



جامعة المنارة

كلية الهندسة

هندسة الميكاترونك

مقرر التجهيزات والقياسات الكهربائية

Lecture 10

حساسات الضغط ذات الضغوط الأكبر من الضغط الجوي

مدرس المقرر
أ.د. بسام عطية

ملخص تحويلات وحدات قياس الضغط بالوحدات الدولية والبريطانية

$$\left(1\text{Psi} = 1 \frac{\text{pond}}{\text{inch}^2} = 1 \frac{\text{lb}}{\text{inch}^2} = 6.895 \text{ KPa} \right)$$

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

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

$$(1 \text{ bar} = 100 \text{ KPa})$$

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



جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

حساسات الضغط ذات الضغوط الأكبر من الضغط الجوي (Pressure sensors ($P >$ (Atmosphere pressure))

إن حساسات الضغط التي تعمل على ضغوط أكبر من الضغط الجوي تختلف عن الحساسات التي تعمل بظروف أقل من الضغط الجوي.

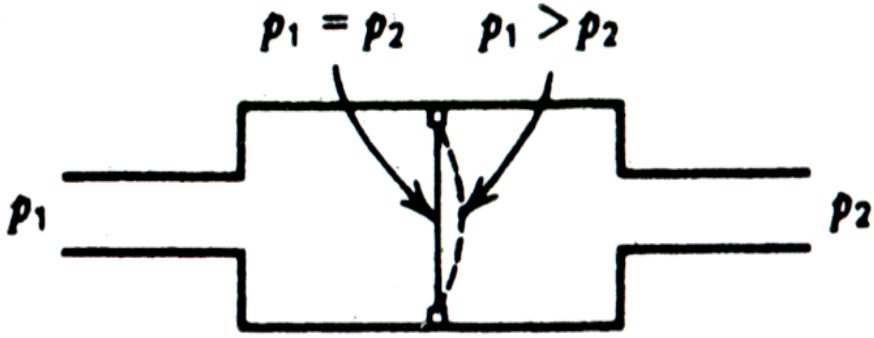
سوف نستعرض مبادئ التشغيل من أجل أنواع كثيرة من الحساسات التي تعمل على ضغوط أكبر من الضغط الجوي، والتي يكون لها بعض الصفات المشتركة مع الحساسات ذات الضغوط المنخفضة.

تقوم معظم حساسات الضغط المستعملة في أنظمة التحكم بتحويل معلومات الضغط إلى إزاحة فيزيائية.

يحتاج قياس الضغط لتقنيات من أجل توليد إزاحة ووسائل من أجل تحويل هكذا إزاحة إلى إشارة كهربائية متناسبة مع هذه الإزاحة.

يتم استعمال وسائط إلكترونية صرفة لقياس الضغط من أجل ضغوط ($P < 10^{-3}$ atm).

Diaphragm الحجاب



يعتبر الغشاء من إحدى العناصر المعروفة المستخدمة في تحويل قيمة الضغط إلى إزاحة . يتشكل الحجاب من قطعة معدنية رقيقة مرنة.

إذا كان الضغط (P_1) المؤثر على جهة من الحجاب والضغط (P_2) المؤثر على الجهة المقابلة للحجاب، تعطى القوة المؤثرة على الغشاء بالمعادلة التالية:

$$F = (P_2 - P_1)A \quad \text{حيث:}$$

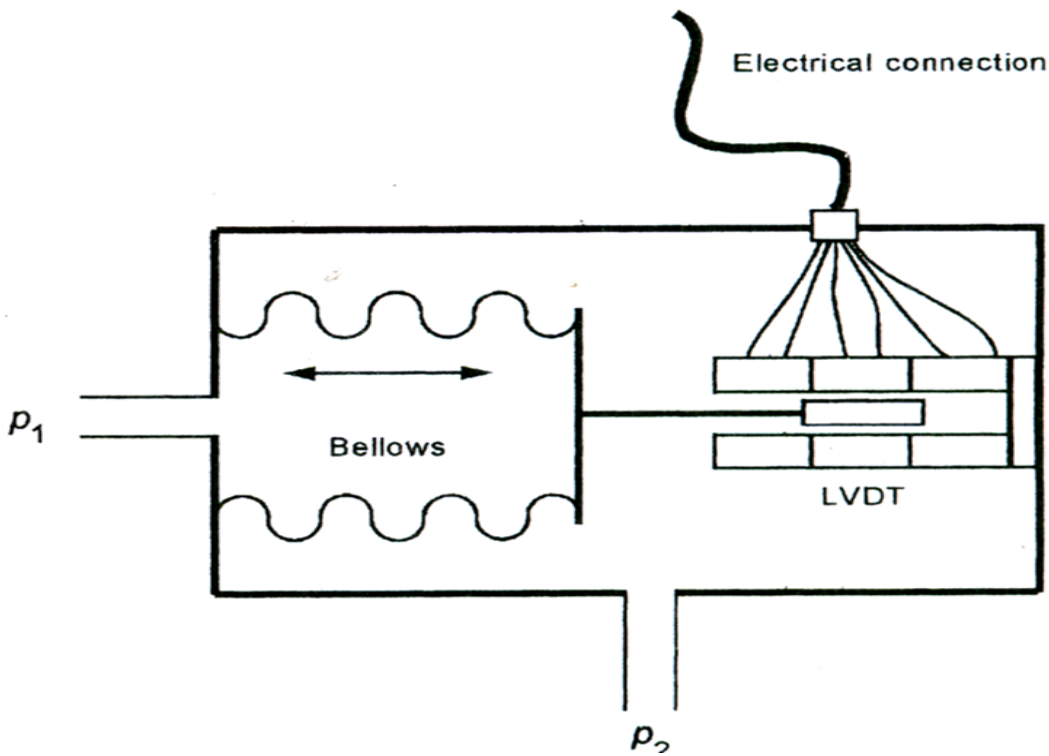
A : مساحة الحجاب (m^2).

P_1, P_2 : الضغوط على جانبي الحجاب (N/m^2)

يمكن تشبيه عمل الحجاب بالنايظ يتمدد ويتقلص وفق قانون هوك في تحديد فرق القوة بدلالة فرق الضغوط عند حالة الاتزان.

يمكن قياس الفرق بين الضغطين عن طريق مقدار التقعر (الانزياح) الحاصل على الحجاب .

Bellows ✘



يبين الشكل جهاز آخر مشابه إلى حد كبير لعمل الغشاء بتحويل فرق الضغط إلى إزاحة ، ويتميز عن حالة الحجاب بان الانزياح يكون بشكل انتقالي لعنصر حر غير ثابت. يتكون هذا الجهاز من آلية تشبه نفاخ الهواء في الأكورديون مصنوع من مادة معدنية مرنة رقيقة.

يركب على الجبهة الأمامية للنفاخ ذراع متحرك. عند وجود فرق ضغط على طرفي النفاخ يتمدد الذراع المربوط ليحرك الجبهة الأمامية. يتمدد النفاخ عندما يتوفر الشرط $(P_2 < P_1)$ ويتقلص عندما يتوفر الشرط $(P_2 > P_1)$. إن مقدار الإزاحة لذراع الجبهة الأمامية سوف يكون تقريبا متناسب خطيا مع فرق الضغط على جانبيه.

يقوم نظام محول تفاضل المتغير الخطي (LVDT (linear variable differential transformer بتوليد إشارة جهد بمطال يتناسب بشكل خطي مع الضغط.

