



دانشگاه گیلان
دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی بیوسیستم

ابزار اندازه گیری و کنترل Instrumentation and Control

مدرس:
دکتر کاوه ملازاده

سرفصل درس

عنوان درس به فارسی: ابزار اندازه گیری و کنترل	تعداد واحد: ۳ تعداد ساعت: ۶۴	نوع واحد: تخصصی	دروس پیش نیاز: مبانی مهندسی برق (۱)، ریاضیات (۳)
عنوان درس به انگلیسی: Instrumentation and Control	آموزش تکمیلی عملی دارد: <input checked="" type="checkbox"/> ندارد: <input type="checkbox"/> سفر علمی: <input type="checkbox"/> کارگاه: <input type="checkbox"/> آزمایشگاه: <input checked="" type="checkbox"/> سمینار: <input type="checkbox"/>		



هدف: کسب مهارت و دانش در شناخت حسگرها و روش های اندازه گیری و کنترل.

سرفصل درس:

نظری: مقدمه ای بر اهمیت انتخاب روش و دقت اندازه گیری، تخمین اشتباهات آماری در اندازه گیری، اندازه گیری های دینامیکی، اندازه گیری جابه جایی (مکانیکی، نوری، سیالی، الکتریکی)، اندازه گیری نیرو و گشتاور، اندازه گیری شتاب و ارتعاش، روش ها و ابزارهای دماسنجی، روش ها و ابزارهای اندازه گیری کمی و کیفی سیالات، روش های اندازه گیری تنش و تغییر فرم نسبی در جامدات، آشنایی با مفاهیم پایه درباره کنترل خودکار شامل سیستم های کنترل حلقه باز و حلقه بسته و مزایا و معایب آنها، مدل سازی سیستم های دینامیکی مانند سیستم های مکانیکی و الکتریکی، معادلات در فضای حالت، مطالعه پاسخ های زمانی سیستم های دینامیکی به ورودی های پله و ضربه، تبدیل لاپلاس، تعریف تابع تبدیل، مشخصات حالت گذرا، دیاگرام جعبه ای، آشنایی با مفاهیم پایداری و مکان هندسی ریشه ها.

عملی: آشنایی با ابزار و وسایل اندازه گیری و انجام آزمایش های اندازه گیری و کنترل.



منابع درس

➤ مطالب ارائه شده در کلاس



➤ کتاب سیستم های اندازه گیری
ترجمه و تالیف: دکتر منصور رفیعیان
انتشارات: فدک ایستاتیس



➤ کتاب Control Systems Engineering

تالیف: Norman S. Nise
انتشارات: Wiley

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



دانشگاه کردستان
دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی بیوسیستم

ابزار اندازه گیری و کنترل Instrumentation and Control

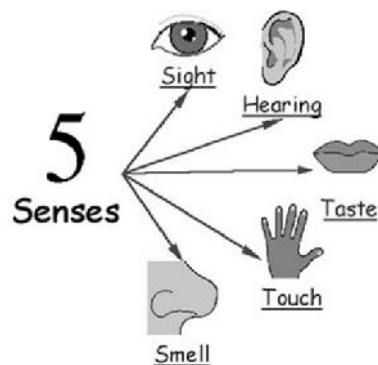
فصل اول:

مقدمه ای بر سیستم های اندازه گیری

مدرس:
دکتر کاوه ملازاده

مواس پنجگانه انسان

○ انسان بوسیله مواس پنجگانه خود از دنیای اطراف اطلاعات می گیرد و از مغز خود جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده، استفاده می نماید.

