
SENSORS DE PRESSIÓ

Concepte de pressió i unitats

Relació entre la força aplicada perpendicularment sobre una superfície

- SI: Pascal (N/m²)
- Indústria:
 - Bar
 - Atmosfera tècnica, kg/cm²
 - psi

$$P = \frac{F}{S}$$

Concepte de pressió i unitats

	Unidad a la que se quieren convertir						
	psi	kPa	mm H ₂ O	mm Hg	atm	bar	kg/cm ²
1 psi	1	6,8948	703,08	51,715	0,068	0,068947	0,070306
1 KPa	0,14504	1	101,97	7,5	0,00987	0,01	0,010197
1 mmH ₂ O	0,001422	0,00981	1	0,07355	0,000098	$9,81 \times 10^{-5}$	0,0001
1 mmHg	0,019337	0,1333	13,595	1	0,0013	0,001333	0,001359
1 atm	14,7	101,013	10330	760	1	1,0131	1,033
1 bar	14,224	98,1	10000	735,56	0,9768	1	1,0197
1 kg/cm ²	14,504	100	10197	750,06	0,987	0,981	1

Concepte de pressió i unitats

– Tipus de pressions

- Pressió atmosfèrica, P_{atm} :
 - P exercida sobre la superfície terrestre. Baròmetres.
 - Varia segons la meteorologia i l'altitud sobre el nivell del mar
- Pressió absoluta, P_{abs} :
 - P amb relació al zero absolut de pressió o de buit
- Pressió relativa o manomètrica, P_r :
 - $P_r = P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}}$
 - Manòmetres

Concepte de pressió i unitats

– Tipus de pressions

- Pressió diferencial,

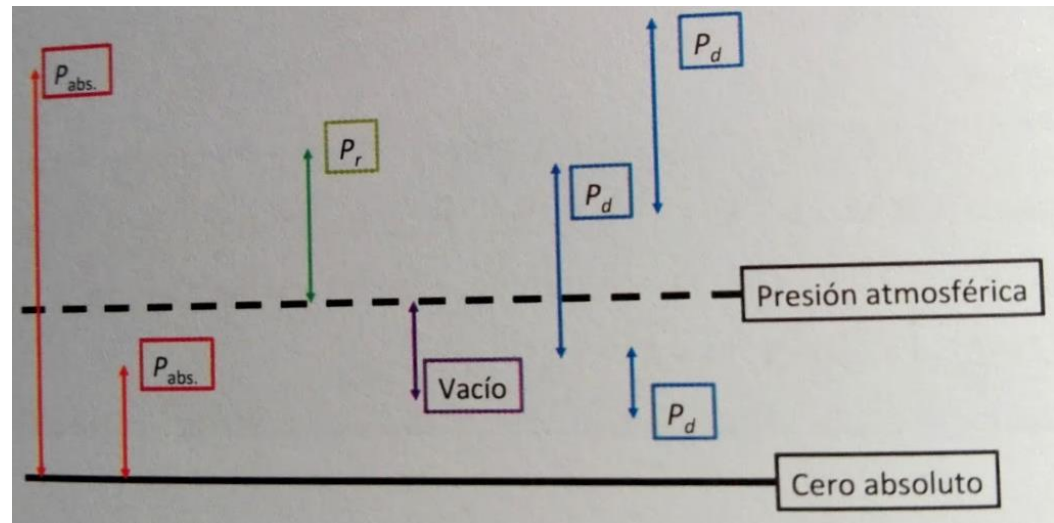
P_d :

– Diferència entre dues pressions

- Buit:

– P mesurada per sota la P_{atm}

– Vacuòmetres



Concepte de pressió i unitats

– Tipus de pressions per a fluids

- Pressió hidrostàtica:

Produïda pel pes d'un fluid en repòs

- Pressió hidrodinàmica:

Produïda sobre una superfície perpendicular a la direcció del moviment del fluid

<https://www.youtube.com/watch?v=lphGd1wf5aQ>

https://www.youtube.com/watch?v=kD9aD4nx_sk

Sensors mecànics

- Sensors primaris de mesura directa

La mesura de la pressió es realitza a partir de la P exercida per una columna de líquid.

