

BLOQUE II. INSTRUMENTACIÓN Y ELEMENTOS DE CONTROL

TEMA 5: VÁLVULA DE CONTROL

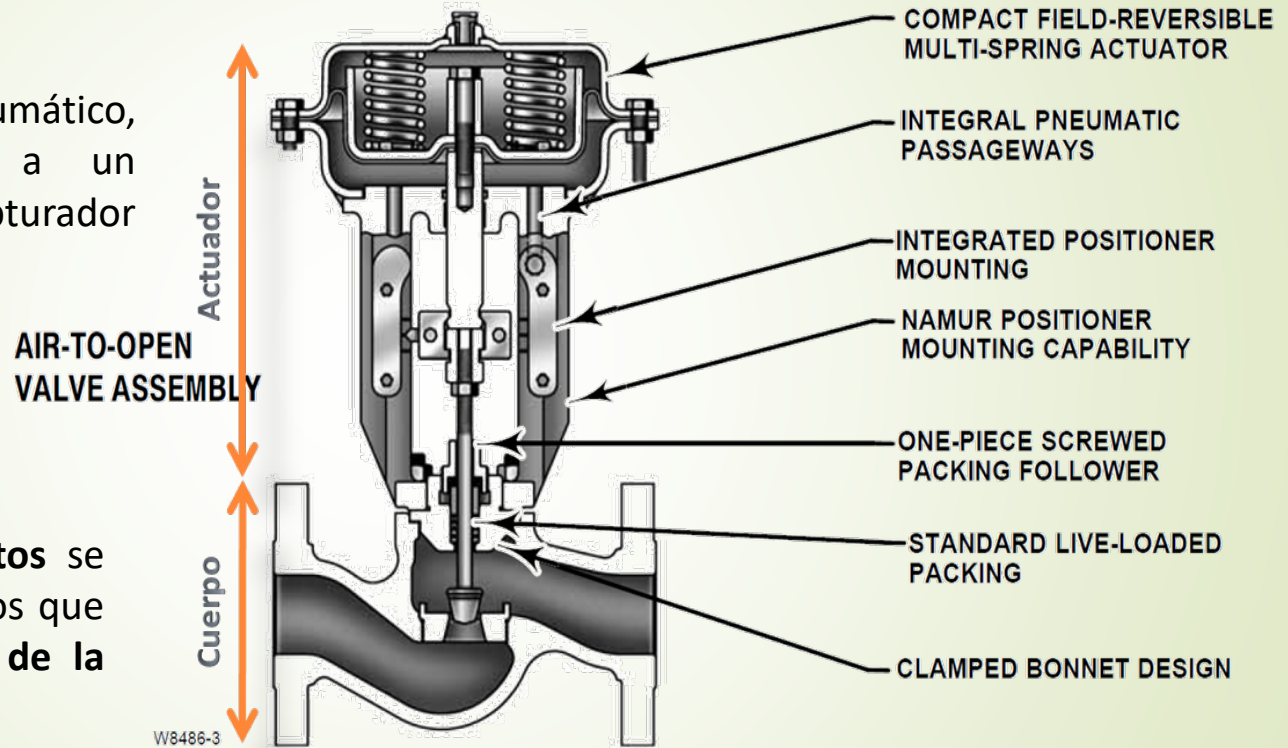


1. INTRODUCCIÓN

¿Qué es una válvula de control? ⇒ Orificio de restricción de área variable ⇒ variación del caudal.

Servomotor o actuador (neumático, electrónico...) conectado a un vástago que posiciona un obturador con relación un asiento.

El **obturador** y los **asientos** se encuentran ubicados en los que se conoce como **cuerpo de la válvula**.



