



نام درس: روش‌های اندازه‌گیری پیشرفته – اندازه‌گیری جابجایی، سرعت و ارتعاش

جلسه نهم

نام استاد: علی چائی بخش لنگرودی





جابجایی

○ ترانسدیوسرهای حرکت انتقالی ابزارهایی هستند که حرکت یک جسم را در مسیر مستقیم بین دو نقطه اندازه می‌گیرند.

○ علاوه بر کاربرد آنها به عنوان یک ترانسدیوسر اولیه اندازه‌گیری حرکت جسم، ترانسدیوسرهای جابجایی انتقالی به طور گسترده به عنوان بخش دوم در سیستم‌های اندازه‌گیری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

جابجایی

پتانسیومتر مقاومتی

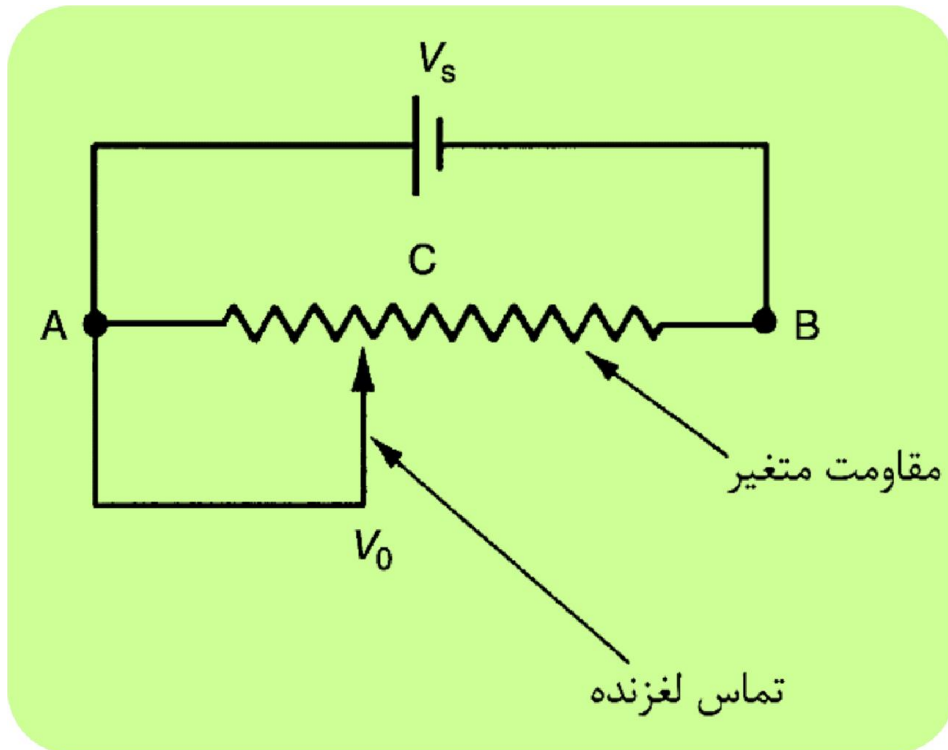
▼ شامل یک المان مقاومتی با یک اتصال قابل جابجایی

▼ قابلیت تفکیک: بالای 10^{-4}

▼ عدم صحت : $f.s. \pm 1\%$

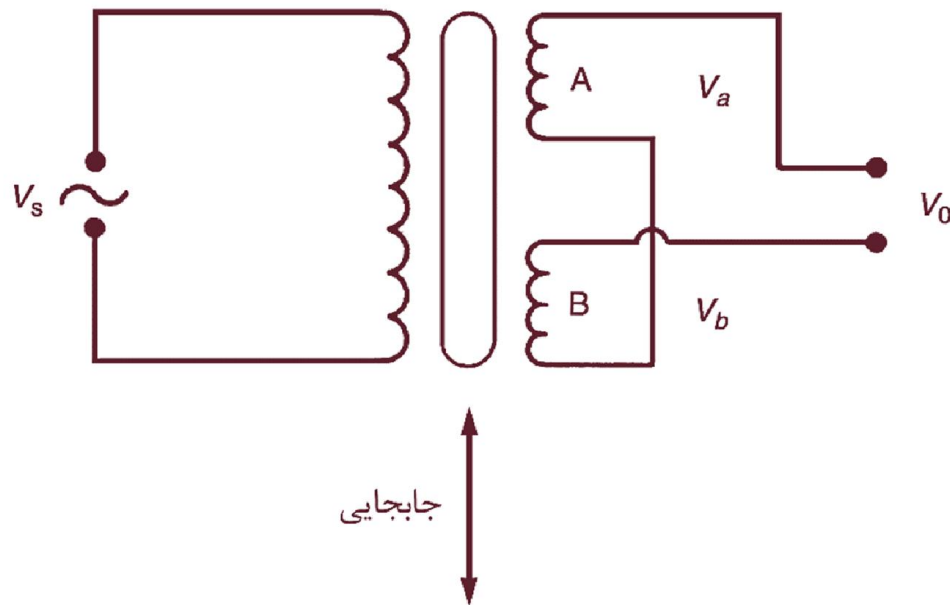
▼ عمر متوسط : ۱ تا ۳۰ میلیون سیکل

$$\frac{V_0}{V_s} = \frac{AC}{AB}$$



جابجایی

ترانسفورمرهای تفاضلی متغیر خطی (LVDT)



