده شده است، که در مورد - اریفیس این مقدار در صد باید برابر ۵۰ باشد. با این حساب هزینه عملگر و نتوری نیز نسبت به اریفیس پایین تر خواهد بود. آگفته نماد که مخارج اولیه و نتوری بعثت بزرگتر بودن و دستاوری ساخت گراستراست.

در مورد اریفیس ملاحظه شد که با افزایش میزان عبور جریان، میتوان قطر آنرا جهت رسیدن بمقادیر مورد نظر کم یا زیاد کرد ولی در مورد قطر - گلوگاه و نتوری این چنین مسئله ای امکان پذیر نیست مگر اینکه دهانه - ورودی و خروجی و همچنین طول کل و نتوری تغییر داده شود در شکل (۱۳) - ارتباط میان ابعاد قسمتهای مختلف و نتوری دیرج شده است.

اریفیس که بر اساس استانداردهای 40μ طراحی و سوار شده و برای تنظیم سرعت جریان دیکار گرفته میشود دارای دقتی برابر $2 \pm 1\%$ است

« این دقت شامل عدم قطعیت ضرایب اریفیس و دقت‌های ترانس‌میترو در یافت‌کننده می‌باشد »

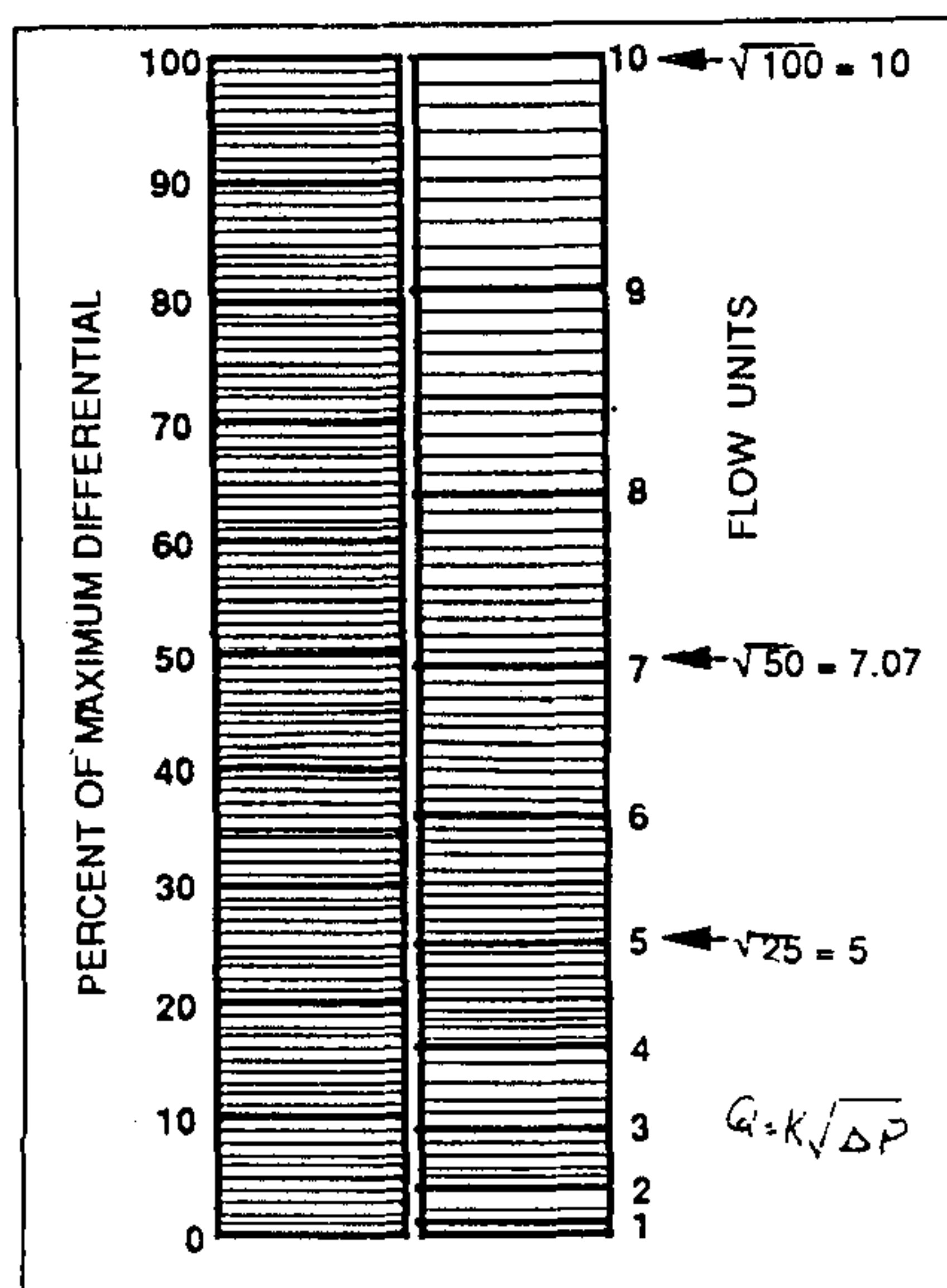


شکل ۱۳- ابعاد لوله ونتوری کلاسیک

آپتان که از شکل (۱۳) برمیاید چون میان‌چیزه و اختلاف فشار ارتباط جذبی- وجود دارد، از اینر و هر خطای معینی که در اختلاف فشار دیده میشود، موجب بروز خطای زیادتری در فلو خواهد شد و نهایتاً سرعت جریان را از- مقادیر طراحی شده توسط ما، کاهش خواهد داد.

در صورت نیاز به دقت‌های بیشتر از ۲٪ لازم است برای جریانهای

از ملومتر تانکی^۱ استفاده بشود. همچنین میتوان دستگاههای اندازه گیری توربینی را بکار گرفت. دقت این وسایل $\pm 0.25\%$ است. ختمی این دستگاهها به مراتب گرانتر از اریفیس بوده و قطعات متحرک آنها مستلزم نگهداری و تعمیرات مستمر میباشد.



شکل ۱۴ - ارتباط جذری در جریان

برای اندازه گیری جریان روشهای دیگری نیز در دسترس است ولی هیچ کدام

کم هزینه نبوده و به اندازه اریفیس تغییر پذیری « قطر داخلی » ندارد. مگ مترها^۱ برای مثال جریان فلورایدوسیله القای مغناطیسی اندازه گیری میکنند ولی این وسایل نمیتوان اجسامی را که هدایت کثیف الکتریکی داشته اند اندازه گیری کرد. از این رو این دستگاهها در مورد گازها، بخار و اغلب هیدروکربنهای مایع کاربرد ندارند. و در کس میتورها^۲ برای ایجاد یک جریان گرایی در مقابل عبور جریان بوسیله جریان خود، امکان اندازه گیری آنرا مهیا مینماید. در این مورد سرعت فلومناسب با سرعت ایجاد جریان گرایی است. اغلب این دستگاهها محدودیت زمانی دارند و با حوالی^۳ ۴ کارائی نشان میدهند ولی اخیراً طرحهایی ارائه شده که در مایهای بالا نیز قدرت کاربرد دارند. هیچ کدام از این دستگاهها مکالمیزم صفحذ اریفیس را دارا نیستند. علاوه بر دستگاههای مزبور اولتراسونیک میتورها^۳ از زمان عبور یا اثر دایلر^۵ در اندازه گیری فلوا استفاده میکنند. ولی این دستگاهها نیز محدودیت زمانی دارند. به علاوه دستگاهی که بر مبنای زمان انتقال یا بهریزی شده است نمیتواند در مورد مایعات کثیف کاربرد مناسبی داشته باشد و همین طور دستگاههایی با مکالمیزم اثر دایلر در مورد مایعات غیر جوابیهای درستی ارائه نخواهد نمود. برای موارد خاص رو یا میتورها^۶ و تارگت میتورها^۷ طراحی شده اند ولی

1- Mag Meter 2- Vortex Meter 3- Ultrasonic Meter
 4- Transit Time 5- Doppler Effect 6- Rotameter
 7- Target Meter

- تغییرات حوزه عملی، مشکلاتی در مورد روماتیسم‌ها به بار می‌آورد، همچنین حد اکثر طول استاندارد تارگت میتر برای مایعات حدود ۴ اینچ می‌باشد. از این رو دقت این طول ثابت و تغییرناپذیر، کاربرد آن محدود می‌باشد. PDM^۱ نیز طرح مخصوصی است که برای اندازه‌گیری جریان مورد استفاده قرار می‌گیرد. معادله این وسیله بیش از آن که سرعت جریان را اندازه‌گیری کند مقدار جریان را اندازه‌گیری می‌کند. عموماً در میابیم که علیرغم وجود میترهای مختلف، هنوز ارفیس بعنوان نخستین انتخاب، موقعیت استثنائی خودش را حفظ کرده است.

معمولاً دقت عمل ۲٪ ارفیس در غالب کنترل‌های فرایند مقدار بسیار مناسبی است چرا که در کنترل با این دستگاه، سیگنال مربوط به جریان با اندازه کافی تجدیدپذیر است که بتوان با اتکاء به میانی آماری، مجدداً دقت دست یافت و لازمه استیکار هم در این است که سایر بررسی‌ها از دقت بالایی برخوردار باشند که خود مستلزم هزینه‌های زیادی می‌باشد. به استناد جریان عبور بار در سایر موارد، پارامترهای کنترل کننده جریان، بعنوان متغیرهای وابسته «غیرمستقل» در نظر گرفته می‌شوند. در عمل نیز جزء این نیستند. این پارامترها را می‌توان توسط اپراتور یا کنترلرهای اتوماتیک براساس رسیدن

به هر معای خاص فرایند مثلاً سطح جریان و غیره تنظیم و تعدیل نمود، اگر اینطور بتواند میان دمای جریان و نقطه SP^1 ارتباطی غیر مستقل برقرار نماید، در این حالت قدر مطلق جریان در SP برای وی ارزش خاص نخواهد داشت، چون ارتباط دما و مقدار جریان در SP بصورت متغیرهای وابسته هم عمل میکنند. در مورد اندازه گیری دما و فرآورده ها، اگر دقت بیشتری نیاز باشد، میتوان از تانک گیج^۲ استفاده کرد، که شرح آن قبلاً داده شد.

در حال حاضر در UOP فقط یک منطقه کاری وجود دارد که گروهی از فرایندها را شامل میشود و به $SORBEX$ موسوم است، که نیازمند دقت عملیاتی^۱ بالایی میباشد در این فرایند نیاز کامل به محاسبه و کنترل دقیق حجم سنجی جریان در SP و همچنین ایجاد تغییرات ناگهانی بر اساس داده های مزبور و در جهت رسیدن به اهداف پروسس وجود دارد. این محاسبات و تغییرات انجام یابنده، باید در عوامل زمان^۳ ۱-۵ دقیقه صورت گیرد. طبیعتاً برای این کار از تانک گیج استفاده نمیشود چون قادر نیستند حجم فلورا در چکان عوامل زمانی اندکی کالبره نمایند و بنا بر این از توربین هیترها استفاده میشود.

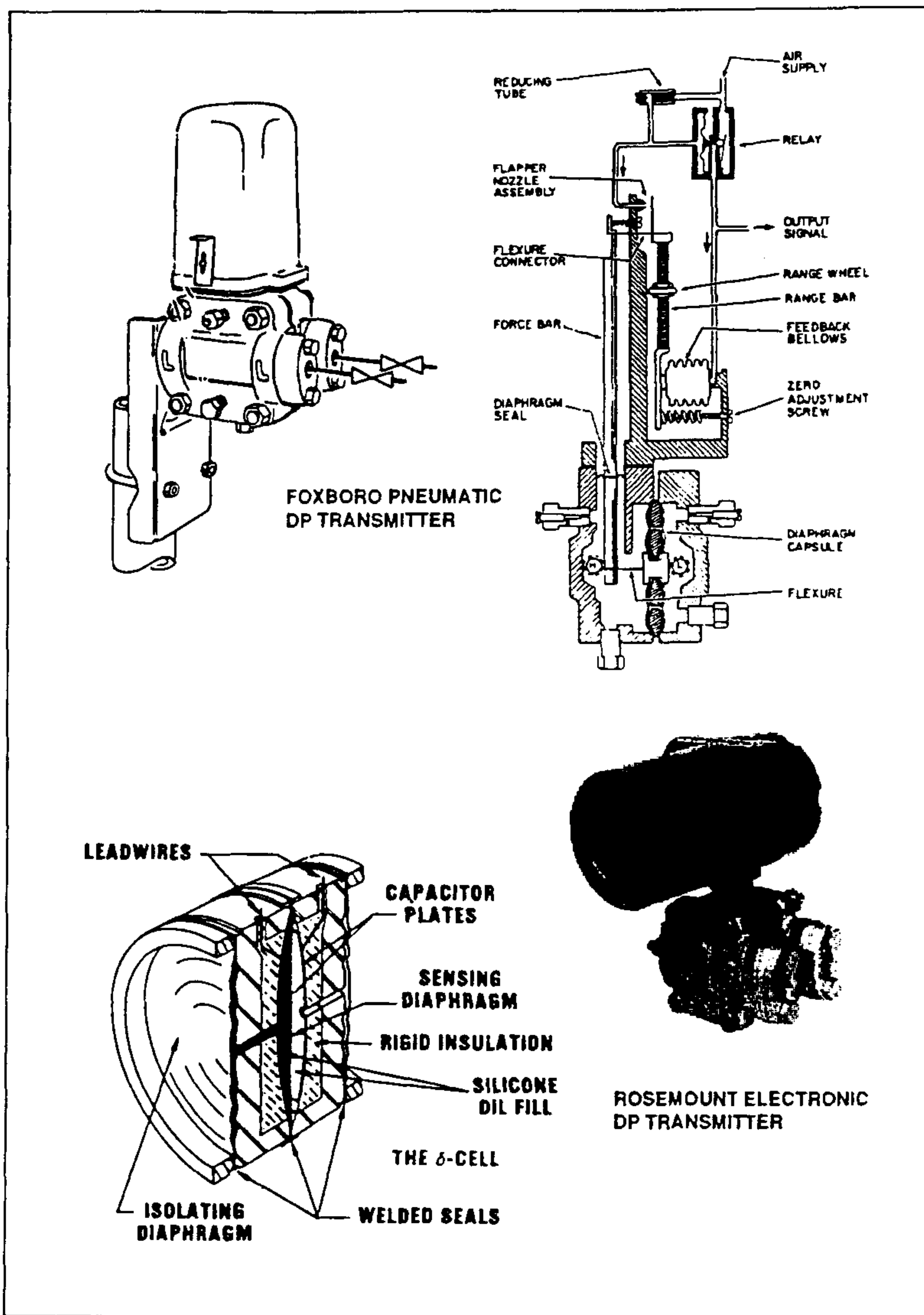
ترانسیمترهایی که با توربین هیتربکار میروند موجب پیدایش یک پالس^۴ در

1- Set Point

2- Tank Gauge

3- Volumetric Flow

4- Pulse



شکل ۱۵- دستگاه اختلاف فشار مدل دیافراگم

سید کون تراکم پذیریست. فشار آن بطور همزمان با افزایش فشار فرایند بالا خواهد رفت و در نتیجه اختلاف فشار موجود در دیاگرام تراکم به سمت صفر میل کرده و دیاگرام از بلاکم خواهد افتاد.

تراکمتر اختلاف فشار از نوع بالا را FBT^* میزنمایند.

نیروی حاصل از اختلاف فشار بر روی دیاگرام بوسیله یک نیروی مخالف^۱ بالاسر میشود. این نیروی مخالف بوسیله سیگنال خروجی-

مؤثر بر FB ها ایجاد میگردد. مقدار جابجائی حقیقی دیاگرام همزمان با تغییر اختلاف فشار از صفر تا ماکزیمم، فقط حدود ۰.۰۳٪ اینچ-

مکعب است^۲. در اینجا جابجائی مقدار حجم فضای جابجا شده مد نظر میآید.

این امر بدان معناست که در تأسیسات بخار آب یا بخارهای تراکم پذیر نیازی

به کاربرد سیلیکات^۳ وجود ندارد. بک مدل متداول دیگر، مدل

میلواست^۴ که در شکل ۱۲، نشان داده شده است. این دستگاه،

یک ابزار MB میباشد و نیروی حاصل از اختلاف فشار بر روی سیلوها

فقط توسط نیروی ارتجاع جریان میشود. در این حالت میزان جابجائی-

دستی و نحوه عمل، مقدار بیشتری از میزان ایجاد شده در دستگاه FB

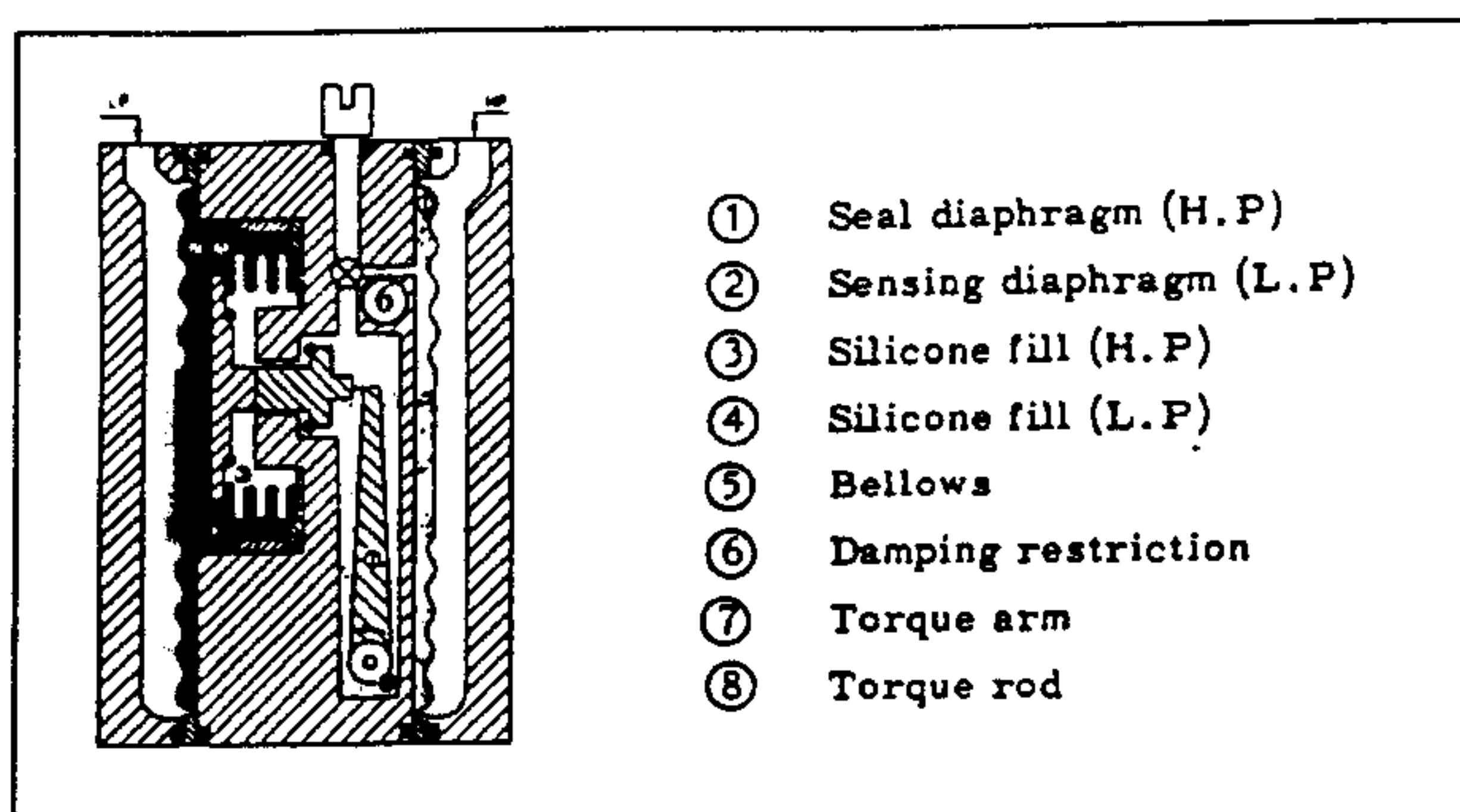
1- Feedback Bellow

2- Seal pots 3- Bellow

4- Motion Balance

* Force-Balance Type

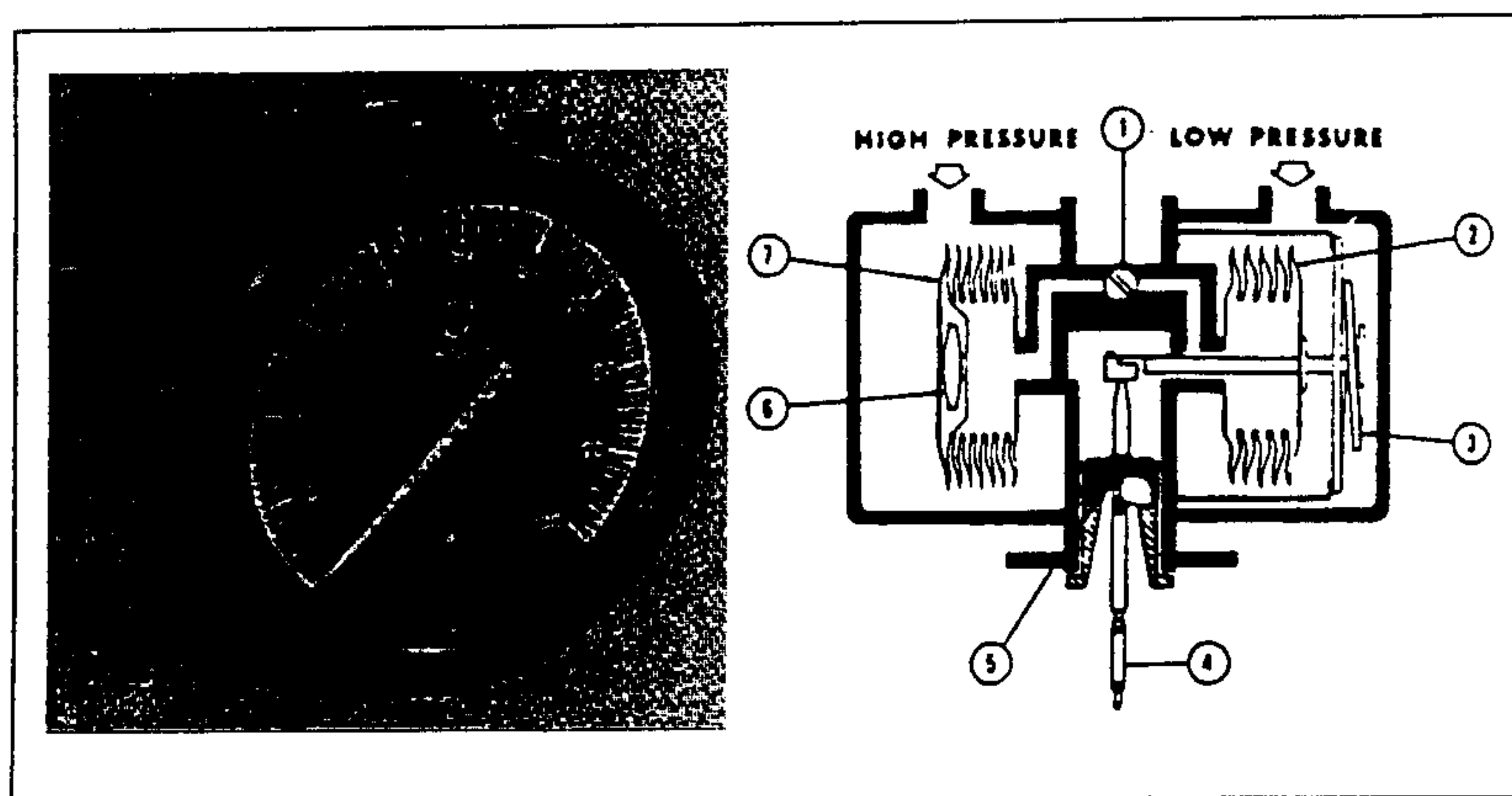
در دستگاه‌های واحد سیلو، دو سیلوی موجود بوسیله گذرگاهی که در آن یک ساچمه قابل تنظیم قرار دارد، از یکدیگر فاصله گرفته‌اند. با تنظیم تغییرات ایجاد شده، بوسیله ساچمه، میزان و درجه دمینگ دوسانات در فشار دیفرانسیال تغییر خواهد کرد. اینجس سیستمی برای فلوهای ایجادکننده پالس یا دینودار کارایی بسیار مناسبی دارد که برای مثال می‌توان کاربرد آنها را در کمپرسورهای رفتی و برگشتی نام برد. برخی از سازندگان، ترانسفرهای درستی کرده اند شکل (۱۷) که ترکیبی از دو مدل FB و مدل بیلو «قابل تنظیم داخلی» می‌باشند. متأسفانه این مدل‌ها به سرعت در حال انقراض می‌باشند.



شکل ۱۷ - دستگاه اختلاف فشار مدل دیفرانسیل با دمینگ

در دستگاه دریافت کننده موجود در اتاق کنترل میگردند ولی مگ فلو میترها یک جریان الکتریکی ایجاد مینمایند. معمولاً اریفیس میتر همراه با یک ترانس میتر اختلاف فشار لازم جهت تبدیل دینفرنشیال اریفیس به سیگنال نیوماتیک با جریان الکتریکی استاندارد، دیگر گرفته میشوند. اغلب چنین ترانس میترهایی، نیروی حاصل از اختلاف فشار رورده بزرگ، دیاگرام را اندازه گیری میکند. در محدوده های جدید، از یک دیاگرام تمام استفاده شده است برای حساسیت نسبت به اختلافهای بسیار اندک، لازم است. دیاگرام بسیار بزرگ و انعطاف پذیر باشد. اگر یک طرف ترانس میتر در معرض اتمسفر قرار بگیرد ولی طرف دیگر آن در معرض فشار کل خطوط قرار نگیرد، در این صورت دیاگرام دچار تلاطم خواهد شد. در اغلب طرحهای مختلف ترانس میتر، امروزه یک کیپول وجود دارد که دارای دو دیاگرام می باشد. که میتواند اختلاف فشار معادل با کل فشار طرح ریزی شده برای ترانس میتر را تحمل نماید. این کیپول از یک مایع سیلیکونی پر شده و تحت شرایط نرمال، فشار را از یک دیاگرام، به دیاگرام دوم منتقل مینماید. کم و کیف ساختمان و عمل کردن این دستگاه در شکل (ها) نشان داده شده است. هر صورت اگر اختلاف فشار بسیار بالا باشد، دیاگرام موجود در قسمت HP موجب پاره شدن دیواره یا منقطع خواهد شد. از آنجائی که مایع

میباشد. بنابراین اگر در تاسیسات بخار آب یا بخارات تراکم پذیر، دقت عمل مورد نظر باشد، بایستی از سیل پات استفاده شود، تا سطح تراکم را در هر دو خط رابط HP، LP متعادل نگه دارد. قطر و میزان جابجائی میلیوها در این نوع دستگاهها انچنان است که اختلاف فشار حاصل از آن به تنهایی میتواند عقربه یا قلم را به حرکت در آورد. بنابراین، این دستگاهها برای دقت در سائیت مناسب میباشد. در صورتی که دستگاه فقط دیکتور باشد، تنها هوای ابزار دقیق نیاز خواهد بود.

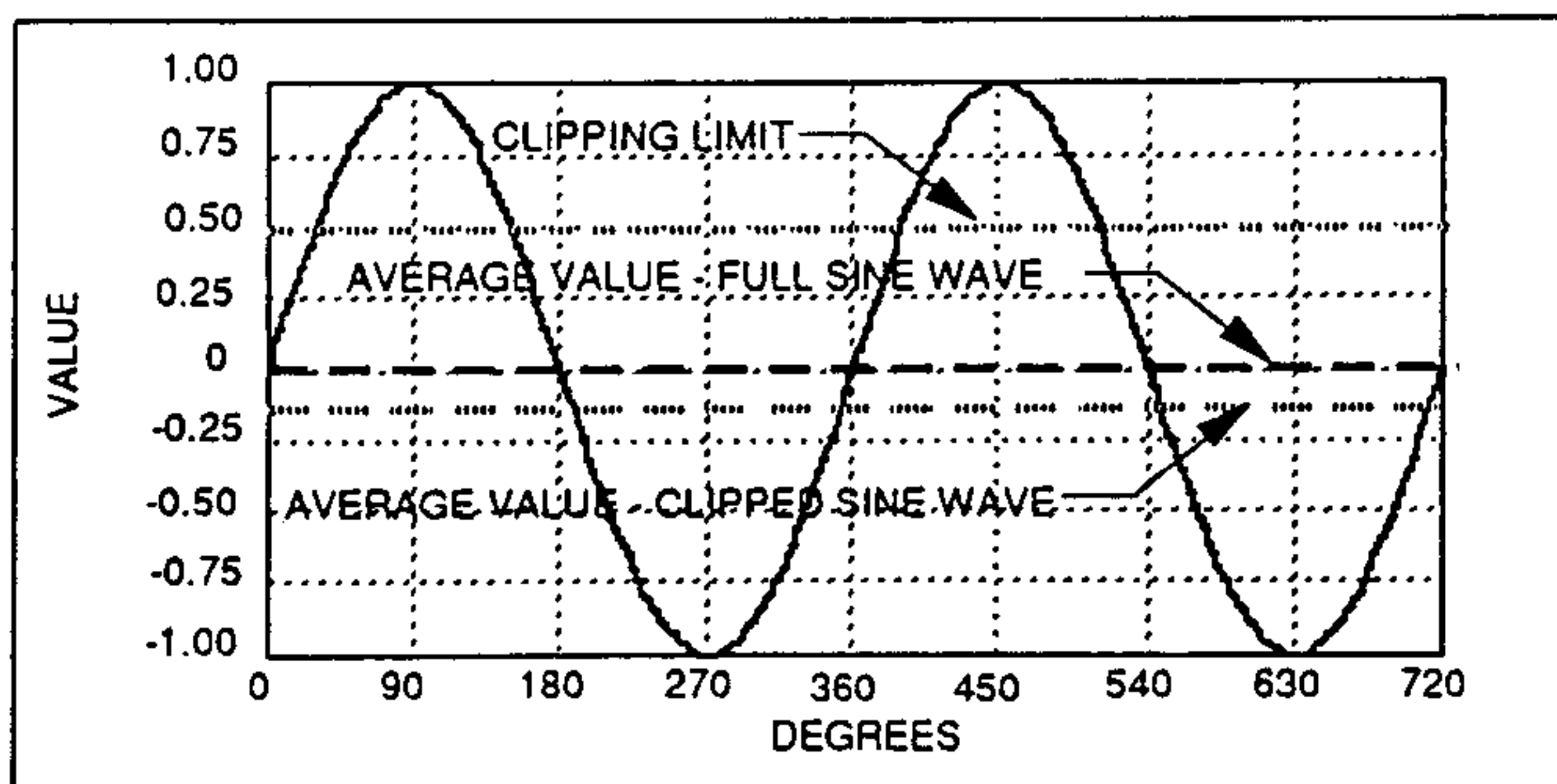


شکل ۱۲- دستگاه اختلاف فشار از مدل سیلو

علت برچیده شدن ترانس‌مترهای مذکور در این است که ترانس‌مترهای جانشین آنها بر روی سیگنال خروجی، دمیپینگ الکترونیکی اعمال می‌نماید و با این دمیپینگ در مورد ورودی دستگاه دریافت کننده دیگر گرفته می‌شود و حیاتی که ملاحظه می‌شود، در این مورد بجای دمیپینگ مکانیکی همواره از دمیپینگ الکترونیکی استفاده شده است. چرا که با کاربرد این حالت از دمیپینگ، در کل محدوده ترانس‌متر، دمیپینگ مزبور بر روی کل دامنه ایچ‌آر پالس که در حوزه عملی ترانس‌متر، دامنه آن می‌تواند نوسان نماید، رضایت بخش می‌باشد. در حالی که دمیپینگ مکانیکی در محدوده خاص از کل حوزه ترانس‌متر، اثر خود را اعمال می‌کند. بنابراین اگر دامنه پالس بسیار بزرگ باشد و یا ترانس‌متر در حوالی بالاترین محدوده خود کار کند، در این صورت بر اساس مکانیزم ترانس‌متر، دامنه مزبور به محدوده آن کشیده خواهد شد و لذا موجب کوتاه شدن سیگنال خواهد گردید «شکل ۱۸».

در این هنگام خطایی در اندازه گیر جریان پیش می‌آید زیرا آنچه که شکل «۱۸» نشان می‌دهد مقدار میاندگین سیگنال کوتاه شده کمتر از مقدار میاندگین واقعی است. دمیپینگ مکانیکی با سازه‌ای تنظیم کننده داخلی، در مقابل ایچ‌آر پالس بعنوان مقاومت فیزیکی عمل نموده و نتیجتاً احتمال خارج شدن سیگنال از محدوده

عمل و صحنه کوتاه کردن آنرا کاهش میدهند.



شکل ۱۸ - کوتاه کردن موج سینوسی

اگرچه ترانس‌میت‌های نیوماتیک اساساً محدود به کاری‌های طرح‌ها و مدل‌های
بالاتر و یا بالاتر حرکت هستند ولی، ترانس‌میت‌های الکترونیکی این مزیت
را دارند که میتوانند پدیده‌های الکتریکی متعددی تولید کنند که منجر به ایجاد
سیگنال خروجی میگردد. برخی از این ترانس‌میت‌های الکترونیکی نقش
ایجاد شده، در دافراگم را «در اثر اختلاف فشار» بوسیله رجه‌ای که عقربه آن
در ارتباط با تشعشع مربوط حرکت درمی‌آید، اندازه‌گیری میکند. برخی از این ترا-
نس‌میت‌ها میزان فرکانس تشعشع یافته یک سیم بیخ را که در اثر اختلاف فشار

صورت گرفته، اندازه میگیرند. و سرانجام تعداد دیگر اختلاف فشار را با حارت مرتبط مینمایند. در تمامی این موارد دهیچک ایجاد پالس، بایستی بطور الکترونیکی انجام گیرد.

کاربرد سیلکون از پارگی دیافراگم جلوگیری میکند ولی در قبال حل این مشکل، مشکل دیگری ایجاد مینماید!

بجز در موارد کاملاً ویژه، مانند واحدهای آلکیلاسیون^۱ HF، UOP از سیستم استاندارد فولاد ضد زنگ استفاده میکند. کاربرد این فولادها در ابزارهای مزدور در مواردی است که دمای مستقیم در معرض ورود جریان سیال نباشند. یعنی برای مثال در عقربه های فشارسنج، دستگاههای فشار و دستگاههای اختلاف فشار میتوان از فولاد مزدور استفاده نمود. برای این گونه دستگاهها، یعنی وسایلی مانند ترموولجا^۲، ورودیهای شیر کنترل یا صفحات اریفیس، UOP بعنوان ماده استاندارد، مانل^۳ رامین نموده است. کاربرد مسائل، به ویژه در مواردی است که در سیستم مورد نظر ما، کلریدهای مختلف یا سلفید هیدروژن و یا بخار آب وجود داشته باشد. برخی از این روشها بر این باور هستند، که اگر صفحه اریفیس از جنس مانل باشد، بایستی ورودیهای آن نیز از همان جنس انتخاب شوند. علیرغم این

1- HF Alkylation Unit

2- Thermowell

3- Monel

هزایا، مکانل این ایراد را دارد که گاز هیدروژن^۱ میتواند از آن نفوذ کند. در جریان عمل تحت فشارهای بالا هیدروژن از مائل نفوذ کرده و وارد کپسول میگردد. اگر ترانسپیر از نوع خازنی باشد «زکر آن دیال رفت»، در این صورت هیدروژن موجب تغییر ثابت دی الکتریک آن گسریده و گالیبراسیون^۲ آنرا دچار اختلال خواهد نمود. حتی در مواردی که ترانسپیر از مدل بالانس نیروئی انتخاب شود در عملیات معمولی تابع رطوبت بخش ایجاد کند، ولی در این شرایط با نفوذ هیدروژن به درون آن، کپسول متورم میگردد و دماهای کنترلی تغییر جلوگیری از توقف سیستم^۱ یا موارد نگهداری، مختل خواهد گردید. در سرویسهای غش-از هیدروژن^۳ «۴» مثل سیستم پلت فرم^۲ یا هیدوتری تیگ^۳، کاربرد کپسولهای دیافراگم-مائل رطوبت بخش نخواهد بود.

«فشار»

در قریب با اتفاق موارد، فشار یک پارامتر و متغیر مستقل است این بدان معنی است که هست پوییت «نقطه تراز» کنترله همیشه در یک مقدار ثابت باقی میماند و بعنوان تابعی از سایر متغیرهای سیستم مقدار آن تغییر نمیابد. معمولاً در شرایط عملی

نرمال، فشار قسمت جداکننده فرآورده‌های راکتور ثابت مانده و نیازی به تنظیم ندارد. در تعلیک کننده^۱ «جزء به جز کننده» نیز فشار ثابت نگه داشته میشود و بنابراین در این دو در ارتباط با ترکیب مواد تغییر داده میشود. معمولاً فشاری که غالباً باید تنظیم و تعدیل شود، فشار یوتیلیتی است که برای مثال میتوان فشار گاز یا روغن سوخت^۲ هس را نام برد.

جزء‌های عمده‌ای که در ترانس‌میتورهای فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند، لوله‌های بوردون^۲ مانند گیج‌های فشاری «یا المیت‌های مارپیچ» که شبیه لوله‌های بوردون می‌باشند و یا کیسولهای دیافراگم می‌باشند که مشابه ترانس‌میتورهای اختلاف فشار ذکر شده در بالا هستند. در اندازه‌گیری فشارهای پایین، یعنی مواقع ارالمان بیلو استفاده میشود. اگر قیمت LP ترانس‌میتور در تماس با فشار اتمسفر باشد در این صورت فشار گیج اندازه‌گیری خواهد شد. در صورتی که قیمت LP تخلیه شده و یا چنان محافظت شود که فشار مرجع در مقدار ثابت صفر باقی بماند، ترانس‌میتور میتوان برای اندازه‌گیری فشار مطلق بکار گرفت.

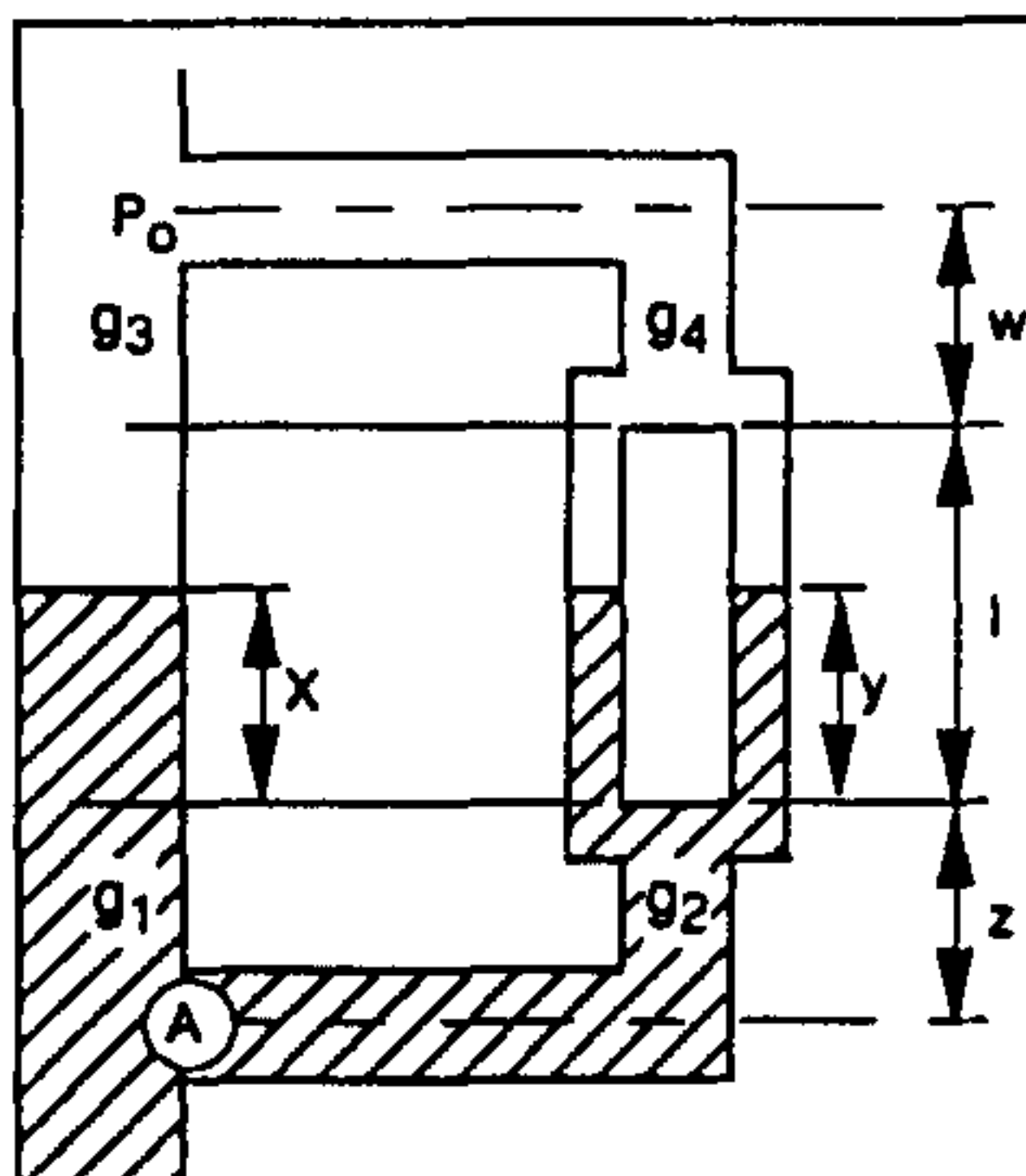
"سطح"

معمولاً همواره سطح یک متغیر مستقل است، مانند کنترل فشار،
 وقتی SP قطع میشود، قدرت مقدار آن تغییر میکند. در 50 kPa اغلب -
 ترانسدمترهای سطح، ساختمان نسبتاً ساده‌ای داشته و از نوع ED^1 میباشد.
 این مدل دارای یک مخزن بیرونی است که یک دیسپلینر^۲ استوانه‌ای شکل
 که در درون آن قرار دارد. این استوانه که شناور نیز خوانده میشود در اصل
 یک شناور واقع نیست. و وزن آن سنگینتر از مایع درون مخزن میباشد.
 ترانسدمتر دارای لوله گشتاور بازوی گشتاور^۳ است، که در اثر ورود مایع، اختلاف
 وزن استوانه را در مقیاسهای خاص «که بصورت فنری است» تعیین میکند.
 زمانی که مخزن خالی باشد، مقیاس و درجه، وزن خور استوانه را به سهائی
 نشان میدهد ولی زمانی که مخزن پر شود، درجه مزبور اختلاف وزن استوانه
 و مایع حاکی باشد را بر اساس اصل ارسیمیدس یونانی معلوم مینماید. از آنجائی که^۴
 دیسپلینر به شکل استوانه انتخاب شده است از اینرو وزن مؤثر دیسپلینر
 بصورت تابع خطی از ارتفاع مایع میباشد.

1- External Displacement Type 2- Displacer
 2- Torque Tube and Torque Arm

اگر استوانه دردیگ فاز ساد، هیدروکربن جگار گرفته شود، وزن مؤثر عبارت است از اختلاف میان وزن استوانه در صفر درصد و وزن استوانه منهای وزن هیدروکربن جایجاشده در صفر درصد. و یا عبارت ساده تر در کل حوزه ترانسیمتر، مقدار وزن مؤثر برابر با وزن هیدروکربن جایجاشده است. رقی استوانه در مرز مشترک هیدروکربن / آب جگار گرفته شود، وزن مؤثر در ارتباط با مرز مشترک در صفر درصد، عبارت از تفاضل وزن استوانه و هیدروکربن جایجاشده خواهد بود. در این حالت نیز وزن استوانه در دو مورد صفر و صد درصد حذف شده و وزن مؤثر، مساوی وزن آب جایجاشده منهای وزن هیدروکربن جایجاشده خواهد بود. بنابراین دستگاه بر اساس جرم مخصوص آب و هیدروکربن یا عبارت بهتر، بر پایه اختلاف جرم مخصوص آن دو عمل مینماید. در اصل این چنین موردی برای دستگاه معمولی سطح مصداق دارد و در مورد گاز^ص چون جرم مخصوص صفر میباشد، درست نخواهد بود. اگر فاز هیدروکربن بسیار سنگین باشد اندازه گیری به مراتب دشوارتر خواهد گردید در دستگاه اندازه گیری سطح مدل ED، در سیمهای مرز مشترک، بیشترین حد اختلاف جرمهای مخصوص حدود ۰/۲ میباشد.