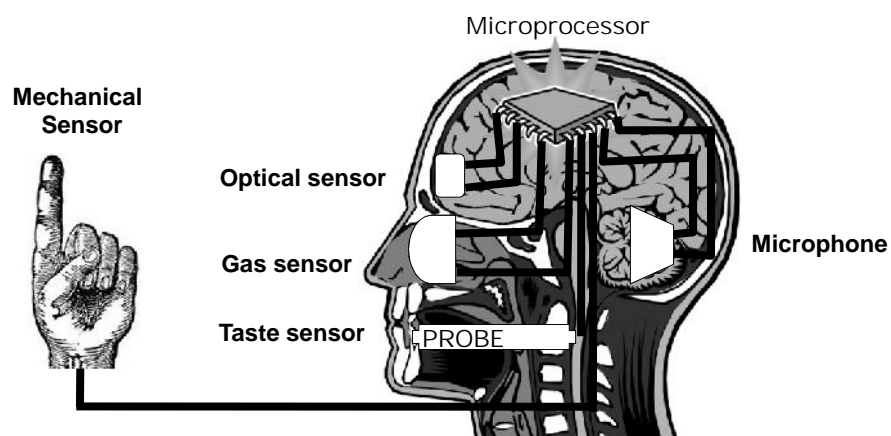


۱

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



مس گره های جایگزین مواس پنجگانه



○ ابزارها و وسایل اندازه گیری، پدیده های غیر قابل درک مستقیم را به صورت قابل درک مستقیم تبدیل می کنند.

۲

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



انواع کمیت های فیزیکی

مکانیک اجسام	مکانیک سیالات	مرارت	اکوستیک	شیمیایی
<ul style="list-style-type: none"> فاصله سرعت شتاب جرم درجه کشسانی نیرو فشار کرنش تنش گشتاور توان 	<ul style="list-style-type: none"> چگالی فشار گرانروی مجم سرعت سیال 	<ul style="list-style-type: none"> دما شدت گرما تشعشع مرارتی تشعشع نوری انعکاس رنگ 	<ul style="list-style-type: none"> فشار سرعت انتشار مذب شدت فرکانس 	<ul style="list-style-type: none"> غلظت PH اندازه و شکل ذره نوع مولکول یا یون سرعت عکس العمل رطوبت



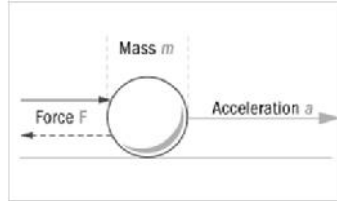
تعریف اندازه گیری

○ اندازه گیری عبارت است از عمل تعیین کمیت هر چیز بر مسب وامد تعریف شده مربوط به آن.
در بعضی مواقع اندازه گیری برای تعیین نوع یا کیفیت چیزی انجام می شود، مثل تعیین نوع نمک.



اهداف اندازه گیری

کشف قوانین علمی



جمع آوری اطلاعات و استفاده های بعدی از آن ها
برای تصمیم گیری، طراحی، مباحث آماری و غیره.



