

Control de Procesos Químicos

Tema 5 – Válvulas de control

Tipos

Curvas características

Selección

Dimensionado

Cálculo de cavitación y flashing

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, dark green font with a white outline. The text is positioned on a light blue and white graphic element that resembles a stylized wave or a banner. To the left of the text, there are several vertical orange lines of varying heights and widths, and a large orange circle with a smaller orange circle below it to its right.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

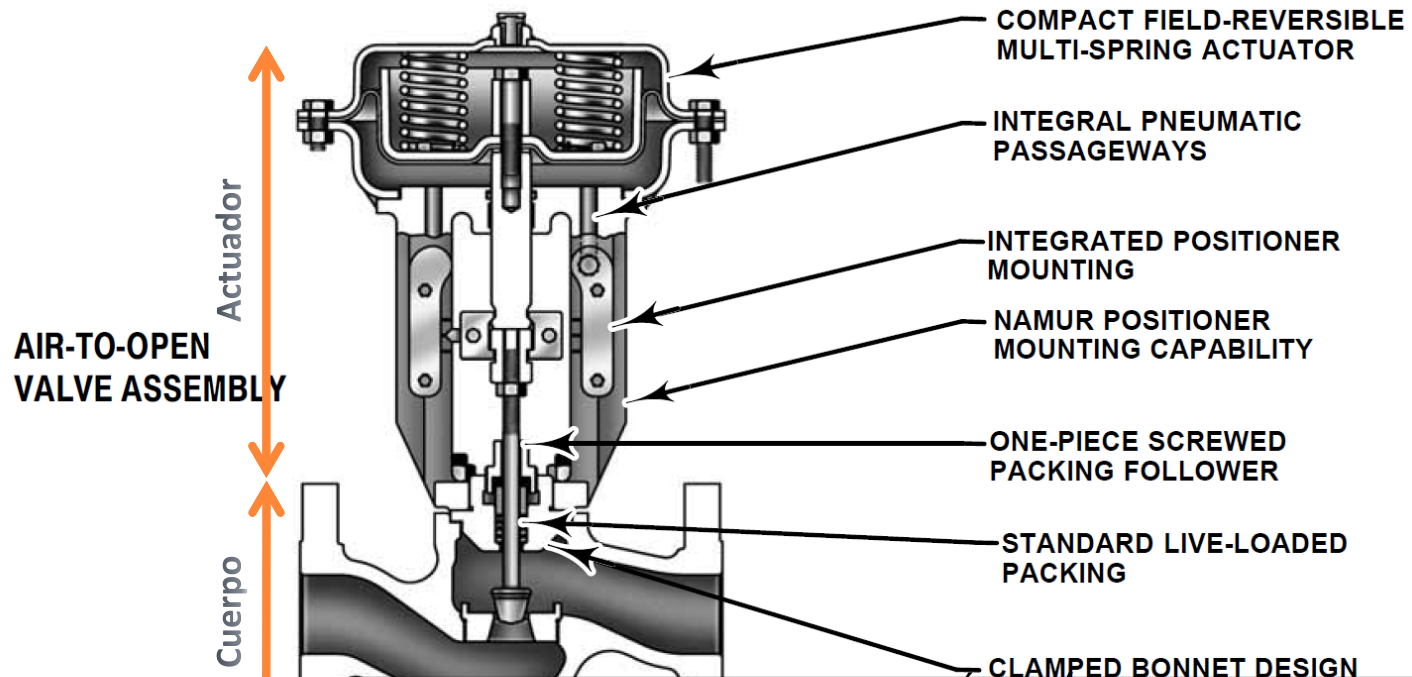
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción

Las válvulas son los elementos finales de control más utilizados en la industria química, al manipularse caudales de fluidos, líquidos y gaseosos. Para ajustar el flujo de fluidos en una línea existen básicamente dos mecanismos:

- Modificar la energía entregada al fluido (bombas y ventiladores de velocidad variable)
- Modificar la resistencia al paso de fluido (válvulas)