ترانسپتر ED استاندارد، این مزیت را دارد که میتوان آنرا برای نقطه منفرد تعریف نمود بدان صورت که وقتی سطح مایع از استوانه پائینتر باشد ترانسپتر، خروجی صفر در صد را نشان میدهد. این نقطه منفرد تحت تأثیر دمای ماده وارد شده به مخزن، قرار نمیگیرد و پارامترهای مزبور تنها بر روی جرم مخصوص تأثیر میگذارند. بنابراین در نقطه صفر در صد پارامترهای گفته شده، در اندازه گیری تأثیر گذارده و بر این مبنای ترانسپتر مرز مشترک اثر خود را در عقربه نشان خواهد داد. اگر دمای مخزن نسبتاً زیاد باشد، دمای مایع در دستگاه اندازه گیری سطح احتمالاً کمتر از آن خواهد بود و بنابراین ممکن است در مخزن و افاق استوانه مقدار مرز مشترک یکسان نباشد. عبارت دیگر سطح دو استرفیس همان نبودن نسبت به یکدیگر اندکی اختلاف خواهد داشت. یا به کار بردن دستگاه ID¹ این خطا را میتوان از بین برد. ID، استوانه در درون مخزن قرار گرفته است و از این رو هیچ اختلاف دمای وجود نخواهد داشت. مشکل عمده در این حالت نگهداری و تعمیرات بسیار دشوار ID میباشد در شکل (۱۹) ارتباط ریاضی سطوح I و E² برای یک دستگاه ED نشان داده شده است.



- g = SPECIFIC GRAVITY
- l = LENGTH OF DISPLACER
- w = TOP NOZZLE ϕ TO TOP OF DISPLACER
- z = BTM NOZZLE ϕ TO BTM OF DISPLACER
- x = LEVEL IN VESSEL
- y = LEVEL IN DISPLACER
- PB = PROPORTIONAL BAND = 100/GAIN
- g_{set} = SETTING ON SPECIFIC GRAVITY ADJUSTMENT
- P_o = VESSEL PRESSURE AT TOP NOZZLE ϕ

- 1). AT POINT (A), STATIC HEAD IN FLOAT CAGE EQUALS STATIC HEAD IN VESSEL.
- 2). P_o APPEARS IN BOTH STATIC HEAD EQUATIONS, THEREFORE CANCELS.
- 3). DENSITY OF WATER APPEARS WITH SPECIFIC GRAVITY IN BOTH STATIC HEAD EQUATIONS, THEREFORE ALSO CANCELS.

FLOAT CAGE STATIC HEAD = VESSEL STATIC HEAD

$$g_1 (x + z) + g_3 [w + (l - x)] = g_2 (y + z) + g_4 [w + (l - y)]$$

$$g_1 x + g_1 z + g_3 w + g_3 l - g_3 x = g_2 y + g_2 z + g_4 w + g_4 l - g_4 y$$

$$x (g_1 - g_3) + z (g_1 - g_2) + w (g_3 - g_4) + l (g_3 - g_4) = y (g_2 - g_4)$$

SOLVING FOR y YIELDS BASIC EQUATION:

$$y = \frac{x (g_1 - g_3) + z (g_1 - g_2) + (w + l) (g_3 - g_4)}{(g_2 - g_4)}$$

$$\text{OUTPUT \%} = 100 (y / l) (100 / \text{PB\%}) [(g_2 - g_4) / g_{set}] + (\text{OUTPUT \% @ } y = 0)^*$$

* NORMALLY = 0

GENERAL SERVICE:

$g_1 = g_2$ (ASSUMES TEMPERATURES EQUAL — IF FLOAT CAGE & PIPING WELL INSULATED, PROBABLY REASONABLE ASSUMPTION); $g_3 = g_4 \approx 0$ (VAPOR DENSITY GENERALLY NEGLIGIBLE).

FLUSHED FLOAT CAGE:

$g_3 = g_4 \approx 0$ (IF g_3 IS CONDENSIBLE VAPOR, MAY NEED TO USE DRY GAS PURGE AS g_4 TO KEEP FROM DILUTING g_2); g_2 IS FLUSH LIQUID GRAVITY, $g_2 > g_1$.

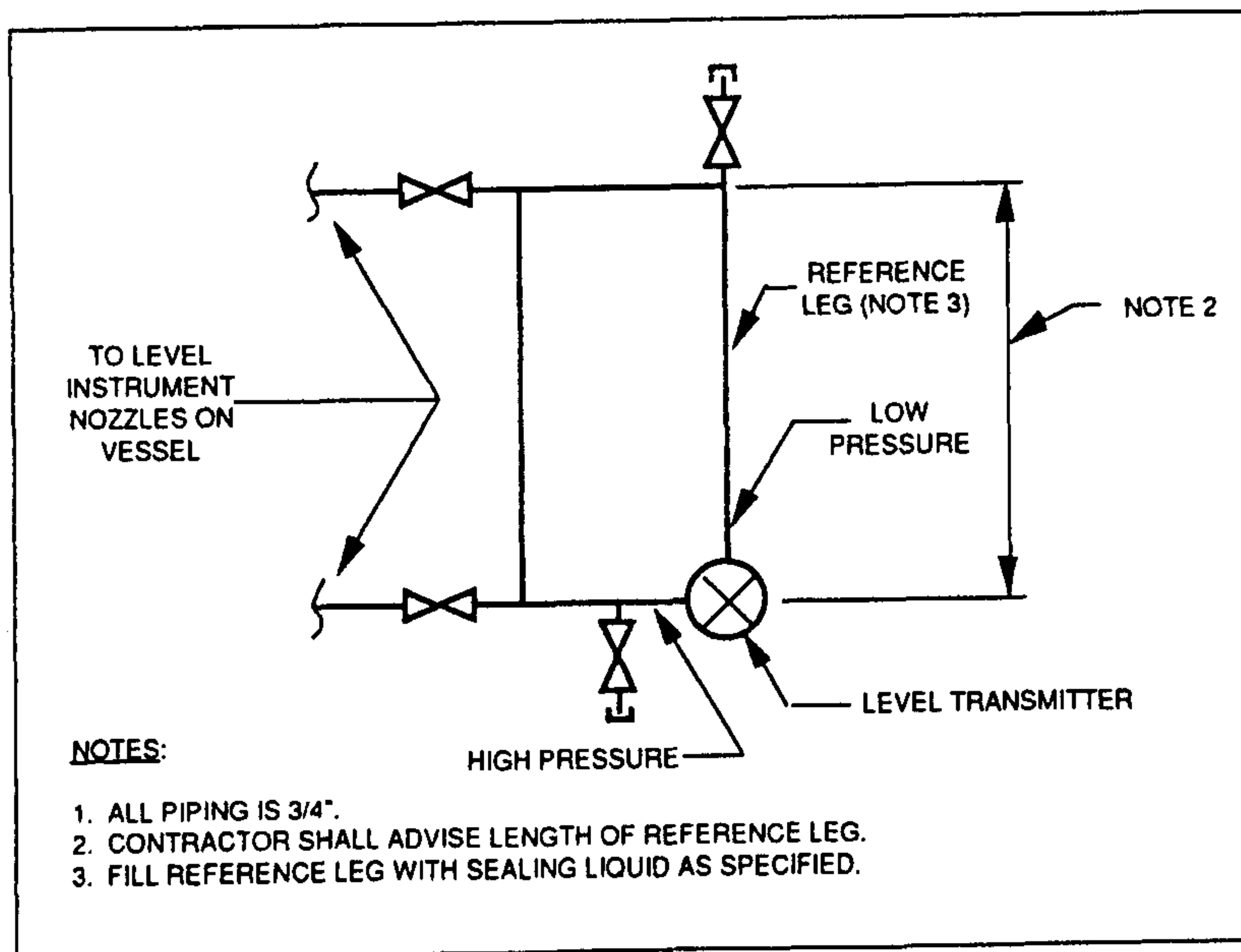
INTERFACE:

$g_2 = g_1 \times$ HEAVY LIQUID EXPANSION FACTOR, $g_4 = g_3 \times$ LIGHT LIQUID EXPANSION FACTOR, WHERE EXPANSION FACTOR = (g @ FLOAT CAGE TEMPERATURE / g @ VESSEL TEMPERATURE).

NOTE:

TOP SIDE FLOAT CAGE CONNECTION: $w = 0$; BOTTOM SIDE FLOAT CAGE CONNECTION: $z = 0$.

دستگاههای مدل استوانه‌ای، معمولاً تا ارتفاع ده پایی ساخته میشوند. اگر برای تمام حوزه‌های عملی، لوله گشتاور و بازوی گشتاور دگسان منظور گردد، در این حالت بایستی با افزایش ارتفاع، قطر استوانه کاهش یابد. در ارتفاعات بسیار بالاتر استوانه بهراتی بلندتر و باریکتر انتخاب میگردد. در اینگونه موارد مهمترین مسئله نگهداری، مربوط به این است که نباید شرایط ایجاد شود که منجر به خم شدن استوانه گردد. همچنین تغییرات محار خارج از حالت افق، کاهش یافته و موجب دشواری راه اندازی سیستم میگردد. اما فاه بر مسائل مزبور، تنشهای های سیستم لوله گشتی بر روی اتاقک، در اثر تغییرات دما، خود مشکل عمدهای ایجاد مینماید. در حوزه‌های سطح بالاتر از ۱۰ پا، اغلب از یک دستگاه اختلاف فشار نظیر آنچه که در اندازه گیری جریان بکار میرفته استفاده میگردد. در شکل (۴) قرار گرفتن ترانسیمتر در جایگاه مناسب سیستم نشان داده شده است. معمولاً قسمت بازوی مرجع از همان ماده درون مخزن، پرمیگردد. وقتی ظرف پر باشد، اختلاف فشار صفر را نشان خواهد داد ولی وقتی ظرف خالی باشد مقدار اختلاف فشار منفی خواهد بود.



شکل ۲- ترانس‌میتور اختلاف فشار سطح

برای تحقق مورد بالا، برخی از مدل‌های ترانس‌میتور نیازمند دستگاه میاپرسه
گسترده^۱ خاصی میباشند. مزیت عمده این گونه سیستم‌ها در اینست که اگر برخی از مواد
از بازوی مرجع به بیرون نشت کنند، ترانس‌میتور سطحی بالاتر از مقدار واقعی^۲
را نشان خواهد داد. اگر ترانس‌میتور دقیق^۱ یا شین^۲ بدون هیچ تعطیر^۲ واقعی

شود بخارات در لوله رابط متراکم شده و بازوی مرجع را پر خواهد نمود ولی هر حال تغییرات دما در بازوی مزبور موجب بروز خطا در مقدار سطح خواهد شد.

اگر ماده موجود در فرانتز سنگین و بسیار ویسکوز باشد، پیشفشار uap در این گونه موارد بر این است که اولاً اندکی حرارت داده شود در تابی سیستم لوله بندی لوله کشی، عایق بندی گردد تا بتواند ویسکوزیته را در حوالی زیر SSU ۵۰۰۰ نگه دارد. در صورتیکه به دمای شیتراز $150^{\circ}F$ نیاز باشد $260^{\circ}C$ ، با گرم نمودن دستگاه ترا-نسمتر بمقدار اندک، بالاخص در ابزارهای الکتریکی، موجب پیدایش حالت اورهیت^۲ و آسیب پذیری پیش خواهد آمد. در این گونه موارد به بدنه ترا-نسمتر، توسط آمونیه ها، محافظه های بیرونی حساسیده میشود و کل سیستم باروغن سیلیکون مناسب برای عمل در دماهای بالا، پرمیگردد. برای نگهداشتن دمای مخزن سیلیکون در دمای ثابت $150^{\circ}F$ $260^{\circ}C$ ، بدنه ترا-نسمتر و مؤثنه ها بمقدار اندکی گرم میشوند. این اقدام بدان علت صورت میپذیرد که از تغییرات هداستاتیک جلوگیری شده و خطا در دما مقدار صفر ثابت باقی بماند.

در مورد جامدهائی که بصورت ذره ای بوده و یا در مورد مایعاتی مشکل ساز نظیر هیدروفلوریک اسید، همت آشکارسازی و معلوم نمودن وجود یا عدم وجود

۱- مقدار زمان لازم برای عبور یک مایع ویسکوز از
 ۲- Overheating

سطح در ظرف اندازه‌گیری منبع رادیواکتیو و دتکتور مربوط به آن استفاده کرد.
 اینگونه ابزارها غالباً خالی یا پر بودن را اندازه‌گیری می‌کنند بدین صورت که موج
 عمل کرد موج می‌گردد تا نشان دهد که سطح وجود داشته و عموماً ظرف
 پر می‌باشد. اندازه‌گیری‌های تناسبی PM ^۱، که اندازه‌گیری‌های واقعی آنالوگ
 هستند، نیازمند چندین منبع رادیواکتیو و چندین دتکتور می‌باشند. در UOP -
 قدرت از این سیستم‌ها استفاده می‌شود، در حال حاضر فقط کاربرد آن منحصر به اندازه‌گیری
 های سطح SH ^۲ در واحدهای احیاء کشته کاتالیتیکی^۳ مداوم می‌باشد.
 دستگاه دیگری که در اندازه‌گیری خالی بودن و یا PM بکار گرفته
 می‌شود، میله خازن است. این میله وقتی به دیوارهای مخزن می‌چسبند، خازن
 راتسیکل می‌دهند که مایع درون مخزن نقش دی الکتریک در آن بازی می‌کند
 بنابراین تغییرات سطح باعث تغییرات خازن شده و تغییرات آن نیز در میله مدار
 الکتریکی حاصله، اندازه‌گیری می‌شود. در صورتی که میله افقی قرار گیرد،
 تغییر ظرفیت خازن همزمان با تغییرات حرکت سطح در قطر آن انجام می‌گیرد.
 در این صورت اندازه‌گیری "خالی بودن" انجام گرفته است. ولی اگر میله بصورت
 عمودی قرار گیرد همزمان با حرکت سطح در طول لوله، ظرفیت خازن تغییر کرده و عموماً

1- Proportional Measurement 2- Surge Hopper
 3- Continuous Catalyst Regeneration Unit

۱- آنالیز

فرایند آنالیزها، معمولاً دستگاههای مدار بازی هستند که اوپراتور در صورت لزوم میتواند عمل تعجیل را بر مبنای داده‌های حاصل از آنها، انجام دهد. احتمالاً این عمل پیچیده بوده و یا زمان لازم برای ایجاد ریسپانس، بسیار زیاد باشد، چون برای این امر لازم است مدار را کاملاً تست و نگهداشته و به آنالیز اجازه داده شود که مستقیماً روی فرایند اثر و عمل خود را اعمال کند. آنالیزها در انواع گوناگون وجود دارند. متداولترین آنها uop آنالیز رطوبت، اکسیرن و کربن و ماتوگرافها هستند. آنالیزهای رطوبتی برای اندازه‌گیریهای $PURG$ ² بکار رفته و بصورت مانتور در مورد dp ³ مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آنالیزها بر اساس روابط عمده کار می‌کند.

در آنالیزهای رطوبتی ساخت کارخانه Du Pont «شکل ۲۱» از کریستالی استفاده شده است که پوششی آن یک جاذب می‌باشد. یک قسمت از کریستال در تماس با نمونه خشک بوده و طرف دیگر در معرض جریان مرجع

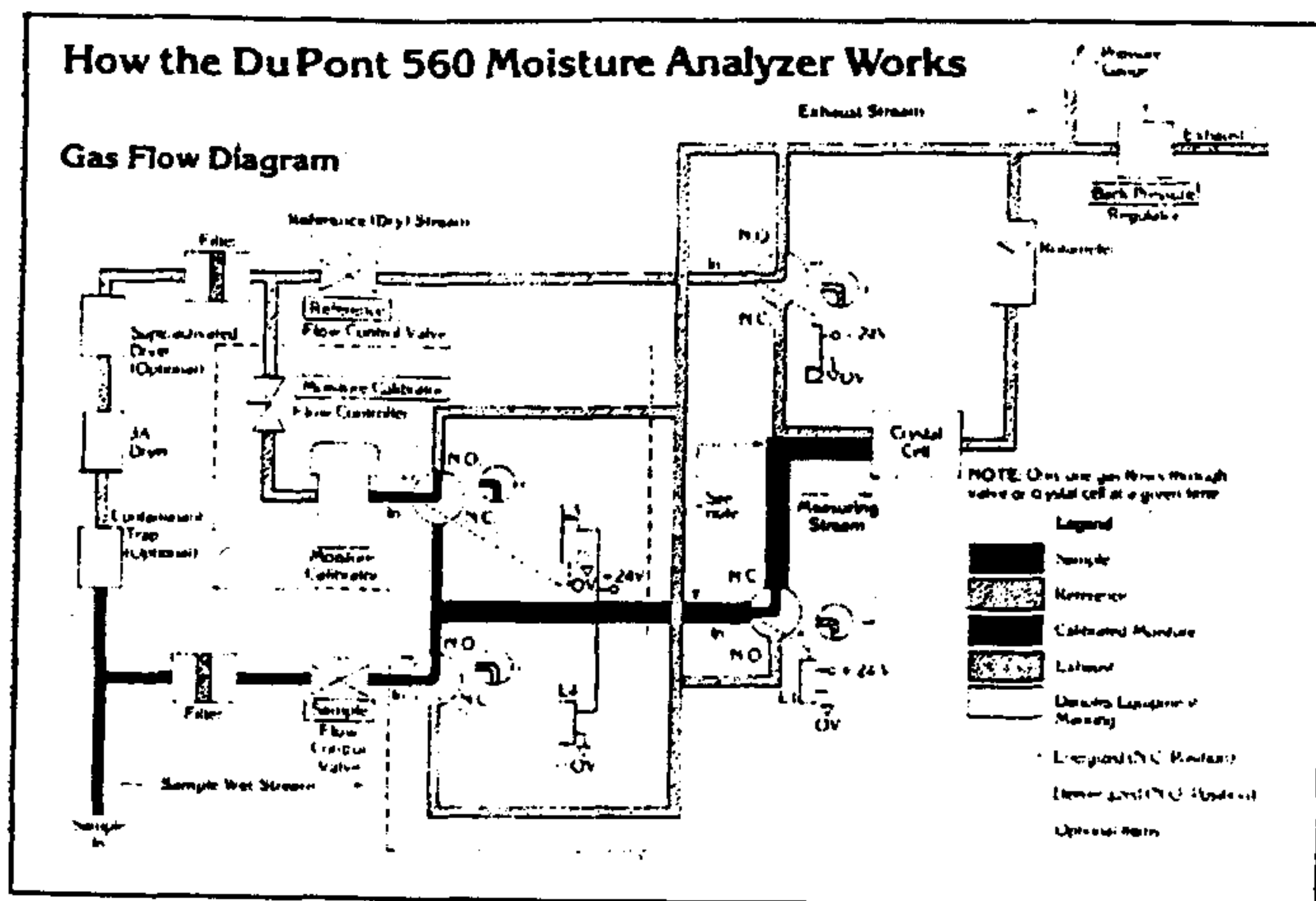
1- Process Analyzer

2- Platforming Unit Recycle Gas Measurement

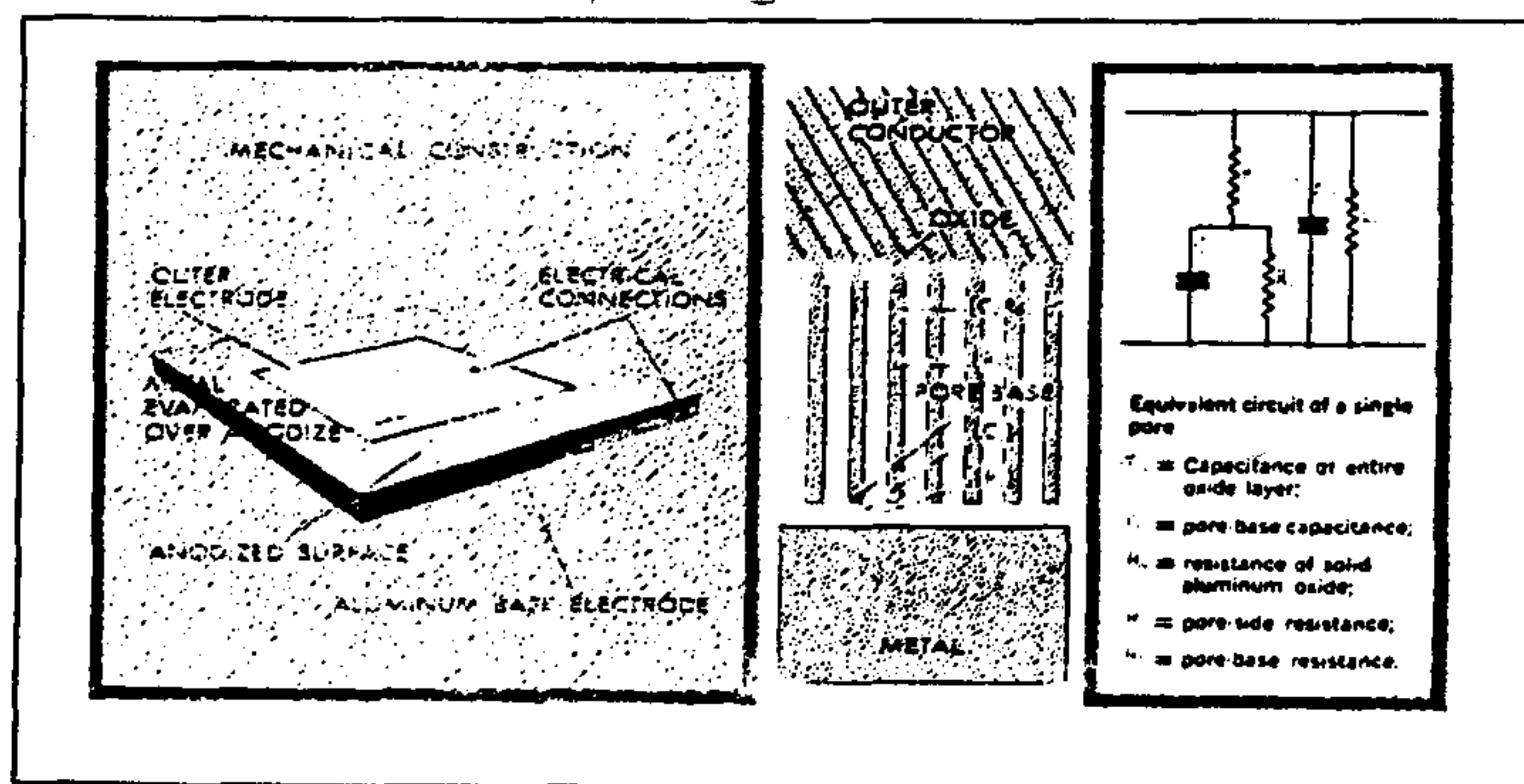
3- Dryer Performance

قرار دارد. رطوبت موجود در جریان نمونه توسط پوشش جاذب کربن فعال جذب شده و جرم آن تغییر میکند و بنابراین فرکانس ارتعاش آن تغییر مییابد. اختلاف فرکانس ارتعاش میان طرف مرطوب کربن فعال و طرف مرجع خشک، به عنوان میزان رطوبت موجود در جریان نمونه بکار گرفته میشود. در آنالیز با نام متردکس^۱ «شکل ۲۲» از یک هیله که دارای روکش نازک اکسید آلومینیم پوشش داده شده توسط ورقه نازک طلا می باشد، بعنوان یک خازن استفاده گردیده است. اکسید بر اساس فشار جزئی آب موجود در نمونه، رطوبت را جذب نموده و ظرفیت خازن، را تغییر خواهد داد. در سرودهای PURG که میزان رطوبت کمتر از 10^{PPM} می باشد، یک تولید کننده رطوبت حباب تعبیه شده است که میتواند جهت کالیبراسیون آنالایز نمونه ای با میزان رطوبت مشخصی - ایجاد کند. در مدل های جدید آنالایزهای DB Pont، تولید کننده های رطوبت در درون آنالیزر استقرار یافته است. برای دستیابی به معیار بر موشق و معتبر در حوزه های پایین PPM ، سیستم های نمونه برداری، نقش تعیین کننده ای دارند. در مرحله اول سیستم لوله کشی نمونه به آنالایز باید از جنس فولاد ضد زنگ باشد. وقتی غلظت رطوبت بسیار اندک گردد در ارتباط با رطوبت موجود در جریان نمونه، معمولاً میزان رطوبت

جذب شده به دیواره‌ها قابل توجه خواهد بود. به صورت تغییرات خلطت در جریان نمونه موجب افت یا رنگ می‌شود که به مت رسیدن دیواره‌ها به دما دل جدید مدت زمان قابل توجهی مورد نیاز است به سیستم لولای می‌سی که دیواره‌های با هموار



شکل ۲۲- آنالایزر رطوبتی Du Pont

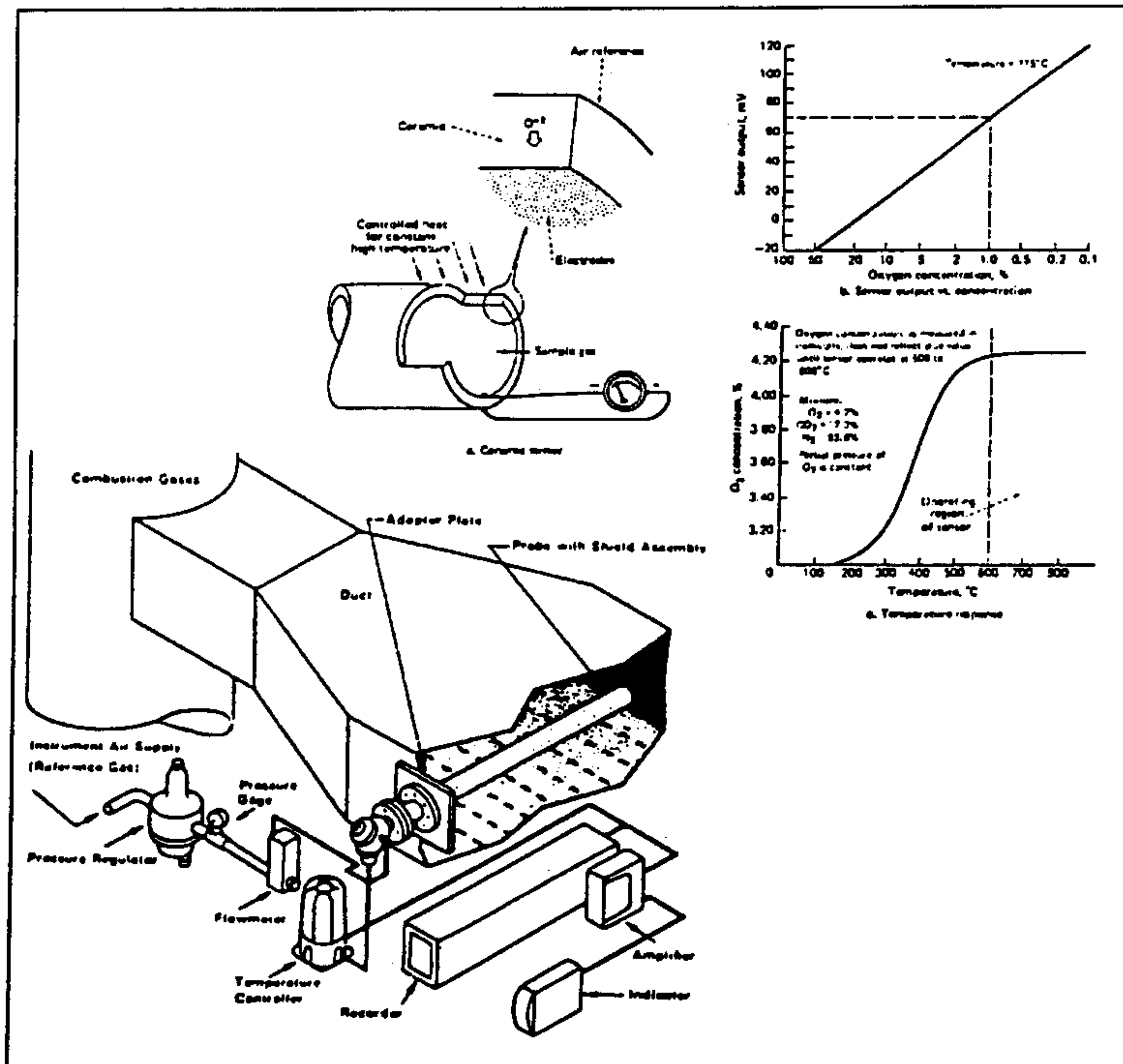


شکل ۲۳- آنالایزر رطوبتی PANAMETRICS

دارد موجب افزایش سطح مؤثر گردیده و در نتیجه جذب سطحی افزایش خواهد یافت. جهت احتیاب از این خطا باید از لوله های فولادی صندزنگ استفاده شود. هم چنین هر اندازه خط نمونه طولانی باشد مساحت سطح بیشتر بوده و به همان صورت روی رسیپانسن اثر تخریبی خواهد داشت. بنابراین خط نمونه باید حتی المقدور کوتاه باشد در ۴۵۰ حداکثر طول مجاز شش یا هیات باشد. علاوه بایستی سرتاسر خط نمونه حرارت داده شود. «۸۲»^۱ با گرمتر نگاه داشتن سیستم لوله بندی نسبت به دمای معمولی، جذب سطحی توسط دیواره ها کاهش یافته و نتیجتاً خلوصیت همراه با جریان نمونه عبور خواهد کرد.

اغلب آنالایزهایی که در جریان نمونه قرار میگیرند بقدری کوچک هستند که حتی حجم مربوط به لوله بندی شش پائی از دیدگاه رسیپانسن، مقدار بزرگی است معمولاً بایستی نمودن. نمونه موجود در اطراف آنالایزر، سرعت نمونه را در مسیر لوله بندی افزایش میدهند. برخی از آنالایزها میتوانند عمل آلایزر در محل انجام دهند بطوری که مستقیماً در جریان عبور نمونه قرار گرفته و بنابراین موجب احتیاب از بروز مشکلات معمولی نمونه برداری میگردد یکی از این چنین آنالایزرهایی، آنالایزر اکسژن مدل وینسینگ فائوسی میباشد «شکل ۲۳» این آلایزر.

منشوری دارد که از سرامیک اکسید زیرکونیم می باشد.



شکل ۲۳ - آنالیز زیرکونیم اکسید اکسیرن «وستینگ هاوس»

این اکسید پلاتین پوشش داده شده است. بعنوان مرجع در یک طرف سرامیک هوای دستگاه بکار گرفته میشود و نمونه گازی شکل در طرف دیگر با آن در-

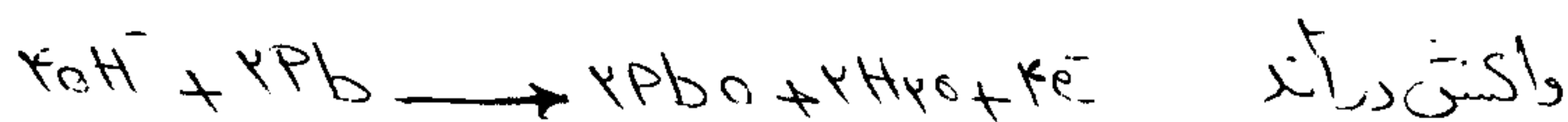
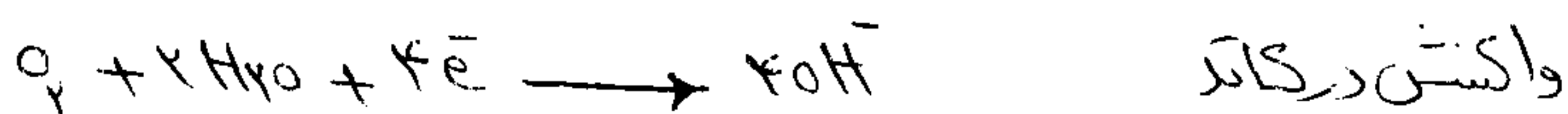
تماس است. در دمای عملی حدود 150°C « ۸۱۵ $^{\circ}\text{C}$ » میان دو طرف سرامیک، بر اساس معادله نرنست^۱، ولتاژی ایجاد می‌گردد:

$$E = (RT/4F) \ln (P_R/P_S) + C$$

در این رابطه R ثابت گازها، T دمای مطلق، F ثابت فاراد، P_R و P_S به ترتیب فشارهای جزئی اکسیژن در گاز مرجع و نمونه آزمایش می‌باشد. دمای عملی نسبتاً بالا این اجازه را می‌دهد که سنسور^۲ مستقیماً در قسمت بالای دودکش جایی که جایجانی نمونه گرم انجام می‌گیرد، قرار داده شود. برای نمونه برداری از قسمت بسیار گرم، زیر منطقه جایجانی، از نی مکش استفاده می‌شود. آنالایزر اکسیژن از جنس زیرکونیم اکسید بسیار معروف است، و توسط گازهای مختلف به بازار عرضه گردیده است. آنالیز گازهای بی اثر موجود در دودکش یکی از عمده ترین موارد کاربردی این گونه آنالایزرها می‌باشد از آنجائی که سنسور در دماهای بسیار بالا کار می‌کند از اینرو موارد قابل احتراق موجود در نمونه سوخته شده و مقدار اندک یا تمام مقدار اکسیژن موجود در نمونه تلف خواهد شد. این مسئله منجر به نتایج نادرست می‌شود.

برای وارسی، احیاء مجدد کاتالیزور در جریان عمل بازیابی، رزتراسیون^۳ « ucp »

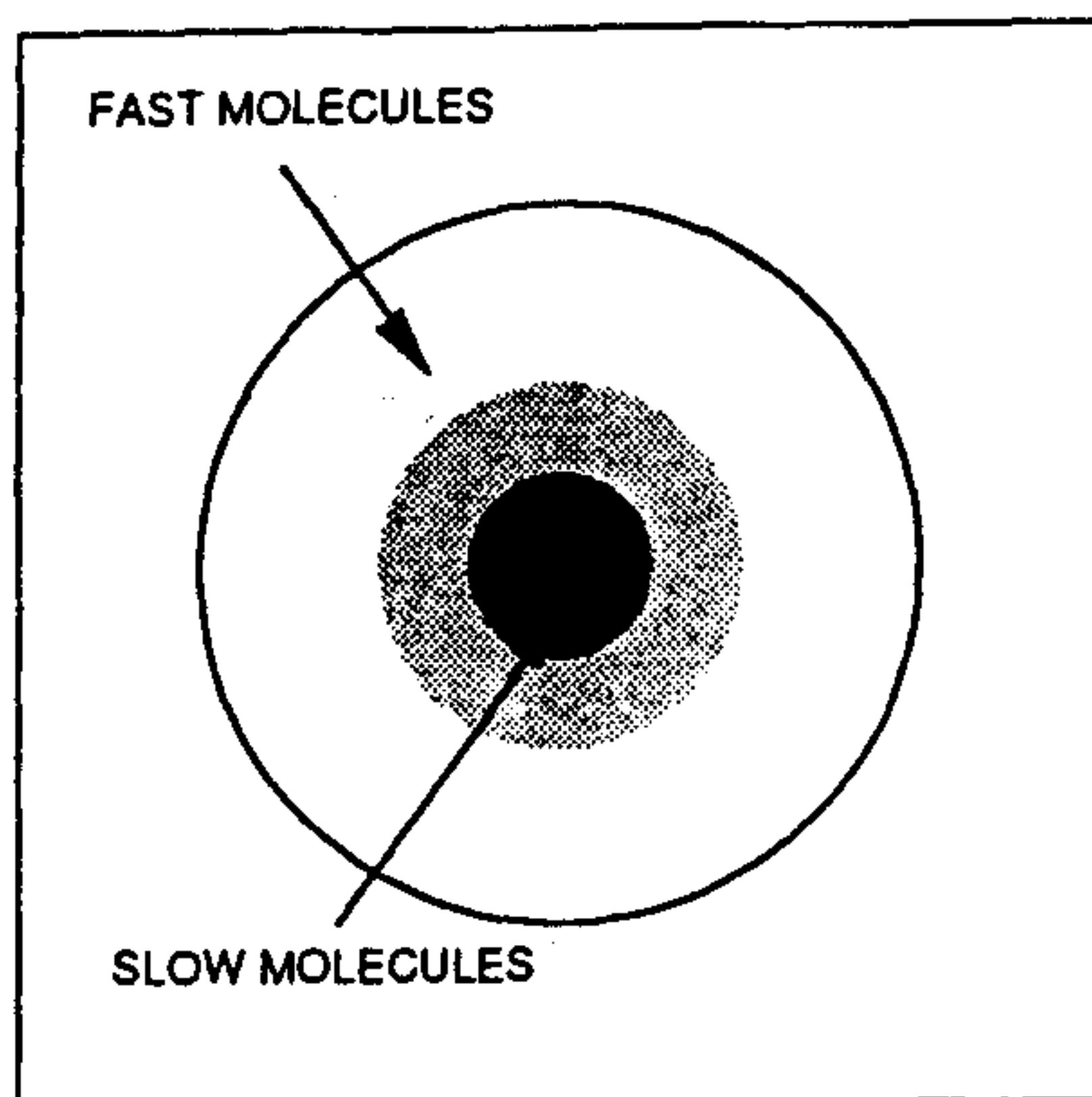
آنالیزهای اکسیژنی قابل حمل تعبیه نموده است. این آنالایزر میتواند یک پلاروگراف^۱ تغییر آنالایزر پلاروگرافیک ساخت کارخانه بکمن^۲ باشد، که جریان حامل از واکنش اکسیداسیون - احیاء را که میان اکسیژن و آنزیمه‌ای در محلول KCl انجام میگیرد، اندازه‌گیری نماید. همچنین میتوان از مدل‌های TMEC^۳ نیز استفاده کرد. مدل - فیول مناسب با غلظت اکسیژن موجود در نمونه مطابق واکنش‌های زیر، دئی جریان الکتریکی ایجاد میکند:



یکی دیگر از آنالایزرهای اکسیژن، آنالایزر پارامگنتیک^۵ هیس میباشد که در واحدهای پلت فورمینگ CCR بکار گرفته میشود. در حال حاضر نوع جدیدی از آنالایزر از جنس اکسید زیرکونیم درست شده است و از نوع استخراجی^۶ میباشد. این آنالایزر مشابه آنالایزر وستینگهاوس میباشد. یکی دیگر از گونه‌های آنالایزر، که به کرات از آن استفاده میشود، و کاربرد آن به ویژه در مورد کمپلکسهای آروماتیک حالت اخفص دارد، کروماتوگرافها

1- Polarograph 2- Beckmann 3- Teledyne Micro-
4- Fuel Cell 5- Hays- Fuel Cell Type
6- Extraction Type

میباشند. مکانیزم عمل کروماتوگراف بر پایه اختلاف سرعت جذب و دفع اجزاء مولکولی مختلف قرار دارد. نام این دستگاهها از عمل کروماتوگرافی کاغذی اخذ شده است. اولین بار کروماتوگرافی کاغذی، برای آنالیز رنگهای متشکل از چندین ماده، بکار گرفته شد و همچنین در جدا سازی اجزاء رنگی مزبور نیز از آن استفاده گردید شکل (۲۴). اساس کار کروماتوگرافها بر مبنای جداسازی اجزاء سازنده یک نمونه مخلوط بر حسب اندازه مولکولها، «الک کردن مولکولی»، قطبیت مواد مزبور، -

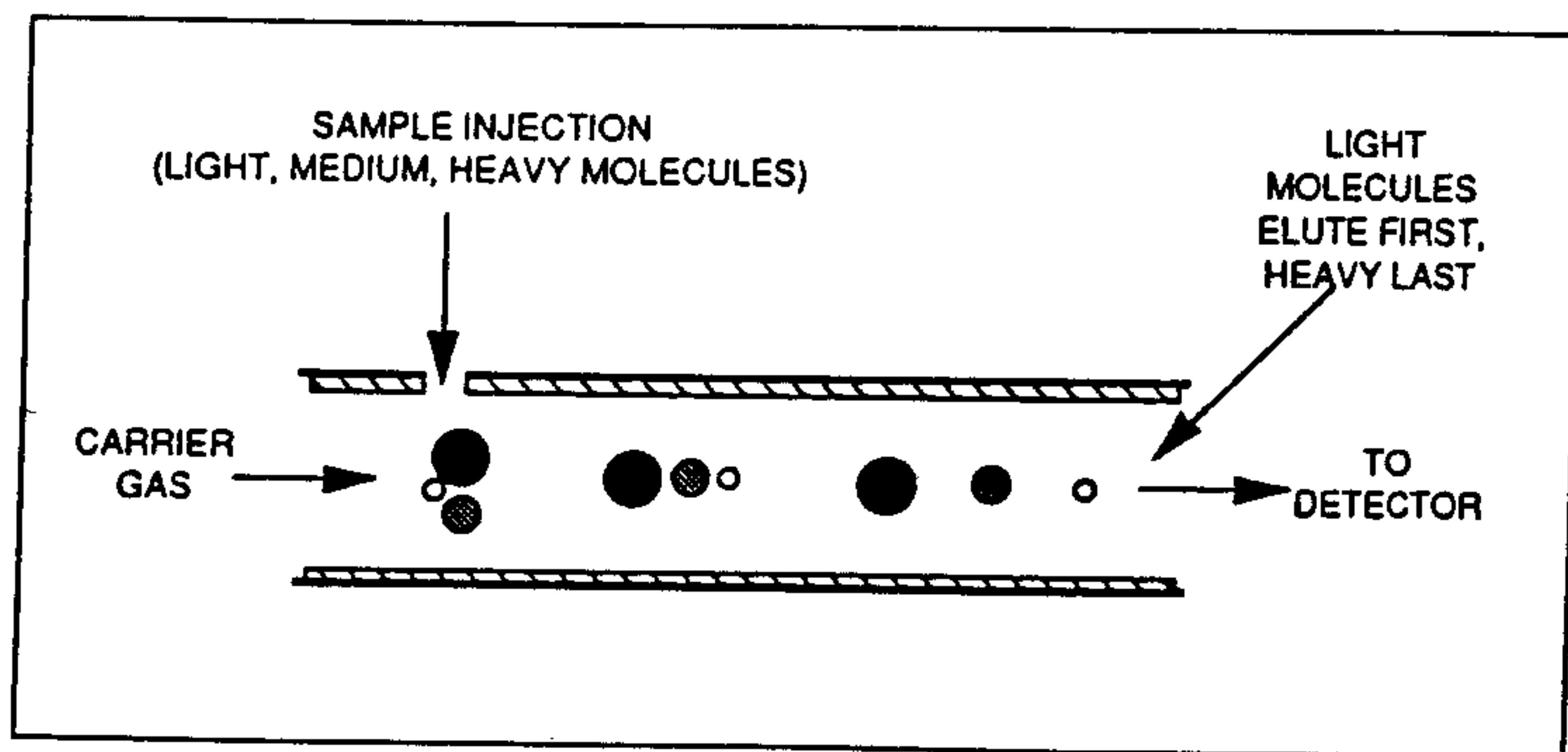


شکل ۲۴- کروماتوگرافی کاغذی

تبادل آمونی - کاتیونی، جذب سطحی و سایر ویژگیهای فیزیکی - شیمیایی بویژه -

میزان حلالیت مختلف مواد در حلالهای مختلف استوار است «توصیحات بیشتر در زمینه کروماتوگرافی و انواع آنکه کاربردهای بسیار گسترده‌ای در صنایع پتروشیمی بعنوان آنالیز دارد، در قسمت ضمیمه آمده است».

شاخه‌ای از کروماتوگرافی که معتبرترین کاربرد را در آنالیز فرایندها پالایش دارد، کروماتوگرافی گاز-مایع است. این دستگاه دارای ستونهای حاوی پرتشدهای میباشند که نمونه جداخل آن تزریق میگردد و توسط گاز حامل «یا فارمترک» به جلورانده میشود «شکل ۲۵». مواد پیرکننده یا مایع پویشانده شده اند که اجزاء مخلوط را جذب و پس بر اساس پدیده تعادل حلالیت، دفع مینمایند.