- Manòmetre de tub en U

- Sensors primaris elàstics

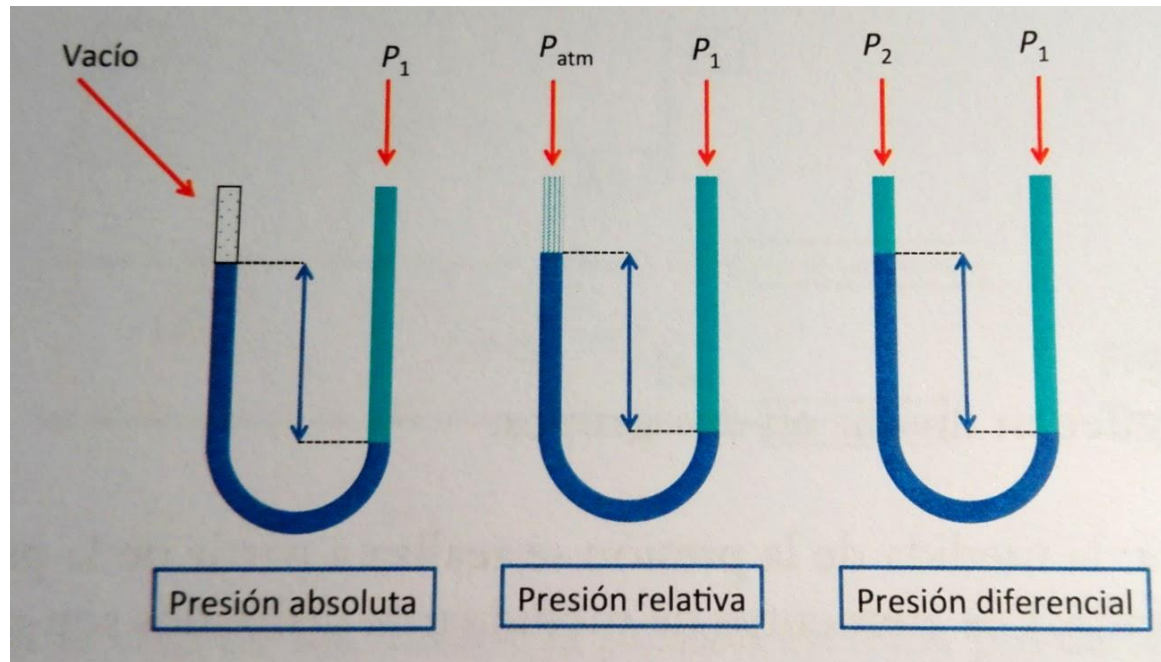
Formats per una sèrie d'elements mecànics elàstics que es deformen per la pressió interna del fluid

- Tub Bourdon, Manxa, Diafragma
- El rang de mesura depèn del material elàstic

Sensors mecànics

- Columna de líquid

$$\Delta P = \rho g \Delta h$$



Sensors mecànics

- Columna de líquid
 - Més simple i antic
 - Tub de vidre en forma de U, amb una escala graduada i conté un líquid de densitat coneguda
 - Líquids: oli de vaselina, aigua
 - Rang de mesura molt reduït
 - Precisió 0.5%-1%
 - Ús industrial molt reduït: tub inclinat

Sensors mecànics

- Columna de líquid: tub inclinat

La inclinació del tub permet que una petita variació de la P , produeixi una major variació de la lectura en el tub inclinat que en el tub U.

