

Transitorios Hidráulicos en Tuberías a Presión

Curso posgrado y educación permanente
2023

Docentes: Dr. Ing. Rodolfo Pienika rpienika@fing.edu.uy
MSc. Ing. Laura Rovira lrovira@ose.com.uy

COMPORTAMIENTO DINÁMICO DE VÁLVULAS DE RETENCIÓN

Transitorios Hidráulicos en Tuberías a Presión 2023

VÁLVULAS DE RETENCIÓN



Son válvulas auto-operantes, cuya finalidad principal es evitar el pasaje del flujo en sentido inverso al normal.

Algunas aplicaciones:

- Evitar vaciados de depósitos elevado, o de la línea.
- Evitar contra flujos hacia el rotor luego del paro de la bomba, o en sistemas con bombas en paralelo.

VÁLVULAS DE RETENCIÓN




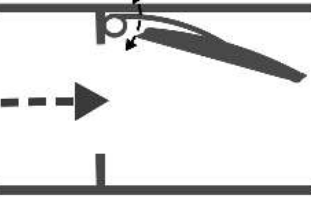
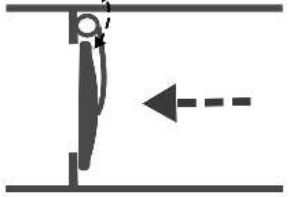

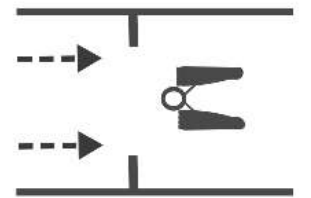
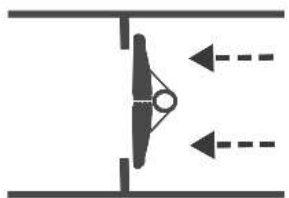

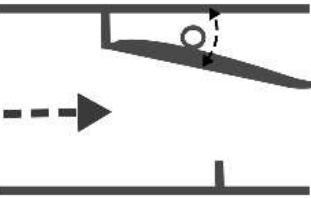
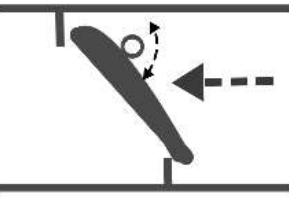
Componentes:

Elemento móvil (rotatorio o de traslación).


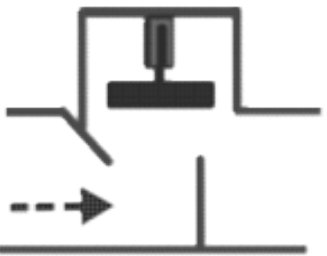
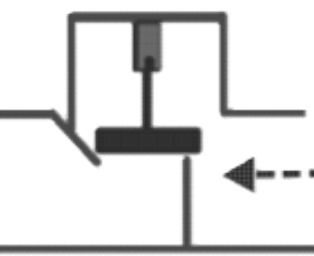

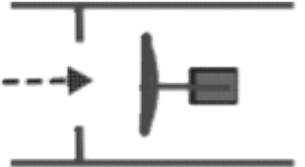
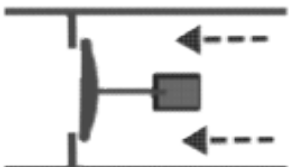

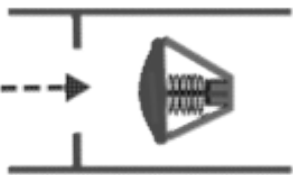
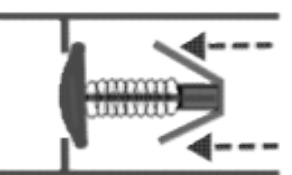
Asiento.

