

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**اندازه گیری الکترونیکی**  
(بخش اول)

**استاد باغبانی**  
**تهیه و تنظیم:**



انتخابات

اندره لیک اسکرین

سرفصل ها :

ساختار طبقه بندی سیستم اندازه گیری و افزایش دقت و دقت

منحنی استاتیکی ترانس دوسر

دریسی خطای سیستم های اندازه گیری

دریسی ترانس دوسر های دما سطح ترموکوپل ها ، برقی سوره و RTD و IC های دما

دریسی ترانس دوسر های جابجایی ، پالس سوره ، خازنی ، الکالی ، LVDT ، RVDT

دریسی سنسور اثر هال و کاربرد آن

دریسی سنسور های نیرو القوی و کاربرد های پزشکی آن

دریسی ترانس دوسر های فشار و نیروی استرین

دریسی ترانس دوسر های رطوبت نوع مقاوم و خازنی

دریسی سنسور های لوری فولد دور ، فولد کولر و فولد برآیند سوره

دریسی ترانس دوسر های سرعت آنالوگ و ac و dc

تعویبت گفته های عملیاتی و ابزار (نوع)

تعویبت گفته های اصولی

مدل های ولتاژ ، جریان و حرارت

مدار های Span و Zero

مدل های DAC و ADC

دریسی بل های اندازه گیری

دریسی ساختار اسلو سکون

نویز و تداخل در سیستم های اندازه گیری

مقدمه ای بر پردازش سیگنال و آشنایی با نرم افزار lab view

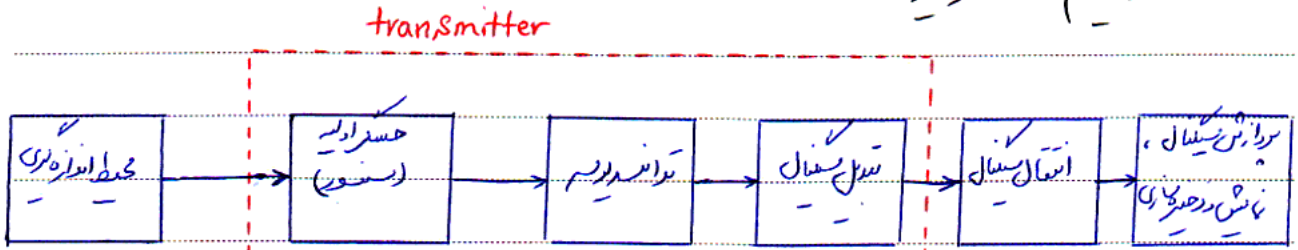
منبع : اندازه گیری اسکرین

دکتر امجد حسینی



POWEREN.IR

ساختار طبقه سیستم های اندازه گیری:



محیط اندازه گیری: محیطی است که پارامتر فیزیکی قابل اندازه گیری مانند دما، فشار و غیره در آن قرار دارد.

حسگر اولیه (سنسور): قطعه ای است که بر اساس شدت پارامتر فیزیکی از خود عکس العمل نشان می دهد و ما می توانیم

بر اساس آن شدت پارامتر فیزیکی بیسیم خروجی آن می تواند انرژی الکتریکی یا دیگر صورت های انرژی باشد.

ترانسدیوسر (transducer): ترانسدیوسر یا تبدیل، خروجی سنسور را دریافت می کند و آن را تبدیل می کند

سیگنال الکتریکی می کند. عبارت دیگر، ترانسدیوسر انرژی را از صورتی که صورت دیگر تبدیل می کند.

تبدیل سیگنال: در تبدیل سیگنال، خروجی ترانسدیوسر که صورت است با ترانسدیوسر می شود. این قسمت شامل

تقویت کننده ها، انواع فیلترها، مدل های آنالوگ دیجیتال و غیره می باشد معمولاً خروجی این قسمت صورت های

و الی ۵ ولت، ۰ الی ۵ ولت، ۰ الی ۱۰ ولت، ۰ الی ۲۰ ولت و غیره است. PSI ۱۵ است.

Pound force Square inch

در اینجا سیگنال به فشار تبدیل می شود.

\* تابلو حسگر اولیه، ترانسدیوسر و تبدیل سیگنال را می توانیم مستقیماً بزنیم.

انفعال کینال: در مواردی که محل و درازش کینال از محیط اندازه گیری در بیاید، جرمی قسمت بین کینال را دور

قسمت انفعال کینال به آن محل انفعال در هم. انفعال کینال شامل طول هاوسم های عمیق نری کرده، فنرهای

نری و لوله های هوایی می تواند باشد.

بدرازش کینال، عمیق و زخمه بزرگ: با استفاده از این قسمت کینال های اندازه گیری شده مورد بدرازش

قرار می گیرند و برای استفاده های بعدی ذخیره بزرگ می شوند. همچنین این قسمت شامل عمیق ها و اندازه گیری نیز می باشد.

مخففه های استایی می تواند لوله ها (بیل ها):

می تواند لوله که در قسمتی از اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرند، دارای ۲ مخففه استایی و در نهایت می باشد نه مورد

از طرف طرخانه سازنده مخففه می شوند.

در مخففه استایی، رابطه بین قسمت فنری و دردی و جرمی در استایی به دردی مایه دارای لغزات بسیار نری

بوده و می تواند در همه حالت مایه جرمی دردی، دردی می شود.

ماده های به دردی مخففه استایی حرارتی نیز عبارت اند از:

درستی، تکرار نری مایه، قدرت لطف، هسته زین و...

اما در بسیاری از موارد لوله که با قسمت های فنری اندازه گیری می شود و هم به دارای لغزات سطح می باشد.



در این موارد باید بر این نکته توجه کرد که در صورتی که این پارامترها در معادلات دینامیک انجام

می‌دهند از جمله پارامترهای این گروه می‌توان به زمان صعود، زمان نسبت و بالا رفتن است. به سبب

درستی (صحت) و محسوس مسطحی است. این عبارت است از عبارتی برای تعیین اصل و فین

عروضی و واقعی برآورد می‌شود با عرضی مورد انتظار. این موارد به صورت‌های مختلف همچون درصد از نسبت‌های

عروضی مورد انتظار بیان می‌شود.

$$\delta = A_m - A_f = \text{مقدار واقعی} - \text{مقدار مورد انتظار}$$

$$\delta_r = \frac{\delta}{A_m} \times 100$$

$\delta$  : مقدار مطلق خطا

$\delta_r$  : مقدار نسبی خطا

$$A) 100 \pm 2.7 \rightarrow \delta = 2.7, \delta_r = \frac{2.7}{100} \times 100 = 2.7\%$$

(مثال)

$$B) 10 \pm 2.7 \rightarrow \delta = 2.7, \delta_r = \frac{2.7}{10} \times 100 = 27\%$$

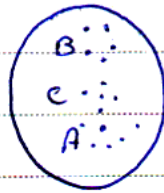
نکته: مقدار مطلق خطا، صحت اندازه‌گیری را درستی نشان نمی‌دهد و باید از خطای نسبی برای بیان درستی

استفاده کنیم. (مثال توجه شود)

وقت (تکرارپذیری) : این پارامتر عبارتی برای تعیین برآوردی مقادیر اندازه‌گیری شده برای ورودی است و

معنی می‌باشد که هر اوقات به جای استفاده از داده دست از تکرارپذیری نیز استفاده می‌کنیم خود بیان شده به مفهوم اند

مثال) در سلسله مقابل که سه سیر انداز A, B, C آن اهداف قرار داده اند



در سلسله A نسبت به B بهتر است و نسبت B نسبت به A این برابری می

C دارای درستی و نسبت بهتری نسبت به A و B است.

رای بیان برابری و یا نسبت از احواف استاندارد (احواف معیار) استفاده می کنیم:

$$\frac{\text{مقدار فزونی}}{\text{مقدار کسری}} = \frac{\text{احواف استاندارد}}{\text{فروغی ما}} = \frac{\sqrt{\sum \frac{d_i^2}{n}}}{\text{فروغی ما}} \quad \begin{matrix} \text{if } n > 20 \rightarrow n = n \\ \text{if } n < 20 \rightarrow n = n - 1 \end{matrix}$$

$$d = |\bar{x} - x_i|$$

قدرت تعلیق (حساسیت): این پارامتر مشخص شده حداقل تغییرات لازم در ورودی است تا تغییرات مشخصه مشاهده شود.

در خروجی باشد. برای این خروجی باید برابر خروجی 10mV تغییر → 10 mV/C = قدرت تعلیق → LM35 سنسور حساب می شود.

برای خروجی خروجی 1mV تغییر کند و اگر کمتر از 1N بر آن دانوشود، خروجی تغییر نمی کند. load cell بیرونی فریب → 1 mV/N = قدرت تعلیق

ADC 8 bit درک آنالوگ دیجیتال  
 ورودی = 0 → خروجی = 0  
 ورودی = 5V → خروجی = 255  
 ورودی = 7A → خروجی = K  
 ورودی = 5 ولت → خروجی = 0  
 ورودی = 255 → خروجی = K

$$\text{قدرت تعلیق} = \frac{5 - 0}{255 - 0} = \frac{5V}{255} = 19.6 \text{ mV}$$

P4PCO

$$\begin{matrix} V_A = 10 \text{ mV} \rightarrow K = 0 \\ V_A = 25 \text{ mV} \rightarrow K = 1 \end{matrix}$$

ADC  $\left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ bit} \\ 0 \rightarrow 5 \text{ ولت} \\ 0 \rightarrow 10.23 \end{array} \right.$   $\rightarrow$   $\frac{5 - 0}{10.23 - 0} = \frac{4.9 \times 10^{-3}}{4.9 \text{ mV}}$

ملاحظه می شود که حساسیت (قدرت تبدیل) این مدل ADC ۵ ایسی بیشتر از مدل ۸ ایسی حالت قبل است و در اثر آن

اگر این ۴.۹ mV در ورودی، خروجی واحد افزایش می یابد

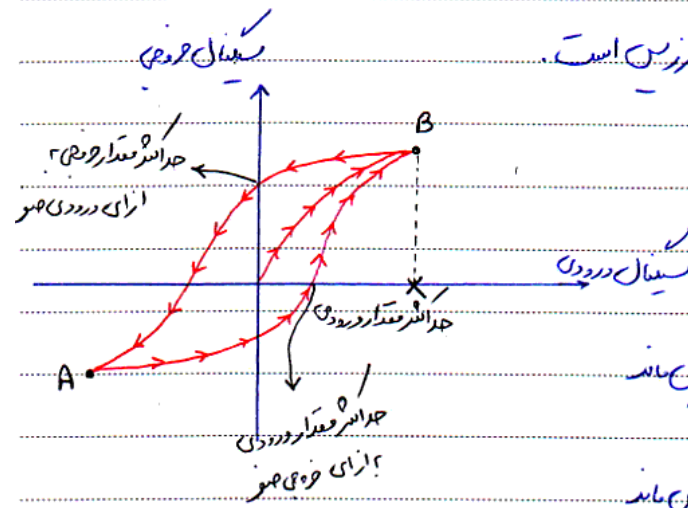
به طریقی:

ADC  $\left\{ \begin{array}{l} n \text{ bit} \\ 0 \rightarrow V_{ref} \\ 0 \rightarrow 2^n - 1 \end{array} \right.$   $\Rightarrow$   $\frac{V_{ref} - 0}{2^n - 1 - 0} = \frac{V_{ref}}{2^n - 1}$

حساسیت مدل توسط ضرایب جانبی زنده دانی می شود

سین ما نیز با حساسیت ترین و در صورتی که مقدار خروجی یک تاندمی برابر با ورودی یعنی، آنرا از حساسیت آن واحد

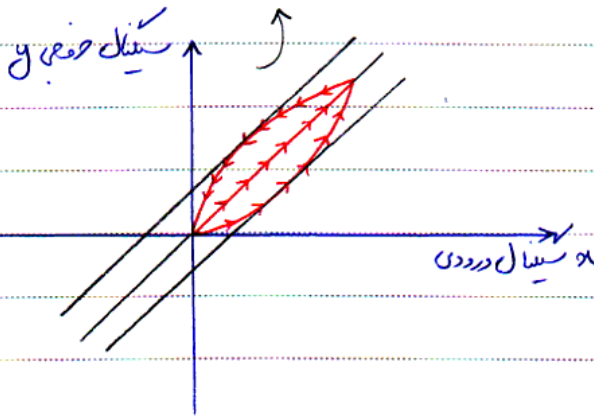
یاد گرفته ایم و ورودی باشد، مدل دارای حساسیت ترین است



سین ما  $= \frac{\text{حداکثر مقدار خروجی برای ورودی صفر}}{\text{حداکثر مقدار خروجی}} \times 100\%$

سین ما  $= \frac{\text{حداکثر مقدار ورودی برای خروجی صفر}}{\text{حداکثر مقدار ورودی}} \times 100\%$

درودی	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$\dots$	$x_i$	$\dots$	$x_n$
خروجی	$y_0$	$y_1$	$y_2$	$\dots$	$y_i$	$\dots$	$y_n$



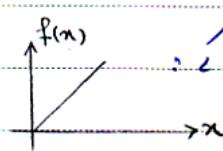
در نمودار هستیزترین سیال ملاحظه می شود که برای هر

درودی، دو خروجی داریم که این دو خروجی را با هم جمع می کنیم

و بر ۲ تقسیم می کنیم تا میانگین را بگیریم و هستیزترین را حذف کنیم

$$m = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{\sum y}{n} - \frac{m \sum x}{n}$$



که این خط دارای معادله  $y = mx + b$  است

بنام این خطی میگویند، هستیزترین (بسیارند) داشته باشد باید صریح را با استفاده از تویب و لغات جبر می توانیم محاسبه کنیم در بالا

ملاحظه می شود

ارقام با معیار در اندازه گیری و یکی از نشانه های (دقت) در اندازه گیری، ارقام با معنای باشد به نفعی اندازه گیری در حساب آن

بیان می شود. ارقام با معنای، اطلاعات واقعی درباره ی مقدار دقت اندازه گیری می کند. هر چه تعداد ارقام

با معنای بیشتر باشد، دقت اندازه گیری نیز بیشتر است

سوال) تعداد ارقام با معنای را در هر یک از اعداد زیر مشخص کنید؟

- ۱)  $3.1 \text{ k}\Omega$  → ۳ رقم با معنا
- ۲)  $3.1 \text{ M}\Omega$  → ۲ رقم
- ۳)  $0.0004 \text{ }\Omega$  → ۱ رقم
- ۴)  $100.003 \text{ M}\Omega = 301 \text{ }\Omega$  → ۳ رقم با معنا
- ۵)  $5.1 \times 10^4$  → ۳ رقم (توجه: هرگاه عدد بصورت عدد علمی داده شود، عنوان رقم با معنا نیست)
- ۶)  $50100$  → ۵ رقم

در نظام محاسبات جمع، تفریق، ضرب و تقسیم باید اصولی را رعایت کنیم تا حاصل محاسبات، صحت و دقت لازم را داشته باشد.