Mesura pressions menors de 250 mm d'aigua amb gran precisió



Sensors mecànics

- Elements elàstics

Per mesurar pressions més elevades, els sensors han d'estar proveïts d'elements elàstics

Es basen en la llei de Hooke: $F = K * x$

K = constant de proporcionalitat, depèn del material elàstic (N/m)

X = deformació (m)

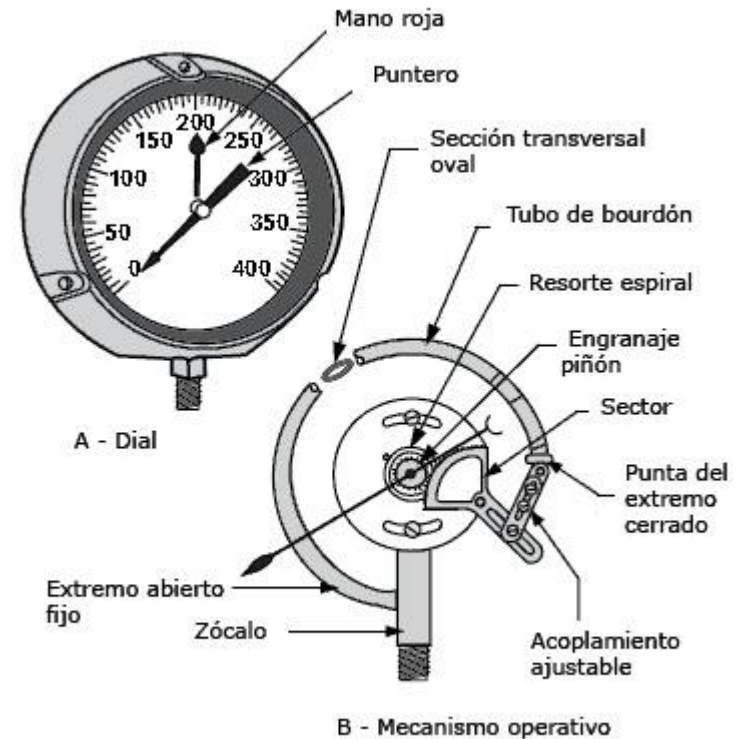
Elements primaris elàstics

- Tub Bourdon
 - Tub Bourdon C

Tub circular de secció el·líptica, tancat per un extrem i que forma un anell quasi complet

Quan es produeix un augment de la pressió, el tub tendeix a posar-se recte i aquest moviment es transmet a una agulla indicadora

