

**DISEÑO DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES  
PARA EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA**

**EDUIN OSWALDO FLÓREZ DÍAZ  
OSCAR EDGARDO LEÓN PÉREZ**



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2015**

**DISEÑO DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES  
PARA EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.**

**EDUIN OSWALDO FLÓREZ DÍAZ  
OSCAR EDGARDO LEÓN PÉREZ**

**PROYECTO DE GRADO**

**JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA  
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
BUCARAMANGA  
2015**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Firma del Presidente del Jurado

\_\_\_\_\_  
Firma del Jurado

\_\_\_\_\_  
Firma del Jurado

Bucaramanga, Marzo de 2015

## DEDICATORIA

Le dedico este título a mi Diosito el cual me ha dado miles de bendiciones y alegrías ayudándome de maneras increíbles y brindándome un apoyo incondicional en los momentos tanto felices como tristes vividos en mi faceta personal, familiar, laboral y estudiantil.

A mis padres que gracias a Dios me ayudan económicamente y son una fortaleza, ya que me brindan una armonía familiar por medio de un gran lazo de amor y felicidad que nos une a todos basados en un apoyo incondicional tanto en los momentos difíciles como en las alegrías. Es así que este logro académico se convierte en un motivo más de orgullo y satisfacción.

Con gran honor doy esta gran dedicatoria a mí mismo y a ciertas personas que me llenaron de obstáculos y altibajos en la realización de mi proyecto el cual saque adelante con la ayuda mi Diosito, mis padres, mi compañero de trabajo de grado, y a mi profesor del proyecto "Juan C. Mantilla".

OSCAR EDGARDO LEÓN PÉREZ

## DEDICATORIA

A Dios,  
Por acompañarme todos los días.

A mi Madre,  
por ser mí amiga, mi aliada, mi ejemplo,  
gracias por su apoyo, ejemplo  
y apoyo en esta tesis y en mi vida.

A Oscar Edgardo León,  
por su infinita e inagotable colaboración  
en el desarrollo de este proyecto  
y sus sabios y oportunos consejos.

Al Ing. Juan Carlos Mantilla,  
por creer en nosotros todo el tiempo,  
por su inmensa paciencia y  
apoyarnos incondicionalmente y ser ejemplo de vida.

A Laura Vanessa Silva,  
por ser ejemplo de vida,  
de superación constante y  
compartir mis logros en cada instante.

Amigos y familiares,  
gracias por estar conmigo,  
por su confianza y cariño y por todo el  
apoyo recibido.

Con infinito aprecio a todos,

EDUIN OSWALDO FLOREZ DIAZ

## **AGRADECIMIENTOS**

A Diosito por tenernos llenos de vida y salud, colocándonos grandes personas a nuestro alrededor de las cuales tuvimos su grano de arena para la realización de nuestro proyecto.

Al Ingeniero Juan Carlos Mantilla Saavedra por su gran labor como docente y su valioso aporte humano y cognoscitivo ya que gracias a su apoyo incondicional y permanente dimos un gran paso hacia la consecución de nuestra primera etapa en la vida profesional.

Gracias por ser un ejemplo de vida no solo en la realización de nuestro proyecto sino como un gran compañero que nos orientó por esta faceta de vida, ya que no solo tuvimos una relación maestro-estudiante sino que nos comunicamos como nuevos grandes amigos; Donde nos escuchó, aconsejó, respeto y guio de la mejor manera.

Al Ingeniero Manuel Guillermo por sus grandes aportes técnicos durante el desarrollo del mantenimiento y ensamble de nuestro modulo.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
1. VÁLVULAS.....	2
1.1 PARTES DE UNA VÁLVULA.....	2
1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS .....	3
a. <i>Constantes de una válvula (Cv, Kv)</i> .....	3
1.3 CARACTERÍSTICAS DE FLUJO DE LAS VÁLVULAS .....	4
1.3.1 <i>Curvas De Caudal Inherente De Una Válvula.</i> .....	4
a. <i>Caudal inherente tipo lineal</i> .....	5
b. <i>Caudal inherente tipo apertura rápida.</i> .....	6
c. <i>Caudal inherente tipo igual porcentaje.</i> .....	7
1.4 TIPOS DE VÁLVULAS .....	8
1.4.1 <i>Válvulas Según Movimiento Lineal del Obturador o de Cuarto de Giro.</i> .....	8
a. <i>Válvula de Globo.</i> .....	8
b. <i>Válvula en Ángulo</i> .....	12
c. <i>Válvula de Tres Vías.</i> .....	15
d. <i>Válvula de Jaula.</i> .....	15
e. <i>Válvula de Compuerta.</i> .....	18
f. <i>Válvula en Y.</i> .....	21
1.4.2 <i>Válvulas según su movimiento circular</i> .....	23
a. <i>Válvula de mariposa.</i> .....	23
b. <i>Válvula de bola</i> .....	26
c. <i>Válvulas de flujo axial o diafragma</i> .....	28
1.4.3 <i>Otros tipos de válvulas.</i> .....	30
a. <i>Válvulas de apriete.</i> .....	30
b. <i>Válvulas de retención (Check) de disco oscilante.</i> .....	32
c. <i>Válvulas de desahogo (Alivio)</i> .....	34
d. <i>Válvula de seguridad</i> .....	35
1.5 MANTENIMIENTO DE VALVULAS .....	36
1.5.1 <i>Definición de Mantenimiento</i> .....	36
1.5.2 <i>Filosofía del Mantenimiento.</i> .....	37
1.5.3 <i>Tipos de mantenimiento.</i> .....	37
a. <i>Mantenimiento Preventivo.</i> .....	38
b. <i>Mantenimiento Correctivo.</i> .....	39
c. <i>Mantenimiento Predictivo.</i> .....	39
d. <i>Mantenimiento Mejorativo o Rediseños.</i> .....	39
e. <i>Mantenimiento Selectivo</i> .....	39
1.6 ACTUADORES DE UNA VÁLVULA.....	40

<i>a. De diafragma.</i>	40
<i>b. De pistón neumático.</i>	41
<i>c. Eléctrico.</i>	42
<i>d. Hidráulicos o electrohidráulicos.</i>	43
1.7 REFERENTES COMERCIALES DE VÁLVULAS.	44
2. NORMATIVIDAD EN LAS VÁLVULAS.	47
2.1 NORMAS ANSI	47
2.2 ESPECIFICACIONES API	47
2.3 NORMAS MSS	48
2.4 ESPECIFICACIONES ASTM	49
3. MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO DE LA VÁLVULA ELECTRONEUMÁTICA VALTEK	50
3.1. PRUEBAS Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS	50
3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO	52
4. INGENIERÍA DE DETALLE DEL MÓDULO DE VÁLVULAS	57
4.1. SOFTWARE SOLIDWORKS	57
4.1.1. Estructura.	57
4.1.2. Diseño 3D.	58
4.2 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	58
4.2.1. Válvula electroneumática VALKTEK.	58
4.2.2. Válvula de control SAMSON seccionada	61
4.2.3. Calibrador de procesos.	62
4.3 DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO	63
5. APLICACIÓN PRÁCTICA	66
5.1 PRESTACIÓN DE SERVICIOS	66
5.2. GUÍA DE LABORATORIO	67
CONCLUSIONES	73
BIBLIOGRAFÍA	74
ANEXOS A. VALTEK BETA POSITIONERS FOR CONTROL VALVES	78
ANEXOS B. VALTEK USER INSTRUCTIONS	79
ANEXOS C. VALTEK BETA POSITIONERS FEATURES	80
ANEXOS D. COTIZACIÓN VÁLVULA SAMSON	81
ANEXOS E. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS FILTRO VALTEK	82



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Partes de una válvula.....	2
<b>Figura 2.</b> Curvas de flujo características de una válvula de control.....	5
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de apertura lineal.....	5
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de apertura rápida.....	6
<b>Figura 5.</b> Apertura de igual porcentaje.....	7
<b>Figura 6.</b> Apertura de igual porcentaje B.....	7
<b>Figura 7.</b> Válvula de Globo.....	9
<b>Figura 8.</b> Curva Característica de la Válvula de Globo.....	9
<b>Figura 9.</b> Parte de una Válvula de Globo.....	11
<b>Figura 10.</b> Válvula en Angulo.....	13
<b>Figura 11.</b> Partes de una Válvula en Ángulo.....	14
<b>Figura 12.</b> Válvulas de tres vías.....	15
<b>Figura 13.</b> Válvula de Jaula.....	16
<b>Figura 14.</b> Partes de una Válvula tipo Jaula.....	17
<b>Figura 15.</b> Válvula de Compuerta.....	18
<b>Figura 16.</b> Válvula de Compuerta.....	19
<b>Figura 17.</b> Curvas características de una Válvula de Compuerta.....	20
<b>Figura 18.</b> Válvula en Y.....	22
<b>Figura 19.</b> Partes de una Válvula en Y.....	23
<b>Figura 20.</b> Válvula Mariposa.....	24
<b>Figura 21.</b> Partes de una Válvula Mariposa.....	25
<b>Figura 22.</b> Curvas características de una válvula de Mariposa.....	25
<b>Figura 23.</b> Válvula de bola.....	26
<b>Figura 24.</b> Partes de una Válvula de bola.....	27
<b>Figura 25.</b> Curvas características de una Válvula de Bola.....	28
<b>Figura 26.</b> Válvulas de flujo axial o diafragma.....	29
<b>Figura 27.</b> Curvas características de una Válvula de Diafragma.....	29
<b>Figura 28.</b> Válvula de apriete.....	31

<b>Figura 29.</b> Curvas características de una Válvula de Apriete.....	31
<b>Figura 30.</b> Válvulas de retención (Check) de disco oscilante.....	32
<b>Figura 31.</b> Partes de una Válvula de Retención (Check).....	33
<b>Figura 32.</b> Válvula de desahogo (Alivio).....	34
<b>Figura 33.</b> Válvula de seguridad.....	35
<b>Figura 34.</b> Partes de una válvula de Seguridad.....	36
<b>Figura 35.</b> Actuador de diafragma.....	40
<b>Figura 36.</b> Actuador de pistón neumático.....	41
<b>Figura 37.</b> Actuador Eléctrico.....	42
<b>Figura 38.</b> Actuadores Hidráulicos.....	43
<b>Figura 39.</b> Logo Samson. ....	44
<b>Figura 40.</b> Logo Valtek.....	44
<b>Figura 41.</b> Logo DanfosS.....	45
<b>Figura 42.</b> Logo Brooks. ....	46
<b>Figura 43.</b> Logo Asco. ....	46
<b>Figura 44.</b> De la parte interna de la tapa del convertidor IP del ZERO y el SPAM.....	51
<b>Figura 45.</b> De los 6 resortes y su tapa.....	51
<b>Figura 46.</b> Del mantenimiento interno de la tapa del convertidor IP de alimentación.....	52
<b>Figura 47.</b> Del mantenimiento interno de la tapa del convertidor IP del ZERO y el SPAM.....	53
<b>Figura 48.</b> Del mantenimiento de los 6 resortes.....	53
<b>Figura 49.</b> Del lubricante y brilla metal.....	54
<b>Figura 50.</b> Corte de la válvula tipo globo.....	54
<b>Figura 51.</b> Corriente de Entrada vs Presión de Salida.....	55
<b>Figura 52.</b> Presión de Salida vs Apertura de la Válvula.....	56
<b>Figura 53.</b> Del ensamblaje de la válvula industrial VALTEK.....	56
<b>Figura 54.</b> Estructura de las herramientas.....	57
<b>Figura 55.</b> Diafragma.....	59

<b>Figura 56.</b> Del pocisionador y convertidor I/P.....	59
<b>Figura 57.</b> Dimensiones del pocisionador y convertidor I/P.....	60
<b>Figura 58.</b> Válvula de globo.....	60
<b>Figura59.</b> Válvula de control SAMSON seccionada estimada.....	61
<b>Figura 60.</b> Calibrador de Procesos.....	62
<b>Figura 61.</b> Herramientas de operaciones.....	64
<b>Figura 62.</b> Herramientas de croquis. (Tomada de la pieza de la válvula VALTEK) .....	64
<b>Figura 63.</b> Ensamblaje y pieza en 3D.....	65
<b>Figura 64.</b> Vista preliminar del renderizado del módulo didáctico.....	65
<b>Figura 65.</b> Monitoria en la especialización en control e instrumentación industrial.....	66
<b>Figura 66.</b> Partes Actuador de Diafragma.....	68
<b>Figura 67.</b> Partes una Válvula de Globo.....	68
<b>Figura 68.</b> Conexiones Convertidor – Calibrador de Procesos.....	69
<b>Figura 69.</b> Partes de un Calibrador de Procesos.....	70
<b>Figura 70.</b> Curva característica válvula Valtek.....	72

## RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES PARA EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA.

**AUTORES:** EDUIN OSWALDO FLÓREZ DÍAZ  
OSCAR EDGARDO LEÓN PÉREZ

**FACULTAD:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

**DIRECTOR:** JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA.

Se diseñó un módulo de válvulas industriales, con base en un programa de diseño denominado SOLIDWORKS que permite construir objetos en tres dimensiones. Así mismo se realizó el mantenimiento preventivo y correctivo de la válvula electroneumática VALTEK, la cual trabaja bajo el protocolo 3 psi a 15 psi y mediante el uso de un convertidor I/P que puede controlarse con un Sistema de Control Básico de Procesos con una señal analógica estandarizada 4ma a 20mA.

Para el uso de la válvula electroneumática se generó una guía de laboratorio, la cual es implementada dentro de las prácticas de Laboratorio de la asignatura "Instrumentación" de la ESPECIALIZACIÓN DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, donde su principal objetivo es analizar el comportamiento de la curva característica de apertura y cierre de la válvula, histéresis y repetitividad del convertidor I/P y el actuador neumático, así como la importancia de la utilización del calibrador de procesos en una conexión estándar RP12.6 de la ISA para lazos 4 a 20mA en operación y verificación de la válvula.

**PALABRAS CLAVE:** Válvula, convertidor I/P, calibrador de procesos, histéresis, repetibilidad, BPCS.

**V°B° DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO.**

## GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TÍTULO:** DESIGN OF AN EDUCATIONAL VALVES  
MODULE INDUSTRIAL  
INSTRUMENTATION LABORATORY OF  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

**AUTHOR:** EDUIN OSWALDO FLÓREZ DÍAZ  
OSCAR EDGARDO LEÓN PÉREZ

**FACULTY:** ELECTRONIC ENGINEERING.

**DIRECTOR:** JUAN CARLOS MANTILLA SAAVEDRA.

Industrial valves module was designed, based on a design program called SOLIDWORKS for building objects in three dimensions. Also preventive and corrective maintenance of electro-pneumatic valve VALTEK was performed, which works under the protocol 3 psi to 15 psi and using an I / P converter that can be controlled by a system with Basic Process Control signal 4mA to 20mA analog standardized.

For the use of the electro-pneumatic valve guide laboratory, which is implemented in practice Laboratory course "Instrumentation" of EXPERTISE OF CONTROL AND INDUSTRIAL INSTRUMENTATION Universidad Pontificia Bolivariana, where the main objective is to analyze generated the behavior of the characteristic curve of opening and closing of the valve hysteresis and repeatability of I / P converter and the pneumatic actuator, and the importance of using a process calibrator standard ISA RP12.6 connection to ties 4 to 20mA operation and check valve..

**KEYWORDS:** Valve, I/P converter, process calibrator, hysteresis, repeatability, BPCS.

**V°B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## INTRODUCCIÓN

Actualmente se presenta un gran avance en los sectores de la economía, las comunicaciones y la industria, un aumento en la producción de nuevas tecnologías y prestación de servicios, permitiendo que las empresas reconquisten los mercados nacionales e internacionales.

Este avance se ha asumido por la necesidad de tecnificar los procesos en la industria, creando diseños tecnológicos que respondan a las exigencias del mercado mundial cumpliendo normas y estándares en campos como la minería, la petroquímica o el montaje de plantas.

Hoy en día las válvulas son uno de los instrumentos finales de control más importantes en la industria debido a sus aplicaciones en la regulación de flujo de cualquier tipo de fluidos, sean líquidos, gases o inclusive sólidos. El flujo es una de las variables de proceso más complejas de medir y controlar, y por lo mismo y tanto costosa a la hora de instrumentar.

Regular un flujo en una tubería de procesos es todo un arte que involucra la caracterización de la mecánica del fluido y la curva de caudal inherente que se desea obtener de acuerdo al control implementado. Las válvulas son por excelencia el elemento final de control de mayor uso en la regulación de flujo; mediante este dispositivo mecánico se puede iniciar, detener, desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases mediante una pieza movable que permite el control preciso de la circulación de forma parcial, a través de uno o más orificios o conductos desde los más simples hasta los más complejos.

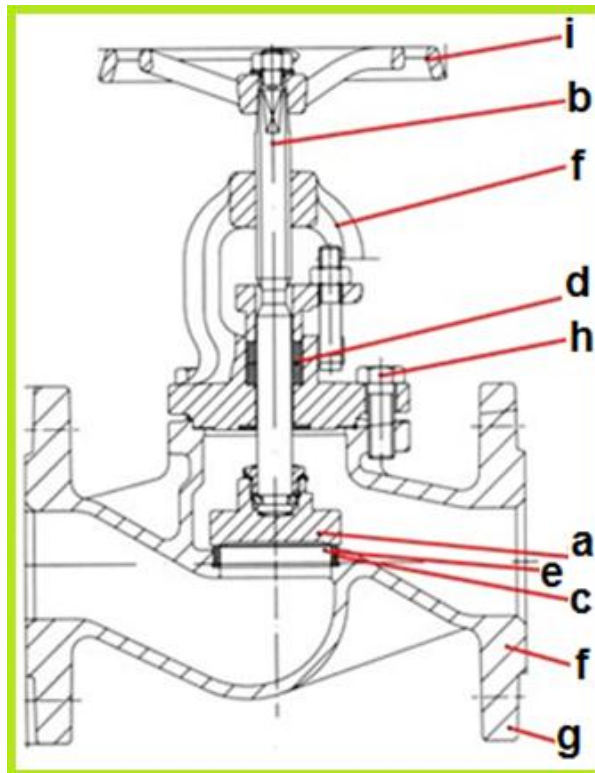
En razón a lo anteriormente expuesto se propone el diseño de un módulo de válvulas que permita entender su principio de operación, su geometría, su comportamiento inherente al caudal que regula, sus diferentes tipos de actuadores y su conexión, como una necesidad de la academia a la hora de brindar capacitaciones a los profesionales del área de procesos.

## 1. VÁLVULAS

Básicamente la válvula es un ensamblaje compuesto de un cuerpo con conexión a una tubería y de un obturador operado por un accionamiento, donde su función principal es variar el caudal del fluido que circula a través de ella, comportándose como un orificio cuya área está continuamente variando.

Las válvulas son uno de los instrumentos de control esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar un enorme flujo de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos.

### 1.1 PARTES DE UNA VÁLVULA



**Figura 1.** Partes de una válvula [5]

- a. Obturador:** Es la pieza que realiza la interrupción física del fluido. [5]
- b. Eje:** Es la parte que conduce y fija el obturador. [5]
- c. Asiento:** Donde se realiza el cierre por medio del contacto con el obturador. [5]

**d. Empaquetadura del eje:** Es la parte que montada alrededor del eje metálico asegura la inaccesibilidad a la atmósfera del fluido. [5]

**e. Juntas de cierre:** Es la parte que montada alrededor del órgano de cierre asegura una inaccesibilidad más perfecta del obturador. [5]

**f. Cuerpo y Tapa:** Partes retenedoras de presión, son el envolvente de las partes internas de las válvulas. [5]

**g. Extremos:** Parte de la válvula que permite la conexión a la tubería, pueden ser bridados, soldados, roscados, ranurados o incluso no disponer de ellos, es decir, permitir que la válvula se acople a la tubería tan solo por las uniones externas. [5]

**h. Pernos de unión:** Son los elementos que unen el cuerpo y tapa de la válvula entre sí. Para asegurar la inaccesibilidad del aire, hay que colocar juntas entre estas dos superficies metálicas. [5]

**i. Accionamiento:** Es el mecanismo que acciona la válvula. También se conoce como actuador y puede ser de tipo manual, neumático, hidráulico o eléctrico. [5]

## 1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS

### a. Constantes de una válvula ( $C_v$ , $K_v$ ).

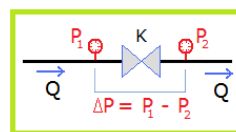
Cuando el flujo pasa a través de una válvula u otro dispositivo pierde una energía. El coeficiente de caudal es un factor de diseño que relaciona la diferencia de altura ( $\Delta h$ ) o presión ( $\Delta P$ ) entre la entrada y salida de la válvula con el caudal ( $Q$ ). [20].

Ecuación de la constante.

$$Q = K \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{SG}}$$

Ecuación 1 [20].

Diagrama de la constante.



**Donde:**

**Q:** Caudal.

**$\Delta P$ :** Diferencia de presión.

**Sg:** Gravedad específica (1 para agua).

**K:** Coeficiente de caudal  $K_v$  o  $C_v$ .



Cada válvula tiene su propio coeficiente de caudal. Éste depende de cómo la válvula ha sido diseñada para dejar pasar el flujo a través de ella. Por consiguiente, las mayores diferencias entre diferentes coeficientes de caudal provienen del tipo de válvula, y naturalmente de la posición de obertura de la válvula. [20].