Básicamente, se distinguen dos partes en la válvula: Cuerpo y Actuador



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

b) Actuador: neumático, eléctrico, la acción ante fallo y el tamaño

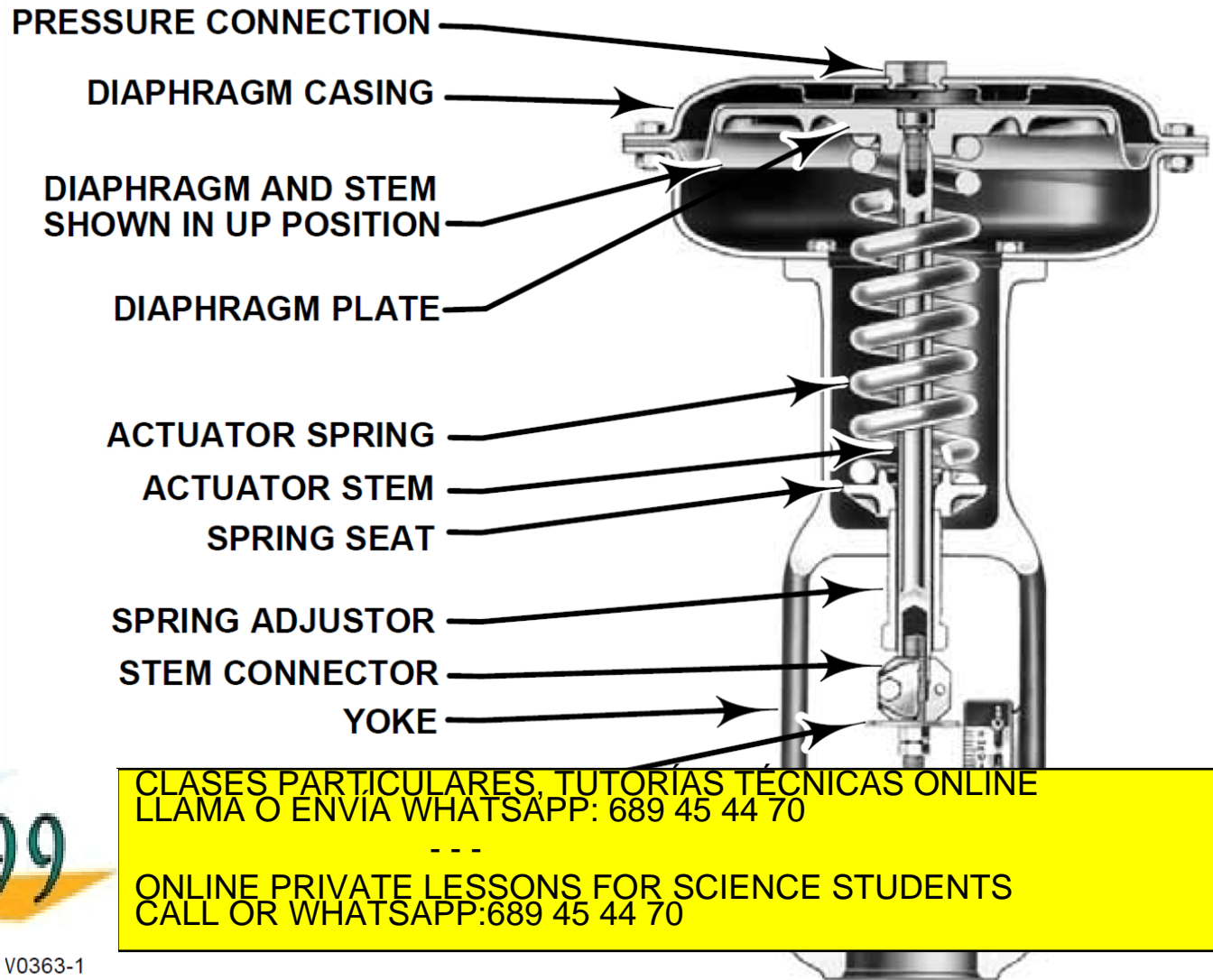
Tipos de válvulas (actuador)

Actuador neumático

Neumáticos de diafragma.
 Fiables, simples, donde no se requieren grandes fuerzas, económicos
 No aplicables a válvulas con grandes recorridos

Neumáticos de pistón.
 Capaces de suministrar grandes fuerzas, rápidas.
 Precisan posicionador y sistemas de enclavamiento ante fallo

Eléctricos.
 Precisan señal eléctrica de alimentación y de control; menores costes de instalación y mantenimiento



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

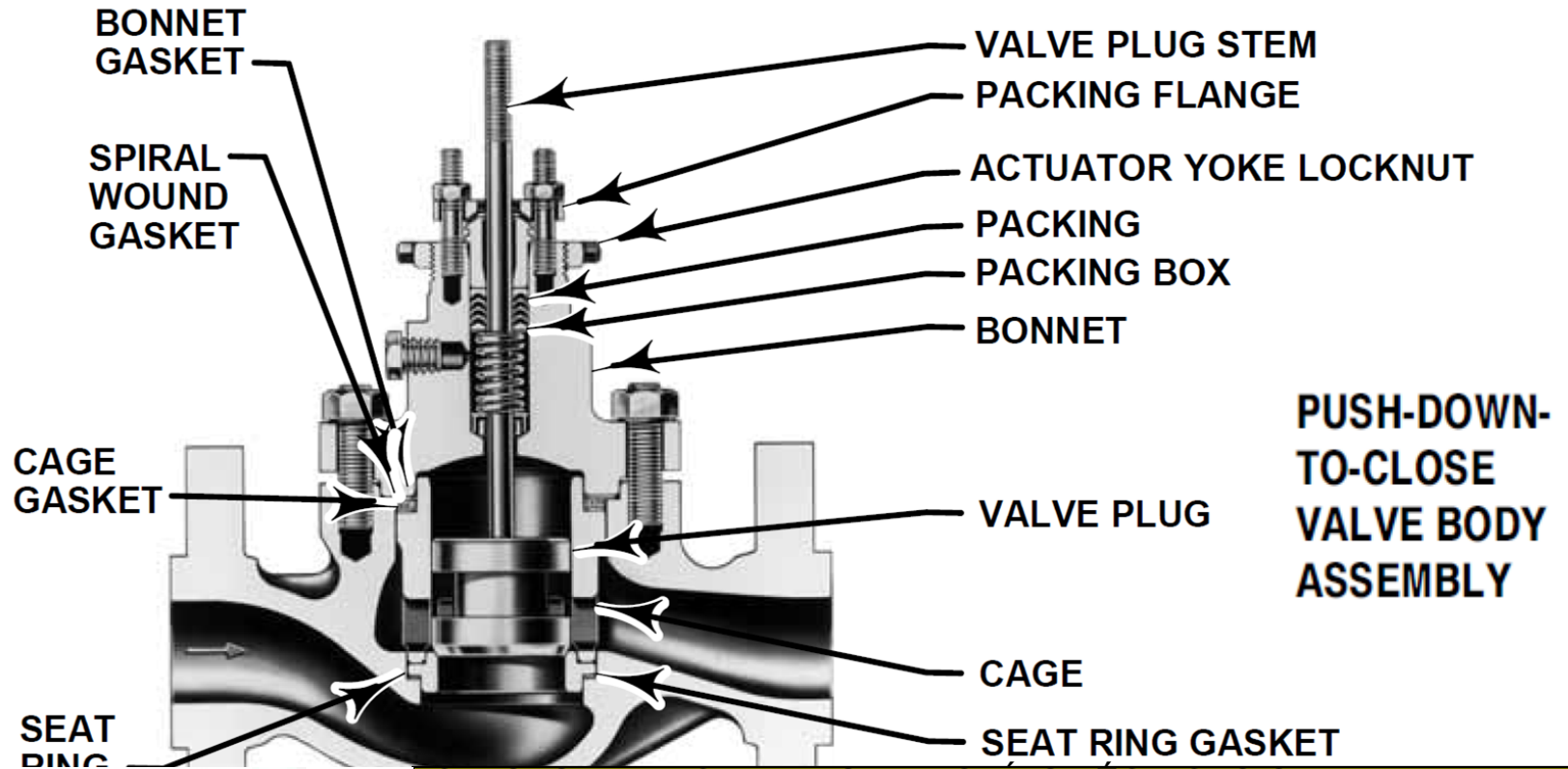
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