مثال) سه مقاومت به ترتیب دارای مقادیر  $R_1 = 72.3 \text{ }\Omega$ ،  $R_2 = 2.73 \text{ }\Omega$  و  $R_3 = 0.412 \text{ }\Omega$  می باشد.  
 مقادیر مقاومت حاصل اتصال سری آن را بدست آورید!

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 72.3 + 2.73 + 0.412 = 75.442$$

ملاحظه شود، هرگاه از مقادیر دارای سه رقم با معنا هستند اما  $R_{eq}$  حاصل آن ۵ است، هر رقم با معنا دارد.  
 در حالت انتخاب نریم هم پس، مقدار درست برابر است با:  $75.4 \text{ }\Omega$

مثال) ولتاژ جریان ثبت شده در یک مدار DC برابر  $V = 12.14 \text{ V}$  و  $I = 1.24 \text{ A}$  است. مقدار توان

$$P = VI = (12.14)(1.24) = 14.2944$$

را حاصل کنید!

ولتاژ داده شده ۴ رقم با معنا و جریان داده شده ۳ رقم با معنا دارد. حاصل درست آن ۳ رقم با معنا دارد. در صورتی که  
 باید تعداد ارقام با معنای برابر تعداد ارقام با معنای کمتر داده شده در صورت مساله یعنی ۳ رقم باشد پس  $P = 14.2$



$$R_1 = 24,4 \quad , \quad R_2 = 25,4 \quad \rightarrow \quad R_1 + R_2 = ? \quad \text{سوال ۵}$$

$$R_1 + R_2 = 50,8 \quad \quad 24,4 + 25,4 = 50 \rightarrow 50,8$$

$$R_1 = 50 \quad , \quad R_2 = 25,4 \quad \rightarrow \quad R_1 + R_2 = ?$$

$$R_1 + R_2 = 75,4 \quad \quad 50 + 25,4 = 75,4 \rightarrow 75,4$$

در سری خطای اندازه گیری دقت را با هم مقایسه می کنیم

خطای حدی یا خطای تعیین شده: مرتبه دقت هر وسیله اندازه گیری را با واحد و مصالح با طرفه و مهارتی که در ساخت

آن صورت گرفته، بستگی دارد. هر وسیله دارای درجه خطای باشد که از طرف سازنده آن مشخص می شود. این مقدار خطا،

خطای حدی یا خطای تعیین شده می گویند. با هم مقایسه می کنیم، سازندگان وسیله تعیین می کنند که خطای حدی تعیین شده، شود

خواهد بود. اگر مقدار نامی (مقدار مورد انتظار) را  $A_S$  و خطای حدی را  $\delta A$  نشان دهیم، مقدار واقعی آن را

$$A_a = A_S \pm \delta A$$

با  $A_a$  نشان می دهیم برابر است با:

$$R_S = 100 \Omega \quad , \quad \delta R = 1 \Omega \quad \text{سوال ۶}$$

$$\Rightarrow 100 - 1 \leq R_a \leq 100 + 1$$

$$\text{خطای حدی نسبی} = \frac{\delta A}{A_S} \times 100 = \frac{1}{100} \times 100 = 1\%$$



نسبت‌های داری خطای حرکت:

$$\text{خطای حرکت} = \frac{\delta A}{A} \times 100$$

وقتی خواهیم ۱. چند نسبت را در جدول خطای حرکت خاصه داریم با هم جمع کنیم، باید جدولی مناسبی خطای

خطای حرکت را بدانیم. هر نسبت در نهایت باید تابع یا رابطه فیزیکی می‌شود که می‌توان از مستقیم نسبی یا غیر نسبی،

دانش‌آموختگان

خطای حرکت را بدست آورد.

$$y = u + v$$

۱- نسبت جمع:

u و v هر کدام با رابطه جدا مستقل می‌باشند، خطای حرکت آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم و  $\delta u$  و  $\delta v$  را با هم جمع می‌کنیم

رند برای توان یا در توان بار

$$\delta y = \delta u + \delta v$$

$$\text{خطای حرکت نسبی} = \frac{\delta y}{y} = \frac{\delta u}{y} + \frac{\delta v}{y} = \frac{u}{y} \cdot \frac{\delta u}{u} + \frac{v}{y} \cdot \frac{\delta v}{v}$$

$$\delta y = \delta y$$

$$\frac{\delta y}{y}$$

همیشه از این نسبت و معیار نسبت منفرجه می‌شود

$$\text{نسبت نسبی} = \pm \left( \frac{u}{y} \frac{\delta u}{u} + \frac{v}{y} \frac{\delta v}{v} \right)$$

$$y = u \cdot v$$

(۲) در تکثیر

$$\partial y = \partial u \cdot v + u \cdot \partial v \quad \frac{\partial y}{y} = \frac{\partial u}{u} + \frac{\partial v}{v}$$

$$y \text{ تغییرات} = \frac{\partial y}{y} = + \left( \frac{u}{y} \frac{\partial u}{u} + \frac{v}{y} \frac{\partial v}{v} \right)$$

تغییرات  $u$   $\partial u = + \delta u$

توضیح

تغییرات  $v$   $\partial v = + \delta v$

تغییرات  $y$   $\rightarrow \frac{\partial y}{y} = + \frac{u}{y} \frac{\delta u}{u} + \frac{v}{y} \frac{\delta v}{v}$

$$y - \delta y < y < y + \delta y$$

$$y = u \cdot v$$

(۳) در تکثیر

ln  $\rightarrow \ln y = \ln u + \ln v$

تغییرات  $\rightarrow \frac{\partial y}{y} = \frac{\partial u}{u} + \frac{\partial v}{v}$

$$y \text{ تغییرات} = + \left( \frac{\delta u}{u} + \frac{\delta v}{v} \right)$$

$$y = \frac{u}{v}$$

(۴) در تکثیر

ln  $\rightarrow \ln y = \ln u - \ln v \xrightarrow{\text{تغییرات}} \frac{\partial y}{y} = \frac{\partial u}{u} - \frac{\partial v}{v}$

$$\rightarrow \frac{\delta y}{y} = \pm \frac{\delta u}{u} \pm \frac{\delta v}{v}$$

$$\rightarrow \text{خطای نسبی} = \pm \left( \frac{\delta u}{u} + \frac{\delta v}{v} \right)$$

توجه: هر چه بزرگ تر توان برای دقت در فرموله شدن عملی برای n نسبت هم دست برساند.

$$y = u^n$$

(5) بزرگ توان n بزرگ است.

$$\rightarrow \ln y = n \ln u \rightarrow \frac{\delta y}{y} = n \frac{\delta u}{u}$$

$$\text{خطای نسبی} = \pm n \frac{\delta u}{u}$$

$$y = u^n v^m$$

تقسیم

$$\text{خطای نسبی} = \pm \left( n \frac{\delta u}{u} + m \frac{\delta v}{v} \right)$$

مثال: مقاومت یک مدار با اندازه گیری جریان و توان مدار دست آمده است. اگر خطای جاری در اندازه گیری توان

جریان 1.5٪ و 1.5٪ ± باشد، خطای نسبی مقاومت اندازه گیری شده را دست آورید؟

$$P = R I^2 \rightarrow R = \frac{P}{I^2} \ln \rightarrow \ln R = \ln P - 2 \ln I$$

$$\frac{\delta R}{R} = \frac{\delta P}{P} - 2 \frac{\delta I}{I}$$

همیشه برای اینکه رابطه ای داریم رسانده ترسیم، ln بگیریم.

حفاظت جریان نسبی  $R$   $\frac{\delta R}{R} = \pm \left( \frac{\delta P}{P} + r \frac{\delta I}{I} \right) = \pm (1,5 + 2 \times 1,0) = \pm 3,5\%$

مثال) مقدار مقاومت مجهول در یک دینون برابر است با  $R_x = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1}$  مقدار  $R_1, R_2, R_3$

صورت زیر باشد. اندازه مقاومت مجهول  $R_x$  دقت آن، صورت زیر را می باشد.

$R_x - \delta R_x \leq R_x \leq R_x + \delta R_x$

$R_1 = 100 \pm 1\%$

$R_2 = 1000 \pm 1\%$

$R_3 = 142 \pm 1\%$

مقدار واقعی  $R_x = \frac{1000 \times 142}{100} = 1420 \Omega$

$\frac{\delta R_x}{R_x} = \pm (0,5 + 0,5 + 0,5) = \pm 1,5\%$

جواب در رابطه  $R_x$  هر دو قسم است ←

$1420 - \frac{1,5}{100} \times 1420 \leq R_x \leq 1420 + \frac{1,5}{100} \times 1420$

در حالی که حفاظت نسبی نامی حفاظت هم می تواند.

**توضیح:** اگر حفاظت نسبی معلوم باشد، از این خطا به هنگام برآورد با حفاظت نسبی دیگر می توان روشن حساب روشن تر است.

حفاظت نسبی جریان منظور کرد. با این تفاوت که در مورد حفاظت نسبی، علامت حفاظت نسبی معلوم است. و باید در محاسبات

حفاظت نسبی مقدار مورد انتظار  $3200 \Omega$  و جریان نرنده از آن  $44 \text{ mA}$  است.

الف) افت توان را در مقاومت محاسب کنید.

ب) اگر مقاومت  $(3200 \Omega)$   $0,2\%$  تن از مقدار مشخص شده باشد و کسری  $0,75\%$  تن از توان مورد

انتظار را خواند، با این حفاظت نسبی، رادیتت افت را درست آورده.

$$P = I^2 R = (4 \times 10^{-3})^2 \times 3200 = 121072 \text{ وات}$$

$$P = I^2 R \rightarrow \frac{\delta P}{P} = \pm 2 \frac{\delta I}{I} + \frac{\delta R}{R}$$

$$\rightarrow \frac{\delta P}{P} = -2 \frac{\delta I}{I} - \frac{\delta R}{R} = -2 \times \frac{1}{100} - \frac{1}{100} = -\frac{3}{100} = -3\%$$

$$\text{مقدار واقعی توان} = \text{مقدار ایش} \oplus \text{خطا} = 121072 + 121072 \times \frac{3}{100}$$

$$= (4 \times 10^{-3})^2 \times 3200 \left(1 + \frac{3}{100}\right)$$

تمرین) سه مقاومت  $R_1 = 100 \Omega$ ،  $R_2 = 220 \Omega$ ،  $R_3 = 330 \Omega$  به صورت موازی بهم متصل شده اند.

میان

$$\frac{\delta R_1}{R_1} = + \frac{1}{2}$$

$$\frac{\delta R_2}{R_2} = - \frac{1}{3}$$

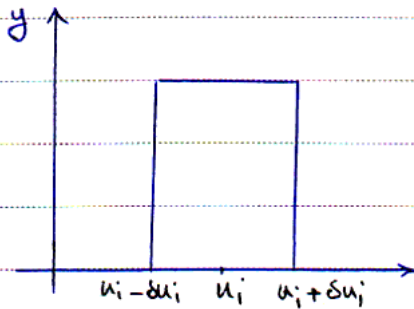
$$\frac{\delta R_3}{R_3} = - \frac{1}{3}$$

خطای هر یکی نسبت به مقاومت که بر حسب

(الف) مقدار مقاومت را با صرف نظر از خطای آن میگیریم

(ب) مقاومت را با صرف نظر از خطای هر یک نسبت به مقاومت که درست آورده

خطای ایزان معیار:



$$y = u_i$$

مانند محدودی خطای به هر یک از پارامترهای  $u$  و در تقوینت شده و دارای توزیع یکنواخت بودند. بدین معنی

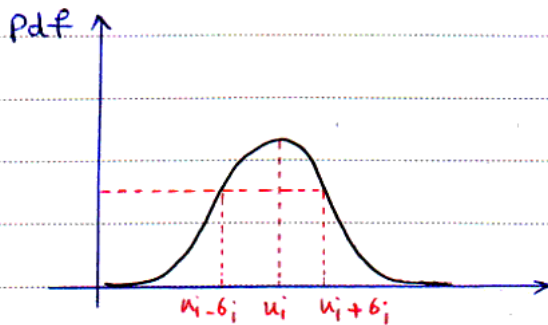
احتمال قرار داشتن  $u_i$  مابین  $u_i \pm \delta u_i$  با هم برابر می باشد. عبارت در شرطی که مقدار مابین  $u_i + \delta u_i$

و  $u_i - \delta u_i$  با هم برابرند. در صورتی که محدودی خطای متغیری که مورد نظر دارای توزیع نرمال باشد و منظور از

$\delta u_1$  و  $\delta u_2$  و  $\delta u_3$  و ... و  $\delta u_n$  ایزان استاندارد یا ایزان معیار باشد یعنی  $\delta_i = \delta u_i$

در این صورت می توان نشان داد که محدودی خطای محاسبه شده برای تابع  $n$  متغیر دارای توزیع نرمال بوده و مقدار آن

از رابطه زیر محاسبه می گردد:



$\delta_i$  ایزان معیار

$$\delta_f = \sqrt{\left(\delta u_1 \frac{\partial f}{\partial u_1}\right)^2 + \left(\delta u_2 \frac{\partial f}{\partial u_2}\right)^2 + \dots + \left(\delta u_n \frac{\partial f}{\partial u_n}\right)^2}$$



