

1 Définitions

1.1 Définition de la pression

La pression est une grandeur dérivée du système international. Elle est définie comme le quotient d'une force par une surface. La pression s'exerce perpendiculairement à la surface considérée.

$$P_{Pa} = \frac{F_N}{S_{m^2}} \quad (1)$$

1.3 Définition des pressions

La pression absolue : C'est la pression réelle, dont on tient compte dans les calculs sur les gaz.

La pression atmosphérique ou pression barométrique : La pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer, à 15 °C, est d'environ 1013 mbar. Elle peut varier, de ± 25 mbar, avec la pluie ou le beau temps. Elle est fonction de l'altitude (hydrostatique).

La pression relative : C'est la différence de pression par rapport à la pression atmosphérique. Elle est le plus souvent utilisée, car la plupart des capteurs, sont soumis à la pression atmosphérique. Pour mesurer une pression absolue, il faut faire un vide poussé dans une chambre dite de référence.

Pression différentielle : C'est une différence entre deux pressions, dont l'une sert de référence. Une pression différentielle peut prendre une valeur négative.

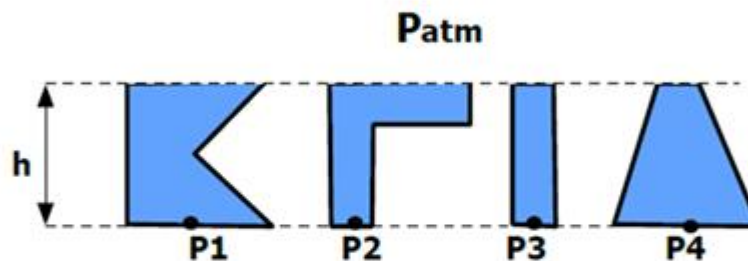
Le vide : Il correspond théoriquement à une pression absolue nulle. Il ne peut être atteint, ni dépassé. Quand on s'en approche, on parle alors de vide poussé.

Pression de service ou pression dans la conduite : C'est la force par unité de surface exercée sur une surface par un fluide s'écoulant parallèlement à la paroi d'une conduite.

1.4 Pression pour les fluides (liquide et gaz)

Pression hydrostatique : À l'intérieur d'une colonne de fluide se crée une pression due au poids de la masse de fluide sur la surface considérée. Pour chacun des quatre récipients représentés sur la figure 3, la pression au fond de ceux-ci est identique est égal à :

$$P_{Pa} = \rho_{Kg/m^3} \times g_{m/s^2} \times h_m \quad (2)$$



- Pression hydrostatique

Pression due à des forces extérieures : Un fluide se déplaçant à une vitesse V crée une pression supplémentaire P :

$$P_{Pa} = 0,5 \times \rho_{Kg/m^3} \times V_{m/s}^2 \quad (3)$$

Pression totale - Charge : C'est la somme de la pression hydrostatique, de la pression due aux forces extérieures et de la pression hydrodynamique. Celle-ci a la même valeur en tous points pour un fluide en mouvement horizontal (incompressible de viscosité négligeable), c'est le théorème de Bernoulli.

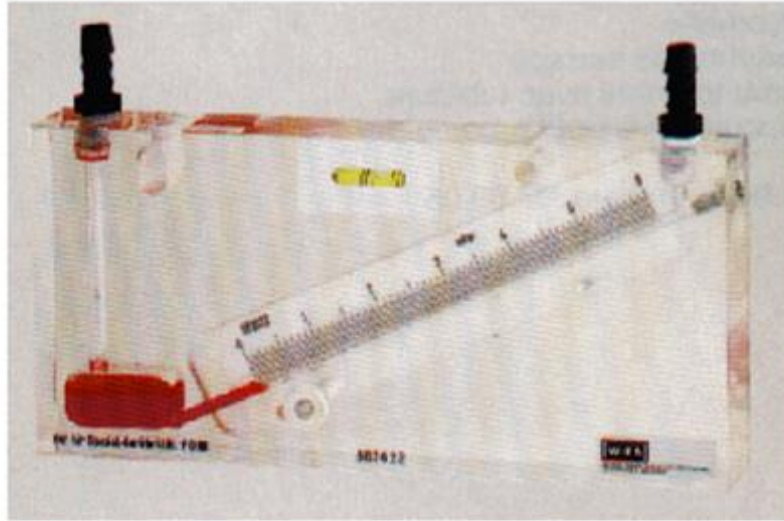
2 Manomètres hydrostatiques

2.1 Fonction remplie

Comme le montre l'égalité 2 :