شناخت محیط اطراف



کنترل فعالیت های صنعتی بطور خودکار



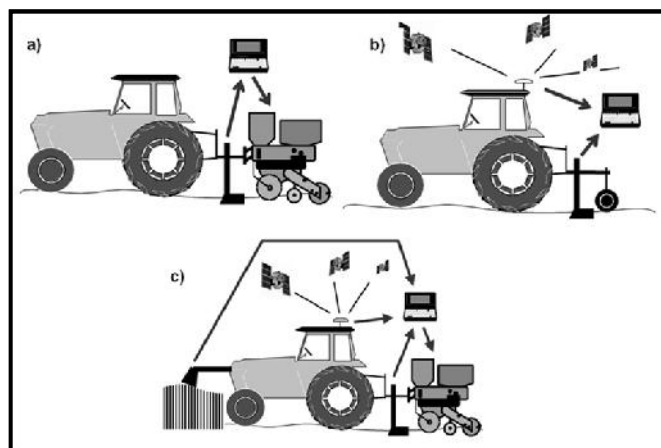
۵

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



ابزار اندازه گیری در مهندسی بیوسیستم

○ کشاورزی دقیق



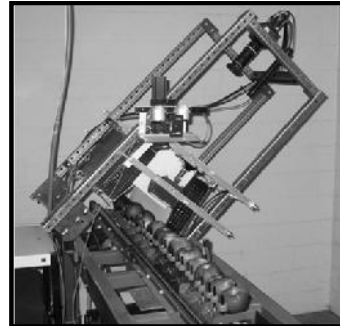
۶

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



ابزار اندازه گیری در مهندسی بیوسیستم

○ فناوری های پس از برداشت



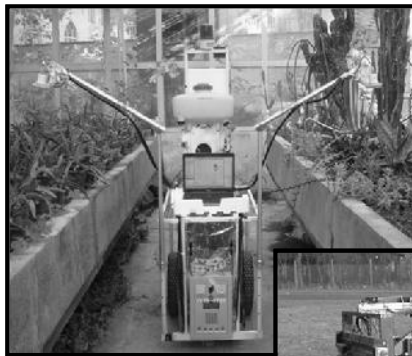
۷

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



ابزار اندازه گیری در مهندسی بیوسیستم

○ رباتیک



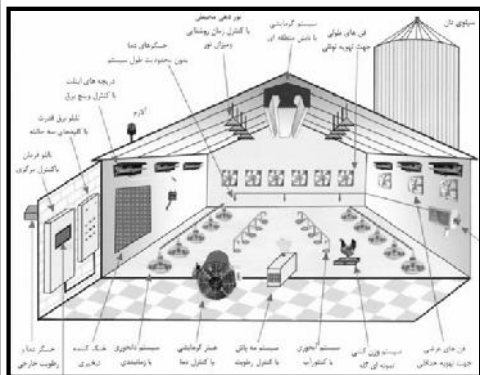
۸

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



ابزار اندازه گیری در مهندسی بیوسیستم

○ اتوماسیون، بهینه سازی و کنترل فرایندها



۹

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



ابزار اندازه گیری در مهندسی بیوسیستم

○ سامانه های مبتنی بر انرژی های تجدید پذیر



۱۰

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>

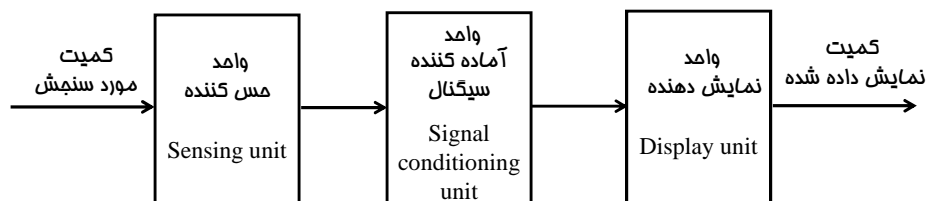


دستگاه اندازه گیری

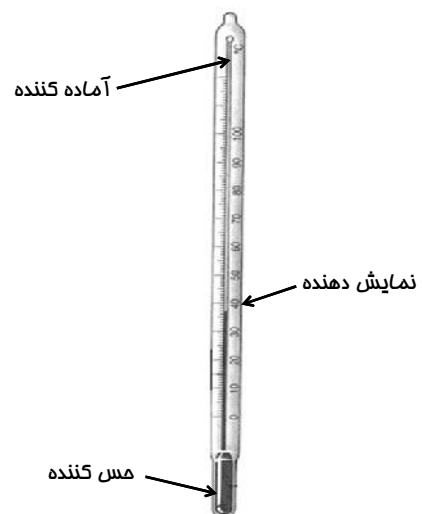
- ابزاری است که کمیت مورد اندازه گیری را برای انسان قابل درک کرده و آن را بر مسب وامد تعریف شده مربوطه نشان می دهد.



بخش های مختلف یک دستگاه اندازه گیری



بفش های مختلف یک دستگاه اندازه گیری (ترمومتر جیوه ای)