– Rang: 0,5 – 6000 Bar



<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica34.htm>

Elements primaris elàstics

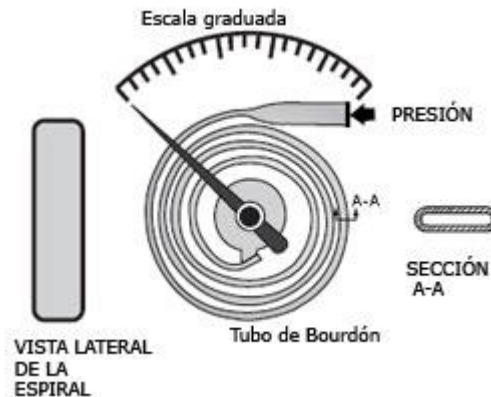
- Tub Bourdon

- Tub Bourdon en espiral

El tub s'enrotlla en forma d'esprial entorn a un eix comú

Més precís que TB C, però el camp de mesura més reduït

- Rang: 0,5 – 2500 Bar



Elements primaris elàstics

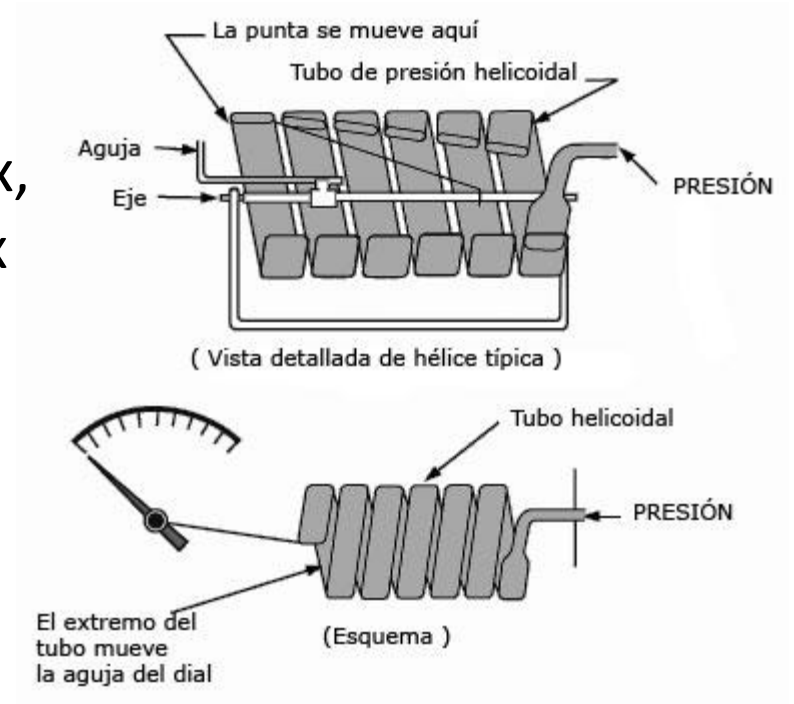
- Tub Bourdon

- Tub Bourdon helicoidal

Tub enrotllat en forma d'hèlix, de manera que s'aconsegueix una major longitud de desplaçament de l'extrem lliure.

Major sensibilitat

- Rang: 0,5 – 5000 Bar



Elements elàstics primaris

- Tub Bourdon
 - Precisió similar al tub U: 0,5 - 1%
 - Vacuòmetres, mesuren per sota de la P_{atm} . Si el mecanisme s'usa com a manòmetre, l'agulla es mou en sentit antihorari.
 - L'escala dels vacuòmetre pot ser positiva o negativa, depèn si el zero és la P_{atm} o la $P_{absoluta}$.
 - Manovacuòmetres: Per a mesurar P relatives positives per sota i per sobre de la P_{atm} .

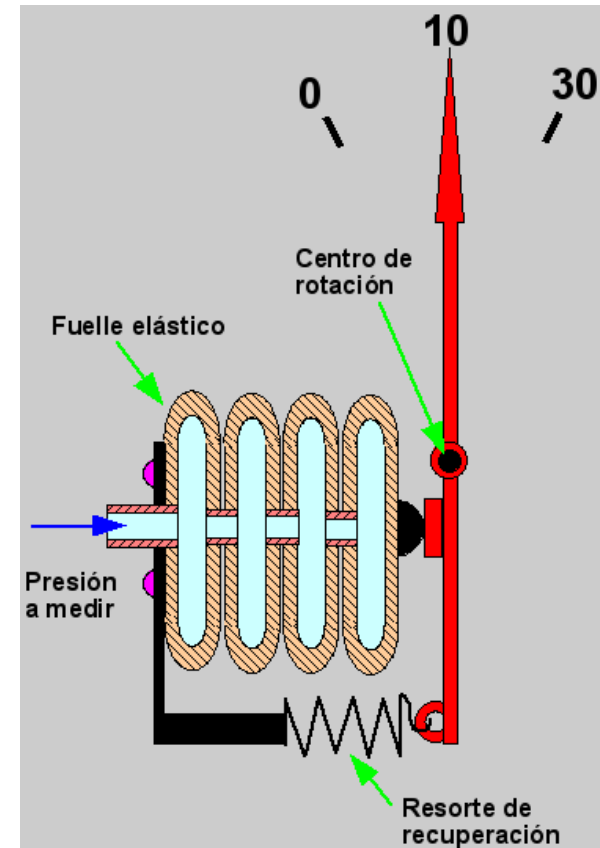
Elements primaris elàstics

- Manxa

Format per dues membranes circulars, unides hermèticament pels seus costats.