محدوده: از $\pm 100 \mu\text{m}$ تا $\pm 100 \text{mm}$

عدم صحت: $\pm 0.5 \text{ f.s.}$ درصد

عمر متوسط: بالای ۲۰۰ سال

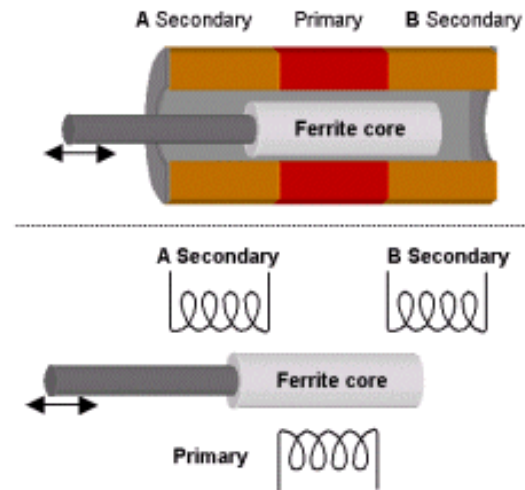
محدودیت‌ها:

ولتاژ تحریک

ظرفیت خازنی کاذب

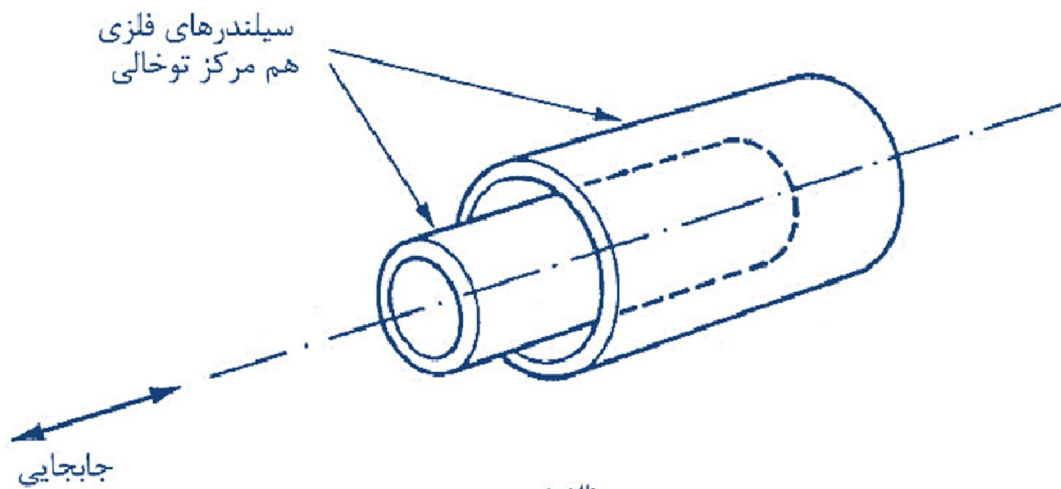
عدم صحت: کمتر از ۱٪

LVDT



جابجایی

ترانسديوسرهای ظرفیت متغیر



نوع اول

❖ بازه: 10^{-11} m تا 1 m

❖ عدم صحت: $\pm 0.1\%$ درصد

❖ عمر متوسط: بالای ۲۰۰ سال

❖ معایب:

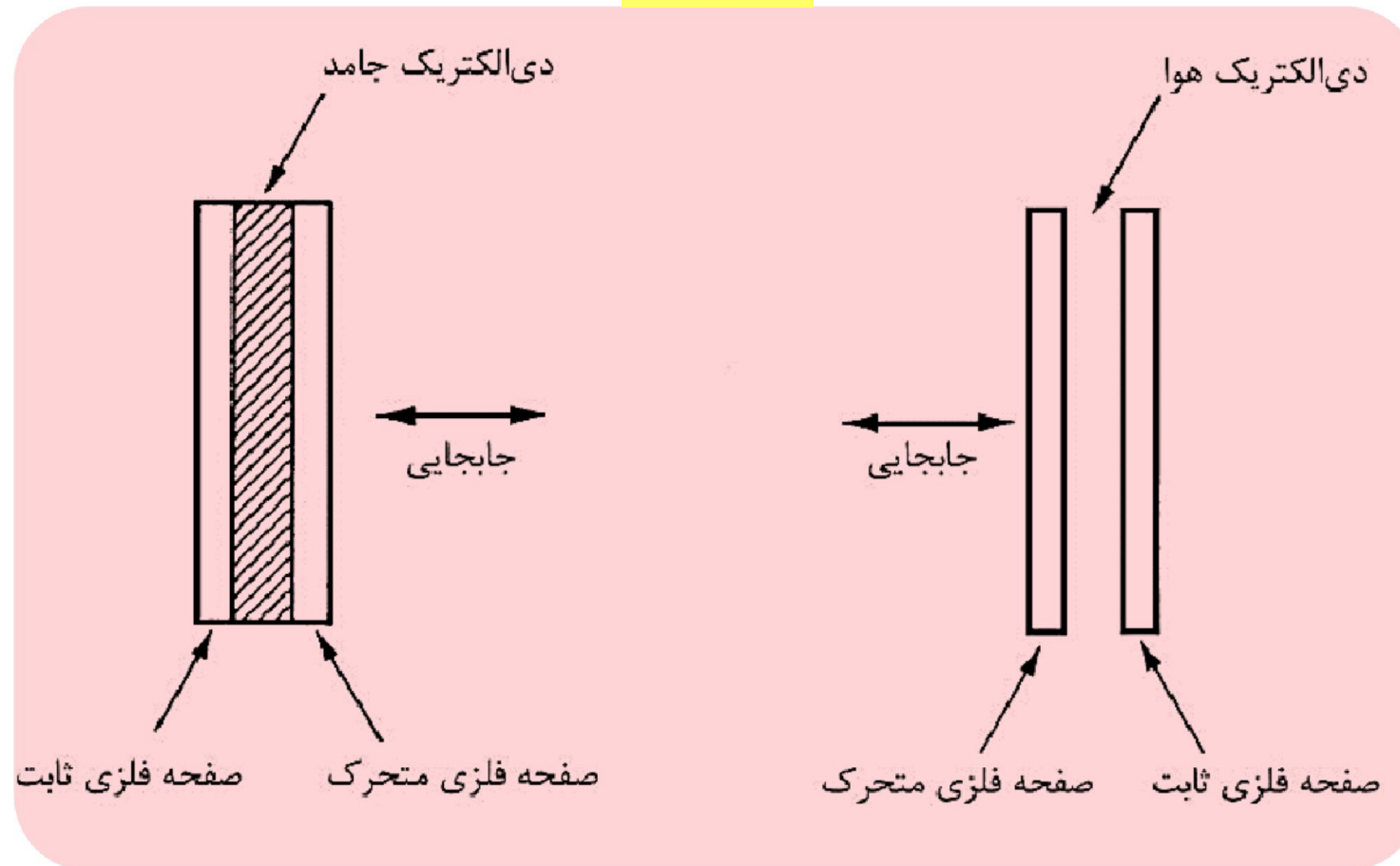
حساسیت بالا نسبت به نویز

الزام در اندازه‌گیری مقدار ظرفیت

جابجایی

ترانسدیسورهای ظرفیت متغیر

نوع دوم

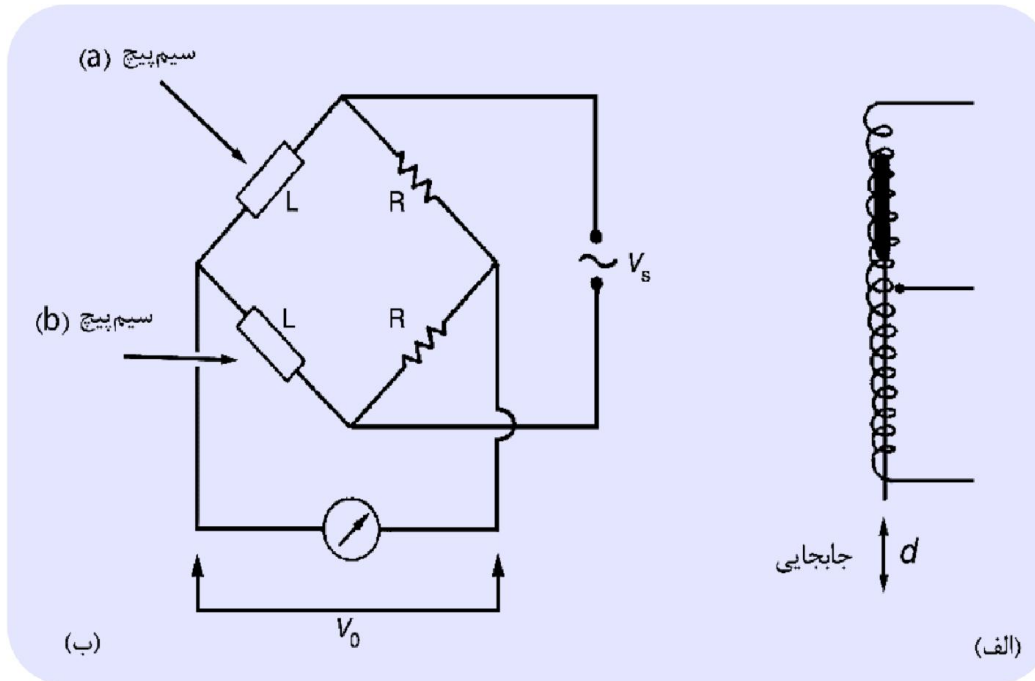


