

فصل اول

انواع کاربردهای وسایل اندازه گیری

مقدمه

فرآیندها جزء مهمی از زندگی روزمره انسان‌ها را تشکیل می‌دهند. برای بررسی عملکرد یک سامانه یا فرآیند باید ورودی‌ها و خروجی‌های آن سامانه را اندازه‌گیری کرد که این کار توسط وسایل اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. وسایل اندازه‌گیری امروزه کاربردهای زیادی پیدا کرده‌اند.

۱-۱- کاربردهای کلی وسایل اندازه‌گیری

قبل از بررسی جزئیات مربوط به وسایل اندازه‌گیری و خصوصیات آن‌ها، بهتر است به موارد کاربرد این وسایل اشاره‌ای شود. کاربردهای مختلف این وسایل را می‌توان به سه نوع کلی زیر تقسیم‌بندی کرد:

۱- تحت نظر داشتن فرآیندها و عملکردها

۲- کنترل فرآیندها و عملکردها

۳- تحلیل آزمایش‌های مهندسی

در ادامه به توضیح هر کدام از این کاربردها پرداخته می‌شود.

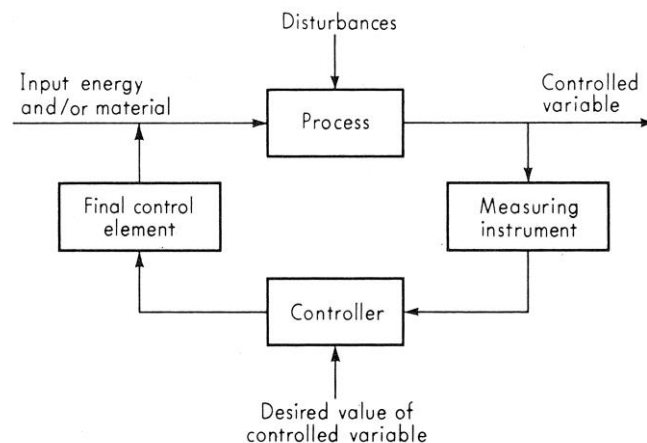
۱-۱-۱- تحت نظر داشتن فرآیند و عملکردها

یک دسته از وسایل اندازه‌گیری برای تحت نظر داشتن کمیت‌ها در فرآیندها و عملکردهای گوناگون به کار می‌روند. دماسنج‌ها و فشارسنج‌هایی که در اداره هواشناسی استفاده می‌شوند، در این دسته از وسایل اندازه‌گیری قرار می‌گیرند. این وسایل به‌سادگی شرایط جوی محیط اطراف را نشان می‌دهند و این در حالی است که چیزی که آن‌ها نشان می‌دهند در هیچ‌گونه عملیات کنترل به کار نمی‌رود. کنتورهای آب و برق و گاز در خانه‌ها نیز مقدار مصرف‌شده را اندازه‌گیری می‌گیرند تا شرکت مربوطه بتواند هزینه‌های مصرف را محاسبه کند. همچنین وسیله اندازه‌گیری مقدار اشعه رادیو اکتیو وارد شده به بدن افراد در محیط‌های رادیو اکتیو نیز مثالی دیگر از این نوع وسایل اندازه‌گیری می‌باشد.

۱-۱-۲- کنترل فرآیندها و عملکردها

از دیگر کاربردهای مهم دستگاه‌های اندازه‌گیری، مواردی است که در آن‌ها از وسایل اندازه‌گیری به‌عنوان جزیی از سامانه‌های

کنترل اتوماتیک استفاده می‌شود. شکل (۱-۱) دیاگرام بلوکی نحوه عملکرد این قبیل سامانه‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل نیز مشخص می‌باشد، برای کنترل هر متغیر در یک سامانه کنترل فیدبک، ابتدا احتیاج به یک وسیله اندازه‌گیری می‌باشد که آن متغیر را اندازه‌گیری کند. بنابراین تمام سامانه‌های کنترل احتیاج به حداقل یک وسیله اندازه‌گیری دارند.



شکل (۱-۱) دیاگرام بلوکی سامانه فیدبک

مثال‌های این نوع کاربرد از وسایل اندازه‌گیری نا محدود می‌باشد. یک مثال ساده از این کاربرد سامانه گرمکن خانگی می‌باشد که در آن از ترموستات استفاده شده‌است. در این سامانه یک وسیله اندازه‌گیری به نام bimetallic دمای اتاق را اندازه گرفته و فرمان لازم را به سامانه کنترل می‌دهد.

