



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-168

Al Pasante señor ARMANDO BRAVO PEDROSA
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el -- Prof. Ing. Ricardo Gómez Saavedra, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de INGENIERO PETROLERO.

"VALVULAS DE OBTURACION Y SU EMPLEO EN LA EXPLOTACION DEL PETROLEO"

1. Descripción y funciones
2. Válvulas empleadas en la perforación, terminación y producción de un pozo petrolero.
3. Selección, operación y costos.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria. D.F., a 8 de octubre de 1980
EL DIRECTOR


Ing. Javier Jiménez Escribano

JJE:MRV:mdb.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

VALVULAS DE OBTURACION Y SU EMPLEO EN LA
EXPLOTACION DEL PETROLEO

CAPITULO 1.- DESCRIPCION Y FUNCIONES .

CAPITULO 2.- VALVULAS EMPLEADAS EN LA PERFORACION,
TERMINACION Y PRODUCCION DE UN POZO
PETROLERO.

CAPITULO 3.- SELECCION, OPERACION Y COSTOS.

CAPITULO 1

DESCRIPCION Y FUNCIONES

Esencialmente, las válvulas tienen cinco funciones primarias :

1.- Detener o dar paso a un flujo. Este es el servicio más común que desempeña una válvula. La válvula ideal, sería aquella que permita el paso de fluido a través de ella, con un mínimo de restricción y pérdida de presión, al estar completamente abierta - y, a la vez un sello hermético cuando está totalmente cerrada.

2.- Regulación de flujo o Estrangulación. Esto se consigue, generalmente, produciendo una resistencia al flujo, bien sea cambiando de dirección o bien restringiéndolo, o ambos efectos a la vez. Las válvulas usadas para este fin, pueden ser de globo, de ángulo, de aguja, macho ó esféricas. Las dos primeras permiten una regulación más ajustada.

3.- Evitar el regreso del flujo. Esta función es especial de las válvulas check, de las cuales hay dos tipos generales : de vaivén y de levante. Estas válvulas se mantienen abiertas por el flujo; la fuerza de gravedad y el reflujo, las cierran automáticamente.

4.- Regulación de presión . Hay ocasiones en que es necesario reducir la presión de llegada, a una presión de servicio requerida, lo cual se logra con el uso de válvulas reguladoras de pre-

sión. Con éstas no solo se obtiene una reducción, sino también una presión estable, pues cualquier fluctuación razonable en la presión de llegada, no afecta la presión de salida a la cual fué calibrada la válvula.

5.- Alivio de presión.- En muchas aplicaciones de equipo o tubería, una presión excesiva puede causar graves daños; para prevenir ésto se usan válvulas de alivio o seguridad. Estas son generalmente, accionadas por resorte, y abren automáticamente cuando la presión en el equipo o la línea, excede el límite de calibración de la válvula.

Tipos de válvulas.- Aunque hay muchos diseños de válvulas disponibles, prevalecen dos categorías generales, basadas en la construcción individual. En una están aquellas que usan un bonete para unir las partes móviles al cuerpo de la válvula. En la otra se encuentran las que no llevan bonete, tales como los machos y las esféricas. A continuación se describen los diseños básicos de las válvulas de ambas categorías, y se muestran en las ilustraciones correspondientes.

Válvulas de compuerta.- (fig. 1) Este tipo consta de tres partes principales: cuerpo, bonete y accesorios. El cuerpo es la parte más importante, pues soporta las restantes y forma el medio de conectarse al sistema. Las partes móviles se unen al cuerpo por medio del bonete. Los accesorios incluyen el vátago, la compuerta o disco y los anillos de asiento. La compuerta o disco se une al asiento, para formar un sello que bloquee al flujo.

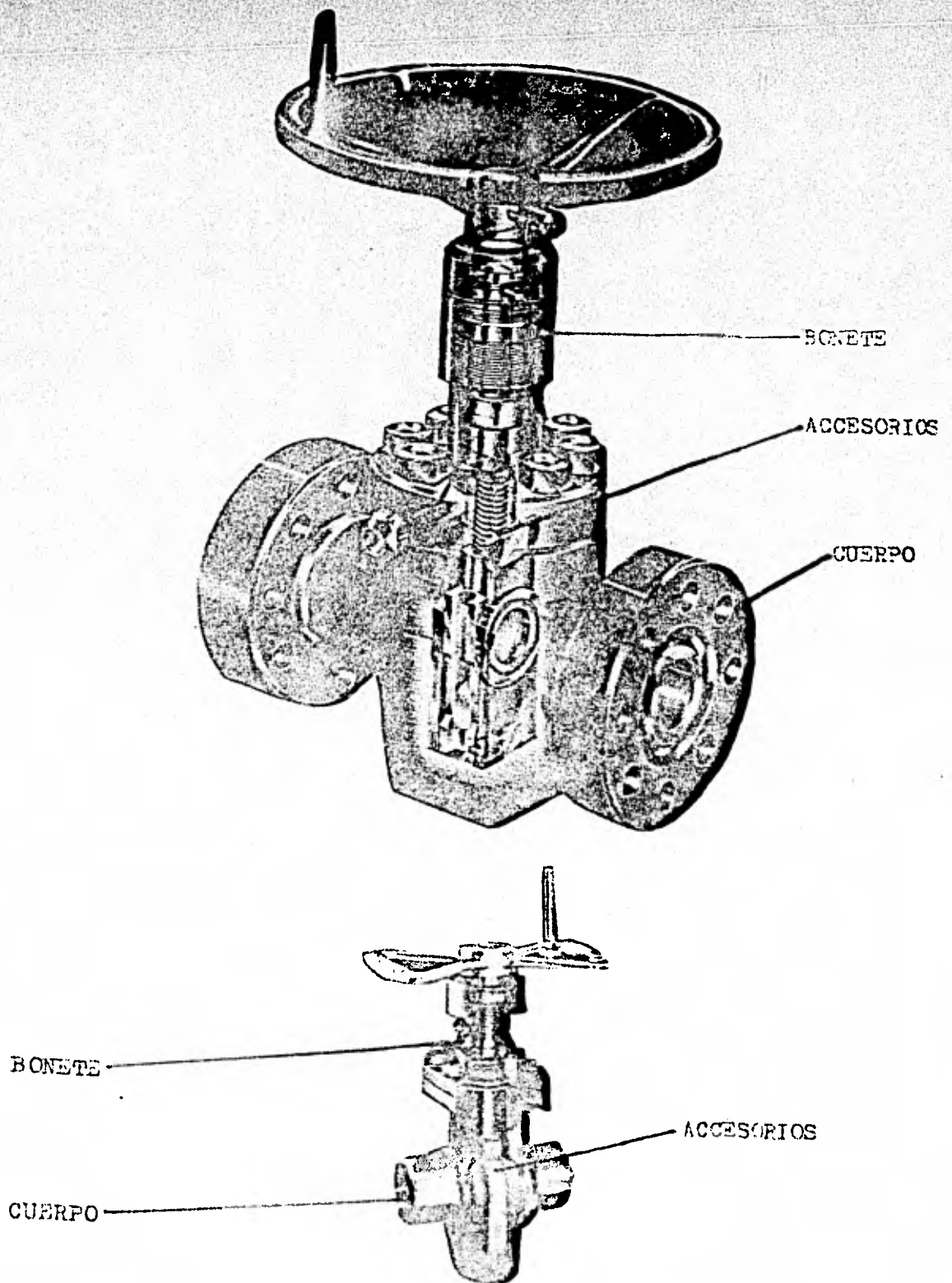


FIG. 1.- VALVULAS DE COMPUERTA MOSTRANDO SUS PARTES PRINCIPALES.

La válvula de tipo compuerta, es la más comúnmente usada en la industria petrolera. Se emplea, generalmente, para aislar del servicio, el equipo o la tubería.

Estas válvulas están diseñadas, primordialmente, para servicio de flujo libre. Su aplicación más práctica, es en lugares - donde es necesaria una válvula que va a trabajar, bien sea completamente abierta ó completamente cerrada, y sin movimientos frecuentes. Su diseño es de tal forma, que al estar completamente - abierta, los fluidos se mueven a través de ella en línea recta, - con poca resistencia y con una caída de presión muy pequeña.

La válvula de compuerta no es práctica para servicio de es-
trangulación. La regulación de flujo con este tipo, es virtualmen-
te imposible. La velocidad del flujo contra un disco parcialmen-
te abierto, produce vibraciones y rechinamientos, y puede dañar -
las superficies de asiento, o producir escoriaciones del lado de
salida de la válvula. En una posición estrangulada, especialmen-
cuando está solo ligeramente abierta, el disco queda sujeto a se-
veros efectos de desgaste.

Las principales variaciones en el diseño de estas válvulas,
se encuentran en el tipo de cierre empleado. Se pueden subdivi-
dir en : tipo disco acuñado (fig.2), y tipo abertura circular ran-
ante (fig.3).

El primer tipo comprende: la cuña piramidal dividida, y la
cuña piramidal sólida. El disco piramidal-sólido-acuñado, tiene -
una forma tal que, al estar cerrada, la compuerta se acuña a ambos

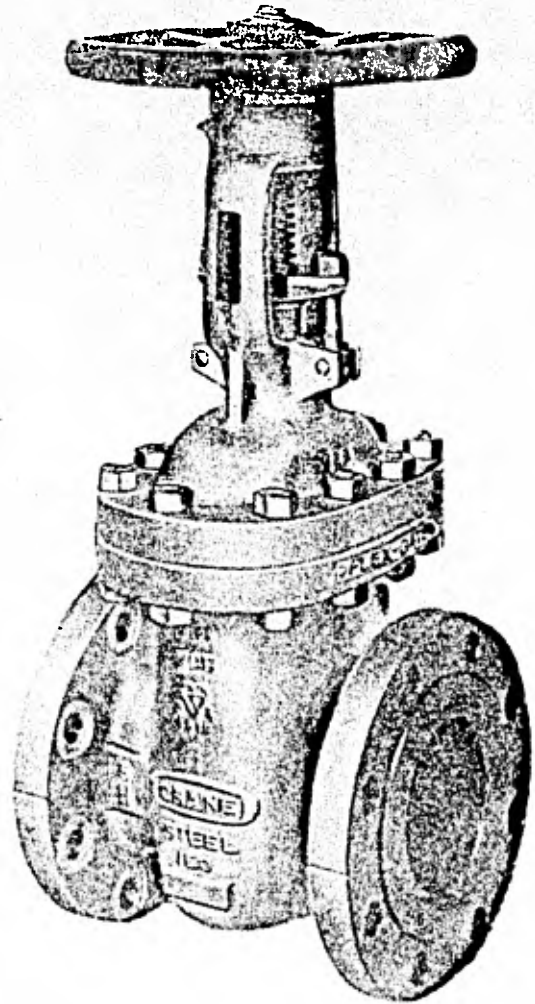
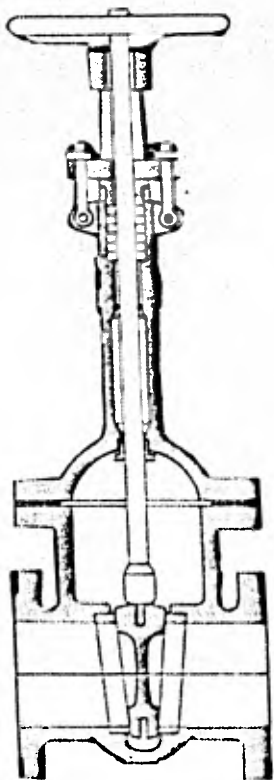


FIG. 2.- VALVULAS DE COMPUERTA TIPO DISCO ACUÑADO.

PUERTO DE INYECCION

SELLO DE METAL

ABERTURA CIRCULAR
A RAS CON EL CONDUCTO
DEL CUERPO

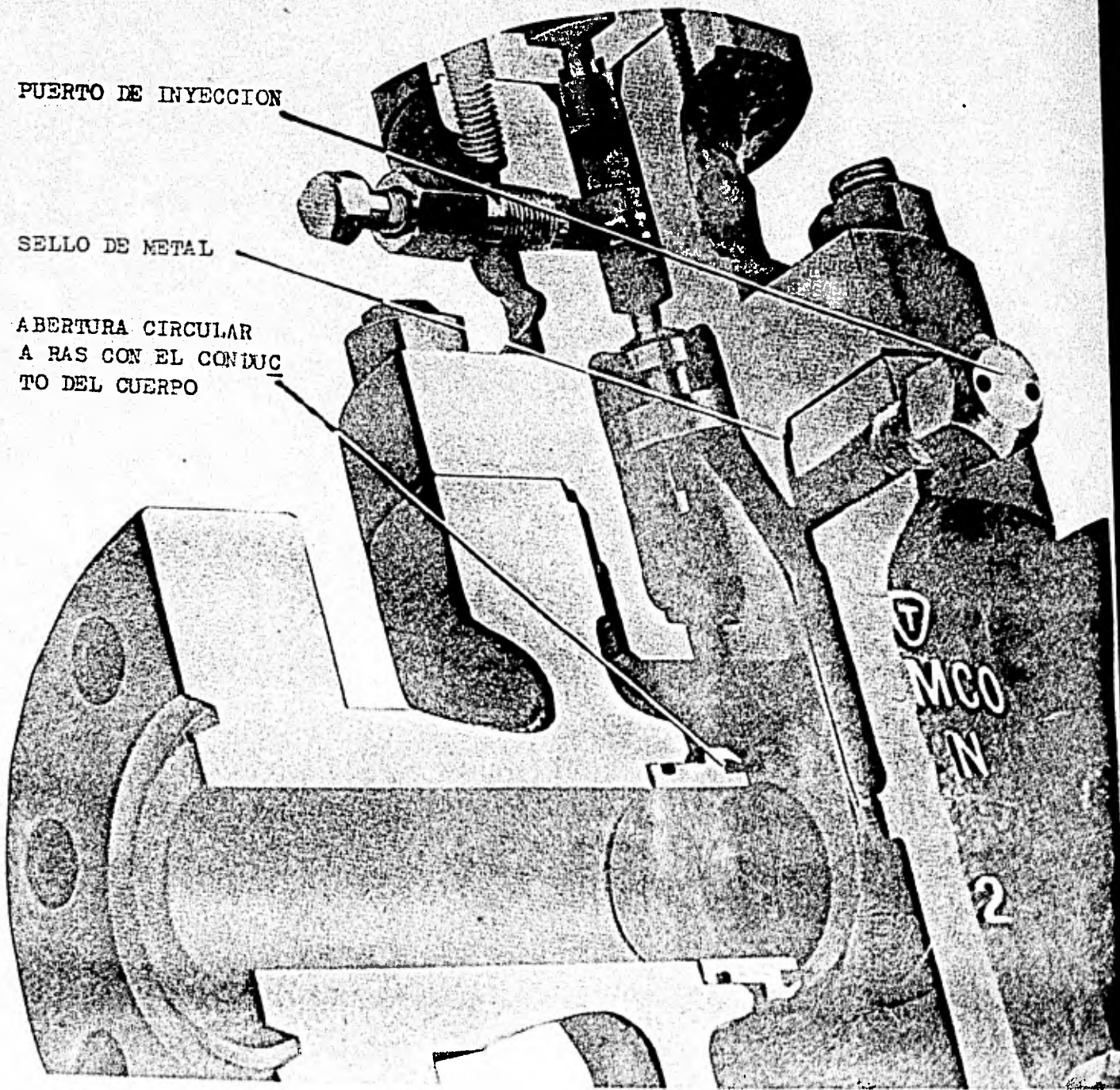


FIG. 3.- VALVULA DE COMPUERTA TIPO ABERTURA CIRCULAR RASANTE.

lados contra los asientos. La ventaja de este tipo, es que ofrece una resistencia máxima al desgaste cuando hay flujo turbulento. La compuerta piramidal-dividida, es un disco acuñado de dos piezas, - que se acomodan entre los asientos, sellando al oprimirse contra éstos.

El tipo de abertura circular rasante, puede ser de plato de caras paralelas sólido, y de dos piezas. Este último diseño, utiliza una acción de acuñamiento para mantener el sello, mientras el tipo sólido utiliza la presión ejercida por el flujo, contra un lado u otro. El tipo general, se caracteriza por el diseño de su cuerpo, que se extiende igualmente a ambos lados de la línea de centro, para formar una cavidad de longitud suficiente para contener una compuerta de abertura igual al diámetro interior de la tubería, y que cuando se cierre, ofrezca una barrera hermética al flujo. En este diseño se emplean asientos circulares, y la compuerta, tanto en posición abierta como cerrada, sella perfectamente contra éstos.

En el Capítulo 2, se describe con más amplitud, las válvulas de compuerta, usadas en Arboles de Navidad.

Válvulas macho o de tapón.- Estas válvulas se usan, a menudo, para los mismos tipos de servicio que las de compuerta. Su diseño es similar al de la antigua espita de madera. Cuando la válvula está abierta, el flujo pasa a través de una abertura en el tapón cónico. Para cerrarla basta girar 90° este tapón. (fig. 4)



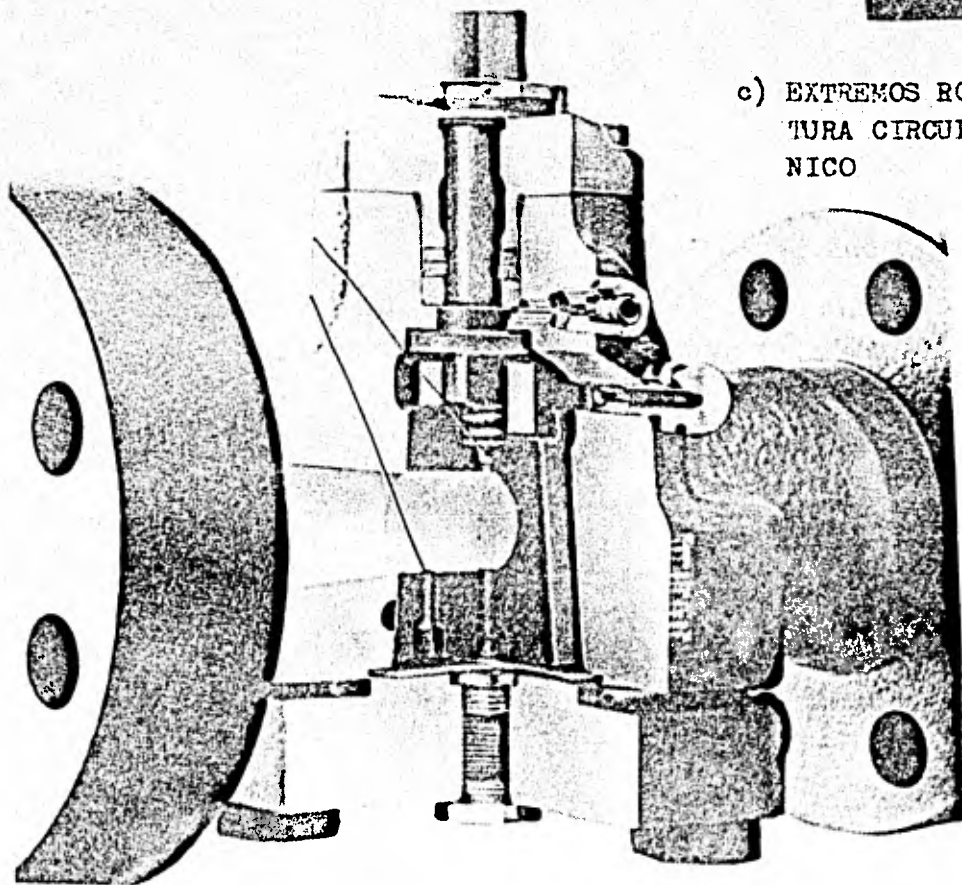
a) EXTREMOS ROSCADOS ABER-
TURA CIRCULAR, TAPON CI-
LINDRICO



b) EXTREMOS BRIDADOS



c) EXTREMOS ROSCADOS, ABER-
TURA CIRCULAR, TAPON CO-
NICO



d) EXTREMOS BRIDADOS, ABERTURA CIRCULAR, TAPON CONICO

FIG. 4.- VALVULAS MACHO MOSTRANDO SUS PRINCIPALES COMPONENTES

Los principales componentes de estas válvulas, son: el cuerpo y el tapón cónico, pueden ser de diseño lubricado y no lubricado. En el primero, hay unos canales rodeando las puertas, por los cuales pasa el lubricante, asegurando un sello positivo contra fugas interiores o exteriores. La lubricación sirve para mantener al tapón en condiciones de libertad de movimientos, y protege la superficie de trabajo, de la corrosión y el desgaste. El vástago o mango, usado para girar el tapón, se sella por medio de empaques y prensa-empaques.

Las válvulas macho se fabrican en distintos modelos: corto, regular, venturi, abertura circular, y de multi-puerta. El modelo corto tiene las mismas dimensiones, de extremo a extremo, que las de las válvulas de compuerta de igual tamaño y clasificación.

En los modelos corto, regular y venturi, las puertas son generalmente, de forma rectangular. El modelo venturi tiene características de flujo excelentes, y el tamaño reducido de la puerta, permite una disminución sustancial de tamaño, y del par necesario para girar el tapón. El cuidadoso diseño de los contornos internos, proporciona la máxima eficiencia hidráulica. El modelo de abertura circular completa, tiene puertas, a través de cuerpo y tapón, del mismo diámetro que el interior de la tubería, siendo igual o mayor que el de las válvulas de compuerta de la misma medida.

Las ventajas de este tipo de válvulas estriban en que, generalmente, requieren un mínimo de espacio de instalación, son de operación muy simple, pues tienen un mínimo de partes móviles, y son de

acción rápida, ya que con un cuarto de vuelta se abren o cierran. El tapón cónico asegura un ajuste más estricto y, con lubricación, el cierre a la presión se incrementa.

Los lubricantes para las válvulas macho, han sido mejorados grandemente en los últimos años, y en la actualidad se dispone de lubricantes y productos químicos, para casi cualquier tipo de trabajo. La práctica de recubrir el tapón y las superficies de asiento, con materiales como disulfuro de molibdeno, o plásticos fluorinados, incrementa en gran forma la lubricación y, por lo tanto, el comportamiento de la válvula.

Para servicio de estrangulación de gas, estas válvulas se pueden usar con éxito, especialmente donde se quiere controlar un flujo pequeño. Para aumentar la flexibilidad en el control de flujo, en rangos mucho muy bajos, se dispone de tapones especiales.

Algunas ventajas de este tipo son: cierre efectivo, tamaño compacto, pronta y fácil reparación, sin necesidad de quitar el cuerpo de la línea. Estas válvulas pueden usarse, generalmente, en cualquier lugar que se use una válvula de compuerta, habiéndolas, en rango de presiones, desde el vacío hasta 700 kg/cm^2 , y temperaturas desde -45°C (-50°F) hasta 815°C ($1,500^\circ\text{F}$). Generalmente se encuentran disponibles con puertas redondas o de sección cuadrada.

Válvulas esféricas.- (fig.5) La válvula esférica no es nueva, pues su diseño ha estado circulando por cerca de 90 años. Sin embargo, en su forma original, no podía usarse para servicio con necesidad de sello efectivo, pues tenía un asiento de metal a metal.

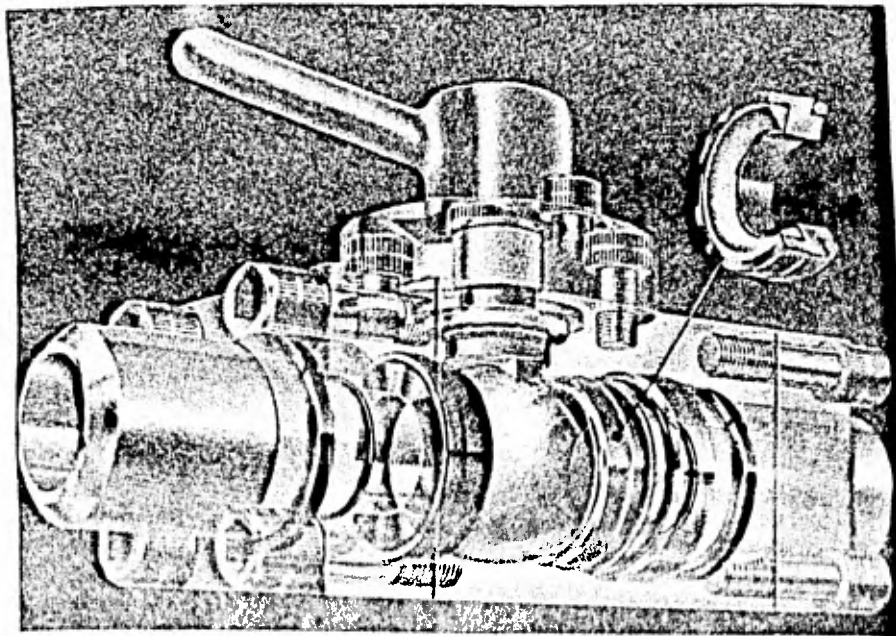
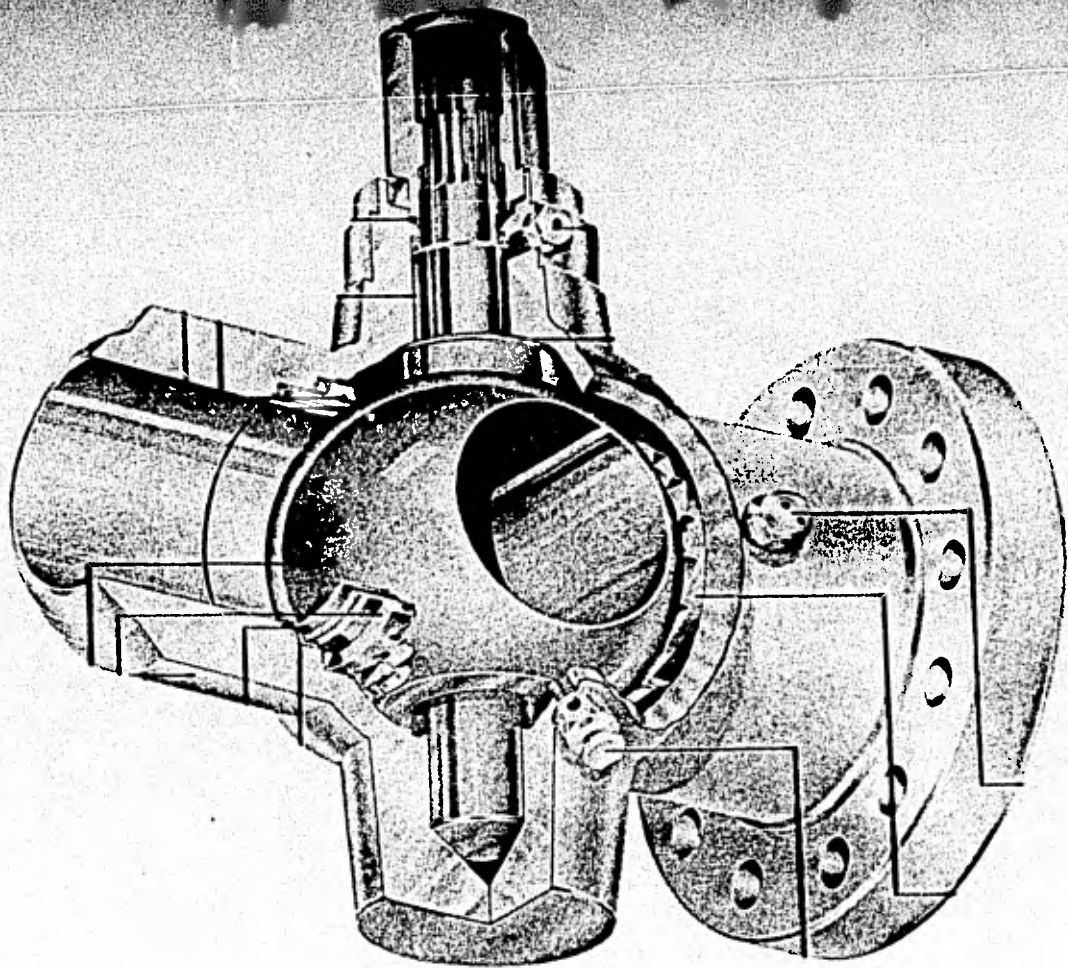


FIG. 5.- VALVULAS ESFERICAS DE ABERTURA TOTAL.