Mecanismo de asistencia (como resortes o contrapesos)

VÁLVULAS DE RETENCIÓN – ALGUNOS TIPOS

<p>Tipo clapeta</p>	 <p>Fuente: www.dezurik.com</p>	 <p>abierta</p>	 <p>cerrada</p>
<p>Tipo disco partido o doble clapeta</p>	 <p>Fuente: www.dezurik.com</p>	 <p>abierta</p>	 <p>cerrada</p>
<p>Tipo disco inclinado</p>	 <p>Fuente: www.dezurik.com</p>	 <p>abierta</p>	 <p>cerrada</p>

VÁLVULAS DE RETENCIÓN – ALGUNOS TIPOS

Tipo pistón	 <p>Fuente: www.worldwidemetric.com</p>		
Tipo axial	 <p>Fuente: http://en.rgmeter.com</p>		
Tipo tobera	 <p>Fuente: www.valveuser.com</p>		

VÁLVULAS DE RETENCIÓN – COMPORTAMIENTO IDEAL

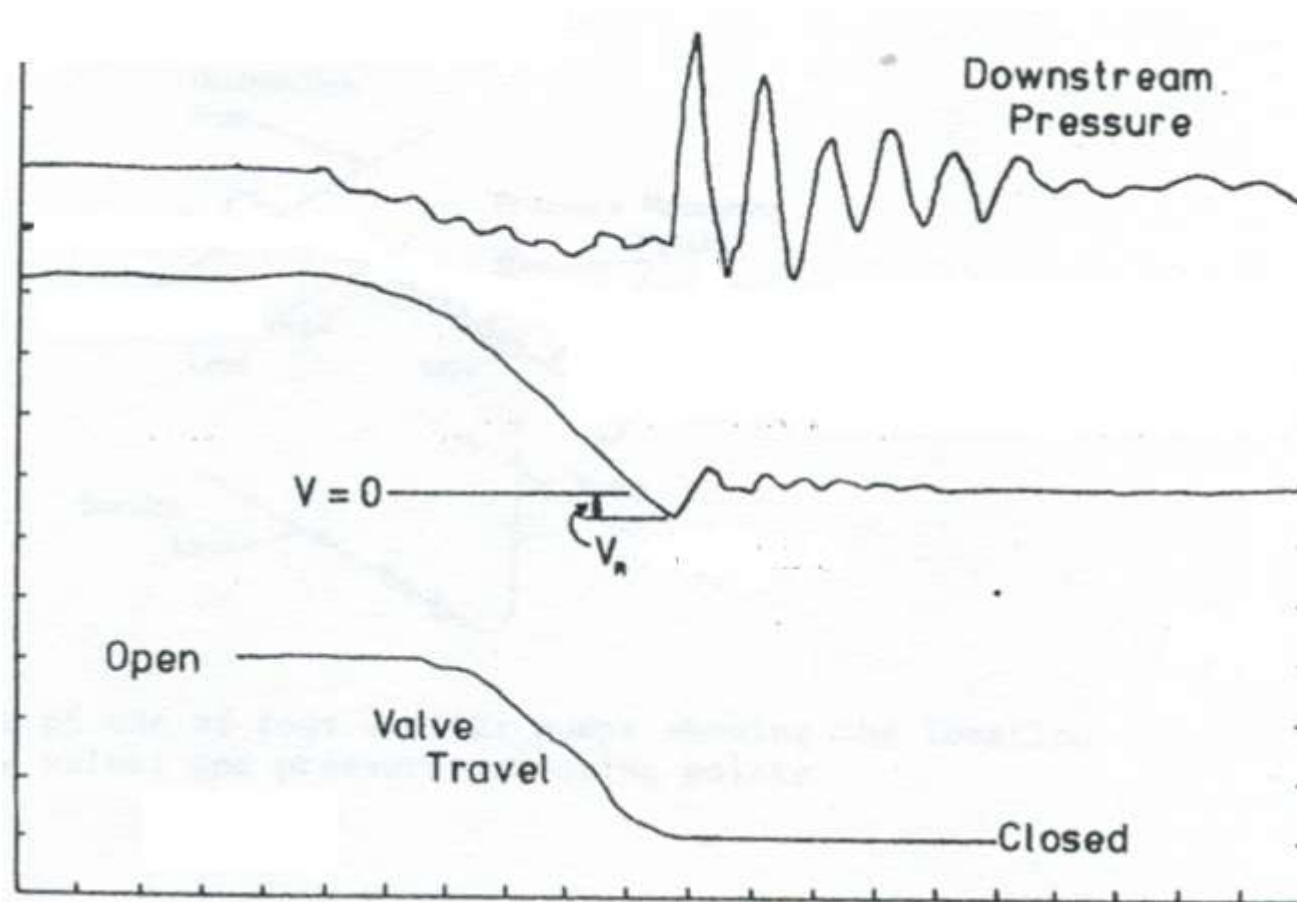
- ❑ Comportamiento de las válvulas de retención depende del flujo en su entorno y de las características propias de la válvula.