Las válvulas tienen un coeficiente de caudal diferente para cada diámetro, el cual está dado por Cv y Kv; donde el Cv está dado en unidades imperiales (**gpm**) con una presión dada en **psi** y el Kv en unidades métricas (**m<sup>3</sup>/h**) con una presión da en **bares**.

Puede ser importante conocer el coeficiente de caudal para poder seleccionar la válvula que se necesita en una aplicación específica. Si la válvula va a estar la mayor parte del tiempo abierta, posiblemente interesará elegir una válvula con poca pérdida de carga para poder ahorrar energía. O si se trata de una válvula de control, el rango de coeficientes de caudal en las diferentes posiciones de obertura tendría de permitir cumplir las necesidades de regulación de la aplicación. [20].

En igualdad de flujo, contra mayor es el coeficiente de caudal, las pérdidas de carga a través de la válvula son menores. [20].

La industria de las válvulas ha estandarizado el coeficiente de caudal (K). Este se referencia para agua a una determinada temperatura, y unidades de caudal y diferencia de presión también específicas. Un mismo modelo de válvula tiene un coeficiente de caudal (K) distinto para cada diámetro. [20].

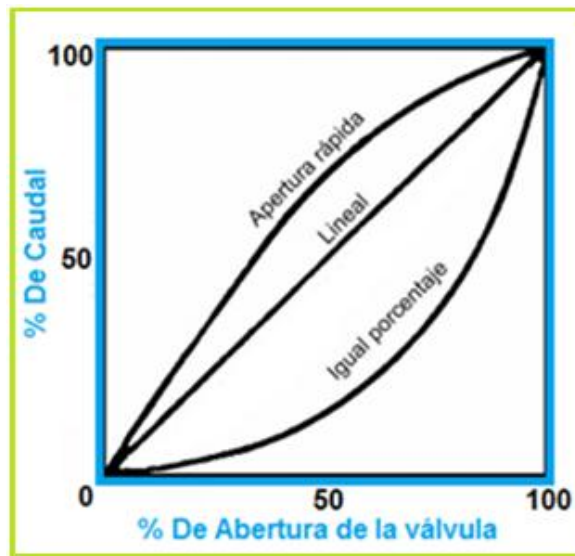
### **1.3 CARACTERÍSTICAS DE FLUJO DE LAS VÁLVULAS**

El obturador determina la característica de caudal de la válvula; es decir, la relación que existe entre la posición del obturador y el caudal de paso del fluido. [21].

#### **1.3.1 Curvas De Caudal Inherente De Una Válvula.**

El obturador de una válvula, conforme se va desplazando, produce un área de pasaje que posee una determinada relación característica entre la fracción de carrera de la válvula y el correspondiente caudal que escurre a través de la

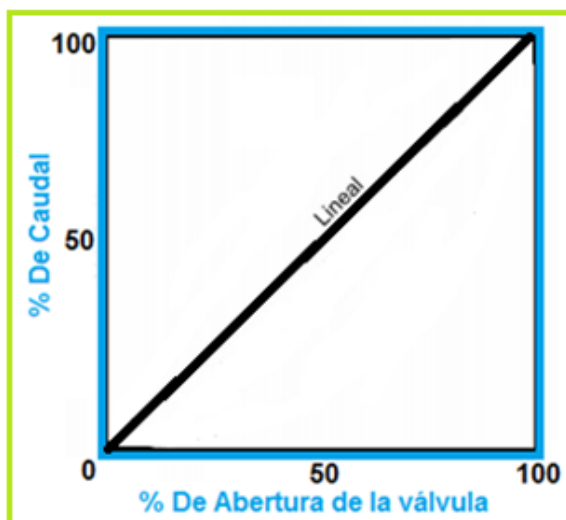
misma. A esa relación se le da el nombre de característica de caudal de válvula.



**Figura 2.** Curvas de flujo características de una válvula de control. [Fuente: autor]

**a. Caudal inherente tipo lineal.**

Es la característica en la cual iguales incrementos de carrera determinan iguales variaciones de caudal, por lo tanto, la ganancia producida por una válvula con características de caudal lineal, es constante y unitaria. [21].



**Figura 3.** Porcentaje de apertura lineal. [Fuente: autor]

### **Ganancia**

Dado que en una característica de caudal inherente del tipo lineal, la ganancia es constante en toda la carrera de la válvula, desde el punto de vista teórico, es la más aconsejable para aplicaciones en control modulado. [21].

### ***b. Caudal inherente tipo apertura rápida.***

Se trata de una característica que produce una variación máxima del caudal a través de la válvula con la carrera mínima. Este tipo de válvula posibilita el pasaje de casi la totalidad del caudal nominal con apenas una abertura de 25% de la carrera total. [21].

### **Ganancia**

Produce una ganancia muy alta a bajas aperturas de carrera y una ganancia muy baja en aperturas por encima de 60 % de carrera total. Tal particularidad de ganancia decreciente, según aumenta el caudal, es inadecuada para su utilización en aplicaciones en las cuales sea necesario un control del tipo modulado. Por lo tanto, la característica de caudal tipo apertura rápida se destina sólo para aplicaciones de control, donde la válvula sólo toma dos posiciones: toda abierta y/o toda cerrada. [21].

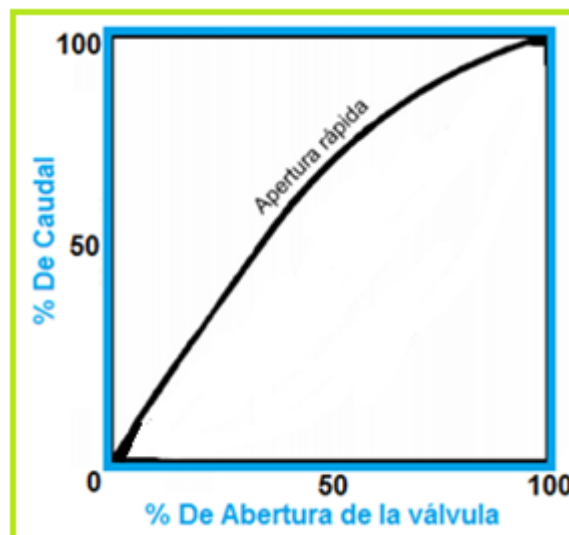
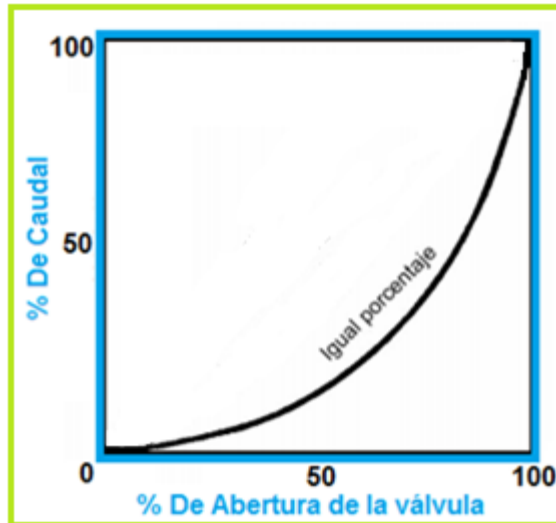


Figura 4. Porcentaje de apertura rápida. [Fuente: autor]

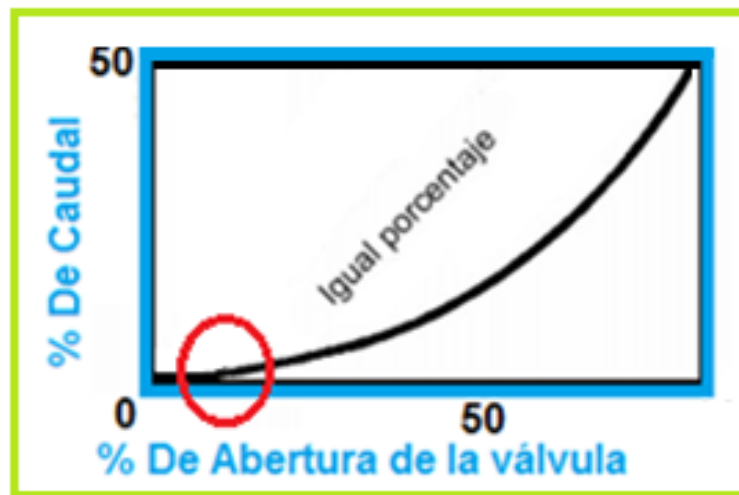
**c. Caudal inherente tipo igual porcentaje.**

Es la característica en la cual iguales incrementos de carrera determinan variaciones de caudal que mantienen siempre el mismo porcentaje del caudal existente. [21].



**Figura 5.** Apertura de igual porcentaje. [Fuente: autor]

La curva de la característica de igual porcentaje no comienza en el punto de caudal igual a cero, como se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Apertura de igual porcentaje B. [Fuente: autor]

El aumento del caudal es un porcentaje del caudal que se tiene en el momento, y éste nunca podrá ser nulo. [21].

## **Ganancia**

Produce una ganancia creciente, donde es baja al comienzo de la apertura de la válvula y va aumentando exponencialmente a medida que aumenta la apertura de la válvula. [21].

### **1.4 TIPOS DE VÁLVULAS**

Las válvulas pueden ser de varios tipos según sea el diseño del cuerpo y el movimiento del obturador.

Debido a las diferentes variables, no puede haber una válvula universal; por tanto, para satisfacer los requisitos de la industria se han creado innumerables diseños y variantes con el paso de los años, conforme se han desarrollado nuevos materiales, donde se clasificaron de la siguiente manera.

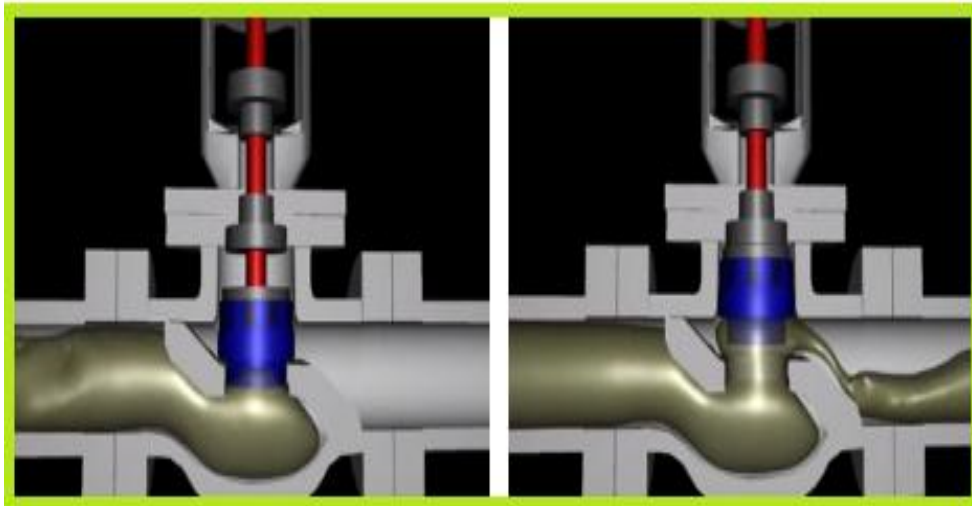
#### **1.4.1 Válvulas Según Movimiento Lineal del Obturador o de Cuarto de Giro.**

##### **a. Válvula de Globo.**

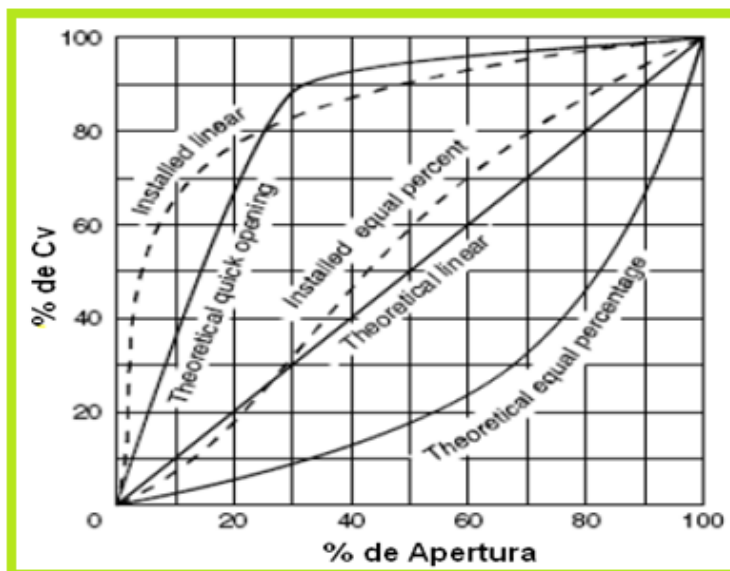
Para el estudio de esta válvula se hace un énfasis especial, debido a que es utilizada dentro del presente DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE VÁLVULAS INDUSTRIALES PARA EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN.

Las válvulas de globo se utilizan para cortar o regular el flujo del líquido y este último es su uso principal como se puede apreciar en la Figura 7. El cambio de sentido del flujo en la válvula ocasiona turbulencia y caída de presión. Esta turbulencia produce menor duración del asiento.

Las principales características de los servicios de las válvulas de globo incluyen operación frecuente, estrangulación al grado deseado de cualquier flujo, cierre positivo para gases y aire, y alta resistencia y caída tolerable de presión en la línea. [2]



**Figura 7. Válvula de Globo [7].**



**Figura 8. Curva Característica de la Válvula de Globo. [36].**

Estas curvas características de caudal inherente que presenta la válvula tipo globo varían acorde al tipo de asiento, tapón, superficie de sello y reductores de ruido.

Los principales componentes usuales de una válvula de globo son: volante, vástago, bonete, asientos, disco y cuerpo.

Por lo general, están disponibles vástagos de los siguientes tipos:

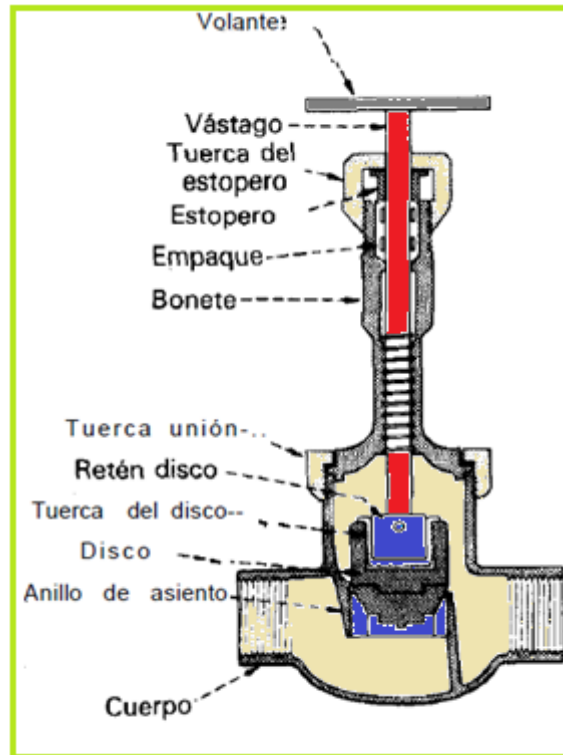
- Vástago elevable con rosca interna; no se debe utilizar en tuberías que manejan material corrosivo porque las roscas del vástago sólo tienen protección parcial.
- Vástago elevable con rosca externa.
- Vástago deslizante para apertura y cierre rápidos.

Hay disponibles los siguientes tipos de bonetes:

- Bonetes de rosca interna y externa, para válvulas pequeñas, cuando existen bajas temperaturas y presiones.
- Bonete de unión para válvulas pequeñas, cuando se requiere desarmarlas con frecuencia.
- Bonete con brida, atornillado para válvulas grandes y presiones o temperaturas altas. La junta del bonete sella la unión entre el cuerpo y el bonete.
- Bonete sellado a presión para servicio a altas temperaturas y presiones.

Las válvulas de globo están disponibles con los siguientes elementos de control de fluido:

- Disco de composición: Tiene una cara plana que se oprime contra una superficie metálica anular, de asiento plano. Este disco, aunque no se recomienda para vapor, gasolina y otros líquidos, produce un corte positivo para gases y aire.
- Disco metálico: Hay contacto lineal entre una superficie de asentamiento troncocónico o esférico y un asiento cónico. No se recomienda para servicio de estrangulación pero produce corte positivo para los líquidos. Este tipo de válvula es deseable cuando se pueden acumular depósitos en los asientos.
- Disco del tipo de macho: Tiene contacto más amplio con el asiento debido a su configuración alargada, troncocónica, que permite que este disco se pueda emplear en servicios de estrangulación, pero tiene mínima resistencia a la erosión y a la corrosión.



**Figura 9.** Parte de una Válvula de Globo. [2]

Los asientos de las válvulas de globo pueden ser fundidos integrales o anillos de asiento reemplazables que se fijan con tornillos o en alguna otra forma. Los puntos de fuga de las válvulas de globo son los mismos que en las válvulas de compuerta. La principal diferencia entre las dos es la prevención corriente abajo del elemento de control. En válvulas de globo de operación manual cuyo elemento de control es un disco o macho que acopla con un anillo metálico de asiento, el disco puede ser todo de metal o de un material elástico. [2]

Cuando la presión no es muy alta, es preferible un asiento elástico, porque significa oprimir una superficie metálica contra una de elastómero. Si se atrapa una partícula entre esas superficies, no hay tanto peligro de romper el sello. En la empaquetadura del vástago, se emplea asbesto impregnado con TFC de alta duración en válvulas para temperaturas hasta de 450°F o menos. Para válvulas con capacidad para más de 450°F, se utilizan asbestos y grafito con un aglutinante. [2]

Las válvulas de globo se construyen con una amplia variedad de materiales: bronce, hierro, hierro fundido, acero forjado, acero fundido, acero inoxidable, latón y aleaciones resistentes a la corrosión. Los extremos del cuerpo de la



válvula, que pueden ser con brida, soldados o con rosca suelen medir desde 1/8 in hasta 30 in. [2]

### **Ventajas**

- La válvula de globo es excelente para regular flujo en la gama desde moderado hasta flujo pleno.
- La válvula de globo de disco produce buen cierre.
- Las válvulas de globo destinadas para apertura y cierre permiten cambiar la empaquetadura del vástago en servicio, con la válvula totalmente abierta.

### **Desventajas**

- La configuración en laberinto de estas válvulas requiere que el flujo cambie de dirección varias veces dentro del cuerpo, lo cual aumenta mucho la caída de presión en la tubería.
- El asiento se daña con facilidad con los sólidos atrapados entre el macho o el disco y el asiento. Por ello, se prefieren estas válvulas para servicio con materiales limpios. Sin embargo, incluso en este caso, muchas veces ocurren daños al arranque de la planta antes de poder lavar las tuberías para eliminar incrustaciones y otros cuerpos extraños.

### ***b. Válvula en Ángulo.***

Las válvulas en ángulo son, básicamente, válvulas de globo que tienen conexiones de entrada y de salida en ángulo recto. Como se puede observar en la Figura 4, su empleo principal es para servicio de estrangulación y presentan menos resistencia al flujo que las de globo. Al abrirlas, el vástago gira y se mueve hacia afuera. [2]

Los componentes de la válvula de ángulo son los mismos para el vástago, disco y anillos de asiento que en las de globo. El eje del vástago está alineado con uno de los extremos.

La forma en ángulo recto del cuerpo elimina el uso de un codo porque el flujo en el lado de entrada está en ángulo recto con la del lado de salida. Los materiales de construcción y tamaños son más o menos los mismos que para

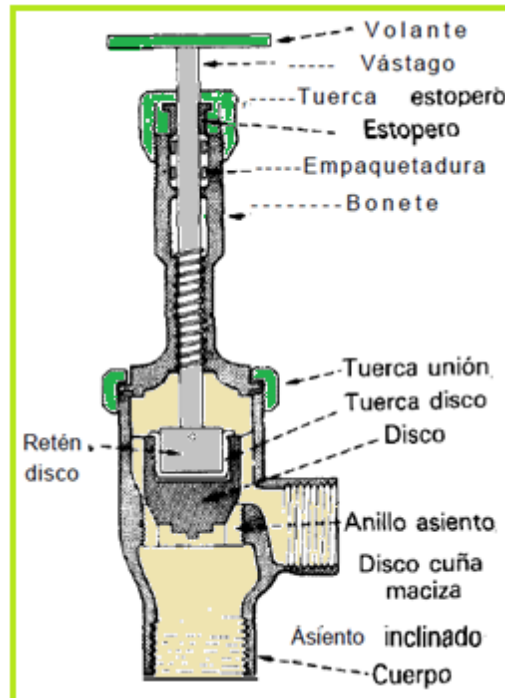
las válvulas de globo: bronce, hierro fundido, hierro, acero forjado, Monel, acero fundido, acero inoxidable; PVC, polipropileno, Penton y grafito impermeable. [2]



**Figura 10.** Válvula en Angulo [8].

Por lo general, se utilizan válvulas de operación manual para una configuración especial de la tubería o para permitir el drenaje del cuerpo. Sin embargo, en algunas situaciones, como las erosivas y en servicio con hidrocarburos que producen carbón, se aconseja el uso de las válvulas en ángulo utilizado en servicios con gran caída de presión y flujo. Estas válvulas son una configuración especial del cuerpo de globo.