V0363-1

Tipos de válvulas (cuerpo)

Cuerpo de válvula



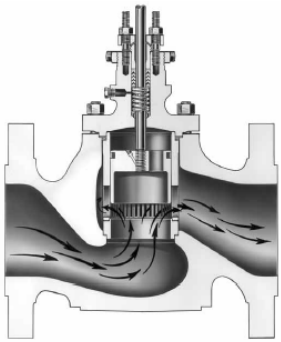
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

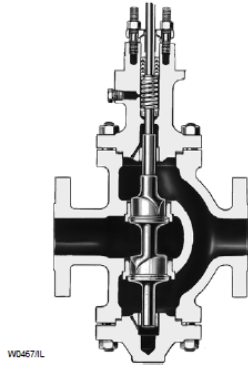
Cartagena99

Tipos de válvulas

Válvula de globo. Para amplios rangos de caudal, amplia selección de materiales de construcción. Grandes pérdidas de carga a grandes caudales; más caras que mariposa



W0997/IL



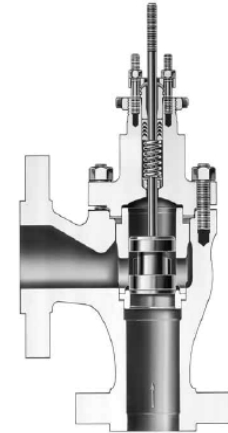
W0467/IL

Válvula de bola. . Buen control para fluidos viscosos, erosivos; mayor capacidad que las de globo. No aptas para fluidos cavitantes; alto precio



W8176-1

Válvula en ángulo. Para fluidos que vaporizan, y sólidos en suspensión.



1971/IL

Válvulas de tres vías. Para mezclar fluidos o para derivar uno de entrada en dos de salida.(splitter) Típico del control de temperatura en intercambiadores de calor.



Válvula de mariposa. Muy sencilla, barata y fácil de implementar. Al igual que la de bola, no se considera una válvula de regulación sino todo-nada.



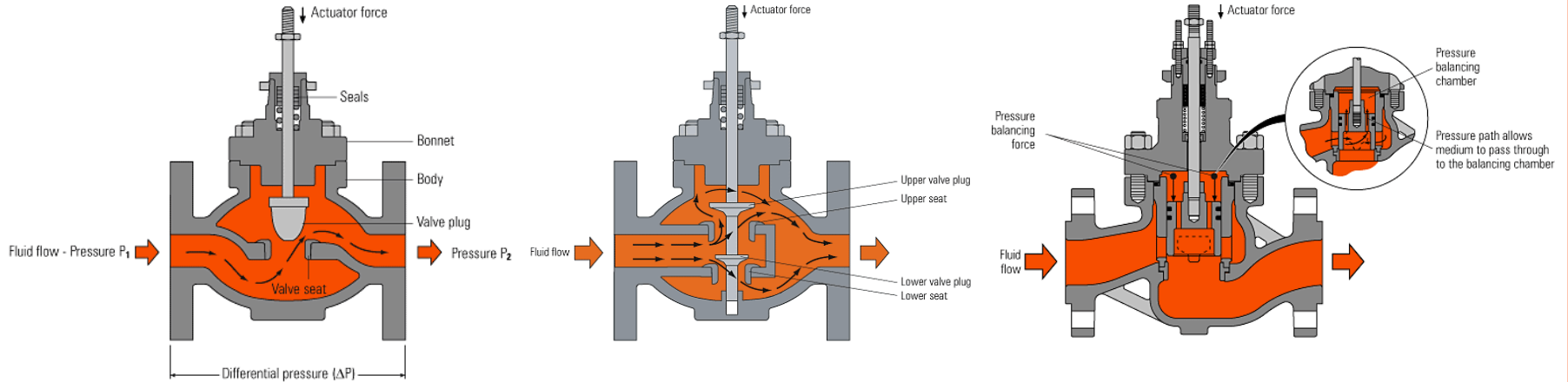
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