کاربردهای پیچیده‌تر این وسایل در کنترل هواپیماها و موشک‌های هدایت‌شونده می‌باشد. یک سامانه کنترل ممکن است اطلاعات خود را از وسایل اندازه‌گیری زیادی به دست آورد. این وسایل می‌توانند ترموکوپل‌ها، سرعت سنج‌ها، ارتفاع سنج‌ها و... باشند.

۳-۱-۱- تحلیل آزمایش‌های مهندسی

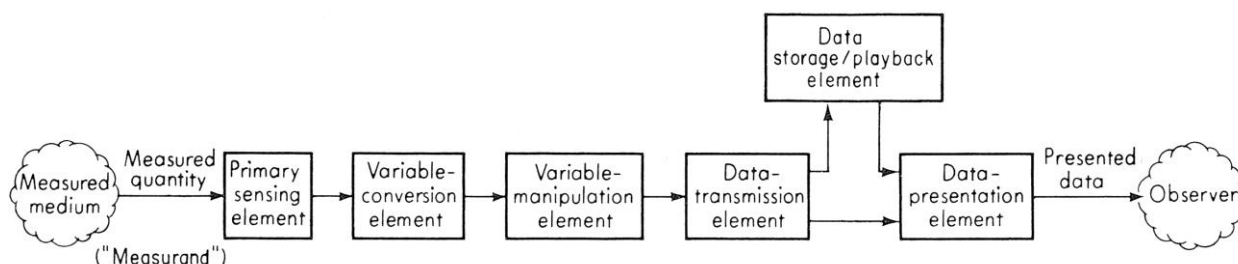
در حل مسائل مهندسی دو راه حل کلی موجود است. یکی استفاده از روش‌های تئوریک و حل‌های عددی و دیگری مبتنی بر تجربه و نتایج آزمایشگاهی می‌باشد. در این میان بسیاری از مسائل با استفاده از ترکیبی از این دو روش حل می‌شود. در مطالعه مسائل مربوط به علوم جدید احتیاج به آزمایش‌های وسیعی می‌باشد، هر چند که در مورد این مسائل هنوز تئوری‌های زیادی وجود ندارد. بنابراین تئوری و آزمایش همواره باید باهم و به عنوان مکمل هم به کار روند. برای به دست آوردن خصوصیات واقعی یک سامانه تحت مطالعه احتیاج به اندازه‌گیری‌های دقیق است. برای این کار ممکن است وسایل اندازه‌گیری پیچیده و گرانی را لازم باشد و اندازه‌گیری دقیق و صحیح احتیاج به آگاهی از خصوصیات این وسایل اندازه‌گیری دارد.

ذکر این نکته در اینجا لازم است که ممکن است در مشاهدات خود وسایلی را بیابیم که نتوان آن‌ها را به راحتی در هیچ کدام از سه دسته ذکر شده در بخش ۱-۱ قرار داد. در این گونه موارد نحوه استفاده و موارد کاربرد آن وسیله می‌تواند عامل تعیین کننده در دسته‌بندی آن وسیله اندازه‌گیری باشد.

۲-۱- شرح نحوه کارکرد و شکل کلی سامانه‌های اندازه‌گیری

اگر دستگاه‌های مختلف اندازه‌گیری را با یک دید کلی نگاه شوند، مشاهده خواهد شد که همه این وسایل دارای اجزایی مشابه هم هستند که کار یکسانی را انجام می‌دهند. این امر باعث می‌شود که بتوان هر وسیله اندازه‌گیری را به اجزاء کوچکتري تقسیم کرد، به نحوی که این تقسیم‌بندی کم و بیش در تمام وسایل یکسان می‌باشد. نکته مهم در اینجا این است که این تقسیم‌بندی که بر حسب کارکرد صورت می‌گیرد می‌تواند به روش‌های دیگری نیز صورت پذیرد و روش استاندارد شده‌ای وجود ندارد.

شکل (۲-۱) یک نوع ارتباط بین اجزاء عمل‌کننده در دستگاه‌های اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. این دیاگرام، عمل‌کننده‌های اصلی که برای یک سامانه اندازه‌گیری لازم می‌باشند را دارا می‌باشد. این عمل‌کننده‌ها به شرح زیر هستند:



شکل ۲-۱- دیاگرام کلی یک سامانه اندازه‌گیری

۱- حس‌کننده اولیه: این جزء اولین قسمتی است که انرژی را از شیء مورد اندازه‌گیری دریافت می‌کند و یک خروجی که نوع آن بستگی به کمیت اندازه‌گیری شونده دارد تولید می‌نماید. توجه به این نکته مهم است که وسیله اندازه‌گیری همواره مقداری از انرژی شیء اندازه‌گیری شونده را جذب می‌کند. بنابراین به علت ماهیت عمل اندازه‌گیری، مقادیر اندازه‌گیری شده از مقادیر حقیقی انحراف خواهند داشت و این ویژگی، اندازه‌گیری ایده‌آل را برای ما غیرممکن می‌سازد. اما وسایل اندازه‌گیری خوب طوری طراحی می‌شوند که این اثر را به حداقل ممکن برسانند. به هر حال با این وسایل هم نمی‌توان مقادیر دقیق را اندازه‌گیری کرد.

