



TRANSDUCTORES Y SENSORES 2021

Ing. Biomédica
Ing. Electrónica

Unidad VII : NIVEL



FCEFN - UNC - Ing. Gabriel Gómez (ggomez@unc.edu.ar)



Temario

Introducción

Criterios de selección

Principios de funcionamiento

Fabricantes

Resumen



INTRODUCCIÓN



Conceptualmente, lo que nos interesa es saber cuánto tenemos de un determinado producto (cualquiera sea su estado: sólido, líquido o gaseoso), claro que la tecnología variará. Así como lo habitual en sólidos es pesar, y en el caso de los gases, medir presión, en líquidos (en tanto estemos en nuestro planeta o en presencia de un campo gravitatorio) observamos una superficie “plana” independiente de la forma o capacidad del contenedor. Nos vamos a centrar en líquidos, casi-líquidos (mezclas, pastas) y sólidos granulares (arena, granos, etc.)





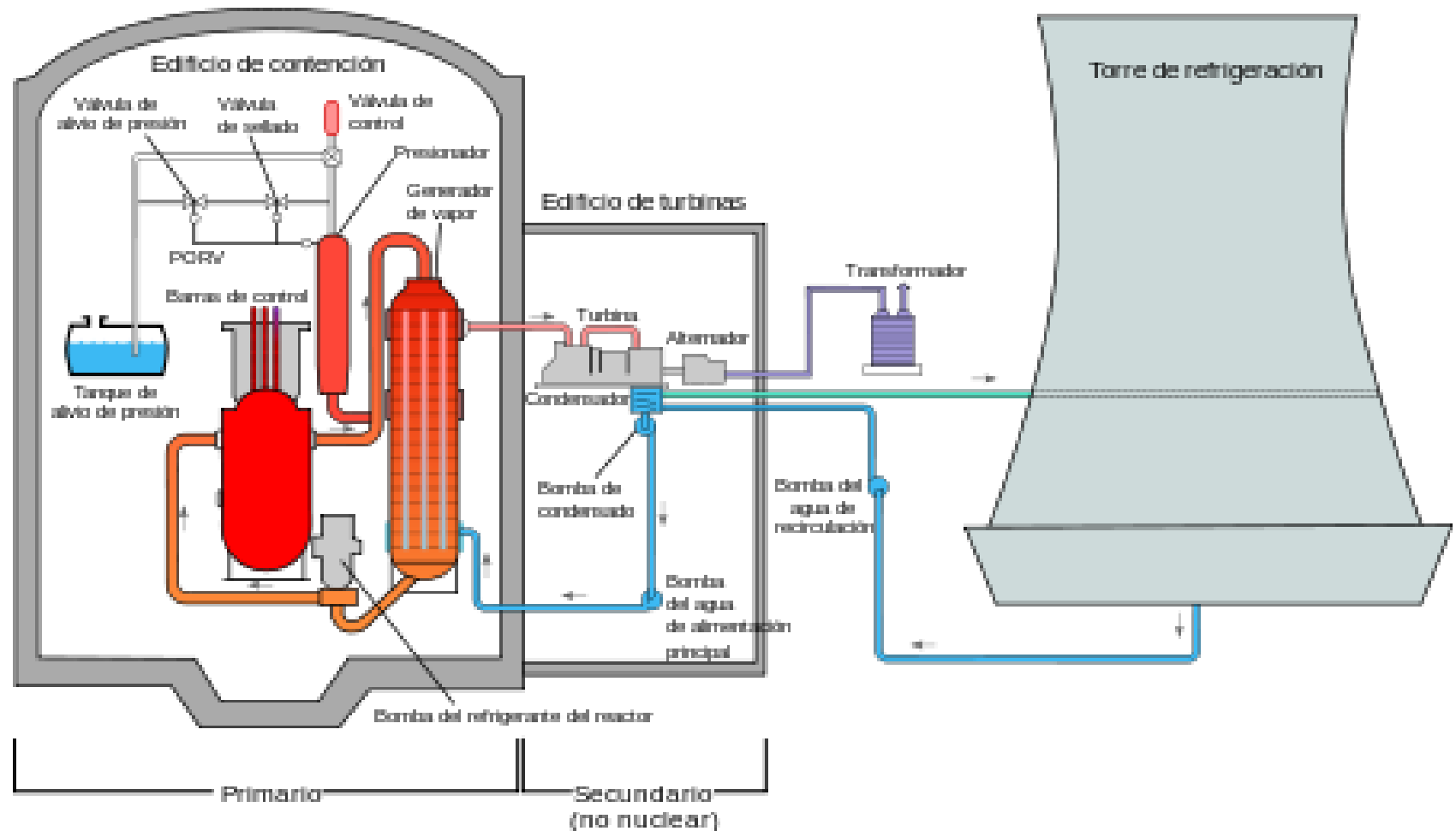
- Nivel de un líquido: es la altura de la superficie de un líquido (en realidad la interfase entre 2 fluidos liquido-gas o liquido-liquido) o casi liquido relativa a un punto de referencia. P. ej el fondo del tanque.
- Nivel continuo: se puede medir el nivel desde un mínimo a un máximo dentro de un rango especificado.
- Nivel de punto: todo o nada, detectan si el nivel está en un punto específico, p. ej mínimo, máximo.



Introducción:

- Más de 20 tecnologías.
- 28 de Marzo de 1978 Three Mile Island
 - Seguridad
 - Funcionamiento correcto del Procesos
 - Económicos (control de inventarios)

Accidente de Three Mile Island





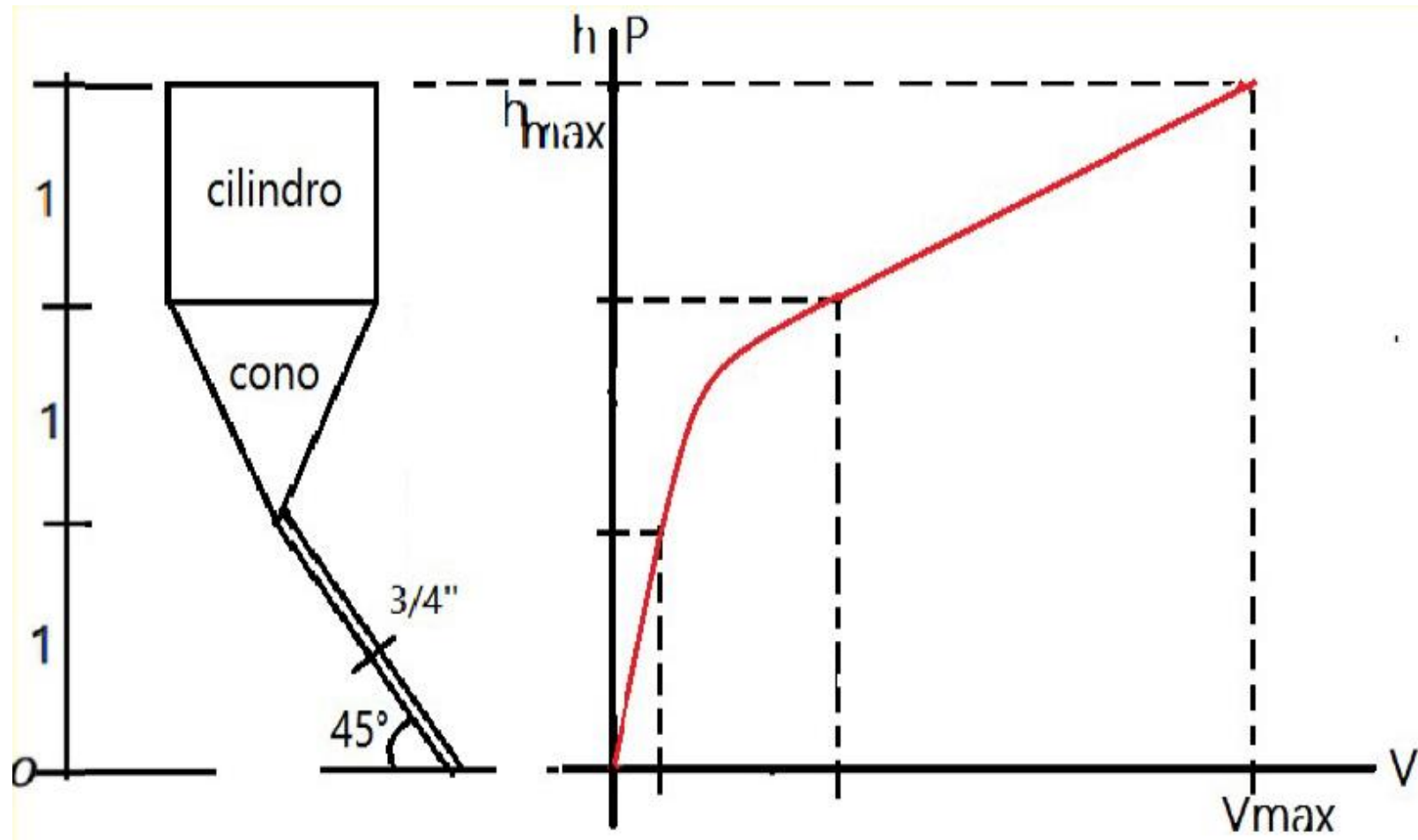
UNIDADES Y ESCALAS

Unidades:

- **Dimensión [m]:** apto para contenedores con simetría vertical
- **Volumen [m³] o capacidad [L]:** si se conoce la geometría del recipiente, a partir de la dimensión se puede calcular el volumen.
- **Masa [kg]:** conociendo la densidad del líquido y el volumen se puede calcular la masa
- **Porcentaje [%]:** independientemente de los tres sistemas anteriores, siempre se podrán usar mediciones relativas al total o lleno (100%) sin utilizar unidades. Un caso habitual es el indicador de nivel de combustible en automotores

|| Ejemplo algoritmo de conversión:

Se desea medir el volumen de agua contenido en un cilindro de 2 m de diámetro al tope de una tolva cónica mediante un sensor de presión colocado al final de un caño de $\frac{3}{4}$ " de drenaje. Desarrollar el **algoritmo de conversión** de presión/altura/mv a m³.

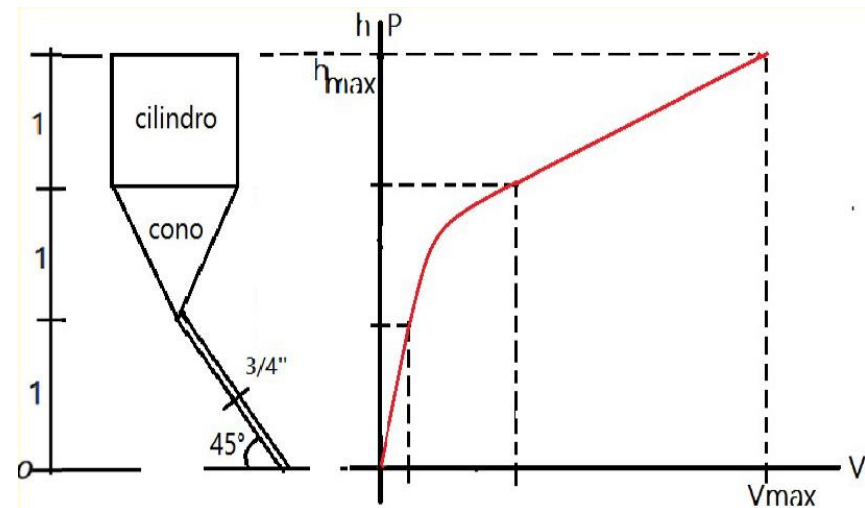


$$V = V_{cilindro} + V_{cono} + V_{caño}$$

$$V_{cilindro} = \pi r^2 h_{cilindro}$$

$$V_{cono} = \frac{1}{3} \pi r^2 h_{cono}$$

$$V_{caño} = \pi \left(\frac{\phi_{caño}}{2} \right)^2 \frac{1}{\sen 45} h_{caño}$$





$$V = \pi r^2 h_{cilindro} + \frac{1}{3} \pi r^2 h_{cono} + \pi \left(\frac{\emptyset_{caño}}{2} \right)^2 \frac{1}{\sen 45} h_{caño}$$

$$V = \pi \left(r^2 h_{cilindro} + \frac{1}{3} r^2 h_{cono} + \left(\frac{\emptyset_{caño}}{2} \right)^2 \frac{1}{\sen 45} h_{caño} \right)$$





PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO



¿Qué podemos medir?

LÍQUIDOS

Limpios

Viscosos

Lodo / barro

interfaces de separación

Espuma

Con sólidos en suspensión



SÓLIDOS

Polvo

Granulado

Pegajosos

Principios de funcionamiento

I – Medidores de nivel de líquidos

- 1 – Medida directa
- 2 – Presión hidrostática
- 3 – Desplazamiento
- 4 - Características eléctricas del producto
- 5 – Switches

Principios de funcionamiento

II – Medidores de nivel de sólidos

- 1 – Detectores de nivel de punto fijo
- 2 – Medidores de nivel continuos

|| I – Medidores de nivel de líquidos

1 – Medida directa

a) Sondas

b) Nivel de cristal

c) Flotadores





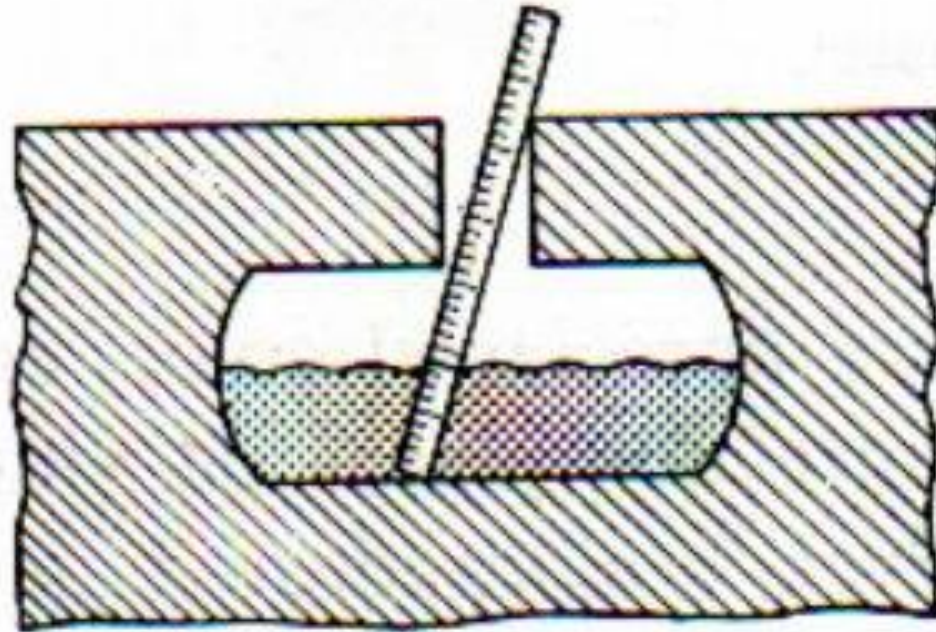
1 – Medida directa: sondas

1. Varilla graduada
2. Varilla con gancho
3. Cinta y plomada

1 – Medida directa: sondas

1. Varilla graduada: de longitud conveniente para introducirla en el interior del tanque. Lectura directa de la longitud mojada por el líquido

1 – Medida directa: sondas

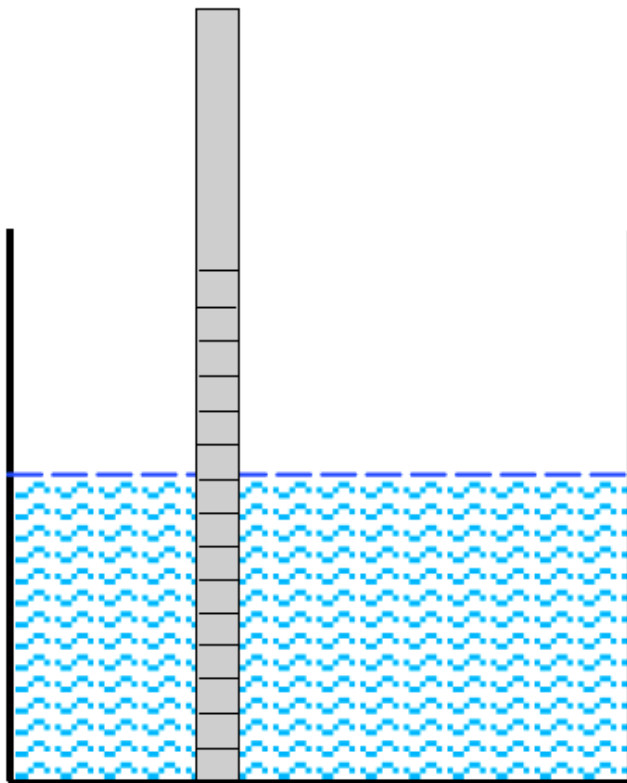


a - varilla

1 – Medida directa: sondas

Aplicaciones:

- Para tanques abiertos a presión atmosférica
- Muy usado en tanques de fuel-oil.



Dip Stick

While unit are normally in percent or length, volumetric units can be derived as;

For a cylindrical tank;

$$\text{Volume} = \pi R^2 H,$$

*but $\pi R^2 = K$ (a constant),
therefore, Volume = KH*



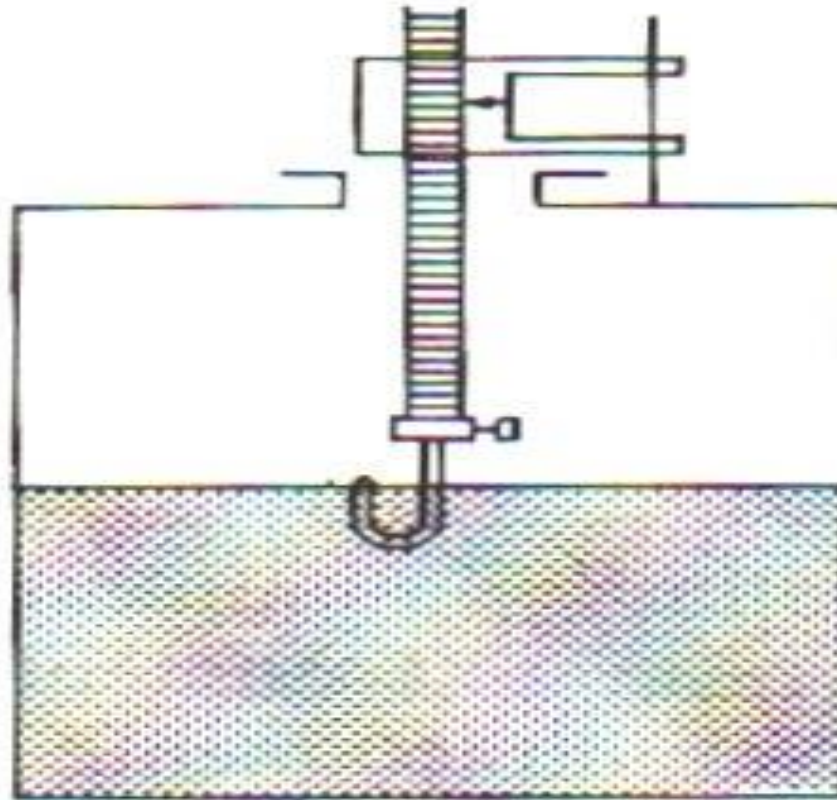
Medición de nivel de aceite (automóviles)



1 – Medida directa: sondas

2. Varilla con gancho: se sumerge y luego levanta hasta que el gancho rompe la superficie del líquido.

1 – Medida directa: sondas



b – varilla con gancho

1 – Medida directa: sondas

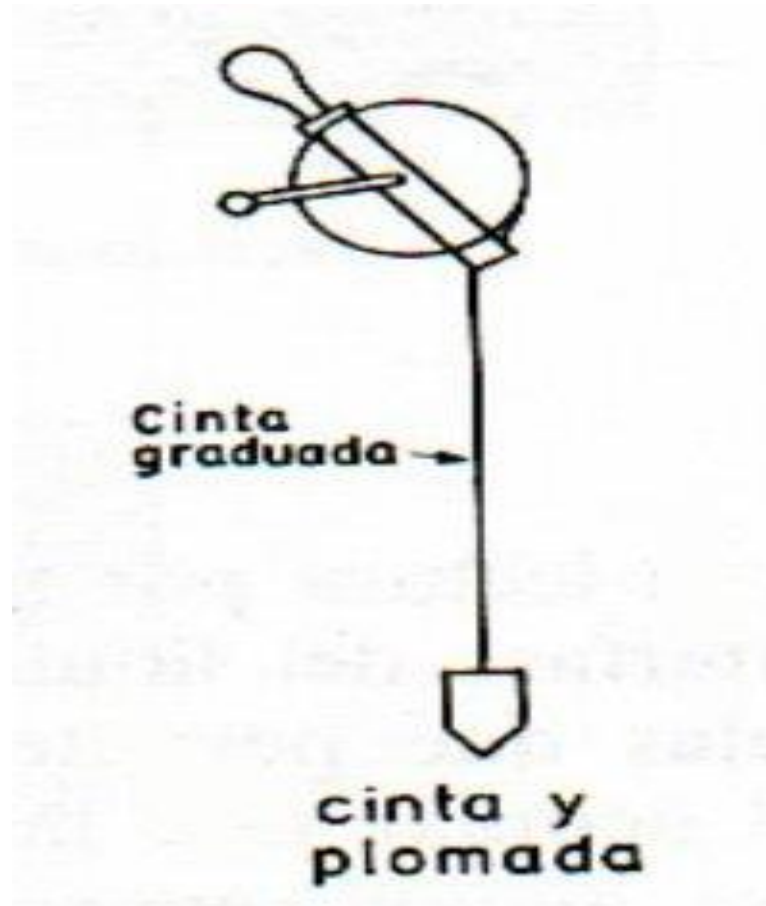
Aplicaciones:

- Para tanques de agua a presión atmosférica.