$$h_m = \frac{P_{Pa}}{\rho_{Kg/m^3} \times g_{m/s^2}} \quad (4)$$

La hauteur du liquide fournit une mesure de la pression. La sensibilité de l'appareil est d'autant plus importante que la masse volumique du liquide est faible.

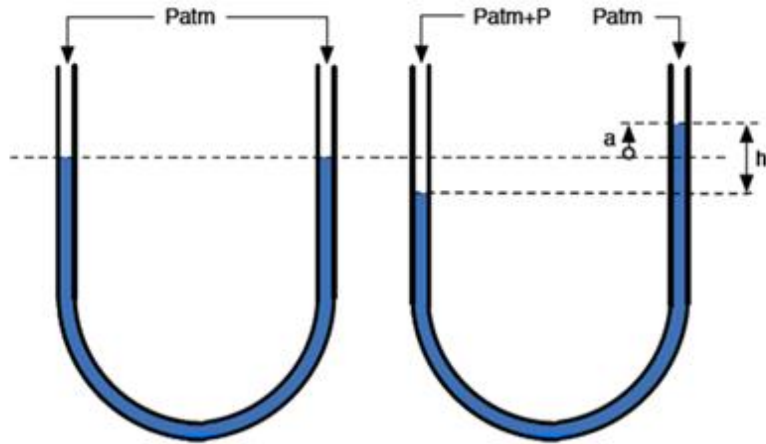


Manomètre hydrostatique

2.2 Manomètre à tube en U

La différence d'altitude h du liquide manométrique, entre les deux cotés d'un même tube en U, donne une mesure de la différence pression P entre les deux extrémités du tube. Ce manomètre offre une sensibilité sur sa partie droite :

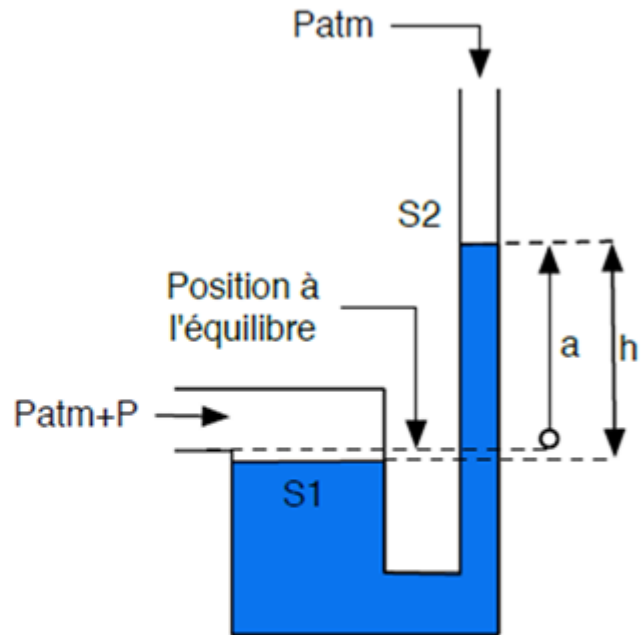
$$m = \frac{da}{dv} = \frac{dh}{2 \times dv} = \frac{1}{2\alpha a} \quad (5)$$



Tube en U

On peut augmenter la sensibilité en utilisant un tube en U de sections inégales (figure 6). Dans ce cas :

$$m = \frac{da}{dp} = \frac{S1 \times dh}{(S1 + S2) \times dp} = \frac{S1}{(S1 + S2)\rho g} \quad (6)$$