شکل ۲۵- کروماتوگرافی گاز-مایع^۱

کروماتوگراف میتواند تا مقادیر زیر 1000 PPM مواد مشکله مخلوط را شناسایی

و جداسازی بنماید. منتها برای رسیدن به نتایج ایده آل، بایستی دقت اندازه‌گیری بارها 10^{-4} تنظیم شود. طبیعتاً برای این منظور که بیمار پیچیده می‌باشد، هزینه زیادی لازم است و علاوه بایستی کروماتوگرافها را با دقت بسیار زیاد بکار گرفت. کروماتوگرافهای فرایندر^۱، در واقع امروزه هرگونه آنالایز موحود در فرا-یندر^۱ بایستی با دستگاههای مشابه خود در آزمایشگاهها، مقایسه شود و جابجایی برای آنها منظور گردند. کروماتوگرافی فرایندر^۱، بایستی چنان ساختمان بندی شوند که بتوانند در شرایط حاکم بر فرایندر^۱ عمل نمایند و در کلیت این مفهوم عاید میشود که در مقایسه فرایندر^۱ و آزمایشگاه بایستی از یک دسر^۲ واقعیات چشم پوشی کرد و این بدان معناست که اگر ما غافل از شرایط فرایندر^۱، قیاسی منطقی میان آنالایزهای موحود در آزمایشگاه و فرایندر^۱، در ارزیابی داده‌ها و نتایج برقرار نمائیم در اصل بطور ناخواسته یک سری شرایط خاص متفاوت آنها را زیر پا می‌گذاریم و در این گذرد یک سری دست آوردهای علمی قربانی خواهد شد. عموماً در یک-آزمایشگاه، برای آنالیز ممکن است سی دقیقه و وقت تلف نمایم حال آنکه در شرایط خاص فرایندر^۱ چنان آنالیزی باید حداکثر در مدت زمان ده دقیقه و یا کمتر انجام گیرد، احساس است که به عدم همخوانی شرایط حاکم بر روشیم پی می‌بریم. یکی از عمده-

مسائل موجود در فرایند قرار گرفتن آنالیزها در مسیر جریان سیال و اندازه‌گیری آن می‌باشد و در اینگونه موارد، آنچه‌که ذکر آن قبلاً رفت، مایشی و از دقت داده‌ها بدست آمده به محدود پذیری آنها احتیاج داریم. ناگفته نماند که اگر شرایط خط - فرایند شرایط پایدار و در حالت تعادل فرض شود، میتوان داده‌های حاصل از آزمایشگاه و فرایند را بهم مرتبط نمود و هر اندازه این ارتباط و وابستگی مستقیم باشد و یا عبارت مسترمانت و محدود پذیر گردد، دقیقاً میتوان شرایط آزمایشگاهی را به شرایط آنالیز موجود در فرایند، که با همان دقت و حساسیت عمل می‌کند، انتقال داد.

آنالیز نباتی چنان جایگذاری شود که نمونه‌های آزمایشی روئین و معمولی را جهت آنالیز انتخاب کند بلکه از هر نمونه خاص با انجام آنالیزهای لازم در خلال چند دقیقه، نشان دهد که آیا سیستم عملی فرایند شرایط درست خود قرار گرفته است و یا برعکس آن صادق می‌باشد. در آزمایشگاه این چنین مشکلی وجود ندارد و میتوان برای آنالیز یک نمونه ساعتها وقت صرف نمود. از تلفیق این داده‌ها با داده‌های حاصل از فرایند میتوان کیفیت فراورده‌های تولیدی را به بهترین حد ممکن اکتزایش داد. در صورت عدم تسلیم آنالیز فرایند فراورده‌های تولیدی ممکن است به

صورت احوال و با مرعوب دستاوری شوند. این عمل نشانه عدم هماهنگی دو سیستم آزمایشگاهی و فرایند بوده و لزوم تعدیل شرایط آنالیز فرایند را به ما یادآوری مینماید.

سایر گونه‌های آنالیز که در فرایند بکار برده میشوند، هیدروژن - آنالیز - رها هستند که در برخی مواقع جهت گازگرفتن از آن استفاده میشود در این حالت آنالیز مزبور قابلیت هدایت حرارتی نمونه گازی را با گاز مرجع مقایسه میکند. آنالیزهای منواکسید کربن و دی اکسید کربن، برای آنالیز Fcc گازهای سوختی بکار گرفته میشوند. در این آنالیزها جذب نور زیر قرمز توسط نمونه آزمایش، با جذب نور مزبور توسط گاز مرجع مورد مقایسه و ارزیابی قرار میگیرد. جهت اندازه گیری آلودگی گازهای موجود در دودکش از آنالیزهای SO_x و NO_x استفاده میشود. اساس کار این آنالیزها بر پایه پدیده‌های کم لومینسانس «یا لومینسانس شیمیایی» استوار است. هر صورت آنالیزهای نقطه جوش، SH_p و PH و هدایت سخن نیز وجود دارند که بر اساس شرایط خاص سیستمهای مختلف میتوان از آنها استفاده کرد.

تقریباً تمام آنالیزهای ذکر شده در بالا چه از دیدگاه قیمت اولیه و نیز هزینه‌های

نگهداری بسیار گران میباشند. آلاییزه‌هایی که از روشهای تسمیایی غیر خشک استفاده میکنند، به نگهداری و مراقبت شدیدی نیازمند هستند.

بحث بیشتر در مورد آلاییزه‌ها که از حوصله این نوشتار خارج است، در کتاب - مردومه مندرج میباشد.

« شیرهای کنترل یا کنترل - ولوها »

آخرین عضو و جزء کنترل که در صنایع فرایند بکار میرود، کنترل ولو است. در برخی مواقع، سیگنال خروجی کنترلر را میتوان برای تنظیم حرکت میله سرعت یک توربین کمپرسور بکار گرفت. مدتهای مدید در مورد موتورهای - الکتریکی با سرعت متغیر، ملاحظات انرژی یک حد نظر قرار گرفت که در این گونه موارد فقط زمانی از ولو بعنوان دیال کنترل ولو استفاده میشود که بتواند مقداری از انرژی را از محیط دور کند. ولی در حال حاضر، با طریقات مسائل اقتصادی عموماً در شیر کنترل مفهوم اعم کلمه استفاده میشود.

متداولترین گونه شیر کنترل، SSGTV^۱ یا محرک دیافراگم فنری نیرو ماتیک^۲ « شکل ۲۶ » میباشد. شیرهای کروی یکی از قدیمیترین طرحها و مدلها میباشد.

1 - Sliding - Stem Globe Type Valve

2 - Pneumatic Spring - Diaphragm Actuator

علت این نامگذاری این است که جریانهای اخیر بویژه در قیمت اصلی بدنه شکل -
 گروی میباشند. شیرهای گروی بدو صورت، یک نشستی و دو نشستی ساخته شده اند.
 نظریه متداول بودن و جهانی شدن کاربرد این گونه جریانها، در اغلب واحدهای فرایند
 UOP نیز از آنها استفاده میگردد.

در شیر کنترل استاندارد UOP، که در آنها یک توپی متصل بالهرم، در
 درون فضای استوانه ای شکل حرکت میکند، برای اینکه توپی موجود، در مسیر
 جایگاه مناسبی قرار گیرد، لازم است فاصله^۲ میان GS^۳ توپی و نشسته، اندک باشد.
 کلیتاً نشستی بسیار اندک توام با قرارگیری مستقیم GS در جریان میا، منجر به بروز
 مشکلاتی نظیر چسبندگی و کنترل ضعیف میگردد. اختلاف اسطاح حاصل از تغییرات
 دما و باقی مانده گرد و غبار موجب چسبیده شدن و گیر کردن GS میشود. دور -
 نگهداشتن GS از سطح کنترل جریان و جریان میاله باعث از بین رفتن مشکلات مزبور
 میگردد. در اوایل سال ۱۹۷۰، کارخانه های سازنده شیر کنترل «مخصوصاً کنترل -
 لهای فیشر»، مدل های جدید شیر قفسه^۴ «شکل ۲۷» را تحت بررسی، ساخت و عرضه قرار -
 دارند. در این مدل ها از قفسه^۴ که توپی در آن قرار گرفته استفاده شده است. این مدل ها -
 چنان طراحی شده اند که میتوان آنها را با سرعت پیاده نمود «بار بسته کرد» ولی در حال ها

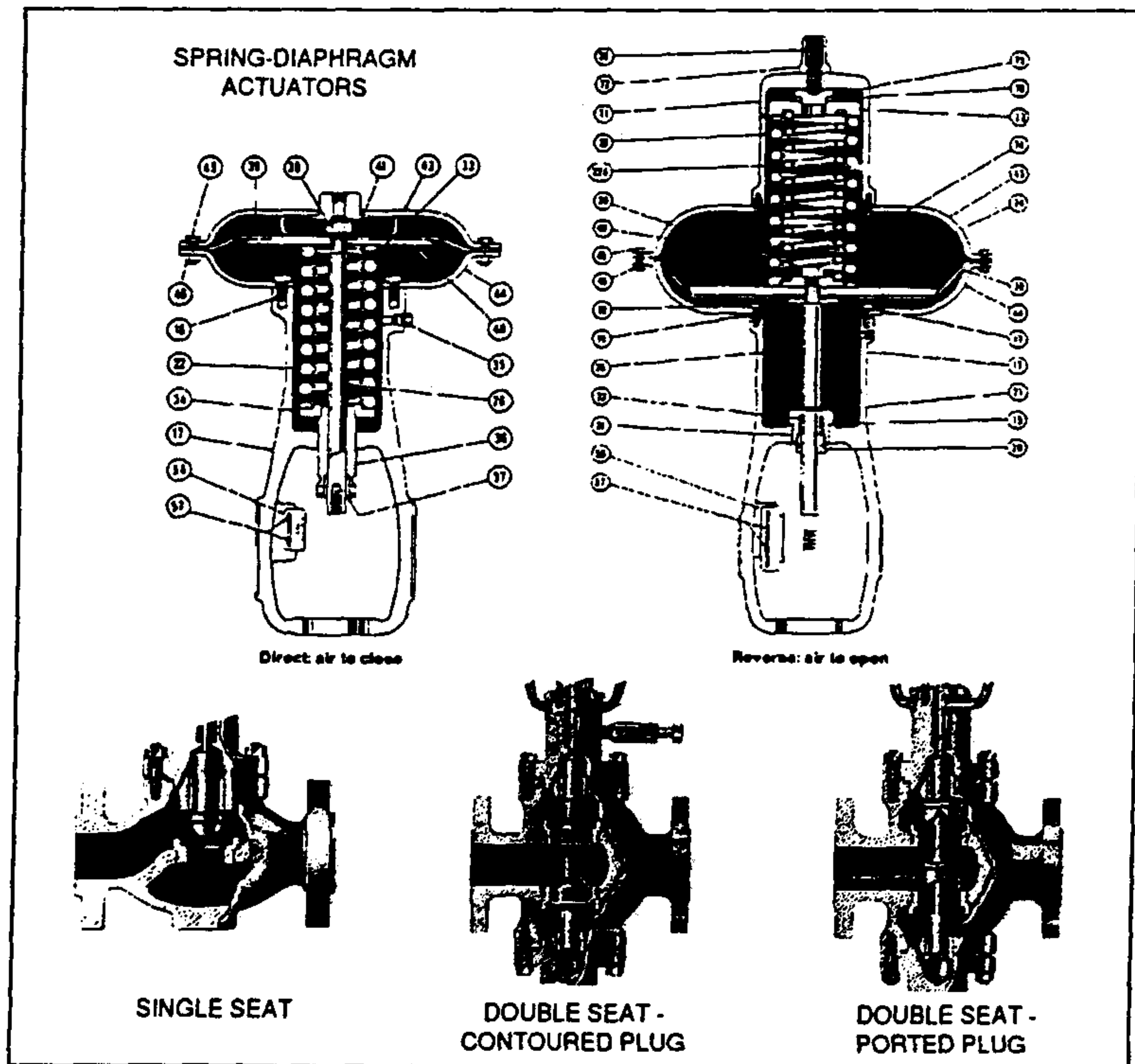
1 - Single and Double Seat

2 - Clearance * این واژه در مهندسی به معنی فاصله است

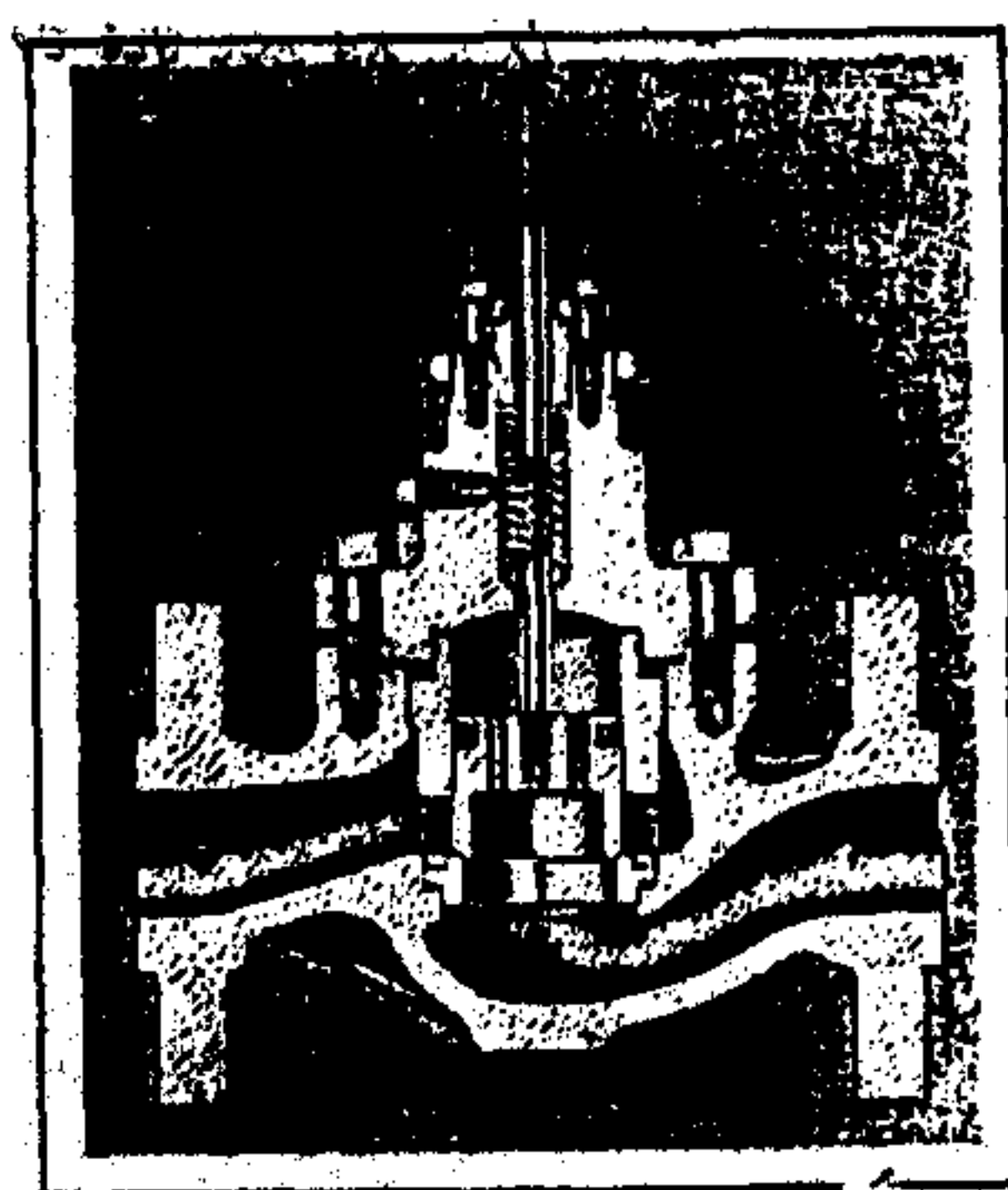
3 - Guiding Surface

4 - Cage Valve

مشکلات مدل‌های سابق در این مدل‌ها نیز وجود دارد.



شکل ۲۶ - شیر کنترل مدل آکروی

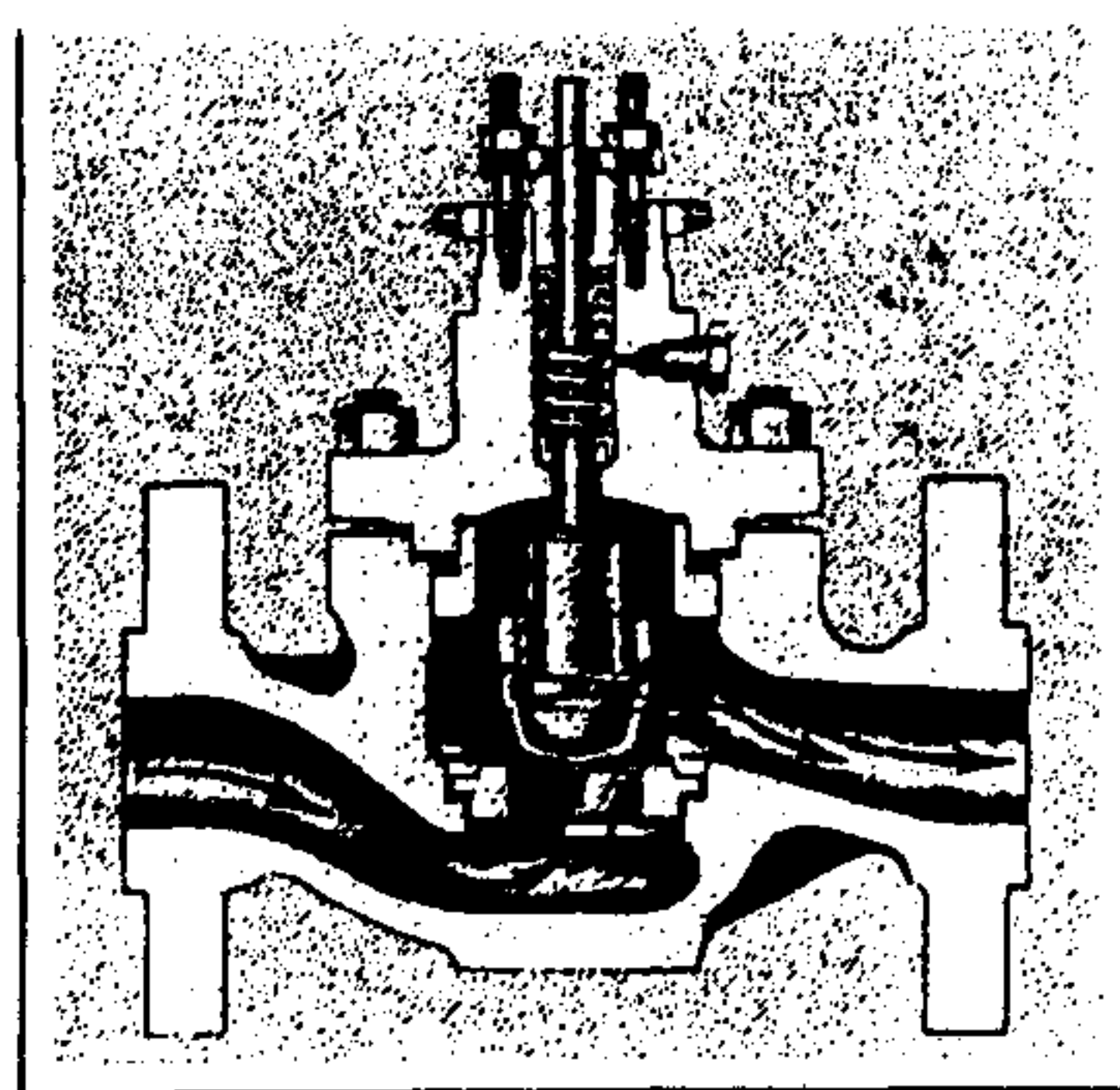


شکل ۲۷- ولو توبی از مدل قفسه‌ای

زمانیکه نوین حاصل از شیر کنترل مسئله ساز نباشد، طراحی آن برحسب امتیازاتی خواهد داشت. اغلب مدلهای نوین - شیر کنترل، واحد فضای خالی، یا قفسه^ی است که اجازه میدهد که مایع از طریق گذرگاهها جریان یافته، در دیواره‌ها، و مایعی که از طرف مقابل میاید، تصادم پیدا کند. در این حالت انرژی در خود مایع، نه در سطوح ولو، مستهلک میگردد و لذا سایشی در حیندگی کاهش مییابد و نتیجتاً میزان نوین کاهش پیدا میکند. در مدلهای قفسه‌ای^ی امر مصداق کامل دارد ولی از آنجائی که گذرگاهها باستی بسیار کوچک و شکل بیخ در میچ باشد تا حد اکثر مقدار کاهش نوین، عاید شود، از اینرو اینگونه ولوها باید در مورد مایعات کاملاً تمیز مورد کاربرد قرار گیرند ۵۵۲

ترجیح می‌دهد که از پلست‌های کارتریج‌های کم دانه استفاده نماید تا حتی شیر از موارد شیرهای قفسه به نونرهای سیار اندکی دست یابد.

زمانیکه برای پروژه‌های گوناگون، طرح‌های شیر قفسه‌ای^۱ متطور می‌شود، باستی مورد مورد آزمایشات لازم را در زمینه ارزیابی و برآورد امکان پیدایش اشکال - حاصل از دما و گرد و غبار انجام داد. فشردن شیر با طرح قفسه عرضه نموده است که همانند سیستم کروی می‌باشد. این مدل که به مدل - EZ معروف است، شکل ۲۸،^۲، نه‌تواند استانداردهای مورد نظر UOP را پوشش دهد، زیرا عمل هدایت کردن آن اندازه کافی سنگین نیست. معیاد مشتریان UOP آنها را با موفقیت کامل در HF - آلکیلایس^۳ بکار گرفته اند.



شکل ۲۸ - شیرهای کروی مدل EZ فشر

شیرهای مدل فسه^۱ فقط بصورت تک نشستی به بازار عرضه شده اند. همین ترتیب شیرهای بسیار ظریف کوچکتر از ۳۱۴ اینچ فقط بصورت مدل تک نشستی ساخته شده اند. اینگونه شیرها برای مواردی که به قطع کامل نیازمند هستند بکار گرفته میشوند چرا که بستن همزمان در مدل های دونشستی مشکل است. اگر چه برای کاهش دادن نشت در مدل های دونشستی معمولاً جایگاه مزنور را میپوشانند ولی تغییر دما، تفاوت انبساط هیدرولیک و تریم^۱، موجب کاهش نیروی نشت روی یک قسمت یا قسمت دیگر خواهد گردید و بنابراین شیر مجدداً نشت خواهد داشت.

مزیت عمده شیر دونشستی در این نیست که اندازه محرک میتواند کوچک انتخاب گردد. شیرهای دونشستی چنان کارگذاری میشوند که جریان بتواند عبور و جایگاه وارد شود و از طریق باز کردن قسمت بالائی از آن خارج شده و با بستن قسمت پایینی، بطرف پائین جریان یابد. نیروهای غیر بالایی حاصل از امت فشار در سطح توپی، در این شرایط نبسته^۲ کوچک خواهد بود. البته نیروهای مزنور بطور کامل یکدیگر را حذف نمیکند زیرا باید یکی از قسمت ها به اندازه کافی بزرگ باشد که به توپی دیگر امکان عبور بدهد. هم چنین از آنجائی که جهت جریان را مزنور^۳

تویی ها مخالف هم است، لذا نیروهای هیدرونیامیک نیز بطور کامل هم دیگر را حذف نمیکند. ولی نتیجه معانی اینست که اندازه محرک میتواند کوچکتر انتخاب شود.

استانداردهای uop نیازمند یک محرک بافتزی، هستند که دو برابر میزان تراست^۱ لازم باشد و این میزان^۲ اچنان است که وقتی شیر باز است، افت فشار در همان مقدار است که مشخص گردیده و زمانی که شیر بسته باشد، افت فشار مساوی با تمام فشار جریان بالایی میباشد. محرکی مناسب با psi ۳-۱۵ یا مضرب صحیحی از psi ۳-۱۵، میتواند بهترین انتخاب برای استانداردهای uop باشد. احتمال بسیار اندکی دارد که در غالب شیرها، تحت اثر فشار کل جریان بالا «جریان» مخالف، عمل بسته شدن، انجام گیرد ولی اندازه خوردن محرک موجب تراستی در شرایط نرمال میشود که در مقایسه با نیروهای نامتوازن تویی، بزرگتر میباشد. در این صورت چه در شرایط نرمال یا در مواقعی که مقدار جریان در حال عبور کاهش یابد، شیر مزدبوره بهترین وجه ممکنه کار خود را انجام خواهد داد.

حوزه psi ۳-۱۵ که برای فنر انتخاب شده، حوزه تقطیم^۲ کارگاه^۲ است. عبارت دیگر حوزه ای است که در کارگاه بدان صورت کالیبره شده است.

بایستی خاطر نشان کرد که وقتی شیرکار گذاشته شد و شروع بکار کرد، برعکس حالت انزوله که اختلاف فشار صفر بود، میزان آن صفر نخواهد بود. برخی از کارخانه‌های سازنده، بعضاً حوزه‌های غیراستانداردی نظیر ۱۵-۷ یا ۱۳-۶ را بکار می‌گیرند تا با محرک کوتاه، تراست بسته بسته کافی ایجاد شود. البته عموماً هدف از نشستی‌ها^۱ غیراستاندارد، دسآوری حوزه ۱۵-۳ در شرایط عمل می‌باشد. هر صورت اگر اختلاف فشار واقع تفاوت بسیاری با آنچه که در طراحی شیر منظور شده داشته باشد، حوزه حرکت «میده»^۲ شیر کاملاً معایربا - ۱۵-۳ PSI بوده و حتی احتمال دارد که محرک نتواند بطور کامل شیر را باز بسته نماید. از آنجائی که این واقعیت برای اوپراتور مناسب است که حرکت شیر بر اساس ۱۰۰-۰٪ سیگنال ورودی برابر ۱۰۰-۰٪ باشد، یعنی ارتباط آنها بطور مستدلی تنگاتنگ گردد ولی هر حال از دیدگاه علمی این حالت، موردی بنیادی و بحرانی نیست. موقعیت شیر را میتوان بعنوان یک متغیر «وابسته»^۳ در نظر گرفت. درحالت کار و عملکرد نرمال، موقعیت شیر چنان تنظیم میشود که بتوان جریان فشار و یا سایر متغیرهای فرایند را در مقادیر لازم کنترل نمود. برای کنترل مسئله‌ای نیست که ۶۰٪ کل حوزه خروجی برای باز نمودن ۵۰ درصد ولو لازم باشد و مجدداً -

تأکید میشود که تجدید پذیری داده‌های شیرین اهمیت را دارا است.
 داشتن این نکته نیز از اهمیت خاصی برخوردار است که وقتی مدار کار می‌کند
 چگونه ورودی کنترل دقیقاً شیر را باز می‌نماید. معضلاتی اگر نقطه باز شدن
 در شرایط خاصی از عمل دچار مورد باشد، تغییر شرایط موجب تغییر نقطه مورد
 خواهد شد، بنابراین از این که حرکت شیر با سیگنال ورودی مطابقت و
 هماهنگی دارد، بکارگیری «پوزیشنر»^۱ می‌باشد.

برای مدارهای کنترل جریان که قیمت اعظم کاربردهای کنترل را در بر می‌گیرد
 کاربرد پوزیشنر توصیه نمی‌شود. رسانش یک شیر حلقه، مخصوصاً با ترانسستور
 الکتریکی بسیار سریع است. رسانش پوزیشنر نیز بسیار سریع می‌باشد اگر دو-
 پاسخ کاملاً مشابه یکدیگر باشند، تحت شرایط خاصی می‌توانند مددیگر را تقویت
 کنند و نهایتاً موجب پایدار شدن حلقه گردند.

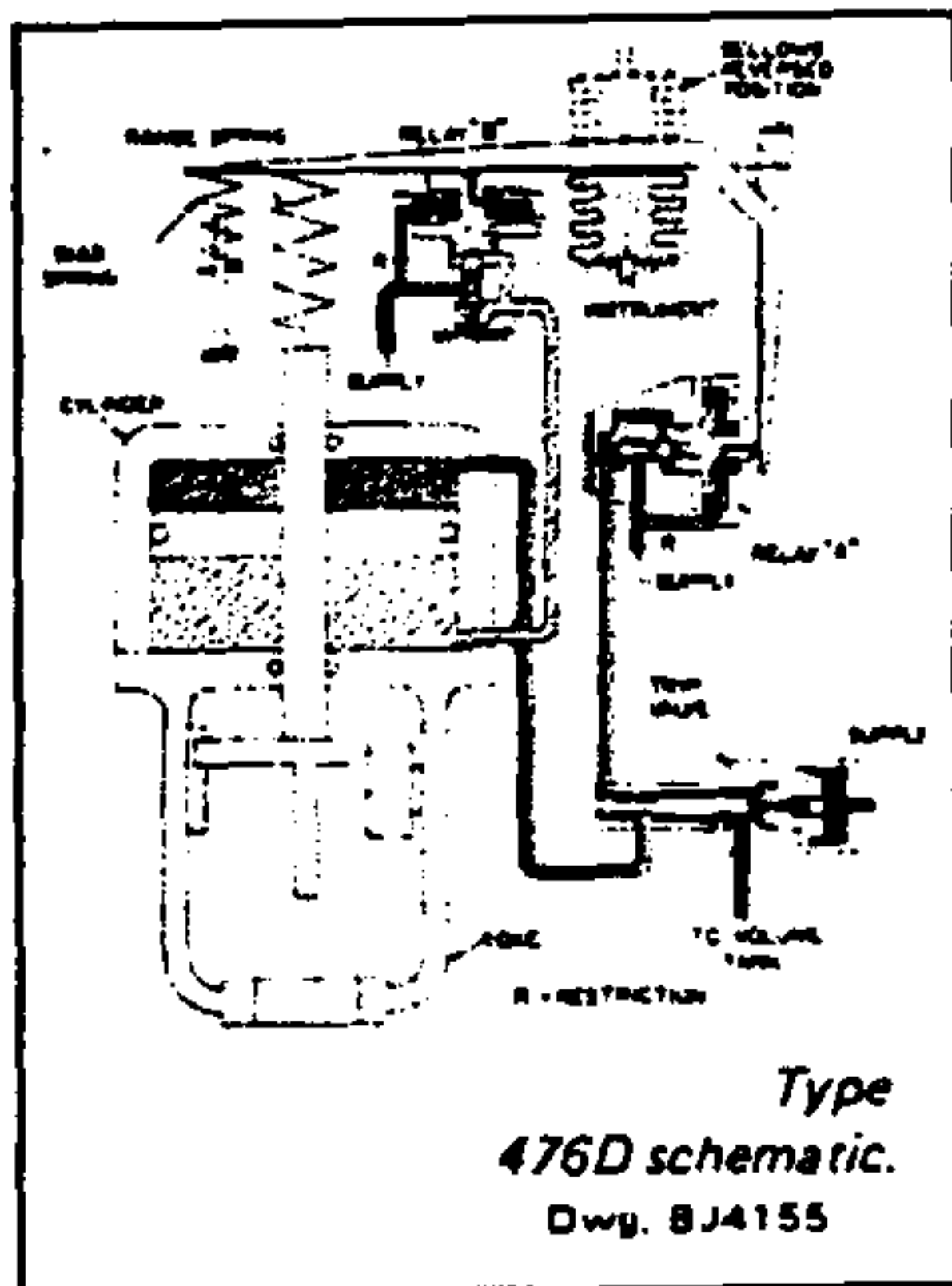
هر صورت برخی از پوزیشنرها می‌توان در شیرها بکار گرفت. محر-
 کهای پیستون که برای حصول تراست‌های بسیار بالا بکار گرفته می‌شوند، باعث
 فقدان فشار دهنده برعکس، باید پوزیشنر داشته باشند. بجای فتردا این مورد از فشار
 بار وای تنظیم شده، در قیمت زیر پیستون استفاده می‌گردد. زمانی که فشار خروجی-

پوزیشنر کمتر از فشار لودینگ باشد، پیستون بطرف پائین حرکت خواهد کرد. هنگام یکسان بودن فشارها، پیستون حرکت نخواهد نمود. در این مورد نیروهای نامتوازن - متغیر نشده و از آنجا صرف نظر شده است.

مزیت تراس است محرک پیستون از دو منبع سرچشمه میگیرد. ساختار دقت پیستون امکان بکارگیری فشارهای زیاد هوا را فراهم مینماید. درم آنیکه فشار لودینگ بصورت متغیر میباشد موقعی که پیستون بطرف پائین حرکت میکند و هوای لودینگ را متراکم مینماید، رگولاتور لودینگ، برای کنترل فشار مقادیر - اضافی آنرا خارج مینماید. بنابراین نیروی مخالف مناسب با حرکت «میل» افزایش نمیباید «در حالیکه در اثر قدرت یا فراکم محرک این افزایش صورت - میگرفت» و لذا تراسی که جهت فشردن متراکید بکار گرفته شود «و برای خش کردن نیروهای نامتوازن توپی لازم است»، قابل حصول میباشد.

توضیحات بالا در مورد محرکهای ماسونیلان^۱ «آنین»^۲ دوموتوردیگر - گرفته میشود. در محرکهای فنشر «شکل ۲۹» از پوزیشنر دو انتهای استفاده شده است که بطور همزمان فشار را در یک طرف پیستون افزایش داده و در طرف

1- Masoneilan (Annin) Domotor Actuators



TYPE 476D — A schematic of the Type 476D is shown.

With the addition of the trip valve, the loading pressure from relay "A" to the cylinder above the piston flows through the trip valve. As long as the supply pressure is normal, the trip valve allows normal automatic operation. When the supply pressure falls below 60% or 75% of the maximum supply pressure, the force of the volume tank pressure acting on the trip valve piston overcomes the force of the reduced supply pressure acting on the other side of the piston. The trip valve inner valve is forced to the right, shutting off the relay output and allowing the volume tank pressure to flow to the top side of the cylinder. The piston is forced to the bottom of its stroke and remains there until the supply pressure is restored.

When the supply pressure is first introduced into the trip valve, a small check valve in the piston opens and allows supply pressure to flow into the volume tank until the volume tank pressure is approximately equal to the supply pressure. The check valve closes when the volume tank is pressurized.

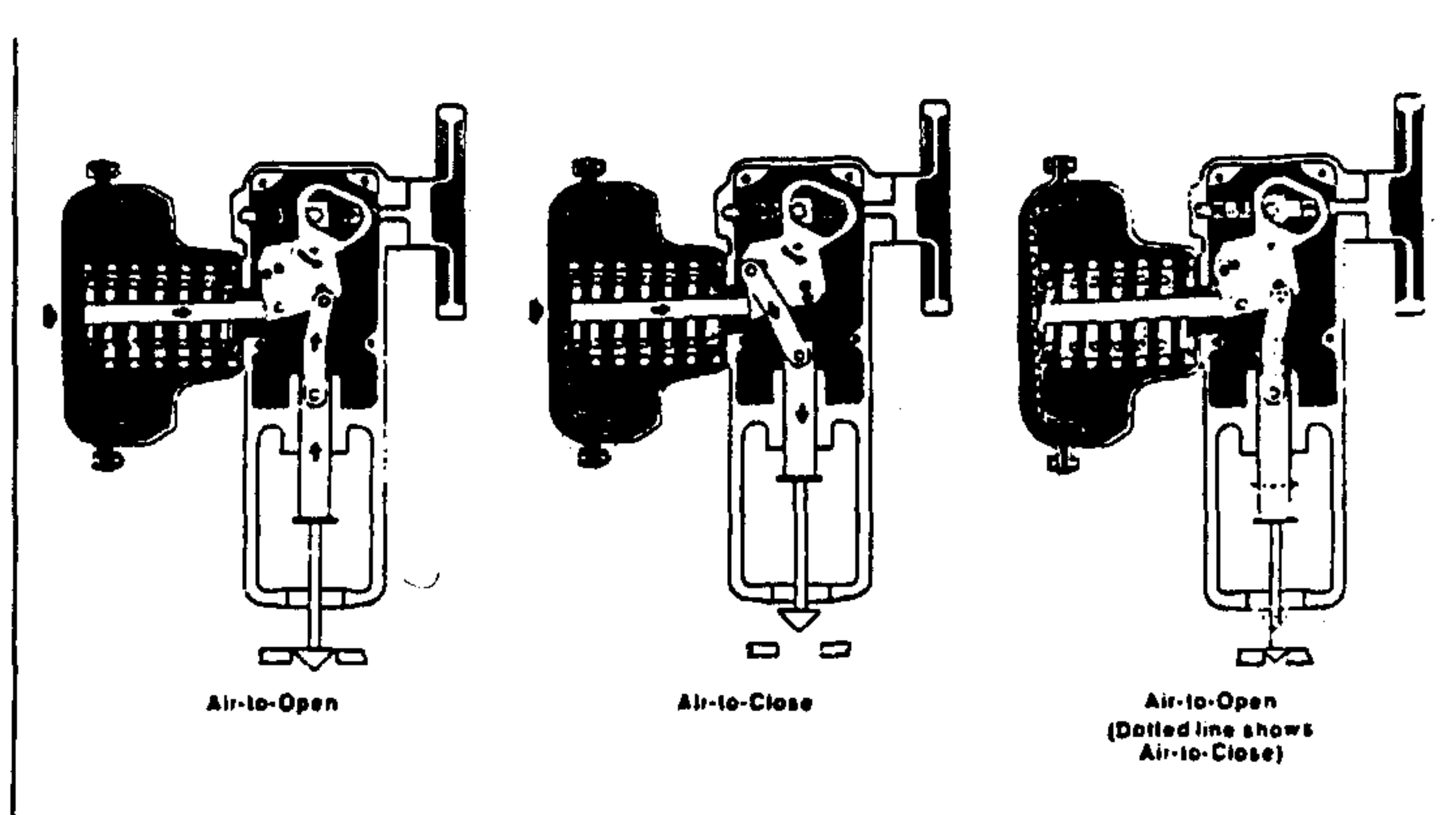
دیگر کاهش میدهد. پوزیشنهای دیگر گرفته شده با محرکهای سیستمی طرحهای خاص دارند و بجای آنها نمیتوان از پوزیشنهای استاندارد که با محرکهای فنری ریا فراگم بکار میروند استفاده کرد.

در این خصوص دسته دیگری از محرکها را باید ذکر نمود. ماسونیلان برای گلوب - ولوها طرح خاصی از یک محرک ارائه نمود است که محرک "ΣF" نام دارد «شکل ۳». در این محرک از فنر و ریا فراگم افق استفاده شده است که با کاربرد اتصالات امری رگم، حرکت افق به یک تراست عمود تبدیل میشود. انتقال حرکت افق بحالت عمودی کاملاً خطی است و در نتیجه شیر دارای یک سری خصوصیات غیر استاندارد -

میباشد «درصورتی که خصوصیات توضیح داده شده است»

شکل ۲۹ - محرک سیستمی نیمه اتوماتیک

«مدل فشر»



شکل ۳- محرک ΣF ماسونیلان

به عوض ارائه طرح‌های توپی که منجر به مشکلات موردتطرق گردد، ماسونیلان ابتدا مدل ساده‌ای از توپی را با اتصالات گم خاصی در پوزیشن‌های کاربرد بیان کرد. این برای رسیدن به شرایط موردتطرق در حلقه‌های کنترل جریان، از پوزیشن‌های استفاده شد. ولی در حال حاضر برای این سری ولوها، توپی‌های خاصی عرضه کرده است. با وجود این بایستی ناگفته ماند که اگر اهرم اتصال گم یا مشخصات خاصی جهت دستیابی به شرایط معینی، از طرف کارخانه سازنده عرضه نشود این مزیت را خواهد داشت که قبل از خرید، کلیه مشکلات محتمل، توسط کارخانه مزبور برطرف گردد تا شرایط مورد

نظر جناب آقای مهندس

71000 Series

Critical Flow Factor - C_v

Trim Size	Flow to Close	Flow to Open
Full Area	.48	.90
S Factor	55	95



300-1500 lb. ANSI (flow to close)

Nominal Trim Size	Full Area	1	1 1/2	2	3	4	5	6	8	10
S Factor	1	1 1/2	2	3	4	5	6	8	10	
Orifice Dia. (in.)	.500	.750	.812	1.125	1.662	2.067	2.350	2.375	3.157	4.750

Valve Size (in.)	Reduced Trim	Full Capacity Trim								
1"	11	25								
1 1/2"			29	57						
2"				57	110					
3"						128		254		
4"							228		450	
6"										510 1000

*300-600 lb. ANSI only

Refer to Bulletin 348E

300-1500 lb. ANSI (flow to open)

Nominal Trim Size	Full Area	1	1 1/2	2	3	4	5	6	8	10
S Factor	1	1 1/2	2	3	4	5	6	8	10	
Orifice Dia. (in.)	.500	.750	.812	1.125	1.662	2.067	2.350	2.375	3.157	4.750

Valve Size (in.)	Reduced Trim	Full Capacity Trim								
1"	6.3	13.5								
1 1/2"			17	30						
2"				33	60					
3"						74		135		
4"							132		240	
6"										295 540

*300-600 lb. ANSI only

Refer to Bulletin 348E

Flow Coefficient - C_vCritical Flow Factor - C_f

شکل ۳۱- شیرها زاویه/اسری ۷۱۰۰۰ ماسویلا

علاوه بر مدل‌های یک - و دو - نشستی، مدل دیگری از شیرهای کنونی، مدل AV -
 "شیر زاویه‌ای"^۱، می‌باشد. شکل ۳۱، در واحدهای FCC در سرویس خمیره‌ای و
 همچنین در واحدهای تقطیر در خلا، در ته‌ستون خلا، از شیرهای زاویه‌ای استفاده
 شده است. اینگونه شیرها معمولاً^۲ می‌مانند و زرات کاتالیت یا کک هنگام
 عبور از آن موجب گرفتگی یا کثیف شدن آن نمی‌گردند در حالیکه در مدل‌های
 طرح گلوب استاندارد، این مشکل همیشه وجود دارد.