جابجایی

ترانس‌دیوسرهای القایی متغیر

■ اندازه‌گیری در گستره وسیع
■ دارای سیم پیچ منفرد مرکزی

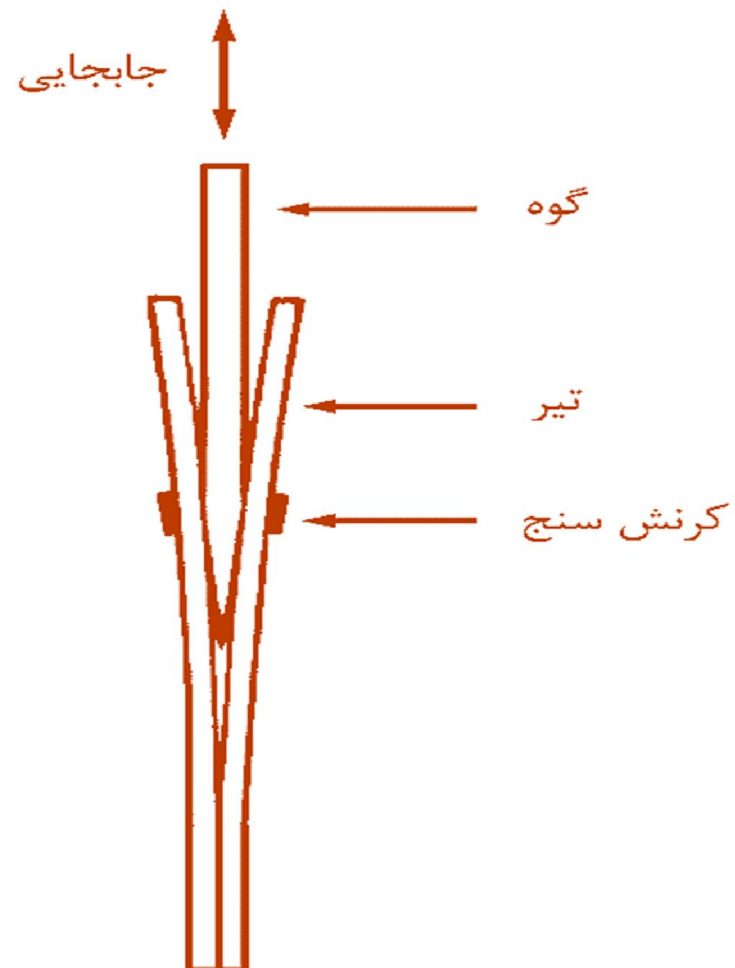
▼ محدوده پایین: $2 \sim mm$
▲ محدوده بالا: $5 \sim m$