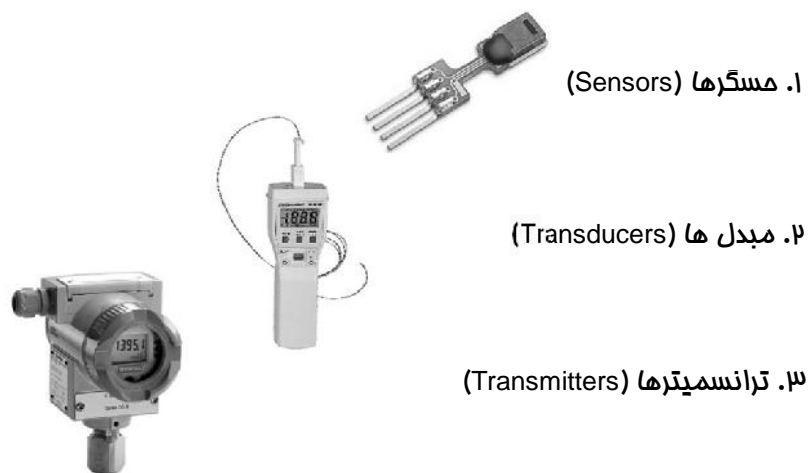


۱۳

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



ابزارهای اندازه گیری (Measurement devices)



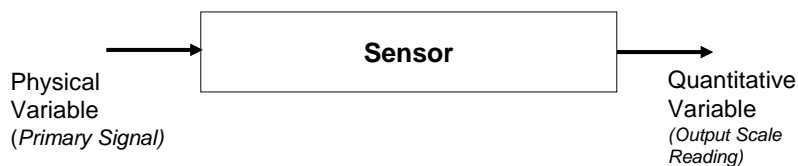
مسگر بفشی از مبدل و مبدل بفش از ترانسمیتر است.

۱۴

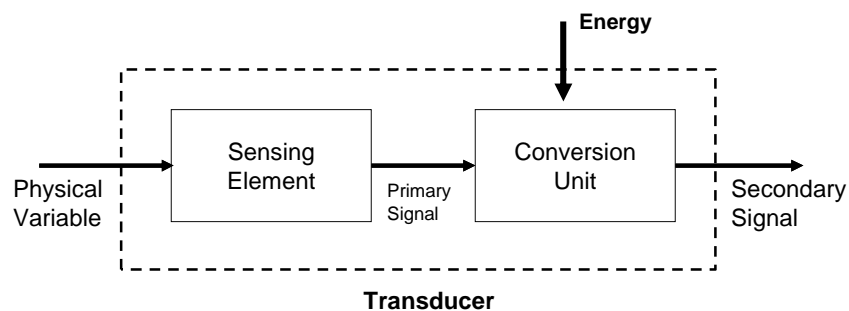
ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



○ بخشی از مبدل است که متغیر فیزیکی را مس می کند و بی درنگ به تغییرات ورودی، پاسخ می دهد. مسگر این کار را بدون دریافت انرژی انجام می دهد.

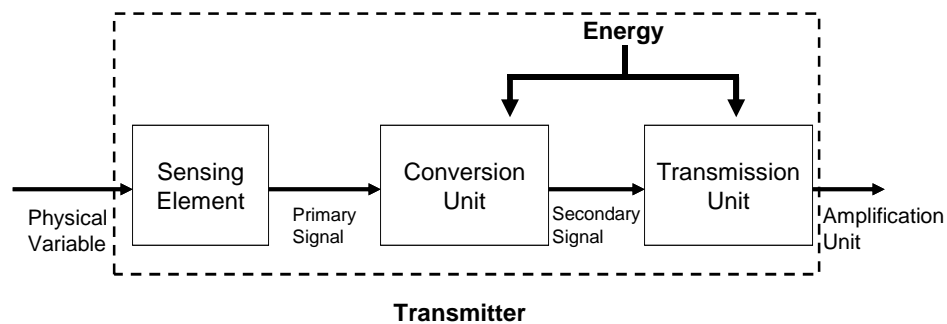


○ یک ابزار اندازه گیری است که متغیر فیزیکی را به متغیری ثانویه تبدیل می کند. مبدل این کار را با دریافت انرژی انجام می دهد.



ترانسمیتر

- یک ابزار اندازه گیری است که متغیر فیزیکی را به متغیر ثانویه ای تبدیل کرده و آن را به وامد کنترل انتقال می دهد. ترانسمیتر، این تبدیل و انتقال را با دریافت انرژی بیرونی انجام می دهد.
- معمولاً برای فواصل بیش از ۵۰ متر، مجبور به استفاده از ترانسمیتر هستیم.