Comportamiento ideal:

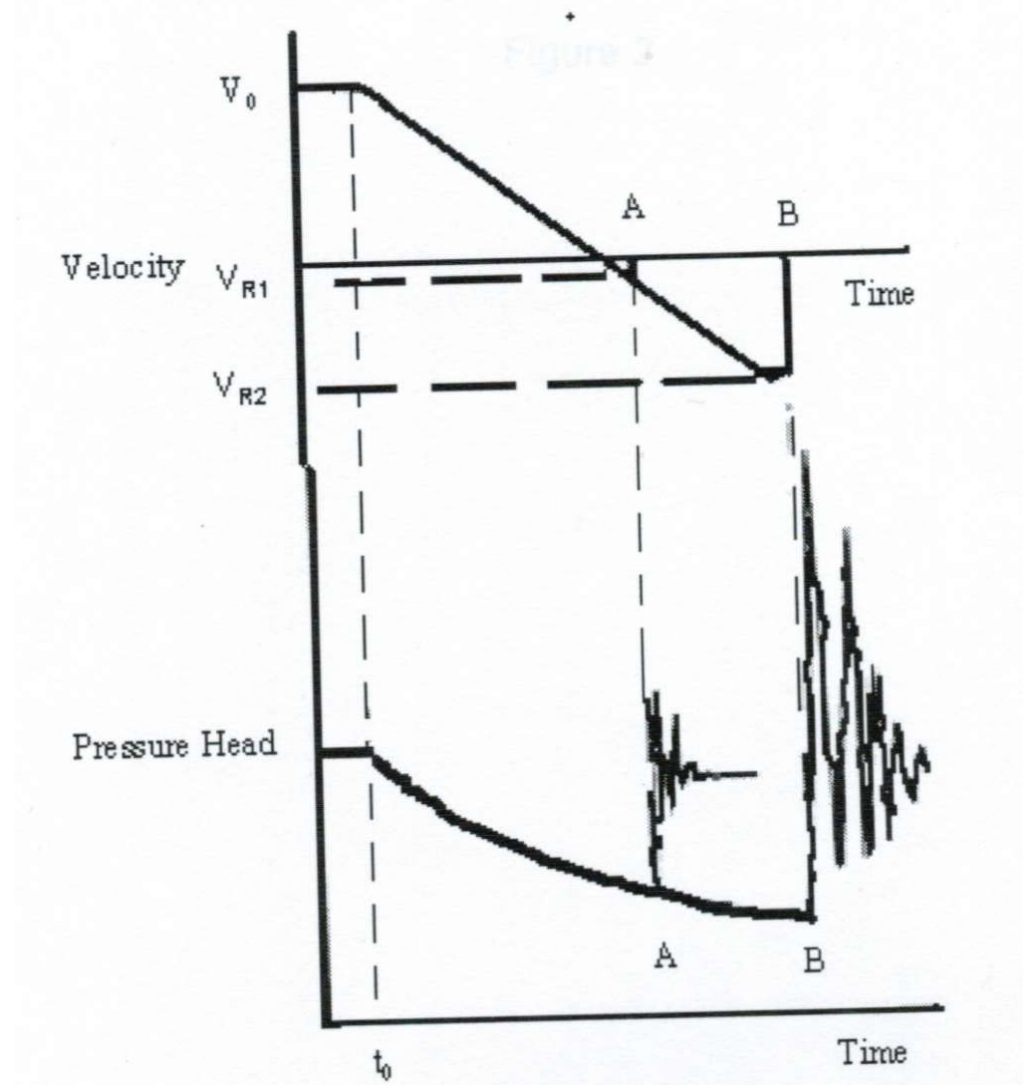
Cierra en instante t_i , tal que $Q(t_i)=0$