جابجایی

کرنش سنج



— محدوده: $50 \mu m \sim 0$

— عدم صحت: $\pm 0.15\%$ درصد

— عمر متوسط: ۳ میلیون سیکل

جابجایی

ترانسدیسورهای پیزوالکتریک

❌ عیب: از بین رفتن بارهای القایی

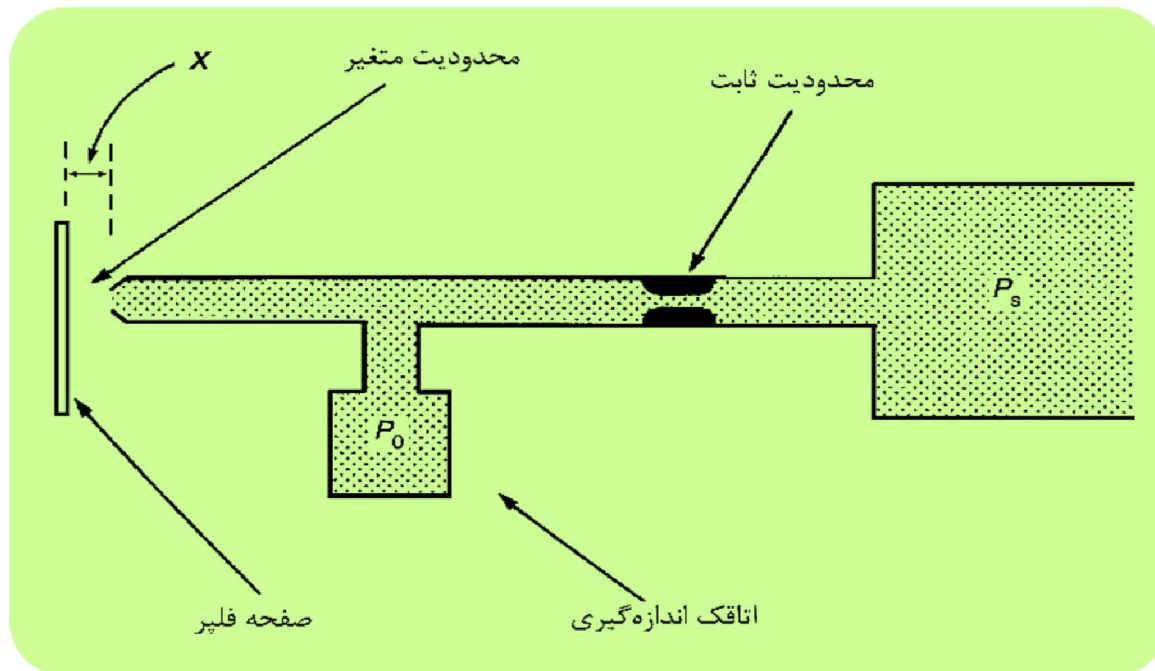
عدم صحت: ± 1 f.s. درصد

عمر متوسط: ۳ میلیون سیکل



جابجایی

نازل - فلاپر



■ دامنه اندازه‌گیری: ۰/۰۵ mm

■ قابلیت تفکیک: ۰/۰۱ μm

■ کاربرد: اندازه‌گیری جابجایی صفحات لودسل

جابجایی

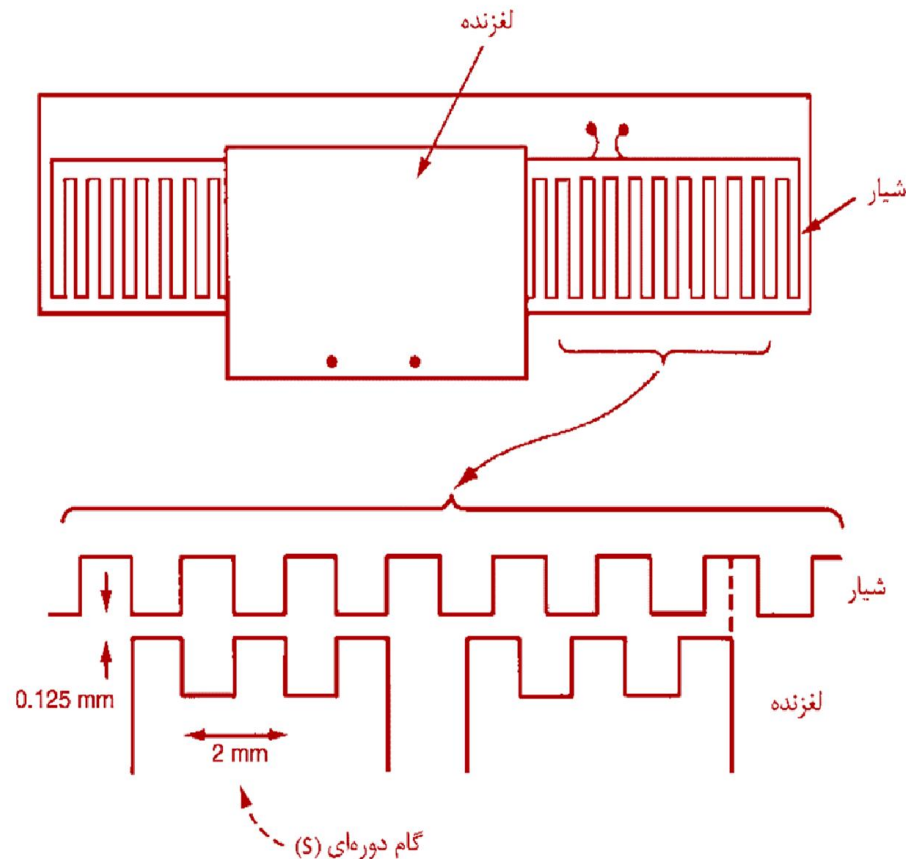
اینداکتوسین خطی

✱ قابلیت تفکیک: $2/5 \mu\text{m}$

✱ دامنه اندازه‌گیری: 2 mm

✱ ولتاژ اعمالی:

$$V_s = V \sin(\omega t)$$





جابجایی

تداخل سنج لیزری

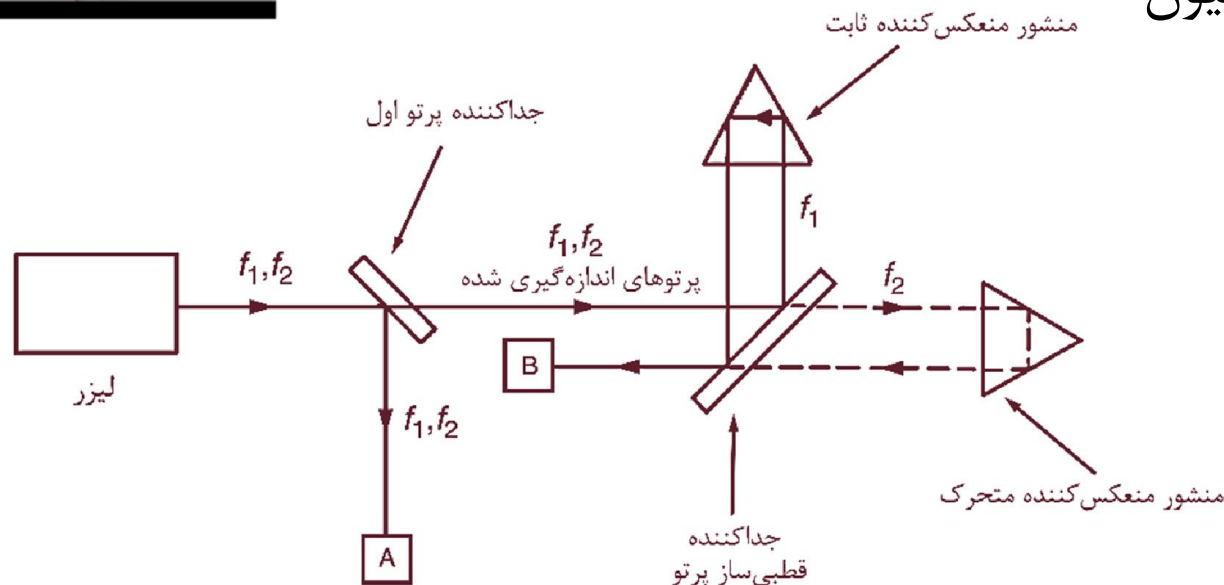


○ استفاده از نور لیزر به جای نور معمولی

○ دامنه اندازه‌گیری: بیش از ۲ متر

○ عدم صحت: مقدار بسیار ناچیز در هر میلیون

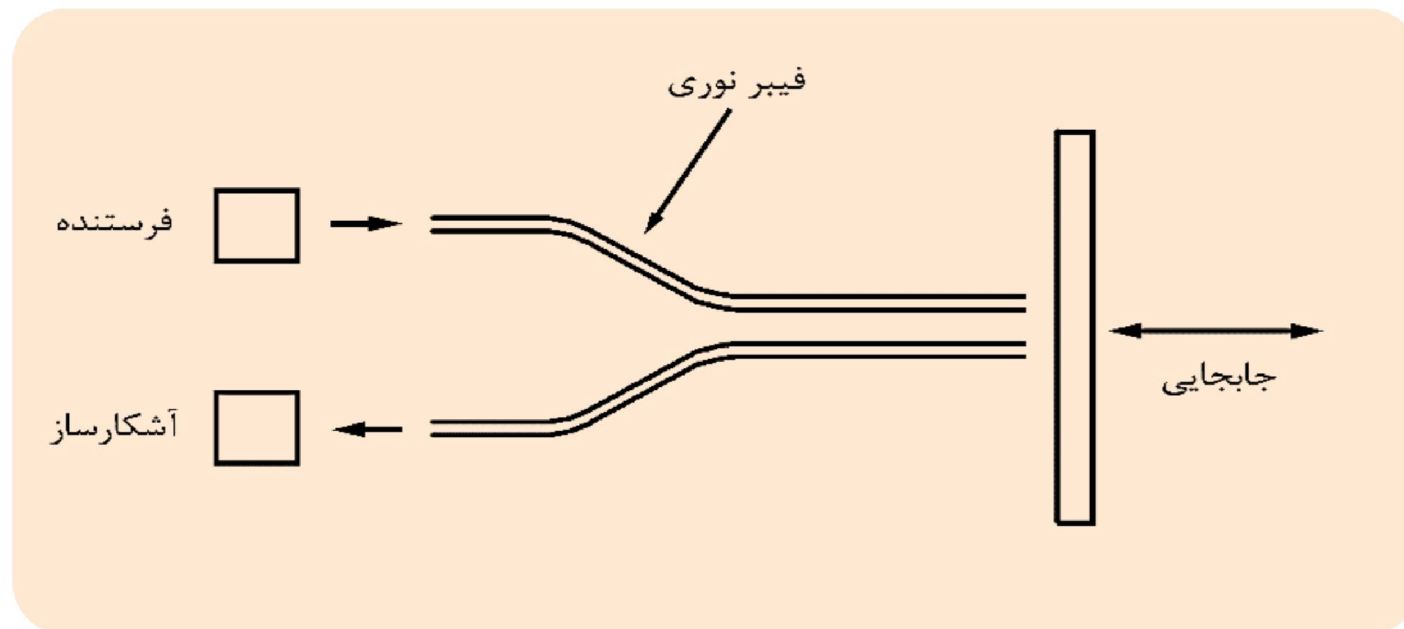
○ کاربرد: کنترل ماشین ابزار



جابجایی

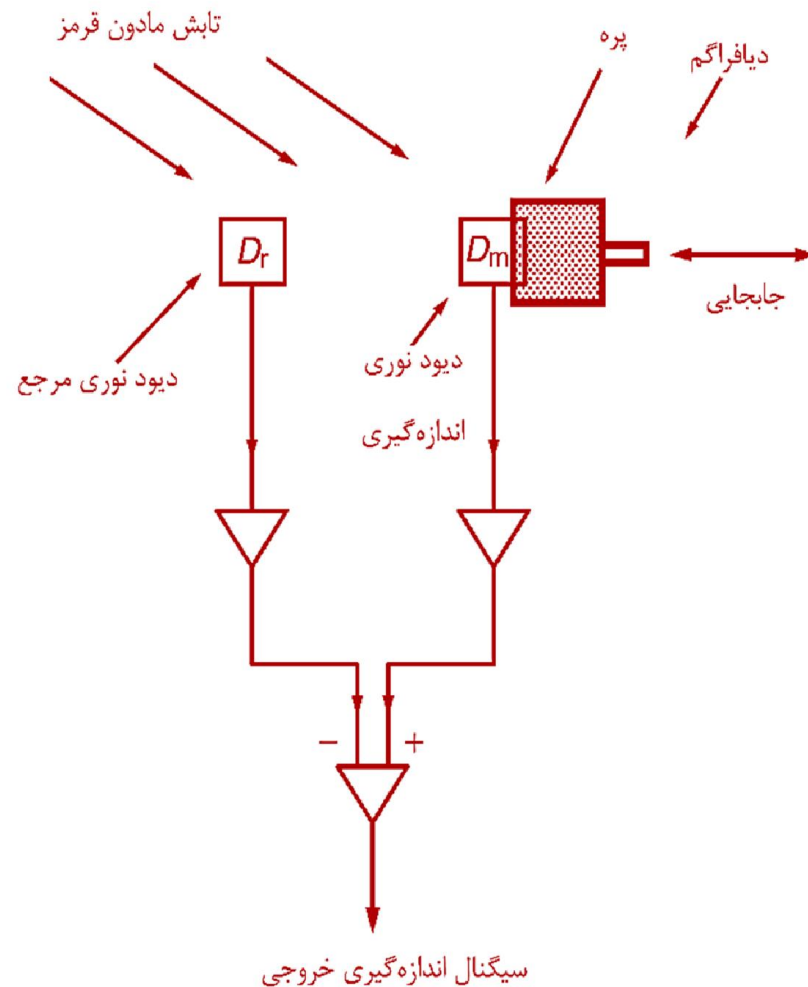
سنسور فتونیک

■ کاربرد: اندازه‌گیری جابجایی دیافراگم درون سنسورهای فشار و اندازه‌گیری حرکت سنسورهای حرارتی بی‌متال (دو فلزی)