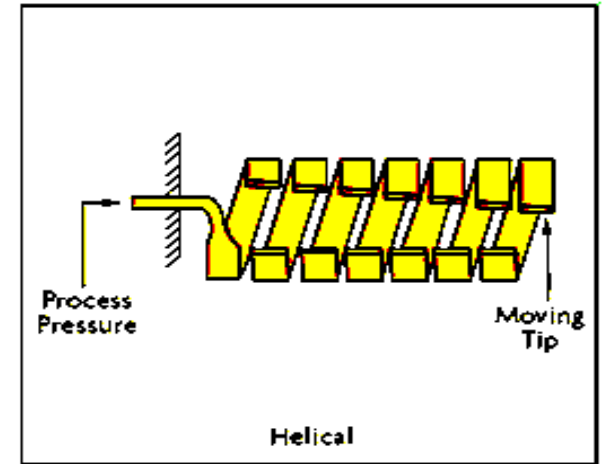
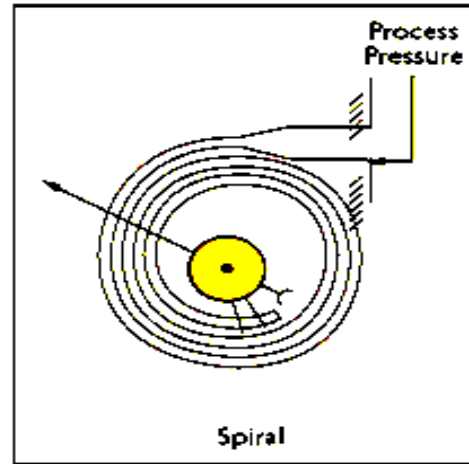
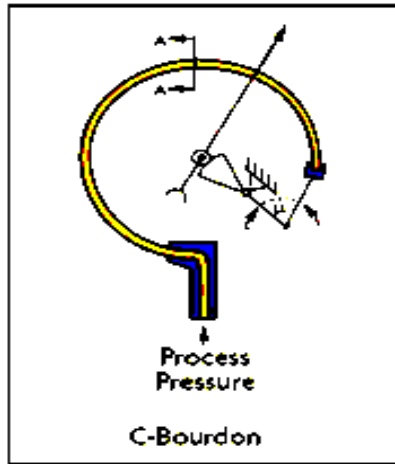
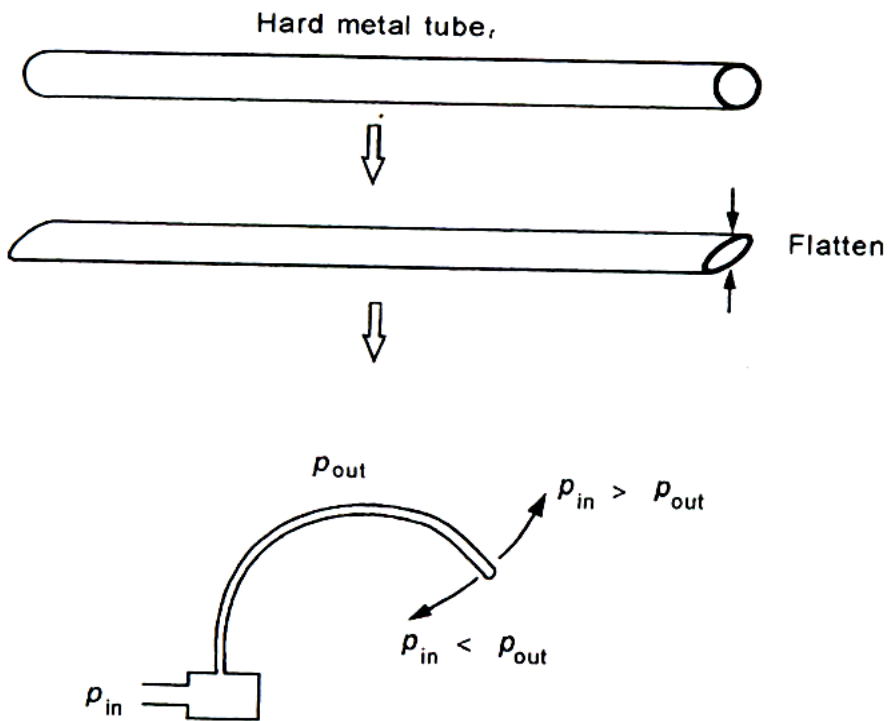


جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

أنبوب بوردين: Bourdon Tube

إن معظم حساسات الضغط تستخدم مبدأ أنبوب بوردين.

يبين الشكل عملية استخدام أنبوب بوردين في قياس الضغط.



