



Metrología : es la Ciencia de las Mediciones.



**Metrología Científica** : esta encargada de la investigación que conduce a la elaboración de patrones sobre bases científicas y promueve su reconocimiento y la equivalencia de estos a nivel internacional.

Investiga métodos y procedimientos para medir y mejorar las mediciones.

**Metrología Industrial** : se relaciona con la industria manufacturera . Abarca todos los instrumentos vinculados al ámbito industrial y que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste.

**Metrología Legal** : esta vinculada con las transacciones comerciales. Busca garantizar que el cliente que compra un producto , reciba lo que efectivamente ha pactado al adquirir el mismo.

# ORGANISMOS DE METROLOGIA



**INTI**



Instituto  
Nacional  
de Tecnología  
Industrial

**CEM**

CENTRO ESPAÑOL  
DE METROLOGÍA



Organización Internacional de Metrología Legal



# **INSTRUMENTACION**

# **METROLOGIA INDUSTRIAL**

Las variables a medir o controlar pueden ser:

## ***Variables físicas:***

Caudal (Caudal Másico – Caudal Volumétrico) ,Presión , Temperatura ,Nivel (Nivel de líquidos – Nivel de sólidos) ,Velocidad ,Peso ,Humedad ,Punto de rocío ,etc.

## ***Variables químicas:***

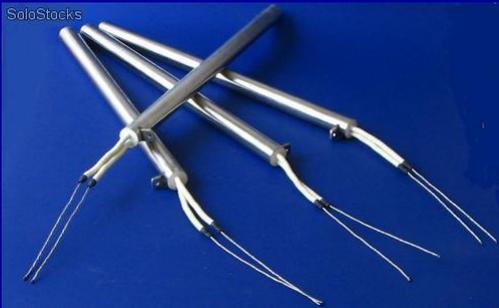
pH ,Conductividad eléctrica ,Redox ,etc.

## DEFINICIONES

**Elemento Primario de Medición (Sensor)** : parte del instrumento que está en contacto directo con el proceso .

Notifica algún parámetro interpretable por el hombre ó utilizado por otro equipo.

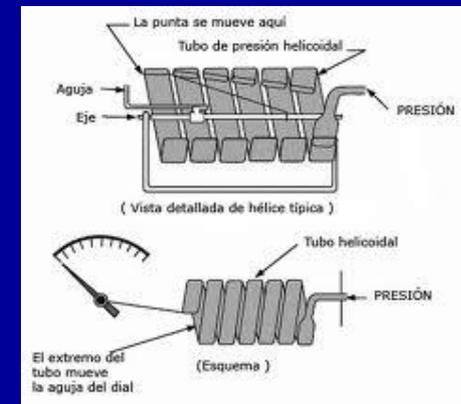
### Temperatura



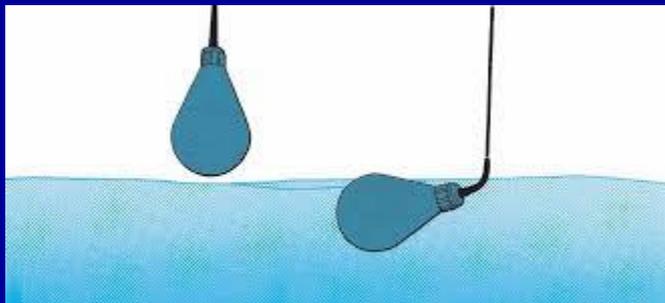
### Caudal



### Presión



### Nivel



### PH



### Cloro Residual



# INSTRUMENTACION

**Elementos Secundarios de Medición** : parte del instrumento que interpreta el parámetro indicativo de la medición del elemento primario.

Produce una señal de salida proporcional a la medición. Esta señal puede ser:

Señal electrónica analógica : 4-20 mA , 0-20 mA , 0-10 V , etc.

Señal electrónica discreta : abierto-cerrado , con tension-sin tensión .

Señal electrónica digital : modbus , profibus , etc.

Señal Neumática : 3-15 psi



**Caudal Presión Nivel**



**Cloro Residual - PH**



## Elementos Primarios y Secundarios integrados



## ***ALCANCE ó RANGO de medición de un instrumento (Range)***

Zona en la que un instrumento puede medir. Se la define por el límite inferior y superior de medición.

