

دسته بندی سیستم های اندازه گیری

سیستم های اندازه گیری از دیدگاه های مختلف تابع دسته بندی است :

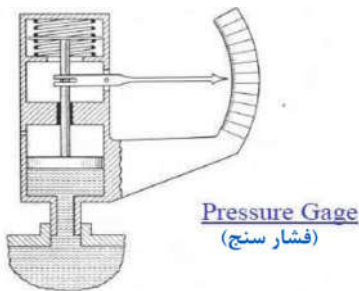
۱- سیستم های اندازه گیری فعال (active) و غیرفعال (passive)

در انرژی خروجی سیستم که از تبدیل مکانی توسط سیگنال ورودی ناشی شود،

سیستم یا غیرفعال گویند (مثل دایال گیوهای، لوله پیوسته و ...)

در سیستم اندازه گیری برای نشان دادن خروجی خود از منبع انرژی خارج استفاده نمی کنند،

سیستم را فعال گویند (مثل پتانسیومتر، LVDT و ...)



سیستم اندازه گیری غیرفعال

۲- سیستم های اندازه گیری تماسی و غیرتماسی

سیستم های اندازه گیری تماسی نیازمند تماس فیزیکی با محل اندازه گیری می باشد (مثل ترموکوپل،

گالوانومتر، لوله پیوسته و ...)

در سیستم های غیرتماسی، بدون تماس فیزیکی و با فاصله، در طول اندازه گیری انجام داد

(مثل اندازه گیری مصلبه توسط لیزر، سنسور آکوستیک، اندازه گیری دما از طریق تشعشع و ...)

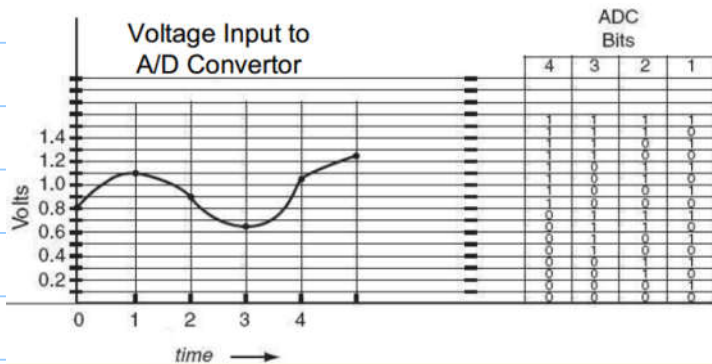
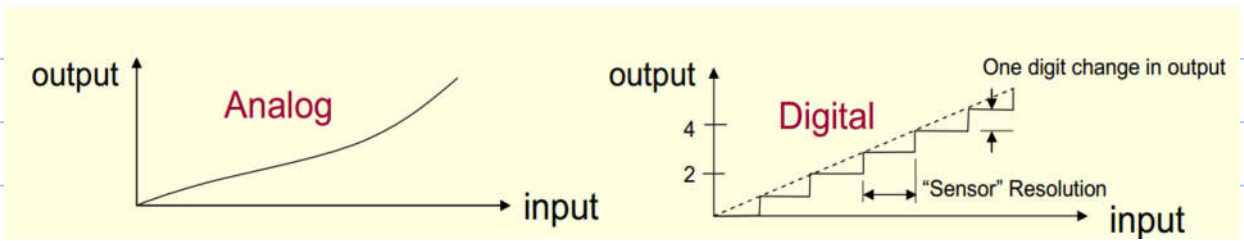
سیستم های آنالوگ و دیجیتال

در سیستم های آنالوگ، خروجی به صورت پیوسته با زمان تغییر می کند.

در سیستم های دیجیتال، تغییرات کمیت اندازه گیری به صورت ناگهانی افزایش و یا تنوع (کسب) می کند.

معمولاً در سیستم های دیجیتال با تعداد بیت مشخص می شود. در یک سیستم دیجیتال

n بیتی، خروجی می تواند 2^n حالت داشته باشد.