۲- تبدیل‌کننده متغیر: خروجی جزء حس‌کننده اولیه یک کمیت فیزیکی مثل جابجایی و یا ولتاژ می‌باشد. برای کارکرد مطلوب سامانه ممکن است لازم باشد که این خروجی به یک سیگنال مطلوب با همان محتوا تبدیل شود. البته لازم به ذکر است که وجود جزء تبدیل‌کننده متغیر در تمام سامانه‌های اندازه‌گیری لازم نمی‌باشد و یا ممکن است که جزء حس‌کننده اولیه، جزء تبدیل‌کننده متغیر نیز باشد.

۳- تصحیح‌کننده متغیر: ممکن است در یک وسیله اندازه‌گیری احتیاج به تصحیح و تغییر یک سیگنال (البته با حفظ طبیعت فیزیکی آن) باشد. به عنوان مثال یک آمپلی‌فایر را می‌توان در نظر گرفت که یک ولتاژ ورودی کوچک را گرفته و با چند برابر کردن آن ولتاژ، آن را به خروجی می‌فرستد. البته جزء تصحیح‌کننده نباید الزاماً بعد از جزء تبدیل‌کننده قرار گیرد بلکه می‌تواند در هر جای زنجیره شکل (۲-۱) واقع شود یا حتی ممکن است این جزء به صورت جدا وجود نداشته باشد بلکه در اجزاء دیگر ادغام شده باشد.

۴- انتقال دهنده داده‌ها: وقتی که اجزاء عمل‌کننده یک وسیله اندازه‌گیری به طور فیزیکی از هم جدا باشند لازم است که

اطلاعات از یک جزء به جزء دیگر منتقل شود. این جزء از دستگاه‌های اندازه‌گیری انتقال‌دهنده داده نام دارد. این جزء می‌تواند به سادگی شافت و بلبرینگ در سامانه‌های مکانیکی و یا یک سیم برق سامانه‌های الکتریکی بوده و یا به پیچیدگی انتقال سیگنال از ماهواره به زمین از طریق امواج رادیویی باشد.

۵- **نمایش دهنده:** برای ارزیابی کمی متغیرهای اندازه‌گیری شونده باید اطلاعات مربوط به این متغیرها به نحوی نمایش داده شوند تا به وسیله یکی از خواص انسان درک شده مورد و ارزیابی قرار گیرند. قسمتی که این تبدیل را انجام می‌دهد جزء نمایش‌دهنده نام دارد.

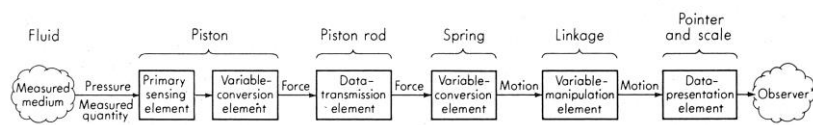
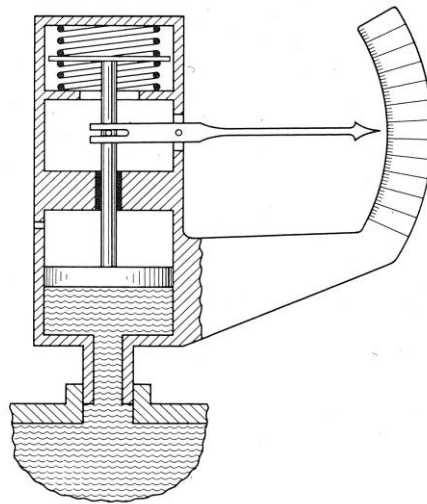
۶- **ذخیره‌کننده و پخش‌کننده خروجی:** در بعضی موارد لازم است که خروجی‌های به‌دست آمده از وسیله در جایی مناسب ضبط شده تا در موقع نیاز بتوان به طریقی به آن‌ها دست پیدا کرد. مثال ساده این ذخیره‌کننده‌ها و پخش‌کننده‌ها ضبط صوت‌های معمولی است. اما در روش‌های جدید با تبدیل پالس‌های الکتریکی به عدد و ذخیره آن اعداد در حافظه، عمل ضبط کردن صورت دیجیتال انجام می‌گیرد.