El cuerpo tiene las conexiones de entrada y salida de ángulos rectos, con el eje del vástago alineado con una de las conexiones. Las válvulas de control con cuerpo en ángulo se han utilizado en servicios con gran caída de presión y flujo sobre el asiento. Sin embargo, esta disposición produce una considerable carga de reducción de presión en la tubería de corriente abajo. Además, el macho tiende a ser inestable cuando funciona cerca del asiento. Por estas razones las válvulas en ángulo no se utilizan mucho en servicio general con reducción de presión. Además, estas válvulas, en especial los diseños de circulación por barrido, tienen gran recuperación de presión, por lo cual es fácil la cavitación en servicio con líquidos. La construcción de cuerpo dividido permite fácil acceso a los componentes internos para servicio. [2]



**Figura 11.** Partes de una Válvula en Ángulo [2].

### **Ventajas**

- La válvula en ángulo tiene las mismas características de control de flujo que la de globo.
- El costo de la válvula en ángulo suele ser menor que el de una de globo de tamaño y capacidad similares.
- La caída de presión, con una apertura comparable, es menor en la válvula de ángulo que en la de globo.
- El empleo de la válvula en ángulo puede eliminar una conexión cuando se necesita un cambio de 90° en el sentido de la tubería.

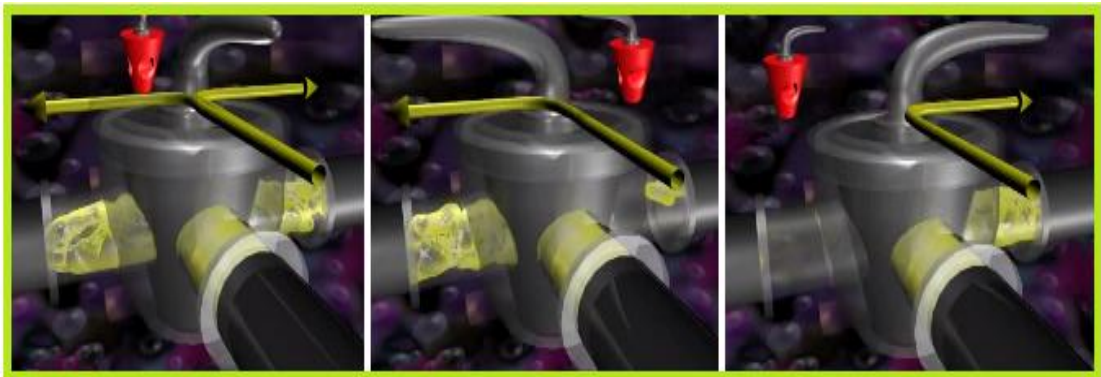
### **Desventajas**

- La tubería es demasiado complicada cuando no se desea un cambio en el sentido de flujo.
- El asiento de la válvula en ángulo se daña con la misma facilidad que el de una de globo.
- La manija sólo puede estar en una posición con respecto a la tubería.

### ***c. Válvula de Tres Vías.***

La válvula de control de tres vías maneja un mecanismo de detener el caudal en una tubería a la vez que se abre el caudal en otra tubería, para mezclar el agua proveniente de dos tuberías distintas en una sola tubería, o para separar agua desde una tubería en dos tuberías distintas.

Este sistema puede funcionar de varias formas: a) El fluido entra por un puerto y sale a través de los otros dos puertos b) El fluido entra por un puerto y se cierra otro para quedar de dos vías c) El fluido entra por un puerto y se cierran los otros dos para impedir el flujo.



**Figura 12. Válvulas de tres vías [9]**

### **Características**

- Curva característica isoporcentual.
- La vía de regulación está cerrada cuando el eje está introducido hacia abajo.
- Uso como válvula mezcladora, válvula distribuidora y a través de la tercera vía de cierre estanco se utiliza como válvula distribuidora.

### ***d. Válvula de Jaula.***

Estas válvulas consisten en un cuerpo con orificio de Venturi y anillos de asiento, una bola para efectuar el cierre y una jaula con un vástago para mover la bola con relación al orificio. En la posición cerrada, la bola asienta contra el orificio de salida y se sostiene por el empuje de la jaula y la presión corriente arriba en la tubería. Cuando se abre la válvula, dos de las cuatro superficies inclinadas de la jaula levantan la bola del asiento y la hacen girar sobre el

borde del anillo de asiento. La apertura adicional hace que la bola ruede sobre las dos superficies inclinadas hacia el centro de la jaula, en donde descansa en las cuatro superficies. La bola permanece en esta posición mientras está abierta la válvula y se sostiene por el conocido efecto Bernoulli de los fluidos en flujo. La jaula está proyectada para producir obstrucción mínima cuando está abierta y puede elevar la bola completamente fuera de la trayectoria de flujo. La abertura en el asiento de válvula tiene forma de media luna que se agranda conforme la jaula levanta la bola. El flujo es casi lineal y permite la estrangulación en una amplia gama. La hermeticidad de la válvula se mantiene durante largo tiempo porque la acción giratoria de la bola produce una nueva superficie de asentamiento después de cada rotación. No se utiliza el anillo de asiento de corriente arriba y el cuerpo se puede invertir para utilizar el anillo de sección cuadrada si se gasta el otro. Las fuerzas de apertura y cierre son mucho menores que para una válvula de globo; sin embargo, el recorrido de la válvula es igual al diámetro de la garganta, porque hay que elevar la bola fuera de la trayectoria de flujo. [2]

El orificio de Venturi de la válvula reduce la turbulencia y ofrece algunas ventajas al manejar líquidos que puedan producir cavitación o vaporización instantánea. Si hay cavitación, ocurrirá en el lado de salida más allá del anillo de asiento, en donde se pueden utilizar con eficacia superficies de alta dureza o camisas reemplazables. La descarga en expansión de la válvula retiene con eficacia los líquidos de vaporización instantánea. En la posición de apertura total, se gira el segmento esférico hacia la parte superior del cuerpo, fuera de la trayectoria de flujo. Para estrangulación, se gira el segmento hacia la trayectoria. Conforme gira la bola y se desliza contra la superficie del asiento, hay un efecto de acuñamiento y de corte que tiende a limpiar el asiento. Se pueden obtener anillos de asiento elástico o metálico, incluso con diferentes acabados de alta dureza para las piezas sujetas a erosión. [2]



**Figura 13.**Válvula de Jaula [10].

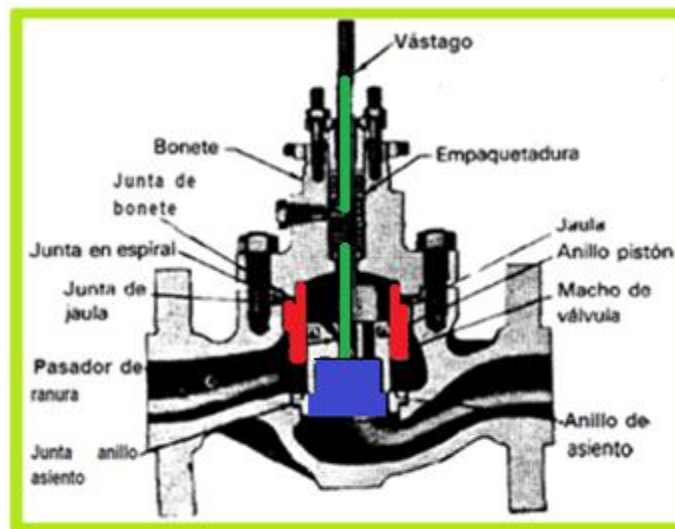
Los cuerpos de válvula se colocan entre bridas de tubo. Cuando el sello y el anillo de retención están sujetos por la brida de tubo, se puede dañar el sello con el apretamiento incorrecto de los tornillos de la brida. La deformación de la bola asimétrica bajo carga puede permitir fugas por el sello del eje o deformarlo. La capacidad de presión es menor que en las válvulas de bola convencional. La jaula tiene funciones múltiples. Sirve para guiar el macho y retiene el anillo de asiento en el cuerpo; la configuración de las aberturas en la pared de la jaula determina las características de flujo la válvula con jaula tiene funcionamiento estable, pues tiene fuertes guías para el macho en la zona en donde ocurre máxima caída de presión. [2]

### Ventajas

- Las válvulas de jaula se destacan por la facilidad para cambiar las guarniciones, que son el macho, jaula y anillo de asiento separado para realizar refacciones.
- tienen una amplia gama de estrangulación, poco peso,
- buen cierre y adaptabilidad, porque un cuerpo de válvula
- puede servir para diversas capacidades de presión, funcionan bien con caídas de presión hasta de 50 000
- Se pueden utilizar en servicio con pastas aguadas y fibrosas y con líquidos limpios.

### Desventajas

- Las válvulas de jaula se utilizan cuando no hay ningún otro método satisfactorio para guiar el macho.



**Figura 14.** Partes de una Válvula tipo Jaula [2].

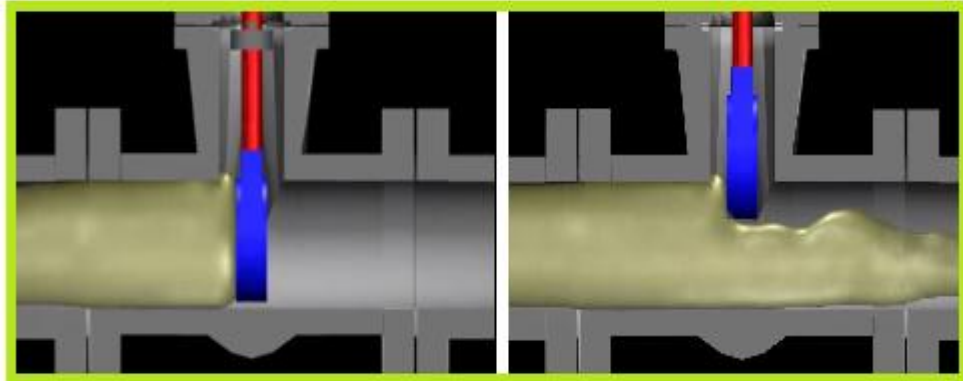
### **e. Válvula de Compuerta.**

La válvula de compuerta supera en número a los otros tipos de válvulas en servicios en donde se requieren circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Las válvulas de compuerta no se recomiendan para servicios de estrangulación, porque la compuerta y el sello tienden a sufrir erosión rápida cuando restringen la circulación y producen turbulencia con la compuerta parcialmente abierta.

Cuando la válvula está abierta del todo, se eleva por completo la compuerta fuera del conducto del flujo, por lo cual el fluido pasa en línea recta por un conducto que suele tener el mismo diámetro que la tubería.

Las características principales del servicio de las válvulas de compuerta incluyen: cierre completo sin estrangulación, operación poco frecuente y mínima resistencia a la circulación.

Los principales elementos estructurales de la válvula de compuerta, son: volante, vástago, bonete, compuerta, asientos y cuerpo.



**Figura 15. Válvula de Compuerta [11].**

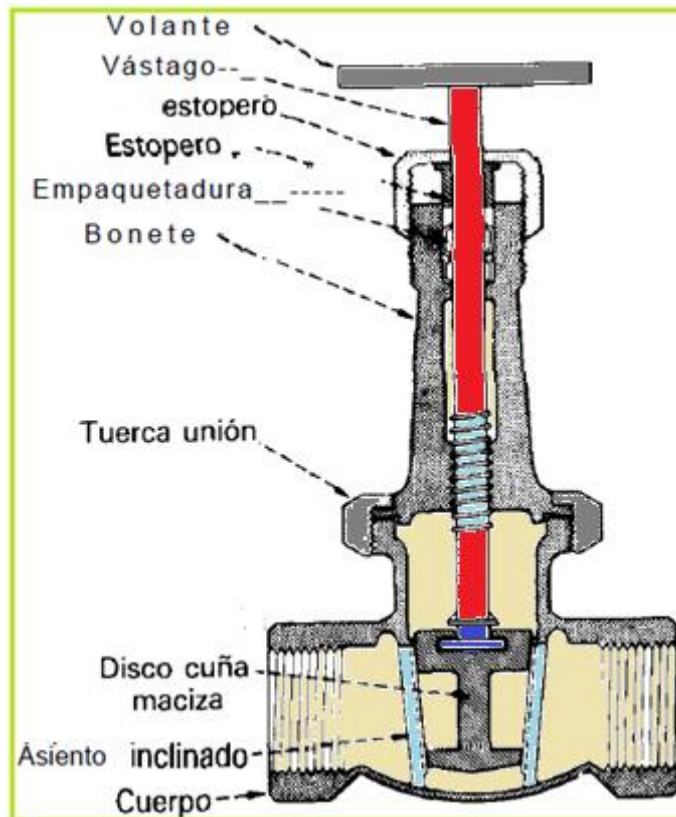
Estas válvulas están disponibles con vástagos de los siguientes tipos:

- Vástago no elevable, con rosca interna, tiene ventajas cuando hay poca altura.
- Vástago elevable con rosca externa que requiere más espacio libre, pero impide que la rosca esté en contacto con los fluidos del proceso.

- Vástago elevable con rosca interna, que expone la rosca del vástago a los líquidos del proceso; por tanto, no se debe usar con líquidos corrosivos.

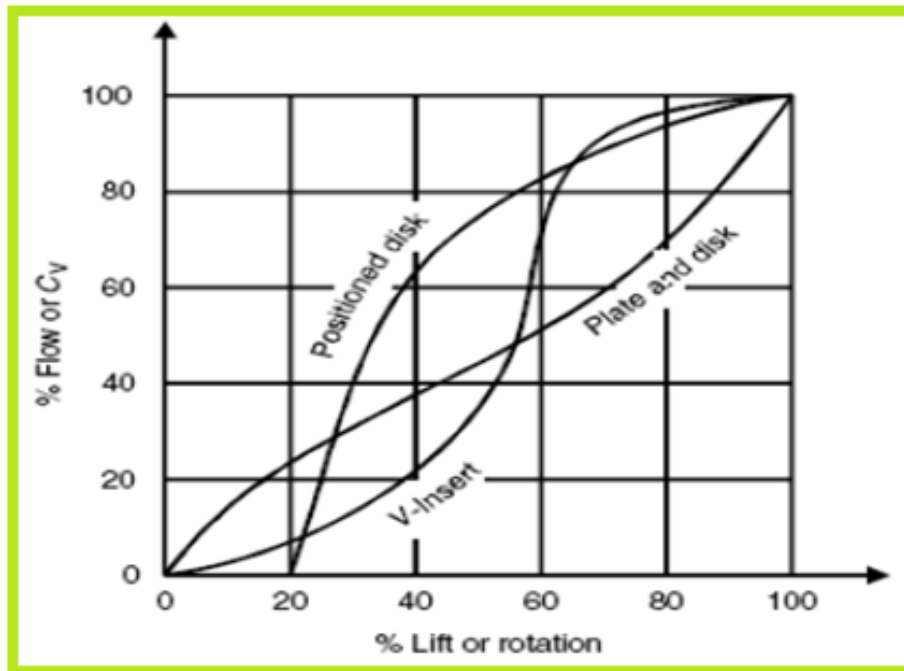
Están disponibles, en general, los siguientes tipos de bonetes para válvulas de compuerta:

- Bonetes con rosca interna o externa para válvulas pequeñas y servicio a baja presión.
- Bonetes con unión para válvulas pequeñas donde se necesita mantenimiento frecuente.
- Bonetes con brida y atornillados para válvulas grandes y servicio a presión y temperatura altas.
- Bonetes con abrazadera en válvulas para presión moderada, donde se necesita limpieza frecuente.
- Bonetes sellados de presión para servicio con altas presiones y temperaturas.
- Bonetes con sello de pestaña para altas presiones y temperaturas.



**Figura 16.**Válvula de Compuerta [2].





**Figura 17.** Curvas características de una Válvula de Compuerta. [36].

Estas curvas características de caudal inherente que presenta la válvula tipo compuerta varían acorde al tipo de asiento, tapón, superficie de sello y reductores de ruido.

Los siguientes elementos de control de fluido suelen estar disponibles para las válvulas de compuerta.

- Disco macizo o de una sola cuña con asientos de válvula cónicos, para petróleo, gas, aire, pastas aguadas y líquidos pesados.
- Cuñas flexibles (el disco sólo es macizo en el centro y ambas superficies de asentamiento son flexibles) para temperaturas y presiones fluctuantes.
- Disco de cuña dividido (un diseño de bola y asiento en el cual dos discos espalda con espalda se pueden ajustar a ambas superficies de asiento, con lo cual cada disco se mueve con independencia para tener buen sellado) para gases no condensables, líquidos a temperaturas normales y fluidos corrosivos, todos a baja presión.
- Disco doble (discos paralelos) que funciona paralelamente a los asientos del cuerpo; los discos se separan con expansores o cuñas para empujarlos contra la superficie de asiento. Son para gases no condensables.

### **Ventajas**

- El tipo de cierre es tal que el cuerpo de la válvula de compuerta es de perfil delgado comparado con otros tipos de válvulas, lo cual produce menor masa del cuerpo y un costo más bajo, en especial en las válvulas de tamaño mayor.
- Su corta dimensión entre carga y cara permite instalarla en tubos con menor espacio que casi todas las otras válvulas.
- El flujo rectilíneo y la zona para flujo pleno, que es de la misma configuración que la tubería, sólo agrega una caída de presión muy pequeña en la tubería.
- No se requiere lubricante en la cara de las piezas móviles internas, con lo cual no hay riesgo de contaminar el fluido de proceso.

### **Desventajas**

- El asiento es parte integral del cuerpo y produce una cavidad que puede retener sólidos y evitar el cierre completo de la válvula. Por ello, las válvulas de compuerta que se suelen preferir para servicio limpio son indeseables para la mayor parte de las pastas fluidas.
- Las fugas del fluido por el porta empaquetadura son un problema inherente en estas válvulas que las hace indeseables en servicios con materiales muy tóxicos o inflamables. El problema con la empaquetadura se hace más serio cuando aumentan la temperatura o la presión.
- Estas válvulas no se pueden utilizar cuando se requiere modulación del flujo. Para el momento en que la válvula está abierta entre 5% y 10%, el flujo ya es el 85% al 95% del que hay con apertura total. La velocidad en la apertura en forma de media luna abierta 5 % a 10 % es muy alta y el disco no está diseñado para resistir la fuerza erosiva resultante.

### ***f. Válvula en Y.***

Las válvulas en Y, que son una modificación de las válvulas de globo, tienen el conducto rectilíneo de una válvula de compuerta. El orificio para el asiento está a un ángulo de unos 45 grados con el sentido de flujo. Por tanto, se obtiene una trayectoria más lisa, similar a la de la válvula de compuerta y hay menor caída de presión que en la válvula de globo convencional; además, tiene buena capacidad para estrangulación.

Es adecuada como válvula de cierre y de control. Como válvula todo-nada se caracteriza por su baja pérdida de carga y como válvula de control presenta una gran capacidad de caudal. Posee una característica de autodrenaje cuando está instalada inclinada con un cierto ángulo.

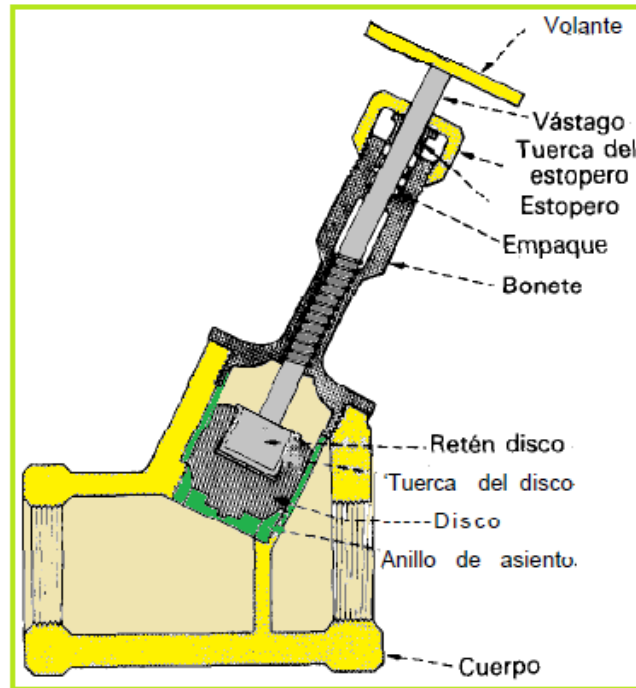


**Figura 18.** Válvula en Y [12].

Los componentes de la válvula en Y son: vástago, disco y anillo de asiento, como en las válvulas de globo. Los materiales con que se fabrican y sus tamaños son más o menos los mismos que en las de globo. Cualquier especificación de válvula de globo se puede satisfacer con la válvula en Y

### **Ventajas**

- La válvula en Y tiene el mismo grado de buen control del flujo que la de globo.
- El disco o el macho producen buen cierre.
- Las válvulas destinadas para apertura permiten cambiar la empaquetadura del vástago con la válvula funcionando en su posición de máxima apertura.
- La caída de presión es mucho menor que en una de globo con apertura comparable.
- Cuando la válvula está abierta se puede ver el interior, por lo cual es posible limpiarlo con varillas o escobillones y es satisfactoria para servicio con pastas fluidas no abrasivas.



**Figura 19.** Partes de una Válvula en Y. [2]

### **Desventajas**

- El asiento se daña con facilidad con materiales abrasivos.