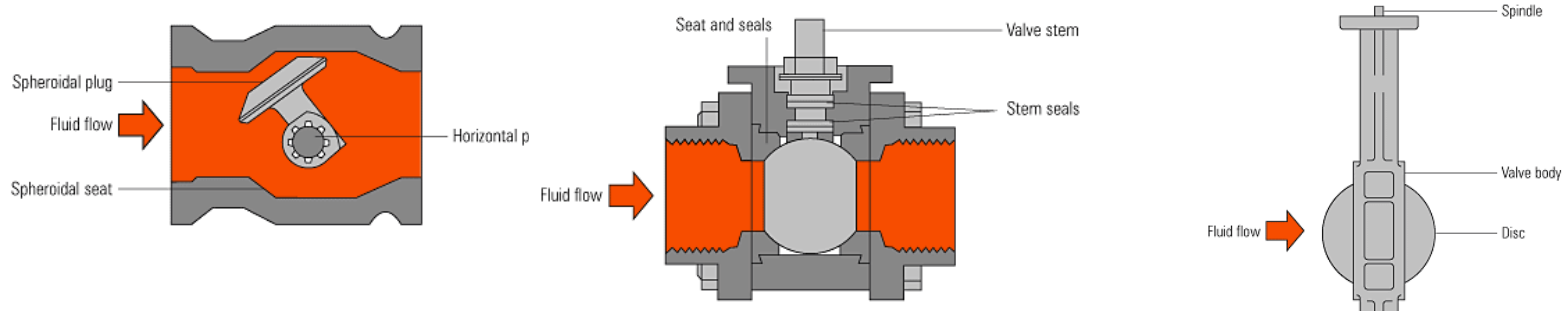
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tipos de válvulas

Accionamiento axial



Accionamiento rotatorio



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Tipos de válvulas

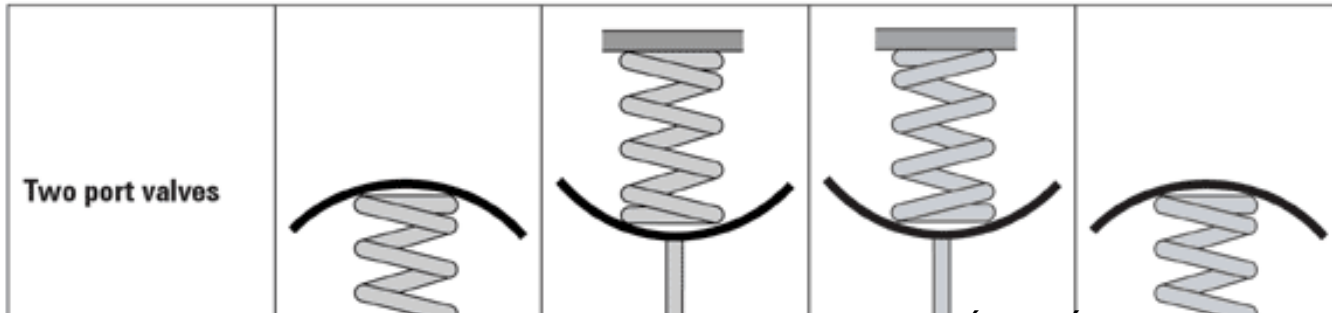
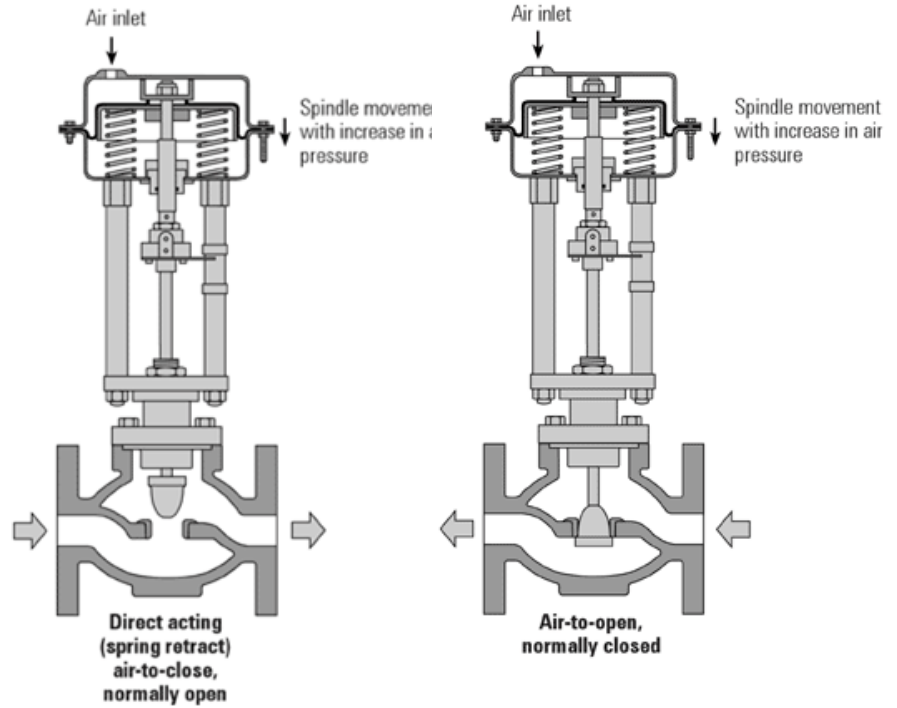