قبل از آنکه به توضیح المان‌های یک دستگاه اندازه‌گیری مشخص پرداخته شود، لازم است این نکته را یادآوری گردد که ممکن است در یک وسیله اندازه‌گیری ترتیب المان‌های مختلف مطابق شکل (۱-۲) نباشد و یا اینکه المان‌ها به صورت جدا از هم وجود نداشته باشند. به عبارت دیگر، چند کار اصلی در یک عضو از دستگاه صورت گیرد. به این نکته در مثال زیر اشاره شده است:

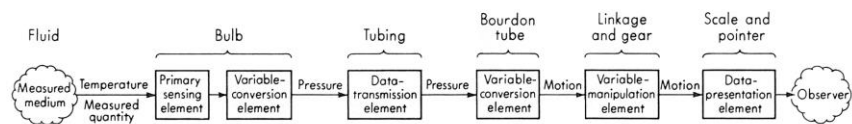
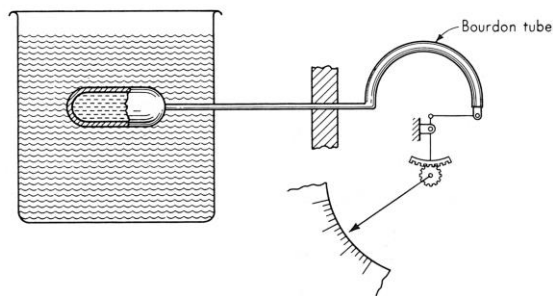
شکل (۱-۳) یک فشارسنج را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل شماتیک هم نشان داده شده، جزء حس‌کننده اولیه پیستون می‌باشد که عمل تبدیل متغیر را نیز با تبدیل فشار (نیرو بر واحد سطح) به نیرو انجام می‌دهد. سپس نیرو توسط یک میله به یک فنر که تبدیل‌کننده نیرو به جابجایی می‌باشد انتقال پیدا کرده و پس از آن جابجایی کم فنر به وسیله سامانه عقربه به یک جابجایی زیاد تبدیل می‌شود (جزء تصحیح‌کننده). اگر احتیاج باشد که فشارسنج در فاصله‌ای دور از منبع فشار قرار گیرد یک لوله باریک می‌تواند نقش انتقال‌دهنده داده‌ها را بر عهده گیرد.

به عنوان مثالی دیگر شکل (۱-۴) را که یک دماسنج فشاری را نشان می‌دهد. حباب پر شده از مایع جزء حس‌کننده اولیه و یک تبدیل‌کننده متغیر (تغییر دما به فشار) است. این فشار در لوله بردن تبدیل به جابجایی می‌شود. نهایتاً جابجایی اهرم‌بندی و پیکان و صفحه مدرج تغییرات دما را نشان می‌دهد.

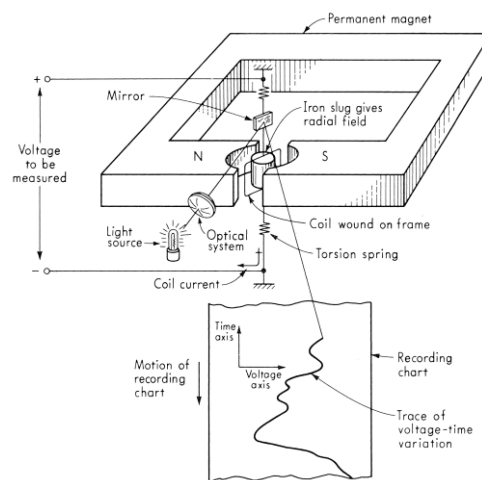
شکل (۱-۵) سامانه گالوانومتر را نشان می‌دهد در نظر بگیرید. در این سامانه ولتاژ متغیری از طریق دو سیم به یک سیم پیچ که پیچیده شده است داده می‌شود. عکس‌العمل بین جریان در سیم پیچ و میدان خارجی اعمال شده به آن تولید یک گشتاور پیچشی خواهد کرد (جزء تبدیل‌کننده). این گشتاور به وسیله فنر پیچشی متصل به قاب به چرخش زاویه ای تبدیل می‌شود. به دلیل متصل بودن آینه به قاب، چرخش قاب باعث چرخش پرتو نور تابیده شده به آینه می‌شود که چرخش پرتو نور تابیده شده دو برابر چرخش قاب می‌باشد (جزء تصحیح‌کننده). پرتو نور منعکس شده به یک نوار ضبط‌کننده که از مواد حساس به نور ساخته شده و با سرعت ثابت حرکت می‌کند، برخورد می‌نماید. حرکت افقی نوار محور زمان را ایجاد کرده و حرکت عمودی پرتو نور بر روی نوار محور ولتاژ را ایجاد می‌کند. در این وسیله اندازه‌گیری سیم پیچ جزء حس‌کننده اولیه می‌باشد و سیم انتقال جریان از منبع ولتاژ به سیم پیچ در واقع جزء دستگاه نیست.



