بسم الله الرحمن الرحیم

جزوه ابزار دقیق

مهندس حسین جلالی علی آبادی

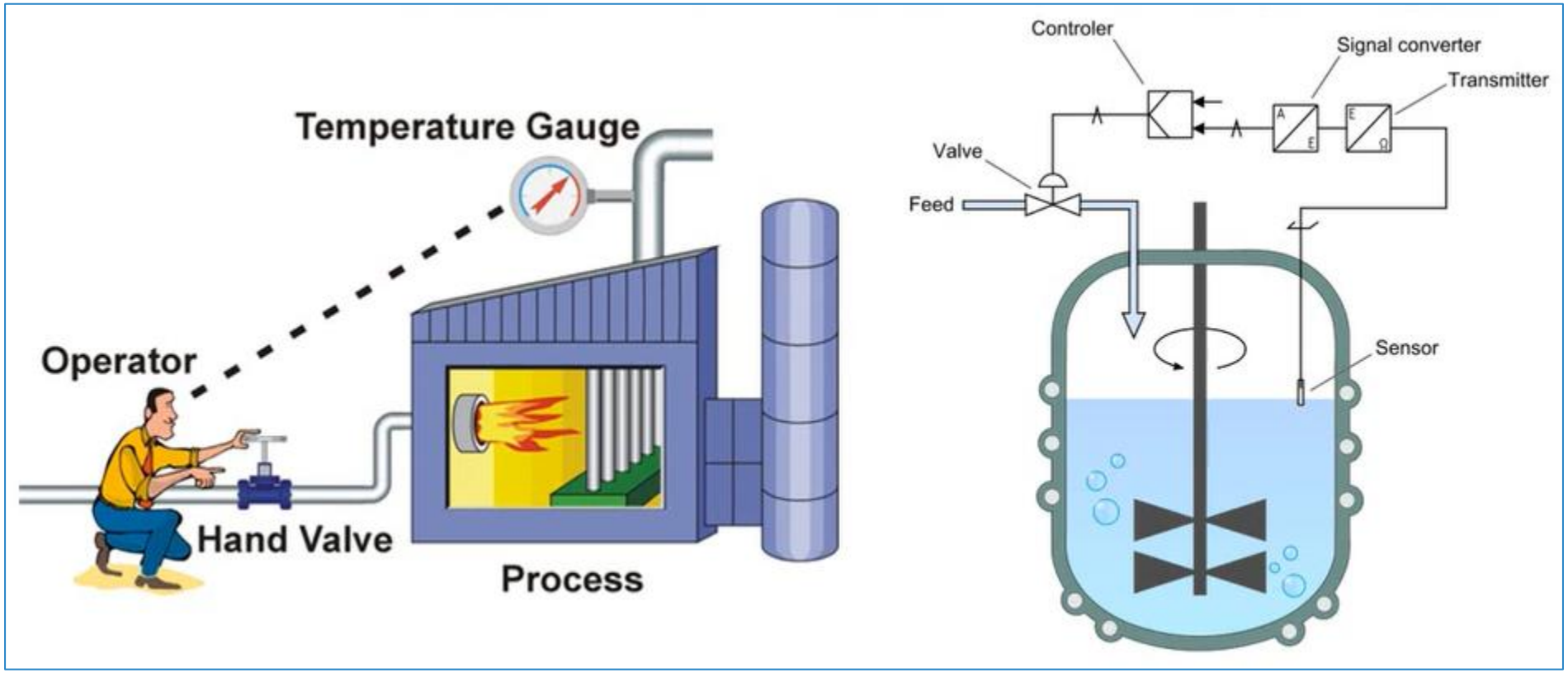
تابستان

۱۴۰۴

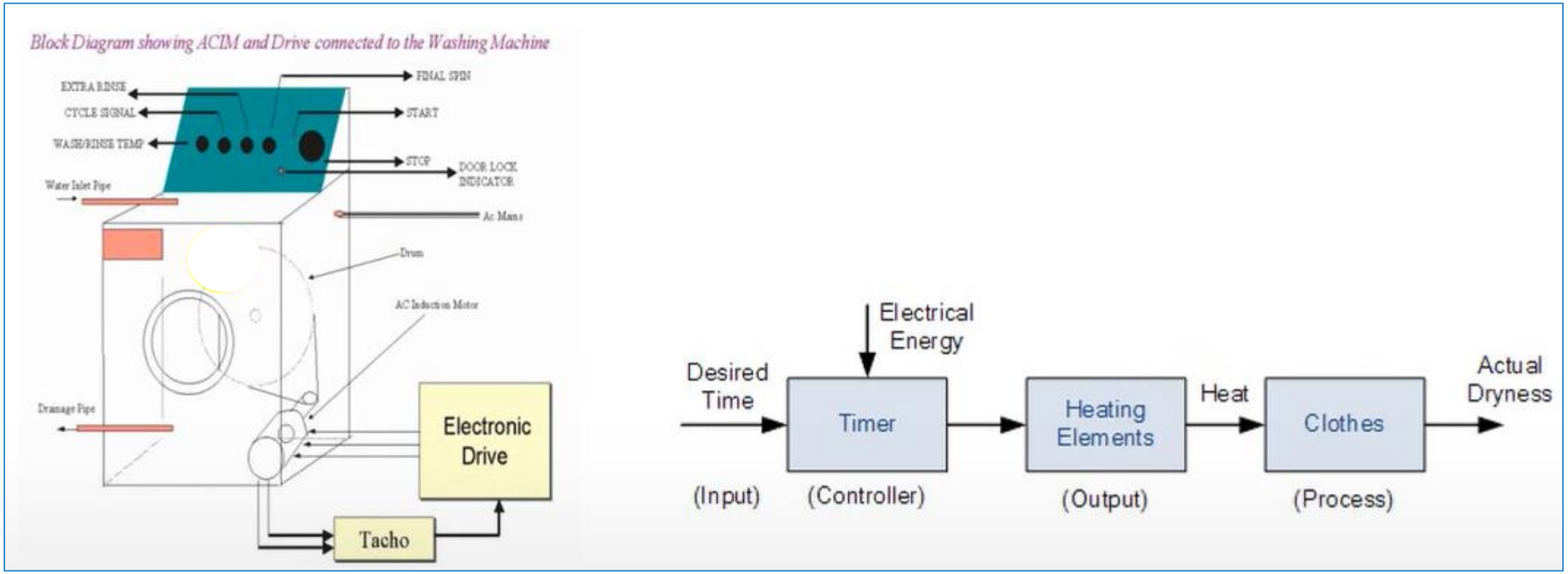
بخش اول:

مفاهیم اولیه اندازه گیری و روش های کنترلی

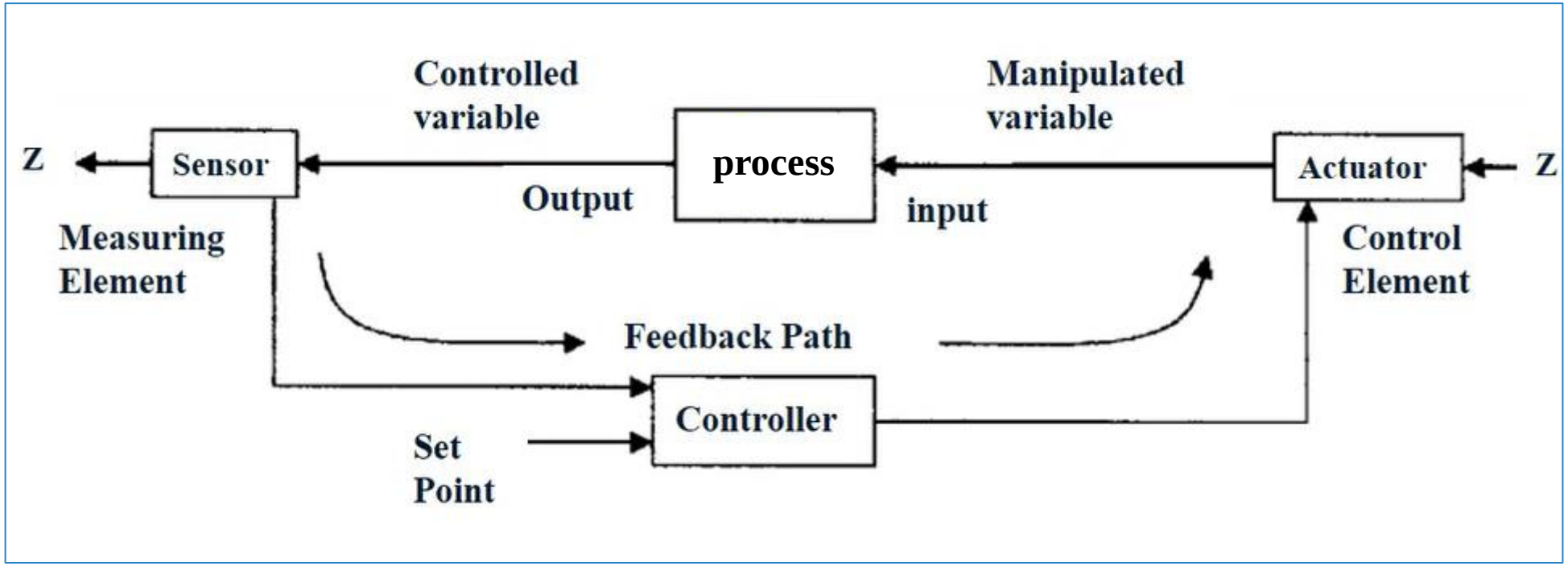
کنترل فرآیند یک شاخه از مهندسی است که وظیفه آن طراحی ساختار و الگوریتم به منظور نگه داشتن یک خروجی مشخص از یک پلنت مشخص در یک محدوده مشخص و یا ثابت است.



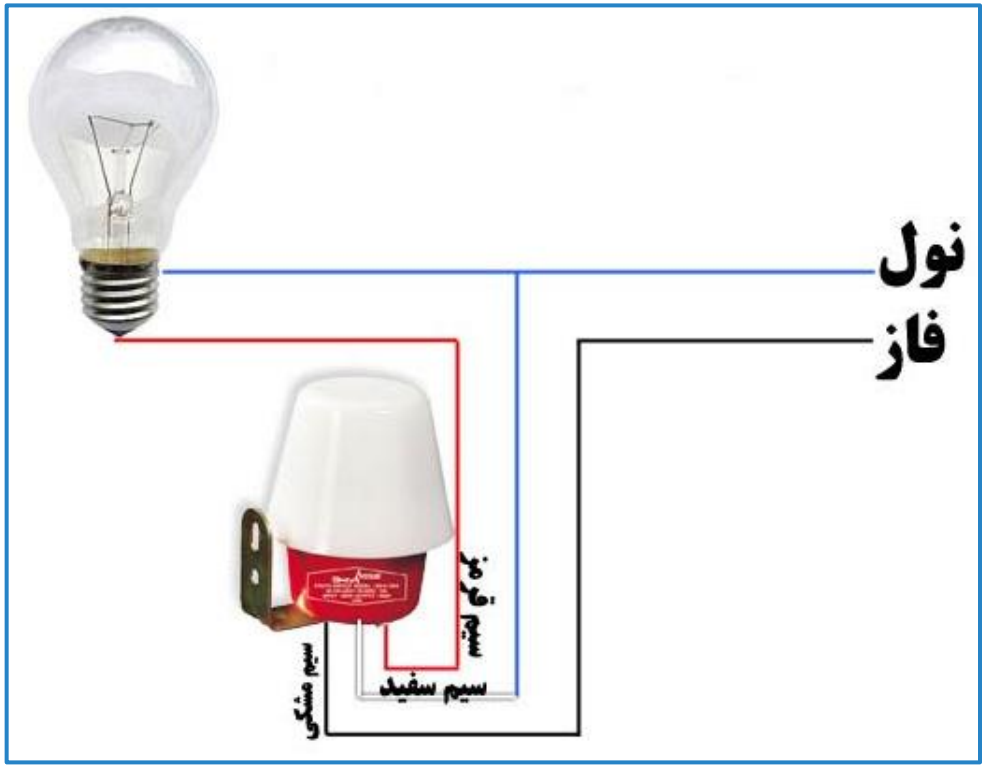
کنترل فرآیند میتواند حلقه باز یا حلقه بسته و پیوسته یا گسسته باشد.

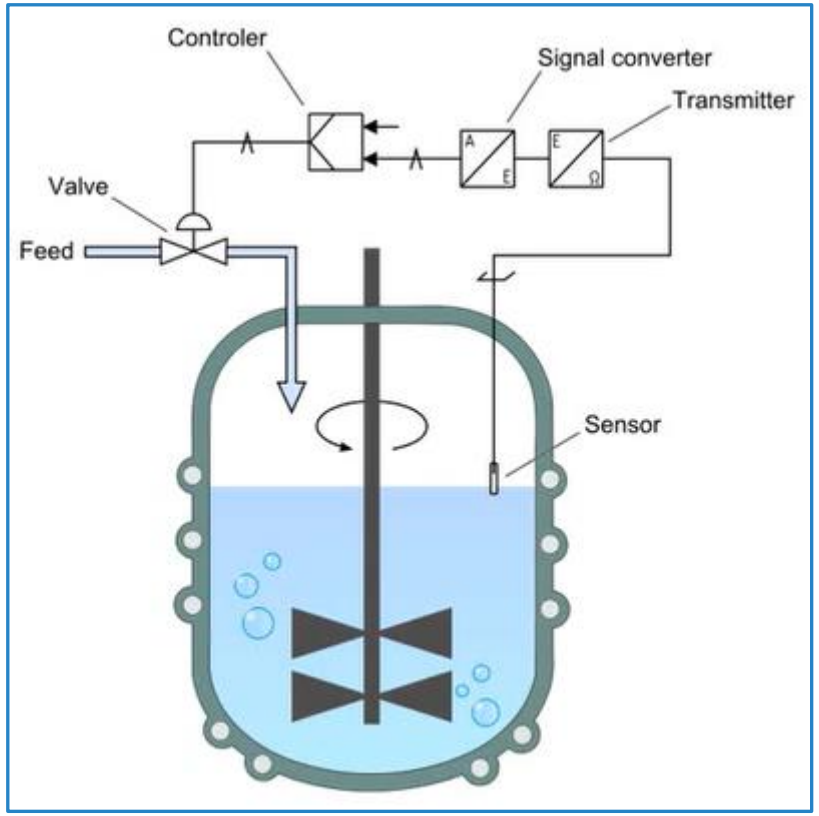


کنترل فرآیند میتواند حلقه باز یا حلقه بسته و پیوسته یا گسسته باشد.

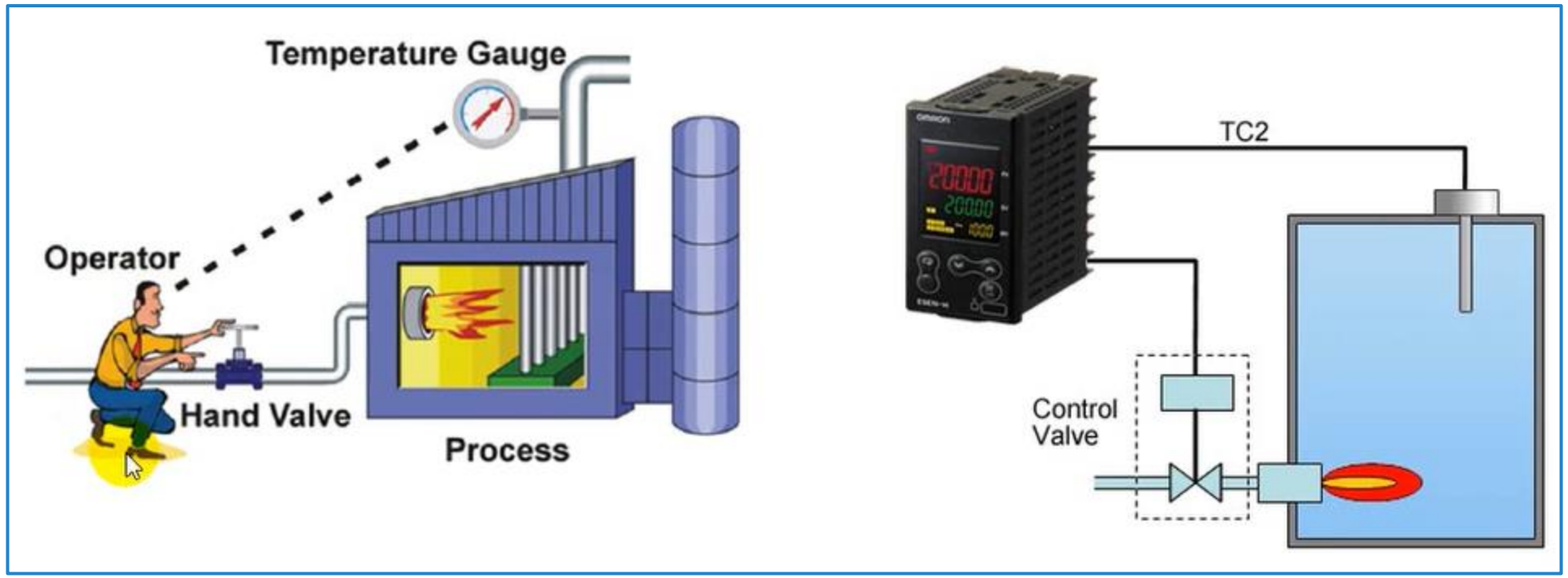


کنترل فرآیند میتواند حلقه باز یا حلقه بسته و پیوسته یا گسسته باشد.





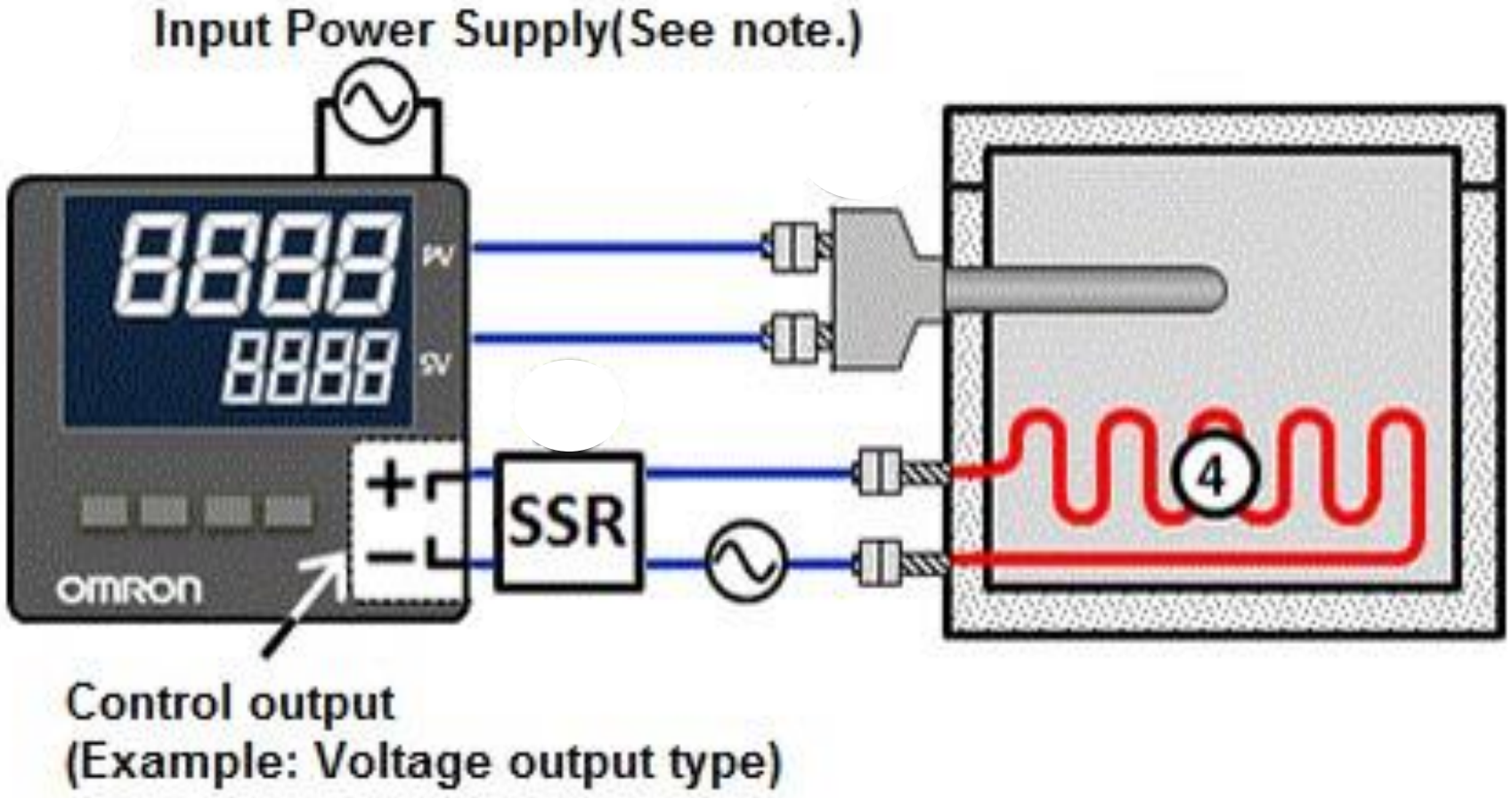
کنترل فرآیند میتواند حلقه باز یا حلقه بسته و پیوسته یا گسسته باشد.



ابزار دقیق / مهندس حسین جلالی علی آبادی

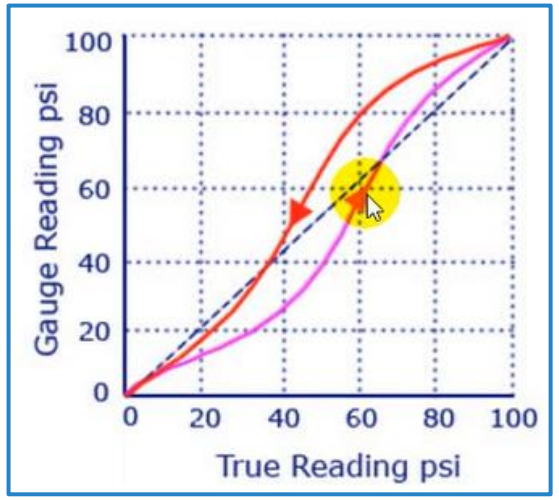
- حلقه فیدبک: مسیر از خروجی پلنت به ورودی پلنت که به منظور تولید سیگنال‌های کنترلی ایجاد می‌شود.
- متغیر تحت کنترل یا متغیر اندازه گیری شده: پارامتر فیزیکی از پلنت است که می‌خواهیم آنرا به مقادیر دلخواه و از قبل مشخص نزدیک کنیم.
- متغیر کنترلی: ورودی پلنت که با استفاده از آن می‌توان متغیر کنترل شونده را تغییر داد.
- مقدار تنظیمی(ست پوینت): مقدار خروجی دلخواه و مطلوب است که دوست داریم متغیر کنترل شونده با آن برابر شود.
- سنسور: ابزاری است که می‌تواند برای اندازه گیری متغیرهای فیزیکی مثل دما، فشار استفاده شود و دارای یک خروجی قابل اندازه گیری است که متناسب با کمیت فیزیکی تغییر می‌کند.

- ترنسدیوسر: ترنسدیوسر وظیفه دریافت یک کمیت فیزیکی و تبدیل آن به یک سیگنال الکتریکی را دارد.
- ترنسمیتر: ترنسمیتر وظیفه تقویت کردن و تبدیل کردن سیگنال خام به سیگنال استاندارد را دارد.
- کنترلر: وسیله ای که سیگنال‌های ترانسدیوسرها را پایش میکند و فرمان‌های کنترلی مناسب را صادر می کند.
- سیگنال خطا: اختلاف بین ست پوینت و مقدار متغیر کنترل شونده اندازه گیری شده
- عملگر: وسیله ای برای تغییر ورودی پلنت با توجه به فرمانی است که از کنترل کننده صادر می شود مثل شیرهای کنترلی و رله ها


Input Power Supply(See note.)
PV
SV
OMRON
+
−
SSR
4
Control output
(Example: Voltage output type)

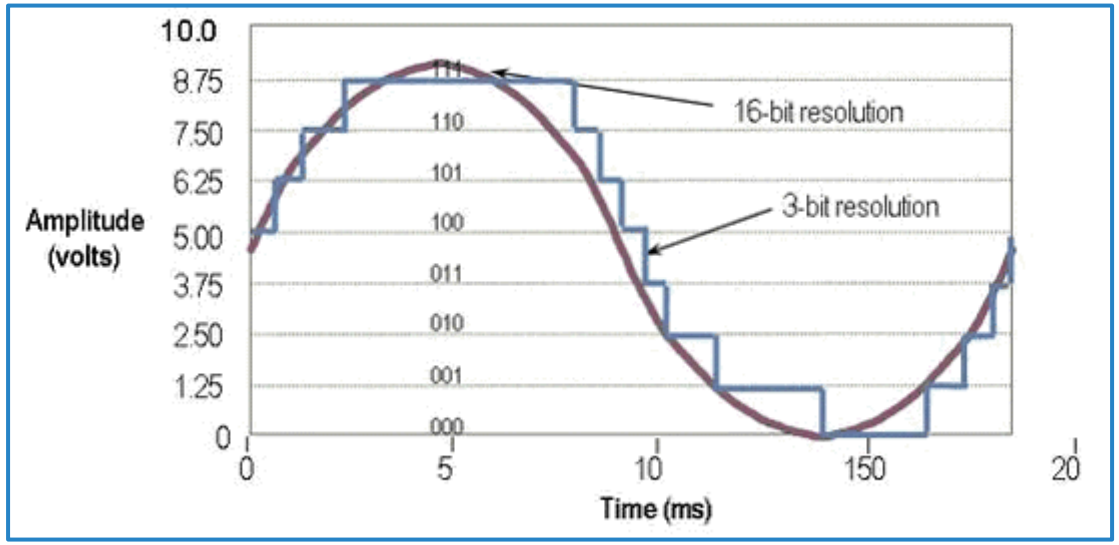
شاخص های اندازه گیری

- رنج اندازه گیری: بازه ای که اندازه گیری سنسور در آن بازه ضمانت شده است خارج از رنج اندازه گیری ممکن است سنسور دارای خطای زیاد بدکارکردن و یا خرابی دائمی شود.

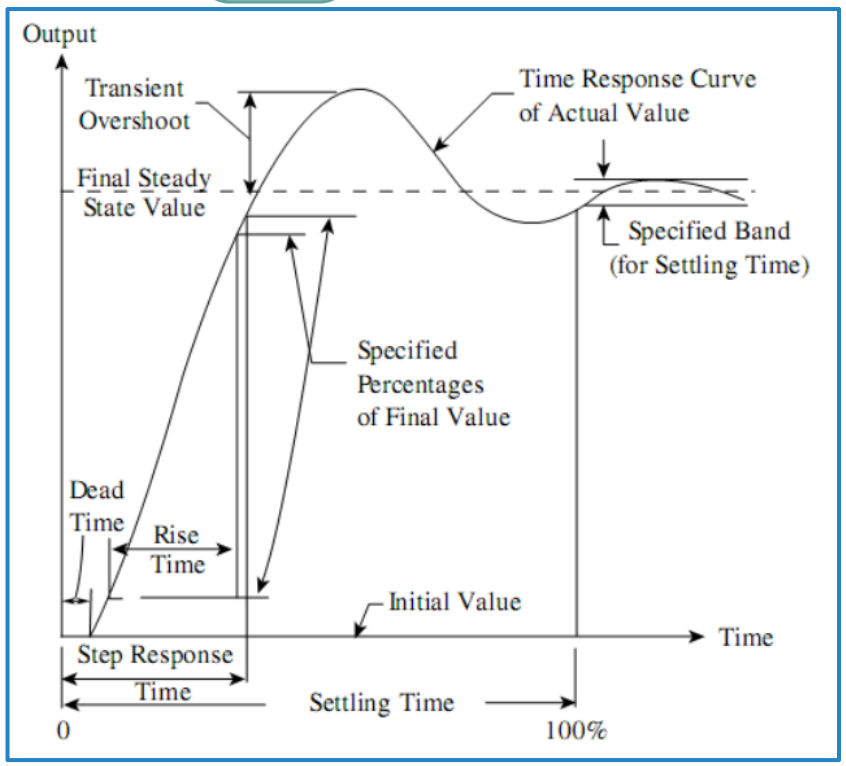


- هیسترزیس: وابستگی مقدار خوانده شده سنسور به مقادیر قبلی را نشان می دهد.

- رزولوشن: کمترین مقداری که سنسور می تواند به آن واکنش نشان دهد.



شاخص های اندازه گیری



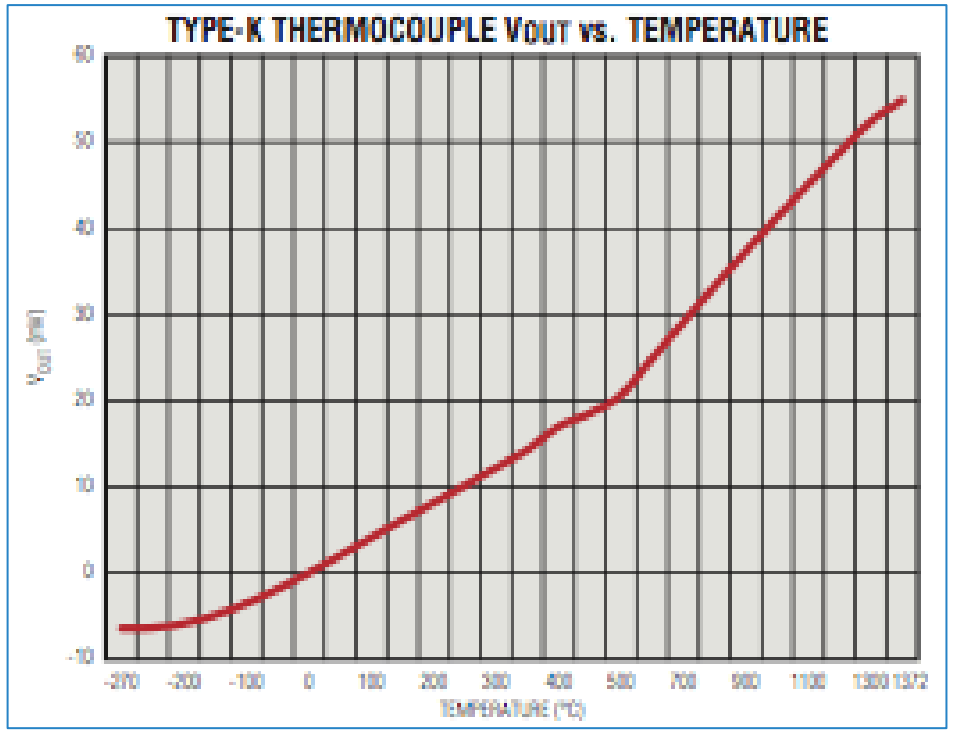
- پاسخ دینامیکی: چگونگی تغییر خروجی نسبت به تغییر ورودی با گذشت زمان

شاخصهای موثر در انتخاب سنسور

- هزینه
- پایداری
- تنظیم و نصب آسان
- غیر تماسی یا تماسی
- مقاومت
- رنج مناسب
- پاسخ سریع
- حساسیت و رزولوشن خوب
- دقت بالا تکرارپذیری، بازتولید پذیری
- حفاظت در مقابل اضافه بار

حالت دادن سیگنال

منظور از حالت دادن سیگنال انجام یک سری عملیات بر روی داده‌های خروجی سنسور است که منجر به یک رابطه خطی بین ورودی و خروجی شود و همچنین بتوان از آن در مراحل بعدی کنترل فرآیند استفاده کرد.



- تقویت کردن
- فیلتراسیون
- خطی کردن
- ایزولاسیون و حفاظت

بخش دوم:

سنسور های تماسی و مجاورتی

سنسور اکتیو:

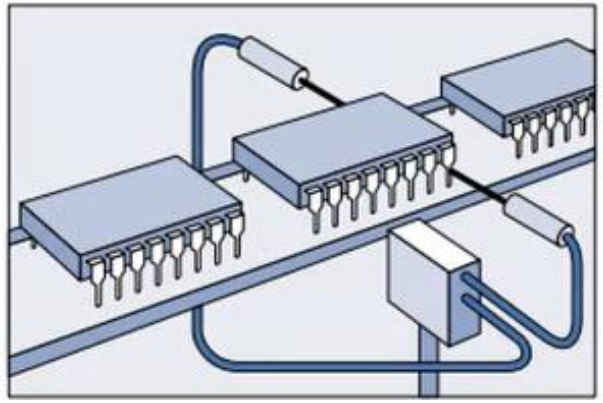
سنسورهای اکتیو سنسورهایی هستند که سیگنال‌های محرکی را برای اندازه‌گیری کمیتی ارسال کرده و خود پالس‌های منعکس شده را دریافت می‌کنند یعنی هم فرستنده و هم گیرنده را در خود دارند. برای مثال سنسورهای التراسونیک فاصله‌سنج که یک موج فراصوت به محیط ارسال می‌کند و با محاسبه زمان برگشت موج، فاصله جسم تا سنسور را اندازه می‌گیرد.

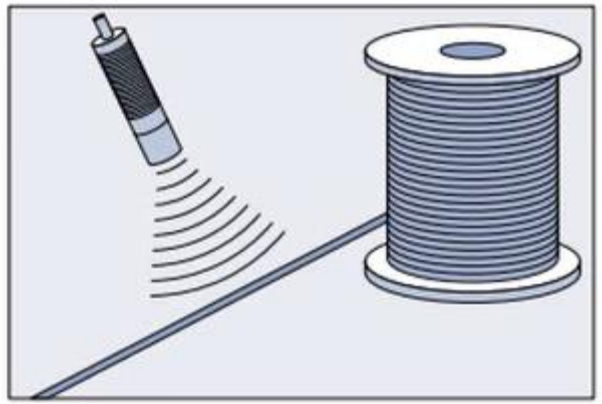
سنسور پسیو:

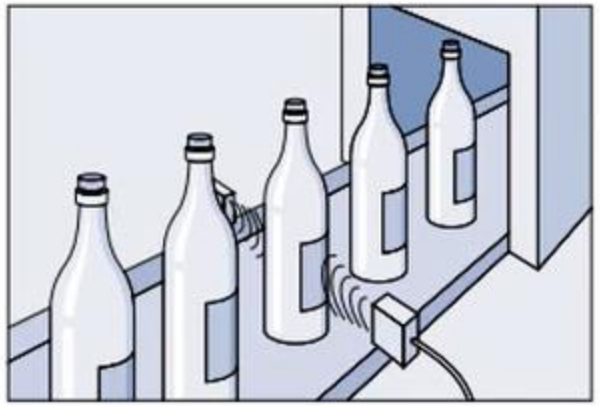
سنسورهای پسیو آن دسته از سنسورها هستند که انرژی یا سیگنالی به محیط ساطع نمی‌کنند و مستقیما متغیرهای محیطی را تشخیص داده یا اندازه‌گیری می‌کنند. برای مثال یک ترموکوپل با قرار گرفتن در محیط مورد اندازه گیری دمای محیط را تشخیص داده و تغییرات دما را به ولتاژ متغیر تبدیل می‌کند.

سنسورهای تماسی و مجاورتی

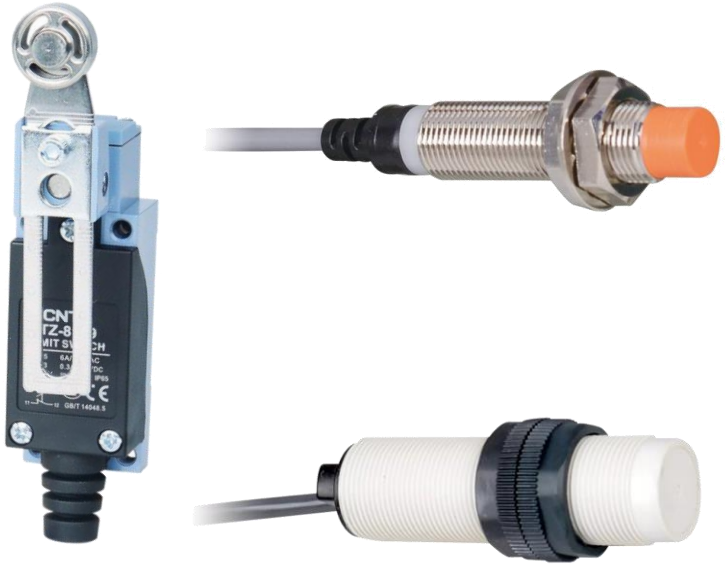
سنسورهای تماسی و مجاورتی: این سنسورهای برای تشخیص حضور و یا عدم حضور یک استفاده جسم می شوند.





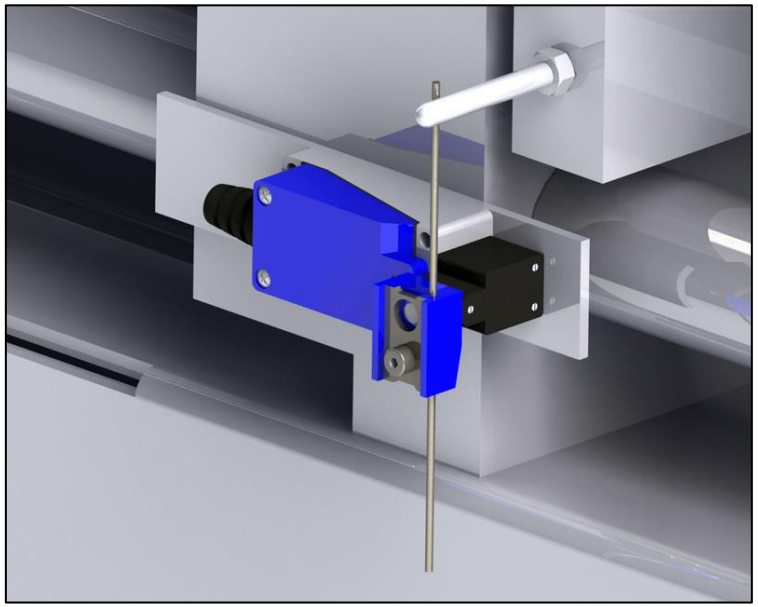


- لیمیت سوییچ ها
- سنسور مجاورتی القایی
- سنسور مجاورتی خازنی
- چشم های نوری
- سنسور التراسونیک

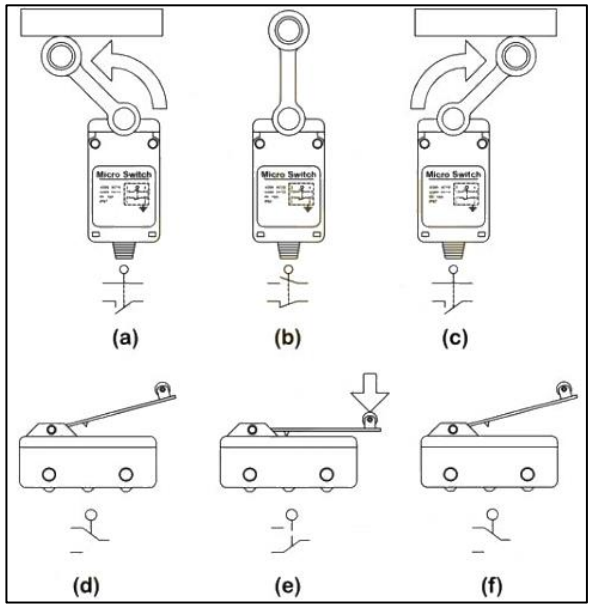


لیمیت سوییچ

ساده ترین قطعه برای مشخص کردن موقعیت اجسام متحرک لیمیت سوییچ است. این قطعه به صورت مکانیکی برگشت پذیر و بدون نیاز به تغذیه بوده و در مسیر حرکت تجهیزات نصب می‌شود. لیمیت سوییچ دارای یک قسمت متحرک، تعدادی کنتاکت و یک قاب برای محافظت از اجزای داخلی و ایجاد شرایط نصب است.



کاربرد لیمیت سوییچ



طرز کار لیمیت سوییچ

کاربرد لیمیت سوییچ

لیمیت سوییچ

مزایا:

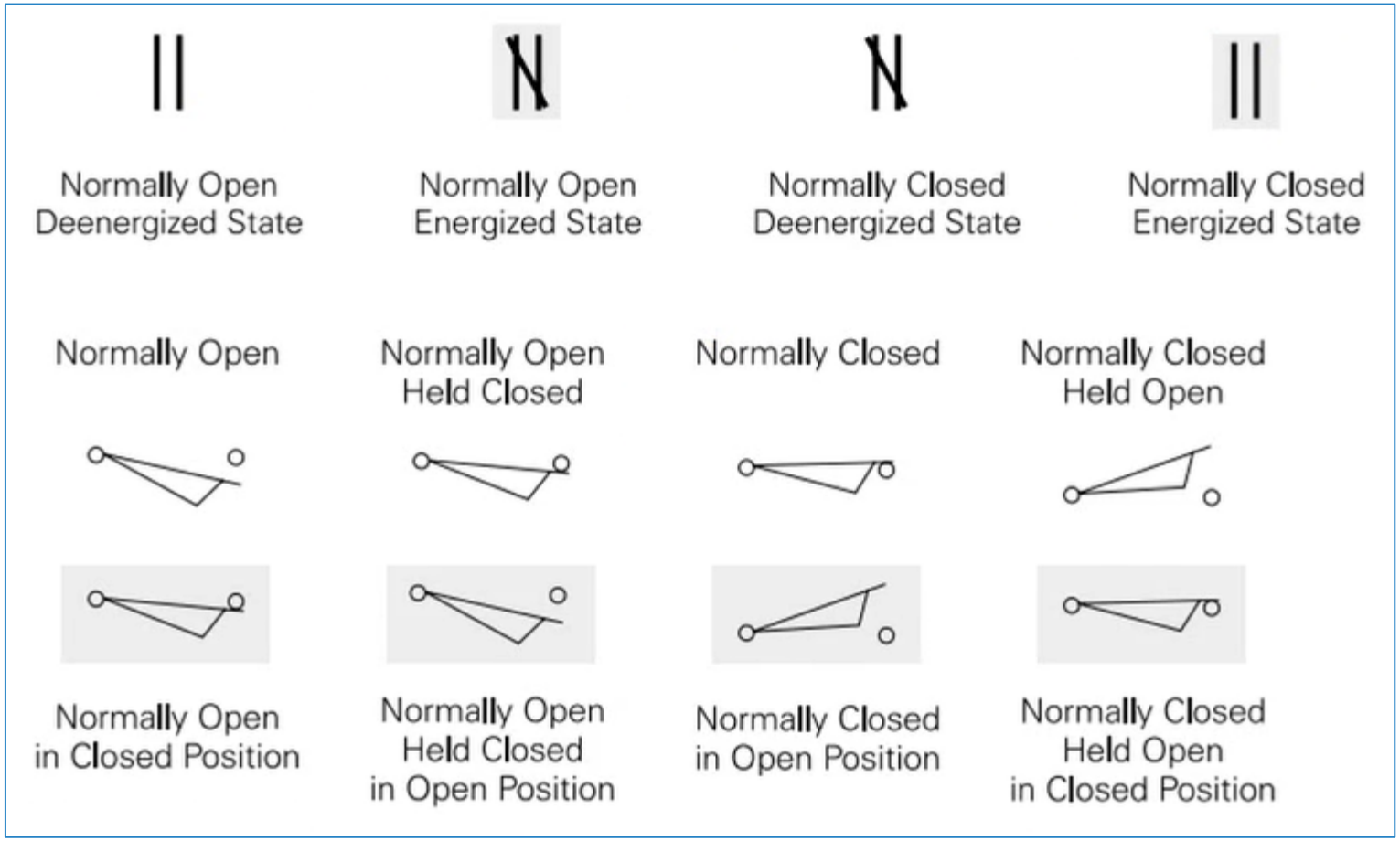
- دقت بالا در تشخیص تغییرات فیزیکی
- هزینه کمتر نسبت به سنسورهای غیرتماسی
- عدم تأثیرپذیری از نویزهای الکترومغناطیسی

معایب:

- فرسایش مکانیکی به دلیل تماس مستقیم
- سرعت پاسخ‌دهی نسبتاً پایین
- امکان خرابی در اثر سایش یا ضربه

برای نشان دادن این سنسورها در نقشه های الکتریکی از علائم زیر استفاده می‌شود:

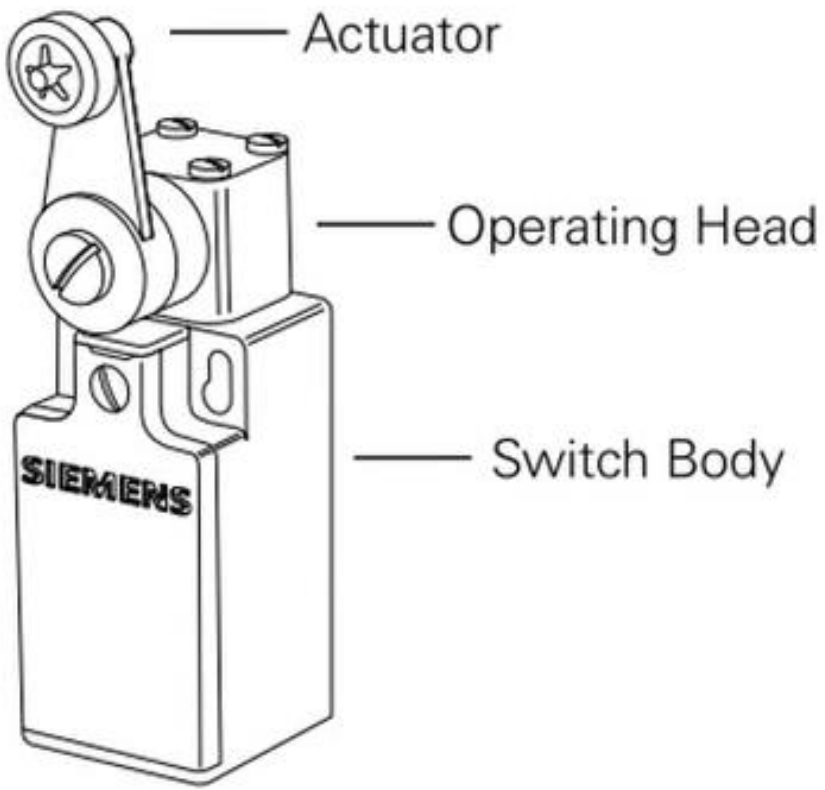
- الکتریکی

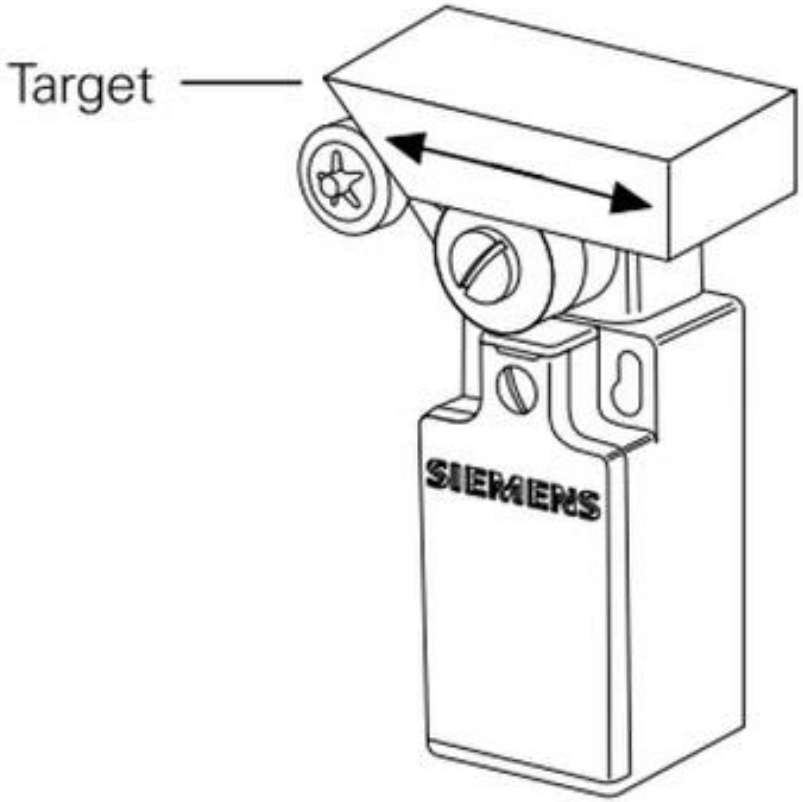


- مکانیکی

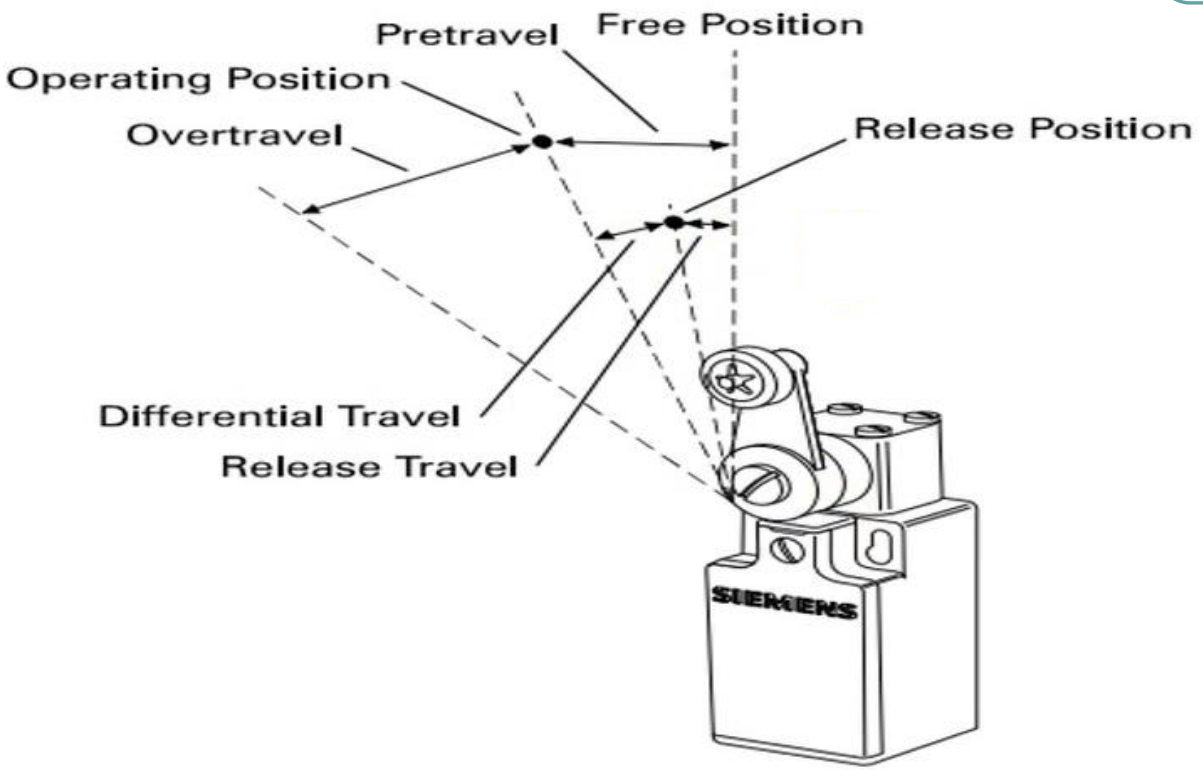
لیمیت سوییچ ها

لیمیت سوییچ یک سنسور مکانیکی است که با استفاده از تماس مکانیکی، حضور و یا عدم حضور اجسام را مشخص می‌کند.





اصول کار لیمیت سوییچ

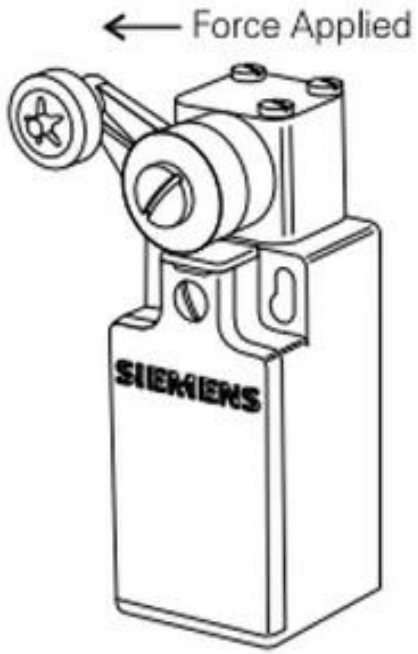


- موقعیت آزاد: موقعیت محرک است وقتی که هیچ نیروی خارجی اعمال نمی‌شود.
- پیش‌حرکت: مسافت یا زاویه‌ای است که محرک در حین حرکت از موقعیت آزاد به موقعیت عملیاتی طی می‌کند.
- حرکت بیش از حد: مسافتی است که محرک می‌تواند با خیال راحت فراتر از نقطه عملکرد طی کند.
- موقعیت رهاسازی: جایی است که کنتاکت‌ها از حالت عملکرد خود به حالت عادی خود تغییر می‌کنند.

