



Principles of Mechatronic Systems

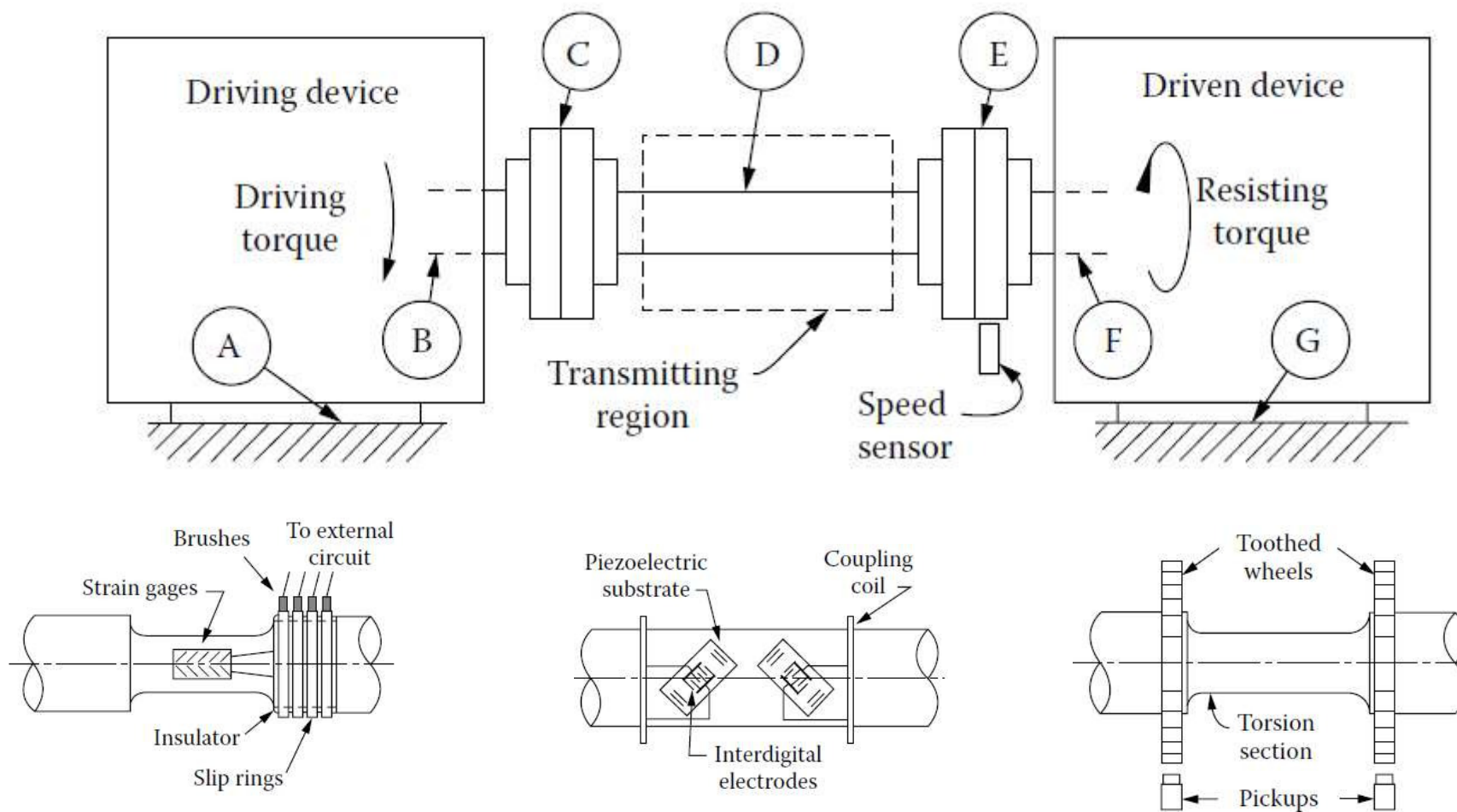
مبانی سیستم های مکاترونیکی (جلسه بیست و یکم)

By: Reza Tikani
Mechanical Engineering Department
Isfahan University of Technology



حسگرهای گشتاور

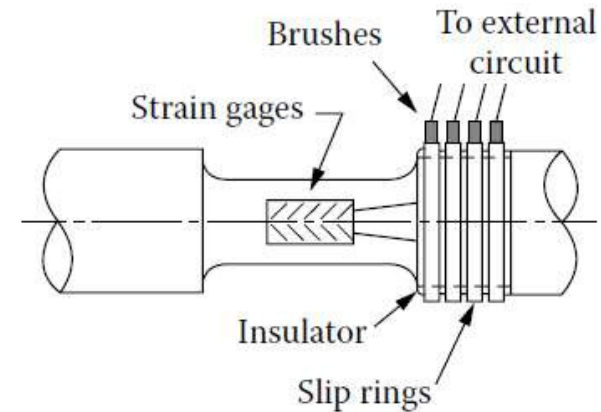
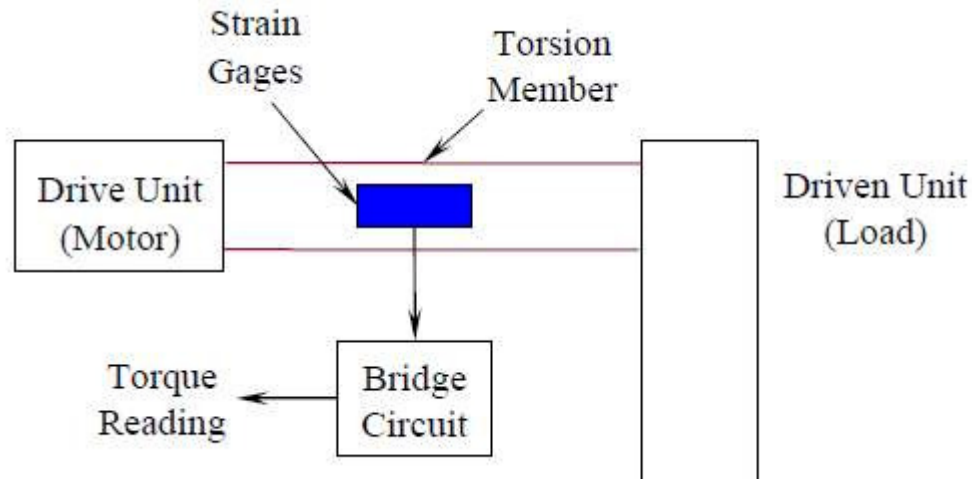
موقعیت قرارگیری حسگرهای اندازه گیری گشتاور:





Common methods of torque sensing include the following:

1. **Measuring strain** in a sensing member between the drive element and the driven load, using a strain gage bridge.