Directo



Inverso

Válvulas de control



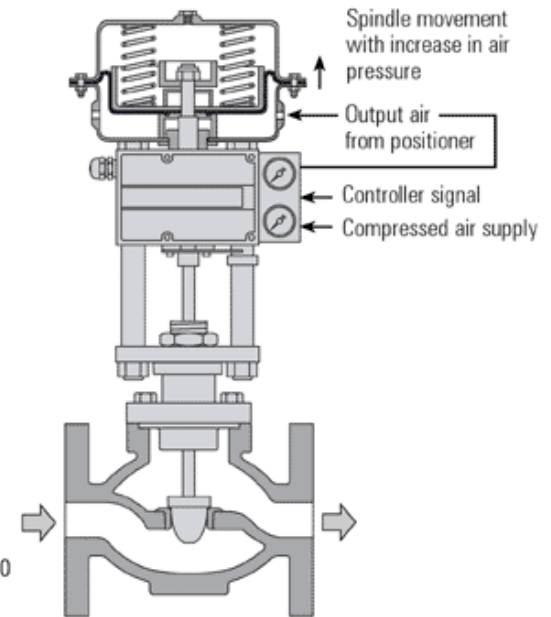
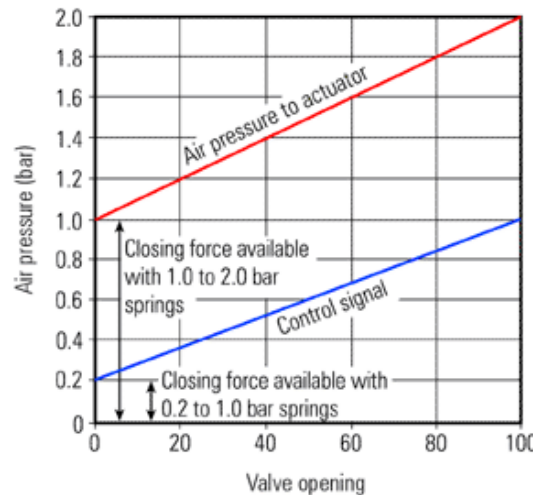
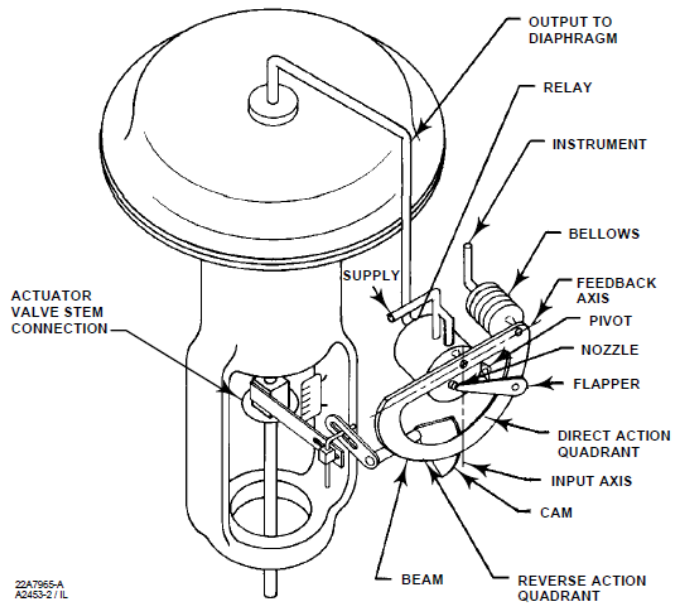
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Valve action	Direct	Reverse	Direct	Reverse
--------------	--------	---------	--------	---------

Tipos de válvulas (accesorios)