1 – Medida directa: sondas

3. Cinta y plomada: cuando es difícil que la regla acceda al fondo del tanque

1 – Medida directa: sondas





1 – Medida directa: niveles de cristal

b) Nivel de cristal (vasos comunicantes, by-pass): tubo de vidrio conectado al tanque, gralmente mediante tres válvulas (2 cierre, 1 purga)

- *Cristal normal*
- *Cristal con armadura*
- *Lectura por reflexión*
- *Lectura por transparencia*



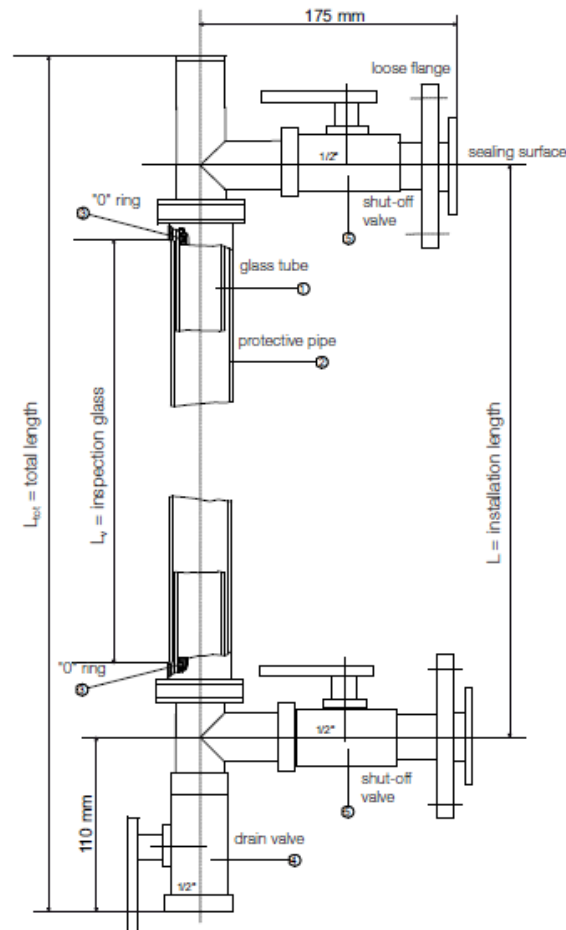
1 – Medida directa: niveles de cristal

Nivel de cristal normal: para presiones hasta 7 bar.

1 – Medida directa: niveles de cristal



Dimensions



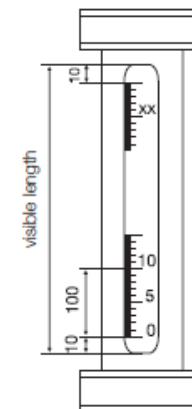
Total length (L_{tot}) according to the inspection glass (L_v)

All dimensions in mm.

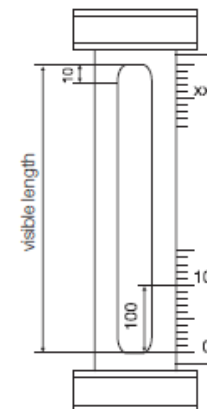
Model	Total length (L_{tot})	Inspection glass (L_v)
SZM-x 0	$L + 80$	$L - 100$
SZM-x 1	$L + 115$	$L - 100$
SZM-x 2	$L + 115$	$L - 100$
SZM-x 3	$L + 150$	$L - 100$
SZM-x 4	$L + 150$	$L - 100$
SZM-x 5	$L + 185$	$L - 100$

Measuring scale

foil on glass tube

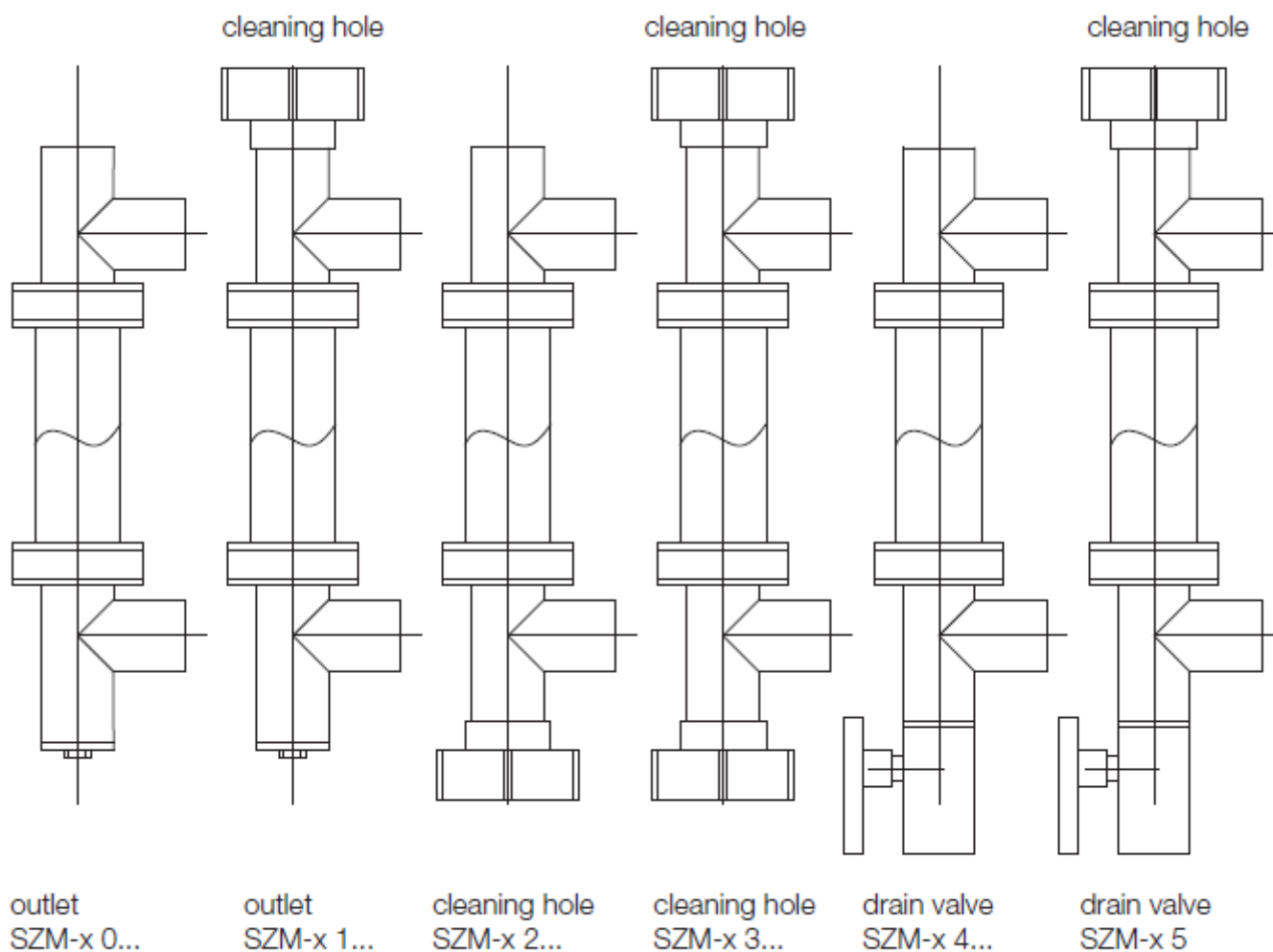


aluminium scale





1 – Medida directa: niveles de cristal

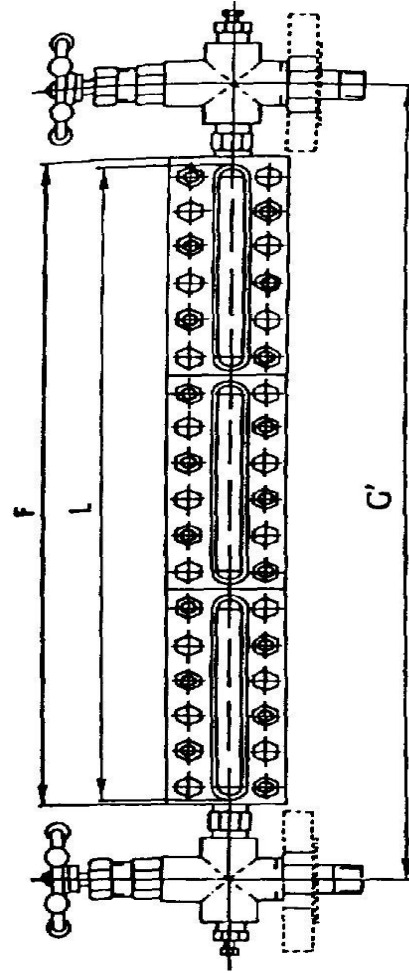


1 – Medida directa: niveles de cristal

Nivel de cristal con armadura: para presiones mayores a 7 bar.



1 – Medida directa: niveles de cristal





1 – Medida directa: niveles de cristal

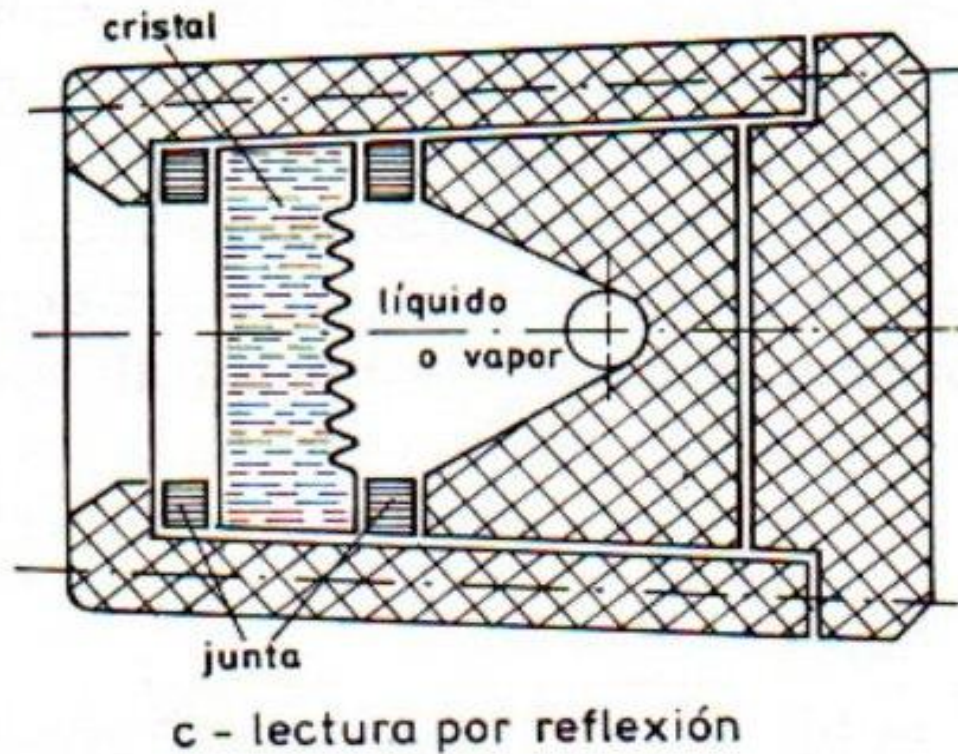
Lectura por reflexión: cristal con ranuras longitudinales que actúan como prisma de reflexión.

Zona de líquido color oscuro casi negro.

Zona de vapor color claro.



1 – Medida directa: niveles de cristal

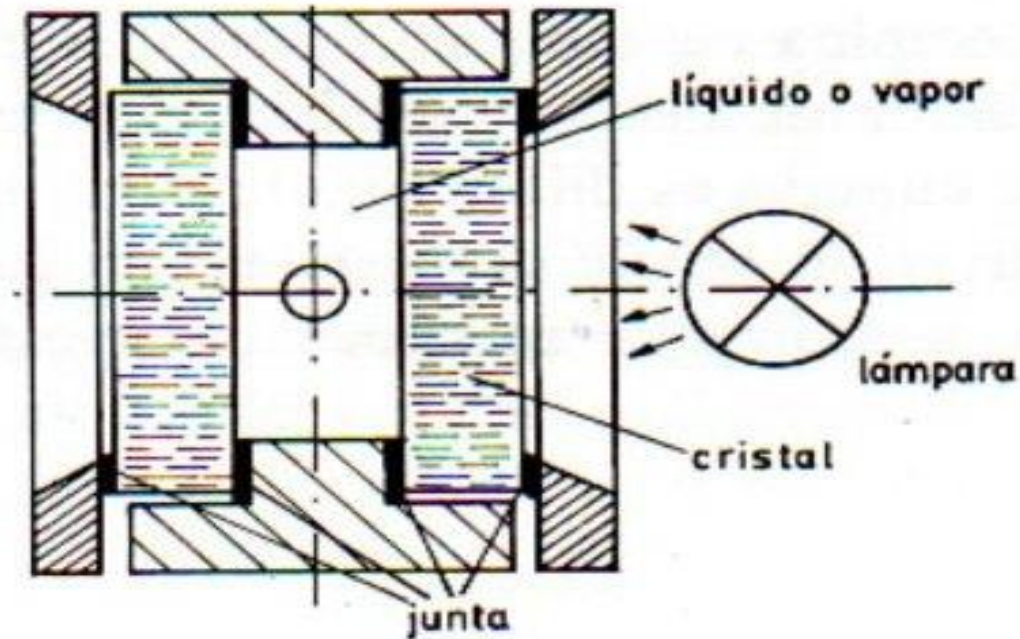


1 – Medida directa: niveles de cristal

Lectura por transparencia: empleada para apreciar el color, las características o interfaces del líquido.

Se puede mejorar agregando una lámpara de iluminación al sistema.

1 – Medida directa: niveles de cristal



d - lectura por transparencia

1 – Medida directa: niveles de cristal

Ventajas:

- Gran precisión y seguridad en la lectura (sirven para contrastar otras tecnologías)

1 – Medida directa: niveles de cristal

Desventajas:

- Susceptible a ensuciarse (caramelos y líquidos que cristalicen)
- Sólo indicación local (remota mediante cámara o espejos)

1 – Medida directa: flotadores

c) Flotadores: se basan en el principio de flotabilidad. Cuando el nivel del líquido varía un contenedor sellado de menor densidad se mueve acompañando dicha variación.

Dispositivos de balance de movimiento que se mueven arriba y abajo con el líquido.

1 – Medida directa: flotadores

Tipo de acoplamiento:

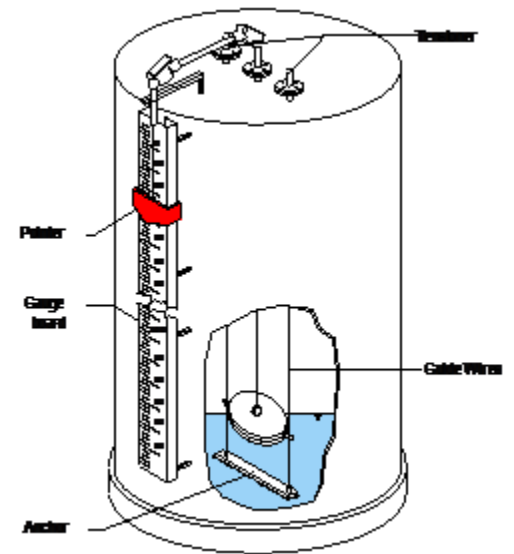
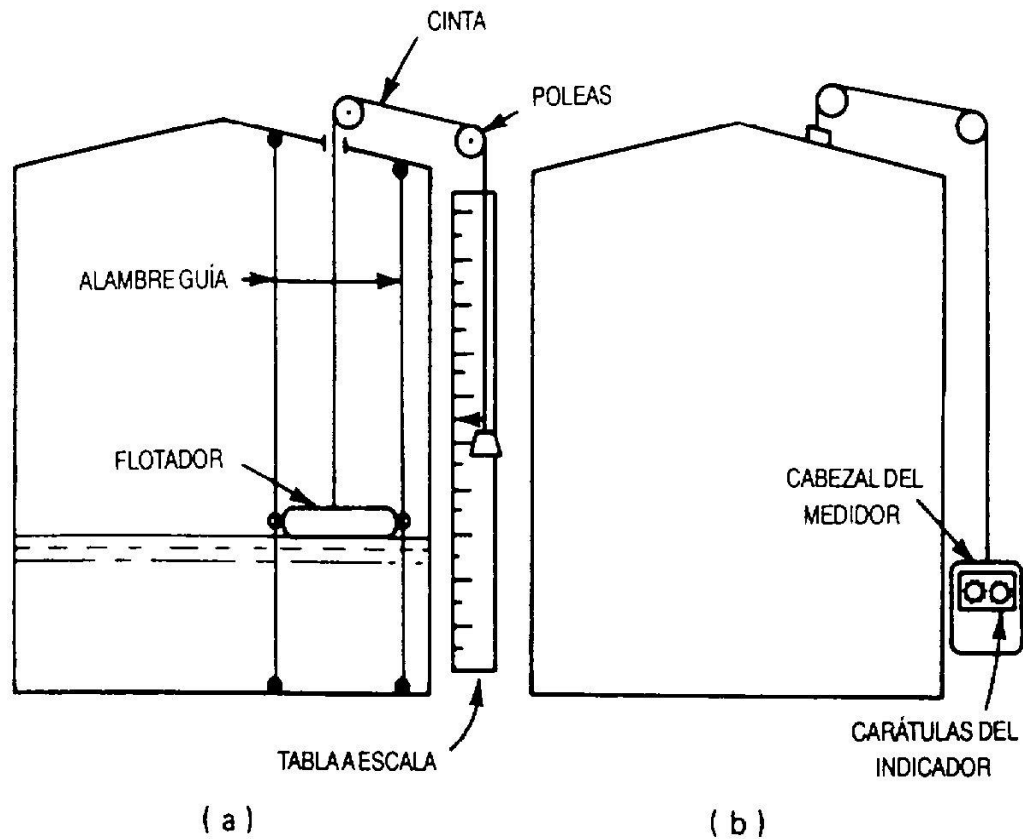
- 1. Conexión directa*
- 2. Acoplamiento magnético*
- 3. Acoplamiento hidráulico*
- 4. Otros*

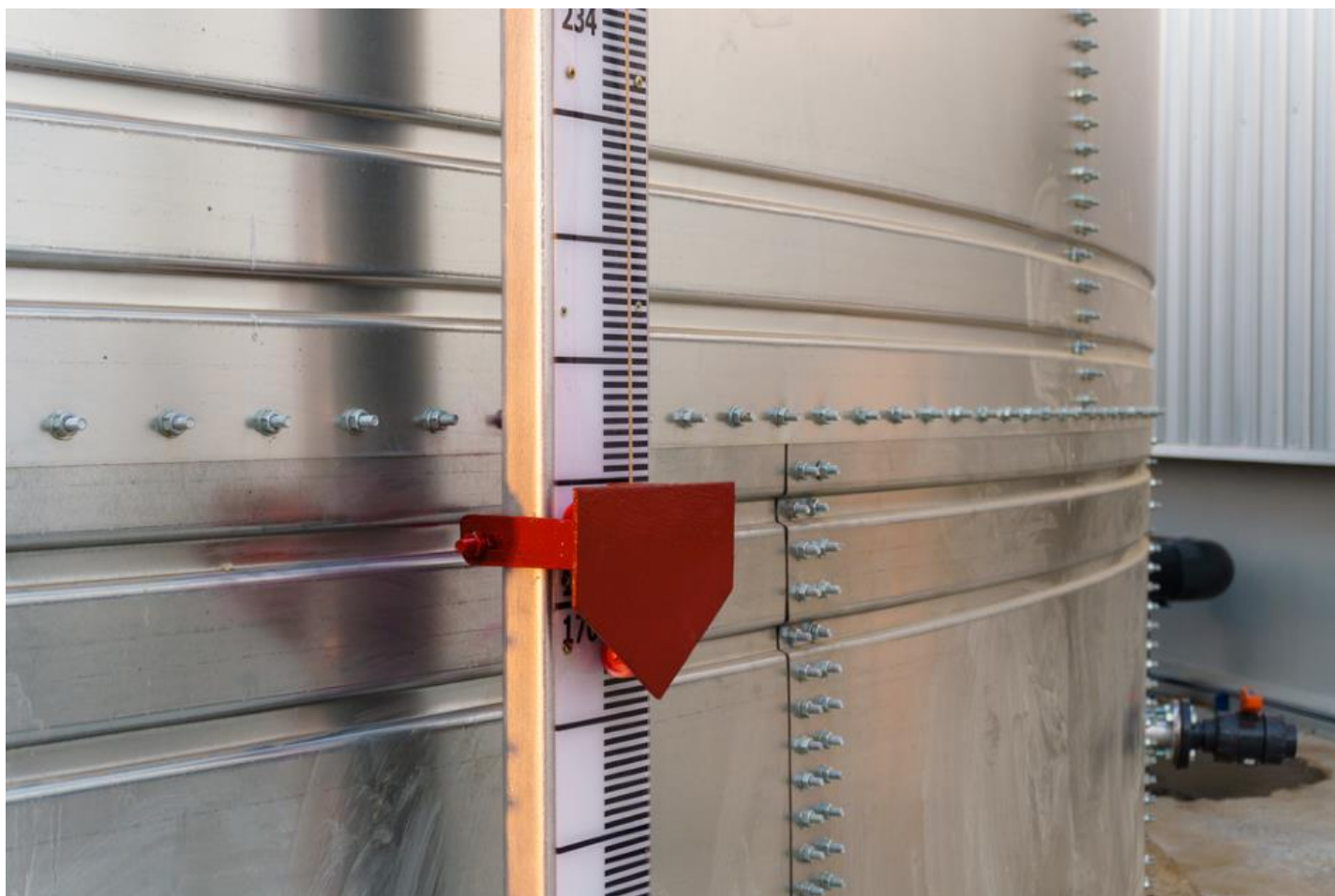
1 – Medida directa: flotadores

1. Conexión directa: flotador situado en el seno del líquido y conectado al exterior mediante cable que desliza en un juego de poleas a un índice exterior que indica el nivel sobre escala graduada.

Es el modelo más antiguo y usado en tanques de gran capacidad en la industria del petróleo (gas-oil)

1 – Medida directa: flotadores





1 – Medida directa: flotadores

Desventajas:

- Partes mecánicas en contacto con el líquido
- Sólo para presión atmosférica
- Limpieza del flotador

1 – Medida directa: flotadores

2. Acoplamiento magnético : utiliza imanes permanentes.

Tipos de medición:

- i) Medición Continua
- ii) Medición Puntual

1 – Medida directa: flotadores

Acoplamiento magnético :

i) Medición continua: el flotador con el imán permanente desliza arriba y abajo exteriormente a un tubo guía sellado situado verticalmente en el interior o exterior del tanque.

