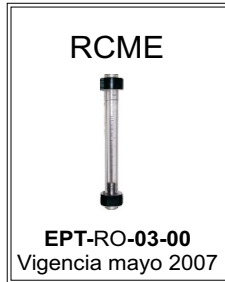
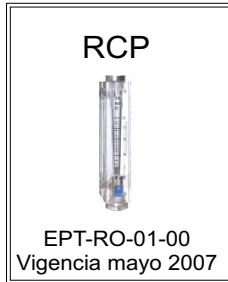


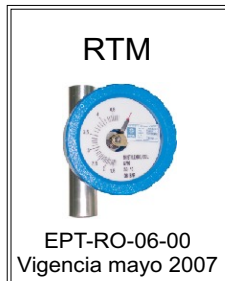


CAUDALÍMETROS DE ÁREA VARIABLE

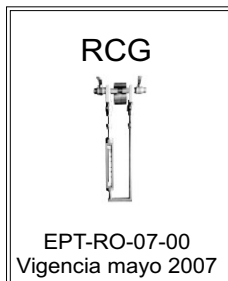
ROTÁMETROS



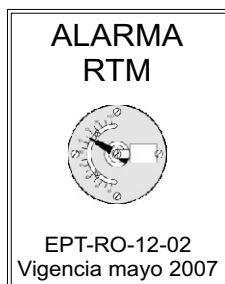
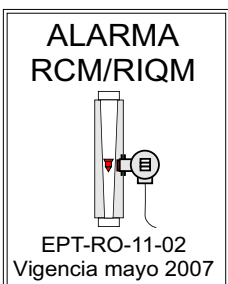
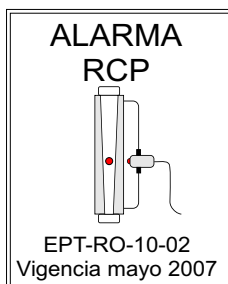
**ROTÁMETROS
TUBO
PLÁSTICO**



**ROTÁMETROS
TUBO VIDRIO
Y METÁLICO**



**ROTÁMETROS
GRANDES
CAUDALES**



ALARMAS



**EQUIPOS
RELACIONADOS**

Descripción

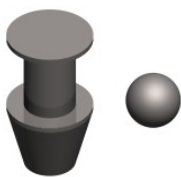
Los rotámetros son caudalímetros simples, confiables y económicos. Los constituyen tres elementos básicos como lo ilustra el esquema.

La energía para operar la aporta el mismo fluido, (líquido, gas o vapor), que empuja el flotante hacia arriba, hasta que el área anular, (anillo entre flotante y tubo) sea lo suficientemente grande para permitir el pasaje del caudal instantáneo. A mayor caudal, el flotante se eleva y desciende cuando disminuye. Las distintas conicidades permiten obtener un rango de 1: 10 entre el caudal mínimo y máximo.



Los Flotantes

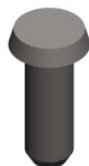
Se utilizan diversos diseños, para obtener la escala deseada y minimizar la alinealidad de las mismas. Se ilustran algunos perfiles típicos.



Para gases



Líquidos no viscosos



Líquidos viscosos

Los Tubos Cónicos

Son los componentes más críticos del equipo, ya que de la calidad de su elaboración, dependerá la precisión de la medición.

ODIN utiliza tres tipos de tubos cónicos:

- Plástico acrílico: Modelos CP, CM, CME, CGL.
- Vidrio borosilicato: Modelos IQM, IQP, GGL.
- Acero inoxidable: Modelo TM.

Los dos primeros se utilizan con fluidos transparentes, mientras que los metálicos se usan con fluidos opacos, acoplado magnéticamente el flotante, con un mecanismo indicador, donde la aguja se desplaza en una escala circular.

Las Escalas

En el mercado argentino, se utilizan de forma excluyente, escalas de lectura directa y en unidades volumétricas, con la excepción del vapor de agua para el que se utilizan gravimétricas.