نوع دیگری از شیرها، شیر سه‌راهی^۳ است که شکل ۳۲ نشان داده -
 شده است که عمدتاً برای کنترل جریان مبدل‌های حرارتی بکار می‌روند. در
 سرویس‌های انشعابی^۳ که یک جریان وارد شیر شده و دو جریان از آن خارج می‌شود
 از این شیرهای زاویه‌ای استفاده می‌گردد. هم چنین در سیستم‌های ترکیبی که دو جریان
 ورودی و یک جریان خروجی وجود دارد، از اینگونه شیرها استفاده می‌شود. در این
 دو حالت می‌توان از دو شیر جداگانه استفاده کرد آن چنانچه هنگام باز شدن
 یکی، شیر دیگری بسته شود. اشکال عمده در بکارگیری دو شیر جداگانه در
 اینست که اگر دو ولو بطور همزمان بسته شوند، اختلالی شدید در سیستم ایجاد -
 می‌شود و لذا برای پیشگیری از این امر کاربرد اجباری شیر دیگری بعنوان شیر -

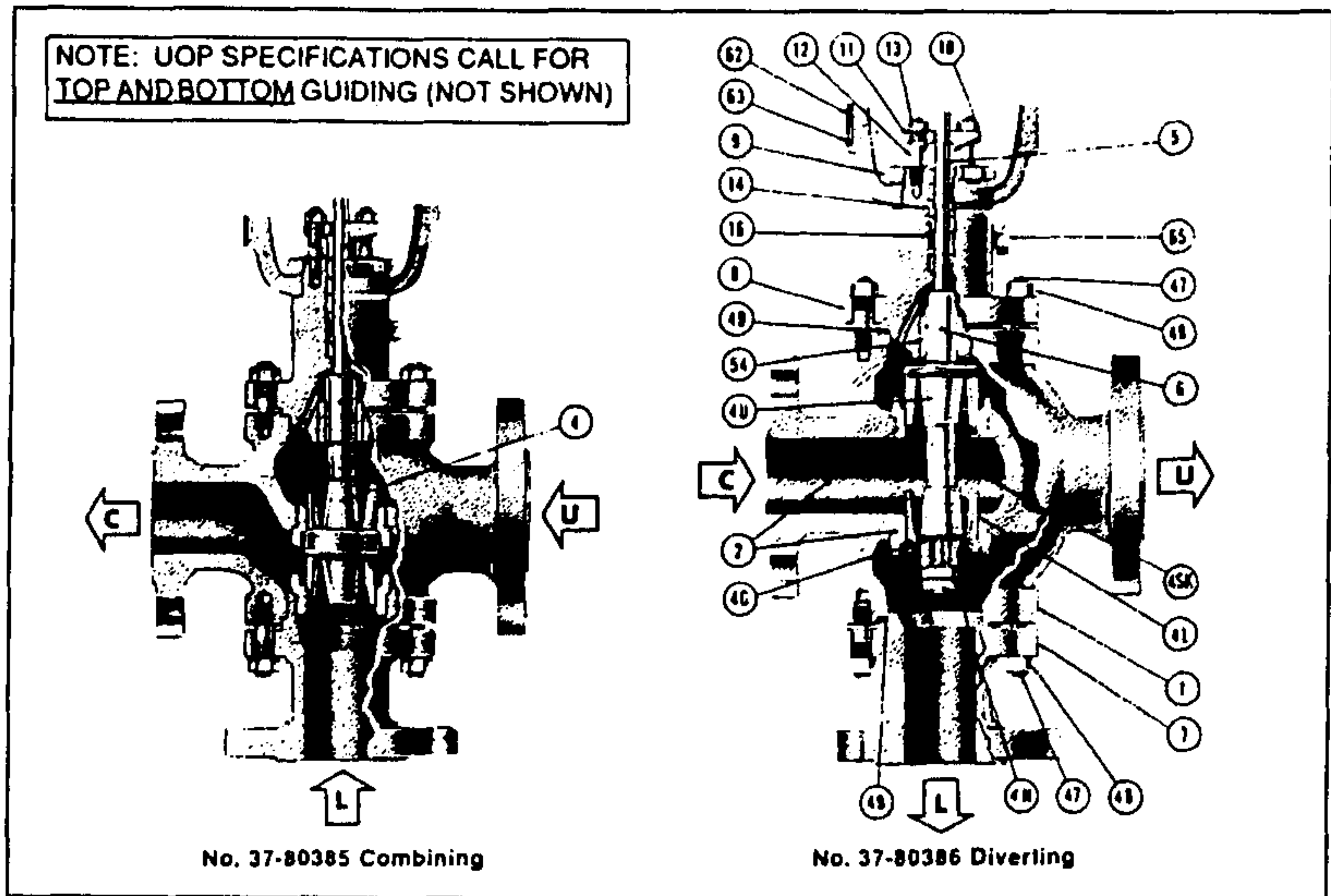
1- Angle Valve

2- Three-way valve

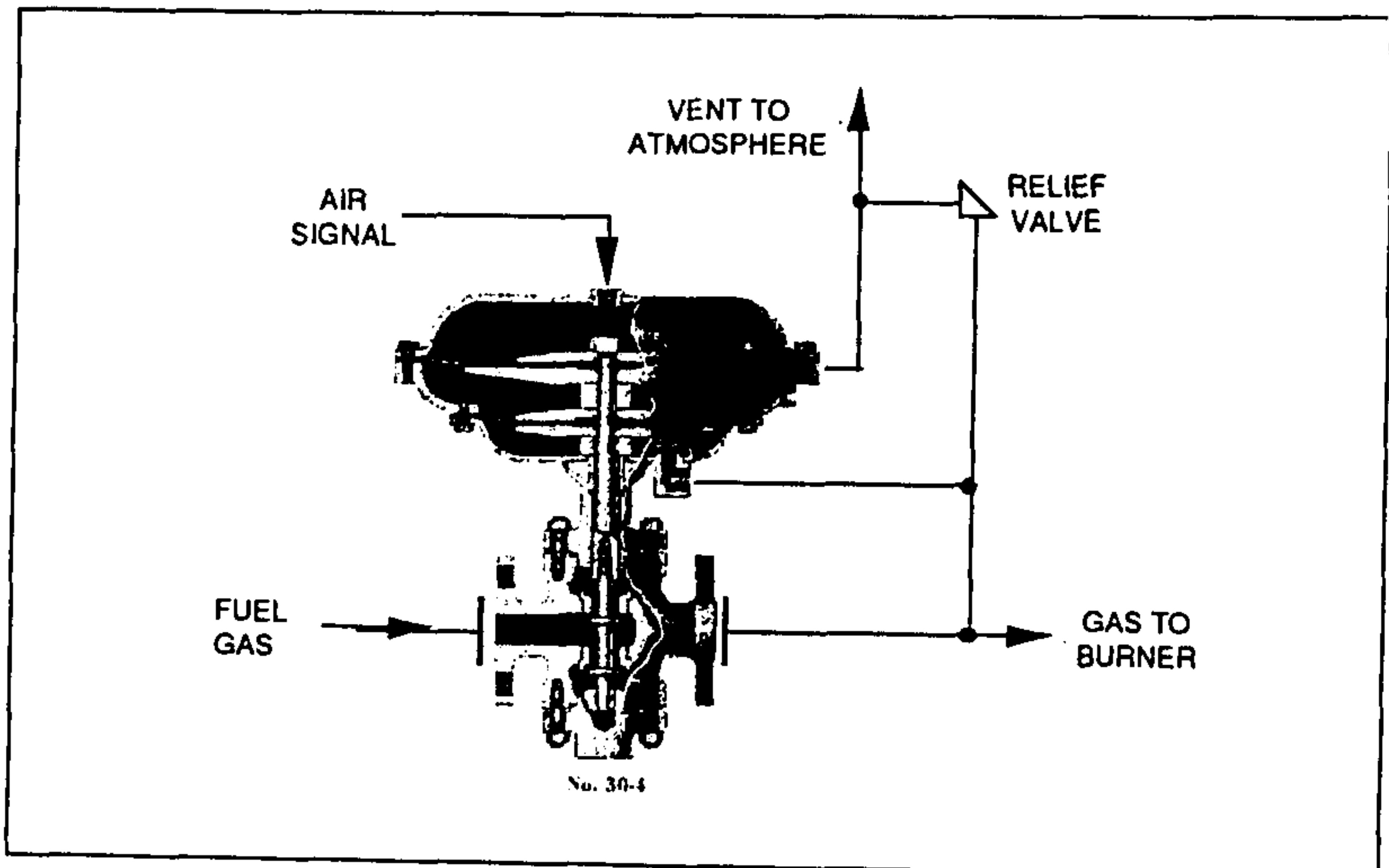
3- Diverting Service

اطمینان مناسب، فوق العاده مشکل نخواهد بود.

در واحدهای 40P بطور وسیع از دو گونه دیگر شیرهای کروی استفاده می‌شود. یکی از این گونه‌ها، شیر دو-دیفراگم گازهای سوختن^۱ است. شکل ۳۳. پمپای محرک فنری - دیافراگم، در این نوع شیرها و دیافراگم وجود دارد که یکی از آنها دو برابر دیگری است. سیگنال هوای 15 PSI ، دیافراگم بالایی را به پایین فشار داده و موجب باز شدن آن می‌گردد. فشار حاصل از گاز سوختن به دیافراگم پایینی انتقال یافته که اندازه آن دو برابر اندازه^۲ دیافراگم بالایی است و این دیافراگم در برابر فشار وارده مقابله می‌نماید. به علت نسبت اندازه دیافراگم، فشار گاز باید به دو برابر مقدار فشار سیگنال هوا افزایش یابد تا نیروی وارده را خنثی کرده و باعث بسته شدن شیر گردد. بنابراین سیگنال هوای $3-15$ « PSI » بطور مستقیم فشار $4-6\text{ PSI}$ گاز سوختن را کنترل می‌کند. شیرهایی ساخته شده اند که نسبت دیافراگمهای آنها $1-1$ و $1-2$ است ولی به آن اندازه که از نسبت های $1-2$ استفاده می‌شود، کاربرد ندارد. برای جلوگیری از ورود گاز سوختن داخل محفظه شیر «رایعیره» طراحی چنان انجام گرفته که فضای میان دو دیافراگم به بیرون تخلیه شود.

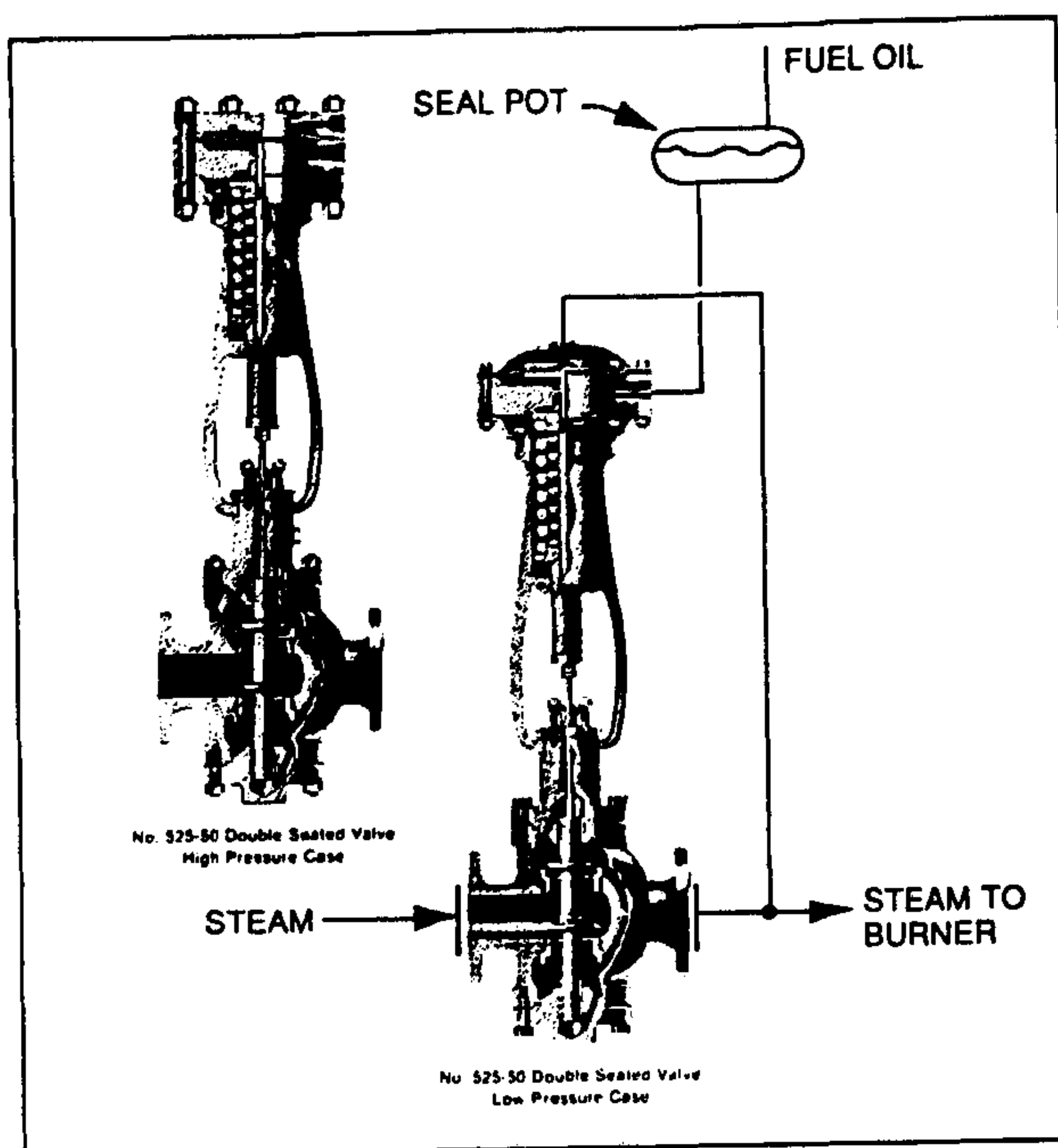


شکل ۳۲ - شیوه‌های راهی



شکل ۳۲ - شیر دو - دیافراگم گازهای سوختن

نوع دیگری از شیرهای کرور برای کنترل بخار اسپری کتده در روتنه‌های سوختی بکار گرفته میشود "شکل ۳۴".



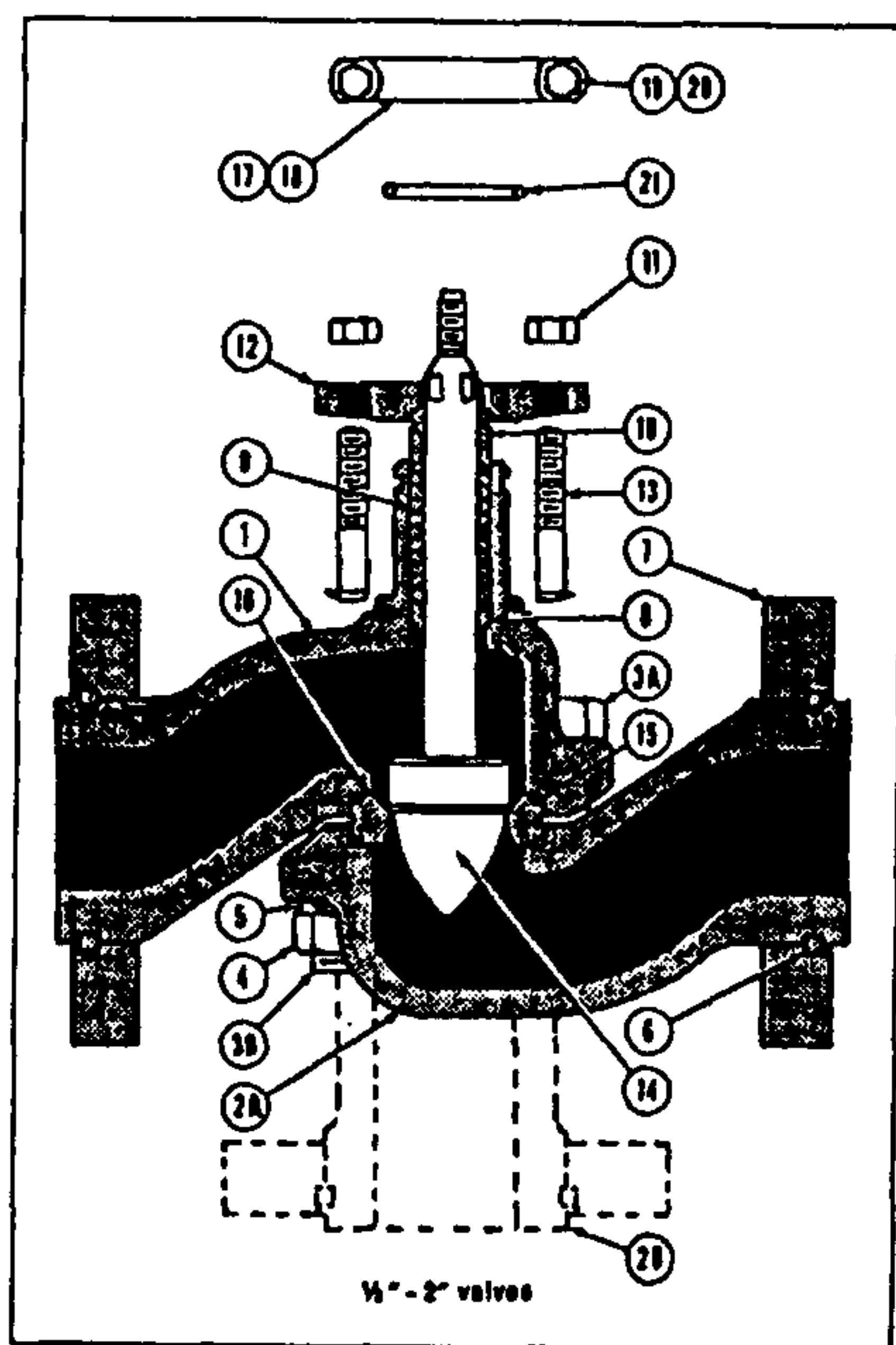
شکل ۳۴- رگولاتور بخار اسپری کتده

این شیر دارای فنر و دیافراگم ساده‌ای است ولی بکار با سیگنال هوا، مستقیماً بوسیله بخار و روتنه‌ها

سوخنی عمل میکند. فشار بخار زیرین، در شیر، به بالای دیافرام هدایت - میشود تا روی فنر اثر گذاشته و شیر را ببندد. فشار روغن سوختن از طریق یک محفظه واحد گلیکول - آب به قسمت پایین دیافرام هدایت میگردد. زمانی که فشار روغن سوختن موجود باشد، فشار بخار توسط نیروی متقابل فنر تنظیم میشود و وقتی که فشار روغن سوختن در زیر دیافرام افزایش یابد فشار بخار همان اندازه افزایش یافته و لذا میان بخار و روغن اختلاف فشار ثابت باقی میماند.

یکی از مدل‌های بسیار اختصاصی طرح شیر کروی که در واحدهای HF - آلکیلایسون بکار برده میشود، در شکل ۳۵ نشان داده شده است. بدنه این گونه شیرها بطور افقی به دو نیمه تقسیم شده است و حلقه نشنگاه^۱ در دو نیمه جای گرفته است. این طرح خاص بهر کردن و خشن نمودن اسیرا قبل از ارائه ولو به قیمت تعمیرات و نگهداری، آسانتر نموده است. اینچنین عملی در شیرهای استاندارد دشوار میباشد.

طرح و مدل نشناخت اول دیگر شیر کنترل، شیرهای لردا^۲ میباشد. در این شیرها بچای نشنگاه^۲، از شفت استفاده شده است که در اثر جرخش -



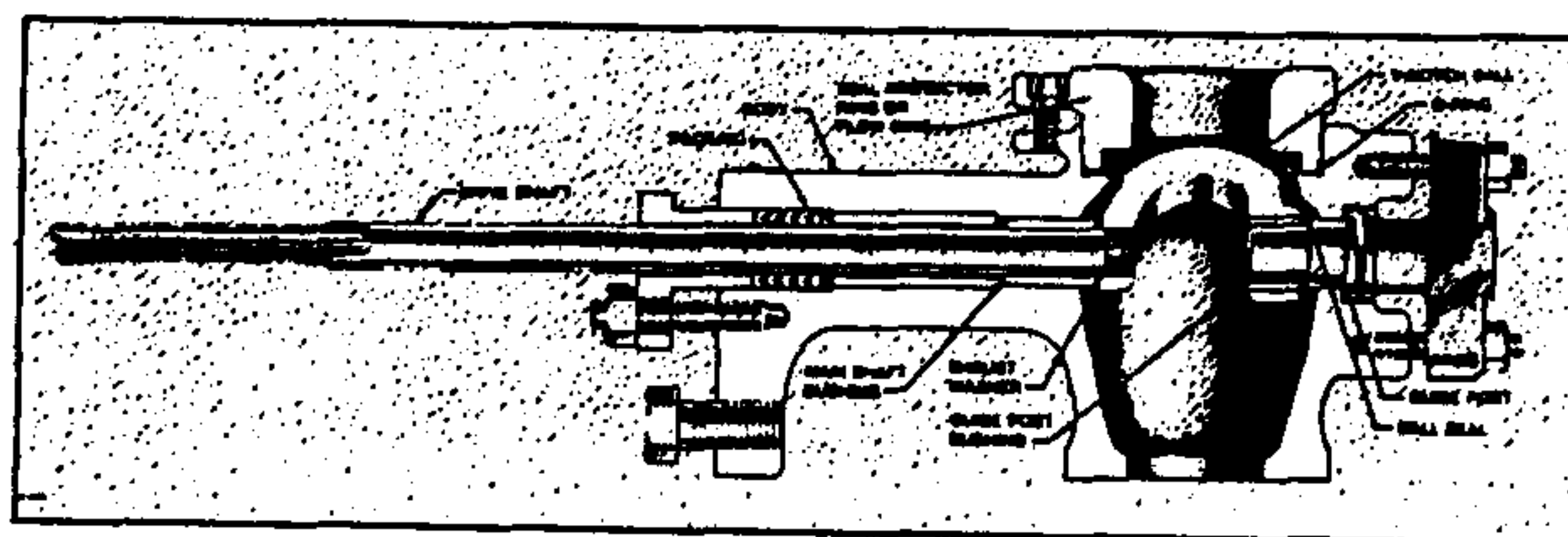
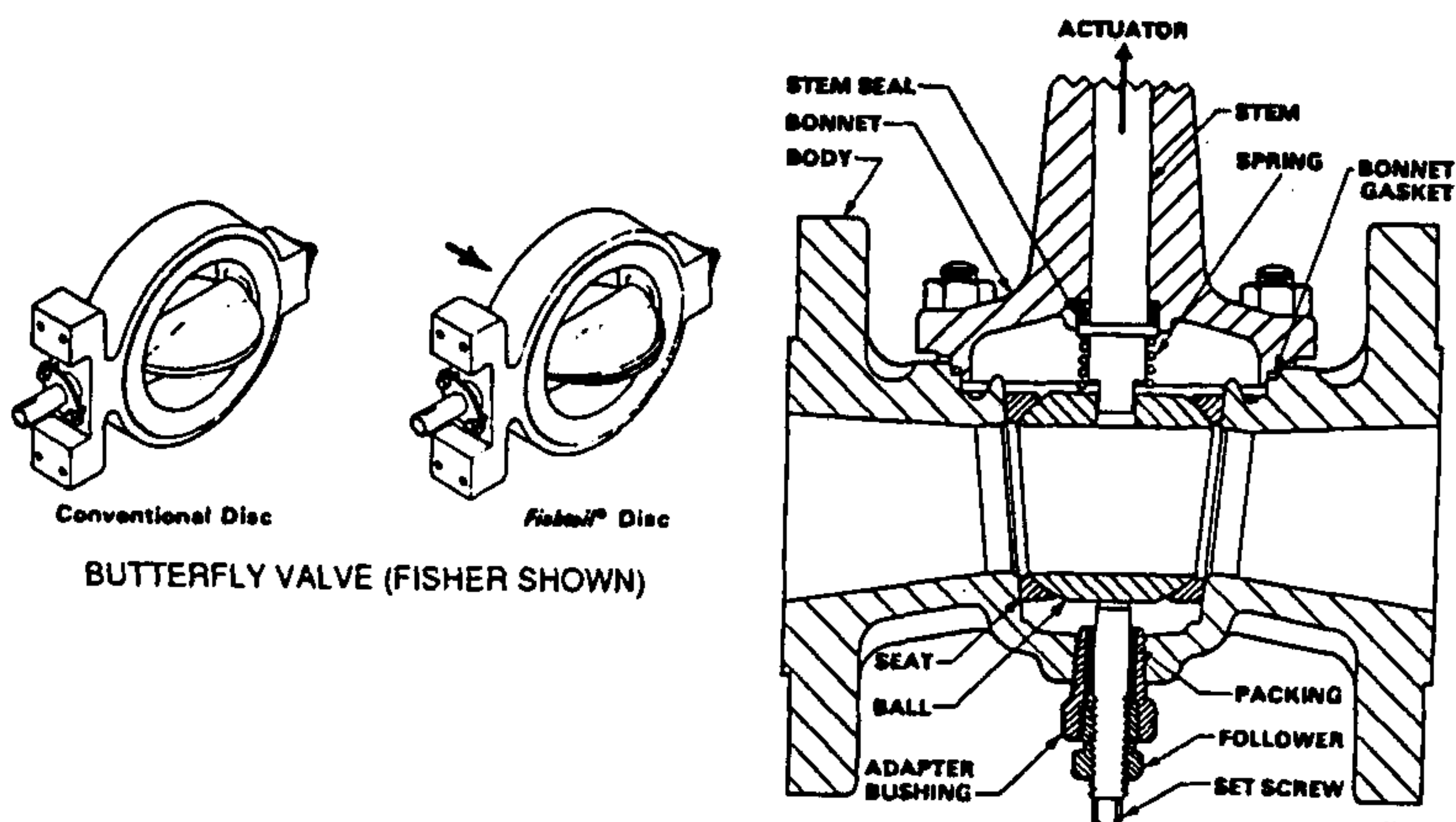
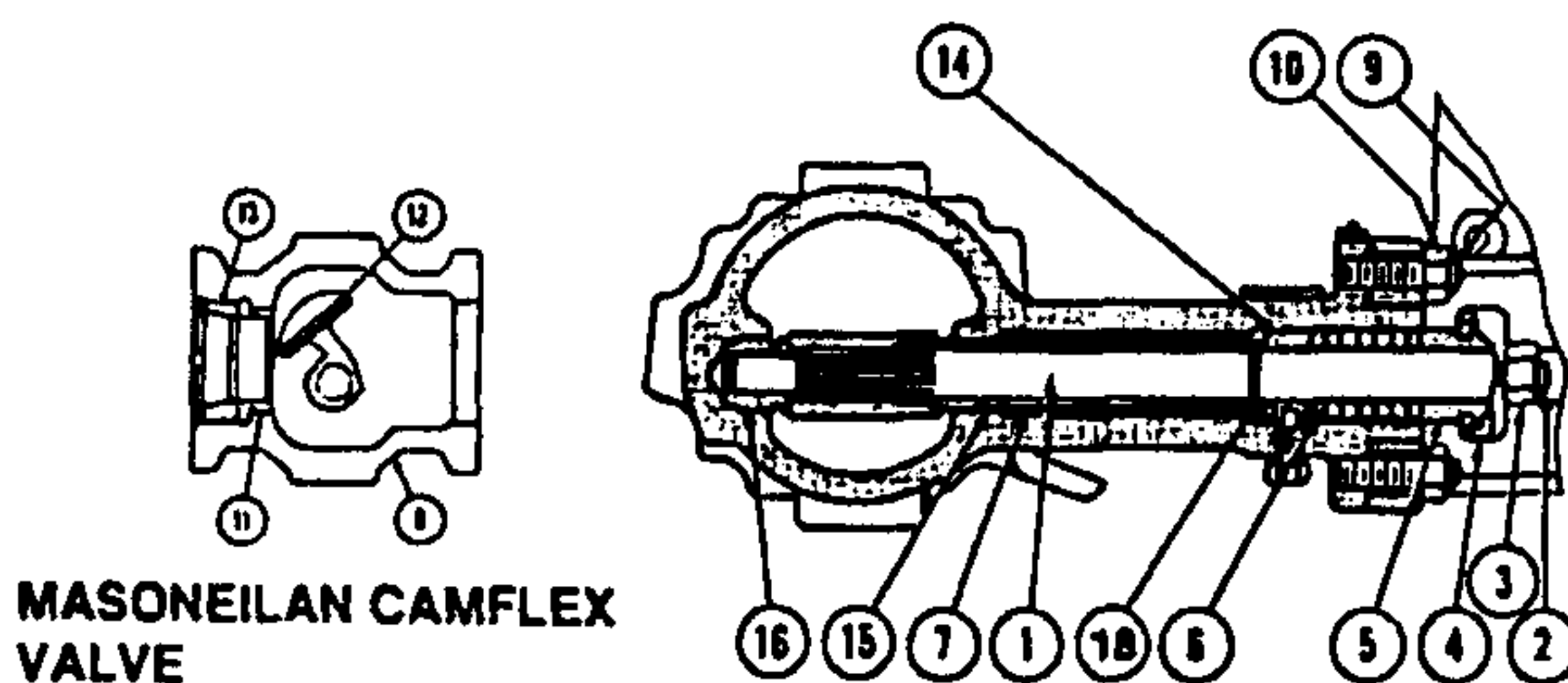
شکل ۳۵ - اسپلیت بادی ولو

محل «مکان توپی را عوض میکند» شکل ۳۶، اینگونه شیرها شامل شیرهای پروانه‌ای، توپی و EPV^۱ می‌باشد.

در uop غالباً در کاربردهای افت فشار پایین از شیرهای پروانه‌ای^۲ استفاده میشود که در مقام مقایسه ظرفیت زیادتری از شیرهای کرور دارند چرا که

1- Eccentric Plug valves

2- Butterfly Valves



عمدتاً در این شیرها، جریان مستقیماً بدون تغییر مسیر از بدنه عبور میکند و وقتی پره کاملاً باز است هیچ مانع و سدی در مقابل فلو قرار ندارد.

شیرهای پروانه‌ای رایج، عموماً بر اساس ظرفیت مربوط به زاویه ۶۰- درجه پره، سایز بندی میشوند. زیرا در زوایای غیر از ۶۰ درجه، ظرفیت بطور دقیق قابل تعیین نیست و این امر بخاطر این است که اندازه بازدارنده راشفت موجود در شیر معین مینماید. انتخاب این زاویه، علاوه بر مورد مزبور بخاطر اینست که خطوط تخلیه تراکس، انت حاصل از عدم کارکرد مناسب شفت، موجب پیدایش خطرات عملی نیست به کمپرسور میگردد.

از میان شیرهای تویی مختلف المرکز «EPV»، شیرهای کمپلکس ماسو- نیلان^۱ بسیار معروف میباشد که از سال ۱۹۷۰ به بازار عرضه شده‌اند. اینگونه شیر فاقد فلنج میباشد و در میان دو شیر فلنج قرار میگردد. طرح اینگونه شیر نسبتاً ساده بوده و در اندازه‌های خاص تولید میشود و همانند شیرهای سری ۴۴ برای ایجار شیرایما استاندارد به پوزیشن نیاز دارد.

شیرهای تویی ۴۴ در سری‌های ۵۵۵-۵۵۸ بکار گرفته میشوند. عمده کاربرد آن در واحدهای بازیابی- کاتالیزت^۲ میباشد. برای کنترل جریان جلد

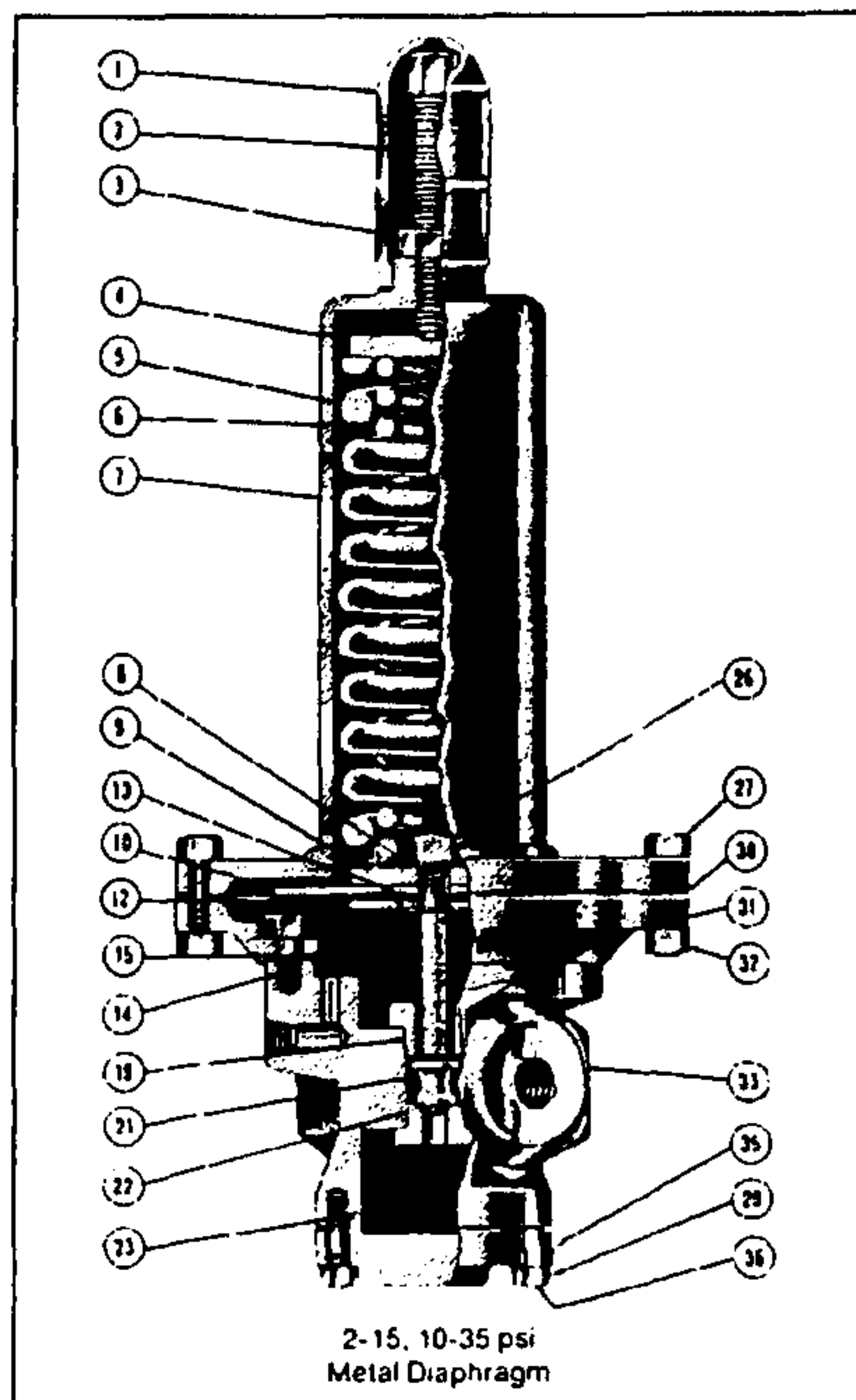
1- Masoneilan Camflex Valve 2- Catalyst Regeneration Unit

ات در این واحدها از شیرهای VBV^۱ فشر نیز استفاده می‌گردد. این شیرها در اصل یک شیر نوپی واقعیت و در آن یک نیم‌کره، بجای گلوله کروی - کامل، بکار گرفته شده است و سیاری^۲ در بدنه آن تعبیه شده تا ارتباط میان جریان و باز شدن شیر را مشخص نماید. امتیاز و مزیت این نوع شکل شیر در بکارگیری جامدات است که وقتی جریان بسته باشد، ماده در بدنه آن باقی می‌ماند و این امر موجب تقلیل اتلاف کاتالیز شده و نتیجتاً مشکلات ناشی از ساییده شدن توسط کاتالیز را نیز حداقل می‌رساند. از این‌گونه شیرها در سیستمهای مایع یا گاز نیز استفاده می‌شود.

رگولاتورها «شکل ۳۷» نیز نوع دیگری از شیرهای کنترل هستند که تنوع و تعدد فراوانی دارند. قیمت اعظم کار و مکانیزم کار کردن آنها معلوم و روشن بوده و لذا قیمت احتساب از اطالیه کلام در اینجا از ذکر آنها خودداری می‌شود. ولی نوع مخصوص از آن که غیر معمولی بوده و در UOP^۲ از آن استفاده می‌شود، مورد بحث قرار می‌گیرد. این نوع مخصوص، TGBA^۲ است که در شکل ۳۸ نشان داده شده است.

منتظر از گاز - بلنکت، نگهداری فشار مثبت چیزی در بانک برای همانعت از -

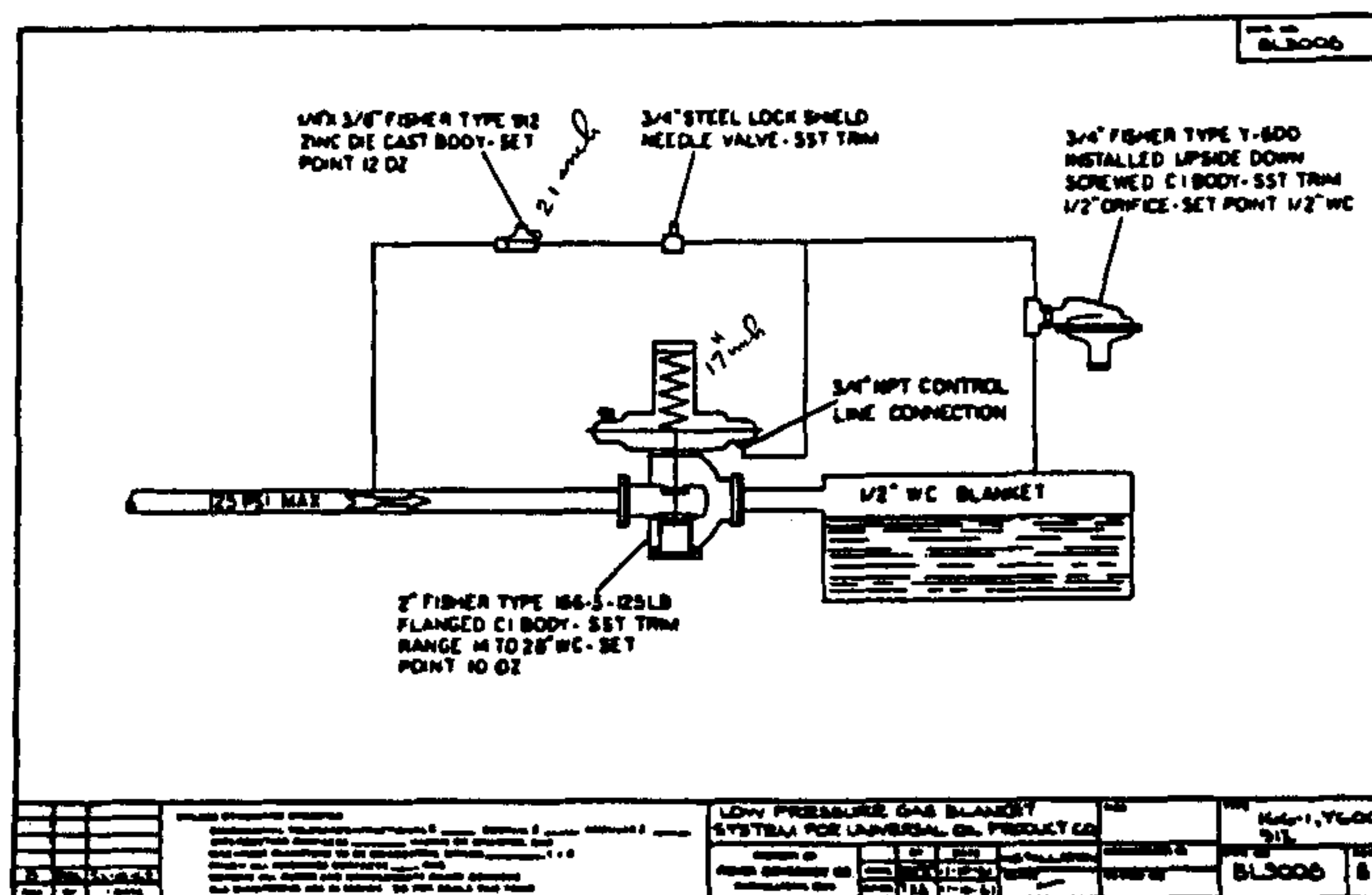
1- Vee-Ball Valve "VBV" 2- Tank Gas Blanket Assembly



شکل ۳۷ - رگولاتور ماسونینگ

ورود هوا میباشند تا در یک شیر تعویض فشار - خلاء میباشند
 و وقتی باز میشود مقدار اضافی فشار را که معادل ۳ اینچ آب است تخلیه مینماید.
 ست پونیت این نوع رگولاتور بایستی پائین تر از فشار مزبور و در حداقل فشار ممکنه
 باشد. بایکار گیر رگولاتور ۶۰۰ یستر، ست پونیت به ۲/۳ اینچ آب

میرسد و باین برای وزن فنر بر روی دیاگرام اعمال نمیگردد. هر حال باید توجه کرد که این نوع رگولاتور، کوچک بوده و ظرفیت لازم برای فزونی تانکهای بزرگ را ندارد. و بدین علت بعنوان پایلوت در رگولاتورهای بزرگتر ۵-۱۶۶ شیر که ظرفیت لازم را داشته ولی فاقد دست یونیت اندک است، بکار گرفته میشود.



شکل ۴۸ - دستگاه تانک - گاز - بلیت

دست یونیت رگولاتور ۵-۱۶۶ برابر ۱۰ اونس یا ۱۷ اینچ آب و مدل ۹۱۲ برابر ۱۲ اونس یا ۲۱ اینچ آب میباشد. در عمل شیر مدل ۹۱۲ چنان تنظیم میشود که

ظرفیت آن اندکی کمتر از رگولاتور ۷۶۰۰ باشد.

بنابراین وقتی که فشار تانک به $\frac{1}{4}$ اینچ آب افزایش می‌یابد و ۷۶۰۰ باز است، فشار موجود در رگولاتور ۵-۱۶۶ کمتر بوده و کاملاً باز خواهد بود و گاز فرو-

نشان را به داخل تانک خواهد فرستاد. زمانی که فشار درون تانک به $\frac{1}{4}$ اینچ-

۴۲۵ افزایش یابد، رگولاتور ۷۶۰۰ بسته شده و خط فشار در رگولاتور ۵-۱۶۶ به

۱۲ انس رسیده و رگولاتور بسته می‌شود. بنابراین با بکارگیری رگولاتور-

کوچک‌تر بعنوان پایلوت می‌توان جریان زیاد را توسط رگولاتور بزرگی کنترل کرد.

بایستی خاطر نشان کرد که این سیستم بطور واقعی فشار گاز فرو نشان را کنترل

نمی‌کند، بلکه فقط حداقل مقدار را تنظیم می‌نماید. اگر دمای تانک کاهش یابد،

یا جریان مایع در خارج از تانک وجود داشته باشد، سیستم برای حفظ حداقل فشار $\frac{1}{4}$

اینچ آب، مقدار بلنکت گاز را افزایش خواهد داد. هنگامیکه دما بالا رفته و یا

سرعت جریان عموماً می‌شود «تا» مقدار مورد نظر برسد، دستگاه رگولاتور جلوی

جریان BG را خواهد بست و فشار تا رسیدن به ۳ اینچ آب افزایش پیدا خواهد

نمود و باعث تنظیم درجه تعویض فشار - خلا، خواهد گردید. در سایر مواقع فشار -

بلنکت در میان این دو مقدار در نوسان خواهد بود.

« مشخصات شیرهای کنترل »

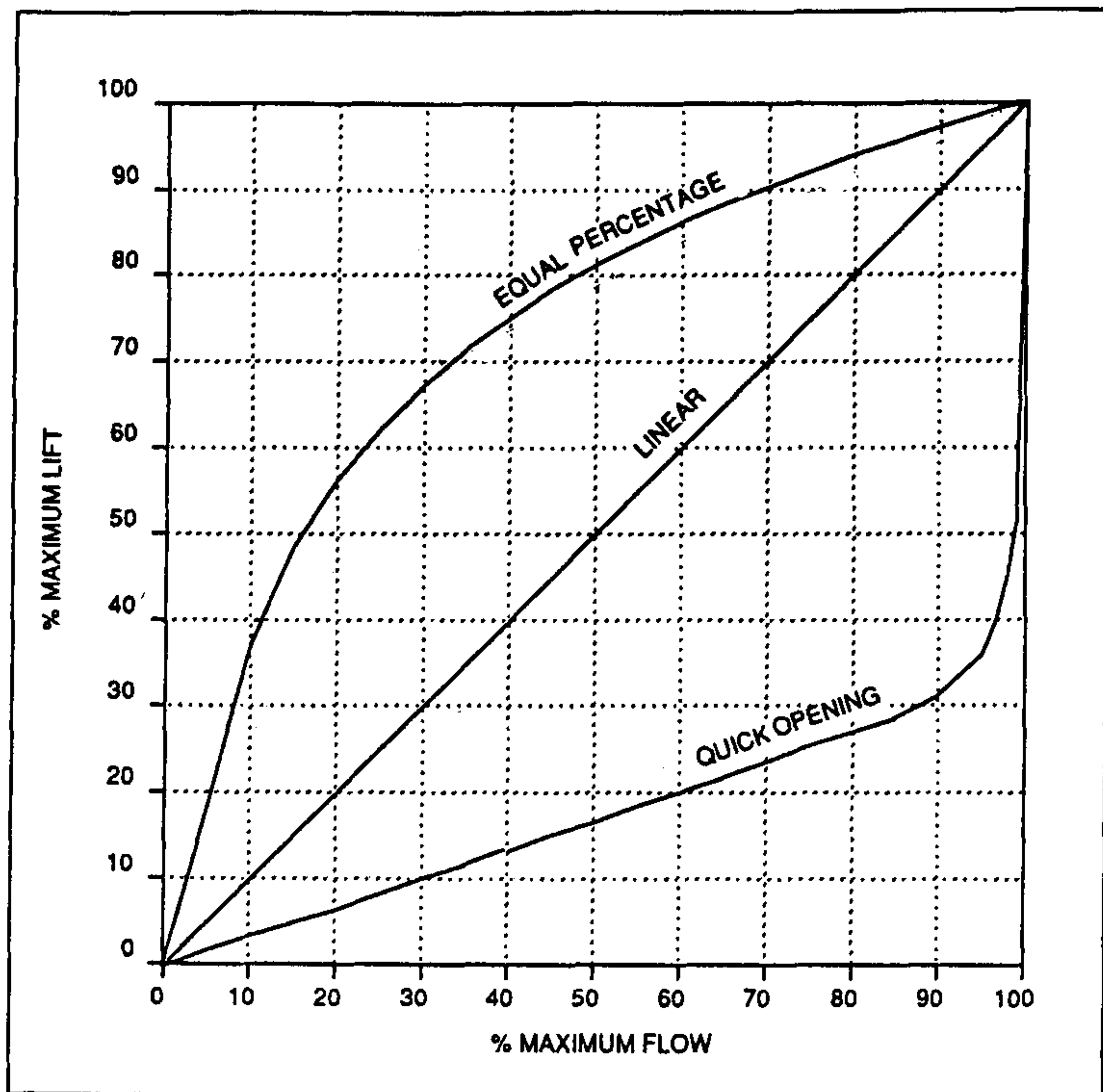
کاپاستی یا گنجایش یک تسیر کنترل کننده « کنترل ولو » از ضرب ثابتی نام ضرب شیر^۱، CV، اندازه گیر می شود. بعلت کاپاستی متفاوت، مدلها و طرحهای مختلف شیرهای هم اندازه، از CV استفاده می گردد. بنابراین این ضرب بهترین مبنای مقایسه میباشد مقدار CV از روی آزمایش بدست می آید و برابر با مقدار گالونها آب است که وقتی اختلاف فشار برابر یک PSI است از شیر جریان پیدا میکند. شخصی مشخصه شیر در اصل ارتباطی است که میان ضربه زدن « یا ضربه خور » ولو « بالا رفتن یا چرخیدن وغیره » و CV آن وجود دارد.