For circular shaft the torque-strain relationship

$$\varepsilon = \frac{r}{2GJ} T$$

Also, the shear stress τ at a radius r of the shaft is given by

$$\tau = \frac{Tr}{J}$$

T = torque transmitted through the member

ε = principal strain (45° to axis) at radius r of the member

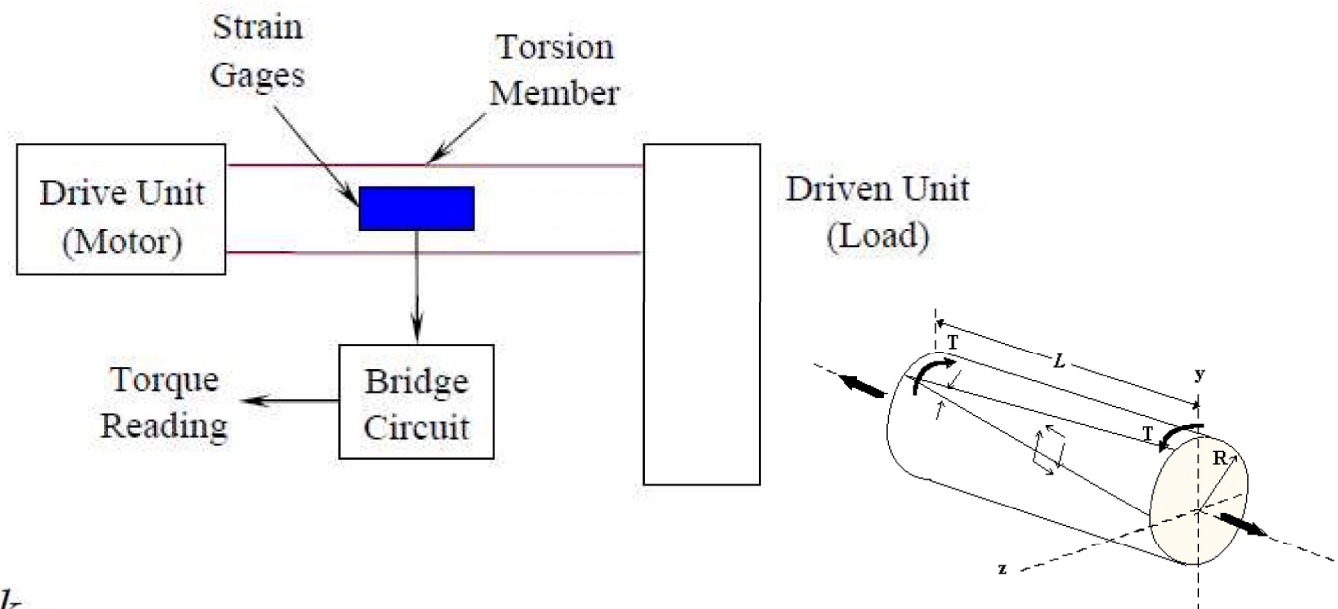
J = polar moment of area of cross-section of the member

G = shear modulus of the material

$$J = \int_A r^2 dA$$



حسگرهای گشتاور



در حالت کلی

$$\frac{\delta v_o}{v_{ref}} = \frac{k}{4} S_s \varepsilon$$



$$\frac{\delta v_o}{v_{ref}} = \frac{krTS_s}{8GJ}$$



$$T = \frac{8GJ}{krS_s} \frac{\delta v_o}{v_{ref}}$$

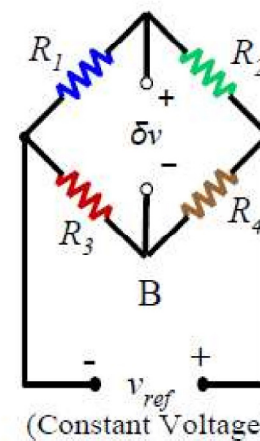
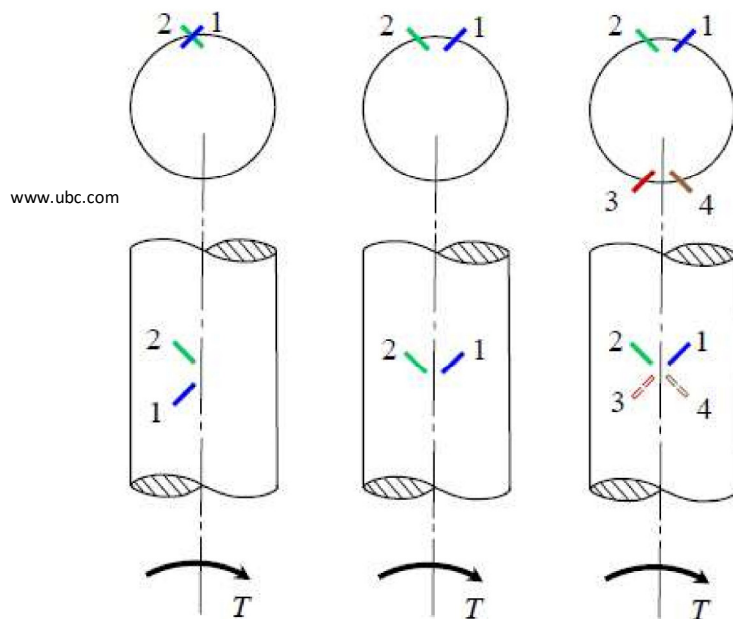
$$\varepsilon = \frac{r}{2GJ} T$$

Strain gages are mounted on the shaft along the principle stress directions (45° to the shaft axis)



حسگرهای گشتاور

نحوه قرارگیری کرنش سنجها:



Bridge Constant (k):