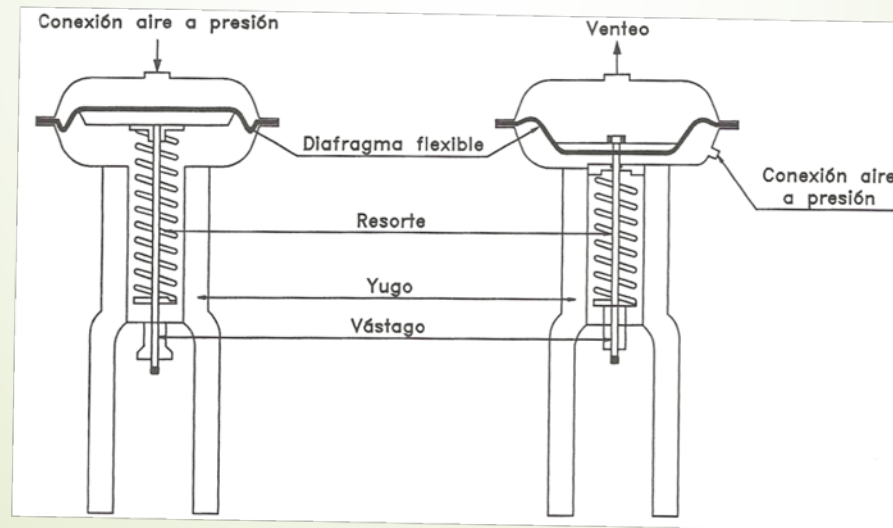
2. TIPOS DE ACTUADORES

TIPOS: Neumáticos y eléctricos

Neumáticos → El servomotor neumático consiste en un diafragma con resorte que trabaja entre 3 y 15 psi. Al aplicar una cierta presión sobre el diafragma, el resorte se comprime o se expande de tal modo que el mecanismo empieza a moverse. Seguirá moviéndose hasta que se llegue a un equilibrio entre la fuerza ejercida por la presión del aire sobre el diafragma y la fuerza ejercida por el resorte.

Ventajas: Fiables, simples, donde no se requieren grandes fuerzas y económicos

Inconvenientes: No son aplicables a válvulas con grandes recorridos.



2. TIPOS DE ACTUADORES

Eléctricos → Vástago se mueve en función de una señal eléctrica (4 – 20 mA). El motor eléctrico, una vez calibrado, puede funcionar sin problemas durante meses o años.

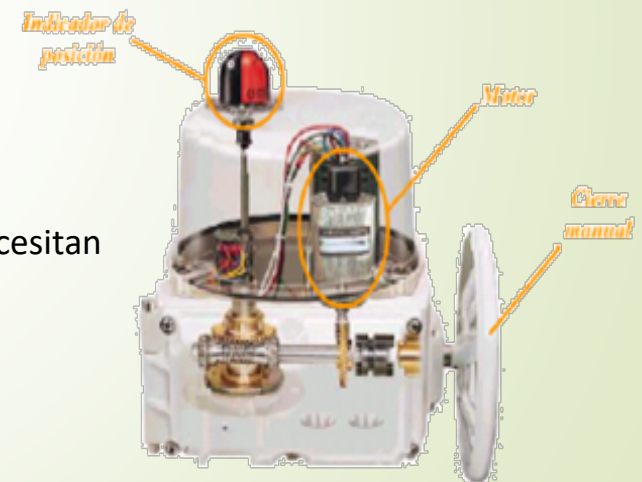
Posicionador: Amplificador diferencial → compara la señal de control recibida con la posición del vástago y, si hay diferencia, produce un voltaje que pone en marcha un mecanismo motorizado (motor).

Ventajas:

- No necesitan instalación neumática.
- Mínimo consumo eléctrico.
- Menores costes de instalación y mantenimiento.
- Trabajan directamente con señales eléctricas (no necesitan convertidor)

Desventajas:

- Precio muy elevado.
- Protección eléctrica necesaria.
- Riesgos de explosión.