جابجایی

سنسور نوری بدون تماس

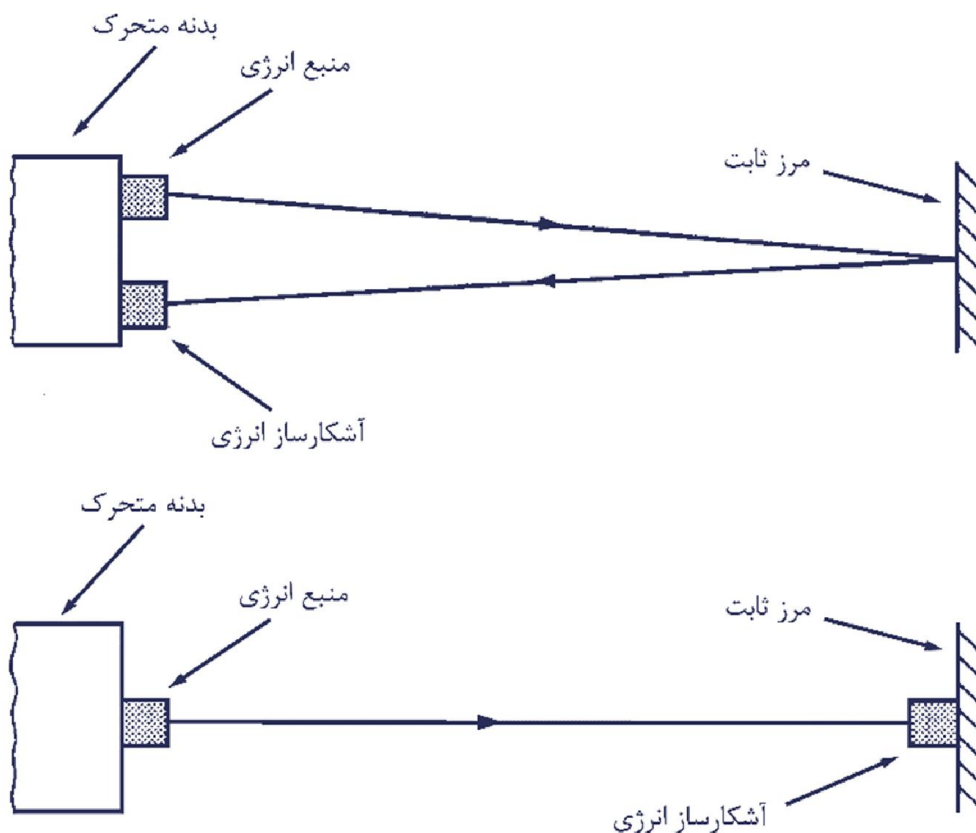


— دامنه اندازه‌گیری: 0.5 mm

— عدم صحت: $\pm 0.1 \text{ f.s.}$ درصد

جابجایی

سنسورهای فاصله‌ای مبتنی بر منبع / آشکارساز انرژی



عدم صحت: ± 0.5 f.s. درصد

فرکانس: ۲۰ تا ۴۰ کیلوهرتز

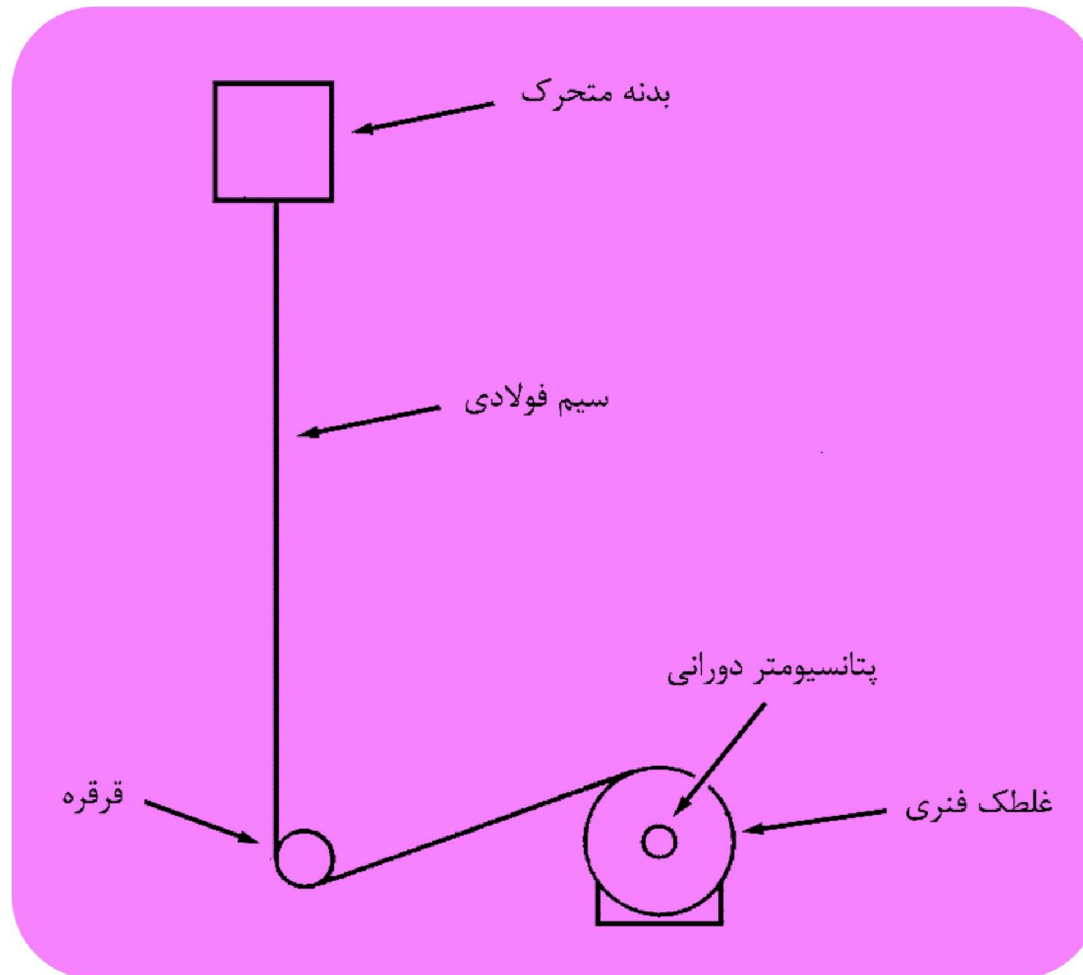
فاصله: بالای ۵ متر

جابجایی

پتانسیومتر دوار و غلطک فنی

■ اندازه‌گیری جابجایی‌های بزرگ

■ عدم صحت: ± 0.1 f.s. درصد





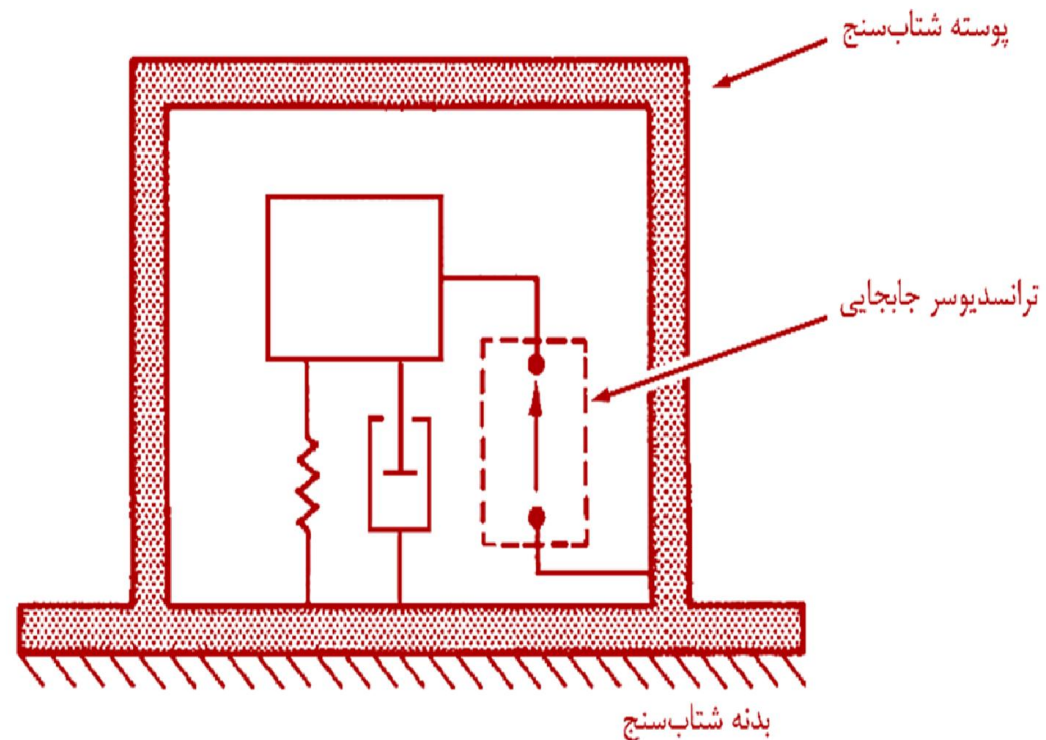
جابجایی

سرعت انتقالی نمی‌تواند به طور مستقیم اندازه‌گیری شود 

- ▶ مشتق‌گیری از اندازه‌گیری جابجایی
- ▶ انتگرال‌گیری از خروجی یک شتاب‌سنج
- ▶ تبدیل به سرعت چرخشی

شتاب

$$Kx = M\ddot{x} \quad \text{or} \quad \ddot{x} = \frac{Kx}{M} \quad Kx + B\dot{x} = M\ddot{x}$$





شتاب

بتانسیومترهای مقاومتی