Las escalas de ODIN contienen los siguientes datos:

- Fluido (Nombre o código)
- G: Gravedad específica.
- μ : Viscosidad (en líquidos)
- Pf: Presión de operación.
- Tf: Temperatura operación.
- Unidad de caudal: $\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$

Las unidades típicas son:

$$\begin{array}{ll} \text{CCM} = \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} & \text{MCM} = \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \\ \text{LPM} = \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} & \text{MCH} = \frac{\text{m}^3}{\text{hora}} \end{array}$$

La Normalización Del Volumen

Desde 1981, la norma ISO 5024 estableció las condiciones para normalizar el volumen de los fluidos y por lo tanto del caudal.

El m^3 para líquidos es el volumen ocupado a 15 °C.

Para gases existe más diversidad:

- SM3: (Standard) Volumen medido a 15° C o 288.15 °K y 1 At.A o 101.3 KPa
- NM3: (Normal) Volumen medido a 0° C o 273.15 °C y 1 At.A o 101.3 Kpa
- AM3: (Actuales) Volumen medido a temperatura y presión de operación.

Cambio De Escalas

A- CAMBIO DE CONDICIONES DE OPERACIÓN.

La escala del rotámetro es frecuentemente convertida a otra, por algún cambio en los parámetros del fluido que definieron el diseño original.

$$Q_v = F_{va} (Q_v)_{\text{diseño}}$$

Fva, (el factor de conversión) es la relación de las densidades originales y las nuevas.

1.- LÍQUIDOS

$$F_{va} = \sqrt{\left(\frac{\rho_f}{\rho_{fl} - \rho_f}\right)_{\text{diseño}} \cdot \left(\frac{\rho_{fl} - \rho_f}{\rho_f}\right)_{\text{nuevo}}}$$

Donde: ρ_f : densidad del fluido.

ρ_{fl} : densidad del flotante.

Esta relación, sin embargo es más practica utilizando las gravedades específicas en lugar de la densidad, y como por definición:

$$G_b = \frac{\rho_b}{\rho_{\text{agua}}} \quad 15^\circ\text{C y } 101.325\text{KPa}$$

Y reemplazando la densidad del agua, en condiciones base:

$$G_b = \frac{\rho_b}{999.0121} \quad \text{ó} \quad G_f = \frac{\rho_f}{999.0121}$$

Y sustituyendo en la ecuación de Fva se obtiene:

$$F_{va} = \sqrt{\left(\frac{G_f}{G_{fl} - G_f}\right)_{\text{diseño}} \cdot \left(\frac{G_{fl} - G_f}{G_f}\right)_{\text{nuevo}}}$$

EJEMPLO: Un rotámetro, calibrado para medir agua a 20° C, será utilizado con gasolina a 38 °C. ¿Cuál será el caudal de gasolina cuando el instrumento lea 10 Lpm?

(Gf) diseño = 1 (agua a 20 °C)

(Gf) nuevo = 0.725 (gasolina a 38°C)

(Gfl) = flotante SS 316 = 8.02

$$F_{va} = \sqrt{\left(\frac{1}{8.02 - 1}\right) \cdot \left(\frac{8.02 - 0.725}{0.725}\right)} = 1.195$$

Luego

$$Q_v \text{ gasolina} = 1.195 \cdot 10 \text{ LPM} = 11.95 \text{ LPM}$$

2.- GASES

Aquí la densidad del flotante ρ_{fl} , es tan grande respecto a la del gas, que puede eliminarse: $\rho_{fl} - \rho_f$

$$F_{va} = \sqrt{\frac{\rho_f (\text{diseño})}{\rho_f (\text{nueva})}}$$

En los gases, la vinculación de densidad y gravedad es:

$$\rho_f = 3.483 \cdot \frac{G_f - P_f}{Z_f \cdot T_k}$$

Donde: Pf = Presión del fluido (en absoluto)