مقاله‌ی اوزان معیار برای ترکیب دو مختلف

$$u_1 : \delta u_1$$

$$u_2 : \delta u_2$$

(۱) ترکیب جمع

$$f = u_1 + u_2$$

$$\frac{\partial f}{\partial u_1} = 1$$

$$\delta f = \sqrt{\delta u_1^2 + \delta u_2^2}$$

$$\frac{\partial f}{\partial u_2} = 1$$

$$\frac{\delta f}{f} = \text{اوزان معیار نسبی جمع}$$

$$f = u_1 \cdot u_2$$

(۲) ترکیب ضرب

$$\begin{cases} \frac{\partial f}{\partial u_1} = u_2 \\ \frac{\partial f}{\partial u_2} = u_1 \end{cases}$$

$$\delta f = \sqrt{(\delta u_1 \cdot u_2)^2 + (\delta u_2 \cdot u_1)^2}$$

از  $u_1^2 u_2^2$  مانتور  $\delta$

$$\delta f = u_1 u_2 \sqrt{\left(\frac{\delta u_1}{u_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta u_2}{u_2}\right)^2}$$

$$f = u_1 u_2 \quad \frac{\delta f}{f} = \text{اوزان معیار نسبی جمع}$$

$$\frac{\delta f}{u_1 u_2} = \sqrt{\left(\frac{\delta u_1}{u_1}\right)^2 + \left(\frac{\delta u_2}{u_2}\right)^2}$$

توزین) خطای اوزان از معیار نسبی بر حسب کی زیر را بدست آورید

الف)  $f = \frac{u_1}{u_2}$

ب)  $f = u^n$

ج)  $f = \frac{u^a v^b}{w^c}$

$$\frac{\Delta f}{f}$$

توزین) مقادیر دو مقاومت  $R_1$  و  $R_2$  با محدوده خطای مربوطه از اوزان معیار را بر ما

مطلب است، خطای اوزان معیار نسبی سری و موازی آن را

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= 200 \pm 3\Omega \\ R_2 &= 200 \pm 4\Omega \end{aligned} \right\}$$

طرح

مثال) یک خازن با ظرفیت  $C = 10 \pm 0.1 \mu F$  توسط یک منبع ولتاژ با ولتاژ  $V_S = 20 \pm 1V$  شارژ می شود. بارش

این خازن نوع از نوع خطای اوزان معیار را بدست آورید. باروری خازن و محدوده خطای اوزان معیار نسبی آن را بدست آورید

$$Q = CV \quad Q = 10 \times 10^{-6} \times 20 = 200 \mu C$$

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \sqrt{\left(\frac{\Delta C}{C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2}$$

خطای اوزان معیار نسبی  $\frac{\Delta Q}{Q} = \sqrt{(0.01)^2 + (0.05)^2} = 0.051$

$$Q = 200 (1 \pm 0.051)$$

$$Q = 200 \pm 200 \times 0.051$$

انواع خطا که در اندازه گیری :

اندازه گیری اصحت حاصل معلوم نیست ولی بی بودن مقدار واقعی صحت و خطای ورودی و در خطای مختلف در اندازه گیری

مهم است مطالعه خطای اولین قدم در راه کاهش آن است. خطا که منابع گوناگونی دارند ولی معمولاً عبارتند از :

۱) خطای ناخوش  
۲) خطای سیستمی } خطای اسباب  
خطای محیطی  
خطای مشاهده  
۳) خطای تصادفی

خطای ناخوش :

این طبقه از خطا که عمدتاً شامل خطای انسانی ناشی از قرائت اسباب که اندازه گیری، ثبت و محاسبه منابع اندازه گیری

است. عبارتند از این نوع خطا که ناشی از عدم دقت در خواندن اسباب اندازه گیری می باشد. مصلحت در این است که کلیت این

صحت نیست البته با ثبت کردن دقت زیاد در کاربرد اسباب اندازه گیری، دقت و ثبت داده ها می توان از این خطا که

اجتناب کرد.

انواع ترماسنج‌های دما د

۱. ترموکوپل‌ها :

رنج دما:  $200^{\circ}\text{C} \rightarrow 2300^{\circ}\text{C}$

خطه

نیاز به اتصال سرد

دلتا خروجی کوچک

غیر خطی

۱.۵

خطی

غیر خطی

خطی

۲. RTD :

رنج دما:  $200^{\circ}\text{C} \rightarrow 400^{\circ}\text{C}$

خطه

نیاز به جریک توسط منبع خارجی

سازگاری با دمای مثبت

نیاز به ترماسنج در دمای بالا

۱.۵

۳. ترمیستور :

رنج دما:  $0 \rightarrow 100^{\circ}\text{C}$

غیر خطی

نیاز به جریک خارجی

حساسیت بالا

دمای زیاد

۱.۵

۴. مدارهای مجتمع IC :

رنج دما:  $50^{\circ}\text{C} \rightarrow 200^{\circ}\text{C}$

خطه

درستی بالا

نیاز به منبع جریک خارجی

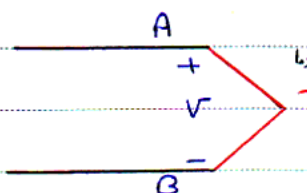
۱.۴

(۱) ترانزیستور:

ترانزیستور، ترانزیستور بی‌جرای ساده‌ای است که از اتصال دو ترانزیستور جنس ۲ وجود می‌آید. اگر دو ترانزیستور A و B به

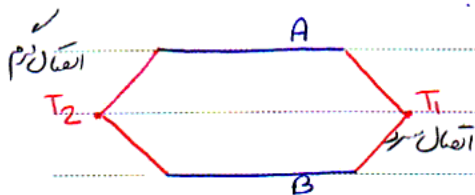
یکدیگر متصل شوند، در محل اتصال آن یک بی‌جریال تشکیل می‌دهد که می‌توان آن بی‌جریال را با ولتاژ ترانزیستور

میانگین ولتاژ ترانزیستور بی‌جریال، جنس دو ترانزیستور A و B و نیز دمای محل اتصال دارد.



$$V = \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + \alpha_3 T^3 + \alpha_4 T^4 + \dots + \alpha_n T^n$$

معمولاً ترانزیستور یک مدار بسته متصل از دو محل اتصال با دمای  $T_1$  و  $T_2$  می‌باشد.



$$V_{T_1 T_2} = V_{T_2} - V_{T_1} = \alpha_1 (T_2 - T_1) + \alpha_2 (T_2^2 - T_1^2)$$

$$+ \dots + \alpha_n (T_2^n - T_1^n)$$

اگر یک ولت ترانزیستور با ابعاد مشخص داخلی خلی با لایه مدار داخلی ترانزیستور قرار بگیرد می‌توان از جریان حلقه‌ای صرف‌نظر نمود.

در این صورت ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط ولت متر برابر اختلاف بی‌جریال در نقاط اتصال خواهد بود. بنابراین

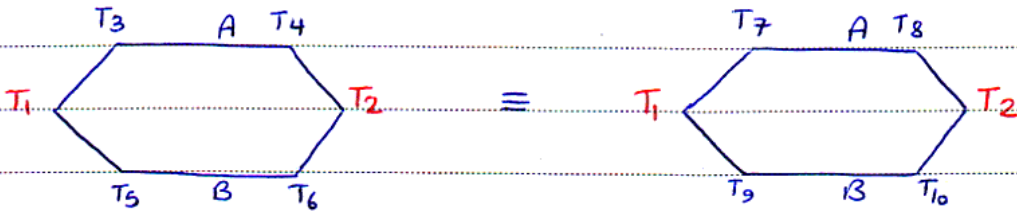
ولتاژ بین دو نقطه اتصال متفاضل دمای  $T_1$  و  $T_2$  می‌تواند بدین است جهت بی‌جریال به مقدار مشخص

$T_2$  از روی ولتاژ ترانزیستور، مقدار دمای اتصال  $T_1$  می‌تواند معلوم باشد. اینرو  $T_2$  از  $T_1$  نزدیک‌تر است. البته معنی است که ولت متر هم باشد.

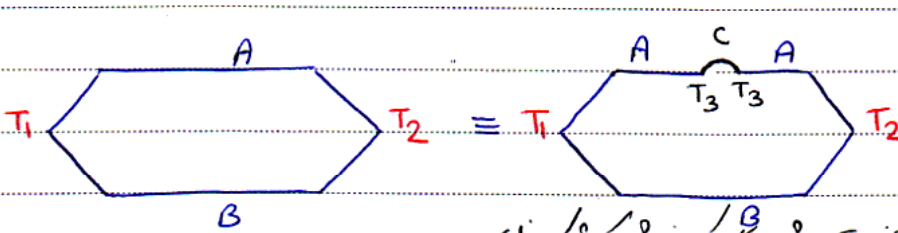


قوانین جاگم در ترمودینامیک :

۱) وقتی ترمودینامیک مستقل از دمای جسم کی را با یک بویو وسط به دمای محل انقباض متصل دارد

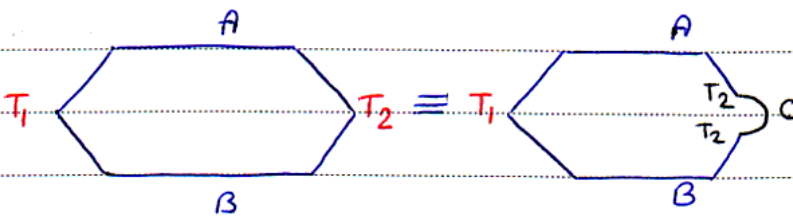


۲) در صورتی که فرسوم C به مدار A یا B اضافه شود، در انقباض جدید دارای دمای مساوی باشند و نتایج ترمودینامیک تغییر نخواهد کرد.



عین فرسوم C می تواند با A مساوی است یا با B، این مساوی با یک سطح فرسوم

۳) اگر فرسوم C بین A و B در محل انقباض قرار گیرد، در صورتی که انقباض AC و CB دارای دمای مساوی

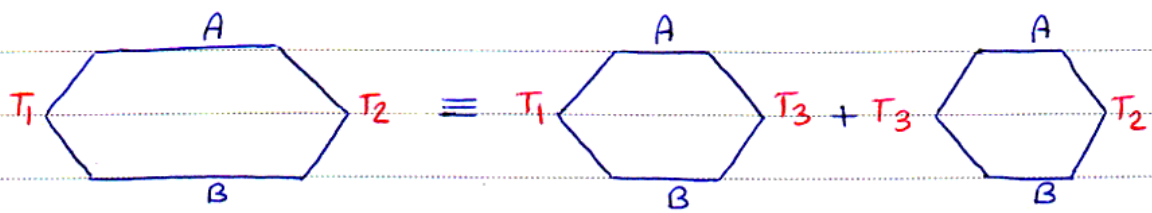


باشد باز هم نتایج ترمودینامیک تغییر نخواهد کرد.

۴) این قانون به قانون دمای مساوی معروف است و در صورتی که فرسوم باشد







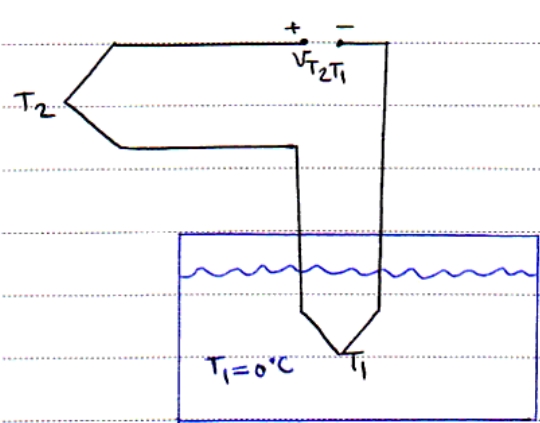
انصال سری این دو توزیع را برابر با دمای ترموکوپل اول است.

$$V_{T_1 T_2} = V_{T_1 T_3} + V_{T_3 T_2}$$

حیران سازی انصال سرد در ترموکوپل: هدف اندازه گیری دمای انصال گرم ( $T_2$ ) می باشد.

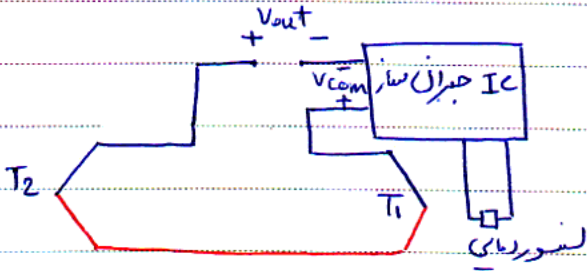
در ترموکوپل همیشه اختلاف دمای انصال گرم نسبت به انصال سرد سفید می شود. بنابراین دمای بدست آمده برای انصال گرم، دمای سری می باشد و ما را این برای تعیین دمای مطلق انصال گرم باید دمای انصال سرد را جمع بکنیم. برای این کار روش های مختلفی وجود دارد که عبارت اند از:

۱) انصال سرد را در یک محیط کمال شده دمای قرار دهیم. همین نقطه می توان انصال سرد را در یک محیط کمال قرار دهیم.



$$V_{T_2 T_1} = \alpha_1 T_2 + \alpha_2 T_2^2 + \alpha_3 T_2^3 + \dots + \alpha_n T_2^n$$

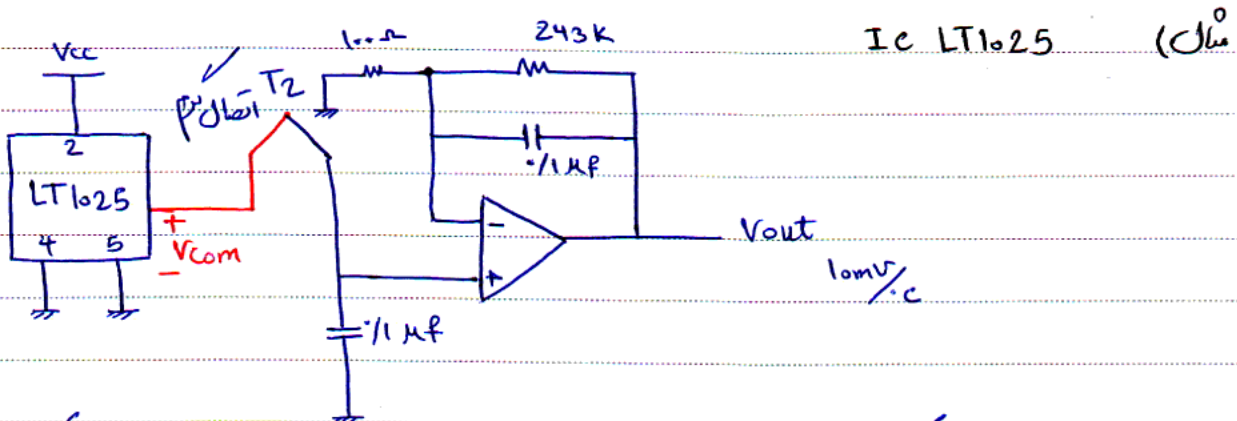
استفاده از سنسور دمای جبران ساز:



$$V_{out} = V_{T_2 T_1} + V_{com}$$

if  $V_{com} = V_{T_1}$   $V_{out} = V_{T_2} - V_{T_1} + V_{com} = V_{T_2} = \alpha_1 T_2 + \alpha_2 T_2^2 + \dots + \alpha_n T_2^n$

α ضرایب است



مانده خواص با استفاده از مقاومتی نوع K با حساسیت ۴۲ mV/C و حساسیت سنسور دمای LM35 به ۱۰mV/C است.