2

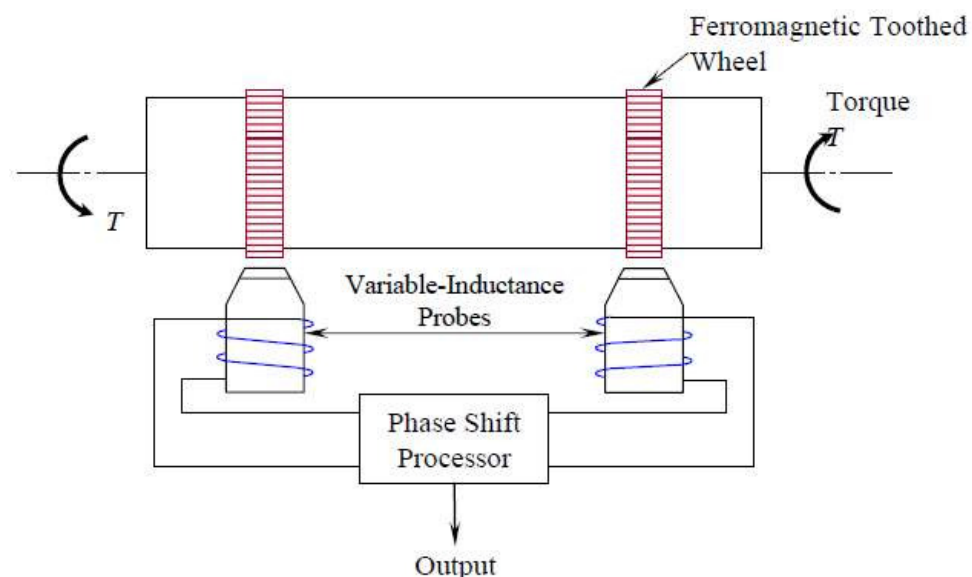
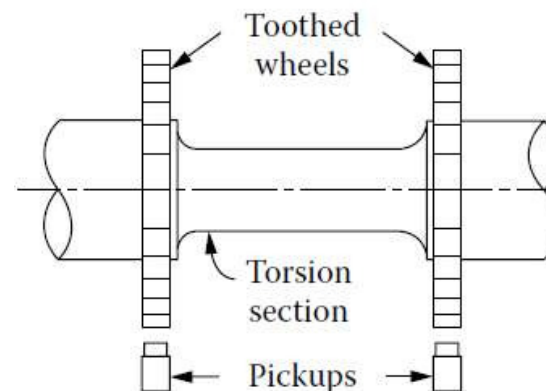
2

4



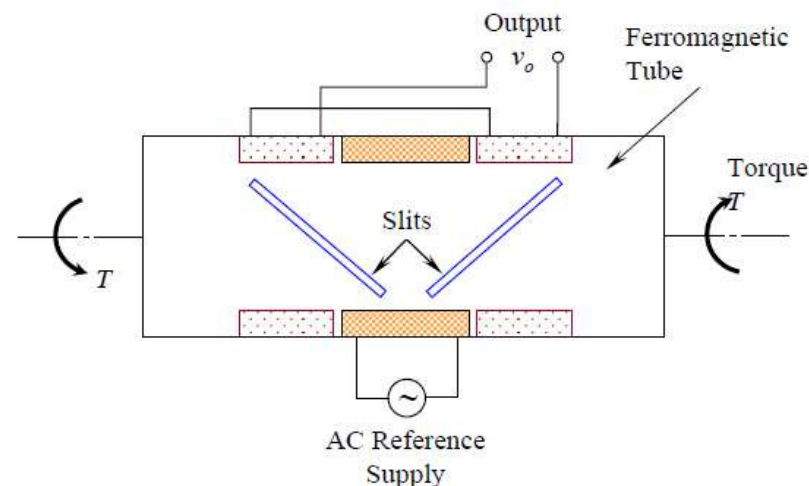
Direct-Deflection Torque Sensor

- Direct measurement of the twist angle can be used to measure the torque
- Proximity probes produce pulse sequences as the shaft rotates
- The phase shift of the two signals determines the angular deflection which is a measure of the transmitted torque
- Both the magnitude and the direction of the torque can be measured

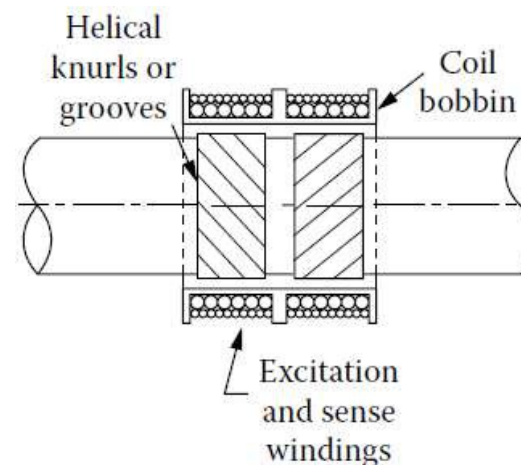


Variable Reluctance Torque Sensor

- This sensor operates like a differential transformer
- Torque sensing element is a ferromagnetic tube with two slits placed in the direction of principle stresses
- When a torque is applied one slit opens and other closes causing a change in reluctance
- Output voltage is a measure of the transmitted torque



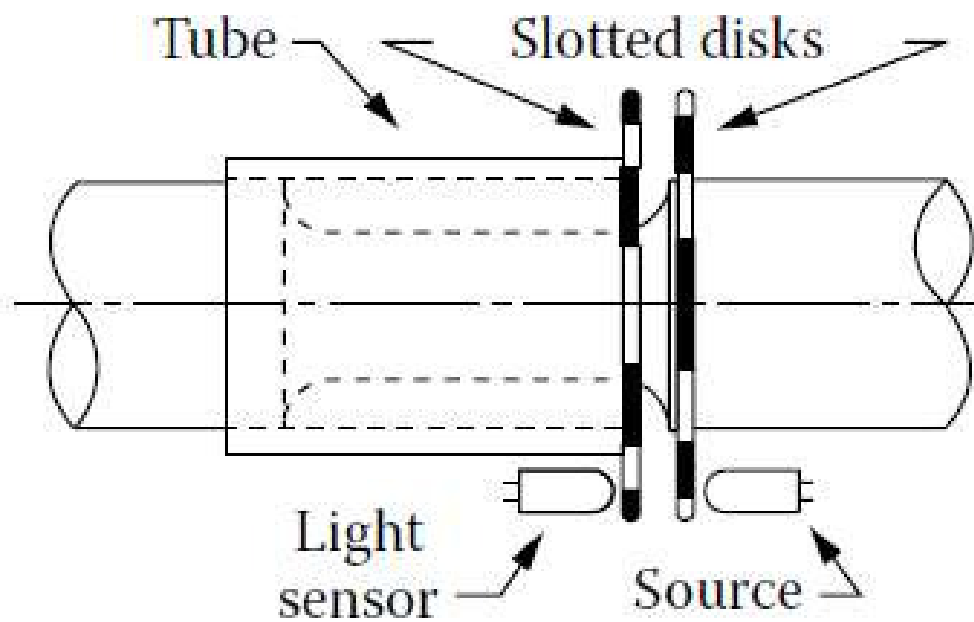
Secondary Coils Primary Coil





حسگرهای گشتاور

نمونه ای دیگر، برای اندازه گیری گشتاور با استفاده از زاویه پیچش :