Con la introducción y uso de nuevos materiales para asiento, como los polímeros fluorinados, nylon y hules sintéticos, se dió nuevo empuje a estas válvulas. Con estos asientos se dispone, no solo de un sello firme, sino de una operación más fácil. Por ejemplo, con asientos de polímeros fluorinados, el rango de temperatura posible es de -268°C (-450°F) a 260°C (500°F), y con asientos de grafito, la temperatura puede ascender hasta 538°C (1000°F).

Las válvulas esféricas resultan más fáciles de hacer, y más baratas que los otros tipos. Al igual que las válvulas macho, son de operación rápida, pues solo precisan de un cuarto de vuelta para abrir o cerrar. Son prácticamente a prueba de pegaduras, dan un sello ajustado, y tienen características de caída de presión casi despreciable, debido a su puerta pulida de abertura total. Son fáciles de reparar y sus costos de mantenimiento son bajos.

Los principales componentes de la válvula esférica son: el cuerpo, el tapón esférico y los asientos. Se fabrican en tres modelos generales: con puerta venturi, puerta reducida y abertura total. El diámetro de la puerta reducida es, generalmente, un tamaño más chico que el diámetro interior de la tubería. El sello del mango es por medio de prensa-empaques de birlos y anillos "O".

Válvulas de globo.- (fig. 6) La mayor aplicación de este tipo, es en tuberías de pequeño diámetro, donde se usan con propósitos de estrangulación y control, y donde se necesita un sello positivo. En estas válvulas, el cambio de dirección de fluido, conforme pasa a través de ellas, incrementa la resistencia, y la construcción de los asientos permite una regulación muy efectiva.

a) BONETE DE
BIRLOS

b) BONETE ROSCADO

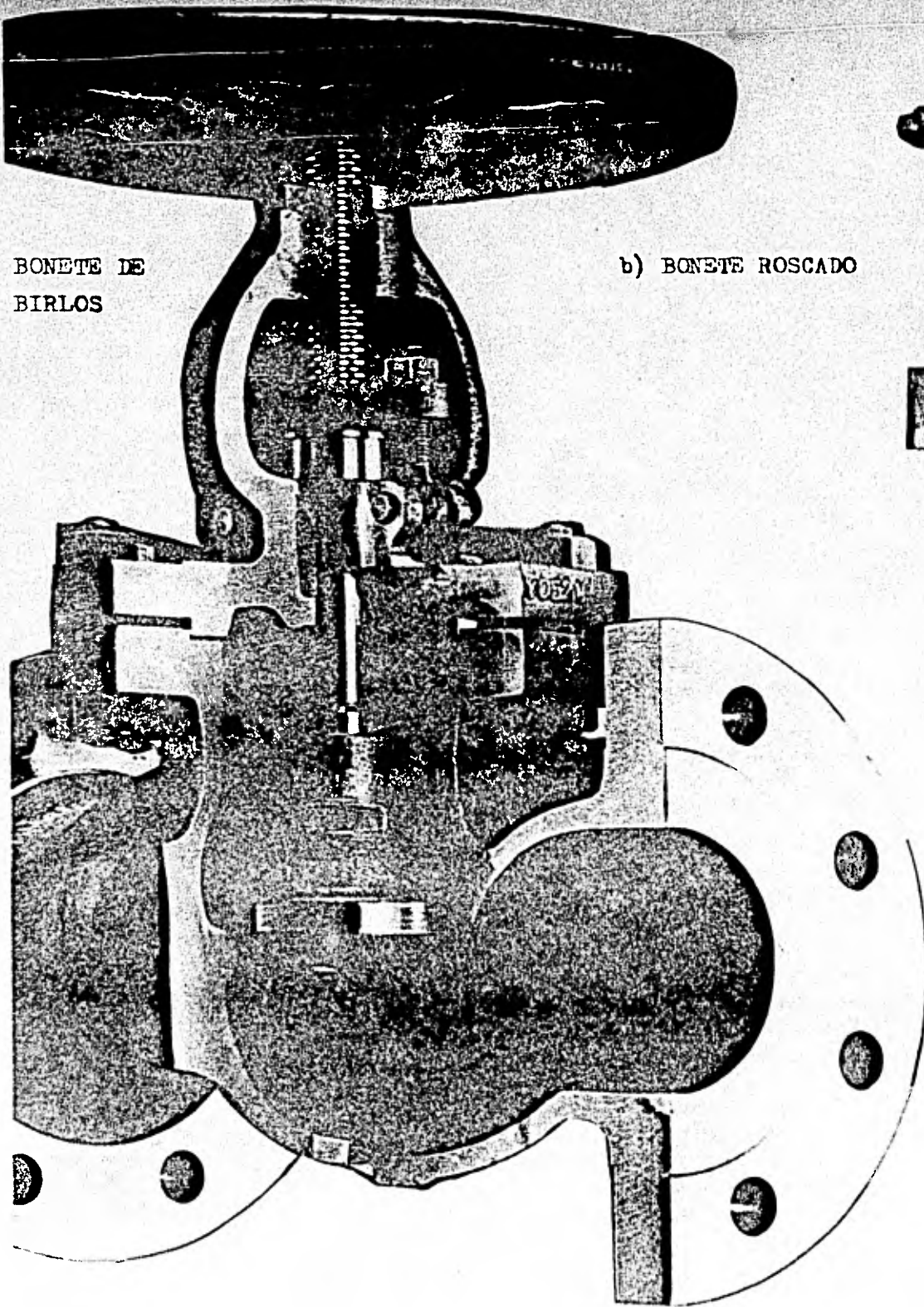


FIG. 6.- VALVULAS DE GLOBO DE TIPO DISCO COMPUESTO.

Las partes que componen estas válvulas, son muy similares a las del modelo corto de las válvulas de compuerta. Tienen los asientos en un plano paralelo a la línea de flujo, y la erosión en ellos se reduce, porque todo el contacto entre asiento y disco, termina - al empezar el flujo.

El asiento y el disco se reemplazan con un mínimo de dificultad y muy rápidamente. Esto hace de las válvulas de globo, ideales en servicio donde se requiere un mantenimiento frecuente. En lugares donde hay que operarlas manualmente, se obtiene un ahorro de tiempo considerable, por ser más corta la carrera del disco; principalmente cuando la operación es muy frecuente.

Las principales variaciones en el diseño de la válvula de globo, son en el tipo de disco usado. Los discos tipo tapón, tienen una configuración larga y cónica, con una superficie amplia de resbalamiento; este tipo ofrece la mayor resistencia, a las fuerzas - erosivas de la materia extraña en la corriente de flujo.

En el tipo de disco compuesto, éste tiene una cara plana que se oprime contra el asiento, como una tapa. El disco consiste de: una base de metal, el disco propiamente dicho, y una tuerca que une las dos partes. Se puede disponer de varias composiciones, para obtener una gran variedad de servicios. Las válvulas pueden cambiarse de un servicio a otro, simplemente cambiando el tipo de disco.

El tipo de disco convencional, en contraste con el de tipo - tapón, tiene una línea delgada de contacto con el asiento cónico. - Este estrecho deslizamiento, impide que se depositen materiales ex-

traños en el asiento, ofreciendo así, cierres mejores a la presión.

Válvulas de Angulo.- (fig. 7) Estas, esencialmente, son válvulas de globo, con la diferencia fundamental de que, el flujo da una vuelta de 90° al pasar por ellas.

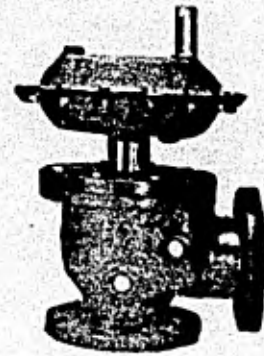
Válvulas de Aguja.- (fig. 8) Estas válvulas se usan, generalmente en instrumentación. El extremo de su vástago es puntiagudo, ajustando perfectamente en el asiento, consiguiéndose un cierre efectivo, con un mínimo de esfuerzo. Con ellas se logra una estrangulación muy exacta.

Válvulas Check.- (fig. 9) Estas son válvulas que no permiten regreso a través de ellas, y se usan para evitar el reflujo en las líneas. Según su principio de operación, todas se encuentran dentro de dos modelos básicos: de vaivén y de levante.

En las de tipo vaivén, el disco, articulado en su parte superior, embona contra un asiento maquinado en un resalte de la pared. El disco gira libremente, en un arco, desde la posición de completamente cerrado, hasta una que permite el paso sin obstrucciones, del flujo. La posición abierta se mantiene por medio del mismo flujo, variando el tamaño de la abertura, conforme varía el volumen de paso. La fuerza de gravedad y el flujo inverso, vuelven el disco a su asiento, impidiendo así el contraflujo. Este tipo se fabrica en dos modelos: regular y de abertura completa. El primero tiene la abertura más pequeña que el diámetro de la tubería, mientras que el otro permite el paso de limpiadores de pared.



a) ROSCADA OPERADA MANUALMENTE



b) BRIDADA, OPERADA NEUMATICAMENTE

FIG. 7.- VALVULAS DE ANGULO.

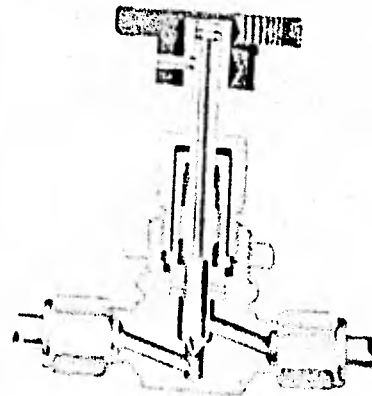
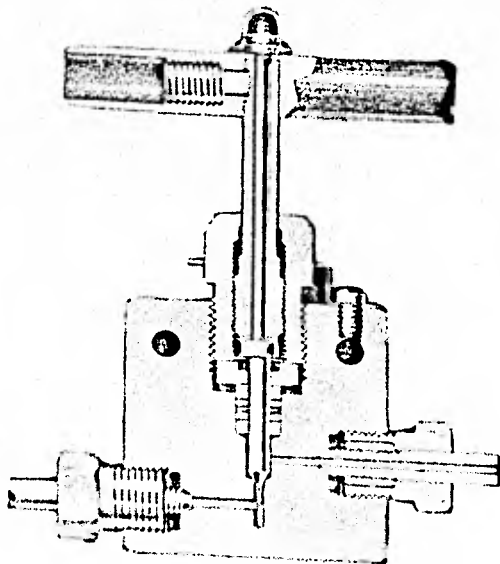
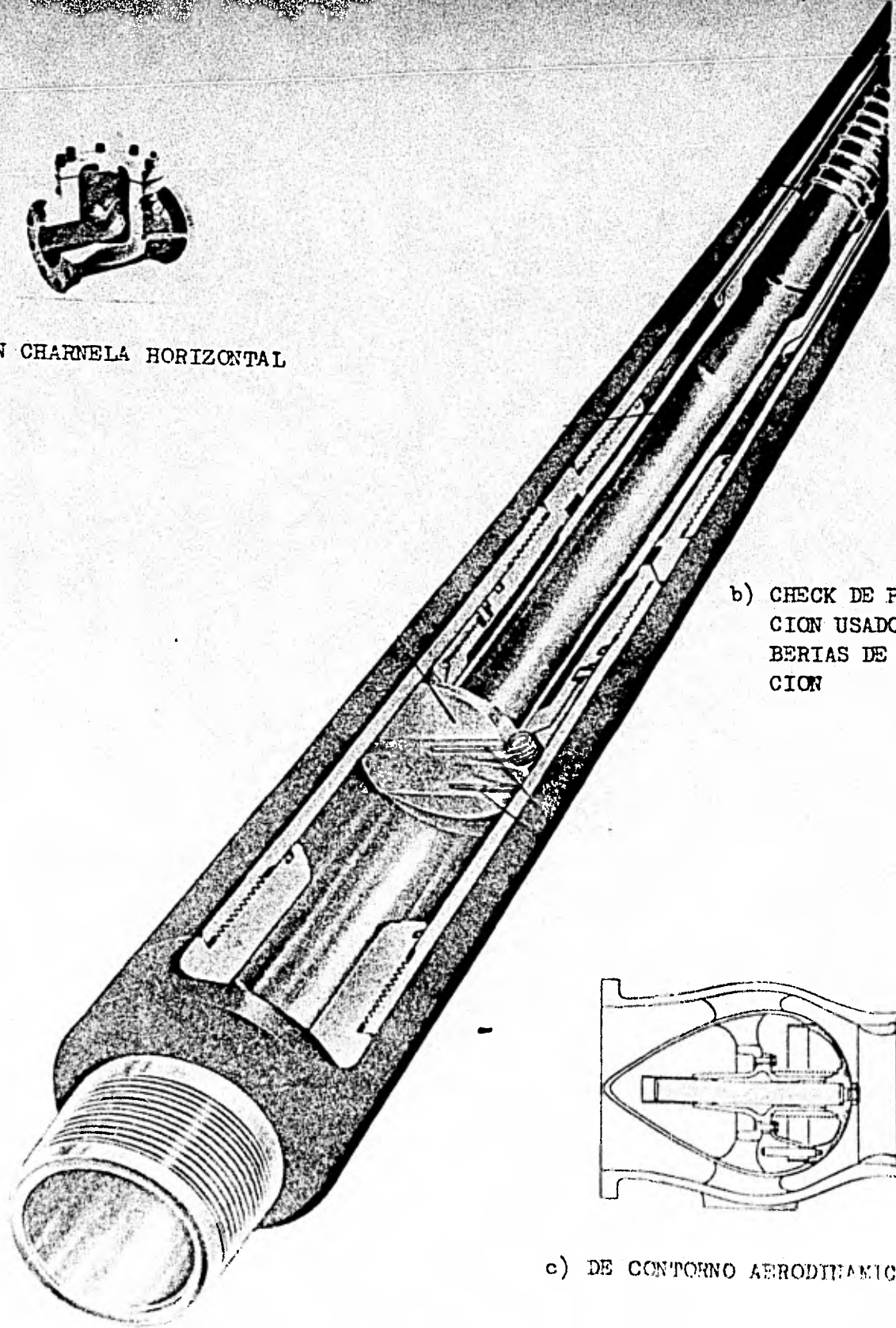


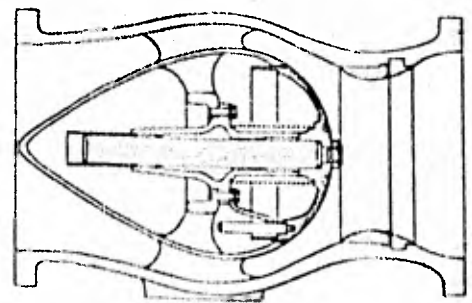
FIG. 8.- VALVULAS DE AGUJA.



a) CON CHARNELA HORIZONTAL



b) CHECK DE PROTECCION USADO EN TUBERIAS DE PRODUCCION



c) DE CONTORNO AERODINAMICO

FIG. 9.- VALVULAS CHECK O DE RETENCION.

En el diseño de tipo levante, el disco asienta contra un punte horizontal de la pared, y el flujo sigue una trayectoria curvada al pasar por la válvula. El disco lleva unas guías cortas, por arriba y por abajo, que se mueven entre guías integrales en la tapa y el puente. Aquí también el contraflujo, y la fuerza de gravedad, se unen para cerrar la válvula. El disco se levanta y cae libremente, de acuerdo con la presión ejercida abajo de él. Algunas formas de tipo levante, usan una canica en lugar de disco.

Ambos tipos de válvulas, utilizan asientos circulares renovables.

En sistemas donde se presentan frecuentes reflujos, estas válvulas pueden tener una tendencia a vibrar; esto se corrige, a veces, usando una válvula de tipo vaivén, con un contrapeso exterior.

Válvulas de Seguridad.- (fig. 10) Hay dos tipos principales, de relevo y de alivio. Las de relevo son de operación automática, con un resorte. La válvula actúa por la presión estática, acumulada bajo el asiento, el cual abre cuando la presión en la línea excede a la fijada con el resorte. Las válvulas de relevo se usan principalmente, para servicio con líquidos.

La válvula de alivio es de operación y construcción similar a la anterior. Dependiendo de la acción de contrapresión, se clasifican en balanceadas y convencionales. Las balanceadas se usan donde existe una presión relativamente alta y, las convencionales donde la presión se purga hacia un cabezal de baja presión.

Válvulas de Mariposa.- (fig. 11) Estas válvulas son de baja

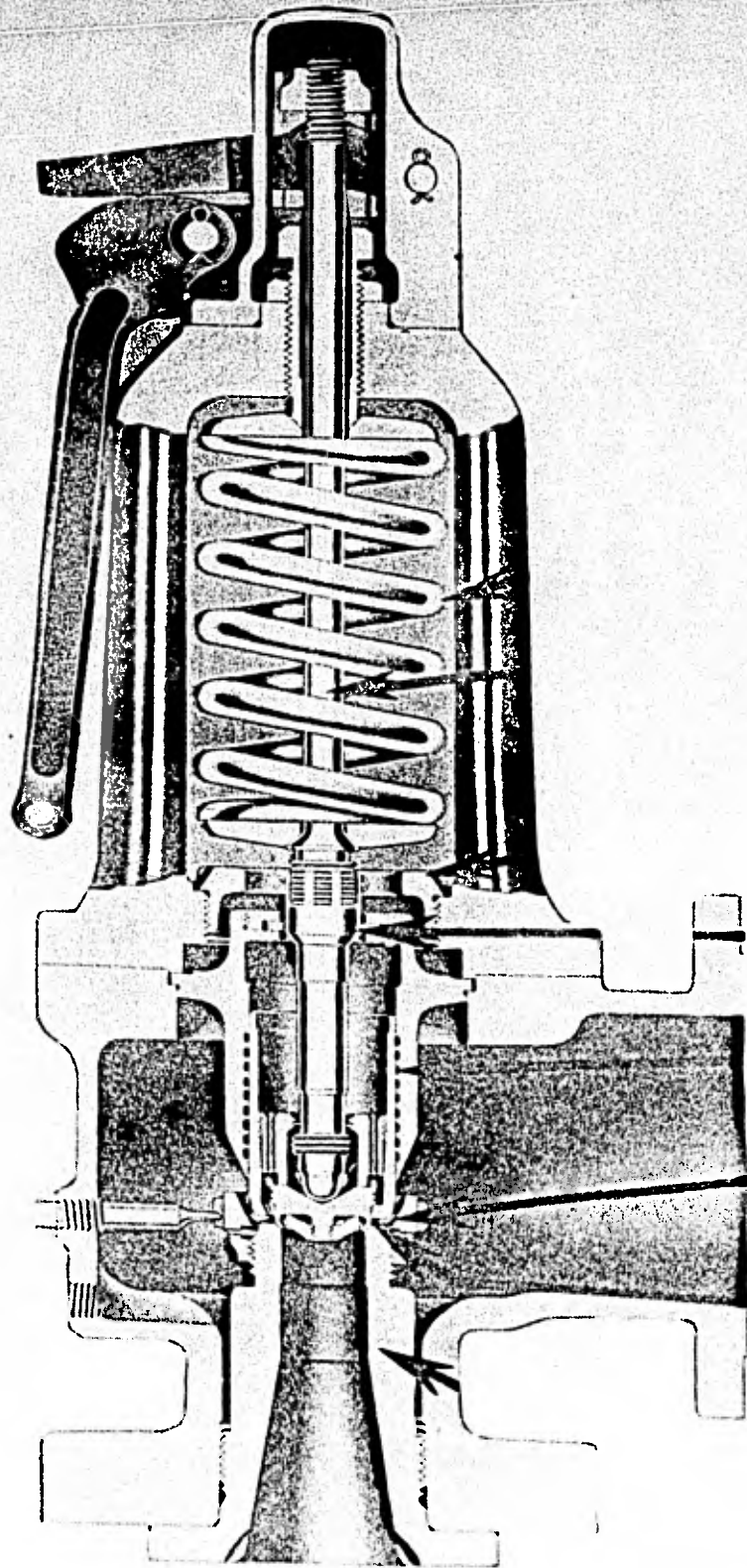


FIG. 10.- VALVULA DE SEGURIDAD DE ALIVIO PARA SERVICIO DE VAPOR.

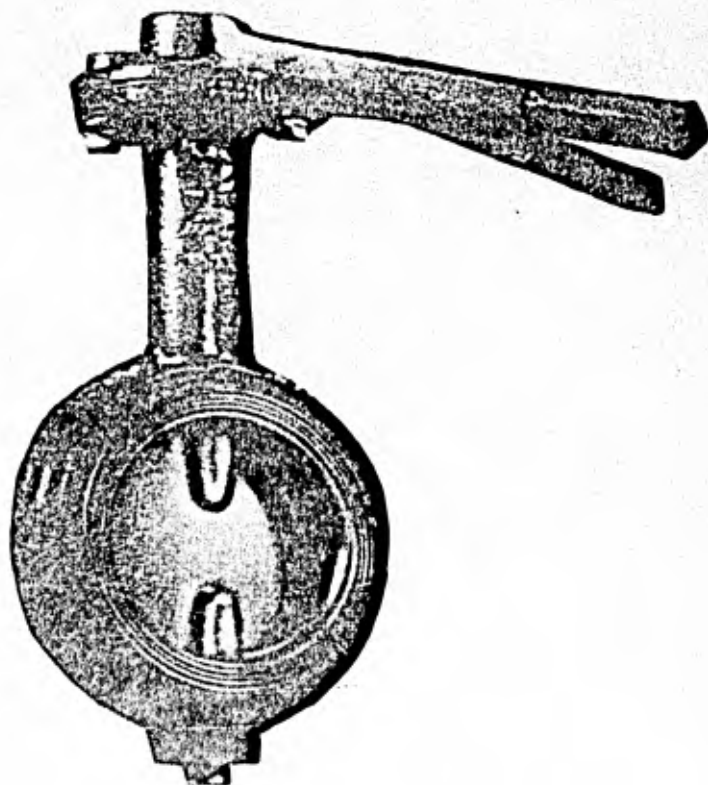
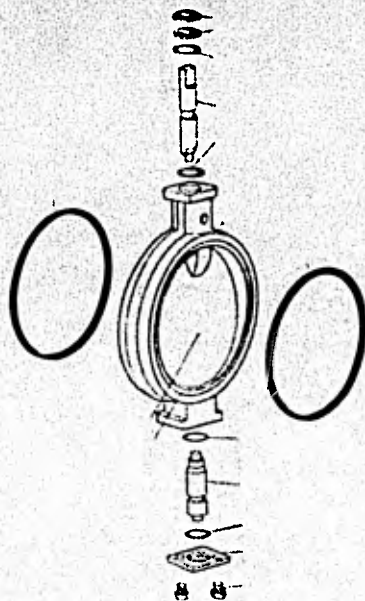


FIG. 11.- VALVULAS DE MARIPOSA.

presión, de diseño sumamente sencillo. Se caracterizan por su rápida operación, baja caída de presión y bajo precio. Requieren únicamente un cuarto de vuelta, para abrir o cerrar.

Otros Tipos.- Existen numerosas variaciones de los tipos básicos y, similarmente, muchas variantes en la aplicación de los mismos. Entre estos otros tipos de válvulas, se pueden encontrar: válvulas de pie, trampas de vapor, válvulas de diafragma, machos-check, válvulas de deslizamiento, válvulas de muestreo, de abertura rápida, de compuerta y de globo auto-operantes, etc.

Válvulas de Control.- (fig. 12) Estas válvulas caen dentro de una clasificación especial. Generalmente tienen la forma de una válvula de globo, con juego de puerta y tapón sencillo o doble, y se operan por medio de un diafragma, que es forzado por un resorte, en un lado, y por presión en el otro; o simplemente por un actuador con pistón neumático, que emplea fuerza neumática en ambos lados del pistón.

Las más usadas son de tipo globo, semi-balancedas, de doble puerta. Con esta válvula debe tolerarse una cierta cantidad de fuga, aproximadamente de $\frac{1}{2}$ a 1%, de su máxima capacidad. En casos donde ni esta cantidad pudiera tolerarse, debe usarse válvulas de puerta sencilla. Si tienen asientos de metal, será de esperarse una fuga al cabo de cierto tiempo, relativamente grande, de operación. Si usan asientos de tipo compuesto, las posibilidades de fuga, serán mucho más remotas.