1 – Medida directa: flotadores

Acoplamiento magnético :

i) Medición continua:

Tipo constructivos:

- *Indicación directa*
- *Magnetostrictivo*
- *Potenciométrico*
- *Paletas giratorias*

1 – Medida directa: flotadores

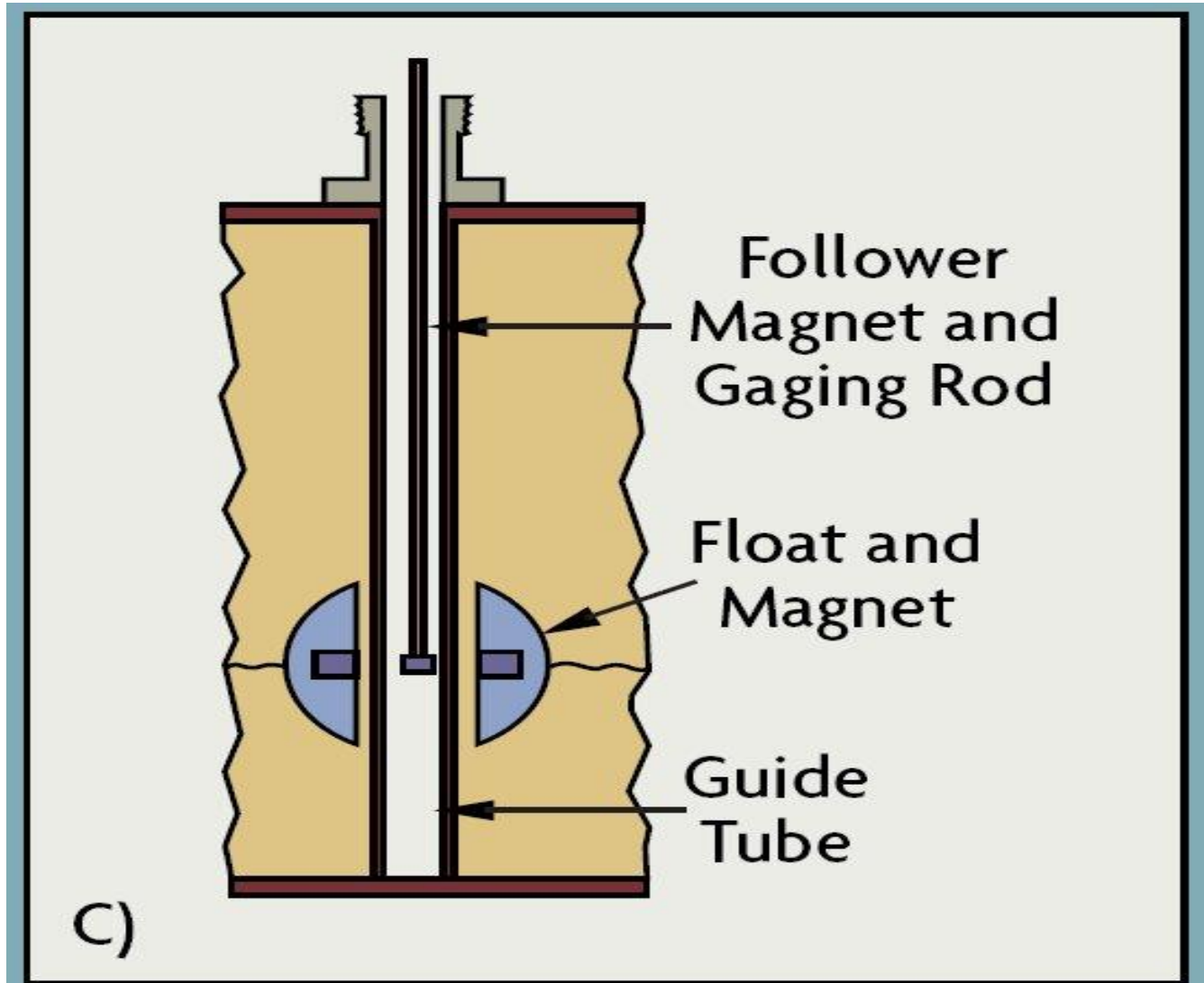
Acoplamiento magnético

i) Medición continua:

Indicación directa

Indicación directa: el imán arrastra la barra indicadora.

1 – Medida directa: flotadores



1 – Medida directa: flotadores

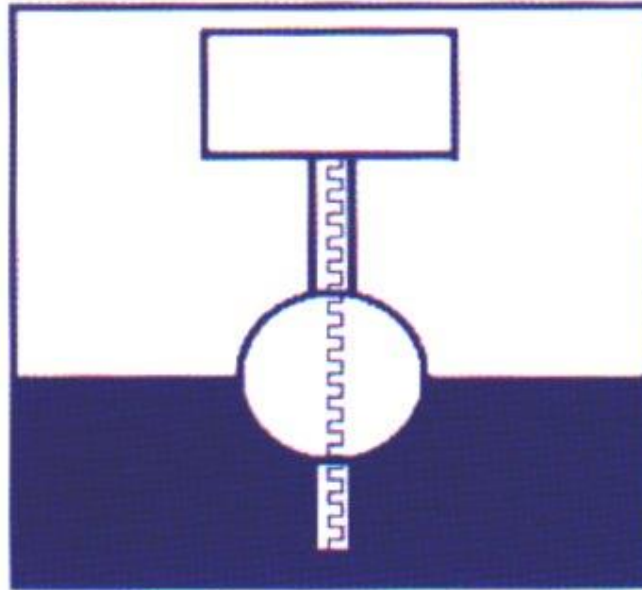
Acoplamiento magnético :

i) Medición continua:

Magnetostrictivo: se basan en el efecto Villari. Dentro del tubo guía hay una guía de ondas concéntrica hecha de un material magnetostrictivo. Se envía un pulso de interrogación de baja corriente que crea un campo electromagnético a lo largo de la guía. Cuando el campo interactúa con el imán se envía un pulso de retorno. Se mide la diferencia entre el tiempo de interrogación y del pulso de retorno.

Muy alta precisión.

1 – Medida directa: flotadores

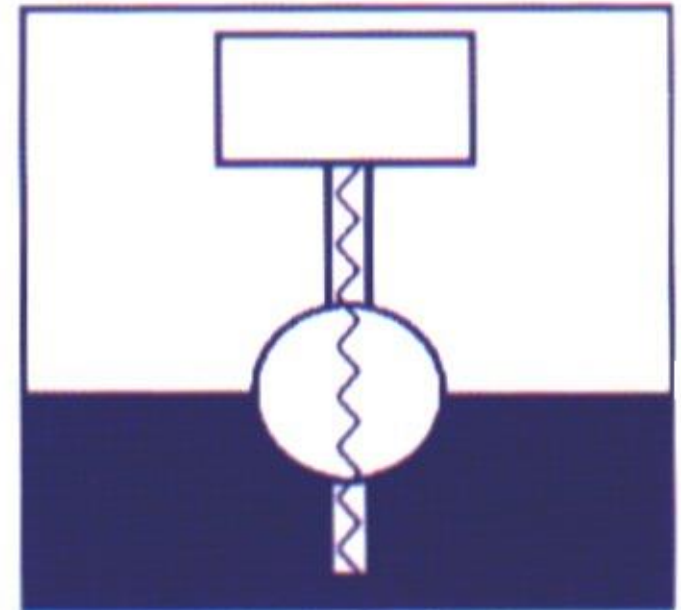


1 – Medida directa: flotadores

Acoplamiento magnético :

i) Medición continua:

Potenciométrico: el flotante conmuta los contactos en una resistencia segmentada dentro del tubo guía.



1 – Medida directa: flotadores

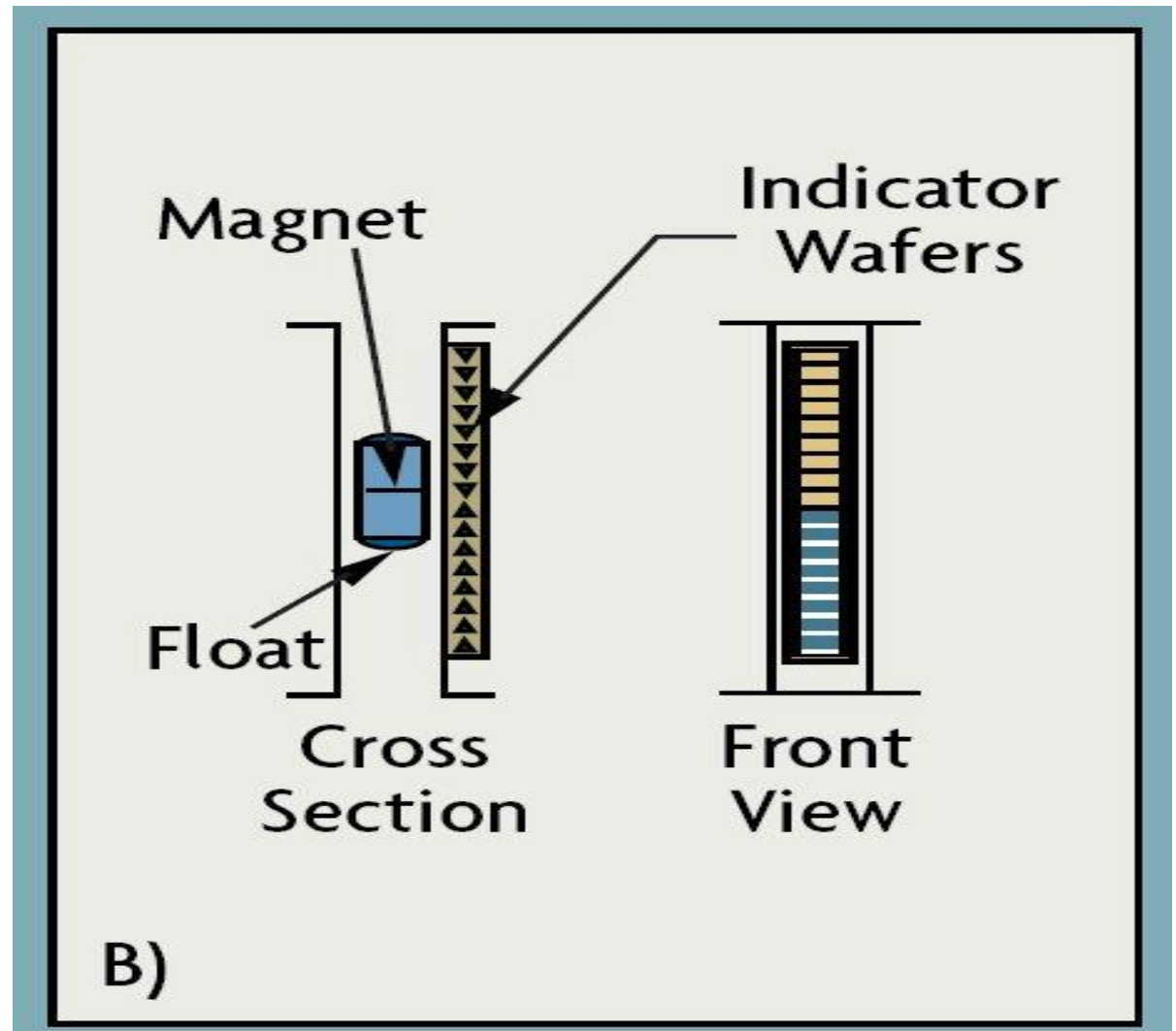
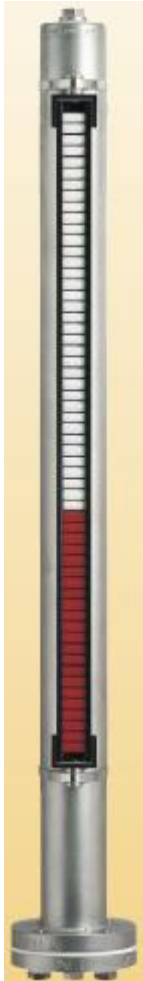
Acoplamiento magnético :

i) Medición continua:

Paletas giratorias: el flotante se mueve en el interior de una cañería de material no magnético (AISI) conectada mediante bridas a un lado del tanque. La cañería esta provista de un indicador visual formado por paletas de dos colores que rotan sobre un eje cuando el imán alcanza su ubicación.

Se le puede anexar salidas de alarma.

1 – Medida directa: flotadores

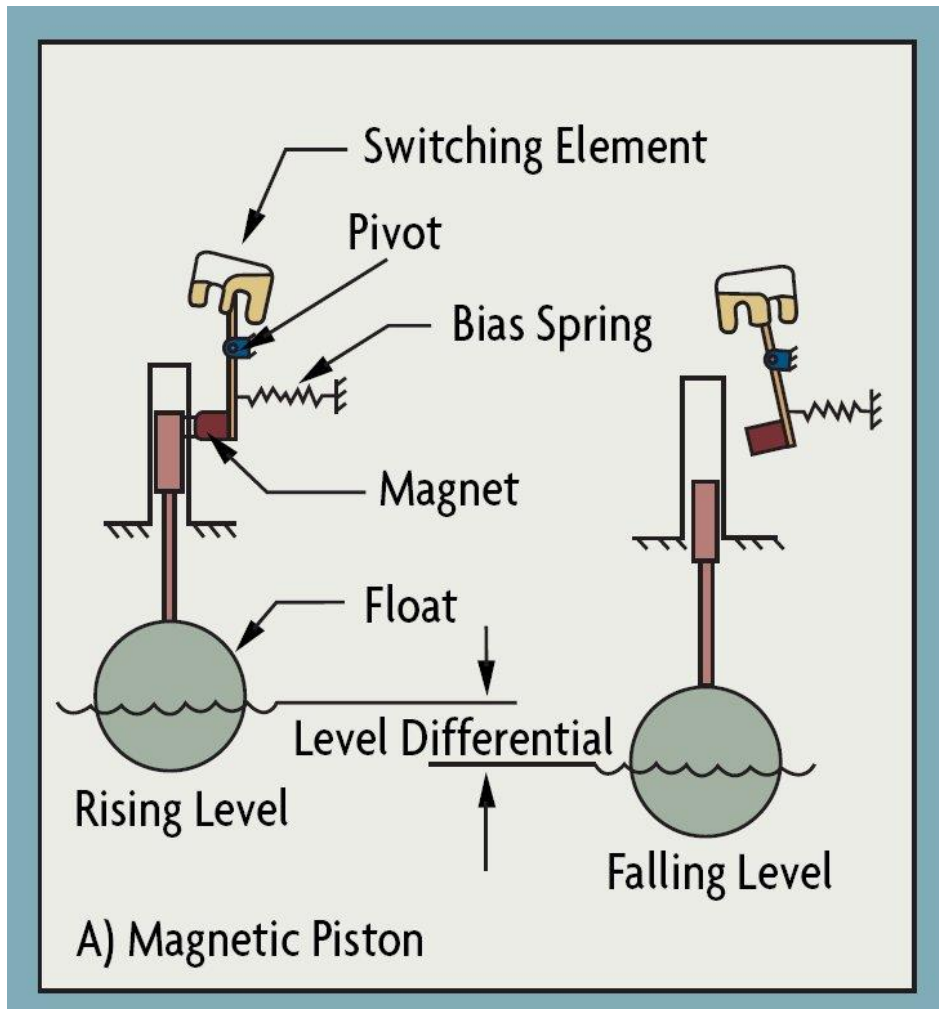


1 – Medida directa: flotadores

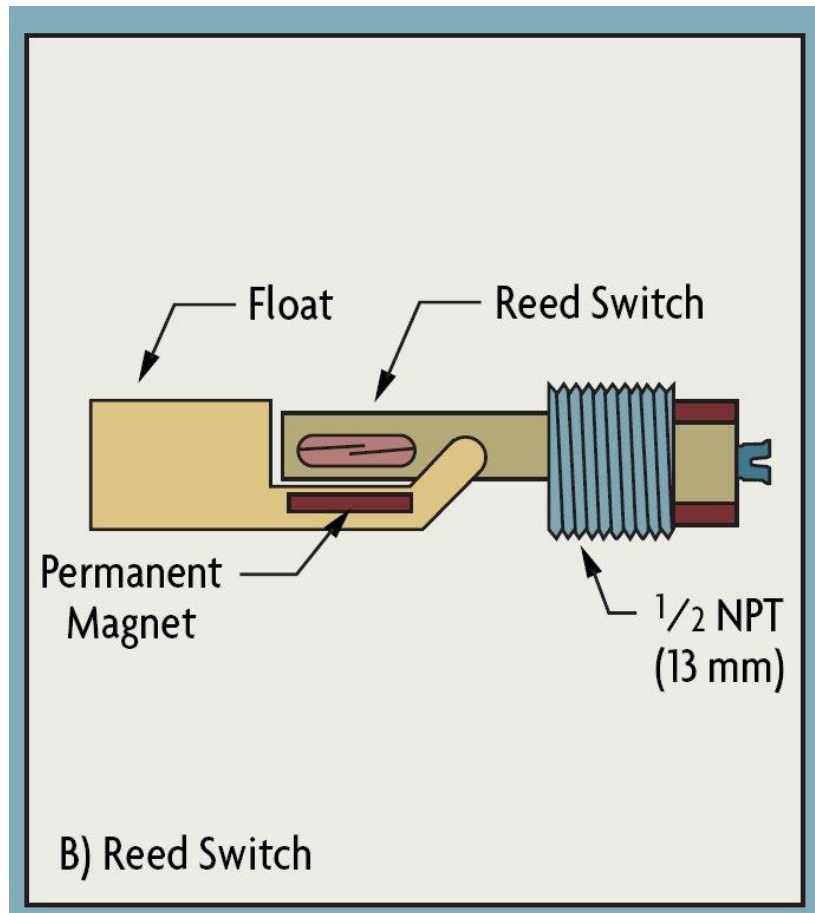
ii) Medición puntual: disponibles en gran variedad de formas constructivas y materiales. El flotante debe ser siempre más liviano que el líquido.

Pueden ser acoplados a mecanismos de brazos o levas y actuar mecanismos eléctricos, neumáticos o mecánicos.

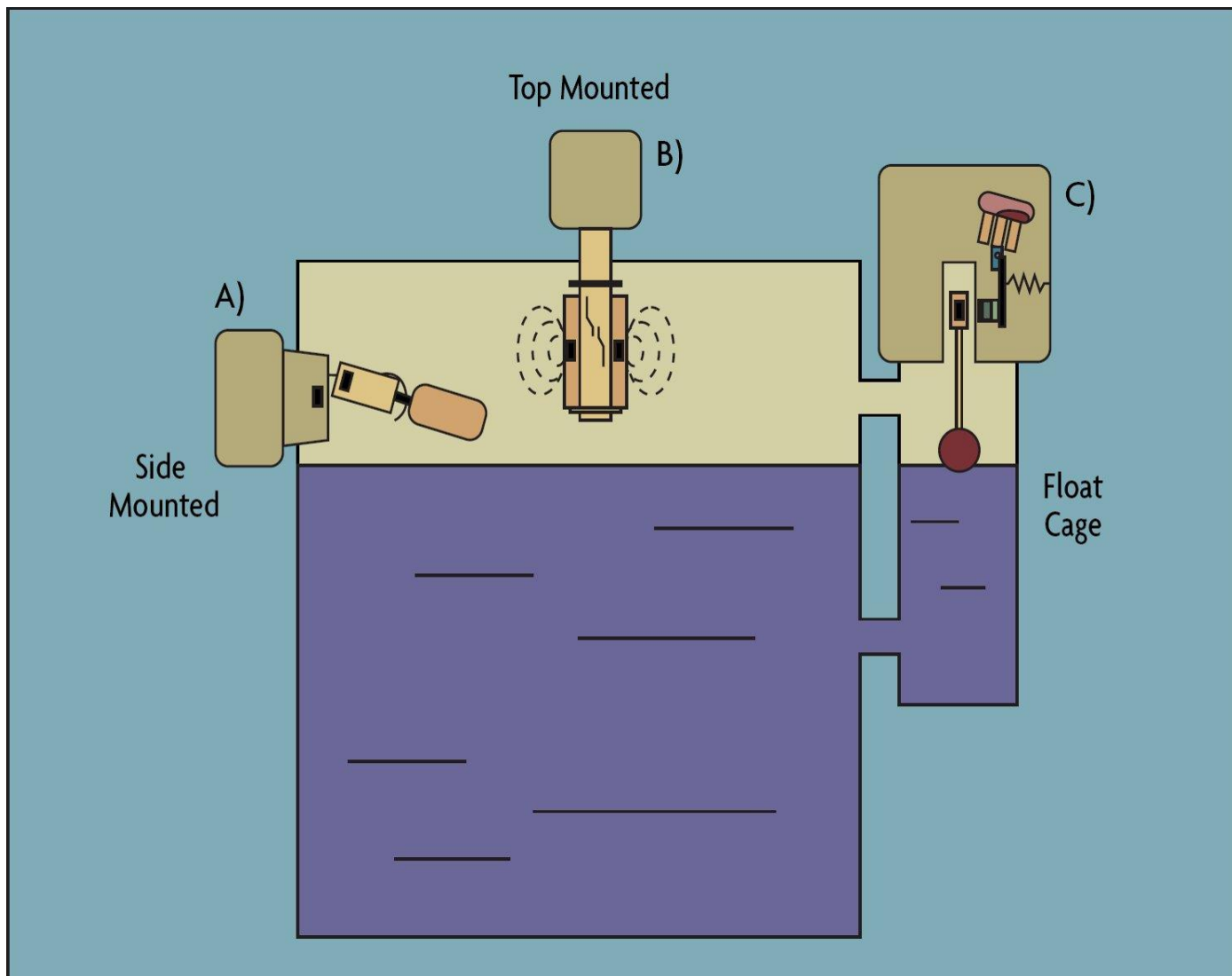
1 – Medida directa: flotadores



1 – Medida directa: flotadores



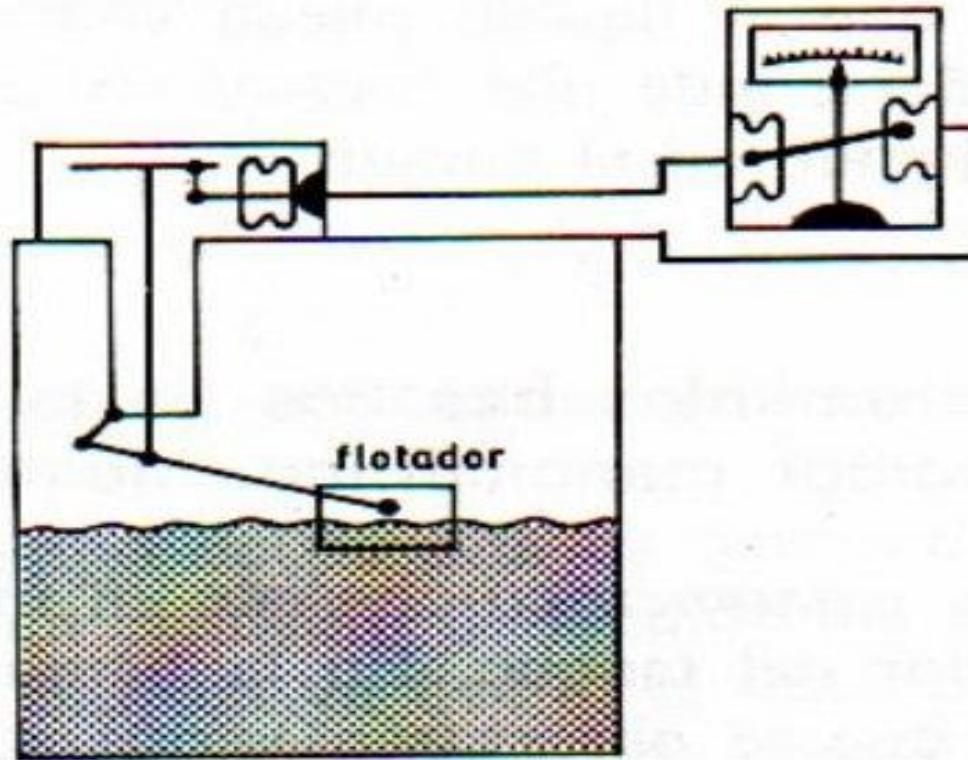
1 – Medida directa: flotadores



1 – Medida directa: flotadores

Acoplamiento hidráulico : varía la presión sobre un circuito hidráulico y señala a distancia el nivel correspondiente