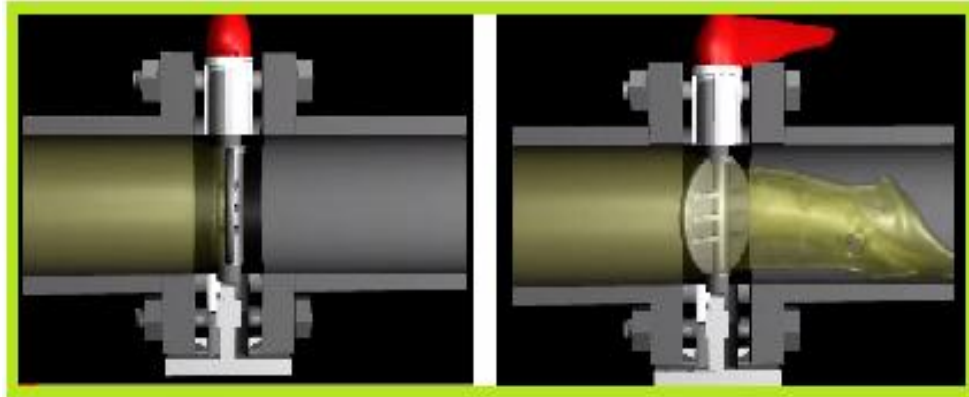
### **1.4.2 Válvulas según su movimiento circular.**

#### **a. Válvula de mariposa.**

Las válvulas de mariposa son uno de los tipos más antiguos que se conocen. Son sencillas, ligeras y de bajo costo. El costo de mantenimiento también es bajo porque tienen un mínimo de piezas móviles. El uso principal de las válvulas de mariposa es para servicio de corte y de estrangulación cuando se manejan grandes volúmenes de gases y líquidos a presiones relativamente bajas.

El diseño abierto de flujo rectilíneo evita la acumulación de sólidos y produce baja caída de presión. Su operación es fácil y rápida con una manija. Es posible moverla desde la apertura total hasta el cierre total con gran rapidez. La regulación del flujo se efectúa con un disco de válvula que sella contra un asiento. Las principales características de los servicios de las válvulas de

mariposa incluyen apertura total, cierre total o estrangulación, operación frecuente, cierre positivo para gases o líquidos y baja caída de presión.

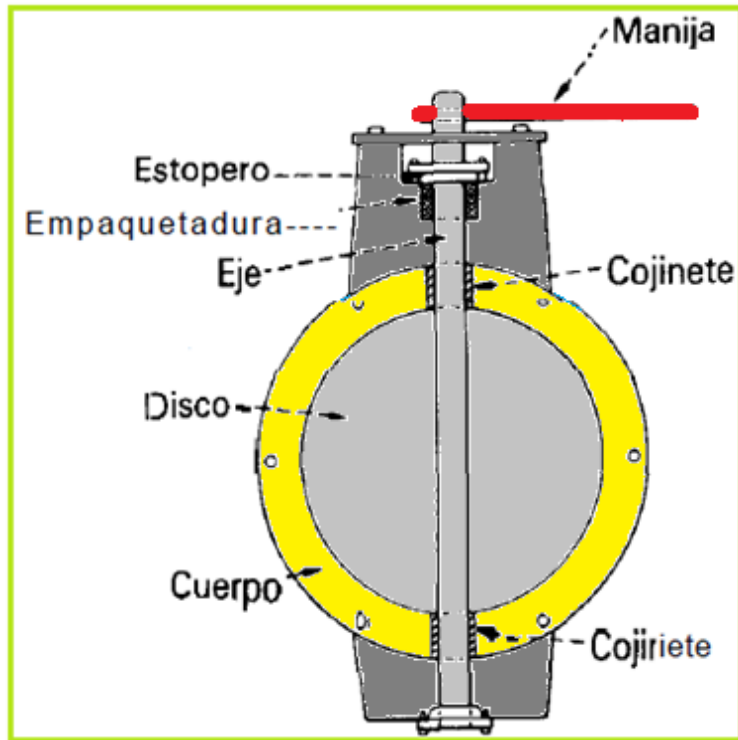


**Figura 20.** Válvula Mariposa [13].

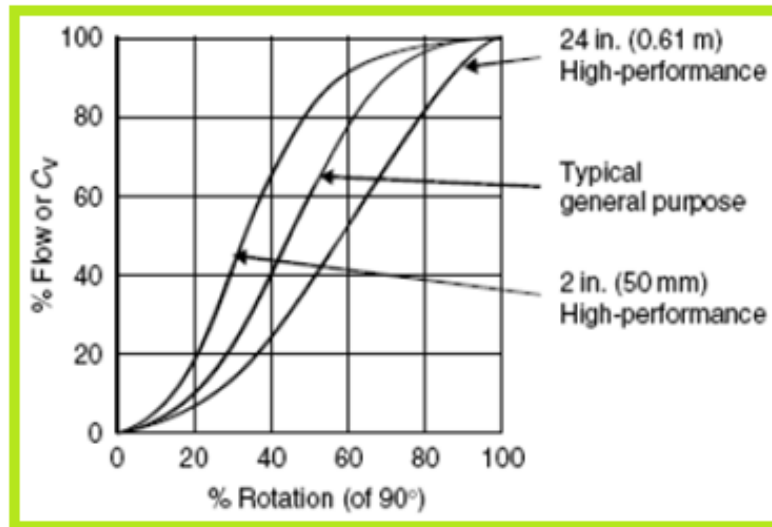
Los principales elementos estructurales de la válvula de mariposa son el eje (flecha), el disco de control de flujo y el cuerpo. Hay tres tipos principales de cuerpo:

- Tipo de disco plano (tipo de oreja). Esta válvula sólo está sujeta entre dos bridas de tubo con tornillos que unen las bridas y pasan por agujeros en el cuerpo de la válvula.
- Tipo con brida. Esta brida tiene extremos con brida que se unen con las bridas de los tubos.
- Tipo de rosca. Esta válvula se atornilla directamente en el tubo.

El flujo por la válvula de mariposa se controla con un disco que tiene más o menos el mismo diámetro que los tubos que conecta. Un eje, o sea, el vástago, pasa a través de este disco; está apoyado en ambos extremos en el cuerpo y se sujeta al disco con tornillos o pasadores o mediante el brochado del extremo superior de la cavidad del disco para formar un vástago cuadrado. Al girar 90° el vástago, el disco abre o cierra la válvula. Para la estrangulación se mueve el disco a una posición intermedia, en la cual se mantiene por medio de un seguro o cierre.



**Figura 21.** Partes de una Válvula Mariposa. [2]



**Figura 22.** Curvas características de una válvula de Mariposa. [36].

Estas curvas características de caudal inherente que presenta la válvula tipo mariposa varían acorde al tipo de asiento, tapón, superficie de sello y reductores de ruido.

### Ventajas

- La válvula de mariposa aumenta muy poco la caída de presión en el sistema de tubería.
- El cuerpo de la válvula es muy corto en comparación con otros y requiere poco espacio en la tubería.
- Se puede lograr un control moderado del flujo con la válvula en posiciones desde cerrada hasta unos 60° de apertura.
- Estas válvulas se pueden diseñar para cierre hermético. Sin embargo, hay alrededor de un 2 % si no tiene asiento blando.

### Desventajas

- La válvula de mariposa no es satisfactoria para control preciso del flujo.
- Los sólidos entorpecen el funcionamiento del disco; las corrientes de gas o líquido que tienden a formar incrustaciones pueden inutilizar pronto la válvula

#### **b. Válvula de bola.**



**Figura 23.**Válvula de bola [14]

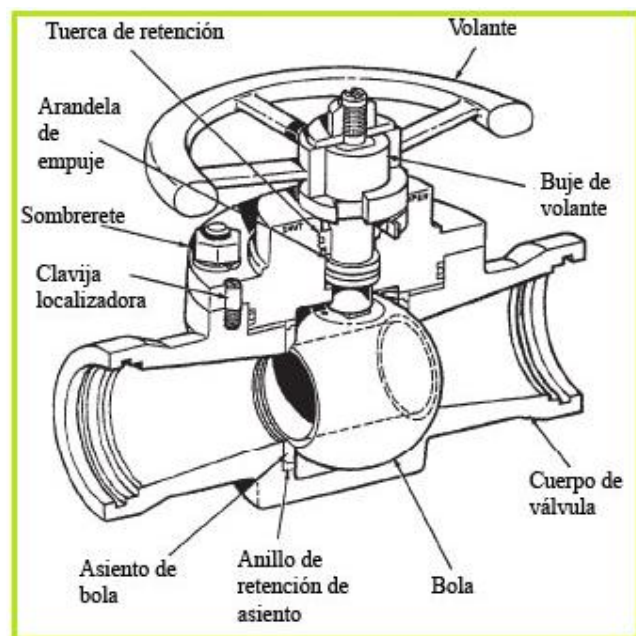
Se han utilizado desde hace mucho tiempo, su empleo estaba limitado debido al asentamiento de metal contra metal, que no permitía un cierre a prueba de burbujas. Los adelantos en los plásticos han permitido sustituir los asientos metálicos con los de blastómeros y elastómeros modernos. La bola tiene un orificio que se une con el cuerpo en la posición abierta. Estas válvulas se utilizan en forma principal para servicio de corte y no son satisfactorias para estrangulación. Son rápidas para operarlas, de mantenimiento fácil, no

requieren lubricación, producen cierre hermético con baja torsión y su caída de presión es función del tamaño del orificio.

La válvula de bola está limitada a las temperaturas y presiones que permite el material del asiento. Cuando está cerrada, se atrapa algo de líquido entre el asiento y el orificio de la bola, lo cual es indeseable en muchos casos. Estas válvulas no están limitadas a un fluido en particular.

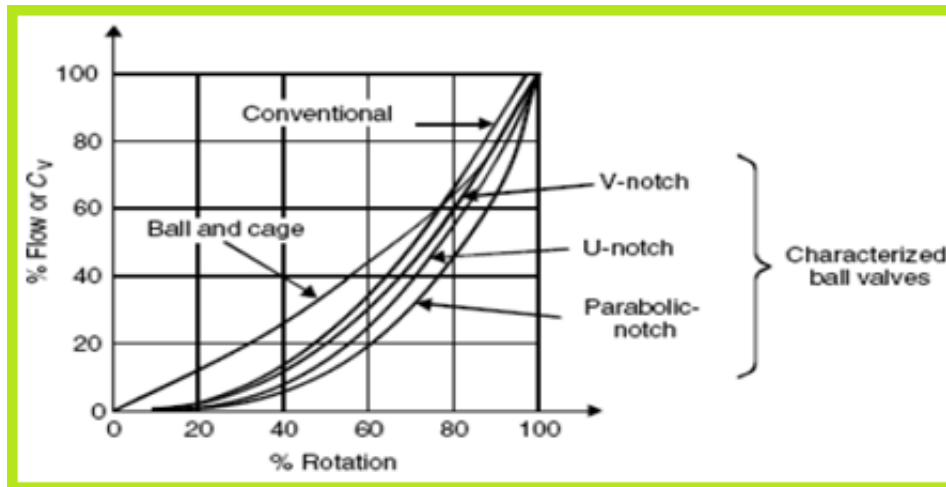
Se pueden emplear para vapor, agua, aceite, gas, aire, fluidos corrosivos, pastas aguadas y materiales pulverizados secos. Los principales componentes de estas válvulas son el cuerpo, el asiento y la bola. Hay dos tipos principales de cuerpos para válvulas de bola: entrada superior y cuerpo dividido. En el de entrada superior, la bola y los asientos se instalan por la parte superior.

En el de cuerpo dividido, la bola y asientos se instalan desde los extremos. Las bolas tienen orificios completos, de venturi y de superficie reducida. El orificio completo es igual al diámetro interior de la tubería. El orificio de venturi tiene superficies reducidas y hay flujo de venturi dentro del cuerpo. El orificio reducido es de menor diámetro que la tubería.



**Figura 24.** Partes de una Válvula de bola. [31]





**Figura 25.** Curvas características de una Válvula de Bola [36].

Estas curvas características de caudal inherente que presenta la válvula tipo bola varían acorde al tipo de asiento, tapón, superficie de sello y reductores de ruido.

### **Ventajas**

- Las válvulas de retención de bola son de construcción fuerte y pueden resistir un accionamiento repetido o cíclico.
- La bola, que es bastante pesada, tiene asentamiento confiable en servicio con materiales limpios.
- La bola gira dentro del fluido que circula, por lo cual cada vez descansa una parte distinta de ella en el asiento, a fin de distribuir el desgaste.

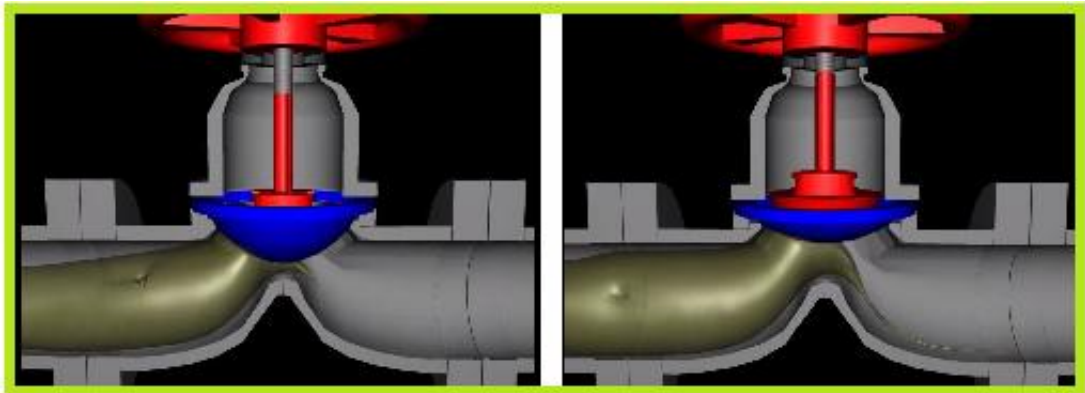
### **Desventajas**

- La válvula de retención de bola no produce cierre hermético.
- El servicio está limitado a fluidos limpios.
- Esta válvula aumenta mucho la caída de presión en el sistema de tubería.
- Si se utiliza esta válvula con un líquido de baja viscosidad puede ocurrir un severo golpe de ariete.

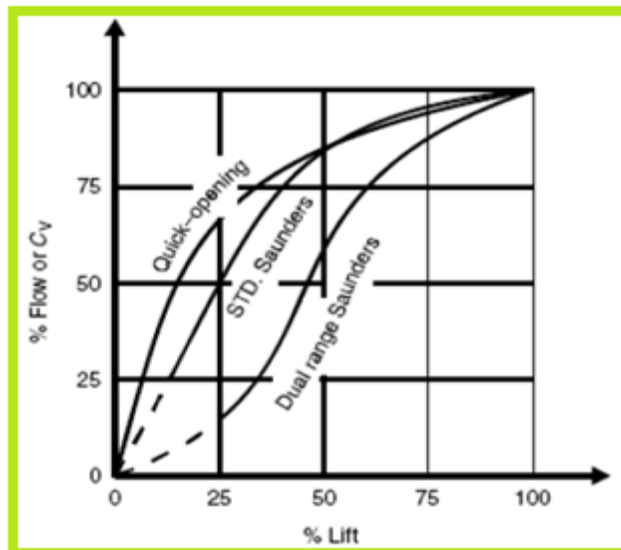
### ***c. Válvulas de flujo axial o diafragma.***

La válvula de diafragma consiste en un cuerpo con flujo rectilíneo que puede o no estar interrumpido por un vertedero transversal. El cierre de la válvula se

efectúa al oprimir un diafragma flexible contra la pared interna del cuerpo o contra el vertedero transversal. El diafragma sella entre el cuerpo y el vástago y el compresor en forma de galleta, por lo cual la válvula es a prueba de fugas. La válvula original de este tipo se llamó válvula Saunders, por su inventor. Tiene un vertedero transversal configurado y sólo requiere un pequeño movimiento del diafragma para abrir o cerrar.



**Figura 26.** Válvulas de flujo axial o diafragma [15].



**Figura 27.** Curvas características de una Válvula de Diafragma. [36].

Estas curvas características de caudal inherente que presenta la válvula tipo diafragma varían acorde al tipo de asiento, tapón, superficie de sello y reductores de ruido.

Las válvulas de diafragma se utilizan en servicios para corte y estrangulación y desempeñan una serie de servicios importantes para el control de líquidos. En las válvulas de diafragma, éste aísla el líquido que se maneja, del mecanismo de operación. Los líquidos no pueden tener contacto con las piezas de trabajo en donde ocasionarían corrosión y fallas en servicio. Cuando se abre la válvula, se eleva el diafragma fuera de la trayectoria de flujo y el líquido tiene un flujo suave y sin obstrucciones. Cuando se cierra la válvula, el diafragma asienta con rigidez contra un vertedero o zona circular en el fondo de la válvula.

Las aplicaciones principales de las válvulas de diafragma son para bajas presiones y con pastas aguadas que obstruirían o corroerían las piezas funcionales de la mayor parte de otros tipos de válvulas. Estas válvulas no requieren empaquetadura en el vástago. Su duración (vida esperada) depende de las presiones, temperaturas y la frecuencia de las aperturas y cierres.

#### **Ventaja**

- Es a prueba de fugas y no requiere empaquetadura.

#### **Desventajas**

- No es adecuada para funcionamiento con altas presiones.
- El control del flujo no es bueno con volúmenes muy bajos.

### ***1.4.3 Otros tipos de válvulas.***

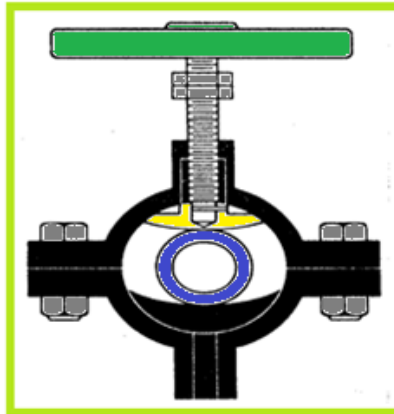
#### ***a. Válvulas de apriete.***

Es de vueltas múltiples y efectúa el cierre por medio de uno o más elementos flexibles, como diafragmas o tubos de caucho que se pueden apretar u oprimir entre sí para cortar la circulación. [38]

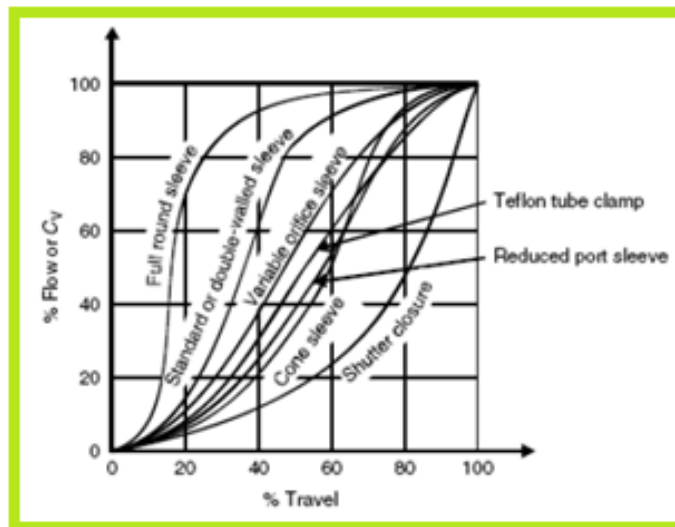
#### **Características**

La válvula de apriete es de vueltas múltiples y realiza el cierre por medio de uno o más elementos flexibles, como diafragmas o tubos de caucho que se aprietan entre sí para cortar o reducir la circulación. [38]

- Se emplea para apertura total o cierre total, estrangulación en temperaturas moderadas para pastas semilíquidas, lodos y pastas de minas, líquidos con grandes cantidades de sólidos en suspensión, sistemas para conducción neumática de sólidos, servicio de alimentos.
- Son fabricadas de caucho, caucho blanco, hypalon, poliuretano, neopreno, neopreno blanco, Buna-N, Buna-S, viton A, butilo, caucho de siliconas, TFE



**Figura 28.** Válvula de Apriete [16].



**Figura 29.** Curvas características de una Válvula de Apriete. [36].

Estas curvas características de caudal inherente que presenta la válvula tipo apriete varían acorde al tipo de asiento, tapón, superficie de sello y reductores de ruido.

### Ventajas

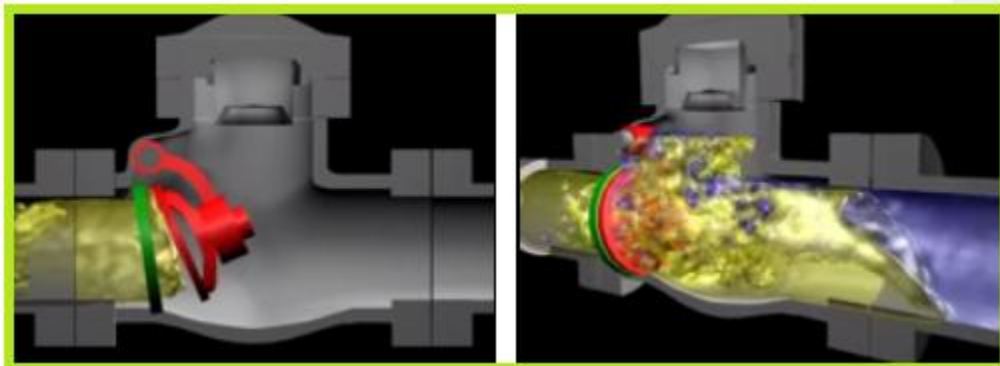
- Bajo costo. Poco mantenimiento.
- No hay obstrucciones o bolsas internas que la obstruyan.
- Diseño sencillo.
- No corrosiva y resistente a la abrasión.

### Desventajas

- Aplicación limitada para vacío.
- Difícil de determinar el tamaño.