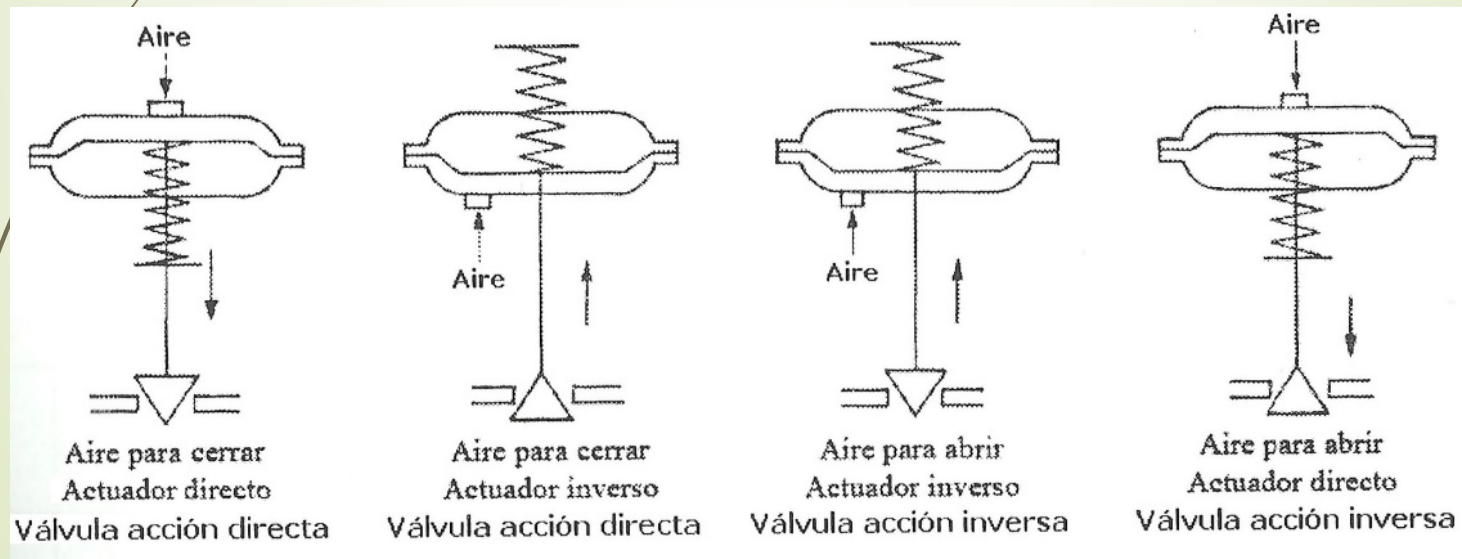
3. ACCIONES EN LAS VÁLVULAS DE CONTROL

Las válvulas de control pueden ser de acción directa o inversa.

Las válvulas de **acción directa** son aquellas que se encuentran abiertas cuando su servomotor no se encuentra excitado (no tiene aire en el caso de un actuador neumático o no presenta corriente eléctrica en el caso de un servomotor eléctrico). Las válvulas de **acción inversa** son aquellas que se encuentran cerradas cuando su actuador no se encuentra excitado.

Los actuadores también pueden ser de acción directa o inversa.

En relación a los servomotores, éstos son directos cuando al recibir una señal (bien neumática bien eléctrica) desplazan el vástago hacia abajo. Por el contrario, los actuadores serán inversos cuando al recibir una señal, desplazan el vástago hacia arriba.



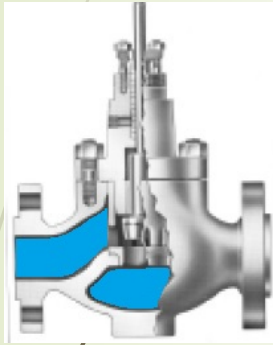
4. TIPOS DE VÁLVULAS

Las válvulas pueden clasificarse en función del diseño del cuerpo y el movimiento del obturador. Dos grandes grupos: válvulas con obturador de **movimiento lineal** y válvulas con obturador de **movimiento rotativo**.

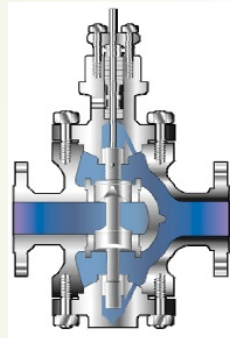
Válvulas con obturador de movimiento lineal (I):

El obturador se mueve en la dirección de su propio eje.

Válvula de Globo/Asiento



Asiento simple



Doble asiento

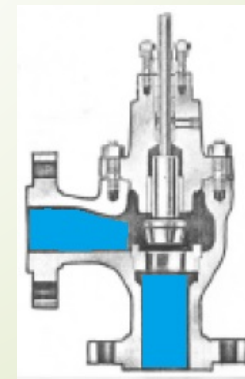
El cuerpo de la válvula que contiene al obturador y al asiento tiene una forma más o menos esférica.

El flujo de entrada o salida es perpendicular al eje del obturador.

El desplazamiento vertical del obturador respecto del asiento aumenta o disminuye el área de flujo.

Válvula de ángulo

Adecuada cuando el fluido circula con sólidos en suspensión o a excesiva velocidad.