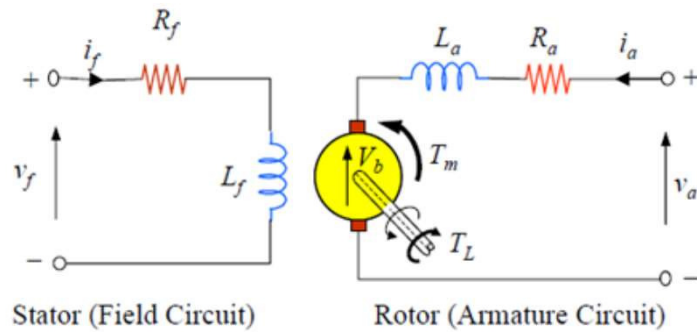




حسگرهای گشتاور

روشهای دیگر:

Motor Current Torque Sensors



۱- موتور DC:

$$T_m = k i_f i_a$$

i_f = field current

i_a = armature current

k = torque constant.



حسگرهای گشتاور

روشهای دیگر:

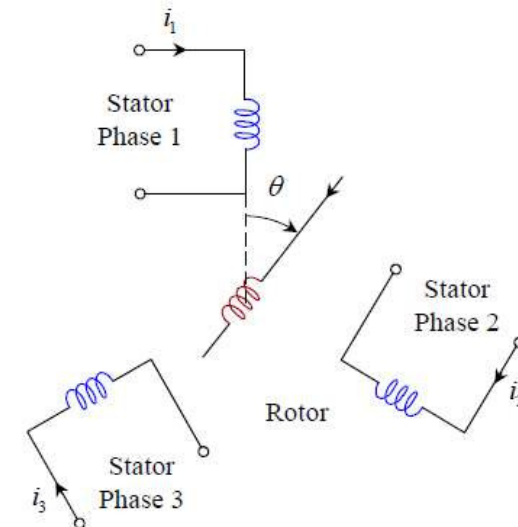
Motor Current Torque Sensors

۲- موتور AC:

$$T_m = k i_f \left[i_1 \sin \theta + i_2 \sin \left(\theta - \frac{2\pi}{3} \right) + i_3 \sin \left(\theta - \frac{4\pi}{3} \right) \right]$$

$$i_1 = i_a \sin \omega t \quad i_2 = i_a \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right) \quad i_3 = i_a \sin \left(\omega t - \frac{4\pi}{3} \right)$$

$$T_m = 1.5 k i_f i_a \cos(\theta - \omega t)$$





حسگرهای فشار

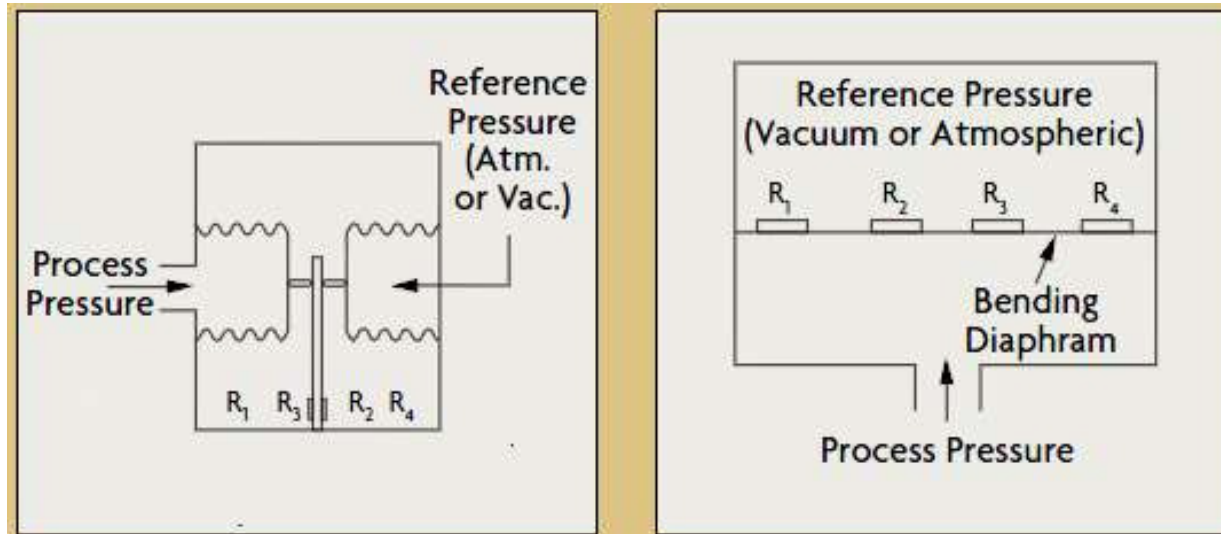
وسایل اندازه گیری فشار به دو دسته اصلی تقسیم می شوند:

- ۱- وسایلی که فقط فشار را نمایش می دهند و خروجی الکتریکی ندارند. (فشارسنجهای عقربه ای)
- ۲- مبدلهایی که خروجی الکتریکی تولید می کنند. در این مبدلها تغییرات فشار به جابجایی و حرکت تبدیل شده و مقاومت یا خازن یا اندوکتانس یک مدار را تغییر می دهند. دیافراگم یا سایر وسایلی که خاصیت ارتجاعی دارند از مهمترین سنسورهای فشار به محسوب می شوند.