به عنوان IC جبران ساز استفاده می شود دمای مطلق T2 را اندازه گیری کنیم. حساسیت LM35 ۱۰mV/C است.

برای این کار می توانیم از مدار شکل زیر استفاده کنیم:



انواع دزدولولها:

با انتخاب فلزات مختلف می توان دزدولول های متنوعی از نظر محل درجه حرارت و بعضی میزان ولتاژ در مدار

تولید کرد که بعضی از آن ها عبارت اند از:

۱) نوع K : دارای فلزات cr-Al حساسیت  $42 \text{ mV}/^\circ\text{C}$   $-200 \rightarrow 1300^\circ\text{C}$  سازده حساسیت بیرون نیست

۲) نوع B :  $7.7 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  pt 60% -Rh , pt 6% -Rh (ارتباط دینتر بلاتین و رادوم (۲٪))  
 $40 \rightarrow 1800^\circ\text{C}$

۳) نوع C :  $16 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  Tu 26% -Rh , Tu 5% -Rh تسائیم  
 $0 \rightarrow 2300$

۴) نوع E :  $76 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  cr - Constantan  $0 \rightarrow 1000^\circ\text{C}$

۵) نوع T :  $45 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  cu - Constantan  $-200 \rightarrow 400^\circ\text{C}$

۶) نوع J :  $55 \text{ mV}/^\circ\text{C}$  Fe - Constantan  $0 \rightarrow 800^\circ\text{C}$

ارتباط ولتاژ و دما در دزدولولها:

$$T = f(v) \quad -1$$

$$v = f(T) \quad -2$$

۱) رابطه بین دما و ولتاژ:

۲) دینتر بلاتین و رادوم

در سایه سار اندیشه ، بی پیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید .

زمان : همین حالا تا همیشه

مکان : تارنمای برق ایران ؛

رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا

خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا

نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است

بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا

من و تو چشمه باران ابر او بودیم

از ابتدا دریا بود و انتها دریا

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## اندازه گیری الکترونیکی (بخش دوم)

استاد باغبانی  
تهیه و تنظیم:



$$T = \alpha_0 + \alpha_1 v_1 + \alpha_2 v_1^2 + \alpha_3 v_1^3 + \dots + \alpha_n v_1^n \quad \leftarrow T = f(v) \quad 1$$

(مثال)  $T_k = 2.5 \times 10^{-2} v + 1.4 \times 10^{-4} v^2 - 2.5 \times 10^{-6} v^3 + 1.2 \times 10^{-8} v^4 - 1.2 \times 10^{-10} v^5$

$$v = \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + \alpha_3 T^3 + \dots + \alpha_n T^n \quad \leftarrow v = f(T) \quad 2$$

در این حالت ۲ معادله اول

(مثال)  $v_j = 50.38 T + 3.04 \times 10^{-2} T^2 - 8.57 \times 10^{-5} T^3 +$

اصح دارد

$$1.32 \times 10^{-7} T^4 - 1.71 \times 10^{-10} T^5$$

۲) روش تویب خطی: در این روش با تویب خودی معادله ضرب اول در توانی که در معادله اول ضرب شده است حساب است

$$v = \alpha T \quad \text{در معادله می باند}$$

مثال) در یک اندازه گیری کاربند در معادله اول به نفع از توانی که در معادله اول ضرب شده است. داده بدست می آید

مثال)  $T_j = 1.98 \times 10^{-2} v - 2.0 \times 10^{-7} v^2 + 1.04 \times 10^{-11} v^3 - 2.55 \times 10^{-16} v^4 + 3.59 \times 10^{-21} v^5$

$$v_j = 50.38 T + 3.04 \times 10^{-2} T^2 - 8.57 \times 10^{-5} T^3 + 1.32 \times 10^{-7} T^4 - 1.71 \times 10^{-10} T^5$$

در معادله دوم ۵ بار استفاده از روش ها حساب عددی (تویب ساده، تویب رانسون و ...)

ترانسفورسهای دمایی RTD :

RTD ها ترانسفورسهای دمایی هستند که از فلزهایی مانند پلاتین، نیکل و مس ساخته می‌شوند. مقاومت الکتریکی اکثر

فلزات در رنج دمایی 600 → 200- با افزایش دما به صورت خطی افزایش می‌یابد. این ویژگی اساس کار RTD ها

می‌باشد. رابطه بین مقاومت و دما در RTD ها به صورت زیر است:

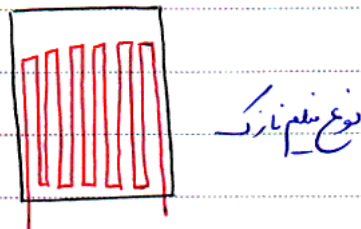
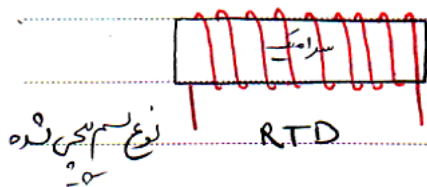
$$R = R_0 (1 + \alpha T)$$

$\alpha$  ضریب حرارتی دسیه جنس RTD دارد.

انواع RTD :

- (۱) نوع سیم پیچیده
- (۲) نوع منظم نازک

نوع سیم پیچیده از سیم‌های یک رشته‌ای بسیار ضریف از سیم پلاتین به دور یک ماده‌ای غیرهادکی مانند سرامیک حاصل می‌شود.



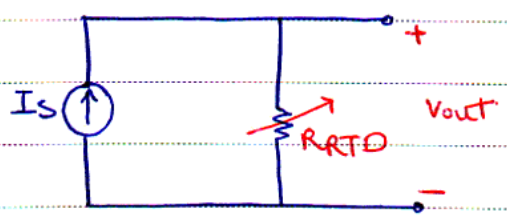
سطح تماس منظم نازک نسبت به سیم پیچیده بسیار کم است یعنی برای تغییرات اندک دما حوضه نسبت تغییر می‌کند

در نوع منظم نازک با افزایش دما یک لایه پلاتین به سطح مقاومت روی یک زیرلایه‌ی سرامیکی ساخته می‌شود. این منظم

نازک، برضایته می‌شود تا مقاومت مورد نیاز حاصل شود. پس جهت ایجاد مقاومت در برابر رطوبت، این منظم با لایه

با داده‌های برنامه ایولوسی پویانده می‌شود. از فرم‌های نظم نازک سرعت یا منبع دهنده آن نسبت به نوع سیم بومی شده است.

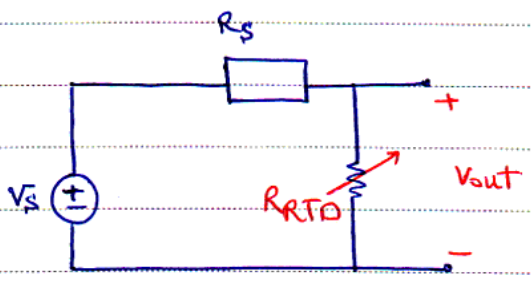
مدارهای کاربرد دیگر ساده با RTD ها:



مدار با منبع جریان ثابت:

$$R_{RTD} = \frac{V_{out}}{I_s} = R_0 (1 + \alpha T)$$

$$T = \frac{1}{\alpha} \left( \frac{V_{out}}{R_0 I_s} - 1 \right)$$



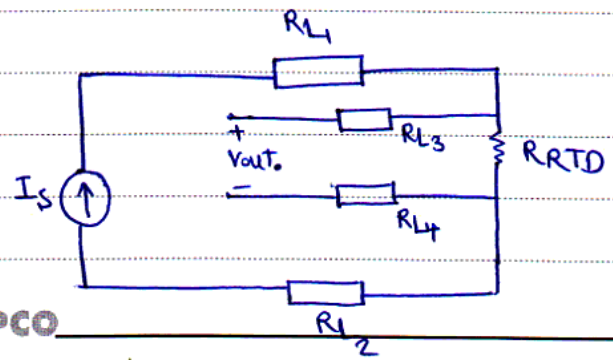
مدار با منبع ولتاژ ثابت:

$$V_{out} = \frac{R_{RTD}}{R_{RTD} + R_s} \times V_s$$

$$R_{RTD} V_{out} + R_s V_{out} = R_{RTD} V_s \rightarrow$$

$$R_{RTD} = \frac{R_s V_{out}}{V_s - V_{out}}$$

$$T = \frac{1}{\alpha} \left( \frac{1}{R_0} \frac{R_s V_{out}}{(V_s - V_{out})} - 1 \right)$$



اماره دیگری با RTD ها می‌باشد:

$R_{L1}$  و  $R_{L2}$  مقادیر ثابتی می‌باشند

$$R_{RTD} = \frac{V_{out}}{I_s}$$

خواه محل اندازه گیری آن باشد و یا در RTD فاصله داشته باشد

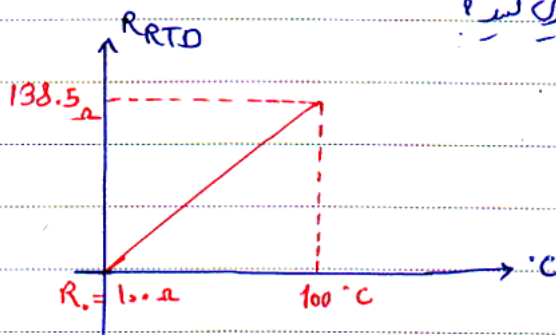
(پس از ۵ متر) در این صورت لازم است از مدار جبران استفاده کنیم. در این روش یک جفت سیم از دوسر RTD

استفاده می شود و توسط ولت متر ولتاژ دوسر RTD اندازه گیری می شود. از اینجمله ولت متر دارای مقاومت داخلی

نزدیک می باشد، جریان عبوری آنرا بسیار ناچیز است در نتیجه ولتاژ اندازه گیری شده همان ولتاژ دوسر RTD می باشد

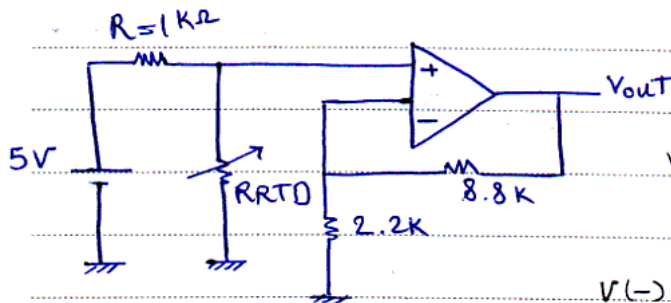
این کار باعث می شود اگر مقاومت های سیم های متصل به RTD وسیع جریان حذف گردد

پس (این) با توجه به مدار متصل زود، ولتاژ خروجی  $V_{out}$  و اندازه گیری کنید؟



$$R_{RTD} = R_0 (1 + \alpha T)$$

$$\alpha = 0.00385$$



$$V_{out} = \frac{8.8}{8.8 + 2.2} \times V(-)$$

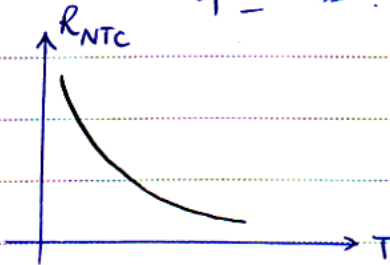
$$V(-) = V(+) = \frac{R_{RTD}}{R_{RTD} + 1k} \times 5V$$

$$R_{RTD} = ?$$

تیراثر دیودهای دانه‌های ترمیستور: }  
NTC  
PTC

ترمیستورها، مقاومت‌هایی هستند که (زنجیره‌های) خاصه‌ی خود را در هنگام قرار گرفتن در معرض تغییرات دمای بیرونی خود، مقاومت آن تغییر زیادی می‌کند.

۱- نوع NTC: ترمیستورهای هستند که با افزایش دما، مقاومت آن‌ها به صورت نمایی کم می‌شود.



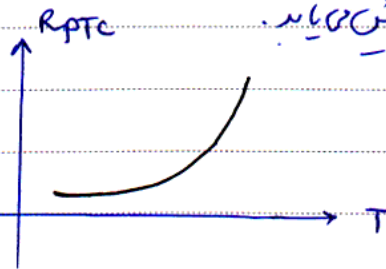
(برای ساخت NTC از کربن، منیزیم، نیکل استفاده می‌شود)  
 $R_{NTC} = K e^{\frac{\beta}{T}}$   
K و  $\beta$  ضرایب ثابت می‌باشند.

اگر برای دمای  $T_0$  مقاومت ترمیستور  $R_0$  باشد آن‌گاه داریم:

$$\frac{R_T}{R_0} = \frac{K e^{\frac{\beta}{T}}}{K e^{\frac{\beta}{T_0}}} \rightarrow R_T = R_0 e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

۲- نوع PTC (positive temperature coefficient): (مقاومت با دما افزایش می‌یابد)

ترمیستورهای هستند که مقاومت آن با افزایش دما به صورت نمایی افزایش می‌یابد.