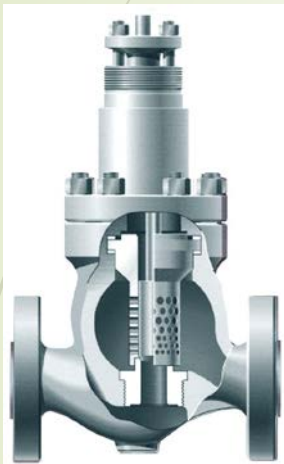
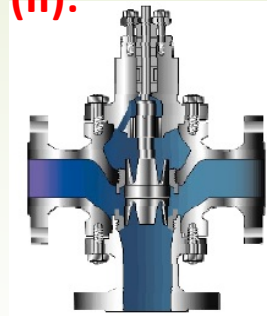


4. TIPOS DE VÁLVULAS

Válvulas con obturador de movimiento lineal (II):

Válvula de tres vías

Las válvulas de tres vías se emplean para mezclar o para derivar flujos.

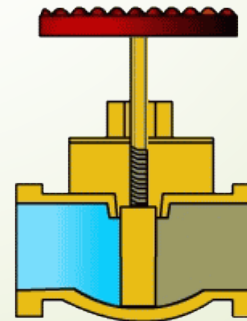


Válvula de jaula

La válvula de jaula recibe esta denominación por la forma de jaula que tiene el asiento con los orificios dispuestos en una jaula fija, en cuyo interior desliza el obturador.

Válvula de compuerta

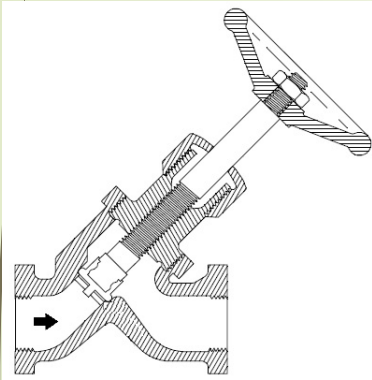
La válvula de compuerta, denominada también de tajadera, efectúa su cierre con un disco vertical plano, que se mueve verticalmente al flujo del fluido.



4. TIPOS DE VÁLVULAS

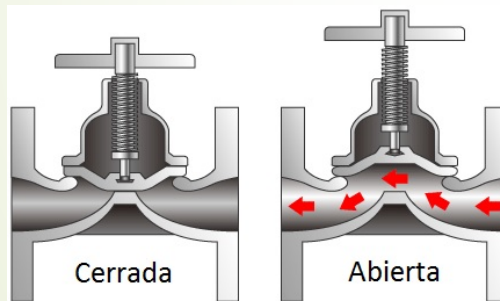
Válvulas con obturador de movimiento lineal (III):

Válvula en Y



La válvula en Y tiene el asiento y el obturador inclinados 45° respecto al flujo del fluido.

Válvula de Saunders



En la Válvula Saunders o de diafragma, el obturador es una membrana flexible que, a través de un vástago unido a un servomotor, es forzada contra un resalte del cuerpo, que actúa de asiento, cerrando así el paso del fluido.

4. TIPOS DE VÁLVULAS

Válvulas con obturador de movimiento rotativo:

Válvula de mariposa

En la válvula de mariposa el cuerpo está formado por un anillo cilíndrico dentro del cual gira transversalmente un disco circular.

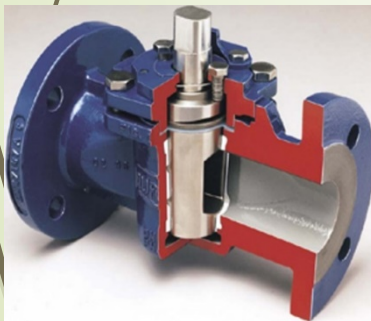


Válvula de bola



En estas válvulas, el cuerpo tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de esfera o de bola que gira transversalmente accionada por un servomotor exterior.