لیمیت سوییچ

- لیمیت سوییچ‌ها می‌توانند به دو صورت عمل کنند:

Free Position

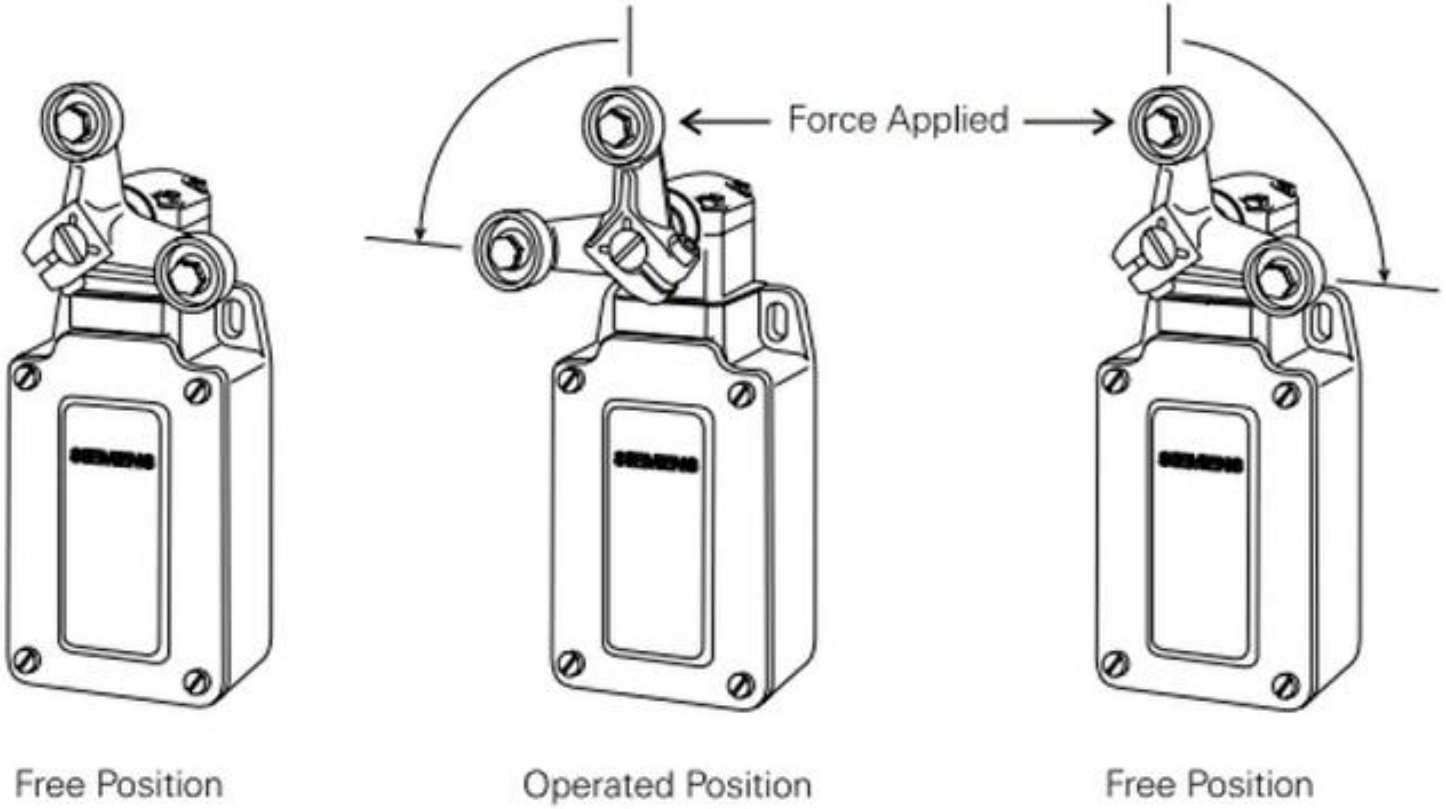


Operating Position

Free Position

لیمیت سوییچ

- لیمیت سوییچ‌ها می‌توانند به دو صورت عمل کنند:



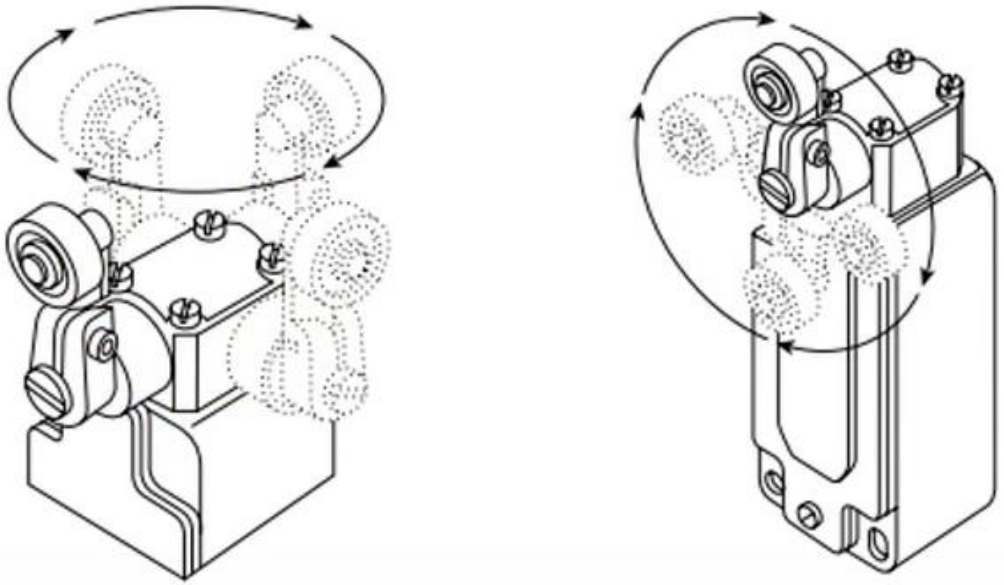
لیمیت سوییچ

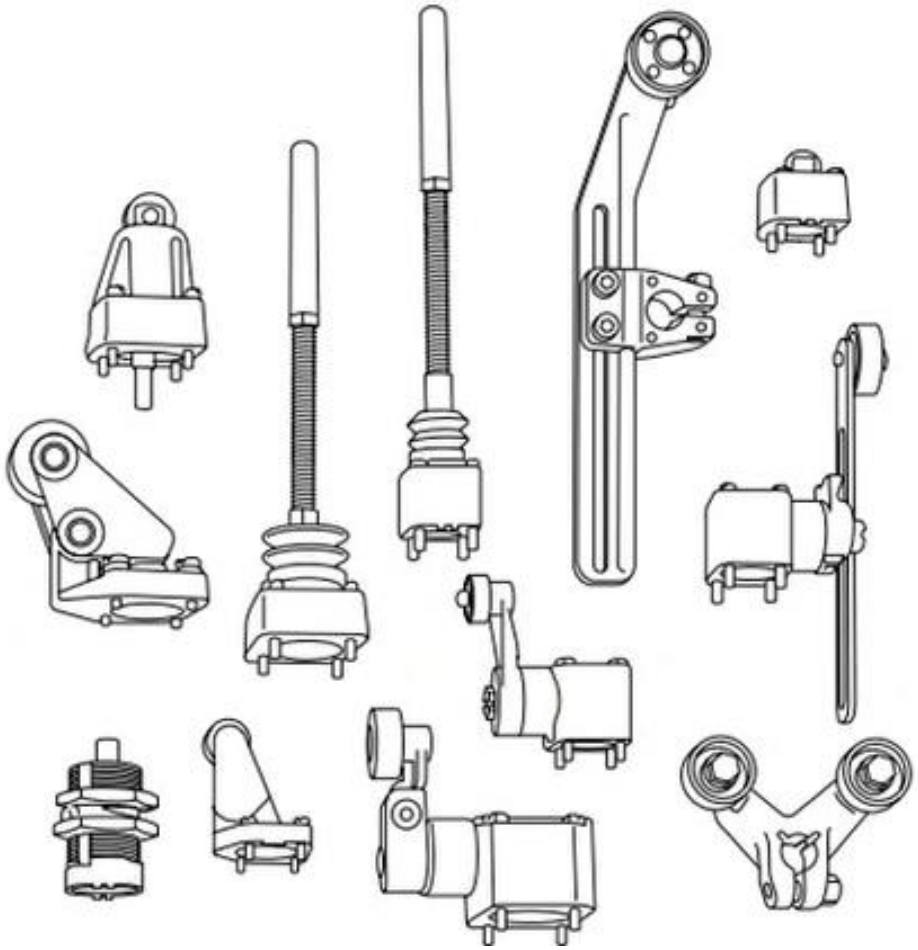
- آرایش کنتاکت ها می‌تواند به این سه صورت باشد:

Contact State	Break-Before-Make		Make-Before-Break	
	NO	NC	NO	NC
Free Position	Open	Closed	Open	Closed
Transition	Open	Open	Closed	Closed
Operated State	Closed	Open	Closed	Open

لیمیت سوییچ

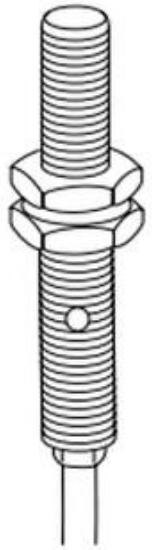
- بسته به نوع کاربرد عملگرها می‌توانند متفاوت باشند:

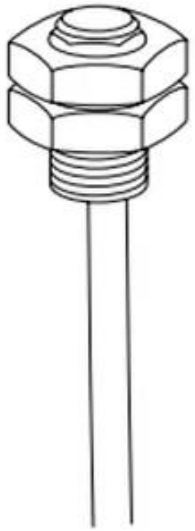


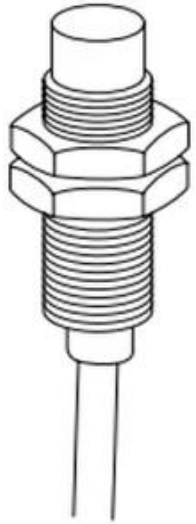


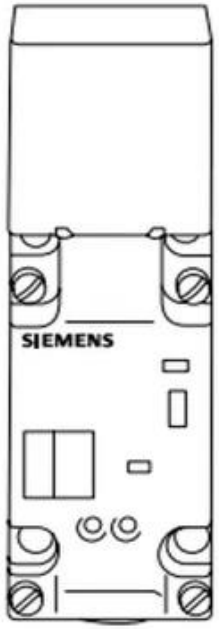
سنسور مجاورتی القایی

سنسور القایی یکی از رایج‌ترین سنسورهای مجاورتی است که برای تشخیص اجسام فلزی بدون تماس فیزیکی استفاده می‌شود. این سنسور با تولید میدان مغناطیسی متغیر، حضور یا عدم حضور یک جسم فلزی را تشخیص می‌دهد.

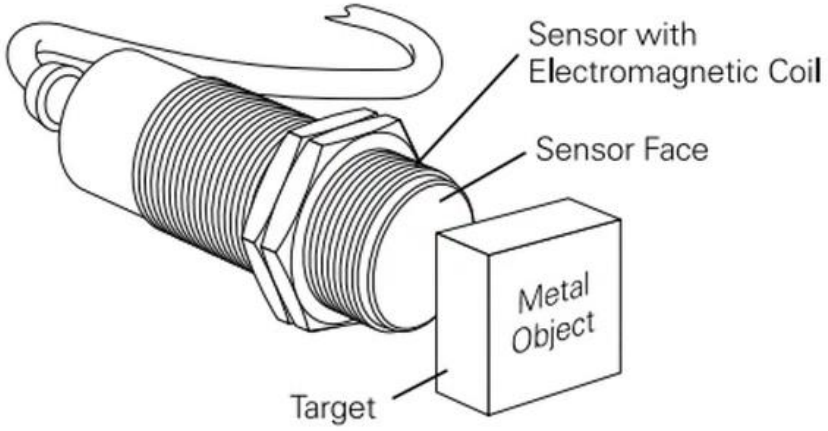






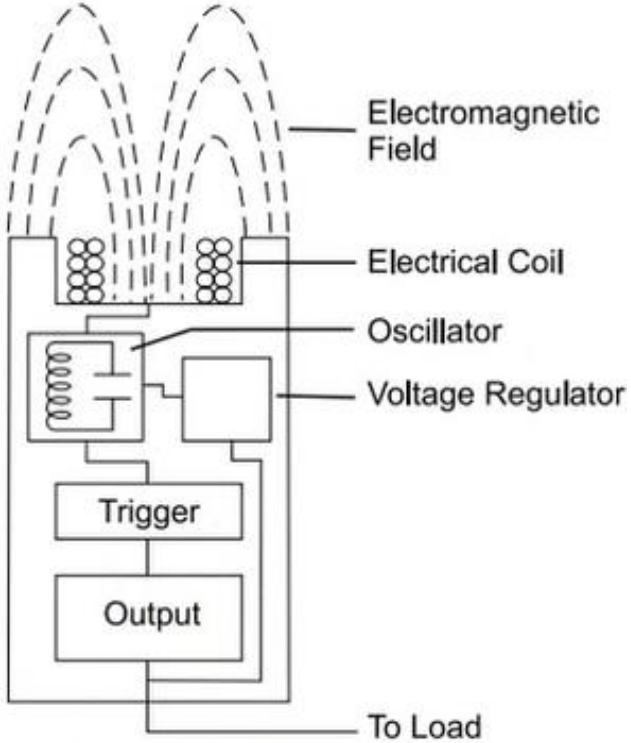


سنسور مجاورتی القایی



این سنسورها، فقط میتوانند وجود شی فلزی را کشف کنند.

- اسیلاتور: وظیفه اسیلاتور تولید یک سیگنال سینوسی با فرکانس مشخص در سیم پیچ میدان مغناطیسی تولید شده در جلو سنسور به سمت بیرون پخش می شود.
- مدار تریگر : وظیفه مدار تریگر، مانیتور کردن دامنه میدان مغناطیسی است.
- وقتی دامنه میدان مغناطیسی به اندازه کافی تضعیف شد، حالت‌های خروجی تغییر می‌کنند.

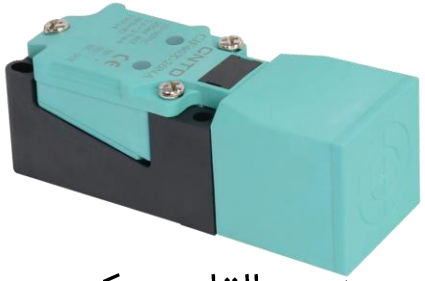


نکات مهم در انتخاب سنسور

- فرکانس سوئیچینگ
- فاصله تشخیص سنسور
- نوع خروجی سنسور NPN,PNP,NO,NC
- سایز و شکل ظاهری سنسور
- ولتاژ تغذیه سنسور

سنسور القایی مکعبی

سنسور القایی بدون محافظ



سنسور القایی مکعبی

سنسور القایی با محافظ

سنسور القایی مکعبی

سنسور القایی سوکتی

Material	Correction Factor	
	Shielded	Unshielded
Mild Steel, Carbon	1.00	1.00
Aluminum Foil	0.90	1.00
300 Series Stainless Steel	0.70	0.08
Brass	0.40	0.50
Aluminum	0.35	0.45
Copper	0.30	0.40

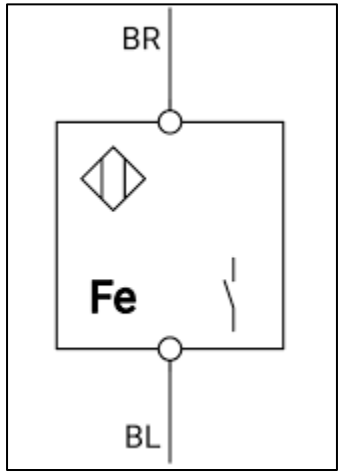
سنسور القایی AC

❑ مزایا

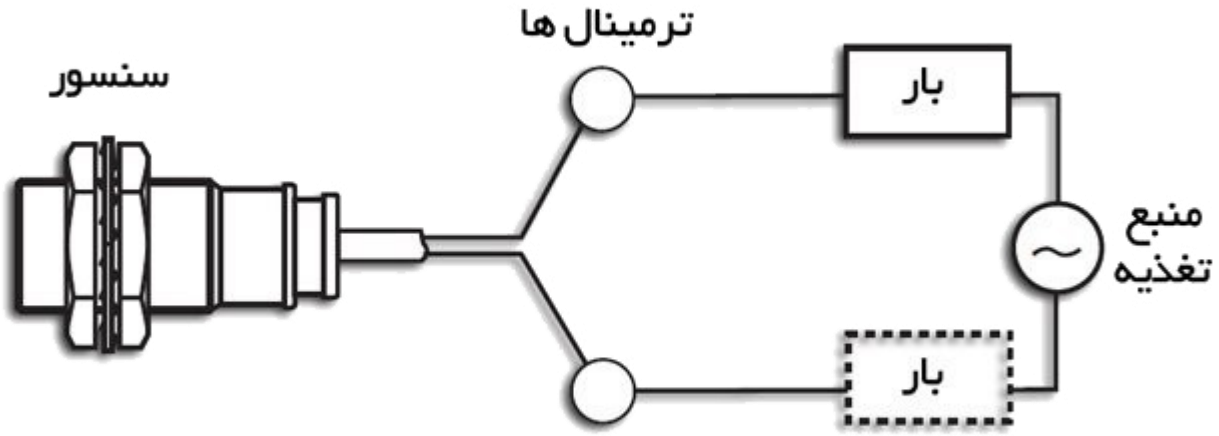
- مناسب برای ولتاژ AC (معمولاً 90 تا 250 VAC)
- معمولا به صورت دو سیم هستند.
- عدم نیاز به منبع تغذیه جداگانه.
- قابلیت راه‌اندازی مستقیم بارهای AC مانند رله، کنتاکتور، لامپ و ...

❑ معایب

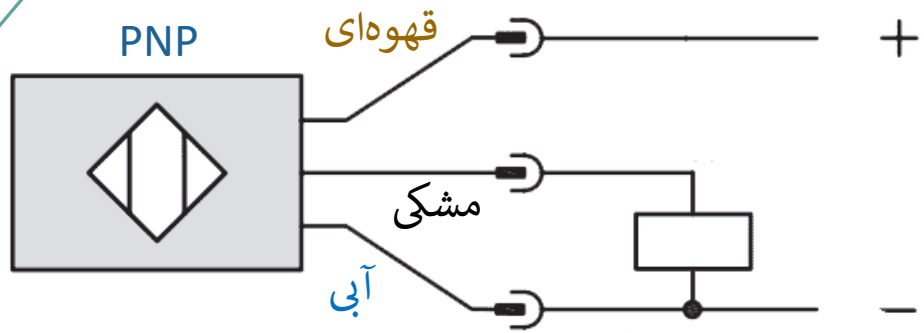
- دارای جریان نشتی کوچک در حالت خاموش.
- فرکانس سوئیچینگ کمتری نسبت به سنسورهای DC دارند.

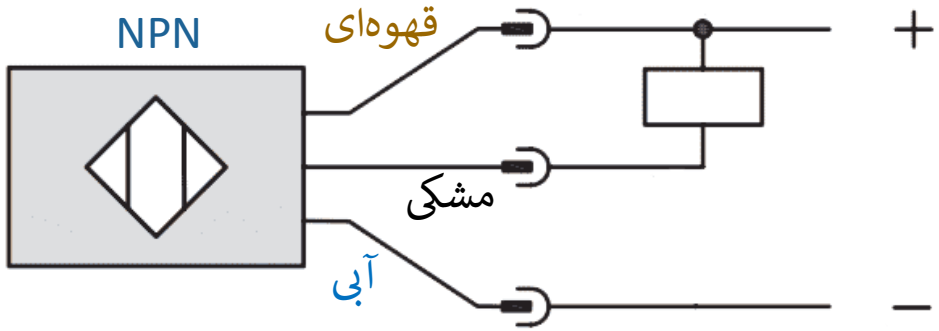


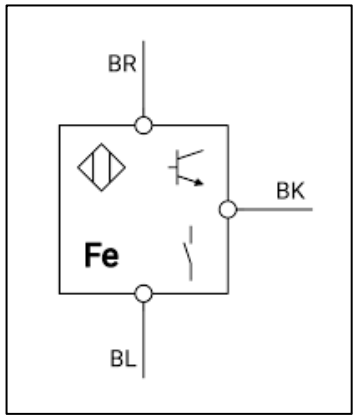
شمای فنی سنسور القایی دو سیمه



سنسور القایی DC







شمای فنی سنسور القایی سه سیمه NPN

❑ مزایا

- سرعت سوئیچینگ بالا (تا چند کیلوهرتز)
- مصرف توان کم و مناسب برای مدارهای الکترونیکی و PLC
- خروجی ایمن و نویز کمتر نسبت به سنسورهای AC
- مناسب برای کاربردهای دیجیتال و مدارات الکترونیکی حساس

❑ معایب

- نیاز به منبع تغذیه 10 تا 30 VDC

❖ سیم‌بندی سنسور القایی DC

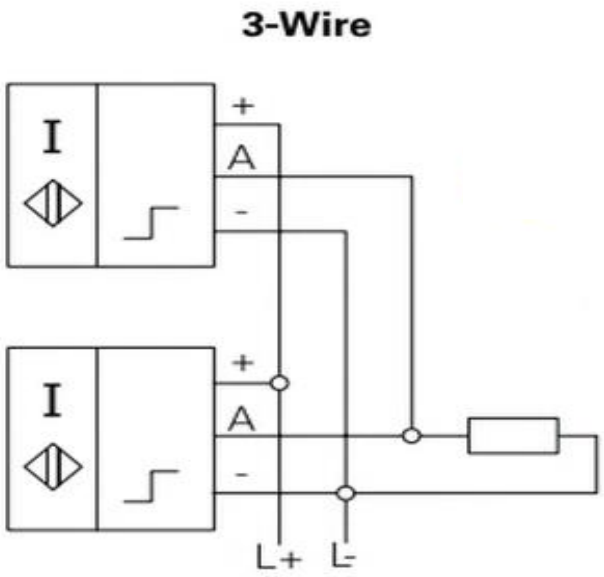
سنسورهای القایی DC معمولاً دارای 3 یا 4 سیم هستند:

- قهوه‌ای ولتاژ مثبت
- آبی ولتاژ منفی
- مشکی خروجی سیگنال NO
- سفید خروجی سیگنال NC

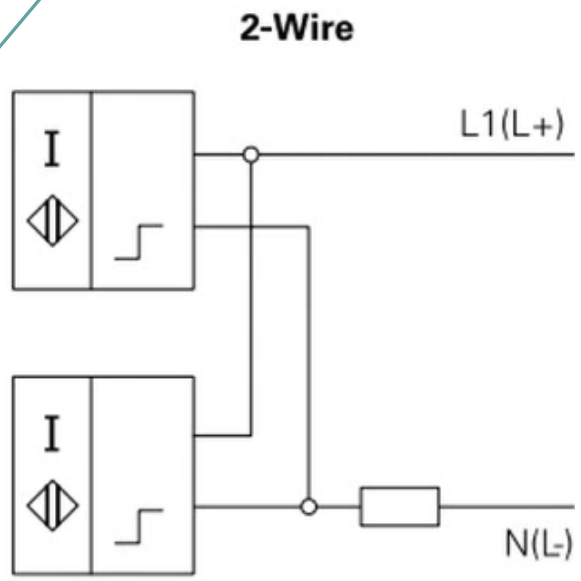
اینکه خروجی سنسور مثبت باشد یا منفی بستگی به PNPیا NPN بودن سنسور دارد.

سری و موازی بستن سنسور القایی

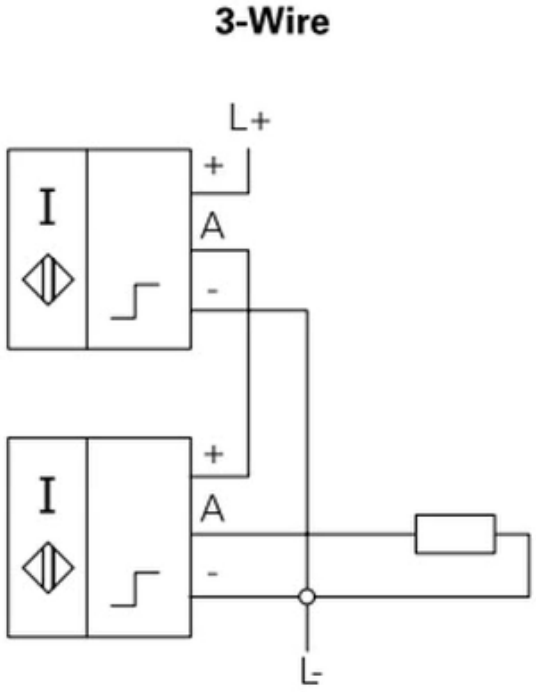
موازی سه سیمه



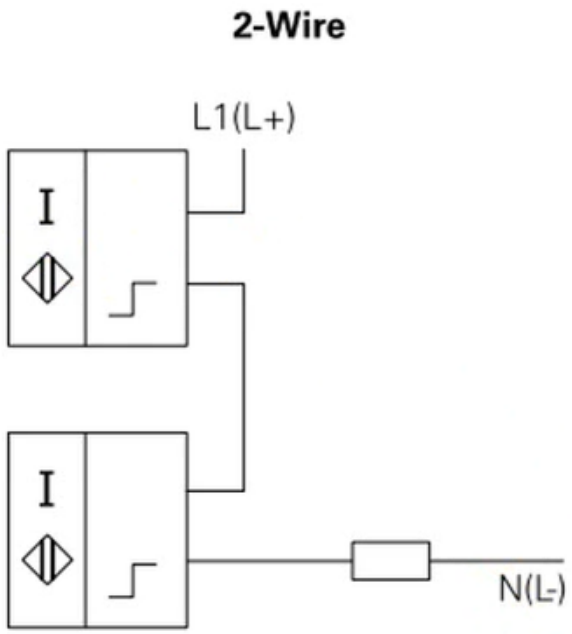
موازی دو سیمه



سری سه سیمه



سری دو سیمه



سنسور القایی

Connection (3)	○ Cable type ○ Cable connector type ○ Connector type
Body size (3)	○ Standard type ○ Long body ○ Short body
Wire connection (2)	○ DC 3-wire type, AC 2-wire type ○ DC 2-wire type
Dimension (4)	○ Diameter of head: 8mm ○ Diameter of head: 12mm ○ Diameter of head: 18mm ○ Diameter of head: 30mm
Sensing distance (7)	○ 1.5mm ○ 2mm ○ 4mm ○ 5mm ○ 8mm ○ 10mm ○ 15mm
Power supply (3)	○ 12~24VDC ○ 100~240VAC ○ 12-24VDC(non-polar)
Output (6)	○ NPN Normally Open ○ NPN Normally Closed ○ PNP Normally Open ○ PNP Normally Closed ○ Normally Open ○ Normally Closed

سنسور القایی آنالوگ

سنسور القایی آنالوگ یک نوع سنسور غیرتماسی است که برای تشخیص فاصله و حضور اجسام فلزی با خروجی پیوسته (آنالوگ) استفاده می‌شود. برخلاف نوع دیجیتال که فقط حضور یا عدم حضور جسم را تشخیص می‌دهد، نسخه آنالوگ مقدار دقیق فاصله جسم فلزی تا سنسور را به صورت ولتاژ یا جریان آنالوگ نشان می‌دهد.

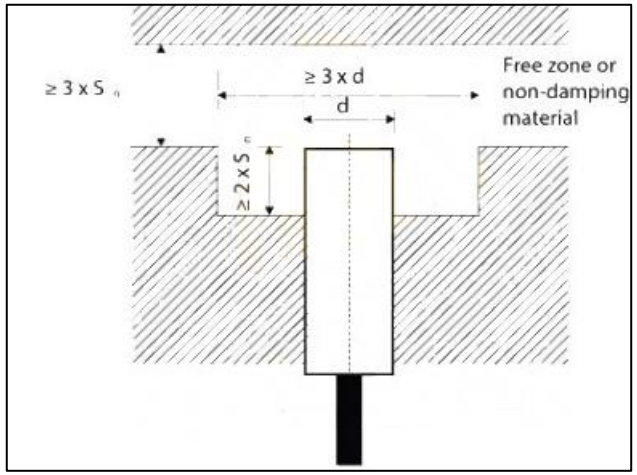
سنسور القایی آنالوگ

- خروجی ولتاژی: معمولاً بین 0 تا 10 ولت نسبت به فاصله
- خروجی جریانی: 4 تا 20 میلی‌آمپر

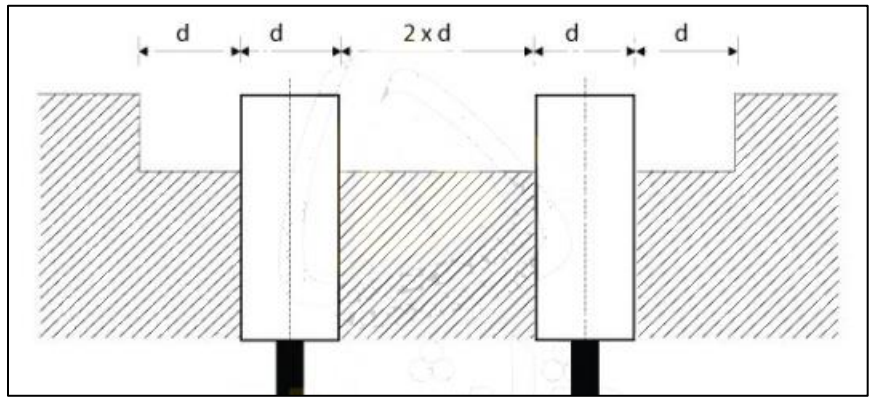
هرچه جسم فلزی به سنسور نزدیک‌تر باشد، مقدار خروجی بزرگ‌تر است.

Model	CMY18-08U CMY18-08 I	CMY30-15U CMY30-15 I	CMF40-20U CMF40-20 I	CMF48-20U CMF48-20 I
Sensing distance	1-8mm	1-15mm	1-20mm	1-20mm
Hysteresis	3-20%			
Power supply (Operating voltage)	15-30VDC			

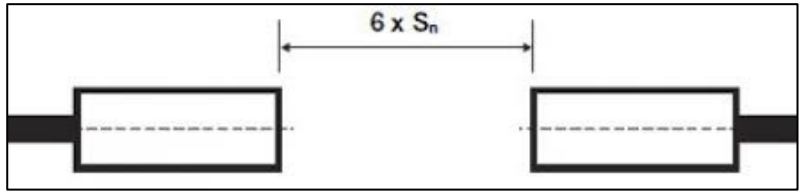
هنگامیکه چندین سنسور مورد استفاده قرار گیرد باید مواردی رعایت گردد وقتی که دو یا چند سنسور در کنار و یا در مقابل یکدیگر قرار میگیرند ممکن است میان سنسورها تداخل یا ارتباط متقابل ایجاد شود و خروجی نادرست ایجاد کند. راهنمای زیر را می‌توان در حالت کلی برای حذف اثر تداخل مورد استفاده قرارداد: (مقادیر برای سنسور محافظت نشده می باشد.)



سنسور در مجاورت فلز



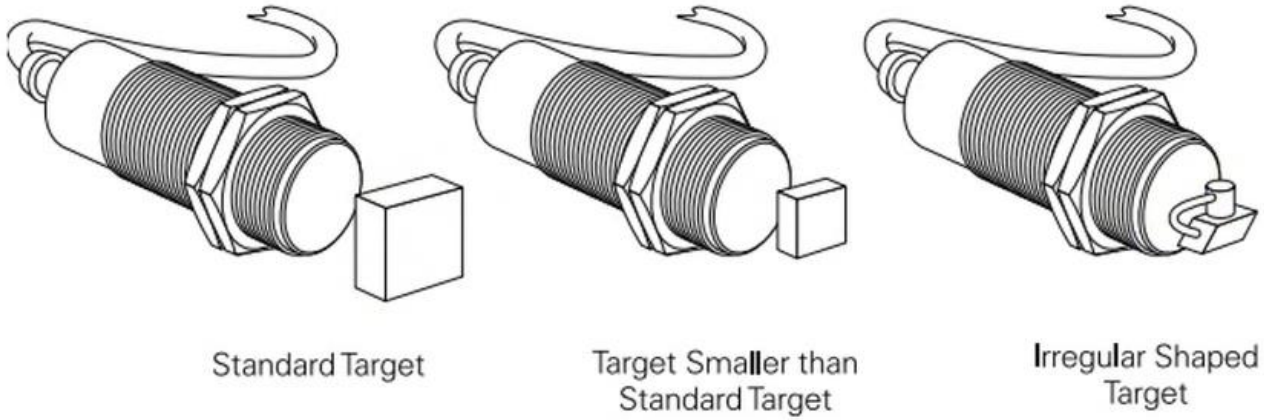
دو سنسور در مجاورت یکدیگر



دو سنسور در مقابل یکدیگر

سنسورهای القایی

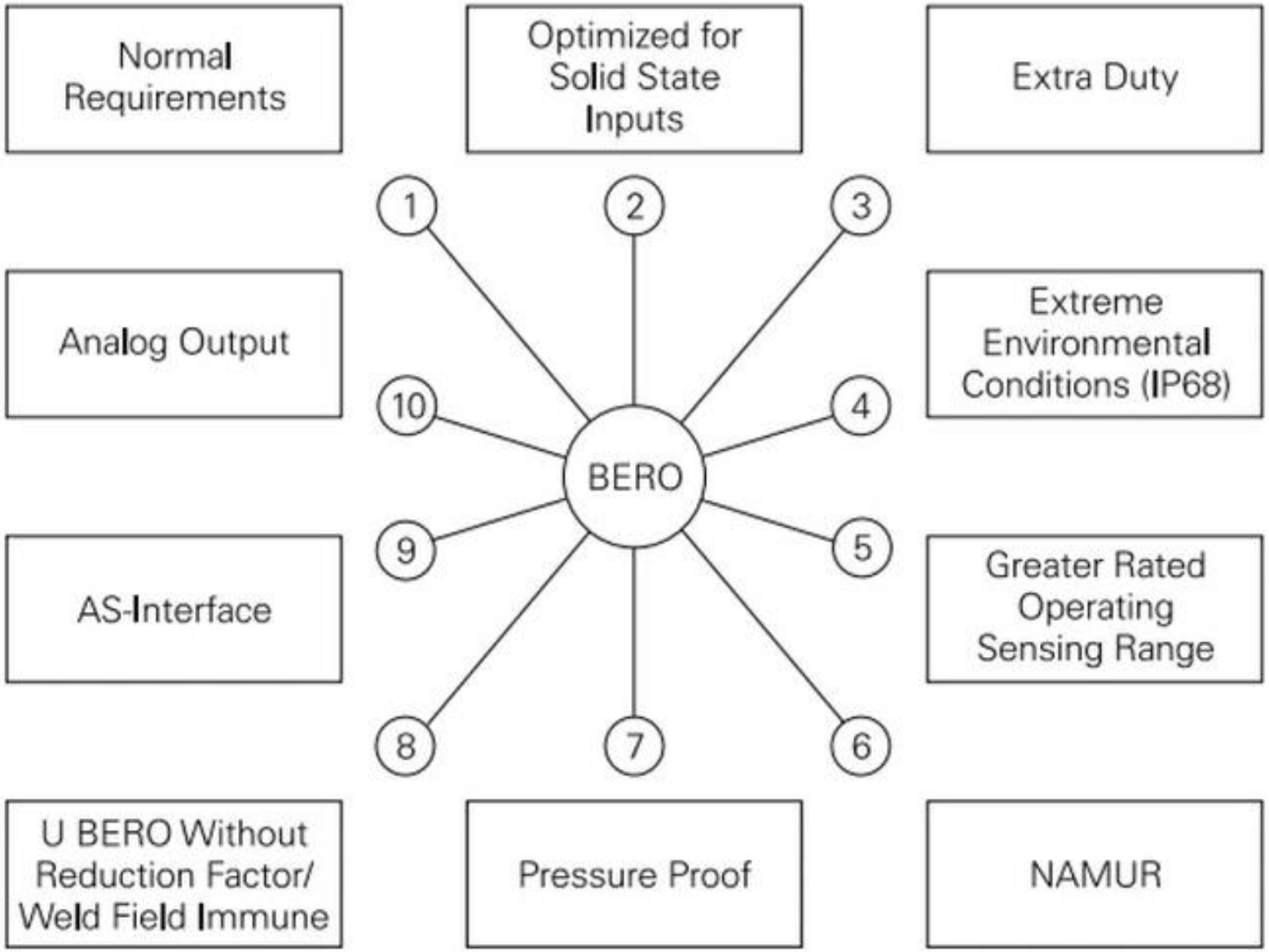
شی استاندارد سنسورهای مجاورتی القایی نوعی از فولاد نرم با سطح صاف و مسطح و ضخامت ۱ میلی متر است. مشخصات فیزیکی شی می‌تواند بر روی فاصله کاری سنسور تاثیر داشته باشد.



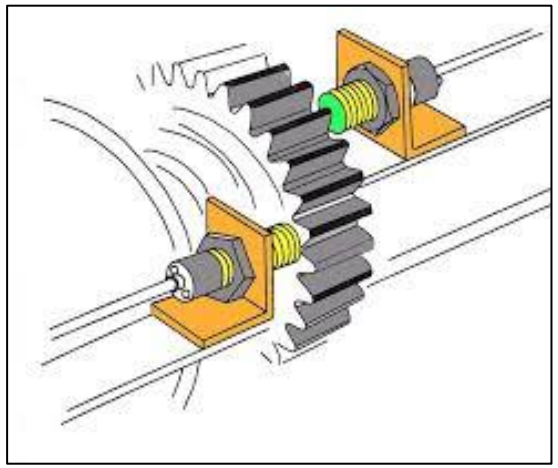
$$S_{new} = S_{rated} \times T$$

Size of Target Compared to Standard Target	Correction Factor	
	Shielded	Unshielded
25%	0.56	0.50
50%	0.83	0.73
75%	0.92	0.90
100%	1.00	1.00

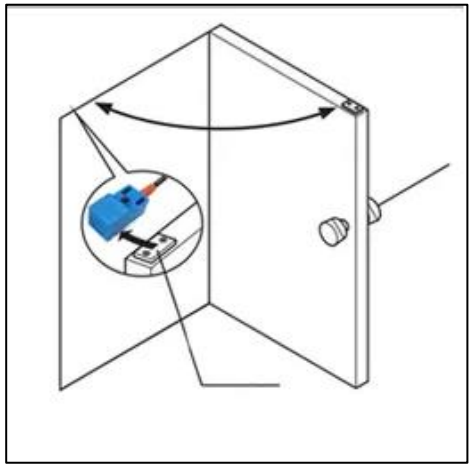
سنسورهای القایی



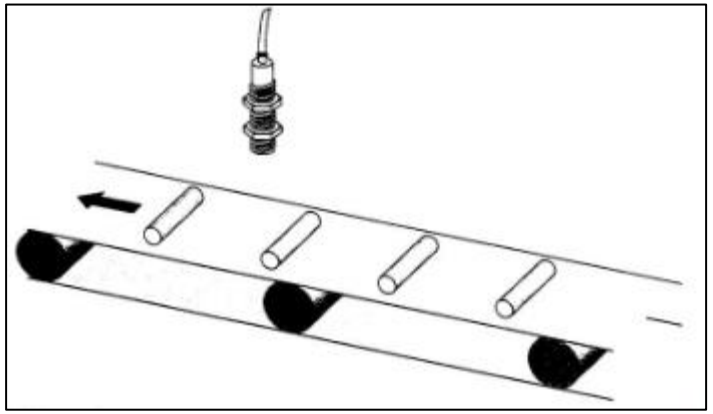
سنسورهای القایی



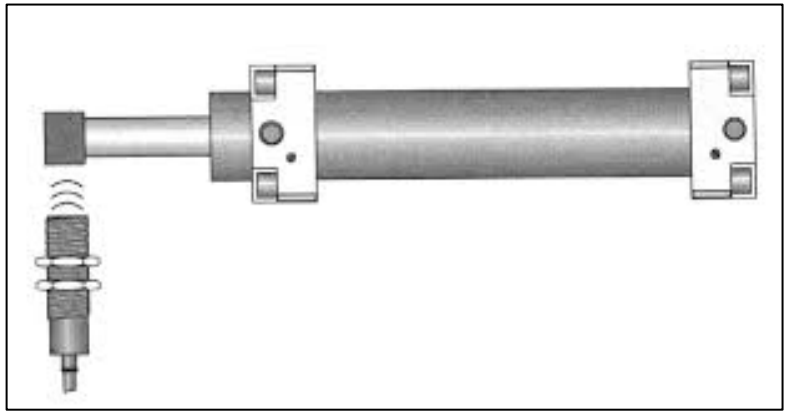
اندازه گیری سرعت



باز یا بسته بودن در



شمارش محصول

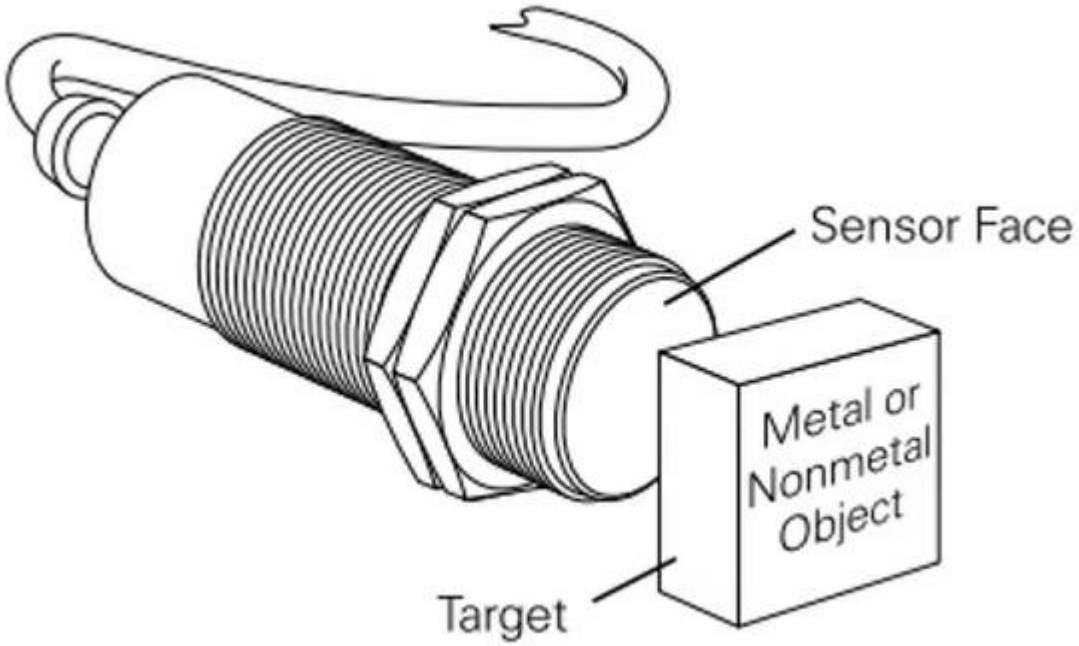


حس کردن میل پیستون

سنسورهای خازنی

- سنسورهای مجاورتی خازنی بر خلاف القایی بر اساس تولید میدان الکتریکی شی را ردیابی می‌کند.
- هم می‌تواند فلزات و هم نافلزات را کشف کند.

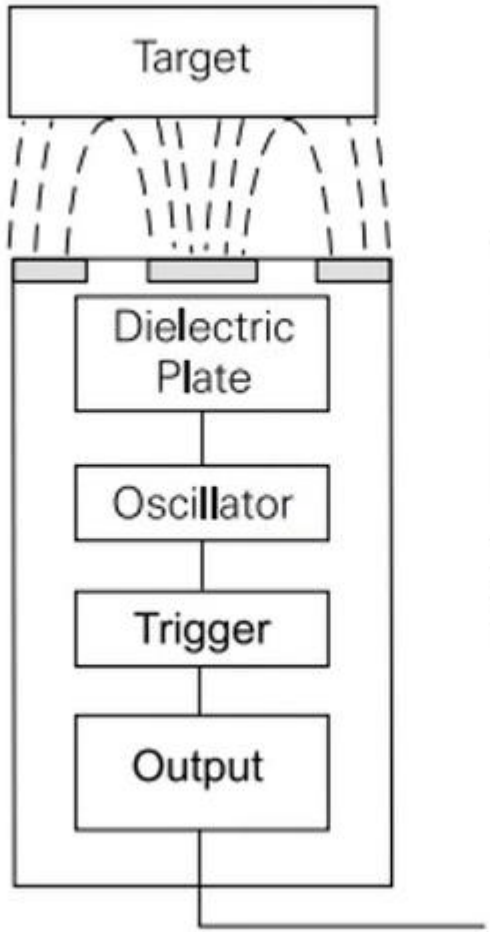
سنسور آنالوگ در خروجی خود سیگنالی آنالوگ تولید می‌کند و بسته به نحوه استفاده از آن می‌تواند چندین مزیت داشته باشد. به عنوان مثال، سنسورهای آنالوگ برای انتخاب مواد، نظارت بر ضخامت و نظارت بر انحراف غلظت عالی هستند.

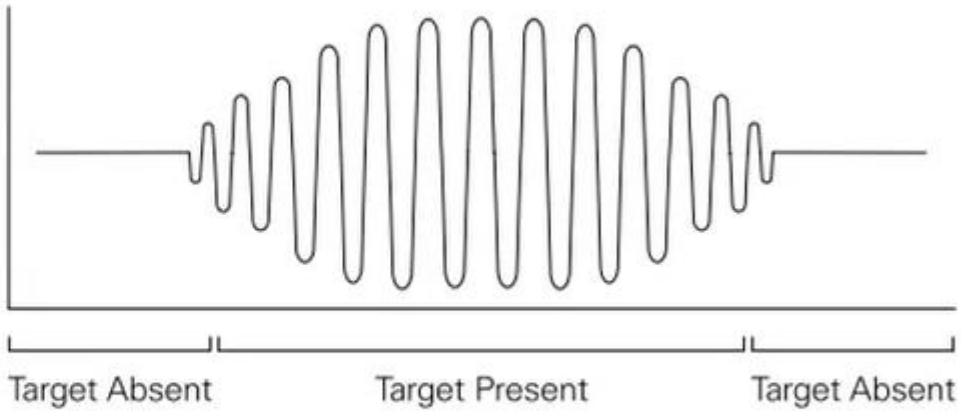


سنسور خازنی آنالوگ

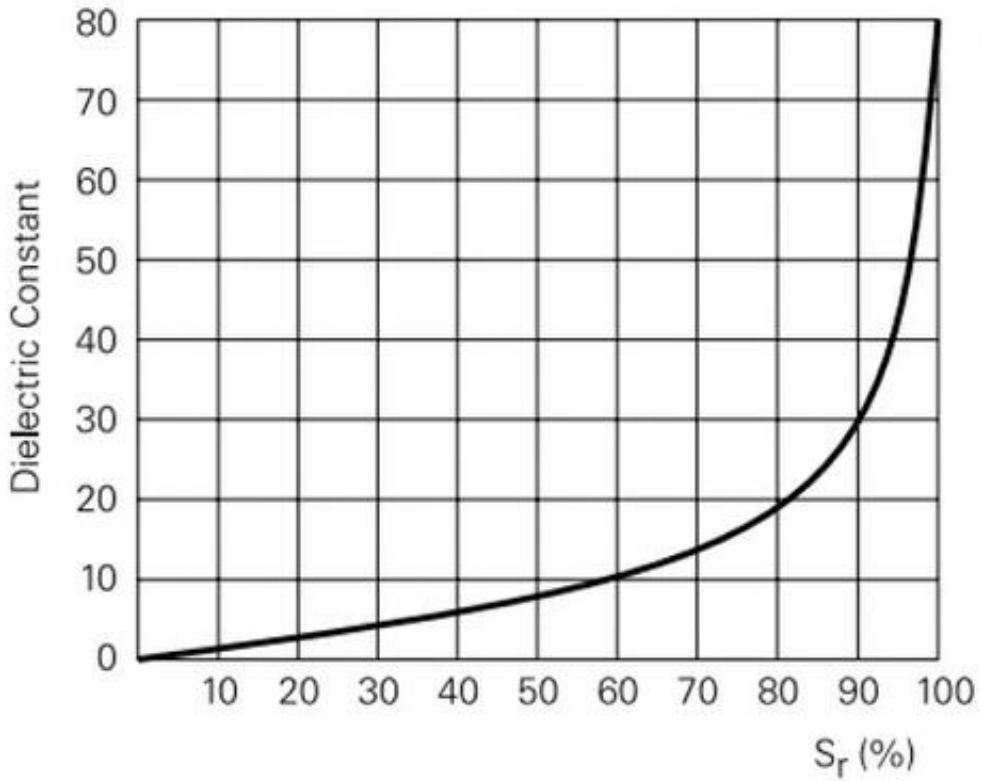
سنسور خازنی

اصول کارسنسورهای خازنی





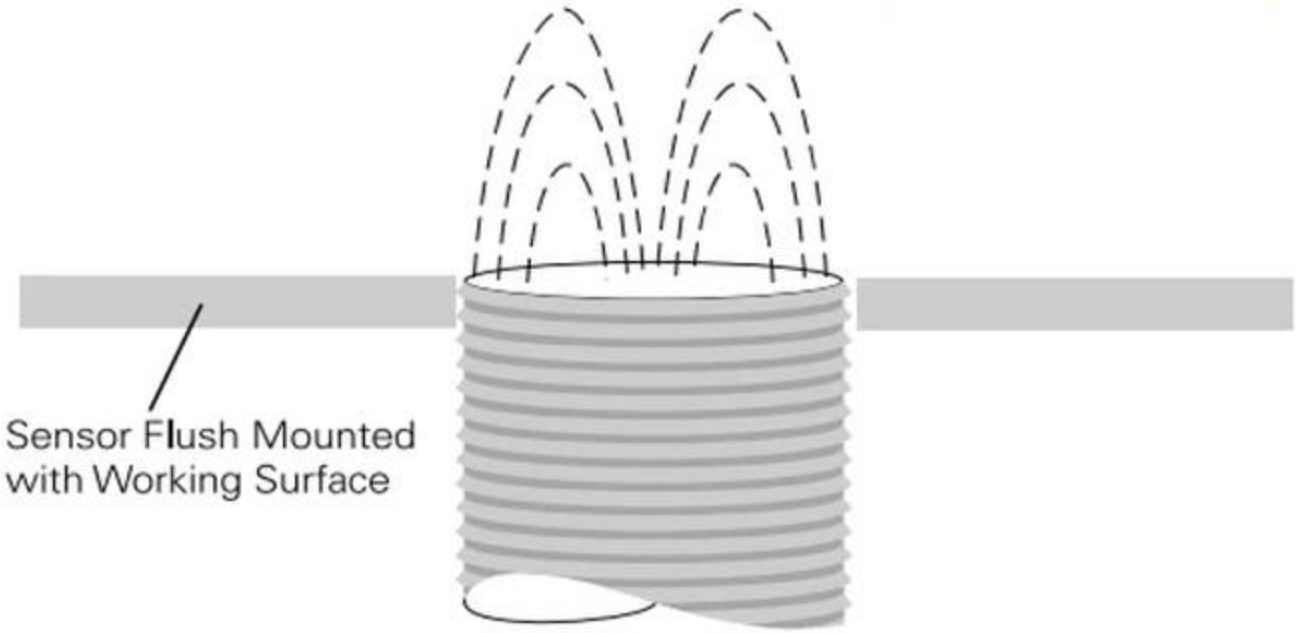
- اغلب شی استاندارد برای سنسور مجاورتی خازنی، آب و فلز است.
- ضریب دی الکتریک ،شی ناحیه کاری سنسور را تعیین می‌کند.



Material	Dielectric Constant	Material	Dielectric Constant
Alcohol	25.8	Polyamide	5
Araldite	3.6	Polyethylene	2.3
Bakelite	3.6	Polyproplene	2.3
Glass	5	Polystyrene	3
Mica	6	Polyvinyl Chloride	2.9
Hard Rubber	4	Porcelain	4.4
Paper-Based Laminate	4.5	Pressboard	4
Wood	2.7	Silica Glass	3.7
Cable Casting Compound	2.5	Silica Sand	4.5
Air, Vacuum	1	Silicone Rubber	2.8

سنسورهای خازنی

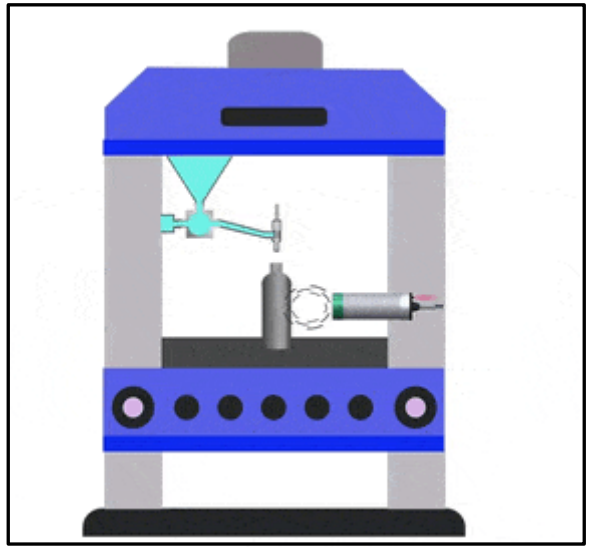
- تمام سنسورهای خازنی، شیلد شده هستند.
- توانایی کشف اشیای فلزی و غیرفلزی را دارند.
- نسبت به گردوغبار و رطوبت محیط حساس هستند.