Los actuadores más comunes, usados en las válvulas de control,

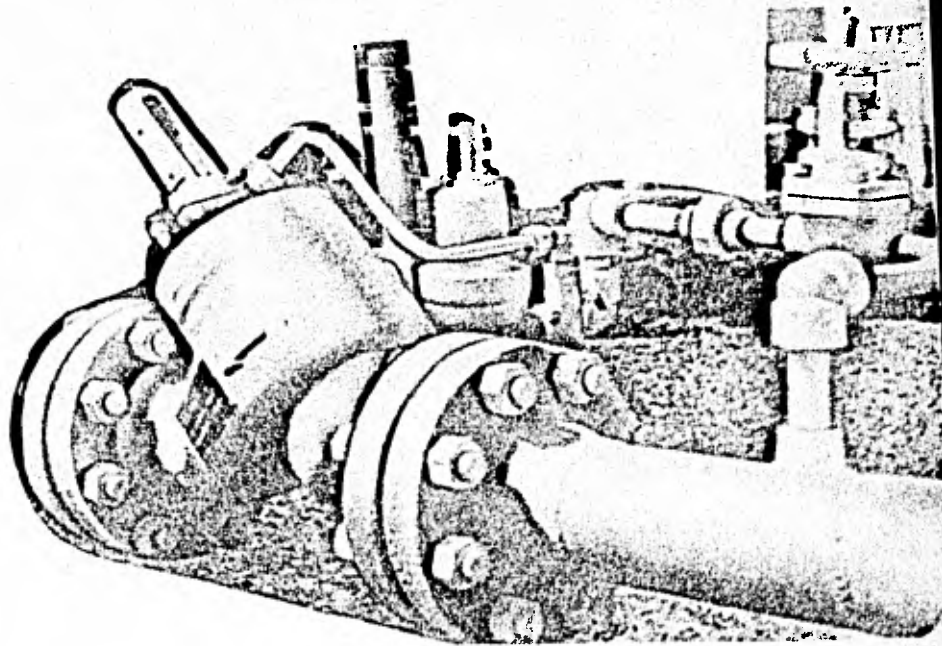
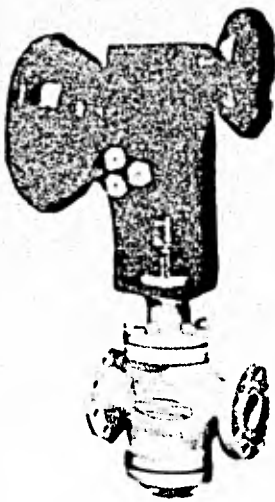
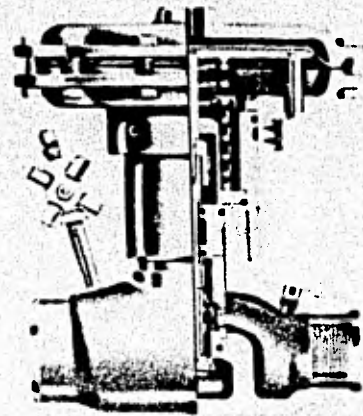


FIG. 12.- VALVULAS DE CONTROL

consisten en un diafragma flexible y un resorte. Este determina el rango de presión del actuador. La presión de abastecimiento, no importa de donde venga, se suministra por el lado del diafragma opuesto al resorte. Esta presión está relacionada, normalmente, con la presión de salida de la válvula.

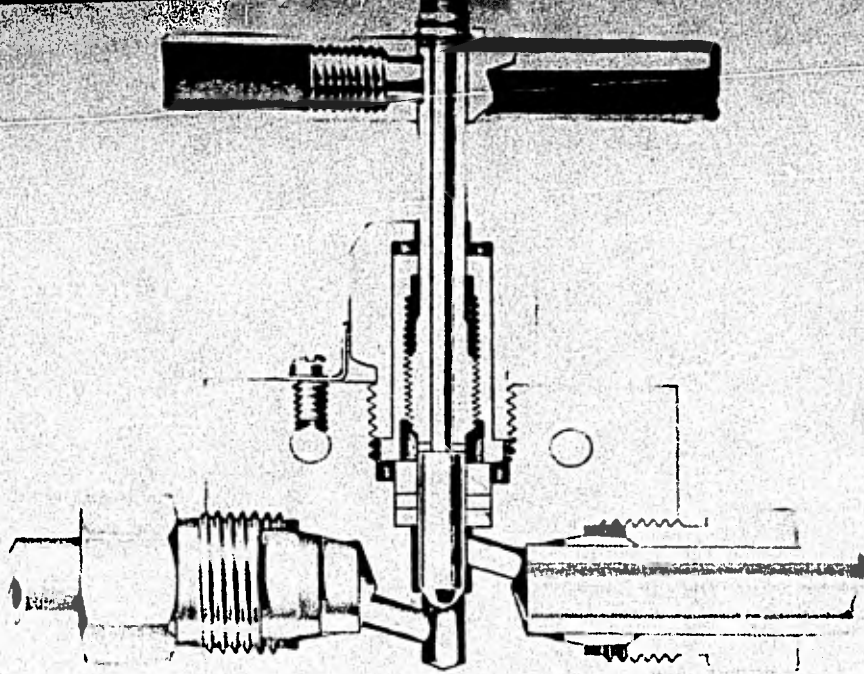
Se pueden usar correctores de posición, en conjunto con la válvula de control. Estos son esencialmente, reguladores que se intercalan entre el instrumento y el diafragma, en la línea de aire del instrumento. Usan una fuente distinta de suministro de aire, y son operados por el movimiento del vástago de la válvula. Su propósito es asegurar una posición exacta de la válvula, de acuerdo con la señal del instrumento.

Los actuadores con pistón neumático, tienen generalmente una fuerza mayor que los de tipo diafragma y resorte. Usualmente son de doble acción, cargando un lado del pistón, conforme el otro se descarga. De esta manera, se cuenta con todo el aire de suministro para mover la válvula, en cualquier posición.

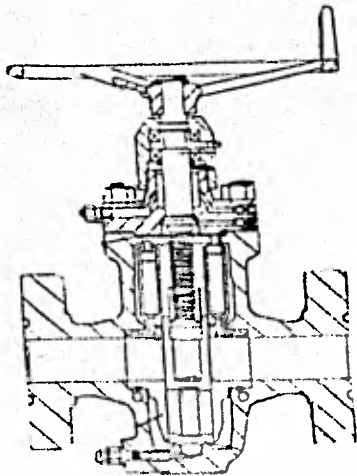
Tipos de operación de vástago.- Hay tres tipos básicos de vástago, usados para operar válvulas de compuerta, globo, ángulo, aguja y similares, que son: (fig. 13)

- 1.- Tornillo interior, vástago que sube.
- 2.- Tornillo interior, vástago que no sube.
- 3.- Tornillo exterior, vástago que sube.

El primer tipo es el más simple en construcción, y el más usado en válvulas de compuerta, globo y ángulo, de tamaños más pequeños.



a) TORNILLO INTERIOR, VASTAGO QUE SUBE



b) TORNILLO INTERIOR, VASTAGO QUE NO SUBE



c) TORNILLO EXTERIOR, VASTAGO QUE SUBE

FIG. 13.- VASTAGOS.

El vástago gira y se eleva en la rosca interior de la válvula. La posición del vástago indica la posición de la compuerta o disco. Este tipo de vástago debe protegerse contra daños, al estar la válvula abierta.

El segundo tipo, es indicado en donde se dispone de poco espacio sobre la válvula. El vástago no se levanta junto con el disco o compuerta, sino que simplemente gira con el maneral. Por esta razón, el desgaste en el empaque se disminuye. La desventaja, en ciertas instalaciones, es que la posición de la compuerta o disco, no es señalada por el vástago.

En el tercer tipo, la rosca no está en contacto con los fluidos internos, y por lo tanto, sus cuerdas no están expuestas a la corrosión, o depósitos de sedimentos. El vástago no gira, sino que se eleva a través del volante, y de la camisa del yugo, a la cual está atorillado. La posición de la compuerta o disco queda indicada por la del vástago. Se debe contar con una altura suficiente, para que salga el vástago, y éste deba protegerse contra daños, al estar levantado.

También se usan vástagos deslizantes, principalmente en válvulas de compuerta o de globo de acción rápida. Este tipo de construcción, permite que el operario abra la válvula fácil y rápidamente, con el simple uso de una palanca de levante. En las válvulas de globo, con este tipo de vástago, la presión en la línea cierra la válvula, tan pronto se suelta la palanca.

Bonetes.- El bonete proporciona una cubierta para el cuerpo ,

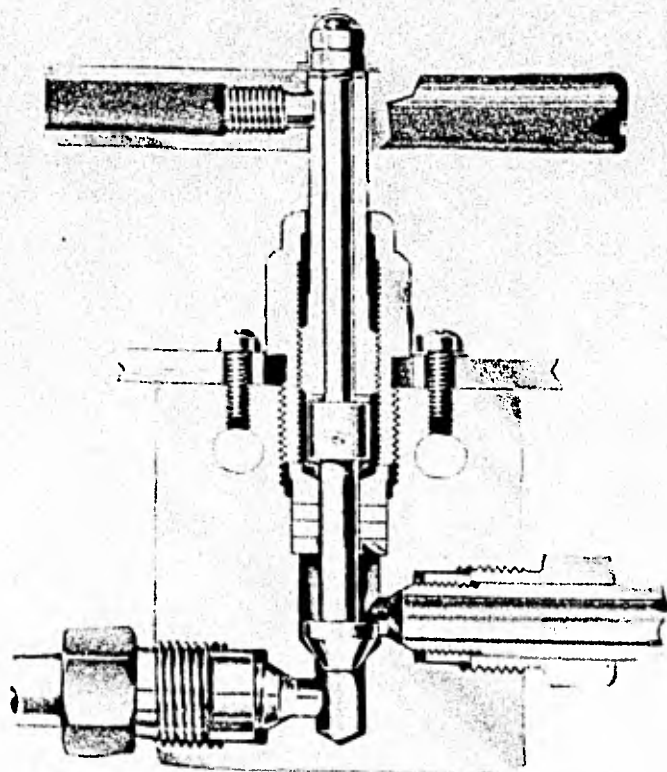


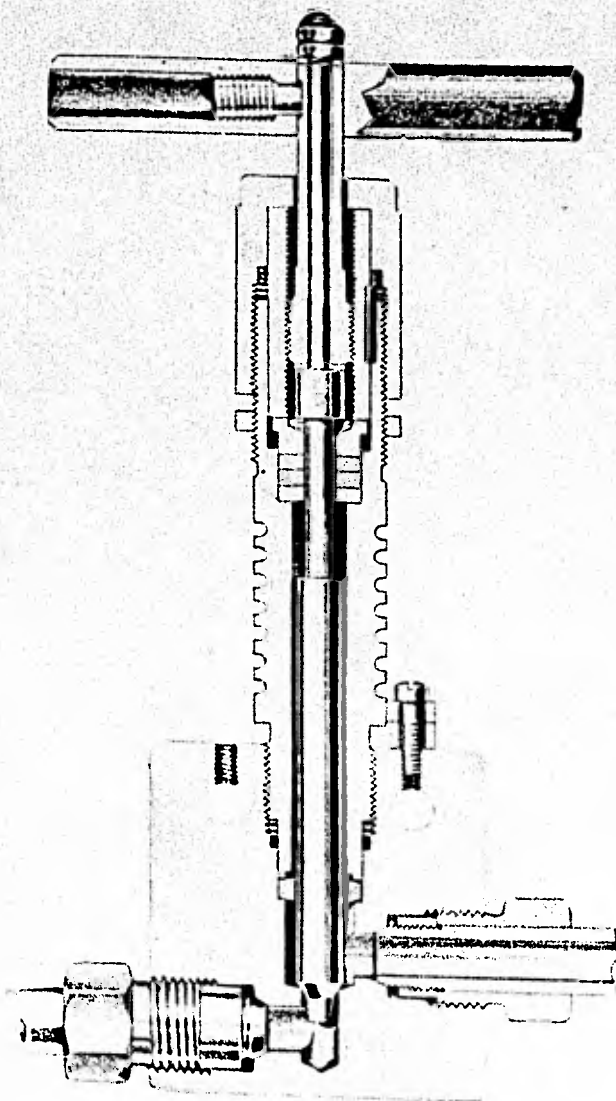
FIG. 14.- VALVULA DE AGUJA CON BONETE DE ROSCA.

principalmente, y a través de él se opera el vástago de las válvulas de compuerta y de globo. Se necesita usar una conexión sellada, entre el cuerpo y el bonete, pues éste va a estar sometido a presión. Hay varios tipos de conexiones, tales como: de rosca, de unión de tornillo, de brida y birlo, de sello a presión. La conexión de rosca se usa comunmente, en válvulas pequeñas donde no se requieren desmantelamientos frecuentes. (fig. 14)

La conexión de unión de tornillo (fig.15), es fácil de desmantelar y armar, sin peligro de dañar las superficies deslizantes entre cuerpo y bonete, y sin menoscabo de la habilidad sellante. Son ideales donde el servicio requiere una inspección y limpieza frecuentes, de las partes internas de las válvulas. Su uso es restringido a los tamaños pequeños de válvulas.

Las conexiones de brida y birlo (fig.16), no tienen prácticamente límite en su tamaño. Se pueden usar en válvulas de cualquier medida, presión y temperatura. Pueden ser adaptadas a cualquier tipo de junta empacada, de anillo o cara plana, y el uso de varios birlos permite un apriete uniforme en el empaque, para mantener un sello eficiente en el bonete.

La conexión de sello a presión, utiliza la presión de la línea para sellar, y es recomendable donde se presentan altas presiones y temperaturas. La presión de la línea, fuerza al bonete contra un anillo de sello, al actuar sobre toda la superficie interna. Esto acuña al anillo, entre el cuerpo y el bonete, formando una junta de metal a metal hermética.



a) EN UNA VALVULA DE GLOBO

b) EN UNA VALVULA DE AGUJA

FIG. 15.- BONETES DE UNION .

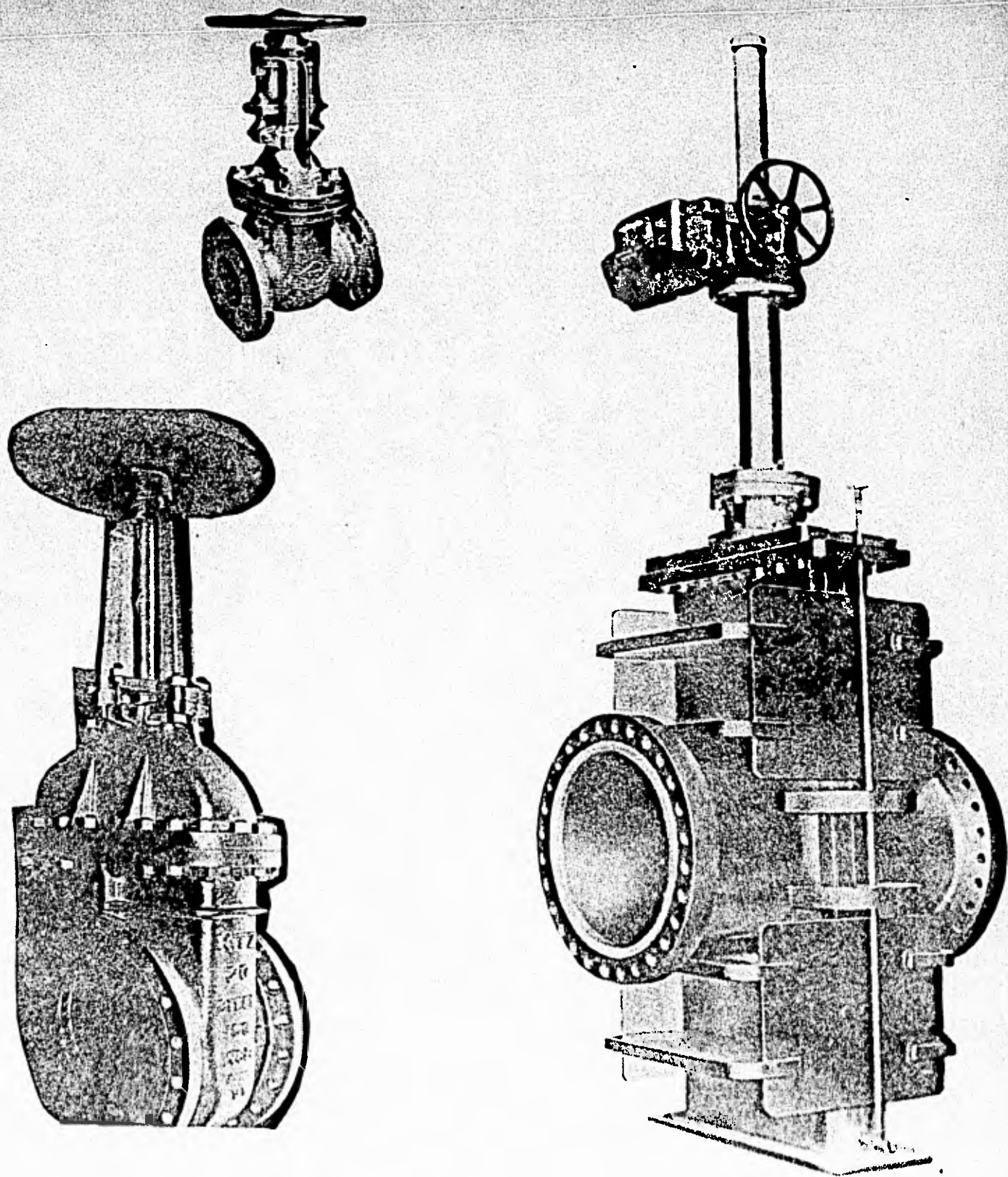


FIG. 16.- VALVULAS CON BONETE DE BRIDA Y BIRLO .

Conexiones de Válvulas.- Las válvulas pueden unirse a las tuberías de varias formas: (fig. 17)

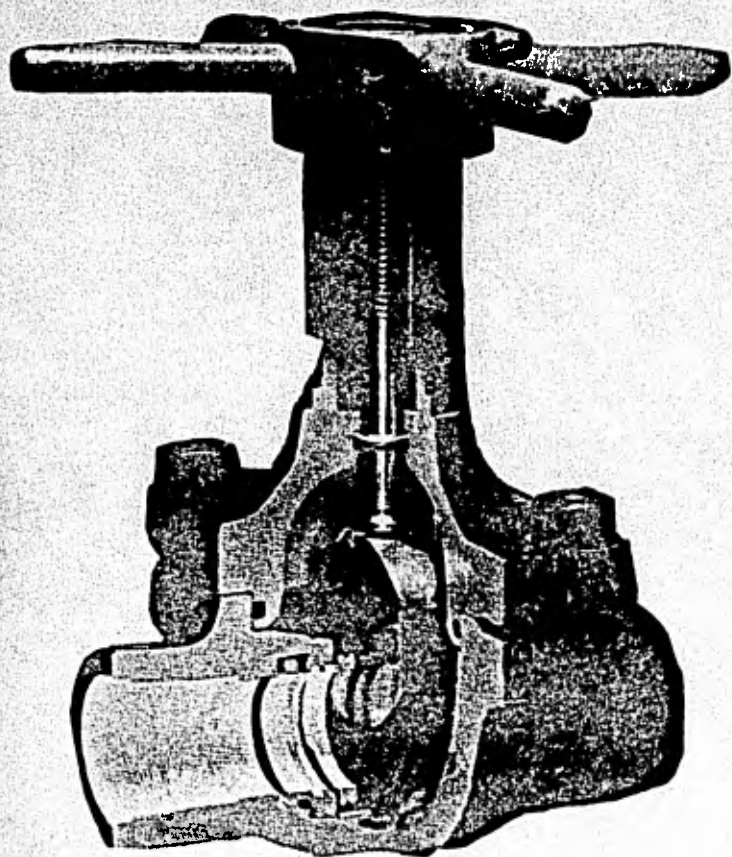
- a) Por medio de roscas .
- b) Por medio de bridas.
- c) Por medio de soldadura .
- d) con extremos abocardados, o muñones.

Las roscas están restringidas a las válvulas pequeñas. La válvula con extremo de rosca, es la más ampliamente usada, y se puede conseguir en bronce, hierro, acero y aleaciones para materiales tubulares.

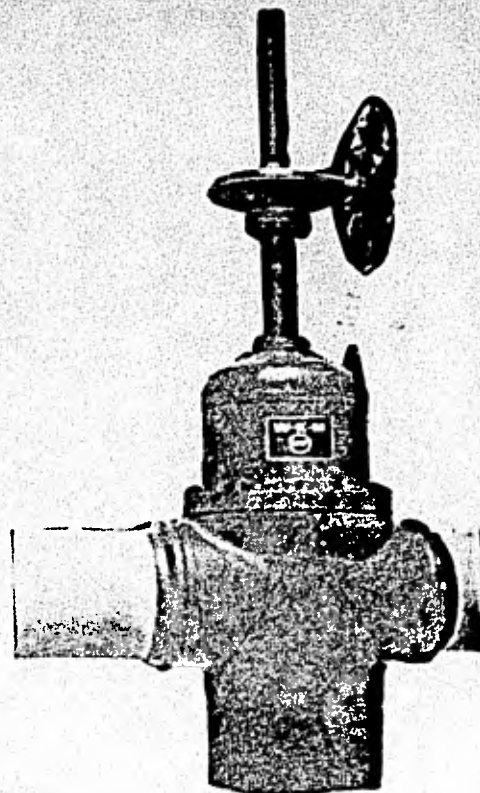
Los extremos de brida se usan, generalmente, para diámetros grandes, aunque pueden hacerse hasta de $\frac{1}{2}$ " . Estas conexiones se encuentran disponibles, generalmente en dos tipos básicos: de cara realzada y de anillo. Las primeras llevan un empaque delgado, de asbesto y grafito, o un equivalente. Este tipo permite quitar y poner una válvula, con un mínimo de trabajo. Después de sacar los birlos de sus agujeros, la válvula queda sin impedimentos para poder deslizarse, de entre las superficies lisas de las bridas opuestas.

La brida de anillo, utiliza un anillo de metal como empaque. Este anillo asienta en ranuras apropiadas, hechas en la superficie de las bridas y, conforme se aprietan los birlos, proporciona un sello hermético de metal a metal. Para poder remover la válvula, es necesario sacar todos los birlos, y apartar las caras de las bridas lo suficiente, para sacar los anillos.

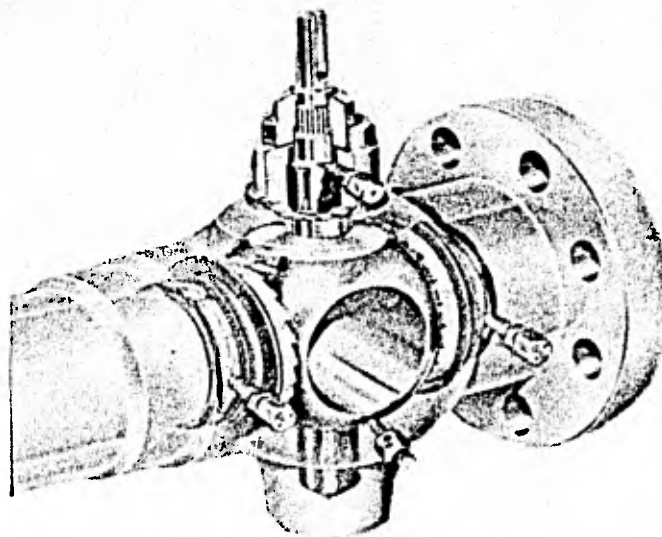
Las válvulas soldadas a la tubería, requieren cuerpo de acero.



a) EXTREMOS DE ROSCA



b) EXTREMOS PARA SOLDAR



c) COMBINACION DE SOLDAR Y BRIDA

FIG. 17.- CONECCIONES DE VALVULAS .

El uso de conexiones soldadas, elimina el costo de dos bridas y sus correspondientes birlos y empaques. También se elimina así, el riesgo de fuga en las bridas.

Operadores para válvulas.- El uso de operadores de potencia, además de los empleados en válvulas de control, es necesario por varias razones, que incluyen:

- a) La válvula es demasiado grande para operación manual.
- b) La operación manual lleva mucho tiempo.
- c) La válvula opera en combinación con otras funciones del equipo.
- d) El manejo va a ser a control remoto.

Hay cinco clases de operadores de potencia: (fig. 18)

- a) Impulsor eléctrico.
- b) Impulsor neumático.
- c) Con pistón neumático o de gas.
- d) Con pistón hidráulico.
- e) Con solenoide eléctrico.

Los operadores con impulsor eléctrico, hacen girar el volante, o jalar y empujan, a través de un sistema de roscas, el maneral de las válvulas macho o esféricas. Se pueden adaptar en instalaciones de válvulas, sencillas o múltiples.