Ejemplo

Instrumento 1 - Rango de medición de 2 a 7 Kg/cm<sup>2</sup>

Instrumento 2 - Rango de medición de 0 a 100°C

## ***ESCALA de un instrumento (Span)***

Diferencia aritmética entre el límite superior y el inferior de medición

Ejemplo

En los instrumentos del ejemplo anterior el Span es

Instrumento 1 :  $\text{Span} = 5 \text{ Kg/cm}^2$  (7Kg/cm<sup>2</sup> - 2Kg/cm<sup>2</sup>)

Instrumento 2 :  $\text{Span} = 100^\circ\text{C}$  (100°C – 0°C)

## SENSIBILIDAD

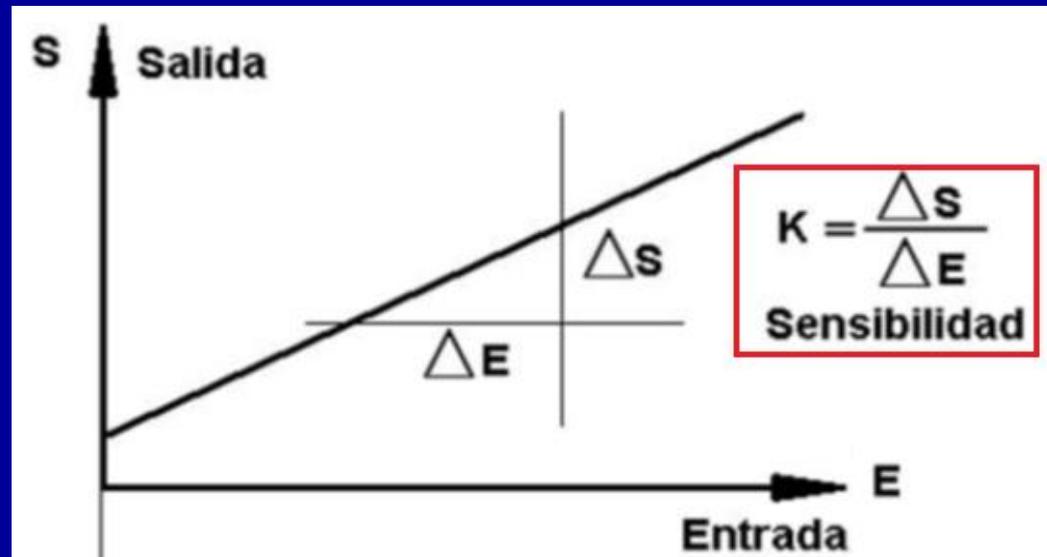
*Es la variación en la salida del instrumento por unidad de variación de la variable del proceso (entrada).*

En definitiva se puede decir que es la ganancia del instrumento.

El ideal es que la misma se mantenga constante.

En general los elementos primarios presentan derivas de la sensibilidad con otras variables, fundamentalmente la temperatura, por lo que el acondicionamiento de señal que realiza el instrumento se debe encargar de compensar esas derivas.

En muchos instrumentos industriales se mide también a la temperatura para realizar esta compensación.



## **EXACTITUD DE LA MEDICION**

***Límite entre los cuales el valor medido puede diferir del valor verdadero de la variable que se está midiendo.***

Indica la desviación de una lectura con respecto a una lectura conocida.

La exactitud puede mejorarse por medio de la calibración pero no más allá de la precisión del instrumento.

### **a) Porcentaje de la escala ajustada**

Un instrumento cuya exactitud es del 1% de la escala ajustada , significa lo siguiente :

Medidor de Temperatura 0 – 100 °C

Al medir 50 °C, el valor real puede ser  $50 \pm 1$  °C

Al medir 20 °C ,el valor real puede ser  $20 \pm 1$  °C

### **b) Porcentaje en función del valor medido**

Un instrumento cuya exactitud es del 1% del valor medido, significa lo siguiente :