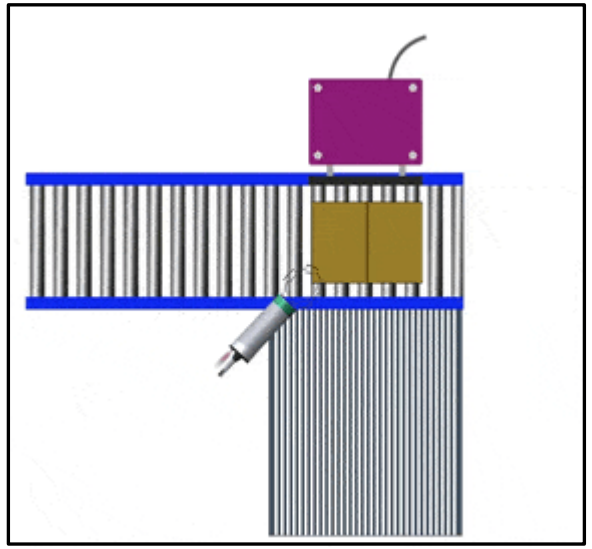


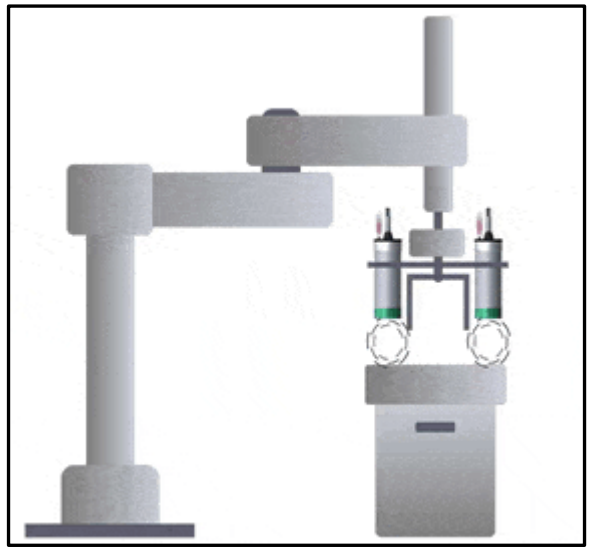
سنسورهای خازنی

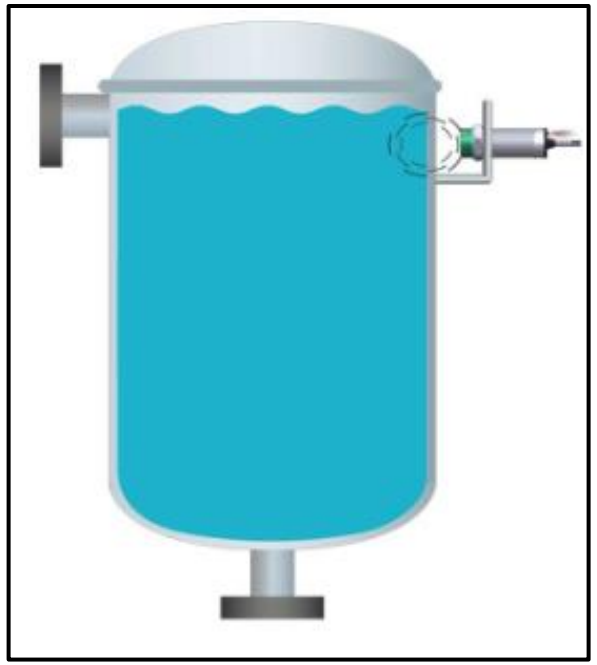
[redacted]

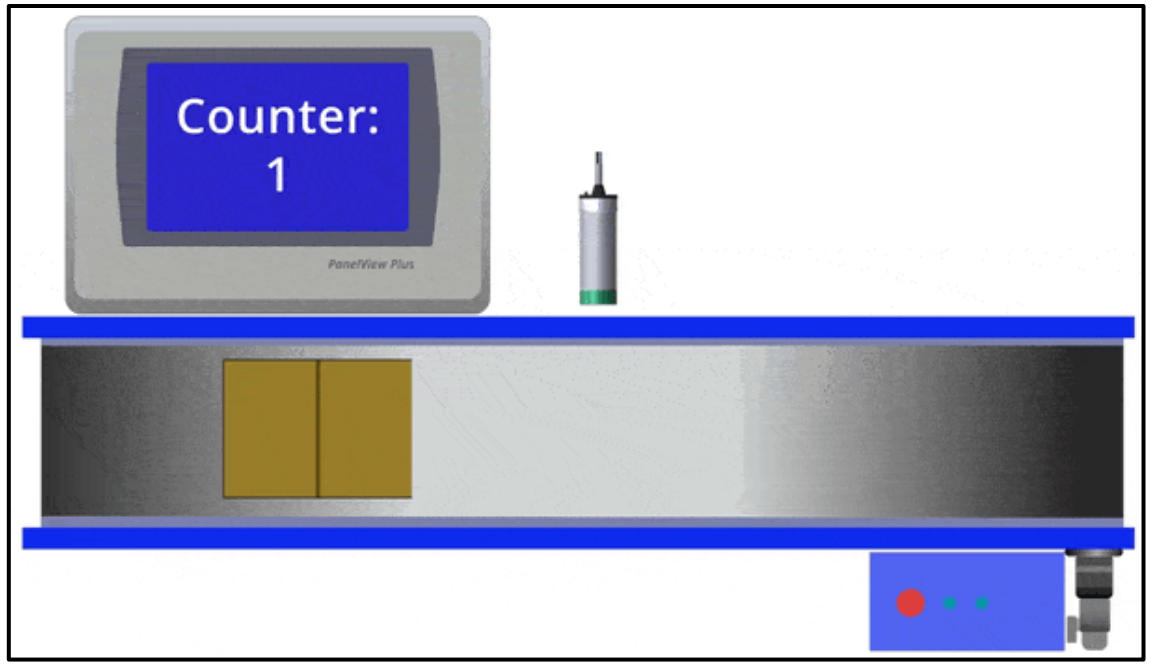
کاربرد سنسور خازنی





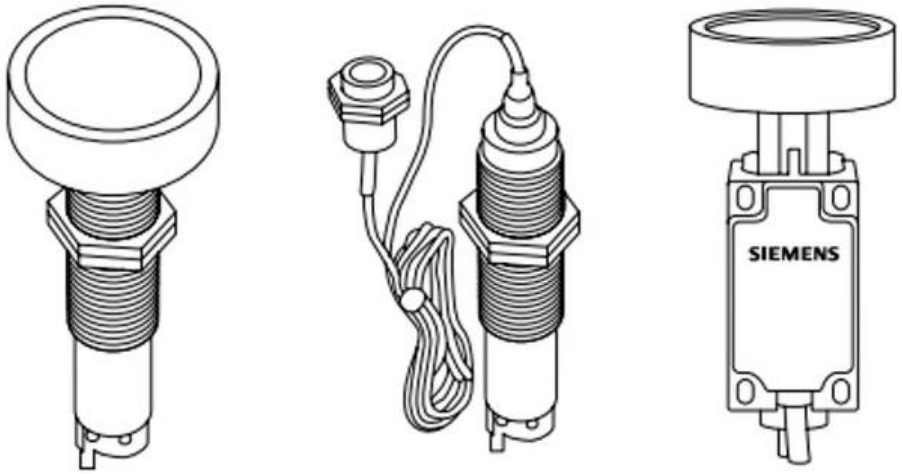




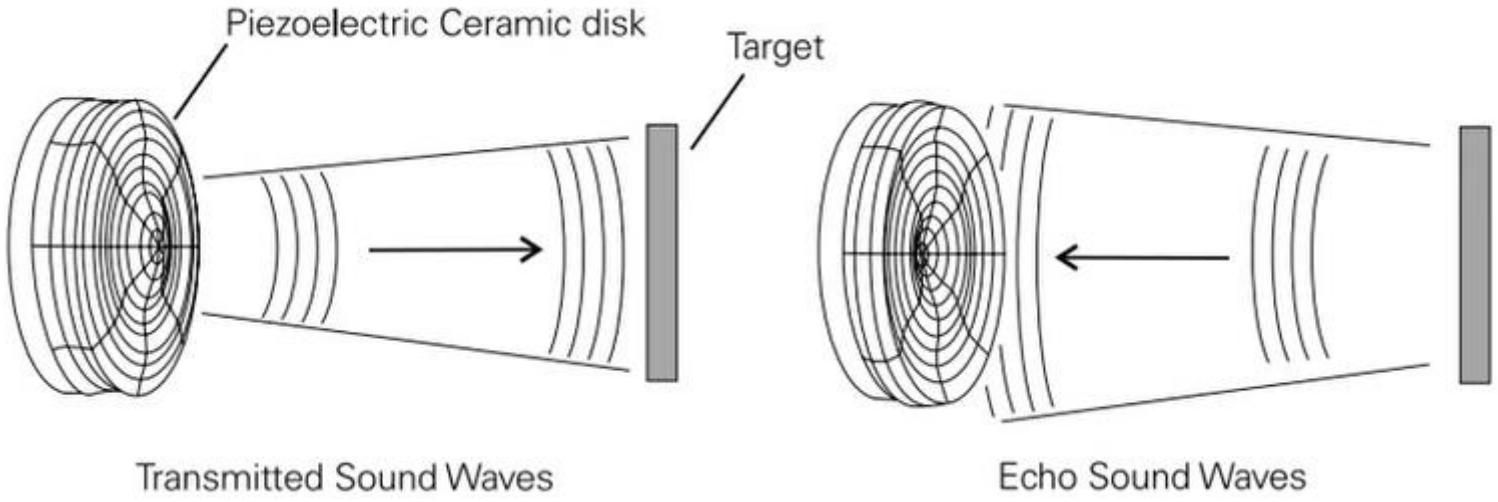


سنسور التراسونیک

سنسورهای مجاورتی التراسونیک از طریق ارسال یک سیگنال صوتی با فرکانس بالا و سپس تحلیل سیگنال برگشتی، شی مورد نظر را شناسایی می‌کند.



- برای ارسال و دریافت صوت اغلب از صفحات پیزوالکتریک استفاده می شود.
- بر اساس اختلاف زمانی بین سیگنال صوتی ارسالی و دریافتی فاصله شی اندازه گیری می‌شود.



اجزای سنسور التراسونیک

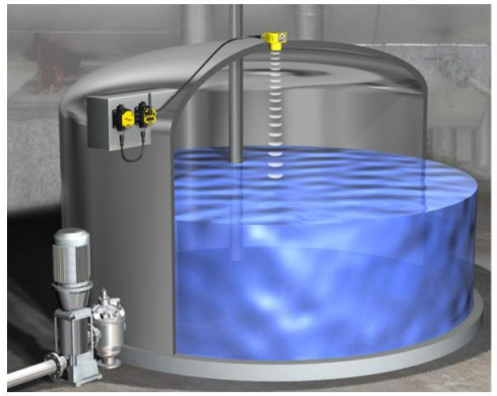
فرستنده: تولید و ارسال امواج صوتی فرکانس بالا (معمولاً 40 کیلوهرتز)

گیرنده: دریافت امواج بازگشتی و پردازش آن

مدار پردازش سیگنال: اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت موج و محاسبه فاصله

ویژگی‌ها و مزایا

- اندازه‌گیری دقیق بدون تماس
- مقاوم در برابر گرد و غبار، نور و رنگ سطح جسم
- قابل استفاده در محیط‌های صنعتی و شرایط سخت
- قابلیت تشخیص اشیای شفاف یا غیر فلزی

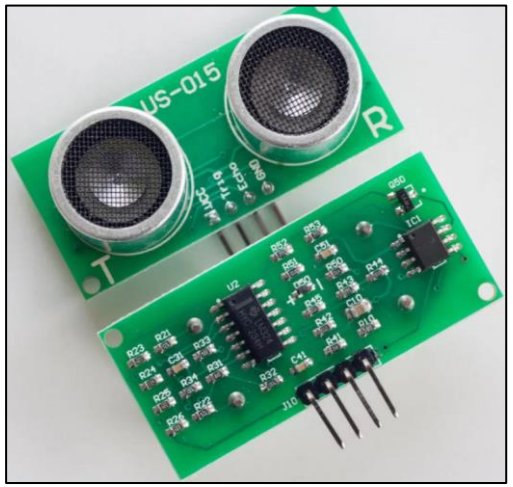


خروجی دیجیتال: در این نوع، سنسور فقط مشخص می‌کند آیا جسمی در فاصله‌ی مشخص‌شده هست یا نه.

نحوه عملکرد: سنسور فاصله را با امواج اولتراسونیک اندازه می‌گیرد.اگر جسمی در محدوده تعیین‌شده باشد (مثلاً کمتر از 10 سانتی‌متر)، خروجی فعال می‌شود و در غیر این صورت صفر می‌شود.

خروجی آنالوگ : در این حالت، سنسور فاصله جسم را اندازه‌گیری کرده و آن را به‌صورت یک ولتاژ متناسب با فاصله خروجی می‌دهد.

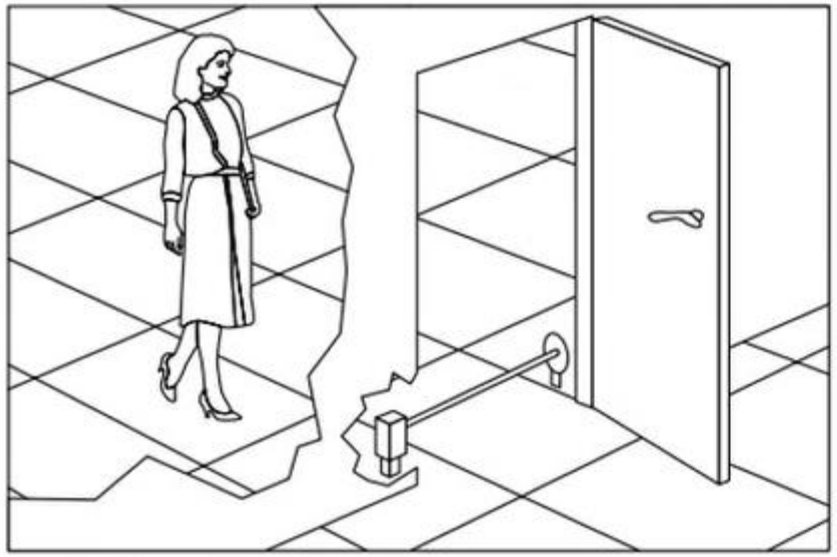
سنسور التراسونیک

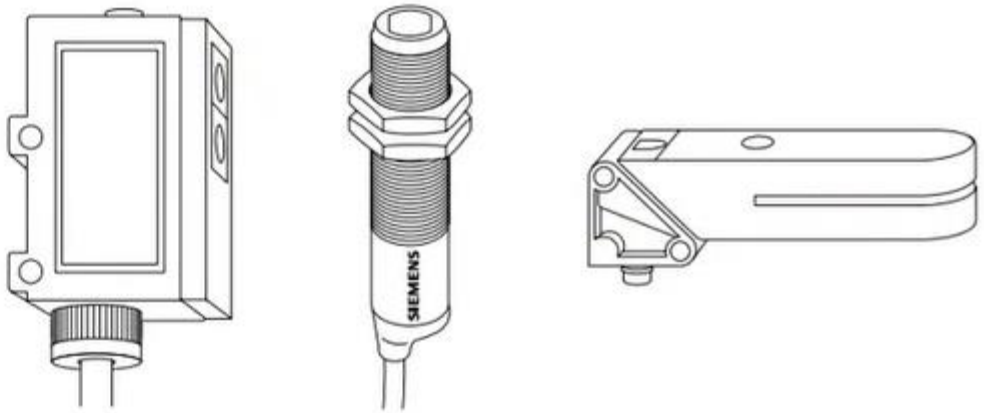


سنسور التراسونیک

سنسور مجاورتی نوری

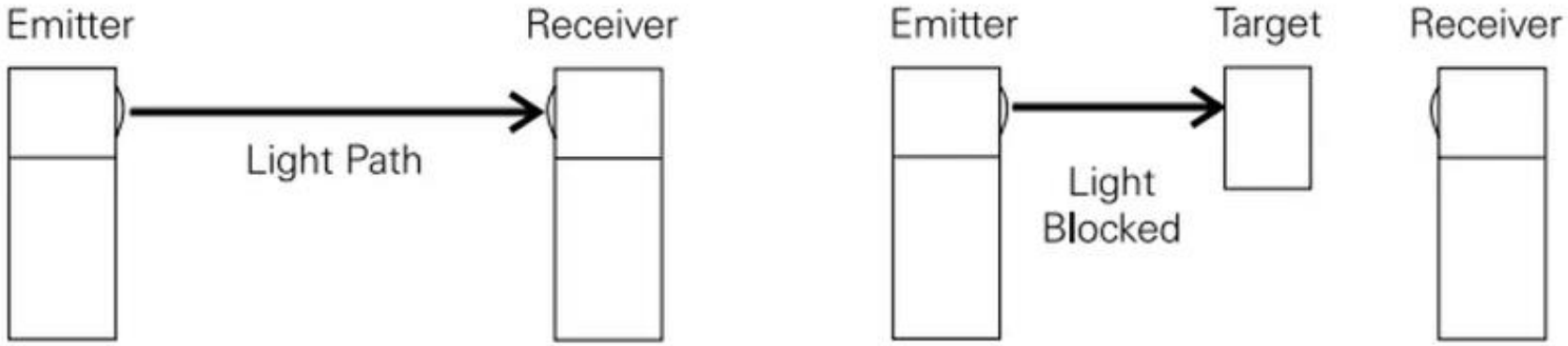
- این سنسورها بر اساس ارسال و دریافت یک نور مودوله شده کار می‌کنند.
- یک فرستنده نوری بصورت پیوسته نور مودوله شده را ارسال میکند و گیرنده نوری هم نورهای منعکس شده را دریافت می کنند
- درصورتیکه نوری ارسالی بین فرستنده و گیرنده قطع شود، وجود شی آشکار می شود.
- نور مودوله شده باعث می‌شود که رنج اندازه گیری و حساسیت نسبت به نور محیط کمتر شود.
- فرکانس نور مودوله بین ۵ تا ۳۰ کیلوهرتز است.





سنسور مجاورتی نوری

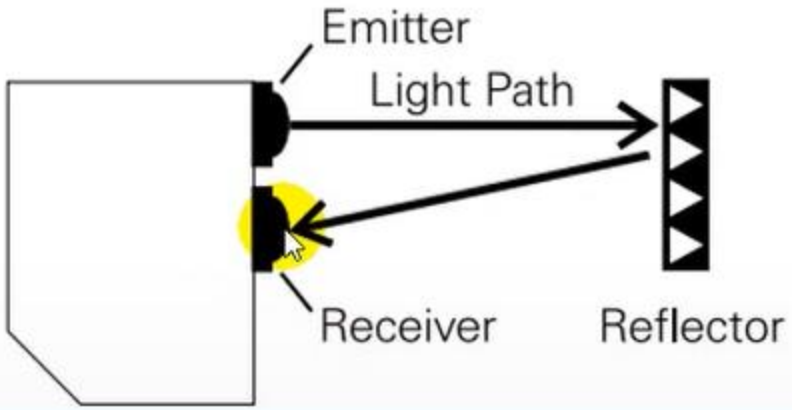
Thru-Beam

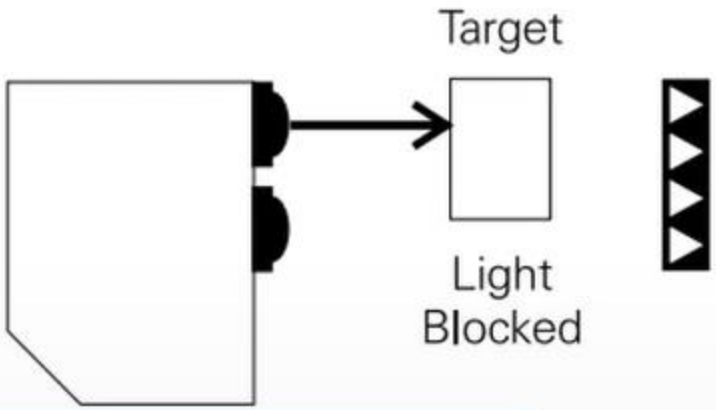


- برای شناسایی اجسام کدر و منعکس کننده نور استفاده می‌شوند و نمی‌توانند اجسام شفاف را شناسایی کنند.

سنسور مجاورتی نوری

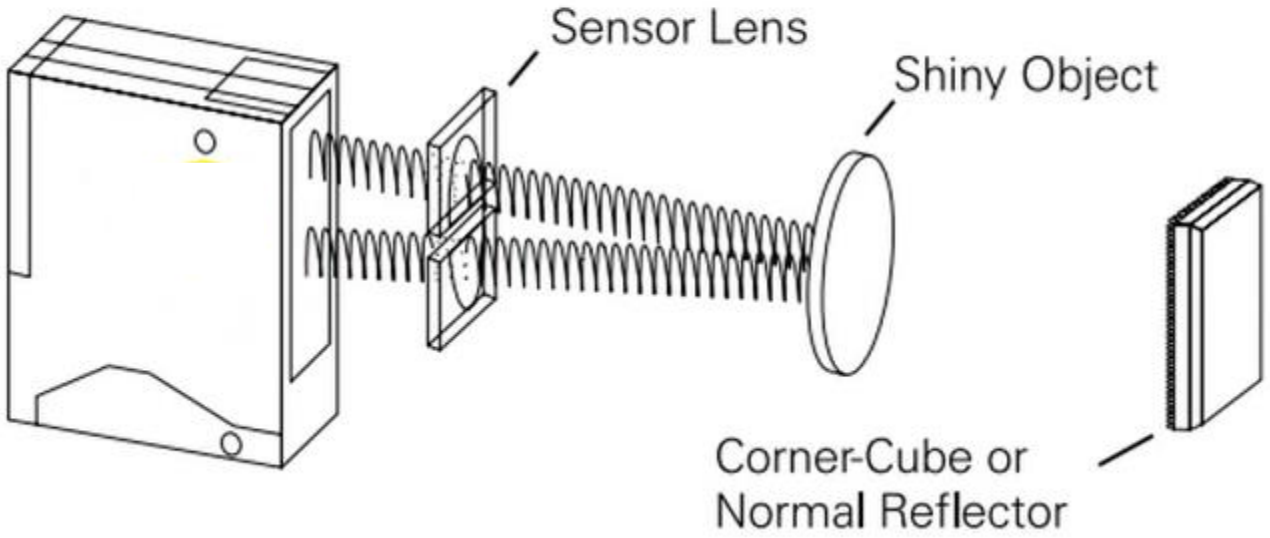
Reflective or Retroreflective Scan





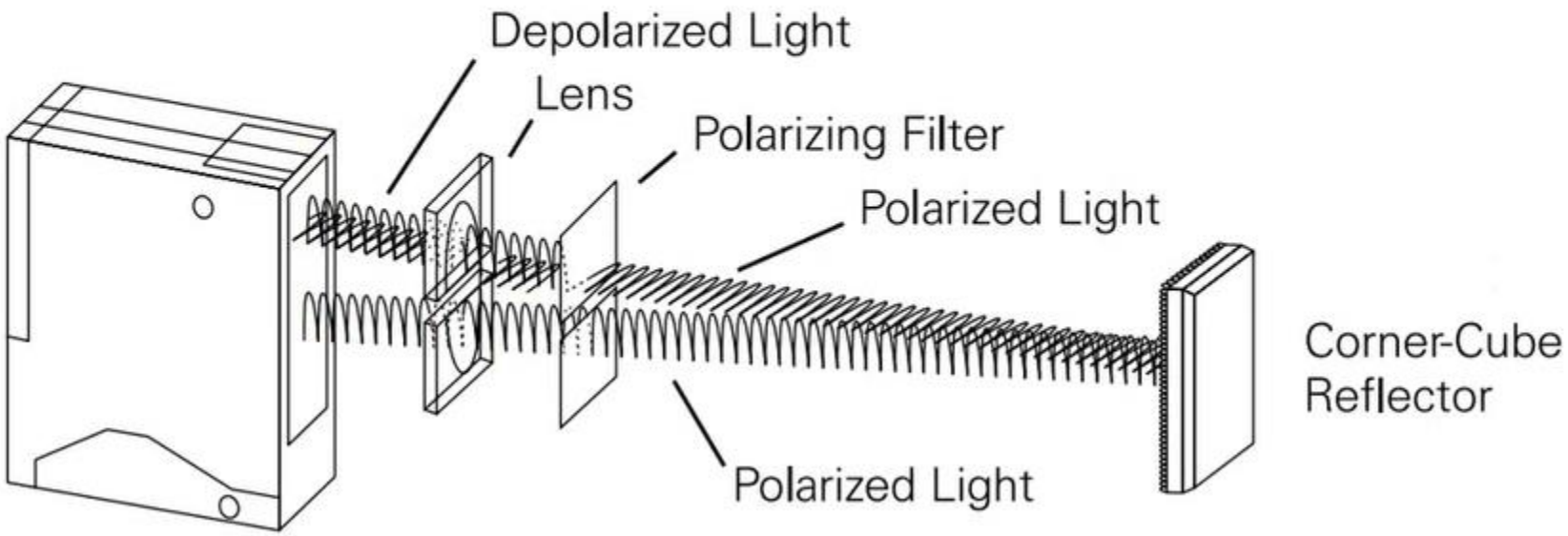
- نحوه تشخیص هدف مات، شفاف تغییر رنگ فاصله و... را تکنیک اسکن می گویند.

Polarized Retroreflective Scan

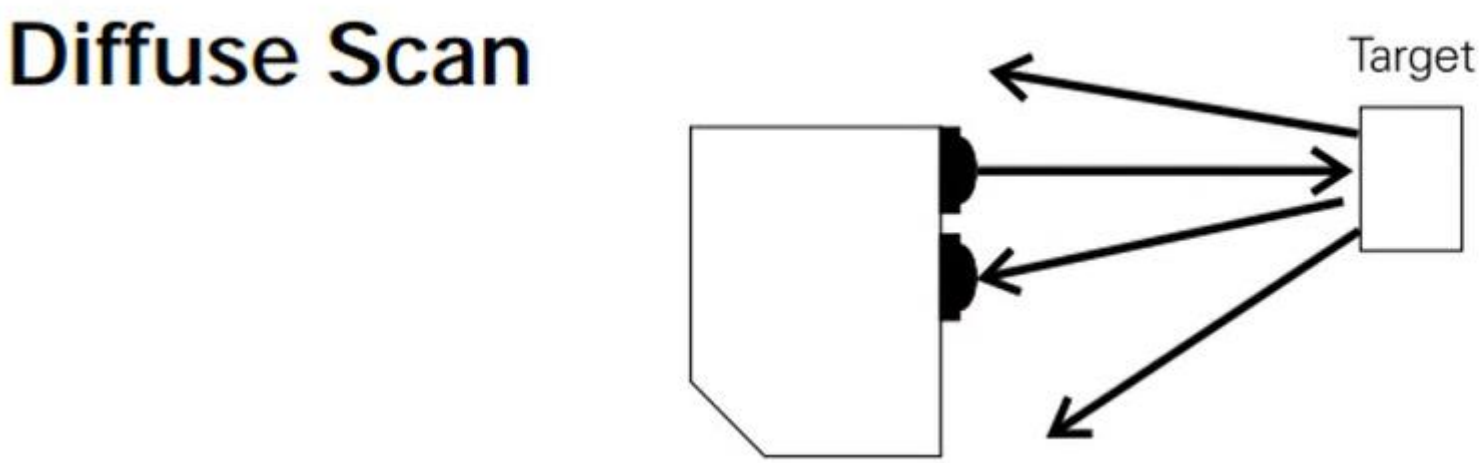


- نحوه تشخیص هدف مات، شفاف تغییر رنگ فاصله و... را تکنیک اسکن می گویند.

Polarized Retroreflective Scan



- نحوه تشخیص هدف مات، شفاف تغییر رنگ فاصله و... را تکنیک اسکن می گویند.

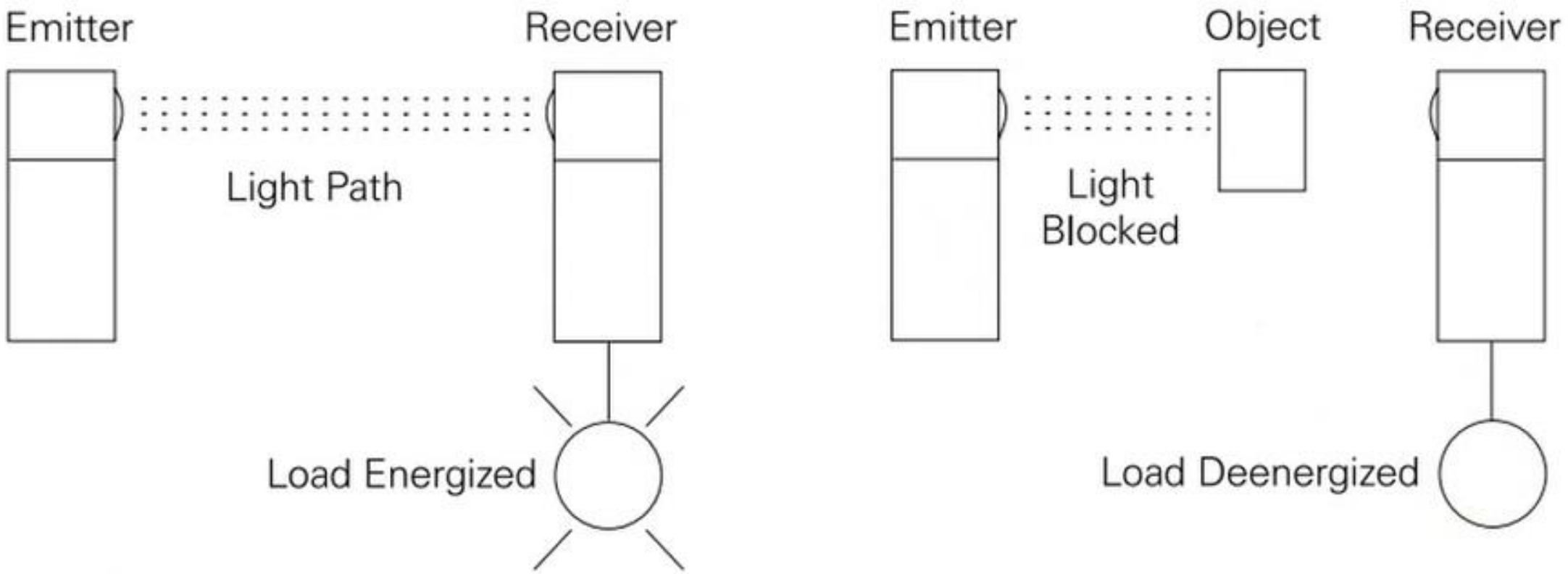


- فرستنده عمود بر هدف قرار میگیرد و گیرنده در جهت های مشخصی برای دریافت نور برگشتی جاسازی می شوند.

ضریب تصحیح برای چشم های نوری دیفیوز

Test Card (Matte White)	100%
White Paper	80%
Gray PVC	57%
Printed Newspaper	60%
Lightly Colored Wood	73%
Cork	65%
White Plastic	70%
Black Plastic	22%
Neoprene, Black	20%
Automobile Tires	15%
Aluminum, Untreated	200%
Aluminum, Black Anodized	150%
Aluminum, Matte (Brushed Finish)	120%
Stainless Steel, Polished	230%

حالت کاری سنسور مجاورتی نوری:



سنسور مجاورتی نوری

چشم نوری:

- چشم نوری یک طرفه:
  حداکثر فاصله تشخیص 1 متر
- چشم نوری رفلکتوری:
  حداکثر فاصله تشخیص 7 متر
- چشم نوری فرستنده گیرنده:
  حداکثر فاصله تشخیص 15 متر

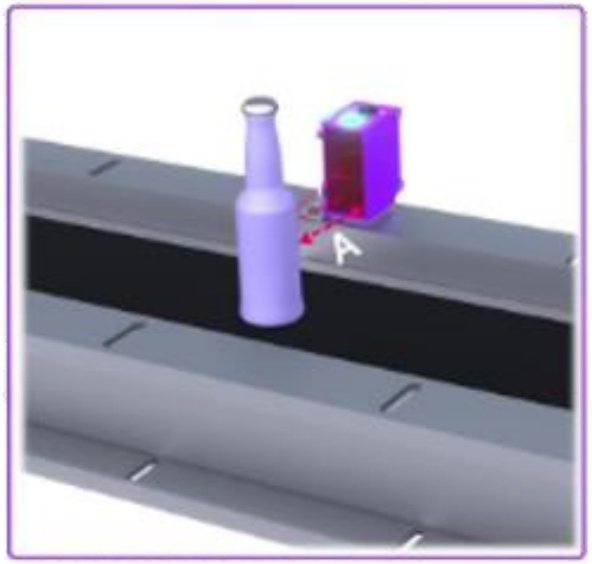
مزایا:

- سرعت بالا در تشخیص
- دقت زیاد
- بدون نیاز به تماس با جسم
- قابلیت تشخیص اشیای شفاف، رنگی و غیر فلزی

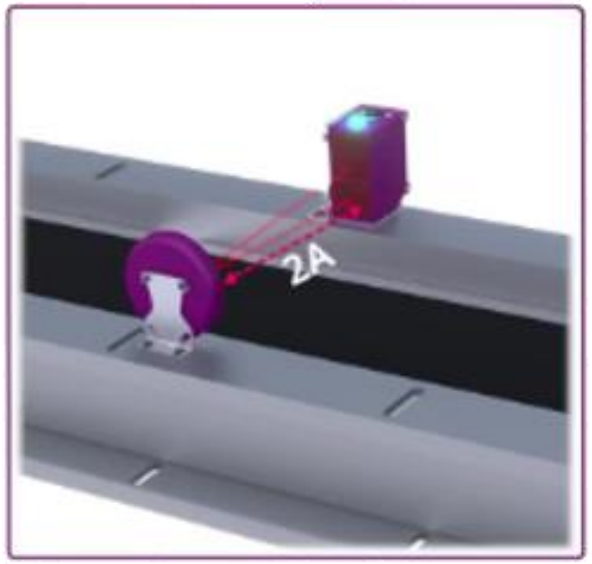
معایب:

- حساس به گرد و غبار و آلودگی
- ممکن است نور محیط روی عملکرد آن تأثیر بگذارد
- نیاز به تنظیم دقیق در برخی مدل‌ها

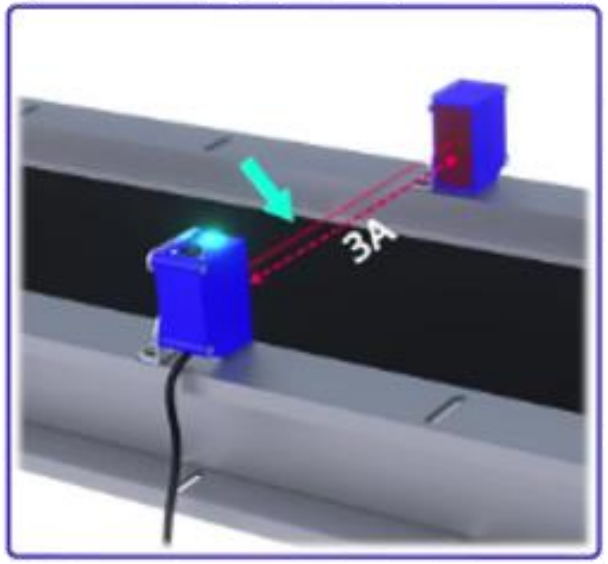
سنسور مجاورتی نوری



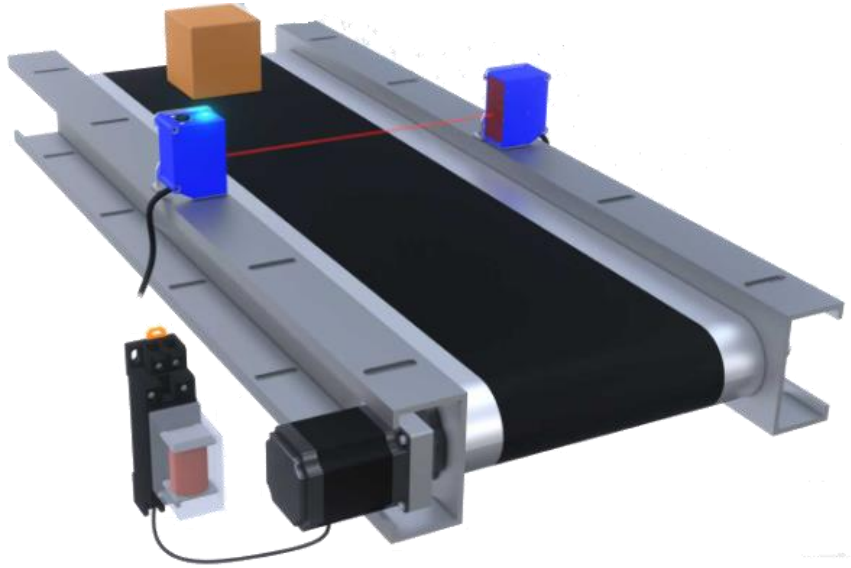
یک طرفه



رفلکتوری



دو طرفه



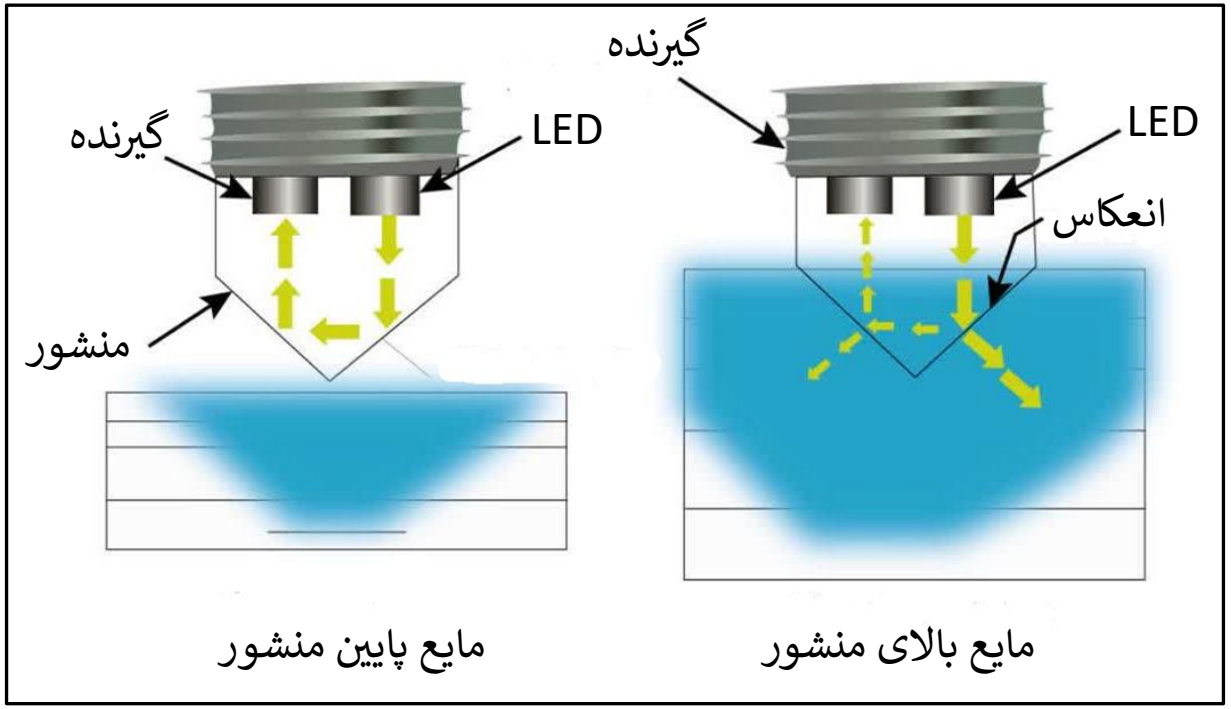
سنسور مجاورتی نوری

نصب آسان: به دلیل یکپارچه بودن فرستنده و گیرنده، تنظیم آن بسیار راحت است.

سرعت بالا: زمان پاسخ‌گویی بسیار کم، مناسب برای کاربردهای صنعتی سریع.

دقت زیاد: قابلیت تشخیص اجسام کوچک و نازک مانند نخ، سیم، برچسب و کاغذ.

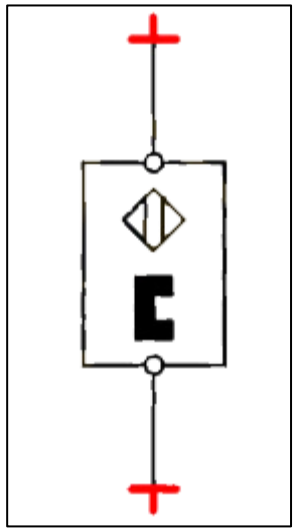
سنسور نوری سطح مایع یک سنسور الکترواپتیکی است که برای تشخیص وجود یا عدم وجود مایع در یک سطح خاص، از پدیده شکست نور در منشور استفاده می‌کند.



سنسور نوری سطح مایع

سنسور مجاورتی مغناطیسی

سنسور مغناطیسی نوعی سنسور مجاورتی است که عملکرد آن بر اساس حساسیت نسبت به میدان مغناطیسی اطراف آهنربای دائم یا الکتریکی می‌باشد. اگر یک میدان مغناطیسی مانند میدان مغناطیسی یک آهنربای دائم نزدیک حسگر شود کنتاکت‌های تیغه ای شکل جذب میدان مغناطیسی شده و یک یا چند کنتاکت را باز یا بسته می‌کند.



شمای فنی سنسور مغناطیسی

سنسور مغناطیسی

عملکرد این سنسور بر اساس بازتاب نور از سطح مواد است.

نحوه عملکرد سنسور رنگ به این صورت است که امواج ساطع شده از مواد را دریافت و آشکار می‌کند. سنسورهای تشخیص رنگ در دو نوع دیجیتال و آنالوگ هستند. در نوع دیجیتال رنگ مورد نظر را در مقابل سنسور قرار داده و اصطلاحا سنسور را teach می‌کنیم به این ترتیب سنسور تنها در مقابل همان رنگ خروجی خواهد داد.

سنسورهای آنالوگ شامل سه خروجی آنالوگ مربوط به رنگ‌های قرمز سبز و آبی هستند.

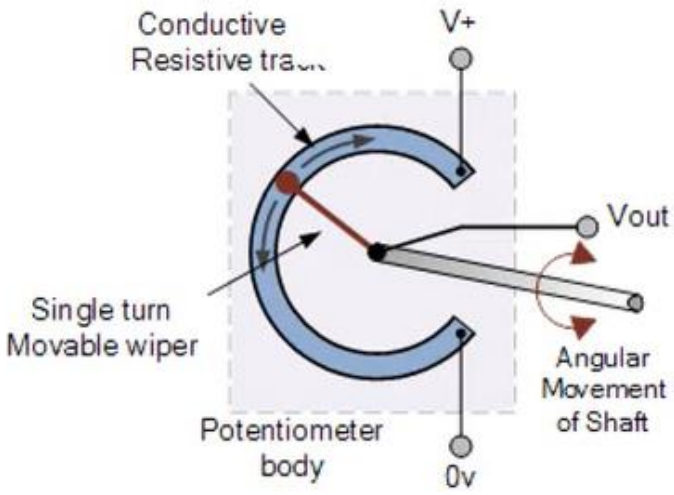
سنسور تشخیص رنگ

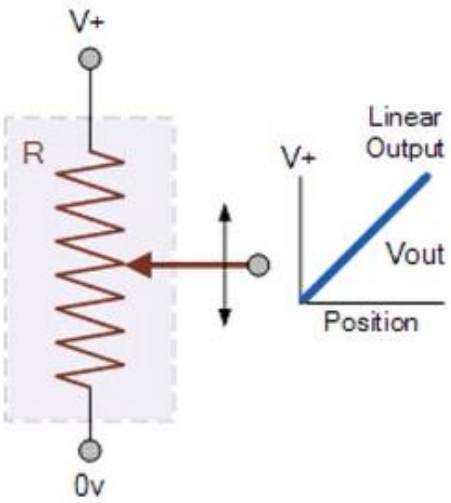
بخش سوم:

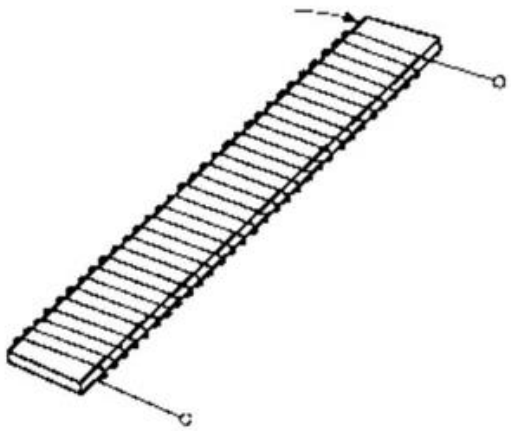
سنسور های اندازه گیری حرکت

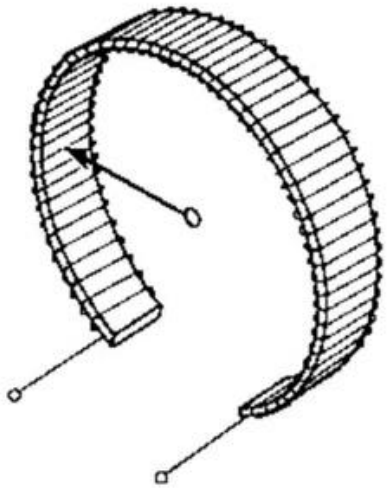
سنسور جابجایی پتانسیومتری

- دقیقا مشابه یک پتانسیومتر الکتریکی است.
- جابجایی مکانیکی خطی یا دورانی تبدیل به ولتاژ می شود.









سنسور جابجایی پتانسیومتری

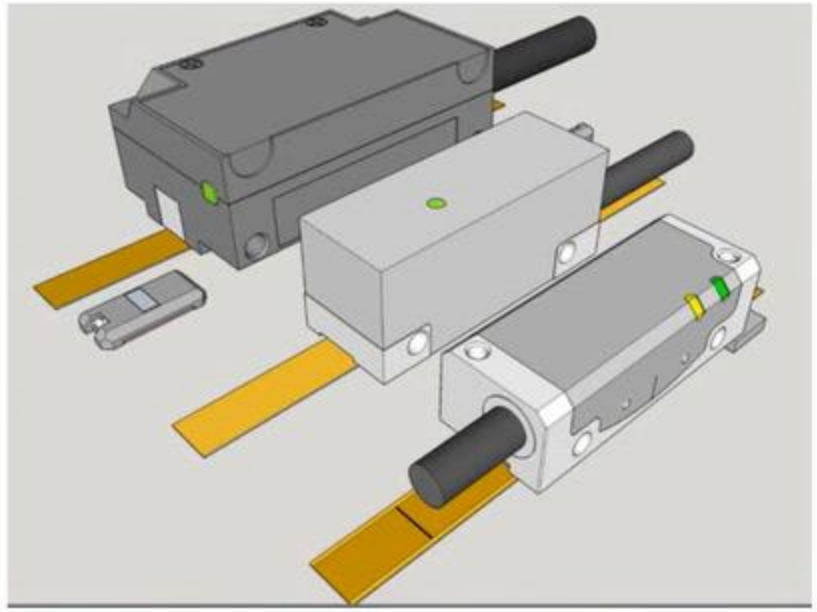
Resistive sensor of linear position Novotechnik TR100

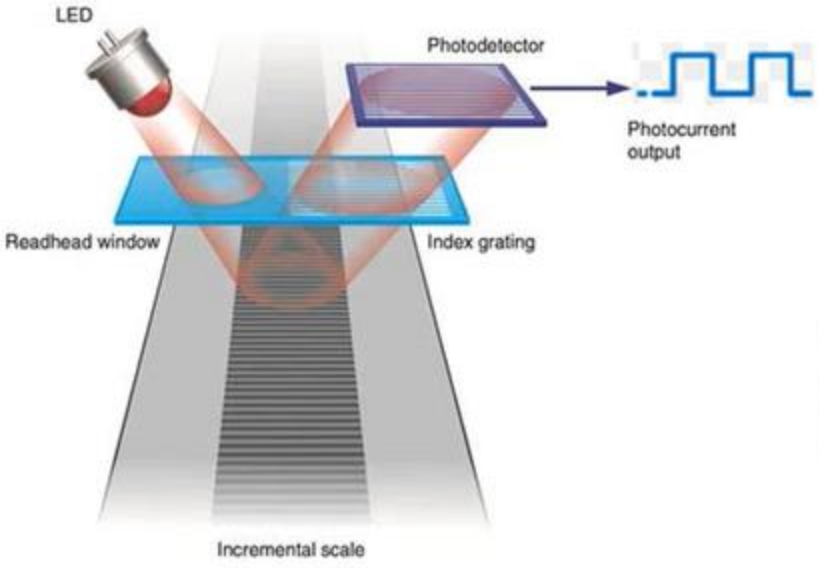
Tab. 1: Parameters of the resistance based sensor Novotechnik TR100

Parameter	Value	Unit
Range of measurement	100	mm
Nominal resistance	5	kΩ
Linearity error	± 0.075	%
Suggested current through slider	≤ 1	μA
Maximum current through slider during failure	10	mA
Max. voltage U_1	42	V

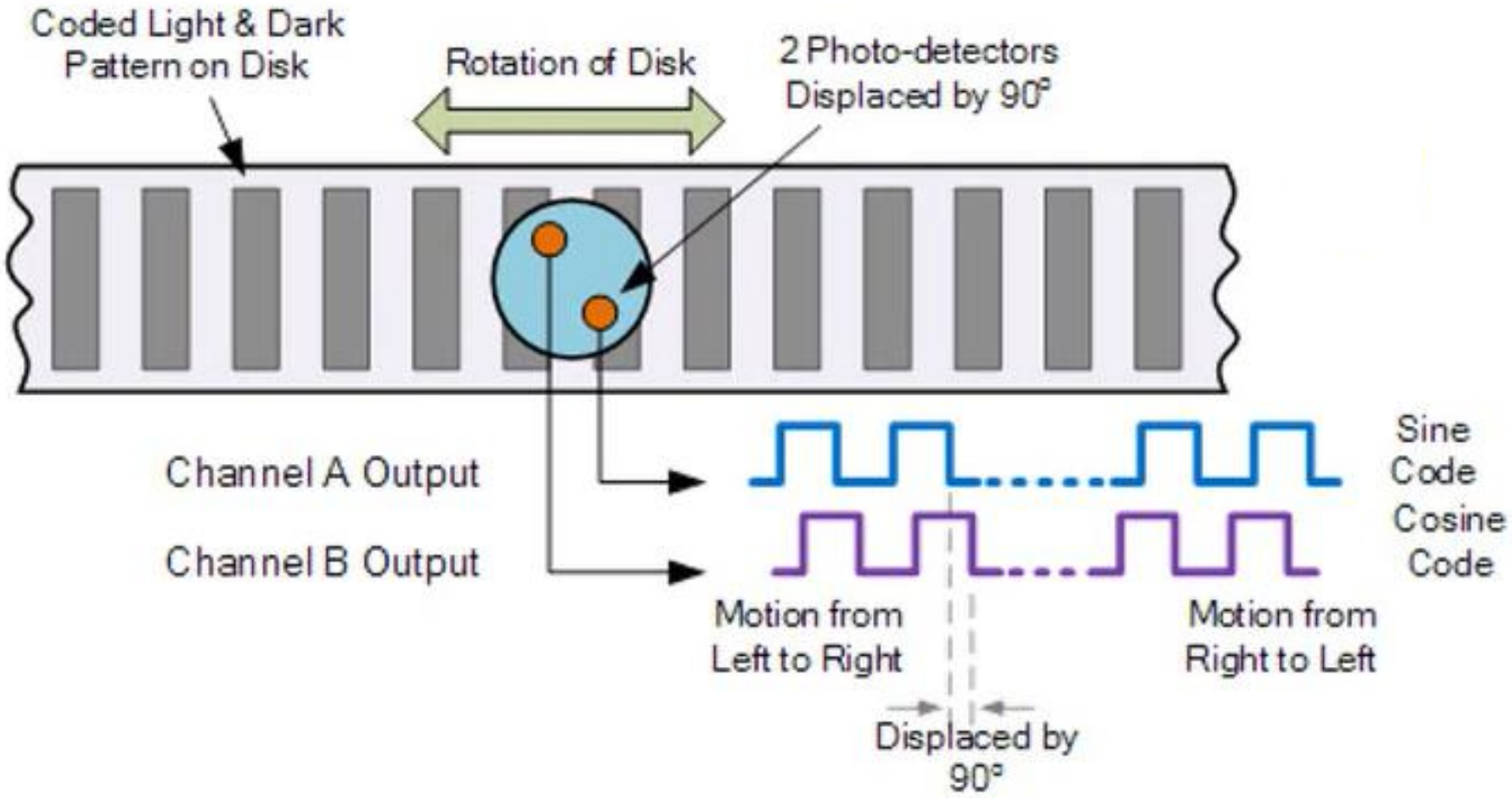
انکدر خطی

- حرکت را به سیگنال‌های دیجیتال تبدیل می‌کند.
- جابجایی و سرعت از طریق شمارش پالس‌های دیجیتال ایجاد شده، محاسبه می شود.

