

## Lecture 9



جامعة المنارة

كلية الهندسة

هندسة الميكاترونك

مقرر التجهيزات والقياسات الكهربائية

# PRESSURE SENSORS

حساسات الضغط

مدرس المقرر

أ.د. بسام عطية

# PRESSURE SENSORS



## حساسات الضغط

تعتبر عمليات القياس والتحكم بضغط الغازات والسوائل من العمليات الأكثر انتشارا في أنظمة التحكم الصناعية.

تأخذ حساسات الضغط أنواعا مختلفة وذلك وفق شروط وظروف التشغيل المطلوبة – مجالات التحسس – نوع مادة الغاز أو السائل (ماء-هواء- فيول-.....).

سيتم في الجزء اللاحق تقديم المفاهيم الأساسية للضغط ووصف موجز عن أهم نماذج حساسات الضغط.

## 1. مبادئ الضغط Pressure principles :

- ✕ يحسب الضغط بشكل عام بالقوة المؤثرة على واحدة السطح.
- ✕ إن ضغط سائل موجود في إناء يعادل القوة المؤثرة على وحدة سطح الإناء.
- ✕ يكون ضغط **الغاز** المحصور ضمن إناء محكم الإغلاق منتظم على جميع جدران الإناء.
- ✕ يكون ضغط **السائل** غير منتظم على جدران الإناء الذي يحويه حيث يكون عالي على السطوح العميقة ليصل إلى الصفر على السطح العلوي لمستوى السائل إذا كان الإناء غير مغلق.

## 1. الضغط الساكن static Pressure

وهو الضغط الناتج عن سائل أو غاز في الحالة الساكنة ( غير مضغوط عبر أنابيب أو يتدفق عبر قناة).

## 1. الضغط الديناميكي dynamic Pressure

عندما يكون المائع (سائل أو غاز) في حالات الجريان أو الحركة فإنه يبذل ضغط على جدران الوعاء الذي يحتويه , ويسمى هذا الضغط بالضغط الديناميكي الذي يتعلق بعدة عوامل مثل : الحركة و التدفق و قابلية الانضغاط للمائع (compressibility) و القوى الخارجية و العديد من العوامل الأخرى.

**فعلى سبيل المثال،** إذا تم قياس ضغط الماء في أنبوب مياه منزلي مغلق فسوف نجد انه يعادل  $(40 \text{ lb/inch}^2)$ ، وفي حال تم فتح الأنبوب فان الضغط سوف ينخفض إلى  $(30 \text{ lb/inch}^2)$ ، ولهذا يجب تحديد الشروط أو الظروف التي تمت بها عملية القياس.

### ❖ **الوحدات: units**

نظرا لان الضغط يقاس بالقوة على وحدة المساحة، لذلك يقاس الضغط بوحدات مختلفة حسب النظام المعتمد.

### . **بالوحدات الدولية (SI):**

بما أن الضغط هو عبارة عن القوة في واحدة السطح ، لذلك يتم التعبير عنه في جملة الوحدات الدولية (SI) بنيوتن على المتر المربع و تم تسمية هذه الواحدة بالباسكال (Pa) ، لذلك فإن :

$$(1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2)$$

يتحدد الضغط عادة بالوحدات الدولية بالكيلو باسكال  $(\text{KPa} = 1000\text{Pa})$ .

## . بوحدات النظام البريطاني (B system):

يقاس الضغط في نظام الوحدات البريطانية بالباوند على الانش مربع ( $\text{pond/inch}^2$ ) أو الليبرة على الانش مربع ( $\text{lb/inch}^2$ ) والذي يرمز له (Psi).

يكون القياس بالنظام البريطاني أكثر ملائمة للضغوط العالية.

نستخدم الوحدة (torr) من اجل الضغوط المنخفضة مثل حالات قياس الضغوط في الفراغ.

$$(1 \text{ torr} = 133.3 \text{ Pa} = 0.0193 \text{ Psi})$$

## . بدلالة الضغط الجوي (Atmosphere pressure):

يمكن قياس الضغط بدلالة الضغط الجوي (Atmosphere pressure)، حيث:

$$(1 \text{ atm} = 101.325 \text{ KPa} \approx 14.7 \text{ Psi}) \quad (1 \text{ bar} = 100 \text{ KPa})$$

