



دانشگاه گیلان
دانشکده کشاورزی
گروه مهندسی بیوسیستم

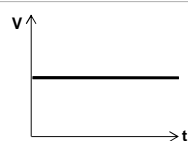
ابزار اندازه گیری و کنترل Instrumentation and Control

فصل سوم:

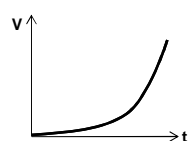
ابزارهای دقیق ثبت آنالوگ

مدرس:
دکتر کاوه ملازاده

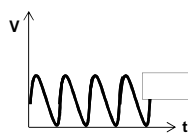
مقدمه



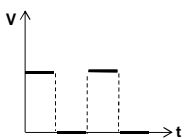
○ استاتیکی



○ شبه استاتیکی



○ دینامیکی



○ تغییرات پالس

○ تغییرات ولتاژ

○ خروجی سنسورها یا مبدل ها:



- ابزارهای ثبت در سیستم اندازه گیری الکترونیکی برای نمایش کمیت مورد اندازه گیری به گونه ای که برای اپراتور مناسب باشد، به کار میروند.
- اگر کمیتی با گذشت زمان ثابت (استاتیکی) باشد، ولت متر آنالوگ برای نشان دادن آن مناسب است.
- اگر کمیتی با گذشت زمان آرام (شبهه استاتیکی) تغییر کند، پتانسیومترها یا ولت مترهای دیجیتال مناسبند.
- اگر کمیتی به طور سریع (دینامیکی) با زمان تغییر کند، در اینصورت نمایش آن با اسیلوگراف یا اسیلوسکوپ مناسب است.



ولت مترهای مربوط به اندازه گیری های حالت دائمی (استاتیک)

- سه نوع ولت متر آنالوگ در حالت کلی برای اندازه گیری ولتاژهای استاتیکی وجود دارد:

۱. ولت متر آنالوگ

۲. ولت متر آنالوگ تقویت شده

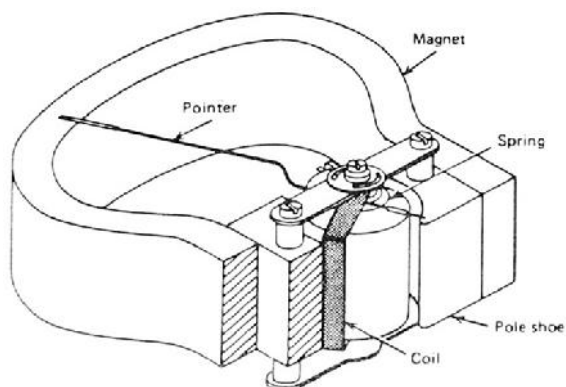
۳. پتانسیومتر

- دوتای اول از گالوانومتر دارسنوال برای نشان دادن ولتاژ استفاده می کنند.



گالوانومتر دارسنوال (D'Arsonval Galvanometer)

○ گالوانومتر دارسنوال، یک دستگاه پایه برای تشخیص و اندازه گیری جریان مستقیم است.



۴

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



روابط هاکم بر گالوانومتر دارسنوال

○ مماسبه گشتاور ناشی از جریان گذرنده داخل سیم پیچ (T_1):

$$T_1 = NBIDi$$

جریان عبوری از سیم پیچ قطر متوسط سیم پیچ طول مموری میدان (فاصله قطب های ایجاد کننده میدان مغناطیسی) شار (هگالی) میدان مغناطیسی تعداد ملقه های سیم پیچ

