ابزار تحقیق

فصل اول

مقدمات و تعاریف

علم کنترل

در کنترل به دنبال روشهایی هستیم که بتواند یک فرآیند را به سمت خروجی مطلوب هدایت کند. در همه سیستمهای کنترل صنعتی با هدف انجام عملیات کنترل فرآیند نیاز به اندازه گیری صحیحی از کمیتهای پروسه، نظیر: فشار، جابجایی خطی یا زاویه ای، دما، شتاب، سرعت، رطوبت، سطح مایعات و ... وجود دارد. انتخاب و تحلیل مبدلی که به عنوان طبقه اول سیستم کنترل، به عبارت دیگر طبقه اندازه گیری، از وظایف مهندسی کنترل می باشد.

تعاریف مهم و مقدمات

تعریف اندازه گیری: مقایسه یک کمیت نامشخص با یک استاندارد مشخص از همان جنس.

دستگاه اندازه گیری: وسیله ای است که به کمک آن می توان بزرگی یک کمیت یا متغیر را تعیین نمود.

حسگر و مبدل: مبدل معمولا به المانی گفته می شود که سیگنال(انرژی) را از یک سیستم دریافت و به سیستم دیگر تحویل می دهد. به عبارت دیگر حسگر و یا حس کننده به عنوان المانی تعریف می شود که به نور، حرارت، امپدانس الکتریکی و ... حساس است و تغییرات آنها را به سیستم بعدی منتقل می کند.

ابزار دقیق: به ابزاری اطلاق می شود که سیگنالها را ثبت کرده و نشان می دهد و یا باعث انتقال سیگنالی بین اجزای مختلف سیستم می شود. ابزار دقیق از سه بخش تشکیل شده است:

۱-اندازه گیری ۲- پردازش مقادیر اندازه گیری شده ۳-ارسال پاسخ مناسب به تجهیزات کنترل کننده

miryoosefi.blogfa.com

روشهای اندازه گیری: روشهای اندازه گیری به دو دسته کلی مستقیم و غیرمستقیم می توان دسته بندی کرد. در روش مستقیم کمیت مورد سنجش مستقیما با یک استاندارد از پیش تعریف شده و از همان جنس مقایسه می گردد و معمولا در سنجش کمیتهای فیزیکی از قبیل طول، جرم و زمان بکار گرفته می شود. با توجه به اینکه روشهای اندازه گیری مستقیم همیشه نمی تواند امکانپذیر باشد و از طرف دیگر بعلت وجود خطاهای انسانی اندازه گیری به کمک این روشها همیشه با دقت و حساسیت کمی همراه خواهد بود لذا این روشها کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.

در کاربردهای مهندسی سیستمهای اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرند که در آنها از روشهای اندازه گیری غیر مستقیم استفاده می شود و دارای یک المان تبدیل کننده می باشد. این المان سیگنالی متناسب با کمیت مورد سنجش را تولید کرده و این سیگنال به کمک وسایلی پردازش شده و سپس به قسمت نمایشگر سیستم ارسال می گردد.

محیط اندازه گیری: محیطی است که پارامتر فیزیکی قابل اندازه گیری در آن قرار دارد.

سنسور(حسگر): قطعه ای که بر اساس شدت پارامتر فیزیکی از خود عکس العمل نشان داده و خروجی آن می تواند الکتریکی یا صورت دیگری از انرژی باشد.

ترانسدیوسر (مبدل): وسیله است که انرژی دریافتی را به شکل دیگری از انرژی (معمولا الکتریکی) تبدیل می کند.

تبدیل سیگنال: در تبدیل سیگنال خروجی ترانسدیوسر بصورت استاندارد تبدیل می شود. این قسمت شامل تقویت کننده ها، فیلتر، مبدلهای آنالوگ به دیجیتال و ... است.

نکته: به مجموعه سنسور، ترانسدیوسر و تبدیل سیگنال، ترانسمیتر گفته می شود.

خروجی ترانسمیتر معمولا ۰ تا ۱۰ ولت، ۰ تا ۵ ولت، ۴ تا ۲۰ میلی آمپر و یا ۳ تا ۱۵ psi (Pound force square inch) است.

miryoosefi.blogfa.com

توجه: مقادیر 4 mA و 3 psi برای حد پایین اندازه گیری در نظر گرفته می شود و برای خاموش بودن دستگاه مقادیر 0 mA و 0 psi بکار برده می شود.

محرک یا عملگر (Actuator): وسیله ای است که سیگنالهای الکتریکی را به کمیت فیزیکی تبدیل می کند. در واقع نوعی ترانسدیوسر هستند و برعکس عملکرد سنسورها عمل می کنند.