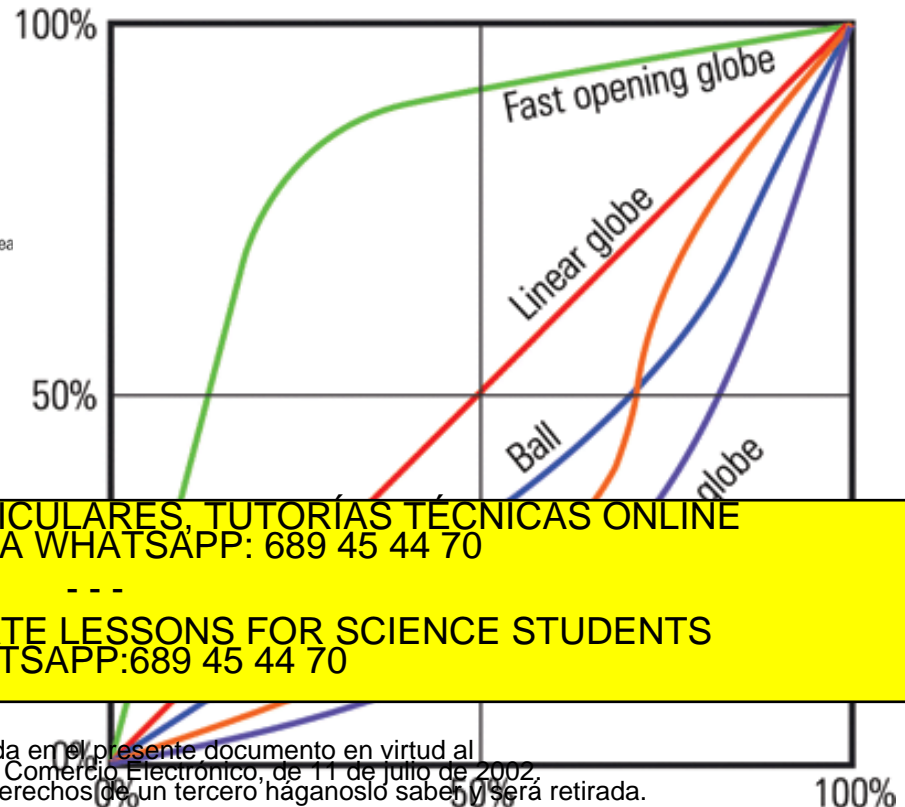
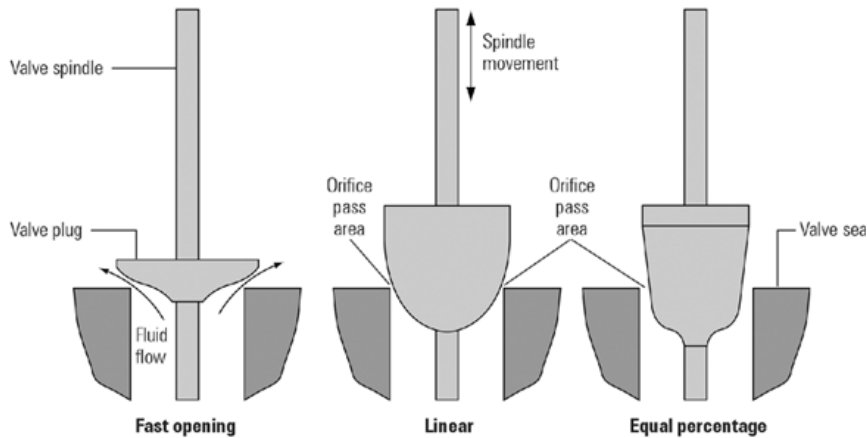
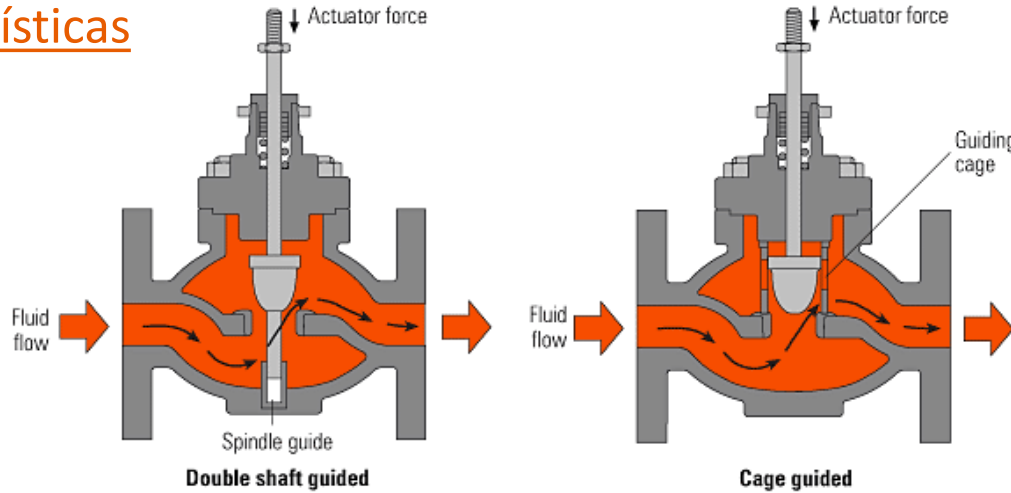
Protección contra modificaciones (el acceso local no está permitido)
 Corriente de entrada fuera del rango de operación – Utilización como amplificador
 El sensor de posición de entrada reconoce el error
 Fallo de conexión del convertidor IP a la placa electrónica
 Error en el suministro de aire

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Curvas características



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Selección

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 Cv 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

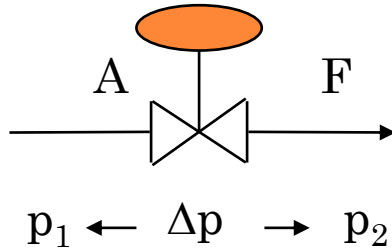
Las casas comerciales tienen tablas disponibles con los Cv para las distintas combinaciones. En este punto es cuando ha de seleccionarse la acción directa o inversa y el modo de seguridad.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Dimensionado



$$\Delta p = \frac{1}{A^2 C_v^2} F^2 \rho$$

Δp Pérdida de carga

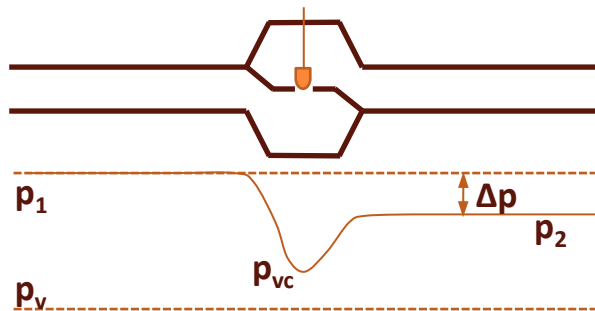
F Caudal

A Fracción de apertura (F/F_{\max})