#### ***b. Válvulas de retención (Check) de disco oscilante.***

Las válvulas de retención (check) son integrales y se destinan a impedir la inversión del flujo en una tubería. La presión del fluido circulante abre la válvula; el peso del mecanismo de retención y cualquier inversión en el flujo la cierran. Los discos y componentes móviles relativos a los mismos pueden estar en movimiento constante si la fuerza de la velocidad no es suficiente para mantenerlas en su posición estable de apertura total. Hay diferentes tipos de válvulas de retención y su selección depende de la temperatura, caída de presión que producen y la limpieza del fluido. Las válvulas de retención están disponibles en los tipos de bisagra, disco inclinable, elevación (disco, pistón o bola) o de cierre y retención para vapor. La válvula convencional de bisagra tiene una placa o “chapaleta” embisagrada en la parte superior, que produce muy poca caída de presión.



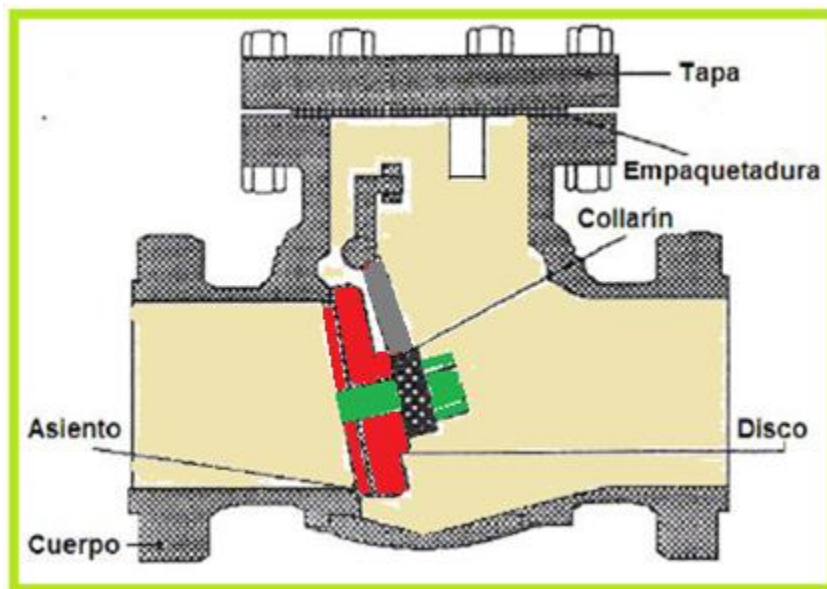
**Figura 30.** Válvulas de retención (Check) de disco oscilante [17].

La placa puede ser un disco de material compuesto cuando el líquido contiene partículas de sólidos, el ruido es indeseable o si se requiere un cierre

hermético. Para reducir las presiones de golpe, de ariete o de choque, se instalan una palanca y un peso externos que producen un cierre más rápido, pero aumentarán la caída de presión. Las válvulas de disco oscilante mantienen una baja resistencia a la circulación por su diseño rectilíneo.

El punto de pivoteo se selecciona para distribuir la presión y tener cierre rápido cuando se invierte el flujo y se considera como que no cierra de golpe. Cuando es deseable que el cierre sea más lento, se puede utilizar un amortiguador externo. La placa flota cuando hay pleno flujo y empieza a cerrar por inclinación a un ángulo creciente con la trayectoria de paso cuando se reduce el flujo.

El disco inclinable produce menos caída de presión a bajas velocidades y más caída a alta velocidad que una válvula equivalente de bisagra. En los tipos más recientes de válvulas ya no se utilizan tanto los cuerpos con brida y ahora tienen cuerpos de placa u “oblea” para instalación entre bridas de tubo. Estos cuerpos están disponibles con placas sencillas montadas excéntricas que producen efecto de disco inclinable o con dos placas embisagradas en el centro.



**Figura 31.** Partes de una Válvula de Retención (Check). [2]

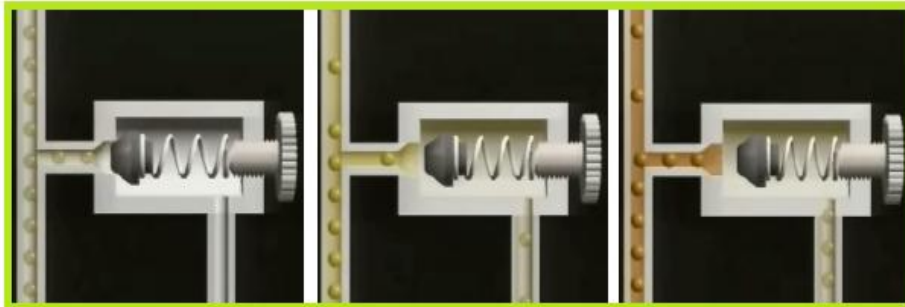
Este último tipo suele tener resortes para ayudar al cierre rápido y minimizar los choques al cerrar. La caída de presión en cualquiera de los tipos de válvulas con cuerpo de placa suele ser más grande en los tamaños pequeños que en los de bisagra y menor en los más grandes. Las válvulas con cuerpo

de placa o con brida se deben instalar en tuberías horizontales o verticales con flujo ascendente, pero nunca con flujo descendente. El disco o bola en una válvula de retención de elevación sube dentro de guías en su asiento, por la presión ascendente. Cuando se invierte el flujo, el disco o bola vuelven a caer a su asiento por el flujo inverso y por gravedad.

La válvula de retención de pistón es un disco con un amortiguador constituido por un pistón y un cilindro que amortiguan cuando ocurre la inversión-de flujo. Esta válvula es adecuada para servicios en donde ocurren frecuentes inversiones de flujo y es, quizá, la única que se ha utilizado con éxito en aplicaciones en donde alterna el flujo.

### ***c. Válvulas de desahogo (Alivio).***

El término válvula de desahogo se aplica a cualquier tipo de dispositivo para este fin, excepto discos de ruptura. En términos estrictos, se debe aplicar a una válvula diseñada para servicio con líquidos; casi todas estas válvulas son pequeñas y tienen rosca de tubo las conexiones. Se les llama de boquilla en la base y esto significa que la boquilla de entrada no es una pieza aparte sino sólo un agujero taladrado en la base del cuerpo.



**Figura 32.** Válvula de desahogo (Alivio) [18].

Todas estas válvulas tienen bonetes cerrados. Un tipo, que es una válvula combinada reguladora y desahogo de presión se utiliza en sistemas de aceite lubricante para bombas y compresores.

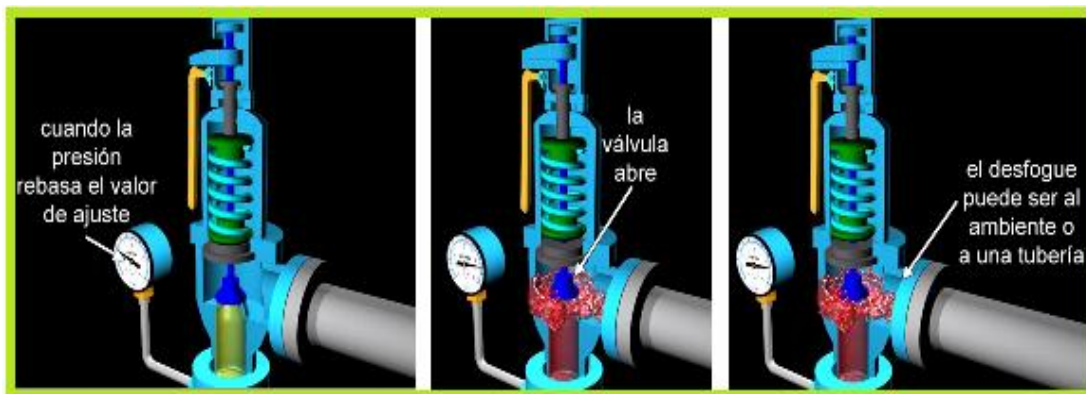
Las válvulas pequeñas, hechas de bronce, algunas con asientos elásticos, se emplean para la dilatación térmica del agua de enfriamiento en los intercambiadores de calor de casco y tubos. Las válvulas de desahogo se

utilizan en la descarga de las bombas de desplazamiento positivo para la dilatación térmica del líquido en tuberías que se pueden obstruir o que están expuestas a la radiación solar u otras fuentes de calor.

Estas válvulas no suelen ser adecuadas para servicio con polímeros porque éstos tienden a sedimentarse y a obstruir o pegar la válvula. Los materiales para los resortes de las válvulas de bonete cerrado suelen ser acero al carbono para servicio a menos de 450°F. Para una temperatura mayor, se necesitan resortes con aleación de tungsteno y también hay resortes de acero inoxidable. Están disponibles diversos revestimientos resistentes a la corrosión.

#### ***d. Válvula de seguridad.***

Similar a la válvula de desahogo, pero de accionamiento rápido, para descargar la presión excesiva ocasionada por gases o líquidos comprimidos. Es para desahogo automático de la presión y la acciona la presión estática en el lado de corriente arriba. La válvula se abre o “dispara” con gran rapidez y se utiliza principalmente en servicios de vapor de agua y gases o vapores.

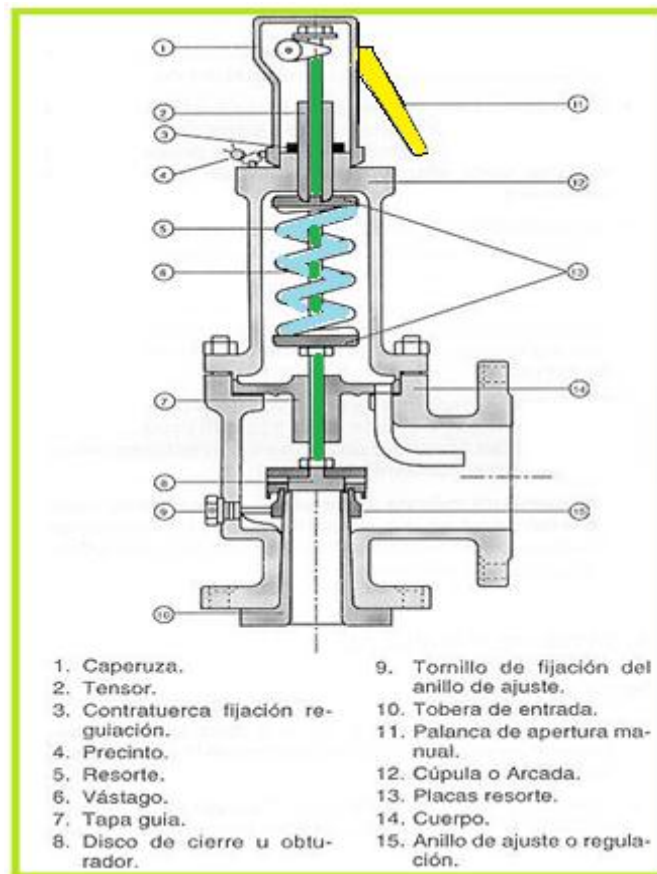


**Figura 33.** Válvula de seguridad. [19]

En la industria, el término válvula de seguridad se aplica en general a las utilizadas en servicio para vapor de calderas y suele tener las siguientes características: conexiones de entrada con brida o extremos soldados, boquilla completa o semiboquilla, resorte descubierto y palanca de elevación.



Las válvulas de seguridad utilizadas para vapor calentado de más de 450°F deben tener cuerpos, bonetes y husillos de acero al carbono o de mejor calidad y los resortes deben estar totalmente al descubierto.



**Figura 34.** Partes de una válvula de Seguridad. [31]

## **1.5 MANTENIMIENTO DE VALVULAS**

### **1.5.1 Definición de Mantenimiento.**

Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de sistemas, equipos y accesorios, que en este caso corresponden a las válvulas.

Las acciones más importantes de mantenimiento son: planificación, programación, ejecución, supervisión y control. Para poder garantizar la disponibilidad operacional de sistemas, instalaciones, equipos y accesorios, el mantenimiento debe ser ejecutado de manera continua y permanente a través

de planes que contengan fines, metas y objetivos precisos y claramente definidos. Predecir significa ver con anticipación. Conocer, conjeturar lo que ha de suceder. Con una buena planificación y programas oportunos de inspecciones rutinarias, el ingeniero de mantenimiento está en capacidad de detectar los síntomas que nos indican, muchas veces con bastante anticipación, que los equipos están próximos a fallar y que, en consecuencia, debe abocarse a corregir las desviaciones antes que se conviertan en problemas de mayor trascendencia. [33]

### **1.5.2 Filosofía del Mantenimiento.**

Disponer de un grupo mínimo de recursos humanos capaz de garantizar optimización de producción, disponibilidad de equipos, y la seguridad en la planta industrial. El principal principio del mantenimiento es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas con el objetivo de mantener la competitividad de la empresa por medio de: Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de equipos, satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa, cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y maximizar el beneficio global. [33]

El mantenimiento es aplicable a todo sistema o empresa que desee aumentar la confiabilidad o la vida útil de sus activos materiales, uno de los aspectos más importantes del mantenimiento de los equipos, maquinarias e instalaciones, es aplicar un adecuado plan que aumente la vida útil de éstos reduciendo la necesidad de repuestos, reparaciones y minimizando el costo de producción. El mantenimiento es un proceso donde se aplica un conjunto de acciones y operaciones orientadas a la conservación de un bien material y que nace desde el momento mismo que se concibe el proyecto para luego prolongar su vida útil. [33]

El mantenimiento se lleva a cabo a través de Programas que corresponde al establecimiento de frecuencias y la fijación de fechas para realizarse cualquier actividad. [33]

### **1.5.3 Tipos de mantenimiento.**

Dentro de los principales tipos de mantenimiento y haciendo énfasis en el de tipo preventivo por ser el aplicado a las válvulas; tenemos los siguientes:

### ***a. Mantenimiento Preventivo.***

Servicios de inspección, control, conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar fallas. Este mantenimiento se realiza con una frecuencia dependiendo de la criticidad del equipo. Es decir, es la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario. **[33]**

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno. **[33]**

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc. **[33]**

### **Ventajas del Mantenimiento Preventivo**

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Menor costo de las reparaciones. **[33]**

### **Fases del Mantenimiento Preventivo:**

1. Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
2. Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.

3. Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
4. Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar. **[33]**

#### ***b. Mantenimiento Correctivo.***

Servicios de reparación en ítems con falla; es decir este mantenimiento se realiza cuando se detecta la falla o cuando ya ocurrió. **[33]**

En el caso puntual de las válvulas, este mantenimiento se da por desgaste de los asientos, lo que genera fugas, al igual que la pérdida del recorrido total o desajustes por falta de lubricación y limpieza de los accesorios que componen la válvula.

#### ***c. Mantenimiento Predictivo.***

Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio. El mantenimiento predictivo basado en la confiabilidad es la forma sistemática de como preservar el rendimiento requerido basándose en las características físicas, la forma como se utiliza, especialmente de cómo puede fallar y evaluando sus consecuencias para así aplicar las tareas adecuadas de mantenimiento (preventivas o correctivas). **[33]**

#### ***d. Mantenimiento Mejorativo o Rediseños.***

Consiste en la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación. No es tarea de mantenimiento propiamente dicho, aunque lo puede hacer el grupo de mantenimiento dependiendo de la organización de funciones en la empresa. **[33]**

#### ***e. Mantenimiento Selectivo.***

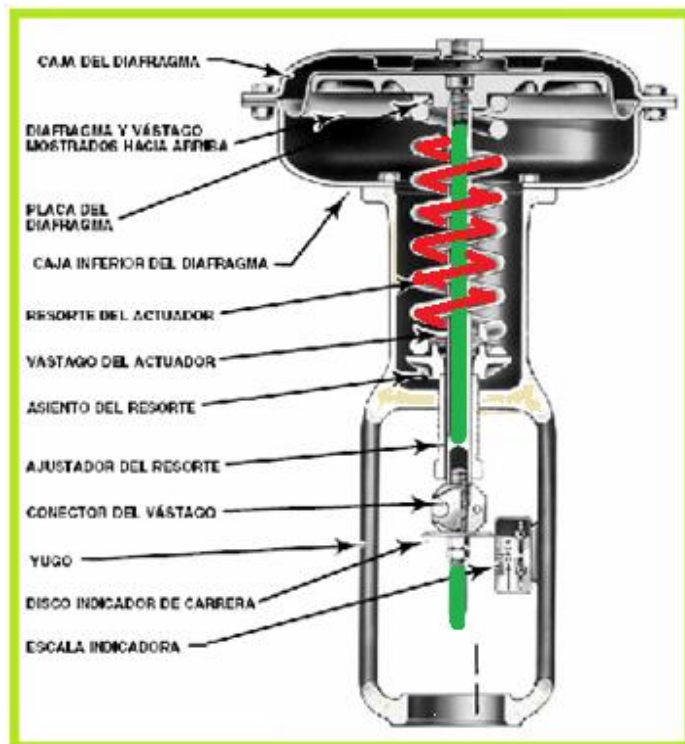
Servicios de cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación. **[33]**

## 1.6 ACTUADORES DE UNA VÁLVULA.

El Actuador de la válvula se define como un dispositivo que se puede utilizar para operar una válvula local o remotamente.

Este está diseñado para funcionar utilizando la energía que puede ser eléctrica, neumática, hidráulica, diafragma o una combinación de estos, donde su movimiento es restringido por su torque o empuje.

### a. De diafragma.



**Figura 35.** Actuador de diafragma [23].

El actuador neumático de diafragma, muy común y muy sencillo es de bajo costo y muy confiable. Estos actuadores suelen funcionar con aire a presiones entre 3psi y 15psi o entre 6psi y 30psi. [22].

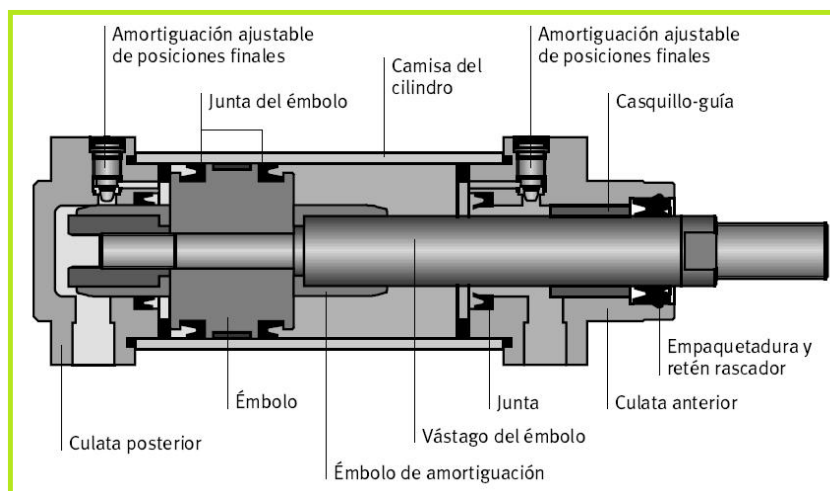
Suelen ser adecuados para servicio de estrangulación mediante señales directas desde los instrumentos. Los tipos disponibles incluyen resortes ajustables o una amplia selección de resortes para adaptar el actuador a la aplicación. Los actuadores de resorte y diafragma tienen menos piezas móviles que se puedan dañar y, por ello, son muy confiables. Si tienen alguna

falla, el mantenimiento es fácil. La mayor ventaja de estos actuadores es que son de falla sin peligro. Cuando se aplica el aire en la cubierta del actuador, el diafragma mueve la válvula y comprime el resorte. La energía del resorte mueve la válvula otra vez a su posición original cuando se corta el aire. En caso de pérdida de señal de presión en el instrumento o en el actuador, el resorte mueve la válvula a la posición original de falla sin peligro. En estos actuadores la válvula puede quedarse abierta o cerrada por falla debida a pérdida de la señal de presión. [22].

La principal desventaja de estos actuadores es su capacidad un tanto limitada. Gran parte del empuje del diafragma lo recibe el resorte y no produce ninguna salida. Este actuador no resulta económico para requisitos mayores de 2 000lb de empuje o torsión (par) mayor de 5 000 in-lbs. En circunstancias muy especiales, el empleo de actuadores para mayores capacidades puede resultar muy costoso. [22].

#### ***b. De pistón neumático.***

Cuando se requiere mayor potencia que la disponible con un actuador de resorte y diafragma se puede utilizar uno de los otros tipos antes mencionados. Los actuadores neumáticos de pistón son los más económicos en cuanto a la fuerza producida para accionar válvulas automáticas de control. Suelen funcionar con presión de entrada entre 50 psi y 150 psi. Aunque algunos tienen resortes de retorno, esta construcción tiene capacidad limitada. [22].