ویژگیها و مشخصه های بسیار معمولی شیر، درصد خطی و معادل^۲ میباشد که در شکل ۳۹ نشان داده شده اند. ویژگی خطی آنچنان که از نامش پیداست، خطی میباشد برای مثال تغییرات همانند در بالا رفتن شیر منجر به تغییرات معادل درجه یا « در افت ثابت فشار » می گردد. ولی مفهوم درصد معادل اینست که تغییرات ایجاد شده در باز شدن شیر موجب بروز درصد معادل و هم ارزی در می گردد. برای مثال وقتی میزان باز شدن شیر ۱۰ درصد تغییر کند - یعنی از ۱۰ درصد به ۲۰ درصد برود در این صورت جریان از مقدار ۳/۷ درصد به ۵/۳

1- Valve Coefficient

2- Linear and Equal Percentage

* این واژه ها در کتب علمی فارسی بصورت « کاپاستی » و « ظرفیت » نیز بکار رفته است



شکل ۳۹ - منحنی مشخصه

درصد افزایش خواهد داشت بر مبنای مقدار اولیه یعنی ۳٫۷ درصد تغییر مقدار جریان برابر با ۴۳ درصد می‌باشد. حال فرض کنیم چنین تغییری در زمان ۸۰ درصد باز شدگی شیر انجام گیرد و شیر ۹۰ درصد باز شود «پس مقدار افزوده شده ۵۰ درصد

میباشد. مقدار حیران از ۴۸ درصد به ۶۹ درصد افزایش خواهد یافت. در این مورد نیز بر اساس مقدار اولیه «یعنی ۴۸ درصد» تغییرات حیران مساوی ۴۴ درصد خواهد بود که دقیقاً با دامنه تغییر ۲-۱۰٪ باز شدگی شیر تطابق کامل دارد. مشخصه خطی شیر در کاغذ گراف، بصورت یک خط مستقیم رسم شده است ولی منحنی مربوط به درصد معادل، خط مستقیم نیست. برای راحتی محاسبات از روی منحنی ها کافی است یکی از محورها را الگاریتم انتخاب کنیم. گراف نیمه الگاریتمی، نام منحنی درصد نیز بصورت خط مستقیم در آید.

در UOP، تریسمای خطی^۱ و درصد حیران انتخاب شده اند که بر حسب مقادیر مختلف C_v ، گسترش حوزه^۲ آنها زیاد است مجدداً با رجوع به منحنی مشخصه درصد، میتوان دو خط مماسی از نقاط صفر و صد درصد نسبت به آن رسم کرد که این خطوط همدیگر را در یک نقطه تلاقی خواهند کرد. وجود این خطوط در کنار منحنی مزبور گویای این است که به جای دو شیر، که مشخصه هر کدام با خطوط مماسی مزبور معین گردیده، از یک شیر استفاده شده است. در صورتیکه مقادیر C_v حدود ده به یک باشد، میتوان از یک شیر استفاده کرد در این حالت باید در بررسی ها به منحنی درصد اتخااز سند نمود. ولی وقتی این مقدار بیشتر شد لازم است از دو شیر

موازی جداگانه استفاده نمود. همچنین در شیرایی که تکراراً مقدار γ تغییر میکند، میتوان از ایستایی - ریخ - پوزیشن استفاده کرد. هنگامیکه موارد عمل، اغلب دچار تغییر میشود، شات - اف - ولوهای دستی بکار گرفته میشوند تا مقدار هوای لازم را کنترل نمایند. در مدارهای کنترل دما، در uop از ترم در صد نیز استفاده شده است. با وجود این ناگفته نماند که بیش گامان بکارگیری این گونه ترم در ستهای کنترل دما، زیگلر و نیکولز^۱ سال ۱۹۴۰ «بورد».

در عملیات واقعی، عموماً نقش این مشخصه‌ها چندان تعیین کننده نباشد. و در صورت لزوم تغییر میزان خروجی سیستم، با تغییر دادن تیونر کنترل، میتوان بطور مناسبی سیستم را کنترل کرد. ولی در اغلب موارد معمولاً چنین نیازی پیش نیاید. در مورد سایر پارامتر از یک اینج ترم قدرت انتخاب را اختیار اینطور نباشد ولی هر صورت مدلهای استاندارد شیرهای توپی فشر، بر اساس ترم درصد و ماسونینگ^۲ بر مبنای مشخصه خطی سایرهای ترم، تنظیم شده‌اند.

یکی دیگر از مشخصه‌های شیر، باز شدن سریع میباشد که عمدتاً در شیرهای رود یا فراگرم گاز سوختی و شیرهای پودر کشته بکار گرفته میشوند. هم چنانکه از نمودار بر میآید، تا حوزه^۳ ۳۰ درصد باز شدگی شیو، منحنی مربوط به این

مشخصه خطی بوره و سپس شیب آن تغییر میکند. از آنجائی که ریفراکتم محرک این اجازه را نمیدهد که در شیرهای استاندارد خطی، پلاگ منربه خوری - انجام بگیرد از اینرو در اینگونه موارد از شیرهای مذکور استفاده میشود.

« هیدرولیک »
Hydraulics

وقتیکه صحبت از مشخصه های شیر میشود معمولاً مشخصه های -
 درونی^۲ اهمیت زیادی نظر قرار گیرد. مشخصه ذاتی^۱، مشخصه ای از شیر است
 که در افت فشار ثابت، برابر با صفر درصد C_v به ازای صفر درصد بازشدگی
 شیر، میباشد. در این مورد تشابهی میان آن و حوزه فنر « بنچ - ست » محرک
 وجود دارد. مشخصه یک شیر نصب شده، در اصل، در برگیرنده اثر هیدرولیک
 سیستم بر روی افت فشار شیر میباشد که تفاوت کلی با مشخصه درونی آن دارد.
 برای مثال فرض کنیم شیری با ویژگی درونی خطی در بستنی که افت اصطکا
 - ک آن بهراتب بیشتر از افت مجاز فشار آن است در سیستم کارگذاری شده است،
 همچنین فرض کنیم که شیر بر اساس عملیات معمولی و عادی ۵۵۰ psi ساینز - بندی

1 - Inherent Characteristic

2 - Bench - Set Spring Range

گردیده است که در عملیات مزبور C_v مورد نیاز در جریانهای نرمال محاسبه شده
 و سپس با دو برابر نمودن آن مقدار تقریبی C_v شیر بدست آمده است. باینر -
 این در شرایط جریان نرمال، مقدار باز شدگی شیر باید حدود پنجاه درصد باشد.
 شیر کنترل فقط میتواند تغییر محدوده تویی و نشستگاه، مقدار جریان
 تغییر دهد. باینر این تغییر مقاومت شیر «افت فشار» موجب تغییر مقاومت بقیه
 سیستم خواهد شد. اگر افت فشار مجاز برای شیر در شرایط نرمال، در مقایسه با
 افت حاصل از اصطکاک سیستم، کوچک باشد و اگر حق شیر در بیشترین مقدار -
 ممکنه خود باز شود، مقدار افت فشار اضافی خیلی کوچکتر از آن خواهد بود که بتواند
 موجب افزایش جریان گردد. در این شرایط جریان ماکزیمم نمیتواند بیشتر از جریان
 نرمال باشد. با مراجعه به نمودار معلوم میشود که منحن مشخصه از نقطه ۵۰ -
 درصد عبور کرده و بطرف سمت راست منحن مستقیم الخط متعادل خواهد شد و در
 نتیجه مقدار جریان ماکزیمم بطرف ۱۰۰٪ گشانده خواهد شد. برعکس وقتی که
 شیر شروع به باز شدن مینماید و سرعت جریان کمتر باشد افت فشار سیستم اندک
 خواهد بود و نتیجتاً تمام افت فشار به شیر اعمال خواهد گردید. باینر این مقدار جریان
 عبورکننده از شیر نسبت به زمانی خواهد بود که افت فشار شیر در شرایط جریان نرمال

ثابت فرض شود، که مجدداً منحنی مشخصه بطرف راست میل خواهد نمود. در اثر این افت فشار، شیردارای پارامتر جدیدی بنام مشخصه نصب^۱ خواهد شد که منحرف به باز شدن سریع شیر «حتی اگر مشخصه درونی آن خطی باشد» می‌گردد. تقریباً اینکه کنترلرها در پاسخ به تغییرات خروجی، از خود عکس العمل نشان می‌دهد از اینرو معلوم می‌گردد که مشخصه نصب، ارزش تعیین کننده‌ای در این شرایط دارد. در این مثال جریان ماکزیمم، بسیار نزدیک به جریان نرمال انتخاب شده است از اینرو برای ایجاد تغییر در صد جریان، حتی بمقدار اندک، لازم است که تغییرات مربوط به باز شدن شیر در مقدار زیاد صورت گیرد. اگر سرعت جریان کمتر باشد بر عکس حالت قبل، کوچکترین تغییر مربوط به میزان باز شدن شیر موجب بروز تغییرات بزرگی در در صد جریان خواهد شد. در این موقعیت عمل کنترل بطور مناسب انجام نخواهد گرفت و نقاط تنظیم «ستینگ»^۲، اشیعوم کنترلر به ازاء تغییرات جریان به بطور زیادی دچار تغییر خواهد شد.

بامراجعه به نمودار معلوم می‌شود که اگر هیدرولیک سیستم در مثال فوق چنان انتخاب شود که مشخصه درونی آن، خطی باشد در این حالت منحنی بطرف راست انحراف پیدا کرده و به سوله مشخصه باز شدن سریع میل خواهد نمود.

حال اگر بجای مشخمه خلی از درصد مشخمه خلی استفاده می‌کردیم چه -
 اتفاق روی میداد؟ از آنجائی که همیشه در این حالت مایل به سمت چپ و به
 طرف مشخمه خلی می‌باشد، بنابراین حرکت درصد مشخمه بطرف راست مو-
 جب هر چه بیشتر خلی شدن محض خواهد گردید از اینرو در حقیقت در این
 حالت بهترین وجهی عمل کنترل توسط درصد ترم انجام می‌گیرد. لازم به یاد آوری
 است که در هر دو انتقای حوزه تغییر مثال بالا، حتی درصد ترم نیز می‌تواند هید-
 رولیک نادرست را ترمیم و جبران کند.

خوشبختانه برای رفع این مشکل، معمولاً طراحان هیدرولیک‌ها
 بدان صورتی که شرایط بالا ایجاد نگردد، امکان پذیر است. همچنانکه
 قبلاً ذکر آن رفت در uop شیرچکان انتخاب می‌شود که مقدار C_v تقریباً
 دو برابر مقدار C_v محاسبه شده برای شرایط نرمال باشد. این انتخاب توأم با
 هیدرولیک خوب - طراحان شده، به سیستم این اجازه را می‌دهد که در شرایط
 باز شدن کامل شیر ۱۰ تا ۵۰ درصد جریان بیشتر را عبور دهد. این مقدار اضافی
 در اصل میزان مجاز برای تغییرات حاصل از عدم تبعیت از شرایط طراحان شده
 می‌باشد و عبارت ساده تر میزان مجاز انحراف معیار نسبت به شرایط طراحان را

در برمیگیرد. این مقدار معمولاً از طریق تخمین ارزیابی میشود.
برای ایجاد این چنین مقدار اضافی بعنوان ضریب اطمینان سیستم، در
زیر به چند نکته اساسی اشاره میشود. این رهنمودها موجب میشود که حداقل
افت فشار در طراحی کنترل شیر منظور شود.

۱) ۵۰ درصد افت حاصل از اصطکاک که در شرایط سرعتهای نرمال جریان باید در
تغیر گرفته شود.

۲) ۱۰ درصد افت فشار بهیچ «توجه نشود که منظور از افت فشار بهیچ در-
اصل اختلاف فشار حاصل از افت شیر کنترل طراحی شده بر اساس حالت بالا» مورد
ا «میباشد

۳ یا ۲۵^{psi}

اولین رهنمود یعنی ۵۰ درصد افت اصطکاک، از حد رابطه میان اختلاف
فشار و جریان بدست میآید. اگر این مقدار برای شیر منظور شود در این صورت افت-
فشار تمام برابر ۳/ خواهد بود. بنابراین اگر شیر در حداکثر مقدار باز شود و افت-
فشار صفر گردد، افت فشار سیستم در شرایط نرمال برابر ۳ خواهد شد. در نتیجه
مقدار جریان به اندازه ۳۰٪^{۵۰} زیاد خواهد شد که در نتیجه ۱/۲۲ برابر جریان نرمال-
ن

میگردد. این مقدار بیشتر از ضریب اطمینان ۱۰ تا ۱۵ درصد میباشد ولی در عمل هیچ وقت افت فشار جریان صفر نخواهد بود و در نتیجه مقدار واقعی معمولاً کمتر از ۱۲۲ درصد خواهد شد.

دومین نکته رهنمود عمدتاً به ارتفاع مایع رسانی پمپ مربوط میشود و مراد از این نکته اجازه دادن به سیستم جهت رفع نادرستی های طراحی میباشد و همین طور این مقدار میتواند تغییرات حاصل از وزن مخصوص را که در اثر دما و یا تغییر ترکیبات آن عاید میشود، تعدیل نماید.

سومین نکته تا حدودی قراردادی است و بدین سبب انتخاب میشود که خطای حاصل از عدم انطباق سایر شیرها با سیستم مورد نظر را بر طرف نماید. در مقایسه با تغییرات فشار مربوط به عملیات نرمال، برای اطمینان از جلوگیری بروز اشکال در کنترل، تعیین دادن $25\% \Delta P$ افت فشار، مقدار کافی و مناسبی می باشد. معادله اساسی C_v برای شیرها کنترل در مورد مایعات بصورت زیر است:

$$C_v = Q (G/\Delta P)^{0.5}$$

که در آن:

میزان جریان عبوری از داخل شیر بر حسب گالون در دقیقه «gpm» در دمای
عبور مایع $Q =$

وزن مخصوص در دمای عبور مایع $G =$

اختلاف فشار بر حسب PSI «افت فشار روی شیر» $\Delta P =$

در شکل «۴۰» مثالی از یک سیستم باز دبیج شده است که در برگیرنده:
اولین مورد رهنمود میباشد «افت اصطکاک». برای اینچنین سیستمی در شرایط
حداکثر باز شدن شیر، مقدار ماکزیمم جریان برابر $115/3$ درصد جریان نرمال
میباشد. اینچنانکه قبلاً ذکر شد این مقدار کمتر از 132 درصد میباشد
زیرا حتی در حداکثر باز شدگی شیر، افت فشار برابر صفر هن گردد.

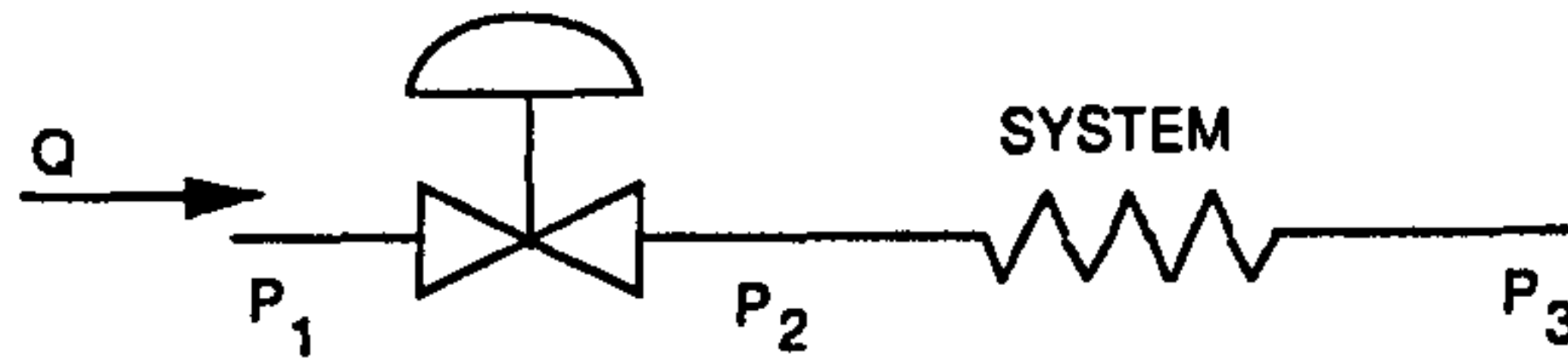
دومین مورد رهنمود، یعنی اختلاف فشار پمپ، در سه شکل «۴۳»

۴۱ - ۴۲ نشان داده شده است. در تمامی این موارد فرض بر اینست که وزن
مخصوص مایع در $100^\circ F$ برابر $0/8$ و در $150^\circ F$ برابر $0/78$ نسبت به ماده‌ای
باجرم مخصوص API ۴۲، میباشد. سیستم یک راکتور با کنترل کننده دما -
میباشد که شامل لوله‌های ورود و خروج، مبدل‌های حرارتی ترکیبی فید/انلوانت

«هیترها را کتورها و کندانسورها و لوله های مربوط به هر کدام می باشد. بنابراین این افت حاصل از اصطکاک سیستم، میزان افت فشاری است که از این وسایل و لوله های مربوطه ایشان ایجاد می شود.

بایستی یادآوری کرد که نمودار خطی مربوط به افت اصطکاک سیستم در شکلها، با ساده سازی و تقریبهای زیاده بدست آمده است. زیرا میرا برگشتی گاز که از طریق هیترها، راکتورها و مبدل ها میگذرد در افت فشار. در حالت داشته و همچنین تغییرات دما و فاز موجب افت فشار مزبور می گردد»^۱ بنابراین ایجاد شده می شود، در این شرایط، افت فشار تابع بسیار پیچیده این از این همه متغیر می گردد. حال با منظور نمودن الیوانس^۱ مربوط به کثیف شدن مبدلها یا راکتورها در افت اصطکاک مسئله مزبور به مراتب عامف تر می شود که البته برای حداقل رساندن اثر حاصل از این کثیف شدگی معمولاً طول مسیر جریان حداقل ممکنه رسانیده می شود.

در شکل ۴۱ فرض بر این است که فرایند مثل واحدیت - فورمینک^۲ در فشارهای نسبتاً اندک کار می کند. در این حالت دو برابر نمودن CV شیر در شرایط نرمال، نسبتاً از ۱۰ درصد جریان اضافی در حد اکثر باز شدگی شیر ایجاد نموده و



LET $P_1 = 150 \text{ PSI}$
 $P_2 = 100 \text{ PSI}$
 $P_3 = 0 \text{ PSI}$
 $Q = 100 \text{ GPM}$
 $G = 0.8$

(1) $C_v = Q \sqrt{G / \Delta P}$

(2) $C_v = 100 \sqrt{0.8 / (150 - 100)} = 12.6$

$2 \times 12.6 = 25.2$; USE 1-1/2" SINGLE, $C_v = 25$

THEN IF VALVE IS WIDE OPEN,

(3) $25 = Q_{\max} \sqrt{0.8 / (150 - P_2)}$

(4) $Q_{\max} = 27.95 \sqrt{(150 - P_2)}$

FOR THE SYSTEM, USE SQUARE ROOT RELATIONSHIP:

(5) $Q = K \sqrt{\Delta P}$

(6) $Q_2 / Q_1 = (K \sqrt{\Delta P_2}) / (K \sqrt{\Delta P_1})$

(7) $Q_2 = Q_1 \sqrt{\Delta P_2 / \Delta P_1} = 100 \sqrt{(P_2 - 0) / (100 - 0)}$

FROM WHICH:

(8) $P_2 = (Q_2 / 10)^2$

USING EQ. (8) IN EQ. (4),

(9) $Q_{\max} = 27.95 \sqrt{150 - (Q_{\max} / 10)^2}$

(10) $100 Q_{\max}^2 = 781 (15000 - Q_{\max}^2)$

SOLVING FOR $Q_{\max}$,

(11) $Q_{\max} = \sqrt{15000 (781 / 881)} = 115.3 \text{ GPM}$

شکل ۴- جریان ماکزیمم با زاویه در صدافت اصطکاک

حتی با تغییر حجم مخصوص این مقدار در حوالی ده درصد باقی میماند.

در مورد شکل ۴۲، که می بایستی بر اساس دو مین نکته اساسی اختلاف.

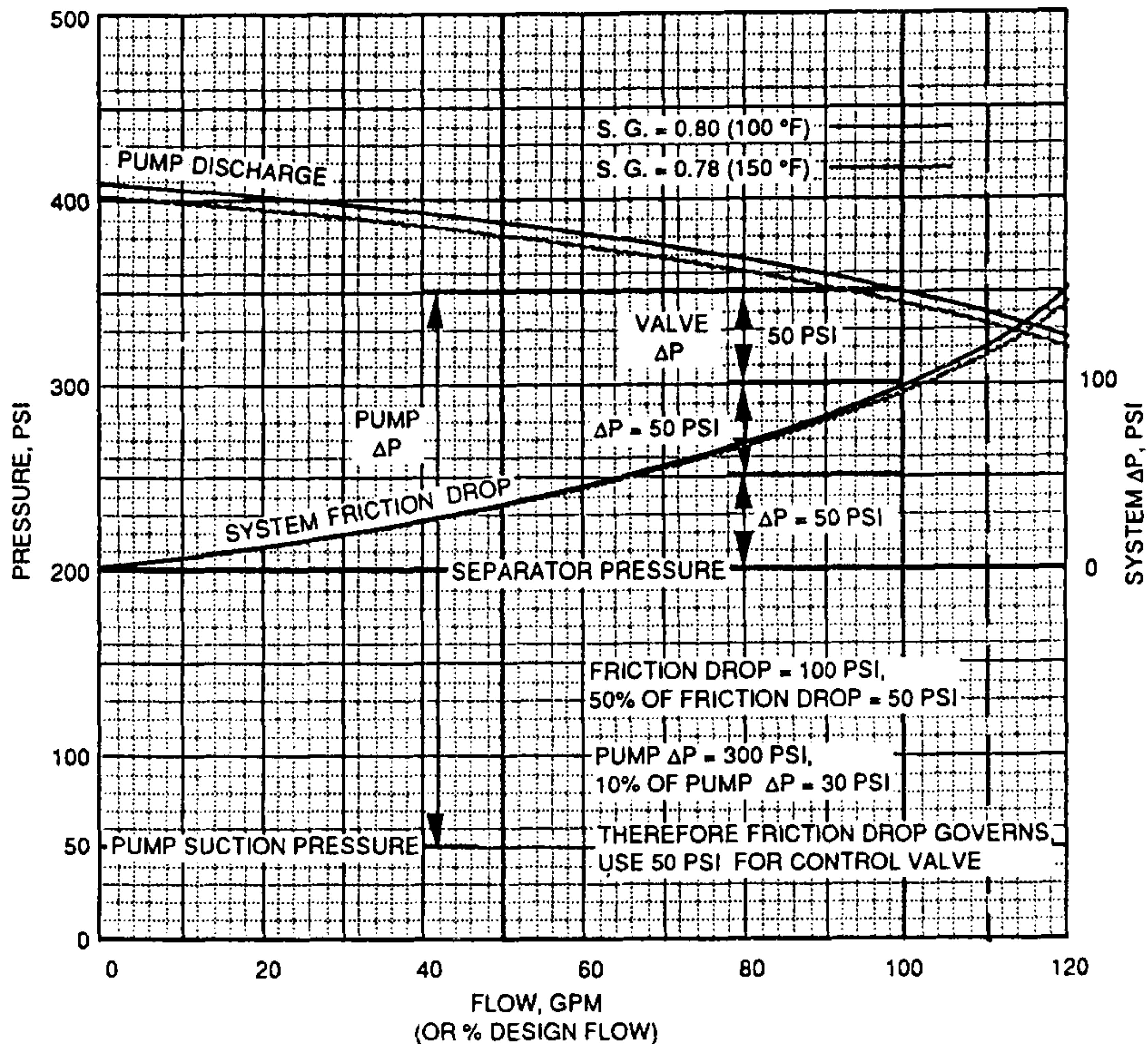
فشار حاصل از پی متفوق می شود، مورد چشم پوشتی قرار گرفته است. نتیجه اینکار منجر باین گردیده که در وزن مخصوص $1/80$ رسیدن مقدار 11% ناممکن شود و در وزن مخصوص $1/78$ نیز رسیدن مقدار 10.5% ناممکن است.

در شکل ۴۳ چند نکته مهم دیده می شود. نخست این که مسائل مذکور در بالا با متفوق نمودن نکته دوم رهنمود، یعنی 10% افت فشار برای پی، از میان رفته اند. اگر مقدار C_2 جریان دو برابر شود یعنی مقداری برابر 17 گردد، مقدار جریان تا 11% مقدار جریان نرمال در حجم مخصوص $1/80$ و به مقداری در همان حوالی با حجم مخصوص $1/78$ افزایش یابد. ولی شیری با C_2 برابر 17 قابل دسترسی و تهیه نیست و باید از شیردک اینچ با $C_2 = 12$ که $1/4$ مرتبه بیشتر از مقدار نرمال است و یا از $1/4 - 1$ که $C_2 = 25$ یعنی $2/9$ برابر مقدار نرمال، استفاده کرد.

مسئله بالا نشان دهنده یک نکته مهم دیگر می باشد. بدین معنی که معمولاً و همیشه شیرهای موجود در بازار در حیات سایرهای هستند که بتوانند

خواسته‌های ماراپوشش دهند. از اینرو وقتی چنین مشکلی پیش می‌آید - لازم است که شرایط و موقعیت عمل بطور کامل مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد. مثلاً در حالت بالا، شیر ۱ اینچی برای فراهم نمودن مقدار ۱۱۰٪ جریان نرمال، کوچک است. این استنتاج طبیعتاً انتخاب اصلح ما مربوط به دیگر - گیر شیر $\frac{1}{4}$ اینچ خواهد بود.

این مسئله نکته سوخت رانیز پیش می‌آورد. بدین معنا که با کاهش سرعت جریان به تفاوت اصطکاکای سیستم کاهش می‌آید بلکه علاوه بر آن، ارتفاع مفید پمپ «هد پمپ» افزایش خواهد یافت این مسئله موجب تغییر بسیار سریع اختلاف فشار شیر نسبت به حالتی می‌شود که در آن حالت فقط افت اصطکاک مطرح بود. همچنانکه در نمودارها دیده می‌شود در ۵۰٪ جریان نرمال مقدار مورد نیاز ۷ برابر با ۲۸ درصد ۷۰٪ نرمال می‌باشد. ولی در شیر $\frac{1}{4}$ اینچ این مقدار حداکثر به ۹٫۶ درصد می‌رسد. از اینرو در عملیات آغازین و عملیات غیر مداوم، این مقدار کاملاً قابل قبول می‌باشد. ولی در مورد عملیات طولانی و طولی مدت که به ۱۰ درصد ظرفیت ماکزیم نیاز دارند این کاربرد توصیه نمی‌شود معمولاً ظرفیت کاهش یافته همیشه توأم با افزایش در افت فشار است که در این مورد



S.G. = 0.80

$$C_v = 100 \sqrt{0.8 / (350 - 300)} = 12.6$$

SAME AS FIG. 40,
USE 1-1/2" SINGLE, $C_v = 25$

AT 110% OF DESIGN

$$C_v = 110 \sqrt{0.8 / (338 - 321)} = 23.9$$

AT 50% OF DESIGN

$$C_v = 50 \sqrt{0.8 / (392 - 225)} = 3.5$$

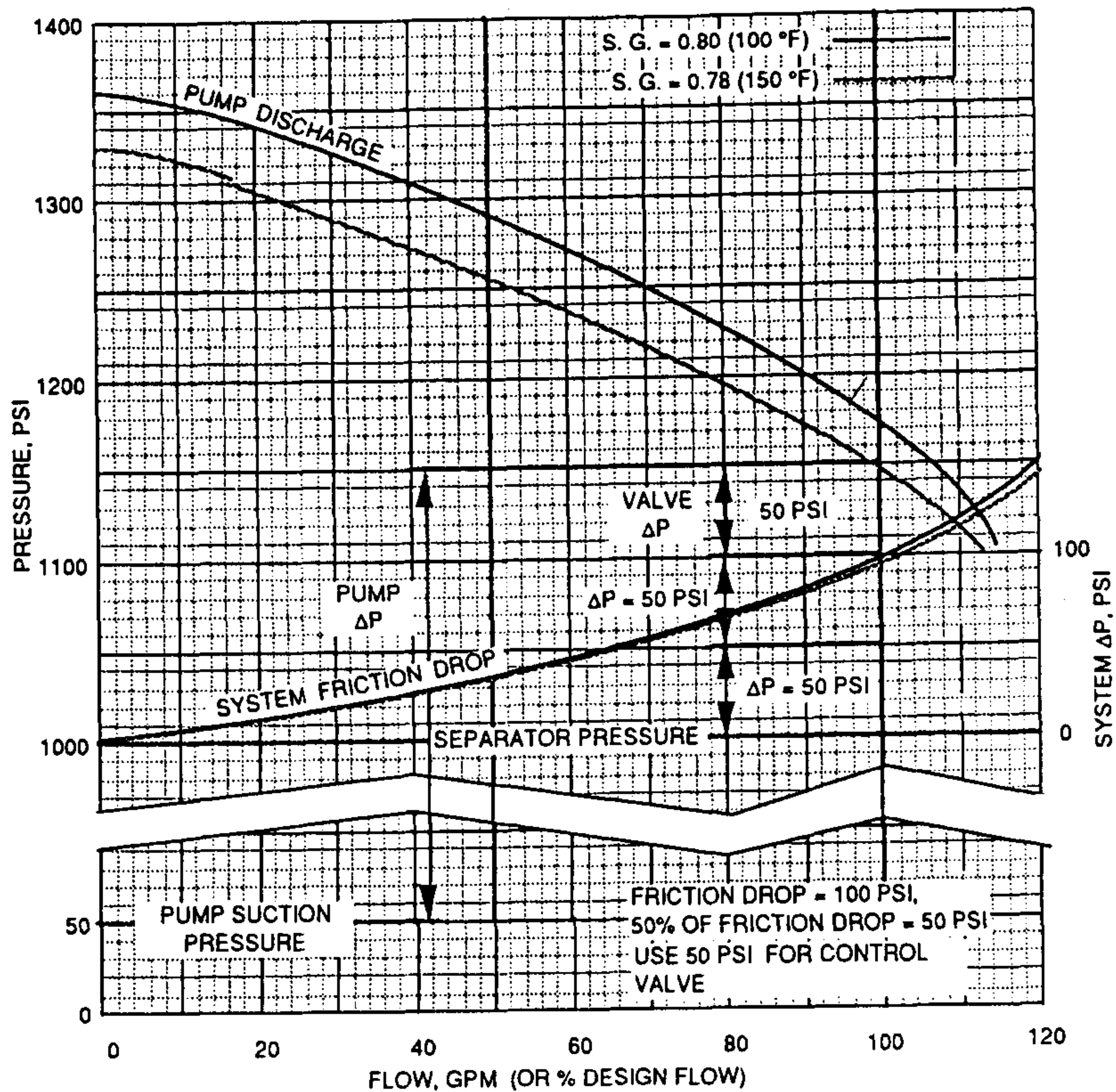
S.G. = 0.78

$$C_v = 100 \sqrt{0.78 / (342 - 298)} = 13.3$$

AT 110% OF DESIGN

$$C_v = 110 \sqrt{0.78 / (331 - 318)} = 26.9$$

شکل ۴۱ - پمپ با فشار اندک



S.G. = 0.80

$$C_v = 100 \sqrt{0.8 / (1150 - 1100)} = 12.6$$

S.G. = 0.78

$$C_v = 100 \sqrt{0.78 / (1123 - 1098)} = 17.7$$

SAME AS FIG. 40 AND FIG. 41
USE 1-1/2" SINGLE, C = 25

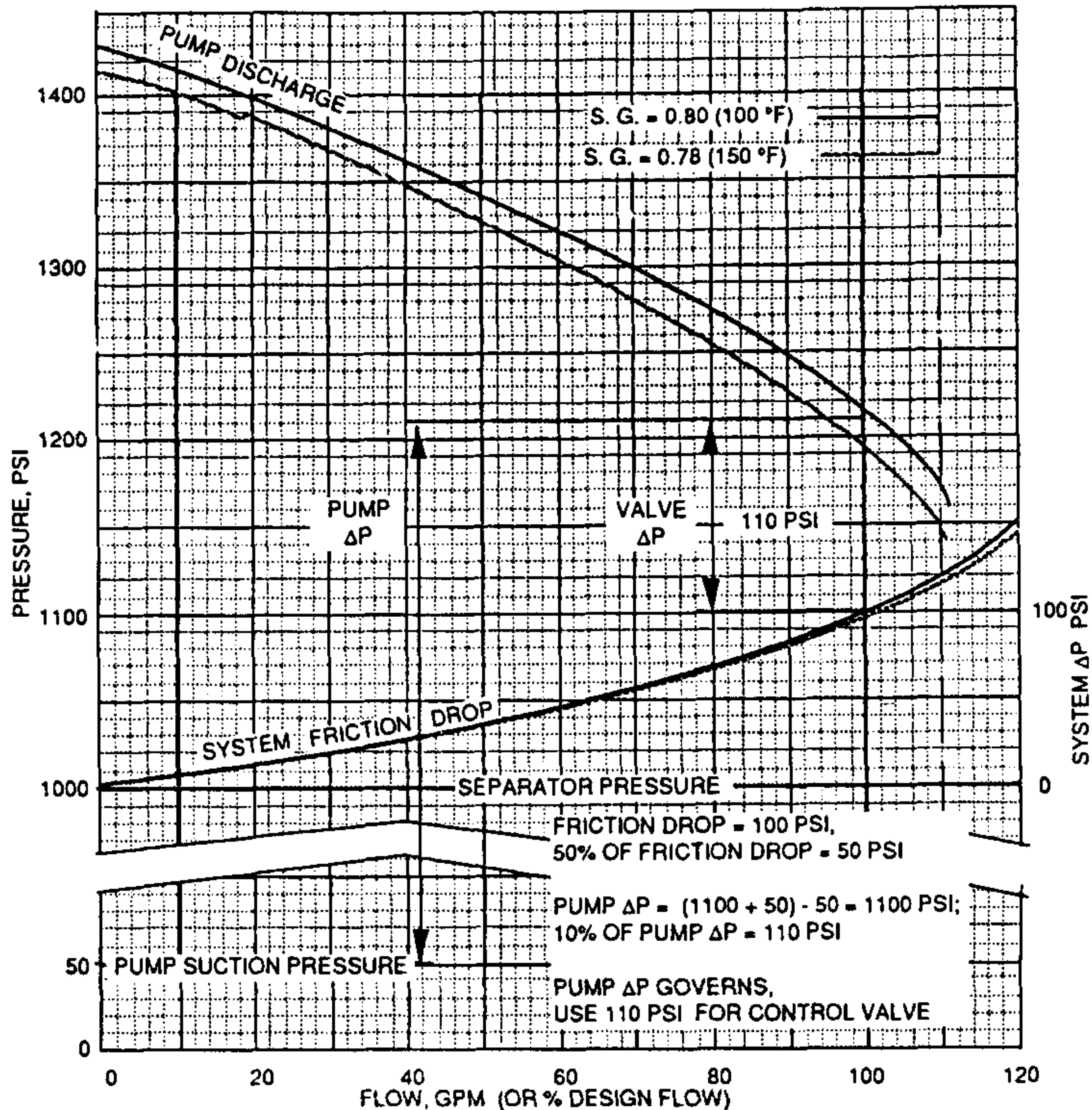
AT 110% OF DESIGN, ΔP IS NEGATIVE

AT 105% OF DESIGN, ΔP IS NEGATIVE

AT 105% OF DESIGN,

$$C_v = 100 \sqrt{0.8 / (1132 - 1110)} = 20.0$$

شکل ۴۲ - میب بافتار زیاده. تفاوت اصطکاک متغیر شده است.



S.G. = 0.80

$$C_v = 100 \sqrt{0.8 / (1210 - 1100)} = 8.5$$

USE 1" FULL SINGLE, C = 12, OR
1-1/2" FULL SINGLE, C = 25

AT 110% OF DESIGN

$$C_v = 100 \sqrt{0.8 / (1165 - 1121)} = 14.8$$

AT 50% OF DESIGN,

$$C_v = 100 \sqrt{0.8 / (1372 - 1025)} = 2.4$$

S.G. = 0.78

$$C_v = 100 \sqrt{0.78 / (1181 - 1098)} = 9.7$$

AT 105% OF DESIGN

$$C_v = 100 \sqrt{0.78 / (1138 - 1118)} = 21.7$$

شکل ۴۴ - میب با فشار زیاد، هیدرولیک و انت استپهای در نظر گرفته شده است

برابر 350 Psi به ازاء 110 Psi در شرایط نرمال میباشد. این مسئله منجر به فرسایش بیش از حد و خوردگی تریم میشود. ^۲ آبخان که در توضیحات مر- بوط به مشخمه ها گفته شد، در کاربردهای با ظرفیت گسترده بایستی برای رسیدن به مشخمه نصب خطی حتماً مواردی را بکار گیرد در صد تریم رعایت نمود.

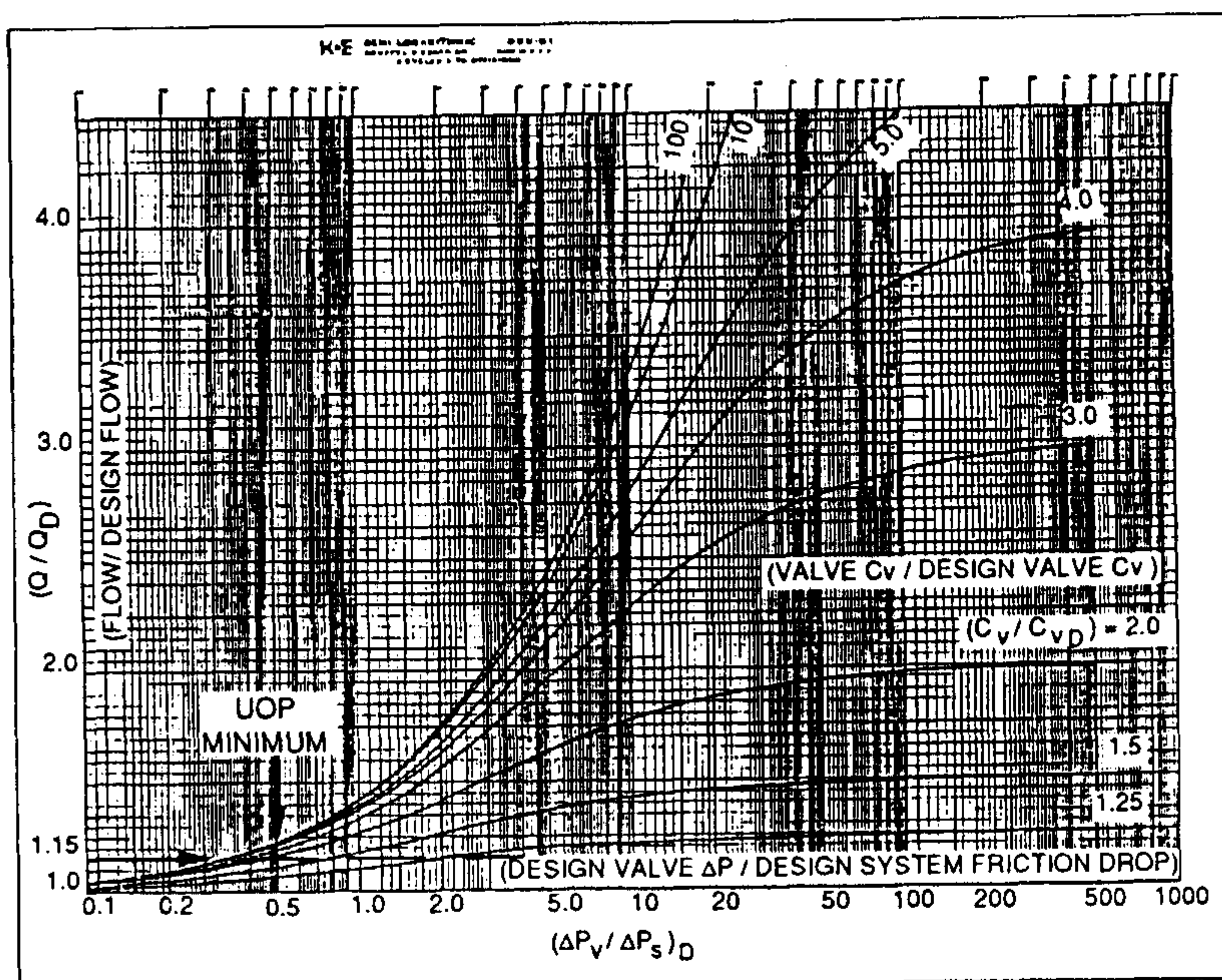
در انتخاب شیر معمولاً سؤال بصورت دیگری نیز مطرح میشود این صورت که اگر شیری که CV آن دو برابر CV جریان نرمال است، در- دسترسی نباشد چگونه باید عمل کرد؟ در این مورد باید یاد آوری کرد که همیشه لازم نیست شیری با سایز بزرگ انتخاب شود چرا که اگر در سیستم ها بپیچ وجود نداشته و تنگافت اصطکاک موجود باشد در شرایطی که اختلاف فشار شیر در جریان نرمال در مقایسه با افت اصطکاک بیشتر باشد با- ۱۵ تا ۲۰ درصد مقدار اضافی CV میتوان مقدار ۱۰ تا ۱۵ درصد جریان اضافی دست یافت.

در شکل ۴۴ چگونگی ارتباط میان اختلاف فشار شیر طراحی شده و همین طرافت اصطکاک طراحی شده و تأثیر آنها در ارتباط میان جریان و

۷ نشان داده شده است. در این حالت در سیستم مورد نظر فشار قوت بالا و پایی شیر ثابت در نظر گرفته شده است. با منفور نمودن مقدار ۵۰ درصد افت اصطلاحاً ۸ برای شیر، دوهین و همودارانه شده و یاد و برابر کردن ۷ برمال بدست آمده میتواند همان جریان ۱۱۵ درصد طراحی شده که قبلاً در شکل ۴ ملا حظه گردید، فراهم شود. در شکل ۴۴ توسط فلشها این مورد نشان داده شده است. اگر نسبت اختلاف فشار شیر طراحی شده به افت طراحی شده سیستم افزایش یابد در این حالت نسبت ماکزیمم جریان طراحی شده به طرف نسبت ماکزیمم ۷ طراحی شده میل میکند.

در اغلب موارد اختلاف فشار طراحی شده در شیر در مقایسه با افت اصطلاحاً ۸ سیستم بسیار بزرگ است، برای مثال ستون تثبیت کننده^۱ را در نظر بگیرید که در فشار ۲۵۰ PSI کار میکند و فرآورده تولیدی در ۴۰ PSI محدوده عملی سیستم مورد نظر، ذخیره و انبار میگردد «شکل ۴۵». معمولاً تانک ذخیره دارای هد استاتیکی برابر ۲۰ PSI میباشد از اینرو ۲۰ PSI باقیمانده از این محدوده در نظر گرفته شده مربوط به افت اصطلاحاً میباشد. با در نظر گرفتن مقدار ۲۰ PSI برای مبدل ها و ندها برای لوله کتی درون سیستم، کل افت حاصل از اصطلاحاً برابر ۴۵ PSI خواهد شد.