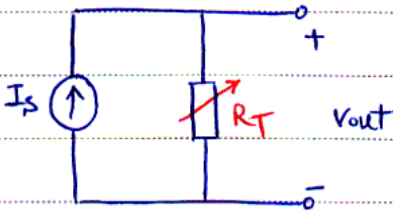
$$R_T = R_0 e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

به طوری حساسیت بسیار زیاد ترمیستورها، اندازه‌گیری تغییرات بسیار کوچک دما را قادر می‌سازند.



مدارهای ساده برای ترانزیستور:

(۱) مدار با منبع جریان ثابت:

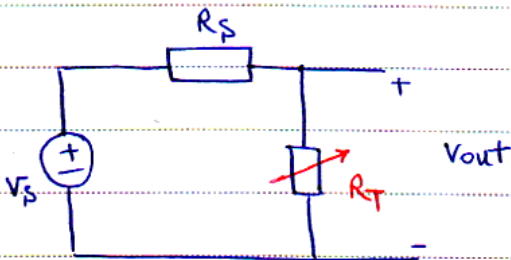


$$R_T = \frac{V_{out}}{I_s} = R_o \cdot e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_o} \right)}$$

$$\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_o} \right) = \ln \left( \frac{V_{out}}{I_s R_o} \right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{T} = \frac{1}{\beta} \ln \left( \frac{V_{out}}{I_s R_o} \right) + \frac{1}{T_o} \rightarrow$$

$$T = \frac{1}{\frac{1}{\beta} \ln \left( \frac{V_{out}}{I_s R_o} \right) + \frac{1}{T_o}}$$



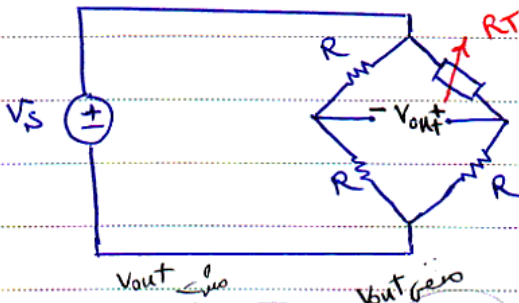
(۲) مدار با منبع ولتاژ ثابت:

$$V_{out} = \frac{R_T}{R_T + R_s} V_s \Rightarrow R_T = \frac{R_s V_s}{V_s - V_{out}}$$

$$\rightarrow T = \frac{1}{\frac{1}{\beta} \ln \left( \frac{R_s \cdot V_s \cdot V_{out}}{R_o (V_s - V_{out})} \right) + \frac{1}{T_o}}$$



استفاده از اصل انرژی در یک:



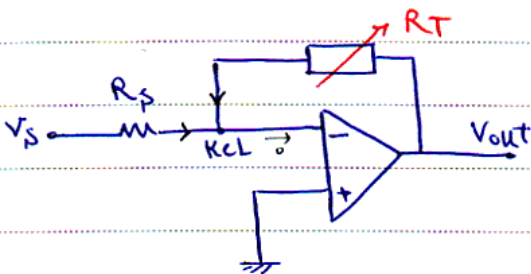
$$V_{out} = \left( \frac{R}{R_T + R} \right) \left( \frac{R}{R + R} \right) V_s = \left( \frac{R}{R_T + R} - \frac{1}{2} \right) V_s$$

$$\rightarrow \frac{V_{out}}{V_s} + \frac{1}{2} = \frac{R}{R_T + R}$$

$$\rightarrow \frac{R_T + R}{R} = \frac{1}{\frac{V_{out}}{V_s} + \frac{1}{2}} \rightarrow$$

$$R_T = \frac{R}{\left( \frac{V_{out}}{V_s} + \frac{1}{2} \right)} - R$$

استفاده از اصل مدار واردرینر:



$$Kcl: \frac{V_s}{R_s} + \frac{V_{out}}{R_T} = 0$$

$$\rightarrow \frac{V_s}{R_s} = - \frac{V_{out}}{R_T} \rightarrow R_T = \frac{R_s V_{out}}{V_s}$$

حالت معادله معادله اول من  
است منفی را در نظر بگیریم  
(معادله مثبت و منفی ندارد)

$$\rightarrow T = \frac{1}{\frac{1}{\beta} \ln \left( \frac{R_s V_{out}}{R_s V_s} \right) + \frac{1}{T}}$$

R مقاومت ترانزیستور در دمای T می باشد

عنوان) ثابت دمای یک رستور  $\beta = 2910$  می باشد. مقاومت رستور در دمای  $T_0 = 25^\circ\text{C}$  ،  $1\text{K}\Omega$

در دمای اندازه گیری شده است. خواسته رستور در دمای  $T$  ، مقاومت  $R_T = 800\ \Omega$  داشته باشد.

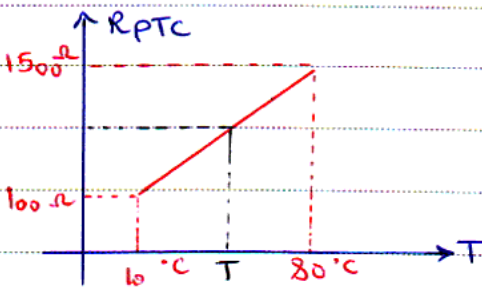
$$R_T = R_0 e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

در دمای اندازه گیری شده چه قدر است؟

مثال) فرض خواهیم کرد مدار کنترل دما با استفاده از یک PTC و یک مقاوم کننده طراحی و پیاده سازی کنیم. به طوریکه این

مدار در یک دمای قابل تنظیم عمل کرده و مستقیماً راه اندازی کند. برای این کار از یک تانستور مناسب استفاده می کنیم.

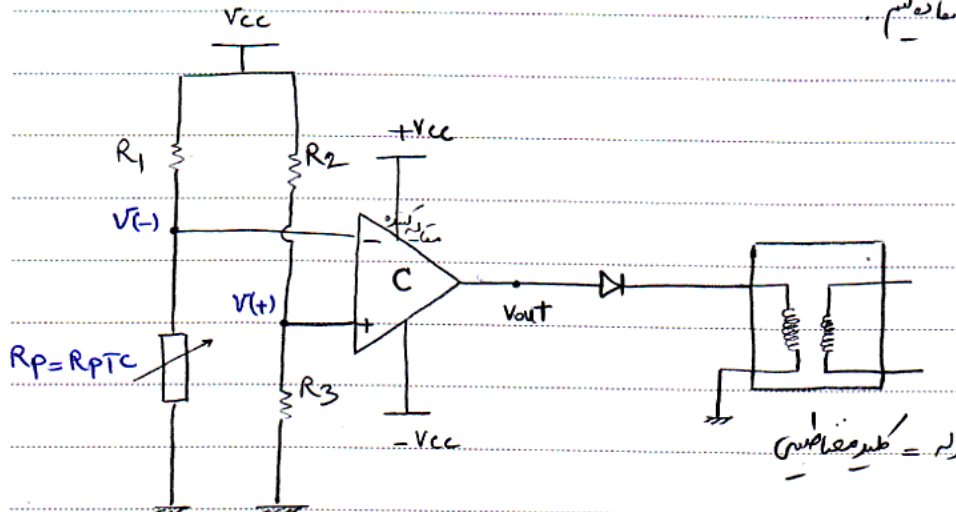
الف) مدار لاینر طراحی کنید. (فرض می کنیم PTC بین  $10^\circ\text{C}$  الی  $80^\circ\text{C}$  حفر عمل کرده و مقاومت آن از



$1500\ \Omega \rightarrow 150\ \Omega$  (تفسیر کنید)

خواه یک مقاوم کننده در طراحی خواهیم داشت. از تقویت کننده ها به

صورت تقویت کننده تفاضلی استفاده کنیم



تانستور را در حین دمای دیرک کار می کنیم. زودتر نخواهد

$$\begin{cases} V(-) = \frac{R_p}{R_1 + R_p} V_{cc} \\ V(+) = \frac{R_3}{R_3 + R_2} V_{cc} \end{cases}$$

تا زمانی که هنوز دما به دمای مورد نظر ما (T) نرسیده و کمتر از آن است پس مقادیر هم هنوز مقادیر مورد نظر ما را نرسیده  $V(-) < V(+)$  هر چه در اشباع مثبت است یعنی  $V_{out} = +V_{cc}$  تا وقتی که دما مقادیر بیشتر شده و تقسیم و تراز می کنیم به  $V(-)$  از این دما  $V(+)$  می رسد. انگاه  $V(-)$  مقدار  $V(+)$  را بیشتر شده و هر چه در اشباع منفی

$R_{PTC} = \alpha T + \beta$   
RPTC از نظر خط با T (دما) دارد.

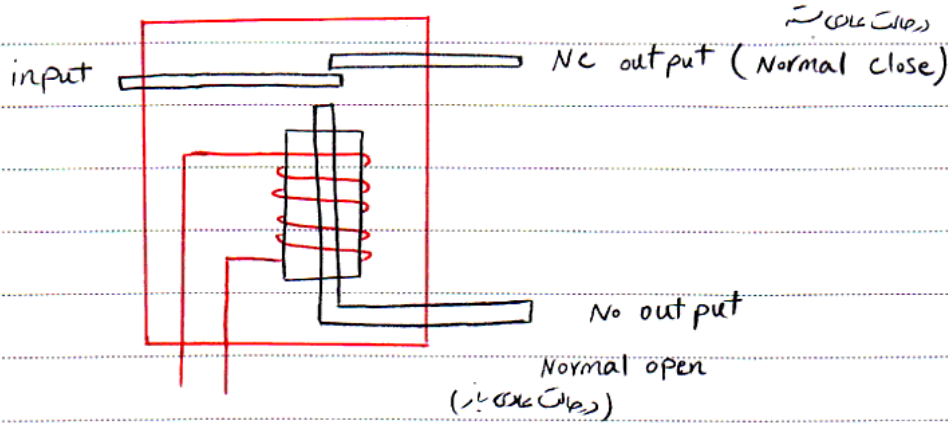
$$\begin{cases} 100^\circ = 10\alpha + \beta \\ 1500 = 80\alpha + \beta \end{cases}$$

در  $V_{out} = -V_{cc}$  یعنی در  $V(-) > V(+)$  و در  $V_{out} = +V_{cc}$  یعنی در  $V(-) < V(+)$

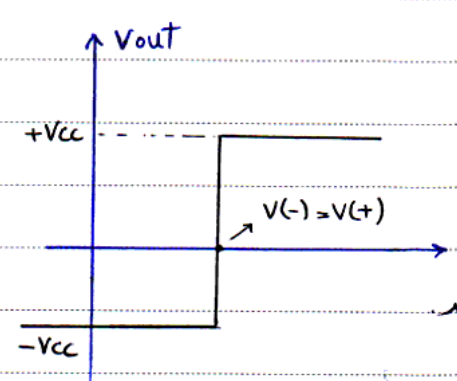
عملیاتی می شود. (برای یک قطعه معاینه است)

$$\rightarrow 70\alpha = 1400 \rightarrow \alpha = 20, \beta = 100$$

$$R_{PTC} = 20T - 100 \rightarrow R_{PTC} = 20(T - 5)$$



Relay



منقطع می شود در اشباع مثبت  
در اشباع مثبت منقطع می شود  
در حالت عملیاتی

ب) مقادیر  $R_1$ ،  $R_2$ ،  $R_3$  را چنان تعیین کنید که در  $T = 40^\circ\text{C}$  عمل لوجی زنی صورت گیرد (مدار لوجی زنی)

$$T = 40^\circ\text{C} \rightarrow V(-) = V(+)$$

$$\frac{R_p V_{CC}}{R_1 + R_p} = \frac{R_3 V_{CC}}{R_3 + R_2}$$

$$\frac{R_p}{R_1 + R_p} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \rightarrow \frac{700}{700 + R_1} = \frac{R_3}{R_3 + R_2}$$

چون سه مجهول داریم بنا بر فرض می‌کنیم دو یکی را از جدول ثابت می‌آید

$$\frac{700}{700 + 1000} = \frac{1000}{1000 + R_2} \leftarrow R_3 = R_1 = 1\text{K}\Omega \text{ فرض می‌کنیم}$$

$$\frac{700}{1700} = \frac{1000}{1000 + R_2} \rightarrow 7R_2 + 7000 = 17000 \rightarrow 7R_2 = 10000$$

$$\rightarrow R_2 = \frac{10000}{7} = 1428\ \Omega = 1,428\text{K}\Omega$$

بر جای مقادیر  $R_2$  از یک پتانسیومتر  $5\text{K}\Omega$  استفاده می‌کنیم (چون مقادیر  $5\text{K}$ ،  $10\text{K}$ ،  $25\text{K}$ ، مقادیر استاندارد)

حسنا) در مقدار آن برادر  $1428\ \Omega$  تنظیم می‌کنیم. از  $10\text{K}$  هم می‌توانیم استفاده می‌کنیم ولی خطای بیشتری است.

(اگر جای پتانسیومتر از مقادیر ثابت استفاده کنیم فقط در دمای  $40^\circ\text{C}$  عمل می‌کند.)

ج) اگر پتانسیومتر در  $3\text{K}\Omega$  تنظیم شود مدار در چه دما عمل خواهد کرد؟ ( $T = ?$ )  
(لوجی زنی می‌کند.)

$$\frac{R_p}{R_p + R_1} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} \quad ; \quad V(-) = V(+)$$

$$\frac{20(T-5)}{20(T-5) + 1000} = \frac{1000}{3000 + 1000} \Rightarrow T = 21.6^\circ\text{C}$$

در این مدار از یک دیود استفاده کرده ایم. کاربرد دیود این است که ولتاژ منفی را پس داده و اجازه می دهد فقط

ولتاژ مثبت عملیاتی را انجام دهد.

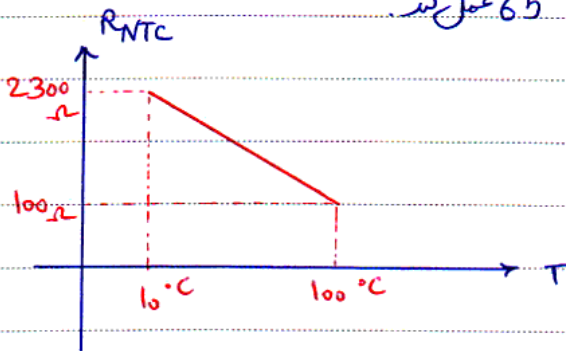
تولین) می خواهیم یک ترانزیستور اندرینلی و اچ ام پی برای این کار از یک ترانزیستور NTC، استفاده کردیم که مشخصات

آن به صورت شکل زیر است:

الف) مطلوب است طراحی این مدار ترانزیستور با استفاده از یک op-amp.

