

## کاربرد سنسورها در اتوماسیون

### کاربرد ابزار دقیق

#### مفهوم سنسور:

سنسور جزئی از دستگاه اندازه‌گیری می‌باشد که کمیت مورد اندازه‌گیری را عملاً حس کرده و آنرا از یک پدیده غیر قابل اندازه‌گیری به پدیده و یا خاصیت قابل اندازه‌گیری تبدیل نماید.



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۴

## کاربرد ابزار دقیق

### نکته مهم:

سه تعریف زیر معمولاً در کتب و اصطلاحات مهندسی با یکدیگر اشتباه گرفته می‌شوند:

- **سنسور:** جزئی از دستگاه اندازه‌گیری می‌باشد که کمیت مورد اندازه‌گیری را عملاً حس کرده و آنرا از یک پدیده غیر قابل اندازه‌گیری به پدیده و یا خاصیت قابل اندازه‌گیری تبدیل نماید.
- **مبدل (ترانسدیوسر):** به مجموعه‌ای از قطعات و یا دستگاهی گفته می‌شود که بتواند کمیت فیزیکی مورد نظر را دریافت و متناسب با آن کمیتی از جنس دیگر را تحویل دهد.
- **فرستنده (ترانسمیتر):** به مجموعه‌ای از قطعات و یا دستگاهی گفته می‌شود که بتواند کمیت فیزیکی مورد نظر دریافت و پس از تبدیل آن به کمیت فیزیکی دیگری آنرا تقویت کرده و ارسال نماید.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۵

## کاربرد ابزار دقیق

### انواع سنسورها:

سنسورها از لحاظ کمیت مورد اندازه‌گیری به چندین بخش اصلی تقسیم می‌گردند:

- سنسورهای تغییر مکان (جابجایی)
- سنسورهای سرعت و شتاب
- سنسورهای اندازه‌گیری نیرو و گشتاور
- سنسورهای دما (ترنسدیوسر)
- سنسورهای فشار (ترنسدیوسر)
- سنسورهای جریان سیال (ترنسدیوسر)
- سنسورهای اندازه‌گیری سطح سیال (ترنسدیوسر)

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۶

## کاربرد ابزار دقیق

### سنسورهای تغییر مکان:

در اکثر ترندیوسرها، سنسورهای تغییر مکان بعنوان اولین بخش اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرند. تعیین مکان به دو صورت اندازه گیری می شود:

۱- تغییر مکان خطی

۲- تغییر مکان زاویه ای (دورانی)

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۷

## کاربرد ابزار دقیق

### سنسورهای اندازه گیری تغییر مکان خطی:

- ✓ پتانسیومتر مقاومتی
- ✓ ترانسفورمر متغیر تفاضلی خطی
- ✓ ترانسفورمر تغییر مکان به روش القایی متغییر
- ✓ ترانسدیوسری تغییر مکان بروش ظرفیت متغیر (خازنی)
- ✓ استرین گیج
- ✓ تیغه و نازل
- ✓ اینترفرومتر لیزری
- ✓ سنسور فتونیک
- ✓ پتانسیومتر دورانی و استوانه باردار یافته توسط فنر
- ✓ سنسورهای رنج

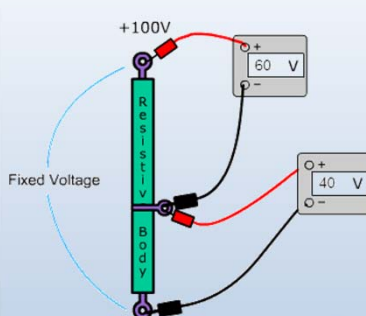
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۸

### کاربرد ابزار دقیق

## پتانسیومتر مقاومتی:



پتانسیومتر مقاومتی شامل یک مقاومت و یک عنصر لغزنده می‌باشد.

عنصری که تغییر مکان آن اندازه‌گیری می‌شود باید به عنصر لغزنده پتانسیومتر متصل شود.

مشکلات عملی در پتانسیومترها در نقطه اتصال بین المان لغزنده (جاروبک) و مقاومت می‌باشد که عموماً وجود جرم و کثافات در زیر المان لغزنده می‌باشد که نتیجتاً مقدار مقاومت الکتریکی را افزایش می‌دهد و در نتیجه خطائی در سنجش میزان خروجی دستگاه اندازه‌گیری پدید می‌آورد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون ۹

### کاربرد ابزار دقیق

## پتانسیومتر مقاومتی (ادامه):



نکات قابل توجه در عملکرد پتانسیومتر:

- ✓ طول عمر
- ✓ تolerانس مقاومت
- ✓ ضریب گرمایی مقاومت

سه مقاومت پتانسیومتر:

