

ابزار دقیق



تهیه و گردآوری: فاطمه تیموری

پاییز ۱۴۰۲



ابزار دقیق

تهیه و گردآوری: فاطمه تیموری

مرکز ملی تربیت مربی و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای

دپارتمان الکترونیک و ابزار دقیق

سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور

رعایت اصول اخلاقی و مسئولیت صحت و دقت محتوا بر عهده نویسنده / نویسندگان می باشد.

پاییز ۱۴۰۲

ابزار دقیق

قسمت اول

ابزار دقیق چیست؟

با گسترش صنایع و به‌ویژه هوشمندسازی آن‌ها، نیاز به ابزار دقیق در صنایع مختلف افزایش یافته است. ابزار دقیق یک زیرساخت برای سیستم کنترل و اتوماسیون است و شامل ابزاری مانند فلومتر، فلوکنترلر، کنترلر فشار و غیره می‌باشد که با کمک این ابزار امکان اندازه‌گیری، انتقال، نمایش، ثبت و کنترل پارامترهای مهم فیزیکی همچون دما، فشار، فلو، سطح مایعات و غیره در پروسه‌های صنعتی به شکلی دقیق فراهم شده است. ابزار دقیق را می‌توان از نظر نوع عملکرد نمایش در محل یا ارسال سیگنال به یک سیستم کنترل، دسته‌بندی نمود.

ابزار دقیق را همچنین می‌توان از نظر پارامتری که این ابزار بایستی عملیاتی بر روی آن انجام دهد دسته‌بندی کرد. برای مثال ابزار دقیق مربوط به دما؛ کنترلر دما، ترانس‌میتور دما و ترمومتر یا نمایشگر دما می‌باشد، ابزار اندازه‌گیری و کنترل فشار، فلومتر یا سنجش جریان سیالات و انتقال مقادیر فلو یا کنترل فلو می‌باشد، ابزار سطح‌سنجی یا اندازه‌گیری سطح مواد درون مخازن و کنترل دقیق آن‌ها و ابزار سرعت سنجی، ابزار رطوبت سنجی و غیره.



انواع تجهیزات ابزار دقیق

سنسور

هر وسیله‌ای که قادر به اندازه‌گیری و تبدیل کمیت‌های فیزیکی به الکتریکی باشد، سنسور نامیده می‌شود. برای مثال وظیفه یک سنسور دما اندازه‌گیری مقدار دما و تبدیل آن به سیگنال الکتریکی می‌باشد.



ترانسمیتر

ترانسمیترها به طور کلی به تجهیزاتی گفته می‌شود که عمل اندازه‌گیری (سنسور)، تبدیل و تقویت سیگنال‌ها را در یک مجموعه انجام می‌دهند. ترانسمیترها تجهیزاتی هستند که در پروسه‌های بزرگ صنعتی کاربرد زیادی دارند زیرا فاصله ترانسمیترها از اتاق‌های کنترل بسیار زیاد بوده و فقط استفاده از ترانسمیتر است که در این شرایط منطقی به نظر می‌رسد.

ترانسدیوسر

ترانسدیوسرها در واقع مبدل‌های سیگنال‌های خروجی سنسورها به سیگنال‌های استاندارد هستند برای مثال استفاده از یک ترموکوپل با خروجی‌هایی در حد میلی‌ولت در صنعت کاملاً اشتباه بود لذا در این مواقع می‌توان از مبدل ترموکوپل به سیگنال ۰ - ۱۰ ولت استفاده کرد. ترانسدیوسرها در کل یک مبدل هستند.

مهمترین پارامترهایی که در صنعت برای کنترل اندازه‌گیری می‌شود:

۱. اندازه‌گیری فشار (Measurement of the pressure)
۲. اندازه‌گیری درجه حرارت (Measurement of the temperature)
۳. اندازه‌گیری جریان‌ات سیالات (Measurement of flow)
۴. اندازه‌گیری ارتفاع مایعات (Measurement of the level)



نمایشگر

برای نمایش مقدار پارامترهای اندازه‌گیری شده تجهیزات ابزار دقیق باید از نمایشگرهایی که ورودی‌های آنها استاندارد می‌باشد استفاده کرد. برای مثال برای نمایش مقدار فشار یک سنسور و یا مقدار دمای اندازه‌گیری شده توسط سنسور از نمایشگرهایی باید استفاده کرد که همان سنسور را پشتیبانی کرده و یا ورودی‌های استاندارد هم‌چون ۰-۱۰ ولت، ۴-۲۰ میلی‌آمپر را پشتیبانی می‌کنند .