دسته بندی سنسورها و مبدلها

دسته بندی های متفاوتی را می توان برای مبدل ها درنظر گرفت که به چند مورد از آنها اشاره می شود:

۱- سنسورها را می توان به دو دسته کلی فعال (Active) و غیر فعال (Passive) تقسیم بندی نمود. سنسورهای فعال بدون احتیاج به تغذیه خارجی می تواند سیگنال خروجی را تولید کند در حالیکه سنسورهای غیر فعال برای عملکرد خود نیاز به یک تغذیه خارجی دارد.
۲- دسته بندی براساس نوع سیگنال خروجی (آنالوگ-دیجیتال-فازی)
۳- دسته بندی بر اساس پارامتر متغیر(مقاومتی-خازنی-سلفی-نوری و...)
۴- دسته بندی براساس کمیت های قابل تشخیص(مکانیکی-الکتریکی-حرارتی-مغناطیسی و...)
۵- دسته بندی براساس مرتبه مدل دینامیکی (صفر-یک-دو)

مشخصه های مبدلها و سنسورها

مشخصه های مبدلها و سنسورها را می توان به سه دسته تقسیم کرد. مشخصه استاتیکی، دینامیکی و محیطی.

miryoosefi.blogfa.com

۱- مشخصه استاتیکی

رابطه بین کمیت فیزیکی ورودی و خروجی در شرایطی که ورودی ثابت و یا دارای تغییرات بسیار کمی است در مشخصه استاتیکی بررسی می گردد. به عبارت دیگر در این حالت مبدل به پایداری رسیده است. این مشخصات عبارتند از: درستی یا صحت، قدرت تفکیک، تکرار پذیری، خطی بودن و هیسترزیس.

الف- صحت (Accuracy)

حد خطایی که یک دستگاه می تواند داشته باشد مبنای تعریف صحت است به عبارت دیگر تفاوت مقدار خروجی واقعی(خوانده شده) و خروجی حقیقی(محاسبه شده) صحت نامیده می شود و معمولا برحسب درصدی از رنج کامل دستگاه بیان می شود.

ب- قدرت تفکیک (Resolution)

کوچکترین مقداری از ورودی مبدل که می تواند منجر به تغییرات در خروجی گردد قدرت تفکیک یا تفکیک پذیری و یا حد تفکیک می گویند. به عبارت دیگر کمترین مقداری که توسط مبدل قابل آشکارسازی می باشد را می گویند. این مقدار به تکنولوژی ساخت مبدل و کاربرد آن بستگی دارد.

ج- تکرارپذیری (Repeatability)

این پارامتر معیاری برای سنجش پراکندگی مقادیر اندازه گیری شده به ازای ورودی ثابت و معین می باشد و گاهی اوقات به آن دقت نیز گفته می شود. باید توجه داشت که مفهوم دقت و درستی(صحت) با یکدیگر متفاوت است. یعنی ممکن است مبدلی دارای درستی مناسبی باشد ولی دقت آن کم باشد و برعکس . ولی در هرحال توجه شود که مبدلی که دارای درستی کم ولی دقت بالا باشد را می توان همچنان استفاده کرد.

تکرارپذیری به صورت فرمول زیر تعریف می شود.

$$\%R = \frac{\text{حداقل مقدار خوانده شده} - \text{حداکثر مقدار خوانده شده}}{\text{خروجی حداکثر}} \times 100$$

miryoosefi.blogfa.com

د-خطی بودن (Linearity)

مشخصه یک مبدل ایده آل یک خط راست می باشد یعنی نسبت تغییرات کمیت ورودی به تغییرات سیگنال خروجی مقدار ثابتی است. این خاصیت را خطی بودن می گویند.

ه-هیسترزیس (Hysteresis)

درصورتیکه مقدار خروجی به ازای یک ورودی ثابت و در شرایط محیطی یکسان و در زمانهای مختلف، متفاوت باشد اصطلاحا خروجی دارای پسماند یا هیسترزیس می باشد.

۲- مشخصه های دینامیک

برای بدست آوردن مشخصه های استاتیکی می بایست خروجی مبدلها از حالت گذرا عبور کرده و به حالت پایدار رسیده باشد. اما به ندرت مبدل در حالت ایستا مورد استفاده قرار می گیرد. مشخصه های دینامیک در اصطلاح بررسی رفتارمبدل به تغییرات ورودی است و ممکن است از دو طریق پاسخ زمانی و پاسخ فرکانسی توصیف شوند.

در روش پاسخ زمانی معمولا پاسخ به ورودیهای پله، شیب و یا ضربه مورد ارزیابی قرار می گیرد. برای سیستم های با درجه یک پارامترهایی مانند زمان صعود (Rise Time)، ثابت زمانی (Time constant) و زمان مرده (Dead Time) معیار مناسبی برای ارزیابی می باشد.