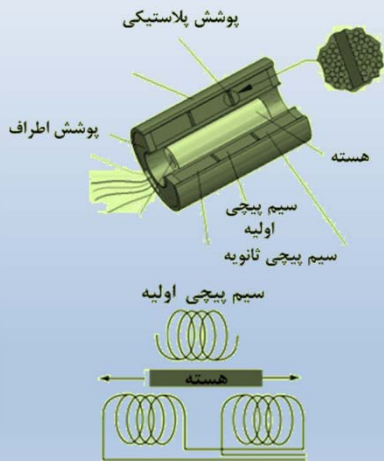
- ✓ هادی سیم پیچ (محدوده مقاومتی کوچک - قیمت بالا - مقاوم - ساده - سایز بزرگ - طول عمر ۱۰۰۰۰۰۰ بار)
- ✓ پوشش کربنی (محدوده مقاومتی متغیر - قیمت ارزان - دقت بالاتر از هادی سیم پیچی - طول عمر ۵۰۰۰۰۰۰ بار)
- ✓ پوشش پلاستیکی هدایتی (دقت بالاتر از پوشش کربنی - طول عمر طول عمر طول عمر ۳۰۰۰۰۰۰۰ بار)

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون ۱۰

کاربرد ابزار دقیق

ترانسفورمر متغیر تفاضلی خطی: (LVDT)



از دو سیم پیچ که بصورت سری و معکوس به یکدیگر متصل شده‌اند و یک هسته آهنی که متصل به جسمی که میزان سنجش تغییر مکان آن مدنظر تشکیل شده است.

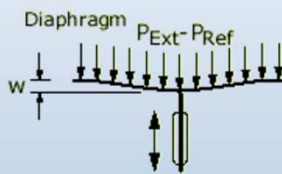
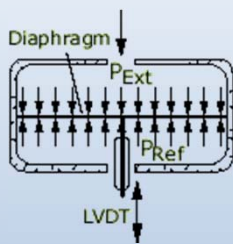
ولتاژ خروجی دسته در وضعیت میانی صفر و با زیاد شده جابجائی هسته مقدار آن زیاد می‌شود. تماس اصطکاکی بین هسته و سیم پیچها وجود ندارد بنابراین LVDT عمر طولانی تری نسبت به پتانسیومترها دارد. (حدود ۲۰۰ سال)

سیم پیچی ثانویه: دکتر ذاکر حقیقی

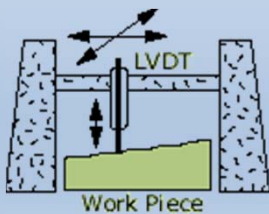
خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

کاربرد ابزار دقیق

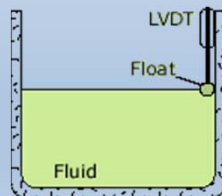
کاربرد های LVDT:



اندازه گیری فشار



اندازه گیری ضخامت



اندازه گیری سطح

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

## کاربرد ابزار دقیق

### مشخصات LVDT:

- ولتاژ ورودی دارای یک موج سینوسی با مقدار دامنه موثر بین ۳ تا ۱۵ ولت و فرکانسی بین ۶۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز می باشد.
- محدوده اندازه گیری آن بین  $125\mu\text{m}$  تا  $75\text{mm}$   $\pm$  می باشد.

#### مزایا:

قیمت کم - مقاوم در برابر تغییرات شرایط محیطی - طول عمر بالا - پاسخ زمانی کوتاه - در صورتیکه جابجایی بیش از محدوده مجاز باشد، آسیبی نخواهد دید.

#### معایب:

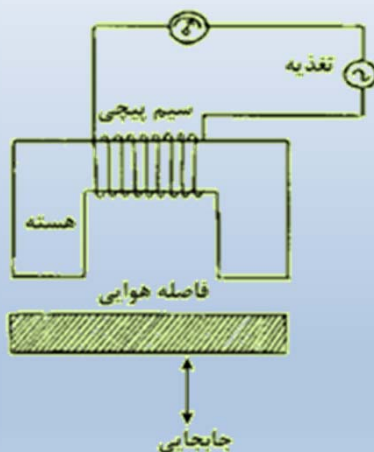
هسته باید مستقیماً به عنصر اندازه گیری شده متصل باشد.  
این دستگاه دارای قدرت تشخیص بسیار بالائی می باشد ولی به علت آنکه ساخت دو سیم پیچ ثانویه کاملاً یکسان مشکل می باشد از اینرو خروجی دستگاه دارای دقت بسیار زیادی نیست.  
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۱۳

## کاربرد ابزار دقیق

### ترانسفورمر تغییر مکان به روش القائی متغییر:



روش عملکرد آنها مشابه LVDT می باشد و تفاوت، آنها با LVDT در این است که بجای سه سیم پیچ در LVDT دارای یک عدد سیم پیچ هستند.