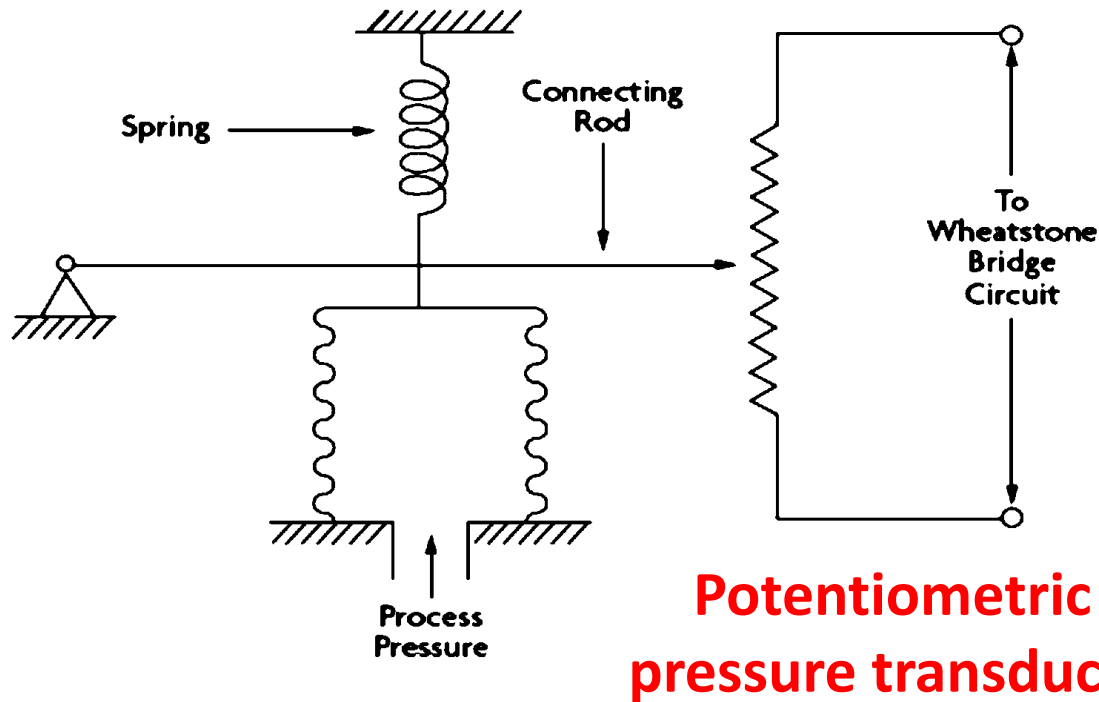
يصنع الأنبوب الصلب المعدني من البرونز أو النحاس الأصفر وبحيث يكون مقطعه على شكل قطع ناقص. يتم ثنيه بشكل منحنى أو على شكل قوس ويكون في بعض الحالات على شكل حلزوني. يوصل الطرف المفتوح للأنبوب مع رأس دخول الضغط المراد قياسه. سوف ينحرف الأنبوب عندما يكون هناك فرق ضغط بين طرفيه.

ينحرف الأنبوب إلى الخارج عند $(P_{in} > P_{out})$ بينما ينحرف الأنبوب إلى الداخل عند $(P_{in} < P_{out})$.
يركب على الجهاز مؤشر يدور بزاوية تتناسب مع الضغط داخل الأنبوب عن طريق علبة مسننات.

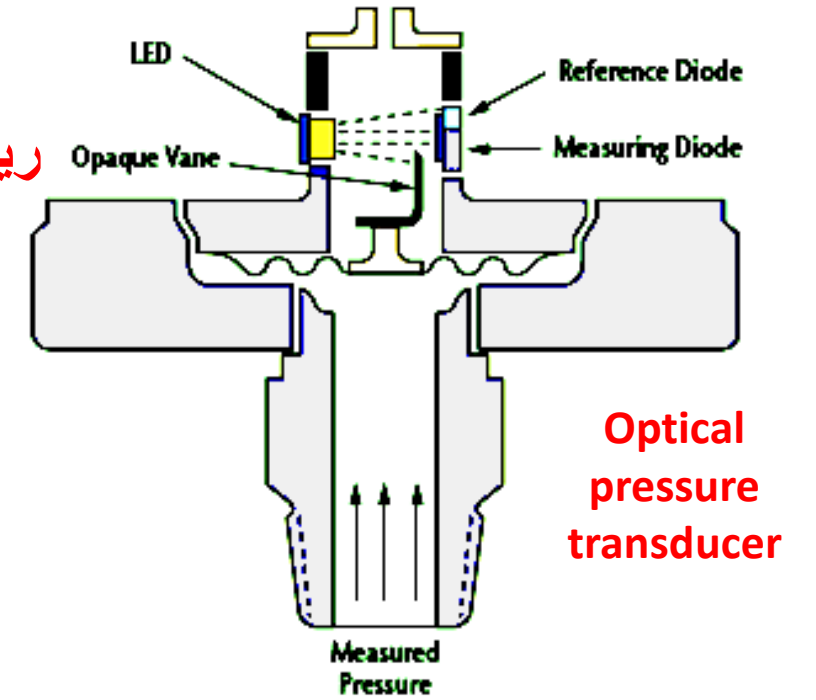
تتطلب معظم تطبيقات التحكم بالضغط استخدام محولات خاصة وظيفتها تحويل الإزاحة الميكانيكية إلى إشارة كهربائية.