La pressió introduïda en el seu interior provoca un desplaçament que es trasllada a una agulla indicadora

- Determinar gasos i pressions petites
- Precisió: 0,5 – 1%



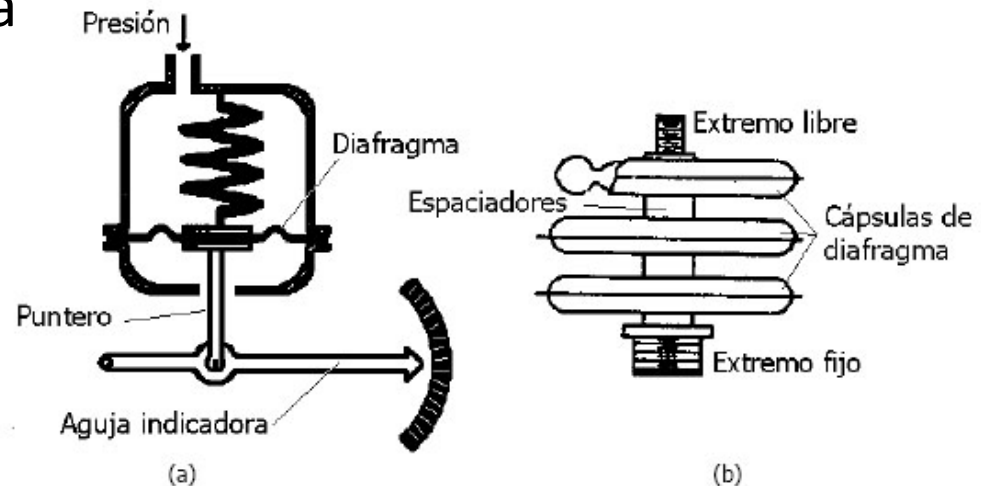
Elements primaris elàstics

- Diafragma

Format per una sèrie de càpsules circulars (membranes) interconnectades rígidament per soldadura.

La pressió deforma cada membrana i el sumatori dels desplaçaments s'amplifica mitjançant un joc de palanques que mouen una agulla indicadora

- Líquids viscosos, corrosius, bruts o que puguin cristal·litzar
- Rang molt petit: 50 mm cda – 2 bar
- Precisió: 0,5 – 1%



Sensors electromecànics

Combinen un element mecànic elàstic amb un dispositiu elèctric-electrònic, que transforma la deformació en un senyal elèctric.

Usats en sistemes de control automàtic

- Piezoelèctrics
- Resistius
- Capacitatius
- Extensiomètrics

Sensors electromecànics

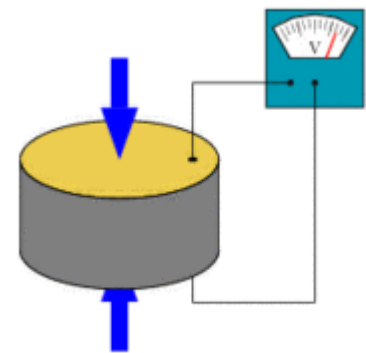
- Piezoelèctrics

- Efecte piezoelèctric: Si s'efectua una pressió sobre la superfície d'una làmina cristal·lina (quars o titani), com a resposta a la deformació, apareixen càrregues elèctriques sobre la superfície del cristall.

- La càrrega elèctrica és proporcional a la pressió aplicada

- <https://www.youtube.com/watch?v=wfGDXBwvXPQ>

- <https://www.youtube.com/watch?v=18lvTRfbANg>



Sensors electromecànics

- Piezoelèctrics
 - Formats per un cristall situat entre dues làmines metàl·liques que actuen d'elèctrodes recollint les càrregues elèctriques produïdes
 - El senyal de resposta és sensible a la T
 - No són apropiats per a mesurar P estàtiques o valors petits durant temps llargs, si no hi ha una valoració del valor de la P aplicada, el senyal es redueix (deriva de 1N/min)
 - Senyal de sortida és lineal amb les ΔP
 - Equips petits i robusts