حسگرهای فشار

نوع کرنش سنج:

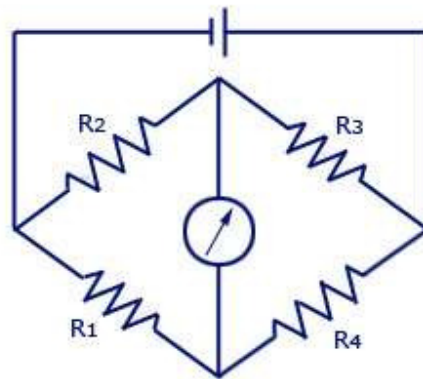
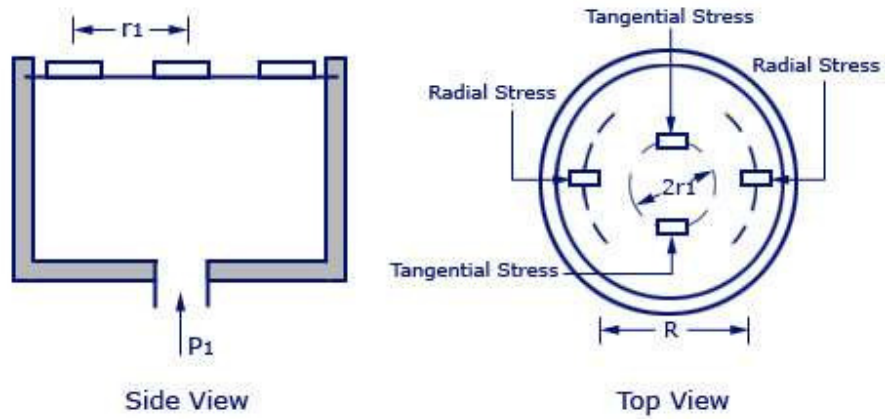




حسگرهای فشار

Pressure Measurement With Strain Gauges on Diaphragm

نوع کرنش سنج:

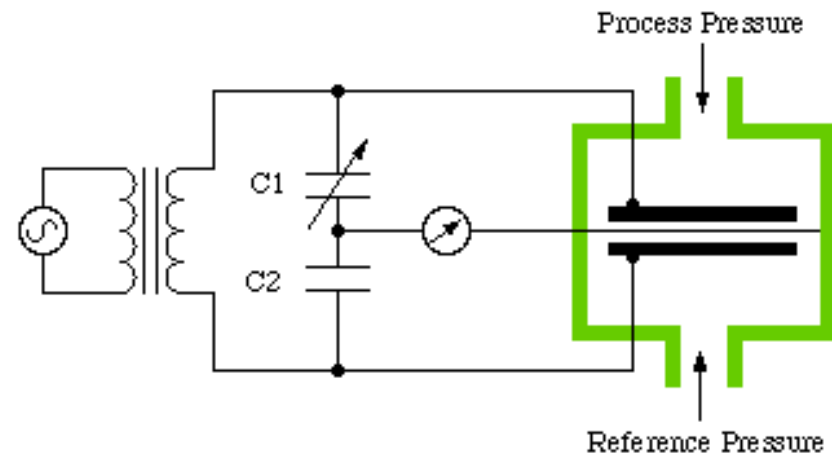


Bridge Circuit



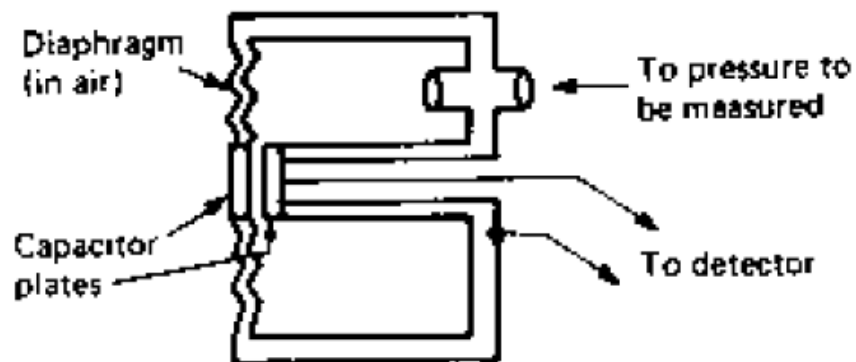
حسگرهای فشار

نوع خازنی:



Circuit 6. Schematic capacitive pressure sensor

<http://newton.ex.ac.uk/teaching/CDHW/Sensors/>

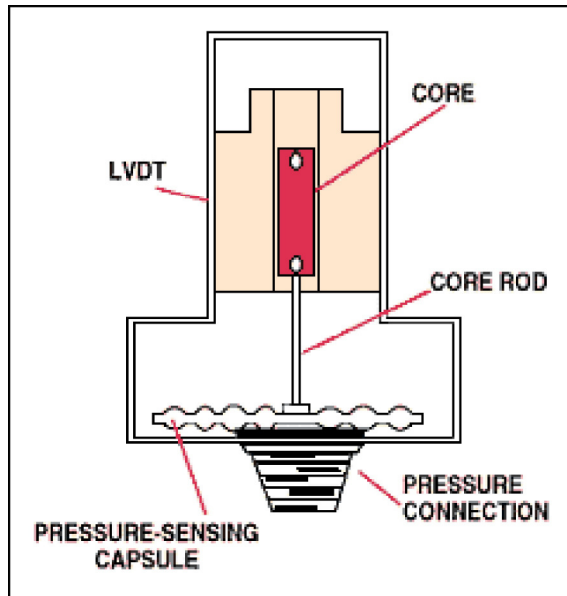


Sensors and Transducers, Ian R. Sinclair



حسگرهای فشار

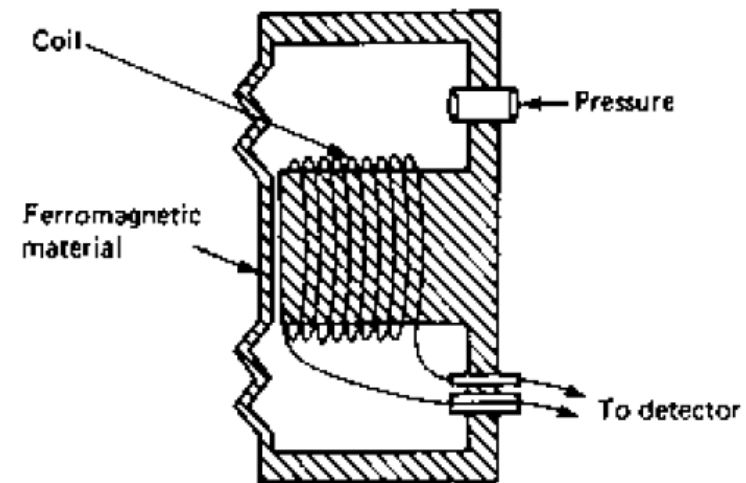
نوع LVDT:



www.sensorsmag.com

نوع رلوکتانسی (مقاومت مغناطیسی):

در اثر نزدیک شدن صفحه به سمت بوبین مقاومت مغناطیسی تغییر می کند (در نتیجه ضریب القا تغییر کرده) و به واسطه این تغییرات ولتاژی در خروجی ایجاد می شود.