VÁLVULAS DE RETENCIÓN – COMPORTAMIENTO REAL

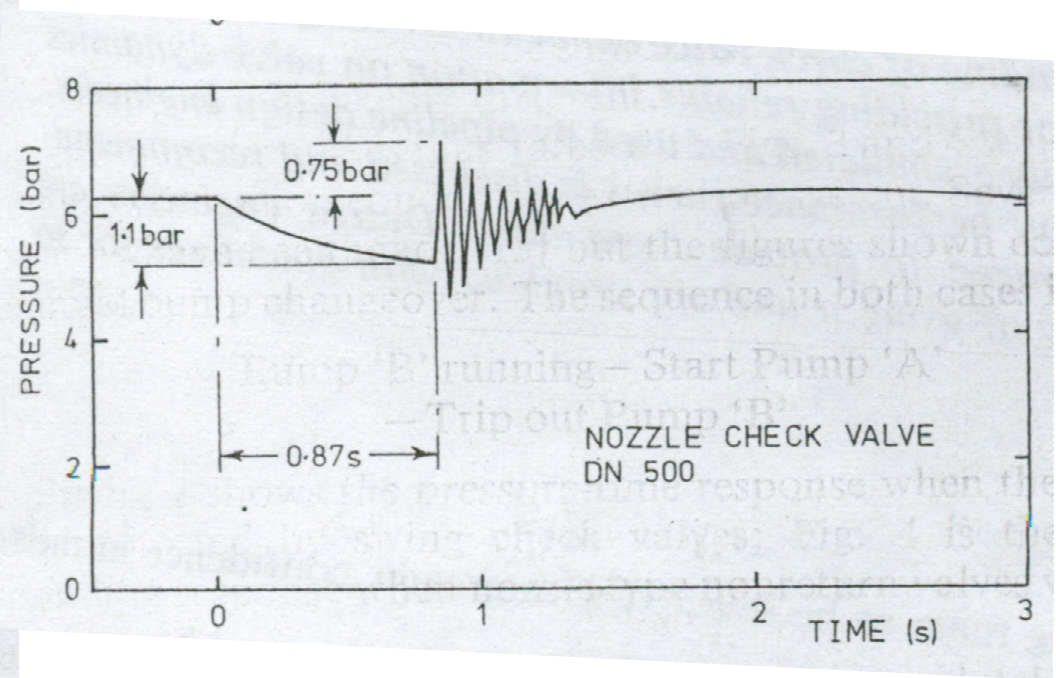
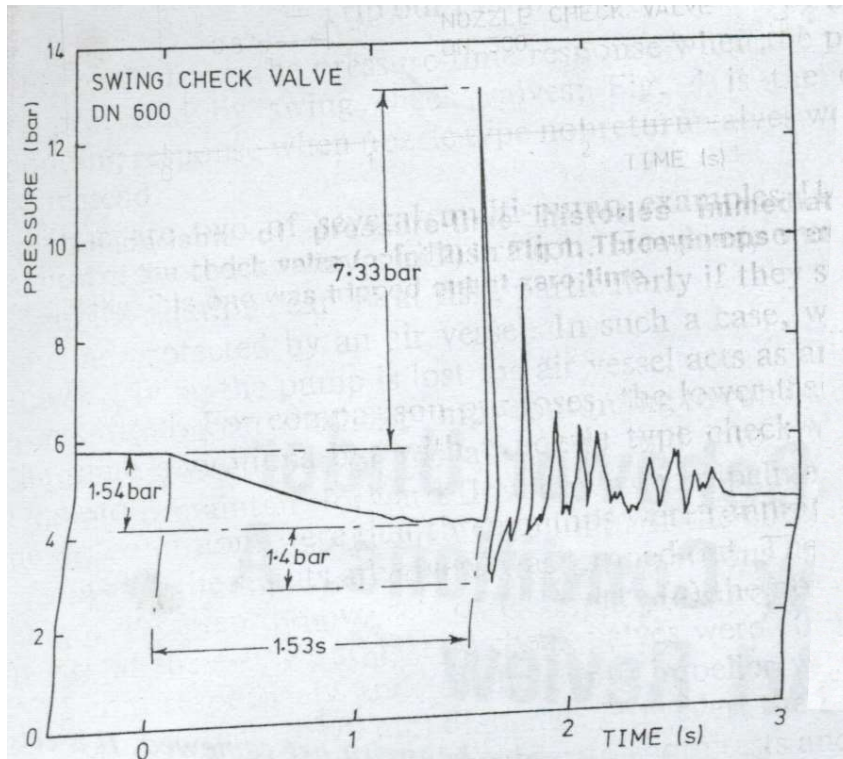
Observación experimental:



VÁLVULAS DE RETENCIÓN – COMPORTAMIENTO REAL



VÁLVULAS DE RETENCIÓN – COMPORTAMIENTO REAL



CLAPETAZO DE LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN (CHECK SLAM)



Comportamiento real de las válvulas de retención: cierra en presencia de flujo inverso.

La detención brusca de ese flujo inverso tiene asociado un pico de sobrepresión hacia aguas abajo de la válvula y un pico de depresión hacia aguas arriba de la misma.

CLAPETAZO DE LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN (CHECK SLAM)

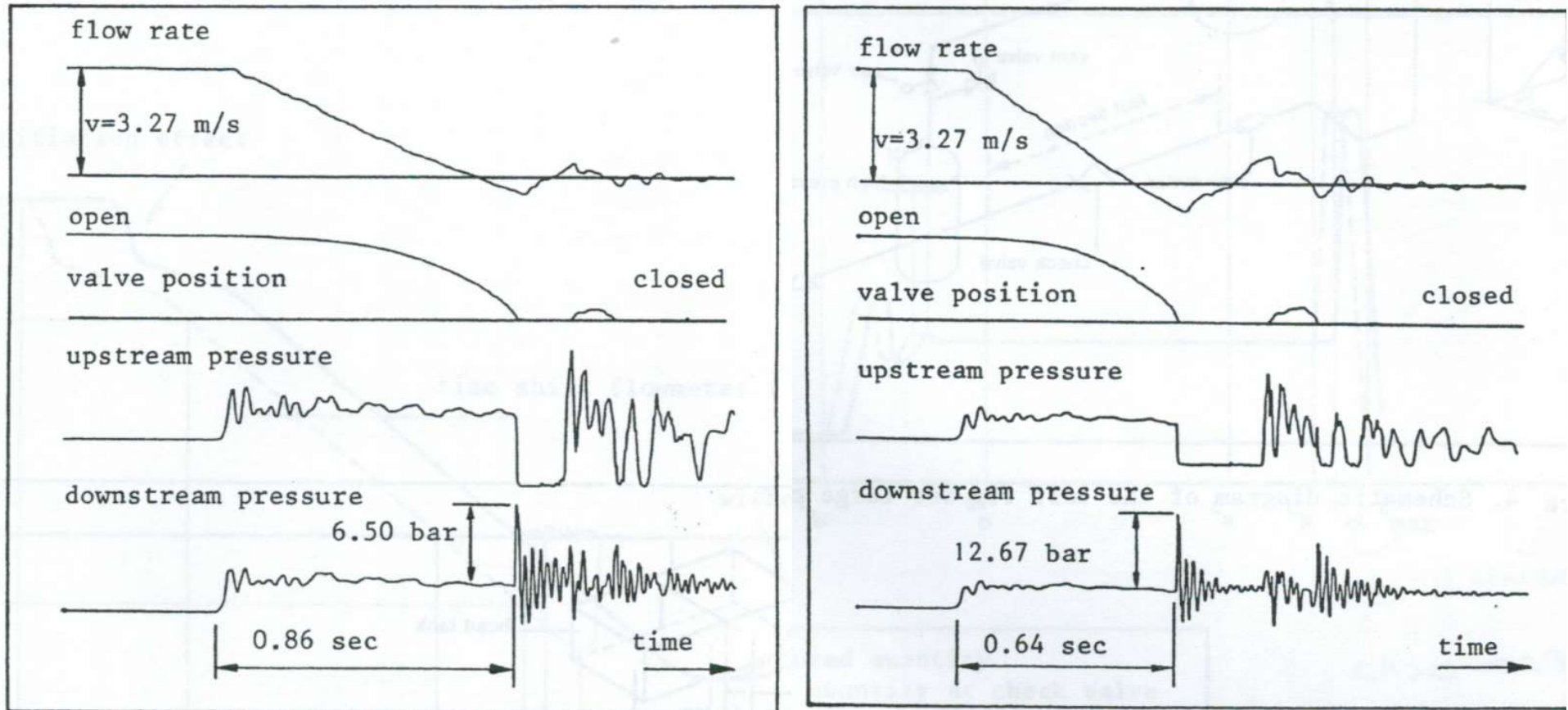
- Flujo no estacionario y turbulento
- Depende significativamente de las características propias de la válvula de retención y de la instalación.
- Difícilmente abordable en forma completamente analítica.