ب) مقدار مقاومت ها را از روی داده ها بیابید که این مدار در  $T = 30^{\circ}\text{C}$  عمل کند.

ج) بیابید چه مقدار در مدار را چنان تنظیم کنید که این مدار در  $65^{\circ}\text{C}$  عمل کند.





نوعی IC های RTD در دسترس:

NTC } QTC 0.805  
QTC 11

www . Data sheet catalog . com

PTC } RTH 42  
RTH 22

RTD } PT 100  
PT 500

جلد ۷

IC های تبدیل دما به ولت آنالوگ:

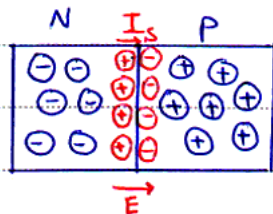
عناصر نیمه هادی (استیجی زیادی به تغییرات دما دارد) از همین خاصیت جهت ساخت مدارهای مجتمع که سنسور دما می باشد

استفاده می شود در این مدارات مجتمع خودی و دیتا ریزهای زیادی مخلوق مناسب است. و اینک عناصر نیمه هادی بر دما معمولاً ۳-۲ صدها مرتبه در برابر دما تغییرات

(۱) افزایش دما باعث تولید زوج الکترون و حفره در یک اتم می گردد؛ به عبارت دیگر افزایش دما باعث کنده شدن

الکترون از اتم و در نتیجه تولید الکترون و حفره می شود.

جریان اشباع معکوس



(۲) در نتیجه P-N در محل اتصال دو ناخالصی P و N، ناخالصی

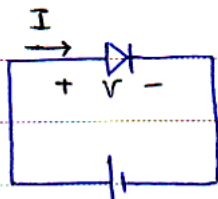
تیمی یا تخلیه وجود می آید و این باعث بوجود آمدن جریان اشباع معکوس

می گردد. جریان اشباع معکوس نسبتاً تابع دما می باشد. با افزایش دما، این جریان افزایش می یابد. بنابراین از این



خاصیت می توان جهت اندازه گیری را استفاده کرد، ولی از آنجا که رابطه این جریان با دما کاملاً غیر خطی و تابع پارامترهای غیر خطی زیادی است، استفاده از آن بسیار مشکل است.

۳) اگر دین دیودی پیوند P-N، تغییر دین دیودی پیوند در بیای مستقیم و در دین جریانی است. رابطه جریانی و دین دیودی



دین پیوند P-N در بیای مستقیم به صورت زیر است:

$$I = I_s \left( e^{\frac{V}{\eta V_T}} - 1 \right)$$

این نسبت کار را اصلاح می کند (I<sub>s</sub> در خروج)

$$\rightarrow \left( \frac{I}{I_s} + 1 \right) = e^{\frac{V}{\eta V_T}}$$

$$\rightarrow V = \eta V_T \ln \left( \frac{I}{I_s} + 1 \right)$$

$$V_T = \frac{kT}{q}$$

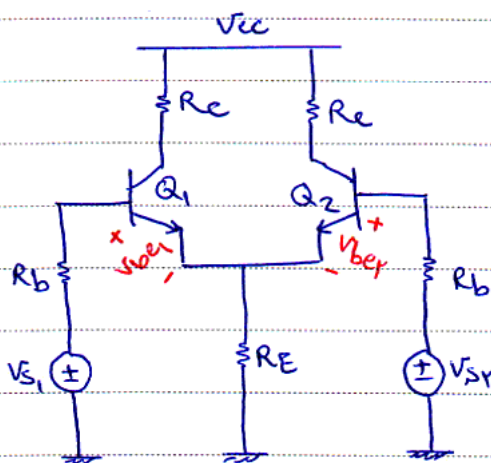
طبق رابطه درست آمده، دین دیودی مستقیم پیوند P-N به I<sub>s</sub> بستگی دارد. از آنجا که این جهت به صورت غیر خطی و

پدیده را با بستن دارد فلا اندازه گیری آن سخت می باشد و استفاده از مستقیم از این فرمول جهت اندازه گیری را مناسب

نظر جریانی طیفی

نیست. برای حل این مشکل از جریان در آنستور در ناحیه فعال استفاده می کنیم

به عنوان مثال:



حدت این است که  $I_1$  در برابر  $I_2$  قرار گیرد

$$Q_1: I_{c1} = I_0 e^{\frac{V_{be1}}{V_T}} = I_0 e^{\frac{V_{be1}}{V_T}}$$

$$Q_1 \equiv Q_2$$

$$Q_2: I_{c2} = I_0 e^{\frac{V_{be2}}{V_T}}$$

$$\frac{I_{c1}}{I_{c2}} = \frac{I_0 e^{\frac{V_{be1}}{V_T}}}{I_0 e^{\frac{V_{be2}}{V_T}}} = e^{\frac{\Delta V_{be}}{V_T}}$$

$$\frac{I_{c1}}{I_{c2}} = e^{\frac{\Delta V_{be}}{V_T}}$$

$$\frac{\Delta V_{be}}{V_T} = \ln \frac{I_{c1}}{I_{c2}} \rightarrow \Delta V_{be} = V_T \ln \frac{I_{c1}}{I_{c2}}$$

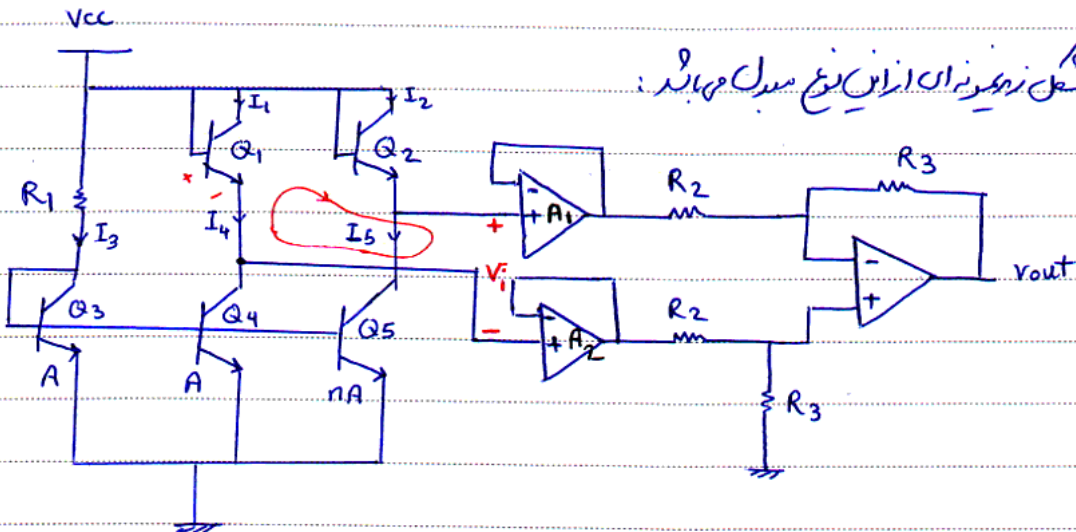
$$\Delta V_{be} = \frac{k}{q} \ln \frac{I_{c1}}{I_{c2}} \cdot T$$

به طوری دو دسته میله را به هم وصل می‌کنیم و خود را در:

(۱) میله را به ولتاژ  $V_{out}$  و (۲) میله را به جریانی  $I_5$

این میله ها در صورت خود ولتاژی تولید می‌کنند که با هم تناسب می‌باشد

مدار شکل زیر نمونه ای از این نوع میله می‌باشد:



Lm35, Lm34, Lm 500, Tmp 37, Lm60

میله را به ولتاژ وصل

مجموعه مدارات لثوریات  $Q_3$ ،  $Q_4$ ، و  $Q_5$  تشکیل می‌دهند. سطح مقطع امیتر  $Q_5$ ،  $n$  برابر  $Q_3$

$$I_5 = n I_4$$

در  $Q_4$  می‌باشد. بنابراین خواصم ثابت:

$$I_1 = I_4 \quad I_2 = I_5$$

KVL:  $+V_i - V_{be1} + V_{be2} = 0 \rightarrow V_i = V_{be1} - V_{be2} = \Delta V_{be}$

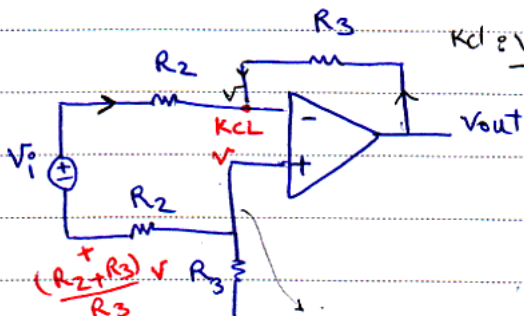
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{I_5}{I_4} = n = e^{\frac{\Delta V_{be}}{V_T}} \ln \rightarrow \Delta V_{be} = V_T \ln n$$

$$\rightarrow V_i = \Delta V_{be} = \left( \frac{k}{q} \ln n \right) \cdot T \rightarrow V_i = \left( \frac{k}{q} \ln n \right) \cdot T$$

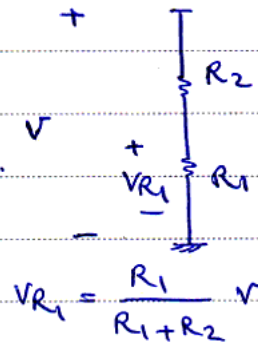
$$\rightarrow V_{out} = \frac{R_3}{R_2} V_i \rightarrow V_{out} = \left( \frac{R_3}{R_2} \cdot \frac{k}{q} \ln n \right) \cdot T$$

$V_{out} = -\frac{R_3}{R_2} V_i$   
این رابطه را می‌توانیم از این جهت استفاده کنیم

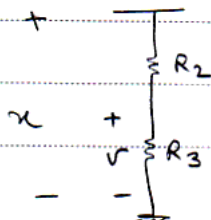
با انتخاب مناسب  $R_2$  و  $R_3$  می‌توان ولتاژ  $V_{out}$  را تعیین کرد.



KCL:  $\frac{V_i}{R_2} + \frac{V_{out}}{R_3} = 0$   
 $\rightarrow V_{out} = -\frac{R_3}{R_2} V_i$



تولید این ولتاژ می‌تواند از  $R_2$  و  $R_3$  برداشته شود.



$$V = \frac{R_3}{R_2 + R_3} x \rightarrow x = \frac{R_2 + R_3}{R_3} V$$

در kcl جهت وایان که توصیف شود

$$kcl \rightarrow \frac{V_{out} - V}{R_3} + \frac{V_i + \left(\frac{R_2 + R_3}{R_3}\right)V - V}{R_2} = 0$$

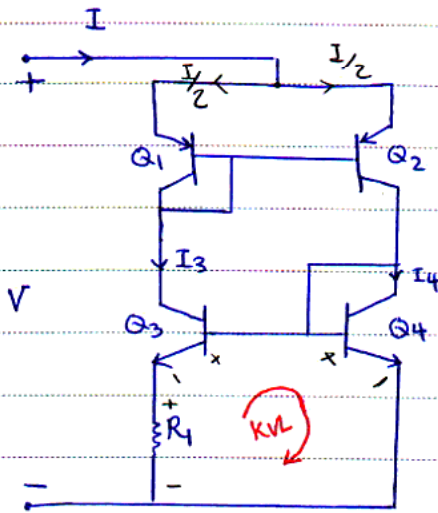
$$\frac{V_{out}}{R_3} - \frac{V}{R_3} + \frac{V_i}{R_2} + \frac{(R_2 + R_3)V - V}{R_2 R_3} = 0$$

$$\rightarrow \frac{V_{out}}{R_3} + \frac{V_i}{R_2} = 0 \rightarrow V_{out} = -\frac{R_3}{R_2} V_i$$

(۲)

مدل دما جریان:  $I$  را بدست می آوریم

در این مدل ها، خروجی از نوع جریان و متناسب با دما می باشد. نمونه این از این نوع مدل در صورت زیر است.



$Q_2$  و  $Q_4$  تغییرات جریان می دهند لذا جریان  $Q_3$  و  $Q_4$  با هم برابر می آیند

$$I_3 = I_4 = \frac{I}{2}$$

$$\frac{j_4}{j_3} = e^{\frac{\Delta V_{be}}{V_T}}$$

$$j_4 = \frac{I_4}{A_4}$$

$$j_3 = \frac{I_3}{A_3}$$

$$\frac{-R_1 I}{2} - V_{be3} + V_{be4} = 0 \rightarrow V_{be4} - V_{be3} = \frac{R_1 I}{2} \rightarrow \Delta V_{be} = \frac{R_1 I}{2}$$

$$\frac{\frac{I_4}{A_4}}{\frac{I_3}{A_3}} = \frac{A_3}{A_4} = e^{\frac{\Delta V_{be}}{V_T}} \rightarrow \frac{\Delta V_{be}}{V_T} = \ln \frac{A_3}{A_4}$$

$$\rightarrow \frac{R_1 I}{2} = V_T \ln \frac{A_3}{A_4} \rightarrow I = \frac{2V_T}{R_1} \ln \frac{A_3}{A_4}$$

$$I = \left( \frac{2k}{R_1 q} \ln \frac{A_3}{A_4} \right) \cdot T$$

معادلات

$$\text{فرض کنیم: } \frac{A_3}{A_4} = n \rightarrow I = \frac{2k}{R_1 q} \ln n \cdot T$$

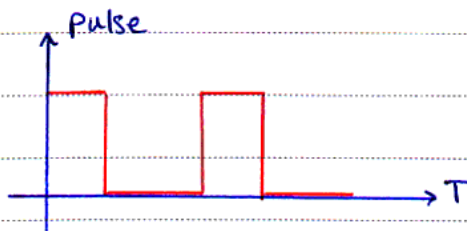
دما حسب قانون

Lm134	AO592	AO590	: از جمله مدل های دما جان
1 MA/K	1 MA/K	1 MA/K	
همه حالت معادلات در دما تراشه ها موجود است.			