1 – Medida directa: flotadores



d - acoplamiento hidráulico

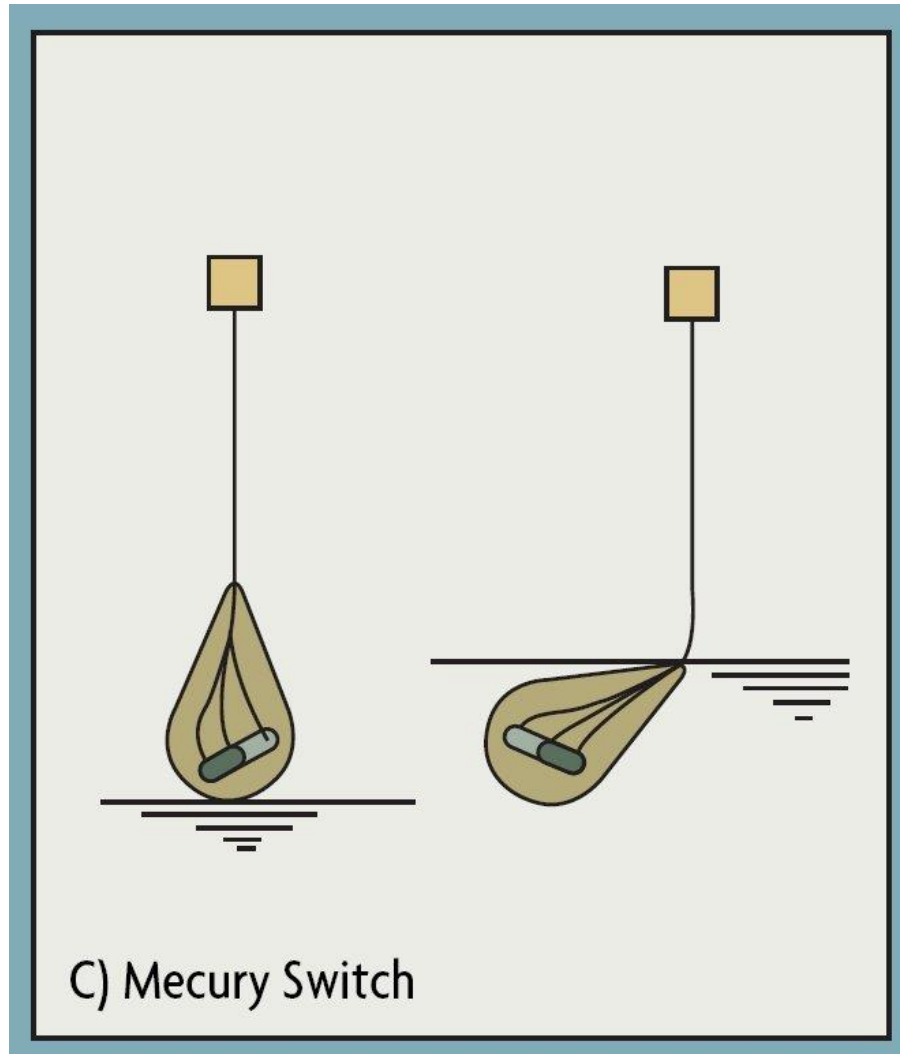
1 – Medida directa: flotadores

Otros : varios tipos de flotadores como los switches de mercurio





1 – Medida directa: flotadores



1 – Medida directa: flotadores

Características generales de los flotadores:

- Precisión 0.5%
- Para tanques abiertos o cerrados
- A presión o vacío
- Independiente del peso específico del líq.
- Pueden trabarse por suciedad del tubo guía
- Puede doblarse el tubo (por olas fuertes o la caída violenta del líquido de proceso)



2 – Presión hidrostática

2 – Presión hidrostática

- a) Manométricos
- b) De membrana
- c) Tipo burbujeo
- d) Presión diferencial

2 – Presión hidrostática: manométricos

a) *Manométricos*: manómetro conectado a la parte inferior del tanque.

Miden la presión debida a la altura del líquido.

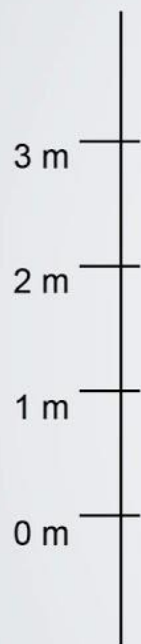
$$P = h d g$$

P = presión hidrostática

h = nivel del líquido

g = 9,8 m/s²

d = densidad del líquido de proceso



pressure sensor element



2 – Presión hidrostática: membranas

b) De membrana: utiliza una membrana conectada con un tubo estanco al instrumento exterior. El líquido comprime el aire interno a una presión igual a la ejercida por la columna de líquido.

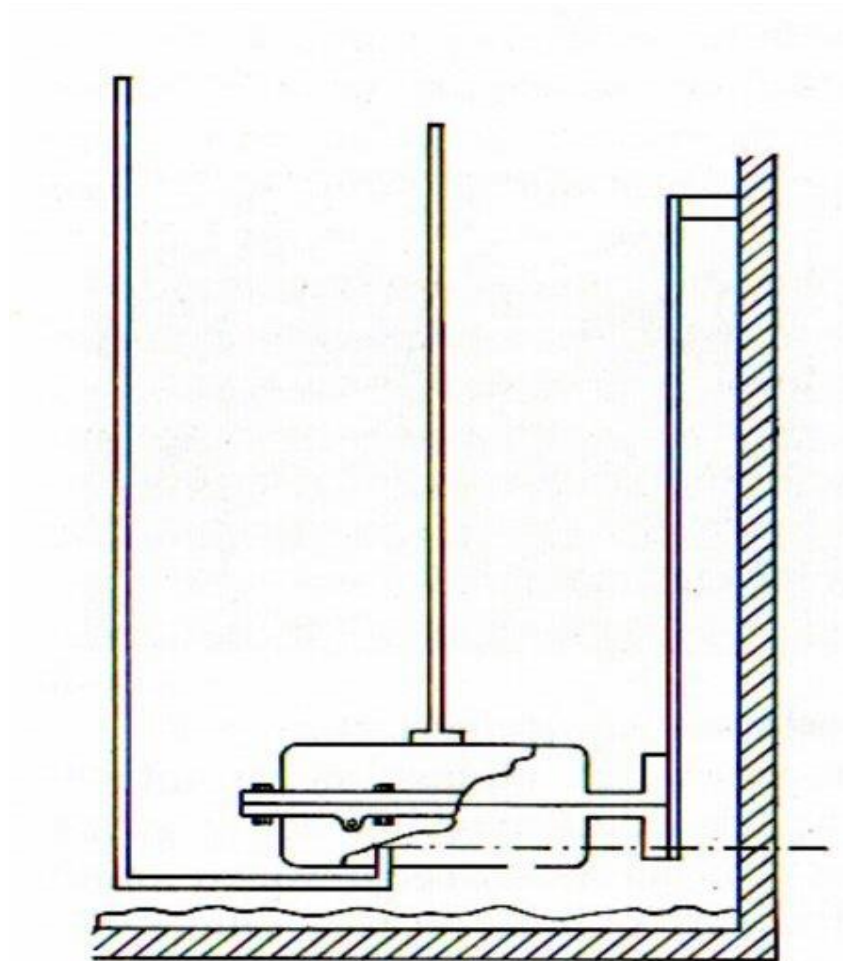
Limitado a alturas no mayores a 15 m.

No apto para líquidos corrosivos

Delicado (fugas de aire)



2 – Presión hidrostática: membranas



2 – Presión hidrostática: burbujeo

c) Tipo burbujeo: utiliza un tubo sumergido por el que circula aire o nitrógeno mediante un rotámetro con un regulador de caudal incorporado.

La presión del aire en la tubería equivale a la presión de la columna de líquido.

2 – Presión hidrostática: burbujeo

Es simple y recomendado para líquidos corrosivos o con sólidos en suspensión.

No recomendado si el fluido de purga perjudica al proceso.

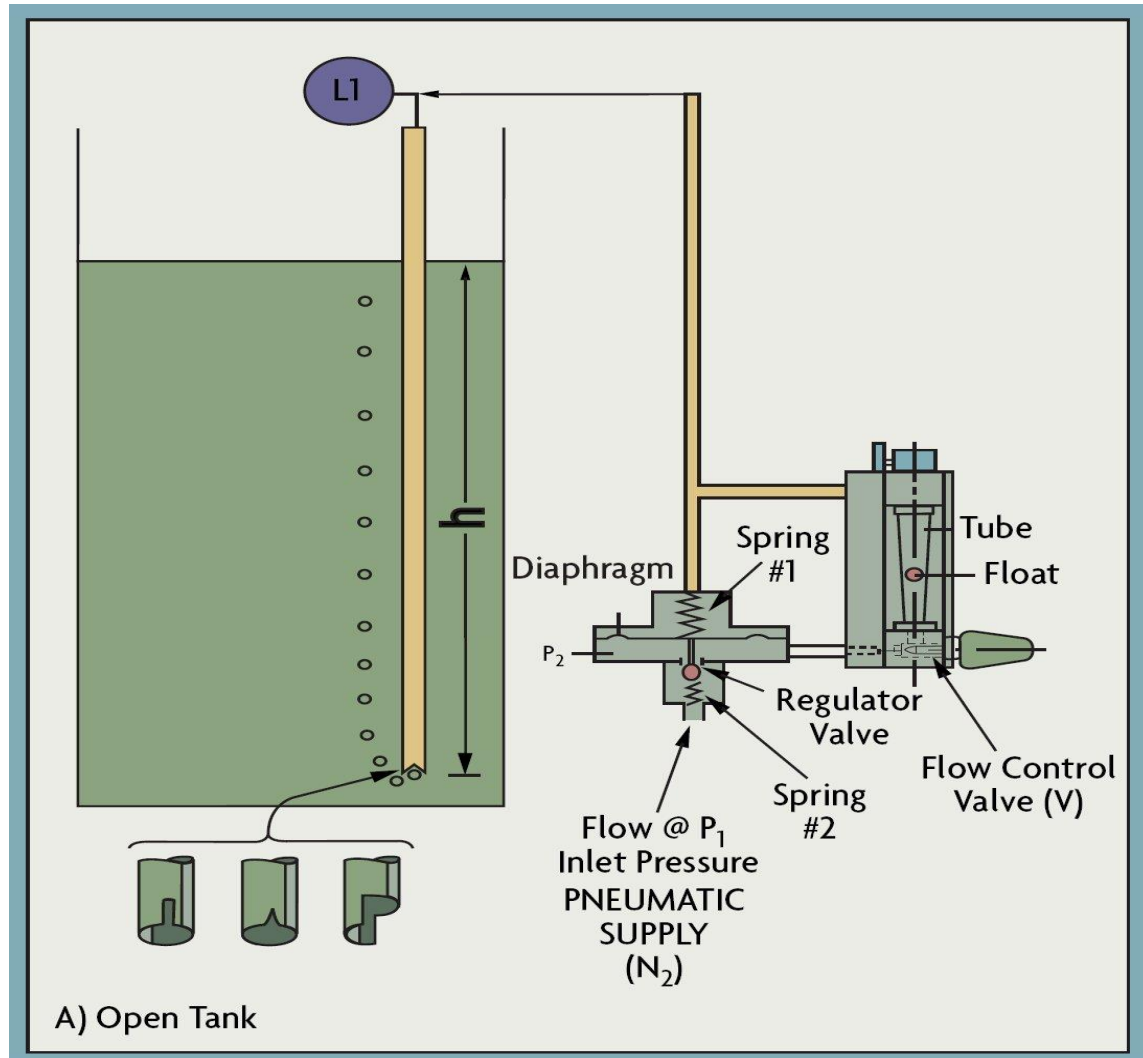
Precisión $\pm 1-2\%$

caudal de gas = cte (~ 500 cc/min)

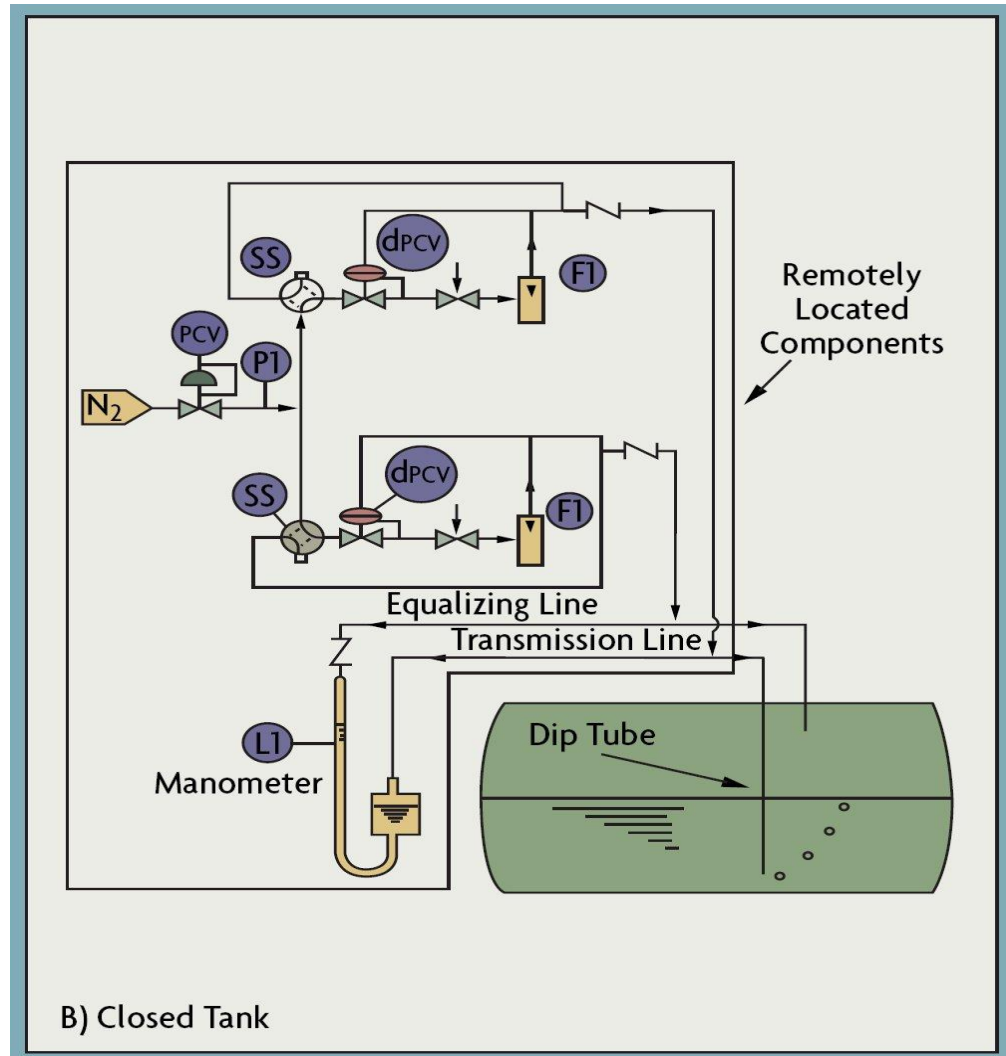
Tanque abierto = 1 tubo

Tanque cerrado = 2 tubos

2 – Presión hidrostática: burbujeo



2 – Presión hidrostática: burbujeo



2 – Presión hidrostática: presión diferencial

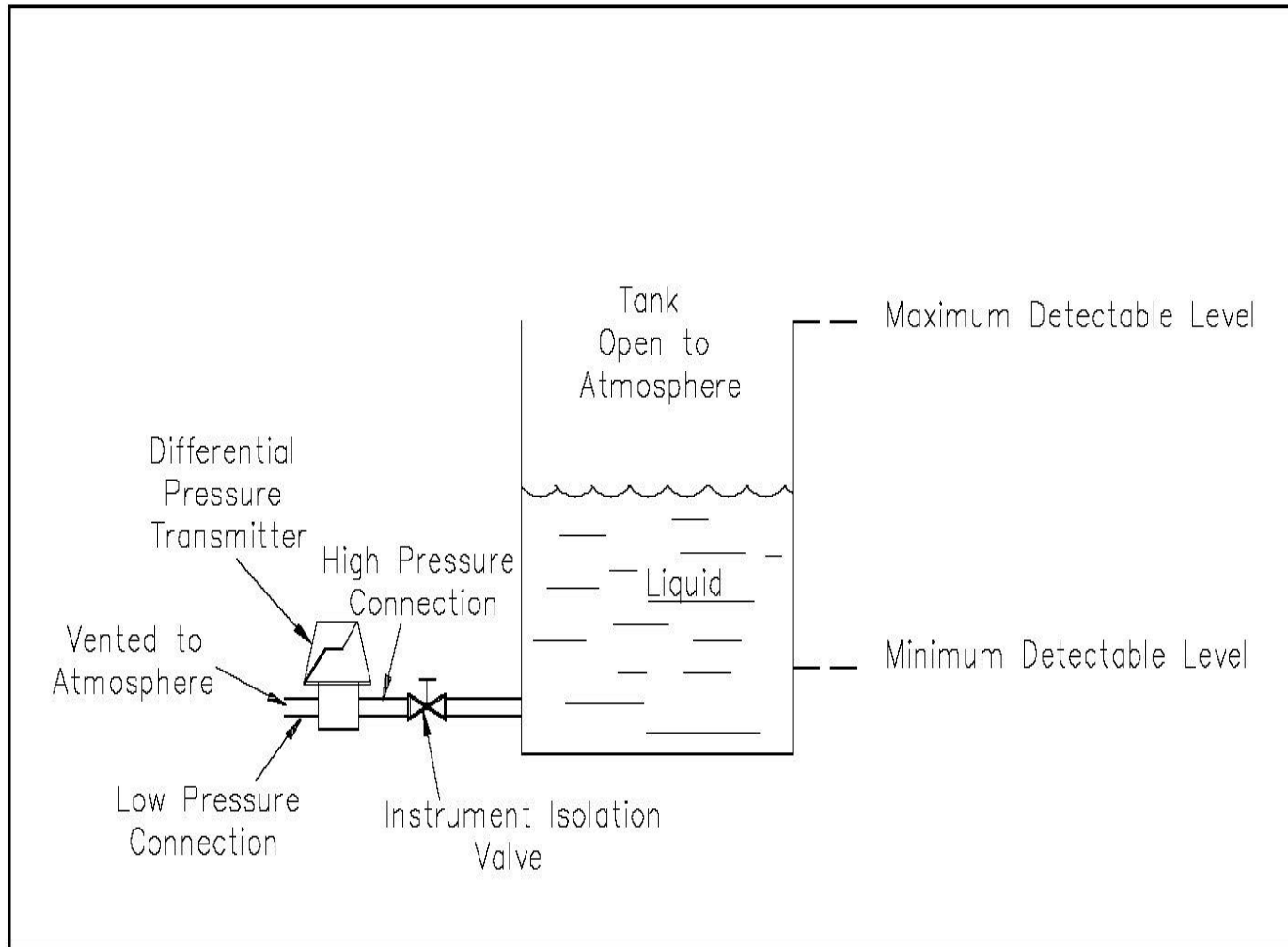
d) Presión diferencial: diafragma en contacto con el líquido del tanque, mide la presión hidrostática.

Variantes:

- Tanque abierto
- Tanque cerrado



2 – Presión hidrostática: presión diferencial



Tanque abierto

$$P = h d g$$



2 – Presión hidrostática: presión diferencial

- Tanque cerrado: y bajo presión, hay que corregir la indicación teniendo en cuenta la presión en la parte superior del tanque.