اگر سیستم درجه دوم باشد پارامترهایی مانند ضریب میرایی (Damping Ratio)، فرکانس تشدید (Resonance Frequency)، زمان استقرار (Settling Time) و درصد فراجهش (Percent of overshoot) حائز اهمیت است.

در ادامه به بررسی چند مورد از مشخصه های دینامیکی مهم می پردازیم:

الف- ثابت زمانی

برای مبدلهای مرتبه اول بکار برده می شود و مدت زمانی است که خروجی به ۶۳.۲ درصد مقدار نهایی خود میرسد. پس از سپری شدن ۵ ثابت زمانی خروجی به ۹۹.۹ درصد مقدار نهایی خود خواهد رسید که تقریبا پاسخ کامل می شود.

miryoosefi.blogfa.com

ب- زمان مرده

مدت زمانی است که بعد از اعمال ورودی پله طول می کشد تا خروجی شروع به تغییر کند.

خطا در اندازه گیری

زمانی که از یک دستگاه اندازه گیری استفاده می شود بروز خطا اجتناب ناپذیر می باشد. در واقع خطای اندازه گیری تفاوت بین مقدار اندازه گیری شده و مقدار واقعی است و معمولا با قدر مطلق در نظر گرفته می شود. خطا در یک دستگاه ممکن است استاتیکی و یا دینامیکی باشد.

خطای استاتیکی ناشی از خطا در خواندن کمیت است و به نحوه و چگونگی قرائت بستگی دارد. این خطا معمولا در دستگاههای دارای عقربه بیشتر دیده می شود.

خطای دینامیکی ناشی از ساختار داخلی دستگاه مثل مقاومت داخلی و یا سایر مشخصات داخلی یک دستگاه می باشد.

نکته: در سنسورها اگر اندازه گیری مطرح باشد هم خطای استاتیکی و هم دینامیکی ممکن است بروز کند ولی اگر تنها برای آشکارسازی بکار روند خطای دینامیکی مطرح می شود.

-خطای مطلق

اختلاف بین مقدار اندازه گیری شده و مقدار واقعی را گویند

$$E = |M - R|$$

M:مقدار اندازه گیری شده

R:مقدار واقعی

miryoosefi.blogfa.com

-خطای نسبی

نسبت خطای مطلق به مقدار واقعی خطای نسبی نامیده می شود. و با **ε** نشان داده شده و معمولا برحسب درصد بیان می شود

$$\varepsilon = \frac{E}{\mathrm{R}} \times 100$$

نکته: خطای مطلق نشان نمی دهد که کدام دستگاه دقیق تر است ولی با خطای نسبی می توان دقت را سنجید.

مثال: دو ولتمتر داریم که اولی مقدار ۱۰۰ ولت را ۹۵ ولت نشان داده و ولتمتر دومی مقدار ۲۰ ولت را ۱۵ ولت نشان میدهد کدام ولتمتر دقیقتر است؟

خواهیم داشت:

خطای مطلق ولتمتر اول $E1=|100-95|=5$

خطای مطلق ولتمتر دوم $E2=|20-15|=5$

مشاهده می شود که خطای مطلق هر دو ولتمتر یکی است ولی برای خطای نسبی خواهیم داشت:

درصد خطای نسبی ولتمتر اول $\varepsilon 1 = \frac{5}{100} \times 100 = 5\%$

درصد خطای نسبی ولتمتر دوم $\varepsilon 2 = \frac{5}{20} \times 100 = 25\%$

مشاهده می شود که ولتمتر اول دقیقتر است.

miryoosefi.blogfa.com

-رنج (Range) و گستره (Span)

محدوده بین بیشترین و کمترین مقداری که یک مبدل می تواند اندازه گیری کند رنج یا محدوده گفته می شود و اختلاف بین بیشترین و کمترین مقدار در یک مبدل را گستره یا حد گسترش می گویند. این گستره می تواند هم برای ورودی و هم خروجی یک مبدل بکار رود.

مثلا اگر یک ترانسمیتر فشار برای اندازه گیری فشار در رنج 200 psi تا 700 psi تنظیم شده باشد در اینصورت گستره این فشارسنج 700-200=500 psi خواهد بود.

-خطای مقیاس کامل (Full Scale)

خطایی است که در رنج کامل دستگاه اتفاق می افتد واز فرمول زیر بدست می آید:

$$\text{خطای مقیاس کامل} = \frac{\text{خطای مطلق}}{\text{گستره دستگاه}} \times 100$$

$$\%E_{FS} = \frac{E}{\text{Span}} \times 100$$

miryoosefi.blogfa.com