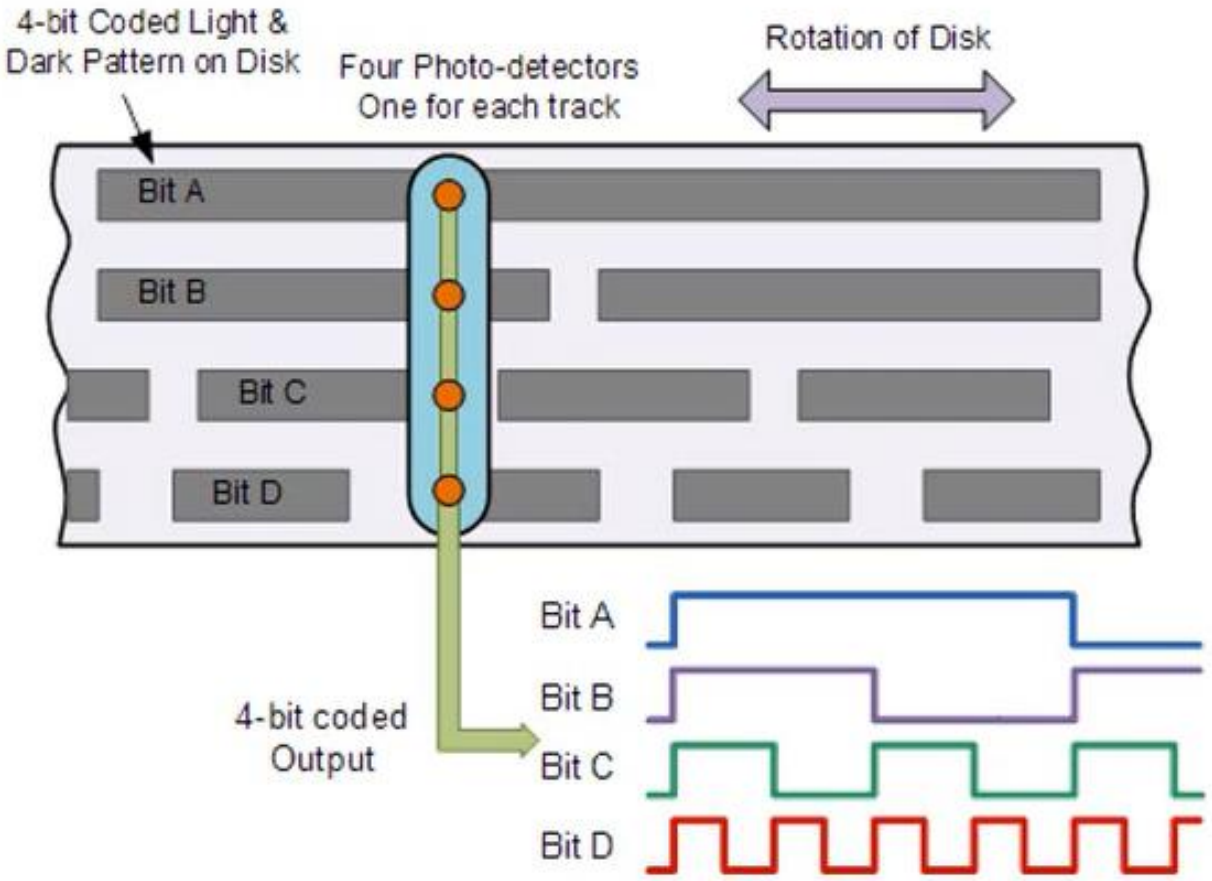


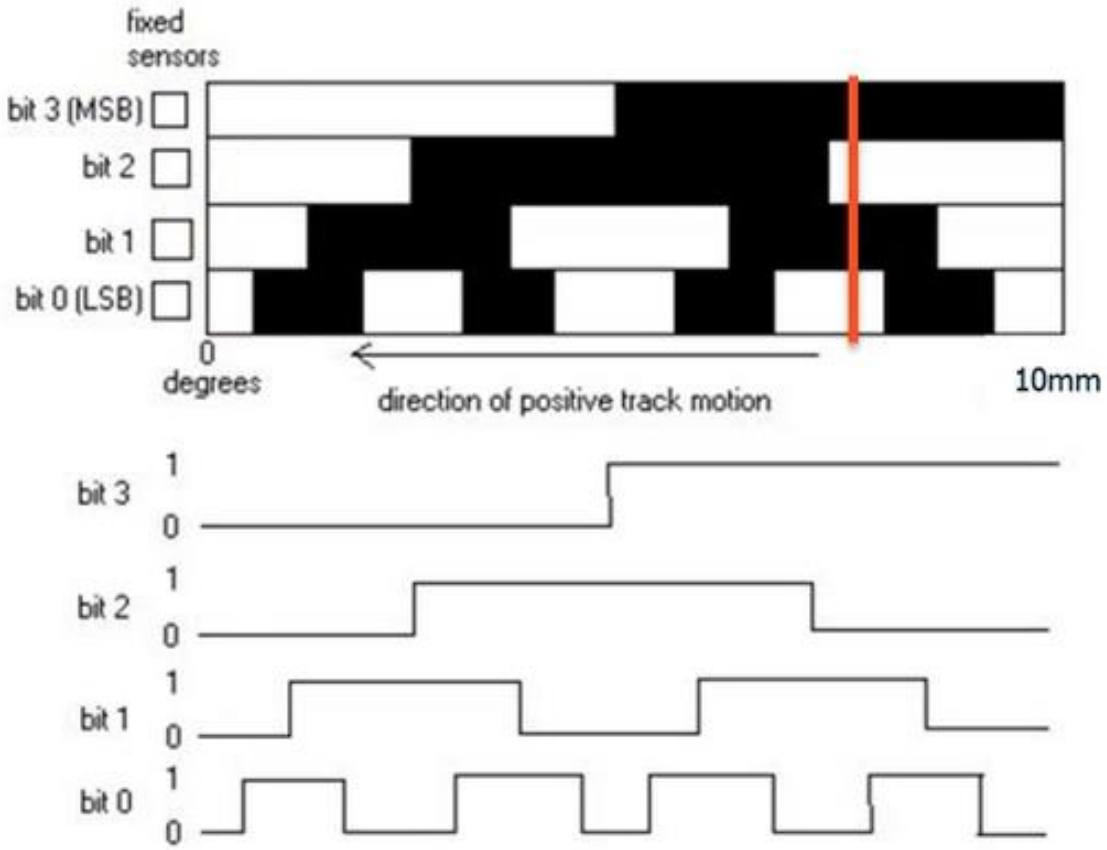


- برای تعیین جهت جابجایی از دو سنسور نوری استفاده می شود.

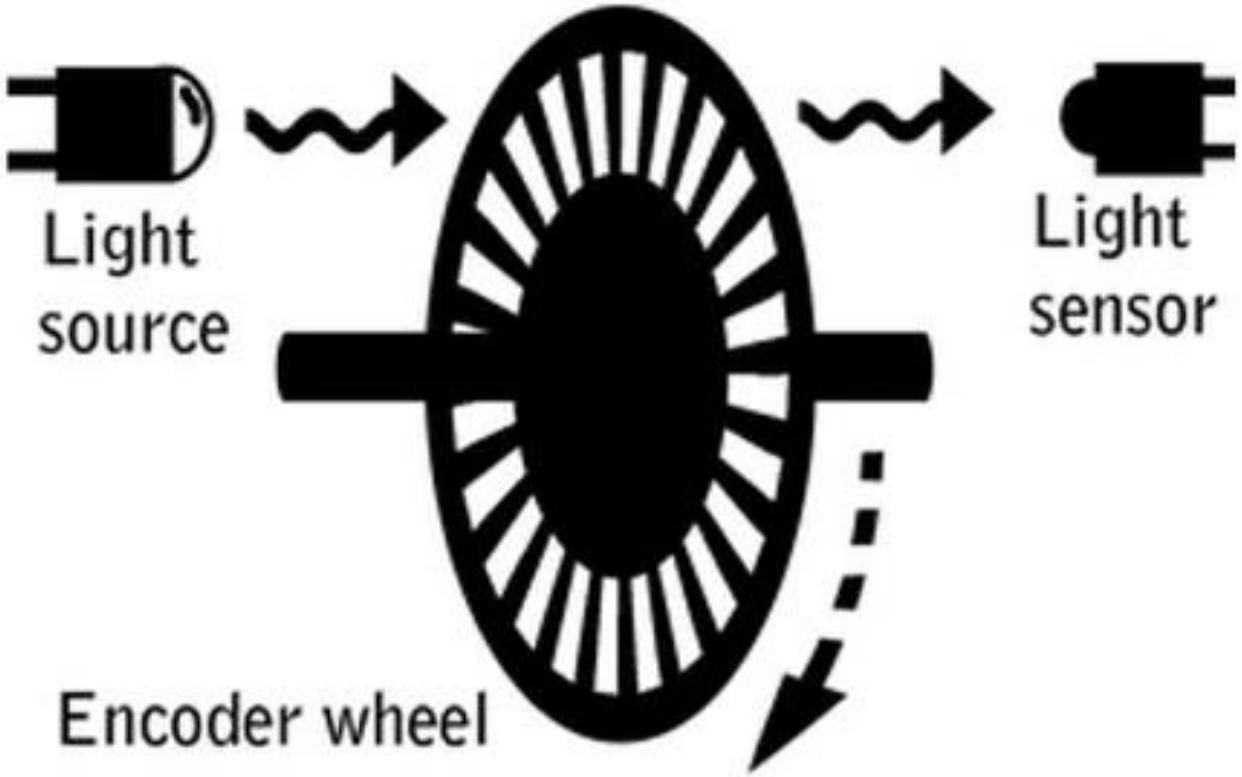


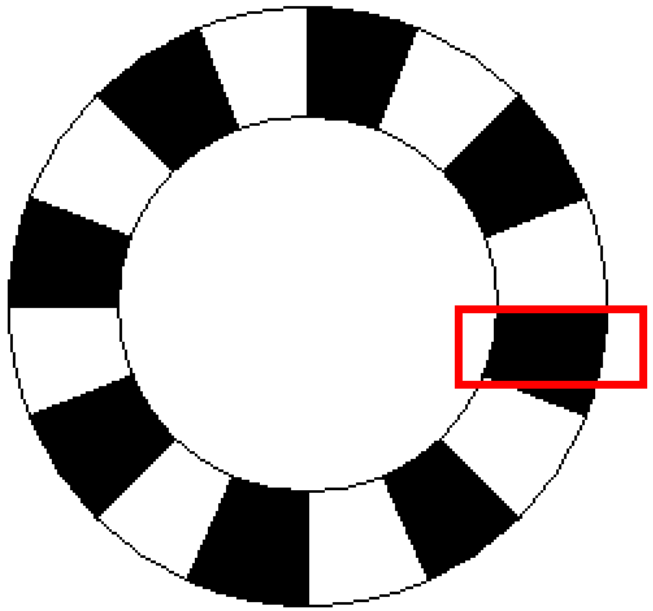
انکودر خطی مطلق





انکدر دورانی افزایشی



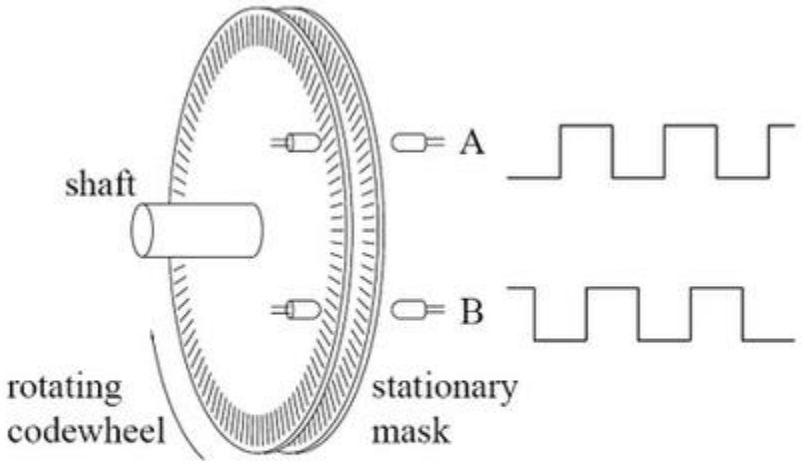


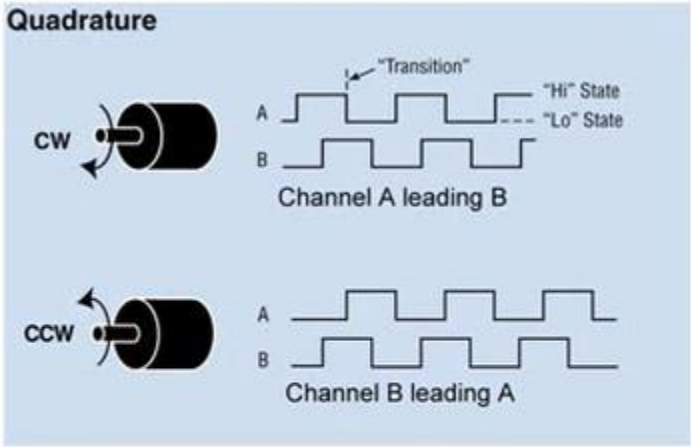
0

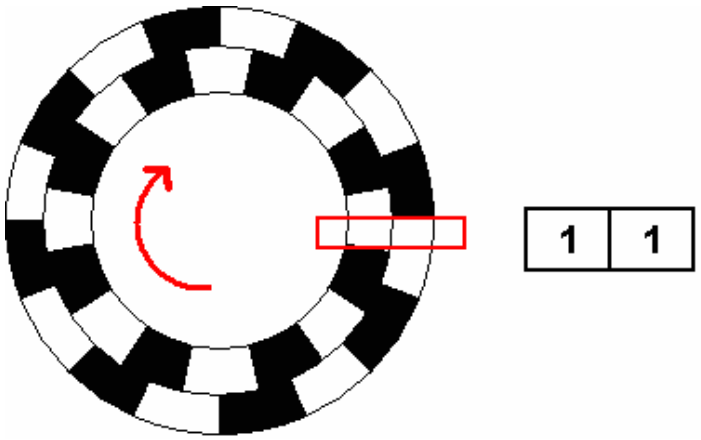
انکدر افزایشی

انکدر دورانی افزایشی

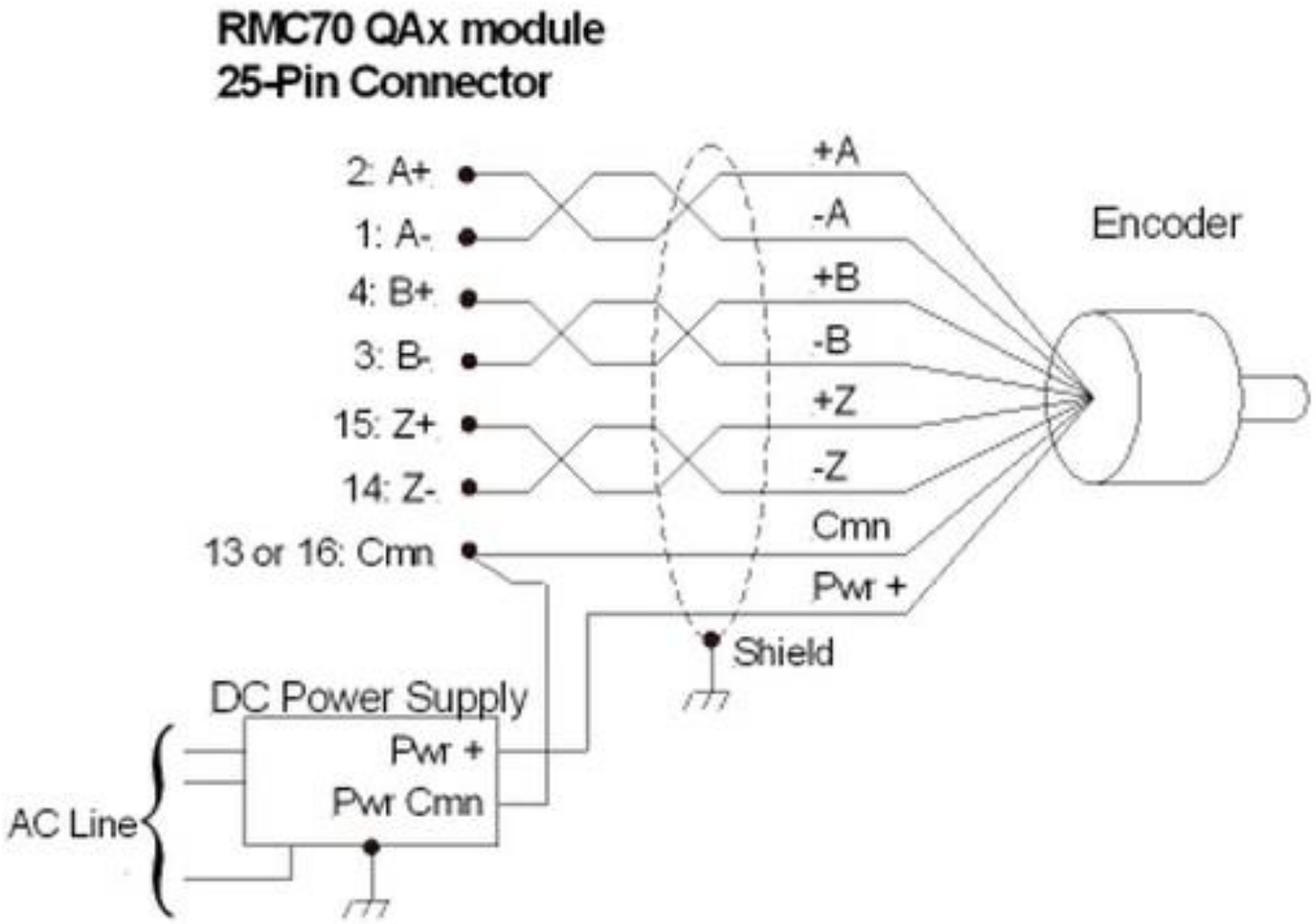
- تعیین موقعیت و جهت



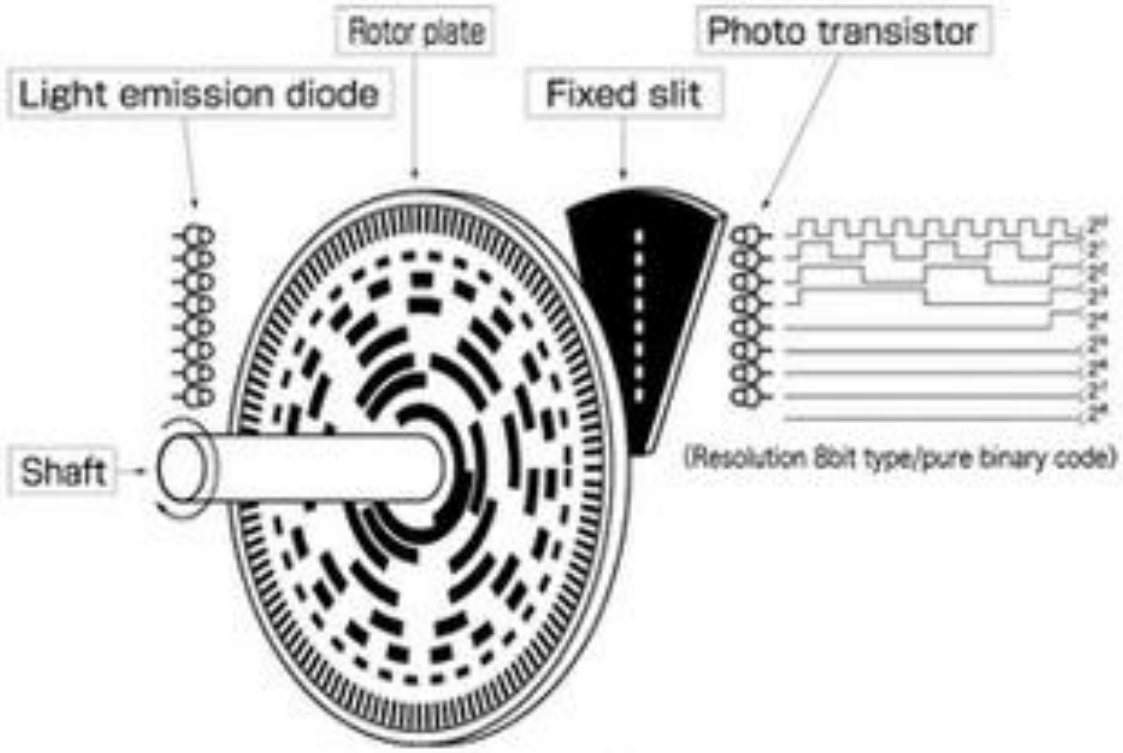




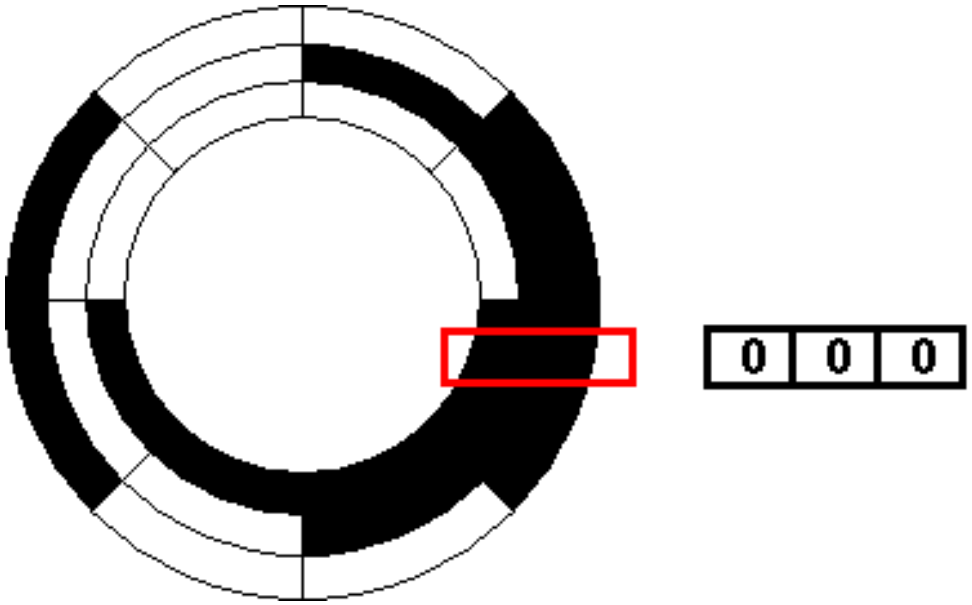
انکدر دورانی خطی



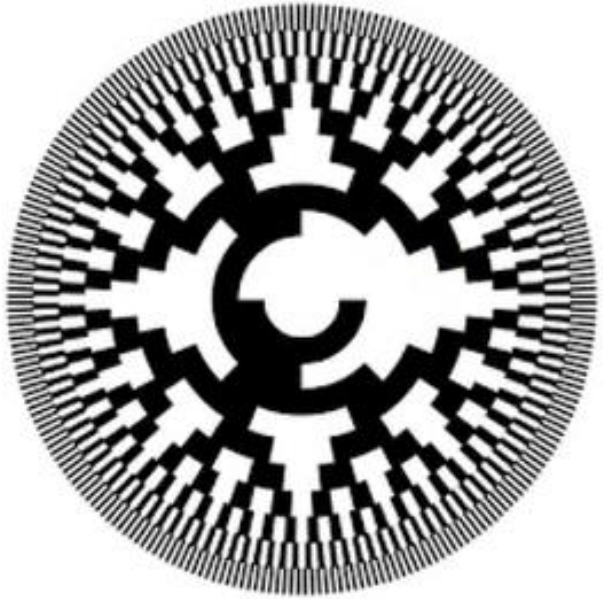
انکدر دورانی مطلق

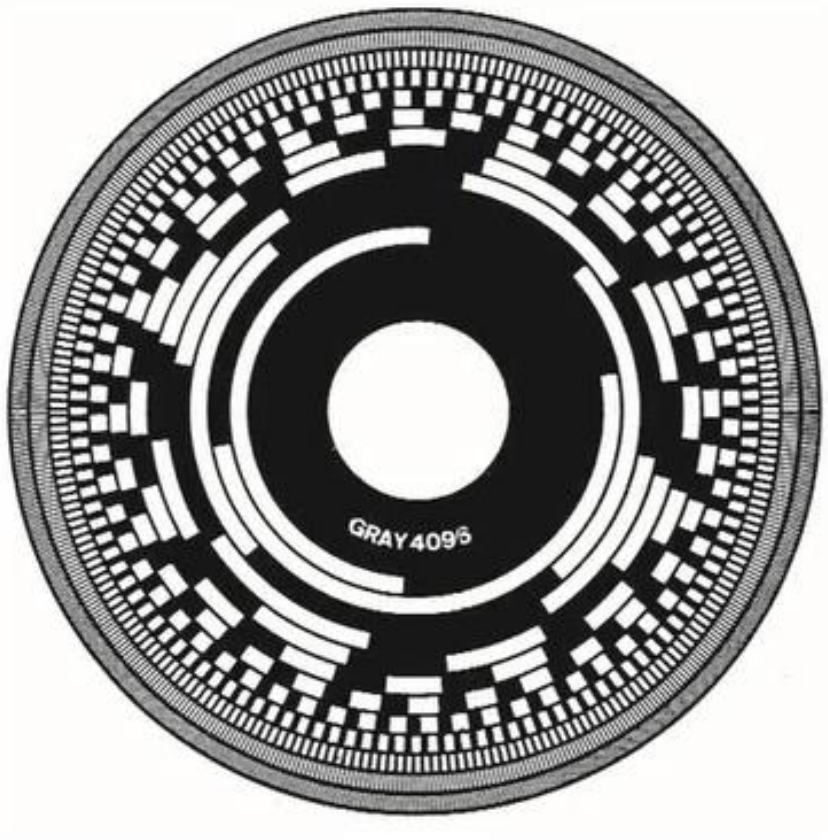


Absolute Encoder Simplified Structure

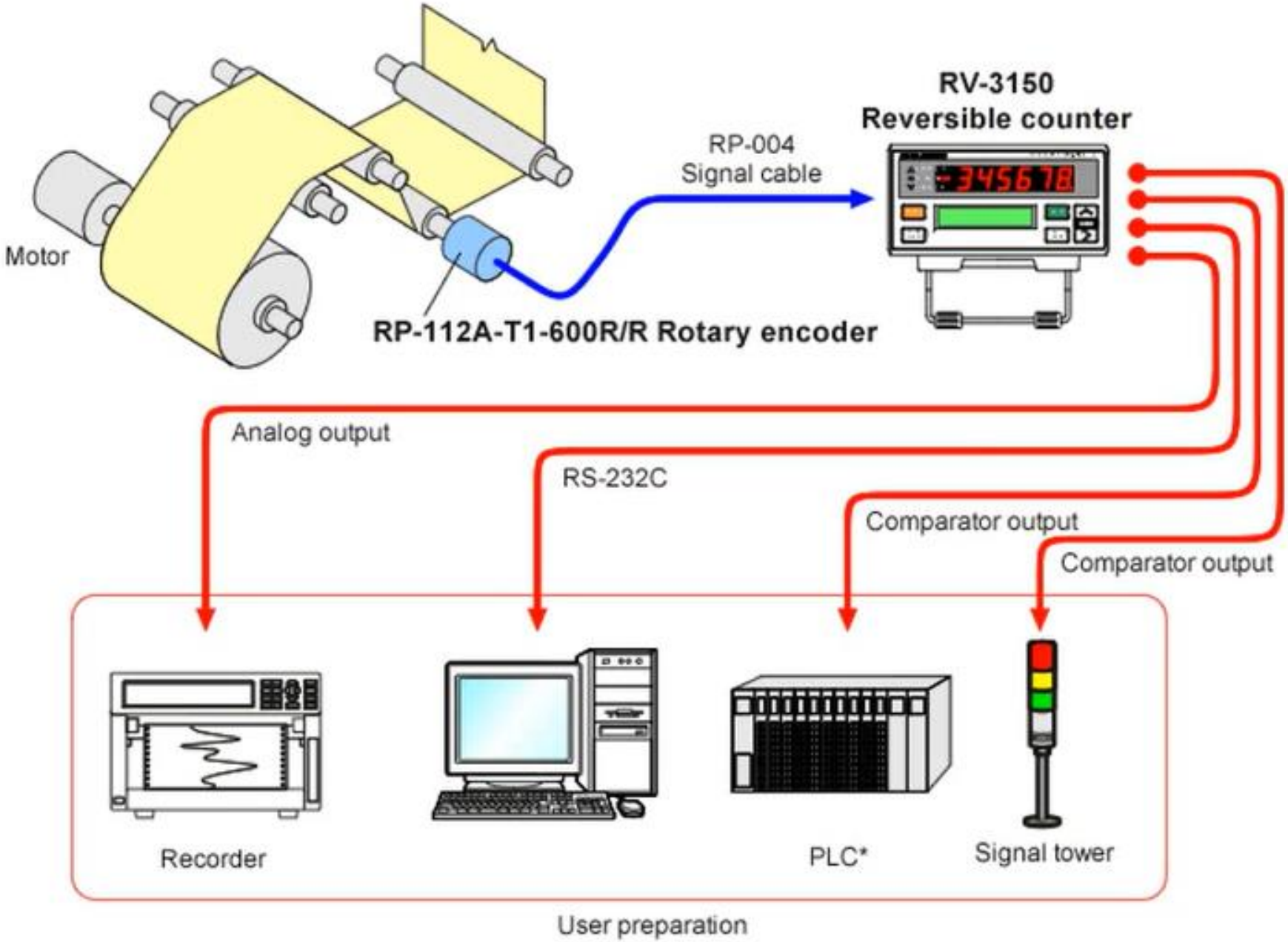


انکدر دورانی مطلق



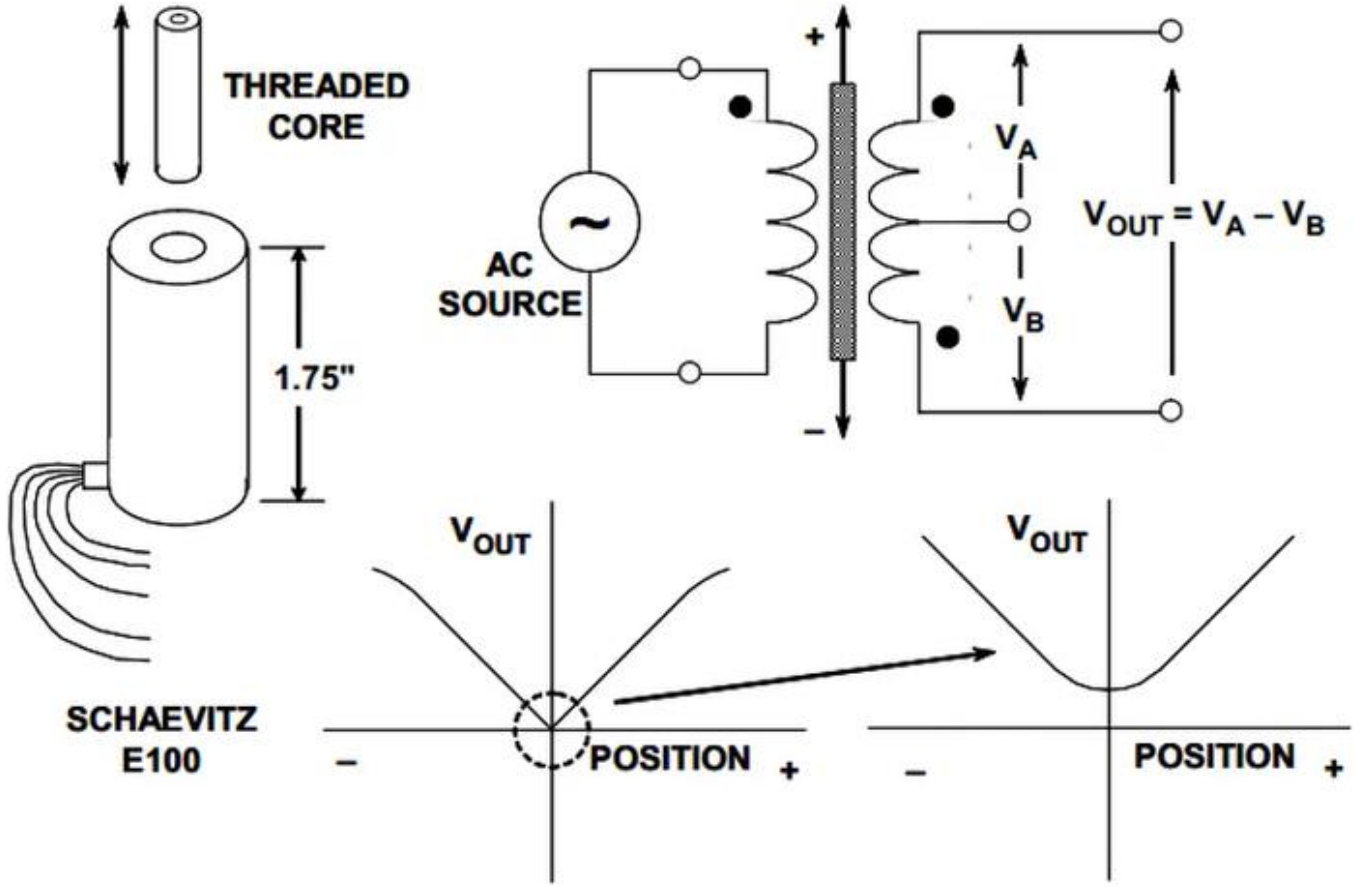


انکدر دورانی



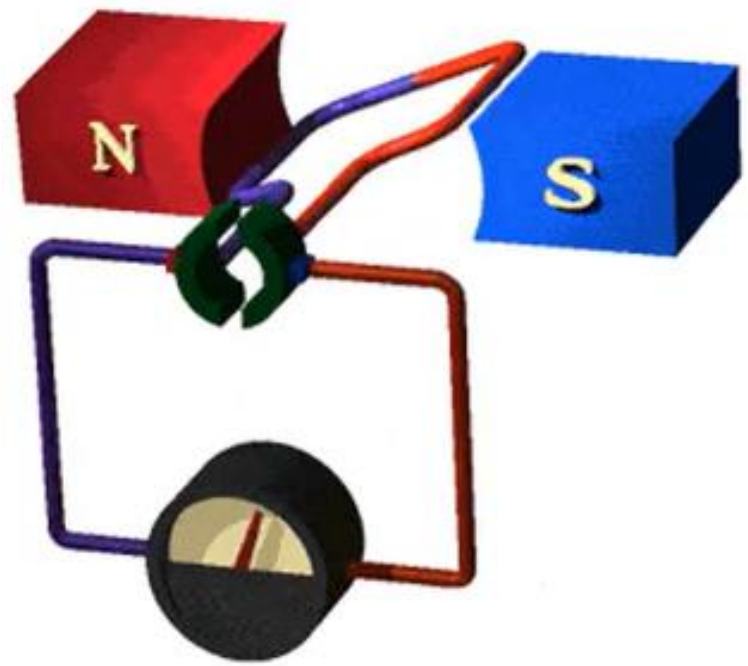
LVDT یک سنسور موقعیت خطی بدون تماس است که جابه‌جایی یک هسته‌ی فلزی را به ولتاژ الکتریکی AC تبدیل می‌کند. به شدت دقیق، مقاوم و بدون سایش مکانیکی است.

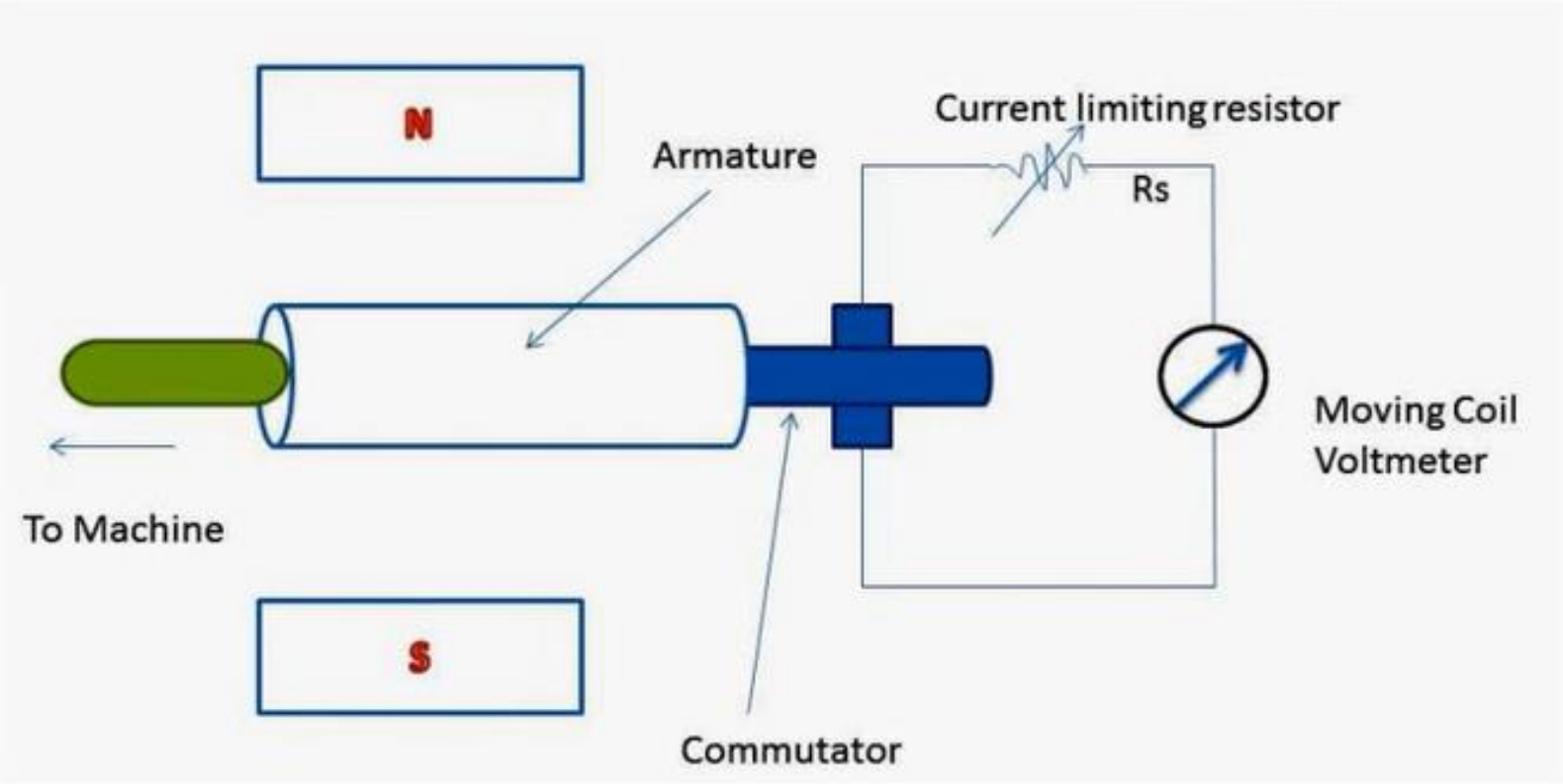
LVDT: Linear Variable Differential Transformer



- رزولوشن یکنواخت بالا
- هیسترزیس ناچیز
- دقت بالا
- بدون اصطکاک

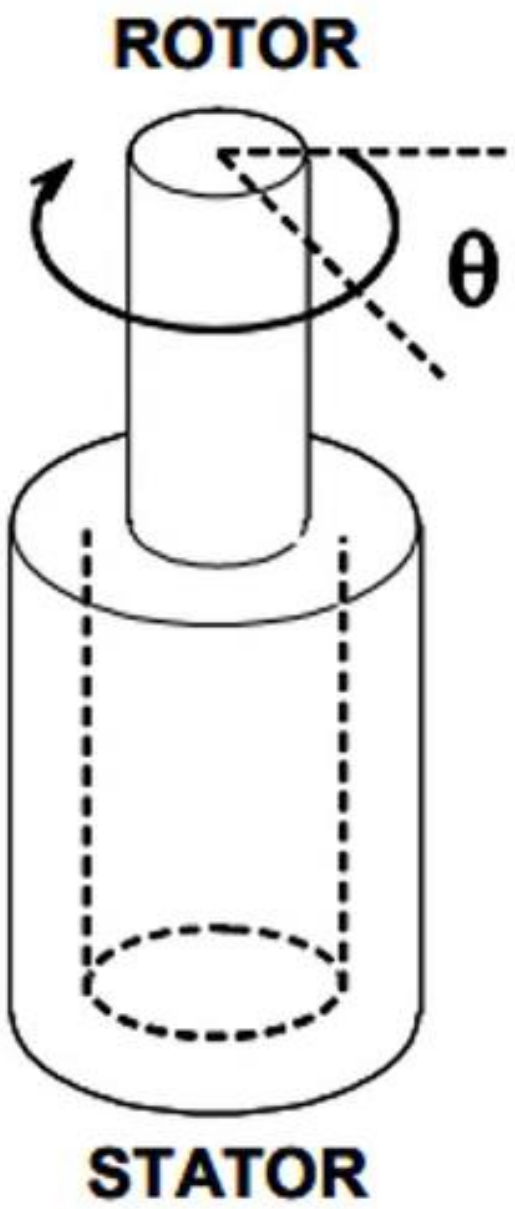
تاکو ژنراتور DC

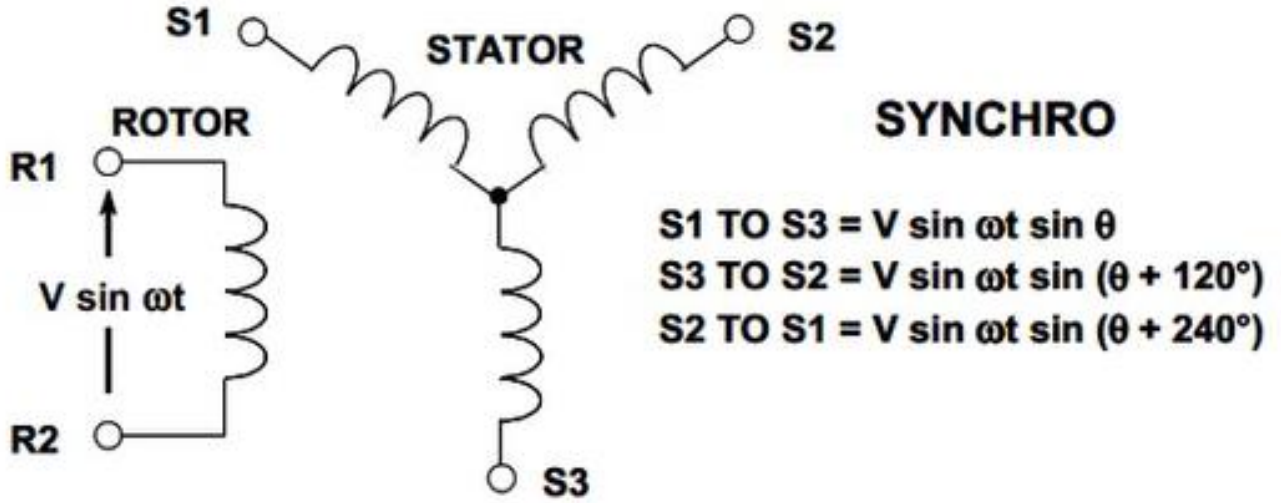


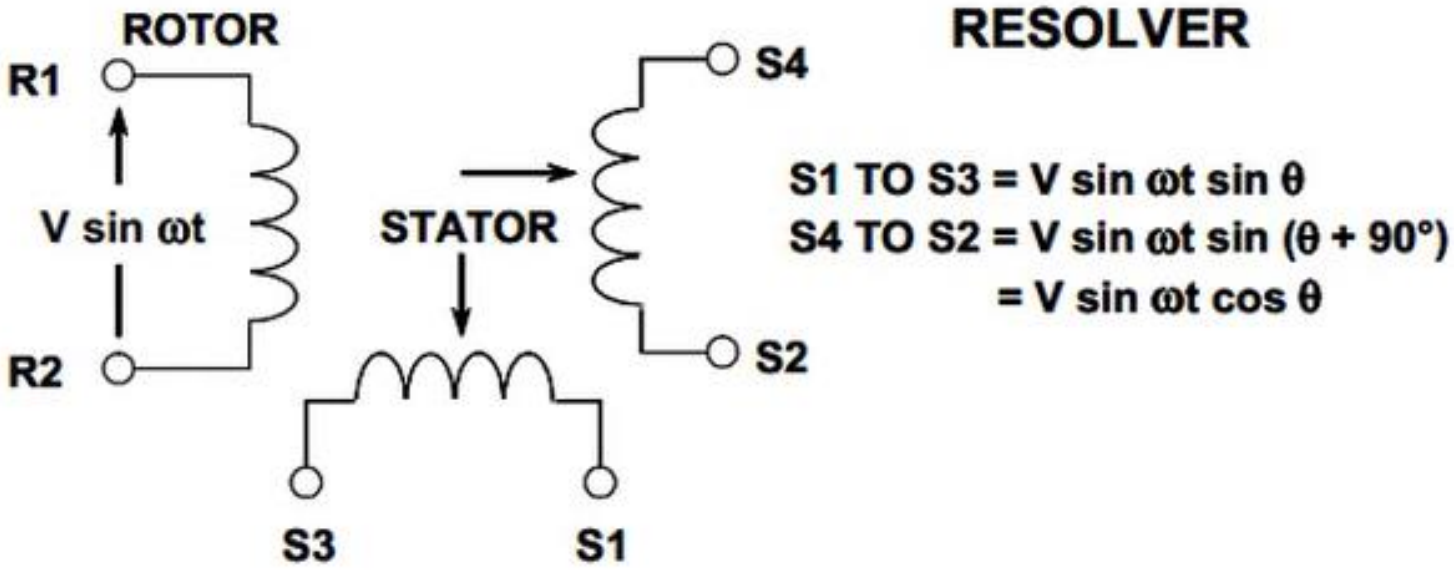


این سنسورها بدلیل سایز کوچک، اندازه گیری مطلق، طول عمر و قابلیت بالا، دقت بالا و تولید نویز خیلی کم مورد توجه بسیاری از صنایع قرار گرفته است.

سینکرو و ریزالور







بخش چهارم:

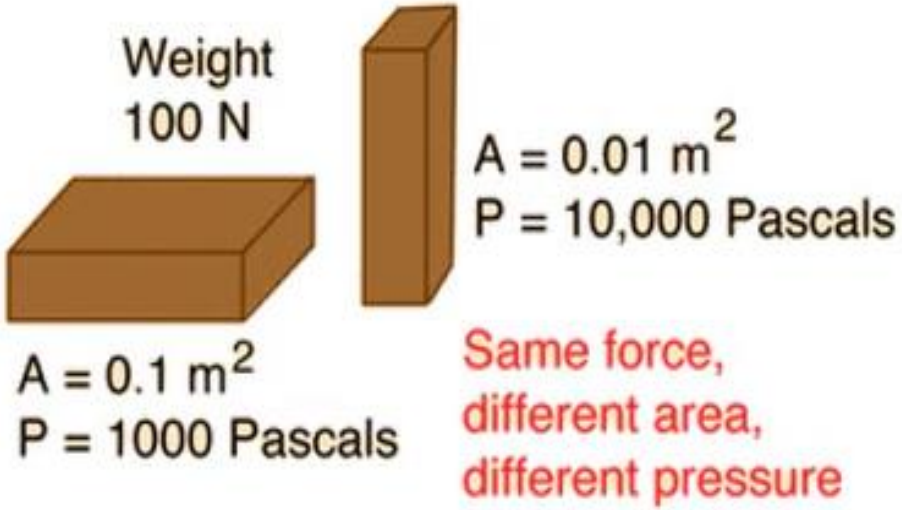
اندازه گیری فشار

تعریف کمیت فشار

- یکی از کمیت های مهم صنعتی فشار است و پایه و اساس اندازه گیری دیگر کمیت ها نظیر فلو، سطح، چگالی و وزن و حتی دما است.
- فشار بصورت نیروی وارد بر واحد سطح تعریف میشود و واحد آن نیوتن بر متر مربع است که به اختصار به آن پاسکال گفته می شود.

$$\text{Pressure} = \frac{\text{force}}{\text{area}}$$

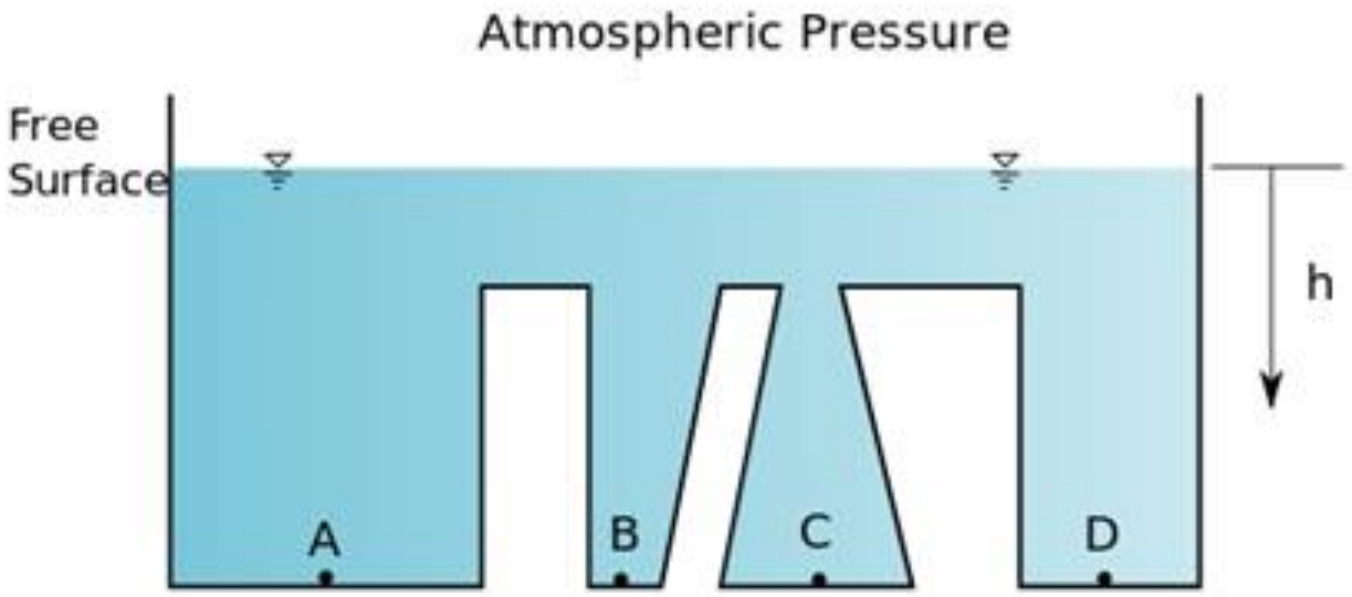
$$Pressure = \frac{Force}{Area} = \frac{F}{A}$$



واحدهای فشار

	Pascal	Bar	Psi	Standard atmosphere
1 Pa	-	0.00001	0.000145	0.0000099
1 bar	100000	-	14.5	0.987
1 psi	6895	0.0689	-	0.0680
1 atm	101330	1.013	14.7	-

- فشار استاتیک: فشاری است که در حالت سکون مایع یا ،گاز ایجاد میشود

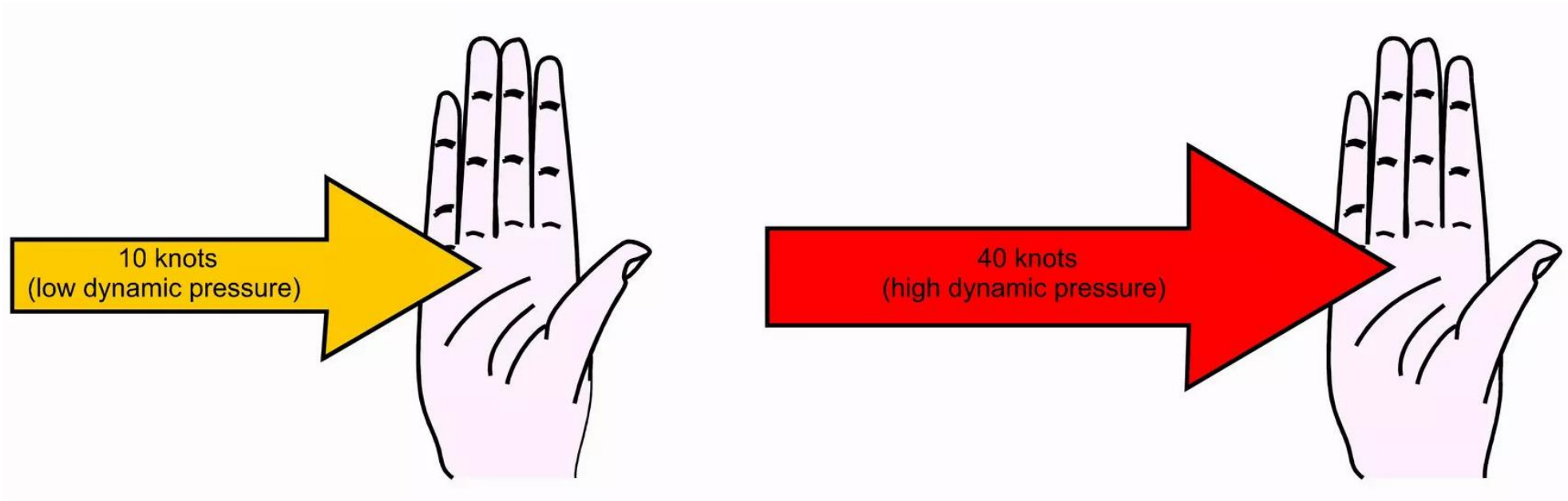


$$h_a = h_B = h_C = h_D \Rightarrow P_A = P_B = P_C = P_D = P_{atm} + \rho g h$$

- با افزایش ارتفاع از سطح زمین یا افزایش ارتفاع از مقطع مخزن فشار استاتیک کاهش می‌یابد.

منابع فشار

- فشار دینامیک؛ فشاری است که به دلیل حرکت نسبی مایع یا گاز ایجاد می شود.