بنابراین شیر کنترل در قسمت بالا دارای فشار ۲۲۵ psi و در قسمت پایینی واجد فشار ۴ psi می باشد و نسبت اختلاف فشار شیر به افت اصطکاک برابر با ۱۱۵ به ۱۴۵ psi



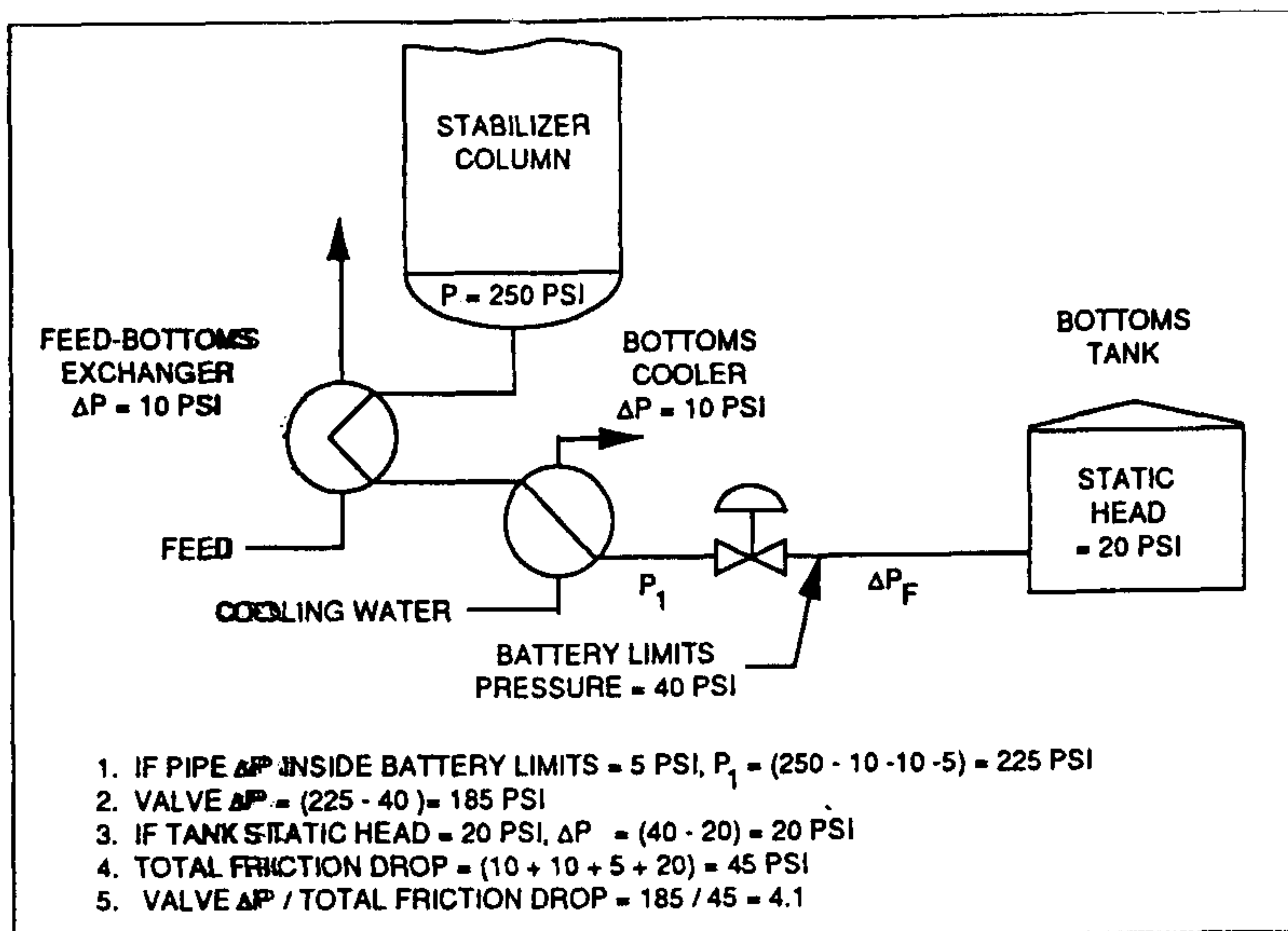
شکل ۴۴ - شیر کنترل هیدرولیک

مساری ۴/۱ برآ خواهد بود. برای این نسبت شکل ۴۴ نشان می دهد که با

از دیار مقدار C_v نرمال به اندازه $۱/۲۵$ برابر، مقدار جریان اضافه شده، ندارد و خواهد بود. اگر مقدار C_v برابر آنچه که در مثال قبل در خصوص پمپ فشار قوی در نظر گرفتیم، منظور ما اینست «یعنی $۸/۵$ » مقدار C_v ما کمترین لازم از رابطه $۱۰/۶ = ۱/۲۵ \times ۸/۵$ بدست میاید و در این حالت شیر دگ اینچ با C_v برابر ۱۲ که کوچکترین سایر در میان شیرهای موجود است، مطابقت و سازگاری کامل با سیستم مورد نظر ما خواهد داشت.

شکل ۴۴ همچنین نشانگر این است که جریان استغای حاصل از مسائل هیدرولیک بوسیله افزایش دادن سایر شیر به سادگی امکان پذیر خواهد بود. اگر افت طراحی شده شیر فقط ۲۰ درصد افت اصطکاک باشد، حتی شیری با C_v سه برابر نرمال به مقدار خواهد بود که ۱۱۰ درصد جریان طراحی شده را به ما عرضه کند. بنابراین هیچ چیزی نمیتواند جایگزین مقادیر مناسب یا رانتهای مربوط به هیدرولیک گردد.

در ۵۵ PSI عمدتاً بعلت هیدرولیک مناسب سیستم ها، همیشه از موارد همورد سه گانه یعنی ۵۰ درصد افت اصطکاک، ۱۰ درصد اختلاف فشار پمپ و ۲۵ PSI استفاده میشود. طبیعتاً در راه اندازی سیستم لوله کشی و دیگراندا حتی پمپ لازم،



شکل ۴۵- هیدرولیک- مثال مربوط به قیمت یابی تست گسترده ستون

فرض بر این است که سیستم، پارامترهای مناسب هیدرولیک را دارد بجز این
چنین شرایطی در حالت نصب نشده سیستم توسط ۵۰۰ امتحان شده است. بنابراین
در شرایط خام، عملی برای هر سیستم ویژه لازم است که پارامترهای هیدرولیک
بدقت و با حساسیت بیشتر ارزیابی شوند. که برای این کار نوع زمینه عملی، جریان
واقع و میزان دقیق افت فشار باید درست باشد. با رعایت نکات مزبور سایر شیر

هتر از رعایت موارد سه گانه کلی ارزیابی میگردد.

بایستی بار آورده کرد که نکات مهم در مورد مزبور برای بدست آوردن ۱۵ تا ۱۰ درصد جزیان شتر از مقدار مراحلی شده، با دو برابر کردن مقدار η مورد مزبور را.

بر آورد میزند. اگر در عملیات معدی یا سایر موارد به شرایطی برخوردیم که به سرعت های بالای ۱۰ تا ۱۵ درصد نیاز باشد، در این صورت باید نکات مزبور و هیدرولیک سیستم را مطابق

با شرایط عملی تغییر داد. بنابراین باید فراموش کرد که نکات یاد شده فقط یک سری موارد مهم میباشند و بصورت قانون در تمام موارد تعمیم پذیر نمیباشند.

از میان نکات سه گانه مزبور، همیشه سوئمن مورد است که در شرایط

مختلف عملی زیر سؤال رفته و مقدار آن برای شرایط جدید تعدیل میگردد. مثلاً -

وقتی که در سیستم ماده دستگاه تقطیر موجود باشد که از یک مخزن، گازی را به سیستم

گاز سوختی انتقال دهد در این حالت فشار آن توسط افت فشار شیر کنترل گاز تنظیم

شده و نتیجتاً مقداری از انرژی بخاطر حداقل رسیدن افت فشار، ذخیره خواهد شد.

در اینگونه موارد ممکن است ما به مقدار 25 m قید شده در نقطه سوم رهمود -

نیاز نداشته باشیم و مقدار دقتی لازمه از طریق تحلیل شرایط عمل بر آورد گردد.

افت فشار شیر تابعی از فشار دستگاه تقطیر، فشار سیستم گاز سوختی و افت اصطکائی

سیستم لوله‌گذاری می‌باشد. اگر هدف حداقل رسانیدن فشار دستگاه تعطیر باشد، بایستی افت فشار حاصل از سیستم لوله‌گذاری کاهش یابد بنابراین بهترین اعتبار است از این مسئله چشم‌پوشی نشود. فشار فراگشتیور، با انتخاب شیر مناسب همیشه تحت کنترل می‌باشد. بنابراین برای تنظیم آن احتمالاً به PSI ۱۶۲ تغییر در سیستم نیاز داشته باشیم. مقادیر بالا ترازیست. پوشیت موجب افزایش افت فشار شیر شده و نهایتاً بایستی آنرا در تحلیل افت می‌بینیم و رد کنیم. همچنین در باینتر ازیست^{پوشیت}، فشار کمتر افت کرد و می‌توان باز از آن چشم‌پوشی کرد. چرا که در این حالت کنترل شیر ایسته و جریان را کاهش خواهد داد.

باز عایت و باز نظر گرفتن مسئله مزبور تنها چیزی که باید در حد نظر قرار گیرد فشار گاز سوختی است. اگر فشار سیستم گاز سوختی در محدوده PSI ۱۶۲ کنترل شود در این حالت بایستی فقط PSI ۳ تا ۴ به افت فشار نرمال شیر کنترل نیاز داشته باشیم. آنچه که بعداً خواهیم دید. مقادیر C_v مورد نیاز اساساً بصورت مجذور اختلاف فشار می‌باشد از اینرو در شرایطی که افت فشار از PSI ۳ به یک ۲۰۰ کاهش می‌یابد و سرعت جریان ثابت باقی‌مانده، مقدار لازم برای C_v با مجذور عدد ۳ یعنی ۳٪ افزایش خواهد داشت. بنابراین اگر در بدو امر ما کمترین ظرفیت شیر ۵٪ باشد مورد مزبور را تحت پوشش خود قرار خواهد داد.

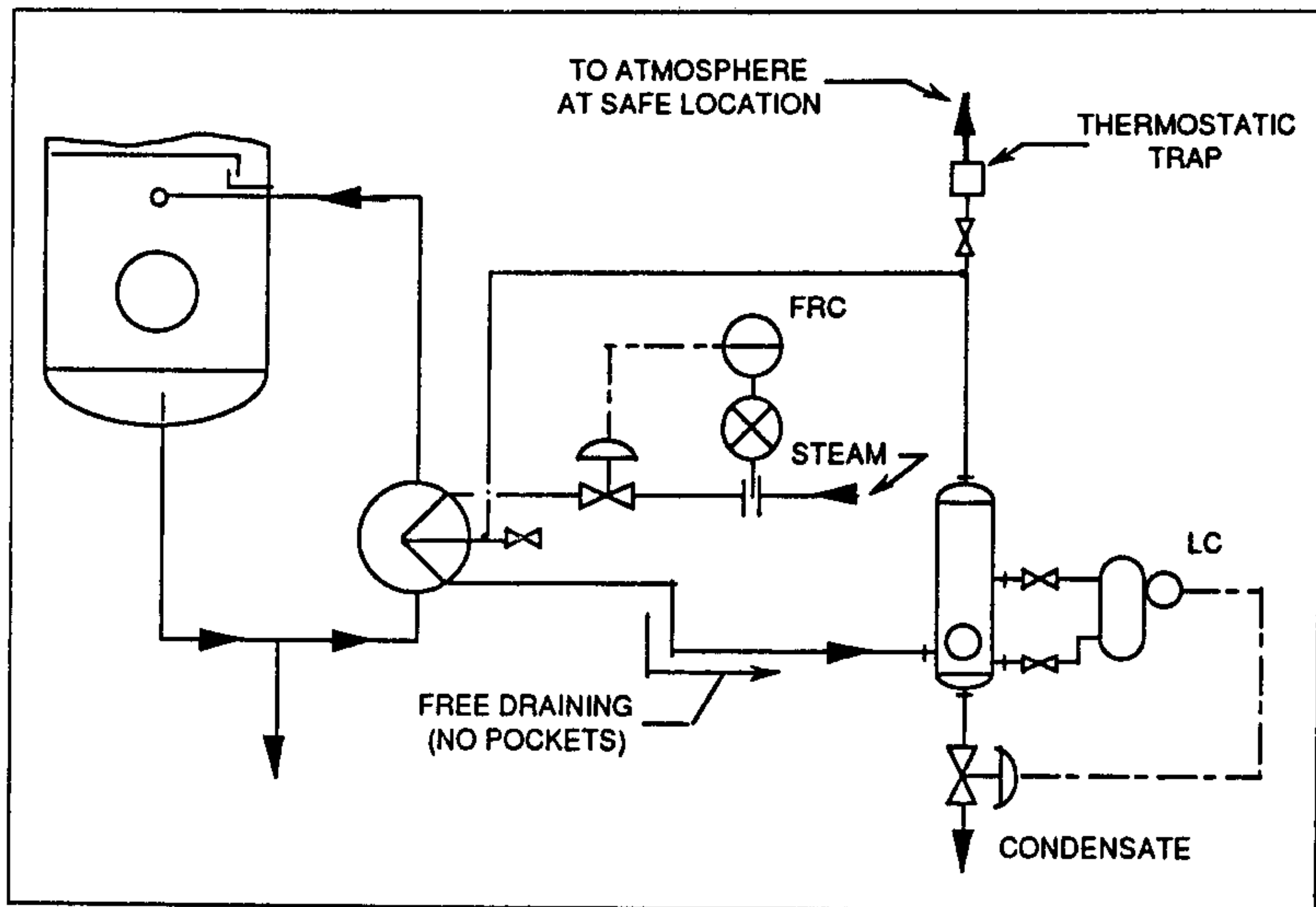
مناسفانه فشار سیستم گاز سوختن بندرت در حوزه کوچک میان $1-2 \text{ PSI}$ قابل کنترل است. بنابراین اگر کنترل مناسب باشد میتوان دستگاه تقطیر را در حال تساوی قرار داد و با افت فشار شیر روپوش شد که در این صورت میتوان از بروز مخارج و هزینه های مربوط به تأمین انرژی و خود شیر کنترل و سایر قسمتهای حلقه جلوگیری کرد و نهایتاً سیستمی با حداقل مخارج طراحی نمود. اگر در شیر کنترل بطور مناسبی برای افت فشار حوزه کافی منظور نشود، بایستی مورد بالا را حتماً رعایت کرد. حال اگر مقدار افت فشار مزبور را برای شیر 5 PSI در نظر بگیریم و افزایش فشار گاز سوختن را 5 PSI منظور نمایم در این حالت هیچگونه افت فشاری در شیر دیده نخواهد شد. در این صورت فشار دستگاه تقطیر افزایش یافته و شیر بطور کامل باز میشود که نتیجتاً فشار گاز سوختن نیز افزایش خواهد یافت در نتیجه این عدم بالانس، شیر کنترل بحالت اولیه خود بر خواهد گشت حال اگر برای سیستم گاز سوختن، میانگین مثل 5 PSI در نظر بگیریم، سیستم مورد نظر به بهترین وجهی کنترل شده و عمل خواهد کرد حوزه تغییرات - فشار در این شرایط میان 10 PSI و 15 خواهد بود.

هر صورت بهترین نوع طراحی برای رسیدن به پارامترهای هیدرولیک

مناسب در شیر کنترل، رعایت همان موارد سه گانه است. در این حالت که شرایط نرمالی را بیان میکند میتوان با در نظر گرفتن تغییرات و اصلاحات هر سیستم پیشهاد شده، مقدار عددی مقادیر سه گانه مزبور را تعدیل کرد. چرا که چون هیچ چیزی نمیتواند به بهترین وجهی جایگزین هیدرولیک مناسب باشد پس بدون شک نمیتوان برای تعیین پارامترهای هیدرولیک نیز روش خاص و دیگری شده این را بصورت فرمول و معادله دیگر گرفت.

در شرایط خاص که موارد سه گانه فوق الذکر نمیتوانند شرایط حاکم بر شیر کنترل را، مثلاً در حالاتی شبیه کنترل بخار در هیترهای بخار و یا ریلها بخار پوشش دهند لازم است از روش خاص که شرح داده خواهد شد استفاده کرد. کنترل بخار در ریلها بطور شمایکی در شکل ۴۶ نشان داده شده اند. در قسمت ضمیمه این نوشتار تحت عنوان "MEMO" برای این نوع کنترلها توضیحات لازم ارائه شده است. فقط بطور مختصر باید ذکر شود که در ریلها بخار با تغییر دمای بخار ریلها، شیر کنترل تغییرات لازم را در خود پیاده میکند، مسئله دمای بخار از این نظر مهم است که بر روی فشار آن مستقیماً تأثیر میگذارد و خود فشار تعیین کننده دمای لازم برای کنسانس کردن بخار میباشد. از اینرو اگر شرایط

فرانسیس ثابت باقی ماند، فقط دمای بخار در اصل تعیین کننده مقدار LMTD خواهد بود.



شکل ۴۶- کنترل بخار در دیوار

$$Q = UA \Delta T$$

میان این داریم :

که در این رابطه « در واحد انگلیسی »

سرعت انتقال گرما بر حسب $Q = \text{BTU} / \text{HR}$

ضریب انتقال گرما ، $u = \text{BTU} / \text{HR FT}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$

سطح بر حسب $A = \text{FT}^2$

اختلاف دما بر حسب درجه فارنهایت ΔT

با در نظر گرفتن این رابطه معلوم میشود که فشار بخار، سرعت انتقال گرما را تنظیم میکند. فشار بخار همچنین گرمای بخار تبخیر را نیز مشخص میکند. بنابراین مقدار حاصل از شرایط سوپر هیت و ساب کولیک به قدری کوچک است که میتوان از آن صرف نظر کرد. چرا که سرعت انتقال گرما و گرمای تبخیر، امکان محاسبه سرعت جریان بخار را فراهم مینمایند. با درست داشتن سرعت جریان بخار، فشار هیدرو فشار ری بویلر،^۲ میتوان مقدار درست را محاسبه کرد. حال برای یافتن سایر زوایا لازم است مقدار $LMTD$ را در رابطه مزبور با سرعت انتقال گرما معادله کرد و با استفاده از فشار ری بویلر و سرعت جریان بخار و قرار دادن آنها در جایگاه مجهولی شان در معادله $LMTD$ ، سایر واقعیات شیر مناسب برای سیستم را تعیین نمود.

در uop مشکل مربوطه در این است که وقتی شیر کنترل با سایز مناسب تعیین شده هنوز میسر دل نصب نشده و یا حتی طراحی نگردیده است. بنابراین این مسئله بخود تشکیلات مربوط به سیستم سفارش شده واگذار می‌گردد و uop در آن مسئله درگیر نمی‌شود. زیرا میسر دل حرارتی uop از نظر مشخصات، فقط دارای مشخصات کارکرد «یا پرفورمنس» می‌باشد؛ و این مشخصات به‌صورت جان سیستم‌ها می‌گوید که ایکس‌چینجر چگونه عمل میکند ولی جزئیات مربوط به نصب آنرا در بر ندارد. مقدار A ، ضریب تبادل حرارتی، در درون مشخصات - مزدور وجود نداشته و فقط فاکتور ریسک‌گذاری مشخص شده است. بنابراین اگر چه Q معلوم است ولی مقدار u و A مشخص نیست و بنابراین می‌توان $LMTD$ را محاسبه نمود و سایر را مطابق روش بالابستن کرد.

توضیحات مربوط به مبدل‌های حرارتی نشانگر این است که یک - میسر دل واقع برای تأمین 115 تا 120 درصد مقدار طراحی شده مناسب هستند. ضریب انتقال یعنی u اساساً مقداری ثابت است و هنگامیکه مبدل نصب شود مقدار مساحت یعنی A ثابت می‌شود. و بنابراین تنها پارامتری که می‌تواند متغیر باشد $LMTD$ خواهد بود. برای بالا بردن قابلیت مبدل تا

مقادیر ماکزیمم، ماکزیمم مقدار LMTD بایستی برابر ۱۲۰ تا ۱۱۵٪ مقدار طراحی شده منظور گردد. برعکس در شرایط عکس «منصور» مقدار LMTD - برابر ۸۵ درصد مقدار ماکزیمم در نظر گرفته میشود. هر زمان که فشار بخار مبدل برابر با فشار بخار هیدر باشد، مقدار LMTD به ماکزیمم خود خواهد رسید از اینرو بایستی طراحی شیر کنترل بر اساس مقدار LMTD که برابر با ۸۵ درصد مقدار LMTD در شرایط یکسان فشار بخاری بویلر و هیدر می باشد، انجام گیرد. برای این میتوان C_v مربوط به جریان نرمال را محاسبه کرد. با دوبرابر کردن مقدار C_v ، ساینز شیر کنترل بر مبنای این مقدار دوبرابر شده و حوزة اضافی برای ورودی گرمای برابر ۱۵ تا ۱۰ درصد خواهد شد. در قیمت "یافتن اندازه شیر کنترل برای بویلر بخار" در MEMO این مسئله بطور کامل توضیح داده شده است. در این قیمت چهار مثال در شرایط مختلف برای استنباط بهتر مطلب ذکر شده است. مقادیر u و A معلوم نبوده ولی ثابت فرض شده اند. برای این در مورد هر مثال میتوان یک مقدار برای C_v/uA یا C_v در واحد uA محاسبه نمود. نخست مقدار C_v/uA در شرایطی که ΔT طراحی شده مدنظر است - ۸۵٪ مقدار ماکزیمم ΔT و سپس برای درصدهای ماکزیمم ΔT محاسبه میگردد

از آنجائیکه u و A ثابت هستند، اگر مقدار C_v/UA در این درصدها به مقدار C_v/UA موجود در ΔT طراحی شده، تقسیم شود ترمهای UA همدیگر را حذف خواهند کرد. و بنابراین نسبت C_v به سایر پارامترهای موجود در درصدهای ΔT ، ماکزیمم یا قیمنیاند که به مقدار C_v طراحی شده تقسیم شده است و با معلوم بودن آنها میتوان محاسبات لازم در زمینه سایر شیر کنترل را ادامه داد. بطور مشابه، نظریاتی که $Q = u \cdot A \cdot \Delta T$ بوده و مقدار u و A ثابت فرض شده اند، بنابراین نسبت مقدار ΔT در سایر درصدها به مقدار ΔT طراحی شده درست برابر با نسبت Q در شرایط دلخواه و مورد نظر میباشد. بنابراین اگر نمودار نسبت C_v به ازاء درصد ΔT ماکزیمم رسم شود عیناً نموداری شبیه منحنی نسبت C_v به ازاء ماکزیمم Q ایجاد میشود.

در مورد چهار مثال موجود در MEMO، نقاط مورد نظر محاسبه شده اند و معلوم میشود که به طور کاملاً مشابهی در یک منحنی همانند میتوانستند قرار گیرند. منحنی نشان دهنده اینست که در نقطه ای با مقدار طراحی شده C_v/C_v مساوی ۶ درصد ΔT ماکزیمم برابر ۹۶ میباشد. که در اصل ۱۱۳ درصد مقدار طراحی شده مربوط به ۸۵ درصد ΔT ماکزیمم میباشد و این مقدار در حوزه میان ۱۱۵ تا ۱۱۰

در صد قرار دارد. بنابراین روش اعمال شد برای تعییب سایر شیر قابل قبول و فاقد اشکال میباشد.

« فرمولهای مربوط به سایر شیر کنترل »

در ۴۵۲ فرمولهایی که غالباً در این مورد دیگر میگردند همان-
هائی هستند که در هند بوک ماسونی^۱، قیمت مربوط به شیر کنترل درج
شده است. این فرمولها هنگام دیگر گیره به مراتب ساده تر و آسانتر از فرمولها^۲
ارائه شده توسط سایر سازندگان میباشد. همچنانکه قبلاً در توضیح هیدرولیک
ذکر شد در ۴۵۳ اطلاعات بسیار مشروح و دقیق در مورد هیدرولیک سیستمها
بندرت موجود است و تجربه نشان داده است که سوالات ساده تر نیز از طرف
پیشهاد دهندگان، در مقاصد ما برای تأمین پارامترهای مناسب هیدرولیک از ارزش
خامی برخوردار است. محذراً به عارله بسیار اساسی جریان مایع بر میگیریم. که
عبارت است از:

$$C_v = Q (G/\Delta P)^{1/5}$$

که در آن:

$Q =$ میزان جریان بر حسب gpm

$G =$ جرم ویژه در دمای جریان

$\Delta P =$ تفاوت فشار بر حسب PSI

بوره در هندبوک ذکر شده این فرمول برای مواردی که پدیده کاویتاسیون یا -

فلاشینگ موجود باشد، اصلاح شده است

$$P \gg C_f^2 (\Delta P_s)$$

که در آن:

$$\Delta P_s = P_i - \left[0.97 - 0.28 (P_v / P_c)^{0.5} \right] P_v$$

$P_i =$ فشار قمت بالا بر حسب PSI

$P_v =$ فشار بخار بر حسب PSI

$P_c =$ فشار بحرانی بر حسب PSI

$C_f =$ فاکتور جریان بحرانی

است. فاکتور جریان بحرانی یعنی C_f تا به آن از حالت هندسی شیر عبور کند «فاکتور

مشابهی مثل C_{Fr} برای اثرات کاهشدهنده‌های لوله‌بندی در شیر و خروجی آن متصور شده است، فاکتور C_F معمولاً بکار گرفته میشود چراکه عبور جریان از شیر کنترل، تغییر گذر جریان از یک صفحه اوریفیس موجب تسریع برگشت بست شده و یک گلوگاه ایجاد مینماید که در نتیجه فشار حداقل مقدار میرسد. هر اندازه که مایع در برگشت به سرعت نرمال، ریز کرد نشان بدهد همان اندازه نیز هد سرعت به هد استاتیکی تبدیل میگردد و مقداری از افت فشار تأمین میگردد.

تأمین فشار و بازیافت آن در دستگاه اندازه گیر جریان بسیار مفید بود و ممکن است در مورد بازیافت فشار در شیر کنترل نیز چنین گمان شود، که البته در این مورد پارامتر مفید نمیشد. بازیافت فشار بالا تر، مربوط به مقدار براندی C_F میباشد که نتیجتاً موجب افزایش مقدار ΔP در رابطه بالا در مقایسه با $(\Delta P_s)^{1/5}$ میشوند، بنابراین جریان بحرانی بوجود میاید. اگر در هر قسمت از شیر فشار بالا تر از فشار بخار مایع باشد، در این صورت جریان حالت فوق بحرانی بخور میگیرد و بایستی از رابطه $C_v = Q (G / \Delta P)^{1/5}$ استفاده کرد. اگر فشار در خروجی شیر، پایتر از فشار بخار مایع باشد مقداری از مایع در عبور از شیر تبخیر یافته در نتیجه فلاشنگ ایجاد خواهد شد و در این صورت در قیمت یابن شیر مخلوطی از مایع و بخار تولید میشود

اگر فشار خروجی شیر بیشتر از فشار بخار مایع باشد دلی فشار در گلوگاه کمتر از فشار بخار گردد در این صورت مقداری از مایع هنگام عبور از شیر تبخیر شده و همراه با باز یافت فشار، حبابهای بخار از بین میروند تا جاییکه فقط مایع باقی ماند. از بین رفتن حبابهای بخار بسیار سریع صورت میگیرد. نتیجتاً این مسئله منجر به ایجاد نویز گشته و همچنین موجهای مشکوک تولید می نماید که عموماً موجب صدمه دیدن ولو و ترم آن میگردد. علاوه بر این، حبابهای گاز جای نشی از حجم را اشغال میکنند و بنابراین میزان جریان عبور کننده از شیر کاهش مییابد.

اغلب در UOP از معادله $P \geq C_F^2 (\Delta P_S)$ استفاده نمیشود چرا که C_F تابعی از پارامترهای شیر است و چون معمولاً شیر از سازندگان مختلف، بدون توجه به مشخصات مورد نیاز خریداری میشود بنابراین C_F واقعی «باصریب معادل K_m و F در غوه» معمولاً متفاوت است، همچنین شیرهای کروی که معمولاً توسط UOP مشخص میشود دارای C_F برابر $0.95 - 0.15$ یعنی مقداری در حوالی ۱ هستند. بنابراین سایر شیر مشخص شده معمولاً یکسان است از اینرو مشخصات تعیین شده توسط UOP ، مؤید این واقعیت هستند که فاکتورهای مربوط و وابسته به پارامترهای هندسی شیر و همچنین نفوذ آن، در تعیین سایر شیر

منتظر نگریده اند. ولی فشار بخار و فشار بخارانی در لیست مشخصات درج گردیده و در صورت نیاز مشتریان درستیهای مورد نظرشان میتوانند از آنها استفاده کنند.

هدف عمده C_p ، ارائه شیوه‌ای برای پیش‌بینی پدیده‌های فلاشینگ و کواویژن در شیر کنترل میباشد که در این خصوص شامل اثرات آن بر روی C_v نیز میگردد. در $40P$ معمولاً در مشخصات قوانیند، پدیده فلاشینگ و شرایط لازم برای ایجاد آن محاسبه و پیش‌بینی شده است. بنابراین روشن یافتن ساینز شیر، شامل محاسبه C_v فاز مایع، C_v فاز بخار و جمع هر دو میباشد. چون این روش برای کارهای $40P$ رضایت بخش است لذا هنوز هم از آن استفاده میگردد.

در سری شیرهای زاویه‌ای ۷۰۰۰ ماسونینگ، استثنائاً فاکتور C_p منظور نشده است همانطور که قبلاً ذکر شد این شیرها در سری‌های حفیری بکار گرفته میشوند. اگر شیر بصورت Flow-to-close نصب شود بطور اتوماتیک پاک شدن آن انجام خواهد گرفت و زمانی که در بدنه یک شیر کروی معمولی جمع میشوند هنگام تغییر مسیر جریان، مستقیماً فلاشینگ یافته و از قسمت پایین خارج میگردند. وجود یک لایز و نتوری^۱ در گلوگاه موجب حفاظت بدنه شیر در مقابل ساینجی میگردد. علیرغم این امر، شکل و نتوری موجب تقویت و از یاد باز یافت

انرژی شده و فاکتور C_f شیر در این شرایط کاربردی، رقم بسیار اندک در جدول ۰/۴۸ خواهد بود.

در این حالت، فاکتور C_f از اهمیت خاصی برخوردار است و همانطور که شکل ۳۱ نشان میدهد در جدول جداگانه C_v برای باید منظور گردد. در شیردک اینجایی مقادیر مندرج در مورد C_v و C_f بترتیب عبارت از ۱۳/۵ و ۸۰ بوده « برای حالت شیر باز » و ۲۵ و ۰/۴۸ برای حالت شیر بسته میباشد. برای راحتی کار فاکتور C_f در جدول C_v جایگذاری شده است. بنابراین برای نگهداشتن مقادیر تقریبی C_v شیر و C_v جریان نرمال بر همان اساس، بایستی فاکتور C_f در محاسبه C_v بکار گرفته شود و در لیست مشخصات نیز ذکر شود که مقادیر C_v برای این مورد بر اساس مقدار ۰/۴۸، فاکتور C_f محاسبه شده است. معادلات دوم و چهارم و پنجم و فرمولهای C_v برای سرویس مایع در صفحه سوم هندبوک ماسونیلان درج گردیده اند و در صفحه پنجم نیز مورد سرویس های گازی ذکر شده است در ۴۵۲ برای سرویس های گازی فاکتور C_f - منظور نشده است در صفحه شش هندبوک مازور معادلات مربوط به سرویس های گاز و بخار که بسیار دقیق ولی پیچیده است قید گردیده و لذا بهتر است با برنامه -

کامپیوتری محاسبات آنها انجام پذیرد.

همانطور که قبلاً ذکر شد دلیل حذف فاکتور C_p در u_{op} آنست که

مقدار این فاکتور برای شیر واقعاً متفاوتست. اگر نوع شیر و کارخانه سازنده از

قبل معلوم باشد، بکارگیری معادلات^۲ آنها و پارامترهای هندسی مربوطه بسیار

مناسب خواهد بود.

«کنترل کتده ها»

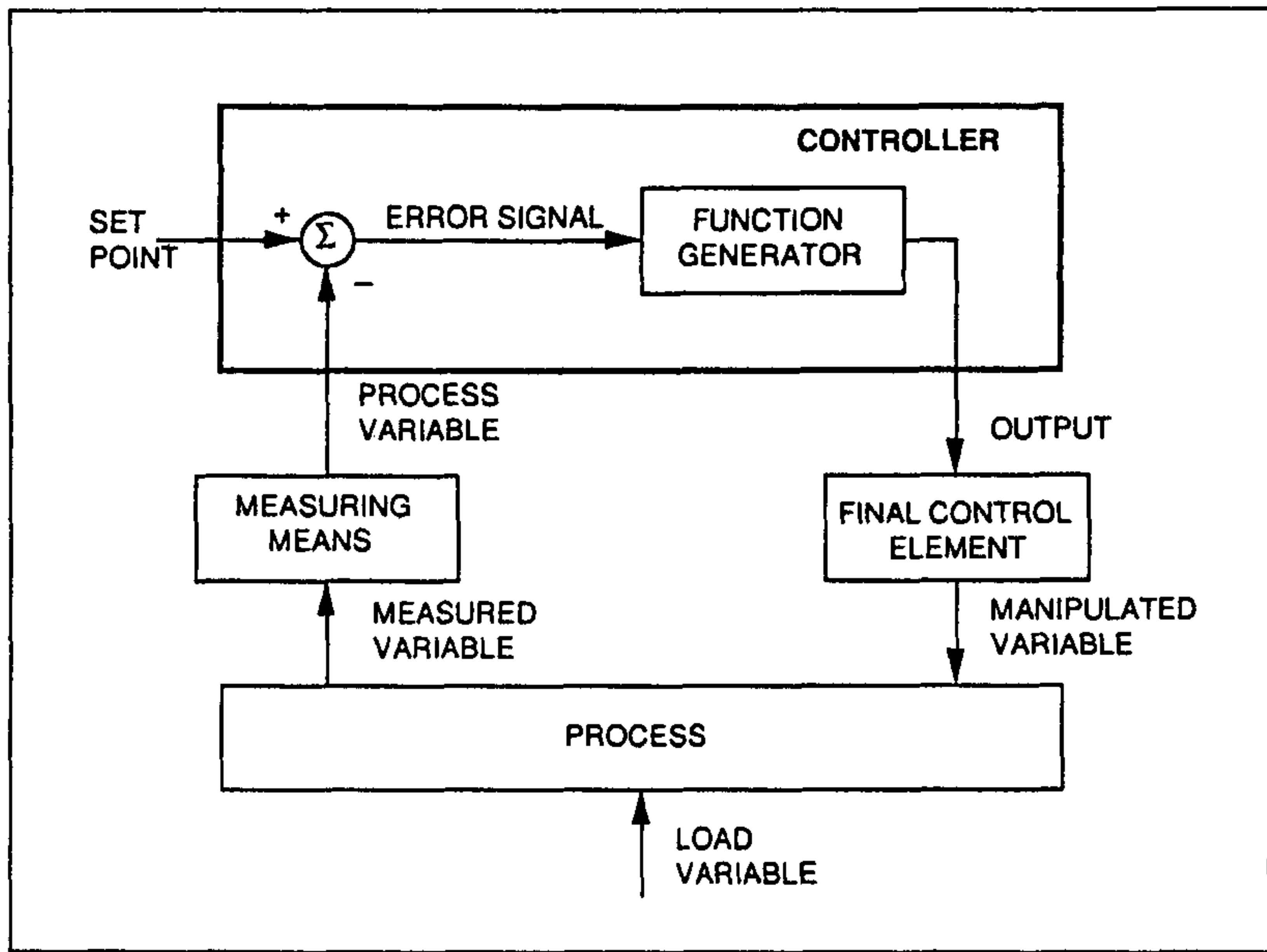
در شکل شماره ۲، ساختمان کنترل کتده بصورت شماتیک نشان داده شده است از این شکل معلوم میگردد که کنترل کتده سیگنال ۲۷ را از ترانسمیتور یا دستگاههای اندازه گیری کتده دریافت میکند و موجب تولید یک سیگنال خروجی میشود که آخرین قسمت کنترل کتده روی آن عمل مینماید. در برخی موارد وسایل و افزارهای بکار گرفته شده، جهت و راستای انتقال این سیگنالها میتواند در کم و کیف مسئله تأثیر بگذارد و بنابراین حائز اهمیت میباشد.

«افزارهای انتقال و رسیپشن»

معمولاً رسم بر این است که در دیاگرام حلقه فیدبک از عنوان افزارهای انتقال استفاده شود زیرا این افزارها فقط ۲۷ را به کنترل کتده انتقال میدهند و انتقال خروجی کنترل کتده به آخرین دستگاه موجود در حلقه که جزئی از مدار حساب شده و میتواند روی کنترل اثر بگذارد، سالانی متعددی کنترل فرایند بصورت کاملاً میوماتیک انجام.

میگرفت و برای این منظور به سیگنالی برابر $15 \sim 30 \text{ Psi}$ که مطابق با حوزه صفر تا ده درصد سیگنال مزبور است، احتیاج بود. در حوالی سال ۱۹۵۵ کنترل الکتریکی ابداع گردید. در این زمینه چندین حوزه مختلف سیگنال بکار گرفته شد ولی اغلب در صنعت بعنوان استاندارد، حوزه سیگنال برابر $20 \sim 40 \text{ mA}^{\text{DC}}$ منظور گردید. امروزه بجای سیستم نیوماتیک از انتقال الکتریکی و دستگاههای کنترل کننده الکتریکی استفاده میشود زیرا میتوان آنها را در اطاقهای کنترل دورتر از حوزه عملی سیستم بطور مناسب بکار گرفت. از سال ۱۹۷۵ تلاشهای لازم برای ابداع انتقال دیجیتال دادهها در برخی قسمتهای حلقه معطوف گردید.

اگر وسایل انتقال روی ریسپانس حلقه اثر نگذارد کم و کیف آنها مسئله ای نخواهد بود. انتقال سیگنالهای الکتریکی $20 \sim 40 \text{ mA}$ اساساً بصورت آن انجام میگردد و بنابراین نمیتوانند در ریسپانس کل حلقه اثر بگذارند. مشکلات معمولاً در ارتباط با سیستمهای نیوماتیک و دیجیتالی بروز میکنند.



شکل ۲- حلقه کنترل فیدبک

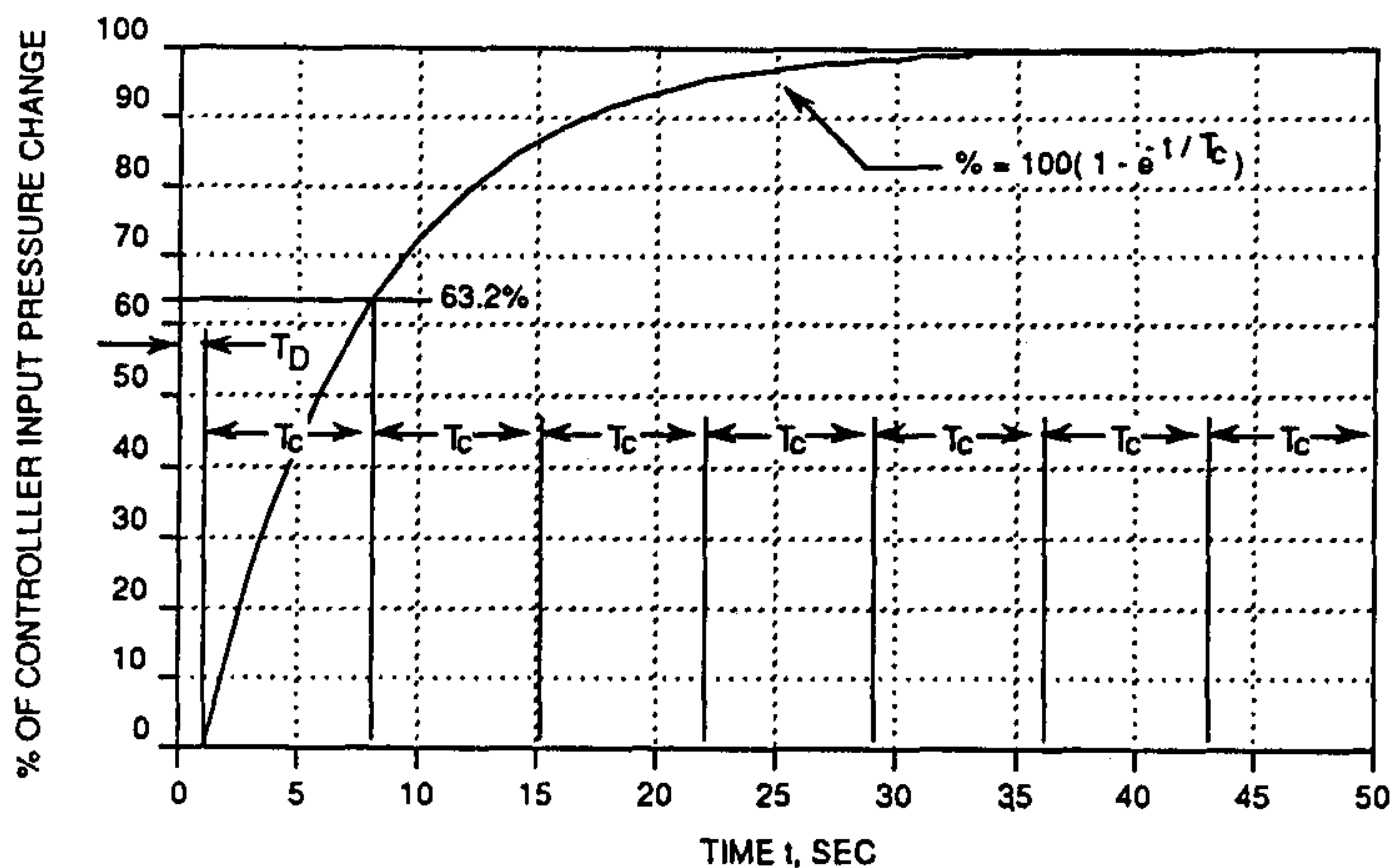
«انتقال نیوماتیک»

در هر محیط تراکم بزرگ، سرعت تغییر فشار محدود به سرعت -
صوت است. سرعت صوت در هوا در حدود ۱۱۰۰ فوت در ثانیه -
است بنابراین، اگر یک ترانس میتر نیوماتیک در فاصله ۱۰۰ فوتی از کنترل
کننده و تغییرات خروجی قرار گیرد قبل از آغاز ایجاز تغییرات کنترل کننده

در اثر سیگنال ورودی بلافاصله یک ثانیه زمان سپری خواهد شد به علاوه هر واحد طول از لوله های هواداری مقاومت بوده و نسبت به جریان، مقاومت - معنی نشان خواهد داد. ترانسیمتر باید هر گاهش حجمی را که در اثر هوادر طول تمام لوله و مقاومت آن ایجاد میشود جریان نماید نتیجه کلی این خواهد شد که فشار در ورودی کنترل کننده شروع به تغییر کردن نماید و این تغییر بصورت اکسپوننشلی^۱ ایجاد خواهند گردید.

در آغاز برای راندن هوادر طول لوله (میزان) تغییرات صد درصد فشار قابل حصول است. بهر اندازه که فشار در کنترل کننده تغییر یافته و به فشار موجود در ترانسیمتر نزدیک میشود، نیروی محرکه و رانش برای حرکت هوادر مسیر لوله کاهش خواهد یافت و به تبع آن سرعت تغییر فشار در کنترل کننده کمتر خواهد شد. اگر تغییرات فشار نسبت به زمان بصورت نمودار رسم شود نتیجه، تشکل یک منحنی نظیر آنچه که در شکل ۴۷ نشان داده شده خواهد گردید.

شکل ۴۷ در صفحه بعد به توضیح نشان داده شده است



TIME t , SEC	TIME CONSTANT	CHANGE, % FULL SCALE	CONTROLLER INPUT, % FULL SCALE	% FULL SCALE FROM FINAL
0	0	0	0	100.0
1	0	0	0	100.0
8	1	63.2	63.2	36.8
15	2	23.3	86.5	13.5
22	3	8.6	95.0	5.0
29	4	3.1	98.2	1.8
36	5	1.2	99.3	0.7
43	6	0.4	99.8	0.2
50	7	0.1	99.9	0.1

شکل ۴۷ - ریسپانس بر حسب زمان در لوله گذاری

نیوماتیک بصورت تابع مرتبه اول از

$\log + \text{DEAD TIME}$ (لوله هزار فوتی ۱/۴ اینچی)

غودار، رسیانش گذرای یک فرایند ثابت وابسته به زمان «موسوم به
 ۱۵۹ مرتبه اول»، با اضافه زمان تلف شده را نشان میدهد و وجود فرایند ثابت
 زمانی را میتوان از روی شیب صعودی بالا رونده منحنی که در قسمت آغازین -
 دیده میشود مدلل نمود. زمان تلف شده T_d مدت زمان میان لحظه آغاز -
 تغییرات ابتدائی در خروجی ترانسسمیتر تا لحظه پیدایش اولین تغییر در ورودی
 کنترل کننده میباشد. T_c ، ثابت زمانی، زمان لازم از اولین سیگنال ورودی
 کنترل کننده تا رسیدن به ۶۳٫۲ درصد کل تغییرات است. این دو زمان -
 (T_c و T_d) در تعیین رسیانش و پایداری سیستم بعنوان پارامترهای اساسی نقش
 ایفا میکنند.

در اصطلاح الکتریکی، ثابت زمانی یعنی T_c برابر با RC است که -
 همان حامل فرب مقاومت در ظرفیت ($R \times C$) میباشد در سیستم نیو -
 ماتیکی تعیین کردن C و R آسان نیست ولی چون نیازی به اندازه گیری
 آنها وجود ندارد لذا در کل با مشکل مواجه نخواهیم شد. میدانیم که
 اگر سیستم خطی باشد، زمان لازم برای ایجاد ۶۳٫۲ درصد تغییر کلی در -
 رسیدن به مقدار تعادل حالت پایدار، عبارت از یک ثابت زمانی خواهد شد.

بدین خاطر است که نیازی به تعیین مقادیر R و C و ضرب نمودن اعداد^۲ -
همدیگر نیست تا از روی آن ثابت زمانی بدست آید بلکه تعامی کاری که برای
یافتن مقدار T_c باید انجام دهیم اینست که به منحنی ریسپانس گذر، نگاهی
بفکنیم. در شکل، مقدار تغییرات ورودی کنترل کننده از صفر تا $۶۳/۲$ «
صد» کل حوزه، در خلال هفت ثانیه می باشد، بنابراین مقدار T_c برابر هفت
ثانیه خواهد بود.