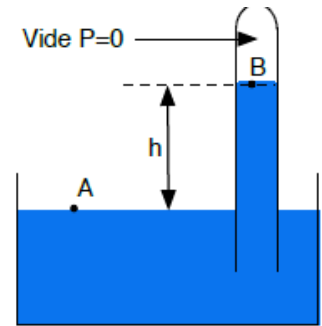


- Tube en U de sections inégales

2.3 Mesure de la pression atmosphérique

Chapitre 5: Capteurs de pression

Baromètre de Torricelli : C'est un tube en verre d'environ 90 cm de longueur, rempli de mercure, clos à une extrémité : la hauteur h fournie une mesure de la pression atmosphérique. Pour une pression atmosphérique de 1013 mbars, $h = 0,7993$ m.



2.5 Avantages et inconvénient des manomètres à tubes

Les manomètres à colonne de liquide couvrent un domaine de 0 à 5×10^5 Pa pour la mesure de pression de gaz uniquement.

Avantages :

- bonne précision, on peut dépasser 0,1 %;
- bonne stabilité;
- construction simple et peu coûteuse.

Inconvénients :

- encombrant et fragile;
- ils sont sensibles à la température et aux vibrations;
- les tubes doivent être parfaitement calibrés;
- les liquides visqueux, malpropres, les tubes gras, sont des causes d'erreurs;
- ces appareils ne traduisent pas la pression mesurée en un signal analogique exploitable en régulation industrielle.

2.6 Domaine d'emploi

- mesure des pressions absolues, relatives ou différentielles jusqu'à deux bars;
- pratiquement la colonne de liquide ne peut dépasser deux mètres;
- réservé plutôt pour des usages en laboratoire ou comme appareils étalons.

3.1 Les procédés de conversion

3.1.1 Conversion par variation de résistance

Chapitre 5: Capteurs de pression

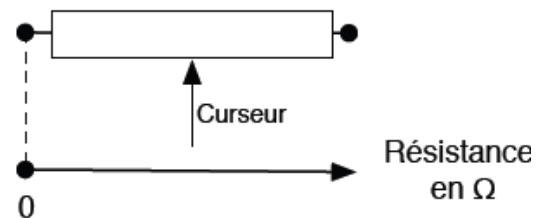
Rappel de physique : La résistance d'un conducteur s'écrit ;

$$R = \frac{\rho \times l}{S}$$

- R : la résistance en Ω ;
- ρ : la résistivité du conducteur en Ωm ;
- l : la longueur du conducteur en m ;
- S : la section du conducteur en m^2 .

Principe de fonctionnement : La piste résistive est placée sur la partie fixe du capteur et le mouvement mécanique à mesurer est accouplé à un curseur qui se déplace sur celle-ci. Ainsi, la résistance entre un point fixe et la partie mobile du potentiomètre est fonction de la position à mesurer.

L'élément sensible est constitué d'un support sur lequel est déposée une piste résistive qui incorpore un liant plastique et du carbone (cas des capteurs à piste résistive) ou un bobinage résistif (cas des capteurs à fil résistif).



L'élément sensible ainsi obtenu peut être rapporté :

- soit à l'intérieur d'une jupe cylindrique pour constituer un potentiomètre rotatif ;
- soit fixé sur un support plat pour réaliser un capteur de déplacement rectiligne.

Avantages :

- signal de sortie élevé ;
- utilisable sans conditionneur ;
- possibilité d'adapter à une variation non linéaire.

Inconvénients

- durée de vie ;
- sensibilité aux vibrations.

3.2. Conversion par effet piézo-électrique

Les structures piézo-électriques utilisées comme corps d'épreuve assurent directement la transformation de la contrainte, produite par l'application d'une force F , en une charge électrique Q . Des structures piézo-électriques tubulaires ont été développées sous forme de câble coaxial blindé. Elles permettent la mesure de faibles variations de pressions en milieu haute pression ou pour le contrôle de trafic

Avantages :

- excellente réponse en fréquence ;
- miniaturisation.

Inconvénients :

- sensibilité à la température ;
- nécessite un câble de liaison de faible bruit.

Chapitre 5: Capteurs de pression