کنترلر

در ابتدای شروع صنعت که کنترل بصورت امروزی نبود کنترل بوسیله عوامل انسانی انجام می شد سپس با پیشرفت علم سیستم کنترل اتوماتیک با بوجود آمدن ادوات نیوماتیکی (بادی) وارد مرحله جدیدی شد. بعد از مدتی با اختراع ترانزیستور، استفاده از کارت های الکترونیکی برای کنترل آغاز شد با بوجود آمدن این قطعات کنترلی استفاده از عوامل انسانی برای کنترل کمتر می شد. در ادامه پیشرفت علم، کامپیوترهای صنعتی با نام plc وارد صنعت شدند. بوسیله این plc ها، واحدها به آسانی کنترل می شدند و تغییرات نیز به آسانی در واحدها انجام می گرفت.

امروزه کنترل کننده های جدیدتری بنام سیستم کنترل کننده توزیع پذیر (DCS) و کنترل کننده های فازی (FCDD) وظیفه کنترل را در واحدهای صنعتی بر عهده دارند.

فرض کنید شما در یک پروسه قصد کنترل دمای یک مخزن آب را دارید، المانها و تجهیزاتی که برای این کار نیاز دارید به شرح زیر می باشد: کنترلر، ترانسمیتر دما و کنترل ولو که میزان انرژی گرمایشی را کنترل نماید که این انرژی می تولد حرارت آتش باشد. کنترل ولو وظیفه کنترل گاز ورودی را برعهده دارد و یا انرژی تامین کننده می تواند گرمای بخار باشد که کنترل ولو مقدار دبی عبور بخار را کنترل می کند.



عنصر نهایی (محرک‌ها)

محرک‌ها ادواتی هستند که سیگنال خروجی را از قسمت کنترل کننده می‌گیرند و متناسب با این سیگنال‌ها عمل می‌کنند. از عمده ادوات خروجی می‌توان به شیرهای کنترل و الکتروموتورها اشاره کرد. این ادوات با عملکرد خود باعث کنترل پارامترهای اندازه‌گیری شده در مقدار مطلوب و مورد نظر می‌شوند. این ادوات گستره تنوع زیادی دارند.

مرحله آخر هر پروسه را عنصر نهایی انجام می‌دهد (البته اگر پروسه کنترل باشد) که در پروسه‌های مختلف این عنصر نهایی متفاوت می‌باشد. شاید در یک پروسه عنصر نهایی یک شیرکنترل باشد، در پروسه‌ای دیگر یک موتور الکتریکی باشد، در پروسه‌ای دیگر جک‌های نیوماتیک و هیدرولیکی باشد و غیره. عملگرها در واقع همان عنصر نهایی هستند.



ویژگی‌های ادوات ابزار دقیق

- حوزه‌ی اندازه‌گیری (Range)
- صفر اندازه‌گیری (Zero)
- انحراف صفر (Zero Drift)
- حساسیت (Sensitivity)
- حد تفکیک (Resolution)
- پاسخ‌دهی (Response)
- خطی بودن (Linearity)
- پسماند (Hysteresis)
- دقت (Accuracy)
- تکرارپذیری (Repeatability)

اندازه‌گیری فشار

بسیاری از فرآیندهای صنعتی برای عملکرد ایمن و موثر و کنترل بهینه کیفیت به اندازه‌گیری دقیق فشار مایع، گاز و بخار، نیاز اساسی دارند. تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل فشار عبارتند از :

- گیج فشار
- سویچ فشار
- ترانسمیتر فشار
- ترانسدیوسر فشار

تجهیزات اندازه‌گیری فشار چگونه کار می‌کنند؟

در واقع تجهیزات اندازه‌گیری فشار از سه تکنولوژی استرین گیج، ظرفیت خازنی و پیزوالکتریک استفاده می‌کنند که اساس کار هر سه آن‌ها تقریباً یک چیز است. در حقیقت این تجهیزات در ابتدا فشار را به شکل مشخصی مانند جابجایی تبدیل کرده و سپس این جابجایی به یک خروجی الکتریکی تبدیل می‌گردد.

استرین گیج: اساس کار استرین گیج در واقع پل وتستون است که از خاصیت تغییر شکل دیافراگم برای محاسبه فشار استفاده می‌کند و قادر است انواع فشارهای مطلق، گیج و دیفرانسیلی را اندازه‌گیری کند.

