



کنترل ابزار دقیق

دکتر ذاکر حقیقی

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

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 متغیر
- ✓ ترانسدیوسری تغییر مکان بروش ظرفیت متغیر (خازنی)
- ✓ استرین گیج
- ✓ تیغه و نازل
- ✓ اینترفرومتر لیزری
- ✓ سنسور فتونیک
- ✓ پتانسیومتر دورانی و استوانه باریک یافته توسط فنر
- ✓ سنسورهای رنج

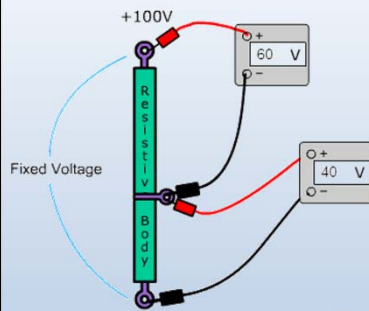
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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 ۳۰۰۰۰۰۰ بار)

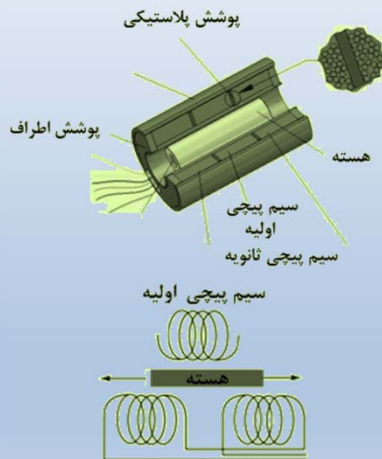
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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 طولانی‌تری نسبت به پتانسیومترها دارد. (حدود ۲۰۰ سال)

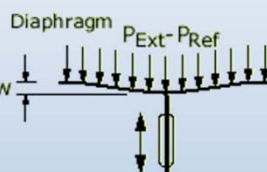
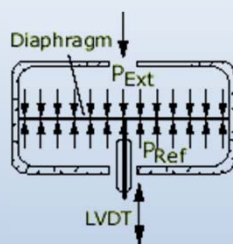
سیم پیچی ثانویه: دکتر ذاکر حقیقی

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

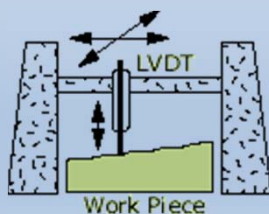
۱۱

کاربرد ابزار دقیق

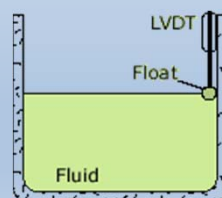
کاربرد های LVDT:



اندازه گیری فشار



اندازه گیری ضخامت



اندازه گیری سطح

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

۱۲

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 $\pm 125 \mu m$ تا $\pm 75 mm$ 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:

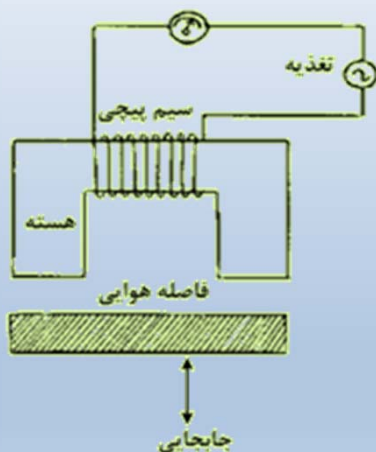
هسته باید مستقیماً به عنصر اندازه گیری شده متصل باشد.
این دستگاه دارای قدرت تشخیص بسیار بالائی می باشد ولی به علت آنکه ساخت دو سیم پیچ ثانویه کاملاً یکسان مشکل می باشد از اینرو خروجی دستگاه دارای دقت بسیار زیادی نیست.
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

۱۳

کاربرد ابزار دقیق

ترانسفورمر تغییر مکان به روش القائی متغیر:



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 $\pm 10 mm$ تا $\pm 1 mm$ می باشد.
- بهتر از LVDT است اما کاربرد کمتری دارد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

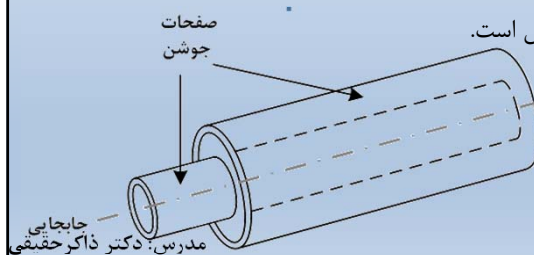
۱۴

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 ۱m می باشد.
- در برابر خوردگی، تشعشع و دما مقاوم است.
- طول عمر حدود ۲۰۰ سال
- به دلیل امپدانس 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

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

تغییرات در کشش استرین گیج

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

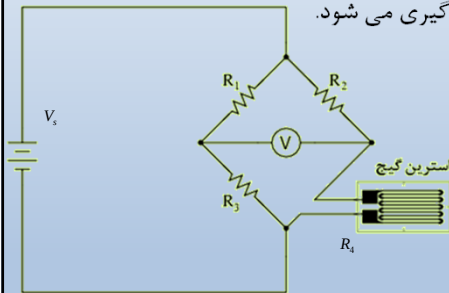
۱۶

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.