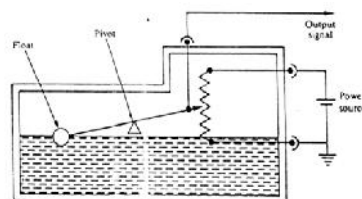
۱۷

ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>

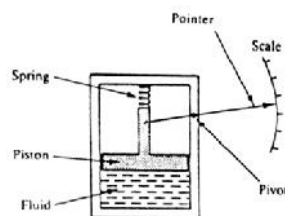


طبقه بندی وسایل اندازه گیری

فعال (Active) و غیرفعال (Passive)



- فعال: هر وسیله ی اندازه گیری که برای نشان دادن فروجهی خود از یک منبع انرژی خارجی استفاده کند.



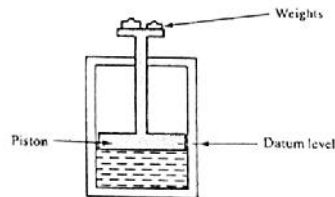
- غیرفعال: هر وسیله ی اندازه گیری که برای نشان دادن فروجهی خود از یک منبع انرژی خارجی استفاده نکند.

۱۸

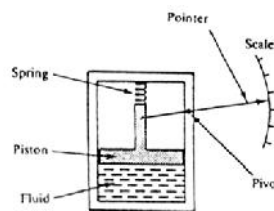
ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



نول (Null) و انحرافی (Deflection)



○ نول: پتانپه در یک وسیله اندازه گیری، مقدار کمیت بر اساس بازگرداندن وسیله به یک موقعیت مشخص اولیه عمل کند، آن را نول گویند.



○ انحرافی: پتانپه در یک وسیله اندازه گیری، مقدار کمیت بر اساس انحراف یک نشانگر یا عقربه عمل کند، آن را انحرافی گویند.



آنالوگ (Analogue) و دیجیتال (Digital)



○ آنالوگ: ابزارهایی هستند که سیگنال فرومی در آن ها به طور پیوسته با زمان تغییر می کند.

○ دیجیتال: ابزارهایی هستند که سیگنال فرومی آن ها تغییرات پیوسته با زمان ندارد و معمولا به صورت بازه ای و با نرخ نمونه برداری زمانی تغییر می کند.



طبقه بندی وسایل اندازه گیری

کنترل (Control) و مانیتورینگ (Monitoring)



○ کنترل: نوعی از وسایل اندازه گیری هستند که مستقیماً می توان از آن ها به عنوان بخشی از یک سیستم کنترل فودکار استفاده کرد. سیگنال فروبی این وسایل معمولاً الکتریکی است.



○ مانیتورینگ: ابزارهایی که کمیت فیزیکی را به صورت صوتی یا تصویری نشان می دهند، در شمار ابزارهای مانیتورینگ به حساب می آورند.



کالیبراسیون (واسنجی) (Calibration) وسایل اندازه گیری



○ کالیبراسیون به معنی مقایسه کار یک سیستم اندازه گیری با کار سیستم اندازه گیری دیگری که از درستی عملکرد و صحت آن چند برابر (محدود ۴ برابر) بیشتر اطمینان داریم و تنظیم آن بر اساس استاندارد است.

○ مواردی که منجر به انجام عمل کالیبراسیون می گردد:

۱. در فواصل زمانی ثابت (برماسب ساعت کارکرد دستگاه) که توسط کارخانه سازنده پیشنهاد شده است.
۲. به هر علتی که دستگاه نیاز به تعمیر پیدا کرده باشد، لازم است پس از تعمیر دوباره کالیبره شود.
۳. دستگاه پس از تولید در کارخانه و قبل از ارائه به بازار باید کالیبره شود.



مشخصه های وسایل اندازه گیری (Instrument characteristics)

○ مشخصه های استاتیکی (Static characteristics (Inherent characteristics))

مشخصه هایی از ابزار اندازه گیری هستند که مرتبط با کاربرد ابزار در وضعیت پایدار (Steady-State) است.