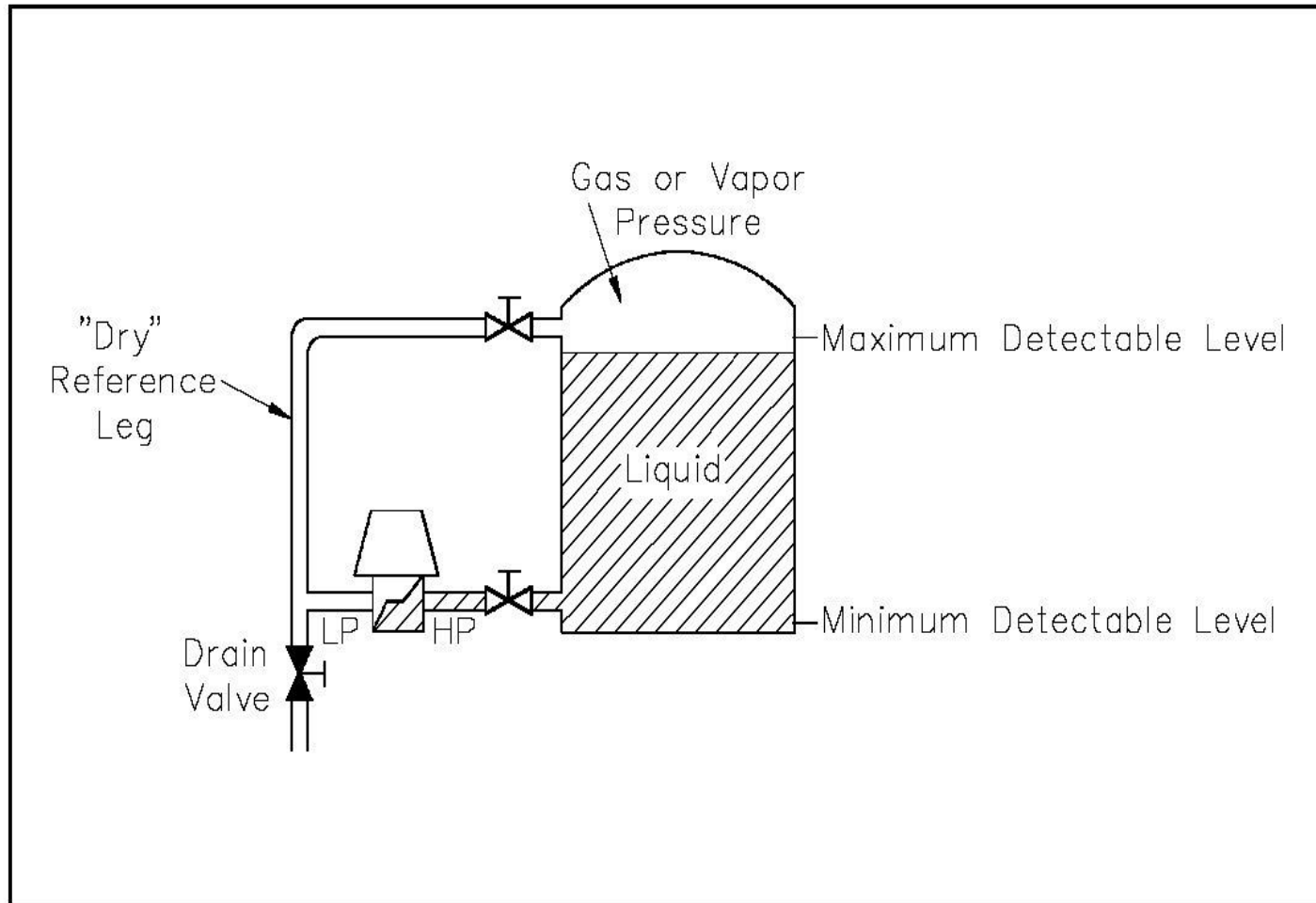
Hay dos diseños:

Rama seca

Rama húmeda



2 – Presión hidrostática: presión diferencial



Tanque cerrado - Rama seca:



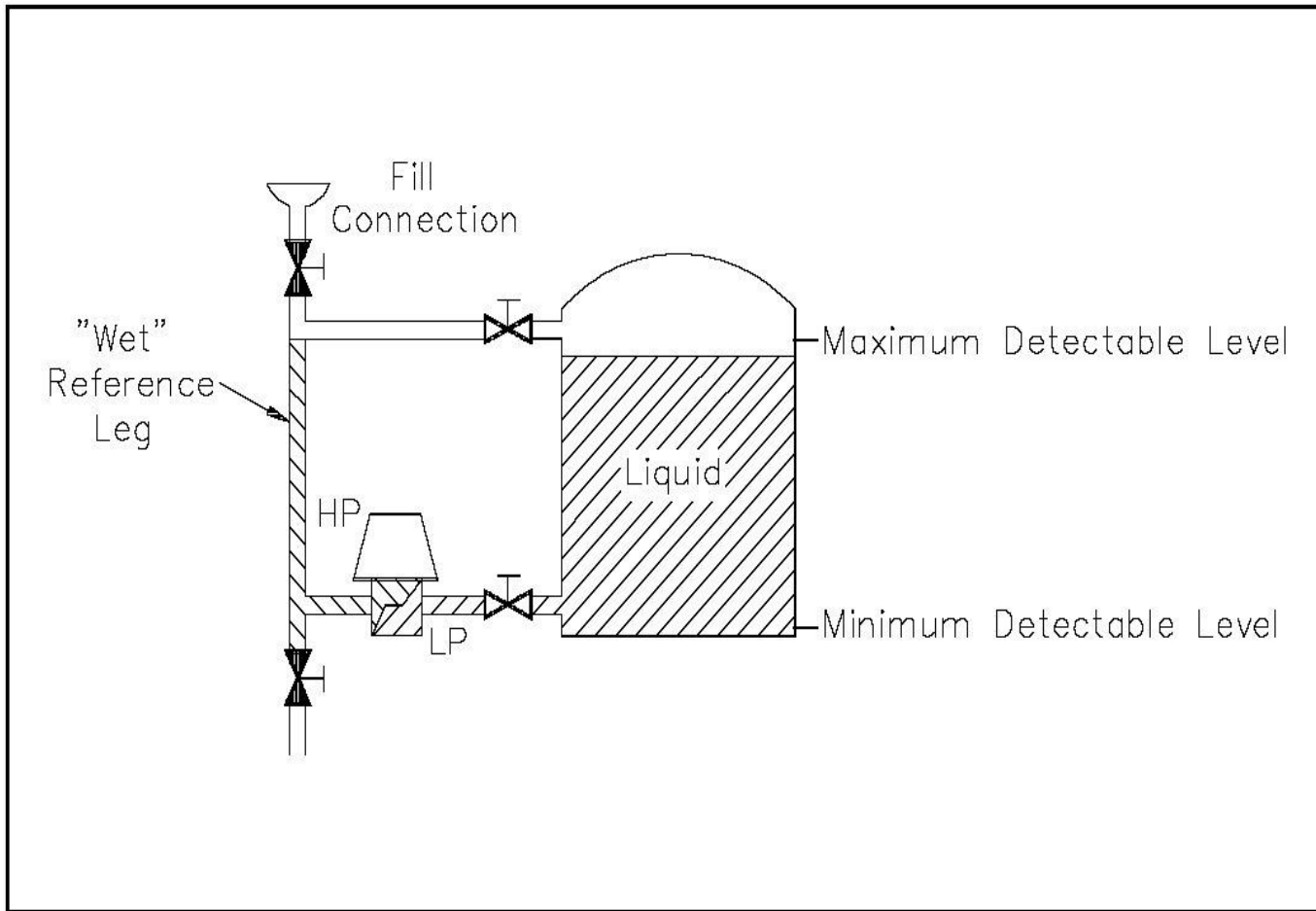
2 – Presión hidrostática: presión diferencial

Rama seca:

- Vapores no corrosivos
- Condensación a T_{amb} muy baja o lenta
- Mantenerla SECA



2 – Presión hidrostática: presión diferencial



Rama húmeda:



2 – Presión hidrostática: presión diferencial

Rama húmeda:

- Líquidos o vapores corrosivos
- Rápida condensación a T_{amb}
- Se llena con líquido inerte
- Importante:
 - mantener cte HRH

- Si $GERH > GELP \Rightarrow RH$ a AP

GERH= gravedad específica Rama Húmeda

GELP= gravedad específica líq. De proceso

RH= Rama Húmeda

AP= Alta Presión

3 – De desplazamiento

3 – Desplazamiento: basados en el principio de Arquímedes (todo cuerpo sumergido en un líquido experimenta un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen de líquido desalojado)

Son dispositivos de balance de fuerzas. El peso aparente del medidor varía, midiendo dicha variación se puede inferir el nivel.

3 – De desplazamiento

Tipos constructivos:

i) Medición puntual

a) Switches

ii) Medición continua

a) Barra de torsión

b) Servooperados



3 – De desplazamiento

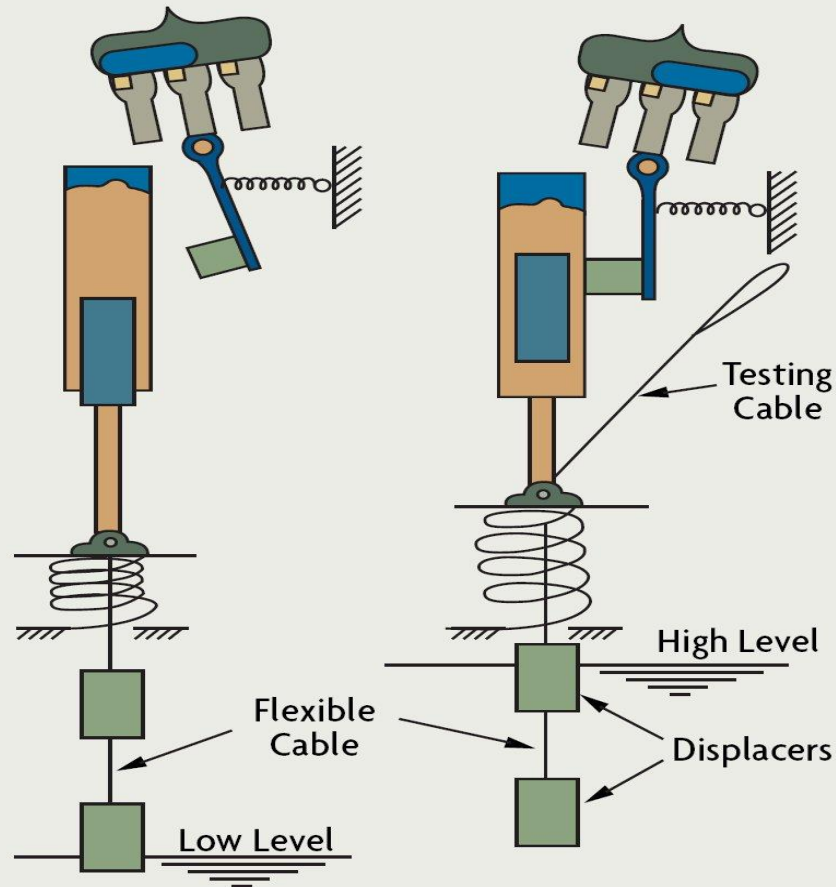
i) Medición puntual

a) Switches





3-De desplazamiento: switch



A) Switch

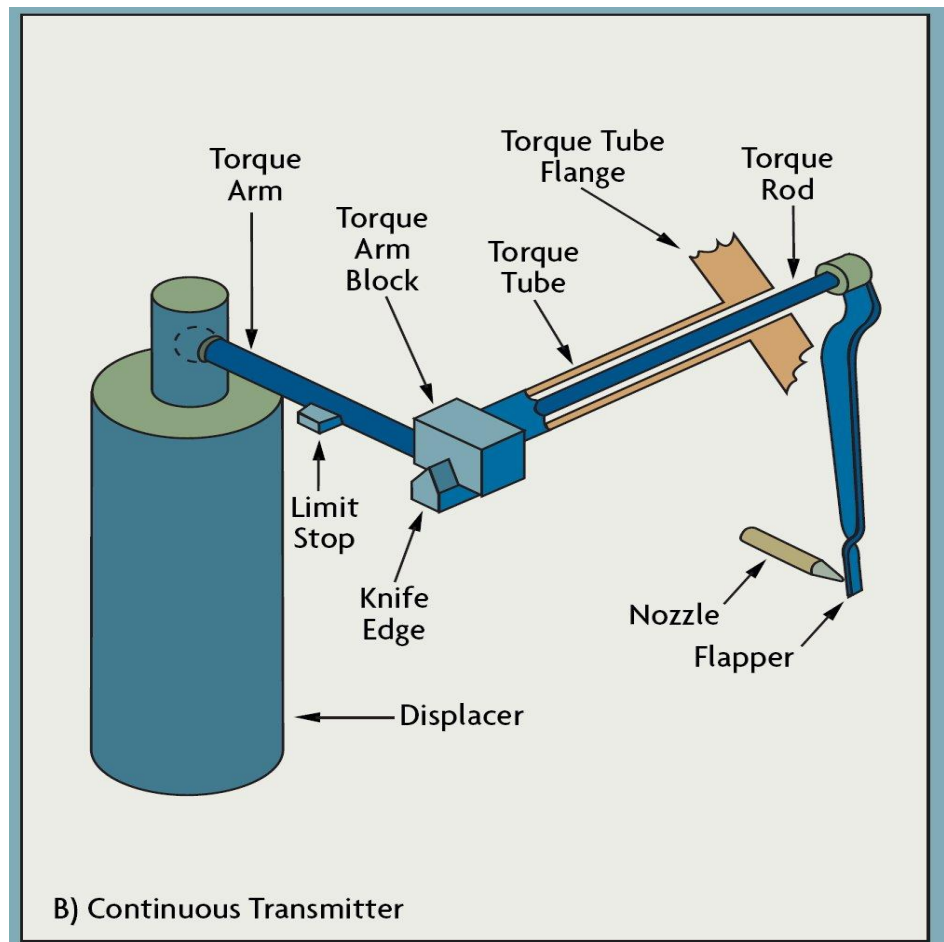
3 – De desplazamiento: barra de torsión

ii) Medición continua

a) Barra de torsión: el flotador permanece sumergido y conectado mediante un brazo a un tubo de torsión unido rígidamente al tanque. Dentro del tubo y unido a su extremo libre se encuentra una varilla que transmite el movimiento de giro a un transmisor exterior al tanque.

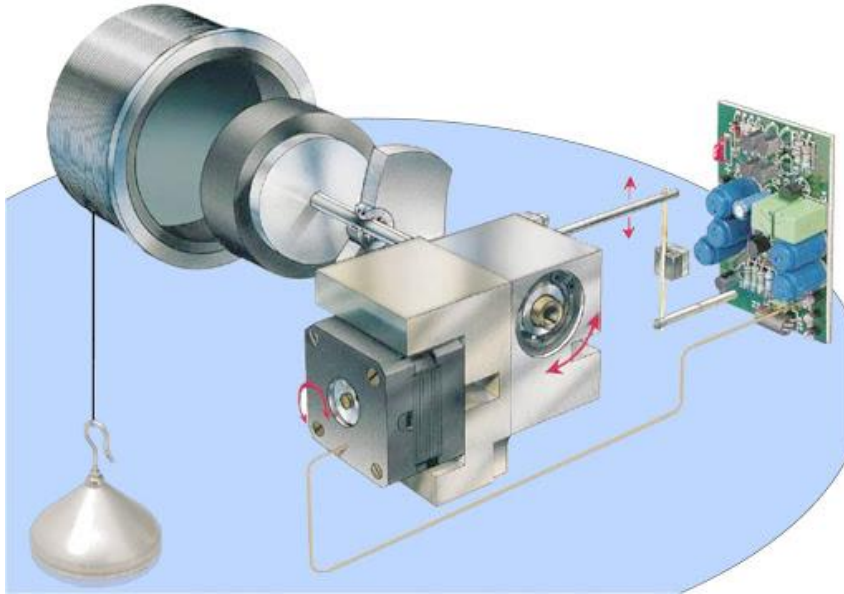
3 – De desplazamiento: barra de torsión

El ángulo de rotación es proporcional a la fuerza aplicada.



3 – De desplazamiento: servooperados

b) Servooperados



4 – Características eléctricas

4 – Características eléctricas del líquido

- a) Conductivos
- b) Capacitivos
- c) Ultrasónicos
- d) Radar y microondas
- e) Rayos gamma
- f) Medidor láser

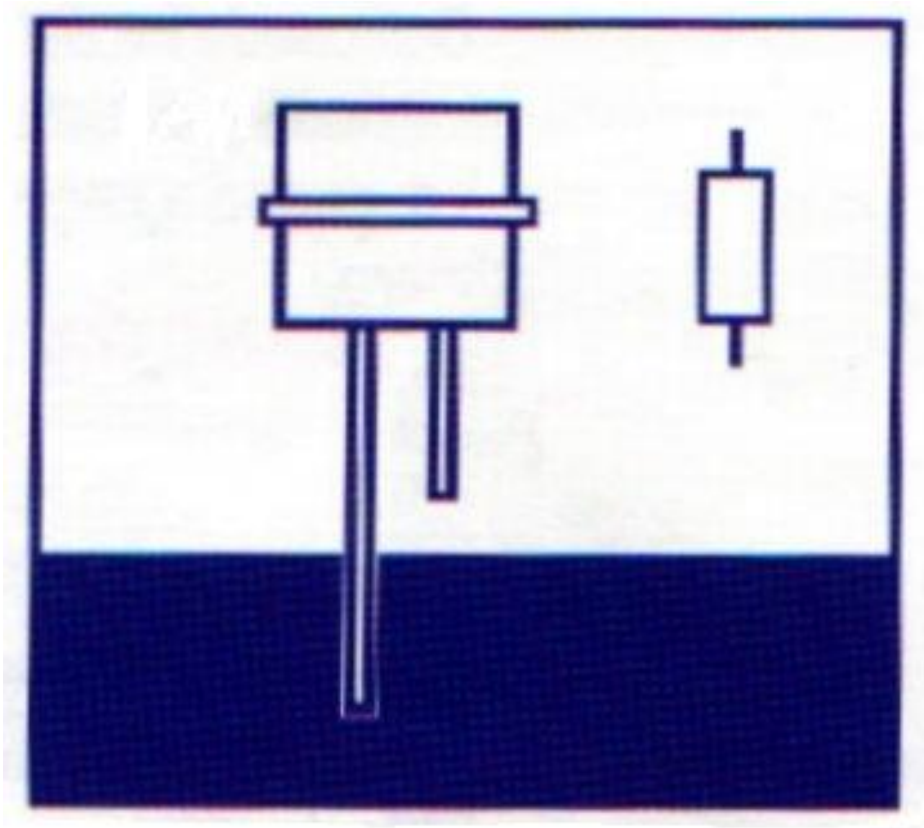
4 – Características eléctricas

a) Conductivos: uno o varios electrodos según la conductividad del líquido.
Corriente alterna 2 mA para evitar rotura por electrolisis.

Se emplea como alarma o circuito de control (medición puntual)



4 – Características eléctricas



Conductivos



4 – Características eléctricas

b) Capacitivos: mide la capacidad del condensador formado por el electrodo sumergido y las paredes del tanque

$$C = K \frac{A}{D}$$

C = capacidad

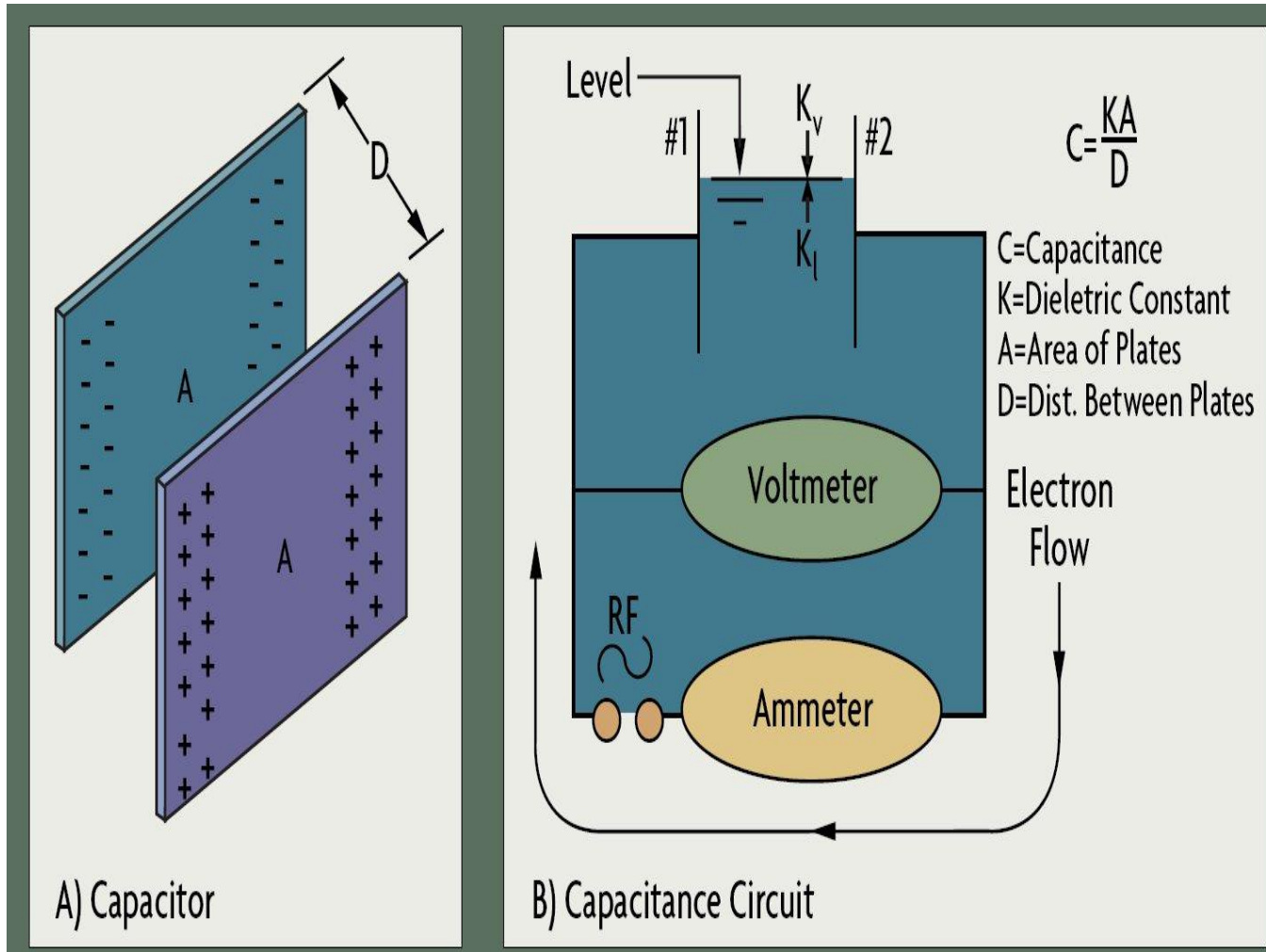
K = constante dieléctrica

A = área de las placas

D = separación entre las placas



4 – Características eléctricas



Capacitivos

4 – Características eléctricas

- En líquidos no conductores se emplea un electrodo metálico.
- En líquidos conductores se emplea un electrodo recubierto en teflón.
- Si el tanque no es metálico se emplean dos electrodos



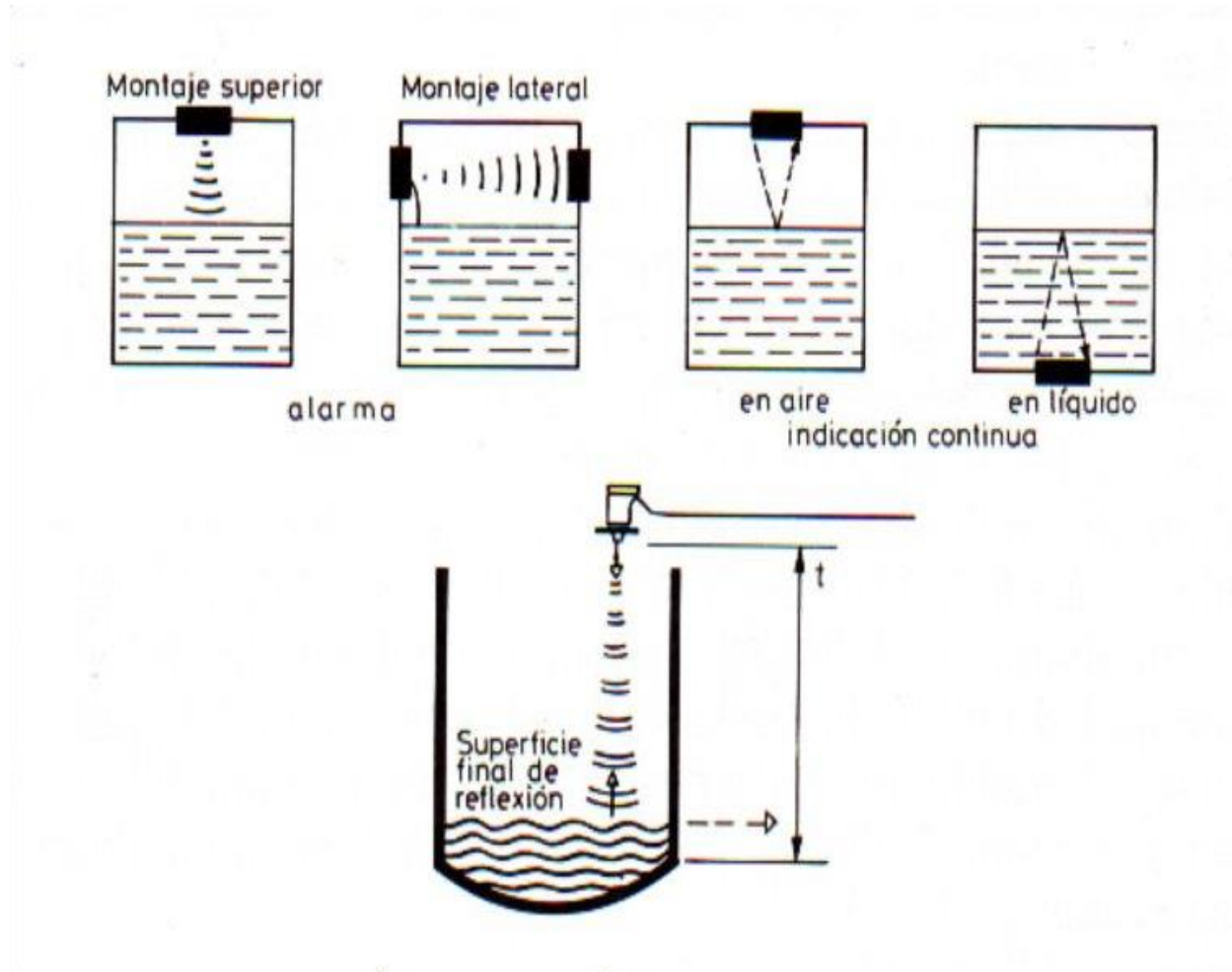
Ejemplos de sensores capacitivos:



4 – Características eléctricas

- c) Ultrasónicos: Constan de un medidor de ondas sonoras de alta frecuencia (entre 20 y 40 kHz) que se propaga por la fase gas hasta que choca con el líquido o sólido, se refleja y alcanza el receptor situado en el mismo punto que el emisor.
- El tiempo entre la emisión de la onda y la recepción del eco es inversamente proporcional al nivel.