○ مماسبه گشتاور مقاومتی فنر روی سیم پیچ (T_2):

$$T_2 = K \theta$$

زاویه دوران سیم پیچ ثابت فنر

$$T_1 = T_2 \Rightarrow \theta = \frac{NBID}{K} i = Si$$

S: مماسیت گالوانومتر

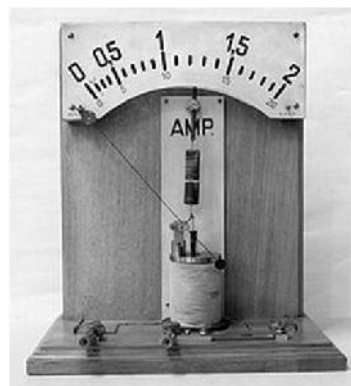
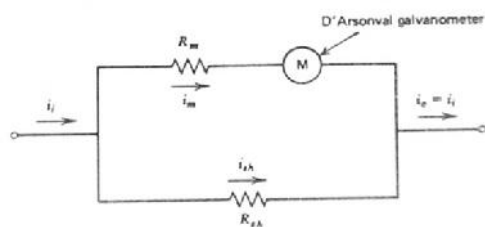
۵

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



آمپتر (آمپر متر) (Ammeter)

○ آمپتر، از یک گالوانومتر دی ارسنوال به همراه یک مقاومت شانت (موازی) تشکیل شده است.



۶

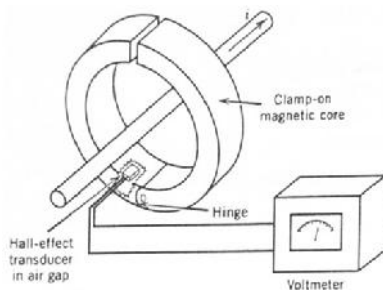
ابزار اندازه گیری و کنترل - گروه مهندسی بیوسیستم - دانشگاه کردستان
<http://agri.uok.ac.ir/kmollazade>



آمپتر مجهز به مبدل اثر هال

○ یک عیب استفاده از آمپتر از برای اندازه گیری جریان در مدارها، نیاز به شکافتن مدار و دافل کردن آمپتر در مسیر جریان عبوری (به صورت سری) است. استفاده از روش دیگری برای اندازه گیری جریان که از میدان مغناطیسی اطراف سیم و تناسب آن با جریان استفاده کند، ترجیح داده می شود.

○ پروب گیره ای که در شکل زیر نشان داده با استفاده از مبدلی که براساس اثر هال (Hall) کار می کند و در فاصله هوایی نصب می شود، ولتاژی متناسب با میدان مغناطیسی و جریان تولید می کند که می تواند برای اندازه گیری جریان مدار استفاده شود.



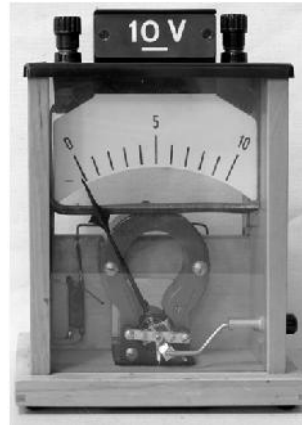
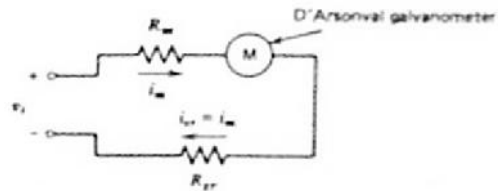
۷

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



ولت مترهای DC

○ گالوانومتر دارسنوال با استفاده از یک مقاومت به صورت سری به ولت متر DC تبدیل می شود.



۸

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



مولتی ولت مترها

○ یک ولت متر DC دارای چندین مقاومت به صورت سری است که به یک اندازه گیر منفرد سوئیچ می شوند تا یک ابزار دقیق با محدوده های مختلفی ارائه دهند.

○ مولتی مترهای معمول تقریباً ده محدوده در قرائت های تمام مقیاس از ۱۰۰ میلی ولت تا ۱۰۰۰ ولت دارند.