شکل ۱-۳- فشارسنج پیستونی



شکل ۱-۴- دماسنج فشاری

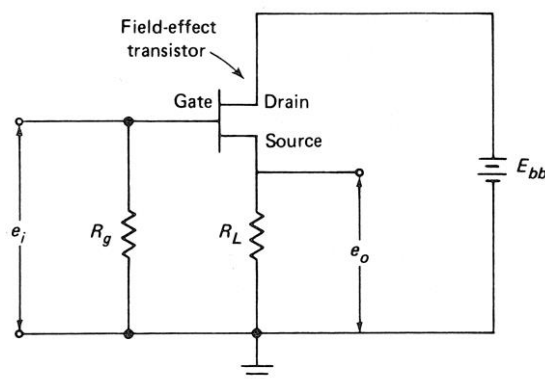


شکل ۱-۵- گالوانومتر

۳-۱ ترانسدیوسرهای فعال و غیرفعال

تا اینجا تمام اجزاء اصلی که در همه دستگاه‌های اندازه‌گیری مشترک می‌باشند مورد بررسی قرار گرفت. حال نوبت آن است که آن‌ها را از نظر نحوه عملکرد طبقه‌بندی کنیم. اجزاء اصلی می‌توانند به دو صورت ترانسدیوسرهای فعال و یا غیرفعال کار کنند. وسیله‌ای که تمام انرژی خود را از سیگنال‌های ورودی می‌گیرد ترانسدیوسر غیرفعال نامیده می‌شود. ورودی و خروجی این ترانسدیوسرها می‌توانند هر دو به یک فرم (مثلاً هر دو انرژی مکانیکی) و یا هر کدام به یک فرم مختلف باشند (مثلاً ورودی مکانیکی و خروجی الکتریکی باشند).

ترانسدیوسرهای فعال دارای یک منبع کمکی انرژی در کنار خود می‌باشند که قسمت اعظم خروجی دستگاه از این منبع تأمین می‌شود و در نتیجه اتلاف انرژی ورودی در ترانسدیوسر فعال ناچیز می‌باشد. در تمام مثال‌های ذکر شده در بخش قبل اجزاء از نوع ترانسدیوسرهای غیرفعال می‌باشند. یک مثال خوب از ترانسدیوسرهای فعال، آمپلی‌فایرهای الکترونیکی هستند. مقدار ولتاژی که به ورودی سامانه وصل می‌شود e_i می‌باشد که مقدار خیلی کمی است، اما به علت نوع عملکرد آمپلی‌فایر جزء خروجی که شامل مقاومت R_L می‌باشد احتیاج به جریان زیاد و در نتیجه ولتاژ و توان زیادی دارد. این توان توسط باتری با پتانسیل E_{bb} تأمین می‌شود. بنابراین ورودی بر روی خروجی بدون آنکه همه مقدار خروجی را تأمین کند تأثیر می‌گذارد (شکل ۶-۱).



شکل ۶-۱- تقویت کننده الکتریکی

۴-۱- عملگرهای آنالوگ و عددی

ممکن است که عملیات اصلی بر اساس خصوصیات مربوط به سیگنال‌های آنالوگ یا دیجیتال تقسیم‌بندی شود. در سیگنال‌های با خصوصیات مقایسه‌ای (آنالوگ)، سیگنال‌ها حاوی اطلاعات دقیقی می‌باشند. مانند میزان دقیق زاویه چرخش یا ولتاژ و غیره. اما در سیگنال‌های با خصوصیات عددی (دیجیتال)، سیگنال‌ها بر مبنای سامانه دو دوتی (on/off) بنا نهاده شده‌اند و تغییرات مقادیر به وسیله عبارات سطحی (درست/نادرست) و ترکیبی از سوئیچ‌ها تولید می‌شوند. به طور مثال در یک سامانه دیجیتال هر سیگنالی که در محدوده ۲ تا ۵ ولت باشد معادل با علامت on می‌باشد و سیگنال‌های بین ۰ تا ۰/۸ ولت تولیدیک علامت off می‌کنند. بنابراین تفاوتی بین سیگنال ۳ یا ۴ ولت نمی‌باشد و در نتیجه ورودی‌های مزاحم نمی‌توانند بر روی عملکرد سامانه تأثیر بگذارند.