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

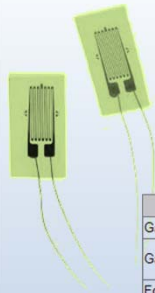
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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 $\pm 0.3\%$ of the nominal resistance	Within $\pm 0.3\%$ of the nominal resistance	120 Ω to 1000 Ω
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	$\pm 2\mu\text{st}/^\circ\text{C}$ (RT to +80°C)	$\pm 2\mu\text{st}/^\circ\text{C}$ (RT to +160°C) $\pm 5\mu\text{st}/^\circ\text{C}$ (at +160°C up to +160°C)	Compensated temperature range
Gage Factor Change with Temperature	$\pm 0.015\%/^\circ\text{C}$	$\pm 0.015\%/^\circ\text{C}$	Refer to "Tech Information"
Fatigue Life	More than 1×10^5 reversals	More than 1×10^5 reversals	at $\pm 1000 \times 10^{-6}$ 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

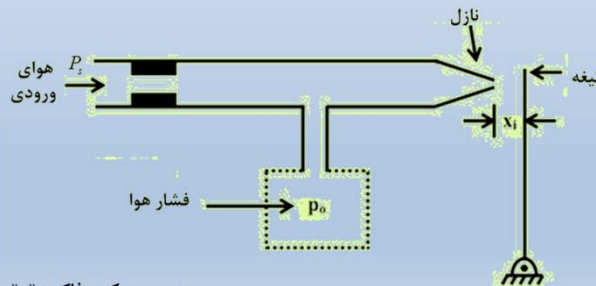
خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

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_i می‌باشد. حساسیت بالا و محدوده کوچکی دارد و معمولاً در اندازه گیری های بسیار کوچک بکار می‌رود.



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

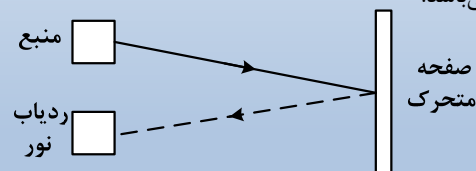
خطی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

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.

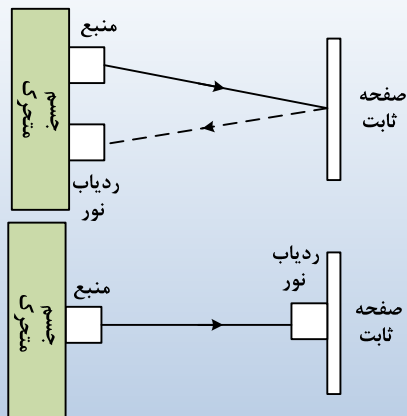
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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 ۳۰۰ متر/ثانیه 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.

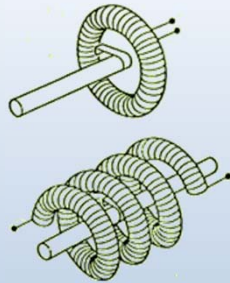
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

۲۳

کاربرد ابزار دقیق

پتانسیومترهای حلقوی یا پیچشی:



این نوع وسایل اندازه‌گیری ارزان‌ترین وسیله اندازه‌گیری برای تعیین میزان تغییر مکان دورانی (زاویه‌ای) می‌باشند.

اصول عملکرد آن مشابه پتانسیومترهای مطرح شده در تعیین تغییر مکان خطی می‌باشند. بجز آنکه المان مقاومت آنها بصورت حلقوی یا پیچشی بسته شده است و ولتاژ خروجی اندازه‌گیری شده در نقطه اتصال لغزنده متناسب با جابجایی یا تغییر مکان زاویه‌ای لغزنده از نقطه شروع می‌باشد.

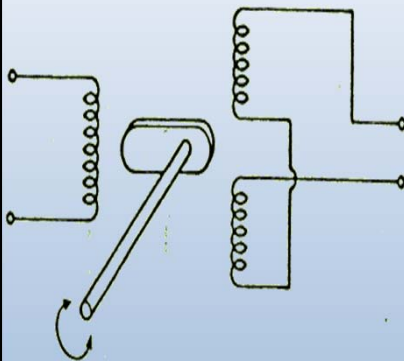
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

۲۴

کاربرد ابزار دقیق

ترانسفورمر تفاضلی دورانی:



ساختمان این وسیله اندازه‌گیری مشابه LVDT که در بخش قبلی مطرح شده می‌باشد، بجز آنکه شکل خاصی از هسته آن بکار رفته است که با چرخش آن اندوکتانس القاء شده بر روی سیم‌پیچ‌ها تغییر می‌یابد.

علاوه بر مشکلی که در LVDT مطرح شد و آن عدم دقت در ساخت یکسان سیم‌پیچ‌های ثانویه می‌باشد، مشکل دیگر این وسیله اندازه‌گیری در ساخت دقیق هسته آن با شکل خاص می‌باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

۲۵

کاربرد ابزار دقیق

ترانسفورمر تفاضلی دورانی:

- 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.
- قابلیت اندازه گیری پیوسته تغییر مکان را دارد.

مزایا:

قیمت کم - مقاوم در برابر تغییرات شرایط محیطی - طول عمر بالا - در صورتیکه جابجایی بیش از محدوده مجاز باشد، آسیبی نخواهد دید. دارای نسبت سیگنال به نویز بالا.

معایب:

هسته باید به عنصر اندازه گیری شده متصل باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

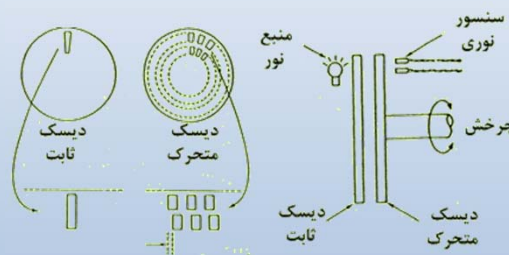
دورانی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۲۶

کاربرد ابزار دقیق

شافت کد زننده مرتبه‌ای:

این وسیله یک نمونه از وسایل کد زننده‌ای است که خروجی دیجیتالی ایجاد می‌کند.