Medidor de Presión 0 – 100 Bar

Al medir 50 Bar ,el valor real puede ser  $50 \pm 0,5$  Bar

Al medir 20 Bar ,el valor real puede ser  $20 \pm 0,2$  Bar

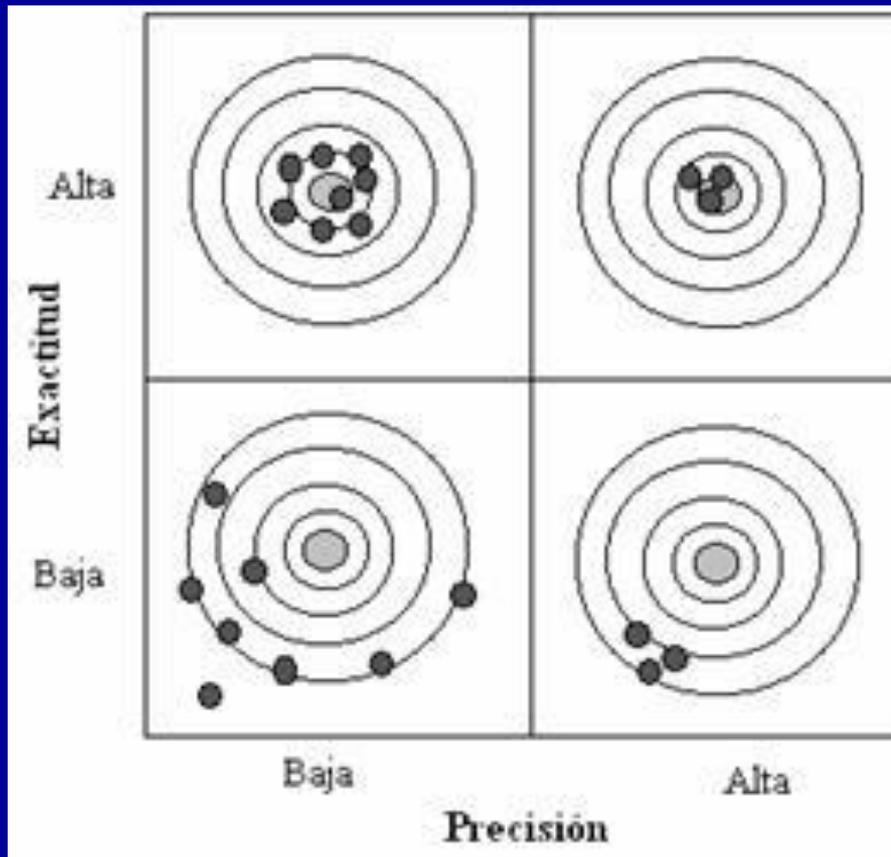
# INSTRUMENTACION

## PRECISION

*Es la tolerancia de medida* (o transmisión del instrumento) .

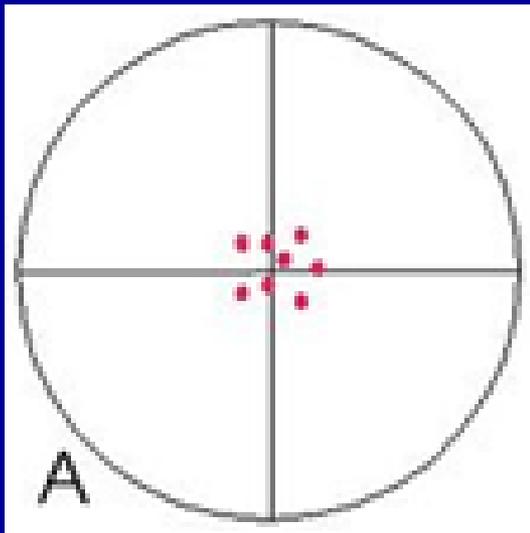
Generalmente se da en porcentaje de acuerdo al alcance o rango, de acuerdo a la unidad de la variable ó de acuerdo al valor máximo.