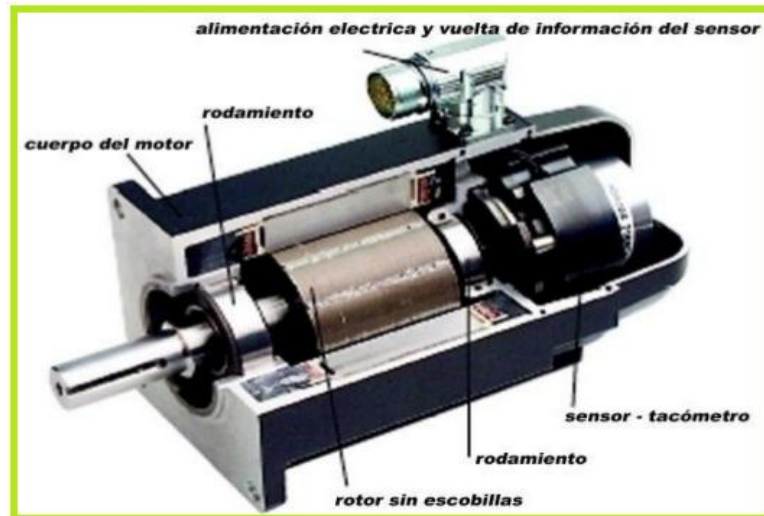


**Figura 36. Actuador de pistón neumático [24].**

Los actuadores de pistón para servicio de estrangulación deben tener ubicadores de doble acción que en forma simultánea apliquen y quiten la carga en los lados opuestos del pistón para que se mueva hacia el lado de presión más baja. El ubicador detecta el movimiento del pistón y cuando llega a la posición requerida, iguala las presiones opuestas en el pistón para producir equilibrio. El actuador de pistón, neumático, es una excelente elección cuando se requiere un aparato compacto y de alto empuje. También puede ser muy eficaz cuando las condiciones variables del servicio necesitan una amplia gama de fuerzas de salida. [22]. Algunas de sus características son:

- Menos partes móviles que cualquier unidad similar, para un mantenimiento más fácil y mínimo tiempo de reparación.
- Tienen caja mecánica y paquete de control.
- Se puede realizar montajes directos sobre las válvulas.
- Tienen indicación y Control local y remoto.
- Cuentan con límites de torque y posición Abrir / cerrar.

### **c. Eléctrico.**



**Figura 37. Actuador Eléctrico. [34]**

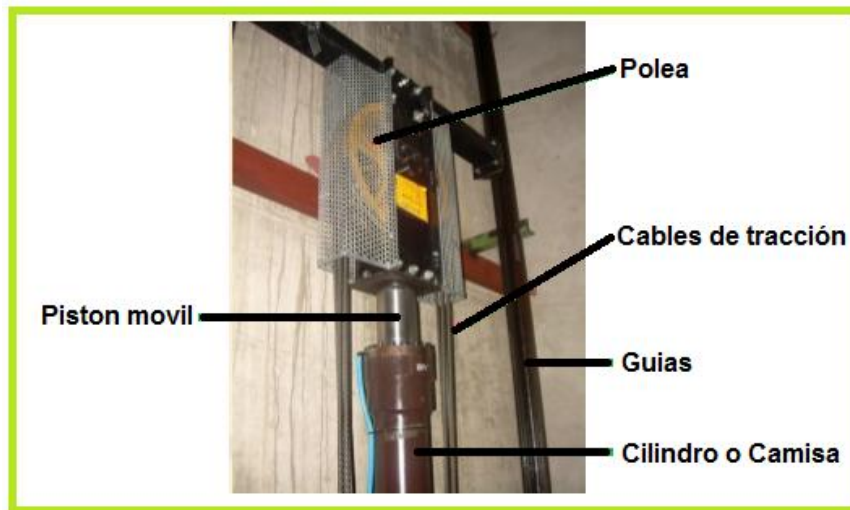
Los actuadores con motor eléctrico, que se utilizan en muchos procesos, consisten, por lo general, en motores con trenes de engranes y están disponibles para una amplia gama de torsiones de salida. Son muy ventajosos para instalaciones remotas en las cuales no hay disponible ninguna otra fuente de potencia. Los actuadores sólo son económicos en tamaño pequeño y para aplicaciones normales. Los actuadores grandes funcionan con lentitud y pesan

mucho más que sus equivalentes neumáticos. En la actualidad, no hay actuadores eléctricos de alto empuje, económicos que tengan acción de falla sin peligro, excepto el cierre en la última posición. Los actuadores para estrangulación tienen limitaciones de capacidad y disponibilidad. [22].

Algunas de sus características son:

- Ofrece una gran variedad de tamaños, torques y velocidades de actuación.
- Poseen características constructivas que se adaptan a la mayoría de las aplicaciones.
- Hay Variedad de alternativas para encontrar el adecuado a su requerimiento de velocidad y torque , capacidad de modificar estos valores en campo, realizados de una manera sencilla y rápida.

#### ***d. Hidráulicos o electrohidráulicos.***



**Figura 38.** Actuadores Hidráulicos. [26]

Los actuadores electrohidráulicos tienen un motor y una bomba para enviar líquido a alta presión a un pistón que produce la fuerza de salida. El actuador electrohidráulico es excelente para servicio de estrangulación por su elevada rigidez y su compatibilidad con las señales analógicas.

La mayor parte de los actuadores electrohidráulicos puede producir empujes elevados, a menudo hasta de 10 000 lb. Sin embargo, tienen la desventaja del alto costo inicial, complejidad y tamaño. Los actuadores hidráulicos, aunque



en esencia son 10 mismo que los electrohidráulicos, difieren en que reciben la potencia desde una unidad externa de bombeo.

Una instalación hidráulica central puede suministrar líquido a una presión de hasta 3 000 psi. El control del actuador se logra con un servoamplificador y un sistema de válvulas hidráulicas. Este sistema puede dar máximo rendimiento como: rigidez excepcional, carrera rápida, empuje muy elevado (a veces hasta 50 000 lb) y muy buenas características de respuesta dinámica pero su precio es muy elevado. [22].

## 1.7 REFERENTES COMERCIALES DE VÁLVULAS.

- **SAMSON.**



**Figura 39.** Logo Samson. [32]

Es una empresa conocida por sus grandes válvulas con calificaciones de alta presión y amplios rangos de temperatura, diseñadas específicamente para aplicaciones críticas en el sector de petróleo y gas y para las centrales eléctricas. Además sus productos incluyen válvulas para manejar con seguridad los medios de comunicación, incluso corrosivos y erosivos, caídas de presión y temperaturas extremas de funcionamiento. Gracias a los sistemas de sellado duradero y altamente eficiente, sus productos son adecuados para su uso en la ingeniería de vacío y evitar las emisiones nocivas para el medio ambiente. [32]

- **VALTEK SULAMERICANA.**



**Figura 40.** Logo Valtek. [27]

Es una empresa que pone en práctica conceptos de excelencia y atención personalizada, suministrando productos con estándar de calidad exclusivo, basados en la selección, especificación y cálculo hasta la manufactura del producto final, realizados por un equipo de gran experiencia y altamente capacitado; Alcanzando el más alto grado de calidad en el proyecto y fabricación de válvulas de control para usos especiales y severos, tales como vapor sobrecalentado, alta presión diferencial, fluidos volátiles, barrosos y erosivos, además de soluciones para cavitación y para alto nivel de ruido. [27].

Estas válvulas de control poseen un diseño y geometría únicos, ofreciendo alta intercambiabilidad de sus componentes, reduciendo así el costo de repuestos, garantizando el alto desempeño y la duración de los productos. [27]

- ***DANFOSS, ENGINEERING TOMORROW.***

Su división de Automatización Industrial desarrolla, fabrica y comercializa controles de presión y temperatura, válvulas industriales, contactores y arrancadores de motor.



**Figura 41.** Logo Danfoss. [28]

Por su gran conocimiento en tecnologías y aplicaciones. A lo largo de los años se ha lanzado sucesivamente nuevos productos y tecnologías, como, transmisores de presión, sensores de temperatura, válvulas proporcionales y, últimamente contactores electrónicos. Estos recientes éxitos incluyen soluciones innovadoras que combinan válvulas de solenoide y tecnologías de medida de temperatura/presión. [28].

- **BROOKS INSTRUMENT.**



**Figura 42.** Logo Brooks. [29]

Los medidores y controladores de flujo de Brooks Instrument son una probada solución para medición y control de flujo en condiciones exigentes, donde ofrece las tecnologías flujometro másico tipo Coriolis, control de presión (reguladores de presión, manómetros, transmisores de presión, sensores de presión y más), y tecnologías de medición de nivel para mejorar sus procesos críticos. [29].

- **ASCO VALVE.**



**Figura 43.** Logo Asco. [30]

Esta empresa diseña y fabrica productos para controlar el flujo de aire, gas, agua, aceite y vapor. Donde su herencia en la innovación ha dado lugar a una extensa línea de productos que van desde dos posiciones de encendido y/o apagado de las válvulas de control de flujo, soluciones completas diseñadas para satisfacer las necesidades de miles de clientes. [30].

## 2. NORMATIVIDAD EN LAS VÁLVULAS.

La industria manufacturera de válvulas es antigua y se encuentra tanto en Estados Unidos como en muchos otros países. El perfeccionamiento de la mayor parte de las válvulas en uso actual tuvo lugar hace décadas y al igual que muchos otros productos manufacturados, se han establecido normas para asegurar la uniformidad entre los diversos fabricantes. [2]

Para especificar válvulas, se acostumbra mencionar que deben cumplir con los requisitos de materiales, diseño, manufactura, pruebas e inspección de una norma determinada. Esto asegura cierta calidad dentro de la uniformidad establecida por la industria. Sin embargo, es posible obtener una calidad mejor que la incluida en la norma. Se pueden utilizar piezas forjadas en vez de fundidas y los componentes pueden ser más fuertes. Además, la mano de obra puede ser mucho mejor que la requerida por las normas. La calidad se relaciona con las características que deben ofrecer los fabricantes y todos deben cumplir con las normas mínimas. [2]

### 2.1 NORMAS ANSI

Elaboradas por la ANSI: American National Standards Institute

- **816.1** - Bridas y accesorios con brida para tubo de hierro fundido (25, 125, 250 y 200 lb) [2]
- **816.5** - Bridas para tubos de acero, válvulas y accesorios con bridas (150, 300, 400, 600, 900, 1 500 y 2 500 lb). [2]
- **816.10** - Dimensiones de cara a cara y de extremo a extremo de válvulas de material ferroso. [2]
- **816.11** - Accesorios de acero forjado (Soldadura de enchufe y roscados) B21 - Juntas no metálicas para bridas de tubo. [2]
- **831.3** - Tubería para refinerías de petróleo. [2]

### 2.2 ESPECIFICACIONES API

Desarrolladas por el API (American Petroleum Institute)

- **598** - Inspección y pruebas de válvulas. [2]

- **600** - Válvulas de compuerta, de acero. **[2]**
- **602** - Válvulas de compuerta de acero al carbono, de diseño compacto para uso en refinerías. **[2]**
- **603** - Válvulas de compuerta resistente a la corrosión, pared delgada de 150 lb para uso en refinerías. **[2]**
- **604** - Válvulas de compuerta y macho con brida, de hierro nodular, para uso en refinerías. **[2]**

### **2.3 NORMAS MSS**

Elaboradas por MSS: Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry.

- **SP25** - Sistema estándar de marcas para válvulas, accesorios, bridas y uniones. **[2]**
- **SP42** - Válvulas, bridas y accesorios con bridas fundidas, resistentes a la corrosión MSS 150 Lb. **[2]**
- **SP53** - Norma de calidad para fundiciones de acero para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías. **[2]**
- **SP54** - Norma de calidad radiográfica para fundiciones de acero para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías. **[2]**
- **SP55** - Norma de calidad para fundiciones de acero para válvulas, bridas, accesorios y otros componentes de tuberías. **[2]**
- **SP61** - Pruebas hidrostáticas de válvulas de acero. **[2]**
- **SP67** - Válvulas de mariposa. **[2]**
- **SP72** - Válvulas de bola con extremos con brida o soldados a tope para servicio general. **[2]**

## 2.4 ESPECIFICACIONES ASTM

Desarrolladas por la ASTM: American Society for Testing and Materials

- **E23** - Pruebas de impacto de materiales metálicos con barra ranurada.
- **E165** - Inspección con líquido penetrante. [2]

### **3. MANTENIMIENTO ESPECIALIZADO DE LA VÁLVULA ELECTRONEUMÁTICA VALTEK**

Esta válvula es un instrumento de fuerza equilibrada con un módulo electro-neumático (I/P), instalado en un actuador de acción-aire para abrir.

Con el convertidor I/P, la señal de corriente se convierte primero a una señal de aire 3 psi a 15 psi. Para el modelo neumático, la señal 3-15 psi se transmite directamente al posicionador, donde la señal de presión actúa sobre el diafragma haciendo el movimiento del vástago del actuador permitiendo el paso de caudal en la válvula tipo globo.

#### **3.1. PRUEBAS Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS**

Para el análisis y diagnóstico de fallas se realizó el siguiente itinerario en donde se hicieron las siguientes pruebas.

- Se puso en funcionamiento y se analizó la operación de la válvula electroneumática VALTEK en donde la señal neumática de 3 a 15psi se fue aumentando y disminuyendo gradualmente, siendo monitoreada con un manómetro, comprobando que la válvula se encuentra con un 0% de apertura con una señal neumática de 3psi (señal de control en 4mA), pero con una señal neumática de 15psi (señal de control en 20mA) se observa que la apertura de la válvula llega a un 80% de apertura; Indicando limitación en su recorrido y por ende se requiere de un mantenimiento preventivo y correctivo.
- Se comprobó y se observó que la válvula no presenta señales de defectos, fisuras, averías o deterioro externamente.
- Las conexiones y conductos del alimentador de presión, del regulador de presión y del convertidor IP al diafragma estos se encuentran en buen estado.
- Al retirar la tapa del convertidor I/P se observa la válvula internamente, anexamente en su exterior su obturador, eje, asiento, las juntas, el cuerpo y pernos no se encuentran limpios ni libre de suciedad y con ciertas partes que se encuentran con óxido.



**Figura 44.** De la parte interna de la tapa del convertidor IP del ZERO y el SPAM. [Fuente: autor]

- Al retirar la tapa del actuador se encuentra los 6 resortes del diafragma y su tapa en un estado de deterioro, llenos de óxido y corrosión.



**Figura 45.** De los 6 resortes y su tapa. [Fuente: autor]



### 3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Mediante este mantenimiento se destina y se garantiza la fiabilidad de la válvula electroneumática antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro, corrigiendo sus respectivos defectos u averías observados.

- Retirando también la tapa del convertidor IP de alimentación, se observó una falla de conexión con sus cables de alimentación, los cuales fueron corregidos y reemplazados otorgando un excelente funcionamiento.



**Figura 46.** Del mantenimiento interno de la tapa del convertidor IP de alimentación. [Fuente: autor]

- Retirar la otra tapa del convertidor IP, donde se ajustó y calibro el ZERO y el SPAM; Ajustando el porcentaje de apertura del 0% con una alimentación de 3psi a 4mA y en su punto máximo lograr una apertura del 100% con una alimentación de 15psi a 20mA; anexamente se le realizó un mantenimiento correctivo a sus partes internas lijándolas, lubricándolas y limpiándolas; donde su tapa es reemplazada por una en acrílico.
- Retirando los tornillos de la tapa del diafragma con cuidado ya que esta presenta una fuerza dada hacia arriba debida a los 6 resortes que posee (los cuales se les realizo un mantenimiento correctivo lijándolos, lubricándolos y limpiándolos).



**Figura 47.** Del mantenimiento interno de la tapa del convertidor IP del ZERO y el SPAM. **[Fuente: autor]**

- Con cuidado se retiró el diafragma, examinándolo para ver si está desgastado, sucio o si ya está para reemplazar, al cual se realizó un lavado de mantenimiento y luego se realizó su montaje nuevamente fijándonos que no se doble y con cuidado colocar la tapa de los resorte sobre ella para poder apretar con firmeza los tornillos de ajuste de la tapa.



**Figura 48.** Del mantenimiento de los 6 resortes. **[Fuente: autor]**

- La lubricación y limpieza de todos los componentes de la válvula como el actuador, resortes del diafragma, pernos, etc. Se realizó usando el lubricante *EASY CLAMP* el cual fue recomendado por el representante del taller de electrónica ya que este es uno de los que utiliza la Universidad Pontificia Bolivariana para el mantenimiento de sus otros equipos.



**Figura 49.** Del lubricante y brilla metal. [Fuente: autor]

- Se realiza un corte en la válvula tipo globo, donde se aprecia una mejor perspectiva del funcionamiento del actuador de la válvula de presión VALTEK.

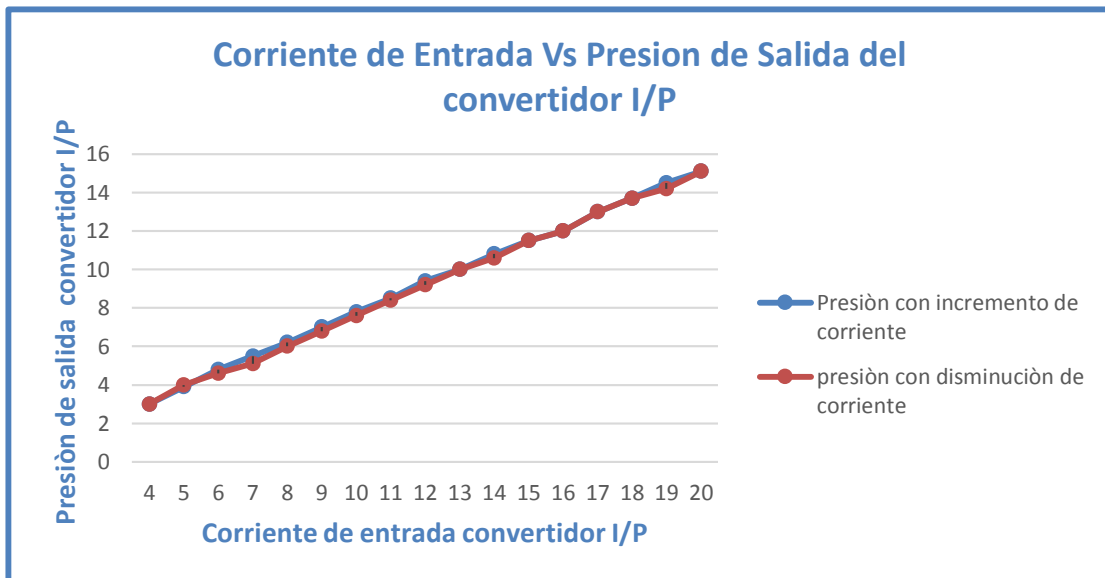


**Figura 50.** Corte de la válvula tipo globo. [Fuente: autor]

- Después de haber terminado el ensamble de la válvula, con sus respectivos ajustes y calibraciones, bajo la supervisión del Ingeniero Juan Carlos Mantilla y Manuel Guillermo, se realizaron pruebas tales como:
  1. El filtro de presión logre un máximo de 35 psi.
  2. El convertidor I/P, funcione correctamente con 4 mA a 3psi y con un máximo de 20mA a 15psi.
  3. No presenten fugas los suministros de aire, las mangueras y sus respectivos conectores

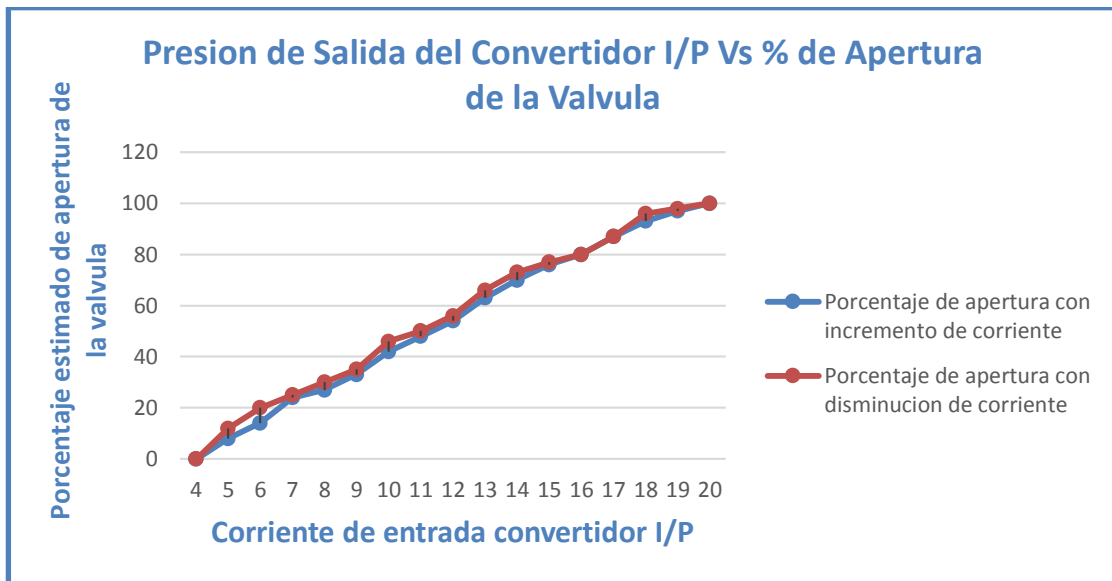
Asegurándose que no se presentaron ninguna clase de fallas en el montaje de la válvula electroneumática VALTEK, se hizo operar observando un funcionamiento correcto.

Mediante la gráfica del análisis funcional de la válvula, con las curvas características del actuador y el convertidor IP, se puede evidenciar el funcionamiento correcto de la misma, donde se presenta a continuación.



**Figura 51.** Corriente de Entrada vs Presión de Salida. **[Fuente: autor]**

Curva característica del actuador y convertidor IP, con su funcionamiento de apertura del (0% con una alimentación de 3psi a 4mA) a un (100% con una alimentación de 15psi a 20mA).



**Figura 52.** Presión de Salida vs Apertura de la Válvula [Fuente: autor]

- Todo este proceso de mantenimiento correctivo y preventivo se realizó con la supervisión de los encargados del laboratorio de instrumentación.