این نوع وسیله چون خروجی دیجیتالی دارد از اینرو در کاربردهای کنترل کامپیوتری راحت‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا لزومی به استفاده از مبدل سیگنال آنالوگ به دیجیتال نمی‌باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

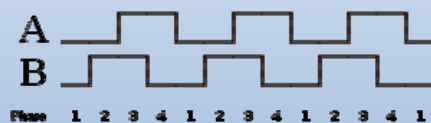
دورانی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۲۷

کاربرد ابزار دقیق

شافت کد زننده مرتبه‌ای (ادامه):

منافذ بیرونی دیسک متحرک اطلاعات مقدماتی در مورد میزان تغییر مکان زاویه‌ای (دورانی) را می‌دهند اما منافذ درونی دیسک متحرک جهت حرکت شافت رامشخص می‌کند. در حقیقت پالس‌های حاصله از منافذ درونی با تأخیر یا تقدم نسبت به پالس‌های تولید شده توسط منافذ بیرونی جهت چرخش را نشان می‌دهند.



یک نمونه از کاربرد این وسیله در ماشینهای مته و تراش می‌باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

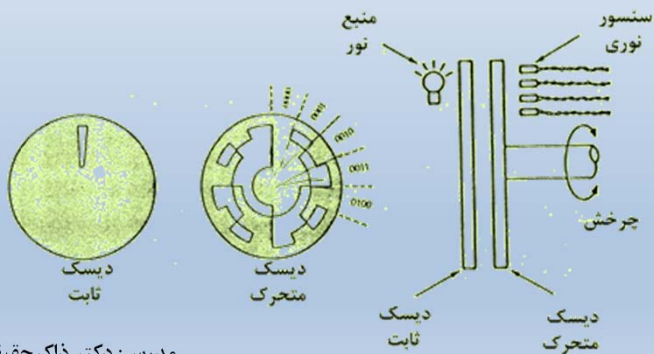
دورانی > سنسورهای تغییر مکان > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۲۸

کاربرد ابزار دقیق

شافت کد زننده با دیسک کدبندی شده:

خروجی این دستگاه برعکس نوع مرتبه‌ای که شرح آن در قسمت قبلی آمد بصورت مقادیر عددی دودویی می‌باشد که منجر به اندازه‌گیری مطلق خواهد شد که برای کاربردهای کامپیوتری بسیار مناسب می‌باشد.



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

۳۰

کاربرد ابزار دقیق

شافت کد زننده با دیسک کدبندی شده (ادامه):

این دستگاه بایکی از سه نوع منبع انرژی نوری، الکتریکی و یا مغناطیسی بکار می‌رود که نوع نوری ارزانتر و معمول می‌باشد. نوع نوری کاربرد وسیعی دارد از جمله موارد آن اندازه‌گیری وضعیت چرخش مفاصل در بازوهای ربات می‌باشد. اصول عملکرد آن مشابه نوع مرتبه‌ای است و تفاوت آن در ترتیب قرار گرفتن منافذ دیسک متحرک می‌باشد. منافذ دیسک متحرک در چهار مسیر و یا بیشتر تعبیه می‌گردند و سنسورهای نوری در صورتیکه چهار مسیر در دیسک متحرک تعبیه شده باشد در چهار نقطه در پشت دیسک متحرک قرار می‌گیرند.

قیمت مناسب در برابر کیفیت بالا
محدوده دمایی وسیع (۲۰- تا ۸۵ درجه)
مصرف توان پایین

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

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

۳۱

کاربرد ابزار دقیق

ژیروسکوپ‌ها:

ژیروسکوپ‌ها هم قادر به اندازه‌گیری مقدار تغییر مکان زاویه‌ای مطلق و هم سرعت زاویه‌ای

موضوع تحقیق

ژیروسکوپ ترکیب نور
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

ژیروسکوپ آزاد

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

۳۴

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب:

الف) تعیین میزان سرعت خطی:

سرعت خطی به صورت مستقیم اندازه گیری نمی شود و روشهای زیر بطور غیرمستقیم میزان سرعت خطی را مشخص می کنند.

مشتق گیری از کمیت تغییر مکان خطی

مشتق گیری موجب افزایش اغتشاش و نویز خواهد شد از این رو بهتر است از وسایلی که میزان تولید اغتشاش و پارازیت آنها کم است همچون پتانسیومتر با لایه کربنی و تحریک DC و یا اینترفرومتر لیزری استفاده کرد.

انتگرال گیری از کمیت خروجی یک شتاب سنج

انتگرال گیری برعکس مشتق گیری میزان اغتشاش و پارازیت را کاهش می دهد و از اینرو تکنیک بسیار قابل قبولی می باشد.

تبدیل سرعت خطی به سرعت زاویه ای

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

خطی > سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

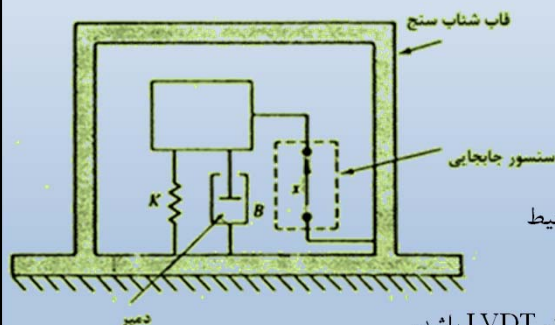
۳۶

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب:

ب) تعیین میزان شتاب:

دستگاهی که میزان شتاب را مشخص می کند، شتاب سنج نام دارد.