معدل آنالوگ به دیجیتال و شمار 4 بیتی به دقت 0.1 V :

۲) سیستم‌های اندازه‌گیری نول (Null) یا انحرافی (Deflection)

در سیستم اندازه‌گیری نول (به‌عنوان دیگر تعادل / غیر انحرافی)، لحظه اندازه‌گیری شده با لحظه تعادل دسری

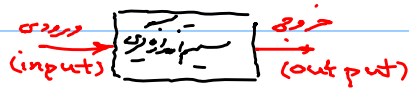
به تعادل می‌رسد. (مثل ترازهای تعادل) در نتیجه به یک موقعیت مشخص ابریم باقی نماند.

در سیستم اندازه‌گیری انحرافی، تعادل همیشه بر اساس انحراف یک سائیر یا عقربه عمل می‌کند. (مثل پدال جویوئی)

۳) سیستم‌های اندازه‌گیری دستی (Manually Operated) و خودکار (Automatic)

→ هم‌نیا به انسان (خودکار) و هم نیا به ملاحظه‌ایرانسانی (دستی)

• ساختار ورودی - خروجی سیستم‌های اندازه‌گیری



- از جمله مهم‌ترین چالش‌های سیستم‌های اندازه‌گیری، **حساسیت** و **آرینگی** از شرایط محیطی و متغیرهای است در سنسور

بلکه اندازه‌گیری آن‌ها کماحقه **نشده** است!

- انواع ورودی به سیستم‌های اندازه‌گیری:

1- ورودی مطلوب (Desired Inputs): ورودی‌ای که به صورت خاص قرار است اندازه‌گیری شود.

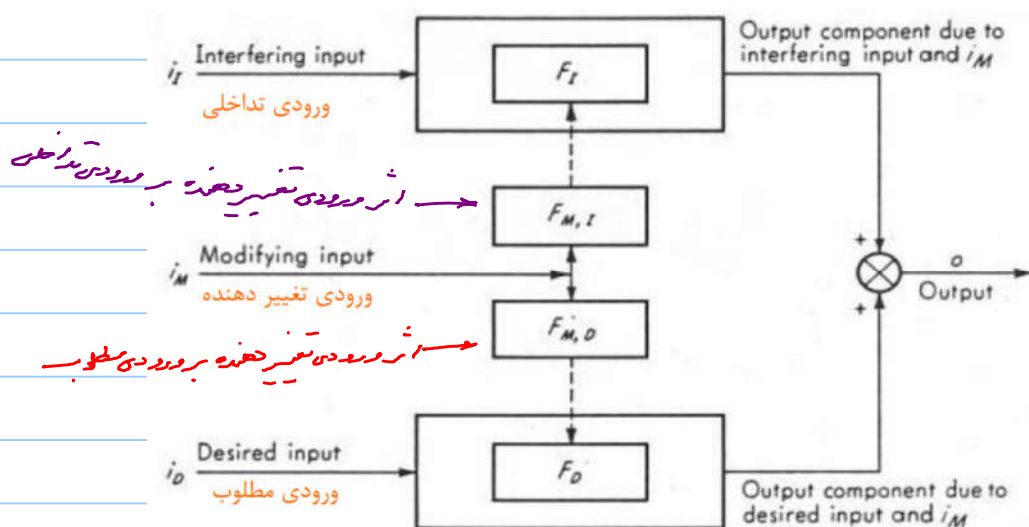
2- ورودی تداخلی (Interfering Inputs): ورودی‌هایی که رسیده اندازه‌گیری به صورت

غیرعادیانه به آن‌ها حس است و اثر آن به خروجی مطلوب جمع می‌شود. (مثل نویز الکتریکی، خطای در ولتاژ،

سیستم ولتاژ)

3- ورودی تغییردهنده (Modifying Inputs): ورودی‌هایی که نسبت تغییر روابط ورودی-خروجی ورودی‌های

مطلوب و تداخلی شده و یا دست‌خوردن دینوس تغییر ایجاد می‌کنند.