ظرفیت خازنی: که در آن ظرفیت دی‌الکتریک دو صفحه فلزی که یکی ثابت بوده و دیگری تحت تاثیر فشار حرکت می‌کند، اندازه‌گیری می‌شود. با اعمال فشار، فاصله دو صفحه و در نتیجه ظرفیت دی‌الکتریک ایجادشده بین آن دو تغییر می‌کند.

پیزوالکتریک: که در آن از کریستال‌های کوارتز که در هنگام کشش می‌توانند بار الکتریکی تولید کنند استفاده شده است. هنگامی که یک نیرو به ماده پیزوالکتریک اعمال می‌شود، یک شارژ الکتریکی در سراسر سطح کریستالی آن ایجاد می‌شود که می‌تواند به عنوان یک ولتاژ متناسب با فشار اندازه‌گیری شود.

اندازه‌گیری درجه حرارت (دما):

تقریباً در تمامی فرآیندهای صنعتی، به کنترل دقیق دما نیاز است. از آنجاکه واکنش‌های فیزیکی و شیمیایی به دما وابسته هستند، بنابراین اندازه‌گیری و کنترل دقیق دما از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

تجهیزات اندازه‌گیری دما

تجهیزات متعددی برای اندازه‌گیری دما طراحی و تولید شده‌اند که به طور کلی می‌توان آن‌ها را به دو دسته تماسی (Contact) و غیر تماسی (Non-contact) تقسیم بندی نمود.

تجهیزات اندازه‌گیری دمای تماسی

دماسنج (ترمومتر) شیشه‌ای

دماسنج (ترمومتر) شیشه‌ای در حقیقت یک بالن شیشه‌ای مدرج است که درون آن حجم مشخصی از سیال پایه (جیوه، الکل و ...) قرار گرفته است. با افزایش دمای محیط، حجم سیال پایه افزایش یافته و سطح سیال در بالن بالاتر می‌رود و در نتیجه درجه بالاتری را نشان می‌دهد. کالیبراسیون این دماسنج‌ها به گونه‌ای است که سطح سیال در هر حجم مشخصی بیانگر دمای محیط و یا ماده مورد نظر است.



دماسنج (ترمومتر) گازی

اندازه‌گیری دما به وسیله دماسنج (ترمومتر) گازی براساس تغییر در فشار و یا حجم گاز موجود در حباب انجام می‌شود. در نوع فشار ثابت؛ با افزایش دمای گاز، حجم آن افزایش یافته و این افزایش حجم بیانگر میزان افزایش دمای گاز خواهد بود. اما در نوع حجم ثابت، با افزایش دمای گاز، فشار آن افزایش می‌یابد. در نتیجه با اندازه‌گیری فشار گاز موجود در حباب توسط یک فشار سنج، دمای آن قابل تعیین است.



دماسنج (ترمومتر) مقاومت الکتریکی دماسنج (ترمومتر مقاومتی) که در صنعت با نام آر تی دی (RTD) شناخته می‌شود، براساس اصل مقاومت گرمایی کار می‌کند که با افزایش دما، مقاومت الکتریکی فلزات افزایش می‌یابد. آر تی دی ها را از مقاومت های الکتریکی از جنس پلاتین، مس یا نیکل می‌سازند که البته پلاتین به علت داشتن دقت بالا، قابلیت تکرارپذیری فوق‌العاده، کاربرد بیشتری پیدا کرده است.



دماسنج (ترمومتر) کوارتزی

اندازه‌گیری دما با استفاده از دماسنج کوارتزی یک روش بسیار دقیق بر مبنای حساسیت فرکانس تشدید کریستال کوارتز به تغییر دما است. گستره دمایی کارکرد این دستگاه از منفی ۴۰ درجه تا ۲۳۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.



۱. ISA HAND BOOK Liptak
۲. اصول و اجزاء ابزار دقیق صنعتی ، نویسنده رضا دستیار
۳. راهنمای جامع ابزار دقیق کاربردی نویسندگان : سید جعفر رضوی پناه ، سید مهدی بوذری
۴. ابزار دقیق و تجهیزات اندازه گیری سطح مخازن ، نویسنده: عبدالکریم ماندگاری
۵. اینترنت

ITC

مرکز ملی تربیت مربی
و پژوهش‌های فنی و حرفه‌ای