- مقاوم
- محدوده فرکانسی بالا
- قیمت ارزان
- کالیبراسیون ساده
- حساسیت کم به تغییرات محیط
- قابلیت اطمینان بالا

• سنسور جابجایی می تواند یک LVDT باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

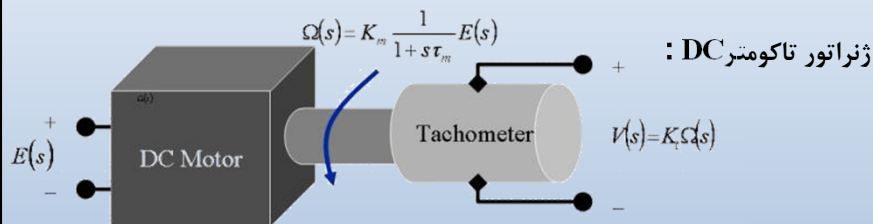
خطی > سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۳۷

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب:

(ج) تعیین میزان سرعت زاویه‌ای:



یک آرمیچر کوچک (با وزن کم) است که به دستگاهی که اندازه گیری سرعت آن مدنظر است متصل می‌شود.

ولتاژ خروجی متناسب با سرعت دستگاه می باشد.

پلاریته خروجی نشان دهنده جهت چرخش دستگاه می باشد.

خروجی این دستگاه یک ولتاژ DC می باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

زاویه ای > سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون ۳۹

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب:

(ج) تعیین میزان سرعت زاویه‌ای:

		ژنراتور تاکومتر DC :
Voltage output at 1000 r/min	6 V $\pm$ 1%	
Accuracy	$\pm$ 1%	
EMF linearity	$\pm$ 0.15%	
Permissible current drain	50 mA	
Maximum rms value of ac ripple	2%	
Allowable end play	0.005 in. (0.13 mm)	
Maximum operating temperature	250°F (121°C)	
Internal resistance at 77°F (25°C)	20 Ω $\pm$ 2%	
Composition of brushes	Palladium-silver alloy	
Armature	12 bars, 12 slots	
High-potential test	500 V for 1 min	
Bearings	Ball	
Temperature compensation	1/10% per 10°C change	
Normal continuous speed	2000 r/min	
Minimum top speed	100 r/min	
Maximum top speed	5000 r/min	
Weight	~2 lb (0.9 kg) (dust-resistant models)	

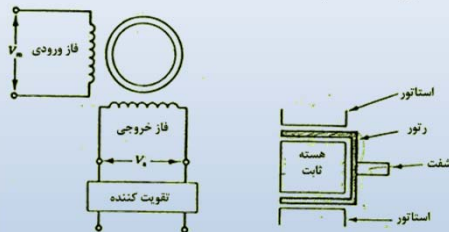
زاویه ای > سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون ۴۰

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب:

(ج) تعیین میزان سرعت زاویه‌ای:

ژنراتور تاکومتر ac:



هنگامی که روتور در ماشین شروع به چرخش می کند شار مغناطیسی بر روی سیم پیچ دوم و متعاقب آن ولتاژ القایی بر روی آن تغییر می کند. با بررسی دقیق تأثیر نحوه قرار گرفتن روتور در تغییر ضریب القایی بر روی سیم پیچ دوم می توان موقعیت و حتی سرعت چرخش روتور و متعاقب آن شیء متحرک را محاسبه نمود.

مقدار دامنه سیگنال خروجی این دستگاه هنگامیکه روتور ثابت است برابر صفر است در غیر اینصورت با چرخش روتور مقدار دامنه سیگنال خروجی با سرعت زاویه‌ای روتور متناسب خواهد بود.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

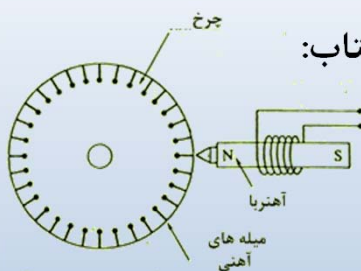
زاویه ای > سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون ۴۱

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب:

(ج) تعیین میزان سرعت زاویه‌ای:

ترانس دیوسر سرعت با مقاومت مغناطیسی متغیر:



با چرخش دیسک هر بار که میلله های آهنی به قطعه مقاومت مغناطیسی نزدیک می شوند میزان مقاومت مغناطیسی قطعه افزایش می یابد و با دور شدن میلله های آهنی میزان مقاومت مغناطیسی کاهش می یابد.

محدوده سرعت ۳۰ تا ۱۰۰۰ اینچ بر ثانیه

محدوده خروجی ولتاژ پیک تو پیک ۱۰۰ تا ۲۰۰ ولت

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

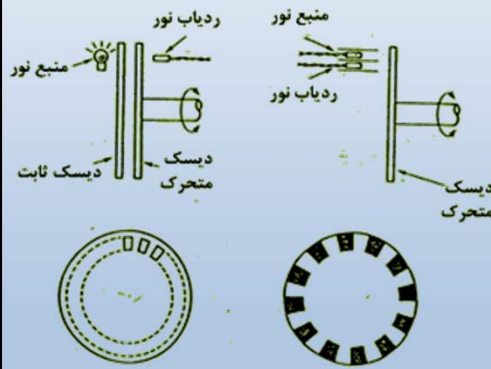
زاویه ای > سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون ۴۲

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب:

ج) تعیین میزان سرعت زاویه‌ای:

متدهای پالس شمار فتوالکتریک:



در هر روش پالس‌ها توسط یک شماره‌انداز الکتریکی شمارش می‌شود و فرکانس پالس‌ها متناسب با سرعت زاویه‌ای دیسک متحرک می‌باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

زاویه ای > سنسورهای اندازه گیری سرعت و شتاب > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

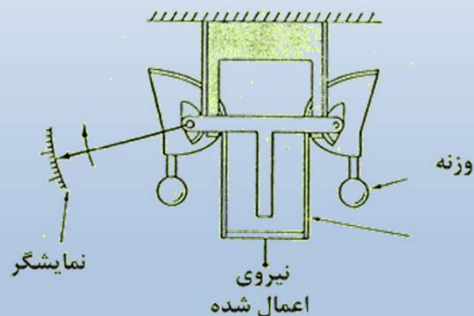
۴۳

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری نیرو:

الف) وسایل اندازه‌گیری میزان نیرو:

سیستم‌های تعادل نیرو:



-ترازو

- پاندول

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری نیرو > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

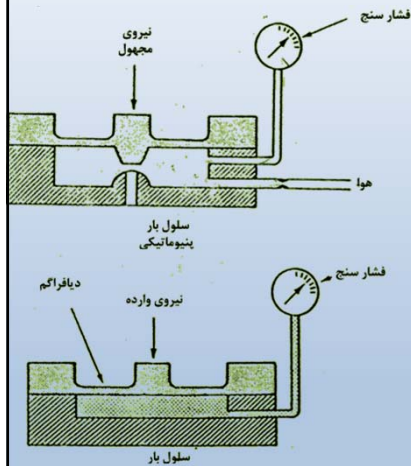
۴۴

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری نیرو:

الف) وسایل اندازه گیری میزان نیرو:

تبدیل نیرو به فشار و یا سلول بار:



در شکل اول نیروی اعمالی به تغییر فشار هوا در زیر محفظه دستگاه تبدیل می شود و در شکل دوم نیروی اعمالی موجب تغییر فشار در روغن خواهد شد. نوع روغنی نسبت به بادی (پنوماتیک) دقیق تر می باشد. به هر دو حالت اصطلاحاً سلول بار نیز اطلاق می شود.

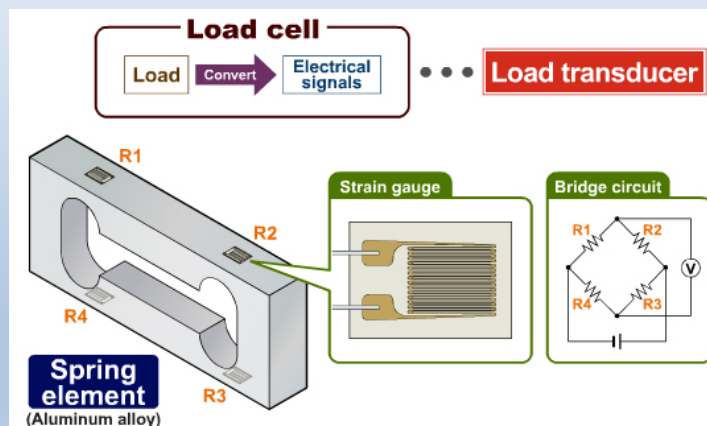
مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری نیرو > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۴۵

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری نیرو:



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری نیرو > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

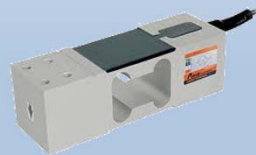
۴۶

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری نیرو:

لودسل های خمشی یک طرفه:

این لودسل که از استیل زنگ نزن و با دقت بالا ساخته شده است برای ساخت ترازوهای دقیق، ماشین های بسته بندی و ماشین های تولید در کارخانه جات مواد غذایی و شیمیایی مناسب است. ساختار این لودسل در مقابل نفوذ آب، گاز و سایر مواد شیمیایی کاملاً آب بندی شده است و بدین جهت می توان از آن در محیط های با شرایط ویژه استفاده نمود.



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری نیرو > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۴۷

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری نیرو:

– لودسل های خمشی دو طرفه

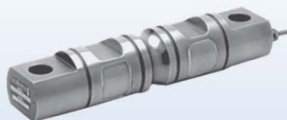
این لودسل ها برای ظرفیت های ۲ تن الی ۱۰۰ تن طراحی شده اند و مناسب توزین تانک ها – سیلوها و باسکول های بزرگ و همچنین ماشین آلات کارخانه جات مختلف می باشند.

– لودسل های فشاری

این لودسل برای ترازوها، سیلوها، ماشین آلات و سیستم های توزین لیفتراک بسیار مناسب است.

– لودسل های فشاری – کششی

کاربرد این لودسل در جرثقیل های توزین دار و وسایل توزین دقیق می باشد.



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری نیرو > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۴۸

کاربرد ابزار دقیق



سنسورهای اندازه گیری نیرو:

الف) وسایل اندازه گیری میزان نیرو:

ترانسدیوسرهای الاستیکی نیرو:

اصول این نوع ترانسدیوسرها اعمال نیرو به اجسام الاستیک و اندازه گیری انحناء حاصله در آنها می باشد.

ساده ترین نوع آن فنر می باشد که با اعمال نیرو به آن و درجه بندی بر روی یک مقیاس میزان نیرو مشخص می شود.

استفاده از استرین گیج بر روی این اجسام الاستیک دقت بیشتری در تعیین میزان نیروی وارده بر این اجسام خواهد داشت.