4 – Características eléctricas



Ultrasonidos

4 – Características eléctricas

- El tiempo depende de la T^a , por lo que hay que compensar las medidas.
- Hay que evitar que existan obstáculos en el recorrido de las ondas, aunque algunos medidores compensan los ecos fijos debidos al perfil del depósito.
- Sensibles al estado de la superficie del líquido (espumas).



Ejemplos de sensores ultrasónicos:



4 – Características eléctricas

d) Radar y microondas.

Radar: consta de un transmisor, una antena, un receptor con microprocesador, y una interfaz de operador.

En el transmisor un oscilador envía una onda electromagnética (10 GHz), irradiada sobre la superficie del líq. por la antena (parabólica o bocina). La parte reflejada es tomada por el receptor y analizada según tiempo de vuelo.

4 – Características eléctricas



Radar y microondas

4 – Características eléctricas

Tipos de ondas:

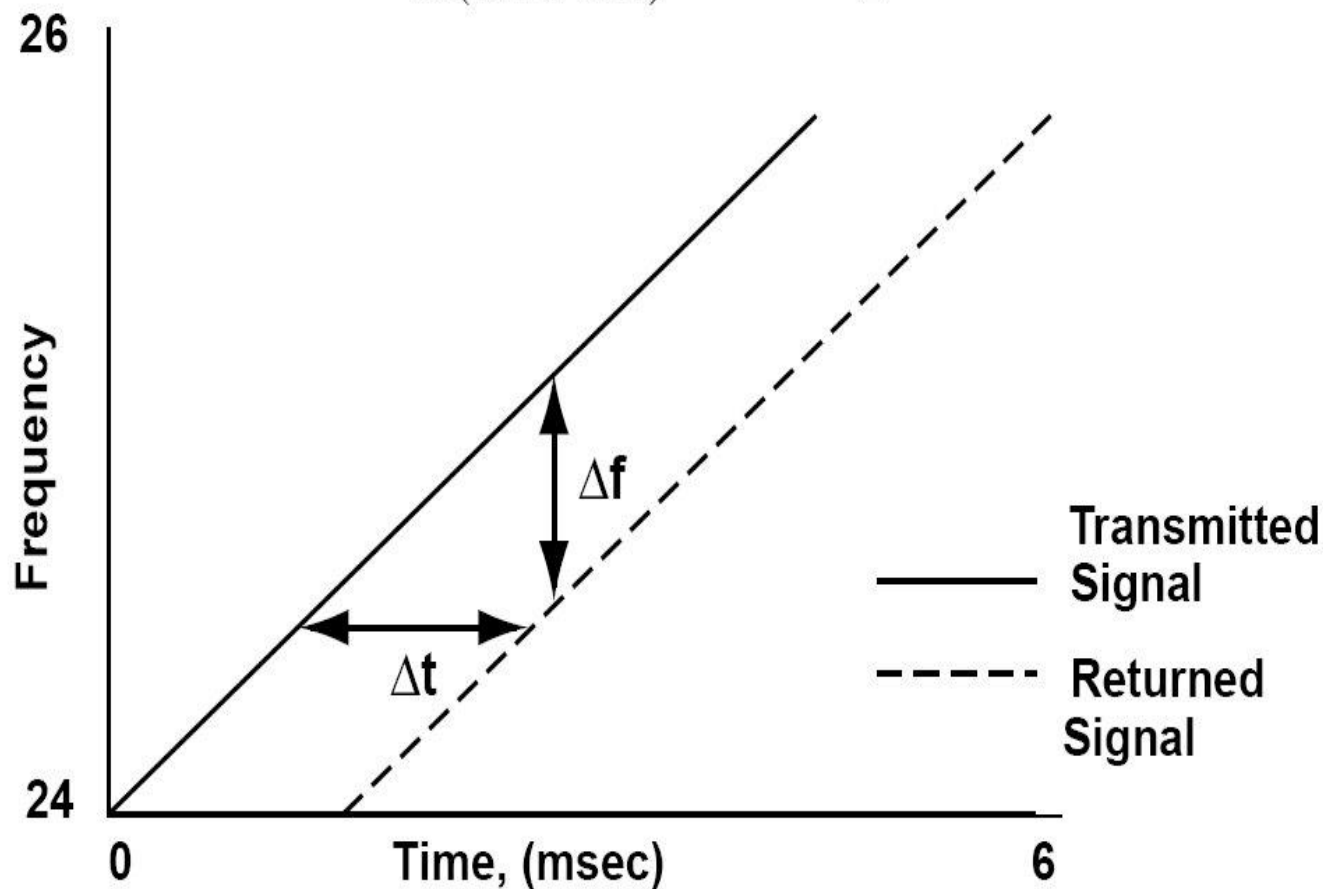
- Pulse radar
- FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave)

4 – Características eléctricas

- Pulse Radar: ondas no continuas (pulsadas) en el orden de 5 a 10 GHz. Mide TOF (picosegundos)
- FMCW: envía una onda continua y mide diferencia de frecuencias entre la emitida y la recibida.

4 – Características eléctricas

$$\Delta t = \frac{\Delta f(\text{measured})}{m(\text{known})} d = \frac{c \Delta t}{2}$$



4 – Características eléctricas

El sistema se basa en la constante dieléctrica del líquido. Para que funcione bien dicha constante debe ser mayor a 1.8 (vacío = 1=> no refleja nada)

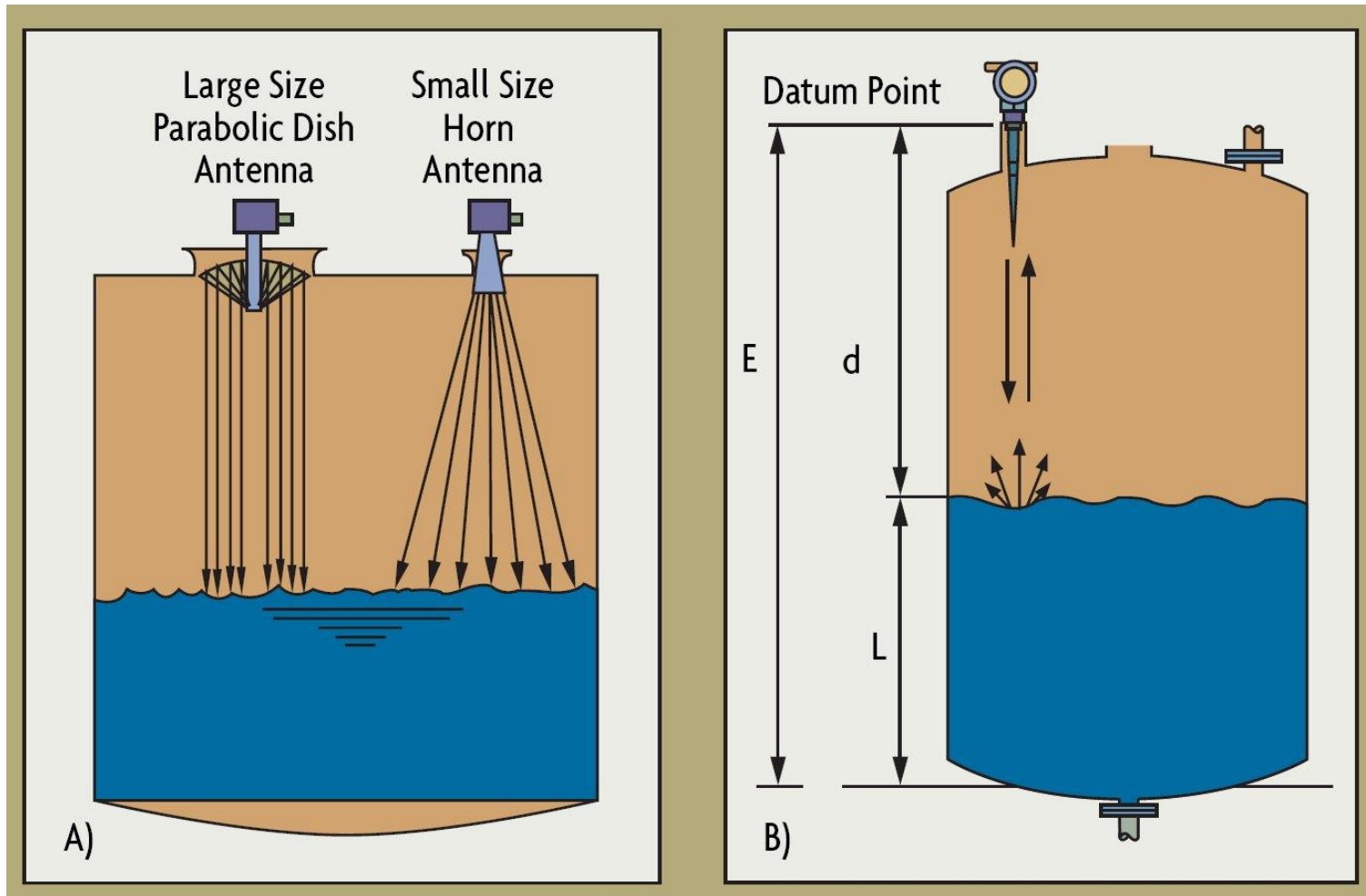
4 – Características eléctricas

Tipos constructivos:

- Sin contactos
- Onda guiada



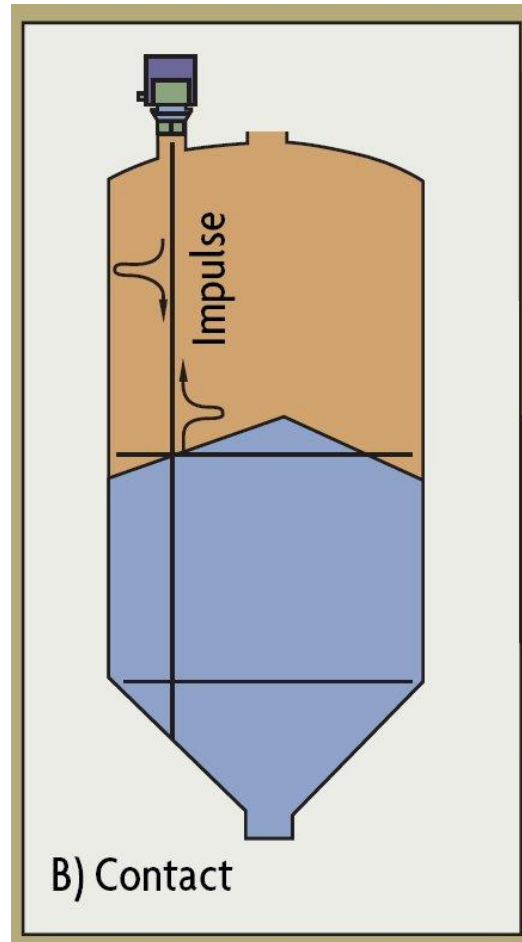
4 – Características eléctricas



Sin contactos



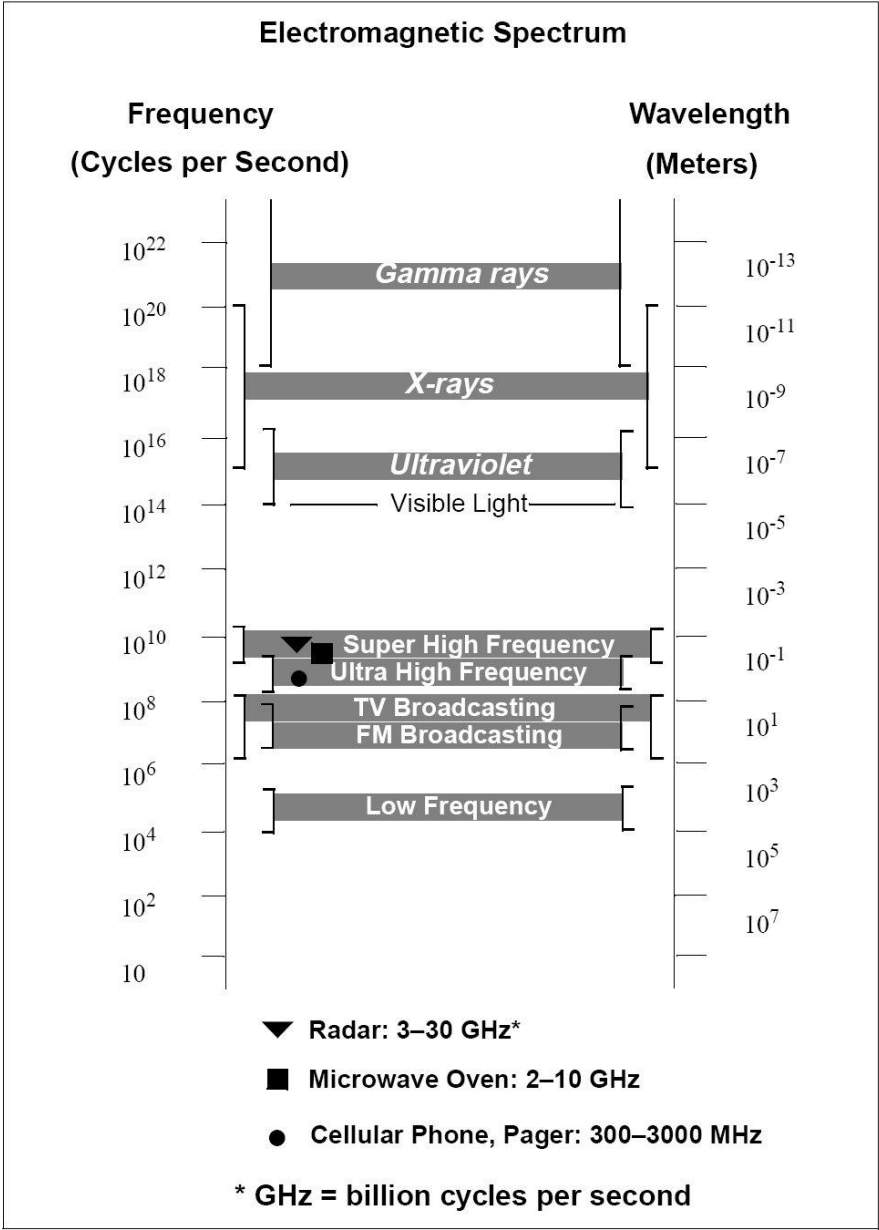
4 – Características eléctricas



Onda guiada

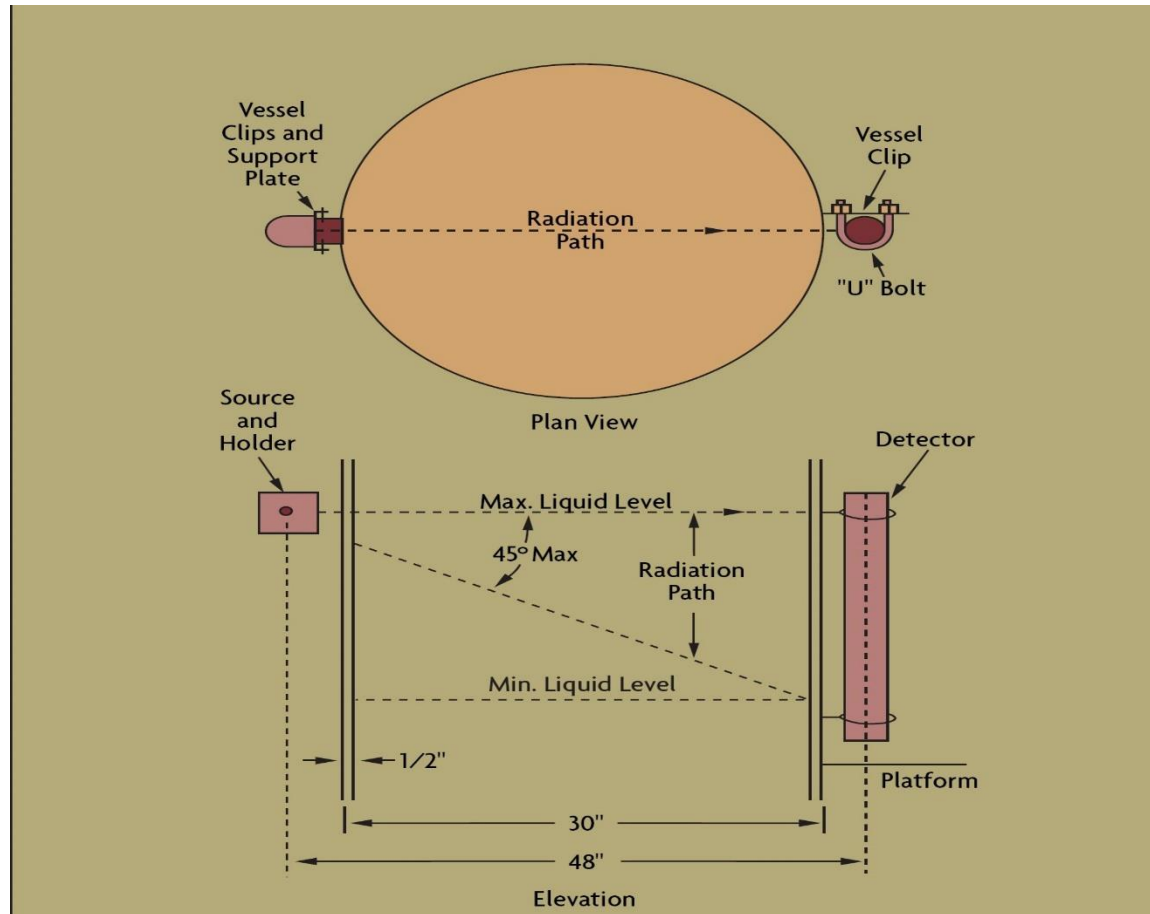
4 – Características eléctricas

e) Rayos gamma: formado por una fuente montada en un lateral y un detector en el otro. La transmisión de los rayos gamma es inversamente proporcional a la masa del líquido en el tanque por lo que la radiación captada es inversamente proporcional al nivel.





4 – Características eléctricas



Rayos gamma

4 – Características eléctricas

- La potencia emisora de la fuente decrece con el tiempo, por lo que hay que recalibrar estos instrumentos.
- Su aplicación se ve limitada por las dificultades técnicas y administrativas que conlleva el manejo de fuentes radioactivas.
- Son óptimos para medir fluidos con alta T^a , líquidos muy corrosivos, tanques a muy alta presión y reactores de polímeros, porque no existe contacto.

4 – Características eléctricas

Fuentes

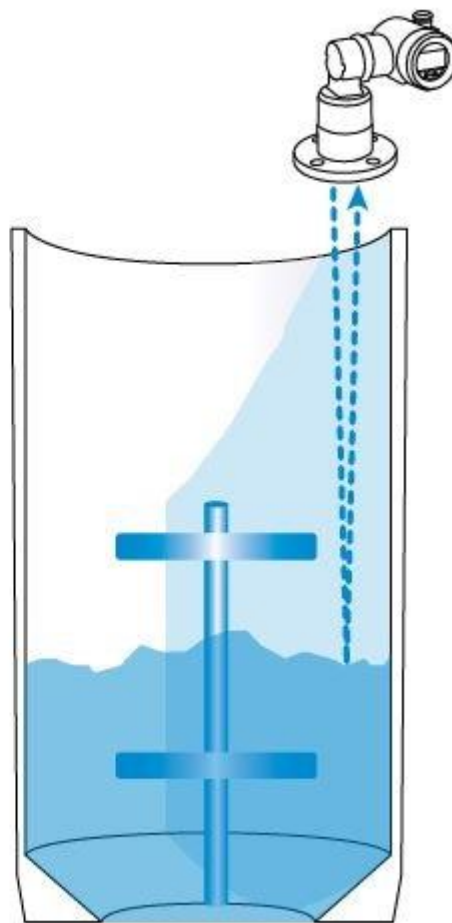
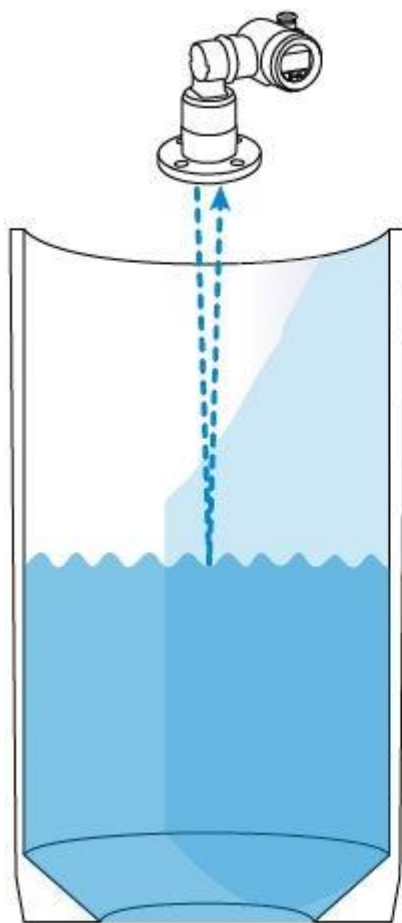
Co60 (vida media 5.5 años)

Ce137 (vida media 33 años)

Am241 (vida media 458 años)

4 – Características eléctricas

f) Medidor láser: enviado a través de un tubo y dirigido por reflexión en un espejo a la superficie del líquido. Mide el tiempo de vuelo.