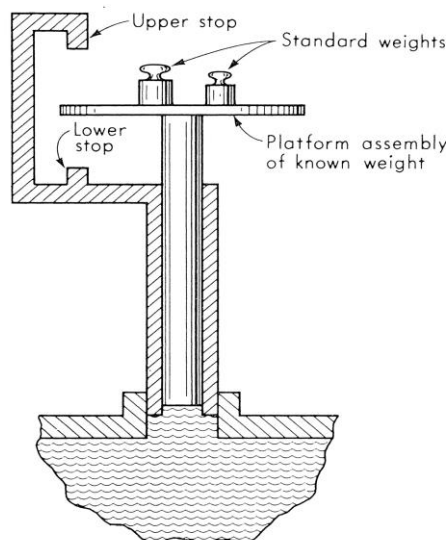
۵-۱ روش اندازه‌گیری نول وخیز

یکی دیگر از روش‌های مفید طبقه‌بندی وسایل بر اساس روش اندازه‌گیری نول وخیز می‌باشد. در روش خیز مقادیر اندازه‌گیری شده تولید یک تأثیر فیزیکی کرده که باعث یک تأثیر مشابه یا متضاد در بعضی قسمت‌های وسیله می‌شود. تأثیر ایجاد شده (مانند یک تغییر مکان) به کمک یک وسیله نشان‌دهنده نمایش داده می‌شود.

برخلاف روش خیز، در روش نول تمایل بر این است که جابجایی (خیز) صفر باقی بماند. برای این منظور احتیاج به وسیله‌ای است تا حالت تعادل را به صورت دستی یا اتوماتیک حفظ کند. به خاطر صفر نگه داشتن خیز (جابجایی)، تخمین مقادیر متغیرهای اندازه‌گیری شده احتیاج به اطلاعات دقیق از مقدار اثر عامل‌های صفرکننده دارد.

شکل (۷-۱) یک فشارسنج را نشان می‌دهد که بر همین اساس کار می‌کند و با گذاشتن وزنه‌های مشخص بر روی کفه، سامانه در هنگام فشار به حالت تعادل بر می‌گردد. در این حالت (حالت تعادل) می‌توان با اطلاع از وزن وزنه‌ها (عامل‌های صفرکننده) و داشتن سطح پیستون مقدار فشار سامانه (متغیر اندازه‌گیری شونده) را مشخص کرد. مثال دیگر این سامانه‌ها همان ترازوی دو کفه‌ای می‌باشد.

با مقایسه بین سامانه‌های نول وخیز در می‌یابی که در سامانه‌های خیز سامانه باید بر اساس خیز فنر درجه‌بندی شود در حالی که در سامانه‌های نول وزنه‌ها بایستی استاندارد شده باشند.



شکل ۷-۱- سنج فشار وزن مرده

دقت سامانه‌های نول بیشتر از سامانه‌های خیز می‌باشد زیرا در سامانه‌های خیز درجه‌بندی کردن یک فنر بایستی خود توسط وزنه‌های استاندارد شده صورت گیرد، حال آنکه در سامانه‌های نول مقایسه به صورت مستقیم بین هر نیروی دلخواه و وزنه‌ها صورت می‌گیرد. اما سامانه‌های نول در اندازه‌گیری‌های دینامیکی با مشکل مواجه می‌شوند. به طور مثال اگر فشارسنج مذکور برای اندازه‌گیری فشار متغیری به کار رود، روشن است که متعادل نگه داشتن صفحه وزنه‌ها در این حالت کاری مشکل می‌باشد.

۶-۱ انواع ورودی‌های و خروجی‌های وسایل اندازه‌گیری

قبل از آنکه خصوصیات وسایل اندازه‌گیری را بیان کنیم بهتر است انواع ورودی‌ها و خروجی‌ها و ارتباط بین آنها را بشناسیم. ورودی‌ها به سه دسته تقسیم بندی می‌شوند:

۱- ورودی‌های مطلوب

۲- ورودی‌های مزاحم

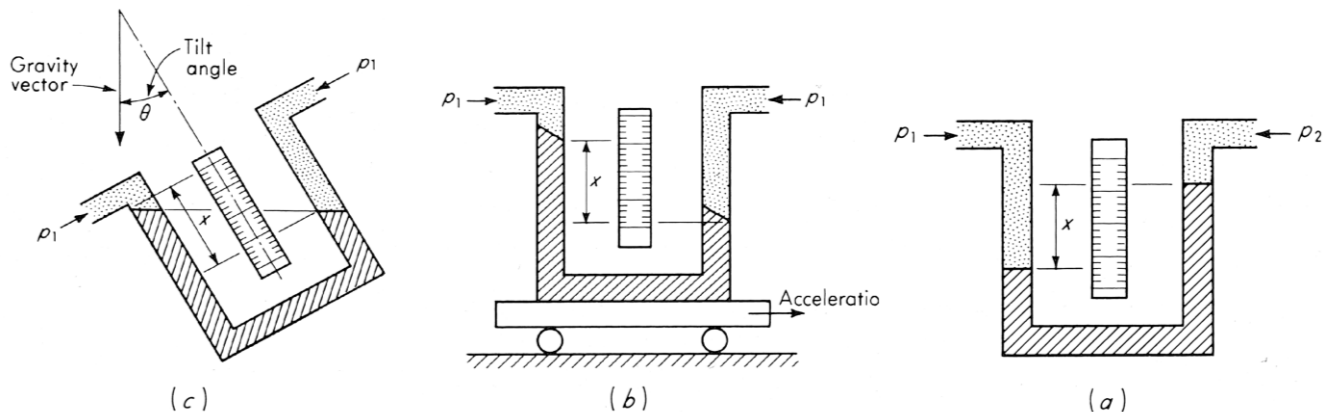
۳- ورودی‌های تغییردهنده (اصلاح کننده)