سنسورهای دمايي با خروجی دیجیتال:

SMT 160 , MAX 6575 , AD7814 , DS1620 , TMP03 , LM75

مدل دمايي دقت دار در دمايي با انحراف در اندازه گیری وجود دارد.  
چند نمونه از آنها:



SMT 160 خروجی آن یک پالس است:

duty cycle

$$T = \frac{d.c - 132}{1047}$$



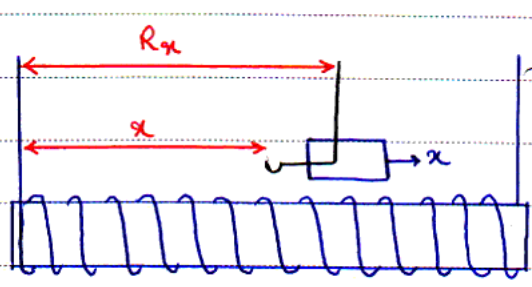
مدل‌های جایابی :

یکی از نسبت‌های بسیار مهم برای اندازه‌گیری جایابی می‌باشد. از جمله کاربردهای اندازه‌گیری جایابی لازم توان در سیستم‌های کنترل اتوماتیک خط تولید، پمپ‌ها، کنترل حرکت خودروی ریموت، و جستجوگرهای ماهواره‌ای است. از نسبت‌های فیزیکی دیگر نظیر نیرو، فشار و ... لازم توان به تعریف جایابی تبدیل می‌شود. این را اندازه‌گیری کرد. روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری این کمیت وجود دارد که عبارت از اندازه :

- ۱) پتانسیومترها
- ۲) مدل‌های خازنی
- ۳) مدل‌های القایی
- ۴) LVDT و RVDT

پتانسیومترها : به دریغ عمده ساخته می‌شوند (مکانیکی)

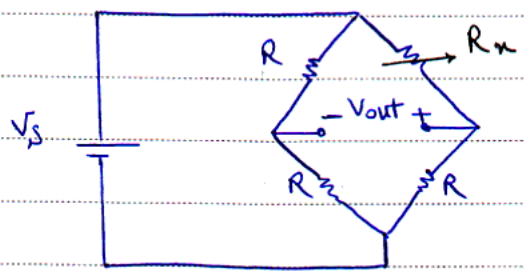
جهت اندازه‌گیری جایابی خطی از پتانسیومتر خطی و جهت اندازه‌گیری جایابی زاویه‌ای از پتانسیومتر دوار استفاده می‌شود.



ساخته می‌شود (روش‌های اندازه‌گیری  $R_x$ ، استفاده از این اجزا می‌است).

$R_p$  مقاومت واحد فول

$$R_x = x R_p$$

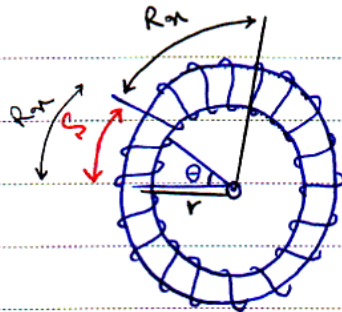




$$V_{out} = V_s \left[ \frac{R}{R_x + R} - \frac{R}{R + R} \right] = V_s \left[ \frac{R}{R_x + R} - \frac{1}{2} \right]$$

با اندازه‌گیری  $V_{out}$  در یک ایزولاسیون صوتی رابطه  $R_x$  را تعیین کرد و از رابطه  $\alpha = \frac{R_x}{R_p}$  جایابی

قابل محاسب است.



$S$  ضخامت  $\alpha$  است

$$R_x = \alpha R_p$$

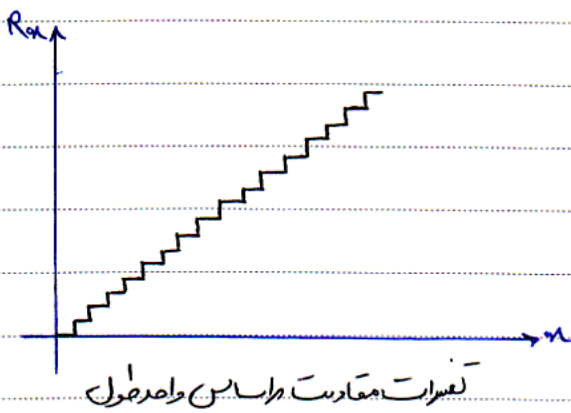
$$s = r \theta$$

$\theta$ : جایابی زاویه‌ای

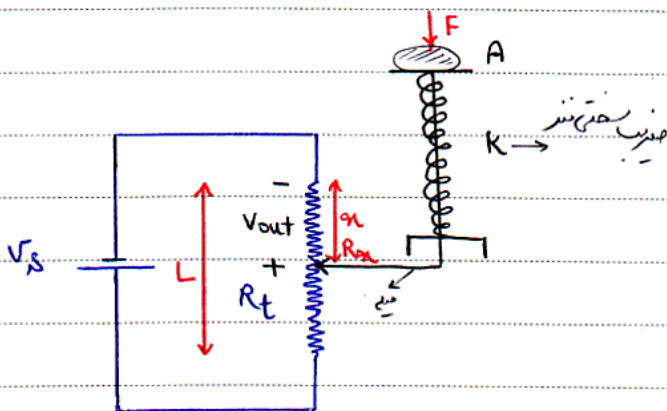
$R_p$ : مقاومت واحد طول

$r$ : شعاع بیرونی

$$\theta = \frac{s}{r} = \frac{R_x}{r R_p} \quad s = \frac{R_x}{R_p} r$$



$\alpha$ : جایابی خطی  
 $\theta$ : جایابی زاویه‌ای



اندازه‌گیری نیرو با استفاده از جایابی:

دما و نیرو و غیره جمع می‌شوند و در نتیجه رابطه مستقیم با هم می‌کنند

جایابی زیاد تر می‌شود.

PAPCO  $R_t$  مقاومت خطی بی‌انرژی

α مقاومت طول:  $R_{\alpha}$

حرف: اندازه لنگر نیروی F

طول میانگین: L

مقاومت واحد طول:  $R_p$

α: ضریب

مقاومت کل:  $R_t$

$$R_t = L R_p$$

$$R_{\alpha} = \alpha R_p$$

$$V_{out} = \frac{R_{\alpha}}{R_t} \times V_s = \frac{\alpha}{L} V_s$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{L V_{out}}{V_s}$$

مقاومت طول:  $F = k \alpha$

k: ضریب برشی

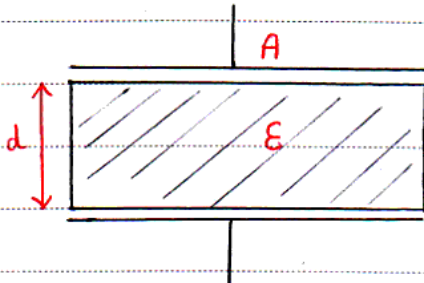
$$F = k \frac{L V_{out}}{V_s}$$

A: سطحی که نیروی F بر آن وارد می شود.

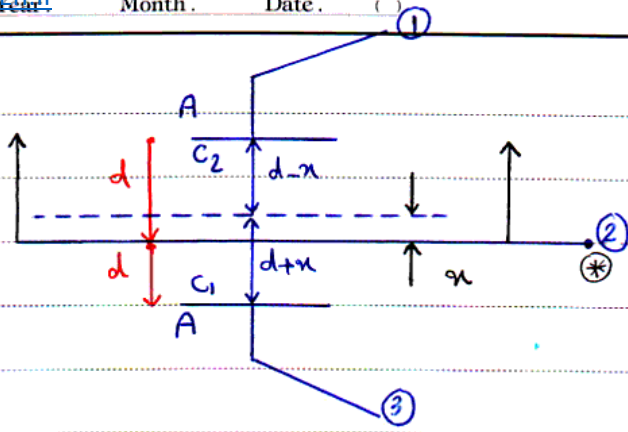
نیروی وارد در واحد سطح را فشار گویند.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{k L V_{out}}{A V_s}$$

مدل خازنی:



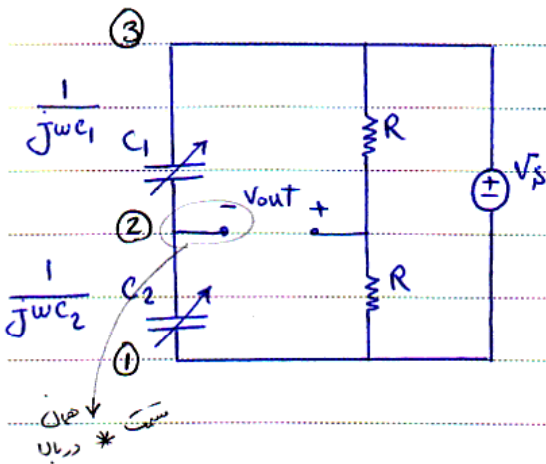
$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$



$$C_1 = \frac{\epsilon A}{d} \rightarrow C_1 = \frac{\epsilon A}{d+x}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon A}{d} \rightarrow C_2 = \frac{\epsilon A}{d-x}$$

عبارت زیر را در صورتی جایگزین است



$$V_{out} = V_s \left[ \frac{R}{R+R} - \frac{\frac{1}{j\omega C_2}}{\frac{1}{j\omega C_2} + \frac{1}{j\omega C_1}} \right]$$

$$= V_s \left[ \frac{1}{2} - \frac{\frac{1}{C_2}}{\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_1}} \right]$$

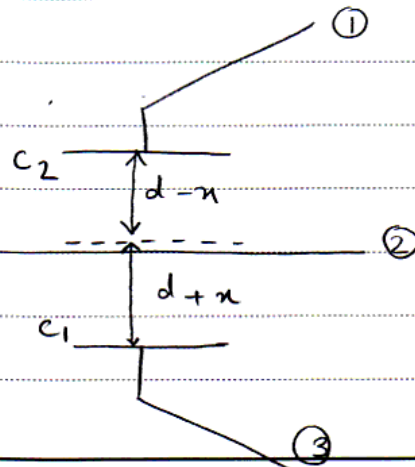
$$= V_s \left[ \frac{1}{2} - \frac{C_1}{C_1 + C_2} \right]$$

$$V_{out} = V_s \left[ \frac{1}{2} - \frac{\frac{\epsilon A}{d+x}}{\frac{\epsilon A}{d+x} + \frac{\epsilon A}{d-x}} \right] = V_s \left[ \frac{1}{2} - \frac{\frac{1}{d+x}}{\frac{1}{d+x} + \frac{1}{d-x}} \right]$$

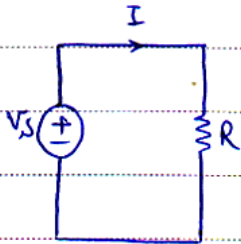
$$= V_s \left[ \frac{1}{2} - \frac{d-x}{d-x+d+x} \right] = V_s \left[ \frac{1}{2} - \frac{d-x}{2d} \right]$$

$$V_{out} = \frac{x V_s}{2d}$$

$$x = \frac{2d V_{out}}{V_s}$$



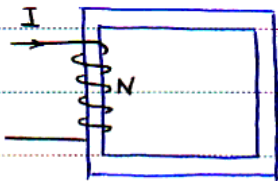
مدل های جایابی نوع اعمالی (رولتانس معین)



$$V_S = IR$$

مقاومت الکتریکی

سرکس مجرای الکتریکی



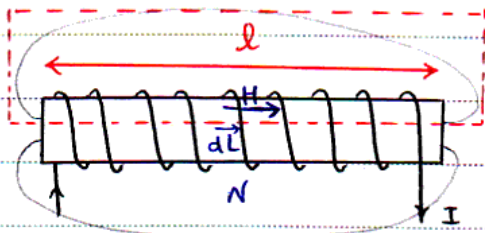
$$\text{شار دور} = \text{mmf} = \Phi \cdot R = NI$$

شار مغناطیسی

مقاومت مغناطیسی

ش مغناطیسی در کان جریان است،  
همین طور مقاومت الکتریکی و مقاومت مغناطیسی

مدار الکتریکی از یک منبع ولتاژ و یک مقاومت ساخته شده، در حالی که مدار مغناطیسی از یک ماده کزد مغناطیسی ساخته شده که در دو سر آن یک سیم پیچ



$$NI \text{ دور بر صده } \text{ است}$$

$$\oint H \cdot dl = NI$$

$$\oint H \cdot dl = \int H \cdot dl \cos \theta = \int H \cdot dl \quad \cos \theta = 1$$

این قانون دست راست نسبت دست راست در جهت جریان است پس جهت مغناطیسی مطابق نشان داده شده است.