استفاده از کریستال پیزو الکتریک نیز معمول می باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری نیرو > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۴۹

کاربرد ابزار دقیق

پیزوالکتریک چیست؟

تی است که برخی کریستالها به هنگام اعمال ولتاژ به آنها تحت فشار قرار می گیرند یا

موضوع تحقیق

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری نیرو > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۵۰

کاربرد ابزار دقیق



سنسورهای اندازه گیری دما:

ترموترها (حرارت سنج های محتوی سیال):

الف) حرارت سنج های محتوی مایعات:

اساس کار این نوع حرارت سنج ها رابطه بین دما و حجم مایع می باشد:

$$V_t = V_0 (1 + \alpha t + \beta t^2 + \dots)$$

مایع مورد استفاده در این نوع دستگاه ها عموماً الکل، هیدروکربنها و جیوه می باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۵۳

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری دما:

مشخصات	گستره دمای کاری درجه سلسیوس	انواع دماسنج
- امکان اندازه گیری پایدار برای مدت طولانی با درستی نسبتاً بالا - شکننده و حساس به ضربه و ارتعاش - قابل استفاده بعنوان دماسنج استاندارد مرجع - کشش سطحی بالا (به دیواره لوله موئین نمی چسبند)	-38 تا +600	جیوه
	-55 تا +600	جیوه-7/8% تا الیم
- مناسب برای استفاده در دماهای پایین - قابلیت رؤیت بهتر نسبت به نوع جیوه ای - درستی پایین تر نسبت به نوع جیوه ای - کشش سطحی پایین (در نتیجه دیواره لوله موئین را مرطوب می کند) - بسیار فرار (در نتیجه بریدگی ستون مایع بوجود می آید)	-95 تا +200	تولون
	-112 تا +200	اتانول
	-200 تا +200	پنتان

دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۵۴

کاربرد ابزار دقیق



سنسورهای اندازه گیری دما:

ترموترها (حرارت سنج های محتوی سیال):

(ب) حرارت سنج های محتوی گاز:

برای گازها در حجم ثابت و درجه حرارت متفاوت، رابطه بین دما و فشار تقریباً بصورت زیر می باشد:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2}$$

در حرارت سنج های محتوی گاز می توان با دقت کافی، از این رابطه استفاده نمود. در حرارت سنج های محتوی گاز عموماً از ازت و هلیوم استفاده می گردد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۵۵

کاربرد ابزار دقیق



سنسورهای اندازه گیری دما:

ترموترها (حرارت سنج های محتوی سیال):

(ج) حرارت سنج های محتوی بخار:

فشار بخار یک مایع، تابعی از درجه حرارت آن می باشد، از این خاصیت در حرارت سنج های صنعتی استفاده می گردد.

سرعت زیاد پاسخ، قیمت کم، سادگی تعمیرات از مزایای این وسیله می باشد.

مایعات مورد استفاده در این نوع حرارت سنج ها الکل، اتر، متیل کلراید، سولفور و تولوئن می باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۵۶

کاربرد ابزار دقیق

- مقاوم در برابر ضربه و ارتعاش - امکان نشاندگی، کنترل و ثبت دما از راه دور - خطی بودن درجه بندی	-50 تا +600	دماسنج برشده از جیوه با نشاندگی سیستم فشار	دماسنج های بر شده
- مقاوم در برابر ضربه و ارتعاش - امکان نشاندگی، کنترل و ثبت از راه دور - خطی بودن درجه بندی	-100 تا +400	دماسنج برشده از مایع با نشاندگی سیستم فشار	
- گستره دمای کاری محدود - امکان ساخت دماسنج برای گستره دمایی خاص - غیر خطی بودن درجه بندی - درستی کمتر در مقایسه با دماسنج بر شده از مایع با نشاندگی سیستم فشار	-30 تا +200	دماسنج با نشاندگی سیستم فشار بخار	
- گستره دمای کاری وسیع - خطی بودن درجه بندی - تاثیر پذیری از فشار محیط	-200 تا +600	دماسنج با نشاندگی سیستم فشار گاز	

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۵۸

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری دما:

حرارت سنج های بی متال:



از دو فلز غیر همجنس (فولاد و مس) تشکیل شده است.

در مواردی که نیاز به قرائت دما بطور مرتب نمی باشد و کنترل دما صرفاً جهت اطمینان از عملکرد سیستم، بکار می رود، حرارت سنج های بی متال مورد استفاده قرار می گیرد.

اختلاف انبساط دو فلز تشکیل دهنده این دستگاه در اثر حرارت معیار عملکرد دستگاه می باشد. از آنجا که ضریب انبساط فلزات تشکیل دهنده عنصر حساس بی متال کاملاً خطی نیست، درجه بندی این نوع حرارت سنج ها نیز خطی نمی باشد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

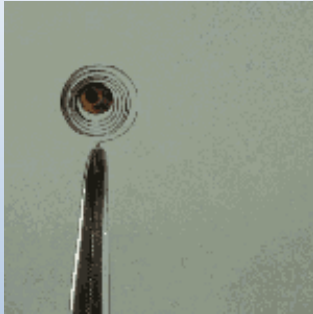
سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۵۹

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری دما:

حرارت سنج های بی متال:



مشخصات	گستره دمای کاری	نوع دماسنج
- با دوام و استفاده آسان - امکان کنترل و ثبت ساده دما - عدم امکان نشاندهی دما از راه دور	-50 تا +500	دماسنج دوفلزی

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۶۰

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری دما:

اندازه گیری دما با استفاده از مبدل‌های الکتریکی:

الف) ترمیستور:

ترمیستور نوعی مقاومت حساس به دما است که به وسیله تغییرات دمایی، مقاومتش تغییر می‌کند. در واقع با اندازه گیری مقاومت یک ترمیستور، می‌توان دمای آنرا تعیین نمود.