○ مشخصه های دینامیکی (Dynamic characteristics (Installed characteristics))

مشخصه های دینامیکی، توصیف کننده ی رفتار وسیله ی اندازه گیری در پاسخ به تغییرات زمانی کمیت مورد اندازه گیری هستند. هنگامی که یک کمیت مورد اندازه گیری با گذشت زمان تغییر می کند، باید وسیله ی اندازه گیری قادر باشد در مدت زمان کوتاه تری نسبت به آن واکنش نشان داده و فروبی درستی ارائه نماید.



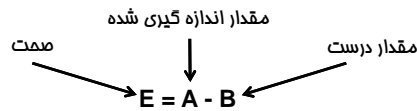
مشخصه های استاتیکی

۱. صحت (Accuracy)
۲. تولرانس (Tolerance)
۳. محدوده و گستره (Range and Span)
۴. بایاس (Bias)
۵. خطی بودن (Linearity)
۶. حساسیت (Sensitivity)
۷. آثار محیطی (Environmental effects)
۸. پس ماند (Hysteresis)
۹. نامیه ی مرده (Dead Space)
۱۰. آستانه (Threshold)
۱۱. تفکیک پذیری (Resolution)
۱۲. تکرارپذیری (Repeatability)
۱۳. هزینه، دوام و نگهداری (Cost, Durability, and Maintenance)



صمت (Accuracy)

○ صمت مبین انحراف از مقدار درست است.



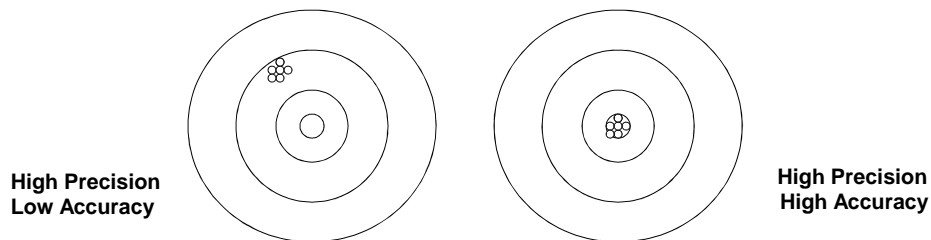
○ گاهی صمت را بر حسب بیشترین مقدار مقیاس دستگاه و به صورت درصد بیان می کنند:

$$E = \frac{A - B}{\text{Max. Scale}} \times 100$$



تفاوت صمت (Accuracy) با دقت (Precision)

○ صمت مبین نزدیکی مقدار اندازه گیری شده به مقدار واقعی است. درحالیکه، دقت بیانگر قابلیت ارائه ی مجدد مقادیر اندازه گیری شده توسط یک دستگاه با مقدار صمت مشخص است.



○ مثال: اگر مقادیر خوانده شده توسط یک ولت‌متر جهت اندازه گیری ولتاژ واقعی ۱۰۰ ولت به صورت مقادیر ۱۰۴، ۱۰۳، ۱۰۵، ۱۰۳ و ۱۰۵ ولت در ۵ تکرار متوالی باشد آنگاه داریم:

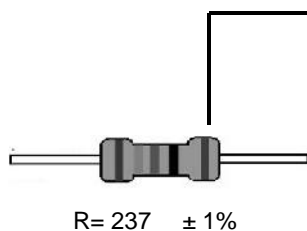
$$\text{Accuracy} = 105 - 100 = 5 \text{ V}$$

$$\text{Precision} = (105 - \text{Average } (104, 103, 105, 103, 105)) / 100 = \pm 1\%$$



تولرانس (Tolerance)

○ تولرانس به معنی بیشترین انحراف از یک مقدار مشخص شده می باشد. به عبارت دیگر حداکثر فطایی است که در ممدوده ی آن مقدار اندازه گیری شده قابل قبول باشد.