بعد از اولین ثابت زمانی، ورودی کنترل کننده، سیگنالی برابر $۳۶/۸\%$ «کل
حوزه» خواهد بود. در ثابت زمانی بعدی «یعنی هفت ثانیه دوم» میزان تغییرات
ورودی کنترل کننده برابر $۶۳/۲$ درصد مقدار سیگنال موجود «یعنی سیگنال
برابر $۳۶/۸\%$ » خواهد گردید که مساوی $۲۴/۳\%$ کل حوزه است. باینر -
این ورودی در $۸۶/۵$ درصد کل حوزه، سیگنال ایجاد خواهد کرد این تسلل
تغییر پذیری سیگنال ورودی در جدول مربوط به شکل مندرج است.

همچنانکه از جدول برمی آید، بعد از چهار ثابت زمانی مقدار ورودی کنترل
کننده به ۹۸% میرسد و پس از پنج ثابت زمانی مقدار سیگنال ورودی برابر
 ۹۹% می گردد. لازم به توضیح است که اگر ثابت زمانی برابر هفت ثانیه

باشد گویای اینست که با احتساب یک ثانیه زمان تلف شده، مدت لازم برای رسیدن مقدار خروجی ترانسیتور بهمان مقدار خروجی کنترل کننده به ۳۶ ثانیه زمان نیاز خواهیم داشت. و چنانچه این کنترل کننده، تغییر مستقر در نزدیکی ترانسیتور را بکار می اندازد، در این صورت میزان خروجی کنترل کننده برابر همان ریسپانس خواهد گردید.

واضح است که حلقه کنترلی با چنین لحاظ با اشکال مواجه خواهد شد و معمولاً برای انتقال نیوماتیک محدوده میان ۴۰۰ - ۳۰۰ معقول و قابل انتظار است. بنابراین در چنین شرایطی لازم است کنترل کننده حلقه جریان و فشار در محل استقرار یابد « در کنار کنترل شیر » تا لگ مزبور را حداقل رسانده و ریسپانس را تصحیح نماید.

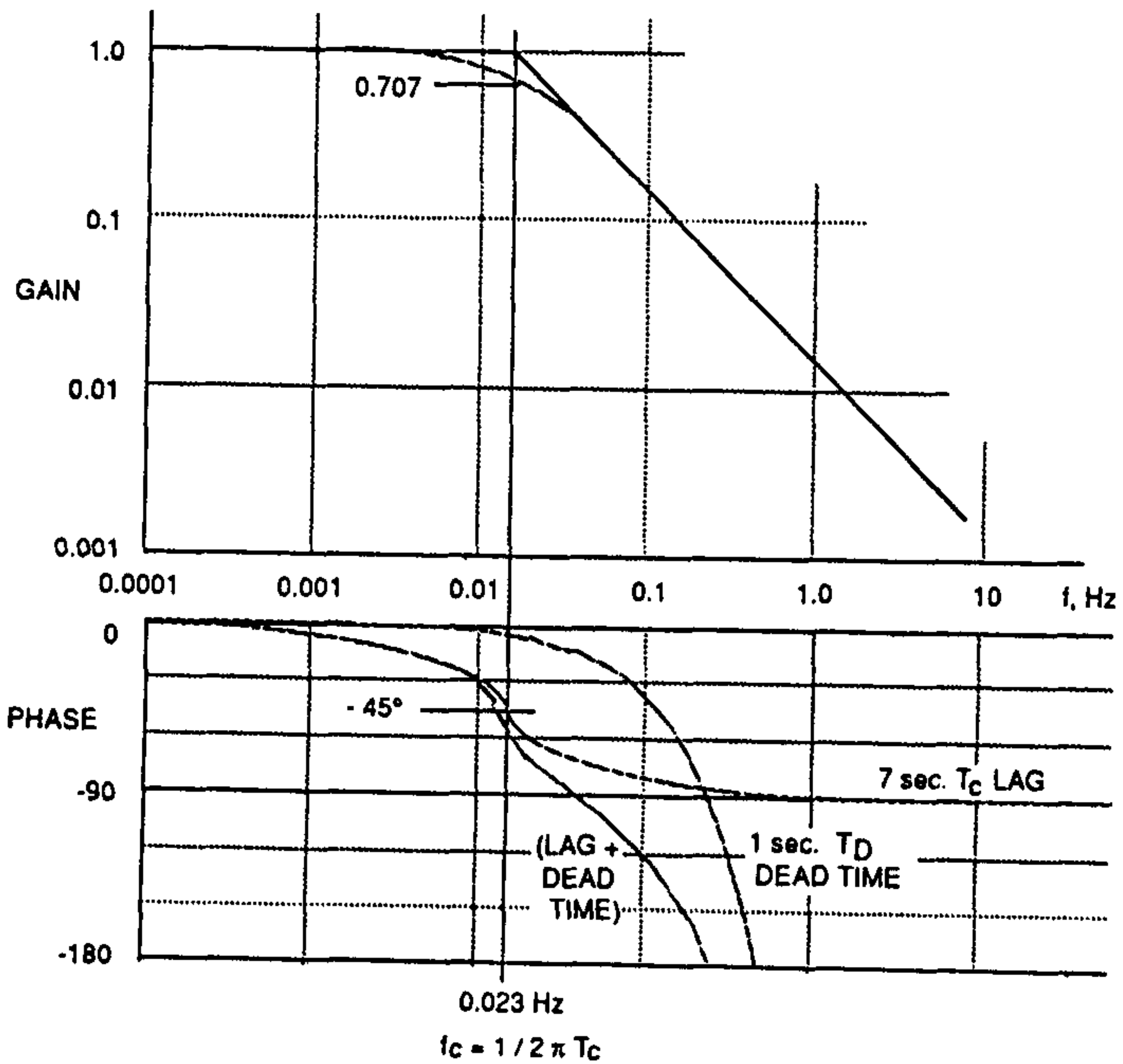
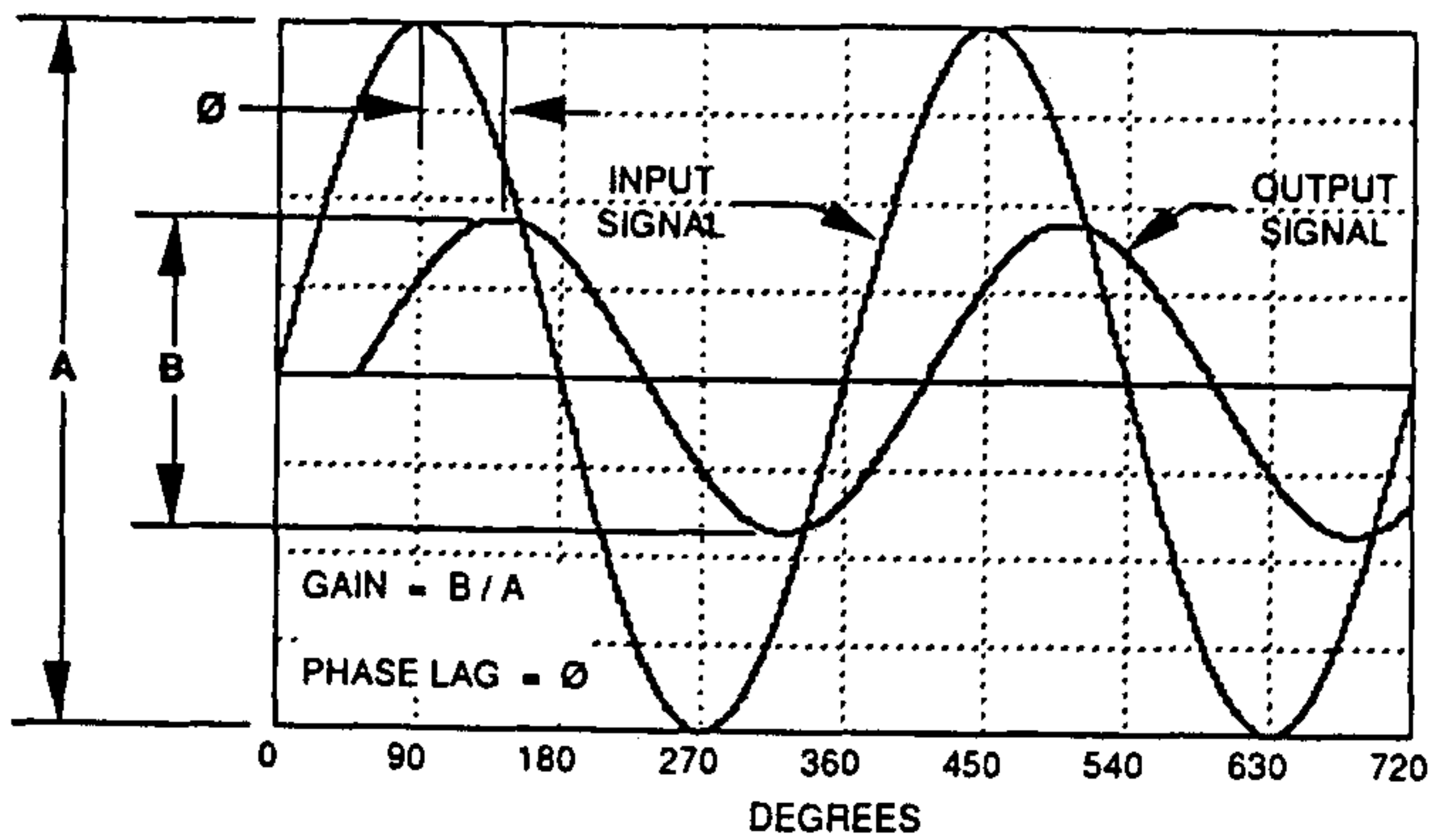
همانطوری که در تعریف ثابت زمانی گفته شد، ریسپانس را میتوان مستقیماً از روی زمان و یا فرکانس محاسبه کرد. برای تعیین ریسپانس فرکانس یک دستگاه سینوسی با فرکانس متغیر به قیمت ورودی اعمال میشود و دامنه و کیفیت فاز دستگاه خروجی محاسبه میگردد. وقتی نمودار نتایج ترسیم گردید، منحنی مشخصه ریسپانس بدست میاید.

قطعه یا هر جزء سازنده کنترل که بصورت بالا مورد تست قرار میگیرد میتواند یک جزء ساده و یا سیستمی کمپلکس باشد نوع قطعه یا جزء مزبور را هم از این که نیوماتیک، الکتریکی، مکانیکی و یا هر گونه دیگر باشد، مورد بالا در موردش مصداق پذیر خواهد بود. دستگاه ¹ HFA بهترین مثال در این زمینه محسوب میگردد. معمولاً سازندگان و حتی فروشندگان این ابزار نمودار مربوط بان را چاپ کرده و در معرض دید خریداران قرار داده اند. در نمودار مزبور ریسپانس فرکانس از ۲۰ - ۲۰۰۰۰ Hz نشان داده شده است و همراه آن نسبت بزرگی مقدار منحنی های سیگنالی یا "Gain" و یک خط مستقیم که نشانگر خروجی ورودی مربوطه است، یکجا جهت ارائه نتایج کامل به مشتری عرضه میشود.

مجدداً به لوله گذاری نیوماتیک برمیگردیم و فرض میکنیم اگر فرکانس بسیار پائین باشد، در همین زمان تلف شده، مقداری بسیار کوچک و قابل چشم پوشی میگردد. در این حالت تغییرات فشار و جریان بقدری اندک است که مقاومت لوله گذاری را میتوان نادیده انگاشت. بنابراین در فرکانسهای پائین، اساساً مقدار ورودی و خروجی یکسان میگردد. با افزایش فرکانس، اثر مقاومت

مقدار قابل توجهی می‌گیرد و ورودی کنترل کننده شروع به ag می‌نماید و در اثر آن خروجی ترانسفر افزایش یافته و مجدداً شروع به کاهش می‌نماید و این عمل در مدتی انجام می‌گیرد که در آن مدت هنوز ورودی کنترل کننده به نقطه اوج نرسیده است بنابراین ورودی کنترل کننده هرگز به اندازه مقدار خروجی نمی‌رسد و نتیجتاً، $Gain$ یا نسبت بزرگی و مقدار فرکانس باید کاهش یابد. هر قدر فرکانس افزایش می‌یابد، g به سمت 90° درجه میل کرده و نسبت بزرگی و اندازه کوچک‌تر و کوچک‌تر می‌شود در شکل ۴۸ نتیجه این امر نشان داده شده است.

در شکل مزبور نمودار « g » نسبت به g لگاریتم فرکانس همراه با نمودار شیف فاز به ازای لگاریتم فرکانس رسم شده است این نمودار عموماً نمودار $BODE$ نامیده می‌شود. نمودار g لگاریتم انتخاب شده است، زیرا برای بدست آوردن مقدار g موجود در اجزای سازنده حلقه می‌توان مقادیر g های هر جزء را با هم دیگر جمع کرد تا مقدار کلی g بدست آید.



شکل ۴۱ - رسیانس فرکانس سیستم لوله بندی نیوماتیک

اگر نسبت به منحنی «G» دو خط مماس و مجانب رسم شود محل برخورد آنها درست روی نقطه شکست منحنی یا فرکانس گوشه‌ای^۱ می‌افتد. در این نقطه فرکانس ارتباط مستقیم با ثابت زمانی دارد. CF ، در واحد رادیان بر ثانیه واحد زمان مساوی با معکوس ثابت زمان می‌باشد چون 2π رادیان برابر 360° است، پس خواهیم داشت:

$$T_c = \frac{1}{2\pi F} \quad (6)$$

که در آن: T_c ثابت زمان

بر حسب هرتز $F = CF$

در این فرکانس، مقدار G برابر 0.707 بوده و مقدار شیفیت 45° می‌باشد. با افزایش فرکانس نسبت به مقدار CF ، G بطور دگارتیمی کاهش می‌یابد و شیفیت مقدار 9° - میل می‌نماید. ممکن است چنین بنظر برسد که اگر نسبت مقدار G بطور مستمر کاهش یابد در این صورت میزان شیفیت نیز بایستی مستمراً افزایش یابد بررسی نمودار منبسط عدم تحقق چنین امری را بشیر روشن می‌کند.

همچنانکه قبلاً اشاره شد، در فرکانسهای پایین مقدار موج سینوسی

در خروجی ترانسیتور و مقدار موج سینوسی در ورودی کنترل کننده برابر می‌باشد. با افزایش فرکانس، موج سینوسی در ورودی کنترل کننده، لگ

ایجاد میکند و برای مثال باندازه N° تغییر مکان میابد. همچنین آنطور که قبلاً ذکر شد، از آنجائی که ورودی کنترل کشته موجب ایجاد لگ در خروجی ترانسمیتور میگردد از اینرو خروجی ترانسمیتور در مقدار ماکزیمم گذشته و - همزمان با رسیدن ورودی کنترل کشته مقدار ماکزیمم، کاهش میابد.

بعد از گذشتن موج سینوسی از نقطه صفر، مقدار ماکزیمم موج سینوسی در 90° ایجاد میشود. چون فرکانس ورودی کنترل کشته برابر با خروجی ترانسمیتور است، بنابراین مقدار ماکزیمم ورودی کنترل کشته زمانی بدست میاید که موج سینوسی خروجی ترانسمیتور به « $90^\circ + N$ » درجه برسد که N نشانگر مقدار لگ است. از طرف دیگر چون خروجی ترانسمیتور از 9° گذشته - و در حال کاهش میباشد، بنابراین دامنه پیک ورودی کنترل کشته نمیتواند - بیشتر از مقدار خروجی ترانسمیتور در « $90^\circ + N$ » درجه باشد. در صورتیکه مقدار لگ یعنی N بطرف 9° افزایش یابد، پیک ورودی کنترل کشته حق المقدم در نزدیکی 18° نسبت به موج سینوسی خروجی ترانسمیتور ایجاد میشود و دامنه پیک بطرف صفر کاهش میابد. عملاً میتوان فراتر از این نقطه رفت، بنابراین مقدار لگ حداکثر 9° - میتواند باشد.

زمان تلف شده در سیستم بدون اینکه تغییری در G ایجاد کند باعث شیفته فاز میگردد و این شیفته متناسب با فرکانس انجام میگیرد، در صورتیکه مقدار زمان تلف شده برابر یک ثانیه و مقدار فرکانس 1 Hz (360° در ثانیه) باشد، مقدار شیفته فاز مساوی 360° - بدست خواهد آمد حال اگر مقدار فرکانس 2 Hz گردد (720° در ثانیه) مقدار شیفته 720° - و ... خواهد شد.

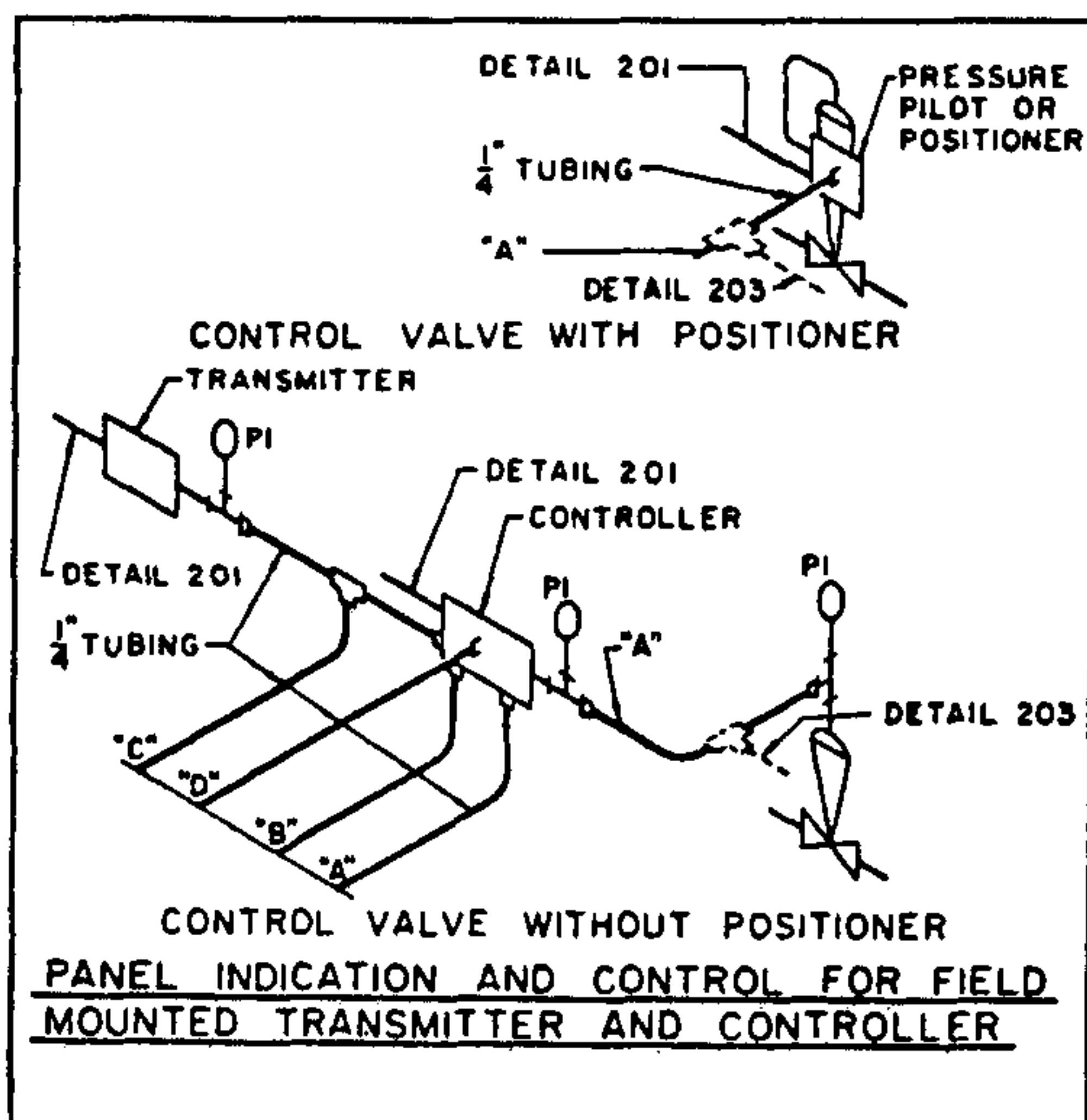
بایکدگیری رابطه (۶) اگر مقدار ثابت زمانی در لوله گذاری نیوماتیک - ۱۰۰۰ فوتی، ۲ ثانیه باشد مقدار CF برابر $23\% \text{ Hz}$ بدست خواهد آمد. این مقدار برای عمل کنترل مناسب، بسیار کم میباشد در استانداردهای $40P$ ریسپانس فرکانس لازم حداقل 1 Hz یعنی حدود ۴۳ برابر سریعتر میباشد اگر طول لوله گذاری - بین ۳۰۰-۴۰۰ فوت تقلیل یابد، زمان تلف شده $1/4$ ثانیه خواهد شد، در این حالت ثابت زمانی برابر یک ثانیه بدست خواهد آمد این مقدار ثابت زمانی نشانگر حدود $17\% \text{ Hz}$ برای CF میباشد که هنوز مقداری زیر استاندارد میباشد.

همین دلیل است که استانداردهای $40P$ به کنترل کشته های نیوماتیک برای کنترل جریان و فشار در مسایط نیازمند هستند و لازم است که حتی المقدور در تردیدی ترانس میتر و شیو کنترل باشد تا طول لوله گذاری در حلقه کنترل حداقل

مقدار برسد. برای رسیدن به رسیانس مناسب از حلقه‌های جریان و فشار - توسط کنترل کننده‌های که در صفحه کنترل نصب شده است باستی طول لوله‌گذاری در حدود ۲۰۰ - ۱۵۰ فوت باشد که عملاً امکان پذیر نیست معمولاً کنترل کننده‌های نیوماتیک را در سایت قرار می‌دهند، زیرا هر کنترل کننده - نصب شده در سایت به سیستم لوله‌گذاری ۴ انشعابی (شکل ۴۹)، احتیاج دارد. در صورتیکه برای کنترل کننده نصب شده بر روی صفحه به سیستم دو-انشعابی (شکل ۵۰) که بهراتب ارزانتر می‌باشد نیاز وجود دارد.

برعکس، کنترل کننده‌های نیوماتیک در اغلب حلقه‌های کنترل دما و برای - اغلب حلقه‌های کنترل سطح می‌تواند روی صفحه کنترل نصب شود - سیگنال دما از ترموکوپل بایک وسیله الکتریکی ایجاد می‌شود و سیگنالی که به اطاق کنترل می‌رود نیز الکتریکی است و بنابراین هیچ‌دک انتقال جریان وجود نخواهد داشت. رسیانس فرایند اندک بوده و بنابراین امتیازی نسبت به کنترل کننده نصب شده در سایت ایجاد خواهد کرد.

رسیانس مدار کنترل سطح نسبتاً آهسته بوده و همانطور که بعداً - ملاحظه خواهد شد، در کلیت بطور نسبی کنترل می‌شود و بنابراین کنترل کننده

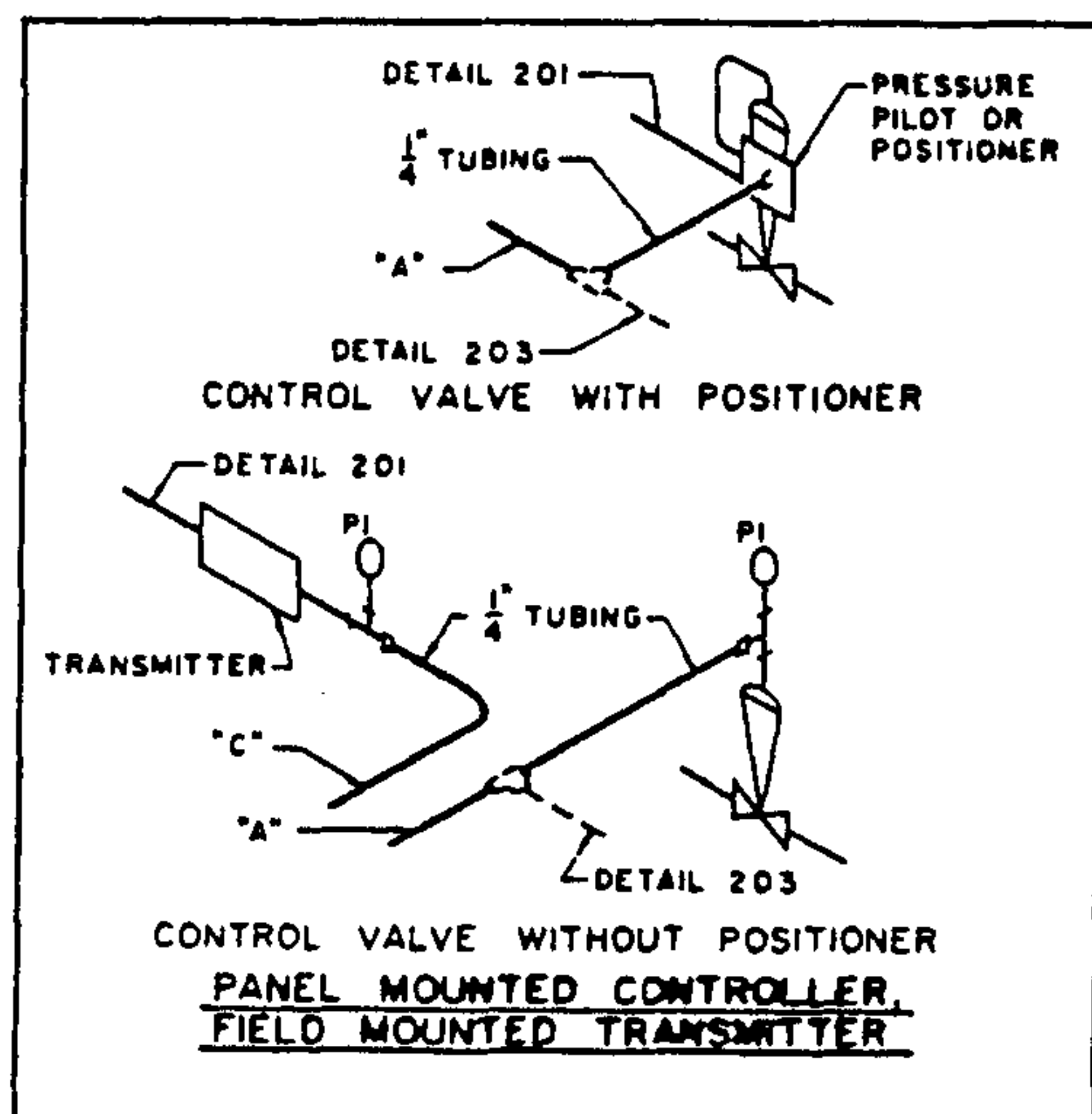


شکل ۴۹ - حالت چهار لوله ای یا
چهار انشعابی

NOTES:

"A" = CONTROL VALVE
"B" = CUT-OFF RELAY
"C" = TRANSMITTER
"D" = SET POINT

DETAIL 201 = AIR SUPPLY PIPING
DETAIL 203 = TWO VALVE HOOKUP (IF REQUIRED)



شکل ۵۰ - حالت دو لوله ای

سطح میتواند روی صفحه نیز نصب شود. باستی خاطر نشان کرد که کنترل کننده‌های نیوماتیک سطح که UOP در صفحه کنترل نصب میشوند معمولاً کنترل کننده‌های اصلی را که خروجی آنها نقطه تنظیم کنترل کننده‌ها جریان است، "cascade" میکند. در اینگونه موارد سوئیچ cascade باید در روی صفحه کنترل قرار داده شود و لذا استقرار کنترل کننده‌های سطح در سایت هیچ مرتبی ندارد.

ناگفته نماند که طبقه بندی مثال لوله بندی نیوماتیک در زمره مثال‌هایی که در آنها چنان موردی بعنوان ثابت زمانی متصور میشد، یعنی فرایند مرتبه اول با اضافه زمان تلف شده، در واقع امر صحیح نباشد. برای مثال اگر هر واحد طول سیستم لوله بندی را در نظر بگیریم، هر کدام دارای مقاومت الکتریکی معین بوده و نسبت به جریان نیز مقاومت خاصی نشان خواهد داد و بنابراین در مجموع هر کدام ثابت زمانی مخصوص بخود را خواهند بود. پس سیستم لوله بندی را میتوان یک سری طولانی از فرایندهایی با ثابت زمانی ساده در نظر گرفت که هر کدام مقدار کمتر از هفت ثانیه را دارا میباشند برای اندازه گیری و آنالیز یک سیستم کمپلکس با توابع زمانی پیچیده، دشواری عمل.

اغراضش یافته و با اشکال مواجه خواهد شد. ولی چون در اینگونه موارد معمولاً یک یا دو ثابت زمانی از میان ثوابت زمانی مختلف، حالت عمده و ارجح را دارا است از اینرو برای سهولت اندازه گیری و آنالیز، یک ساده سازی اصولی انجام میپذیرد. برای معین نمودن یک سیستم مرتبه دوم لازم است دو ثابت زمانی و یک فاکتور میرانی مدنظر قرار گیرد. اگر فاکتور میرانی کمتر از یک باشد، فرایند دچار نوسان خواهد شد.

معمولاً در فرایندهای مورد نظر ما، نوسان زمانی ایجاد خواهد شد که مدار بسته باشد. فاکتور میرانی برای مدار باز بزرگتر از یک بوده و پاسخ گذرا همانند شکل ۴۷ خواهد شد. تفاوت مسئله در اینست که در سیستم مرتبه دوم منحنی پاسخ «رسمیانس» تغییر شکل داده و بصورت سیگموتید یعنی S- شکل در خواهد آمد. در این حالت برعکس سیستم مرتبه اول در آغاز، مقدار ماکزیمم تغییر پذیری رخ میدهد، توان پاسخ سیستم مرتبه دوم بطور ساده برابر با دو برابر سیستم مرتبه اول میباشد.

در این نوشتار به جزئیات این سیستمها وارد نخواهیم شد و تنها نگاهی کیفی «نه کمّی» به چگونگی کارکرد یک سیستم هنگام بکارگیری انواع گوناگون

کنترلها خواهیم داشت، بنابراین روی مبنای کسب پاسخ و اندازه گیریماتیکه خواهد شد.

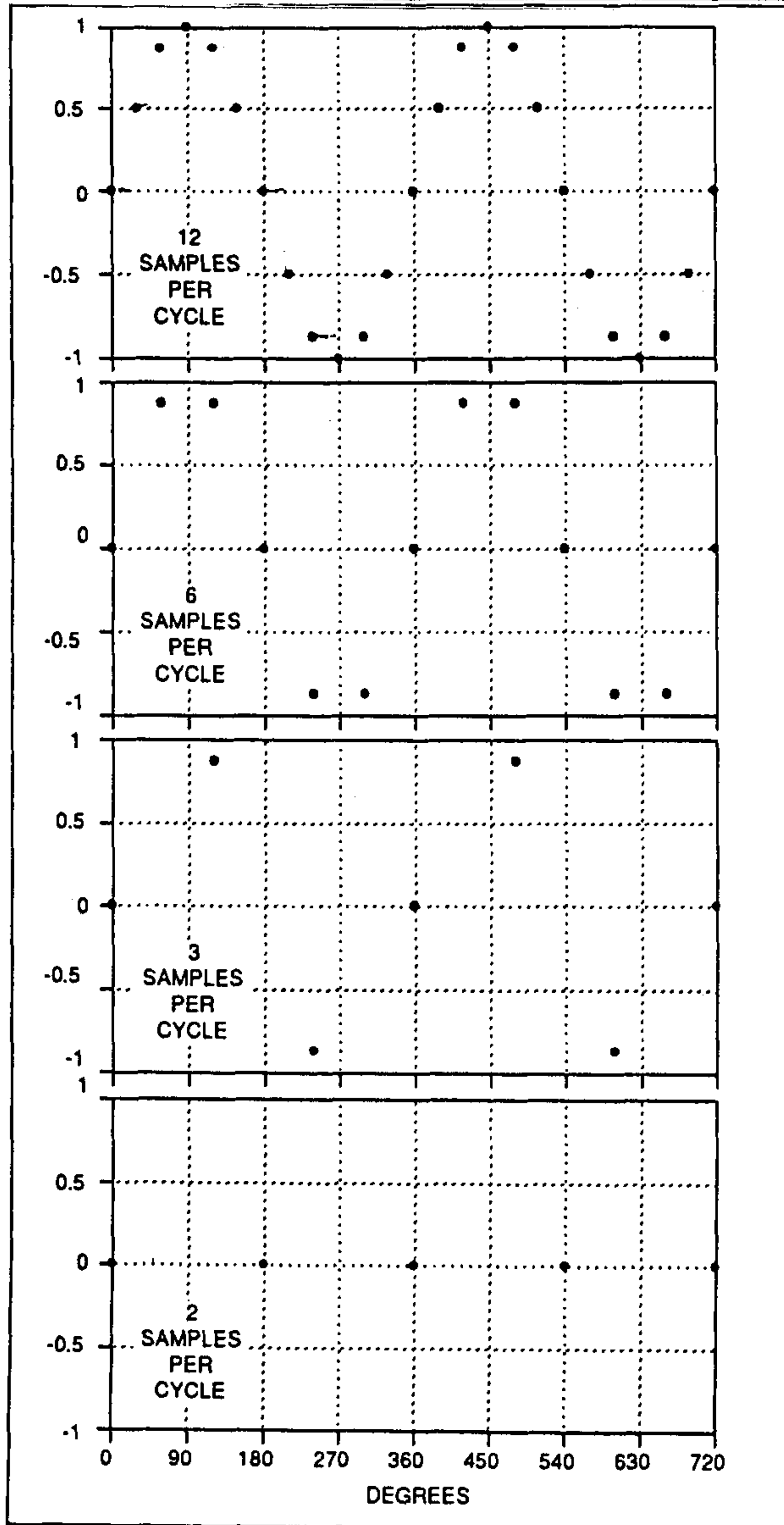
«انتقال دیجیتال»

روشهای انتقال در سیستمهای دیجیتال باید مقدار ورودی را به یک علامت الکتریکی دوتایی (Binary) که شامل اعداد ۰ و ۱ است، تبدیل کرده و سپس آنرا به اتاق کنترل ارسال نمود. از آنجائی که مسیر این ارسال، یک مسیر ساده است، بنابراین با سستی آنرا در ارسال تماس ورودیها شرکت دارد. برای اینگونه استفاده مشترک لازم است که هر ورودی اسکن شده و مقدار آن به اتاق کنترل انتقال داده شود. اگر متغیر فرایند بصورت یک موج سینوسی نویسان کند و سرعت اسکن کردن در مقایسه با فرکانس نویسان بیشتر باشد، ارقام دیجیتال بدست آمده مقدار صغیری از متغیر فرایند را نشان خواهد داد. این مسئله در شکل ۱۵ نشان داده شده است. اگر فرکانس نویسان متغیر فرایند از دیاد پیدا کرده و بطرف مقدار فرکانس اسکن میل کند، در اینحالت شماره های دیجیتال، یک حالت کاملاً تغییر یافته از متغیر فرایند را ارائه خواهد کرد، در مقابل صحیحی از فرکانس اسکن (البته برخلاف مضارب).

پدیده‌ای تحت نام Aliasing بوجود می‌آید. در این حالت، فرکانس مربوط به شماره‌های دیجیتال کاملاً متفاوت با مقدار فرکانس واقعی خواهد بود.

سیستم‌های کنترل دیجیتال اخیراً از فرکانس اسکن برابر 2 Hz استفاده می‌کنند. هنوز عده‌ای بر این باورند که بایستی فرکانس اسکن دو برابر فرکانس نوسان باشد ولی همچنانکه در شکل مشخص شده است، در این حالت هیچ تغییری در شماره‌ها وجود نخواهد آمد. بنابراین برای ردیابی فرکانس پاسخ، برابر 1 Hz با سیستم دیجیتال، فرکانس اسکن باید بیشتر از 2 Hz ، نه‌هزاری آن باشد در جدیدترین سیستم‌های کنترل دیجیتال، فرکانس اسکن ۵ یا 10 Hz انتخاب شده است اگر سیستم دیجیتال ردیاب پروژه کار گذاشته شده است. vendor باید بتواند مشخص کند که آیا به سیستم پاسخ با فرکانس 1 Hz + می‌رسد یا از آن تجاوز می‌نماید.

در 40 Hz استاندارد مربوط به فرکانس 1 Hz بر اساس تجربیات متهاری بدست آمده است. در کلیت پاسخ فرایند و جزو نهائی کنترل باید کمتر از 1 Hz باشد بنابراین در این حالت انتقال و کنترل نمی‌توانند فاکتورهای محدود کننده مدار گزینند. در مدارهای جریان، پاسخ کاملاً سریع است. از اینرو



شکل ۵۱ - نمونه برداری دیجیتالی

عمدتاً تنظیم سیستم‌ها در ۵۰P توسط کنترل جریان صورت می‌پذیرد. براساس تجربیات بدست آمده، ۵۰P برای سیستم‌های متفاوت، بکارگیری فرکانس‌های مختلفی از اسکنر توصیه نمی‌کند. اگر نیازی به عوض کردن شمای کنترل و تجدید آرایش سیستم باشد، امکان دارد که برای مثال کنترل دمای اندک نیازمند مدار جریان سریع باشد. در صورتیکه در برخی از سیستم‌ها ممکن است آغاز این روش مواجه با اشکال گردد. فرکانس ۱ Hz، عدد گرد شده مناسبی است. برای موارد عملی می‌توان آنرا ۵/۷ یا ۱/۳ Hz نیز در نظر گرفت. معضاتی که باید خاطر نشان شود که پاسخ فرکانس بیشتر از ۱ Hz لزوماً به معنای بهتر بودن آن نیست. سیستم‌هایی که در آنها فرکانس‌های گوشه بیشتر از ۱۰ Hz است با خطر تداخل با نویزهای ۵۰-۶۰ Hz مواجه هستند. این نویزها از مدارهای AC ایجاد می‌گردند. در صورتیکه فرکانس گوشه باشد مقدار gain موجود در ۵۰ Hz به ۰/۰۲ افت پیدا کرده و هیچ مشکلی را ایجاد نخواهد کرد.

«گونه‌های کنترل»

کنترل کننده‌ای که شکل آن در نمودار شماره ۲ نشان داده شده است.

دارای یک کمپراتور « comparator » میباشد که متغیر فرایند را با نقطه تنظیم مقایسه کرده و یک علامت خطا ایجاد میکند. در این شکل مولد عمل خطای ایجاد شده را به علامت خروجی تبدیل کرده و علامت مزبور آخرین جزء مدار کنترل را دستخوش تغییر میکند. باینرا این عمل ایجاد شده بوسیله نوع کنترل تعیین میشود.

در ۸۵% سه گونه اساسی کنترل وجود دارد که عبارت از کنترل - مناسب، انتگرال و مشتقی هستند و اغلب به کنترل PID موسوم شده اند. سایر گونه های کنترل بویژه در سیستمهای دیجیتال وجود دارند ولی خندان متداول نیستند.

ساده ترین نوع از انواع سه گونه کنترل مزبور، کنترل مناسب است. برای این مورد خروجی ایجاد شده توسط رابطه زیر بیان میشود:

$$O_c = Ge + B \quad \text{رابطه ۷۱}$$

که در آن: O_c^* = خروجی کنترل کننده

G = gain

e = خطا

B = Bias «یا تنظیم کننده دستی»

و همچنین رابطه زیر نیز بکار گرفته میشود «رابطه ۸» $(PV - SP) = \text{خطا} = e$

PV = متغیر فرایند

که در آن :

SP = نقطه تنظیم

مقدار خروجی، خط و Bias بر حسب درصد کل مقیاس اندازه گیری میشود
G ثابت تناسب بوده و بر حسب Gain بیان میشود. این پارامتری بعد-
است.

$$\text{Gain} = \frac{\Delta \text{خروجی}}{\Delta \text{ورودی}} \quad (9)$$

$$PB\% = 100\% \left(\frac{\Delta \text{خروجی}}{\Delta \text{ورودی}} \right) \quad (10)$$

G را میتوان بر حسب PB نیز محاسبه کرد :

PB درصد کل مقیاسی است که بر اساس آن بایستی ورودی چنان تغییر نماید
که منجر به تغییر صد درصد در خروجی بشود. اگر خروجی ترانسمیتر ۵۰٪ و
خروجی کنترل کننده ۱۰۰٪ تغییر نماید، مقدار PB کنترل کننده برابر ۵۰٪

و یا Gain آن برابر ۲ خواهد شد امروزه کنترل کتده‌هایی که در اتاق کنترل قرار دارند، الکترونیکی یا دیمختالی بوده و تنظیم آنها توسط PB انجام میگیرد باید توجه کرد که وقتی صحبت از کنترل کتده میشود، حتماً باید تفاوت میان -

PB و G را در نظر گرفت. زیرا این دو پارامتر نسبت عکس باهمدیگر دارند. -

باین PB که معمولاً از نظر عددی کوچکتر است، در واقع نشان دهنده G -

بزرگتر میباشد و اشتباه در این راستا موجب تخریب حلقه و مدار کنترل خواهد شد

باتلفیق رابطه (۹) و (۱۰) خواهیم داشت: (۱۱) $G = 100 \left(\frac{1}{PB} \right)$

در ۵۵P، برای اغلب کنترل‌های سطح مایع از P تنها استفاده میشود. در -

شکل ۵۲ چنین موردی نشان داده شده است. فرض کنیم شیر موجود در این

شکل دارای مشخصه نفب خطی بوده و C آن مساری ۱۱ است. حال اگر -

مقدار $PB = 100\%$ باشد با تنظیم کردن نقطه تنظیم در ۵۰٪ و Bias در

۵۰٪ کنترل کتده بر اساس خط پیرنگ که با PB ۱۰۰٪ نشان داده شده است

عمل خواهد کرد. باین نقطه تنظیم و قسکه مقدار سطح مایع صفر درجه -

باشد از روی رابطه (۷) و (۸) و (۱۱) میتوان نوشت:

$$O_c = 100 \left(\frac{1}{BP} \right) (PV - SP) + B \quad (12)$$

$$= 100 \left(\frac{1}{100} \right) (0 - 50) + 50 \quad (13)$$

$$= (0 - 50) + 50 = 0 \quad (14)$$

بطور مشابه وقتی سطح مایع صدرر صد باشد خواهیم داشت :

$$O_c = 100 \left(\frac{1}{PB} \right) (PV - SP) + B \quad (12)$$

$$= 100 \left(\frac{1}{100} \right) (100 - 50) + 50 \quad (15)$$

$$= (100 - 50) + 50 = 100 \quad (16)$$

با در دست داشتن مقادیر PB و $Bias$ بالا، در کنترل کننده و همچنین با

قرار گرفتن نقطه تنظیم در ۵۰٪، مقدار خروجی دقیقاً سطح مایع را دنبال-

خواهد کرد. حال اگر جریانی از ۳ gpm از آب به داخل تانک وارد نمایم و صبر

کنیم تا سطح مایع تثبیت شود، دقیقاً مقدار ۳٪ را نشان خواهد داد. در این

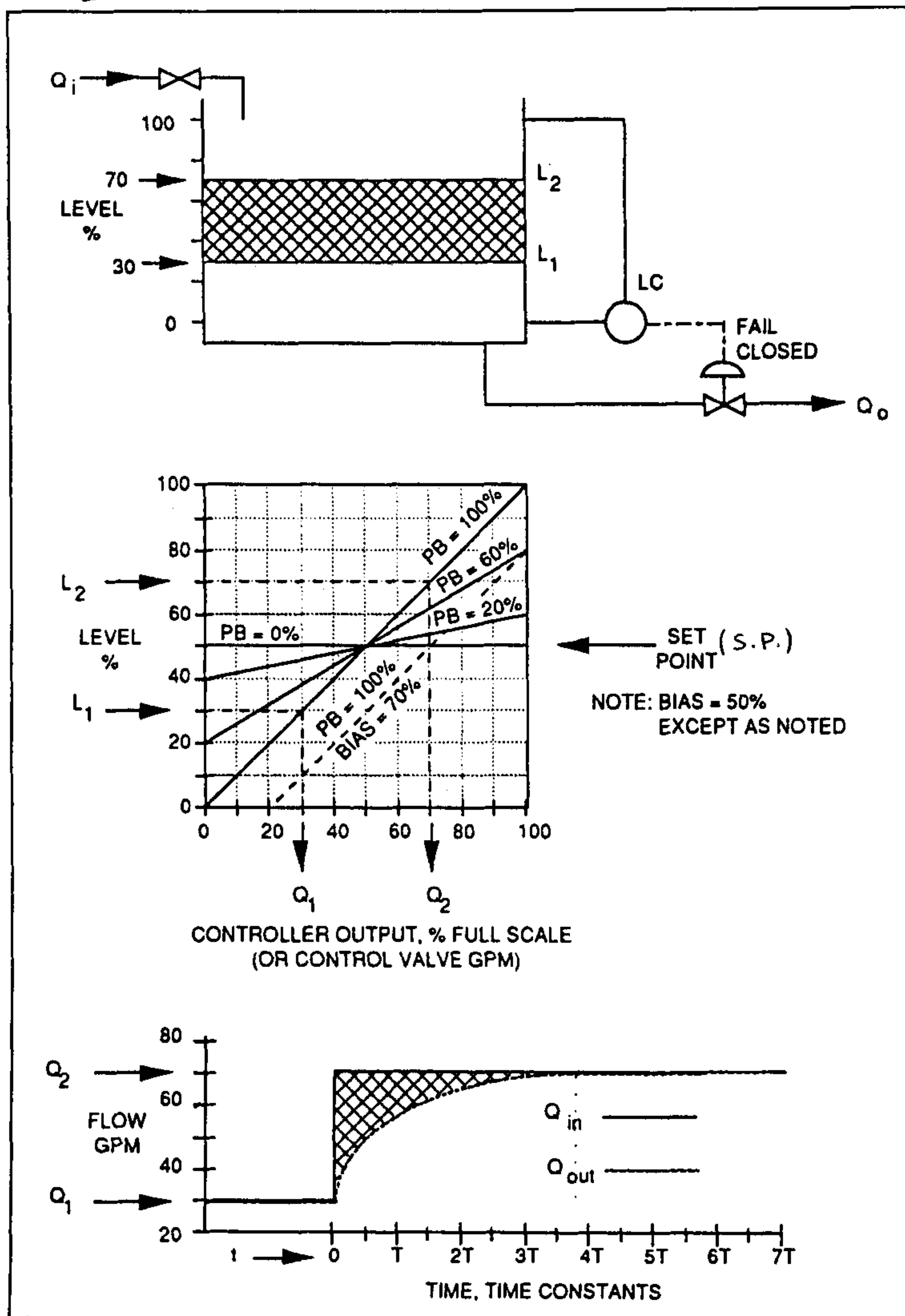
حالت مقدار جریان ورودی و خروجی برابر ۳ gpm می‌گردد.