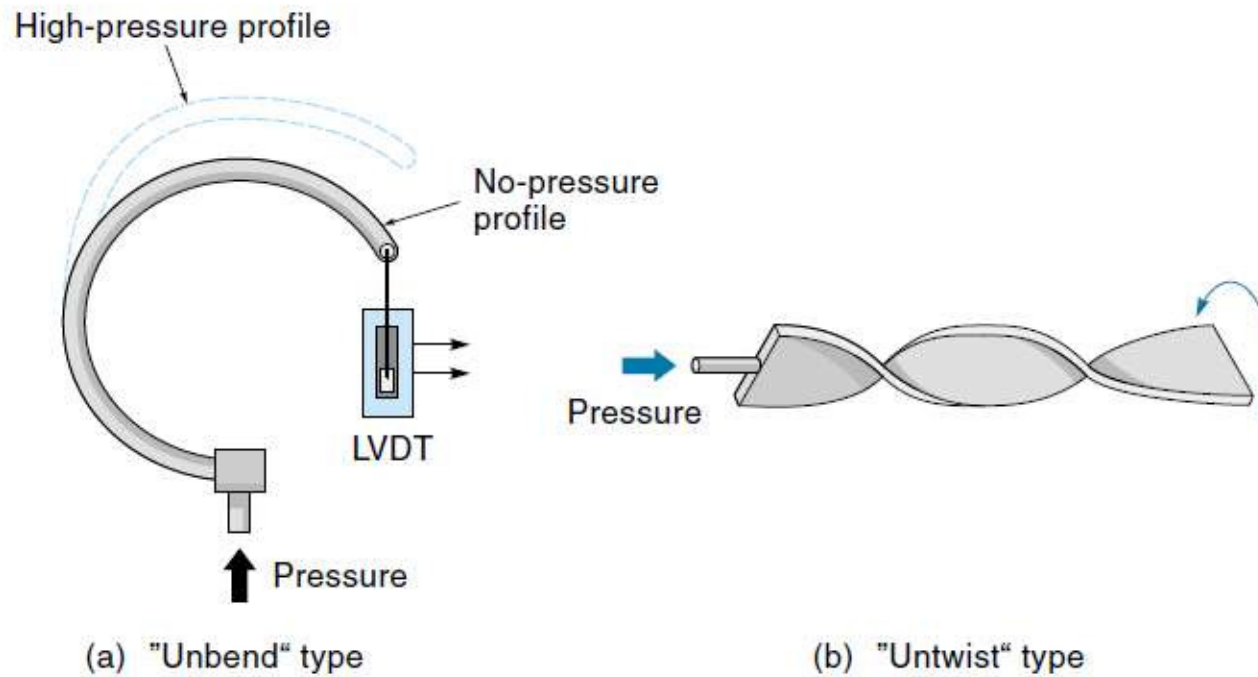


Sensors and Transducers, Ian R. Sinclair



حسگرهای فشار

نوع لوله بوردون (Bourdon-tube sensors)

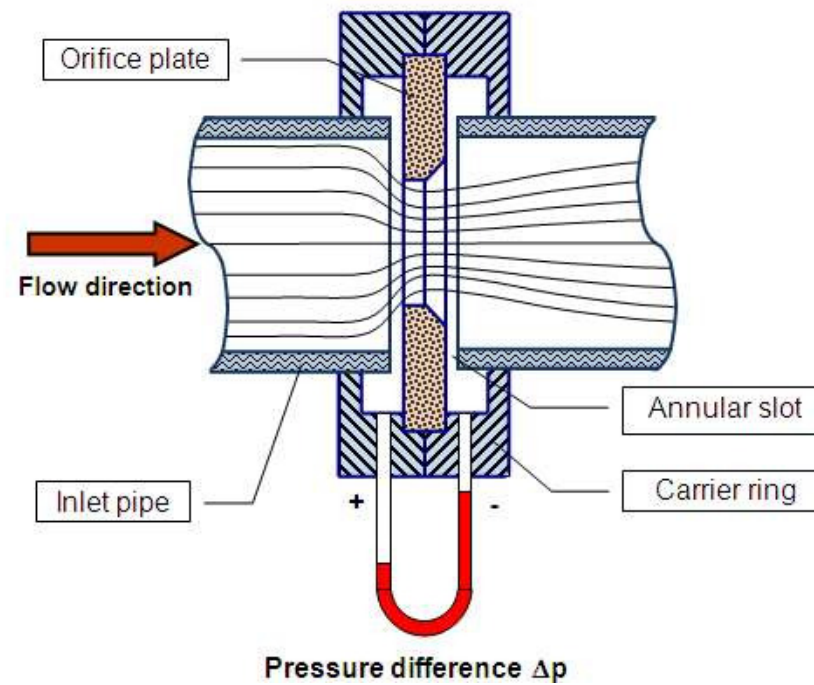




حسگرهای اندازه گیری جریان

با استفاده از اختلاف فشار:

تنگ شدن مسیر سیال در اثر استفاده از اریفیس باعث اختلاف فشار بین دو طرف می شود که متناسب با جریان عبوری است.





حسگرهای اندازه گیری جریان

نوع توربینی:

عبور جریان یک توربین را می چرخاند با استفاده از یک سنسور القایی مجاورتی از بیرون می توان پالسهای را دریافت نمود که فرکانس آنها به سرعت جریان بستگی دارد.