TOLERANCE	
± 1 %	(F)
± 2 %	(G)
± 0.5 %	(D)
± 0.25 %	(C)
± 0.10 %	(B)
± 0.05 %	(A)
± 5 %	(J)
± 10 %	(K)



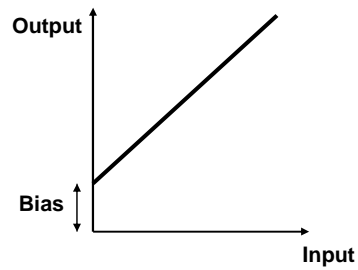
ممدوده و گستره (Range and Span)

○ به فاصله ی بین کوچکترین و بزرگترین اعدادی که یک وسیله اندازه گیری برای آن ها طراحی شده است، ممدوده گویند. درمالیکه، گستره، برابر است با ممدوده ی عملکرد دستگاه.



بایاس (Bias)

- بایاس، که به آن خطای نقطه‌ی صفر هم گفته می‌شود، برابر است با مقدار خطای ثابتی که در کل محدوده‌ی کار دستگاه به وجود می‌آید.

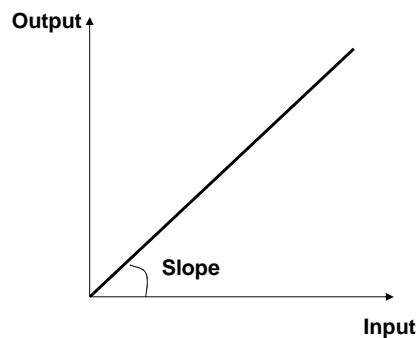


- اثر بایاس را می‌توان با انجام عمل کالیبراسیون مذهب نمود.



مساسیت (Sensitivity)

- مساسیت، معیاری است از میزان تغییر در فروچی وسیله اندازه‌گیر به ازای یک تغییر مشخص در ورودی آن.



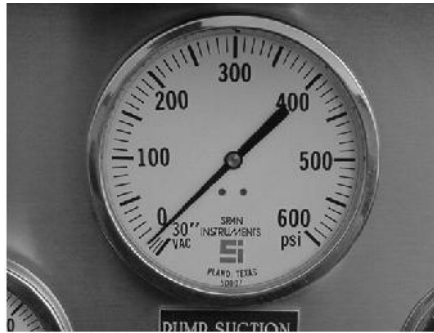
$$\text{Sensitivity} = \frac{\text{Scale Deflection}}{\text{Value of measured cause deflection}}$$

= slope of out-in line



تفکیک پذیری (Resolution)

- کمترین مقدار سیگنال فرومی را که توسط قسمت نمایش دهنده ی ابزار دقیق قابل مشاهده باشد، میزان تفکیک پذیری گوییم.



Resolution = 10 psi



خطاهای اندازه گیری

۱.۱. خطاهای بکارگیری یا استعمال (Application Error)

در اثر استعمال دستگاه بومیود می آید. مثلا در اثر فشار کولیس روی رینگ فولادی، قطر رینگ کمتر می شود. همچنین در اثر اتصال ولت متر به مدار و گرفتن جریان (هر چند ناچیز) افت ولت در مدار اتفاق می افتد و ولتاژ واقعی کمتر اندازه گیری میشود.

۲.۱. خطای عملکرد (Operating error)

این خطا به علت طرز استفاده غلط از دستگاه پیش می آید. مثلا که نگاه کردن به عقربه ولت متر یا درجه ترمومتر.



۳.۱. خطای محیط (Environmental Error)

در اثر تغییرات ماصل در شرایط محیط اندازه گیری و اثرات متقابل آن روی عمل اندازه گیری بوجود می آید. مثلاً در اثر تغییر فشار، درجه مرارت و یا رطوبت محیط، خطا وارد دستگاه می شود.

۴.۱. خطای دینامیکی (Dynamic error)

این خطا در اثر عدم انطباق عکس العمل دستگاه با تغییرات متغیر مورد اندازه گیری رخ می دهد. وقتی زمان کافی به پایدار شدن اثر کمیت بر روی دستگاه داده نشود نیز این اتفاق رخ می دهد. مثلاً وقتی ترمومتر جیوه ای وارد مایع گرم می شود، جیوه سریع بالا نمی رود.