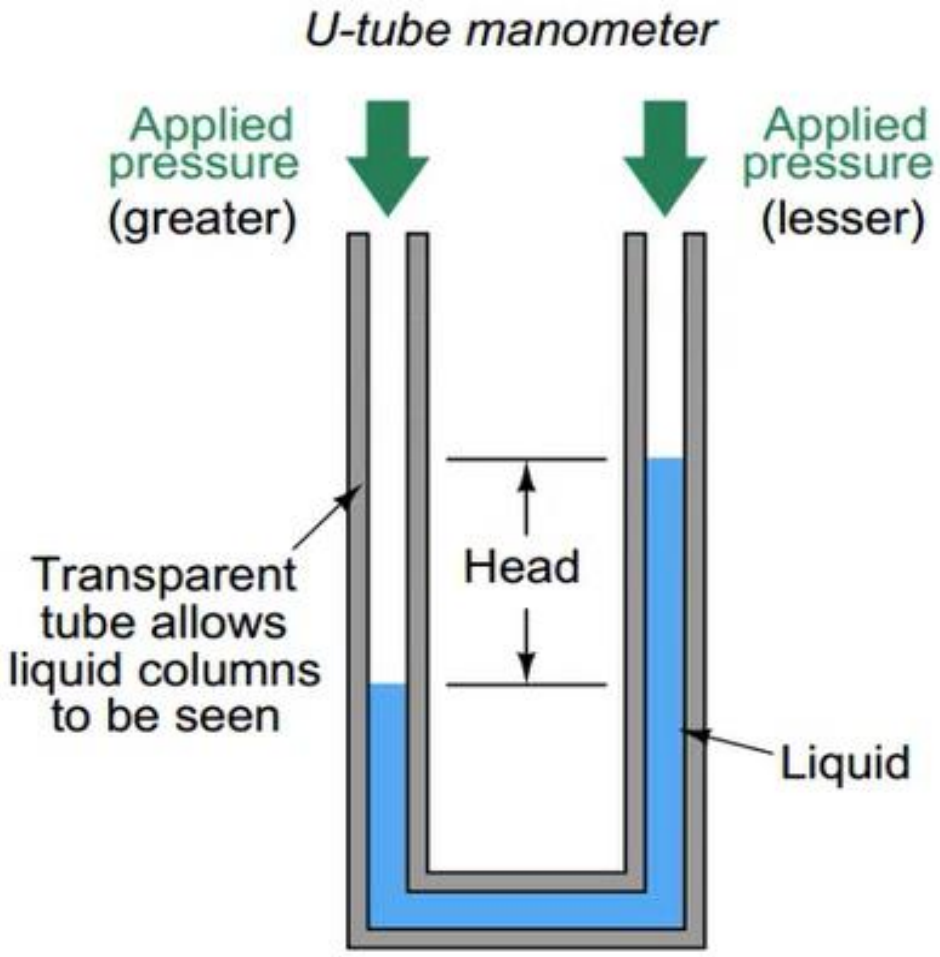


اصطلاحات فشار

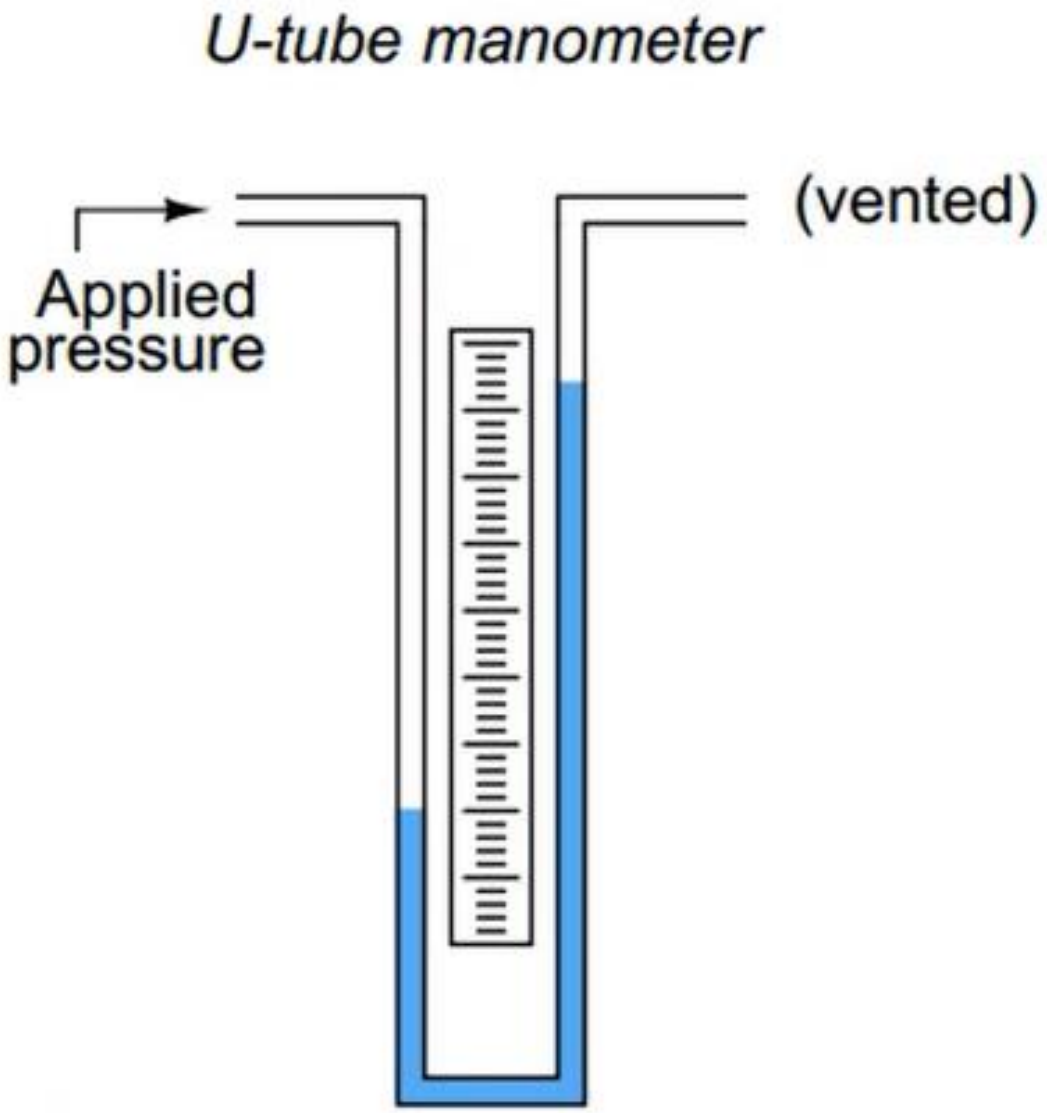
- خلا کامل: فشار صفر و یا نبود فشار را خلا کامل میگویند مانند فضای بیرون زمین.
- فشار اتمسفر: فشار در سطح زمین بدلیل وزن گازها در اتمسفر زمین است. اغلب بصورت فشار در سطح آزاد دریا اندازه گیری می‌شود .
- فشار خلا: فشاری که بین خلا کامل و اتمسفر اندازه گیری شود.
- فشار مطلق: فشاری که نسبت به خلا اندازه گیری شود و با واحد psia نمایش می‌دهند.
- فشار نسبی: اندازه فشاری که نسبت به اتمسفر اندازه گیری شود و با واحد psig نمایش می دهند.
- فشار تفاضلی: فشاری که نسبت به یک نقطه دیگر اندازه گیری شود و با واحد delta نمایش دهند.

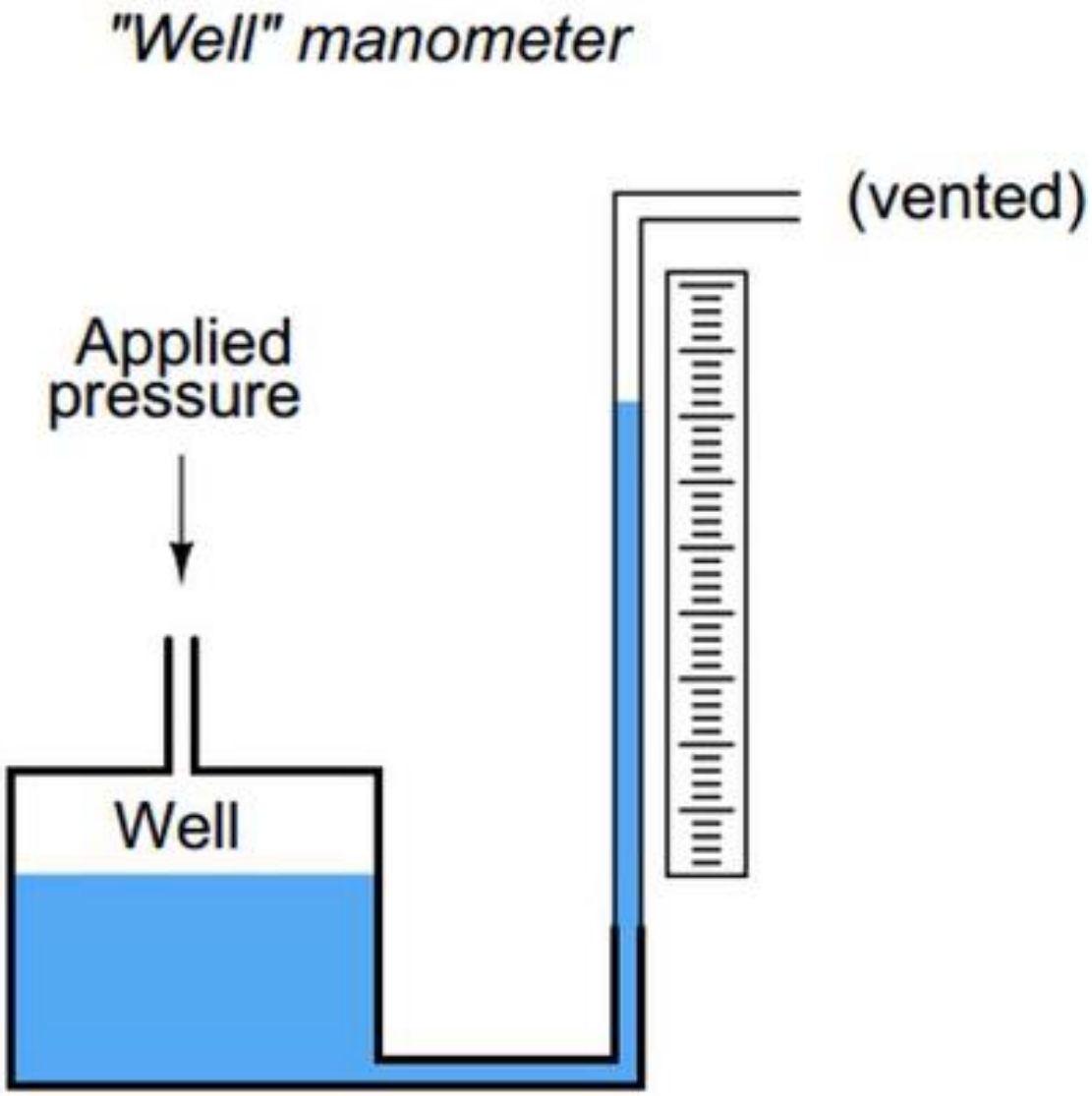
مانومتر

- فشار تفاضلی را اندازه گیری می‌کند.
- مایع داخل لوله می‌تواند آب یا جیوه باشد.
- اختلاف ارتفاع متناسب با اختلاف فشار دو طرف لوله تغییر می‌کند.

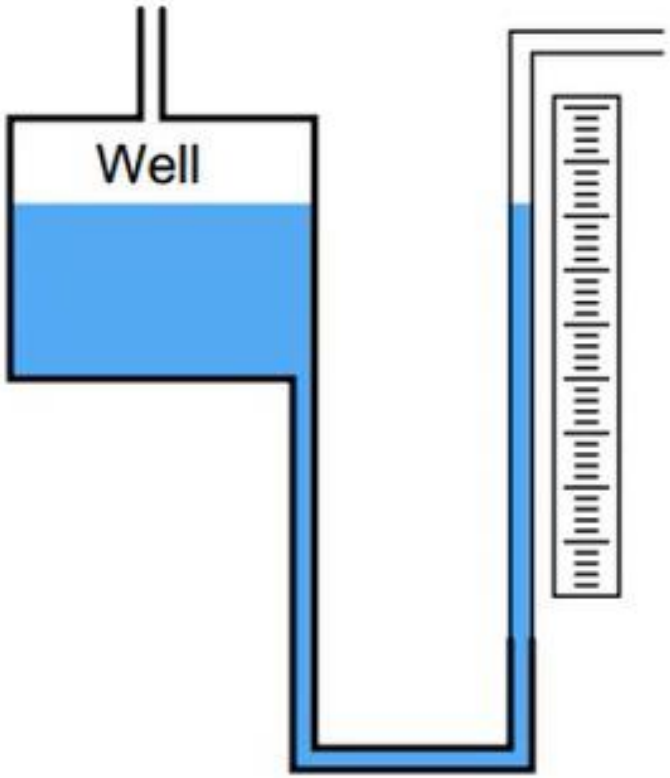


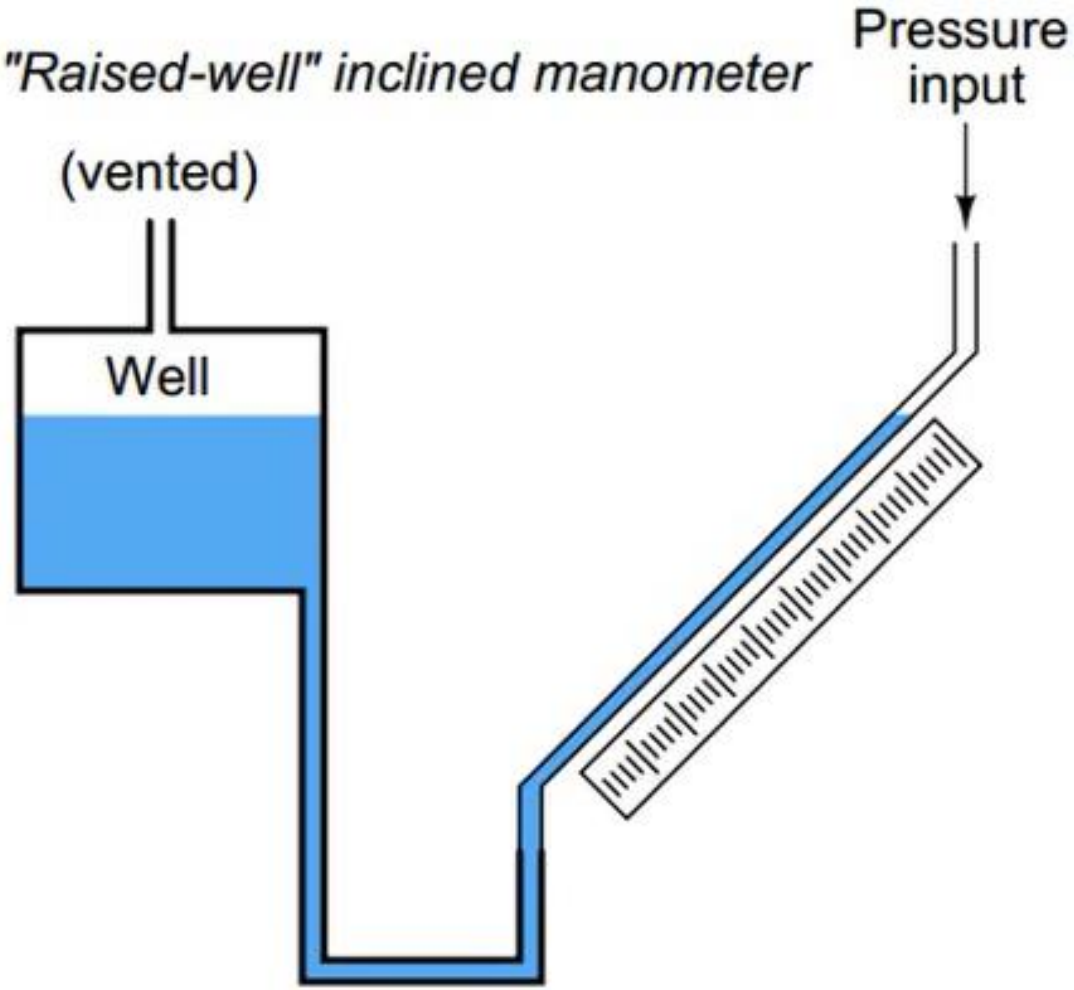
مانومتر


U-tube manometer
Applied pressure
(vented)


"Well" manometer
Applied pressure
Well
(vented)

مانومتر

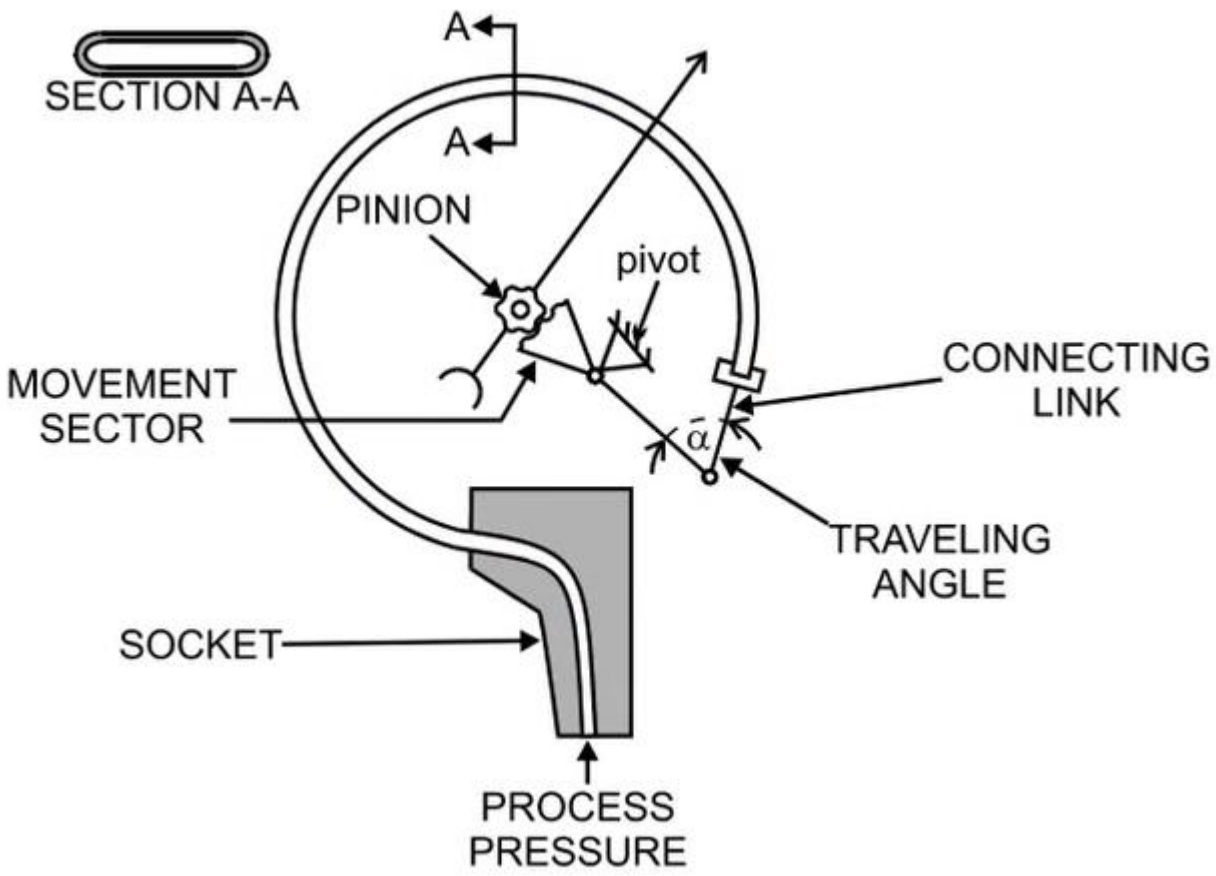

"Raised well" manometer
Well

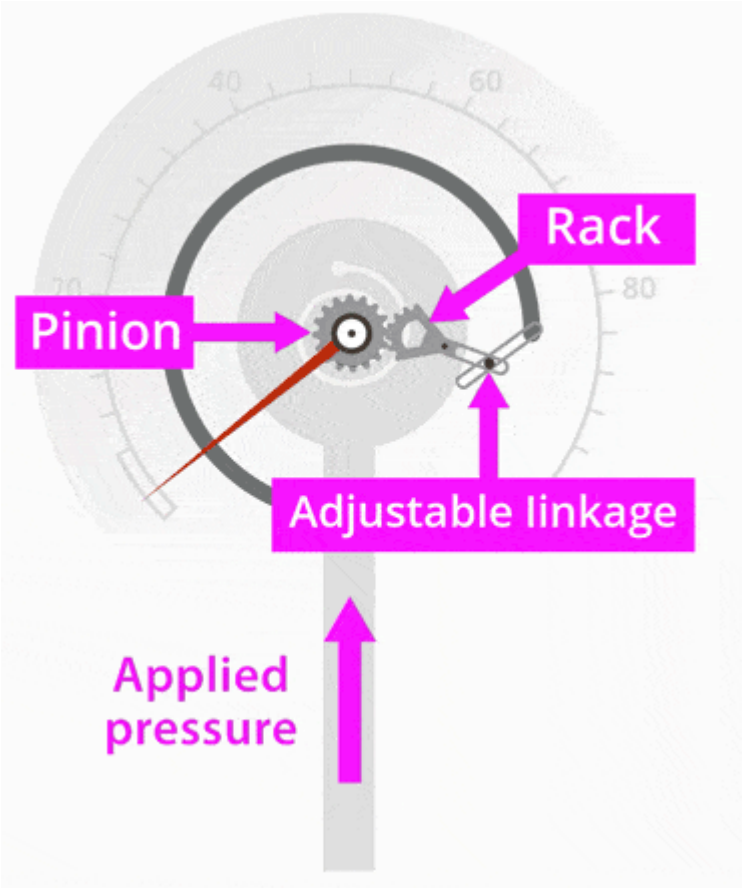

"Raised-well" inclined manometer
(vented)
Pressure input
Well

مانومتر

لوله بوردون C شکل

- با اعمال فشار، لوله بوردون تمایل به صاف شدن دارد

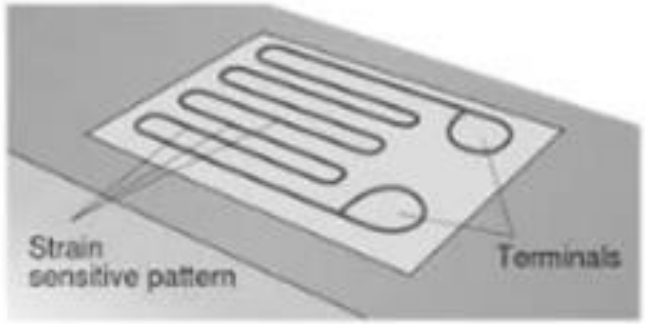




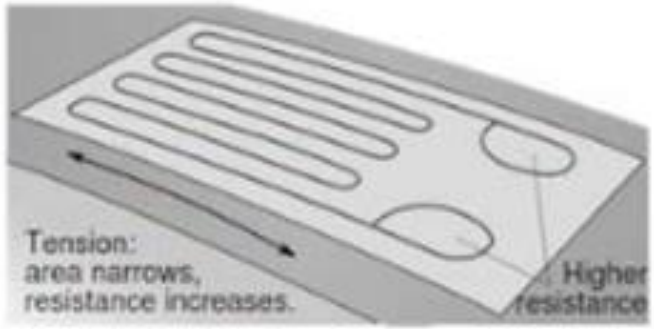
استرین گیج

- استرین گیج یا کرنش سنج یک سنسور الکترونیکی است که برای اندازه گیری کرنش یا تغییرات نسبی طول یک جسم به کار گرفته می شود.

تغییرات استرین گیج در برابر کشیدگی و فشردگی

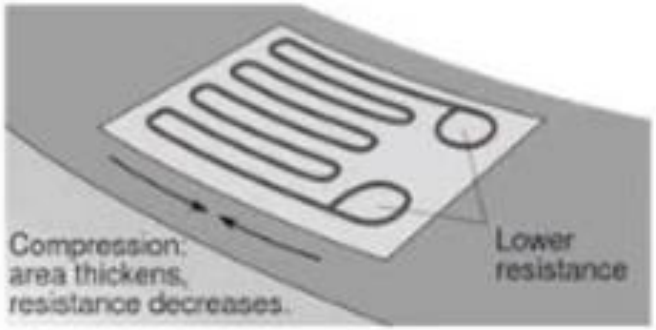


حالت عادی



حالت کشیدگی

در این حالت طول رسانا زیاد می شود ، پهنای رسانا کم می شود ، در نتیجه مقاومت افزایش می یابد.

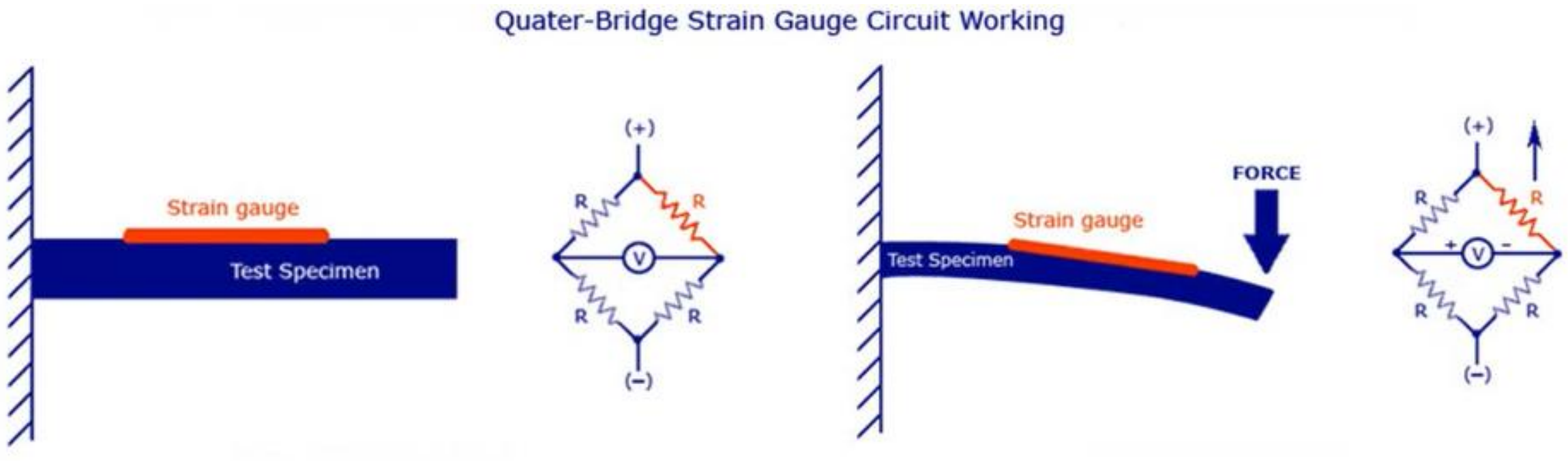


حالت فشردگی

در این حالت طول رسانا کم می شود ، پهنای رسانا زیاد می شود ، در نتیجه مقاومت کاهش می یابد.

استرین گیج

استرین گیج یا کرنش سنج یک سنسور الکترونیکی است که برای اندازه گیری کرنش یا تغییرات نسبی طول یک جسم به کار گرفته می شود.

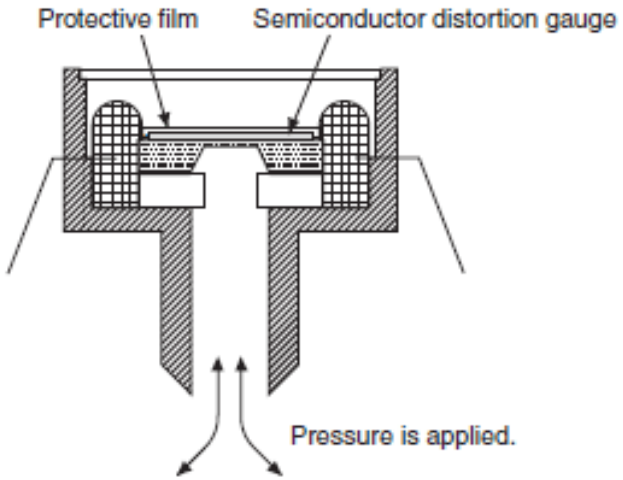


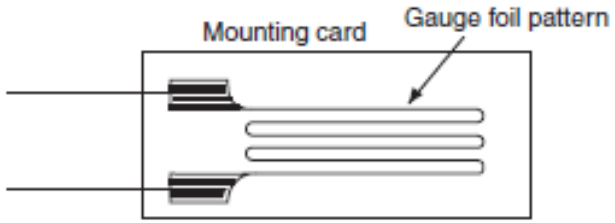
سنسور فشار استرن گیج

یک نوع ترانسمیتر فشار است که با استفاده از تغییر مقاومت الکتریکی در اثر تغییر شکل مکانیکی، مقدار فشار را اندازه‌گیری می‌کند.

به‌زبان ساده:

وقتی فشار وارد می‌شود، دیافراگم کمی خم می‌شود: استرین‌گیج‌ها کشیده یا فشرده می‌شوند و مقاومتشان تغییر می‌کند. این تغییر مقاومت تبدیل به سیگنال الکتریکی می‌شود

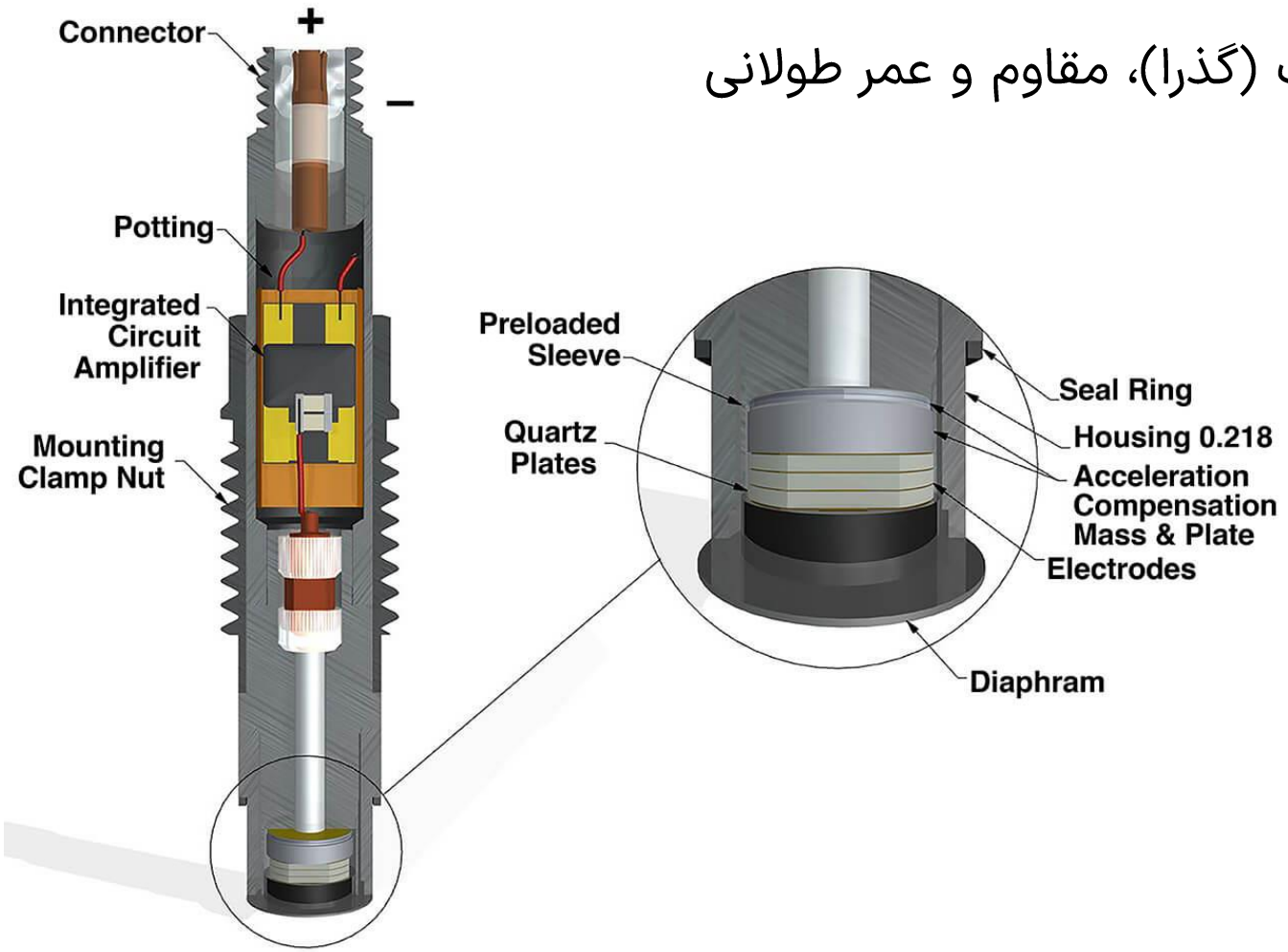




سنسور فشار پیزو الکتریک

کریستال‌های کوارتز یا سرامیک خاص هنگام فشار دادن بار الکتریکی تولید می‌کنند.این بار در مدار تقویت شده و تبدیل به سیگنال استاندارد می‌شود.

- مزایا: پاسخ سریع مناسب، فشارهای دینامیک (گذرا)، مقاوم و عمر طولانی



سنسور فشار خازنی

خیلی دقیق، پایدار و سخت هستند.

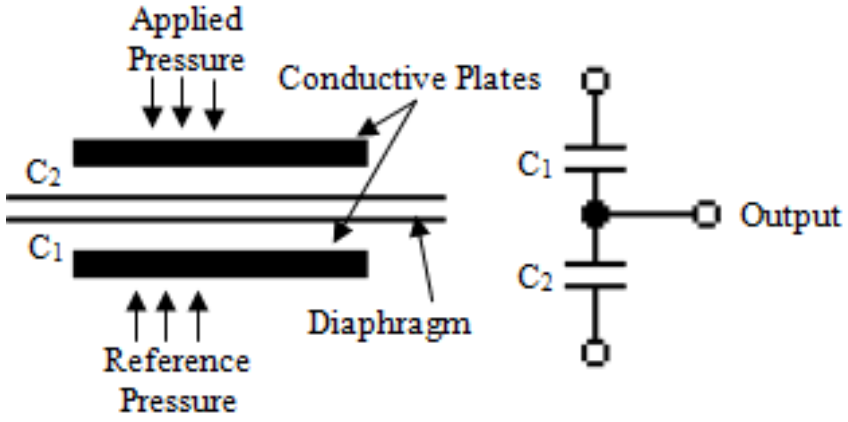
دقت آنها در محدوده ۰/۰۱ تا ۰/۲ درصد است.

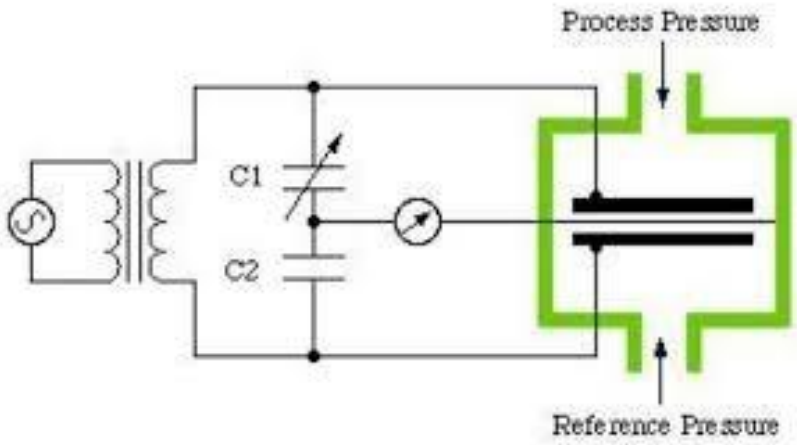
محدوده عملکرد از ۸۰ پاسکال تا ۳۵ مگاپاسکال

عملکرد سریع

توانایی تحمل فشار اضافه زیاد را دارند.

- حساس به دما
- ارتعاش
- هزینه زیاد



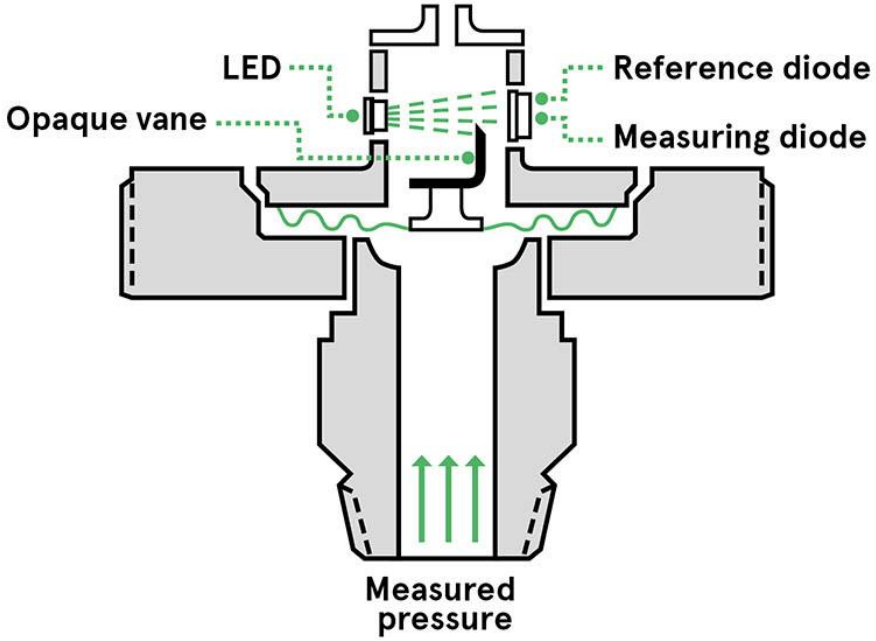


سنسور فشار اپتیکی

سنسورهای فشار اپتیکی از نور برای اندازه‌گیری فشار استفاده می‌کنند.درواقع فشار باعث تغییر در رفتار نور می‌شود و این تغییر به‌عنوان سیگنال اندازه‌گیری می‌شود.

روش های اندازه گیری:

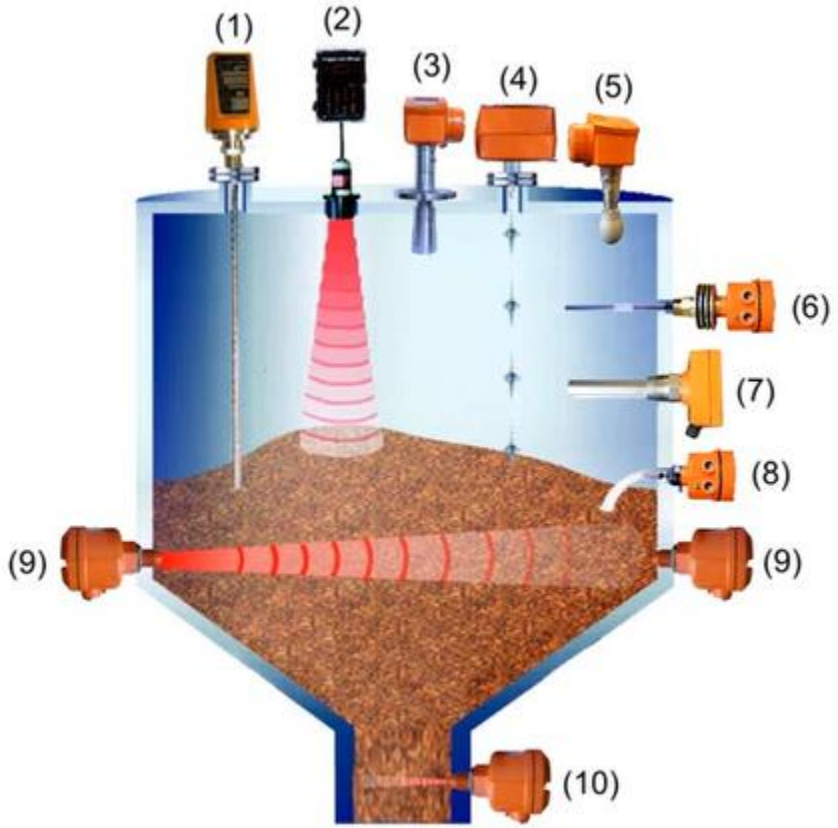
- تغییر فاصله دیافراگم با فیبر نوری
- روش تغییر شدت نور

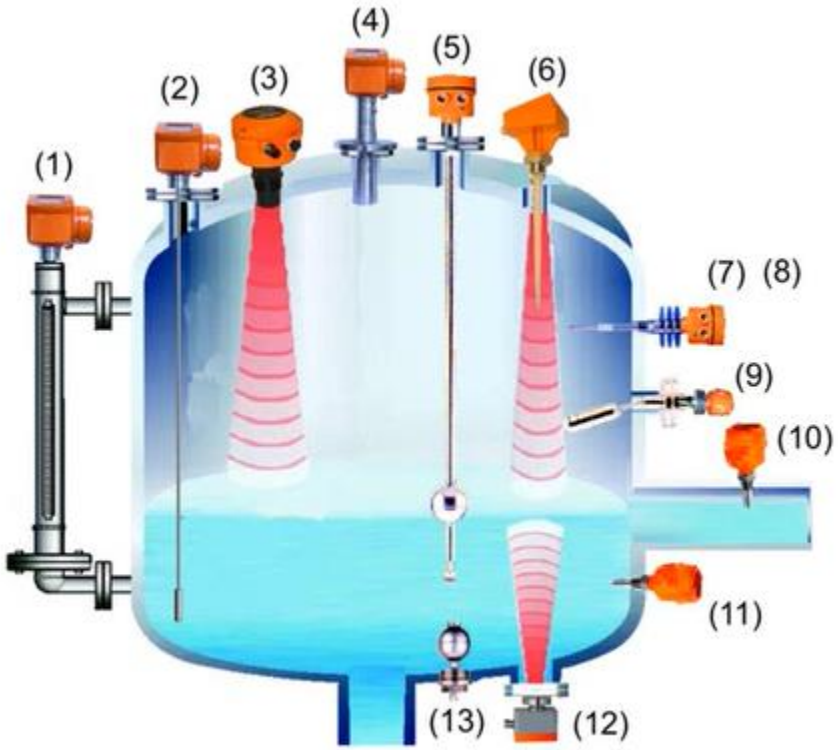


بخش پنجم:

اندازه گیری سطح

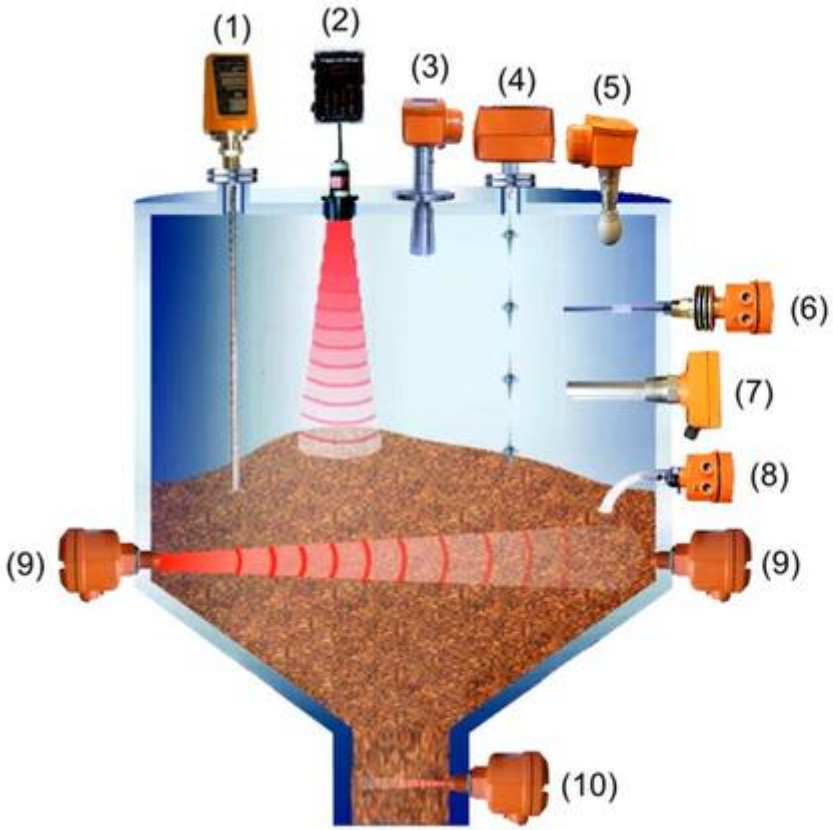
- اندازه گیری سطح یکی از راه‌های آگاه شدن از میزان تولید یا باقی مانده محصول است.
- تکنیک‌های مختلف، الزامات متفاوتی نیز دارند. برای مثال، هنگام تشخیص سطح از بالای مخزن، شکل مخزن برای استنباط حجم مورد نیاز است.
- هنگام استفاده از ابزار هیدرواستاتیک که فشار را از کف مخزن تشخیص می‌دهد، چگالی باید مشخص باشد و ثابت بماند.

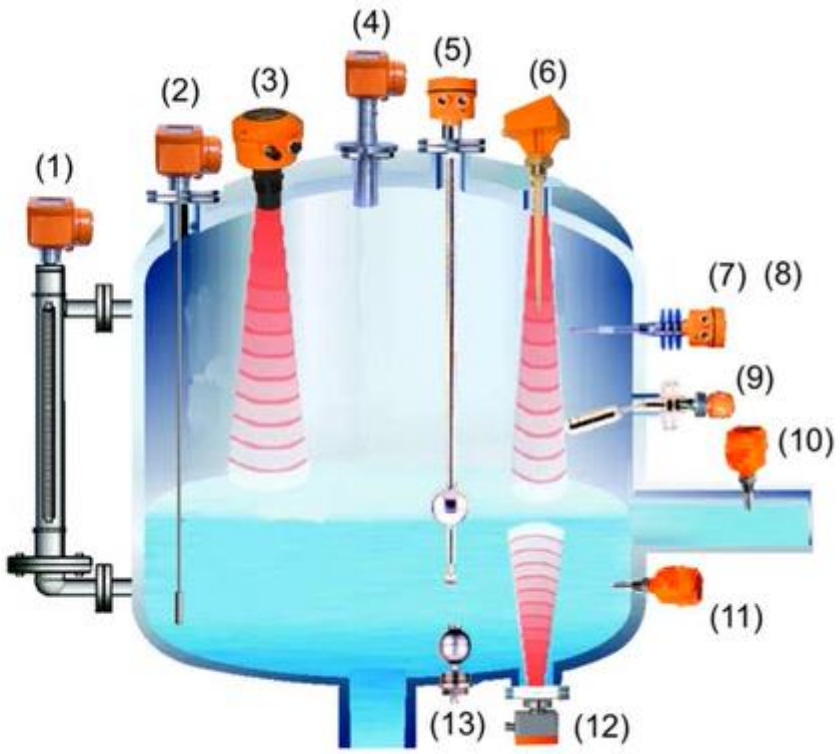




روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری سطح وجود دارد که به فناوری‌های مختلف و واحدهای اندازه‌گیری متنوعی نیاز دارند.

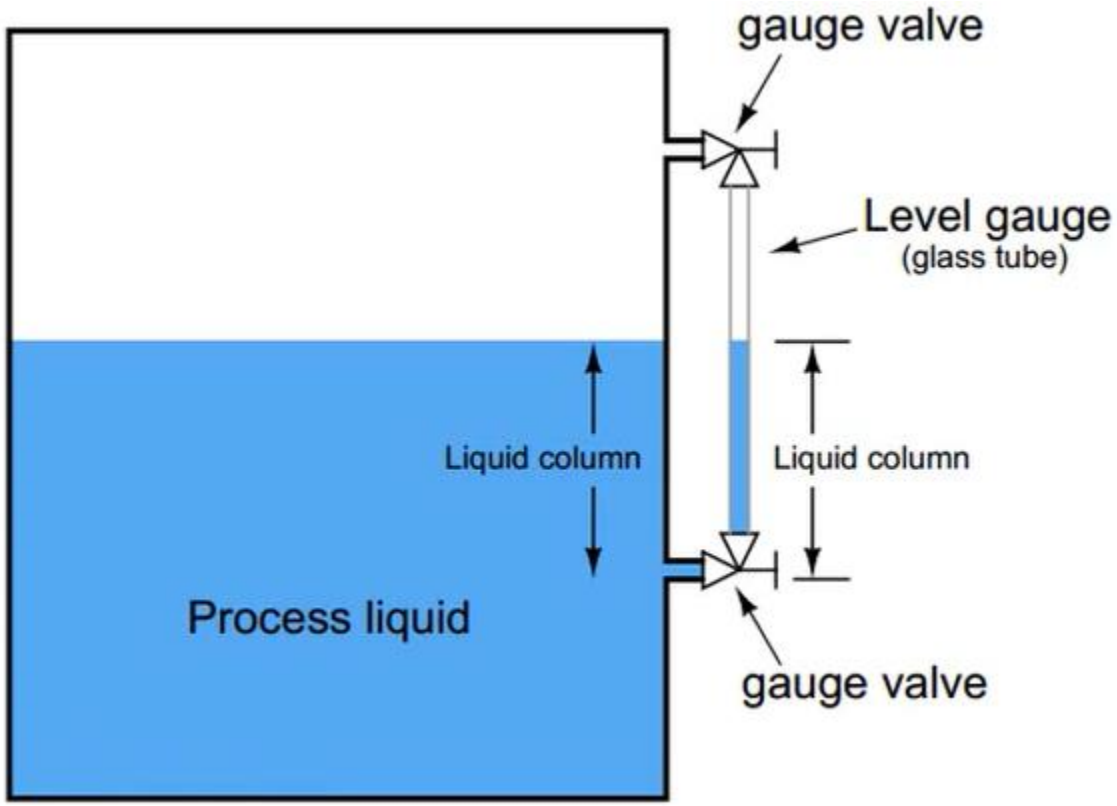
- اولتراسونیک
- فشار هیدرواستاتیک
- وزن
- رسانایی
- خازنی



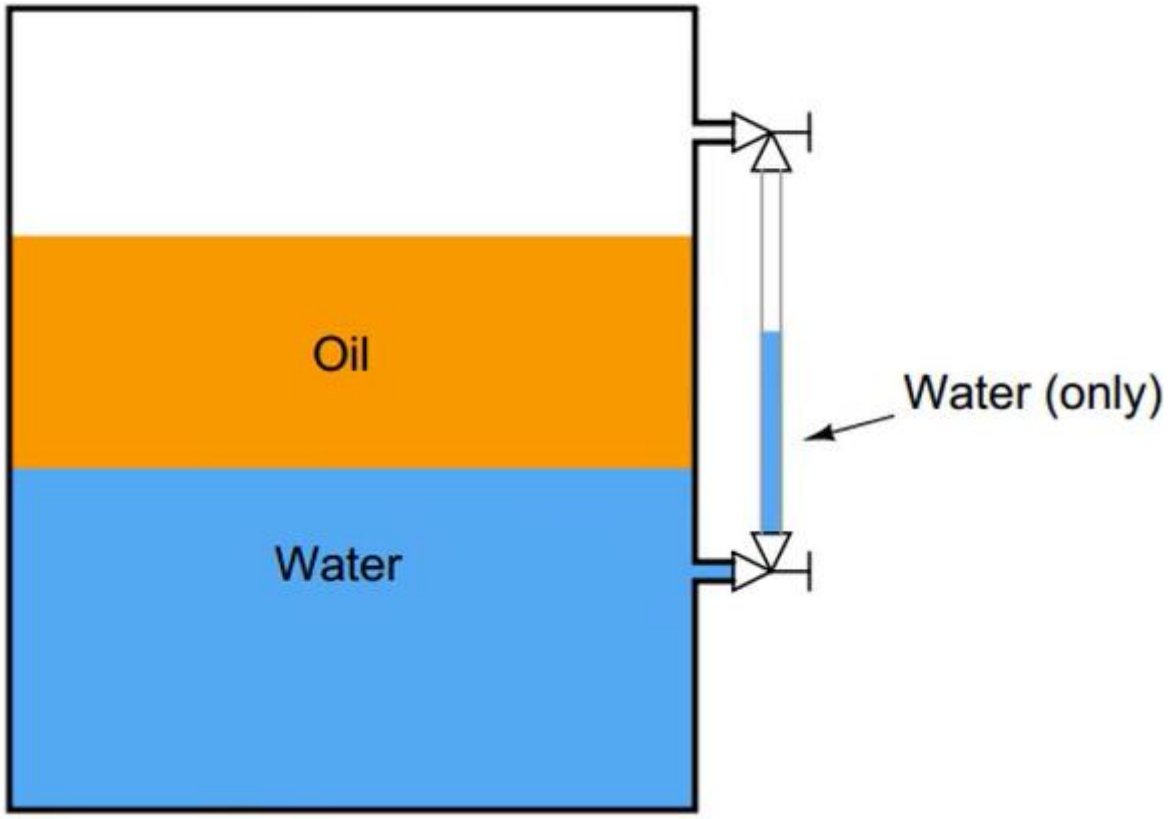


سطح سنج های محلی

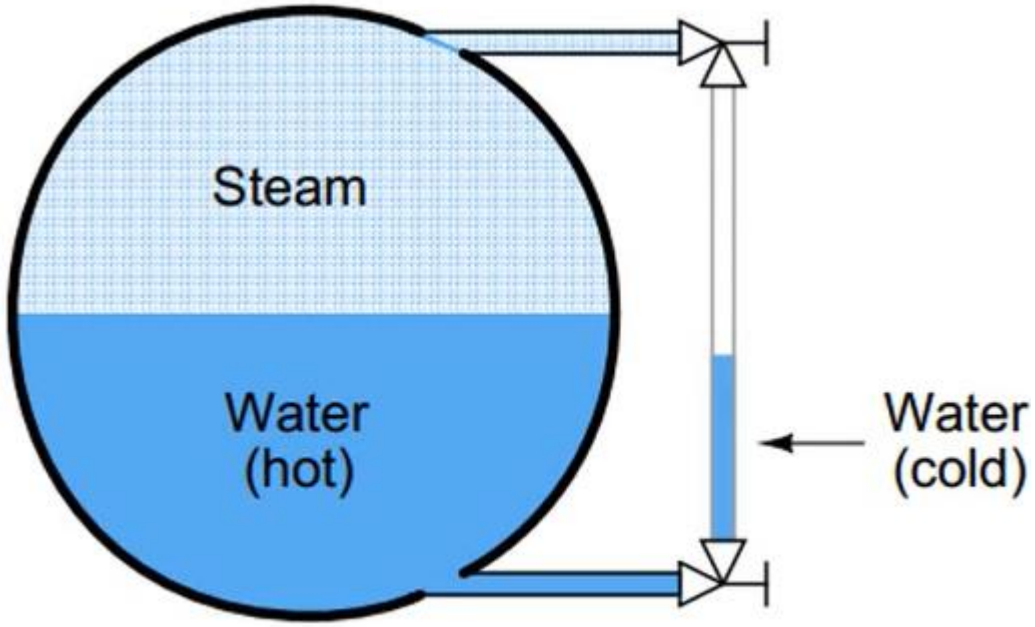
- ساختار ساده، ارزان بررسی محلی



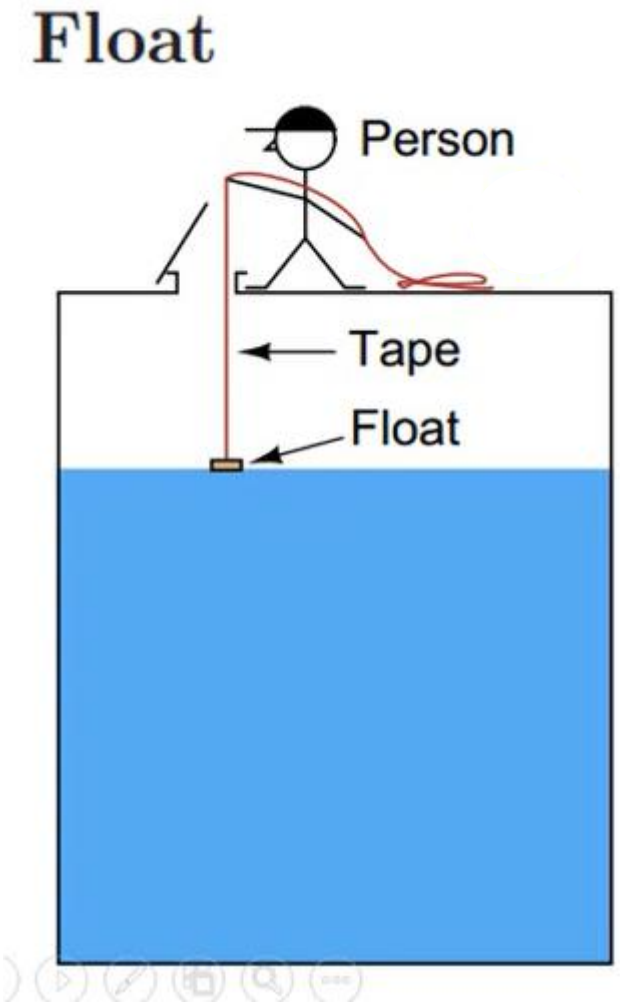
- گیج سطح در اندازه گیری سطح مایعات ترکیبی ممکن است اشتباه کند.