ترمیستورها معمولاً از مواد نیمه‌رسانا تشکیل شده‌اند. از این رو در دماهای بالا، زودتر خراب شده و عمر کوتاه‌تری دارند.

محدوده اندازه گیری بین ۴۰- تا ۱۵۰ درجه سلسیوس

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۶۱

کاربرد ابزار دقیق



سنسورهای اندازه گیری دما:

اندازه گیری دما با استفاده از مبدل‌های الکتریکی:

(ب) ترموکوپل:

اگر دو فلز غیرهمجنس را بهم پیچانده و حرارت دهیم، بین دو سر دیگر فلز که اصطلاحاً سر سرد نامیده می شود، نیروی الکتریکی ظاهر می شود. این نیرو با اختلاف درجه حرارت بین سرهای سرد و گرم متناسب می باشد.

برای قرائت صحیح درجه حرارت، درجه حرارت سرهای سرد باید ثابت باشد. معمولاً ترموکوپل ها را برای حفاظت مکانیکی، در لوله قرار می دهند.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۶۲

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری دما:

• قیمت ارزان

• عضو متحرک ندارد.

• محدوده اندازه گیری بالا

• عملکرد غیرخطی

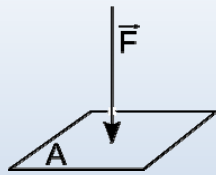
ISA	Material (+ & -)	Temperature Range °C (°F)
E	Chromel & Constantan (Ni-Cr & Cu-Ni)	-270~1000 (-450~1800)
J	Iron & Constantan (Fe & Cu-Ni)	-210~1200 (-350~2200)
K	Chromel & Alumel (Ni-Cr & Ni-Al)	-270~1350 (-450~2500)
T	Copper & Constantan (Cu & Cu-Ni)	-270~400 (-450~750)
R	Platinum & 87% Platinum/ 13% Rhodium (Pt & Pt-Rh)	-50~1750 (-60~3200)
S	Platinum & 90% Platinum/ 10% Rhodium (Pt & Pt-Rh)	-50~1750 (-60~3200)
B	70% Platinum/ 30% Rhodium & 94% Platinum/ 6% Rhodium (Pt-Rh & Pt-Rh)	-50~1750 (-60~3200)

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری دما > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۶۳

کاربرد ابزار دقیق



سنسورهای اندازه گیری فشار:

فشار:

فشار بصورت نیروی اعمال شده از سوی یک مایع به یک سطح معین تعریف می گردد. فشار در مقایسه با یک مینا اندازه گیری می شود. تمام اندازه گیری های فشار به دو ورودی یکی برای اندازه گیری و دیگری برای مینا احتیاج دارند.

فشار به دو صورت فشار مطلق و نسبی اندازه گیری می شود:

۱- **فشار مطلق:** فشار اندازه گیری شده که مینای آن خلأ است، فشار مطلق نامیده می شود.

۲- **فشار نسبی:** از فشار محیط یا دلخواه بعنوان مینا استفاده می کند. مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری فشار > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۶۸

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری فشار:

دیافراگم های مبتنی بر استرین گیج:



در این نوع فشار سنج ها، مقاومت تفاضلی با اعمال ولتاژ ثابت به پل اندازه گیری می شود. جابجایی دیافراگم باعث ایجاد خروجی آنالوگ (میلی ولت) متناسب با فشار خواهد شد.

علاوه بر قیمت کم و دقت مناسب سنسورهای فشار مبتنی بر استرین گیج دارای پایداری حرارتی خوبی بوده و می توان آنها را با مواد ضد خوردگی نیز پوشاند.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری فشار > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

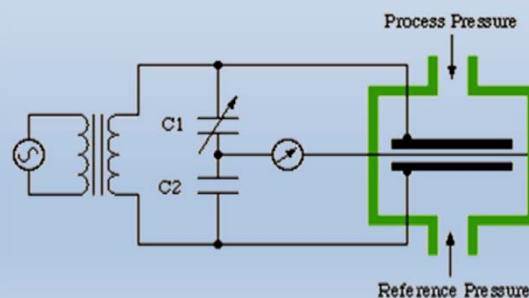
۷۰

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری فشار:

فشار سنج های خازنی:

برای سنجش فشار از طریق جابجایی، مبدل جابجایی به سیگنال باید بسیار حساس باشد. برای اینکار یکی از صفحات خازن را بعنوان دیافراگم انتخاب می کنند.



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری فشار > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۷۱

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری جریان سیال (دبی):

جریان سیال (دبی) بیانگر سرعت حرکت آن می باشد. جریان سیال به سه صورت جریان حجمی، جرمی و سرعت سیال تعریف می شود:

جریان حجمی (Q) نشان می دهد که چه حجمی از یک ماده متحرک در واحد زمان در حال عبور از نقطه مورد نظر است. واحد این نوع جریان سیال m^3/s می باشد. جریان جرمی (Q_m) بصورت واحد جرم بر زمان (kg/s) است. سرعت مواد معمولاً سرعت جریان (Q_v) خوانده شده و بر حسب m/s نمایش داده می شود.

در حالت کلی، سنسورهای جریان به دو گروه تقسیم می گردند:

یک مانع در مسیر جریان قرار داده شده و از انرژی جریان برای تولید یک اثر قابل اندازه گیری استفاده می کنند.