المحولات الإلكترونية: Electronic Conversions

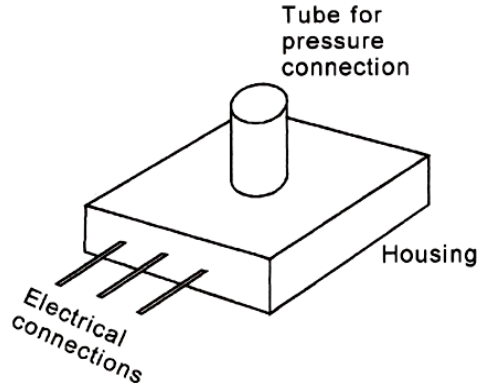
توجد عدة تقنيات مستخدمة لتحويل الإزاحة إلى إشارة كهربائية و أبسطها استعمال وصلة ميكانيكية تكون متصلة إلى حساس كامن و في هذه الحالة يكون الضغط متعلقا بتغير المقاومة، كما يمكن استعمال (LVDT) و أجهزة تحريضية أخرى من أجل تحويل الإزاحة في جهاز (Bellows) أو أنبوب بوردون إلى إشارة كهربائية متناسبة مع الإزاحة .



ريشة غير شفافة

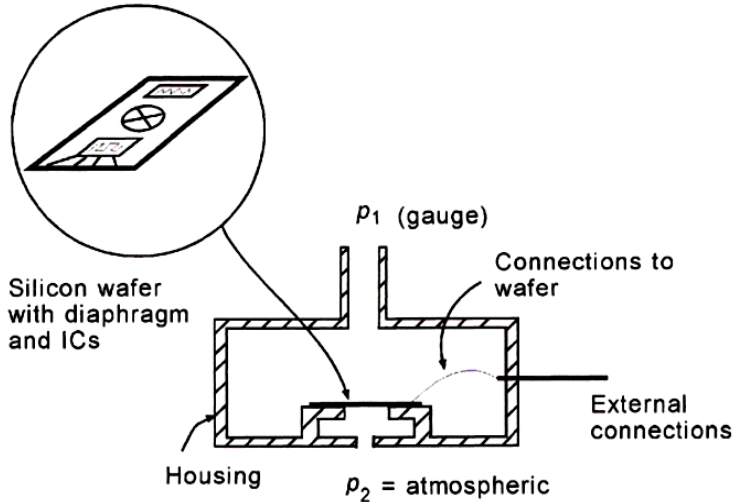


Solid -State Pressure sensors



a) Solid state pressure sensor

وفرت تقنية الدارات المتكاملة المصنعة من المواد الصلبة إمكانية قياس الضغوط لبعض التطبيقات ضمن المجال (0 – 100 kpa; 0 – 14.7Psi)، لا تحتاج هذه الدارات لأكثر من ثلاث توصيلات (طرف الجهد المستمر- الأرضي - خرج الحساس). تتم وصلة الضغط عبر أنبوب معدني. يتم تصنيع هذه الحساسات بمجالات ضغوط وبأشكال مختلفة.