2 enfoques de análisis:

1. Estudios analíticos con hipótesis simplificativas complementadas con resultados experimentales.
2. Observación experimental y análisis dimensional.

OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DIMENSIONAL

Registros cierre de válvula de retención



Dynamic test results of an 800 mm (32")

Nozzle check valve (medium spring)

OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DIMENSIONAL

Algunas observaciones experimentales*:

- Velocidad del flujo inverso a través de la válvula en el instante anterior a su cierre (v_r), y variación de presión asociadas:

$$\Delta p = \rho \cdot a \cdot v_r$$

- Picos de presión prácticamente instantáneos, positivos hacia aguas abajo y negativos hacia aguas arriba.
- Mayores $dv/dt \rightarrow$ mayores V_r (fijada condición estacionaria inicial).
- Mayor recorrido de la válvula hasta su asiento \rightarrow mayor tiempo de cierre \rightarrow mayor V_r .
- Mayor D de la válvula \rightarrow mayor recorrido hasta su asiento \rightarrow mayores sobrepresiones.

*(Thorley, 1989), (Thorley, 1983), (Provoost, 1980), (Provoost, 1982), (Ellis & Mualla, 1986), (Perko, 1986)

OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DIMENSIONAL



- En general, válvulas de tobera, pistón o doble clapeta presentan mejor comportamiento dinámico que las de tipo clapeta o bola.
- Instaladas verticalmente mejora el comportamiento dinámico respecto a horizontalmente.
- Condición de operación crítica: operando varias bombas en paralelo para una de ellas y las otras continúan.

OBSERVACIÓN EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DIMENSIONAL

□ Análisis dimensional

□ Teorema de Buckingham:

Variables de base: $D, V_o, \rho f$

$$\rightarrow \frac{V_r}{V_o} = f\left(\frac{D}{V_o^2} \cdot \frac{dv}{dt}, \frac{\rho v}{\rho f}, \frac{x}{D}, \text{Re}\right)$$

Efectos viscosos: $\text{Re} = \frac{V_o D \rho f}{\mu f}$

Tipo y características de la válvula y un fluido $\frac{x}{D}, \frac{\rho v}{\rho f}$: invariantes

$$\rightarrow \frac{V_r}{V_o} = f\left(\frac{D}{V_o^2} \cdot \frac{dv}{dt}\right)$$

CURVAS DINÁMICAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN

- Thorley (1989)