## Diferencia entre Exactitud y Precisión

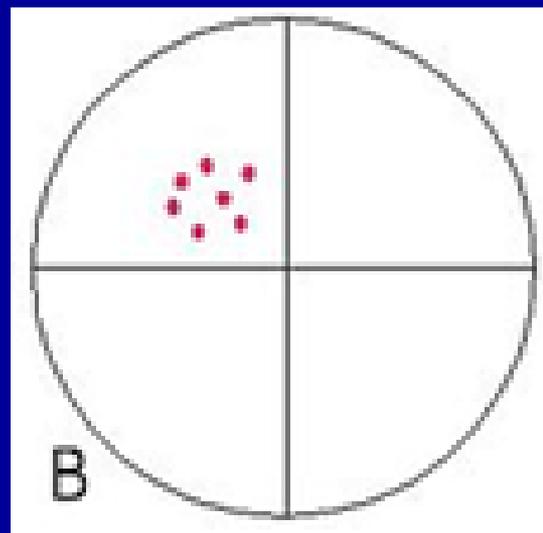


## REPETIBILIDAD

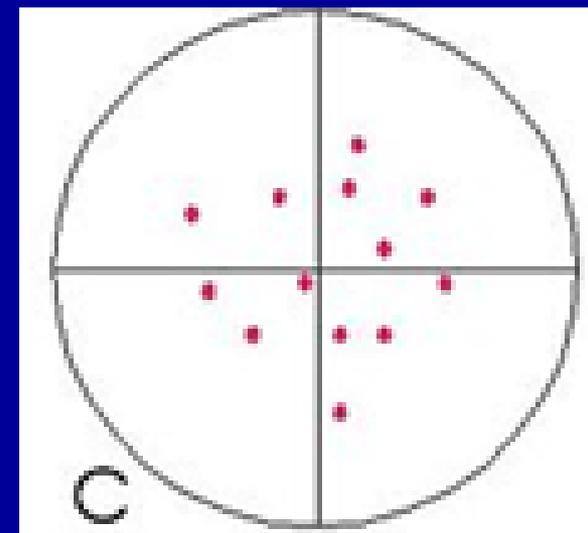
*Es la máxima dispersión que puede tener una medición cada vez que se mide un mismo valor de una variable.*



Instrumento con muy buena repetibilidad .

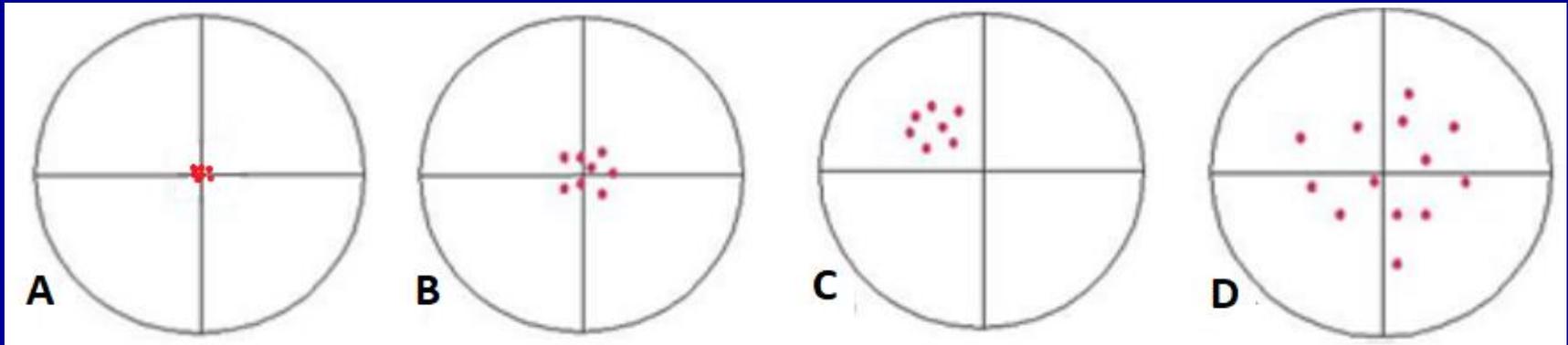


Instrumento con muy buena repetibilidad .



Instrumento con mala repetibilidad .

## REPETIBILIDAD – EXACTITUD - PRECISION



Instrumento con muy  
buena REPETIBILIDAD  
EXACTITUD Y  
PRECISION

Instrumento con muy  
buena REPETIBILIDAD  
y EXACTITUD  
Baja PRECISION.

Instrumento con muy  
buena REPETIBILIDAD  
Baja EXACTITUD  
Baja PRECISION.

Instrumento con muy  
Baja REPETIBILIDAD  
Baja EXACTITUD  
Baja PRECISION.

# INSTRUMENTACION

## ERROR

*Es la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida .*

Se debe evaluar el error en toda la cadena de medición . Es decir que se deben tener en cuenta todos los errores introducidos por los distintos componentes del lazo de medición.

$$E = \sqrt{Es^2 + Et^2 + Ei^2 + \dots}$$

E: error total

Es: error del sensor primario

Et: error del transmisor

Ei: error del indicador

## SOBRERANGO

*Es el máximo valor admisible por el instrumento ,por encima del valor máximo ajustable ,que puede soportar un instrumento sin verse afectado en forma permanente.*