Los de impulsor neumático, de pistón neumático o de gas, y los

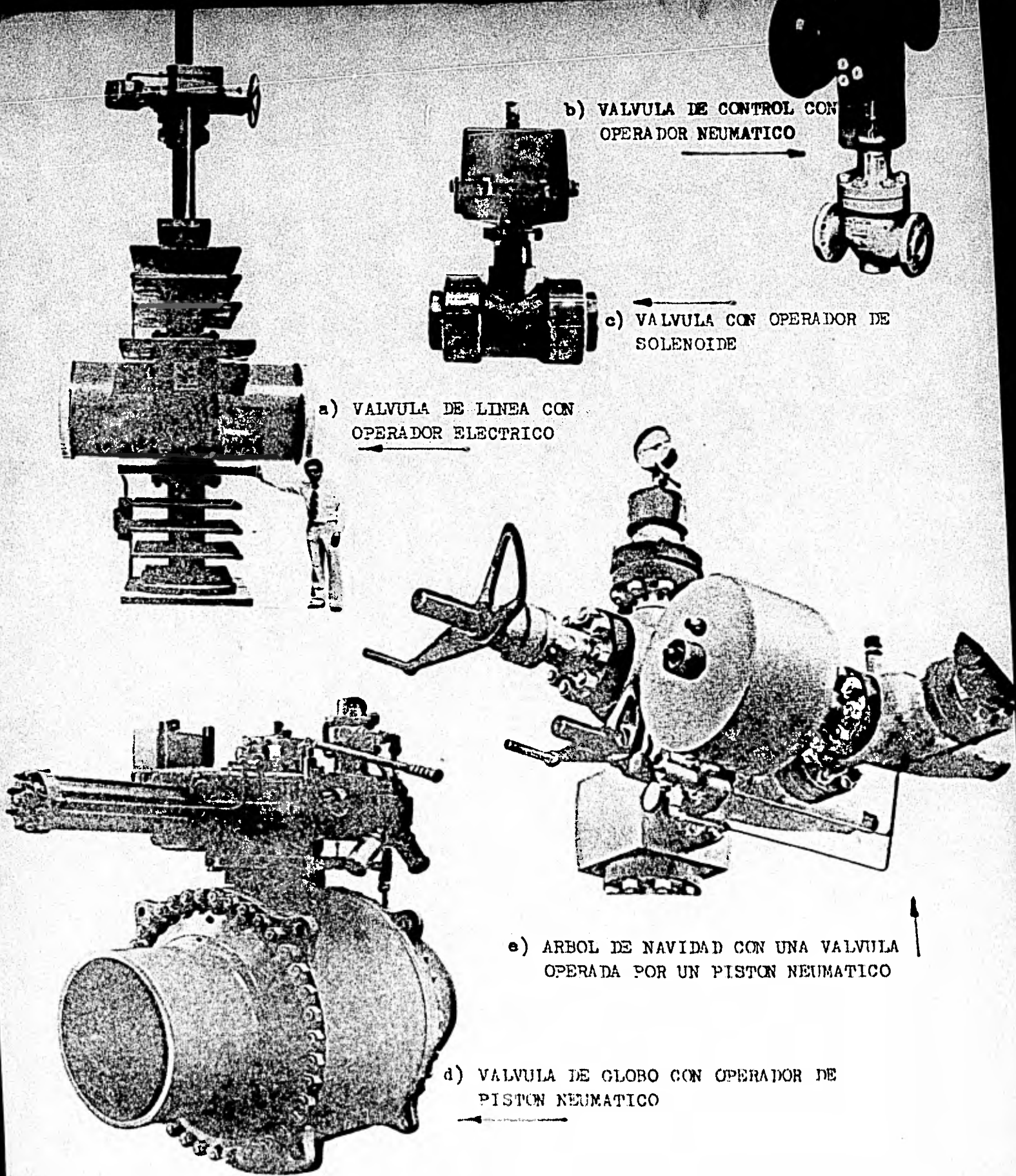
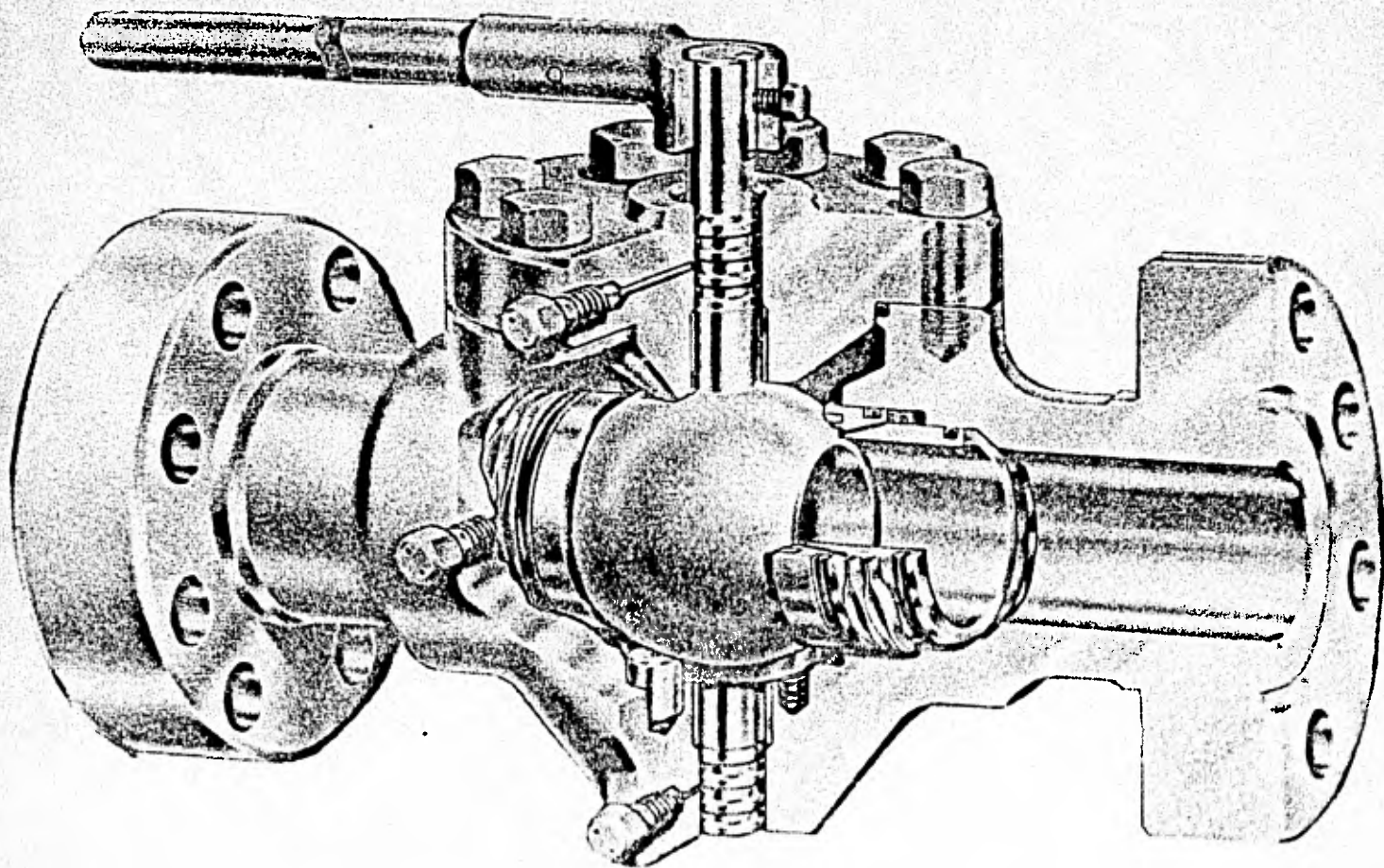


FIG. 18.- OPERADORES DE POTENCIA

de pistón hidráulico, se adaptan más en instalaciones múltiples que no requieren más que una toma de fuerza.

Los de solenoide se usan por lo general, en válvulas pequeñas únicamente, así como en servicio de instrumentación.



CAPITULO 2

VALVULAS EMPLEADAS EN LA PERFORACION, TER- MINACION Y PRODUCCION DE UN POZO PETROLERO

Los suministros de aceite y gas son la única solución actual a corto plazo viable para las necesidades mundiales de energía. Fuerzas políticas y económicas motivan continuamente la búsqueda y producción de aceite y gas en dondequiera que pueda encontrárseles en cantidades comerciales.

Este programa continuo de exploración y desarrollo tiene lugar básicamente en ambientes geológicos y geográficos que imponen condiciones cada vez más severas de operación al equipo que se necesita para perforar y producir yacimientos de hidrocarburos. Estas condiciones resultan de la combinación de temperatura y presión que ocurre sobre parámetros cada vez más amplios, en presencia de la composición química, frecuentemente hostil, de los fluidos producidos. Parece ser como si la mayoría de los grandes yacimientos de profundidad moderada que contienen productos dulces, localizados en lugares convenientes, ya estuvieran en producción.

Se están encontrando nuevos yacimientos a profundidades cada vez mayores, los cuales, para ser considerados comercialmente atractivos, conllevan mayores presiones de fondo y mayores volúmenes de flujo. La tremenda demanda mundial de gas natural ha conducido también a la exploración y descubrimiento de los principales yacimientos de gas, muchos de los cuales tienen presiones de fondo de 700 a 1400 K/cm². Técnicas avanzadas de perforación, capaces de lidiar -

con este rango de presiones, han precedido a la fase de producción y, conforme los descubrimientos han probado ser comercialmente explotables, la capacidad para producir y transportar este indispensable combustible se ha convertido en una imperiosa necesidad.

La severidad en aumento de las condiciones de operación resultantes de la producción de gas a alta presión afecta a todos los componentes de equipo, pero a ninguno de manera más severa que a las válvulas usadas en los árboles de navidad, líneas de flujo y múltiples. El tipo principal de válvulas usado en estas aplicaciones es el de válvula de compuerta de paso circular rasante. Las discusiones que siguen se limitan a este tipo. De todo el conjunto de un árbol de navidad las válvulas son las que están sujetas a las cargas más severas por presión y temperatura. Además deben funcionar dinámicamente al abrirlas y cerrarlas.

Sin embargo, no necesariamente los más profundos yacimientos de gas son la única fuente de nuevos parámetros de operación. Ya no podemos continuar con la desperdiciadora práctica de descargar el gas del yacimiento a la atmósfera, y en lugares donde no hay transporte disponible, el gas debe reinyectarse al yacimiento tanto para conservar el mismo gas como para mantener la presión del yacimiento.

Además, el efecto detrimental de la corrosión sobre el metal, - resultante de la exposición al ácido sulfhídrico, bióxido de carbono y agua salina, ha sido desde hace bastante tiempo un gran problema - tanto para el diseñador de válvulas como para el usuario. En años anteriores, una concentración corrosiva en exceso, así como tóxica, de ácido sulfhídrico, era razón suficiente para abandonar pozos potencial

mente comerciales. Estimulados por las demandas de energía y respaldados por una tecnología mejorada, pozos que contienen cantidades previamente restrictivas de ácido sulfhídrico, se están produciendo actualmente. Frecuentemente, las prácticas corrientes de producción requieren que tanto el gas como el agua salada producidos se reinyecten en la vida inicial de un campo, para mantener la presión de yacimiento, conservar el gas y desechar de una manera ambientalmente aceptable los productos no utilizables producidos. Esto ha incrementado materialmente la exposición de las válvulas a los fluidos corrosivos; y, cuando también se encuentra presente una alta presión, los criterios para el diseño de válvulas deben ampliarse de manera significativa para abarcar todas las condiciones severas de operación.

EFECTO DE LAS CONDICIONES DE CAMPO SOBRE EL DISEÑO DE VALVULAS.

Las condiciones de operación asociadas a varios campos actualmente en desarrollo dan una idea de los diversos problemas que afectan el diseño de una válvula.

Quizá las condiciones más severas de operación ocurren en los profundos pozos de gas amargo a alta presión de Mississippi Central. La formación productora se encuentra a profundidades entre 6,000 y 6,800 m. Los fluidos producidos consisten de 27 a 46 por ciento de ácido sulfhídrico, de 3 a 10 por ciento de bióxido de carbono, 45 a 65 por ciento de metano y poco o ningún condensado. Se han encontrado presiones de fondo hasta de 1550 K/cm^2 , con correspondientes presiones superficiales hasta de 1265 K/cm^2 . Las temperaturas en la superficie varían de 65°C a 100°C . Aquí se requieren calderas y válvulas con presiones de trabajo de 1400 K/cm^2 y 2100 K/cm^2 . También se requiere que el equipo sea resistente a la corrosión por es-

fuerzo de acuerdo a los lineamientos establecidos en las Normas NACE (Asociación de Ingenieros de Corrosión).

Los problemas que confronta el diseñador de válvulas para las condiciones anteriores se sumarizan como sigue:

- 1.- La presión de trabajo de las válvulas sobrepasa las normas de equipo establecidas al presente por API (Instituto Americano del Petróleo). Por lo tanto se requiere desarrollar y verificar criterios tanto de diseño como de esfuerzo admisible.
- 2.- El contenido corrosivo de los fluidos producidos, combinado con las extremadamente altas presiones de diseño, limita la selección de materiales puesto que la restricción de dureza para H₂S limita las propiedades mecánicas deseadas para resistir cargas de presión.
- 3.- La naturaleza tóxica de los fluidos producidos demanda que se ejercite un máximo control de calidad, se efectúen pruebas, y se tenga mucho cuidado en la fabricación de todos los componentes para proporcionar protección ambiental contra el H₂S.
- 4.- Los sistemas dinámicos de sello, empaçado de vástago, compuertas y asientos deben diseñarse para funcionar adecuadamente a las extremas presiones de operación en presencia de lodo de perforación, fluidos de acidificación, altas velocidades en el flujo de producción, y bajo peso molecular del gas.

Otro lugar de operación que ha traído requisitos adicionales para la tecnología de válvulas se encuentra en un campo de Sumatra.

Las pruebas de producción de algunos pozos de reconocimiento del campo indicaron potenciales absolutos a flujo abierto de más de mil millones de pies cúbicos por día de gas. Este gran potencial de flujo y las altas velocidades de fluido requirieron el uso de válvulas de gran tamaño así como equipo superficial adecuado. Se usaron válvulas de 6" - 10,000 PSI PMS. Dada la naturaleza corrosiva del gas producido, se necesitó usar árboles de navidad de acero inoxidable. Las temperaturas superficiales de producción son de más de 150°C.

A causa del potencial de energía de la formación productora, la especificación de diseño del usuario requirió que una válvula fuera - probada con presión, temperatura y funcionalmente en forma cíclica durante suficiente tiempo para conocer anticipadamente la vida aproximada operacional de la válvula. Además, el conjunto total del árbol de navidad se probó a las condiciones aproximadas de campo incluyendo el registro de los efectos de las líneas de escurrimiento sobre el árbol. (fig. 19)

En otra parte del mundo, Alaska, la demanda de altos volúmenes de producción (aceite en este caso) requirió el uso de válvulas de 4" a 6" en rangos de 210 K/cm² y 350K/cm². Aunque los fluidos producidos contienen algo de H₂S, el problema más significativo es la temperatura ambiente encontrada en pleno invierno ártico. Los pozos en producción tienen una temperatura superficial en el flujo de +82°C, pero al cerrar el pozo se han registrado temperaturas ambientes hasta de -54°C. Esto requiere de un material que sea dúctil y haya sido aprobado para servicio en baja temperatura. Las válvulas deben ser capaces de sellar con el gas de bajo peso molecular durante la severa diferencial de temperatura (+ 82°C a - 54°C) impuesta durante un

ciclo operacional cerrada - en producción - cerrada.

En una cuarta región del mundo, el mar del Norte, existen unas condiciones ambientales algo diferentes. Por regla general, las presiones de producción no son excesivas, aunque se usan tamaños de válvulas de 4" y 6". Los cabezales y el árbol de navidad, sin embargo, deben diseñarse para que puedan resistir las cargas mecánicas impuestas por las reacciones entre tirantes-plataforma durante las severas tormentas prevalecientes en el área. El movimiento en el piso de producción de la plataforma puede transmitirse a través de las lí--neas de esourrimiento a las conexiones del árbol, imponiendo así esfuerzos mecánicos, además de los esfuerzos por presión, sobre los cabezales y árbol de navidad. Los cálculos basados sobre condiciones de tormentas en cien años, indican que el balanceo de la plataforma puede llegar hasta 1.80 m. en magnitud, lo cual resultaría en un movimiento diferencial de 76mm a 102mm entre el piso y las conexiones a las válvulas. Hay que considerar los esfuerzos cíclicos resultantes de este movimiento para el diseño de la válvula.

ESPECIFICACIONES DE LA INDUSTRIA

Las normas de producto, aplicables a las válvulas usadas en conjuntos de árboles de navidad y operaciones de producción, han sido establecidas por el API en la Especificación 6A. Las normas y prácticas establecidas en esta Especificación se refieren a clasificación por diámetro y presión, definición de tamaño en los extremos de conexión y distancia entre los mismos, y procedimientos de pruebas normalizados. Con la excepción del establecimiento de requisitos mínimos mecánicos de tensión para materiales a usarse en el bonete, birlos y corpo, el grueso de esta Especificación está esencialmente dirigido a la normalización de medidas para asegurar la intercambiabilidad. No

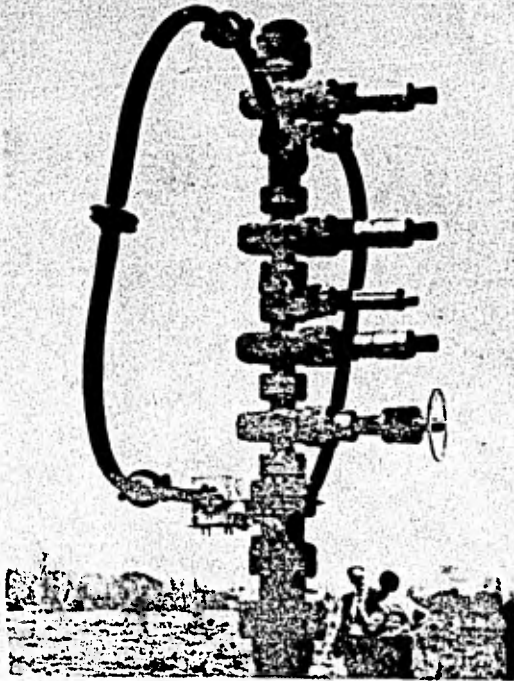
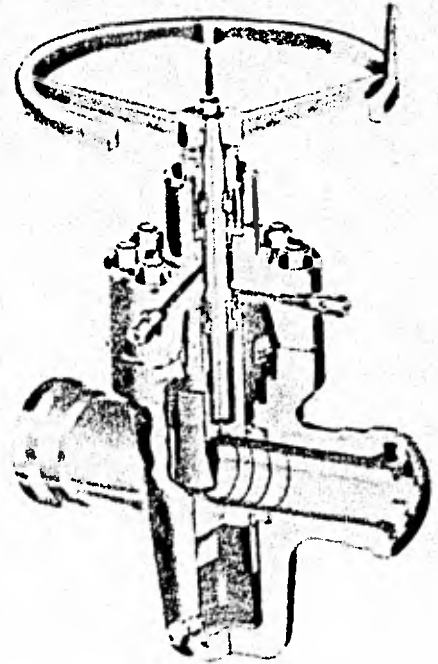


FIG. 19.- ARBOL DE NAVIDAD EN PRUEBA CON 2 VALVULAS MAESTRAS Y 2 DE SONDEO DE 6" - 10000 PSI.

FIG. 20.- VALVULA DE COMPUERTA TIPO CIRCULAR RASANTE CON DISEÑO DE COMPUERTA PARTIDA-ASIEN TO FIJO, VASTAGO NO SALIENTE.



se refiere a nada pertinente al diseño del cuerpo y/o de los miembros de sello, excepto en lo relacionado a cumplir la prueba hidrostática sin deformaciones permanentes.

No se han establecido normas y las especificaciones de cuándo usar un material resistente a la fractura por corrosión sulfhídrica quedan como asunto a tratar entre fabricante y usuario. Cuando se especifica la Norma API 6A y/o la Publicación NACE MR-01-75, éstas dan unos lineamientos mínimos para la selección de materiales. El espíritu esencial de esta Norma puede sintetizarse como sigue: Los materiales que por experiencia han mostrado resistencia a la fractura por corrosión sulfhídrica, se enlistan con su correspondiente dureza máxima y temperatura de revenido. La norma NACE no identifica el nivel de concentración de sulfhídrico para el cual cada material es más adecuado, ni se refiere al problema de corrosión causado por cloruros o bióxido de carbono; por lo tanto, la selección de materiales a usar debe acordarse entre el fabricante y el usuario.

De aquí que cuando se van a surtir válvulas para una condición específica de servicio, el usuario debería establecer especificaciones de diseño que suplementaran los lineamientos normales de la industria. Esto se requiere para asegurarse de que se está seleccionando correctamente las válvulas para funcionar en cada aplicación específica.

COMPONENTES FUNCIONALES DE LA VALVULA DE COMPUERTA

Las válvulas API en uso actualmente pueden incluirse en dos pares de tipos de enfoques de diseños:

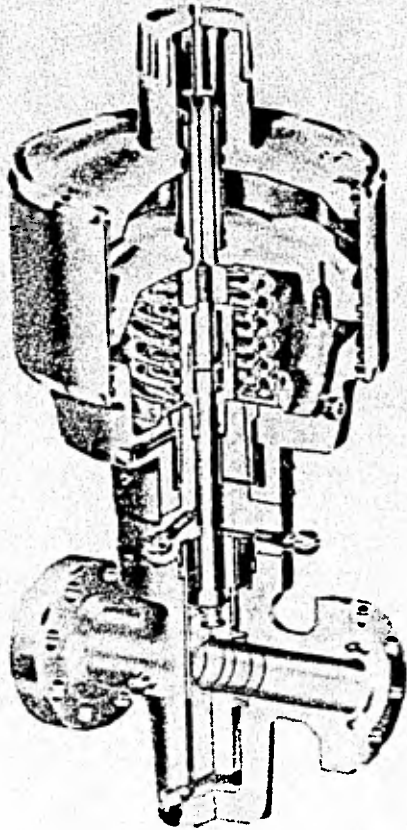


FIG. 21.- VALVULA DE COMPUERTA CON VASTAGO SALIENTE, OPERADA CON PISTON NEUMATICO.

- 1.- El diseño de compuerta partida-asiento fijo contra el diseño de compuerta sólida-asiento flotante, o de potencia.
- 2.- El tipo de vástago no-saliente contra el tipo de vástago saliente (incluyendo el tipo balanceado).

Aquí se consideran únicamente las válvulas que emplean el diseño de compuerta partida-asiento fijo (fig. 20). También las de tipo manual con vástago no-saliente y las operadas neumáticamente de vástago saliente (fig. 21).

Para ayudar a discutir algunos de los criterios de diseño referentes a las partes principales de una válvula de compuerta, es conveniente dividir estas partes en sub-conjuntos funcionales:

- 1.- El conjunto cuerpo-bonete, que proporciona la estructura principal de contención de presión, y consiste del cuerpo, el bonete, los birlos y tuercas del bonete y el anillo de sello del bonete; (fig. 22) .
- 2.- El conjunto compuerta-asientos, que proporcionan la función de control de flujo, y consiste de la compuerta, el expansor de la compuerta y los asientos; (fig. 23).
- 3.- El conjunto del vástago, que proporciona la operación dinámica del conjunto de compuerta, y consiste del vástago, el conjunto de empaquetadura, el conjunto de baleros y el impulsor de mando de la compuerta, (fig. 24).
- 4.- El conjunto del operador neumático o hidráulico, que propor

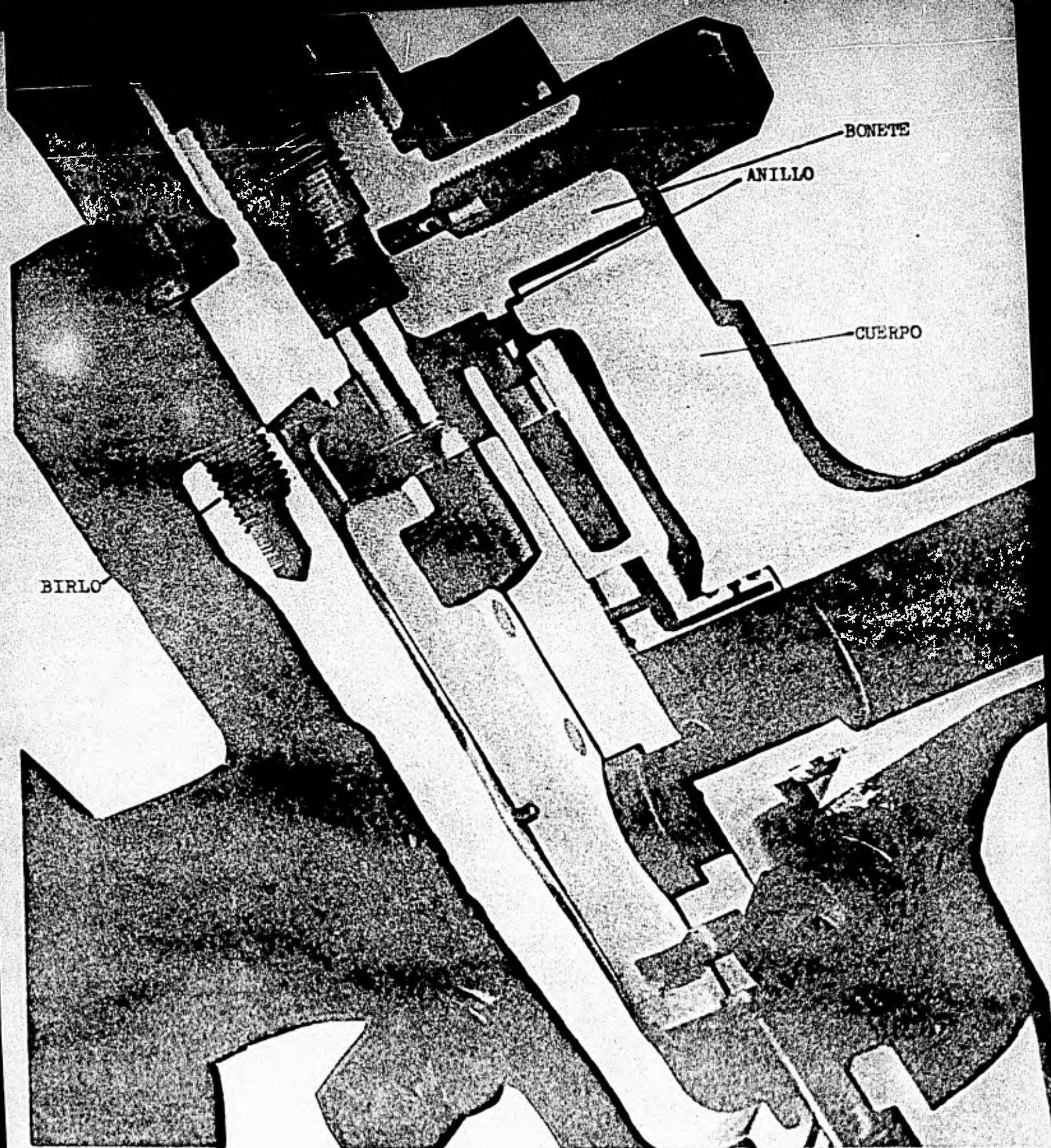


FIG. 22.- CONJUNTO CUERPO - BONETE .

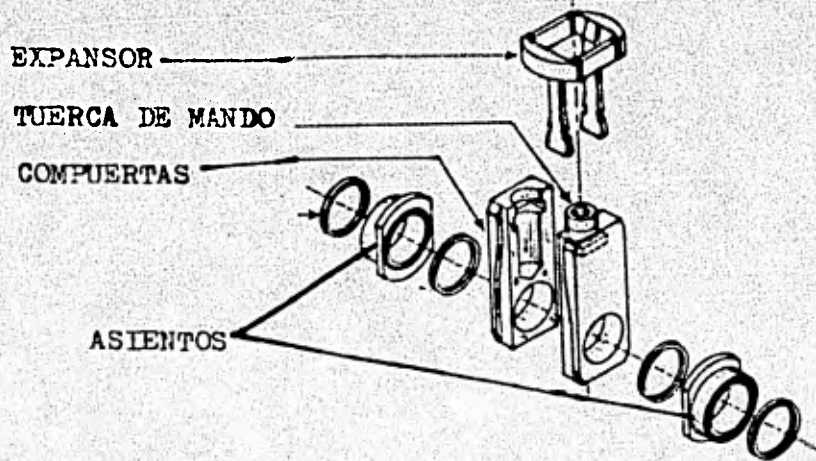


FIG. 23.- CONJUNTO COMPUERTA - ASIENTOS .

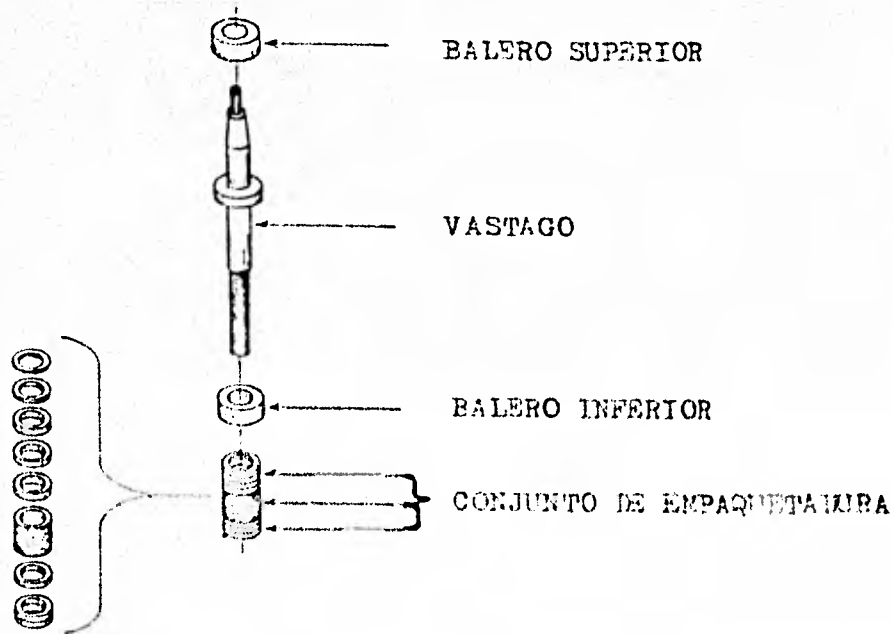


FIG. 24.- CONJUNTO DEL VASTAGO.

ciona una operación de potencia en las válvulas del árbol de navidad manteniendo al mismo tiempo una integridad estructural y de sello.