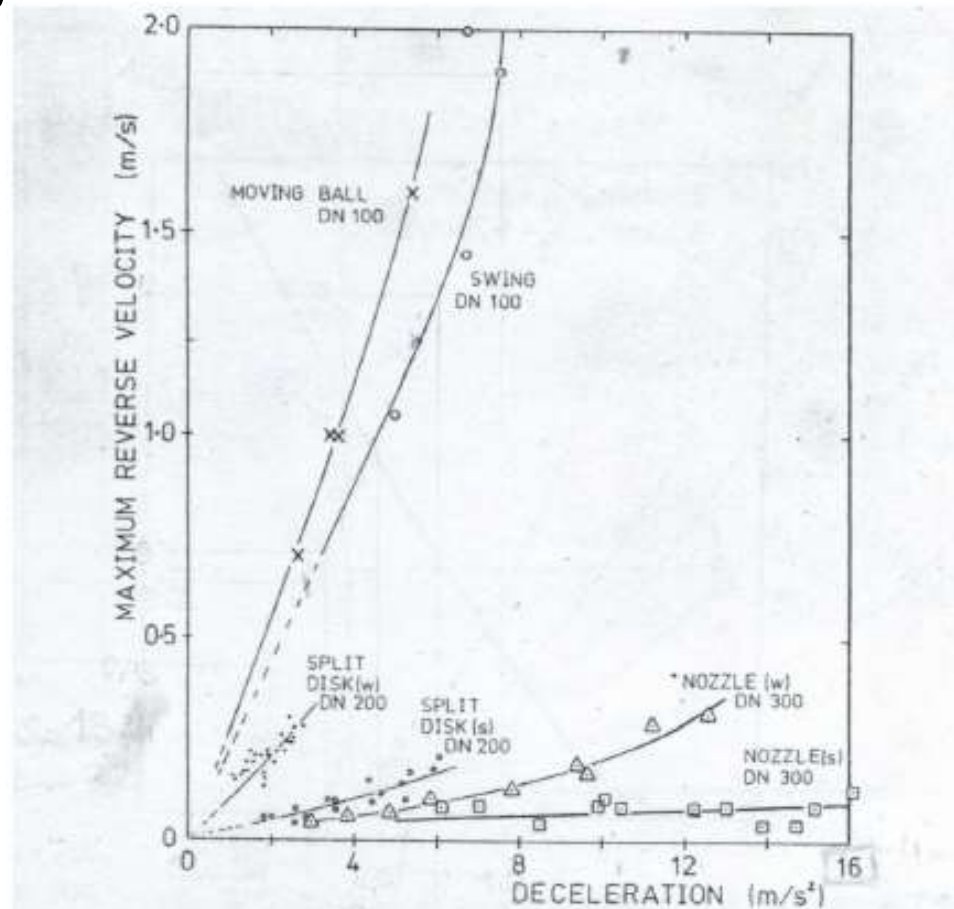


Fig. 6 Typical dynamic performance characteristic, after the style of Provoost [2, 3] which should be provided by valve manufacturers

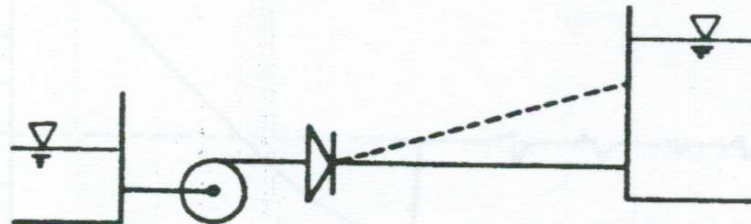
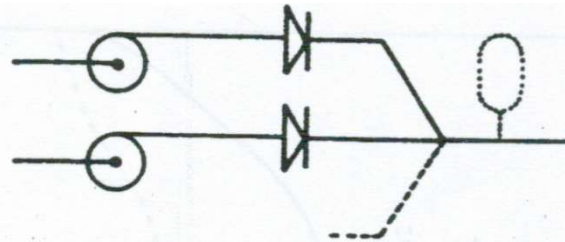
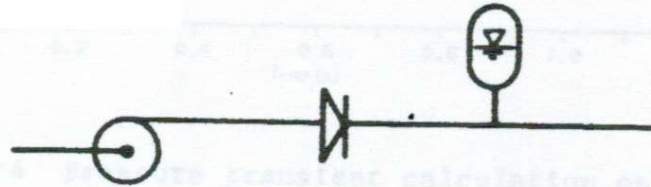
CURVAS DINÁMICAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN



- Permite la selección de la válvula de retención adecuada para determinada instalación.
- Aporta relevante información para el diseño de válvulas de retención.
- Permiten estimar la onda de sobrepresión asociada al cierre de la válvula de retención.

CLAPETAZO DE LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN (CHECK SLAM)

Sistemas típicos con altas desaceleraciones del flujo en la válvula de retención:



CLAPETAZO DE LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN (CHECK SLAM)