**Figura 53.** Del ensamblaje de la válvula industrial VALTEK. [Fuente: autor]

## 4. INGENIERÍA DE DETALLE DEL MÓDULO DE VÁLVULAS

### 4.1. SOFTWARE SOLIDWORKS

Es una aplicación de automatización de diseño mecánico que permite croquizar ideas con rapidez, crear rápidamente piezas, ensamblajes y dibujos en 2D y 3D, experimentar con operaciones y cotas, producir modelos y dibujos detallados.

Una de las prestaciones más versátiles de la aplicación Solidworks es su capacidad para reflejar cualquier cambio realizado en una pieza o en un ensamblaje; ofreciendo información a medida que se lleva a cabo una tarea, como puede ser el croquizado de una entidad o la aplicación de una operación.

[4]

#### 4.1.1. Estructura.

Está organizada y responde a los tipos de documentos básicos como piezas, ensamblajes y dibujos.

Sección	Título	Temas que aborda
1	Conceptos básicos	Presenta los conceptos del diseño, la terminología de SolidWorks y brinda una explicación general sobre las opciones de ayuda.
2	Piezas	Muestra los métodos, herramientas y operaciones de diseño utilizados habitualmente para elaborar piezas.
3	Ensamblajes	Indica cómo pueden agregarse piezas a un ensamblaje, especificar relaciones de posición y utilizar los métodos de diseño en contexto.
4	Dibujos	Aborda los formatos de hojas de dibujo, las vistas, las cotas, las anotaciones y las listas de materiales.
5	Tareas de ingeniería	Repasa las aplicaciones de complementos, las utilidades y otros recursos para realizar tareas avanzadas.
Lección paso a paso		Brinda instrucciones guiadas para realizar tareas básicas.
Ejercicios		Brinda ejemplos de ejercicios para practicar el material.

Figura 54. Estructura de las herramientas [4]

#### **4.1.2. Diseño 3D.**

Los modelos diseñados en solidworks constan de geometrías en 3D que definen sus caras, aristas y superficies, estos diseños contienen piezas u otros ensamblajes.

Al diseñar una pieza en solidwork se emplea un procedimiento de diseño en 3D; desde el croquis inicial hasta el resultado final, está creando un modelo en 3D. A partir de este modelo, puede crear dibujos en 2D o componentes de relaciones de posición que consten de piezas o subensamblajes para crear ensamblajes en 3D. [4]

Cuando se diseña un modelo con SolidWork, este se puede visualizar en tres dimensiones para ver su aspecto una vez fabricado. [4]

### **4.2 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

En el diseño del módulo de válvulas se utilizó la válvula electroneumática VALTEK, un posicionador Beta I/P De FLOWSERVE el cual tiene un convertidor I/P, por otra parte se seleccionó la válvula de Control SAMSON seccionada para ser adquirida por la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA; los cuales se emplean para el estudio y caracterización de las válvulas industriales en el laboratorio de instrumentación industrial donde se podrá acceder, familiarizar e identificar las diferentes partes de una válvula, al igual que permitirá la realización de un análisis operativo de las mismas y de sus actuadores.

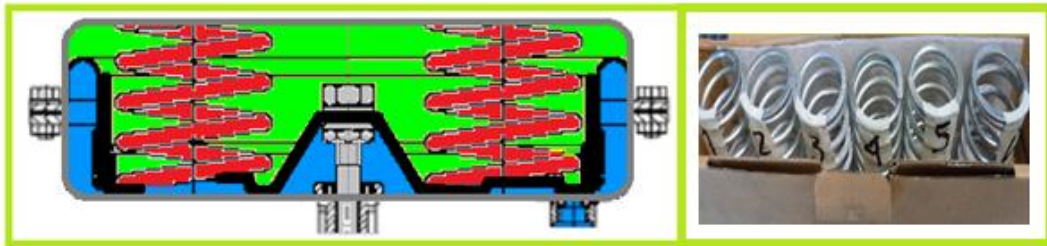
A continuación se realizara las especificaciones técnicas de cada una de las válvulas y el calibrador de procesos el cual es utilizado en modo de simulación y/ o como generador de corriente de 4mA a 20mA.

#### **4.2.1. Válvula electroneumática VALKTEK.**

Esta consta de tres partes: Actuador, pocisionador y cuerpo de la válvula.

## Actuador

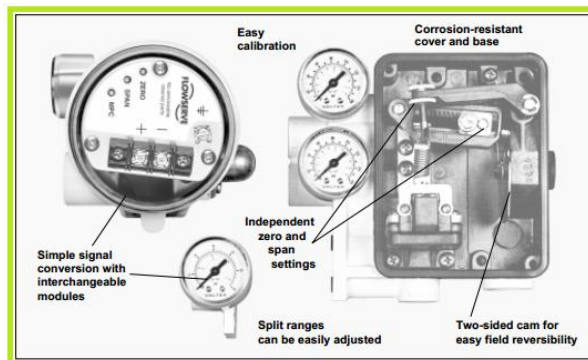
- Utiliza un actuador de diafragma, el cual funciona “aire para abrir”, con una presión inicial de 3 psi a 15 psi.
- El diafragma está construido en caucho, con una base metálica la cual sostiene 6 resortes construidos en aluminio.



**Figura 55.** Diafragma [Fuente: autor]

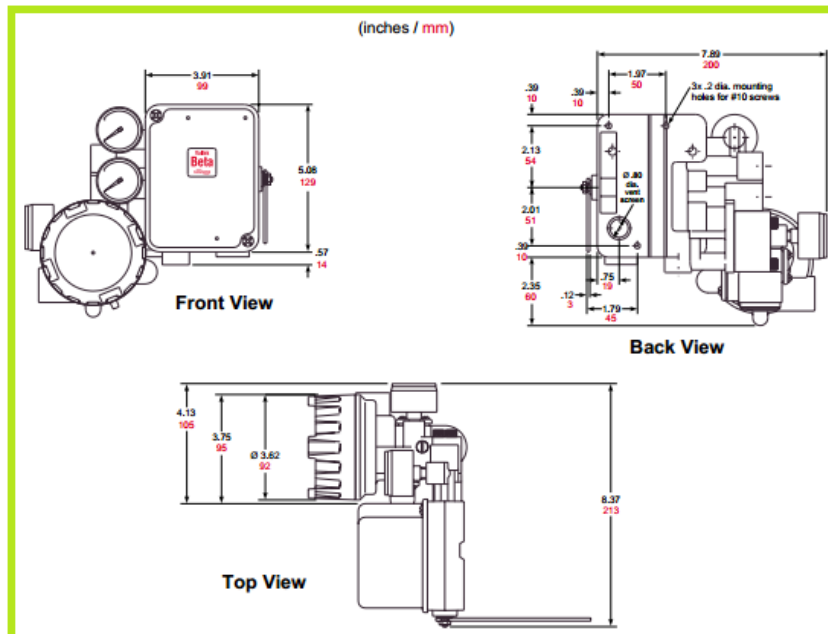
## Posicionador

- El actuador es un posicionador Beta I/P De FLOWSERVE cuya función es asegurar que la posición del vástago corresponda a la señal de salida del controlador, y en donde con el zero y el span de naturaleza mecánica se ajustan los límites de operación de la válvula, tal como se puede ver en la figura 56.
- Tiene un convertidor I/P que recibe una señal de control de 4mA a 20mA, para convertirla al formato de 3psi a 15psi, y el cual también permite el ajuste del zero y el span de naturaleza electrónica, para el ajuste fino y complementario del posicionador con respecto a la carrera del vástago (ver figura 56).



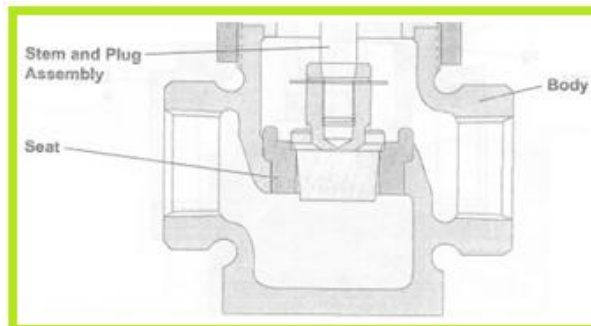
**Figura 56.** Del posicionador y convertidor I/P [37].





**Figura 57.** Dimensiones del posicionador y convertidor I/P. [37]

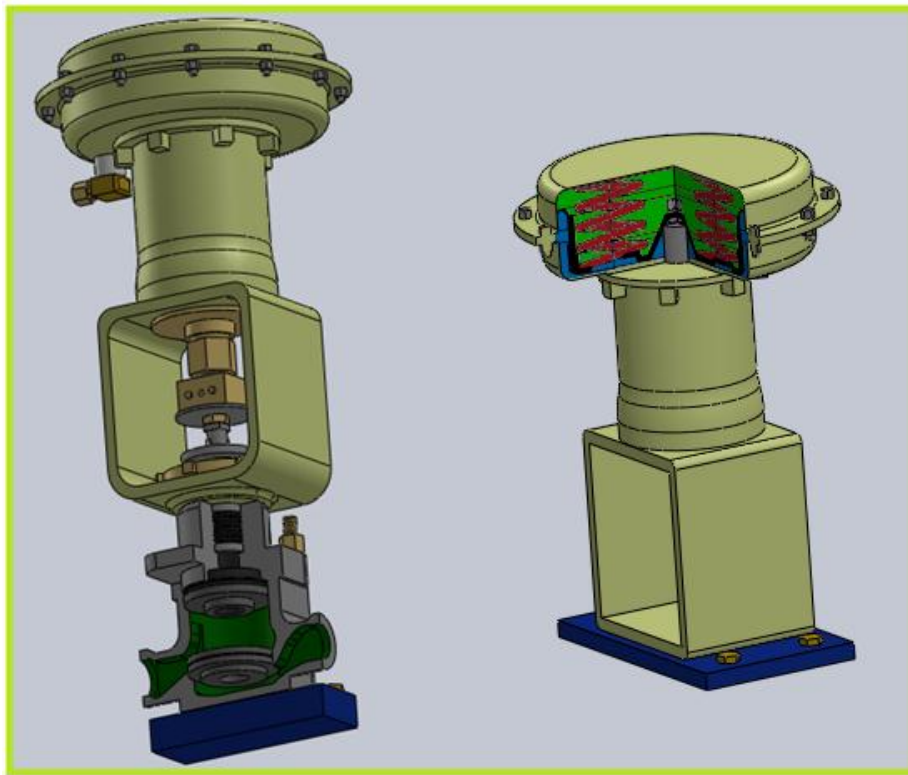
### Cuerpo de la válvula



**Figura 58.** Válvula de globo. [37]

- Válvula tipo globo
- Con un sistema de control tipo proporcional
- Tapón en forma tipo V
- Presenta un sistema de falla Normalmente cerrado de aire para abrir
- El material del cuerpo de la válvula es en bronce con asiento tipo roscado

#### 4.2.2. Válvula de control SAMSON seccionada



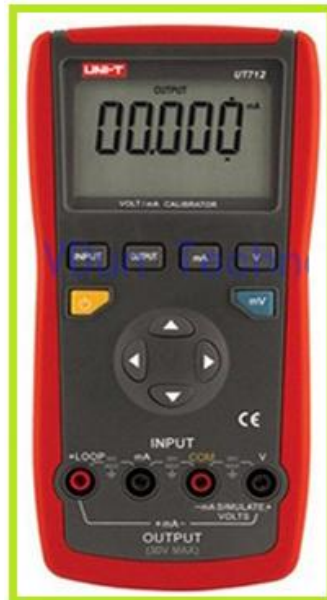
**Figura 59.** Válvula de control SAMSON seccionada estimada. **[Fuente: autor]**

- Válvula solenoide proporcional marca BURKERT
- Modelo 2836
- Tipo 2 vías / 2 posiciones
- Normalmente cerrada Conexión 1/2" NPT
- Material del cuerpo en latón
- Material de los sellos en FKM
- Voltaje 24 VDC, 24 Watts, Rango de presión -1 a 25 bar.
- Temperatura máxima del fluido 90°C. Origen Alemán

### **Pocisionador**

- Control electrónico marca BURKERT
- Modelo 8605, Para electroválvulas proporcionales
- Material del cuerpo en poliamida
- Voltaje de operación 12-24 VCD
- Señal de entrada 0-10V/ 0-5V/ 4-20mA/ 0-20mA (ajustable)
- Cable plug con conexión PG
- Origen Alemán.

### **4.2.3. Calibrador de procesos**



**Figura 60.** Calibrador de Procesos. [35]

### Especificaciones

Basic Functions	Range	Best Accuracy
Measure / Source Voltage	200mV / 20V	$\pm(0.04\%+2)$
Measure / Source Current	20mA	$\pm(0.04\%+2)$
<b>Special Functions</b>		
Sinking Current	-20mA	$\pm(0.04\%+2)$
Loop Current	20mA	$\pm(0.04\%+2)$
Loop Power	24V	$\pm 10\%$
Temperature coefficient	0°C~18°C / 28°C~50°C	$\pm 0.005\% \text{Range}/^{\circ}\text{C}$
Low Battery Display		✓
Input Impedance for DC Voltage	1MΩ	✓

[35].

### Características generales

Power	9V Battery (6F22)
LCD Size	40 x 63mm
Product Color	Red and Grey
Product Net Weight	410g
Product Size	96 x 193 x 47mm
Standard Accessories	Test Lead, Battery, English Manual, Carrying Bag
Standard Individual Packing	Gift Box
Standard Quantity Per Carton	24pcs
Standard Carton Measurement	610 x 450 x 355mm (0.097 CBM Per Standard Carton)
Standard Carton Gross Weight	19kg

[35].

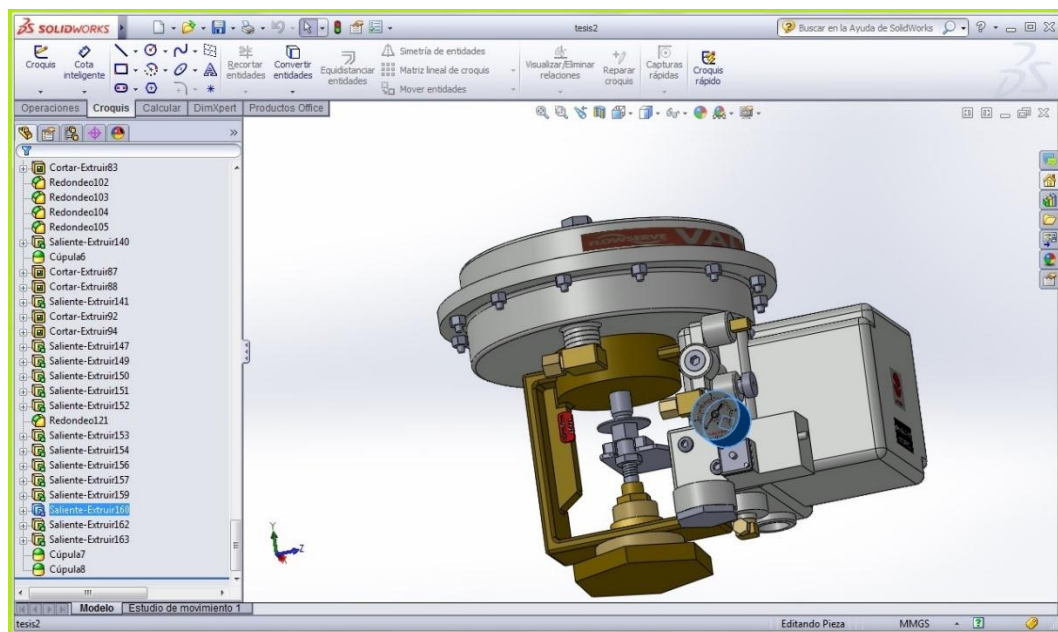
## 4.3 DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO

El módulo didáctico fue diseñado en el software Solidworks, el cual se trabajó en un modelado mecánico basado en parámetros y medidas donde esta herramienta nos permite el diseño y ensamble de piezas, diseño de tuberías, circuitos, herramientas, entre otras.

Cada pieza del módulo se realizó a escala real, basándonos en el diseño de croquis, manejo de planos y operaciones de extrusión de salientes y cortes, redondeo, revoluciones, cúpulas, etc.

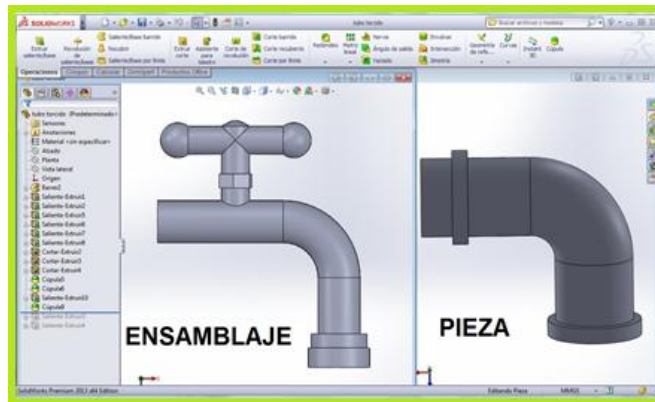


**Figura 61.** Herramientas de operaciones. [Fuente: autor]



**Figura 62.** Herramientas de croquis.  
(Tomada de la pieza de la válvula VALTEK), [Fuente: autor]

Este software permite visualizar el acabado final de las estructuras y los dispositivos diseñados o interconectando diferentes piezas a través de uno o varios ensambles, facilitando el trabajo de diseño con un alto grado de complejidad.



**Figura 63.** Ensamblaje y pieza en 3D. [Fuente: autor]

Su vista renderizada final es la última de las herramientas que se utiliza en el diseño del módulo, permitiendo hacer una aproximación de cómo se vería el modulo en la realidad, esta vista se puede apreciar desde cualquier ángulo; teniendo en cuenta sus proporciones, formas y texturas utilizadas.



**Figura 64.** Vista preliminar del renderizado del módulo didáctico. [Fuente: autor]

## 5. APLICACIÓN PRÁCTICA

Mediante la guía **VÁLVULA ELECTRONEUMÁTICA PROPORCIONAL TIPO GLOBO** la cual se utilizará a lo largo del ciclo para el desarrollo de las diferentes prácticas en las que sea necesario su uso, donde se pretende reforzar los principios fundamentales de la ingeniería en el campo de válvulas industriales con el fin de conocer su aplicabilidad en el ámbito laboral enfocada a sistemas productivos, su control y efectividad.

Esta guía deberá orientar al alumno a solucionar un problema de aplicación real ya sea para el área de servicio o de producción, utilizando todos los pasos del proceso solucionador de problemas, para que sea capaz de presentar una solución estructurada y fundamentada con los resultados óptimos esperados para mejorar los indicadores de productividad de la empresa.

### 5.1 PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Es muy importante analizar el objetivo de la práctica para el desarrollo de la misma donde es necesario el estudio del marco teórico del tema que se propone para que los estudiantes puedan comprender los conceptos básicos de la práctica que se realizara.



**Figura 65.** Monitoria en la especialización en control e instrumentación industrial. [Fuente: autor]

La guía se puso a prueba en la **ESPECIALIZACIÓN EN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL** durante dos periodos donde los estudiantes deben calibrar y ajustar el convertidor I/P (4 a 20mA / 3 a 15psi)

de una válvula electroneumática proporcional, usando un calibrador de proceso, y verificar la linealidad de su actuador.

## 5.2. GUÍA DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE INSTRUMENTACION  
ESPECIALIZACIÓN EN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN  
INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA - SECCIONAL  
BUCARAMANGA**

### OBJETIVO GENERAL

Analizar especificaciones técnicas y simbología, poner en operación, y evaluar diferentes características de instrumentos analógicos y digitales.

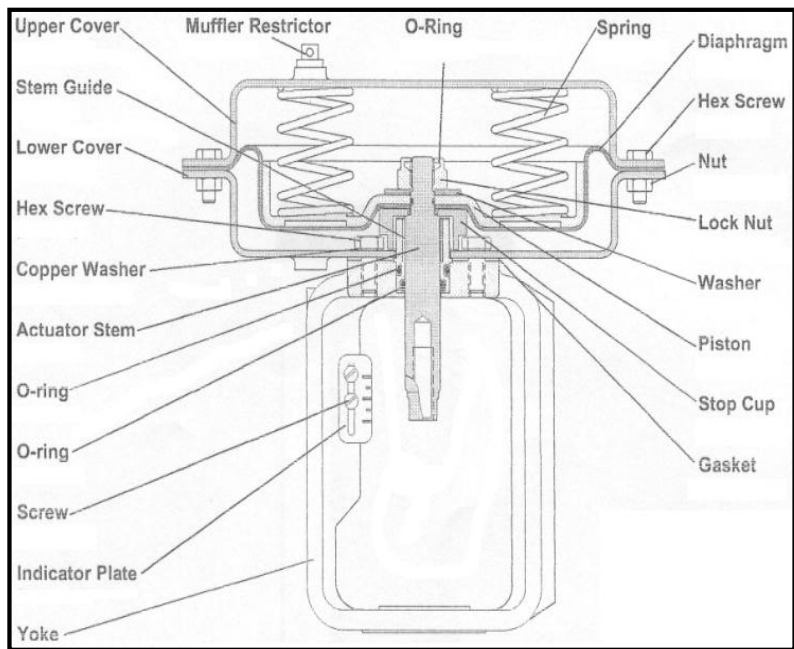
### **1. VÁLVULA ELECTRONEUMÁTICA PROPORCIONAL TIPO GLOBO.**

**Objetivo.** Calibrar y ajustar el convertidor I/P (4 a 20mA / 3 a 15psi) de una válvula electroneumática proporcional, usando un calibrador de proceso, y verificar la linealidad de su actuador.