CONJUNTO CUERPO-BONETE

Como se indicó previamente, la Norma API para válvulas, Especificación 6A, no hace ningún intento por establecer criterios específicos de diseño relativos a los componentes que contienen la presión. Por lo tanto, todas las válvulas de compuerta deben diseñarse usando criterios desarrollados por el fabricante. Estos criterios se interrelacionan con el espacio envuelto y la geometría dictada por los interiores de la válvula, con los métodos específicos de fabricación usados y con la configuración de la materia prima. De aquí que cada válvula de un fabricante no necesariamente sigue los mismos principios de diseño; el cumplimiento a Normas API sólo exige intercambabilidad dimensional y capacidad satisfactoria a la prueba hidrostática.

El conjunto cuerpo-bonete de la válvula API es un recipiente a presión de paredes gruesas y de forma irregular. A un incremento en el tamaño nominal o en el rango de presión corresponderá un incremento en la masa física de todas las secciones.

Todos los cuerpos de válvulas tienen la forma general de una cruz, la cual puede considerarse como la intersección de dos cilindros. La distribución de esfuerzos de esta configuración podría calcularse con la teoría clásica de la elasticidad si los cilindros fueran de pared delgada. Para presiones de diseño de 350 Kg./cm^2 y mayores, los cuerpos son usualmente de pared gruesa y no cumplen las su-

posiciones establecidas en la teoría de la elasticidad. Para diseños de pared gruesa se debe emplear procedimientos de análisis más detallados (tales como el fotoelástico o el de elementos finitos) para determinar los patrones de esfuerzo.

Para ayudar a visualizar los complejos esfuerzos en diseños de pared gruesa, primero consideremos los esfuerzos en la sección uniforme del cuello del paso de la válvula, (fig. 25). La presión interna causará principalmente esfuerzos circunferenciales, axiales y radiales en el cuerpo y cuello de la válvula. Para una sección de pared delgada, los esfuerzos circunferenciales serían prácticamente uniformes, sin embargo, para secciones más pesadas, el esfuerzo circunferencial será mayor en la superficie interior y disminuirá hacia afuera a través de la sección. Cualquiera que sea el espesor de pared gruesa, los esfuerzos en la pared interior serán mayores que la presión aplicada.

Al unir dos secciones como la descrita, la distribución de esfuerzos en la intersección de los cilindros individuales estará superpuesta, junto con los esfuerzos adicionales que resultan de las condiciones de restricción y discontinuidad. En el cuerpo de la válvula, esto ocurre en la región de los huecos para el asiento en donde los esfuerzos circunferenciales, axiales y radiales se combinan para dar niveles de esfuerzo más altos que en el cuerpo o cuello de la válvula.

En válvulas de esta configuración, el espesor de la pared se calcularía usualmente para impedir que los esfuerzos principales excedieran de algún nivel de esfuerzo permisible. Este nivel de esfuerzo

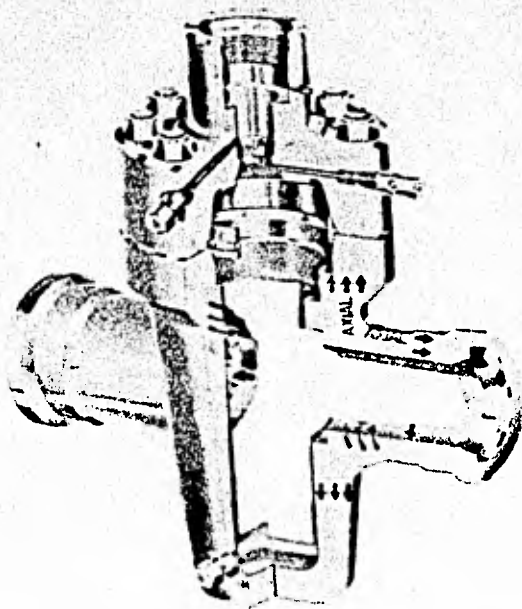


FIG. 25.- ESFUERZOS CREADOS EN EL CUELLO Y CUERPO DE UNA VALVULA AL APLICAR PRESION INTERNA.

permisible se basa generalmente en el esfuerzo de cedencia del material de la válvula, aplicando un factor de seguridad típico de 3 a 1. En materiales API de Tipo II, este criterio daría un nivel de esfuerzo permisible conservador de 1400 Kg/cm^2 . Este bajo valor se ajusta al concepto de mantener niveles bajos de esfuerzo como un medio de reducir la susceptibilidad a la fractura por esfuerzo.

Las válvulas diseñadas para 700 Kg/cm^2 PMS o menos, usualmente se pueden fabricar con materiales que cumplen las Normas API y NACE y aún tienen esfuerzos primarios abajo de 1400 Kg/cm^2 y esfuerzos combinados que el esfuerzo de cedencia del material del cuerpo cuando se someten a la presión de prueba. Sin embargo, arriba de 700 Kg/cm^2 PMS, el deseo de mantener el bajo nivel de esfuerzo principal de 1400 Kg/cm^2 o impedir que el esfuerzo combinado pase del límite elástico no es práctico; y en estas válvulas de alta presión, se han encontrado esfuerzos combinados que se aproximan al límite elástico del metal cuando se sujetan a la presión de diseño de la válvula.

Para compensar esta deficiencia arriba anotada entre el límite elástico del material y el esfuerzo combinado debido a la carga de presión, se puede aplicar el concepto de pre-esforzado. El pre-esforzado es el proceso en el cual se levanta presión en un recipiente de pared gruesa hasta que se llega a la cedencia en un punto interior del material de la pared. Al relevar la presión, los esfuerzos de tensión residuales en las porciones que no llegaron a la cedencia se igualan, poniendo la región interior a la compresión. Al reaplicar presión, estos esfuerzos de compresión de la región interior deben neutralizarse primero antes de que el material pase a la tensión. De esta manera el proceso de pre-esforzado baja el nivel de esfuerzo

de trabajo de las paredes interiores y compensa el bajo límite elástico del material de la válvula.

Se han tomado lecturas reales con detector de deformaciones en las superficies internas de cuerpos de válvulas fabricados de acero AISI 4140 con un límite elástico de 5625 Kg/cm^2 . Los detectores se colocaron en el área en que se anticipaban altos niveles de esfuerzos combinados y se registró una cedencia al alcanzar una presión interna de 2460 Kg/cm^2 . La práctica de pre-esforzar cuerpos de válvulas de 1400 Kg/cm^2 PMS y 2100 Kg/cm^2 PMS, ha probado tener éxito en aplicaciones de campo que tienen altas concentraciones de ácido sulfhídrico.

Los bonetes y los birlos se diseñan y analizan usando procedimientos normales para bridas. Se considera tanto el apriete como las condiciones de diseño. El anillo de sello cargado radialmente, auto-energizado y energizado a presión, proporciona un sello efectivo y mantiene la carga sobre los birlos a un bajo nivel. Esto mejora la integridad de la junta cuerpo-bonete puesto que los esfuerzos en los birlos, que únicamente necesitan balancear la carga final de presión, pueden mantenerse a niveles más bajos de los requeridos para sellos metálicos tipo API de anillo.

La característica de energizado a presión es de particular importancia en las válvulas de más alta presión (1400 Kg/cm^2 PMS y mayores.)

CONJUNTO COMPUERTA-ASIENTOS

La función del conjunto compuerta-asientos es compleja. Aunque se concede que la función principal de este conjunto es efectuar un

sello en el conducto que pasa a través de la válvula, la manera de - como se lleva a cabo este sello depende de las precisas interreacciones de muchas características específicas de estos componentes.

En un arreglo convencional (fig. 26), en que un asiento se coloca dentro de un receso del cuerpo y la compuerta desliza contra - este asiento, se debe conseguir un sello a los fluidos en dos interfases:

- 1° Entre la superficie contraria al flujo de la compuerta y - la superficie del lado del flujo del asiento correspondiente.
- 2° Entre la superficie contraria al flujo del mismo asiento y la superficie del lado del flujo del cuerpo de la válvula, o receso para el asiento.

La primera interfase es un sello dinámico mientras que la segunda es esencialmente un sello estático. Cada interfase de sello tiene sus propios requisitos específicos de diseño: sin embargo, existen consideraciones básicas aplicables a ambas.

Para hacer sello de flujos, la unión de dos superficies debe estar en contacto de una con otra con una fuerza residual igual a o mayor que la fuerza de presión del fluido. Para que el sello sea - efectivo, el contacto entre las superficies debe ser suficiente como para asegurar que los huecos interfaciales sean menores que las moléculas del fluido contenido. Así, está implícito en un sello de metal que actúa selectivamente, que el acabado superficial de las partes compañeras sea tal que los huecos no existan en el área de con-

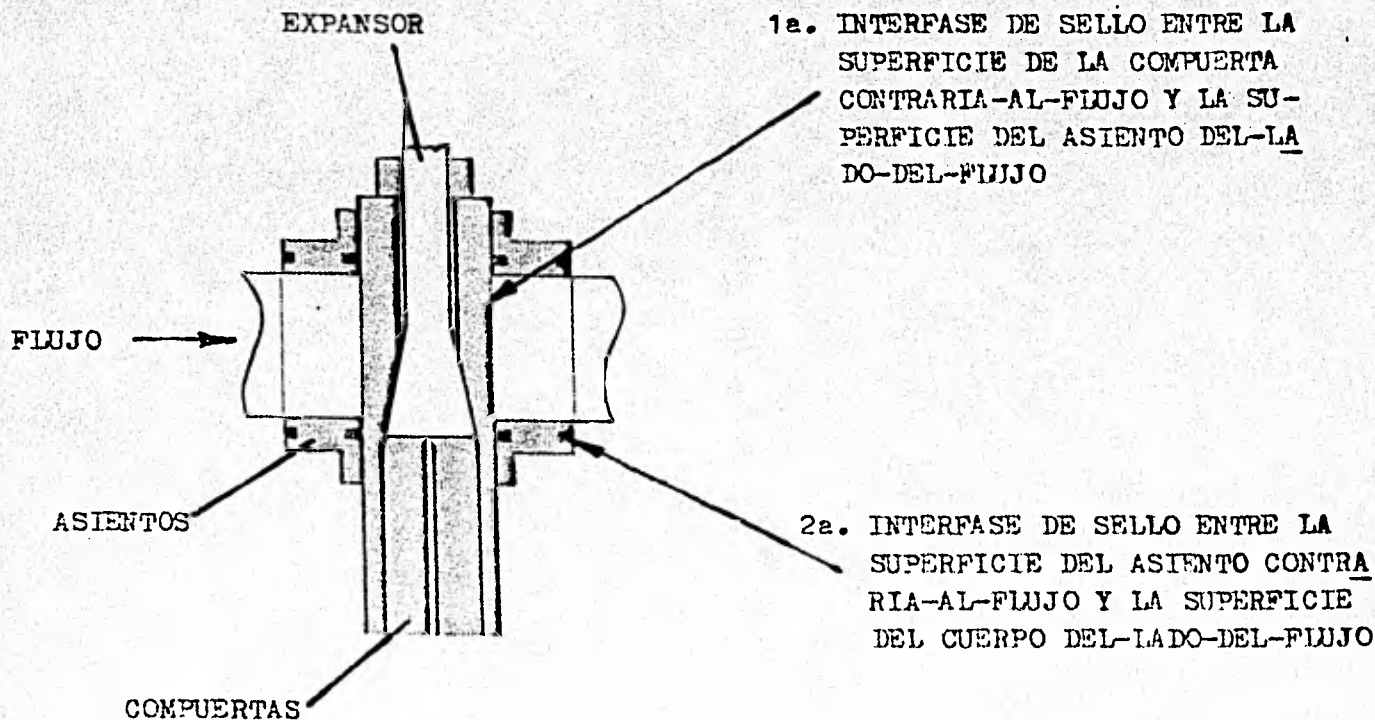


FIG. 26.- ARREGLO CONVENCIONAL DE COMPUERTAS-EXPANSOR-ASIENTOS CON LA VALVULA EN POSICION CERRADA. POR CONVENCION SE LLAMAN SUPERFICIES DEL-LADO-DEL-FIJO A TODAS LAS SUPERFICIES QUE RECIBEN AL FIJO DIRECTAMENTE , Y SI SUPERFICIES CONTRARIAS-AL-FIJO A LAS OPUERTAS.

tacto, o que el sistema disponga de medios en donde las superficies se acomoden una con otra al deformarse de tal manera que los huecos se reduzcan al tamaño requerido. En la práctica, tanto el acabado superficial controlado como una deformación o deflección controladas son esenciales al concepto de diseño de un sello metálico. Es aparente que un contacto deformable puede obtenerse fácilmente con el elastómeros; pero en servicio pesado que involucra alta presión y temperatura, debe reconocerse que tales materiales son inaceptables. Por lo tanto, se debe considerar únicamente sellos de metal a metal.

Para asegurar un sello inicial a baja presión, en ambas interfases dinámina y estática, se acostumbra usar una fuerza mecánica. Esta fuerza se puede lograr por la acción de cuña del expansor colocado entre los dos segmentos de la compuerta dividida. Una vez que se ha obtenido el sello inicial, la fuerza de la presión que actúa sobre la compuerta mantiene el sello.

Para carga de presión, el enfoque de diseño del sello estático asiento-cuerpo es definitivamente directo, (fig. 27). El asiento se coloca dentro de un receso maquinado de cuerpo. Si el área de contacto en esta interfase se hace más pequeña que el área correspondiente en la interfase compuerta-asiento, se obtendrá un multiplicador mecánico sobre las cargas de apoyo durante la aplicación de presión interna. Esta característica proporciona la fuerza necesaria para efectuar este sello conforme se transmiten las fuerzas de presión desde el contacto compuerta-asiento cuando la compuerta está cerrada.

En la interfase compuerta-asiento las reacciones son, por mucho, más complejas que para el sello estático. Considerando un dise-

No de asiento en que se maquina una ranura sobre la superficie de se llo, para alojar un anillo de teflón, este anillo sirve para limpiar la superficie de la compuerta durante su movimiento; sin embargo, la función más significativa de la ranura puede no ser apreciada al -- principio. Esta ranura divide la superficie de sello del asiento en dos áreas pedestales, en donde el área interior se hace más chica - que el área exterior.

Esta configuración del asiento hace posible controlar la carga de apoyo que resulta de la fuerza de presión cambiante a través del rango de presión de operación. A baja presión, la superficie de la compuerta está en contacto con el pedestal interior. Conforme amenta la presión diferencial, la compuerta se flexiona en el centro del conducto, y la deflección causa que la fuerza del contacto entre el pedestal interior y la compuerta se intensifique. Puesto que la configuración del pedestal interior es tal que es más flexible que el - pedestal exterior, se deformará ajustándose a la curvatura de la - compuerta, (fig. 28).

Quando la presión es baja, el contacto interfacial está limitado al área del pedestal interior, aún así la carga de contacto es - adecuada para efectuar el sello. Conforme aumenta la presión al máximo, el pedestal interior continuará flexionándose, permitiendo que la carga de apoyo se transmita al área relativamente mayor del pedestal exterior . La distribución de carga sobre las áreas combinadas de - los dos pedestales es el mecanismo por medio del cual la carga de apoyo unitaria se reduce a presión máxima para impedir daños a la superficie de la compuerta en la posición cerrada y reducir la fuerza de fricción cuando la compuerta se mueve a la posición de abierta.

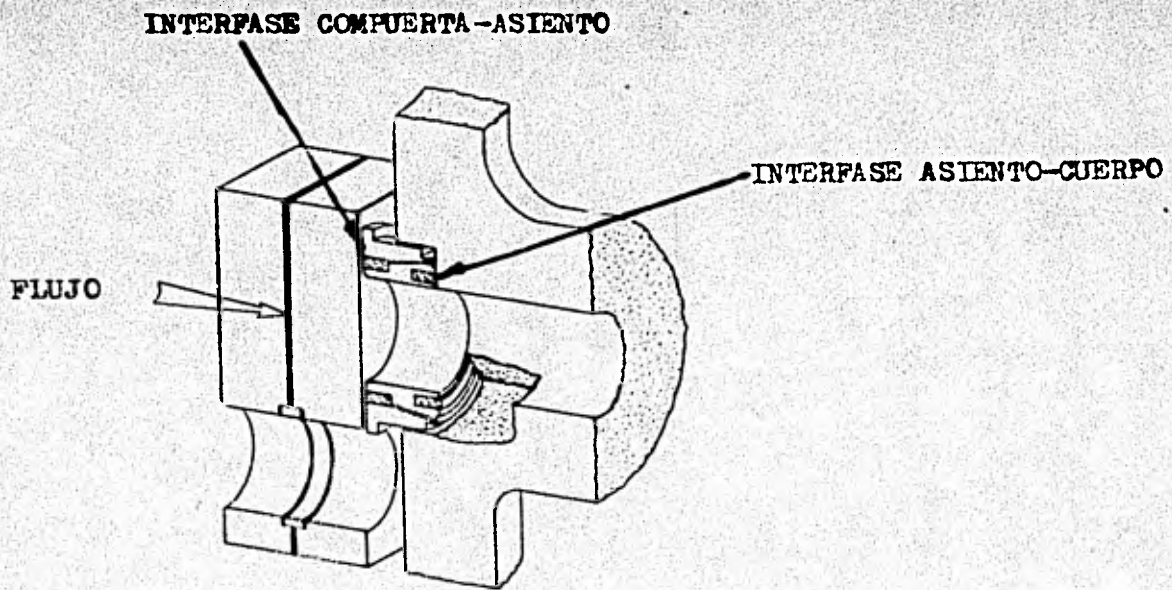
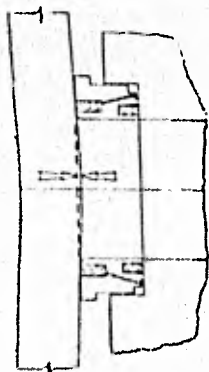
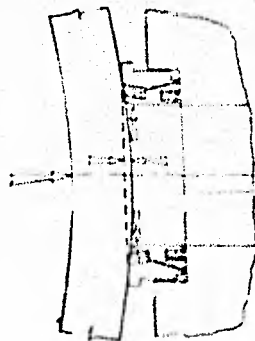


FIG. 27.- EL AREA DE SELLO EN LA INTERFASE COMPUERTA-ASIENTO ES MAYOR QUE EL DE LA INTERFASE ASIENTO-CUERPO.



BAJA PRESION



ALTA PRESION

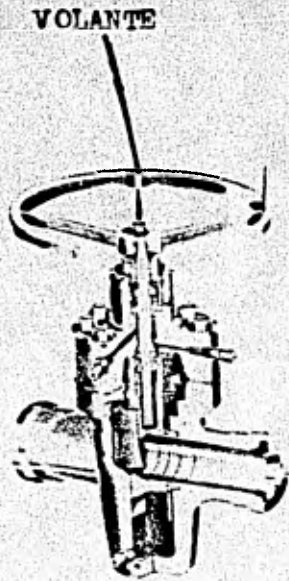
FIG. 28.- DEFORMACION DE LA COMPUERTA Y ASIENTO A BAJA Y ALTA PRESION.

El sello de metal a metal se lleva a cabo únicamente por el contacto entre la compuerta y el pedestal interior, puesto que el puerto de intercomunicación impide el sello en el pedestal exterior.

El sello redundante es una función inherente del anillo de teflón montado en el asiento, y el puerto de intercomunicación en el pedestal exterior es también el paso del plástico de inyección sellante hacia el área del asiento. Tanto el anillo de teflón como el sellante inyectado servirán para proteger el sello primario y, donde ha ocurrido algún daño, el sello redundante suministra un medio de reparación temporal. Esta característica redundante requiere de puertos de inyección a través del cuerpo de la válvula. En la mayoría de las válvulas de 1400 Kg/cm^2 y 2100 Kg/cm^2 RMS, no se permite usar puertos de inyección o grahas, ya que representan caminos adicionales de fuga en potencia y concentradores de esfuerzos. En donde no se permite la inyección, la confiabilidad del producto debe colocarse en la selección de los mejores materiales, conceptos de diseño, control de calidad, fabricación de precisión y un programa continuo de mantenimiento en el campo.

CONJUNTO DEL VÁSTAGO

La principal función del conjunto del vástago es hacer actuar a la válvula, pero los componentes de este ensamblaje deben proveer los medios de sellar alrededor del vástago para que los fluidos contenidos no pasen alrededor de éste. Los componentes del ensamblaje del vástago están identificados en la figura 29 con sus arreglos correspondientes en el cuerpo de la válvula. Se muestran tanto el ensamblaje del vástago saliente como el del no-saliente. El movimien-



VOLANTE



CUERDA DEL VASTAGO .

TUERCA DE MANDO

VASTAGO NO-SALIENTE. EL VOLANTE HACE GIRAR AL VASTAGO, HACIENDO SUBIR O BAJAR A LA TUERCA DE MANDO QUE ESTA UNIDA A LAS COMPUERTAS

EN UNA VALVULA OPERADA NEUMATICAMENTE, EL PISTON DEL OPERADOR HACE SUBIR O BAJAR AL VASTAGO, QUE ESTA UNIDO DIRECTAMENTE A LA COMPUERTA.

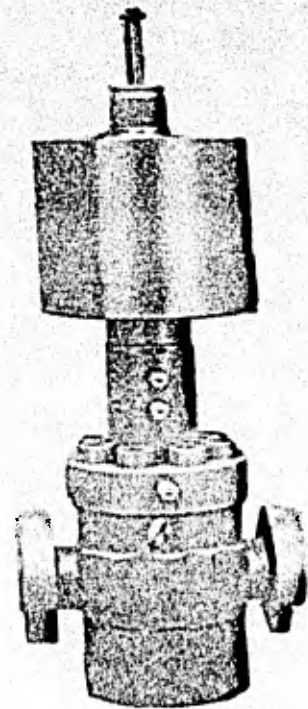


FIG. 29.- CONJUNTOS DE VASTAGO.

to de la compuerta, en una válvula operada manualmente, se logra por rotación de la cuerda del vástago no-saliente sobre el impulsor - mientras que el vástago saliente de una válvula operada hidráulica o neumáticamente, mueve a la compuerta en un movimiento de empuje-jalón.

El vástago y el impulsor requieren usualmente formas especiales de cuerda, desarrolladas para permitir un alineamiento flexible de la compuerta, el asiento y el impulsor. La calidad de las cuerdas actuales es de lo más importante puesto que este miembro debe transmitir el par del vástago en las fuerzas axiales requeridas para vencer las fuerzas de fricción combinadas entre la compuerta/asiento, vástago/impulsor y compuerta/expansor. También debería notarse que únicamente parte del par aplicado al volante es efectivo debido a las pérdidas de fricción en el empaque y, algunas veces, por el arrastre de los baleros.

El conjunto de empaque del vástago consiste de elementos activos de sello elásticos y elementos metálicos que proporcionan el soporte mecánico. Un elemento de empaque debe mantener contacto con la superficie de sello compuerta a una presión suficiente para efectuar el sello. Los elementos con formas tales como la configuración "V" o "W" estandar son auto-energizantes a baja presión y, conforme aumenta la presión, son energizados por ésta. Los sellos energizantes-por-presión deben tener suficiente resistencia como para mantener su diseño de forma para que siga siendo efectivo.

El pre-energizado por inyección de plástico es muy efectivo para iniciar y mejorar el comportamiento de un conjunto de empaque. El

empaques de pilas superpuestas se comporta como una serie de elementos individuales de sello. Esta configuración proporciona sello en exceso y, en caso de deterioro serio, los elementos funcionan como una serie de orificios que limitan el flujo. Las pilas de empaque elástico energizado por presión se colapsarán en un amasijo al deteriorarse. Tal deterioro ocurre cuando se excede la capacidad física de los elementos elásticos individuales.

El empaque de amasijo sella efectivamente solo cuando está totalmente energizado por medios independientes. Con Prensa-Empaques mecánicos y/o inyección de plástico se puede llevar a cabo tal energización. El empaque tipo amasijo es casi la única forma que puede conservarse cuando los parámetros de operación exceden las especificaciones del material de empaque. A presiones y temperaturas mayores, las pilas deben modificarse para acomodar las debilidades de los elementos de empaque. El principio de diseño básico es confinar el material elástico, funcionando como un amasijo en pequeñas masas, con claros de operación que se aproximen a cero.

En la Fig. 30 se muestran 5 pilas de empaques: La pila "A", es para una válvula de vapor. El material es de asbesto tipo cuerda y es energizada por un prensa-empaque mecánico. Cuando este arreglo se deteriora y fuga dentro del servicio, solo se reaprieta. Como el vapor no es contaminante, esta práctica es aceptable; pero sería intolerable en cualquier tipo de servicio con hidrocarburos.

La pila "B" es de una válvula de 2" - 350 Kg/cm^2 . Los elementos de empaque son de forma "W" estandar de MUNA-N con refuerzo de fibra que tienen un rango normal de operación de -30°C a $+120^\circ\text{C}$,

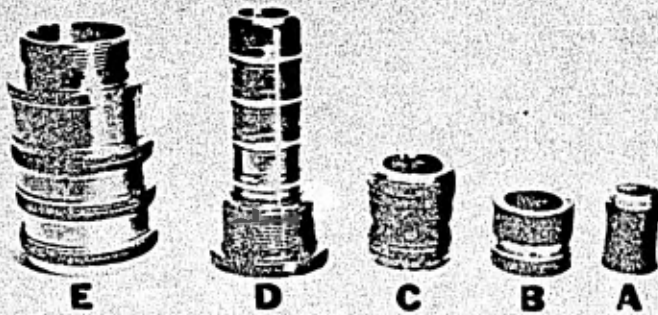
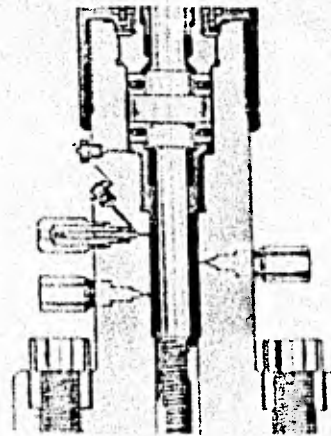


FIG. 30.- DIFERENTES PILAS DE EMPAQUE

- A.- PARA VAPOR
- B.- PARA GAS Y ACEITE, $350\text{Kg}/\text{cm}^2$
- C.- PARA BAJA TEMPERATURA
- D y E.- TIPO CARTUCHO

FIG. 31.- PILA DE EMPAQUE TIPO CARTUCHO, ENSAMBLADA EN UNA VALVULA



son moldeables y pueden recobrase, o auto-restaurarse, del deterioro normal durante el uso. A presiones medias y dentro de sus especificaciones de temperatura son muy confiables. El anillo linterna en el centro asegura una distribución uniforme de plástico energizador, y un juego de rondanas metálicas anti-extrusión se instalan en la parte superior del ensamble para impedir cualquier pérdida de material.