5 – Switches

5 – Switches

- a) Térmicos
- b) Vibrantes
- c) Ópticos



5—Switches: térmicos

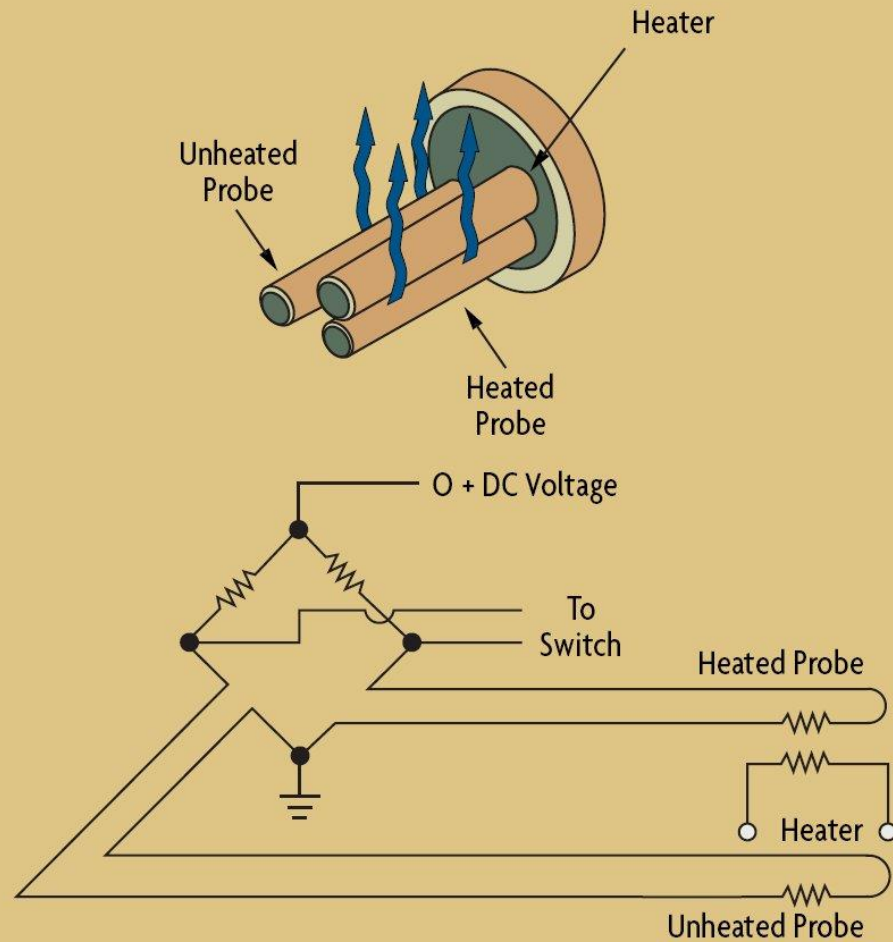
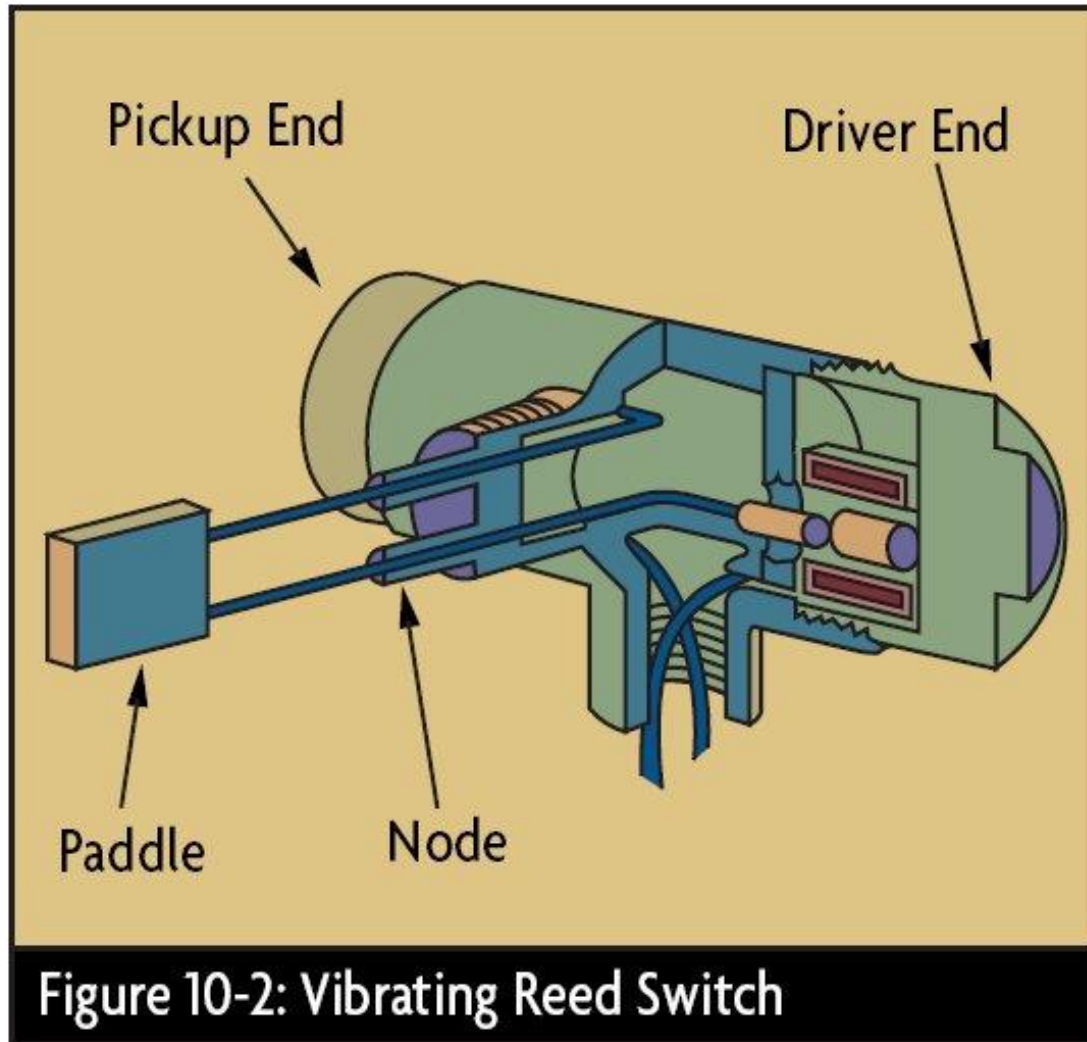


Figure 10-1: Thermal Conductivity Level Switch

5—Switches: vibrantes





Ejemplos Switches vibrantes:



5—Switches: ópticos

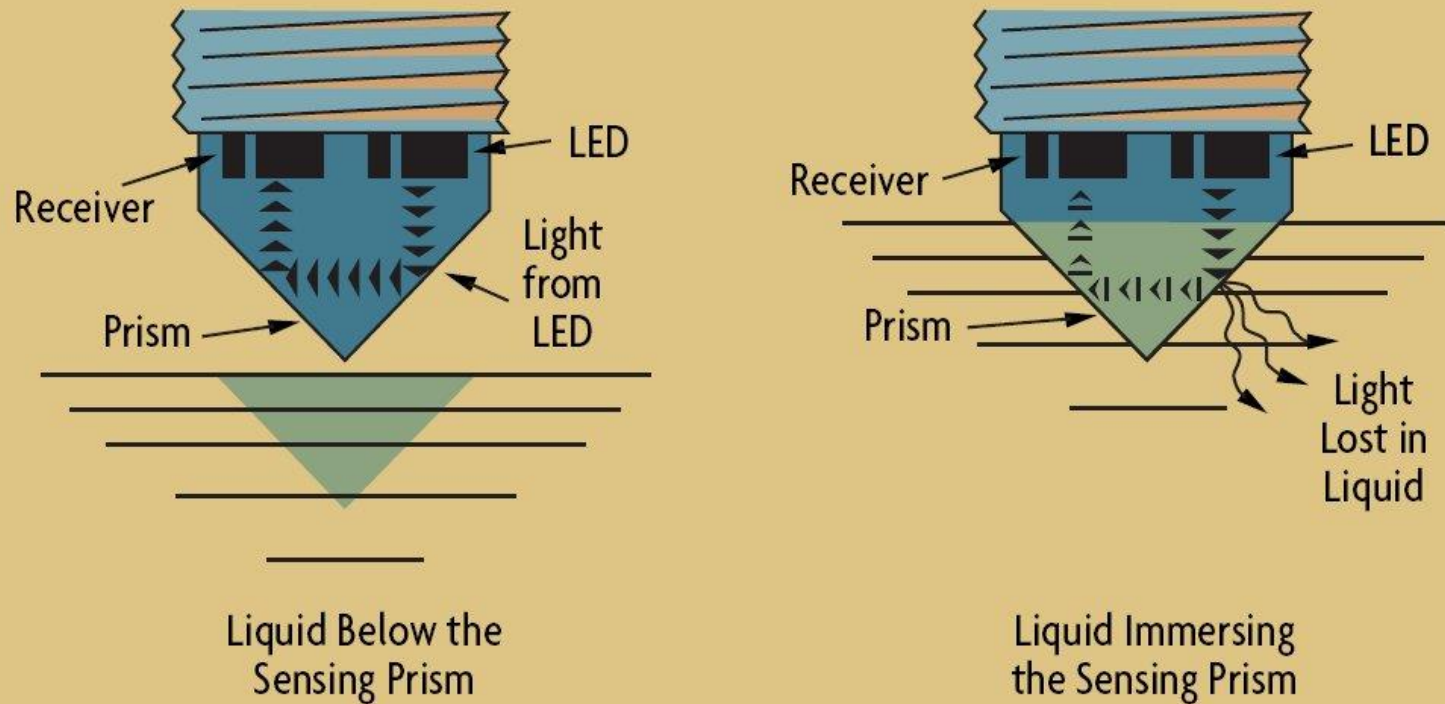


Figure 10-3: Optical Level Switch

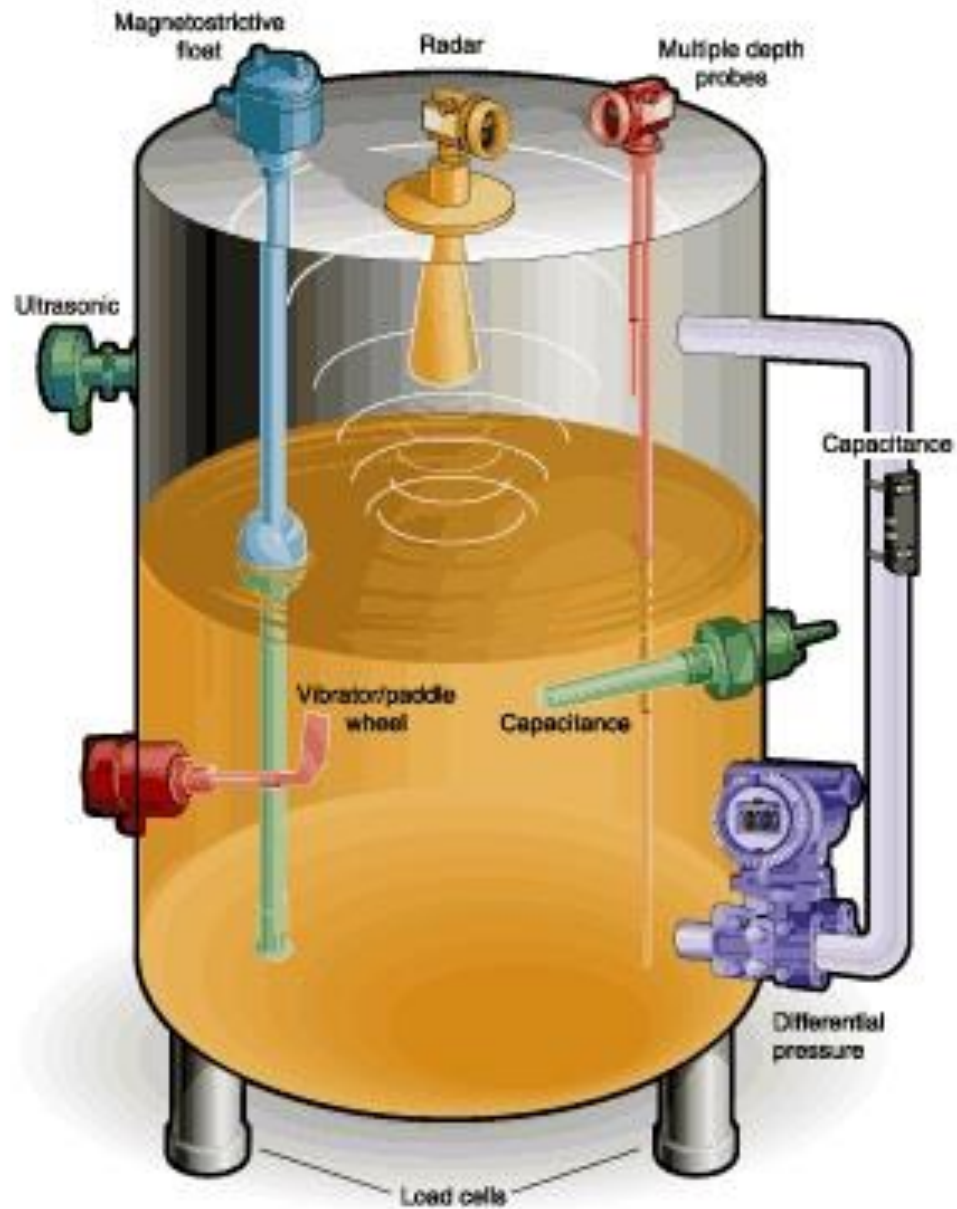
■ Ejemplo Switches ópticos



Ejemplos medición nivel de líquidos



Typical level sensing methods



II – Medidores de nivel de solidos

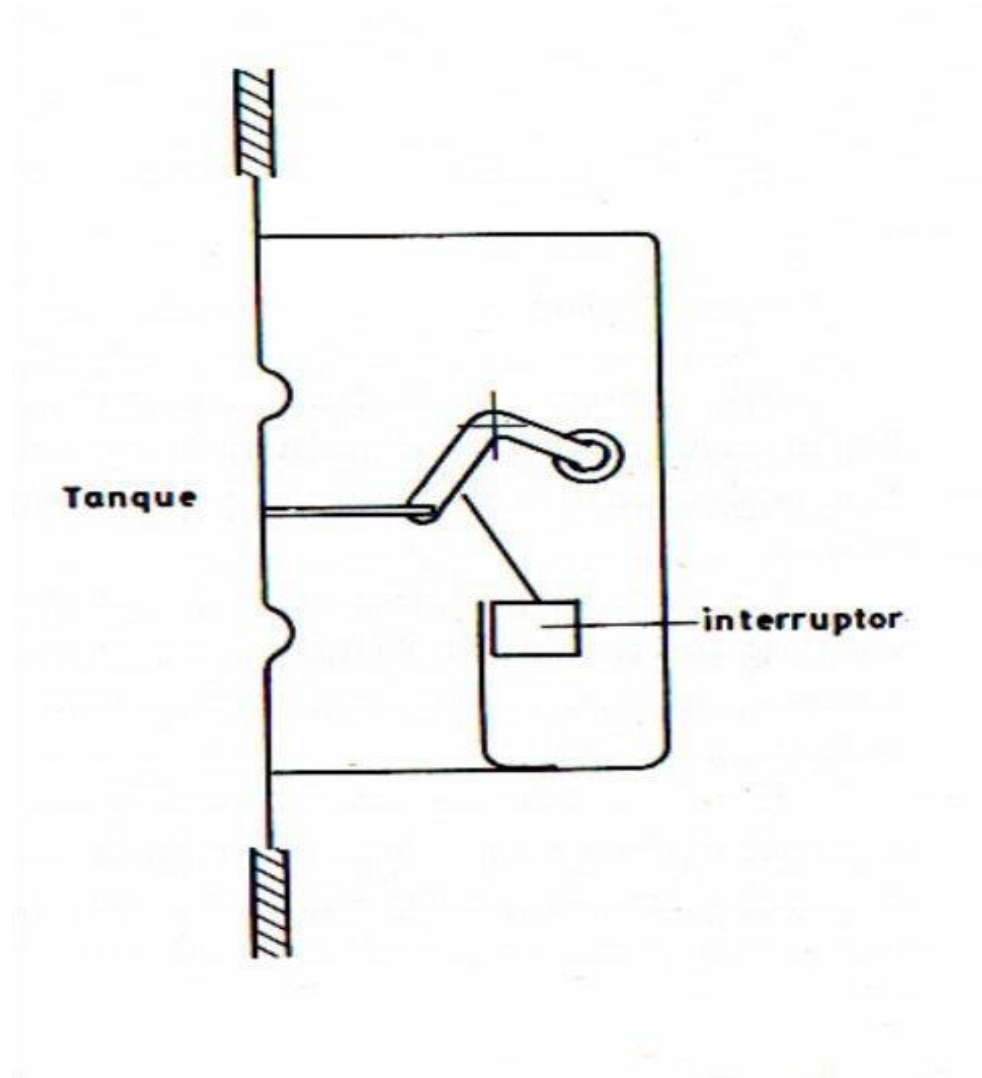
1 – Detectores de punto fijo

- a) De diafragma
- b) Cono suspendido
- c) Varilla flexible
- d) Conductivos
- e) Capacitivos
- f) Paletas rotativas

1 – Punto fijo: diafragma

a) De diafragma: membrana flexible que puede entrar en contacto con el producto en el tanque y que contiene un conjunto de palancas con contrapesos.

1 – Punto fijo: diafragma



1 – Punto fijo: diafragma

Ventajas:

- Bajo costo.
- Tanques cerrados a baja presión o vacío.
- Trabaja bien con materiales de diversas densidades.

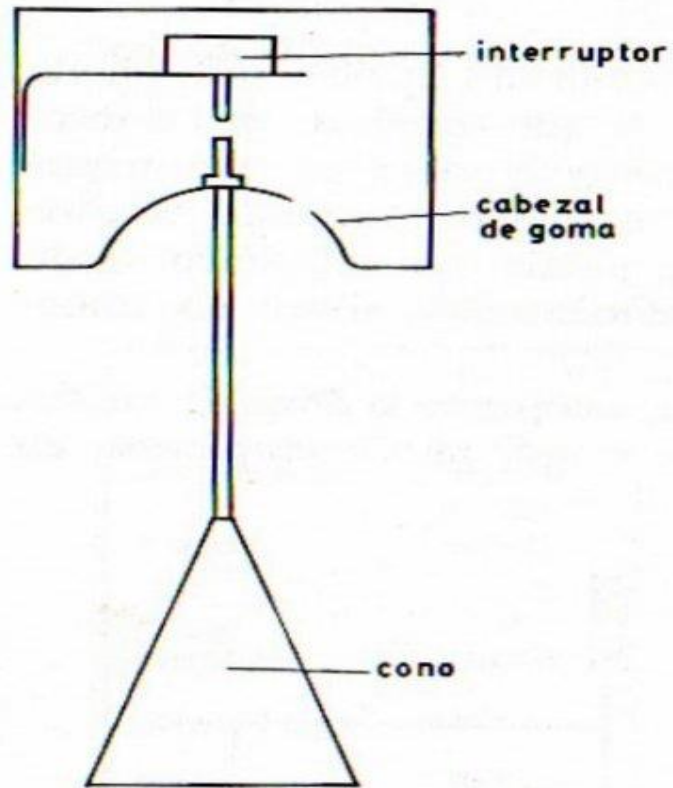
Desventajas:

- No admite granos > 80 mm

1 – Punto fijo: cono suspendido

b) Cono suspendido: interruptor montado en caja estanca al polvo con cabezal de goma de la que cuelga una varilla.

1 – Punto fijo: cono suspendido



1 – Punto fijo: cono suspendido

Ventajas:

- Bajo costo.

Desventajas:

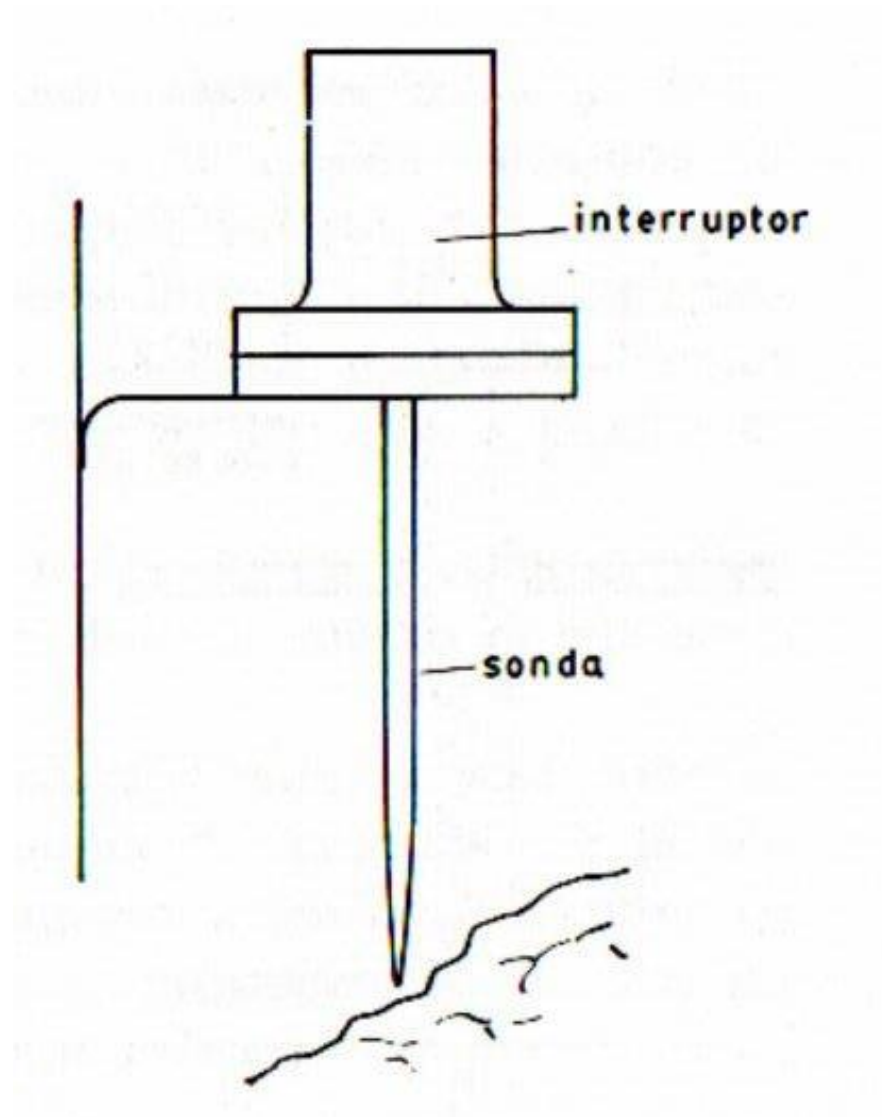
- Necesita protección mecánica
- Sólo tanques abiertos
- Precisión 50 mm

Aplicación típica:

Carbón, granos y calizas.