Tk = Temperatura fluido (en °K)

Zf = Factor de compresibilidad (despreciable)

$$F_{va} = \sqrt{\left(\frac{G \cdot P_f}{T_k}\right)_{\text{diseño}} \cdot \left(\frac{T_k}{G \cdot P_f}\right)_{\text{nuevo}}}$$

En la práctica, los tres parámetros pueden abordarse separadamente:

$$F_{va} = F_p \cdot F_t \cdot F_g$$

$$F_p = \sqrt{\frac{(P_f)_d}{(P_f)_{\text{nueva}}}} = \sqrt{\frac{(1.033 + P_{\text{diseño}}) \text{ Kg/cm}^2}{(1.033 + P_{\text{nueva}}) \text{ Kg/cm}^2}}$$

$$F_t = \sqrt{\frac{(T_k)_{\text{nueva}}}{(T_k)_d}} = \sqrt{\frac{273.15 + T_n \text{ } ^\circ\text{C}}{273.15 + T_d \text{ } ^\circ\text{C}}}$$

$$F_g = \sqrt{\frac{(G_d)_d}{(G_d)_{\text{nueva}}}}$$

EJEMPLO: Un rotámetro calibrado en ALPM de aire a 20°C y 0.5 Kg/cm² se usará con oxígeno a 15 ° C y 1 Kg/cm², ¿cuál será el caudal de oxígeno cuando el rotámetro indica 10 ALPM?

G_f aire = 1 G_f oxig. = 1.105 Tk aire = 293.15

Tk = 288.15 Pf aire = 1.533 Pf oxigen. = 2.033

$$F_p = \sqrt{\frac{1.533}{2.033}} = 0.868 \quad F_t = \sqrt{\frac{288.15}{293.15}} = 0.98$$

$$F_g = \sqrt{\frac{1}{1.105}} = 0.95$$

Luego: Fva = 0.868 x 0.98 x 0.95 = 0.808

Y entonces:

$$Q_v (\text{oxígeno}) = 0.808 \cdot 10 \text{ ALPM} = 8.84 \text{ ALPM}$$

B- CAMBIO DE NORMA VOLUMÉTRICA.

Si la escala de diseño está en una norma: S, A ó N y se quiere cambiar a otra, la ecuación es:

$$F_{va} = \left(\frac{G \cdot P_b}{T_{kb}}\right)_{\text{diseño}} \cdot \left(\frac{T_{kb}}{G \cdot P_b}\right)_{\text{nuevo}}$$

EJEMPLO 1: Calcular en SLPM la escala ALPM del ejemplo anterior:

G_d = G_N = 1.105 P_{b_d} = 2.033 T_{k_d} = 288.15

P_{b_N} = 1.033 T_{k_N} = 288.15

$$F_{va} = \left(\frac{2.033 \cdot 1.105}{288.15}\right)_{\text{diseño}} \cdot \left(\frac{288.15}{1.105 \cdot 1.033}\right)_{\text{nuevo}} = 1.96$$

Q_{v,SLPM} = 1.96 x 8.08 = 15.9 SLPM

EJEMPLO 2: Calcular el valor anterior en NLPM.

T_{k_N} = 273.15

$$F_{va} = \left(\frac{1.105 \cdot 1.033}{288.15}\right)_{\text{diseño}} \cdot \left(\frac{273.15}{1.105 \cdot 1.033}\right)_{\text{nuevo}} = 0.948$$

Q_{v,NLPM} = 0.948 x 15.9 = 15.07 NLPM

ODIN S.A.

Calle 35 e/122 y 123
CP 1925 Ensenada
Provincia de Buenos Aires
Argentina

Tel: (0221) 422-7751
Fax: (0221) 422-7671
email: odinsa@infovia.com.ar
info@odinsa.com.ar

web: www.odinsa.com.ar
EPT-RO-00-05
Vigencia mayo 2007