- F_I و F_D روابط ورودی-خروجی (تابع تبدیل) مرتبط با ورودی‌های مطلوب و تداخلی هستند که می‌توانند

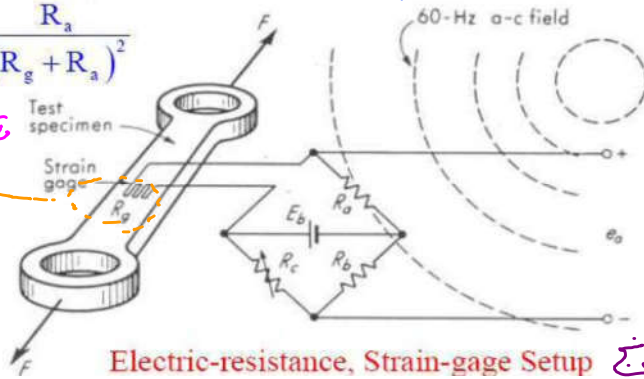
تغییر کرده و یا به فرم معادلات جبری یا معادلات دیفرانسیل باشند.

شکل: اندازه‌گیری کرنش (ورودی: کرنش، خروجی: e_0)

فریب حساسیت: $Gage Factor$

$$e_0 = - \underbrace{(GF)}_{\Delta R_g} R_g \varepsilon E_b \frac{R_a}{(R_g + R_a)^2}$$

تغییر مقاومتی ΔR_g



ورودی مطلوب: کرنش در اثر نیروی F

ورودی‌های مزاحم: نویز در فرکانس 60 Hz

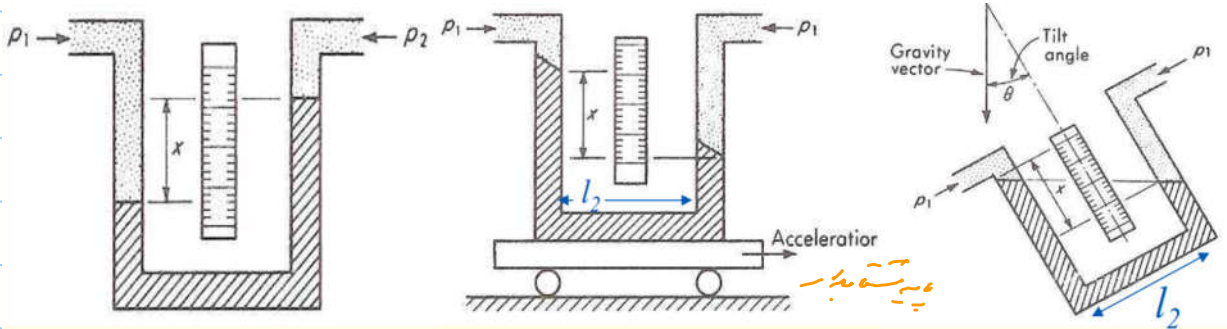
Electric-resistance, Strain-gage Setup

دما (باعث بروز اختلاف کرنش بین کرنش‌نج)

وسیع‌انگیز

ورودی تغییر دهنده: دما (تغییر در ضریب حساسیت GF)، ولتاژی

شکل: مانومتر U شکل (ورودی: اختلاف فشار Δp ، خروجی: ارتفاع سطح مایع x)



$$x = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho g}$$

$$x = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho g} + \frac{\rho_2}{\rho} a$$

$$x = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho g} \cos \theta + \frac{\rho_2}{\rho} g \tan \theta$$

ورودی مطلوب: P_1 و P_2

ورودی‌های مزاحم: شیب، زاویه انحراف

ورودی تغییر دهنده: دما (تغییر در چگالی مایع)، زاویه انحراف، شیب کرنش و

در راه‌های کاهش ربا حذف اثرات ورودی داخلی یا تغییر دهنده

(1) به کارگیری اجزای غیر حساس

(2) کاهش و تصحیح تأثیر عوامل نامطلوب داخلی و تغییر دهنده

(3) تغییر شکل

(4) استفاده از ورودی تصادف

(5) استفاده از High-Gain Feedback

شرح هر یک از روش‌ها در ادامه آمده است:

(1) به کارگیری اجزای غیر حساس و عدم حساسیت ذاتی: برای رسیدن اندازه‌گیری به نویزهای کم اجزای بی‌اثر

بسیار مطلوب است (به عبارت دیگر $F_{m,D} = 0$ و $F_I = 0$)؛ بدین ترتیب چون در حضور ورودی‌های داخلی

و تغییر دهنده اثر نامطلوب بر خروجی مشاهده نخواهد شد. به مثال: به‌ویژه اثر نویزهای با ضریب تغییرات کم برای یابی