۱- ورودی‌های مطلوب: این ورودی‌ها معرف مقادیری هستند که می‌خواهیم دستگاه اندازه‌گیری کند. یک ورودی مطلوب بسته به تابع انتقال سامانه یک مقدار خروجی به ما می‌دهد. تابع انتقال سامانه با F_D نمایش داده شده و بیانگر تابع ریاضی می‌باشد که برای تبدیل ورودی به خروجی به کار می‌رود.

۲- ورودی‌های مزاحم: این ورودی‌ها از قبل پیش‌بینی نمی‌شوند و دستگاه ناخواسته به آن‌ها حساس است.

۳- ورودی‌های تغییر دهنده: این ورودی‌ها نسبت بین ورودی‌های مطلوب و خروجی را تغییر می‌دهند بدون آنکه تداخل ایجاد کنند، بنابراین با ورودی مزاحم تفاوت دارند.

برای روشن شدن مطلب مانومتر جیوه‌ای نشان داده شده در شکل (۸-۱) را مثال می‌زنیم که از آن برای اندازه‌گیری اختلاف فشار دو نقطه استفاده می‌شود. اختلاف فشار دو نقطه باعث اختلاف در ارتفاع ستون‌های جیوه می‌شود که این اختلاف از روی خط کش درجه بندی شده اندازه گرفته می‌شود.



شکل ۸-۱ اثر ورودی‌های مزاحم بر اندازه‌گیری یک مانومتر

در این نوع مانومتر، شتاب مانومتر متحرک و یا زاویه سطح آزاد جیوه با خط عمودی می‌تواند به عنوان ورودی‌های مزاحم در عملکرد مانومتر تأثیر بگذارند. همان‌طور که در شکل (۷-۱) دیده می‌شود، اگر دستگاه مانومتر به یک سامانه با شتاب a متصل باشد، در این حالت با اینکه فشارهای P_1 و P_2 برابر می‌باشند، مانومتر اختلاف فشاری را نشان می‌دهد. بنابراین اگر بخواهیم اختلاف فشاری را با این شرایط اندازه‌گیری کنیم، مقداری خطا به همراه خواهد داشت که به خاطر ورودی مزاحم شتاب می‌باشد. به طور مشابه اگر مانومتر در راستای شاقول نباشد اختلاف فشاری را نشان می‌دهد، این در حالی است که اختلاف فشاری وجود

ندارد و این خطا به خاطر ورودی مزاحم زاویه بین راستای شاقول و محور مانومتر می باشد.

ورودیهای تغییردهنده برای این مانومتر نیروی جاذبه زمین و درجه حرارت محیط می باشند. درجه حرارت محیط می تواند با تغییر فاصله بین خطوط درجه بندی ایجاد خطا کند. همچنین درجه حرارت محیط می تواند بر روی چگالی جیوه تأثیر بگذارد که این نیز باعث تغییر رابطه بین $P_1 - P_2$ و X می شود.

۱-۶-۱- روش های تصحیح اثر ورودی مزاحم و تغییر دهنده

در طراحی و یا استفاده از وسایل اندازه گیری روش هایی برای کم کردن اثر ورودی های ناخواسته وجود دارد. در زیر به روش هایی که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند اشاره می شود:

۱- روش غیر حساسیت ذاتی:

در این روش سعی بر این است که دستگاه نسبت به ورودی هایی غیر از ورودی های مطلوب حساس نباشد یا به عبارت دیگر تنها به ورودی های مطلوب حساس باشد. این روش در همه جا ممکن نیست. به طور مثال برای کم کردن اثر درجه حرارت محیط اطراف سعی بر این است که از موادی استفاده شود که با تغییر درجه حرارت، خواص فیزیکی آنها از قبیل مقاومت الکتریکی، ابعاد و... تغییر نکند.