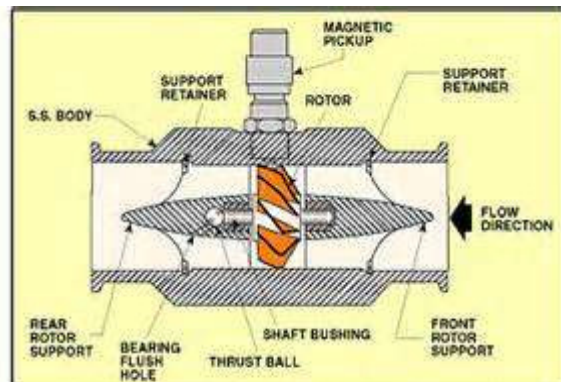
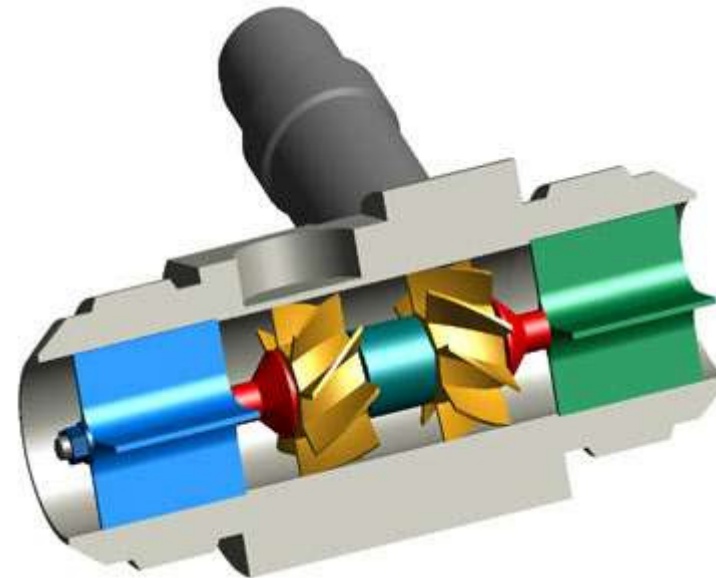


Figure 5: Turbine flowmeter consists of a multiple-bladed, free-spinning, permeable metal rotor housed in a non-magnetic stainless steel body. In operation, the rotating blades generate a frequency signal proportional to the liquid flow rate, which is sensed by the magnetic pickup and transferred to a read-out indicator.

macanswerslive.com



http://www.thermx.com/Exact_Flow/Exact_Flow_1.htm



حسگرهای اندازه گیری جریان

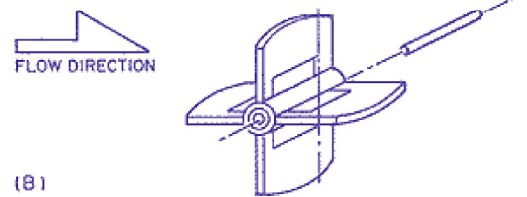
نوع پره ای:

توجه به تفاوت نوع توربینی و نوع پره ای (جهت عبور سیال و جهت شافت)



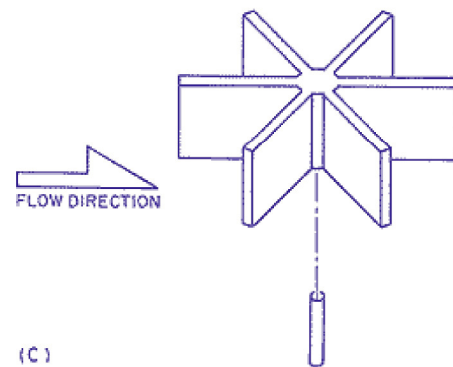
(A)

نوع توربینی



(B)

نوع پره ای



(C)

<http://archives.sensorsmag.com>



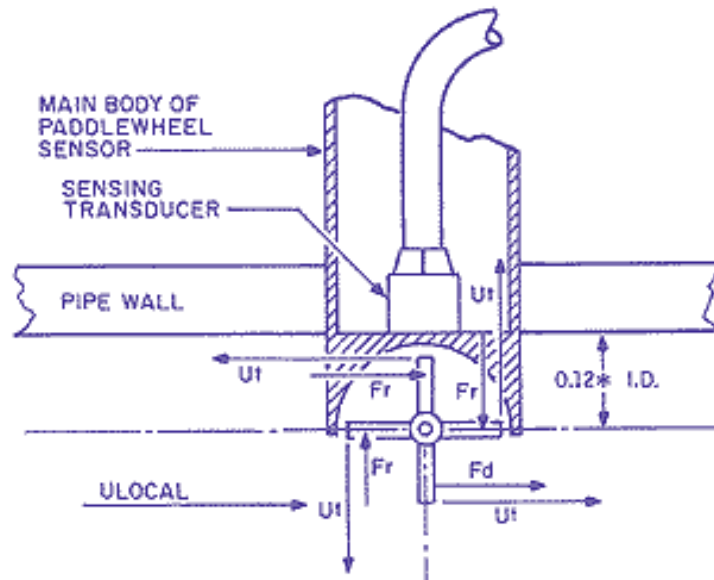
<http://www.gemssensors.com>



حسگرهای اندازه گیری جریان

نوع پره ای:

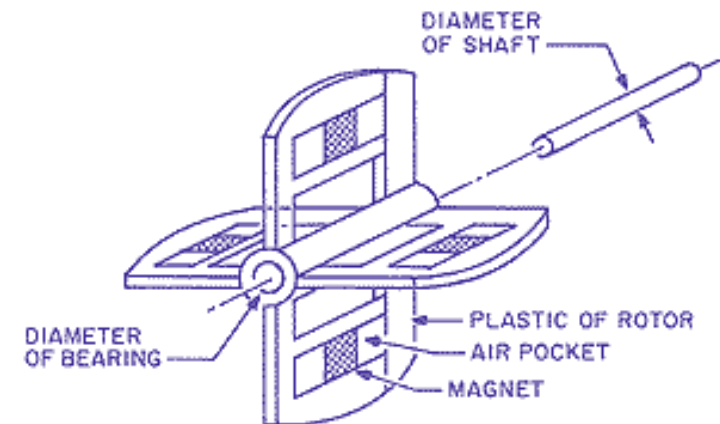
عبور جریان یک پره را می چرخاند که منجر به تولید پالس می شود. هر چقدر جریان بیشتر باشد، فرکانس پالس بیشتر است.