Sensors electromecànics

- Galgues extensomètriques **(NO!)**
 - Efecte piezoelèctric + Dependència de la resistència elèctrica d'un conductor i la seva geometria
 - R: resistència elèctrica del conductor (Ω)
 - ρ : resistència específica del material (Ωm)
 - l: longitud del conductor (m)
 - A: superfície de secció (m^2)

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

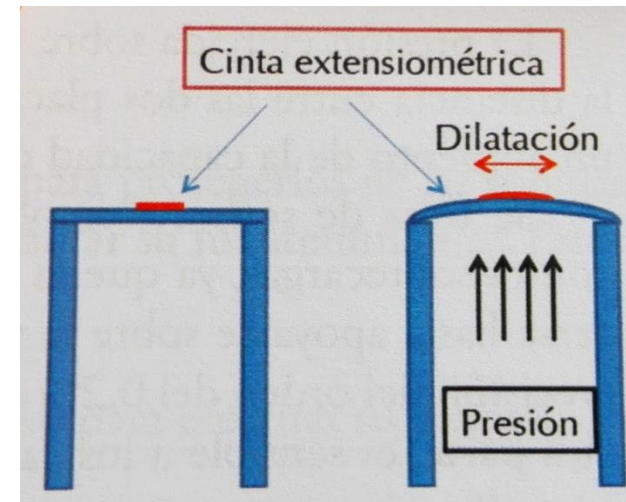
Sensors electromecànics

- Galgues extensomètriques
(NO!)

En augmentar la P sobre el conductor, augmenta la longitud i disminueix la superfície.

La variació de R es mesura amb un pont de Wheatstone

- Compensació efecte temperatura
- Avantatge: la manca de parts mòbils



https://es.wikipedia.org/wiki/Galga_extensiom%C3%A9trica

Sensors electromecànics

- Piezorresistius **(NO!)**

Similar a les galgues, però la cinta extensiomètrica és un semiconductor.

Les cintes semiconductoras s'encapsulen en un xip, conferint una major vida útil.

El senyal de sortida és més elevat, però no és lineal

https://es.wikipedia.org/wiki/Galga_extensiom%C3%A9trica

http://www.wika.es/home_es_es.WIKA

Sensors electromecànics

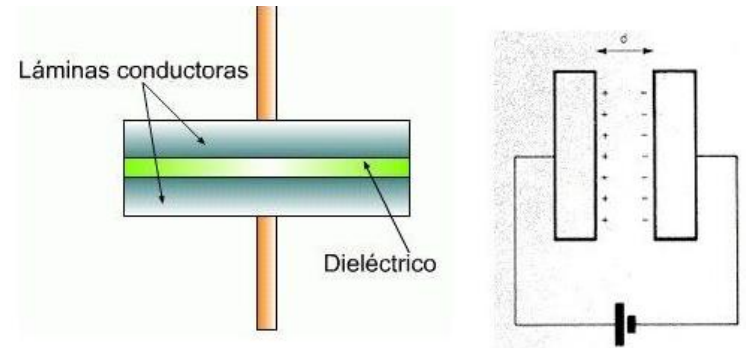
- Sensors capacitius

Es basa en la variació de la capacitat elèctrica d'un condensador en desplaçar-se una de les capes.

- C: capacitat del condensador
- ϵ : constant elèctrica
- A: àrea de la placa
- d: distància entre les plaques