سیم پیچ به دور محور وسطی قاب C شکل کشیده شده است و حرکت صفحه مقابل قاب C شکل میزان شار مغناطیسی حاصله در قاب C شکل را تغییر می دهد و موجب تغییر جریان عبوری در سیم پیچ می گردد.

- طول عمر در حدود ۲۰۰ سال
- محدوده اندازه گیری آن بین  $0\text{mm}$  تا  $10\text{mm}$   $\pm$  می باشد.
- بهتر از LVDT است اما کاربرد کمتری دارد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

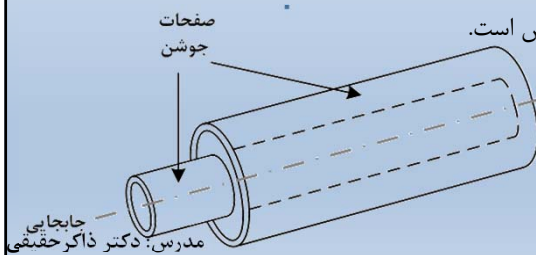
۱۴

### کاربرد ابزار دقیق

#### ترانسدیوسر تغییر مکان بروش ظرفیت متغیر (خازنی):

میزان تغییر مکان شیء مورد نظر به یک صفحه (جوشن) خازن اعمال می شود و نتیجتاً میزان ظرفیت خازن متناسب با تغییر مکان صفحه (جوشن) خازن تغییر می یابد.

- محدوده اندازه گیری آن بین  $10^{-11}$  m تا ۱ m می باشد.
- در برابر خوردگی، تشعشع و دما مقاوم است.
- طول عمر حدود ۲۰۰ سال
- به دلیل امیدانس بالا به نویز حساس است.



خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۱۵

### کاربرد ابزار دقیق

#### استرین گیج :

استرین گیجها در حقیقت مقاومتی هستند که بواسطه اعمال کشش، مقاومت الکتریکی آنها تغییر می کند.



$$R = \rho \frac{l}{A}$$

تغییرات در مقاومت

$$GF = \frac{\Delta R / R}{\Delta S}$$

فاکتور گیج تغییرات در کشش استرین گیج

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۱۶

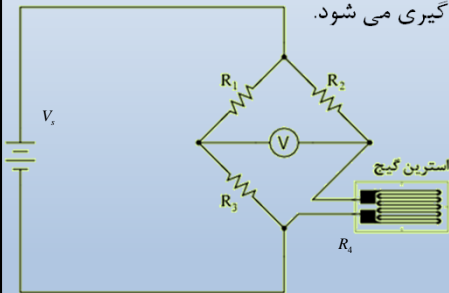


### کاربرد ابزار دقیق

#### استرین گیج (ادامه):

استرین گیج‌ها عمدتاً برای تعیین تغییر مکان‌های کوچک به کار می‌روند.

تغییرات مقاومتی توسط یک پل وتستون اندازه‌گیری می‌شود.



$$V = \left( \frac{R_4}{R_2 + R_4} - \frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) V_s$$

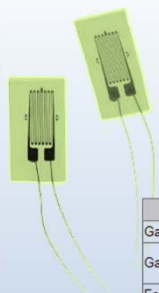
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۱۷

### کاربرد ابزار دقیق

#### استرین گیج (ادامه):



Specification	FA series	MA series	Unit and Note
Gage Length	0.3mm to 60mm	0.3mm to 60mm	standard
Gage Resistance	Within ±0.3% of the nominal resistance	Within ±0.3% of the nominal resistance	120Ω to 1000Ω
Foil Material	A : Cu-Ni Alloy	A : Cu-Ni Alloy	
Base Material	Polyester	Polyimide	
Gage Factor	2.00 (Nominal)	2.00 (Nominal)	1.90 to 2.10
Measurable Strain	2 to 4% maximum	2 to 4% maximum	Up to 10% with yielding strain
Temperature Range	-30°C to +80°C	-30 to +180°C	
Thermal Output	±2μst/°C (RT to +80°C)	±2μst/°C (RT to +160°C) ±5μst/°C (at +160°C up to +160°C)	Compensated temperature range
Gage Factor Change with Temperature	±0.015%/°C	±0.015%/°C	Refer to "Tech Information"
Fatigue Life	More than 1×10 <sup>5</sup> reversals	More than 1×10 <sup>5</sup> reversals	at ±1000×10 <sup>-6</sup> strain
Applicable Linear Expansion Coefficient	Common steel Stainless steel Aluminum alloy	Common steel Stainless steel Aluminum alloy	10.8ppm/°C 16.2ppm/°C 23.4ppm/°C