سنسورهای بدون مانع هستند که از تکنیک های الکترومغناطیسی و ماورای صوت در آنها استفاده شده است.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری جریان سیال > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۷۳

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری جریان سیال (دبی):

دبی سنج توربینی :



با قرار دادن یک پروانه کوچک در مسیر سیال و اندازه گیری سرعت چرخش پروانه آن می توان بخوبی جریان سیال را اندازه گرفت.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری جریان سیال > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۷۸

کاربرد ابزار دقیق

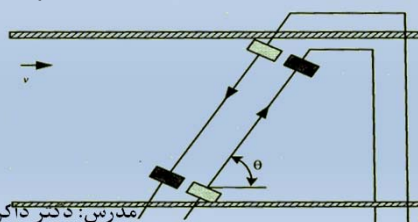
سنسورهای اندازه گیری جریان سیال (دبی):

دبی سنج آلتراسونیک:

عدم احتیاج به سیال هادی جریان و لوله ای با جنس مخصوص در محل اندازه گیری که این امر هم از نظر قیمت و هم از نظر ایمنی بسیار مناسب است.

$$v = \frac{c(f_1 - f_2)}{2f \cos \theta}$$

سیال می تواند شامل ذرات معلق باشد.



عضو متحرک ندارد.

مانع در مسیر ایجاد نمی کند.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری جریان سیال > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۸۰

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری جریان سیال (دبی):

دبی سنج لیزری:

این نوع دبی سنج مستقیماً جریان سیالاتی که حاوی ذرات معلق باشند را اندازه می گیرد.

نور از یک لیزر توسط سیستم نوری در نقطه ای متمرکز می شود.

حرکت ذرات باعث تغییر داپلر نور پراکنده می شود و سیگنال ایجاد شده در یک آشکارساز نوری باعث اندازه گیری دبی خواهد شد.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

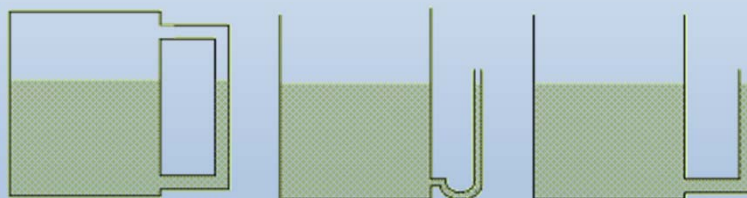
سنسورهای اندازه گیری جریان سیال > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۸۱

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سطح سیال:

اندازه گیری سطح مایعات با استفاده از آب نما :



مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

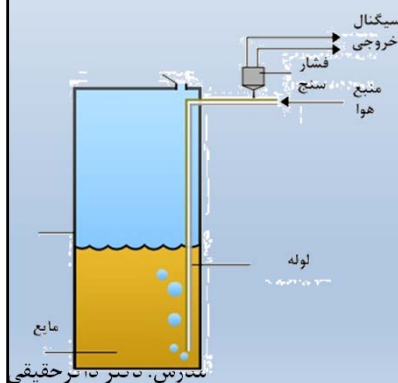
سنسورهای اندازه گیری سطح سیال > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۸۳

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سطح سیال:

اندازه گیری سطح مایعات از طریق سیستم دمنده هوا:



با وارد کردن لوله ای تا نزدیکی انتهای مخزن و دمیدن در آن، فشاری که باعث راندن هوا تا انتهای لوله و خروج حباب های هوا از آن و از مخزن می گردد، سطح مایع درون مخزن را مشخص می کند.

$$h = \frac{P}{\rho g}$$

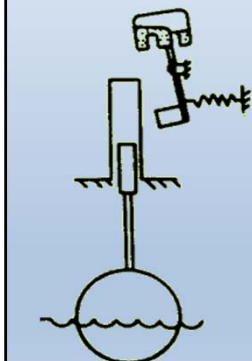
سنسورهای اندازه گیری سطح سیال > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۸۴

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سطح سیال:

اندازه گیری سطح با شناور :



سطح مایعات درون مخازن به خصوص مخازن روباز یا مخازنی که تحت فشار نیستند را می توان با استفاده از شناور مشخص نمود.

میل به مربوط به شناور در اثر تغییر سطح مایع حرکت کرده و این حرکت می تواند توسط پتانسیومتر، چرخ دنده و یا هر مکانیزم دیگری به اندازه گیر منتقل و قرائت گردد.

این روش به چگالی سیال حساس نمی باشد اما ناآرامی مایعات ممکن است مشکلاتی را در اندازه گیری سطح آنها ایجاد کند.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

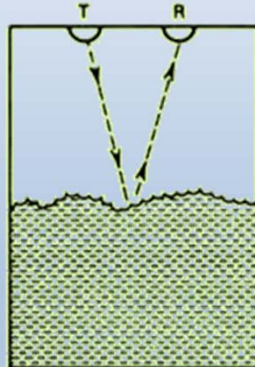
سنسورهای اندازه گیری سطح سیال > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۸۵

کاربرد ابزار دقیق

سنسورهای اندازه گیری سطح سیال:

اندازه گیری سطح سیال با استفاده از امواج صوتی :



به منظور تعیین سطح مایع درون مخازن می توان از دستگاهی که با امواج صوتی کار می کند استفاده نمود.

ارتفاع سطح های مایع صوت، از بالا یا انتهای مخزن امواجی را به سطح مایع ارسال می نمایند.

مدرس: دکتر ذاکر حقیقی

سنسورهای اندازه گیری سطح سیال > انواع سنسور > کاربرد سنسورها در اتوماسیون

۸۶