- گیج سطح در اندازه گیری سطح مایعات ترکیبی ممکن است اشتباه کند.

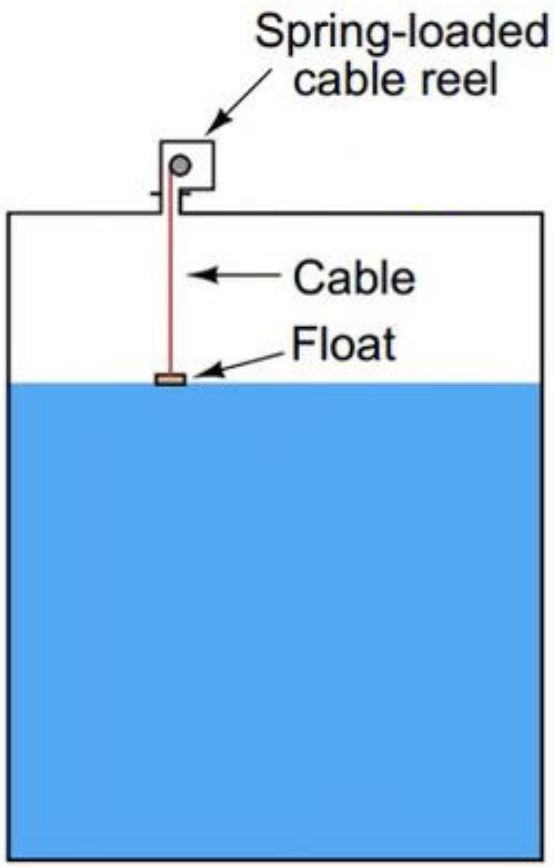


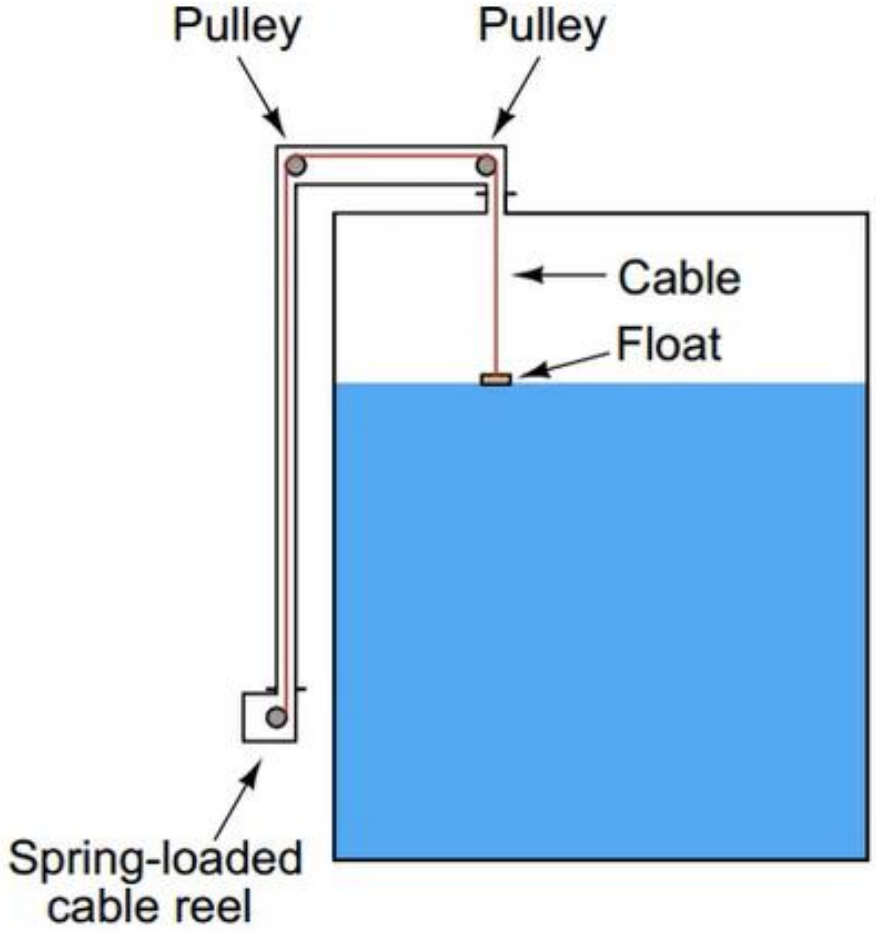
سطح سنج



- ساده ترین راه اندازی گیری سطح
- شناور نباید قابل زنگ زدن باشد.
- شناور نباید با مایع داخل مخزن واکنش دهد.

سطح سنج

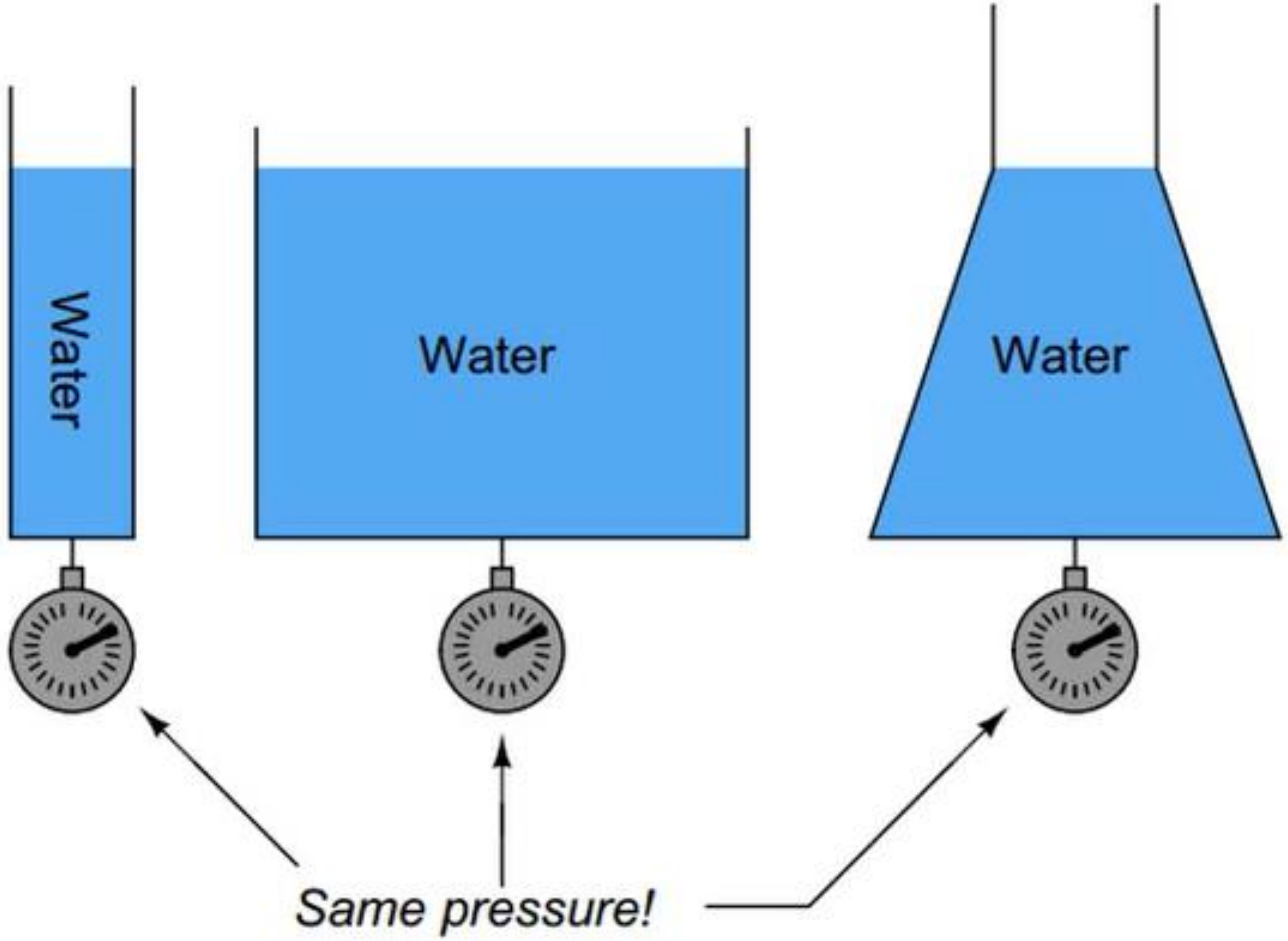

Spring-loaded
cable reel
Cable
Float


Pulley
Pulley
Cable
Float
Spring-loaded
cable reel

سطح سنج های محلی

- با استفاده از یک مولتی ترن میتوان ارتفاع را به سیگنال الکتریکی تبدیل کرد.

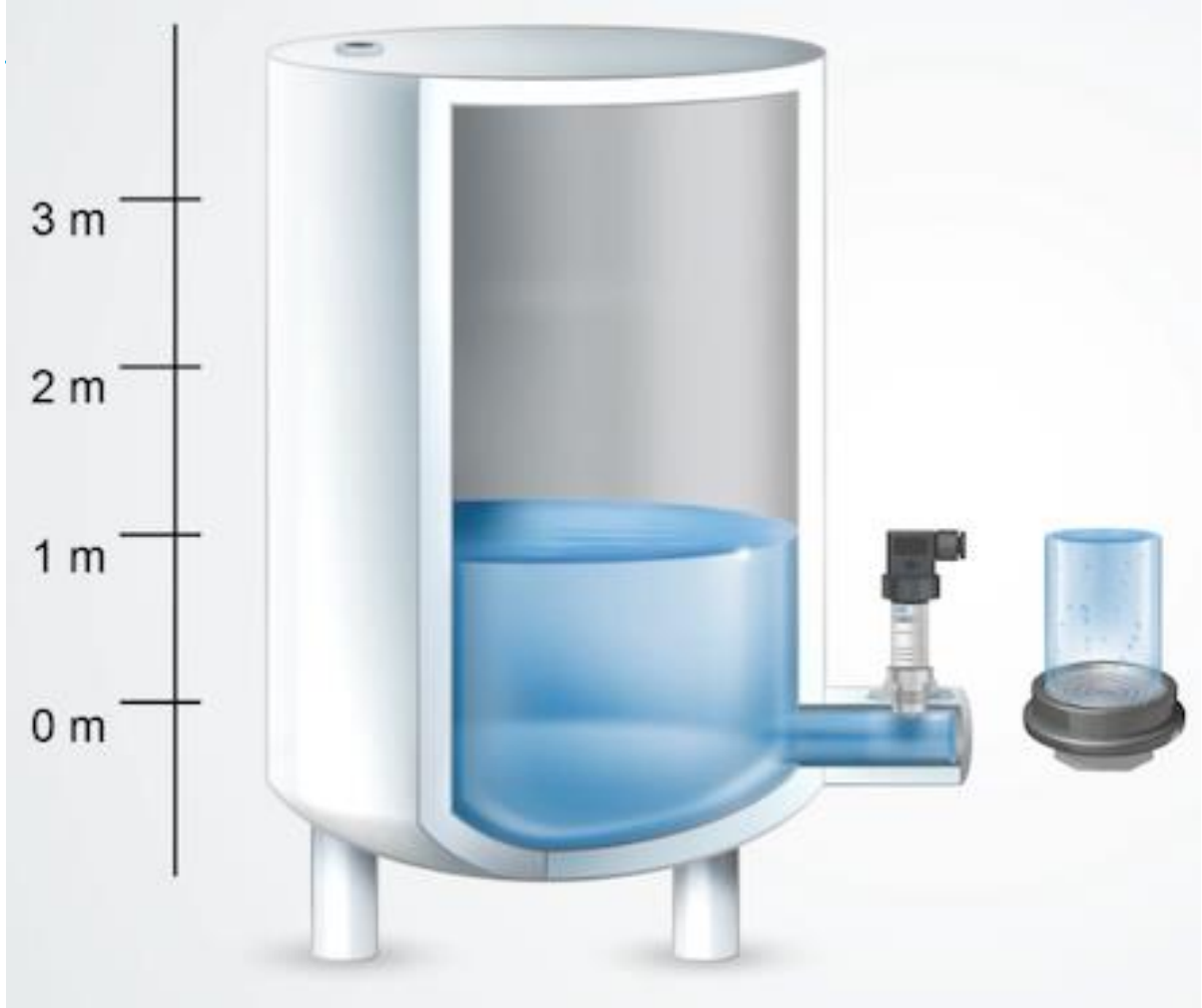
- فشار رابطه کاملا خطی با ارتفاع عمودی دارد.



$$P = \rho . g . h$$

اندازه گیری سطح بر اساس فشار

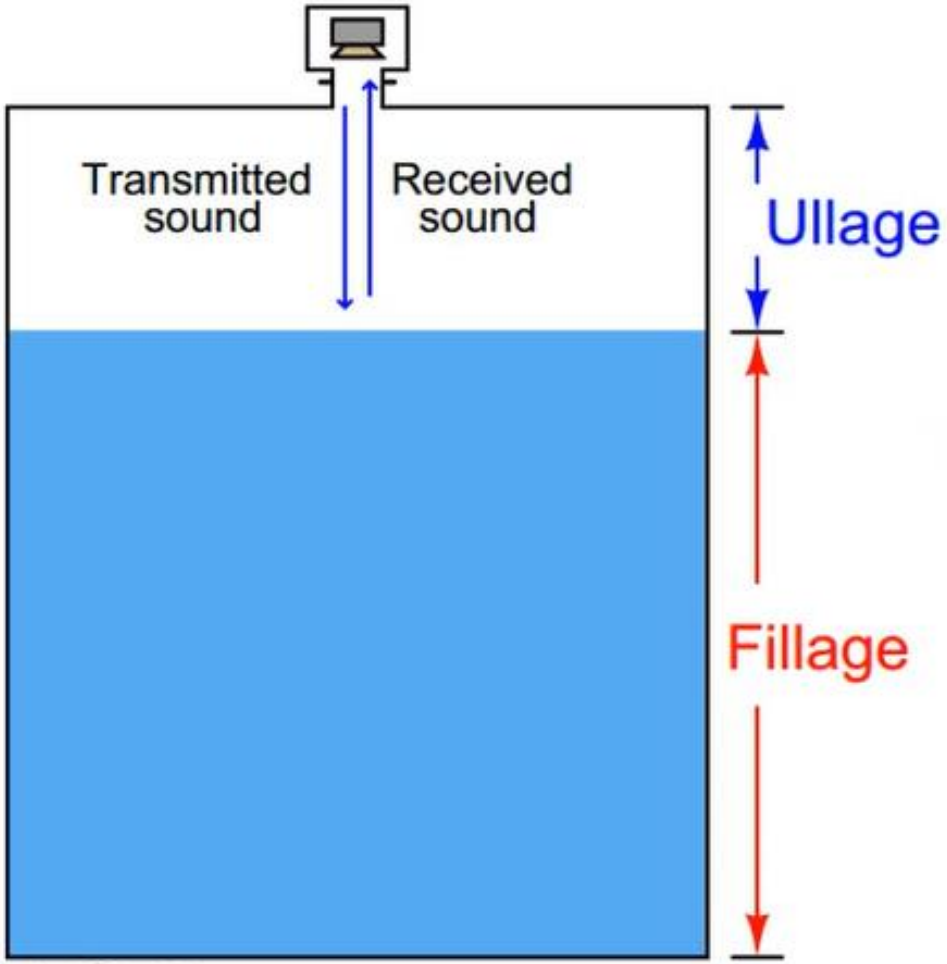
- می‌توان از تمام ترانسمیترهای فشار استفاده کرد
- چگالی مایع باید معلوم باشد.
- تغییرات کوچک چگالی مستقیما به تغییرات ارتفاع منجر می شود.



اندازه گیری فشار بر اساس انعکاس

- روش‌های انعکاس بر مبنای تابش یک موج بر روی سطح مایع و دریافت آن و سپس پردازش های ثانویه به منظور استخراج سطح مایع کار می‌کنند.
- این روش‌ها مستقل از چگالی مایع داخل مخزن است.
- نیازمند مدارات پیچیده برای ارسال دریافت و پردازش سیگنال دارند.
- تعیین مرز مایعات مخلوط با این روش‌ها ساده تر و دارای محدودیت های کمتر است.
- سرعت رفت و برگشت موج نقش چگالی مایع در روش‌های قبلی را بازی می‌کند.

Ultrasonic level measurement



$$\text{Fillage} = \text{Total height} - \text{Ullage}$$

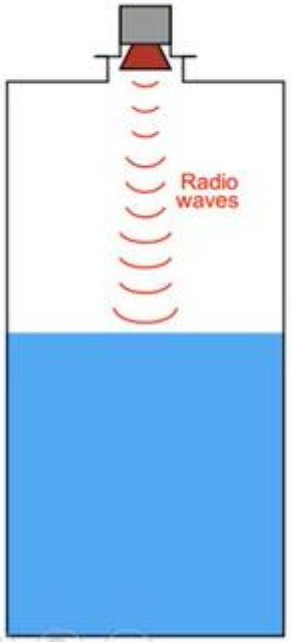
اندازه گیری فشار بر اساس انعکاس

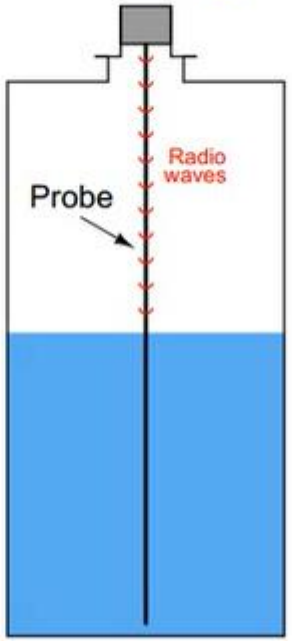
- در صورتیکه چگالی ماده ای که موج در آن حرکت می کند تغییر کند اندازه گیری با خطا همراه است.
- وجود کف یا ذرات جامد معلق بالای سیال مخزن نیز میتواند اندازه گیری را با خطا همراه کند.
- کالیبراسیون ترانسدیوسر التراسونیک باید بر اساس سرعت صوت در محیط موج التراسونیک انجام شود.
- برای مواردی که تغییرات دما داریم و منجر به تغییرات چگالی محیط میشود جبران ساز دمایی الزامی است.

اندازه گیری فشار بر اساس انعکاس

- در اندازه گیری رادار بر خلاف التراسونیک از موج رادیویی با فرکانس خیلی بالا استفاده می‌شود.

- فرکانس موج صوتی در حدود چند صد کیلوهرتز است در حالیکه فرکانس رادیویی در حدود گیگاهرتز است.

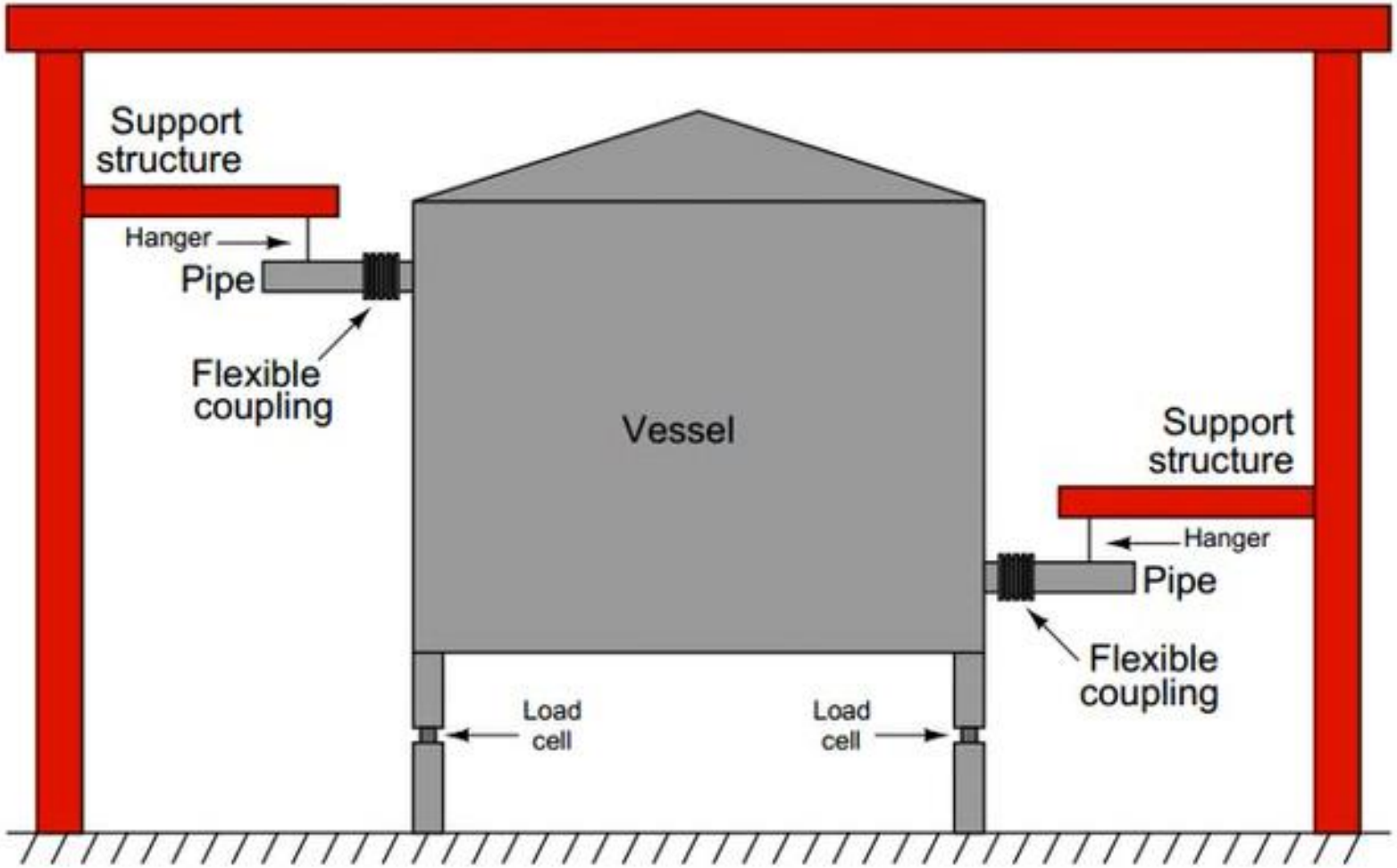




اندازه گیری فشار بر اساس وزن

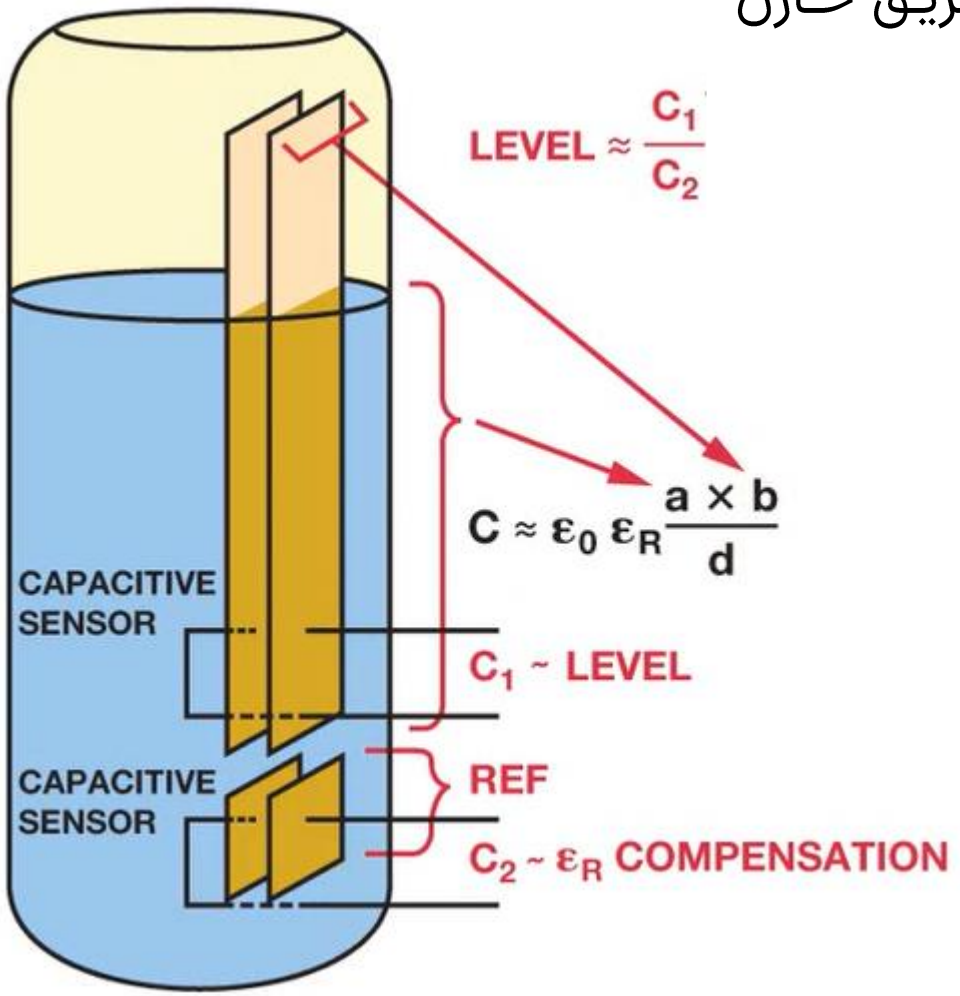
- اندازه گیری سطح مایعات
- مستقل از مشخصات الکتریکی ماده داخل مخزن

- چگالی مایع داخل مخزن باید ثابت و مشخص باشد.
- تمام نیروهای خارجی و همچنین ارتعاشات باید حذف گردند.



- برای افزایش حساسیت از دو صفحه هادی جداگانه استفاده می‌شود.
- اگر دی الکتریک مایع داخل مخزن با دما تغییر کند، از طریق خازن

مرجع دی الکتریک اندازه گیری و جبران سازی می شود.



بخش ششم:

اندازه گیری دما

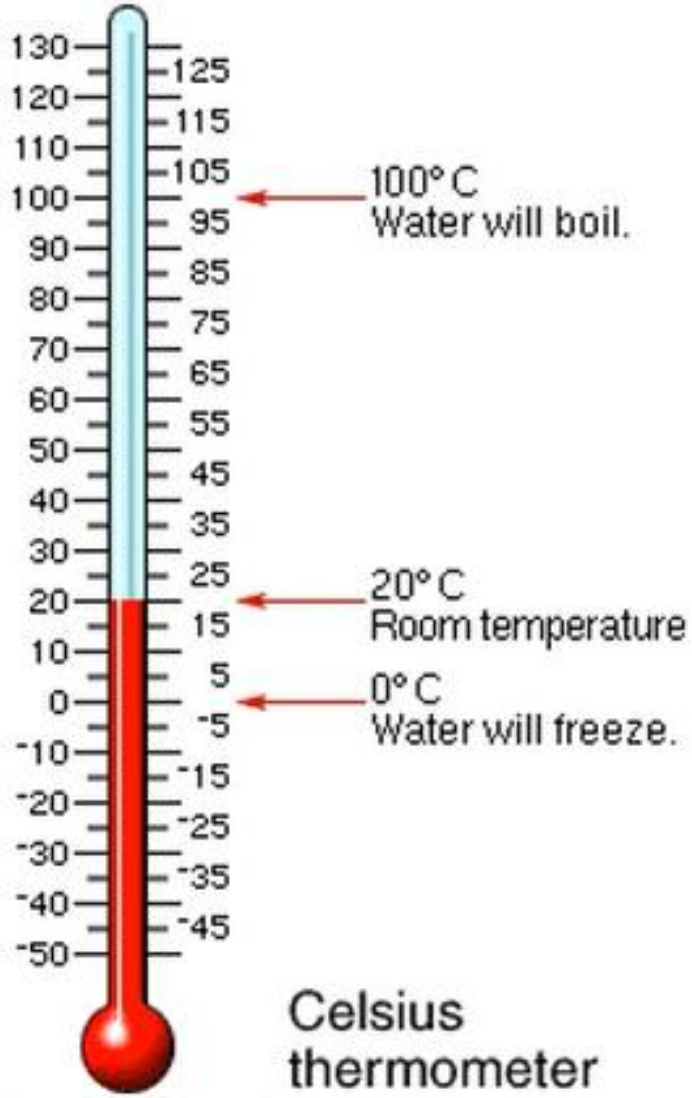
گرما تبادل انرژی حرارتی از یک نمونه به نمونه دیگر است.

راه های تبادل گرما:

- رسانا
- همرفت
- تشعشع

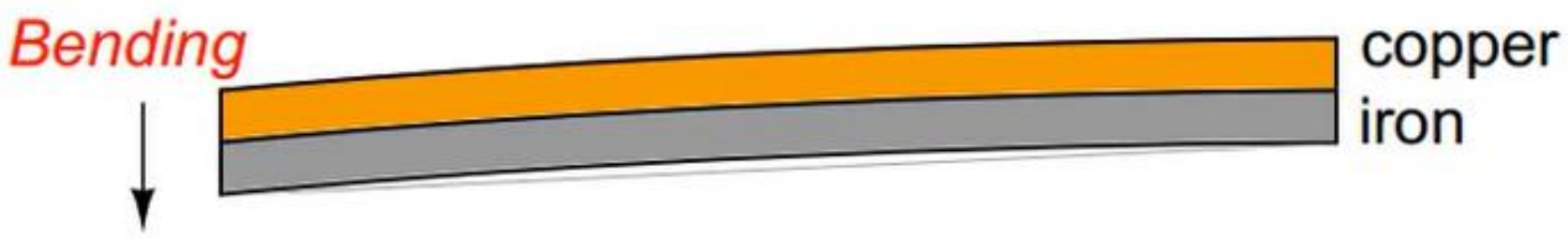
دما دارای واحدهای اندازه گیری زیر است:

- سلسیوس(سانتی گراد)
- کلوین
- فارنهایت

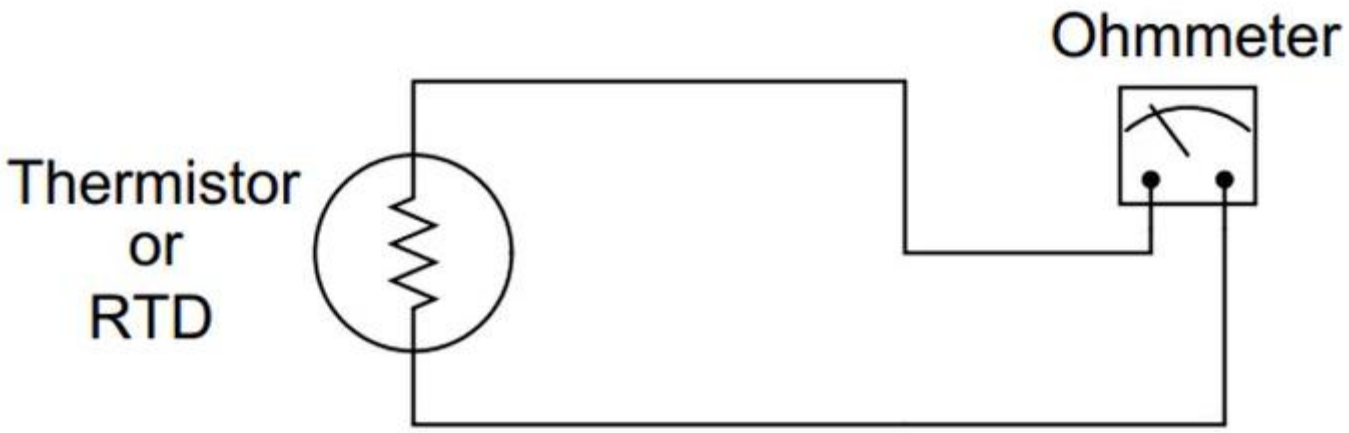


سنسور دمای بی متال

- در صورتیکه دو میله از دوجنس متفاوت کاملا به هم چسبیده باشند در اثر گرما راستای میله ها خم خواهد شد.



- این سنسورها از موادی ساخته شده اند که با تغییر دما مقاومت آنها تغییر می کند.



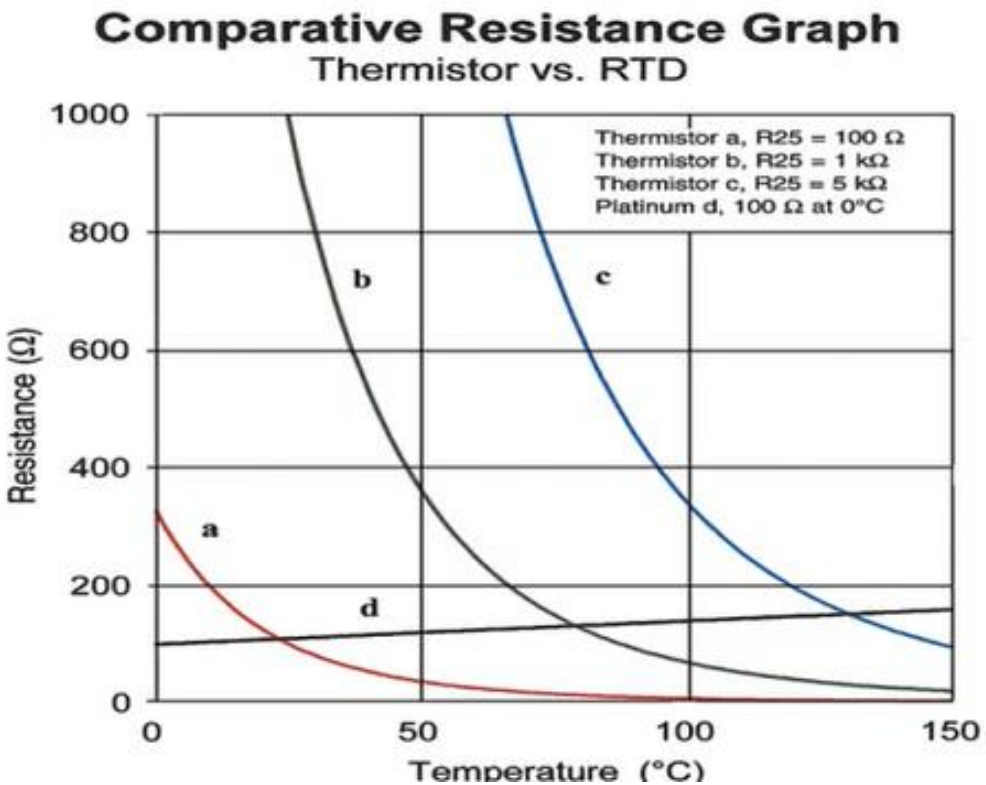
- ترمیستور از اکسید فلزات و RTD از فلزات خالص تولید می شوند.
- ترمیستور دارای دو نوع NTC و PTC است اما RTD فقط نوع PTC وجود دارد.
- ترمیستور دارای حساسیت خیلی زیاد و غیرخطی است اما RTD حساسیت خیلی کم تقریبا خطی دارد.

Thermistor and RTD

$$R_T = R_{ref}(1 + AT + BT^2 - 100CT^3 + CT^4) \quad -200^o\ C < T < 0^o\ C$$

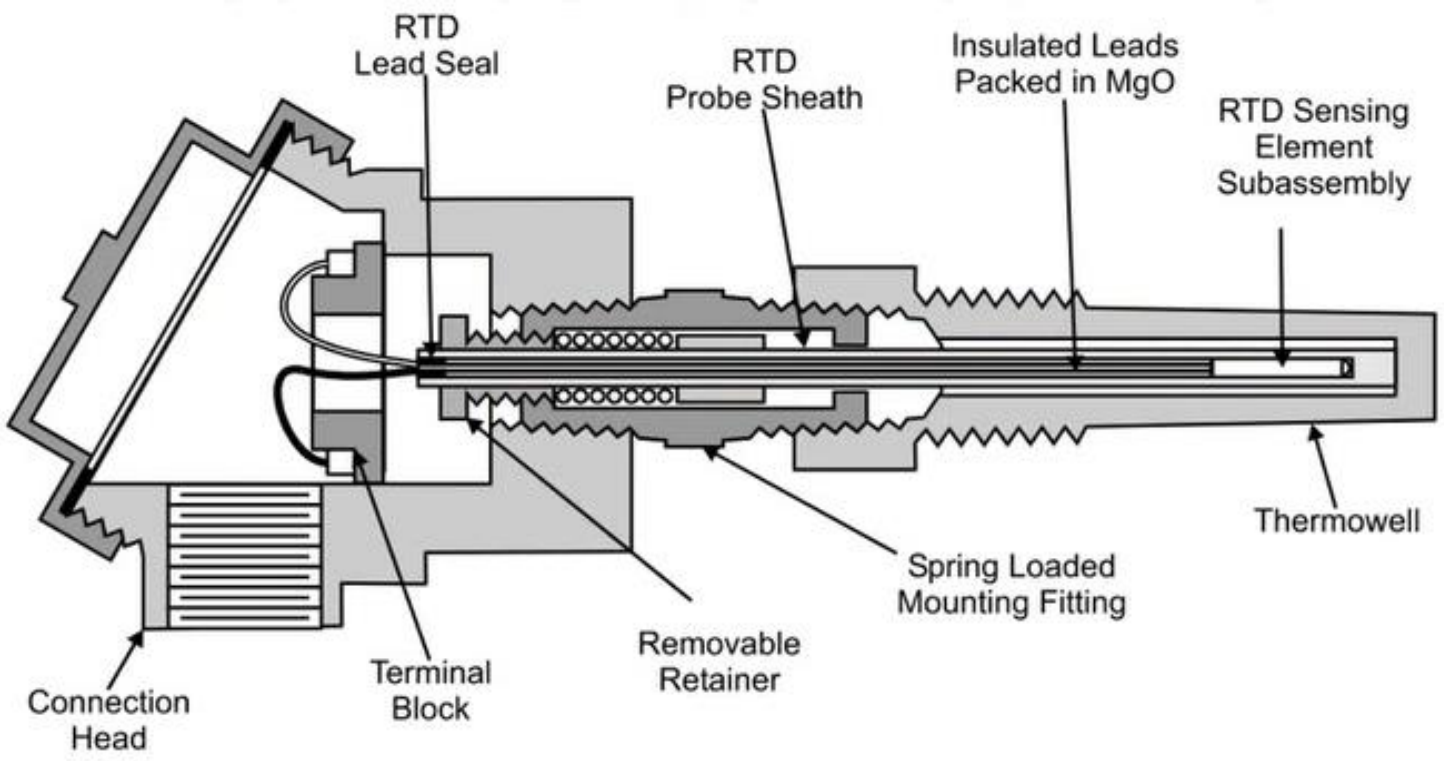
$$R_T = R_{ref}(1 + AT + BT^2) \quad 0^o\ C < T < 661^o\ C$$

- Nickel = 0.00672 $\Omega/\Omega^o C$
- Tungsten = 0.0045 $\Omega/\Omega^o C$
- Silver = 0.0041 $\Omega/\Omega^o C$
- Gold = 0.0040 $\Omega/\Omega^o C$
- Platinum = 0.00392 $\Omega/\Omega^o C$
- Copper = 0.0038 $\Omega/\Omega^o C$

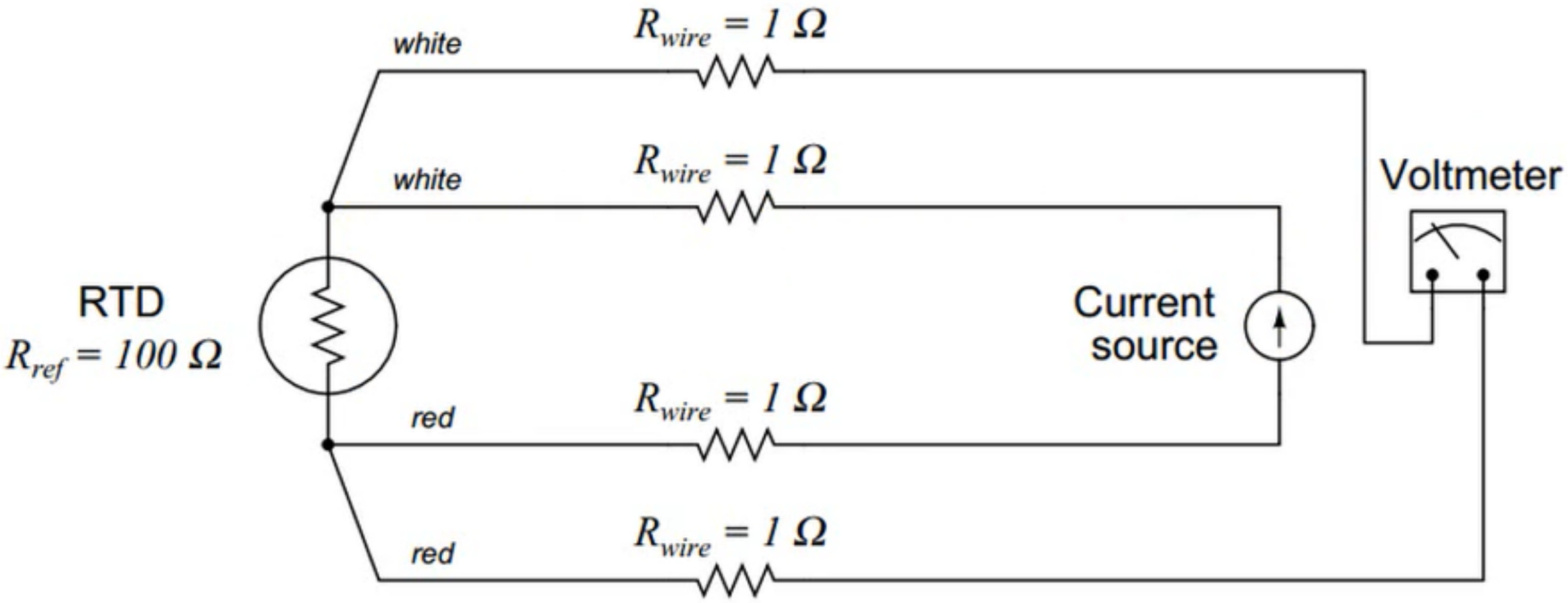


RTD

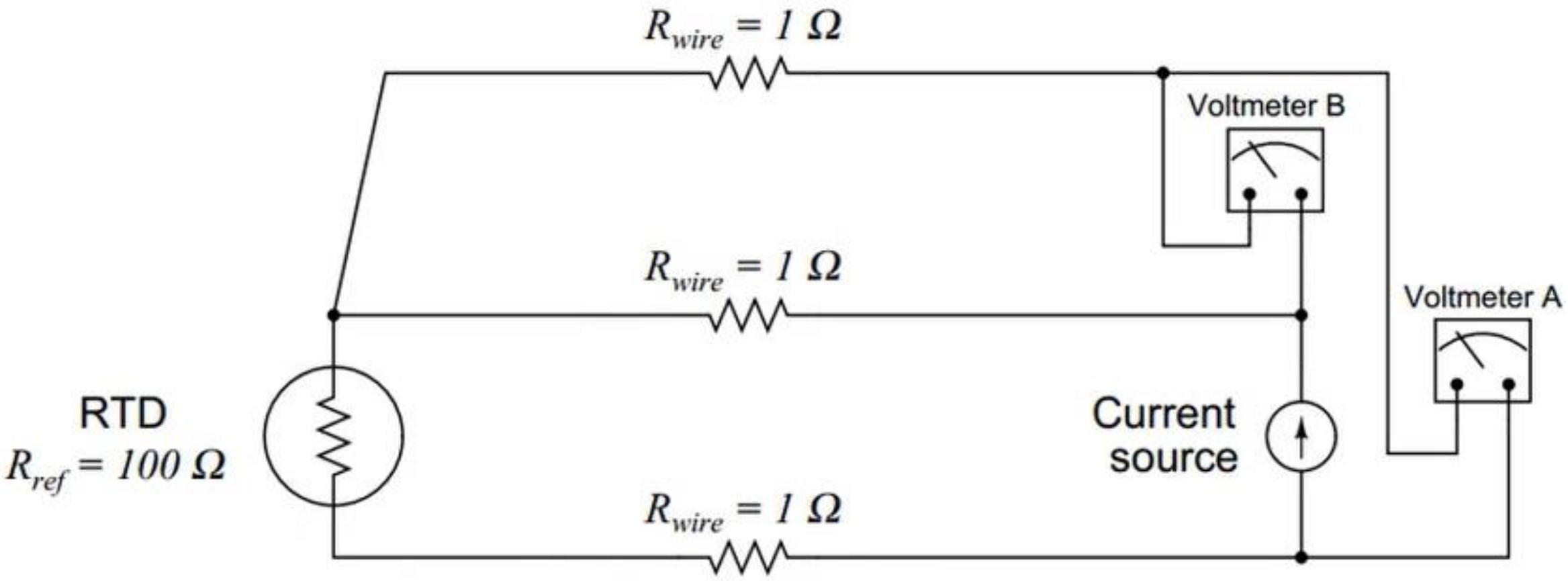
- پرکاربردترین RTDها از نوع پلاتینیوم هستند.
- مقاومت مرجع RTD ها اغلب ۱۰ ، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ اهم در دمای مرجع صفر درجه سلسیوس است



RTD چهار سیمه

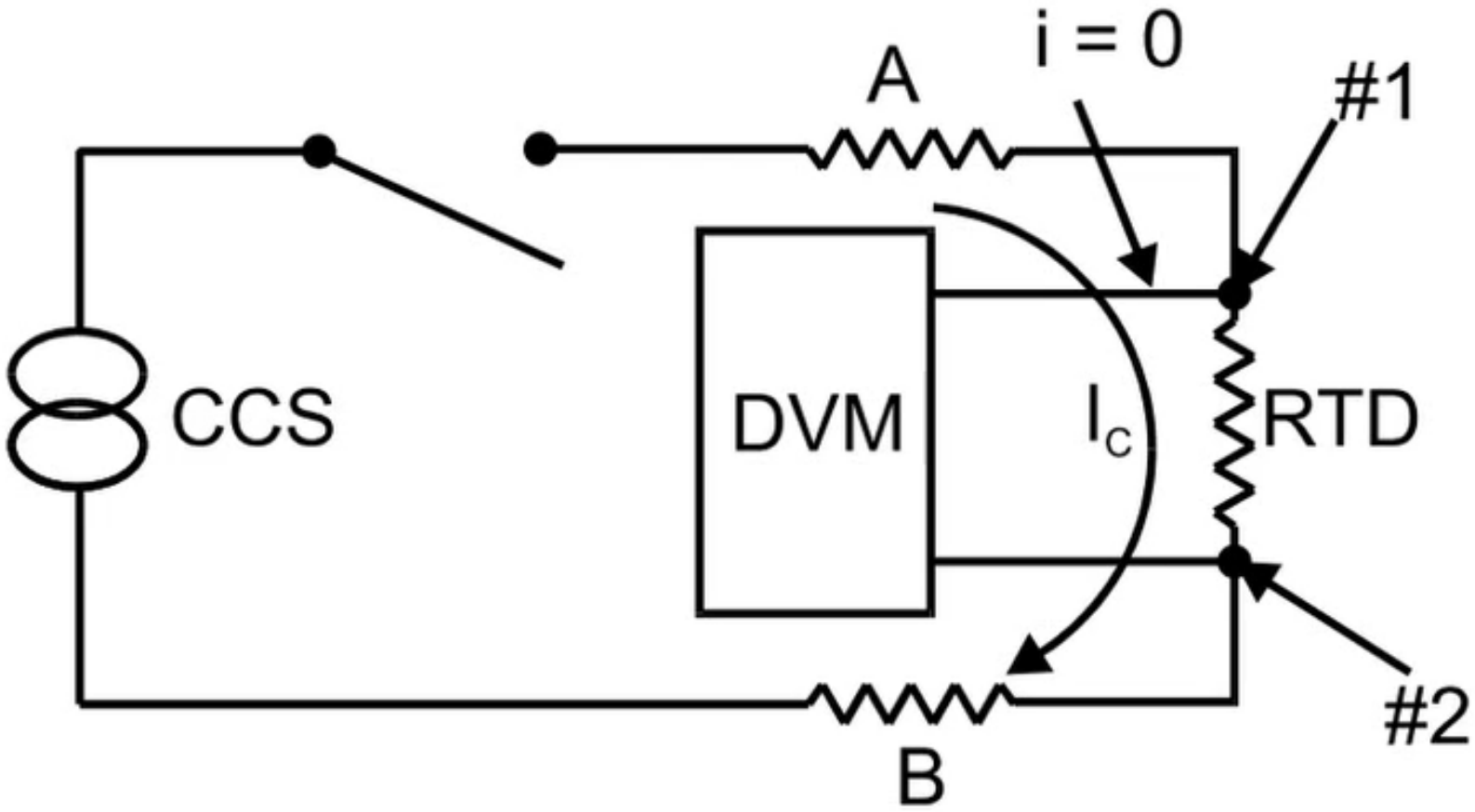


RTD سه سیمه


$R_{wire} = 1\ \Omega$
$R_{wire} = 1\ \Omega$
$R_{wire} = 1\ \Omega$
Voltmeter B
Voltmeter A
RTD
$R_{ref} = 100\ \Omega$
Current source

RTD

- در سنسورهای دمای مقاومتی ممکن است شرایطی به اسم خودگرمایی پیش بیاید که باعث ناپایداری اندازه گیری شود.



ترمیستور و RTD

مزایا:

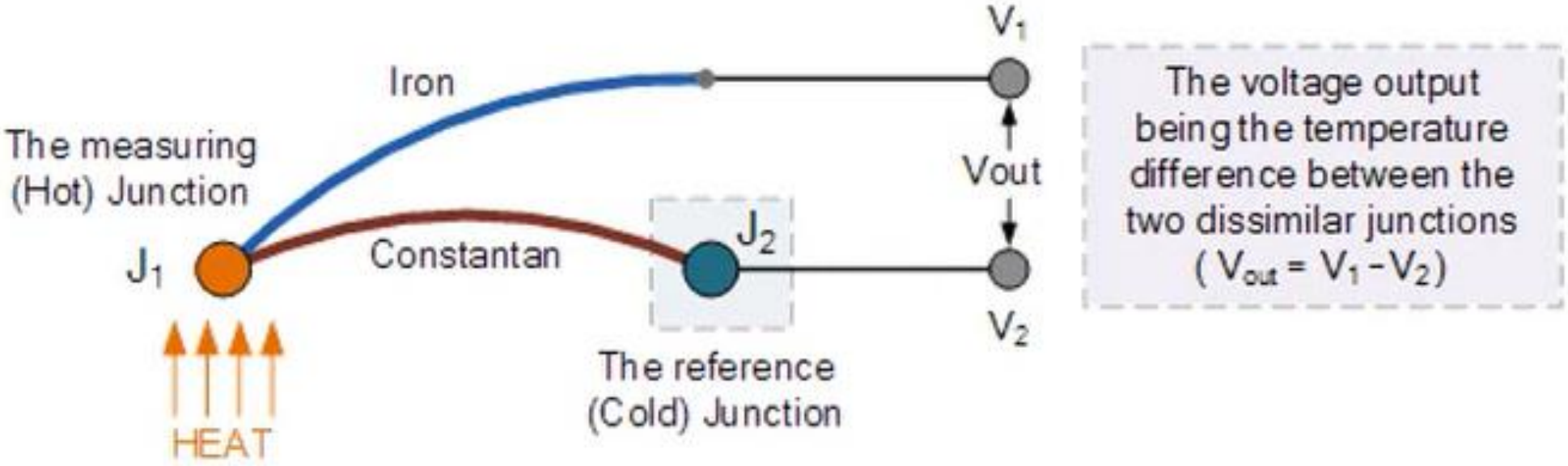
- حساسیت خوب
- استفاده از سیم مسی استاندارد

معایب:

- حجم زیاد و شکننده
- زمان پاسخ حرارتی کند به دلیل حجم زیاد
- مشکلات خودگرمایی
- حساسیت بیشتر به نویز الکتریکی
- آزمایش و تشخیص گران‌تر

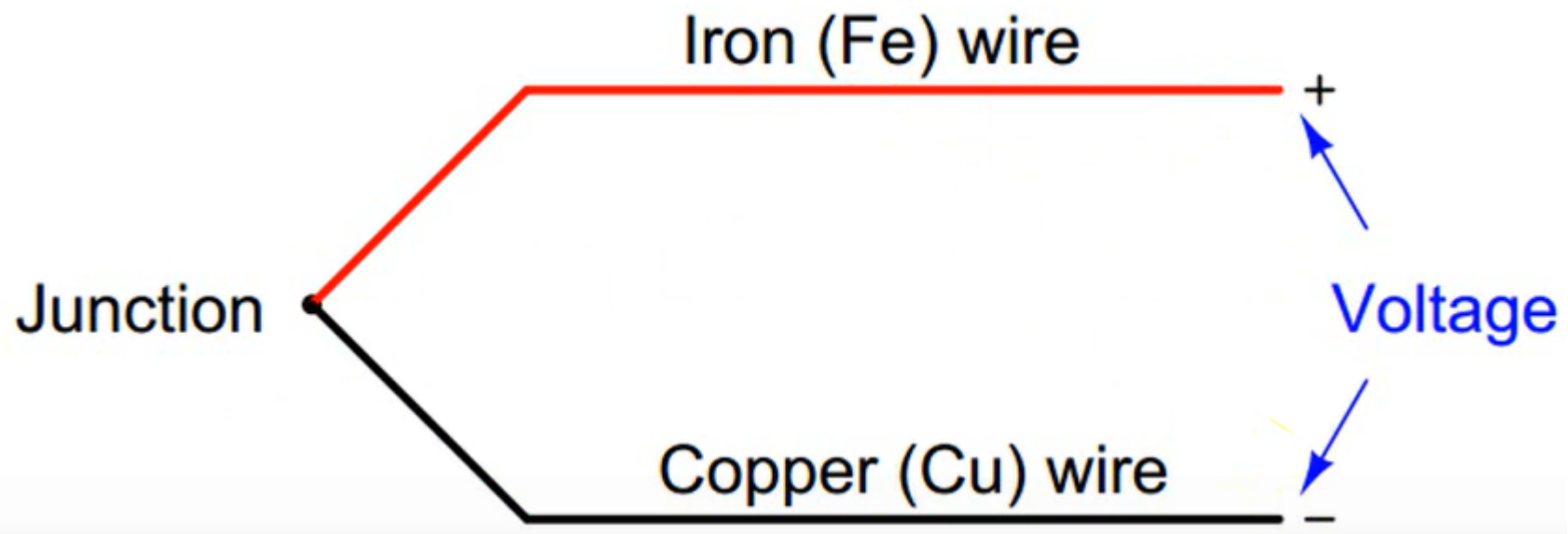
Application	*Cause of fault*	*Indication*
Motor winding temperature.	Breakdown of winding insulation due to moisture in windings or high motor currents (excessive starts)	Significant rise in temperature over time
Roller bearing	Excessive friction due to general wear over time, excessive loading or impulse loading	Sudden increase in temperature
Transformer windings	Breakdown of winding insulation	Significant rise in temperature over time

- اثر سیبک: این اثر بیان می‌کند که ولتاژ تولید شده در یک ترموکوپل متناسب با دمای بین دو محل اتصال است.