وقتی سیستم تثبیت گردد، دو نوع تغییر ممکن است موجب بهم خوردن

بالا سن شود یکی از این تغییرات که تحت کنترل ایوانور است، تغییر نقطه تنظیم کنترل کننده می باشد. تغییر دوم که توسط ایوانور قابل کنترل نیست عبارت از -
اختلال بیرونی یا تغییر بار است.

هرموردی که روی جریان ورودی اثر بگذارد و هر چیز موثر در جریان -
خروجی «بخش کنترل کننده» بعنوان یک تغییر بار منظور میگردد. اگر موردی در
جریان بالای شیر ورودی و جریان پایین شیر خروجی پیش آید، باعث میشود که
تغییری افتی در فشار شیر و به تبع از آن در مقدار عبور جریان ایجاد شود و در این
صورت تغییر بار انجام خواهد گرفت. مخزن موجود در شکل ۵۲ به هوا -
باز میشود ولی اگر فشار درون آن تغییر کند باعث ایجاد افت فشار در هر دو شیر
ورودی و خروجی خواهد گردید که این مورد نیز به نوبه خود یک تغییر بار است ولی
از گونه ای متفاوت. در سیستم نسبت به هر گونه تغییر بار یا تغییر نقطه
تنظیم ممکنست یکسان نباشد ولی هر گونه تغییر بار روی سیستم تأثیر میگذارد
حال غرض کنیم در سیستم مورد نظر ما تغییر بار انجام گرفته و منجر به
«تغییر» آن در جریان ورودی از 3.0 gpm مقدار 7.0 gpm گشته است در اینجا^ت
سطح مایع 3.0% بوده و نتیجتاً کنترل کننده شیر را در 3.0% خواهد داشت

و موجب خواهد گریید که جریان خروجی برابر ۳۰ gpm شود در این شرایط -



شکل ۵۲ - کنترل کت: سطح

جریان با مقدار 70 gpm بداخل مخزن وارد و با سرعت 30 gpm از آن خارج میشود چنانچه است که سطح مایع شروع به ازدیاد خواهد کرد. افزایش سطح مایع در دقایق اولیه سریع خواهد بود ولی همزمان با این افزایش خروجی کنترل کننده نیز از زیاد یافته و شیر خروجی باز خواهد شد. و نهایتاً مقدار جریان خروجی نیز بیشتر خواهد شد هر اندازه که جریان خروجی افزایش مییابد متناسب با آن اختلاف میان جریان خروجی و ورودی کاهش خواهد یافت که در نتیجه آن افزایش سطح مایع به کندی صورت خواهد گرفت. این امر آنقدر ادامه پیدا میکند تا مجدداً میزان جریان ورودی و خروجی برابر شود و در این حال افزایش سطح مایع متوقف میشود. بنابراین با در نظر گرفتن جریان ورودی با مقدار 70 gpm و PB «پرپرشنال باند کنترل کتره» در مقدار 100% ، مقدار SP برابر 50% و $Bias = 50\%$ ، میزان سطح مایع بایستی تا 70% افزایش یابد که بتواند به اندازه 70 gpm جریان خروجی ایجاد کند.

خطای حالت ثابت یعنی تغییر و تفاوت میان SP و مقدار خارج از محدوده PV به «offset» موسوم است. در مثال بالا که سرعت جریان 70 gpm بود

مقدار offset برابر با $\%20 = \%50 - \%70$ خواهد شد اگر PB را از $\%100$ به $\%60$ کاهش دهیم (با افزایش Gain مقدار $1/67$)، خروجی کنترل کننده از صفر درصد تا $\%100$ به ازای تغییر سطح مایع از $\%20$ تا $\%80$ خواهد بود. با بکارگیری این مقادیر در رابطه ۱۲ خواهیم داشت:

$$V_0 = 100(PV - 50) + 50 \quad (17)$$

$$V_0 = 1/67 PV - 13/3 \quad (18)$$

$$PV = 62 \quad (19)$$

مقدار offset از $\%20$ به $\%12$ تقلیل یافته است. اگر مقدار PB به $\%40$ - کاهش یابد «یعنی مقدار G به 5 افزایش داده شود» با همان شرایط آنالیز مقدار $PV = 54\%$ یا 54 است برابر $\%4$ بدست خواهد آمد.

از نظر تئوریک میتوان مقدار PB را تا مقدار $\%0$ «یعنی $G = \infty$ » کاهش داد که نتیجتاً مقدار 54 است به صفر میرسد. $PB = 0\%$ در اصل مشابه -

کنترل on-off است. ولی در عمل قبل از رسیدن PB به صفر در سیستم شروع به نوسان خواهد کرد و ثبات آن هم خواهد خورد. در صفحات بعدی

روی این مسئله بحث بیشتری خواهد شد.

برای دیتآوری مستقیم آفت، رابطه (۱۲) را میتوان بصورت زیر نوشت:

$$\text{offset} = (PV - SP) = (PB/100)(O_c - B) \quad (۲۰)$$

برای هر مقدار معین O_c ، رابطه مزبور معلوم میدارد که بدو طریق -

میتوان آفت را کاهش داد:

یک روش کاهش دادن آن توسط کم کردن PB است که ذکر آن قبلاً رفت
روش دوم تغییر دادن $BIAS$ است. همچنین رابطه (۲۰) نشان میدهد که اگر
آفت را روی صفر تنظیم نماییم، زمانی اعتبار آن حفظ خواهد شد که B
مساوی O_c شود. بنابراین اگر سیستم به حوزی برابر ۷۰ gpm نیاز داشته
باشد میتوان با تنظیم $Bias$ در ۷۰% مقدار SP یا PV را به ۵۰% رسانده و
نیاز مزبور را مرتفع ساخت. ولی بطوریکه از شکل معلوم است، اشکال این -
روش اینست که حتی در سطح ۰% ، شیر بازده ۲% باز خواهد بود.
برای کنترل کتله سطح، معمولاً در هامن موارد آفت را تعیین کننده و
حیاتی ندارد. در حقیقت در هامن محدوده ای خاص فقط میتواند آفت معیند.

واقع شود. اگر PB روی 100% تنظیم شود و SP و $Bias$ در 50% -
 تنظیم گردد ملا حظه میشود که وقتی جریان ورودی به تانک از 30% به 70%
 تغییر یابد، بمنظور تغییر یافتن شرایط شیر کنترل و جریان خروجی، مقدار سطح
 باید از 30% به 70% تغییر یابد. بنابراین با اضافه شدن اختلاف های میان سرعت
 جریانی ورودی و خروجی، مقدار سطح تغییر خواهد نمود. در $t=0$ زمانی که
 جریان ورودی از مقدار Q_{i1} به Q_{i2} تغییر کند، مقدار جریان خروجی Q_o هنوز
 دچار تغییر نگشته و آنطور که قبلاً ذکر آن رفت میزان سطح بشدت افزایش
 خواهد یافت. با افزایش مقدار سطح، ولو خروجی باز شده و اختلاف میان
 سرعت جریان ورودی و خروجی کاهش خواهد یافت و به تبع از آن سرعت
 افزایش سطح، تقلیل پیدا خواهد کرد شکل منحنی Q_o بازاء زمان (۱) و به
 تبع از آن شکل منحنی سطح بازاء زمان (۲) مشابه منحنی فشار - زمان در سیستم
 لوله گذاری نیوماتیک که قبلاً ملا حظه گردید، خواهد شد مگر اینکه
 منحنی Q_o فاقد زمان تلف شده باشد از روی تشابه منحنی های مزبور معلوم
 میشود که سیستم از نوع لگ مرتبه اول میباشد.

انتگرال اختلاف میان منحنی جریان ورودی و خروجی برابر با انتگرال

تغییر مقدار سطح در تانک میباشد. این دو قسمت در شکل نشان داده شده است. مورد ارزشمندی که از این انتگرال گیری عاید میشود اینست که تغییرات جریان خروجی بهراتب ملائمتر بوده و در مقایسه با تغییرات جریان ورودی خیلی بتدریج صورت میگیرد چرا که در تغییر سطح، مقداری از تغییرات جریان جذب آن گردیده است. اگر جریان خروجی از تانک، خوراک ستون جداگشته باشد در اینحال باز، تغییرات ملائم جریان، u_{ps} ستون بسیار اندک خواهد بود. حال اگر جریان خروجی از ستون، خوراک ستون دوم باشد بایکارگیری PB کنترل کننده ستون اول موجب کاهش u_{ps} در ستون دوم نیز خواهد گردید. ^۲ انفور که توضیح رابطه ۲. گفته شد، میتوان آفت را بایکارگیری PB باریکتر کاهش داد. در چنین حالتی تغییر سطح در مخزن کوچکتر شده و حجم کمتری از آن برای جذب مستعد خواهد شد که نتیجتاً نوسانات مقدار جریان نیز خط راستی را دنبال خواهد کرد. این نتیجه گیری در شکل نشان داده شده است. هر اندازه PB کاهش مییابد، شکل منحنی جریان - زمان به شکل تغییرات جریان ورودی نزدیکتر و شبیه تر میگردد. اگر بتوان PB را در صفر تنظیم کرد، مقدار آفت نیز صفر شده و مقدار جریان خروجی

دقیقاً برابر با جریان ورودی خواهد گردید.

اگر هدف حداقل رساندن آفت و کنترل سطح در SP باشد میتوان همیشه از تراس متر سطحی با حداقل حوزه نیز استفاده کرد در این حالت، دیسیلیر^{۱۴} برای عمل مناسب خواهد بود در صورتیکه از دیسیلیر^{۴۸} - استفاده شود و مقدار PB را برای حداقل رساندن آفت تنظیم کرد در اصل جز اتلاف بودجه اضافی بخاطر طول اضافی دیسیلیر و مقزن کاری انجام نداده ایم اگر PB چنان تنظیم شود که شیر کنترل دقیقاً در مقدار صفر درصد سطح بسته شده و در مقدار صفر درصد باز گردد در اصل مقدار سطح تحت کنترل بوده و میزان جریان خروجی بصورت کاملاً یکنواخت باقی خواهد ماند. مع هذا بخاطر یکسری خطاهای عمل و تغییرات جرم ویژه بهتر است PB را در حوالی نور درصد تنظیم نمود در این صورت SP در پنجاه درصد تثبیت شده و Bias چنان تنظیم خواهد شد که وقتی مقدار سطح پنجاه درصد باشد، میزان خروجی - پنجاه درصد خواهد گردید با این روش بهیچ عمل تنظیم دیگر در خلال عمل نیازی پیش نخواهد آمد. در UOP به استثنای موافق که از حلقه های کنترل سطح واجد ابزارهای سطح استفاده میشود کنترل کشته سطح در محل یعنی

خارج از دید و دسترس نصب گردیده است.

بایستی تذکر داده شود که وقتی مقدار PB در کنترل کشته سطح -

صد درصد باشد مشخصه درصد مورد نیاز برای شیر کنترل نیازمند مقدار -

سطح در حوالی ۸۵٪ خواهد بود تا پنجاه درصد ماکزیمم جریان را ایجاد

کند نظر براینکه معمولاً در ۵۰٪ برای آلارم سطح بالا از نقطه تنظیم هشدار

درصد استفاده میشود بنابراین هنگام کارکرد نرمال سیستم میتوان آن را

در حالت باز قرار داد همچنین در سطوح حوالی شصت درصد و بالاتر تغییرات جریان

نسبت به تغییرات شیر بیشتر خواهد بود در نتیجه قابلیت و توانایی سطح برای جذب

تغییرات و طراز نمودن جریان کاهش خواهد یافت. در این شرایط معمولاً از

شیری استفاده میشود که دارای تریم خطی باشد.

وقتی غرض کنترل سطح، نه محدود کردن آن باشد موارد چندگانه^۱

را میتوان معمول داشت در این حالت معمولاً آفست مورد نظر نباشد در زرناتور

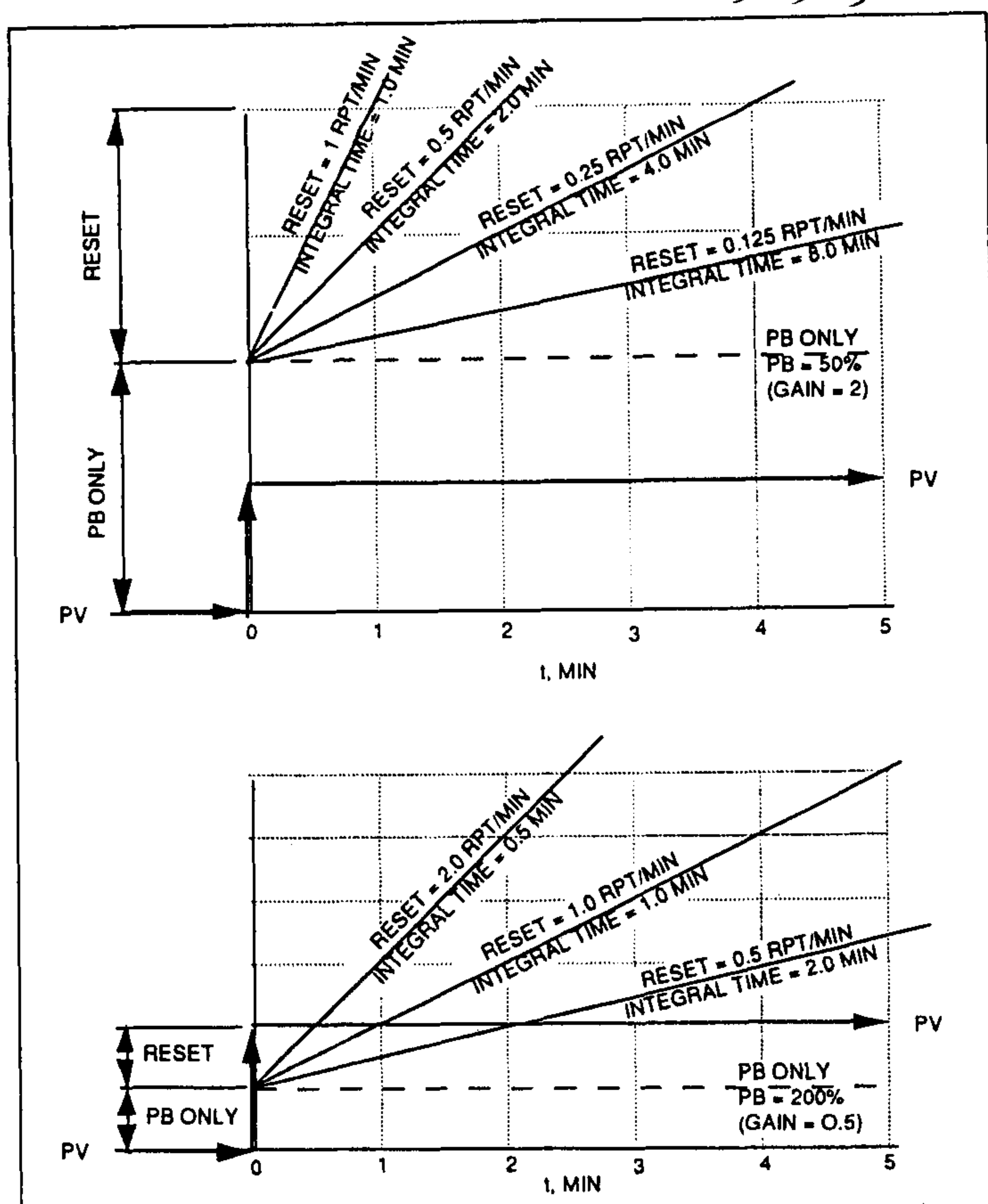
تغییر سطح موجب تغییرات سطح استاتیگ در لوله‌ها میشود که نتیجتاً فشار

در دمای بخار همراه با دمای مایع افزایش پیدا میکند. طبیعتاً وقتی مقدار سطح

نیز پایین باشد مقداری از حجم لوله‌ها خالی خواهد ماند. در صورتیکه افزایش

آن میتواند مقدار آبی را که سیستم بخار عبور میکند افزایش دهد. در چنین حالتی هدف اصلی کنترل سطح در SP خاص بدون عنایت به میزان آنتی و در حداقل مقدار ممکنه^۲ آن میباشد. این مثال نمونه‌ای برای مورد ذکر شده میباشد وقتی تنها کنترل کتنده سطح P بکار گرفته شود، قبل از ذکر شد که میتوان با تنظیم Bias مقدار آنتی را کاهش داد معمولاً Bias به ریت دستی معروف است چرا که بطور دستی همان ریتی را انجام میدهد که ریت P توأم با کنترل کتنده ریت بطور اتوماتیک انجام میدهد عمل ریت خروجی - کنترل کتنده را بطور مداوم در جهت حداقل رساندن آنتی حرکت در میاورد و در غالب موارد بر حسب تعداد تکرارها در هر دقیقه اندازه گیری میشود «RPM»^۱ - منظور از یک RPM اینست که ریک فاصله زمانی یک دقیقه‌ای، عمل ریت تغییری در خروجی ایجاد خواهد کرد که برابر با مقدار حاصل از اثر P «تنها» - میباشد بادی دستگاه به ریپاسش گذرای حلقه باز میتواند چنین موردی را ملاحظه کرد در حالت حلقه باز، حلقه قیدیک میان کنترل کتنده و آخرین جزو کنترل نهائی باز است در عمل نیز وقتی شیر کنترل حرکت نکند چنین موردی پیش - میاید .

در شکل ۵۳ ارتباط بین خروجی کنترل کننده و زمان نشان داده شده است در این نمودار فرض بر اینست که در لحظه $t=0$ مقدار PB ، و خروجی کنترل کننده در روی خط زمینه میباشند در این حالت تغییر بازخ داد و مقدار PB با اندازه یک درصد اضافه خواهد شد.



شکل ۵۳ - ریسپانس ریست حلقه باز

عمل P بلا درنگ مقدار خروجی را تغییر میدهد و این تغییر توسط مقداری از یو-
 نیت هانی که به تنظیم PB وابسته اند، انجام میگیرد. اگر عمل ریست انجام نگیرد
 میزان خروجی در همان مقدار جدید ثابت باقی میماند ولی با وجود عمل ریست،
 تغییر خطی اضافی در خروجی رخ میدهد. این تغییر از $t=0$ شروع شده و تا حد
 فیزیکی خروجی کنترل کننده ادامه پیدا میکند. از آنجائی که عمل P مقدار
 خروجی را یک واحد تغییر داده است بنابراین اگر عمل ریست میزان خروجی را
 مقدار یک واحد اضافی در یک دقیقه تغییر دهد مقدار اثر ریست برابر یک تغییر در
 دقیقه خواهد بود این بدان معنی است که بعد از یک دقیقه، عمل ریست تغییر
 خروجی حاصل از عمل P را تکرار کرده است. حال اگر ریست مقدار خروجی را
 دو واحد در یک دقیقه افزایش دهد خواهیم گفت که مقدار آن دو تکرار در
 دقیقه میباشد و الی آخر.

مکانسیم دخالت ریست در این مثال خطی است که در خلال زمان افزایش
 میباید پس میتوان گفت که انتگرال ساده ای از زمان است. در واقع میزان تأثیر
 ریست، انتگرال زمانی عامل خطا کنترل کشته بوده و بدین سبب آنرا «مدا انتگرال»
 یعنی «I» در PID مینامند. از نظر ریاضی مجموع خروجی P و انتگرال کنترل کشته را

میتوان بصورت زیر بیان کرد:

$$O_c = G \left[e + (1/T_i) \int_0^t e dt \right] \quad (۲۱)$$

$$G = \text{Gain} = (100/PB) \quad (۱۱)$$

$$e = \text{خطا} = (PV - SP) \quad (۸)$$

T_i = انتگرال زمان، تعداد دقیقه‌ها در هر تکرار

همانطور که G تابعی از معکوس PB است، زمان انتگرال در واحد MPR^1 ، جزء معکوس ریست در RPM است. همانطور که G با معکوس PB تناسب است، IT^2 بر حسب تعداد دقیقه‌ها در هر تکرار نیز با معکوس ریست «بر حسب تکرارها در دقیقه» مرتبط می‌باشد و همانند حالت پربورتشال بایستی در این مورد نیز همان دقت و احتیاط مری شده را موقع اعمال تنظیم - بکار بست. معمولاً در اتاق کنترل، کنترل کننده‌های الکترونیکی بر حسب IT MPR کالیبره میشوند ولی کنترل کننده‌های نیوماتیک نصب شده در - سایت را میتوان بر حسب MPR یا RPM^3 کالیبره نمود.

اگر در مثال بالا، حلقه موجود در کنترل کننده بسته شود در زمان

1- Minutes per Repeat
3- Repeats per Minute

2- IT: Integral Time

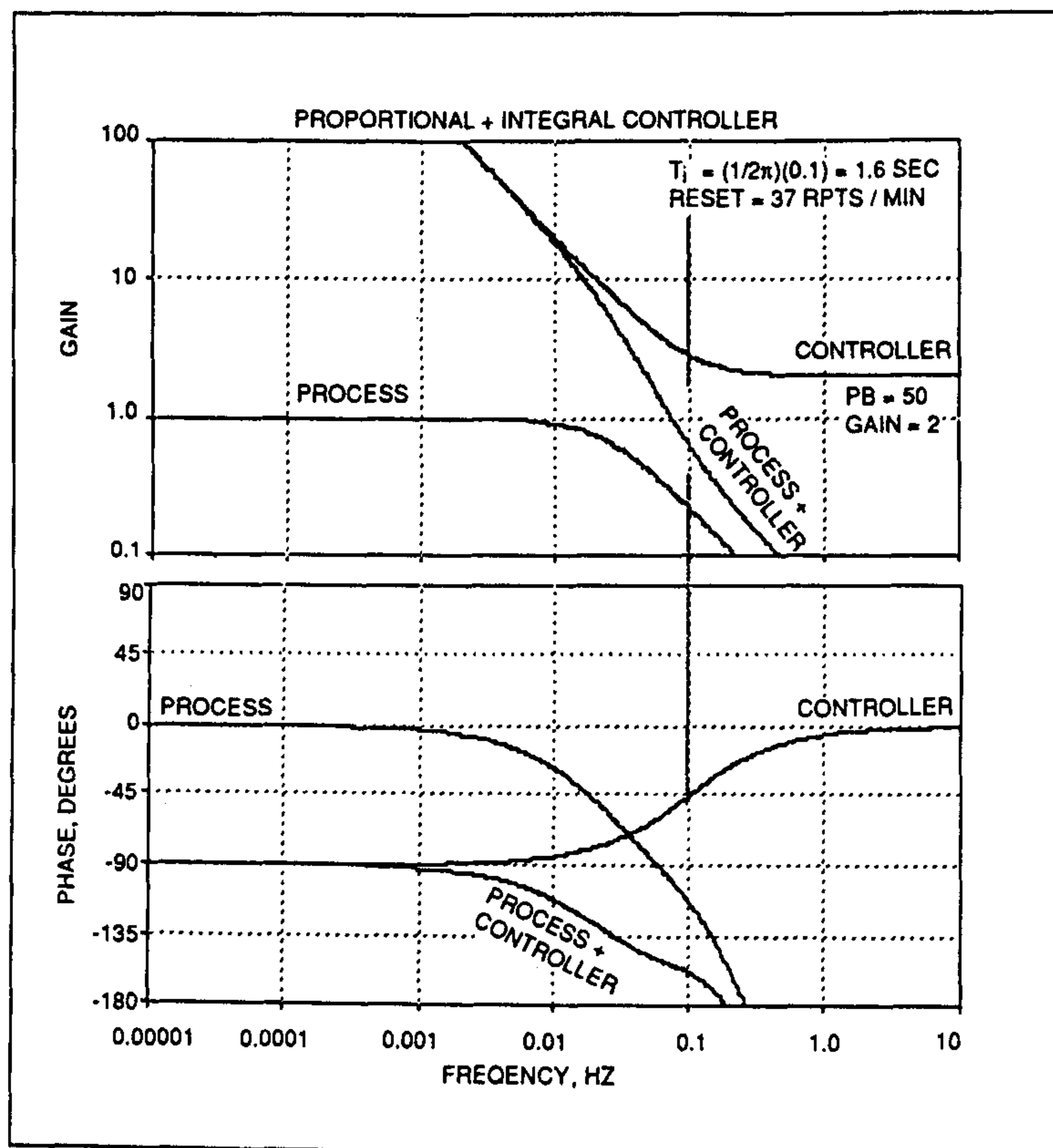
$t=0$ مقدار PV همپایه در مثال مزبور سردیده شد شروع به تغییر پذیرد خواهد کرد، ولی اگر آنست «خطا» ابقاء و نگهداری گردد، عبارت -
 انتگرال موجود در رابطه «۲۱» موجب تداوم تغییر خروجی خواهد شد،
 بازاء تغییرات خروجی، مقدار PV بطرف SP برخواهد گشت و وقتی مقدار
 SP رسید، میزان خطا صفر شده و انتگرالسیون متوقف خواهد گردید
 در این حالت سیستم مجدداً بحالت توازن درخواهد آمد و بر حسب مقدار جدید
 Bias یعنی B در رابطه «۷» برای عبارت انتگرال موجود در رابطه «۲۱» -
 مقدار جدیدی بدست خواهد آمد. سرعتی که مطابق آن PV به SP بر
 میگردد به تنظیم IT بستگی دارد با کاهش IT زمان لازم برای باز
 گشت PV به مقدار SP تقلیل پیدا خواهد کرد.

همانطور که در توضیح کنترل کننده سطح گفته شد، شکل منحن
 سطح بازا، زمان، و خروجی کنترل کننده بازا، زمان، مشابه شکل منحن فشار
 زمان «در لوله گذاری نیوماتیک» میباشد همین صورت نمودار ریسپانس
 فرکانس مشابه خواهد بود. ممکنست مقدار G و ثابت زمان متفاوت باشد
 ولی شکل کلی آنها یکسان خواهد شد در حالت ایده آل نمودار ریسپانس

فرکانس مربوط به یک پروپورتشنال - تنها کنترل کننده در معادلات ثابت به صورت خط مستقیم است که هیچ شیفیت فازی در آن وجود ندارد ولی از نظر عملی، یک کنترل کننده واقعی در فرکانسهای بالا با افت مواجه میشود چرا که محدودیتهای فیزیکی و عدم حتمیت و قطعیت تئوری و عمل همیشه چنین محدودیتهایی را پیش میآورد. همانطور که گفته شد، این افت و کاهش یا برعکس فواید تغییر تقلیل تداخل فرکانسهای جریانهای الکتریکی AC همراه است. همچنین بخاطر محدودیتهای فیزیکی مقداری تأخیر فاز وجود خواهد داشت ولی این امر بایستی در بالا تر از یک هرتز صورت گیرد و عملکرد نرمال سیستم را دچار اختلال نماید.

در نمودار «۵۴» نمودار فرکانس ریسپانس یک کنترل کننده PPI^۱ نشان داده شده است فرکانس گوشه به نقطه تنظیم IT در کنترل کننده بستگی دارد. نمودار دوم، تکرار نمودار کنترل کننده بوده و همچنین نشانگر نمودار فرکانس ریسپانس مرتبه اول میباشد یعنی پروسس با ثابت زمانی ساده همانند سیستم کنترل سطح است که قبلاً ذکر آن رفت ولی در این حالت مولفه مربوط به زمان تلف شده، مشابه موردی است که در توضیح لوله گزاری

نیوماتیک درج شده است.



شکل ۵۴ - کنترل پروپورشنال + انتگرال

ممکن است که قبلاً نشان داده شد، ریه‌پاشی ترکیبی باز حلقه فراسید و کنترل کشته راهی‌توان از طریق ترسیم با افزودن دو نمودار جداگانه مربوط بدست آورد. زیرا عمل افزایش در مقیاس لگاریتمی معادل عمل ضرب کردن در مقیاس خطی می‌باشد هنگامی که نمودار ریه‌پاشی باز حلقه ترکیبی رسم شد. می‌توان پایداری حلقه را چک نمود. در صورتیکه G بزرگتر از ۱ باشد. «وقتی انتقال فاز برابر 180° - گردد» سیستم پایدار خواهد گردید.

مشتق‌ر رسیدن به عملکردی پیوسته، لازم است فیدبک حلقه کنترل دارای فیدبک منفی باشد. زیرا در برخی از حلقه‌ها میزان انتقال فاز 180° خواهد شد اگر حلقه کنترل جریان دارای شیر کنترل باشد که در اثر افت فشار بسته شود، بهر صورت بایستی کنترل کشته معکوس العمل نیز باشد در صورتیکه موردی پیش آمد و موجب افزایش جریان گردید خروجی ترانس میتر جریان که به کنترل کشته می‌رسد نیز افزایش پیدا خواهد کرد این افزایش موجب باز شدن شیر شده و مقدار جریان بهراتب بیشتر خواهد گردید از این روست که باید کنترل کننده بازده 180° انتقال فاز در حلقه انجام دهد تا هنگام افزایش ورودی، خروجی

گاهش باید وقس علیهذا. این انتقال فاز در قسمت کمپراتور کنترل کتده - صورت میگیرد. حال اگر برعکس مورد بالا، حلقه جریان دارای شیر کنترل باشد که در جریان افت هوا با شود لازم است که کنترل کتده مستقیم الاثر باشد. در این حالت افزایش جریان موجب بروز افزایش در خروجی حاصل از کنترل کتده میگردد. بنابراین انتقال فاز در شیر کنترل، نه در کنترل کتده، برابر 18° خواهد بود، بهر صورت، در هر حالت مواردی پیش میاید که به انتقال و شیفیت 18° نیاز پیش آید.

اینچنین انتقال فاز حتی در فرکانسهای بسیار پایین نیز وجود دارد اگر به ازای افزایش فرکانس، وقفه اضافی پیش آید و به 18° برسد مقدار کل انتقال فاز برابر 36° خواهد گردید این انتقال فاز گویای اینست که هر سیکل دقیقاً با سیکل قبلی خود در یک فاز قرار دارند. در چنین مواردی - مقدار ϕ حلقه بیشتر از ۱ می باشد و بنابراین هر نوسان بزرگتر از نوسانات متلی خود خواهد شد و در نهایت سیستم خارج از کنترل خواهد گردید.

یکی از راههای تثبیت نمودن سیستم، کاهش ϕ است زیرا با رساندن آن به مقدار کمتر از ۱، میزان نوسانات پیمای بزرگتر شدن، بسیار کوچک

خواهد گزید. در برخی موارد بسته به سیستم عمل افزودن IT میتواند مفید واقع شود. « IT را در برخی نوشته‌ها بصورت I_i نشان میدهند، اگر مقدار IT بی‌نهایت باشد، در اصل کنترل کتده بصورت P_o^1 خواهد بود. از این آنالیز به آسانی معلوم میشود که چگونه زمان تلف شده در گارایی سیستم اثر تعیین کتده دارد. همچنین که قبلاً اشاره شد زمان تلف شده یک ثانیه موجب انتقال فاز ۳۶° - در فرکانس یک هرتز و ۱۸° - در $۰/۵$ هرتز میگردد حتی اگر فرایند ثابت زمانی بسیار کوتاهی داشته باشد در $۰/۵$ هرتز مقدار انتقال فاز وجود خواهد داشت و ۱۸° در $۰/۵$ هرتز سیستم را ناپایدار خواهد نمود.

وقتی گفته میشود که فرایند دارای ریسپانس سریع است، دقیقاً منظور اینست که مقدار لگ آن کوچک میباشد و بنابراین دارای ثابت زمانی کوتاهی میباشد مقدار لگ در یک پروسس مرتبط با توانایی آن برای ذخیره کردن - انرژی میباشد در مثال لوله گزاری نیوماتیک طولهای بزرگتر سیستم لوله بند، گنجایش زیادی برای ذخیره کردن انرژی در شکل هوای فشرده بوجود میآورند و موجب ازدیاد لگ میگردد. جریان مایع یک فرایند سریع است و

مایع قابل تراکم نمیباشد بنابراین باستانی مقدار اندکی در $SDCVA^1$ انرژی اندکی در سیستم ذخیره میشود تغییر موقعیت شیر تقریباً بطور آئی بعنوان - تغییری در تغییر فرایند منظور میگردد. بعلاوه اغتشاش اندکی در سیستم موجب پیدایش نویز در کاغذ ثبات میشود. چیزی که برای این حالت مورد نیاز است نوعی از کنترل است که مقدار G را در ناحیه فرکانس بالای نویز حداقل رسانده و مقدار آن را در فرکانسهای پایینتر، مقدار ماکزیمم افزایش دهد تا در نتیجه آفت کاهش یابد.

کنترل کننده PI^2 دقیقاً چنان عملی را انجام میدهد. با تنظیم G اندک و PB عریض در کنترل کننده، تقویت فرکانسهای نویز حداقل میرسد و در واقع امر میزان دامنه آن را کاهش میدهد. چرا که مقدار G کمتر از یک میباشد تنظیم فرکانس ω^3 گونه استگرالی در پایین حوزه نویز - موجب پیدایش G ، ماکزیمم در فرکانسهای پایینتر میگردد. بهترین نقاط تنظیم کنترل کننده برای حلقه جریان مایع میتواند:

$$G = 0.15 - 0.17$$

$$IT = 0.05 \text{ MPR}$$

باشد.

1- Spring Diaphragm Control Valve Actuator

2- Proportional plus Integral Controller

3- Corner Frequency

درمورد حلقه های جریان گاز، مایع قابل تراکم است ولی طول لوله گذاری میان شیر و جریان دسبح، معمولاً کوتاه است و گنجایش ذخیره اندک میباشد و بنابراین میتوان از همان مقادیر کنترل کتده استفاده کرد. در حلقه های فشار مایع، نویر چندان چشمگیر نبوده ولی همانند حلقه جریان مایع، میزان گنجایش ذخیره اندک است و بنابراین نقطه تنظیم کنترل کتده بایستی مشابه موارد مربوط به جریان مایع باشد.

درمورد حلقه های فشار گاز، تراکم پذیری حالت بار بخود میگیرد در این حالت سیستم دارای مخازن و لوله گذاری مربوط به آنها بوده و گنجایش ذخیره انرژی بهرابت بیشتر میباشد. همانند حلقه های فشار مایع، در این مورد نیز نویر چندان قابل اهمیت نیست بنابراین میتوان از مقادیر G بزرگتر «در مقایسه با حلقه های جریان» استفاده کرد بهر صورت از آنجایی که ذخیره انرژی بیشتر است، لذا به IT بیشتری نیاز وجود دارد. نقاط تنظیم مناسب عبارتند از:

$$G = 1.5 - 2$$

$$IT = 0.2 - 1 \text{ دقیقه} \quad (PB = 50 - 75 \% \text{ د } 1.5 - 5 \text{ RPM} \text{ رست})$$

میباشد.

سیستم‌های مقدار ذخیره انرژی بسیار زیاد و به تبع از آن با حداکثر مقدار یک حلقه‌های دما می‌باشد، اساساً جریان و فشار نسبت به زمان ثابت بوده و لگ مربوطه‌شان از مرتبه اول می‌باشد حلقه‌های دما عموماً دارای دو ثابت زمانی میان PV^2 و MV^1 هستند برای افزایش گرمای ورودی به مسیر فرایند یا مبدل حرارتی، بایستی ابتدا گرما از میان ورقه‌ای با ضریب انتقال «مقاومت» که در یک طرف لوله قرار دارد، گذشته و سپس از جداره لوله «خازن» عبور نموده و سرانجام پس از گذشتن از میان ورقه نازک دیگر «مقاومت» به درون مایع فرایند «خازن» برسد. قبل از اینکه مایع فرایند به دمای مورد نظر برسد دارای لگ انتقالی، زمان تلف شده، بوده و می‌توان هر گونه تغییر دما را آشکارسازی نمود و در گل می‌توان تغییر مقاومت و خازن را در ترموول و ترموکوپل اندازه گیری کرد.

در واقع امر، ورقه‌ها و دیواره لوله‌ها هم مقاومت و هم خازن دارند و بطور کلی مقاومت‌ها و خازن‌ها در ترکیب با هم موجب ایجاد دو ثابت زمانی می‌گردند که ارجح بر سایر ثوابت می‌باشند و برای ارزیابی سیستم باید از تقریب مرتبه دوم لگ + زمان تلف شده استفاده کرد.

در حلقه‌های رما، وجود لگ‌ها موجب دشوار شدن بشیر کنترل شده است. از آنجایی که مدت زمان طولانی میکشد تا تغییری که در موقعیت بشیر کنترل ایجاد گردیده، اثری روی رما داشته باشد و اثر مزبور منجر به ایجاد تغییری در سیگنال ورودی شود، لذا باید روشی برای آفت کردن این وقفه‌ها یافت تا به محض اینکه تغییری در رما آغاز گردد، بلا درنگ کنترل کننده بدان پاسخ فوری بدهد و عکس العمل خود را نشان دهد. اگر G کنترل کننده با اندازه کافی بشیر باشد، در این صورت خروجی سریعتر از آنچه که ورودی نشان میدهد تغییر خواهد نمود. قسمتی از این G زیاد از بکارگیری حوزه اندازه گیری با sz^1 و $span$ ای در حدود $200^\circ F$ ، مگر اینکه ملاحظات دیگری وجود داشته باشد، نشأت گرفته است. برای عمل‌های عمل $700^\circ F$ باشد، ترانس‌مترهایی با حوزه $600 - 800^\circ F$ به مراتب بشیر از ترانس‌مترهایی با حوزه $0 - 1000$ در حلقه فشاربکار گرفته خواهد شد. البته خود G نمیتواند جواب کامل باشد وقتی زمان تلف شده وجود داشته باشد در برخی نرکانها لگ فاز از ۱۸۰ تجاوز خواهد کرد و لذا G باید کمتر از یک باشد. برای اینکه کنترل کننده کارآ بوده و بدیستی عمل نماید، باید در

فرکانسهای بالاتر باید مقدار G بیشتر شود «یعنی درحالیکه تغییرات سریع تر رخ میدهد» و وقتی لگ فاز -180° باشد، لازم است مقدار آن حداقل گردد. جهت رسیدن به چنین امری باید از عمل D^2 یا R^3 استفاده شود که در اصل همان D موجود در PID است.

عبارت مشتق متناسب با سرعت و مقدار تغییر سیگنال خطا است:

$$O_c = G \left[e + (1/T_i) \int_0^t e dt + T_d (de/dt) \right] \quad (22)$$

$$G = \text{Gain} = (100/PB) \quad (11) \quad \text{که در آن:}$$

$$e = \text{خطا} = (PV - SP) \quad (1)$$

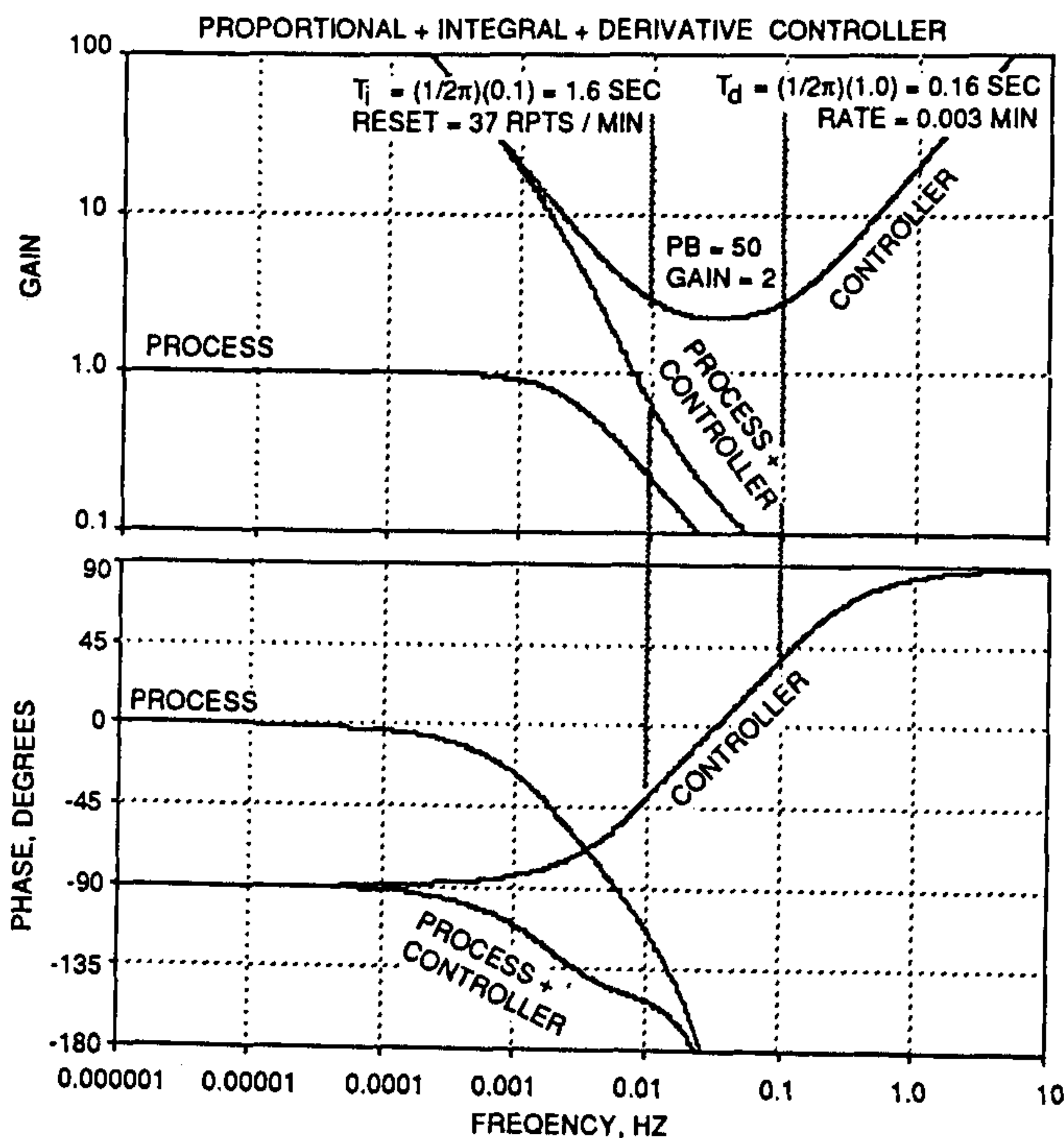
$$T_i = IT, \text{ MPR} \quad \text{بر حسب}$$

$$T_d = \text{بر حسب رقیقه و زمان مشتق}$$

اگر خطا بکندی تغییر کند مقدار عبارت حاصل از اثر مشتق گیری کمتر خواهد بود ولی اگر تغییر آرام صورت گیرد، اثر لگ فرایند عملاً قابل ملاحظه نخواهد بود و به مقدار بیشتری از عبارت حاصل از مشتق گیری نیاز خواهد بود. در صورتی که

خطا سرعت تغییر کند اثر مستقی و مقدار حاصل از آن زیاد خواهد شد ولی در حلقه بسته عمل تصحیح آنرا کاهش داده و سرعت تغییر سیگنال خطا را کم خواهد نمود.

نمودار سیگنال فرکانس در کنترل کننده PID با همان سیستم لگ مرتبه اول با اضافه زمان تلف شده که در شکل ۵۴ نشان داده شده بود در شکل ۵۵ دیده میشود.



۱

P + I + D

شکل ۵۵ - کنترل

1- Proportional + Integral + Derivative Control