C_v Coeficiente

ρ Densidad

$$F = C_v \cdot A \cdot \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$



$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{V_1^2}{2} = \frac{P_{vc}}{\rho} + \frac{V_{vc}^2}{2}$$

Como $V_1 = V_{vc} \cdot \frac{A_{vc}}{A_1}$ y $F = V_{vc} \cdot A_{vc} \therefore$

vc = vena contracta

1 = aguas arriba

$$F = \sqrt{\frac{2}{1 - \frac{A_{vc}}{A_1}}} \cdot \sqrt{\frac{P_1 - P_{vc}}{\rho}}$$

Si consideramos que : $f_1 = \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_{vc}}}$

entonces : $F = \frac{1}{f_1} \cdot \sqrt{\frac{2}{1 - \frac{A_{vc}}{A_1}}} \cdot \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{\rho}}$ donde : $\frac{1}{f_1} \cdot \sqrt{\frac{2}{1 - \frac{A_{vc}}{A_1}}} = A \cdot C_v$

En gases se tiene que ρ puede no ser constante, por lo que se incluye un factor de expansión adiabático :

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Dimensionado

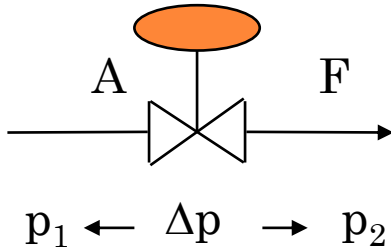
LÍQUIDOS			
<p>Si $\Delta p_v \geq \Delta p_m$, utilizar Δp_m en lugar de Δp_v</p> $\Delta p_m = K_m \cdot \left[p_1 - \left(0,96 - 0,28 \cdot \sqrt{\frac{p_v}{p_c}} \right) \cdot p_v \right]$ $K_m = C_f^2 = K_l^2$			
		Unidades sistema imperial	Unidades sistema internacional
$CC = \frac{F}{n_1 \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_v}{\gamma_L}}} \quad \text{(Volumétrico)}$ $CC = \frac{W}{n_2 \cdot \sqrt{\Delta p_v \cdot \rho}} \quad \text{(Másico)}$	CC	C_v	K_v
	F	Gpm	m^3/h
	W	Lb/h	kg/min
	Δp_v	Psi	bar
	ρ	Lb/ft ³	kg/m ³
	n_1	1	1
	n_2	63,2	0,53
$\gamma_L = \text{peso específico relativo al agua a } 15^\circ\text{C}$			
GASES Y VAPORES			
<p>Si $x \geq F_k \cdot x_T$, utilizar x_T en lugar de x</p> $F_k = \frac{k}{1,14} \therefore Y = 1 - \frac{x}{(3 \cdot F_k \cdot x_T)}$			
		Unidades sistema imperial	Unidades sistema internacional
$CC = \frac{F}{n_3 \cdot p_1 \cdot Y \cdot \sqrt{\frac{x}{(M \cdot T_1 \cdot Z)}}} \quad \text{(Volumétrico)}$ W	CC	C_v	K_v
	F	Gpm	m^3/h
	W	Lb/h	kg/min

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Dimensionado – Cavitación y Flashing

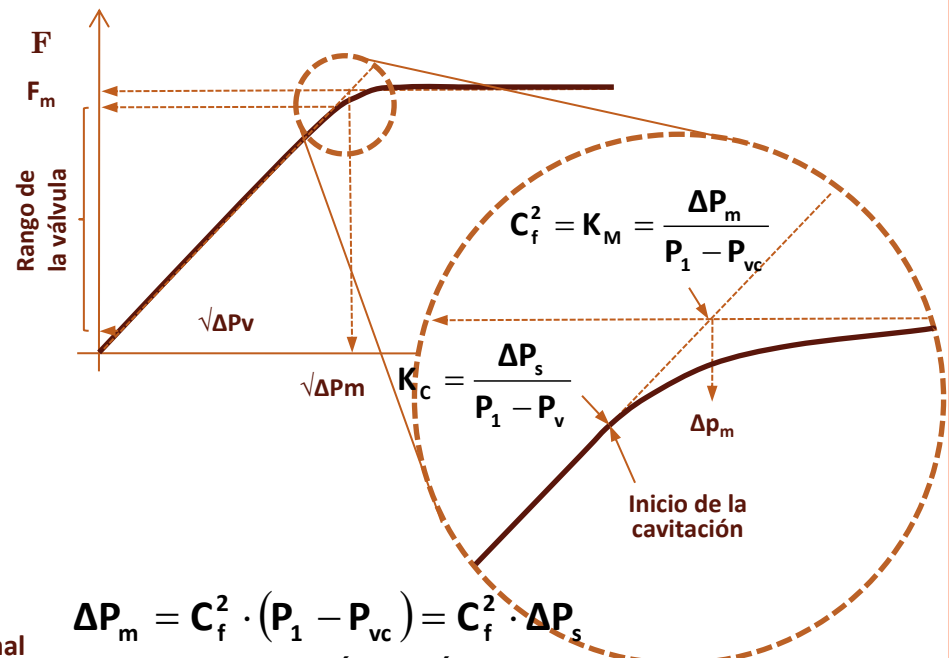
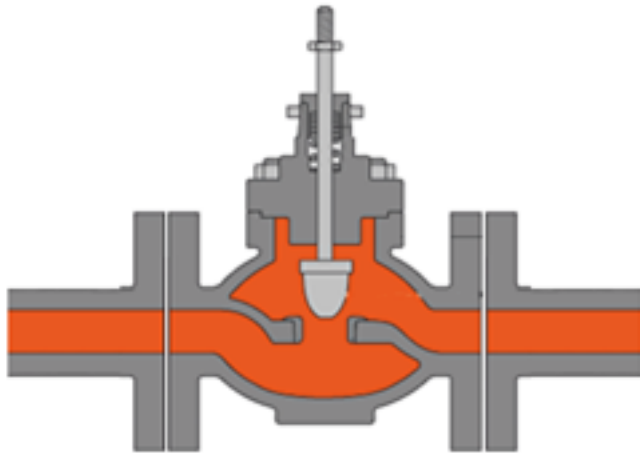