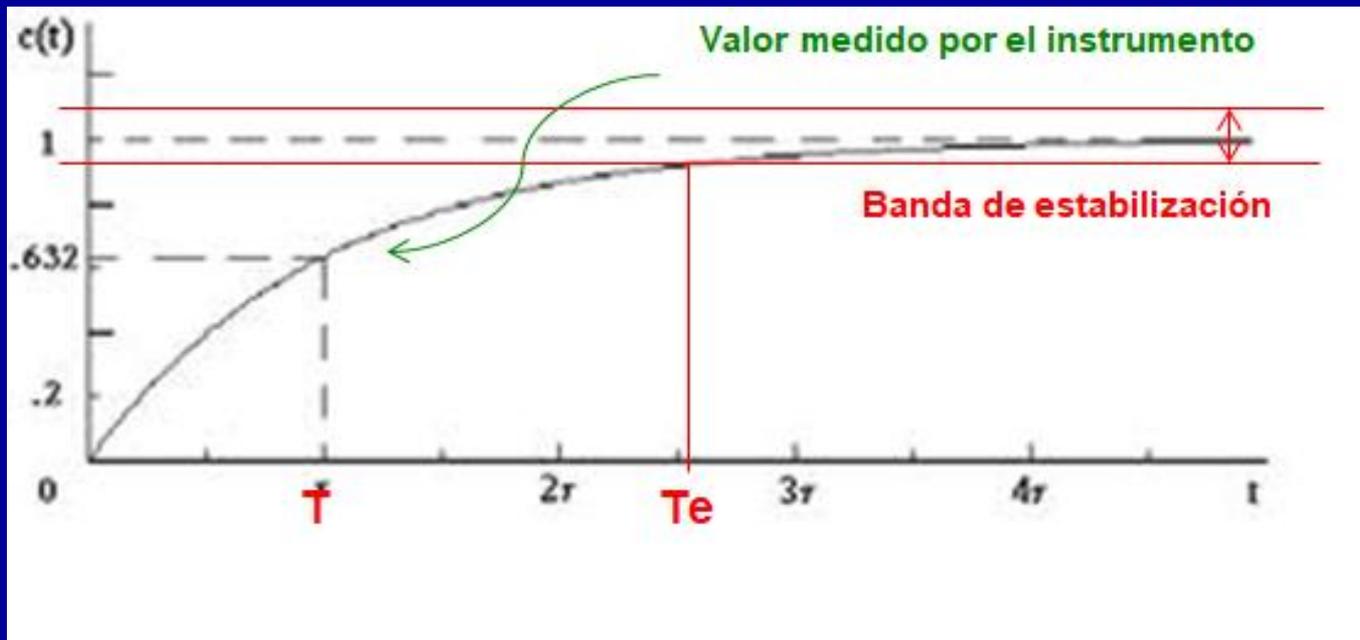
Ejemplos

- Medidor de Temperatura 0-100 °C → Temperatura máx 150 °C
- Medidor de presión diferencial 0-500 gr/cm<sup>2</sup> → Presión máx 10 Kg/cm<sup>2</sup>

# INSTRUMENTACION

## Constante de Tiempo de un Instrumento

Se denomina así al tiempo que tarda un instrumento de medición en alcanzar el 63,2% de su valor final estable, a partir del momento en que comienza a reaccionar.



$T$  : Constante de tiempo

$T_e$ : tiempo de estabilización (100% +/- 1%)

$T_m$ : tiempo muerto, tiempo que tarda el instrumento en reaccionar ante un estímulo

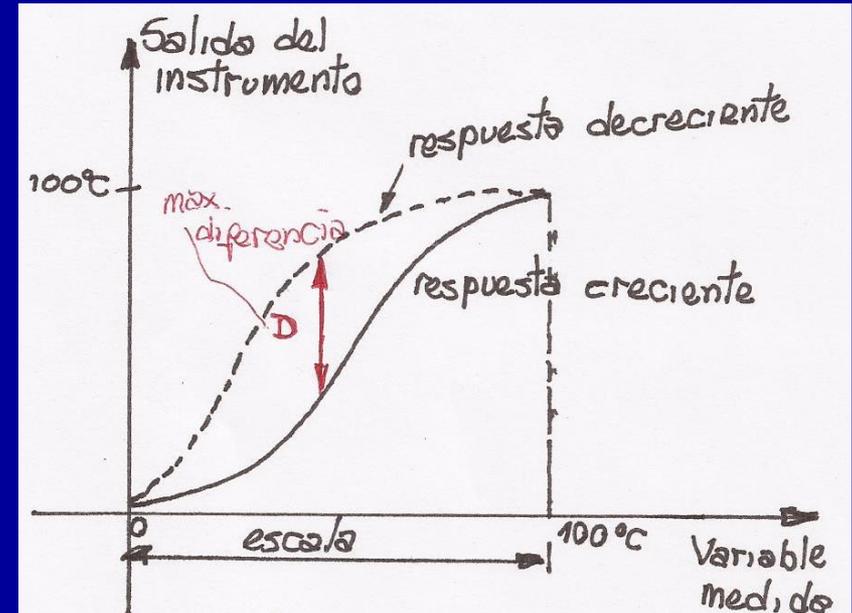
# INSTRUMENTACION

## HISTERESIS

Es la máxima diferencia en la salida del instrumento, dividido la escala ajustada.