Válvula de macho

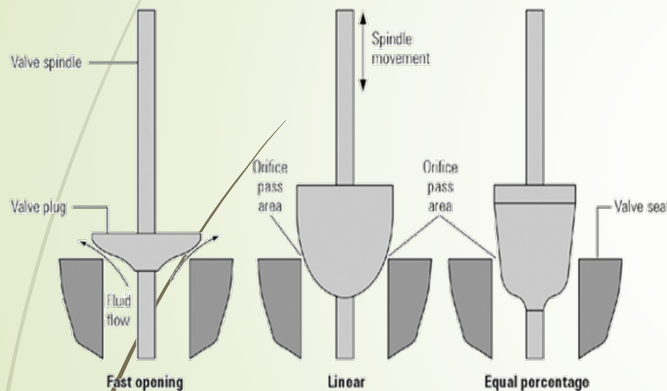


Es una válvula de bola típica que consiste en un macho u obturador de forma cilíndrica o troncocónica con un orificio transversal igual al diámetro interior de la tubería y que tiene un movimiento de giro de 90°.

5. CURVAS CARACTERÍSTICAS

Característica de caudal inherente

En un fluido incompresible, fluyendo en condiciones de presión diferencial constante a través de la válvula, se denomina **característica de caudal inherente** a la relación que existe entre el caudal (Q max a P cte) que circula a través de la válvula y la carrera del **obturador de la válvula**.



Obturador con característica lineal, el caudal es directamente proporcional a la carrera.

$$q = K \cdot l$$

Obturador de apertura rápida: forma de disco plano. Inicialmente el caudal aumenta mucho, llegando rápidamente a un máximo.

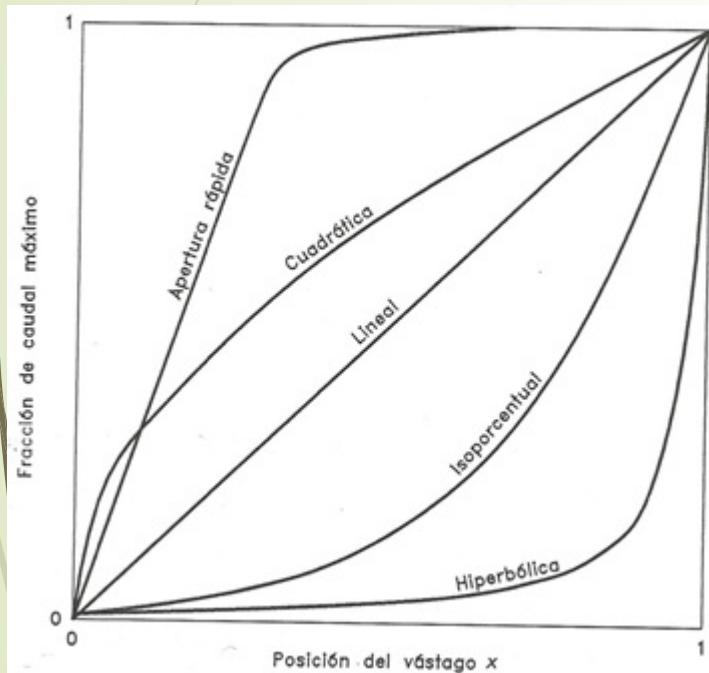
Obturador con característica isoporcentual, el caudal varía de manera exponencial con la carrera de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial q}{\partial l} = \alpha \cdot q \rightarrow q = \beta \cdot e^{\alpha l}$$

5. CURVAS CARACTERÍSTICAS

Característica de caudal inherente

En un fluido incompresible, fluyendo en condiciones de presión diferencial constante a través de la válvula, se denomina **característica de caudal inherente** a la relación que existe entre el caudal (Q max a P cte) que circula a través de la válvula y la carrera del **obturador de la válvula**.



Obturador con característica lineal, el caudal es directamente proporcional a la carrera.

$$q = K \cdot l$$

Obturador de apertura rápida: forma de disco plano. Inicialmente el caudal aumenta mucho, llegando rápidamente a un máximo.