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

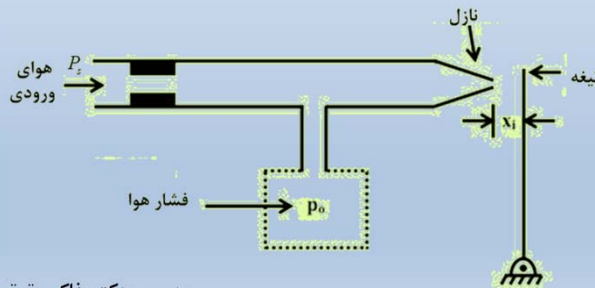
خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۱۸

## کاربرد ابزار دقیق

### تیغه و نازل :

تغییر مکان موردنظر به صفحه تیغه این دستگاه اعمال می‌شود و با توجه به میزان فاصله تیغه از نازل مقدار فشار خروجی  $P_0$  تغییر می‌یابد. دستگاه دارای منبع انرژی خارجی می‌باشد که دارای فشار تغذیه  $P_s$  می‌باشد. حساسیت بالا و محدوده کوچکی دارد و معمولاً در اندازه گیری های بسیار کوچک بکار می‌رود.



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

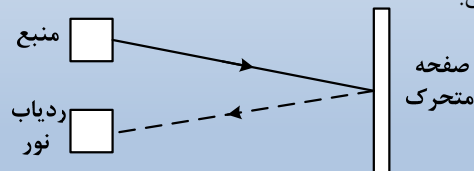
خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۱۹

## کاربرد ابزار دقیق

### سنسور فتونیک:

سنسور فتونیک یکی از پیشرفتهای اخیر در زمینه وسایل ابزار دقیق جهت سنجش تغییر مکان‌های کوتاه می‌باشد. شامل یک منبع نور و یک ردیاب نور و سیستم انتقالی فیبر نوری و یک صفحه قابل حرکت می‌باشد (این متصل به جسمی است که میزان تغییر مکان آن مد نظر می‌باشد). میزان نور منعکس شده و برگشت یافته به ردیاب نور متناسب با فاصله صفحه متحرک از روزنه‌های سیستم انتقالی فیبر نوری می‌باشد.



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۲۱

## کاربرد ابزار دقیق

### سنسور فتونیک:

#### مزایا:

اندازه گیری بدون اتصال فیزیکی  
نداشتن عضو متحرک

#### معایب:

با تغییر هر سطح متغیر احتیاج به کالیبراسیون مجدد دارد.  
برای سطوحی که قابلیت بازتابش خوبی دارند عملکرد بهتری دارد.  
نور محیط بر عملکرد آن موثر است.

خروجی ولتاژ ۰ تا ۱۰ ولت DC  
یک کاربرد معمول این دستگاه جهت سنجش میزان جابجائی دیافراگم در سنسورهای فشار می باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

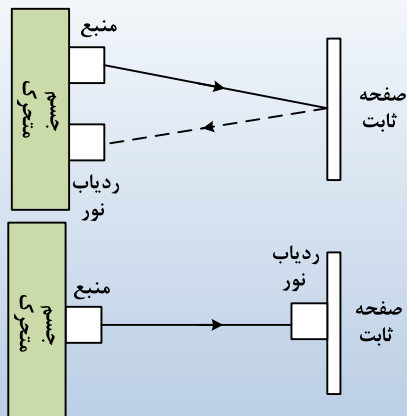
خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۲۲

## کاربرد ابزار دقیق

### سنسورهای رنج:

این دستگاه شامل منبع انرژی و ردیاب (گیرنده) انرژی و وسایل الکترونیکی جهت بدست آوردن زمان پرواز انرژی بین منبع انرژی و گیرنده می باشد. انرژی می تواند صوتی و یا نوری باشد. این دستگاه در دو نوع طراحی می شود.



انرژی صوتی برای تغییر مکانهای کمتر از ۳۰۰ متر مناسب نیستند (زیرا سرعت صوت برابر با ۳۴۰ متر/ثانیه می باشد) و در صورتی که انرژی نوری استفاده شود باید توجه داشت که سرعت نور در هوا برابر با ۱۰<sup>۸</sup> × ۳ می باشد یعنی ۱ متر مسیر را در ثانیه طی می کند. از این رو این سیستمها فقط برای اندازه گیری فواصل طولانی ای مناسب هستند که زمان پرواز نور بحدی کافی باشد که با دقت مناسب قابل اندازه گیری باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۲۳