D (PADDLEWHEEL) =

$(W_{MAGNET} + W_{AIR} + W_{PLASTIC}) / (VOLUME \text{ OF ROTOR} - D \cdot W_{WATER})$

$GAP = (DIA. \text{ OF BEARING} - DIA. \text{ OF SHAFT}) / 2$

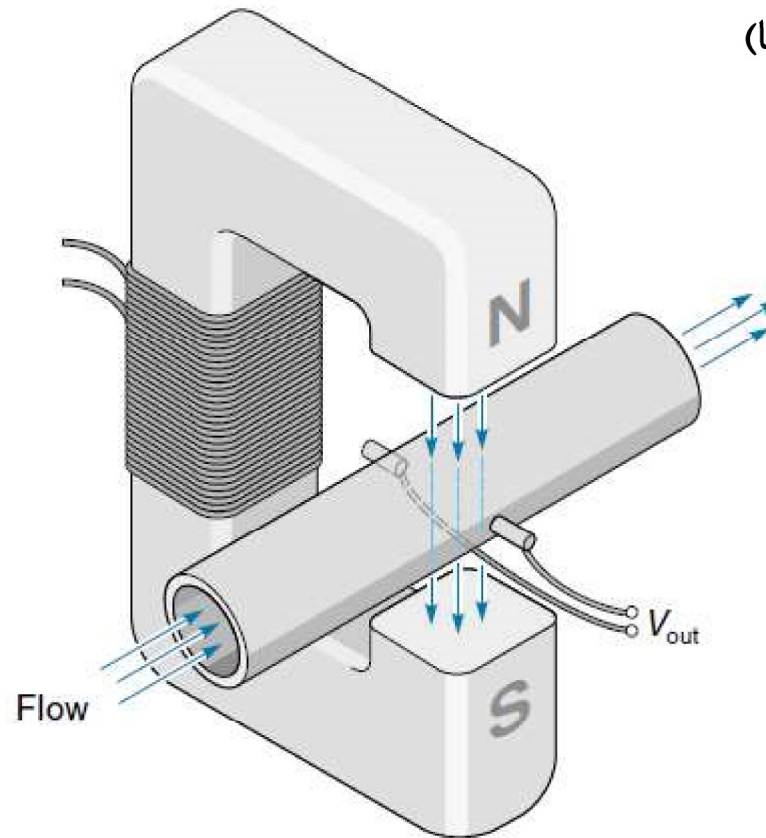




حسگرهای اندازه گیری جریان

نوع مغناطیسی:

(قابل استفاده برای سیالات رسانا)





حسگرهای اندازه گیری جریان

نوع کوریولیس:



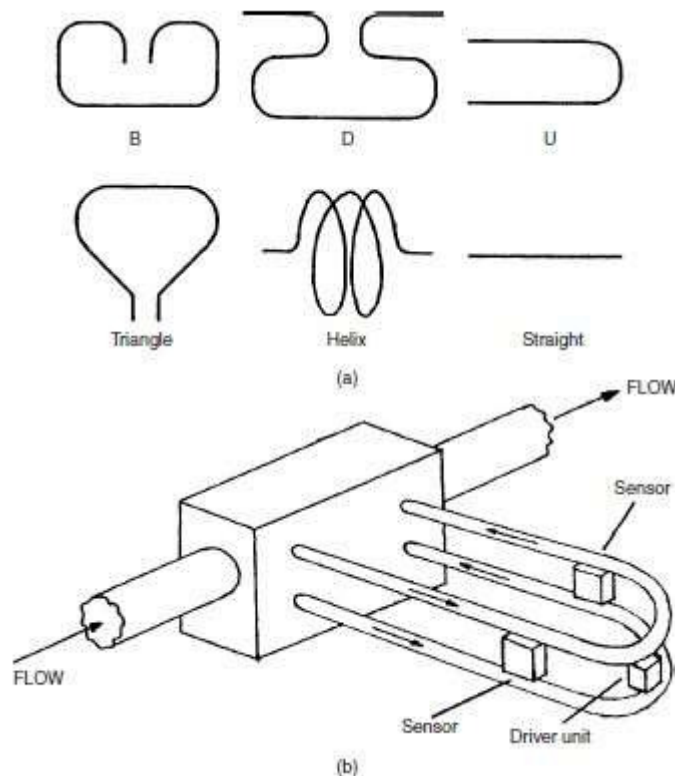
در این روش در مسیر عبور جریان دو لوله خمیده به شکل U یا شکل‌های دیگر قرار می‌دهند (به عنوان نمونه از جنس استیل). خاصیت الاستیک دو لوله باعث می‌شود که بتوانند تا حدی جا به جا شوند. بین دو لوله یک لرزاننده مغناطیسی قرار دارد که هر دو لوله را به ارتعاش وا می‌دارد. سنسورهایی در سمت ورودی و خروجی روی لوله‌ها تعبیه شده‌اند.



حسگرهای اندازه گیری جریان

نوع کوریولیس:

در این روش در مسیر عبور جریان دو لوله خمیده به شکل U یا شکلهای دیگر قرار می دهند (به عنوان نمونه از جنس استیل). خاصیت الاستیک دو لوله باعث می شود که بتوانند تا حدی جا به جا شوند. بین دو لوله یک لرزاننده مغناطیسی قرار دارد که هر دو لوله را به ارتعاش وا می دارد. سنسورهای در سمت ورودی و خروجی روی لوله ها تعبیه شده اند.

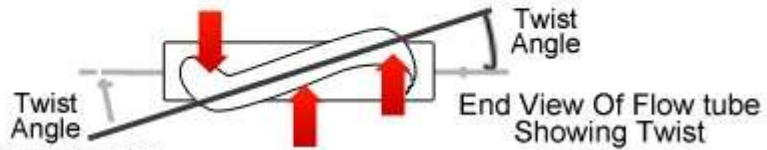
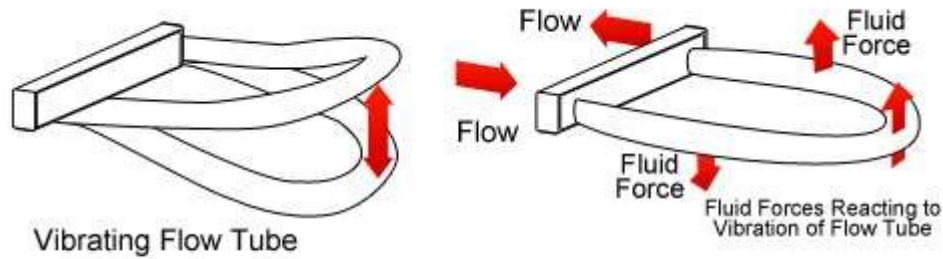




حسگرهای اندازه گیری جریان

نوع کوریولیس:

نحوه عملکرد



© Chipkin Automation Systems Inc.