$$g=9,81 \text{ kg/m.s}^2$$

— بازه شتاب: $0 \sim 50 \text{ g}$

— عدم صحت: $1 \pm$ درصد

— وزن معمول: 500 گرم

— قابلیت تفکیک: 1 واحد در 400

کرنش سنج‌ها

$$g=9,81 \text{ kg/m.s}^2$$

— بازه شتاب: بالای 200 g

— عدم صحت: $1 \pm$ درصد

— وزن معمول: 25 گرم

— قابلیت تفکیک: 1 واحد در 1000



شتاب

LVDT

$$g=9,81 \text{ kg/m.s}^2$$

▶ بازه شتاب: بالای ۷۰۰ g

▶ عدم صحت: $1 \pm$ درصد

▶ وزن معمول: ۱۰۰ گرم

▶ قابلیت تفکیک: ۱ واحد در ۴۰۰

اندوکتانس متغیر

$$g=9,81 \text{ kg/m.s}^2$$

▶ بازه شتاب: بالای ۴۰ g

▶ عدم صحت: $0,25 \pm$ درصد

▶ وزن معمول: ۵۰۰ گرم

▶ قابلیت تفکیک: ۱ واحد در ۱۰۰۰



شتاب

پیزوالکتریک

بازه شتاب: بالای $g \sim 0.3$ تا $1000 g$ $g = 9.81 \text{ kg/m.s}^2$

عدم صحت: ± 1 درصد

وزن معمول: ۵۰ گرم

قابلیت تفکیک: $\pm 0.1 \text{ f.s.}$ تا $\pm$ درصد





پایان جلسه نهم