در سیستم‌های اندازه‌گیری نیرو

(2) کاهش و تصحیح تأثیر عوامل نامطلوب داخلی و تغییر دهنده: با اندازه‌گیری دقیق تر کلاس اثرات

داخلی و تغییر دهنده و آنگاه اثرات آن‌ها بر خروجی، امکان تصحیح تأثیر عوامل نامطلوب از طریق جمع

تفاوتی وجود دارد و لازم می‌شود. به عنوان مثال در مدارهای ریزسیستم‌های اندازه‌گیری (مثل حذف اثرات

تغییر و نویزهای مختلف در مانومتر یا شل)

دینامومتر کردن: پلاس (دمتر کردن) و یا جوهری از آنجا بخش های با قطب سفید در سیستم

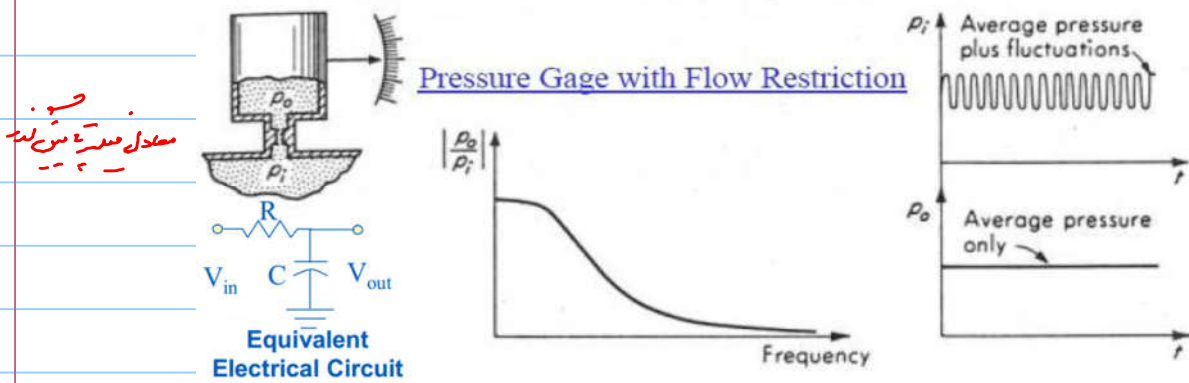
اندازه گیری بدون اثر آن ها در خروجی حذف یا کاهش یابد. موقعا هم می تواند بر سفید های

مودی یا خروجی اعمال شوند.

شکل تقریبی مودی استفاده از محاطها در قالب (iron-nickel alloy) جهت حذف اثرات داخلی

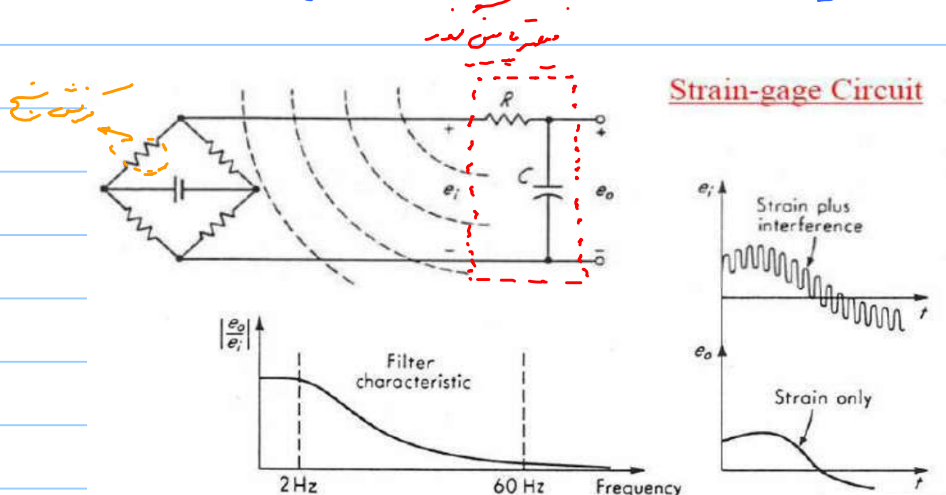
اگر دقت خاصی در سنسورهای الکترونیکی، استفاده از این جهت مود کردن نسبت به فشار در اندازه گیری