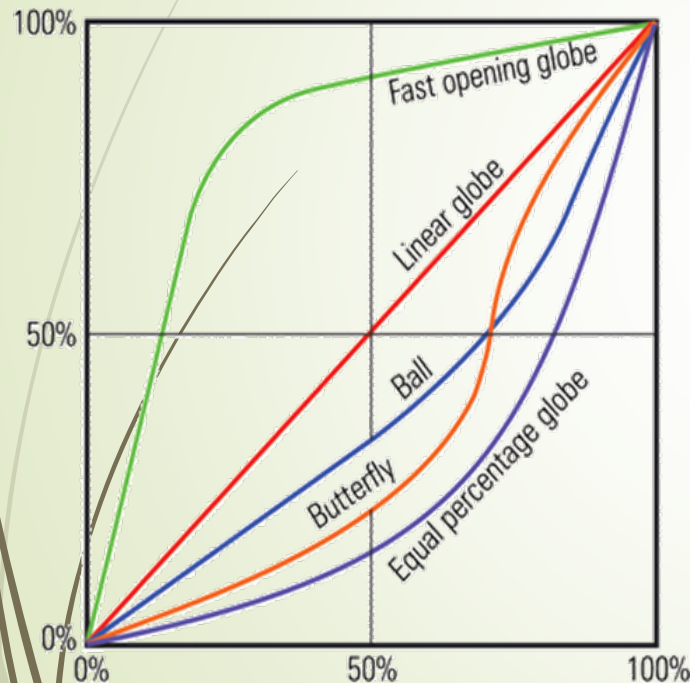
Obturador con característica isoporcentual, el caudal varía de manera exponencial con la carrera de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial q}{\partial l} = \alpha \cdot q \rightarrow q = \beta \cdot e^{\alpha l}$$

5. CURVAS CARACTERÍSTICAS

Característica de caudal inherente

En un fluido incompresible, fluyendo en condiciones de presión diferencial constante a través de la válvula, se denomina **característica de caudal inherente** a la relación que existe entre el caudal (Q max a P cte) que circula a través de la válvula y la carrera del **obturador de la válvula**.



Obturador con característica lineal, el caudal es directamente proporcional a la carrera.

$$q = K \cdot l$$

Obturador de apertura rápida: forma de disco plano. Inicialmente el caudal aumenta mucho, llegando rápidamente a un máximo.

Obturador con característica isoporcentual, el caudal varía de manera exponencial con la carrera de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial q}{\partial l} = \alpha \cdot q \rightarrow q = \beta \cdot e^{\alpha l}$$

6. SELECCIÓN DEL TIPO DE VÁLVULA

Determinar las condiciones de operación del proceso

Propiedades en la alimentación como presión, caudal, temperatura, máxima pérdida de carga.
Elegir el cuerpo de la válvula y actuador adecuado a las condiciones de presión.

Calcular el coeficiente C_v requerido

Comprobar que no existirá ruido, cavitación o flashing.

Elección del tipo de obturador

Si no hay peligro de cavitación o flashing, elegir uno estándar, de lo contrario, habrá que emplear equipo especial

Elección del cuerpo de la válvula y el tamaño del obturador

Las casas comerciales tienen tablas disponibles con los C_v para las distintas combinaciones. En este punto es cuando ha de seleccionarse la acción directa o inversa y el modo de seguridad.

Elección de los materiales

Considerar la resistencia química, térmica y mecánica necesaria en función de la aplicación.

6. SELECCIÓN DEL TIPO DE VÁLVULA

Coefficiente de Caudal

El **coeficiente de caudal** (K, Cv, Kv) es un factor de diseño que relaciona la pérdida de altura (Δh) o presión (ΔP) entre la entrada y salida de la válvula con el caudal (Q).

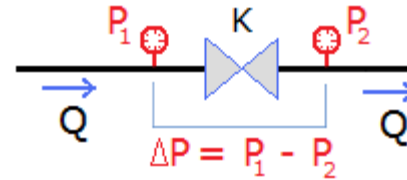
Q: Caudal

ΔP : Diferencia presión

Sg: Gravedad específica (1 para agua)

K: Coeficiente de caudal Kv o Cv

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



En igualdad de flujo, a medida que mayor es el coeficiente de caudal, las pérdidas de carga a través de la válvula son menores.

Cada válvula tiene su propio coeficiente de caudal. \Rightarrow depende de su diseño, del tipo de válvula, de la posición de obertura de la válvula.

Es importante conocer el coeficiente de caudal para poder seleccionar la válvula que se necesita en una específica aplicación.

Kv es el coeficiente de caudal en unidades métricas. Se define como el caudal en metros cúbicos por hora [m³/h] de agua a una temperatura de 16° celsius con una caída de presión a través de la válvula de 1 bar.

Cv es el coeficiente de caudal en unidades anglosajonas. Se define como el caudal en galones US por minuto [gpm] de agua a la temperatura de 60° fahrenheit con una caída de presión a través de la válvula de 1 psi.

$$Kv = 0.865 Cv$$

$$Cv = 1,156 \cdot Kv$$