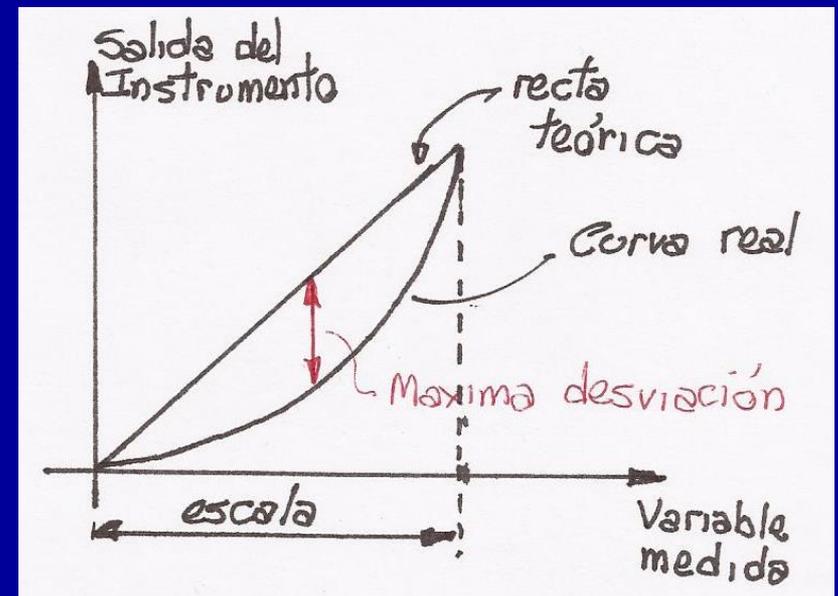
Ejemplo

$$\left. \begin{array}{l} \text{Escala} = 0 - 100^{\circ}\text{C} \\ D = 2^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \text{Hist.} = \frac{2}{100} = 0,02$$



## LINEALIDAD

Es la máxima desviación entre la curva real y la recta teórica de la variable medida.



## ***DERIVA (Drift)***

***Fenómeno por el cual la salida del instrumento modifica su valor en función del tiempo.***

Se debe a muchos factores : envejecimiento de componentes , temperatura , humedad , presión , Vibraciones, etc.

## ***RANGEABILIDAD (Rangeability)***

***Relación entre la máxima y la mínima escala ,por debajo de la cual no se cumple con la exactitud deseada.***

Ejemplo

Un transmisor que cumple con la exactitud deseada entre el 5% y el 100% de la escala ,tiene una Rangeabilidad de 20 a 1 ( $100/5=20/1$ ) .

## ***DAMPING (filtrado)***

***Consiste en modificar manualmente la Cte. de tiempo del instrumento para filtrar señales muy perturbadas por agentes extraños.***

Ejemplo

Manómetro con glicerina

## TURN DOWN

*Relación entre la máxima y la mínima escala ajustable.*

Muy utilizado en transmisores de medición. Les da una mayor versatilidad

### EJEMPLO 1

**Transmisor de Presión con Turndown 20:1**

**Rango nominal 0 a 100 Bar**

Podrá ser calibrado en cualquier rango entre 0-5 Bar y entre 0-100 Bar

### EJEMPLO 2

**Medidor de Caudal con Rango nominal de 0 a 100 m<sup>3</sup>/h.**

**Este medidor de Caudal también tiene una capacidad de turndown de 10:1.**

- Esto significa que el medidor de caudal puede funcionar de manera precisa y confiable en un rango más amplio, en este caso, desde 10 m<sup>3</sup>/h hasta 100 m<sup>3</sup>/h.
- Esto proporciona flexibilidad en caso de que el flujo varíe y permite que el instrumento se adapte a diferentes condiciones de operación.

# INSTRUMENTACION

## **RANGO CON SUPRESION DE CERO (también llamado Cero Suprimido)**

Es aquel rango de un instrumento cuyo valor mínimo se encuentra por encima del 0 del instrumento.

## **RANGO CON ELEVACION DE CERO**

Es aquel rango de un instrumento cuyo valor mínimo se encuentra por debajo del 0 del instrumento.