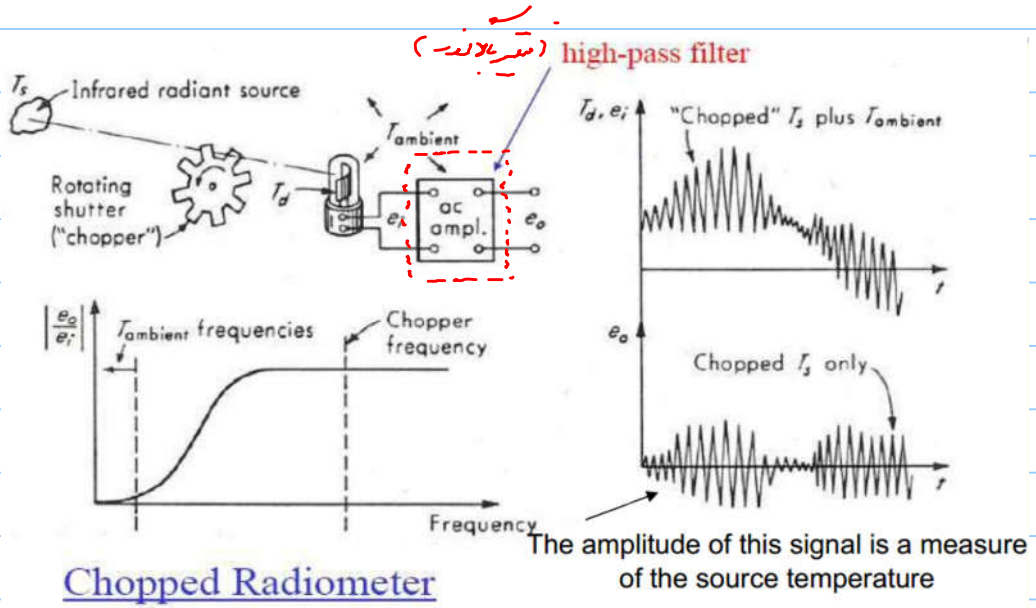
های فشار در جین سیکل.



شکل از مود کردن سفید خروجی. اعمال مدی بین لند برای حذف نویزهای الکترونیکی، اندازه گیری در وسط

Chopped Radiometer و اعمال مدی بالا در جهت حذف اثرات دای مجا (با تغییر داند)

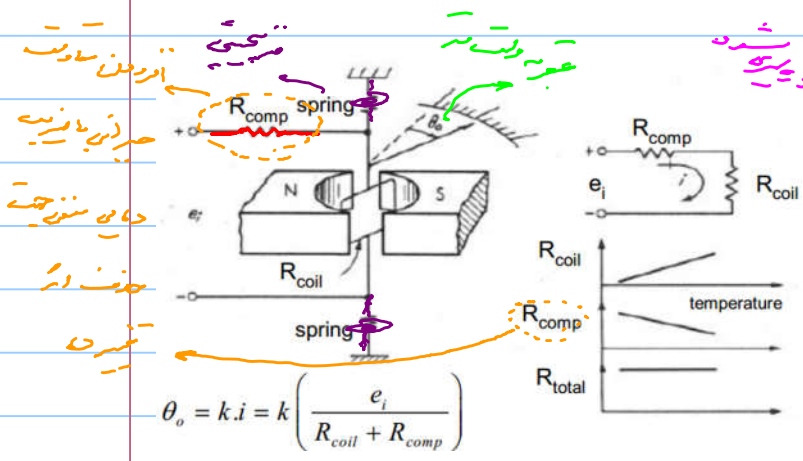




Chopped Radiometer

4) استفاده از ورودی های متناوب : در این روش با اضافه کردن مدول در ورودی های متناوب/متغیر هستند، اثرات