۲- روش استفاده از فیدبک:

در این روش با اندازه گیری مقدار خروجی و مقایسه آن با ورودی مطلوب سعی می شود که خطای سامانه به صفر برسد. به کار بردن این روش نیز مشکلات خاص خود را به همراه دارد.

۳- روش تصحیح مقدار خروجی:

در این روش باید مقدار ورودی های تغییردهنده و مزاحم را محاسبه شوند و مقدار خطای ایجاد شده از طریق این دو و همچنین مقدار خروجی سامانه را محاسبه کرده و این مقدار خطا را از خروجی سامانه کم و یا به آن اضافه گردد تا مقدار خروجی برابر مقدار مطلوب شود.

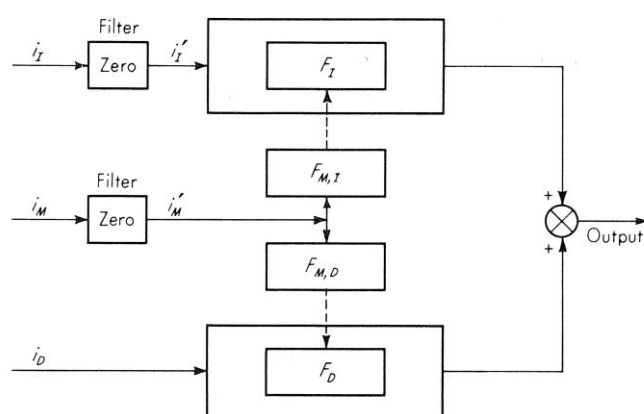
۴- روش فیلتر کردن سیگنال ها:

در این روش دستگاه اندازه گیری، دارای فیلتری به عنوان یک جزء اضافه می باشد که به نحو خاصی جلوی سیگنال های پیش بینی نشده (مزاحم و تغییر دهنده) را می گیرد و به این ترتیب اثر این سیگنال ها روی خروجی سامانه از بین می رود و یا کم می شود. فیلتر می تواند بر روی ورودی ها یا خروجی های سامانه و یا در خروجی از یک جزء سامانه و ورودی به جزء دیگر (میانۀ کار) نصب شود. شکل (۸-۱) حالتی که فیلتر در ورودی یا در خروجی سامانه نصب شود را نمایش داده است. در شکل (۹-۱-الف) ورودی های i_I (Interfering Input) و i_M (Modifying Input) از فیلترهای صفر کننده می گذرند.

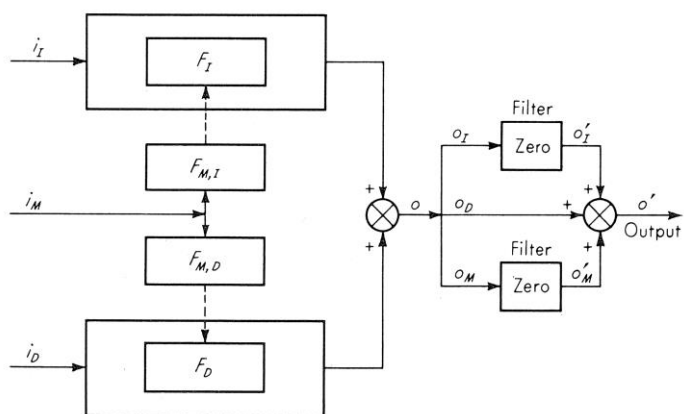
بنابراین خروجی های i_I و i_M صفر می باشند حتی اگر i_I و i_M غیر صفر باشند. در شکل (۹-۱-ب) فیلترها در خروجی های سامانه قرار دارند. در این حالت خروجی ۰ ترکیبی از خروجی های منتج از ورودی های مزاحم، تغییردهنده و مطلوب می باشد و

فیلتر با جدا کردن این خروجی‌ها از هم و مسدود کردن خروجی‌های مربوط به ورودی مزاحم و تغییردهنده و عبور خروجی مطلوب، مقدار خروجی 0 را تصحیح می‌کند.

فیلترهای استفاده‌شده در وسایل اندازه‌گیری دو نوع می‌باشند. یکی آن‌هایی که کاملاً مسیر خروجی را می‌بندند یا کاملاً باز می‌گذارند. (خروجی = ورودی و یا خروجی = صفر). این فیلترها معمولاً در سر راه ورودی‌های پیش‌بینی نشده به صورت جداگانه قرار می‌گیرند. در نوع دوم فیلترها قابلیت انتخاب دارند و خروجی مطلوب را جدا کرده و مسیر باقی خروجی‌ها را مسدود کرده و به آن‌ها اجازه عبور نمی‌دهند.



(a) Input filtering



(b) Output filtering

شکل ۱-۹- روش‌های فیلتر کردن ورودی و خروجی