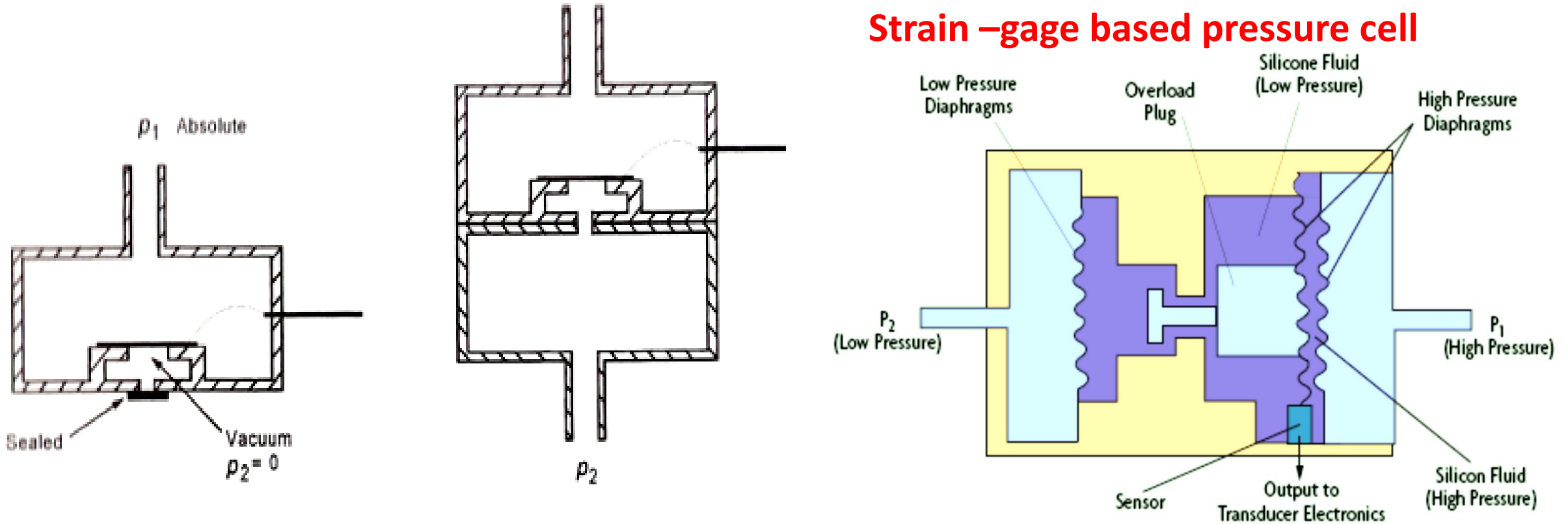


b) Internal structure of the pressure cell

يتكون عنصر التحسس الأساسي من شريحة مصنعة من مادة السيلكون تعكس فرق الضغط على طرفيها وفق مبدأ الحجاب. تشكل دائرة ملائمة الإشارة من دائرة مطبوعة على شريحة السيلكون الحاوية على معوض حراري لتظهر جهد خرج متناسب طردا مع فرق الضغط ضمن مجال القياس.

يبين الشكل طريقة قياس الضغط المؤثر نتيجة أن الضغط الجوي سوف يكون مؤثر على الجانب الأول من الشريحة.
يبين الشكل كيفية قياس الضغط المطلق والضغط المؤثر ونماذج من هذا النوع الحساسات.

Strain –gage based pressure cell





قياس الضغط المطلق

Series 2000 Absolute Pressure Transducer



الضغط المؤثر

Series 2000 Gauge Pressure Transducer

يتم قياس الضغط المطلق بإغلاق فوهة الضغط الجوي بعد تفريغ الهواء .

تتميز خواص مثل هذه الحساسات بالعوامل التالية:

I. مجال الحساسية ($10 - 100mV/Kpa$).

II. زمن الاستجابة هو من رتبة ال 10 ميلي ثانية .

III. تناسب خطي بين جهد الخرج والضغط على طول مجال القياس.

IV. سهولة التوصيل نظرا لوجود ثلاثة أطراف: طرف التغذية المستمر 5V- الأرضي- طرف جهد خرج الحساس.

تستخدم حساسات المواد الصلبة بشكل واسع في مجالات الصناعة
والتحكم نظرا لإمكانية قياس الضغوط المنخفضة. كما يمكن استخدامها في
القطاعات المنزلية مثل انظمة الجلايات والغسالات الاتوماتيكية.