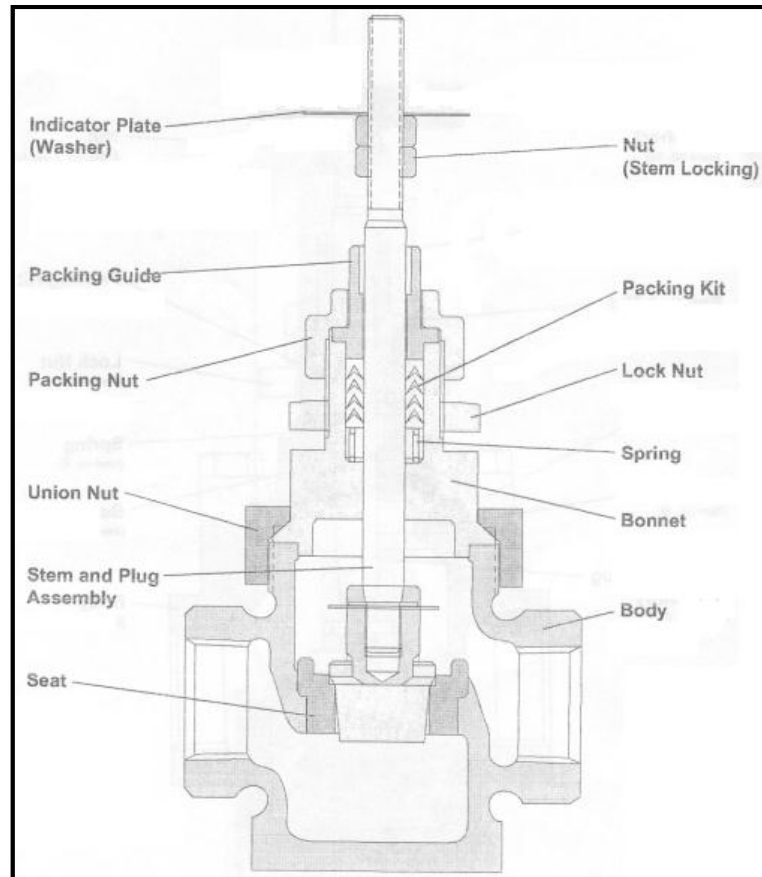
### **Procedimiento.**

- a. Identificar el *sistema de suministro de aire de instrumentos*.
- b. Identificar el *regulador de presión de línea de 35 psi<sub>(máx.)</sub>*.
- c. Identificar la válvula electroneumática (Actuador - Cuerpo) y su convertidor I/P.



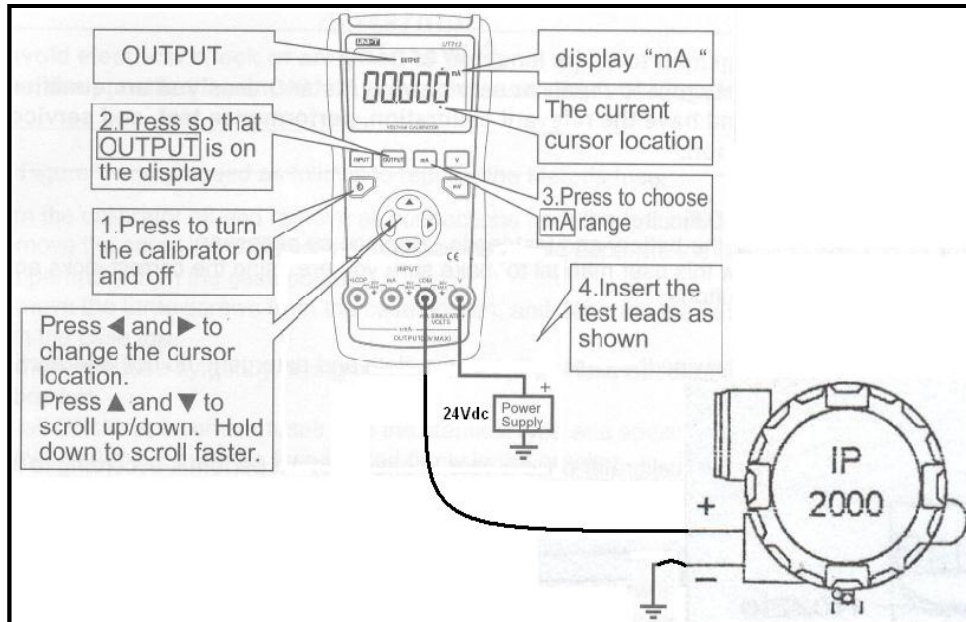


**Figura 66.** Partes Actuador de Diafragma.



**Figura 67.** Partes una Válvula de Globo.

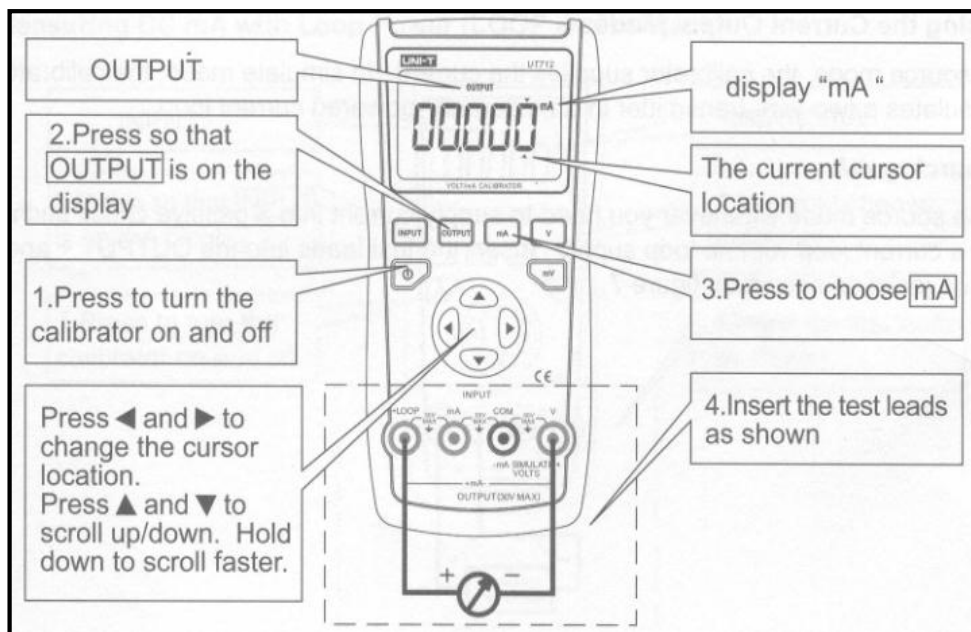
- d. Conectar al convertidor I/P, el calibrador de proceso en modo de simulador de lazo de corriente 4 a 20mA con fuente externa de 24Vdc. (Según Norma ANSI / ISA RP12,6).



**Figura 68.** Conexiones Convertidor – Calibrador de Procesos.

- e. Prender el calibrador de proceso, ajustándolo en modo salida y en miliamperios.
- f. Si se incrementara la presión del sistema de suministro de aire de instrumentos por encima de 40psi, el regulador de presión de línea de 35psi (Max) mantendría la presión por debajo de 35psi sobre el convertidor I/P, independientemente de la presión de entrada, con el objeto de proteger al instrumento contra sobrepresiones del sistema.
- g. Ajustar en el calibrador de proceso la corriente de lazo en 4mA, y verificar en el manómetro del convertidor I/P la presión de 3psi. En caso de desajuste del convertidor I/P, manipular el trimer “cero” hasta ajustar los 3psi exactos.
- h. Ahora ajustar en el calibrador de proceso la corriente de lazo en 20mA, y verificar en el manómetro del convertidor I/P la presión de 15psi. En caso de desajuste del convertidor I/P, manipular el trimer “spam” hasta ajustar los 15psi exactos. Cierre el convertidor I/P.

- i. Lleve la corriente de lazo a 4mA, e incrementándola gradualmente observe el comportamiento de la válvula (% de Apertura indicado en una escala graduada con un disco sobre el vástago de la válvula). Llene la **Tabla 4**.
- j. Lleve la corriente de lazo a 20mA (100% de Apertura de la Válvula) e induzca una falla en el sistema apagando el calibrador de proceso. La válvula no posee memoria, es de tipo normalmente cerrada y está configurada “Aire para Abrir”, de tal manera que en caso de falla, por seguridad, la válvula deberá cerrarse (resorte interno ubicado sobre el diafragma del actuador).
- k. En la calibración y ajuste de válvulas en campo, los calibradores de proceso dan otras alternativas (Operación en modo fuente de corriente de lazo) para operar manualmente una válvula en caso tal que se carezca de fuente de alimentación externa. Para la presente válvula se puede aplicar este método de calibración siempre y cuando la batería interna del calibrador tenga un voltaje característico ( $5,5Vdc \leq V_{BATERIA} \leq 30Vdc$ ; según fabricante de la válvula) pues de lo contrario se tendrá un mal funcionamiento del convertidor I/P.

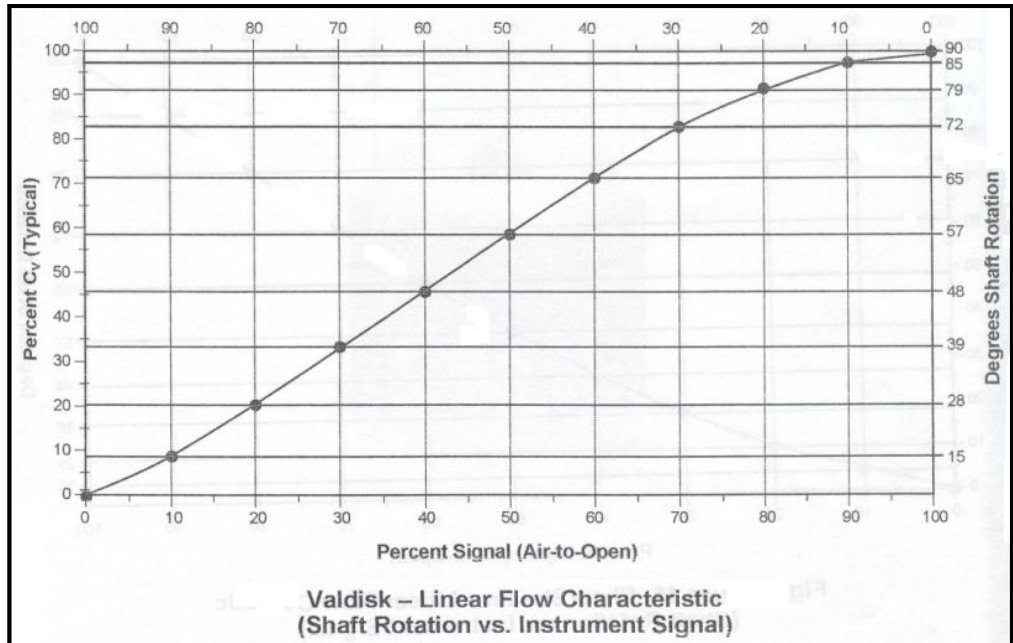


**Figura 69.** Partes de un Calibrador de Procesos.

**Tabla 4.** Datos de Apertura-Cierre de la Válvula Electroneumática.

<b>Corriente de Entrada Convertidor I/P</b>	<b>Presión de Salida Convertidor I/P</b>	<b>Porcentaje Estimado de Apertura de la Válvula</b>
4Ma	3psi	0%
5mA		
6mA		
7mA		
8mA		
9mA		
10mA		
11mA		
12mA		
13mA		
14mA		
15mA		
16mA		
17mA		
18mA		
19mA		
20mA		
19mA		
18mA		
17mA		
16mA		
15mA		
14mA		
13mA		
12mA		
11mA		
10mA		
9mA		
8mA		
7mA		
6mA		
5mA		
4mA		

- l. Realice la apertura y cierre de la válvula en este modo de operación (Operación en modo fuente de corriente de lazo).
- m. Apague el calibrador de proceso y desconecte el circuito de lazo 4 a 20mA.
- n. La curva característica inherente de la válvula dada por el fabricante es:



**Figura 70.** Curva característica válvula Valtek

- **Resultados.**

- a. Graficar Corriente de Entrada Vs Presión de Salida del Convertidor I/P. Evaluar linealidad e Histéresis del convertidor I/P.
- b. Graficar Presión de Salida del Convertidor I/P Vs % de Apertura de la Válvula. Evaluar linealidad e Histéresis del Actuador Neumático Tipo Diafragma.
- c. Conclusiones y Recomendaciones.

## CONCLUSIONES

Se implementó una guía de laboratorio para la ESPECIALIZACIÓN EN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, cuya finalidad es que el estudiante analice y evalúe las curvas características y operación de la válvula electroneumática VALTEK; así como también poder llevar a cabo la calibración y ajuste del convertidor I/P (4mA a 20mA/ 3psi a 15psi) de la válvula usando un calibrador de procesos tipo industrial.

Se realizó el mantenimiento preventivo y correctivo de la válvula electroneumática VALTEK, ya que esta tiene un tiempo aproximado de adquisición de 15 años y su recorrido estaba limitado al porcentaje de apertura del 80%.

Se realizó una investigación detallada acerca de los diferentes tipos de Válvulas industriales y Actuadores que existen en el mercado actualmente, buscando comprender cuales son los parámetros fundamentales en el proceso de selección de una válvula.

Se reconoció la importancia que tiene el estudio de las Válvulas para los estudiantes de pregrado y posgrado de la UPB, en razón a que es el elemento final de control de mayor uso en la regulación de variables de proceso.

Se realizó un estudio acerca de las principales normas y estándares que rigen el diseño, operación y mantenimiento de las válvulas industriales en el mercado actual, pudiendo evaluar que son poco conocidas en razón a que el usuario final solo especifica la variable a regular, y en donde el proveedor de válvulas se encarga de todos los cálculos métricos de las mismas.

Se desarrolló de manera gráfica en tres dimensiones y con alto grado de precisión el DISEÑO DE VALVULAS INDUSTRIALES para el laboratorio de Instrumentación de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, gracias a la utilización del Software SOLIDWORKS.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. CREUS SOLÉ, Antonio; instrumentación industrial; 6ª edición; Marcombo S.A.; Barcelona-España; 1997.
- [2]. GREEN W., Richard; Válvulas Selección, Uso Y Mantenimiento; Mc Graw Hill; Méjico.
- [3]. CRANE; Flujo De Fluidos En Valvulas En Valvulas Accesorios Y Tuberias; Mac Graw Hill; Méjico.
- [4]. SOLIDWORKS; AYUDA SOFTWARE SOLIDWORKS; Recursos de SolidWorks. Introducción a SolidWorks, Pág. 9 y 10; 2010
- [5]. COMEVAL, Válvulas Industriales, Glosario y definiciones, Globo {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: ([http://www.comeval.es/formacion\\_glosario\\_2007.htm](http://www.comeval.es/formacion_glosario_2007.htm))
- [6]. MARBÁN, Rocío M. - PELLECCER C., Julio A., Metrología para no Metrólogos, 2ª Edición, Editorial Producción y Servicios Incorporados S.A., 2002 p. 20.
- [7]. MIRANDA, Juan, Válvula de Globo {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<https://www.youtube.com/watch?v=PAC960OxzZU>)
- [8]. DAIKIN, España, Funcionamiento y montaje Válvula de tres vias {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<http://www.hecam.com.ar/fotos/valvulas/valvulas-de-paso--con-pasaje-en-angulo-2g.jpg>)
- [9]. MIRANDA, Juan, Válvula de tres vías {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<https://www.youtube.com/watch?v=5X7x1RavpPE>)
- [10]. BVALVES FLOW SYSTEMS AND CONTROLS, {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: ([www.bvalve.es/wp-content/uploads/2013/09/v1c-jaula-guiada.jpg&w=300&h=500&q=100](http://www.bvalve.es/wp-content/uploads/2013/09/v1c-jaula-guiada.jpg&w=300&h=500&q=100))
- [11]. MIRANDA, Juan, Válvula de Compuerta {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<https://www.youtube.com/watch?v=VQrBKpngvic>)

**[12].** IMG. INDUSTRI, Valvula en Angulo {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: ([http://img.directindustry.com/images\\_di/photo-g/angle-seat-valve-61940-2854271.jpg](http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/angle-seat-valve-61940-2854271.jpg))

**[13].** MIRANDA, Juan, Válvula de Mariposa {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<https://www.youtube.com/watch?v=QF-nmNm08no>)

**[14].** HG.WOLFURIOUS, Descripción y Funcionamiento de una válvula de Bola {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: ([https://www.youtube.com/watch?v=D98e\\_BKUYVE](https://www.youtube.com/watch?v=D98e_BKUYVE))

**[15].** MIRANDA, Juan, Válvula de Aguja {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: ([https://www.youtube.com/watch?v=\\_N\\_n9nr-H-E](https://www.youtube.com/watch?v=_N_n9nr-H-E))

**[16].** VALVULAS. {En línea} {Noviembre 19 de 2014} <http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/Image192.gif>

**[17].** MIRANDA, Juan, Válvula de Retención Oscilante {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<https://www.youtube.com/watch?v=OXh9sPpaG3w>)

**[18].** CHAVEZ, Josho, Válvulas de Alivio {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<https://www.youtube.com/watch?v=iTowiEAGfEU>)

**[19].** MIRANDA, Juan, Válvula de Seguridad {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<https://www.youtube.com/watch?v=rAzqv9khGsE>)

**[20].** VALVIAS, Coeficiente de Caudal {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<http://www.valvias.com/coeficiente-de-caudal.php>)

**[21].** UNPL {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: ([http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/PPT\\_Valvulas%20de%20Control.pdf](http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/procesos/transparencia/PPT_Valvulas%20de%20Control.pdf))

**[22].** GREENE, Richard W.; VALVULAS, Selección, uso y mantenimiento; Mc Graw-Hill; México.



[23]. Actuador neumático de Diafragma Lineal {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<http://www.valvias.com/tipo-actuador-pneumatico-de-diafragma-lineal.php>)

[24]. OMNIVALVE, Omni Model PX - Pneumatic Piston Actuator {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<http://www.youtube.com/watch?v=rx5mnESBwG0>)

[25]. ROTORK {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<http://www.rotork.com/public/backend/uploads/pageimages/39/rompak.jpg>)

[26]. COMEVALVALVESYSTEMS, Actuador hidráulico por contrapeso VAG HYsec {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<https://www.youtube.com/watch?v=0ebjSty5O8c>)

[27]. VALTEK SULAMERICANA {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: <http://www.valteksulamericana.com/espanhol/empresa.asp>

[28]. DANFOSS {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: ([http://www.danfoss.com/Latin\\_America\\_spanish/AboutUs/Our+History/](http://www.danfoss.com/Latin_America_spanish/AboutUs/Our+History/))

[29]. BROOK INSTRUMENTS {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: (<http://www.brooksinstrument.com/index.php>)

[30]. ASCO VALVES {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: ([web:http://www.ascovalve.com/](http://www.ascovalve.com/))

[31]. SIAFA, Válvulas de Seguridad {En línea} {Noviembre 19 de 2014} disponible en: [Página web: http://www.siafa.com.ar/notas/nota161/valvulas.htm](http://www.siafa.com.ar/notas/nota161/valvulas.htm)

[32]. SAMSON {en línea} {Noviembre 26 de 2014} disponible en: [Página web: http://www.samson.es/es-products-01.htm](http://www.samson.es/es-products-01.htm)

[33]. GARZÓN GRANADOS, Elkin Alexander; Inventario general y Rutinas de mantenimiento para las válvulas de proceso de las facilidades de producción del campo petrolero caño limón; Bucaramanga; 2006; 102 p; Trabajo de Grado (INGENIERIA MECANICA); Universidad Industrial de Santander; Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas.

**[34].** AMPION INDUSTRIAL AND CONTROL REPAIR Inc. {En línea} {Noviembre 2 de 2014} disponible en: (<http://www.industrialelectronicsrepairs.com/images/servo-motor-repair2.jpg>)

**[35].** CALIBRADOR DE PROCESOR {En línea} {Febrero 2 de 2015} disponible en: (<http://es.aliexpress.com/item/UT712-Voltage-Current-Process-Calibrator-Loop-Measure-Source-V-mA/1695834919.html>)

**[36]** MANTILLA, Juan Carlos, docente UPB. Facultad de ingeniería electrónica, Material de clase; 2014.

**[37]** FLOWSERVE CORPORATION PRODUCTS {En línea} {Noviembre 2 de 2014} disponible en: ([http://www.flowserve.com/Products/Valves/Positioners/Analog/XL-High-Performance-Analog-Positioner%2Cen\\_US](http://www.flowserve.com/Products/Valves/Positioners/Analog/XL-High-Performance-Analog-Positioner%2Cen_US))

**[38]** CAROLI, Enrique José; Válvulas: Instrumentación y Control. Calderas del Norte S.A de C.V.

**ANEXOS A. Valtek Beta Positioners for Control Valves  
(Ver CD-ROM)**

**ANEXOS B. Valtek user instructions  
(Ver CD-ROM)**

**ANEXOS C. Valtek beta positioners features  
(Ver CD-ROM)**

**ANEXOS D. Cotización Válvula Samson  
(Ver CD-ROM)**

**ANEXOS E. Especificaciones Técnicas Filtro Valtek  
(Ver CD-ROM)**