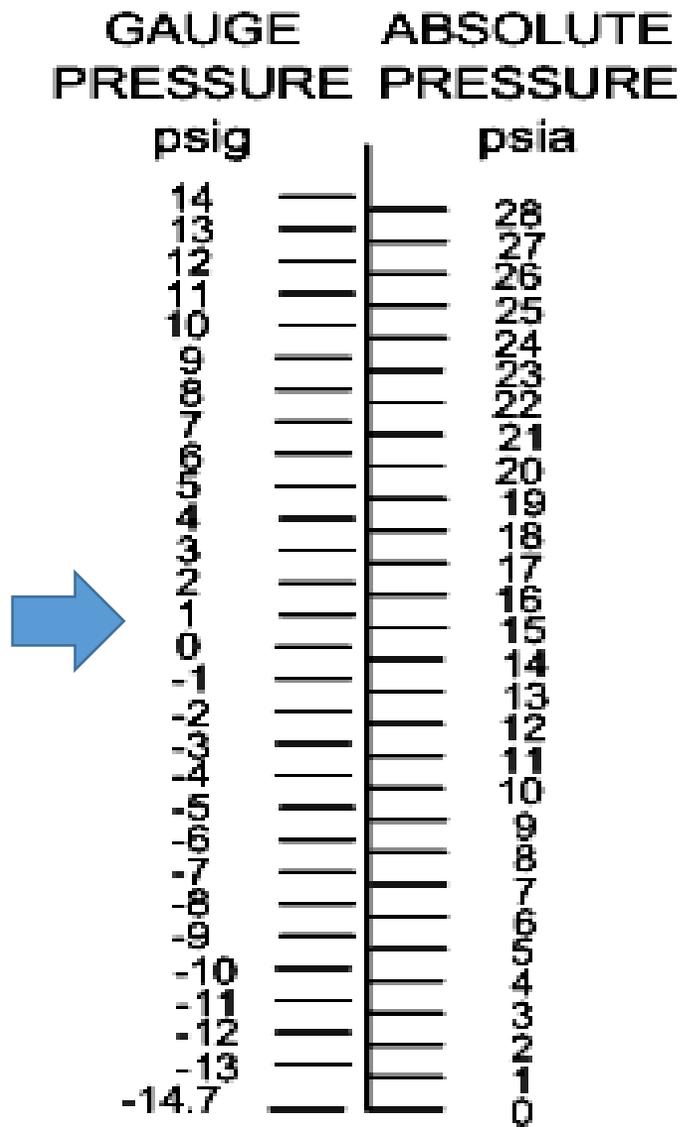
## ❖ الضغط المؤثر: Gauge pressure

إن قياس الضغط المطلق لا يعطي فكرة واضحة عن ضغط المادة.

يولد الغاز الموجود في الغلاف الجوي والمحيط بالأرض نتيجة وزنه ضغطا على سطح الأرض يعادل تقريبا :

$$1 \text{ atm} = 101.325 \text{ KPa} \approx 14.7 \text{ Psi}$$

فعلى سبيل المثال، إذا وضعنا غاز بضغط  $(1 \text{ atm} = 14.7 \text{ Psi})$  ضمن وعاء محكم الإغلاق على سطح الأرض، فإن الضغط على أسطح الوعاء سوف يكون مساويا للصفر تقريبا نتيجة وجود ضغط خارجي يعادل الضغط الجوي على الأسطح الخارجية.



لذلك يتحدد الضغط بدلالة الضغط المؤثر (Gauge pressure)، حيث يتحدد الضغط المؤثر بدلالة الضغط الجوي وفق العلاقة التالية:

$$P_g = P_{abs} - P_{at}$$

$P_g$ : الضغط المؤثر.

$P_{abs}$ : الضغط المطلق.

$P_{at}$ : الضغط الجوي.

يرمز للضغط المؤثر بالنظام البريطاني بالرمز ( $P_{sig}$ ) وللضغط المطلق ( $P_{sia}$ ).

## head pressure



## ❖ الضغط الرأسى (الشاقولى)

يتم التعبير عن الضغط للسوائل في الأنابيب والخزانات بدلالة الضغط الرأسى.

يحدد الضغط الرأسى بالضغط الستاتيكي الناتج عن وزن السائل فوق النقطة المراد تحديد الضغط عليها.

يعتمد الضغط في نظام الوحدات الدولية (SI) فقط على ارتفاع السائل فوق النقطة وكثافة هذا السائل

(نسبة الكتلة إلى الحجم). فعلى سبيل المثال يتحدد الضغط الرأسى في قعر خزان يحتوي على سائل

$$(P = \rho \cdot g \cdot h)$$

بالعلاقة التالية:

**g**: تسارع الجاذبية الأرضية (acceleration due to gravity) وتعادل  $(9.8 \frac{m}{s^2})$ .  
**P**: الضغط بالباسكال.

**h**: ارتفاع مستوى السائل في الخزان ويقاس بالمتر.  **$\rho$** : كثافة السائل وتقاس بالكيلو غرام على المتر المكعب ( $Kg/m^3$ ).

$$(P = \rho_w \cdot h)$$

بينما يتم تحديد الضغط الرأسي في النظام البريطاني بالعلاقة التالية:

حيث:

P: الضغط بالليبرة على مربع القدم ( $lb/ft^2$ ).

$\rho_w$ : الكثافة الوزنية وتقاس ( $lb/ft^3$ ).

h : ارتفاع مستوى السائل في الخزان ويقاس (ft).

## تطبيق:

المطلوب تحديد الضغط في قعر خزان ماء بعمق (7 ft) إذا علمت أن كثافة الماء تعادل  $(10^3 \text{ Kg/m}^3)$ .

الحل:

نحدد عمق الخزان بالمتر:

$$h = 7 * 0.3048 = 2.1 \text{ m}$$

تحديد الضغط في نظام الوحدات الدولية (SI):

بالتعويض بمعادلة الضغط نجد:

$$(P = \rho \cdot g \cdot h) = 10^3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 2.1 \text{ m} = 21 \text{ Kpa}$$

تحديد الضغط بالنظام البريطاني ( $P_{si}$ ):

نحدد ( $\rho_w$ ) الكثافة الوزنية وتقاس ( $N/m^3$ ).

$$\rho_w = (10^3 \text{ Kg}/m^3) \left(9.8 \frac{m}{s^2}\right) = 9.8 * 10^3 \text{ N}/m^3 \quad \text{أو}$$

$$\rho_w = \left(9.8 * \frac{10^3 \text{ N}}{m^3}\right) \left(0.3048 \frac{m^3}{ft^3}\right) \left(0.2248 \frac{lb}{N}\right) = 62.4 \text{ lb}/ft^3$$

ومنه نحدد الضغط

$$\left(P = \rho_w \cdot h = 62.4 \frac{lb}{ft^3} * 7ft = 440 \frac{lb}{ft^2}\right)$$

$$P = 3 P_{si}$$

1. حساسات الضغط ذات الضغوط الأكبر من الضغط الجوي

Pressure sensors ( $P > (\text{Atmosphere pressure})$ )