ترموکوپل

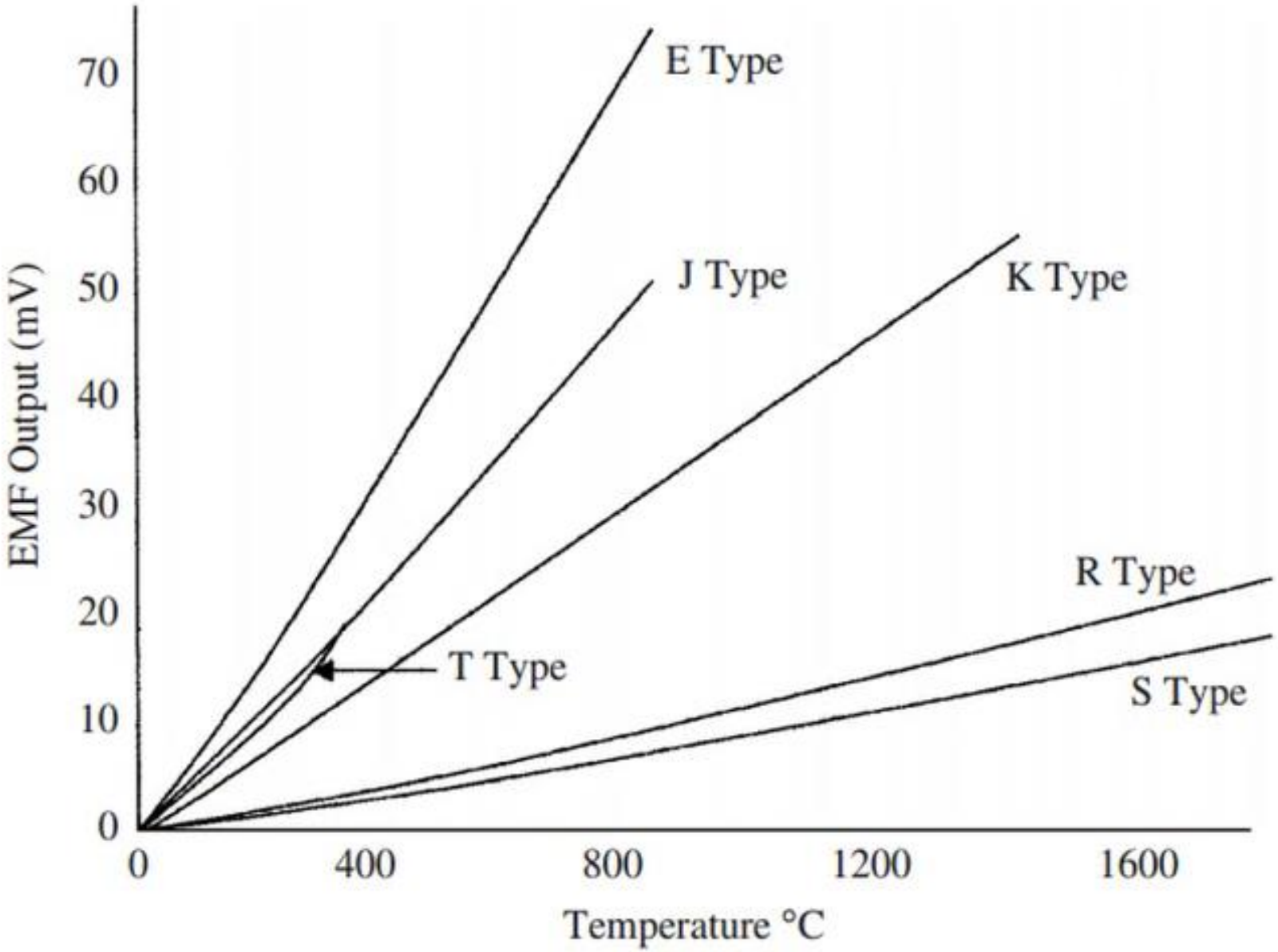
- ترموکوپل بر اساس اثر سیبک کار می‌کند و با اندازه گیری ولتاژ تولید شده دمای پیوند محاسبه می‌شود.



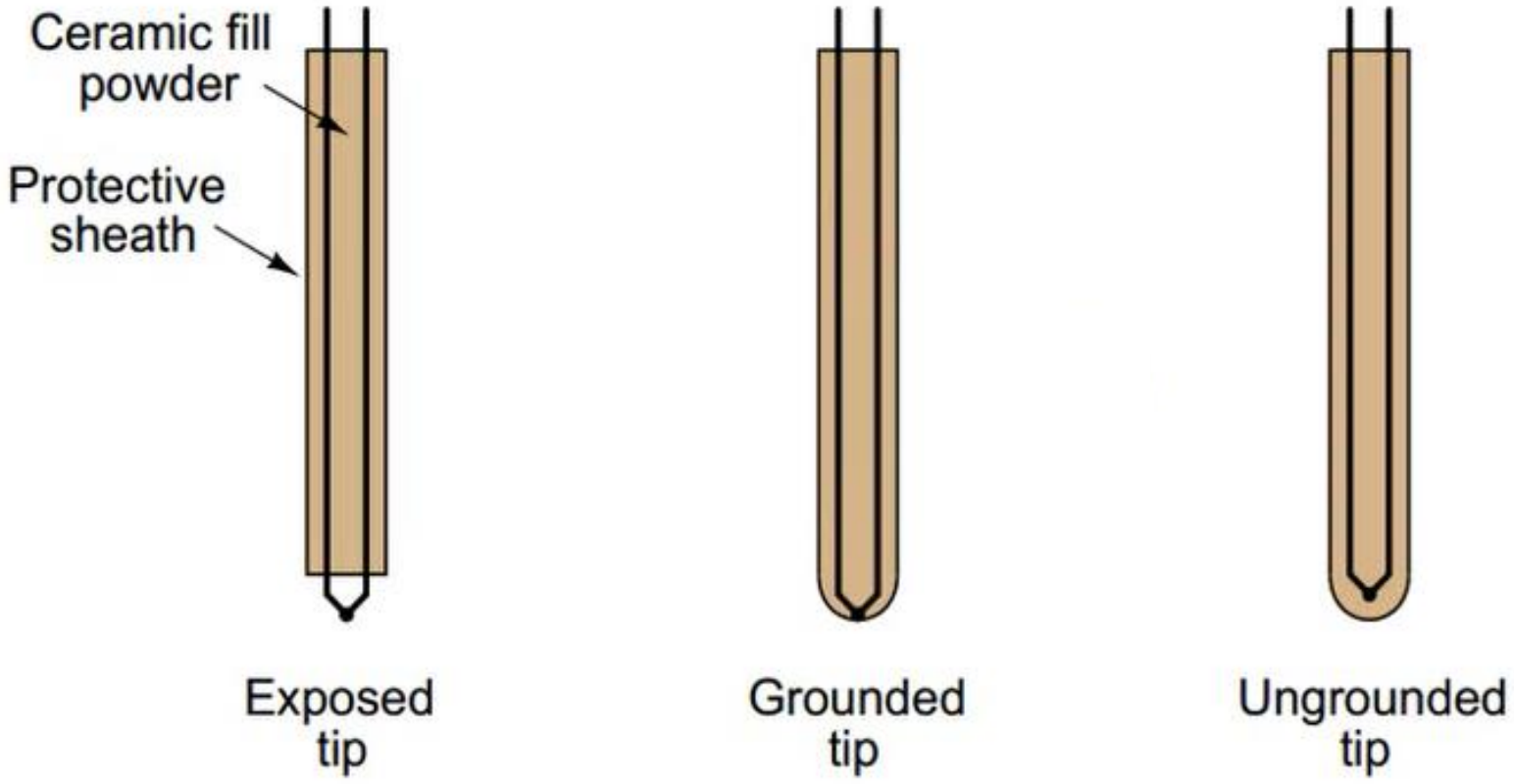
ترموکوپل

Type	Positive wire *characteristic*	Negative wire *characteristic*	Plug	Temp. range
T	Copper (blue) *yellow colored*	Constantan (red) *silver colored*	Blue	-300 to 700 ^oF
J	Iron (white) *magnetic, rusty?*	Constantan (red) *non-magnetic*	Black	32 to 1400 ^oF
E	Chromel (violet) *shiny finish*	Constantan (red) *dull finish*	Violet	32 to 1600 ^oF
K	Chromel (yellow) *non-magnetic*	Alumel (red) *magnetic*	Yellow	32 to 2300 ^oF
N	Nicrosil (orange)	Nisil (red)	Orange	32 to 2300 ^oF
S	Pt90% - Rh10% (black)	Platinum (red)	Green	32 to 2700 ^oF
B	Pt70% - Rh30% (grey)	Pt94% - Rh6% (red)	Grey	32 to 3380 ^oF

ترموکوپل


E Type
J Type
K Type
R Type
S Type
T Type
EMF Output (mV)
0
10
20
30
40
50
60
70
0
400
800
1200
1600
Temperature °C

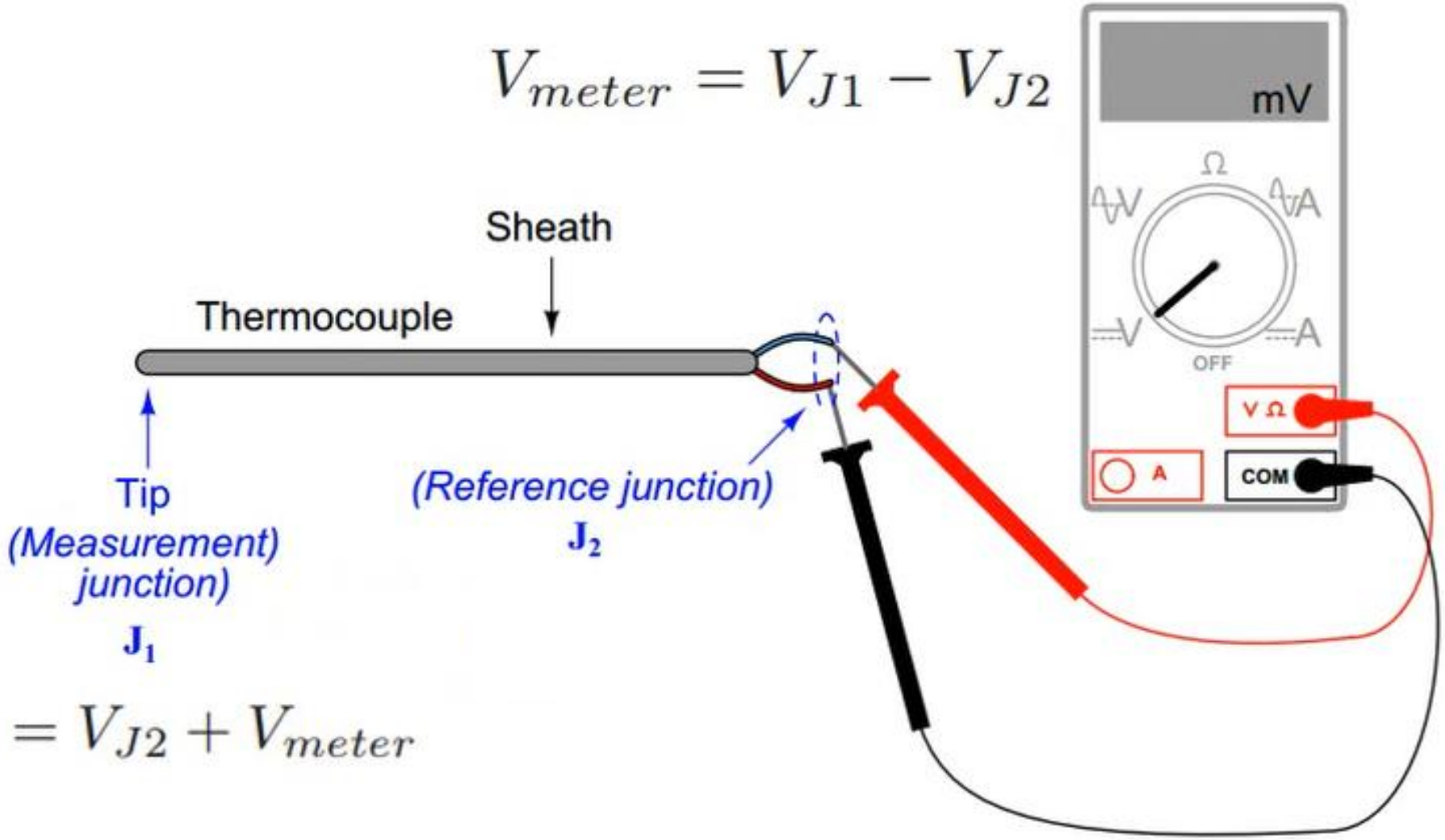
انواع هد ترموکوپل



- نوع زمین شده دارای حساسیت و سرعت بیشتر است اما آسیب پذیری آن بیشتر است

بدست آوردن دستی دما

$$V_{meter} = V_{J1} - V_{J2}$$



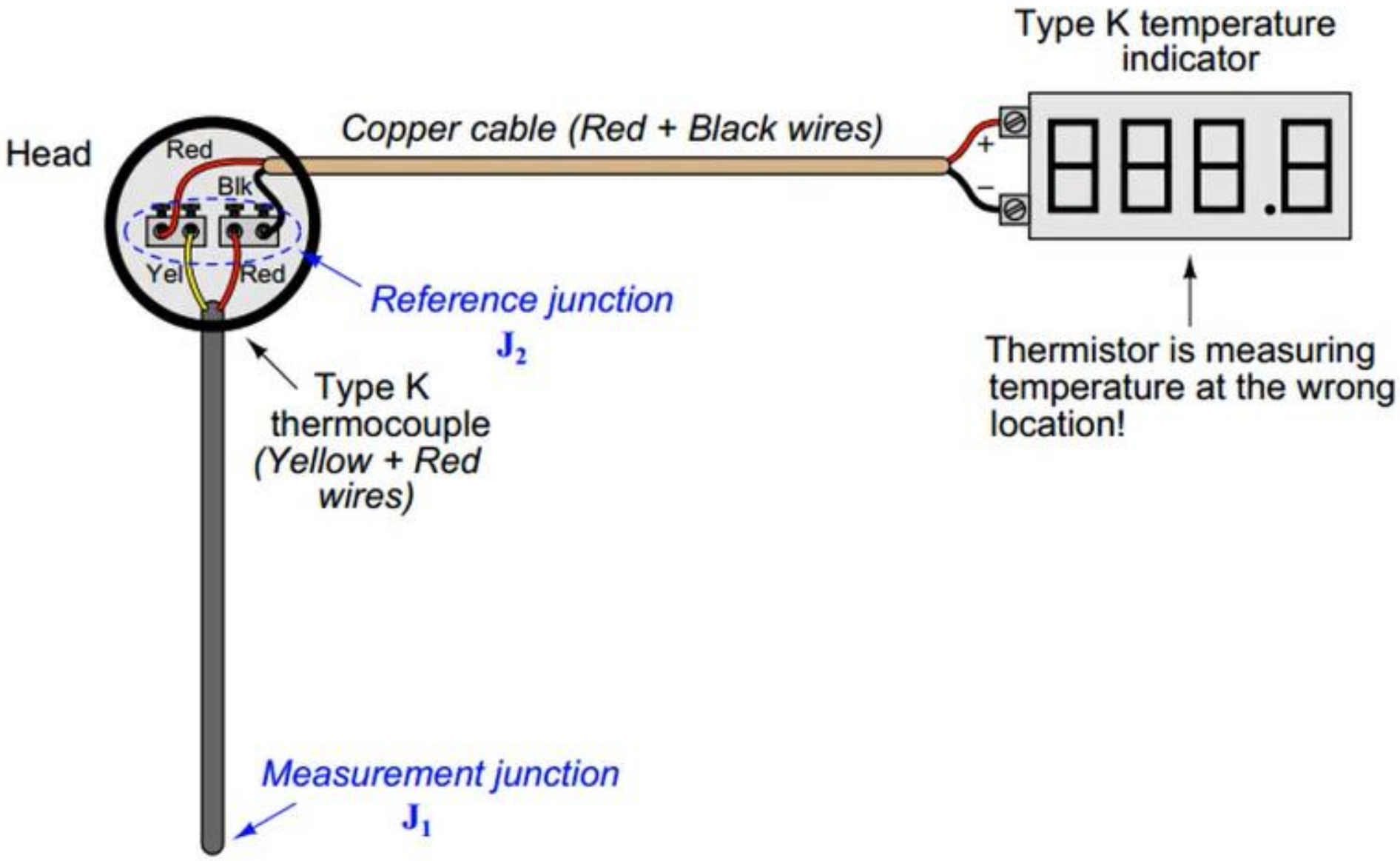
$$V_{J1} = V_{J2} + V_{meter}$$

بدست آوردن دستی دما

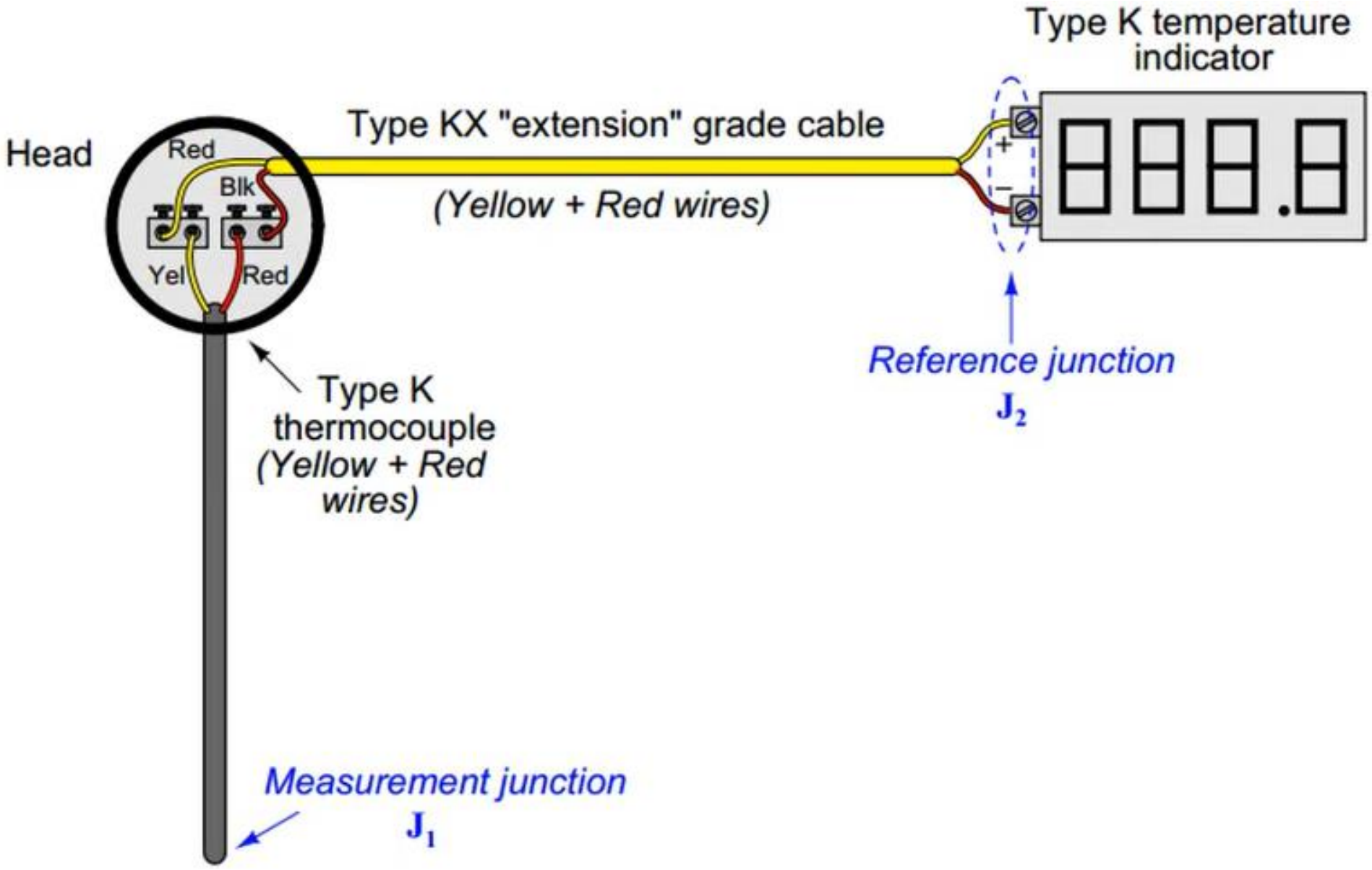
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0.000	0.039	0.078	0.117	0.156	0.195	0.234	0.273	0.312	0.352	0.391
10	0.391	0.431	0.470	0.510	0.549	0.589	0.629	0.669	0.709	0.749	0.790
20	0.790	0.830	0.870	0.911	0.951	0.992	1.033	1.074	1.114	1.155	1.196
30	1.196	1.238	1.279	1.320	1.362	1.403	1.445	1.486	1.528	1.570	1.612
40	1.612	1.654	1.696	1.738	1.780	1.823	1.865	1.908	1.950	1.993	2.036
50	2.036	2.079	2.122	2.165	2.208	2.251	2.294	2.338	2.381	2.425	2.468
60	2.468	2.512	2.556	2.600	2.643	2.687	2.732	2.776	2.820	2.864	2.909
70	2.909	2.953	2.998	3.043	3.087	3.132	3.177	3.222	3.267	3.312	3.358
80	3.358	3.403	3.448	3.494	3.539	3.585	3.631	3.677	3.722	3.768	3.814
90	3.814	3.860	3.907	3.953	3.999	4.046	4.092	4.138	4.185	4.232	4.279

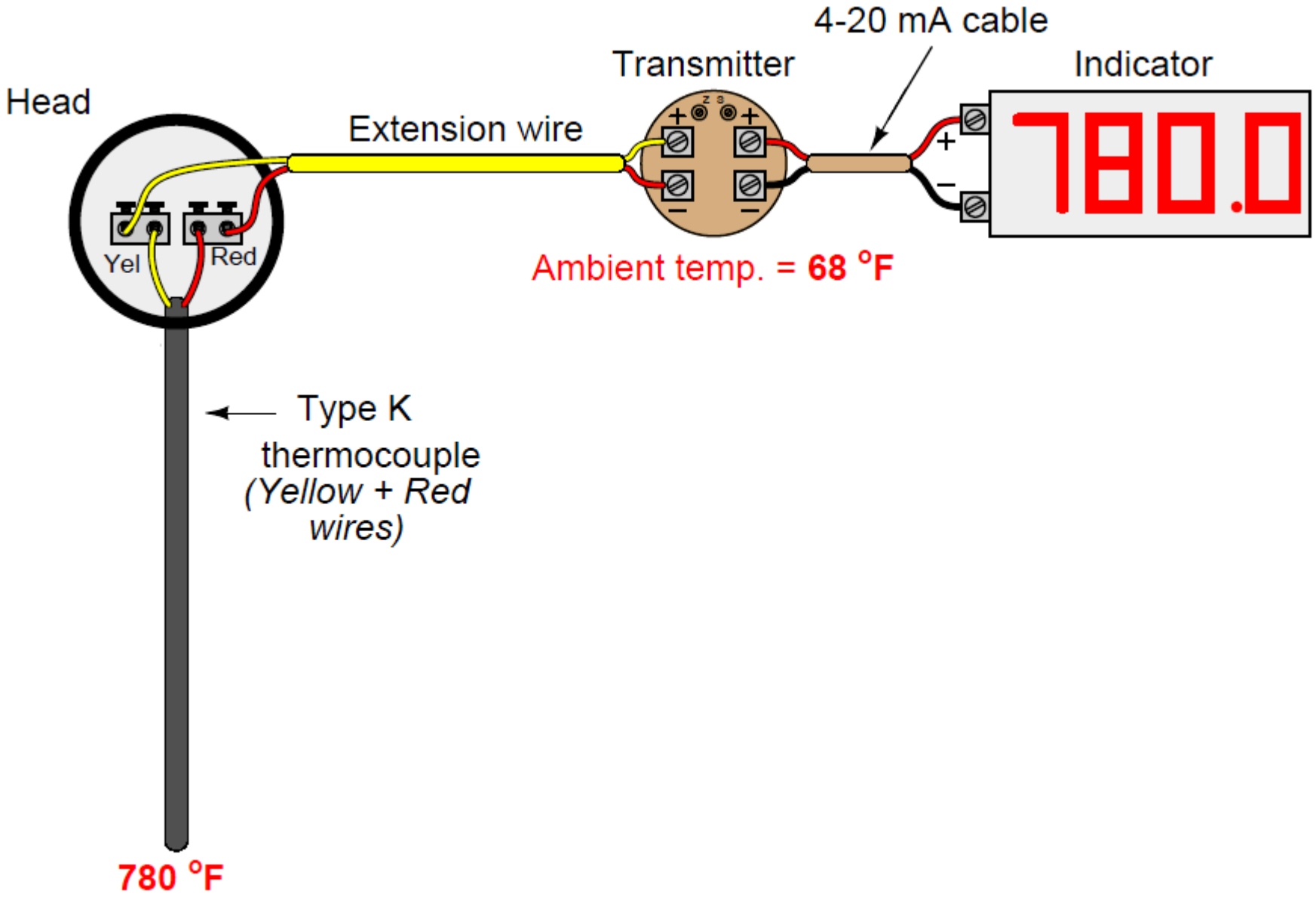
$$T_{ref} = 25.5\,C \quad \gg \quad V = 0.992 + \frac{0.992 - 1.033}{25 - 26}(T - 25) \gg \quad V_{25.5C} = 1/0125mV$$

کابل توسعه

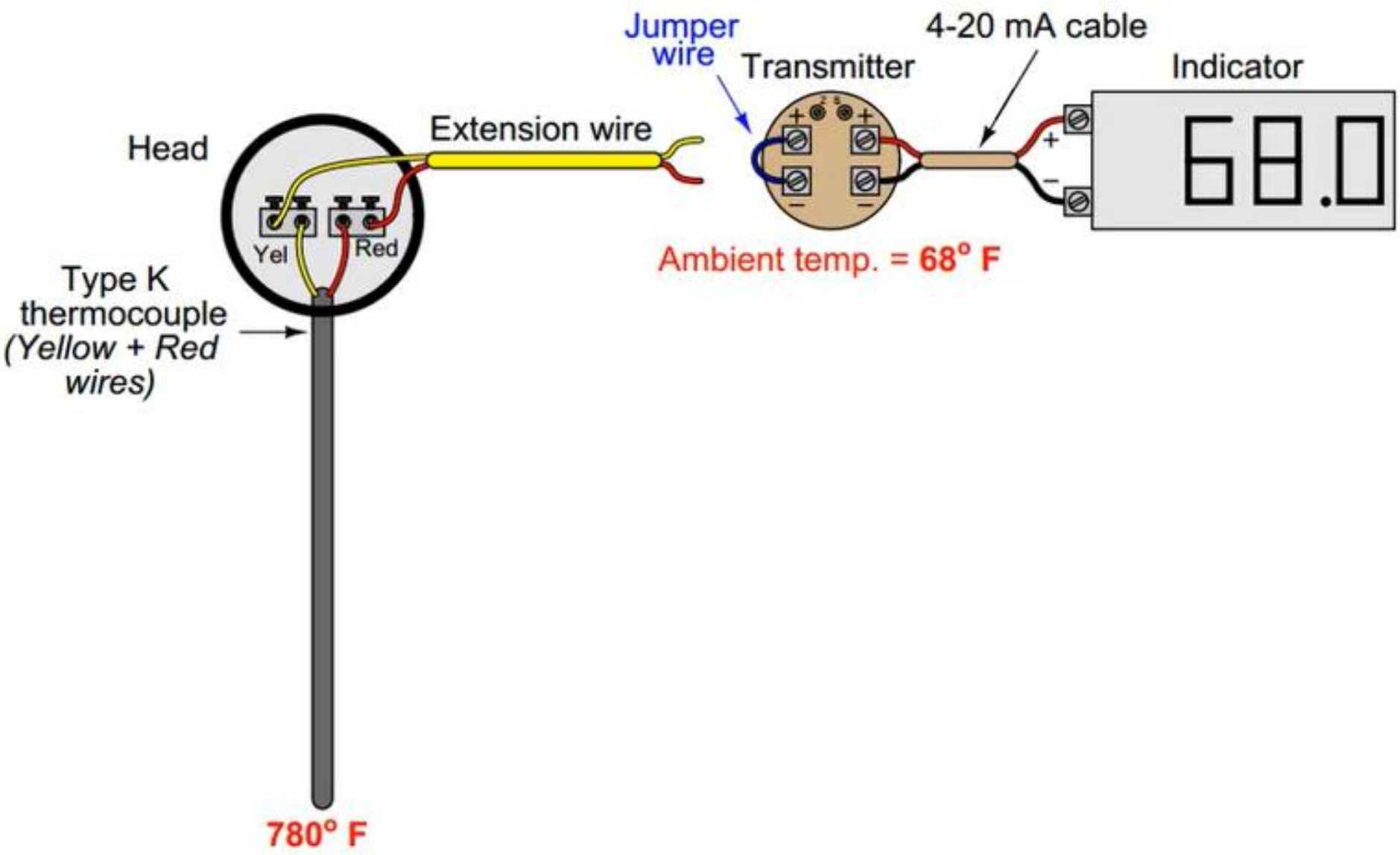

Type K temperature indicator
Head
Red
Blk
Yel
Red
Copper cable (Red + Black wires)
+
−
Reference junction
J_2
Type K thermocouple (Yellow + Red wires)
Thermistor is measuring temperature at the wrong location!
Measurement junction
J_1

کابل توسعه


Type K temperature indicator
Type KX "extension" grade cable
(Yellow + Red wires)
Head
Red
Blk
Yel
Red
+
−
Reference junction
J2
Type K thermocouple (Yellow + Red wires)
Measurement junction
J1


4-20 mA cable
Transmitter
Indicator
Head
Extension wire
780.0
Yel
Red
Ambient temp. = 68 °F
Type K
thermocouple
(Yellow + Red
wires)
780 °F

استفاده از ترنسمیتر دما



مقایسه سنسورهای دما

	RTD	Thermocouple	Thermistor
Temp. range	-260 to 850°C (-436 to 1562°F)	-270 to 1800°C (-454 to 3272°F)	-80 to 150°C (-112 to 302°F) (typical)
Sensor cost	Moderate	Low	Low
System cost	Moderate	High	Moderate
Stability	Best	Low	Moderate
Sensitivity	Moderate	Low	Best
Linearity	Best	Moderate	Poor
Specify for:	• General purpose sensing • Highest accuracy • Temperature averaging	• Highest temperatures	• Best sensitivity • Narrow ranges (e.g. medical) • Point sensing

Non-contact temperature sensors

- هر ماده ای با دمای بالاتر از صفر مطلق از خود امواج الکترومغناطیس بصورت فوتون یا نوری ساطع می کند.
- مقدار تشعشع مواد وابستگی مستقیمی به دمای آنها دارد.

Stefan-Boltzmann Law

$$\frac{dQ}{dt} = e\sigma A T^4$$

$\frac{dQ}{dt}$ = Radiant heat loss rate (watts)
e = Emissivity factor (unitless)
σ = Stefan-Boltzmann constant (5.67×10^{-8} W / m$^2 \cdot$ K^4)
A = Surface area (square meters)
T = Absolute temperature (Kelvin)

حسگرهای دمای غیر تماسی

- مزیت اصلی این روش این است که نیازی به ارتباط مستقیم فیزیکی برای اندازه گیری دما نیست.
- امکان اندازه گیری دماهای خیلی بالا
- امکان اندازه گیری دمای پلنت هایی که با روش‌های قبلی نمیتوان اندازه گیری کرد.

حسگرهای دمای غیر تماسی

مزایا

- اندازه‌گیری غیر تماسی
- حسگر دمای بالا
- حسگر از راه دور
- پاسخ سریع و قابلیت حس کردن اشیاء در حال حرکت
- حس کردن اهداف کوچک یا منطقه‌ای

معایب

- گران قیمت
- تابع انتشار مواد

بخش هفتم:

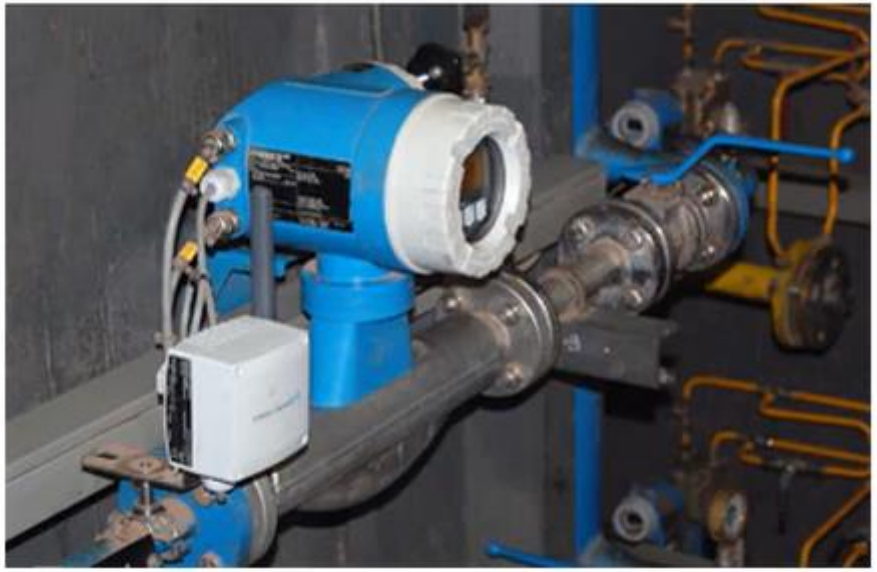
اندازه گیری فلو

اندازه گیری فلو یکی از پیچیده ترین و پرکاربردترین اندازه گیری های صنعتی است.

تکنولوژی های خیلی زیاد و متفاوتی برای اندازه گیری فلو وجود دارد که هر کدام دارای مزایا و معایب خاص خود است و ما باید با شناخت از پروسه فلومتر مناسب را انتخاب کنیم.

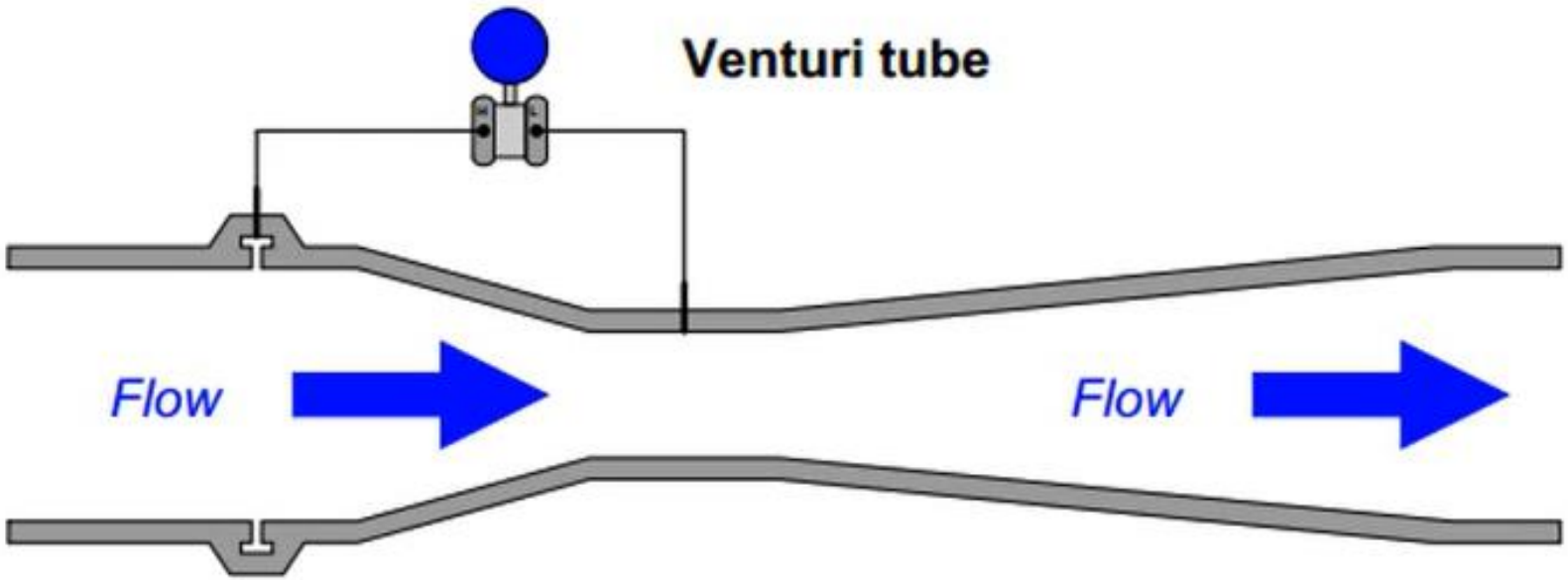
اغلب فلومترهای گاز و بخار برای اندازه گیری فلوی مایعات جواب نمی دهند و بلعکس

- نحوه نصب فلومترها هم خیلی مهم است و بر روی عمکرد آن تاثیر دارد.
- حتی در صورت انتخاب صحیح فلومتر و نصب صحیح ،آن بدلیل ناخالصی‌ها ممکن است اندازه گیری با خطا همراه باشد.



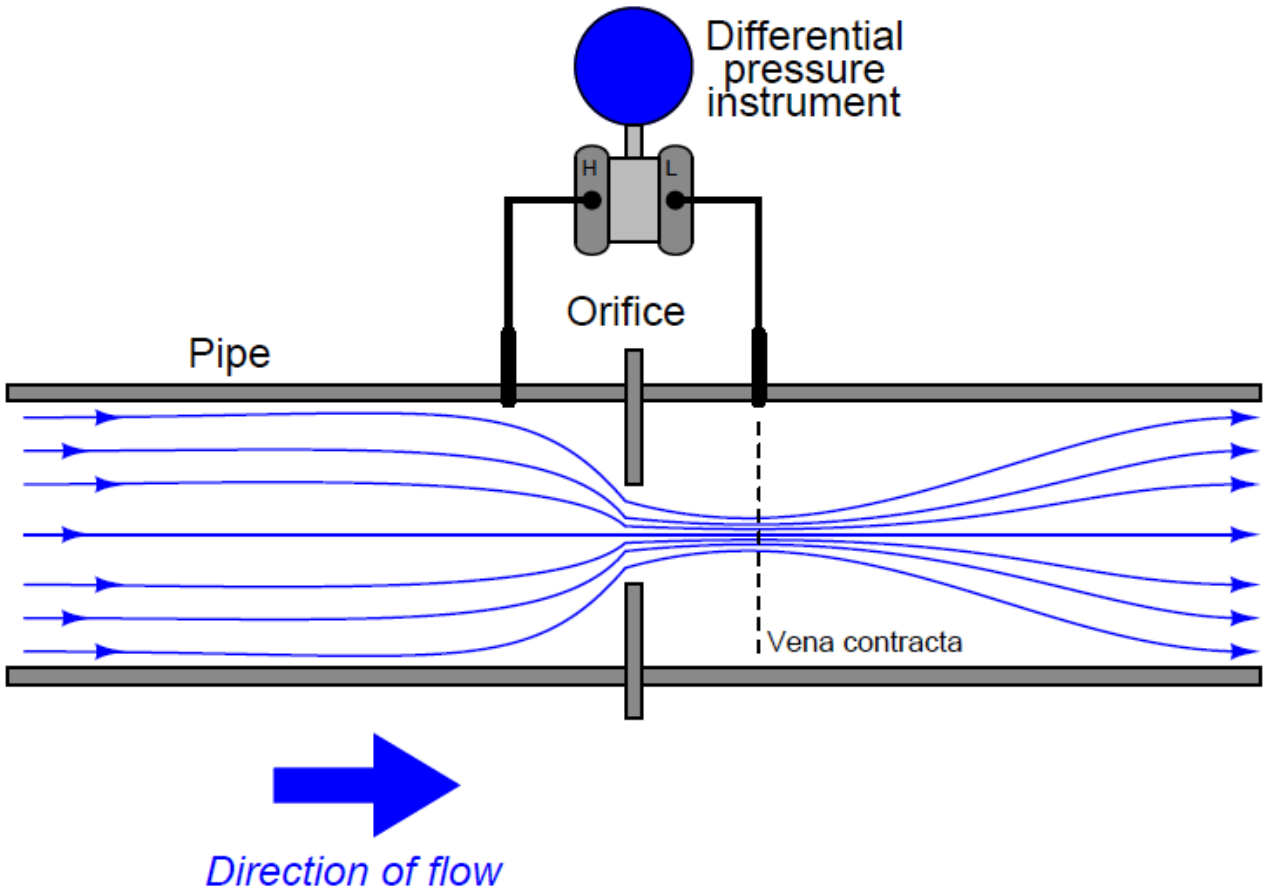
اندازه گیری فلو از طریق فشار

- برای ایجاد حرکت در سیال باید اختلاف فشار وجود داشته باشد.
- با اندازه گیری اختلاف فشار می‌توان نرخ شتاب سیال را محاسبه کرد.

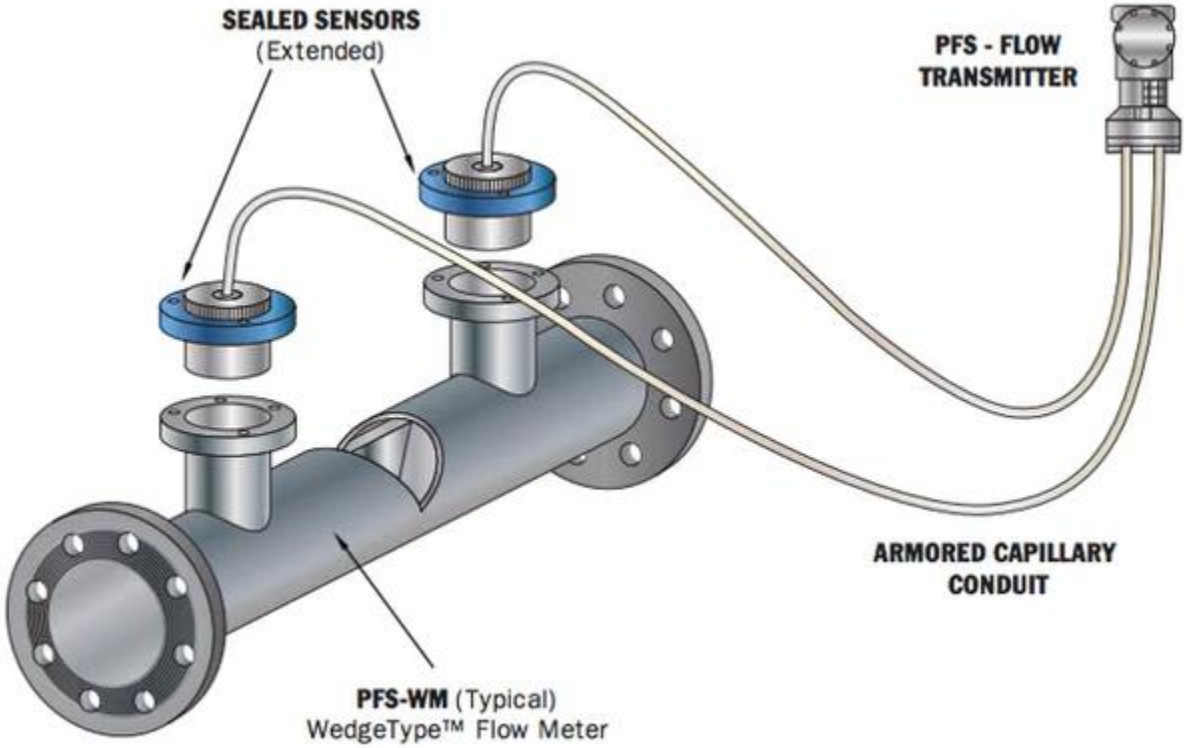


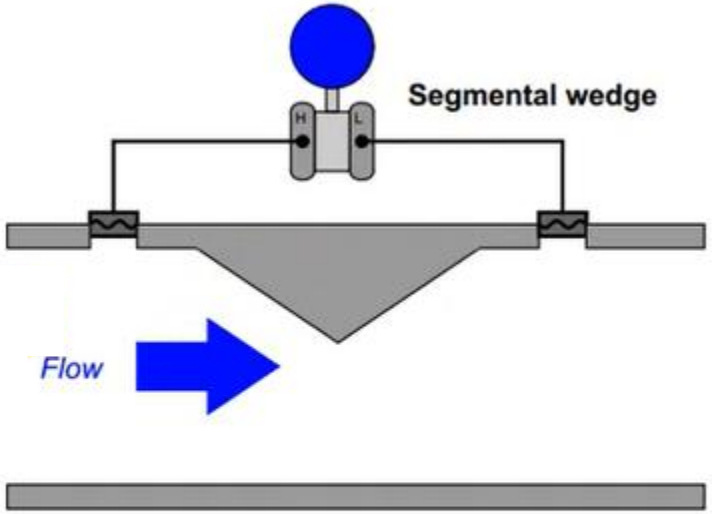
اندازه گیری فلو از طریق فشار

- معمول ترین ایجاد اختلاف فشار و سپس اندازه گیری فلو استفاده از صفحه اوریفیس است.