La Pila "C" está construida de elementos de empaque de forma de "V". El material es teflón con 15% de fibra de vidrio, conteniendo un 10% de Moly-Disulfuro. Se diseñó para usarse en servicio en el Ártico y ha sido probado en un rango de temperatura de -68°C a $+120^{\circ}\text{C}$. A temperaturas criogénicas, aún el teflón se vuelve muy rígido, y el energizado inicial del sello se hace muy difícil. Todas las partes del ensamble deben de fabricarse y manipularse con precisión y cuidado.

Las Filas "D" y "E", son juegos de empaque tipo cartucho. La pila "E", es para usarse en servicio de gas a alta temperatura en una válvula con operador hidráulico de vástago saliente. Los vástagos salientes efectúan un movimiento recíprocante, en lugar de girar a través del empaque, y cualquier deterioro en la superficie del vástago tiene un efecto pronunciado sobre todos los elementos de sello. El material empleado para el elemento de empaque es Vitón reforzado con asbesto, para un rango de operación de -23°C a $+232^{\circ}\text{C}$. El ensamble de empaque es una unidad de cartucho que se puede manejar muy convenientemente cuando hay necesidad de reemplazo. Los elementos de empaque son de sección transversal reducida acomodados en una serie de sub-grupos interiores y exteriores. Cada

sub-grupo actúa independientemente y tiene un puerto discreto de inyección.

La Pila "D" se diseñó para usarse en válvulas de 1400 Kg/cm^2 - FMS equipadas ya sea con vástagos rotatorios o reciprocantes. Se debe mencionar que este concepto de diseño fue el precursor del ensamble de cartucho que se acaba de mencionar. La unidad se fabrica como una serie de elementos de sello de amasijo ensamblados como un cartucho, según se ve en la figura 31. Cada amasijo está compuesto de teflón virgen de sección transversal pequeña y cada uno está retenido por rondanas anti-extrusión de holgura cero especialmente diseñadas. Todos los componentes deben fabricarse con alta precisión. Los elementos individuales son energizados a través de sistemas independientes de inyección de plástico a la presión de trabajo deseada. Por lo tanto cada elemento independiente proporciona una interfase discreta de sello capaz de sellar la válvula. Cartuchos de este tipo han estado en servicio desde hace varios años, operando a temperaturas de más de 150°C , a presiones que exceden 1400 Kg/cm^2 en fluidos que contienen 30% de ácido sulfídrico.

Los restantes componentes del ensamblaje del vástago, el sello de seguridad del vástago (característica de asiento de respaldo) y los baleros, se ilustran en la figura 32. El sello de seguridad redonda con el empaque del vástago y efectúa un sello de metal a metal con el bonete para aislar la cavidad de la válvula. Este sello de seguridad se utiliza solamente que surja alguna fuga en el empaque del vástago que no pueda controlarse re-energizando la empaquetadura. Durante la operación normal se debe impedir que el sello de seguridad entre en contacto con el bonete para proteger las superficies compa-

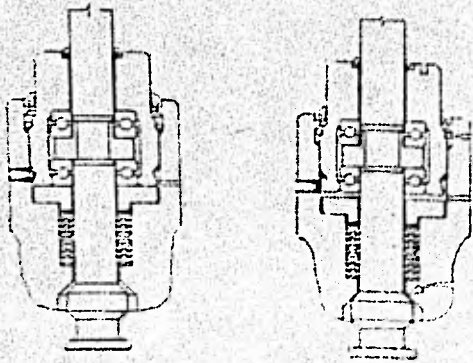


FIG. 32.- SELLO DE SEGURIDAD DEL VASTAGO, USADO SOLAMENTE EN UNA EMERGEN- CIA CUANDO HAYA FALLADO LA EMPA QUETADURA PRINCIPAL.

FIG. 33.- TAMAÑO RELATIVO DE DOS VALVULAS DE 2 PG. y 6 PG., DE LA MISMA PRE- SION 350KG./cm².



ñeras del sello de cualquier daño. En esta válvula, la tapa de los baleros puede girarse para permitir que el sello de seguridad del vástago asiente sobre el bonete.

Los ensambles de baleros del vástago necesitan dimensionarse para la carga máxima estática anticipada en servicio. También deben de protegerse de acumulaciones de fluidos de producción ya que los materiales usados en la construcción de baleros comerciales no tienen la calidad necesaria para usarse en gas amargo o servicio anti-corrosivo.

CONJUNTO DEL OPERADOR DE LA VALVULA

La función primordial de un operador es proporcionar la potencia para la operación de la válvula. La potencia de operación se requiere normalmente para lo siguiente:

- 1.- Actuar la válvula a control remoto en lugares inaccesibles, tales como pozos submarinos;
- 2.- Proporcionar capacidad automática de cierre en pozos en producción;
- 3.- Proporcionar operabilidad donde el tamaño de la válvula y/o la presión causan que el par de operación exceda la capacidad del personal de servicio;
- 4.- Para conseguir rapidez en la actuación de las válvulas e impedir el daño que los fluidos de producción causan durante la apertura o cierre de válvulas.

El uso de operadores de potencia se ha extendido en años recientes, especialmente en aplicaciones de servicio crítico. La integri-

dad del sello y las características operacionales de una válvula no deben comprometerse con la aplicación de un operador de potencia.

La práctica actual de campo generalmente utiliza operadores - (sean hidráulicos o neumáticos) como accesorios que pueden rápidamente anexarse a una válvula existente operada manualmente. Sin embargo, para aplicaciones de servicio crítico, un usuario no puede suponer que se proporcione la misma integridad, con el ensamble del operador, que la de la válvula sin operador, cuando el operador no se suministra por el fabricante de la válvula.

El paquete operador/bonete incluye el vástago y el juego de empaques, y algunas veces la compuerta. Esto proporciona un conjunto estructural equivalente y una integridad de sello únicamente si está diseñado y calificado a las mismas especificaciones de diseño que las requeridas para la válvula. En apoyo de este concepto, una nueva especificación API, 14D, especifica que el ensamble válvula-operador sea probado y calificado funcionalmente como una unidad, para uso en producción costa-afuera, de una válvula de seguridad superficial.

MATERIALES Y CONSIDERACIONES DE FABRICACION:

Los principios de diseño discutidos anteriormente son aplicables a todos los tamaños de válvulas, pero los problemas de fabricación se multiplican dramáticamente conforme aumenta el tamaño de la válvula. La diferencia relativa en tamaño de un ensamble asiento/compuerta para una válvula de 2 pulg. y una de 6 pulg. del mismo rango de presión se ilustra en la figura 33.

La mayoría de los metales que en otra forma son aceptables para usarse en válvula API, no proporcionan las propiedades físicas - deseadas en la interfase compuerta/asiento o vástago/empaque. Una solución práctica se encuentra en el uso de recubrimientos con materiales que tengan las propiedades deseadas. Metales no-ferrosos tales como Colmonoy, Estelita, o Carburo de Tungsteno, proporcionan un servicio excelente. Ellos son duros, anti-raspones, resistentes a la erosión y a la corrosión. En masas pequeñas estos materiales pueden usarse para fabricar partes enteras; pero, conforme aumenta el tamaño de las partes, la única solución usualmente es recubrir un material base aceptable, para bajar el costo.

La aplicación de un recubrimiento puede ser por fusión de soldadura o por rocío de plasma. Una distorsión considerable ocurre durante la aplicación del recubrimiento y las compuertas demasiado grandes deben maquinarse contorneadas antes de aplicar el recubrimiento. Muy a menudo es necesario un tratamiento térmico subsiguiente para acondicionar el metal base y el recubrimiento, y el desarrollo de estos procedimientos requiere de una gran cantidad de esfuerzo empírico.

Las partes internas de la válvula deben mantener también su forma mecánica bajo grandes variaciones de temperatura y presión. Este criterio es crítico en servicio de alta presión. Las partes internas deben diseñarse con criterio de flexión lo que usualmente requiere el empleo de masa adicional para mantener la forma mecánica de la parte. Las partes con recubrimiento pueden deformarse por una excesiva deflexión. Esto puede causar falla del sello o un aumento en fricción de operación, resultando en una vida de operación menor. Ad-

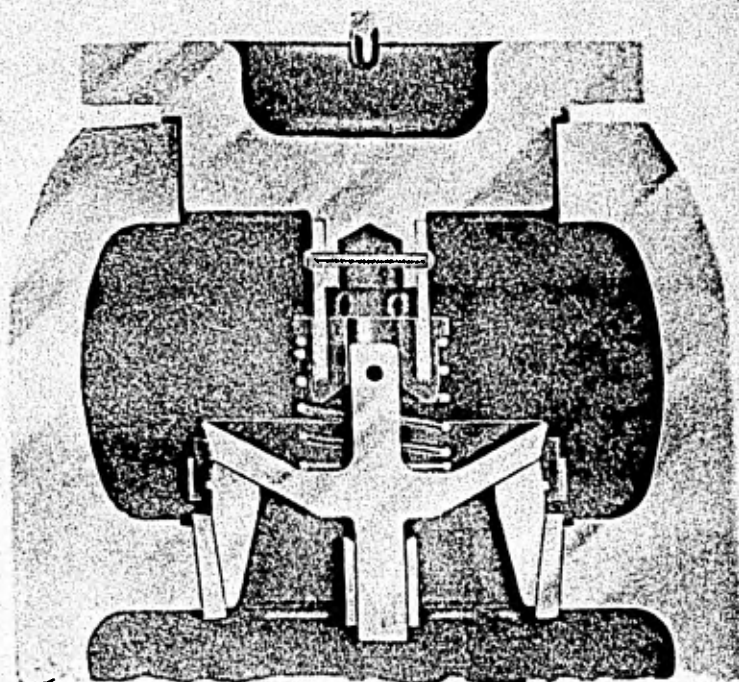
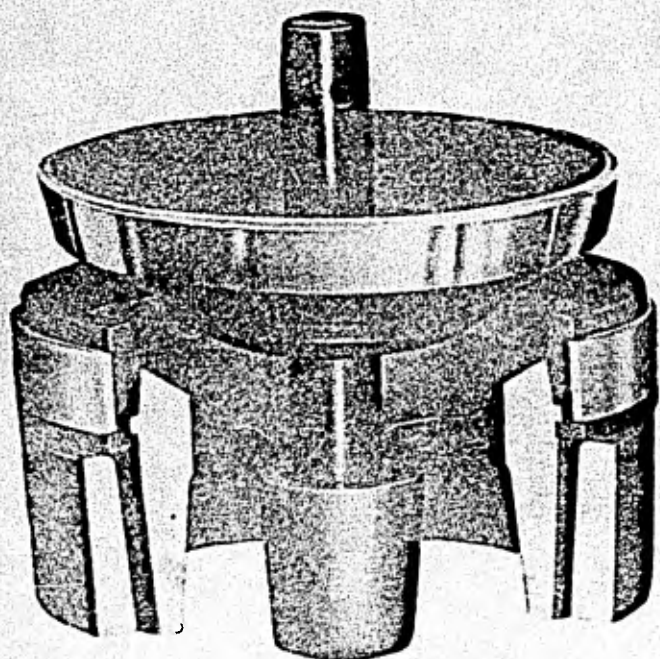


FIG. 34.- VALVULA DE UNA BOMBA DE LODO USADA EN EL CIRCUITO HIDRAULICO DE UN EQUIPO DE PERFORACION.

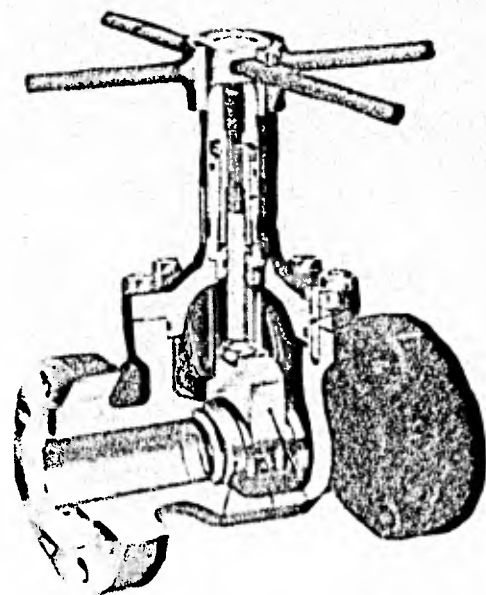
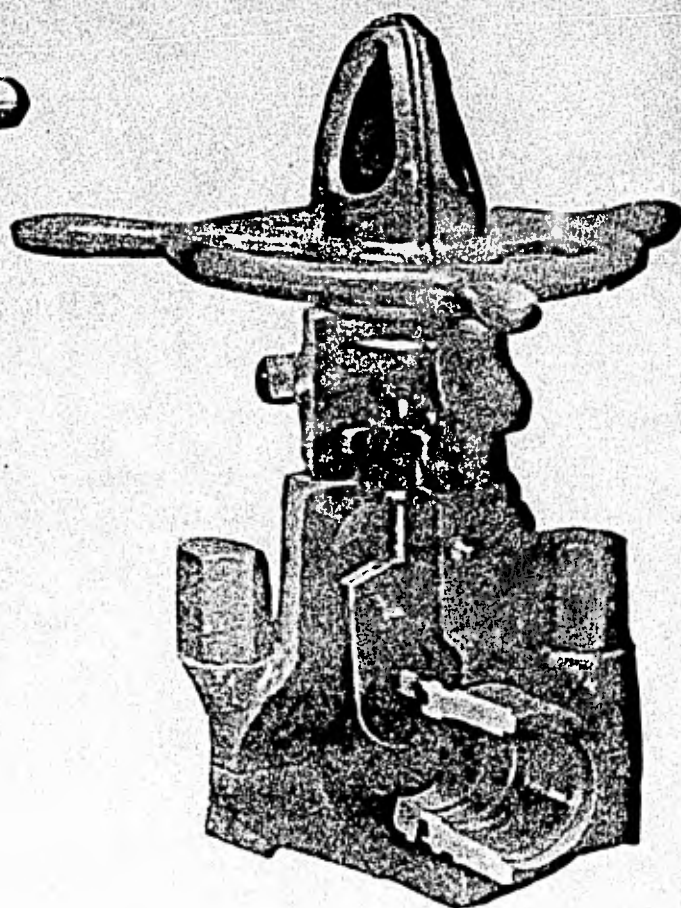
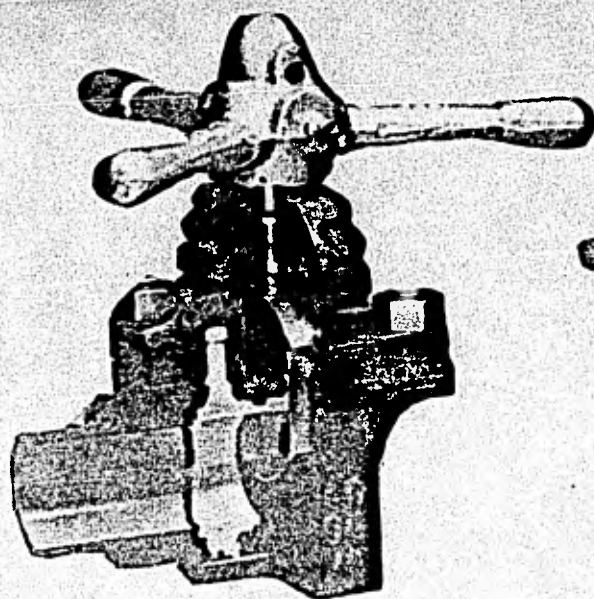


FIG. 35.- VALVULAS ESPECIALES PARA SERVICIO DE LODO DE PERFORACION (FUJJO MUY ABRASIVO), USADAS EN LA ENTRADA DEL "STAND PIPE" O TUBO DE CONDUCCION DEL LODO A ALTA PRESION HACIA LA MANGUERA FLEXIBLE.

más, la forma mecánica debe de ser tan simétrica como sea posible para minimizar la distorsión por temperatura y presión durante el servicio.

Además de los problemas de materiales discutidos previamente, los vástagos requieren de una cuidadosa selección en el material. Esto se debe a que los vástagos deben ya sea rotar o reciprocarse (ambos requerimientos son dinámicos) a través de los elementos de empaque. Este movimiento requiere que las superficies sean tanto resistentes al desgaste como de acabado superior. Un método usado con éxito en una válvula de 63/8 - 700 Kg/cm² RMS es la aplicación de un recubrimiento de Carburo de Tungsteno sobre el área de empaque del vástago. Este proceso da por resultado una dureza superficial de más de 60Rc y puede maquinarse a un acabado superficial de rango de 2 micropulgadas A1.

Todos estos conceptos referentes a válvulas de compuerta para árboles de navidad, son aplicables, toda proporción guardada, a la extensa gama de tipos diferentes de válvulas empleadas en la perforación, terminación y producción de un pozo petrolero.

Desde las válvulas en el circuito hidráulico de lodo de perforación, como son las válvulas de la bomba de lodo (fig. 34), las válvulas del stand pipe (fig. 35), las válvulas del Kelly (fig. 36), los preventores (que en realidad son gigantescas válvulas) (fig. 37), hasta las válvulas de control en los circuitos de flujo de una moderna refinería (fig. 38), pasando por las válvulas especiales usadas en las diferentes etapas de producción, como son las válvulas de gas-lift (fig. 39), de seguridad en las líneas de flujo y separadores -

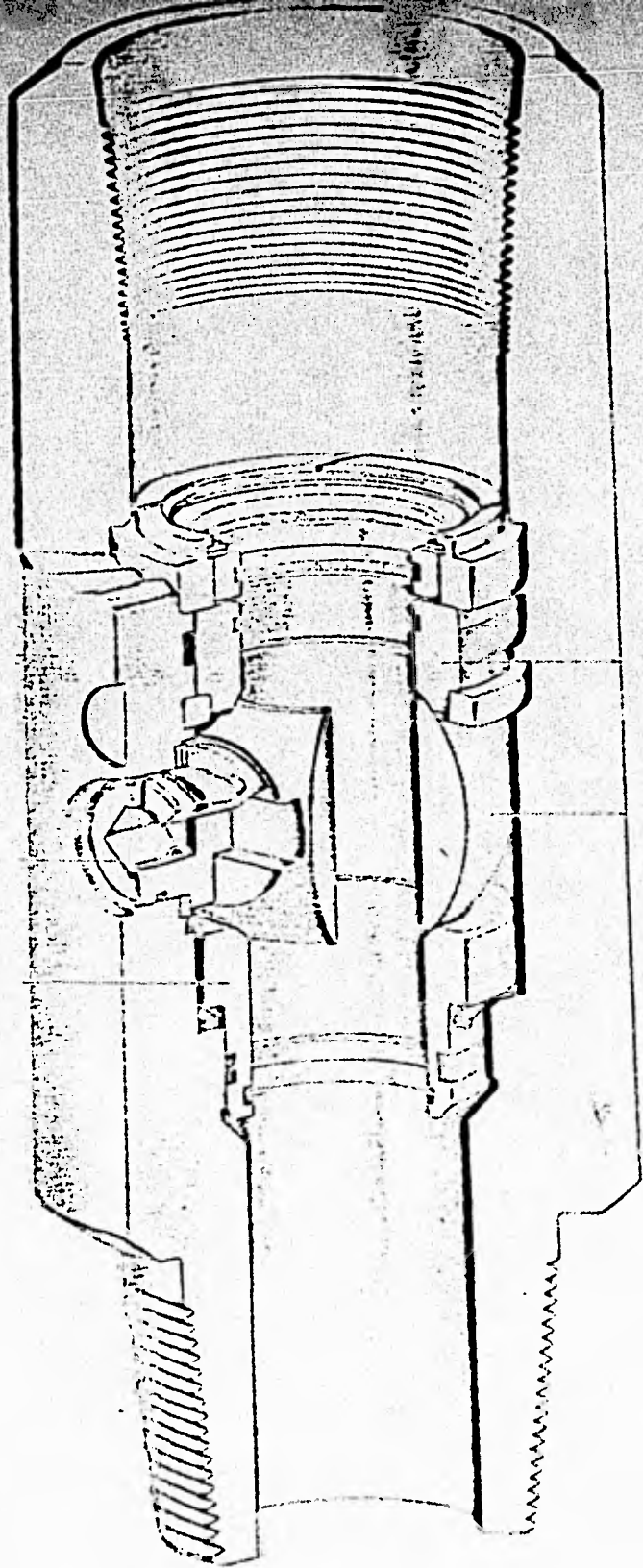
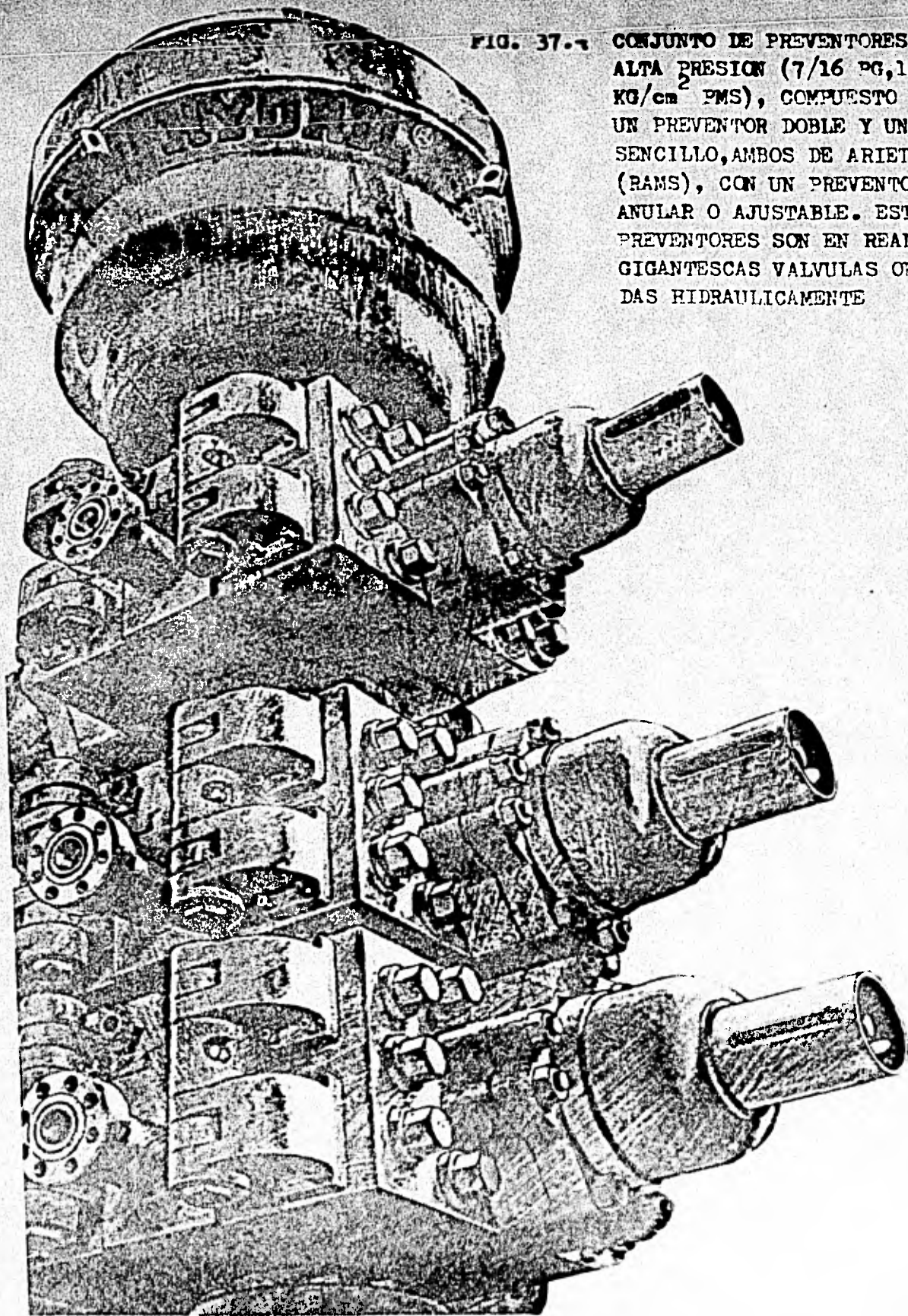


FIG. 36.- VALVULAS DEL KELLY.