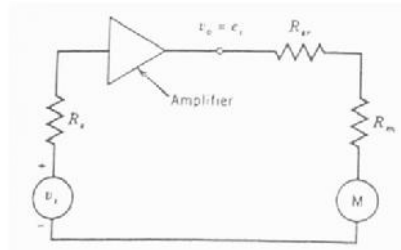
۹

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



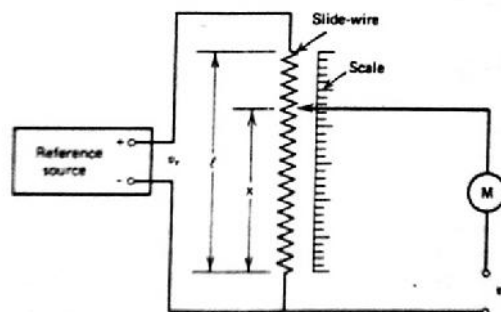
ولت مترهای تقویت شده (Amplified voltmeters)

- مشکلات اندازه گیری ولتاژهای فیلی کوچک با همفا امپدانس فیلی زیاد در ورودی، با استفاده از یک تقویت کننده در گالوانومتر دارسنوال رفع می شود.



ولت مترهای پتانسیومتری

- پتانسیومترها وسایلی از نوع نول هستند که در آنها ولتاژ مجهول V_x با یک ولتاژ مرجع V_r دقیق، مقایسه می شود.



روابط هاکم بر ولت مترهای پتانسیومتری

○ وقتی منبع ولتاژ به دو سر مقاومت سیم لغزان به طول l وارد می شود، یک ولتاژ قابل تنظیم در دو سر بخشی از مقاومت سیم لغزان به طول x ایجاد می شود که برابر است با:

$$V_{SW} = \frac{x}{l} V_r$$

○ اگر $V_{SW} \neq V_x$ گالوانومتر یک اختلاف ولتاژی را نشان می دهد. اما با لغزاندن جاروبک تا مدی که گالوانومتر حالت نول را نشان دهد، فوایم داشت:

$$V_x = V_{SW} = \frac{x}{l} V_r$$

بنابراین ولتاژ مجهول تعیین می شود.

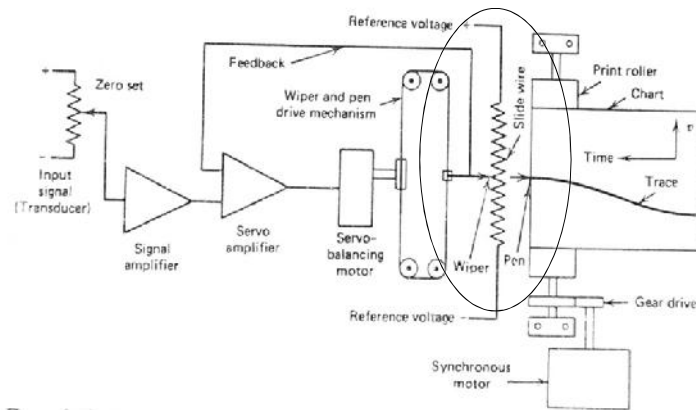


ولت مترهای سیگنال های با تغییرات آرام (شبه استاتیکی)

○ مبنای این ولت مترها که در آنها ولتاژ به آرامی تغییر می کنند، استفاده از مدارهای پتانسیومتری مانند چند اسلاید قبل است. در این ولت مترها مدار پتانسیومتر به کمک سروموتور و به صورت اتوماتیک بالانس میشود. اگرچه این سروموتورها نسبتاً آهسته عمل می کنند، این روش اندازه گیری ولتاژ در دو ابزار تجاری به نام های ثبات های نمودار باز (Strip-chart) و X-Y recorder مهم باقی مانده است.



ثبات های نمودار باز (Strip-Chart)



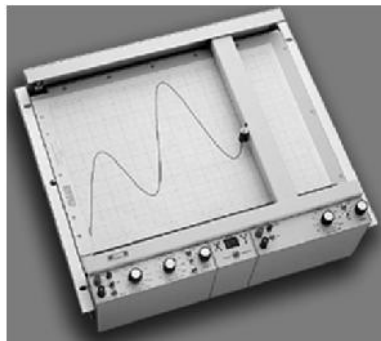
۱۴

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



ثبات های X-Y (X-Y Recorders)

- این ثبات ها دومین نوع وسایلی هستند که با سروموتور فعال شده و از مدارهای پتانسیومتری بالانس در حالت نول استفاده می کنند.
- ثبات های نمودار آزاد تغییرات یک کمیت را نسبت به زمان نشان می دهد؛ در حالی که، ثبات های X-Y، تغییرات دو کمیت را نسبت به یکدیگر و به صورت همزمان ثبت می نماید.