Líquidos : $W = 27,3 \cdot C_v \cdot \sqrt{\rho \cdot \Delta p}$

Gases : $W = 94,8 \cdot C_v \cdot p_1 \cdot Y \cdot \sqrt{\frac{x \cdot M}{T_1 \cdot Fr}}$

- W Caudal másico en kg/h
- p Presión en bar absoluto
- ρ Densidad como kg/m³
- T Temperatura en K
- M Masa molecular

Rangeability (R) = $\frac{\text{Máximo caudal controlable}}{\text{Mínimo caudal controlable}} \approx 20 - 50$



p_1 Δp p_2 Operación normal

$\Delta P_m = C_f^2 \cdot (P_1 - P_{vc}) = C_c^2 \cdot \Delta P_s$

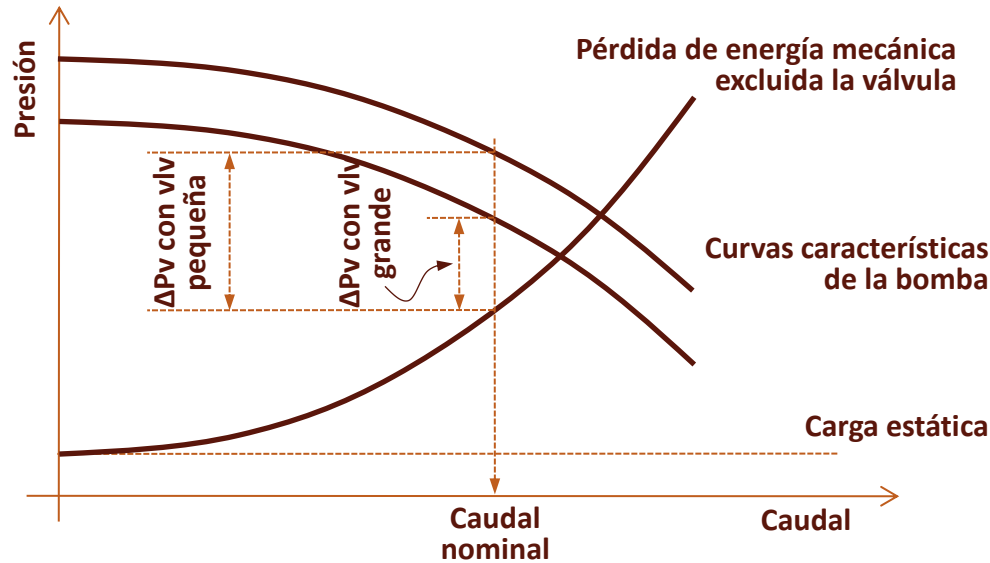
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Si $\Delta P_v > \Delta P_m$ - Cavitación o flashing

Cartagena99

Dimensionado – Criterios



Reglas generales de dimensionado para determinar la caída de presión de la válvula:

- 1 – Para caudal máximo o de diseño: Mínimo 15% de la caída de presión dinámica total
- 2 – Para caudal normal: Mínimo 33% de la caída de presión dinámica total
- 3 – Dependiendo de la presión aguas abajo:

$$P_{\text{aguas abajo}} < 13,8 \text{ barg} \quad \Delta p_v = 10\% \text{ de } P_{\text{aguas abajo}}$$

$$P_{\text{aguas abajo}} = 13,8 - 27,6 \text{ barg} \quad \Delta p_v = 20 \text{ psi ó } 1,4 \text{ bar}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Bibliografía

Título Manual del Ingeniero Químico. Vol. II
Autor R.H. Perry, D.W. Green
Editorial McGraw-Hill, ISBN: 84-481-3008-1. 2001.

Título Control e instrumentación de procesos químicos
Autor P. Ollero de Castro, E. Fernández Camacho
Editorial Síntesis, ISBN: 84-7738-517-3. 1997.

Título Instrumentación industrial
Autor A. Creus Solé
Editorial Marcombo, ISBN: 978-8-42671-361-2. 2005

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70