FIG. 37. CONJUNTO DE PREVENTORES DE ALTA PRESION (7/16 PG, 1050 KG/cm² PMS), COMPUESTO DE UN PREVENTOR DOBLE Y UNO SENCILLO, AMBOS DE ARIETES (RAMS), CON UN PREVENTOR ANULAR O AJUSTABLE. ESTOS PREVENTORES SON EN REALIDAD GIGANTESCAS VALVULAS OPERADAS HIDRAULICAMENTE



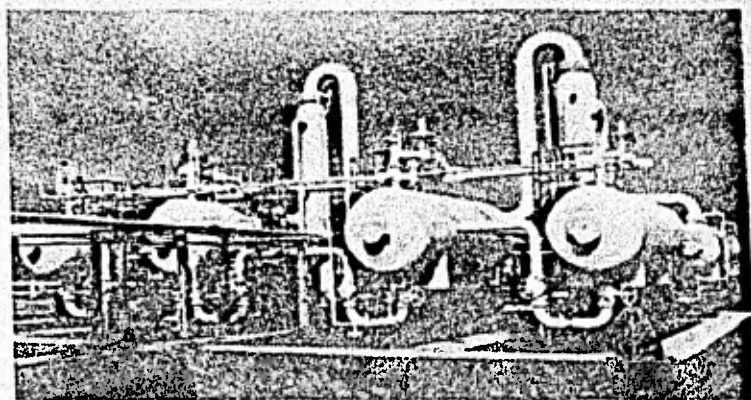
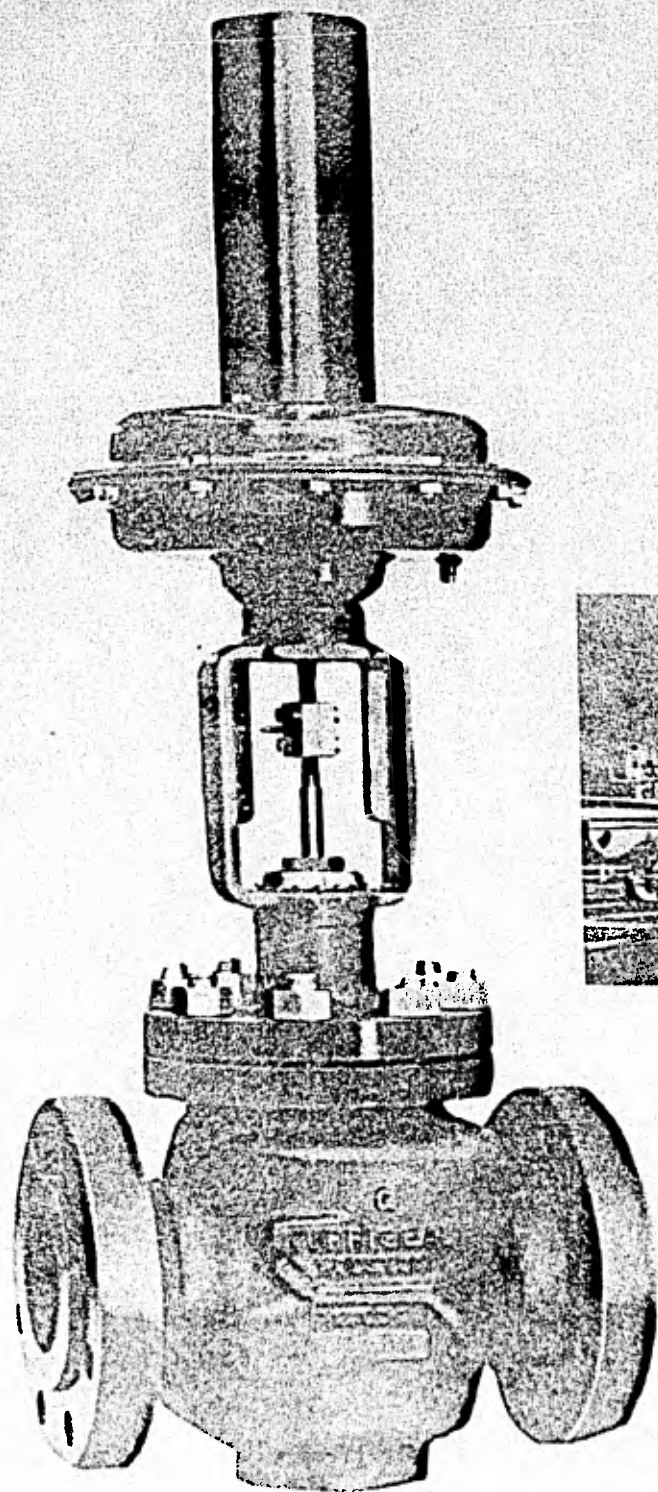
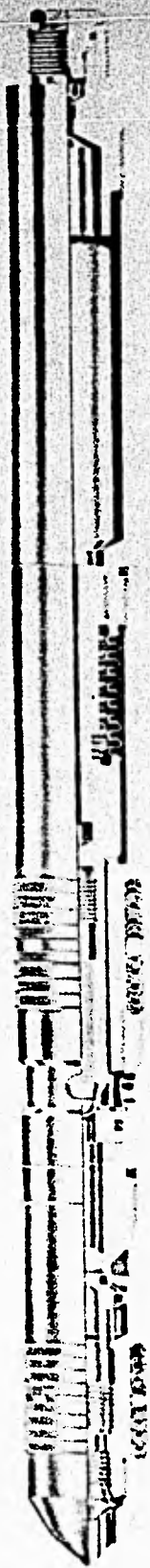
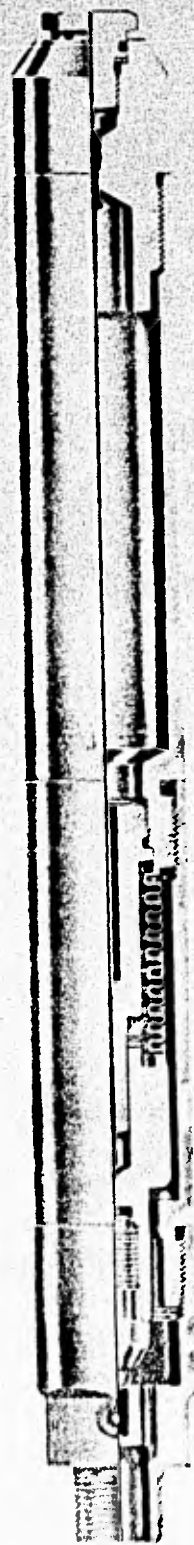


FIG. 38.- VALVULA DE CONTROL USADA EN REFINERIAS.



TIPO RECUPERABLE



TIPO CONVENCIONAL



FIG. 39.- MODERNAS VALVULAS DE GAS-LIFT, USADAS EN LA PRODUCCION DE POZOS DE ACEITE POR UN METODO DE RECUPERACION SECUNDARIA.

(Fig. 40) etc., todas ellas han requerido de un laborioso proceso de desarrollo de tecnologías especiales, el cual se mantiene en continuo progreso para poder solucionar los problemas a los que día con día se enfrenta la industria.

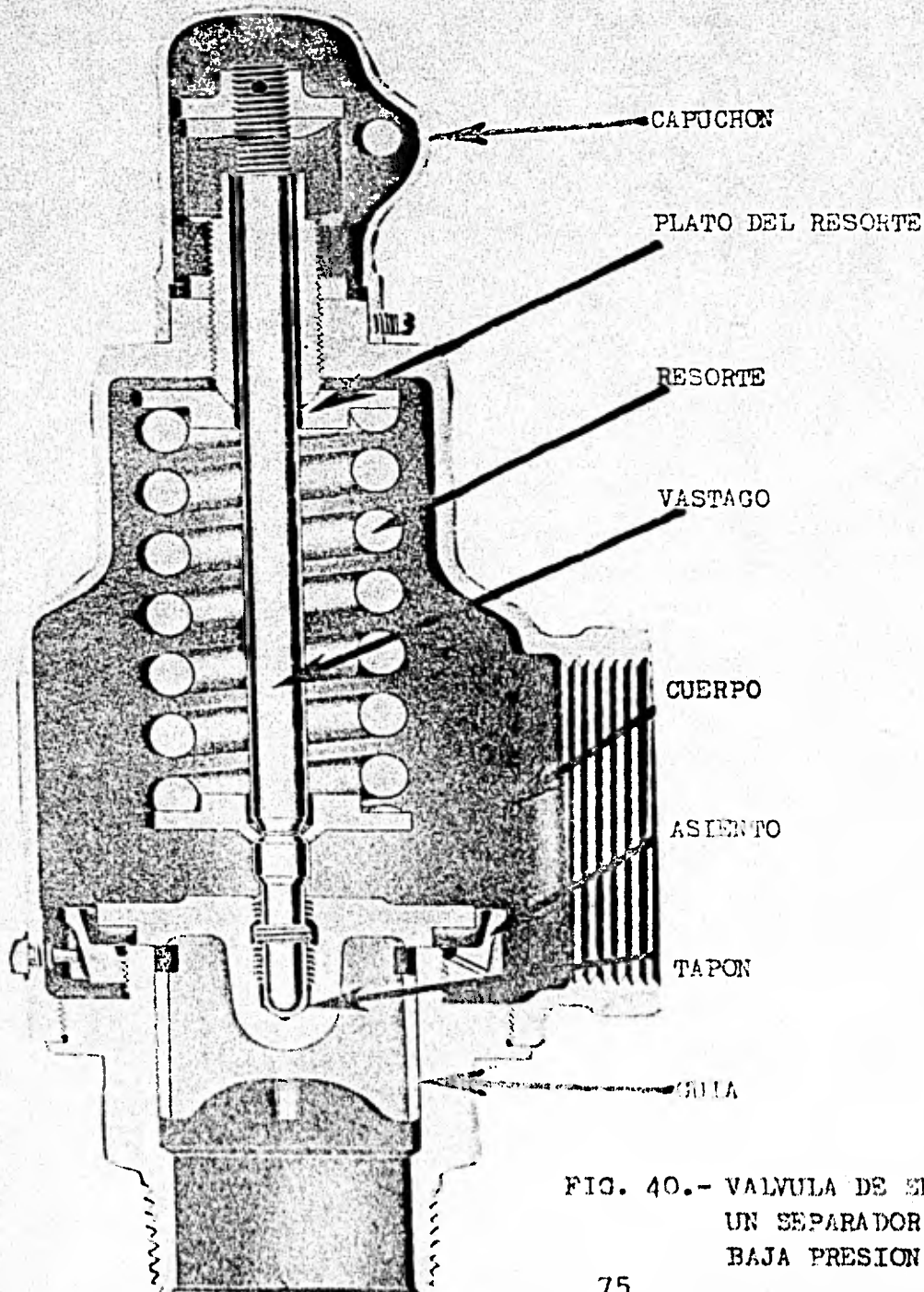


FIG. 40.- VALVULA DE SEGURIDAD USADA EN UN SEPARADOR DE GAS ACEITE DE BAJA PRESION

CAPITULO 3

SELECCION, OPERACION Y COSTOS

Selección de válvulas.- Para cualquier servicio específico petrolero dado, hay una válvula óptima que desempeñe una función de flujo deseada. Por óptima se entiende que cumple el propósito buscado, bien, al mínimo costo y mantenimiento.

Existen cientos de válvulas de donde escoger. Se encuentran disponibles en una multitud de tamaños, formas, materiales y características. Y su costo varía en igual amplitud. Sería casi imposible, en un trabajo de esta naturaleza, describir la válvula ideal para cada posible función de flujo, en la industria petrolera. Hay muchísimas aplicaciones de servicio por considerar, demasiados diseños individuales en cada tipo de válvula, demasiadas experiencias, buenas y malas, en cada aplicación. Además hay preferencias y opiniones personales, más incontables casos de aplicación errónea. Así que, cuales serán los factores primordiales al escoger una válvula, para una función específica de flujo, en operaciones de la industria? Consideremos únicamente los tipos y estilos de válvulas, más popularmente usados en operaciones de campo.

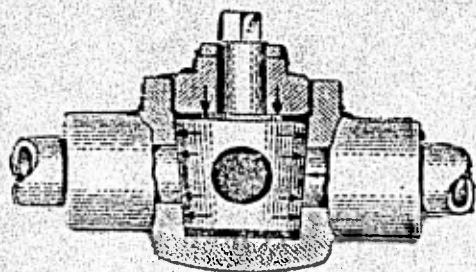
Es esencial que el propósito de la válvula, sea plenamente conocido. Esta función variará con el tipo de servicio en el campo, la clase de fluido (aire, gas, agua, aceite, sólidos acarreados, o una combinación de todos éstos), o si se trata de una función de cierre y apertura total, flujo variante (estrangulación), divergencia de flujo a pasos múltiples, o prevenir el contraflujo

Hay otros factores contribuyentes, necesarios en la elección de la válvula ideal. Si hay problemas de espacio, si la rapidez de operación es importante, si la mecánica de operación influye en el trabajo, y sus características de mantenimiento, etc.

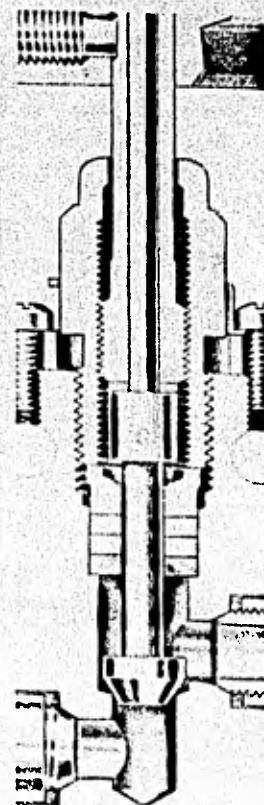
La aplicación inmediata y a largo plazo, debe valorizarse. Si el sistema de flujo va a ser modificado o automatizado en fecha posterior, el tipo y hechura de la válvula elegida, debe ajustar en este programa. O la economía puede regir el uso de diferentes válvulas en cambios futuros. En la mayoría de los servicios de la industria, los criterios para estas funciones de flujo, son bien conocidos. En otros, aparentemente no se consideraron cuidadosamente todos los factores que, en última instancia, afectan el uso eficiente de una válvula.

Balancear los costos.- No solamente todos los factores de operación, deben ser considerados al escoger una válvula, que desarrolle una función de flujo dada, en un servicio específico, sino también hay que considerar el asunto del costo. Un modelo de lujo, para ser servicio extra fuerte, super-todo, puede servir un propósito designado, excesivamente bien. Y si está hecho de aleaciones exóticas, con múltiples características de diseño, quizá sea inmune a la corrosión, y no requerirá mantenimiento en lo absoluto. Pero, su costo será excesivo y no estará en balance con el cuadro total de inversión. El objetivo es obtener más válvula de cada centavo. Y solamente deberán considerarse aquellas características de diseño, necesarias para el trabajo.

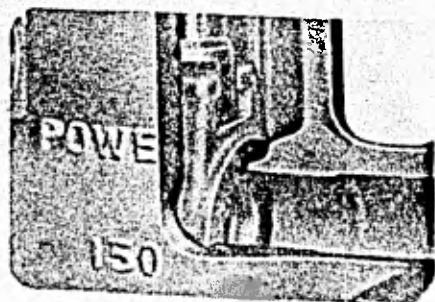
La clave, pues, en la elección de la válvula óptima o ideal, es



a) EN UNA VALVULA MACHO



b) EN UNA VALVULA DE AGUJA



c) EN UNA VALVULA DE COMPUERTA

FIG. 41.- SELLOS DE METAL A METAL

ajustar lo más cerca posible, todos los elementos de diseño, a los -
elementos de la función de control de flujo o trabajo, al menor costo. Cada característica de construcción, tiene un propósito. Pero, cada una de estas características extras cuesta dinero. Es cuestión de decidir que tan buena se necesita una válvula, para una aplicación dada, y la función primordial que deba desempeñar. Primero está la función básica o propósito, y después vendrán los demás elementos de diseño - que hacen la válvula más sofisticada, dar mejor servicio, durar más, ser más segura, o necesitar menos mantenimiento.

Recordar las siguientes características.- Reconociendo que hay un precio en cada característica, diseñada dentro de una válvula, es importante conocer bien estas características de diseño, al escoger - una válvula dada, para una aplicación específica de campo. Se deben entender aquellas características que afectan materialmente el comportamiento de la válvula, e incluir únicamente las requeridas para cumplir una función dada de control.

1.- El sello de la válvula.- El sello es el corazón de una válvula. La manera en que se efectúa el sello, o se cierra el paso a - los fluidos, es importante para la selección, el comportamiento, y el precio de una válvula. El sello comprende el asiento, y el elemento que bloquea o restringe el flujo. Al cerrar completamente, este elemento o núcleo, descansa enteramente en el asiento. Hay tres tipos - básicos de asientos de válvula: 1) Todo de metal, que forma generalmente un sello de metal a metal con el núcleo (fig. 41). 2) Asientos elásticos (fig. 42); y 3) Una combinación de metal con materiales - elásticos, donde el metal sirve como refuerzo, y el material elástico como sello suplementario (fig. 43).

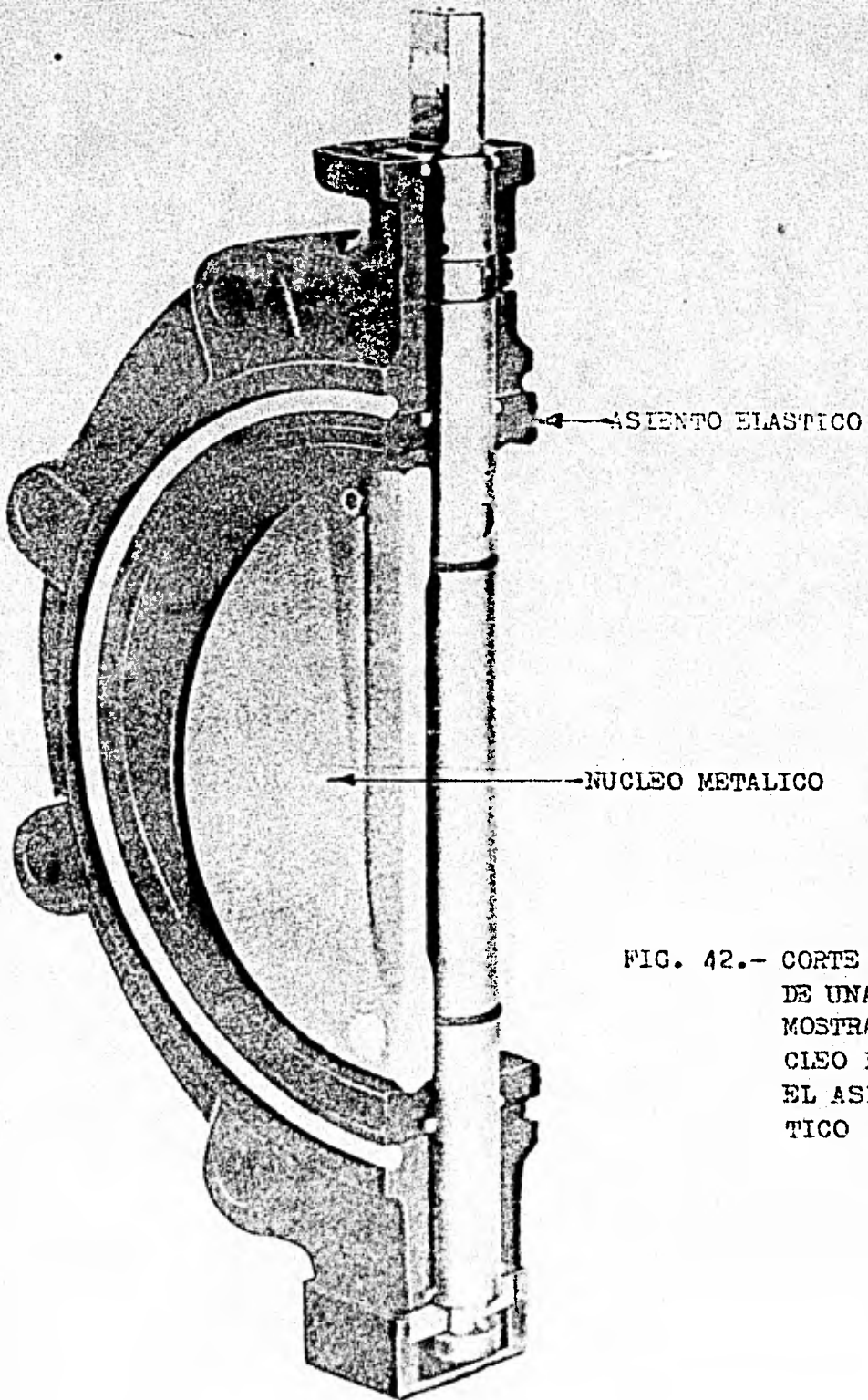
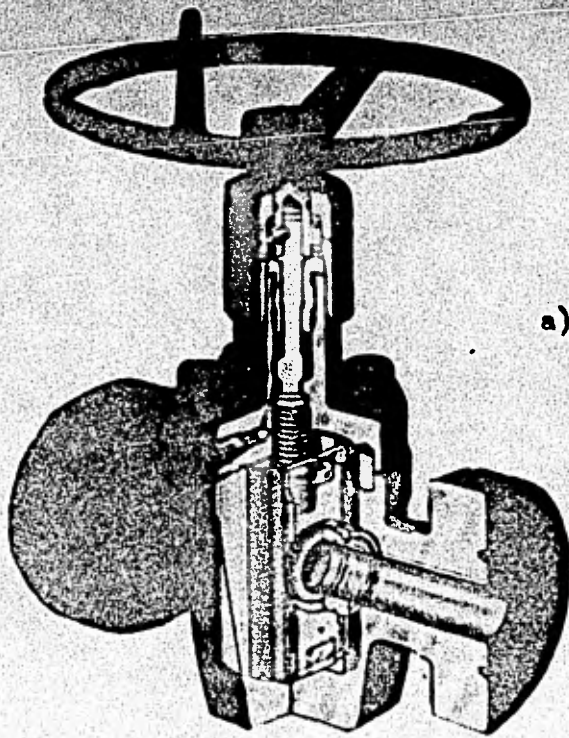


FIG. 42.- CORTE SECCIONAL
DE UNA VALVULA
MOSTRANDO EL NU-
CLEO DE METAL Y
EL ASIEN TO ELAS-
TICO



a) EN UNA VALVULA DE
COMPUERTA

b) EN UNA VALVULA DE
ESFERA

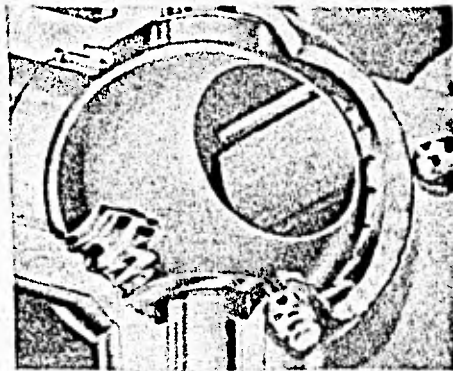


FIG. 43.- SELLOS DE METAL A METAL CON INSERTOS ELASTICOS.

Un sello de metal a metal es el más resistente. La mayoría de las válvulas, en el servicio actual de campo, tienen este tipo de sello. Sin embargo, se requiere alguna forma de lubricación, y existe el problema de pegadura o desgaste del metal.

Un sello elástico se forma por el núcleo de metal, que presiona una superficie de hule o plástico, en el asiento. Donde las presiones no son muy altas, y el servicio no es muy severo, este tipo de sello trabaja muy bien, especialmente si hay partículas sólidas, o materias extrañas, en la corriente del flujo. En estos casos, una partícula cogida entre los elementos sellantes, se aloja en el material elástico, habiendo más oportunidad de un sello hermético, aunque no en todos los casos. Si existen presiones relativamente altas, el asiento podría requerir refuerzo adicional, y aquí entramos en el tercer tipo.

Una combinación de metal y material elástico, no solamente proporciona un sello mejor, sino que también incrementa la resistencia de éste. Los hules sintéticos, duros y moldeados, teflón y otros materiales, injertados en el asiento de metal, ofrecen, además de una gran resistencia, la ocasión favorable para un sello hermético. De hecho se forman dos sellos, uno primario, con las características del de metal a metal, y uno secundario, que utiliza el injerto elástico, contra el metal del núcleo de la válvula. Algunas válvulas de compuerta y esféricas, emplean este tipo combinado.

En algunos casos, los sellos elásticos son una combinación con lubricante, como en las válvulas macho lubricadas y en algunos tipos de válvula de compuerta. El sellante se bombea automáticamente, en -

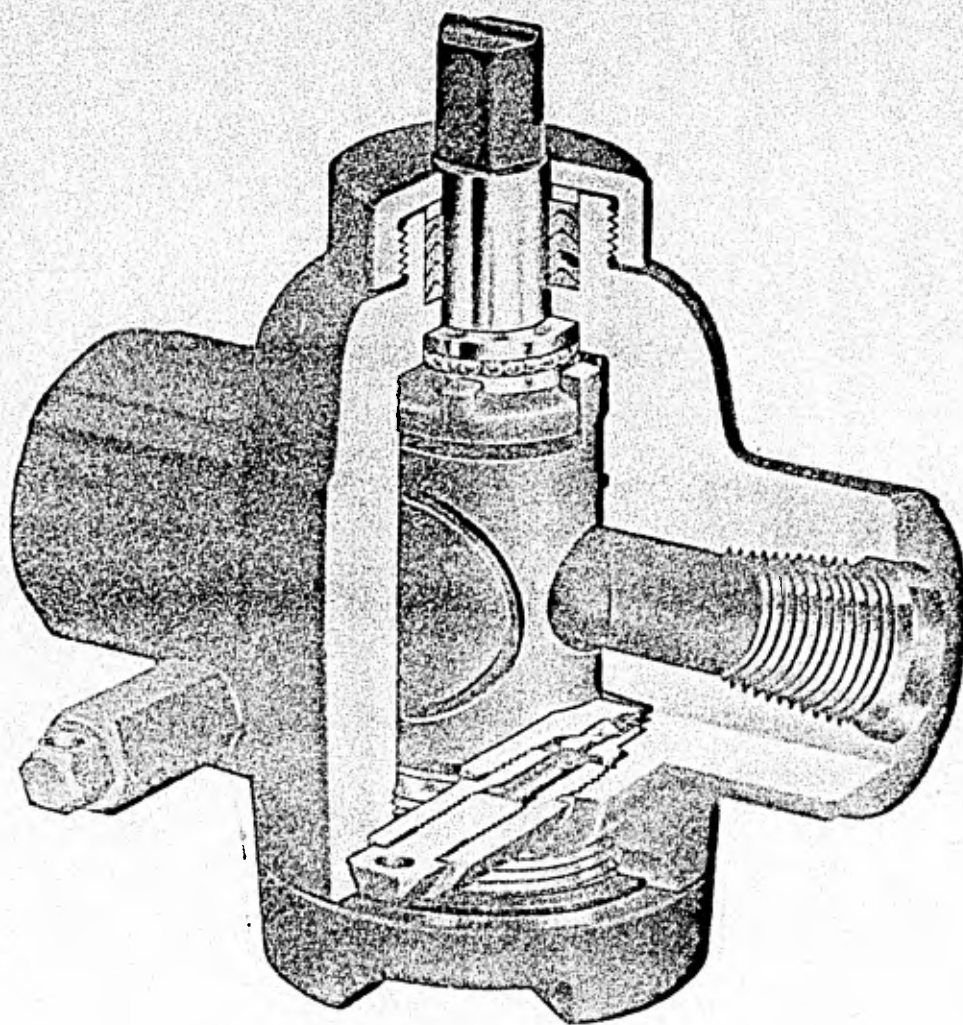
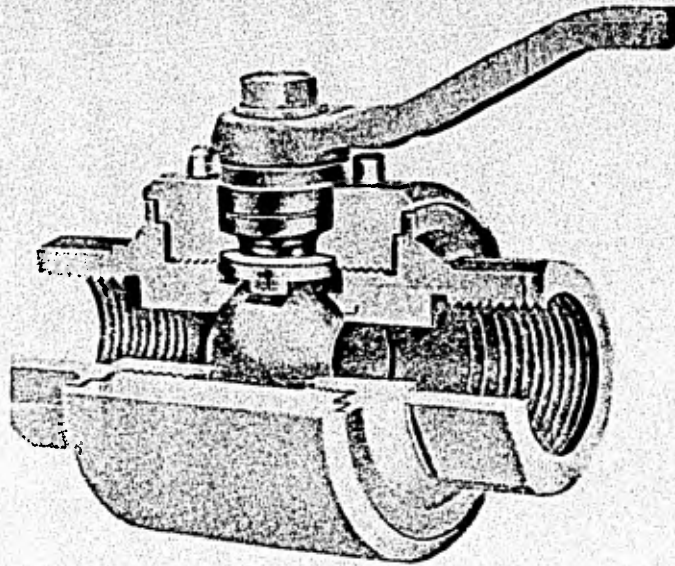
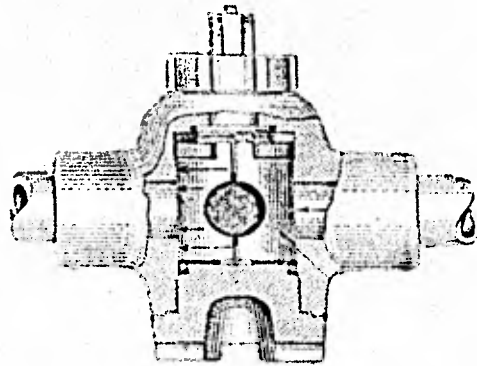


FIG. 44.- VALVULA MACHO LUBRICADA, MOSTRANDO LAS RANURAS DE LUBRICACION AUTOMATICA SOBRE EL NUCLEO DE METAL.



a) VALVULA ESFERICA



b) VALVULA MACHO

FIG. 45.- DOS TIPOS DE VALVULAS EN QUE LA ACCION DEL NUCLEO ES GIRATORIA.

varios modelos, a ranuras especiales, con cada operación de abrir y cerrar. (fig. 44)

2.- Acción de la válvula.- A menudo, en la selección de una válvula, se pasa por alto la acción o mecánica de cómo se llegan a juntar los dos elementos sellantes, para abrir o cerrar (asiento y núcleo, la compuerta, el tapón, la aguja, etc.). Un análisis de la mayoría de las válvulas, usadas en el campo muestra que, básicamente, hay tres acciones de válvula. (Algunas válvulas especiales, incorporan una combinación de estas acciones.) 1) El elemento de la válvula gira, o se revuelve sobre el asiento (fig. 45); 2) El núcleo se desliza sobre y a través del asiento (fig. 46); y 3) El núcleo se separa, o se fuerza a volver sobre el asiento, en una acción de unir y desunir (fig. 47) .