۱۵

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



ولت مترهای سیگنال های با تغییرات سریع (دینامیک)

○ اندازه گیری پدیده های گذرا که سیگنال فرومی از مبدل در آن ها تابعی به سرعت متغیر با زمان است، مشکل ترین و گرانترین نوع اندازه گیری در کارهای تجربی است.

○ پاسخ فرکانسی، مشخصه غالب لازم وسایل ثبت کننده در اندازه گیری های دینامیکی است و معمولاً صحت و اقتصادی بودن به پای بهتر بودن قابلیت های پاسخ، قربانی می شوند.

○ ابزارهای مشخصاً متفاوت که برای ثبت ولتاژهای گذرا استفاده می شود:

- اسیلوگراف (نوسان نگار)

- اسیلوسکوپ (نوسان نما)



اسیلوگراف (Oscillograph)

○ اسیلوگراف ها برای تبدیل سیگنال های ورودی دینامیکی به جابجایی در یک نوار کاغذ در حال حرکت از گالوانومترها استفاده می کنند.

○ انواع اسیلوگراف:

- نگارش مستقیم (Direct-writing)

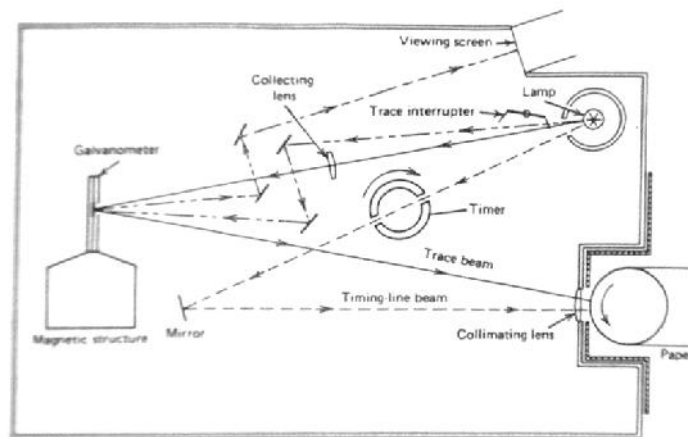
- نگارش لامپی (Light-writing)

○ در نوع نگارش مستقیم، گالوانومتر یک قلم (یا سوزن داغ) را برای نوشتن روی یک نوار کاغذ مخصوص رسم نمودار حرکت می دهد.

○ در نوع نگارش لامپی، گالوانومتر یک آینه را طوری حرکت می دهد که شعاع نور را روی یک صفحه مساس به نور منعکس کرده و سبب نوشتن روی آن شود.



نمونه عملکرد اسیلوگراف نوع نگارش نوری



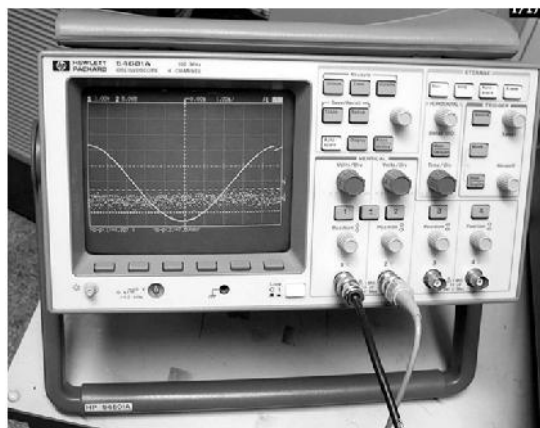
۱۸

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



اسیلوسکوپ (Oscilloscope)

○ اسیلوسکوپ لوله ای با اشعه کاتد (Cathode-ray tube: CRT)، یک وسیله اندازه گیری ولتاژی است که قادر به ثبت سیگنال های با فرکانس فیلی بالاست (بیش از 1GHz).



۱۹

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



ساختمان لامپ اشعه کاتی