نا مطلوب ورودی غیرقابل اجتناب حذف می شود. (شکل: حذف اثرات تغییرات دما در اندازه گیری دما)



$$\theta_o = k_i i = k \left(\frac{e_i}{R_{coil} + R_{comp}} \right)$$

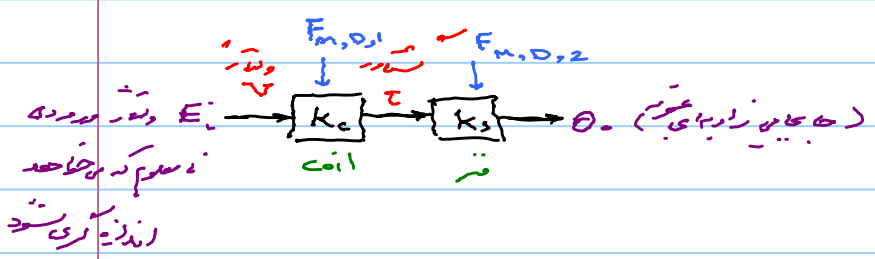
$$e_i = (R_{coil} + R_{comp}) i$$

$$\tau = k_i i$$

$$\tau = k_{\theta} \theta_o$$

$$\theta_o = \frac{k_i}{k_{\theta}} \cdot \frac{e_i}{R_{coil} + R_{comp}}$$

5) استفاده از High-Gain Feedback : در شکل بالا (شکل: ولت متر آنالوگ) مدار خود را



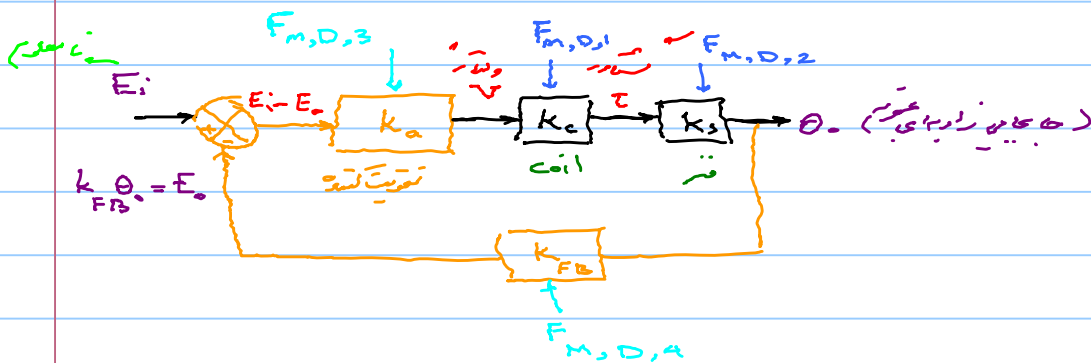
صحت تعریف است :

در صورتی که این معادلات محلی (اثر نامطلوب داخلی تغییر دهنده) برای سوپر (coil) و فرکانس

صورت خواهد بود، رابطه بین θ_o و E_i عبارت است از $\theta_o = k_a k_c k_s E_i$ ؛ که اگر

این اثرات نامطلوب موجود باشند، اندازه گیری E_i از طریق شاهد θ_o مستقیم نیست. یک راه معمول، افزودن

یک تقویت کننده و یک حلقه پیوسته به شکل زیر است:



در مدار حلقه بسته داریم:

$$\frac{\theta_o}{E_i} = \frac{k_a k_c k_s}{1 + k_{FB} k_a k_c k_s}$$

اگر به واسطه انتخاب k_a بزرگ، $k_{FB} k_a k_c k_s \gg 1$ شود، رابطه θ_o و E_i

به فرم قابل ساده می شود:

$$\frac{\theta_o}{E_i} \approx \frac{1}{k_{FB}}$$

یعنی ترتیب رابطه بین زاویه عمود (خروجی سیستم اندازه گیری) و E_i (داده ورودی) فقط به k_{FB}

وابسته می شود. در این حالت بردن مانیت به ورودی های داخلی تغییر دهنده (نمایشی) سوپر و قطر بزرگ

می شود. اگرچه در این حالت اثرات $F_{m, D, 4}$ باقی می ماند؛ در حالت هر کجا و قرار دادن رسیداری در

حلقه پیوسته که به ورودی های محلی نیز حس باشد، ساده تر از غیر حس کردن coil و فرکانس به نمایش

است. در نتیجه برای این روش، بستی و تغییر پذیری دقیقتری برای سیستم انجام دارد.