1 – Punto fijo: varilla flexible

b) Varilla flexible



1 – Punto fijo: varilla flexible

- Para tanques abiertos
- Precisión 25 mm
- Aplicación típica:
Carbón

1 – Punto fijo: conductivos

d) Conductivos:



1 – Punto fijo: capacitivos

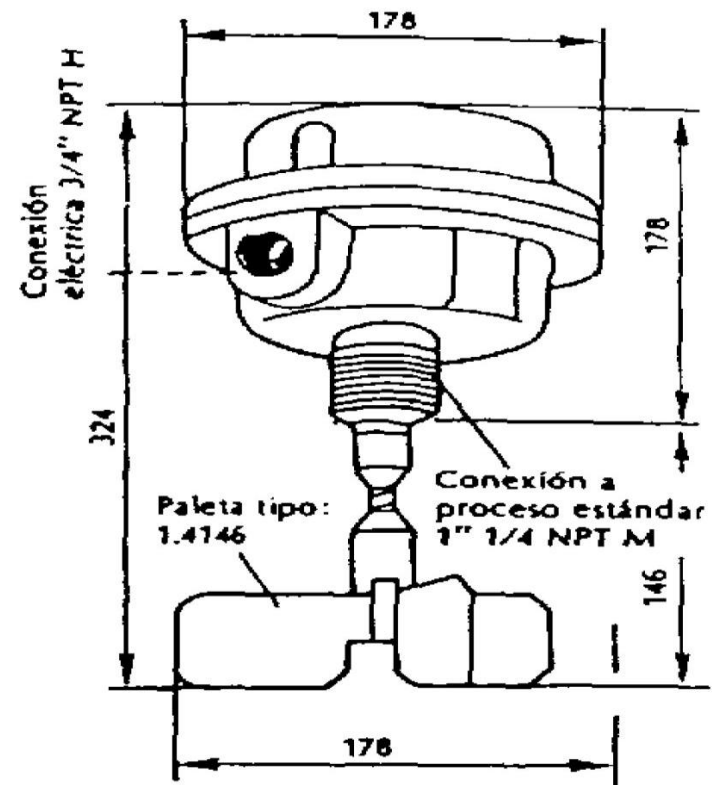
e) Capacitivos:





1 – Punto fijo: paletas rotativas

f) Paletas rotativas:





Ejemplo paletas rotativas



2. Medidores de nivel continuo

2 – Medidores de nivel continuo:

- a) De sondeo electromecánico
- b) De báscula
- c) Capacitivos
- d) De presión diferencial
- e) Ultrasónicos
- f) Rayos gamma
- g) Laser

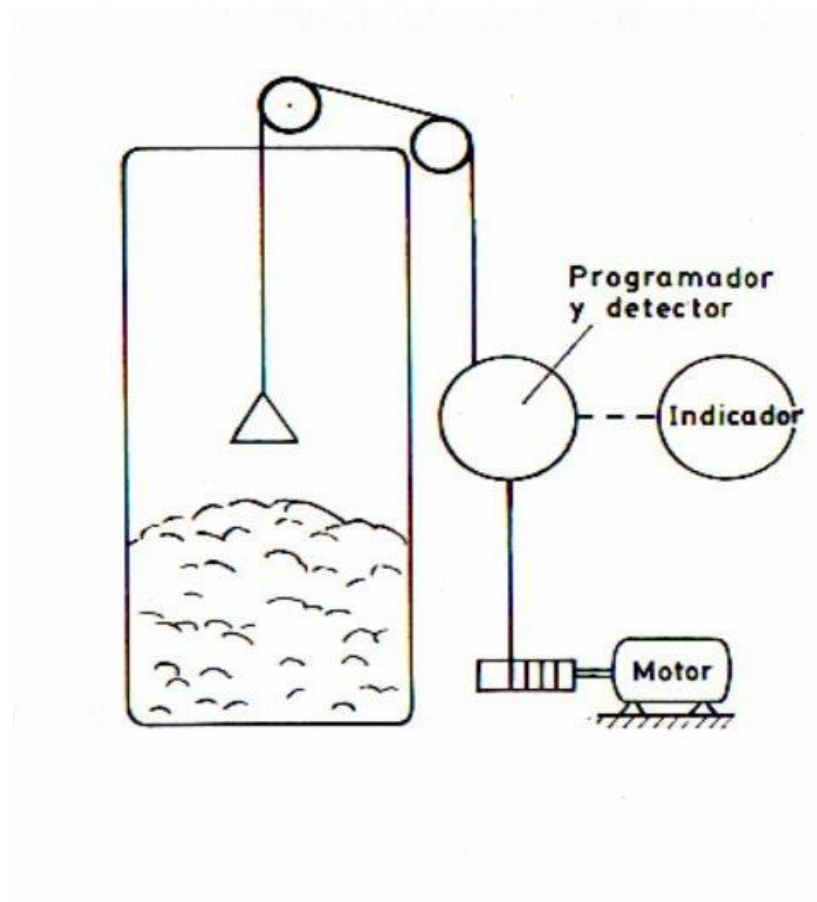


2. Continuos: sondeo electromecánico

a) De sondeo electromecánico: Constan de un cable de medición o cinta de acero con un peso en su extremo, movido por un motor. Al chocar el peso con la superficie del material se anula la rigidez del cable, lo que conmuta la dirección de giro del motor ascendiendo el peso. Durante el descenso se mide el cable desenrollado, lo que nos indica el nivel.



2. Continuos: sondeo electromecánico





2. Continuos: sondeo electromecánico

- El peso debe tener una sección suficiente para que no se hunda en el material.
- Se usa para materiales sólido con granulometría hasta 3mm.





2. Continuos: de bascula

b) De báscula: Se detecta el nivel de sólido mediante el peso.

Se detecta el peso de tolva + contenido mediante la utilización de celdas de carga y Galgas extensiométricas.

2. Continuos: capacitivos

c) Capacitivos:





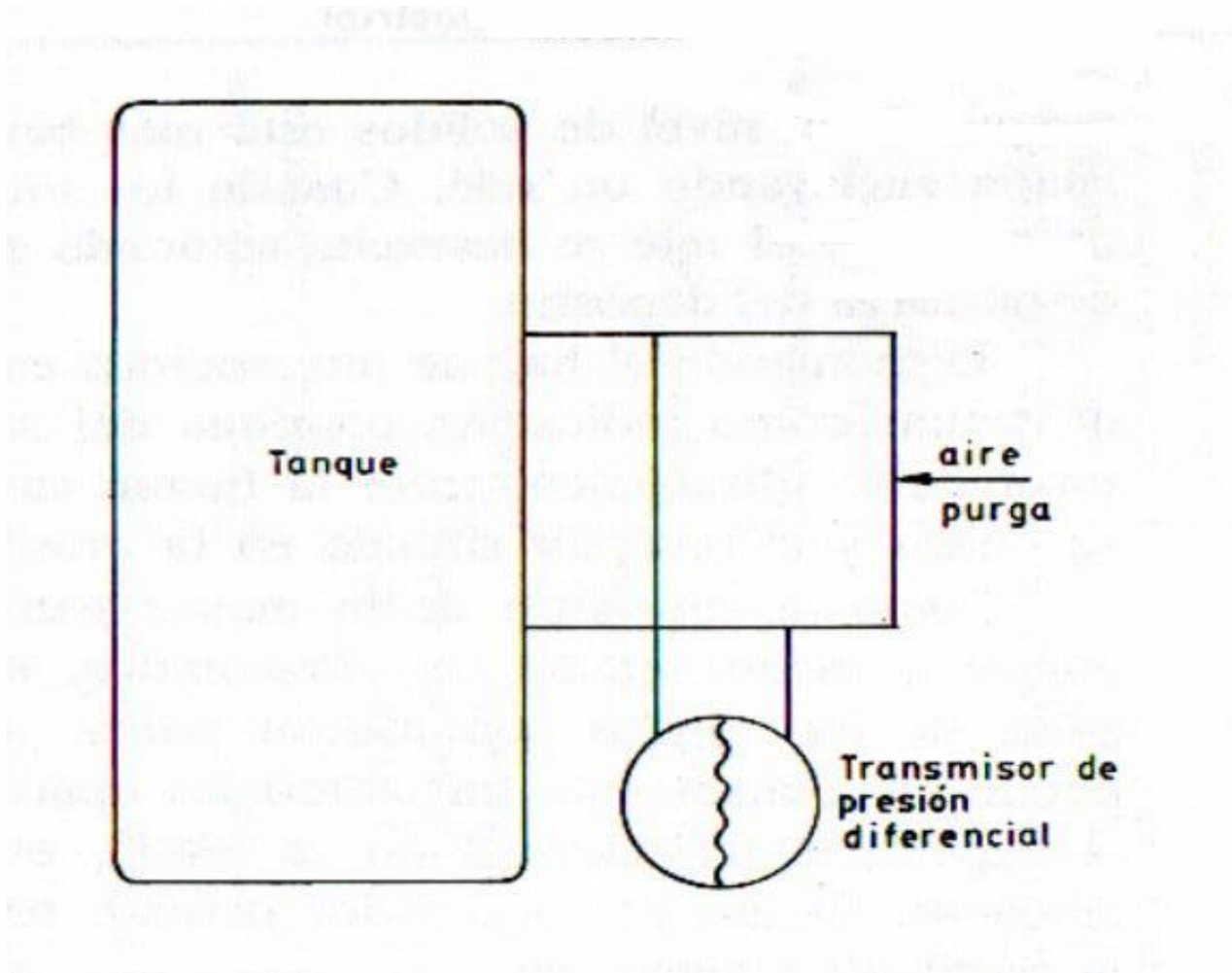
Ejemplo sensor capacitivo



2. Continuos: presión diferencial

d) De presión diferencial: se emplea en la medición de nivel de lechos fluidizados. Formado por dos orificios de purga situados en el tanque por encima y por debajo del lecho. La presión diferencial medida es proporcional al nivel.

2. Continuos: presión diferencial



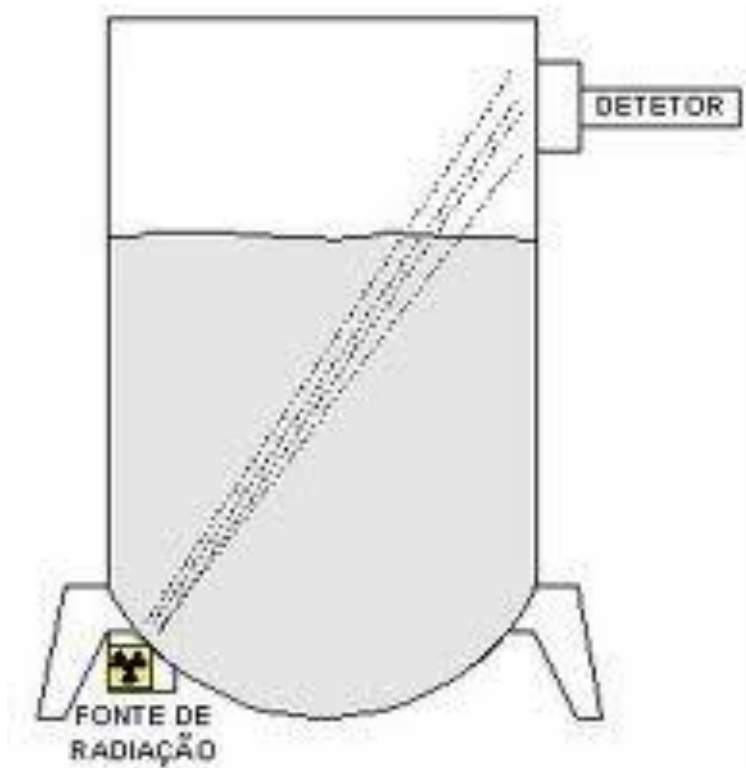
2. Continuos: ultrasónicos

e) Ultrasónicos: el emisor envía un haz al receptor colocado al otro lado del tanque (medición puntual) o mide el tiempo de vuelo (medición continua).

Es apto para la mayoría de los sólidos con mucho polvo, alta humedad, humos y vibraciones.

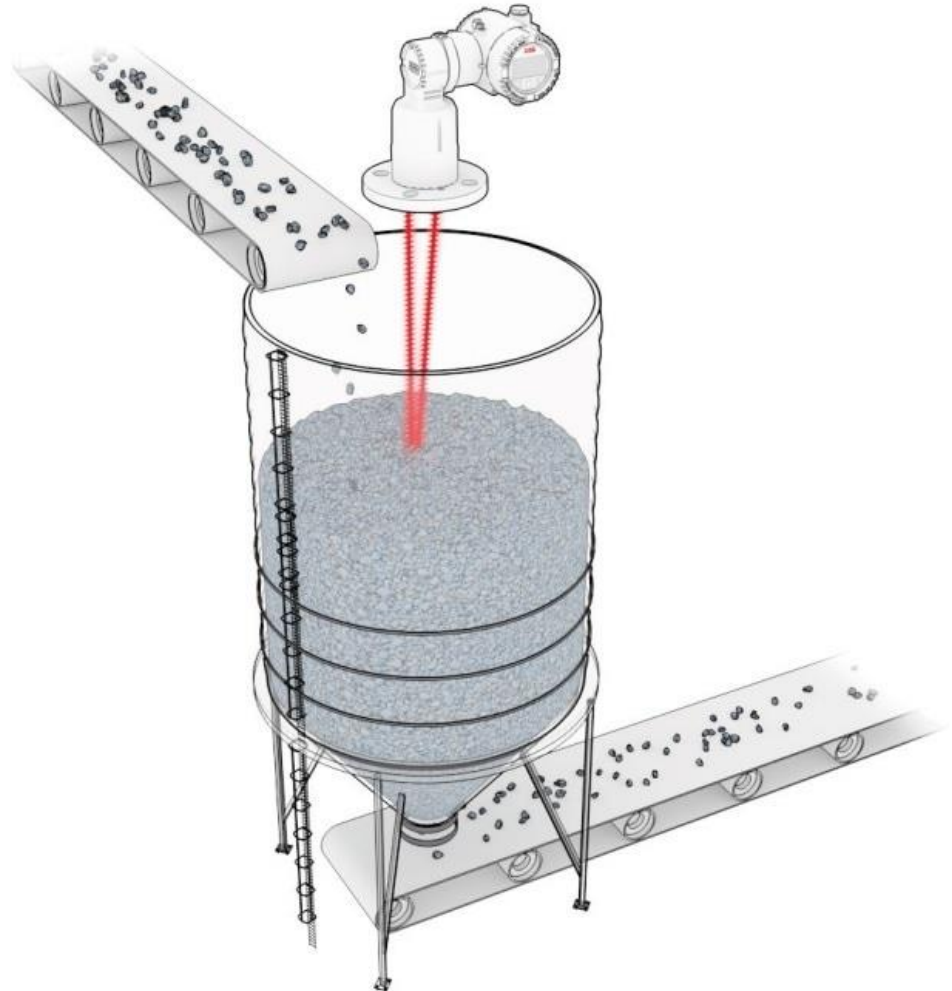
2. Contínuos: rayos gamma

f) Rayos gamma:

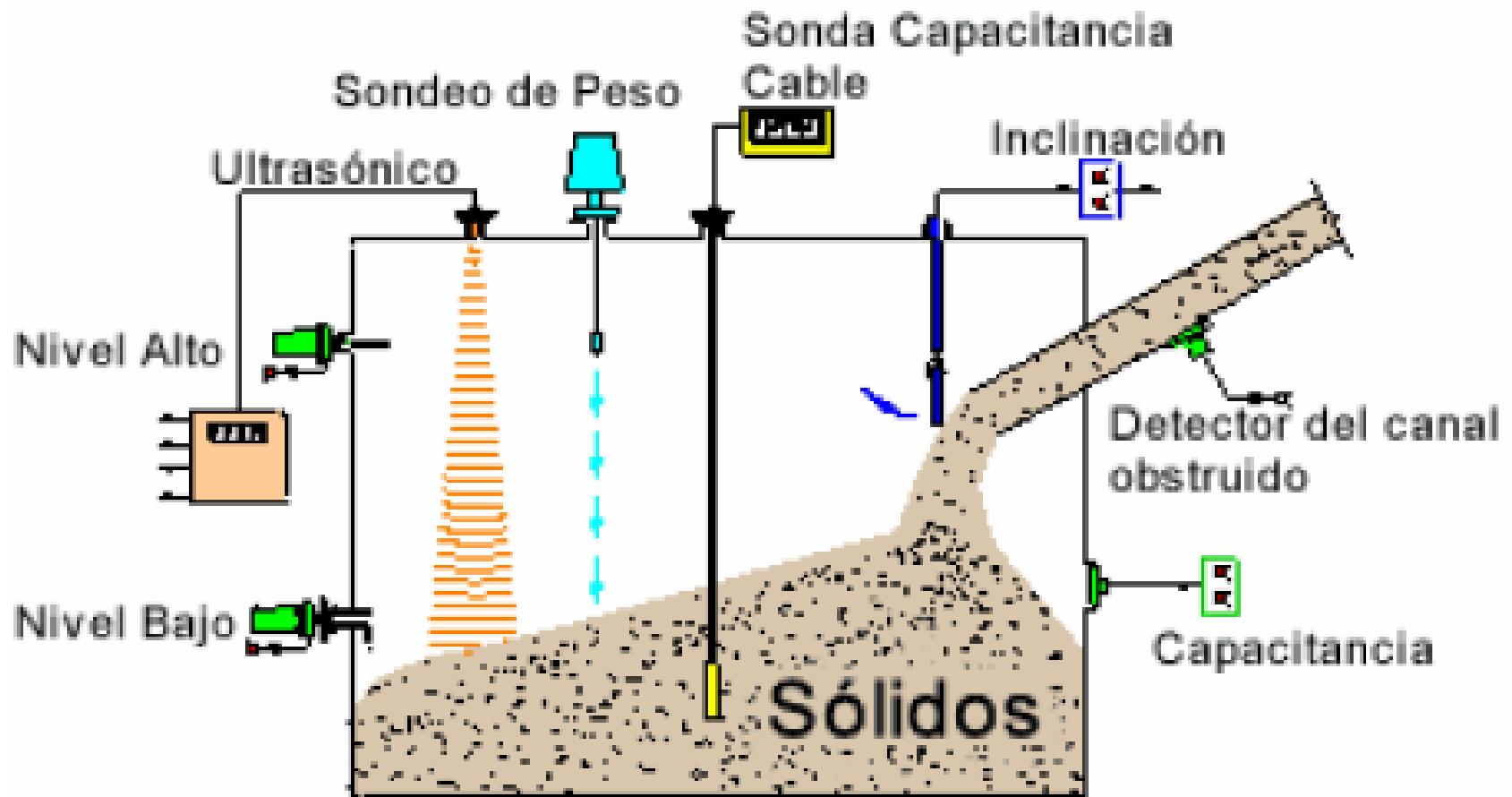


2. Continuos: laser

g) Laser:



Ejemplos medición de nivel de solidos





SELECCIÓN DEL SENSOR



Selección del sensor:

¿Cómo saber que tecnología especificar para una aplicación particular?

■ Selección del sensor:

¿Medición continua o puntual?

¿Sensor insertado o externo?

¿En contacto con fluido o en espacio de vapor?

¿Medición directa o indirecta (inferida)?

¿Despresurización o parada de procesos aceptable para mantenimiento?

Materiales del sensor

■ Selección del sensor:

Precisión y repetibilidad

Temperatura de operación

Nivel de sólidos, espuma, interfaces.

Tradición o preferencias

Agitadores, obstrucciones.



|| Selección del sensor:

Todas las tecnologías disponibles trabajan correctamente cuando son aplicadas apropiadamente



■ Software de selección industriales:

Endress+Hauser (Applicator):

www.endress.com

Siemens:

www.pia-portal.automation.siemens.com

Yokogawa:

www.yokogawa.com/selection-tool/

Emerson:

www.emerson.com



Sitios web de fabricantes

■ Páginas web:

www.siemens.com

www.endress.com

www.emersonprocess.com

www.kobold.de

www.vega.com

www.wika.com

www.krone.com

■ Páginas web:

www.ifm.com

www.magnetrol.com

www.enraf.com

www.gemssensors.com

www.mtssensors.com

www.foxboro-eckardt.com

<https://www.drexelbrook.com/>



RESUMEN



I. Medición de nivel de líquidos

1 – Medida directa

a) Sondas

- Varilla graduada
- Varilla con gancho
- Cinta y plomada

b) Cristal

- Normal
- Con armadura
- Por reflexión
- Por transparencia

I. Medición de nivel de líquidos

c) Flotadores

- Conexión directa
- Acoplamiento magnético
 - Directo
 - Magnetostrictivo
 - Potenciométrico
 - Paletas giratorias
- Acoplamiento hidráulico

I. Medición de nivel de líquidos

2 – Presión hidrostática

- a) Manométricos
- b) De membrana
- c) Tipo burbujeo
- d) Presión diferencial
 - Rama Seca
 - Rama húmeda

3 – Desplazamiento

- a) Switches
- b) Barra de torsión
- c) Servooperados

|| I. Medición de nivel de líquidos

4 – Características eléctricas del líquido

- a) Conductivo
- b) Capacitivos
- c) Ultrasónicos
- d) Radar y microondas
- e) Rayos gamma
- f) Láser

5 – Switches

- a) Térmicos
- b) Vibrantes
- c) Ópticos



II. Medición de nivel de solidos

1 – Detectores de nivel de punto fijo

- a) De diafragma
- b) Cono suspendido
- c) Varilla flexible
- d) Conductivo
- e) Capacitivo
- f) Paletas rotativas

II. Medición de nivel de solidos

2 – Medidores de nivel continuos

- a) De sondeo electromecánico
- b) De báscula
- c) Capacitivos
- d) De presión diferencial
- e) Ultrasónicos
- f) Rayos gamma
- g) Laser