La mayoría de los núcleos giratorios, permanecen en contacto con el asiento. Una válvula macho convencional, es típica de esta acción. Mientras más fricción haya entre las superficies compañeras, este tipo de acción mantiene las dos superficies limpias, en cada — abierta o cerrada. La acción de la válvula esférica es algo similar, pues los dos componentes del sello mantienen contacto constante entre ellos. Sin embargo, las superficies de contacto son considerablemente menores. (fig. 48) Debido a esto, la fricción es generalmente también menor. Existen algunas válvulas macho con características para reducir la fricción. Pero en las convencionales, de cilindro lleno, la superficie total del tapón, se mantiene en contacto con el asiento, por lo menos del lado de salida. El asiento en una válvula esférica, generalmente es un anillo de 10 a 13 mm. de ancho, en contacto constante con el elemento esférico de la válvula. Aquí también, los

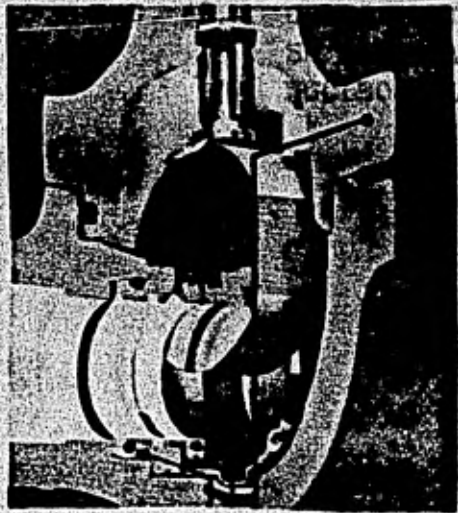
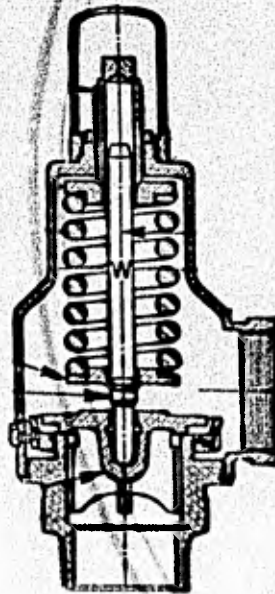


FIG. 46.- VALVULA DE COMPUERTA EN LA QUE LA SUPERFICIE DEL NUCLEO SE DESLIZA SOBRE LA TRAVESA DEL ASIENTO.

SUPERFICIE DE SELLO

FIG. 47.- VALVULA DE SEGURIDAD DONDE EL NUCLEO SE SEPARA DEL ASIENTO AL OPERAR LA VALVULA



asientos pueden ser de metal, material elástico, o una combinación de ambos.

En el segundo tipo de acción, están los núcleos que se deslizan a través del asiento; la válvula de compuerta, tipo circular rasante, es típica de esta acción (fig. 49). Aquí hay también alguna fricción, pero las dos superficies compañeras se limpian, cada vez que se cierra la válvula. La mayoría de estos asientos tiene 6 o 10 mm. de ancho, aunque varían mucho en diseño. Estas válvulas pueden usar un sellante (o lubricante) en el caso de sellos de metal a metal, un asiento elástico, o una combinación. Algunas válvulas de compuerta, usan asientos flotantes, con injertos de material elástico, o anillos "O". Estos asientos flotantes son presionados, en constante contacto con la compuerta, por medio de un resorte.

El tipo de acción de unir y desunir, se encuentra en las válvulas de compuerta, globo, macho y aguja. Al abrir, el núcleo se aleja de su asiento. Hay poca fricción, nada más la requerida para iniciar el despegue, o retorno del núcleo, al asiento. De un modo u otro, el núcleo se separa del asiento, de tal manera que puede quitarse del camino que sigue el flujo (fig. 50). La compuerta del tipo de cuña, utiliza esta acción. Esta compuerta, hecha de uno o más elementos básicos, sella principalmente al ser forzada mecánicamente contra el asiento. Hay poco o ningún arrastre, para abrir plenamente este tipo de válvula (fig. 51).

Los tipos de mariposa, diafragma y tapón excéntrico, son otros ejemplos de acción de unir y desunir. También los de globo y aguja, donde un disco o núcleo cónico, se despegar o se baja hacia el asiento (Fig. 52).

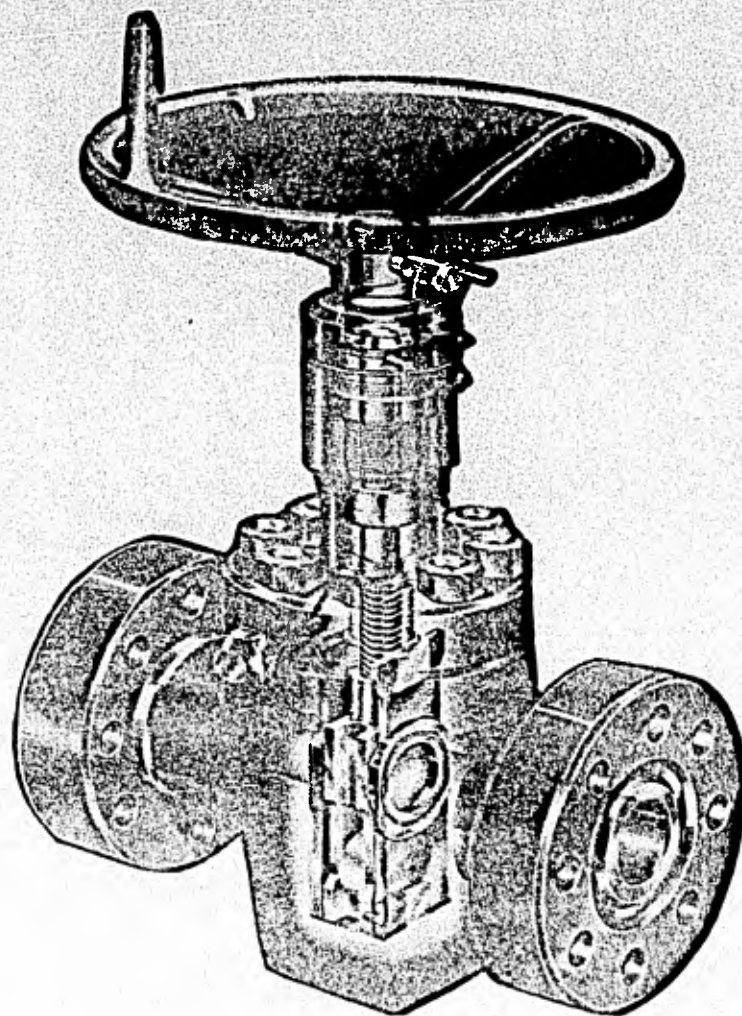


FIG. 49.- VALVULA DE COMPUERTA DE TIPO CIRCULAR RASANTE,
EN QUE EL TIPO DE ACCION ES DE DESLIZAMIENTO
ENTRE LA COMPUERTA Y LOS ASIENTOS. .

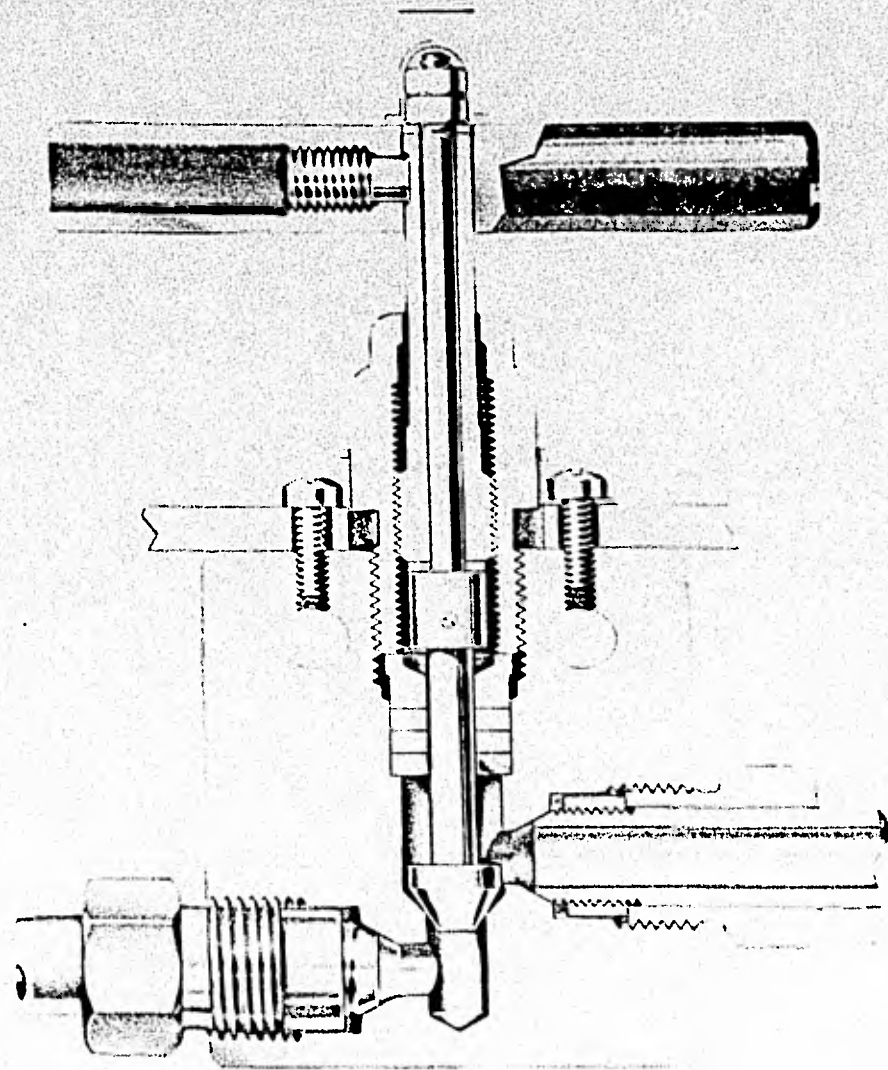


FIG. 50.- VALVULA DE AGUJA MOSTRANDO EL TIPO DE ACCION DE UNIR Y DESUNIR ENTRE EL TAPON Y EL ASIEN TO.

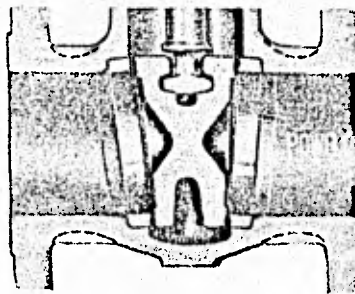
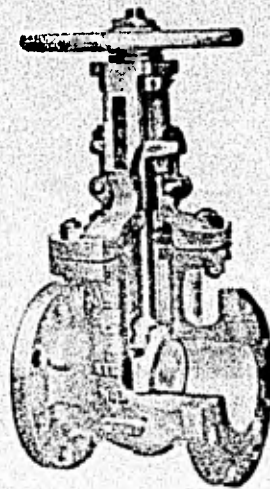
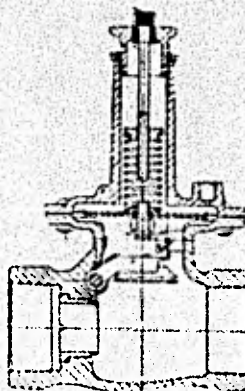


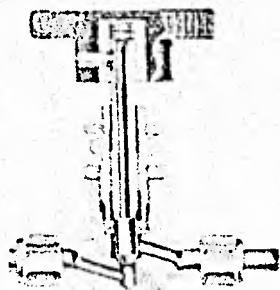
FIG. 51.- VALVULA DE COMPUERTA TIPO CUÑA; EN DONDE LA COMPUERTA AL SUBIR SE DESPEGA COMPLETAMENTE A LOS ASIENTOS.



a) DE MARIPOSA



b) DE DIAFRAGMA



c) DE AGUJA



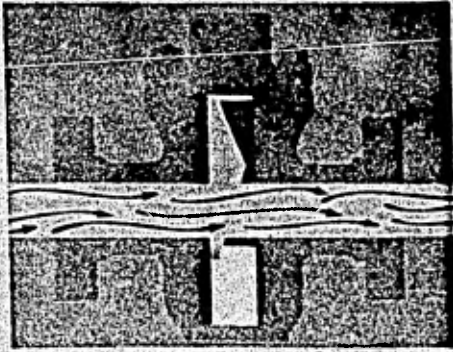
d) DE GLOBO

FIG. 52.- TIPOS DIFERENTES DE VALVULAS CON ACCION DE UNIR Y DESUNIR.

Algunos tipos de válvula macho, usan una combinación de rotación y despegue. Un cuarto de vuelta abrirá completamente la válvula; la primera parte de la vuelta despega el tapón de su asiento, para vencer la fricción. La válvula macho de tapón dividido, tiene una acción similar de unir y desunir. La acción inicial de rotación, para abrir la válvula, permite que el núcleo se deforme ligeramente. En algunos diseños, esto releva cualquier presión diferencial, y también minimiza la fricción de rotación. Aunque es más fácil para abrir y cerrar, no ofrece la misma característica de limpieza, descrita anteriormente en las válvulas macho convencionales. En la selección de una válvula macho, el tipo de acción debe evaluarse cuidadosamente. Donde haya una posibilidad de que penetren materias extrañas en los fluidos (tales como partículas de corrosión, costras, arenas, etc.), es necesario evitar al mínimo, la posibilidad de atrapar tales materiales al cerrar la válvula.

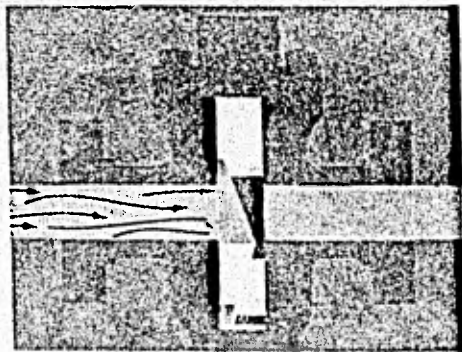
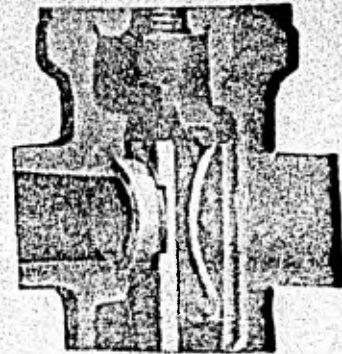
3.- Fuerzas sellantes.- Otra característica, pequeña pero - significativa, es la de las fuerzas que mantienen el cierre o sostienen la válvula cerrada. Algunos elementos de la válvula, mantienen el sello en el lado de salida únicamente. La presión de entrada forma toda o casi toda, la fuerza sellante. O puede haber una combinación de fuerzas, tales como la presión de entrada más una fuerza mecánica. Las fuerzas mecánicas pueden aplicarse por medio de cuerdas de tornillo, o una leva. En cualquier caso, la presión de entrada - se utiliza como parte de la fuerza sellante (Fig. 53).

Los componentes de una válvula, que sellan tanto en la entrada como en la salida, usualmente emplean un tornillo, o un tornillo con una cuña. Por ejemplo, la acción de tornillo para ejercer la fuerza



a) CON LA VALVULA ABIERTA LAS COMPUERTAS ESTAN ALEJADAS DE LOS ASIENTOS

b) AL GIRAR EL VASTAGO LA CUERDA EJERCE UNA FUERZA HACIA ABAJO OBLIGANDO A LA COMPUERTA A BAJAR



c) AL LLEGAR EL SEGMENTO MAYOR DE LA COMPUERTA AL TOPE INFERIOR EL OTRO SEGMENTO DESLIZA SOBRE EL PLANO INCLINADO Y OPRIME AMBAS CARAS CONTRA LOS ASIENTOS SELLANDO EL PASO A LOS FLUIDOS

FIG. 53.- ACCION COMBINADA DE FUERZAS SELLANTES EN UNA VALVULA DE COMPUERTA TIPO CIRCULAR RASANTE, COMPUERTA DIVIDIDA, PLATOS PARALELOS.

sellante, se encuentra en la compuerta de cuña. Por supuesto que la presión de entrada puede considerarse como fuerza adicional, contra el lado de salida. Las válvulas que emplean este modo de fuerza sellante, usualmente son reversibles, o sea que pueden controlar el flujo en cualquier dirección a través de la válvula.

El sello a la entrada, en algunas válvulas, se efectúa por presión diferencial en los asientos de entrada. Como ejemplo tenemos algunas válvulas de compuerta, con asientos flotantes en constante contacto con la compuerta. El área de los hombros del asiento, permite que la presión actúe sobre ella, y force el asiento de entrada contra la compuerta. Este tipo de válvulas es también reversible.

Operación Mecánica. Para abrir y cerrar una válvula, se necesita vencer la fricción normal de las partes móviles, más la fricción causada por la presión en estas mismas partes. Uno de los efectos de la presión en la línea, es el que tiende a sacar el vástago fuera del ensemble de la válvula. Algunos diseños, especialmente en servicio de alta presión, evitan este problema con un principio de "vástago balanceado". Esto es, un balance en las áreas del vástago expuestas a la presión, de tal manera que éste no tenga esfuerzo resultante en ninguna dirección.

La operación de la mayoría de las válvulas usadas en producción, requiere rotación del vástago para mover el elemento sellante o núcleo. Las de acción rápida usan palanca de levante (Fig. 54).

Los diseños con engranes, o cuerdas de tornillo, proporcionan un gran ventaja para vencer las fuerzas, al abrir y cerrar, en el

FIG. 54.- VALVULA DE ALIVIO OPE-
RADA CON PALANCA PARA
UNA ACCION RAPIDA .

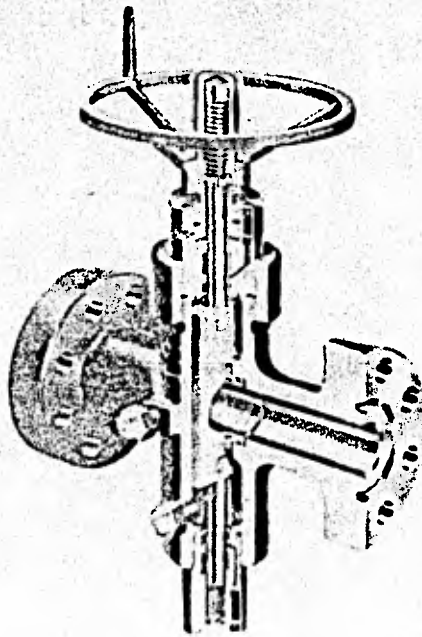


FIG. 55.- VALVULA DE COMPUERTA TIPO
CIRCULAR RASANTE, VASTAGO
BALANCEADO QUE USA BALEROS
PARA REJUCIR LA FRICCION
DE EMPUJE EN EL VASTAGO, A
DEMÁS DEL EFECTO DE BALANCE
DE FUERZAS ENTRE LOS VASTA-
GOS.

vástago. Algunos diseños emplean una combinación de tornillo y leva. La mayoría de los vástagos de las válvulas de compuerta, son rosca-- dos. La rotación del vástago, en válvulas de gran tamaño, puede ayu-- darse con un operador de engranes. Pero no se puede tener todo; entre más grande sea la ventaja mecánica, más lenta será la operación.

Reductores de fricción.- La fricción de empuje en el vástago, debida a la presión, es reducida en cierto grado con el uso de cojine-- tes. Estos toman la carga ejercida por el vástago contra el bonete, - facilitando así operar la válvula (Fig. 55). Generalmente, se usan cojinetes en válvulas diseñadas para servicio crítico, donde la pre-- sión afecta el funcionamiento. Estos cojinetes pueden ser de bola o de rodillos. Algunas válvulas utilizan rondanas de fuerza, en lugar - de cojinetes. Estas rondanas son de plástico, teflón por ejemplo, o de metal, como el bronce. Los cojinetes o las rondanas se colocan en-- tre el vástago y el bonete, y también a veces abajo del núcleo, como - en ciertos tipos de válvulas macho.

Se usan compuestos especiales para lubricar algunas válvulas, re-- duciendo la fricción. Por ejemplo la válvula macho lubricada. Al es-- coger una válvula lubricada, no importa que tipo, debe tenerse siempre en mente el carácter del fluido por manejar. Algunos lubricantes son más solubles que otros en hidrocarburos, y se debe tener cuidado cuando se manejan estos líquidos volátiles.

Se ha desarrollado eficazmente el recubrimiento del núcleo, o tapón, durante su manufactura. Esta delgada capa de material, ayuda a reducir la fricción del tapón contra su asiento.

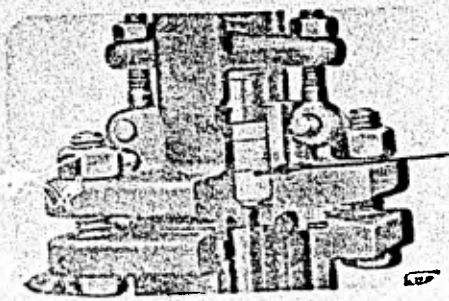
Acceso al interior.- Al escoger la válvula correcta para el trabajo exacto, es esencial examinar cuidadosamente el aspecto de mantenimiento. Casi cualquier válvula, dentro de un tiempo u otro, requerirá de alguna forma de mantenimiento para que siga trabajando en la forma que fué originalmente diseñada y construída. Hay una gran variedad de características de diseño de válvulas, que minimizan cualquier forma de mantenimiento, para prolongar su vida útil. Muchas válvulas operan sin problemas por años. Aún así, cualquier tipo de válvula necesitará alguna forma de mantenimiento o reparación. Cuando ésto ocurra, es necesario tener acceso a las partes interiores.

Las partes que más se reemplazan en una válvula son: el empaque del vástago, los asientos, el núcleo (tapón, segmentos de compuerta, o disco), y los sellos de anillo "O" (Fig. 56).

El acceso rápido para hacer reemplazos de partes internas, es una característica que hay que considerar en algunas funciones de flujo en el campo. En otras, puede no ser de primera importancia. Así, encontraremos algunos tipos de válvulas diseñadas para un rápido acceso, y en otras se llevará un poco más de tiempo el acceso al interior.

Generalmente hay necesidad de quitar el bonete para tener acceso al núcleo y asientos. Hay tres tipos básicos de bonete. 1) de birlos; 2) de rosca; y 3) de unión. Unos pocos modelos usan el bonete soldado, que no permite acceso al interior. El bonete atornillado, y el de unión, proveen un rápido acceso, pero muchos tipos requieren considerable espacio, para poder usar una llave grande, al apretar o aflojar el bonete.

a) TAPON Y ASIENTOS
DE UNA VALVULA ES
FERICA



b) EMPAQUETAJURAS DEL VASTAGO

c) COMPUERTAS Y ASIENTOS EN
UNA VALVULA DE COMPUERTA

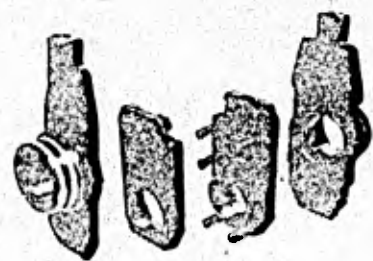


FIG. 56.- PARTES MAS COMUNEMENTE REEMPLAZABLES EN LAS VALVULAS.

El bonete atornillado consta de un número menor de partes, y por consiguiente es más barato. Este bonete tiene rosca externa, generalmente en su base, de tal manera que puede atornillarse al cuerpo de la válvula para mantenerlo en su lugar. La aplicación normal de este tipo, se encuentra en los tamaños más pequeños, donde las presiones no son excesivas.

El de tipo unión se llama así, porque se conecta al cuerpo de la válvula de una manera similar a la unión de tuerca, para tubería. En este caso, la parte superior del cuerpo de la válvula tiene rosca en su exterior. La tuerca unión asienta sobre un hombro en el bonete. Como tiene cuerda en su interior, forma el elemento hembra de la conexión. Se atornilla al cuerpo de la válvula, y se le dá un sello hermético por medio de empaques. Igual que el tipo anterior, este tipo se aplica generalmente a los tamaños más pequeños, y a los rangos de presión menos críticos. Por supuesto que hay válvulas especiales, con bonete atornillado o de tipo unión, usadas en algunos servicios pesados (como la válvula de aguja), pero en los tamaños más pequeños.

El bonete con birlos puede ser removido, o instalado, en un espacio limitado. Existen muchas formas para sellar el bonete, dependiendo del diseño. Hay varios tipos de empaques o anillos "O" usados para este fin.

El vástago de la válvula debe estar empacado, para evitar fugas entre el cuerpo y el vástago. En casi todas las válvulas usadas en el campo, el vástago gira para operarlas. En los tipos en que el vástago sube, éste se mueve a lo largo de su eje mientras gira. En los tipos de cuerda interior, ésta se encuentra dentro del bonete. Este diseño -

expone las cuerdas a los fluidos en la línea. El diseño de tornillo exterior tiene la cuerda fuera del cuerpo y del bonete. Esto la protege de los fluidos en la línea, pero la deja expuesta a la atmósfera. En un medio ambiente corrosivo o polvoso, a menudo es aconsejable utilizar un tipo de tornillo interior. Los tipos de válvula esférica, macho o de mariposa, no usan cuerda, pero sus vástagos giran de todos modos, y deben llevar empaques. Hay varios tipos de material de empaque, y variadas formas de retenerlos. Algunas son más elaboradas que otras, y por lo tanto más costosas. Los materiales para empaque incluyen el teflón, el nilón, grafito, asbesto y otros. Pueden ser trenzados, sólidos o galoneados, o bien como anillo "O".

De todo lo anterior se puede concluir que no siempre la válvula más costosa es la válvula más adecuada para un servicio determinado, por lo que siempre es aconsejable revisar a fondo todos los factores que intervienen en la operación de la válvula, en conjunto con los demás elementos del proyecto dado, con objeto de obtener un rendimiento adecuado, a un costo razonable, dentro de un margen de seguridad eficiente, de cada pieza del equipo utilizado.