$$C = \epsilon \times \frac{A}{d}$$

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Condensador>

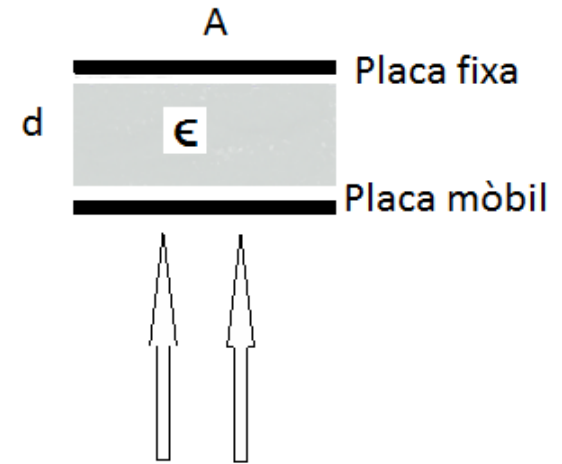


Sensors electromecànics

- Sensors capacitius

La P exercida sobre una de les capes (metà·lica o ceràmica) redueix la distància entre elles, de manera que augmenta la capacitat del condensador

- Robusts
- Segurs contra sobrecàrregues
- Precisió: 0,2 – 0,5%
- Sensibles als canvis de temperatura

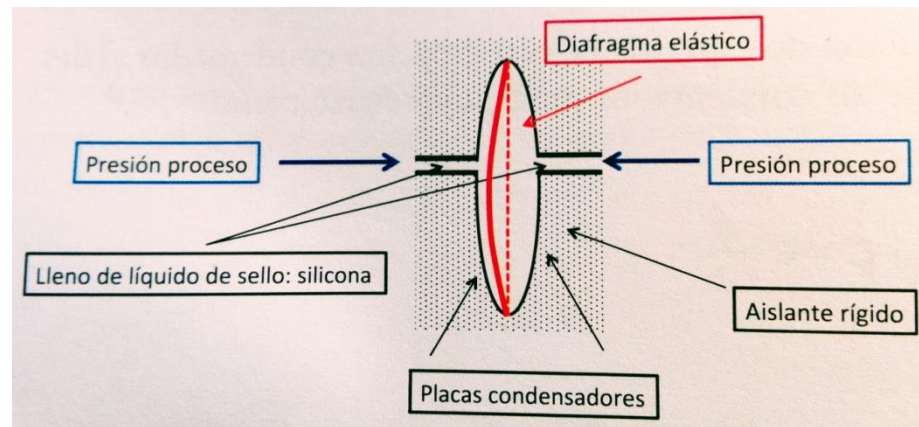


Sensors electromecànics

- Sensors capacitatus

Molt usats en indústria per a mesurar P diferencials

El desplaçament del diafragma és proporcional a la P diferencial i provoca una variació de la capacitat diferencial



Accessoris dels manòmetres

Protectors de pujades brusques de P i T

- Vàlvules de bloqueig: permeten aïllar el manòmetre del procés per a fer el calibratge o canviar-lo
- Bany de glicerina: líquid de farciment que protegeix dels canvis bruscos de P i vibracions.
- Sifó: protegeix de cops d'ariet i d'altres temperatures. Emprat en circuits de vapor.



Manòmetre

Sifó

Accessoris des manòmetres

- Tub aletejat: per disminuir la T dels fluids de procés, protecció dels elements interns del manòmetre.
- Segellats químics: permet aïllar els manòmetres de medis molt viscosos o corrosius.

<http://www.bloginstrumentacion.com/blog/2015/03/26/para-qu-sirven-los-sellos-separadores/>



Críteris d'elecció d'un sensor P

		Rang	Prec (%)	T màx (°C)	Sensib T	Sensib vibr
Mecànics	Tub U	0,2-1,2 m cda	05-1	t.a.	Sí	No
	Bourbon C	0,5-6000 bar	0,5-1	90	No	Sí
	TB espiral	0,5-2500 bar	0,5-1	90	No	Sí
	TB helicoidal	0,5-5000 bar	0,5-1	90	No	Sí
	Manxa	100 m cda - 2 bar	0,5-1	90	No	Sí
	Diagfragma	6-760 mm Hg	1	t.a.	No	Sí
Electro mecànics	Piezoelèctric	0,1-600 bar	1	90	Sí	No
	Galga-ext	0-3000 bar	0,5-1	120	Sí	No
	Capacitatiu	0,05-600 bar	1	120	Sí	sí