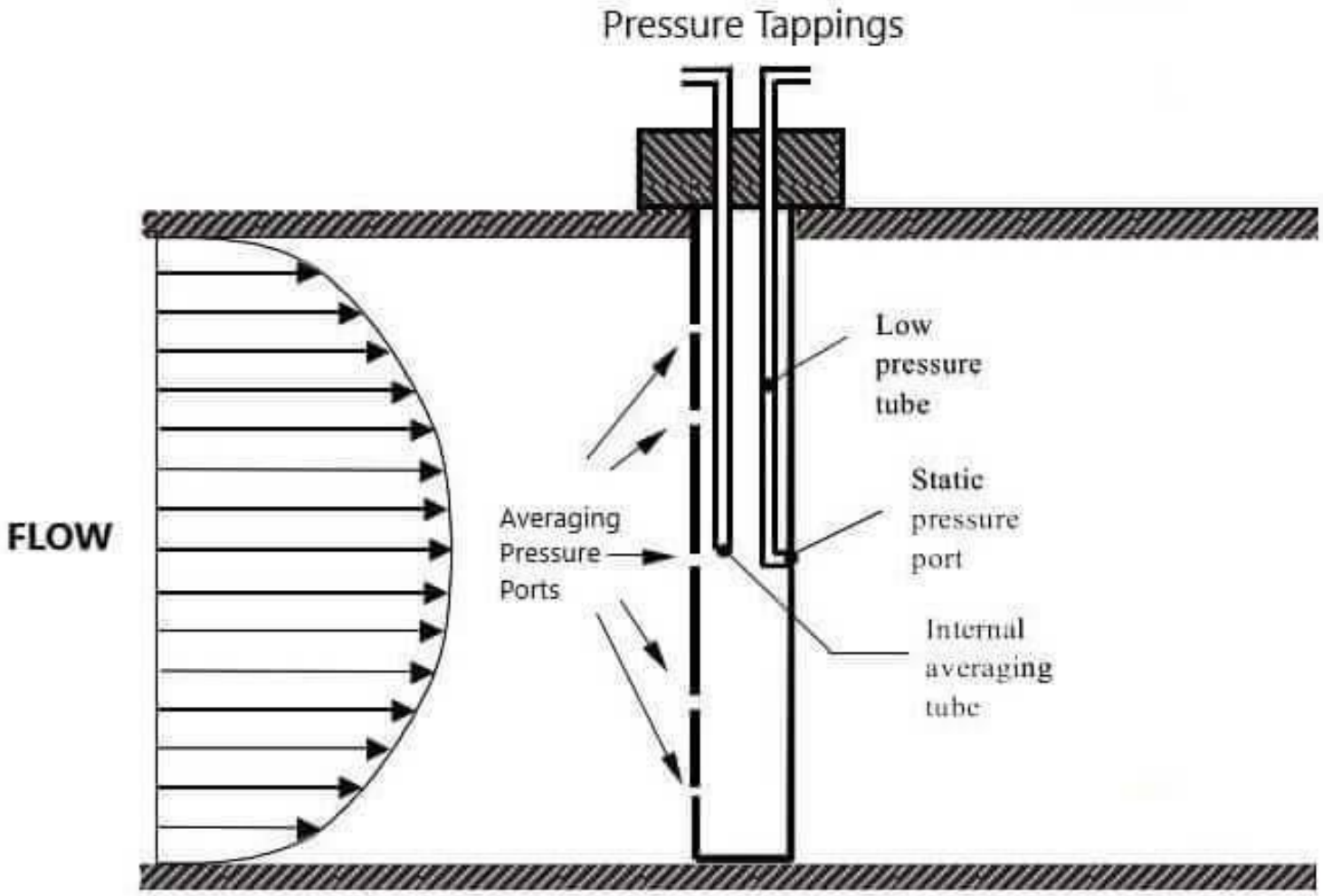
اندازه گیری فلو از طریق فشار





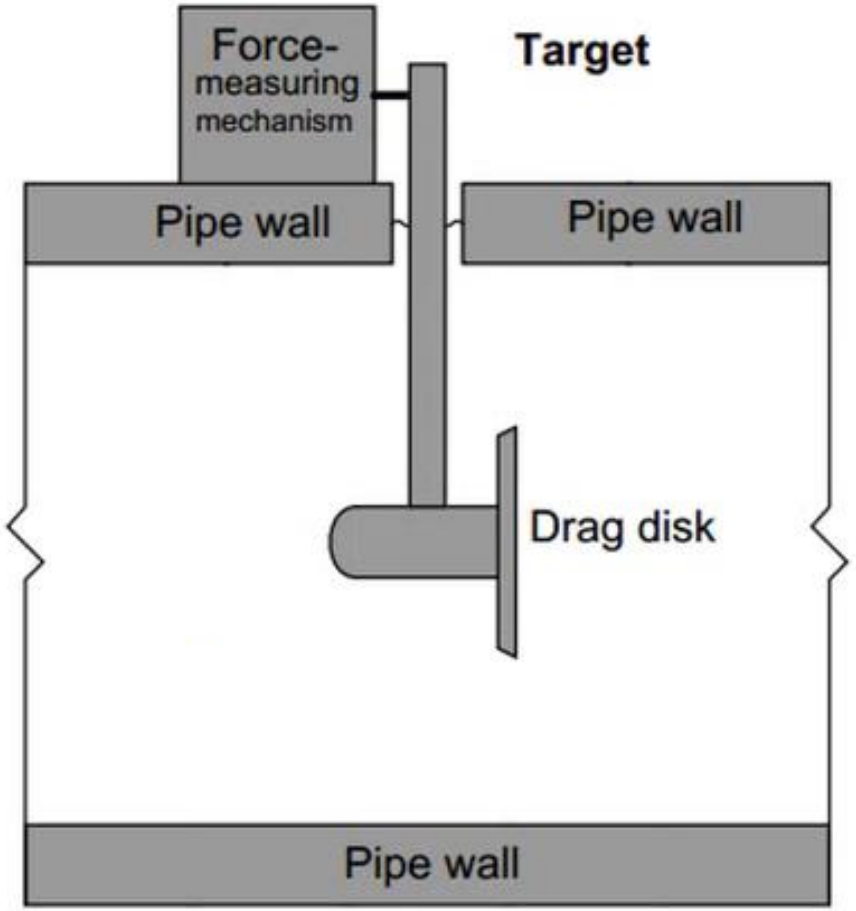
- اندازه گیری مواد با ویسکوزیته بالا

- لوله پیتوت



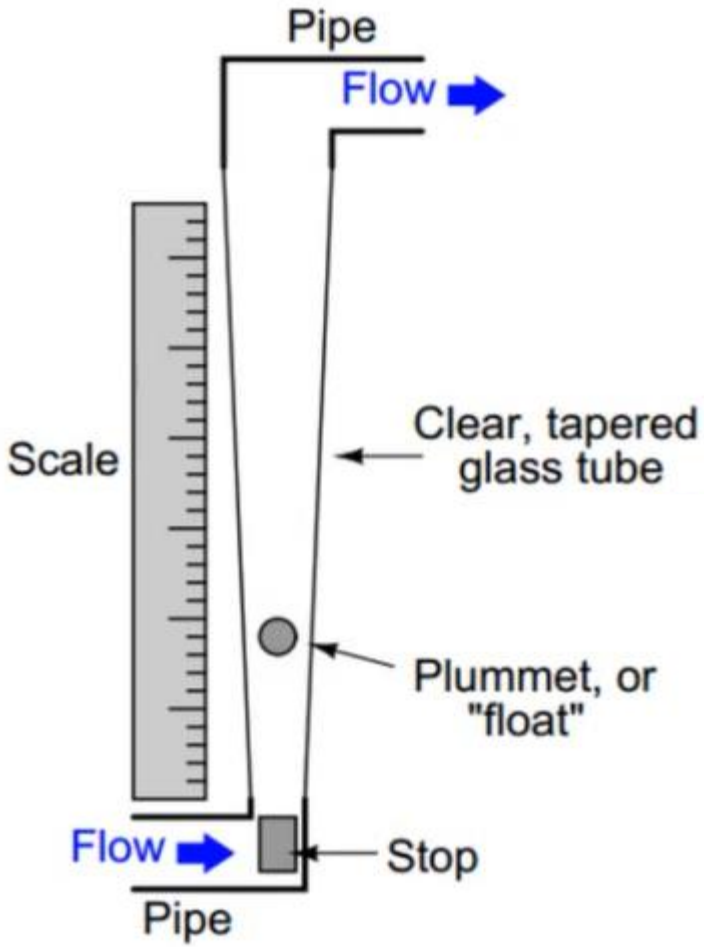
Averaging Pitot Tube (Annubar / Torbar)

اندازه گیری فلو از طریق فشار



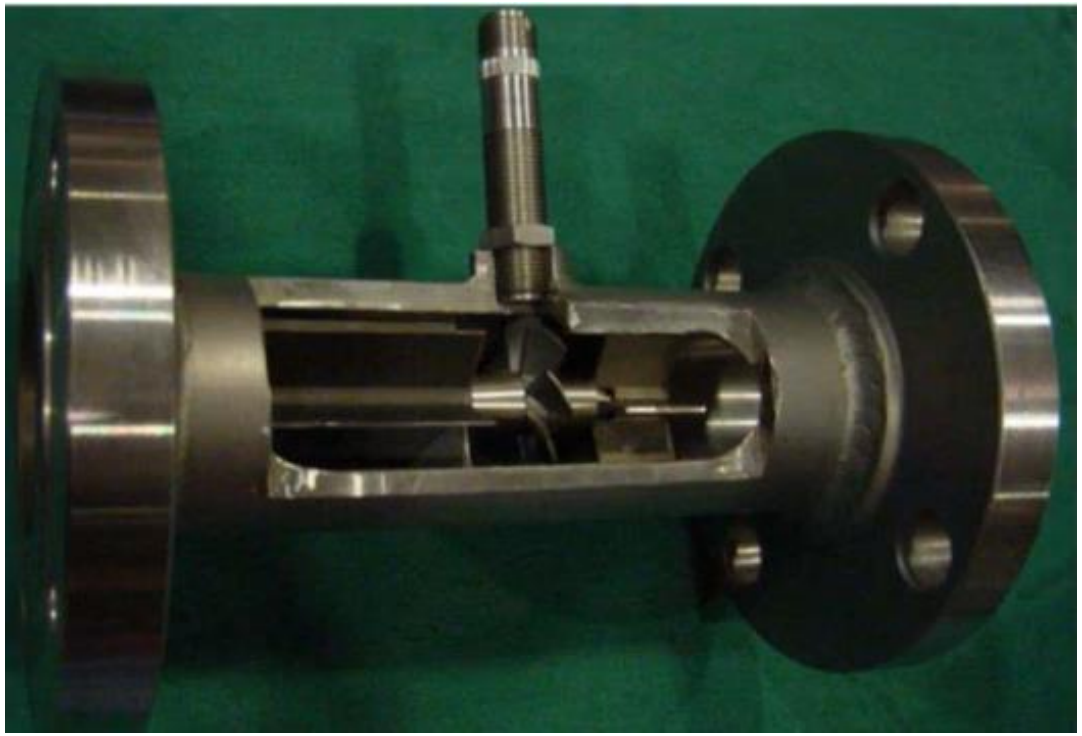
فلوترهای سطح متغیر

- روتامتر



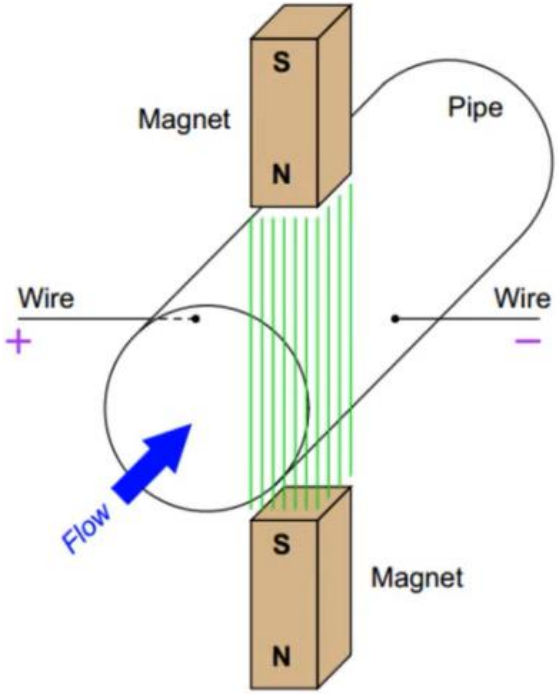
فلومتر بر اساس سرعت

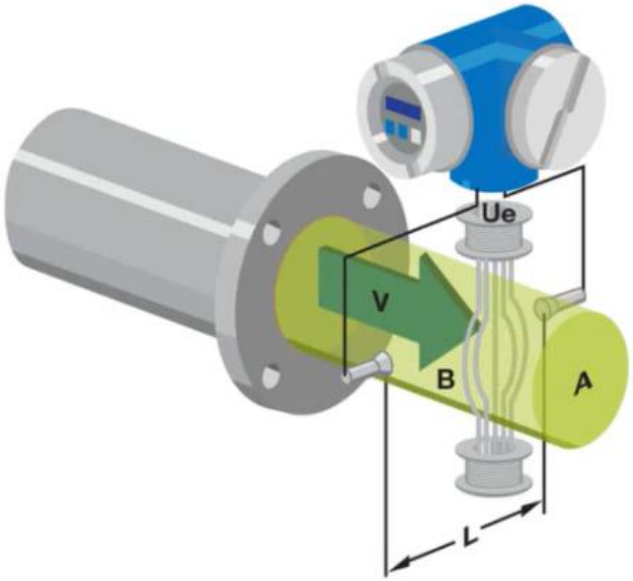
- توربین
- ساختار ساده
- اندازه گیری سرعت با استفاده سنسور مغناطیسی
- حساس به جریان های چرخشی



فلومتر مغناطیسی

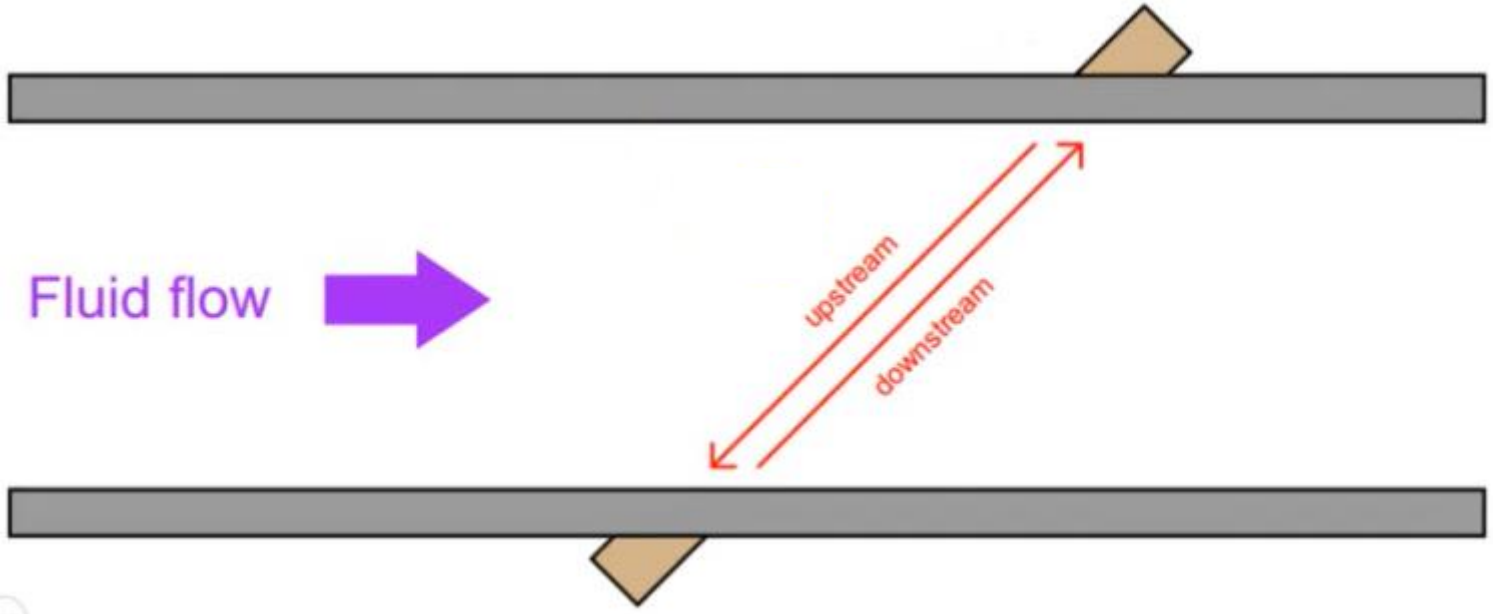
- هر وقت یک رسانا از داخل یک میدان مغناطیسی عبور کند، ولتاژی در آن القا می‌شود که مقدارش به سرعت حرکت رسانا بستگی دارد.
- رسانا: مایع مثل آب، فاضلاب، محلول‌های اسیدی با هدایت الکتریکی.
- میدان مغناطیسی: توسط سیم‌پیچ‌های دور لوله ایجاد می‌شود.
- الکترودها :ولتاژ القا شده را اندازه‌گیری می‌کنند.





فلومتر بر اساس سرعت

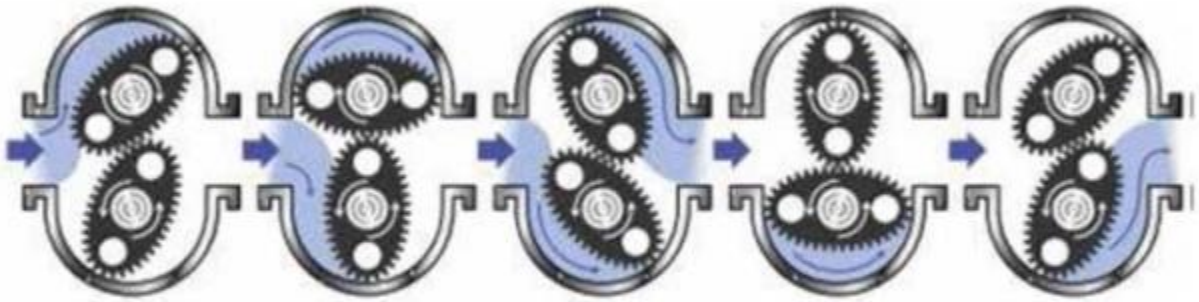
- فلومتر التراسونیک
- اساس ارسال یک سیگنال صوتی فرکانس بالا و آنالیز صوت برگشتی کار می کنند.



فلومتر التراسونیک

فلومتر بر اساس سرعت

- فلومتر جابجایی مثبت
- بصورت دقیق حجم سیال انتقال یافته در هر سیکل مشخص است.
- با شمارش تعداد سیکل‌ها در ثانیه فلو محاسبه می شود.



بخش هشتم:

اندازه گیری وزن

لودسل

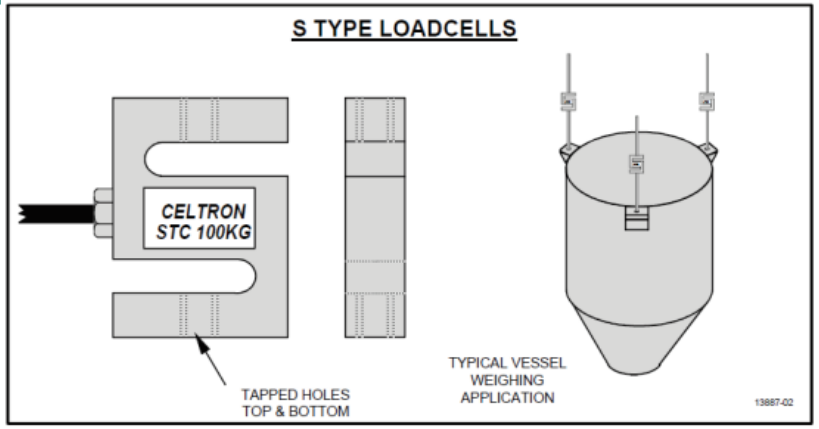
لودسل یک سنسور وزن یا نیرو است که میزان نیرو، وزن یا فشار را اندازه‌گیری کرده و آن را به یک سیگنال الکتریکی قابل پردازش تبدیل می‌کند. لودسل‌ها معمولاً در باسکول‌ها، ترازوهای صنعتی، ماشین‌آلات توزین و سیستم‌های کنترل نیرو استفاده می‌شوند.

لودسل معمولاً از یک سازه فلزی (آلومینیوم یا فولاد) ساخته شده که هنگام اعمال نیرو دچار تغییر شکل جزئی می‌شود. این تغییر شکل توسط استرین گیج که روی سطح لودسل نصب شده، اندازه‌گیری شده و به سیگنال الکتریکی متناسب با وزن یا نیرو تبدیل می‌شود.

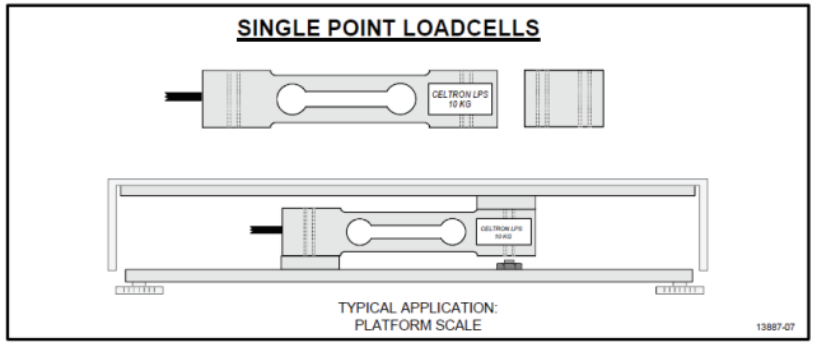
پارامترهای انتخاب لودسل

- ظرفیت کل لودسل: نباید کمتر از حداکثر بار و خیلی بییشتر انتخاب شود.
- اضافه بار: حداکثر درصد کامل بار قبل از آسیب دیدن لودسل. این عدد به طور معمولا 150% می باشد.
- دقت: این پارامتر ممکن است به صورت اصطلاحاتی همچون خطی ، پسماند، تکرارپذیري و خزش بیان شود. این ارقام به صورت یک درصد از ظرفیت کلی بیان می شود.
- حساسیت: حساسیت لودسل مقدار واقعی ولتاژ خروجی را زمانی که حداکثر بار بر لودسل روي قرار می‌گیرد تعیین می کند. این پارامتر به صورت mV/Vبیان می شود. به عنوان مثال اگر لودسل داراي خروجی 3mV/Vو ولتاژ تحریک VDC10باشد پس خروجی لودسل در بار کامل 30mvمی باشد.

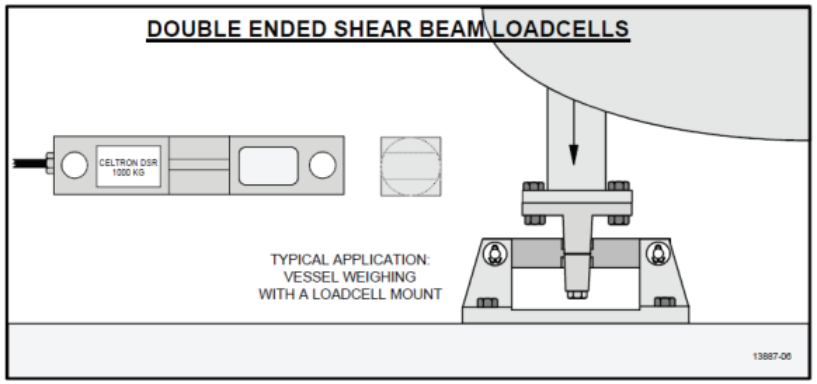
انواع لودسل بر اساس شکل و کاربرد



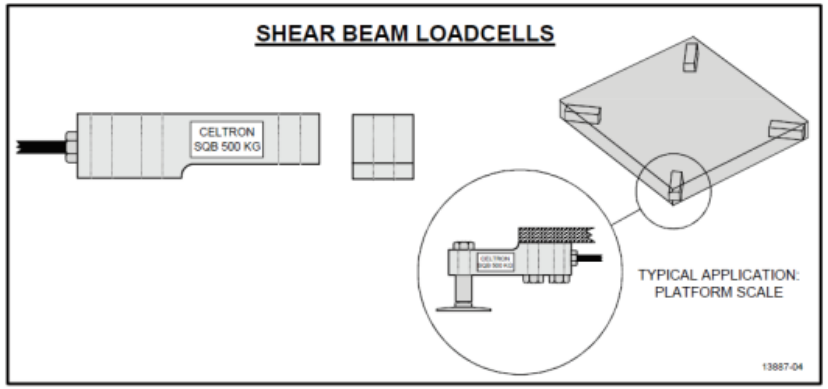
لودسل کششی تیپS : در این نوع لودسل فشار وارده بر لودسل منجر به تغییر در طول لودسل می‌گردد. البته لازم به ذکر است که این تغییر بسیار کوچک می باشد. در این نوع نیروی وارده می‌بایست به صورت عمود بر مرکز لودسل اعمال شود. این لودسل ها معمولا در ظرفیت های 20Kgتا 1000kgدر دسترس می باشند.



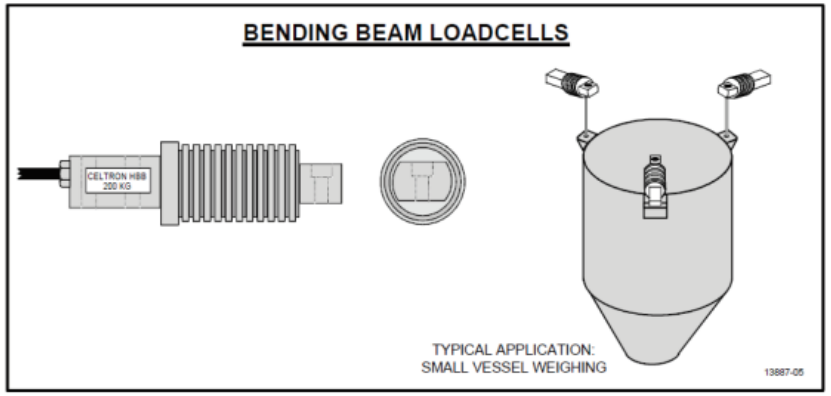
لودسل تک پایه: این سری به عنوان یکی از پرکاربردترین نوع لودسل در سیستم های توزین می‌باشد. از این نوع معمولاً در کفه های کوچک و باسکول ها استفاده می‌شود. یکی از مزایای این لودسل نسبت به سایر لودسل ها این است که در این نوع نیاز نیست که بار توسط یک نقطه به لودسل متصل شود. این لودسل ها معمولا برای ظرفیت های 200grتا 2000kgطراحی می‌شوند



لودسل دو منتهی: این لودسل ها جهت نصب در سیستم هایی که دارای بار ناهموار هستند مناسب می‌باشد. این لودسل ها معمولاً برای ظرفیتهای 500kgتا 50000kg طراحی می شوند



لودسل خمشی: این لودسل ها دارای یک پیچ ثابت با یک ساختار ثابت می باشند. در این نوع لودسل وزن در انتهای دیگر به لودسل وارد می شود. در این صورت لودسل دچار خمش شده. از این نوع اغلب در پایه ها و مفصل های گردان استفاده می‌گردد. این لودسل ها معمولا براي ظرفیتهای 100kgتا 10000kgطراحی می شوند.

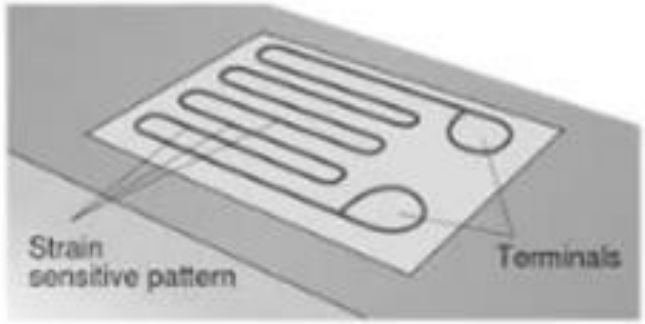


لودسل خمشی: این نوع لودسل با دارا بودن IPبالا و همچنین دقت بالا مناسب جهت استفاده در صنایع لبنیات و مواد غذایی می باشد. این لودسل داراي بدنه تمام فولاد ضدزنگ می باشد و در سیستم هاي توزین کوچک با دقت بالا بسیار کاربرد دارد.
این لودسل ها معمولا براي ظرفیتهاي 5kgتا 1000kgطراحی می شوند

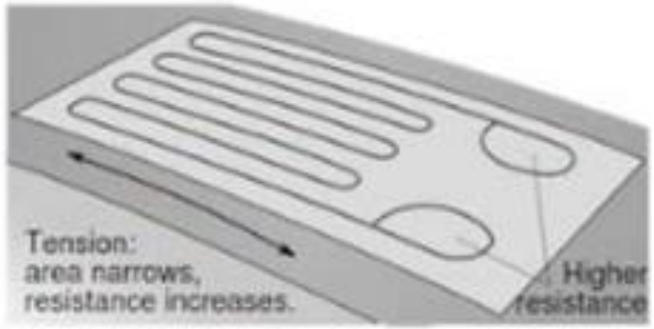
استرین گیج

- استرین گیج یا کرنش سنج یک سنسور الکترونیکی است که برای اندازه گیری کرنش یا تغییرات نسبی طول یک جسم به کار گرفته می شود.

تغییرات استرین گیج در برابر کشیدگی و فشردگی

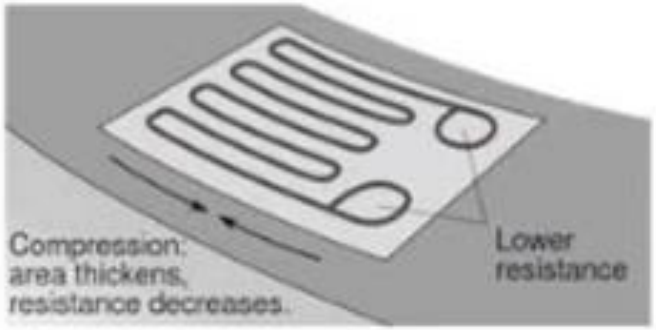


حالت عادی



حالت کشیدگی

در این حالت طول رسانا زیاد می شود ، پهنای رسانا کم می شود ، در نتیجه مقاومت افزایش می یابد.

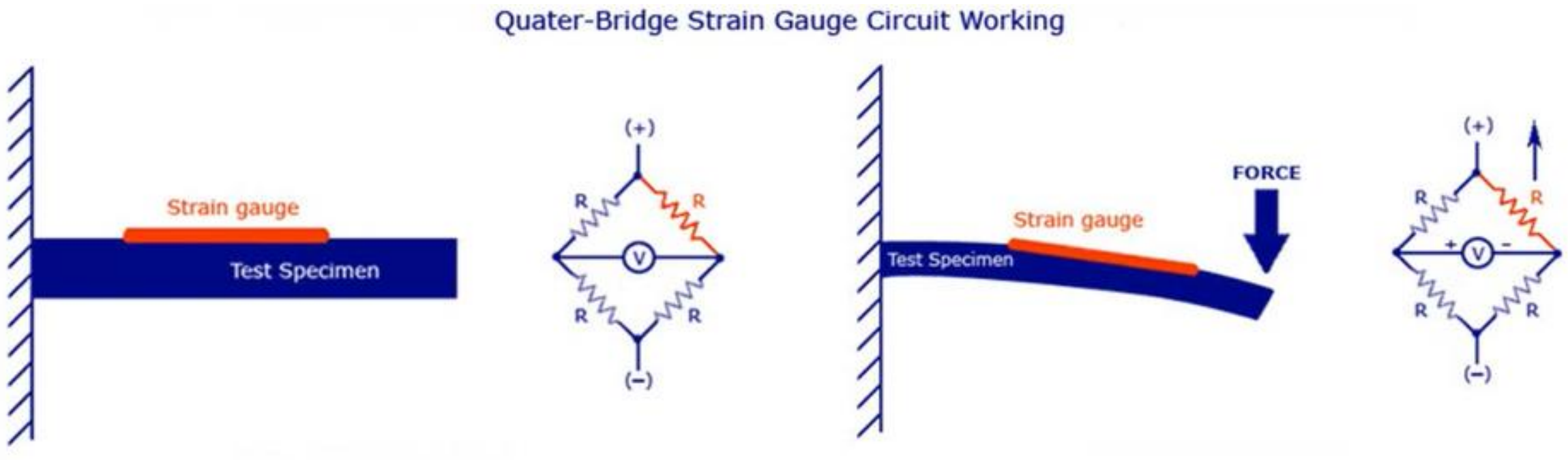


حالت فشردگی

در این حالت طول رسانا کم می شود ، پهنای رسانا زیاد می شود ، در نتیجه مقاومت کاهش می یابد.

استرین گیج

استرین گیج یا کرنش سنج یک سنسور الکترونیکی است که برای اندازه گیری کرنش یا تغییرات نسبی طول یک جسم به کار گرفته می شود.



نکات نصب لودسل

همیشه در اتصالات لودسل از کابل هاي شيلد دار استفاده کنید.

هیچ گاه از کابل تکه شده جهت برقراري اتصالات استفاده نکنید.

حدالامکان سعی کنید مسیر کابل کوتاه باشد.

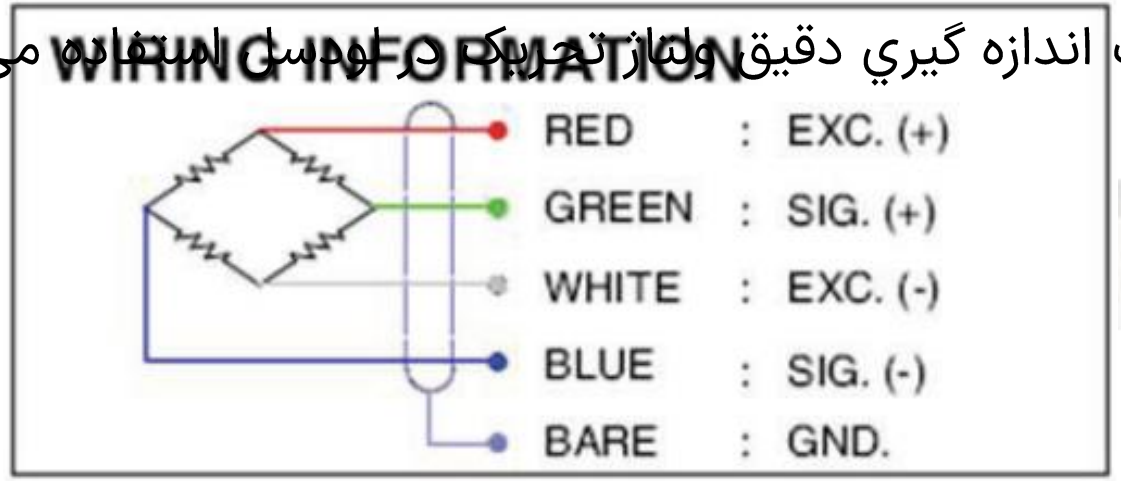
مسیر عبور کابل مربوط به لودسل ها از مسیر کابل هاي قدرت مجزا باشد.

زمانی که از چند لودسل جهت اتصال به یک کنترلر استفاده می کنید حتما سعی شود از Junction Box استفاده گردد.

اتصالات:

لودسل ها معمولا دارای4یا 6رشته سیم می باشند. در لودسل های4سیمه، 2سیم براي تغذیه ثابت DCو 2سیم دیگر نیز خروجی سیگنال می‌باشد

در لودسل های 6سیمه دو سیم اضافی جهت اتصال به کنترلر جهت اندازه گیری استفاده می‌شود. این دو سیم تحت عنوان سیم های sense شناسایی می شوند. از این سیم جهت اندازه گیري دقیق ولتاژ تحریک در لودسل استفاده می شود



بخش نهم:

تست ها

سوال: کدام مورد از معایب اصلی سنسورهای تماسی است؟

الف) قیمت بالا ب) نیاز به تغذیه DC ج) فرسایش مکانیکی در اثر تماس مستقیم

د) حساسیت به نور محیط

سوال: لیمیت سوئیچ چگونه موقعیت جسم را تشخیص می‌دهد؟

الف) از طریق پرتو مادون قرمز ب) از طریق تماس مکانیکی با قطعه متحرک

ج) با میدان الکترومغناطیسی د) از طریق بازتاب امواج فراصوت

سوال: در کدام کاربرد زیر استفاده از لیمیت سوئیچ مناسب‌تر است؟

الف) تشخیص سطح مایع در مخزن ب) تشخیص موقعیت انتهایی یک شفت دوار

ج) اندازه‌گیری دمای کوره د) اندازه‌گیری سرعت موتور

سوال: یکی از مزیت‌های سنسورهای تماسی نسبت به سنسورهای بدون تماس چیست؟

الف) طول عمر بیشتر ب) سرعت پاسخ‌دهی بالاتر ج) دقت بالا در تشخیص موقعیت

د) مقاومت بیشتر در برابر نویز

سوال: با توجه به شکل کدام گزینه نادرست می باشد؟

الف: سنسور از نوع مجاورتی یا Proximity است

ب: سنسور از نوع NPN است

ج: تغذیه سنسور هم میتواند DC و هم میتواند AC باشد

د: سنسور فقط فلزات را می بیند

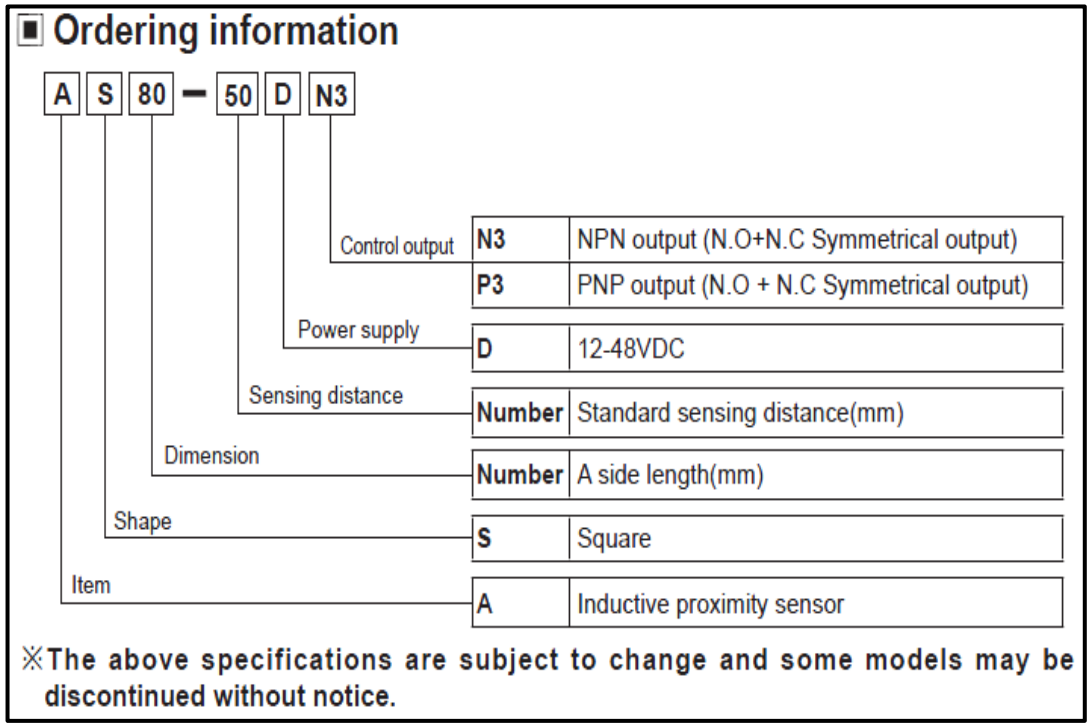
سوال: با توجه به شکل کدام گزینه نادرست می باشد؟

الف: این سنسور می تواند برای تشخیص فلزات در یک نوار نقاله حامل خاک استفاده شود.

ب: سنسور از نوع خازنی است

ج: این سنسور را تا فاصله 80 میلی متر را می تواند سنس کند

د: عبارت PROXIMITY به معنای مجاورتی است.



Ordering information

A S 80 – 50 D N3

Control output	N3	NPN output (N.O+N.C Symmetrical output)
	P3	PNP output (N.O + N.C Symmetrical output)
Power supply	D	12-48VDC
Sensing distance	Number	Standard sensing distance(mm)
Dimension	Number	A side length(mm)
Shape	S	Square
Item	A	Inductive proximity sensor

※The above specifications are subject to change and some models may be discontinued without notice.

سوال: اصلی‌ترین تفاوت بین سنسورهای القایی و خازنی در چیست؟

الف) میزان حساسیت به دما ب) شکل ظاهری ج) نوع جسم قابل تشخیص د) نحوه سیم‌بندی

سوال: سنسور القایی چگونه جسم فلزی را تشخیص می‌دهد؟

الف) تغییر در ظرفیت خازنی بین دو صفحه ب) ایجاد جریان گردابی و افت دامنه نوسان

ج) بازتاب امواج مادون قرمز د) ایجاد اختلاف دما بین دو فلز

سوال: سنسور خازنی بیشتر در کدام کاربرد مناسب است؟

الف) اندازه‌گیری دمای سیال ب) شمارش اجسام فلزی در خط تولید

ج) تشخیص سطح مایع در مخازن د) اندازه‌گیری سرعت موتور

سوال: چه فلزی کمترین تأثیر را در کاهش فاصله تشخیص سنسور القایی دارد؟ الف) آهن ب) مس ج) آلومینیوم د) برنز

سوال: خروجی آنالوگ در سنسور القایی چه کاربردی دارد؟

الف) شمارش اجسام ب) تعیین فاصله دقیق جسم از سنسور ج) تشخیص رنگ د) تعیین نوع فلز

سنسور اولتراسونیک برای تشخیص فاصله از چه چیزی استفاده می‌کند؟

الف) بازتاب نور ب) تغییر دما ج) امواج فراصوت د) میدان مغناطیسی

سوال: خروجی دیجیتال سنسور اولتراسونیک چه چیزی را نشان می‌دهد؟

الف) مقدار ولتاژ لحظه‌ای ب) فقط وجود یا عدم وجود جسم در محدوده خاص ج) رنگ جسم د) فاصله دقیق جسم

سوال: اصلی‌ترین مزیت سنسور اولتراسونیک نسبت به نوری چیست؟

الف) ارزان‌تر بودن ب) مقاومت بیشتر در برابر نویز ج) توانایی تشخیص اجسام شفاف د) نیاز نداشتن به تغذیه

سوال: کاربرد رایج سنسور مغناطیسی چیست؟

الف) تشخیص مایعات ب) تشخیص درب باز یا بسته ج) اندازه‌گیری دما د) کنترل رنگ

سوال: در چشم نوری نوع Uشکل، فرستنده و گیرنده در چه حالتی قرار دارند؟

الف) روبروی هم ب) مجزا در دو مکان ج) در یک محفظه واحد د) در داخل رفلکتور

سوال: کدام مورد از معایب سنسورهای نوری است؟

الف) نیاز به تماس با جسم ب) حساسیت به آلودگی و گرد و غبار ج) ناتوانی در تشخیص اجسام رنگی د) سرعت پایین

سوال: اگر فاصله دو سنسور القایی بسیار کم باشد، ممکن است چه مشکلی پیش آید؟

الف) سوختن هر دو سنسور ب) تداخل سیگنال و خروجی نادرست ج) ایجاد نویز مغناطیسی د) افت ولتاژ تغذیه

16- با توجه به عکس ها کدام گزینه درست است ؟

الف: در عکس سمت راست با کدBEN5M-MFR سنسور نوری از نوع انعکاس با آیینه است

ب: فاصله سنس‌کردن سنسور اول 5 سانتی متر است

ج: هر دوسنسور ازنوع Proximity هستند

د: حساسیت هر دو سنسور قابل تنظیم نیست

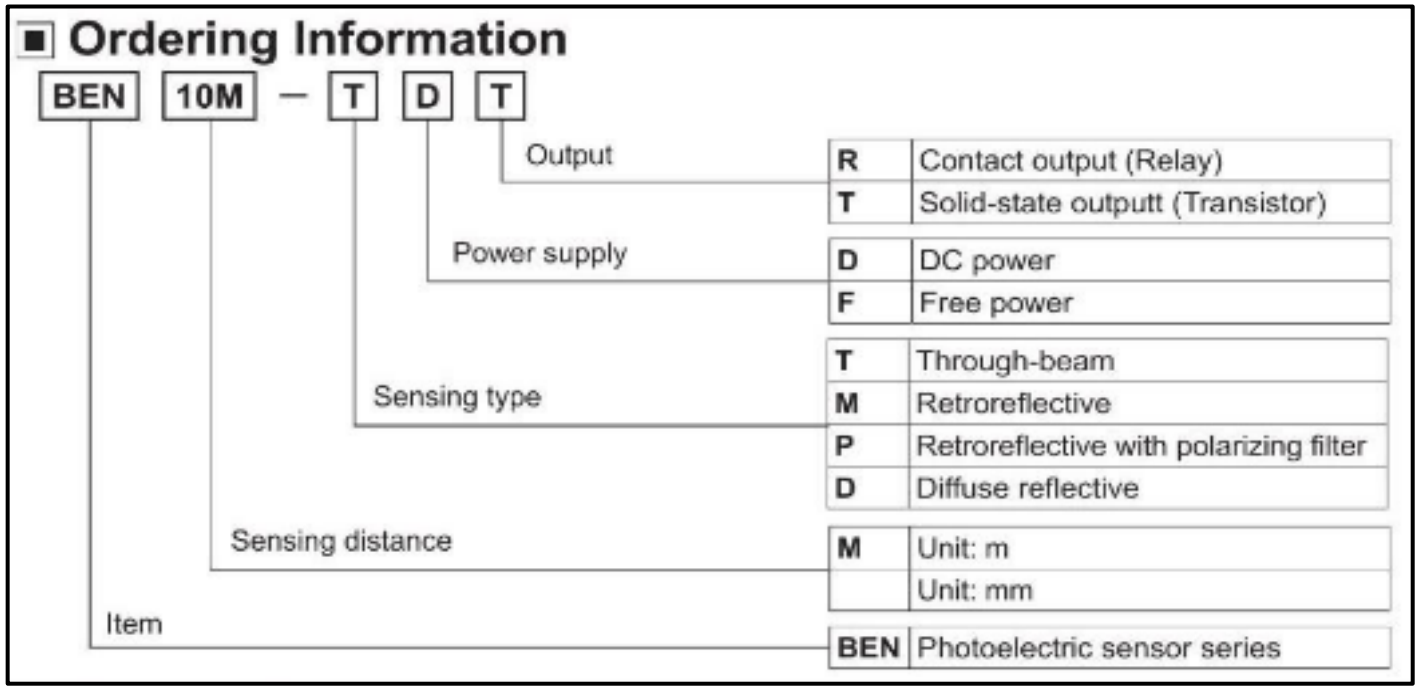
17- با توجه به عکس ها کدام گزینه درست است ؟

الف: هردو سنسور از نوع نوری می باشند

ب: تغذیه هردو سنسور باید DC باشد

ج: خروجی سنسور اول از نوع رله ای می باشد

د: الف، ج



12- ترانسميتر فشار عكس مقابل ، در فشار ۳ بار، در خروجي خود، چند ميلي آمپر مي دهد؟

الف: 12 ب: 8.8 ج: 16.8

13- ترانسميتر فشار عكس مقابل ، در فشار 6 بار، در خروجي خود، چند ميلي آمپر مي دهد؟

الف: 12 ب: 8.8 ج: 16.8 د: 13.6

14- ترانسميتر فشار عكس مقابل ، در فشار صفر بار، در خروجي خود، چند ميلي آمپر مي دهد؟

الف: 4 ب: 8.8 ج: 16.8 د: 13.6

15- ترانسميتر فشار عكس مقابل ، در فشار 10 بار، در خروجي خود، چند ميلي آمپر مي دهد؟

الف: 4 ب: 7 ج: 20 د: 16

سوال: کدام‌یک از گزینه‌ها جزو مزایای ترموکوپل است؟

الف) دقت بالا ب) ساختار پیچیده ج) قیمت بالا د) عدم نیاز به منبع تغذیه خارجی

سوال: سنسور RTD معمولاً از چه فلزی ساخته می‌شود؟ الف) آلومینیوم ب) مس ج) پلاتین د) فولاد

سوال: فرمول محاسبه مقاومت در RTDنوع PT100به چه صورت است؟

الف) $RT = 100 + 0.385 \times t$ ب) $RT = 0.385 \times t$ ج) $RT = 100 + t / 10$ د) $RT = 10 + 100 \times t$

سوال: ترموکوپل تیپ K در چه محدوده دمایی کار می‌کند؟

الف) -50 تا 500 درجه سلسیوس ب) 0 تا 1000 درجه ج) -270 تا 1372 درجه د) -200 تا 800 درجه

سوال: کدام مورد یکی از معایب RTD است؟

الف) دقت پایین ب) مصرف انرژی زیاد ج) سرعت پاسخ کند د) قیمت ارزان

سوال: کدام سنسور برای اندازه‌گیری دمای کوره‌های بالای ۱۵۰۰ درجه مناسب‌تر است؟

الف) RTD ب) ترموکوپل نوع J ج) پایرومتر د) ترموکوپل نوع T

سوال: وظیفه ترموول در نصب سنسورهای دما چیست؟

الف) افزایش دقت اندازه‌گیری ب) حذف نویز ج) محافظت فیزیکی از سنسور د) تامین تغذیه سنسور

سوال: کدام‌یک از گزینه‌ها جزو مزایای ترموکوپل است؟

الف) دقت بالا ب) ساختار پیچیده ج) قیمت بالا د) عدم نیاز به منبع تغذیه خارجی

سوال: سنسور RTD معمولاً از چه فلزی ساخته می‌شود؟ الف) آلومینیوم ب) مس ج) پلاتین د) فولاد

سوال: فرمول محاسبه مقاومت در RTDنوع PT100به چه صورت است؟

الف) $RT = 100 + 0.385 \times t$ ب) $RT = 0.385 \times t$ ج) $RT = 100 + t / 10$ د) $RT = 10 + 100 \times t$

سوال: ترموکوپل تیپ K در چه محدوده دمایی کار می‌کند؟

الف) -50 تا 500 درجه سلسیوس ب) 0 تا 1000 درجه ج) -270 تا 1372 درجه د) -200 تا 800 درجه

سوال: کدام مورد یکی از معایب RTD است؟

الف) دقت پایین ب) مصرف انرژی زیاد ج) سرعت پاسخ کند د) قیمت ارزان

سوال: کدام سنسور برای اندازه‌گیری دمای کوره‌های بالای ۱۵۰۰ درجه مناسب‌تر است؟

الف) RTD ب) ترموکوپل نوع J ج) پایرومتر د) ترموکوپل نوع T

سوال: وظیفه ترموول در نصب سنسورهای دما چیست؟

الف) افزایش دقت اندازه‌گیری ب) حذف نویز ج) محافظت فیزیکی از سنسور د) تامین تغذیه سنسور

سوال: لودسل برای اندازه‌گیری چه کمیتی استفاده می‌شود؟ الف) فشار هوا ب) وزن یا نیرو ج) جریان الکتریکی د) دمای سطح فلز

سوال: عملکرد لودسل بر اساس کدام اصل است؟

الف) تغییر ولتاژ ناشی از حرارت ب) تغییر مقاومت در اثر فشار ج) بازتاب نور از سطح اجسام د) ساطع شدن امواج مادون قرمز

سوال: خروجی لودسل در بار کامل با تحریک 10 V و حساسیت 3 mV/V چقدر است؟ الف) 3mV ب) 10mV ج) 30mV د) 300mV

سوال: استرین گیج چه چیزی را اندازه‌گیری می‌کند؟

الف) تغییر ولتاژ ناشی از میدان مغناطیسی ب) تغییر دما ج) کرنش مکانیکی د) تغییر ولتاژ خروجی ترموکوپل

سوال: در نصب لودسل کدام گزینه الزامی است؟

الف) استفاده از خازن فیلتر ب) جدا کردن سیم‌های سیگنال از سیم قدرت ج) استفاده از فن خنک‌کننده د) تغذیه 200V مستقیم

24- با توجه به شکل مقابل کدام گزینه در مورد انکدر نادرست مي باشد؟

الف: قطر شافت انکدر 8 میلی متر می باشد

ب: انکدر از نوع هالوشفت می باشد

ج: خروجی انکدر از نوع NPNمی باشد

د: انکدر در هر دور 8000 پالس میدهد

Ordering Information

E50S	8	- 8000	- 3	- N
Series	Shaft diameter	Pulse/ 1Revolution	Output phase	Control output
Diameter Ø50mm, shaft type	Ø8mm	Refer to resolution	2: A, B 3: A, B, Z 4: A, $\overline{A}$, B, $\overline{B}$ 6: A, $\overline{A}$, B, $\overline{B}$, Z, $\overline{Z}$	T: Totem pole output N: NPN open collector output V: Voltage output L: Line driver output

30- با توجه به دو شکل زیر، کدام گزینه نادرست مي باشد؟

الف: انکدر بالا از نوع هالوشفت می باشد

ب: خروجی انکدر از نوع PNP می باشد

ج: انکدر فوق دارای خروجی 6 فاز می باشد

د: انکدر فوق در هر دور 1024 پالس در خروجی A می دهد

E80H30-1024-6-L-5

Ordering information

E80H	30	–	3200	–	3	–	N	–	24	–	

Series	Shaft diameter	Pulse/1Revolution	Output phase	Output	Power supply	Cable
Diameter ø80mm, hollow shaft type	ø30mm ø32mm	60, 100, 360, 500, 512, 1024, 3200	3 : A, B, Z 6 : A, $\bar{A}$, B, $\bar{B}$, Z, $\bar{Z}$	T : Totem pole output N : NPN open collector output V : Voltage output L : Line driver output(※)	5 : 5VDC ±5% 24 : 12-24VDC ±5%	No mark: Cable type C: Connector cable type(※)

انکودر چرخدار

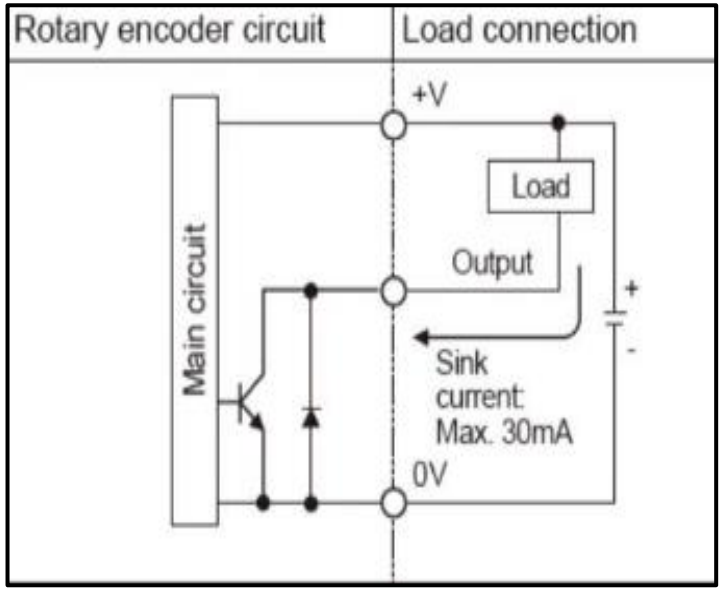
Ordering information

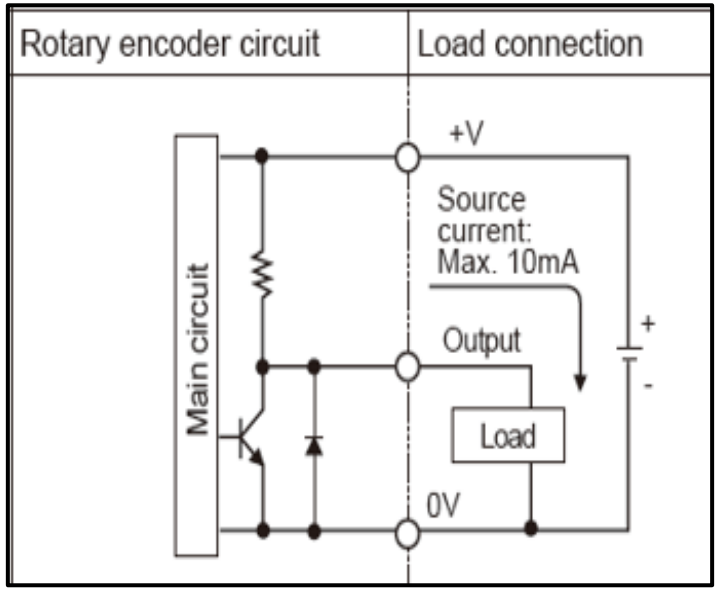
ENC	–	1	–	1	—	N	—	24	—	
Series		Output phase		Min. measuring unit		Output		Power supply		Cable
Wheel type		1 : A, B phase		1 : 1mm 2 : 1cm 3 : 1m 4 : 0.01yd 5 : 0.1yd 6 : 1yd		T : Totem pole output N : NPN open collector output V : Voltage output		5 : 5VDC ±5% 24 : 12-24VDC ±5%		No mark : Cable type C : Connector cable type(※)

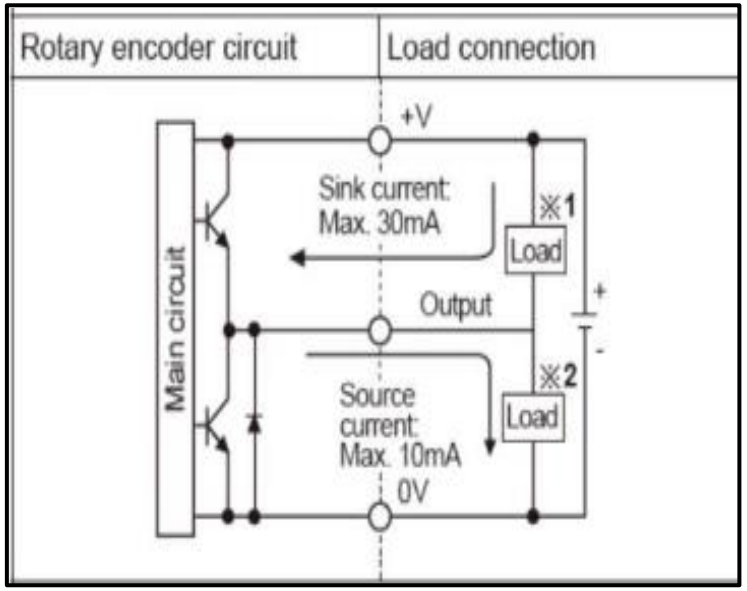
Resolution

No	The number of encoder pulse	Gear ratio	Wheel circumference	Moving distance per 1pulse
1	250Pulse	1:1	250mm	1mm/1Pulse

31- تصاویر زیرمربوط به انکدر مي باشد، عکس ها از راست به چپ مربوط به چه نوع خروجي مي باشد؟







الف: PNP – Totem – NPN

ب: Totem – NPN – PNP

ج: Totem – PNP – NPN

د: هیچکدام

سوال: وظیفه اصلی انکودر چیست؟

الف) اندازه‌گیری دما ب) تبدیل حرکت چرخشی به پالس الکتریکی ج) تشخیص فاصله د) تبدیل ولتاژ به جریان

سوال: انکودر افزایشی چه ویژگی خاصی دارد؟

الف) به ازای هر زاویه خاص یک کد مشخص تولید می‌کند ب) موقعیت مطلق جسم را ثبت می‌کند

ج) نیاز به شمارنده برای تعیین موقعیت دارد د) ولتاژ متغیر تولید می‌کند

سوال: انکودر مطلق چه مزیتی نسبت به افزایشی دارد؟

الف) سرعت بالا ب) عدم نیاز به تغذیه ج) حفظ موقعیت بعد از قطع برق د) تولید سیگنال آنالوگ

سوال: فاز Z در انکودر چه کاربردی دارد؟

الف) اندازه‌گیری دما ب) پالس مرجع برای شناسایی صفر مکانیکی ج) افزایش رزولوشن د) حذف نویز خروجی

سوال: خط‌کش اهمی چگونه موقعیت را اندازه‌گیری می‌کند؟

الف) از طریق تغییر در میدان مغناطیسی ب) از طریق کرنش مکانیکی

ج) با تغییر مقاومت ناشی از حرکت اسلایدر روی مقاومت خطی د) از طریق بازتاب نور

سوال: خروجی خط‌کش اهمی معمولاً از نوع ... است:

الف) دیجیتال با رزولوشن بالا ب) آنالوگ (ولتاژی یا مقاومتی) ج) امواج مادون قرمز د) پالس مربعی

سوال: اگر انکودر دارای رزولوشن 1024 باشد، یعنی چه؟

الف) می‌تواند 1024 میلی‌متر جابه‌جایی را اندازه بگیرد ب) در هر دور کامل، 1024 پالس تولید می‌کند

ج) 1024 سیگنال آنالوگ تولید می‌کند د) فقط در زوایای مضرب 1024 عمل می‌کند

سوال:خروجی آنالوگ در سنسور رنگ معمولاً شامل کدام موارد است؟

الف) R، G، Bبه صورت جداگانه ب) فقط رنگ غالب جسم

ج) فاصله جسم از سنسور د) ولتاژ متغیر متناسب با دما

سوال: سنسور نوری تشخیص سطح مایع با استفاده از چه پدیده‌ای کار می‌کند؟

الف) بازتاب امواج التراسونیک ب) تغییر میدان مغناطیسی ج) شکست نور در منشور