این دو قانون را در نظر میگیریم:

- (۱) شدت میدان مغناطیسی در داخل هسته ثابت است
- (۲) شدت میدان مغناطیسی در خارج از هسته چونی نیست، نورد ضرایب



قانون آمپر:  $\oint H \cdot dl = H \int_0^l dl = Hl = NI$

$$H = \frac{NI}{l}$$

مغناطیس (تعداد خطوط میدان مغناطیسی در واحد سطح):  
 $B = \mu H = \frac{\mu NI}{l}$

M: ضریب نفوذ مغناطیسی

$$\varphi = B \cdot A = \mu NI \frac{A}{l}$$

A: مساحت (سطح مقطع)

$$\varphi R = NI \rightarrow \frac{\mu NI A}{l} R = NI$$

$$R = \frac{l}{\mu A}$$

مقاومت مغناطیسی

$$\lambda = N\varphi = LI$$

تعداد سیم‌ها

تساردها:

L: اندوکتانس (ضریب القای مغناطیسی)

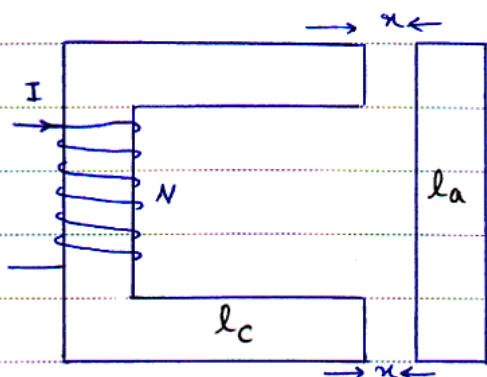
$$L = \frac{\lambda}{I} = \frac{N\varphi}{I} = \frac{N(\mu NI A)}{I l} = \frac{\mu N^2 A}{l}$$

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l} = \frac{N^2}{R}$$

اگر در دوطرف سیم بعضی نوارها با هم  $N=0$  می‌شود

$$R = \frac{l}{\mu A}$$

در نتیجه اندوکتانس برابر



$$R_t = R_c + 2R_a + R_l$$

$$R = \frac{l}{\mu_0 \mu_r N^2 A}$$

$$R_t = \frac{l_c}{\mu_0 \mu_r N^2 A} + \frac{2l_a}{\mu_0 \mu_r N^2 A k} + \frac{l_a}{\mu_0 \mu_r N^2 A}$$

$$R_t = R_0 + kx$$

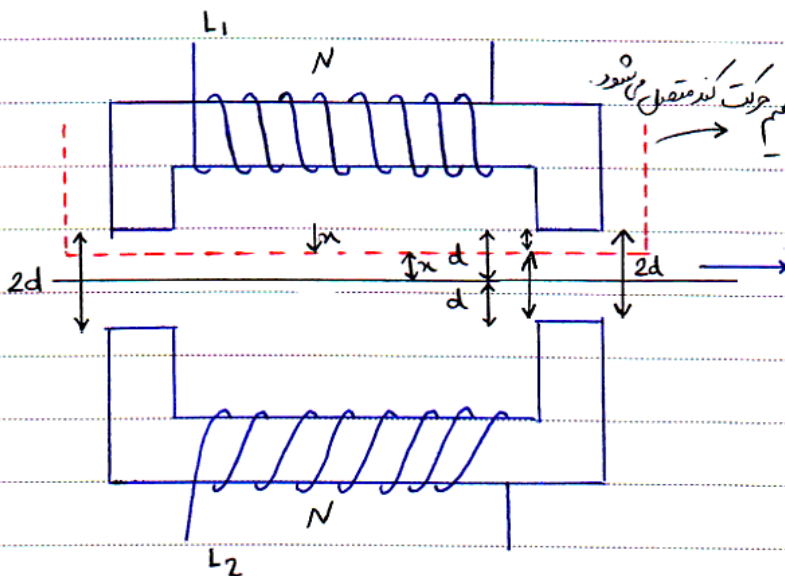
$$L = \frac{N^2}{R_t} = \frac{N^2}{R_0 + kx} = \frac{\frac{N^2}{R_0}}{1 + \frac{k}{R_0}x} = \frac{L_0}{1 + \alpha x}$$

$$L = \frac{L_0}{1 + \alpha x}$$

if  $\alpha = 0 \rightarrow L = L_0$

رابطه دست آمده نشان می‌دهد ارتباط بین  $L$  و  $x$  غیر خطی است. برای حل این مسئله

از مدار معادلی زیر استفاده می‌کنیم:



از این مدار جسی می‌توانیم خواهیم حرکت کند متصل می‌شود.

تغییر فرکانس معادلی می‌شود



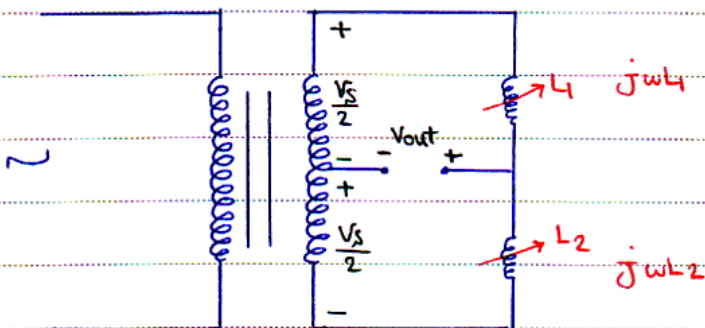
$$L_1 = \frac{L_0}{1 + \alpha(d - \alpha)}$$

$$L_2 = \frac{L_0}{1 + \alpha(d + \alpha)}$$

در این مدار مقادیر تعادلی موجود بین دو هستی مشابه که دارای فاصله  $d$  از هم می‌باشند، می‌تواند صحت کند. اگر چه

رابطی بین جایابی  $\alpha$  و  $L_1$  و  $L_2$  غیر خطی است ولی با یک تقریب یک بی اختلافی  $\alpha c$  در بردار  $L_1$  و  $L_2$  در

ساخته می‌شود که می‌تواند به یک رابطه خطی بین خروجی و جایابی  $\alpha$  دست یافت



$$V_{out} = \left[ \frac{j\omega L_2}{j\omega L_2 + j\omega L_1} \times \frac{V_s}{2} - \frac{V_s}{2} \right] = \left[ \frac{L_2}{L_1 + L_2} - \frac{1}{2} \right] V_s$$

$$\rightarrow V_{out} = \left[ \frac{\frac{L_0}{1 + \alpha(d + \alpha)}}{\frac{L_0}{1 + \alpha(d + \alpha)} + \frac{L_0}{1 + \alpha(d - \alpha)}} - \frac{1}{2} \right] V_s$$

$$\rightarrow V_{out} = \frac{\alpha \times V_s}{2(1 + \alpha d)}$$

$$\alpha = \frac{2(1 + \alpha d)V_{out}}{\alpha V_s}$$



P o w e r E n . i r

در سایه سار اندیشه ، بی هیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید .

زمان : همین حالا تا همیشه

مکان : تارنمای برق ایران ؛

رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا

خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا

نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است

بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا

من و تو چشمه باران ابر او بودیم

از ابتدا دریا بود و انتها دریا

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## اندازه گیری الکترونیکی

(بخش سوم)

استاد باغبانی

تهیه و تنظیم:

مدل جایابی LVDT (براندور ماتو تیغاصلی):

این نوع مدل در اصل یک ترانس با یک سیم بزرگ و دو سیم بزرگ با زوایای مساوی می باشد. سیم بزرگ اول معمولاً توسط یک

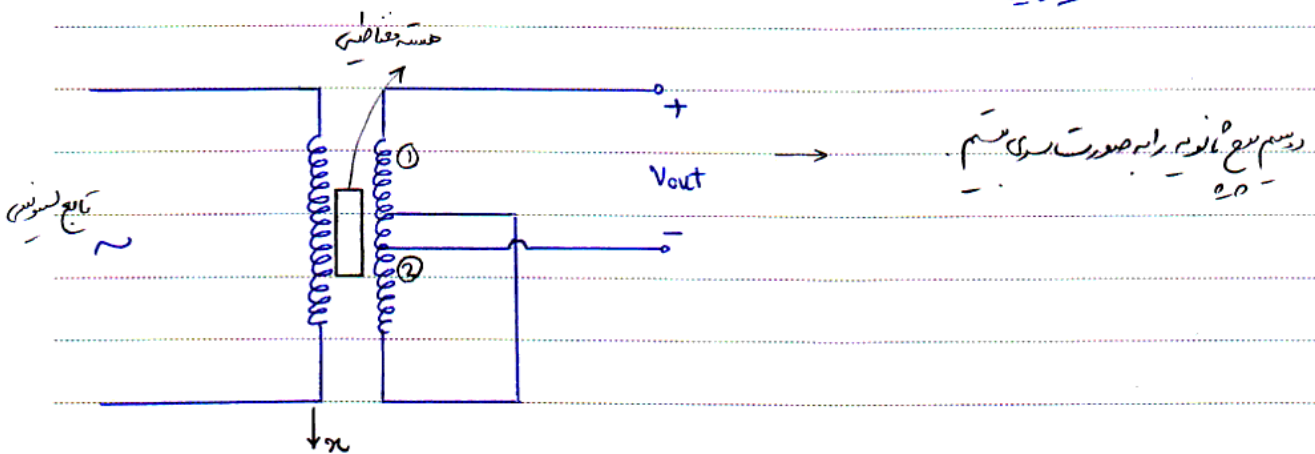
ولتاژ سینوسی با دامنه ۳ تا ۱۵ ولت و فرکانس ۶۰ الی ۲۰ کیلوهرتز تحریک می گردد.

ولتاژهای الکتریکی در سیم بزرگ می باشد. این ولتاژها از موقعیت هسته فرود می آید. در حالتی که دو ولتاژ به صورت

سوی و در جهت مخالف هم بسته باشند در موقعیت مابین هسته دامنه ولتاژ خروجی تقریباً صفر می باشد. جایابی هسته از این نقطه

(نقطه صفر) باعث افزایش حساسیت الکتریکی می شود. ولتاژ خروجی تقریباً صفر می باشد. همچنین باعث کاهش حساسیت الکتریکی

متقابل بین اول و دوم سیم بزرگ می گردد. این دلیل خروجی تقریباً صفر است از موقعیت هسته می باشد.



دو سیم بزرگ با زوایای مساوی در جهت مخالف هم بسته باشند

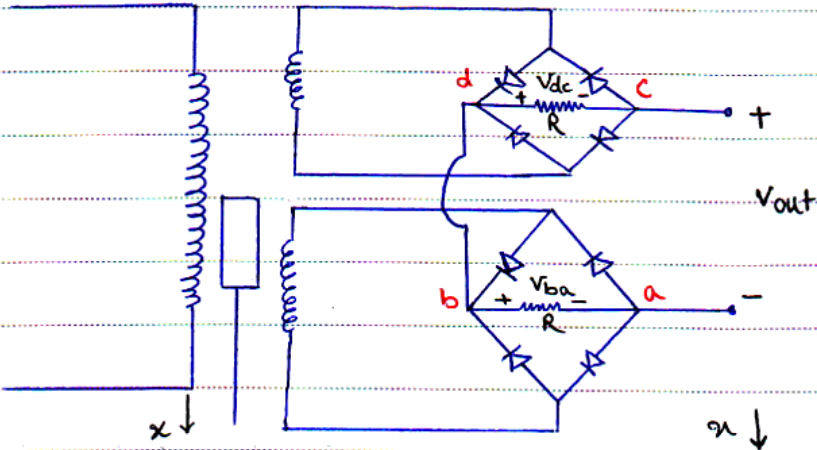
وقتی که هسته در وسط قرار دارد ولتاژی که روی 1 می آید

با ولتاژ 2 برابر است.

توضیح: اگر میخواهیم دافعه  $V_{out}$  با ولت هسته در دو طرف نسبت به نقطه صافی قرارش بدیم باید از استندین جهت تغذیه

مکان هسته تنها با استندین دافعه امکان پذیر نیست باید برای حل این مشکل می توانیم از یک مدار دیگری دوری مطابق

شکل زیر استفاده کنیم:



$$V_{out} - V_{ba} + V_{dc} = 0$$

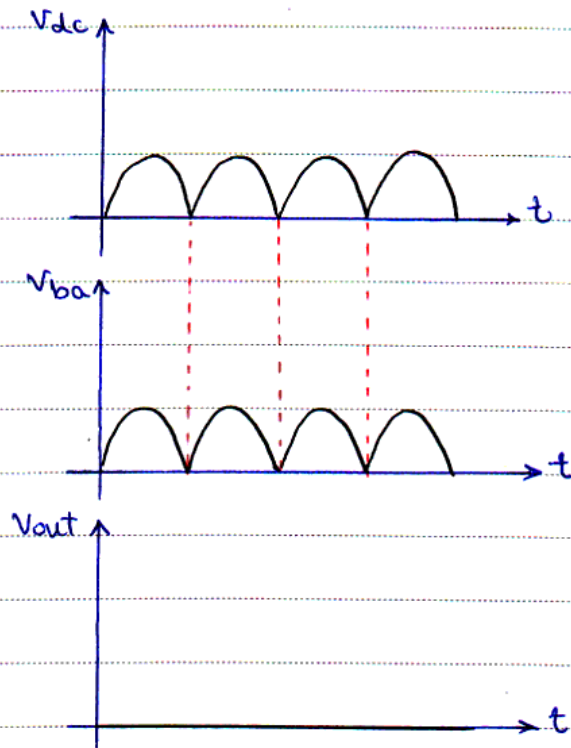
$$V_{out} = V_{ba} - V_{dc}$$

$$V_{out} = V_{ba} - V_{dc}$$

$\alpha \downarrow$   
 $\alpha > 0$

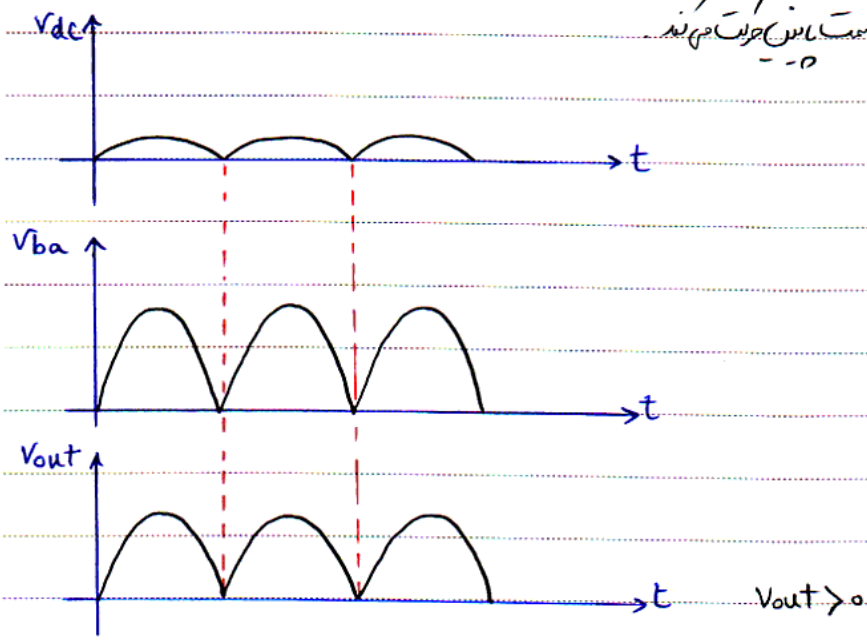
$\alpha \uparrow$   
 $\alpha < 0$

کتاب  $\alpha = 0$

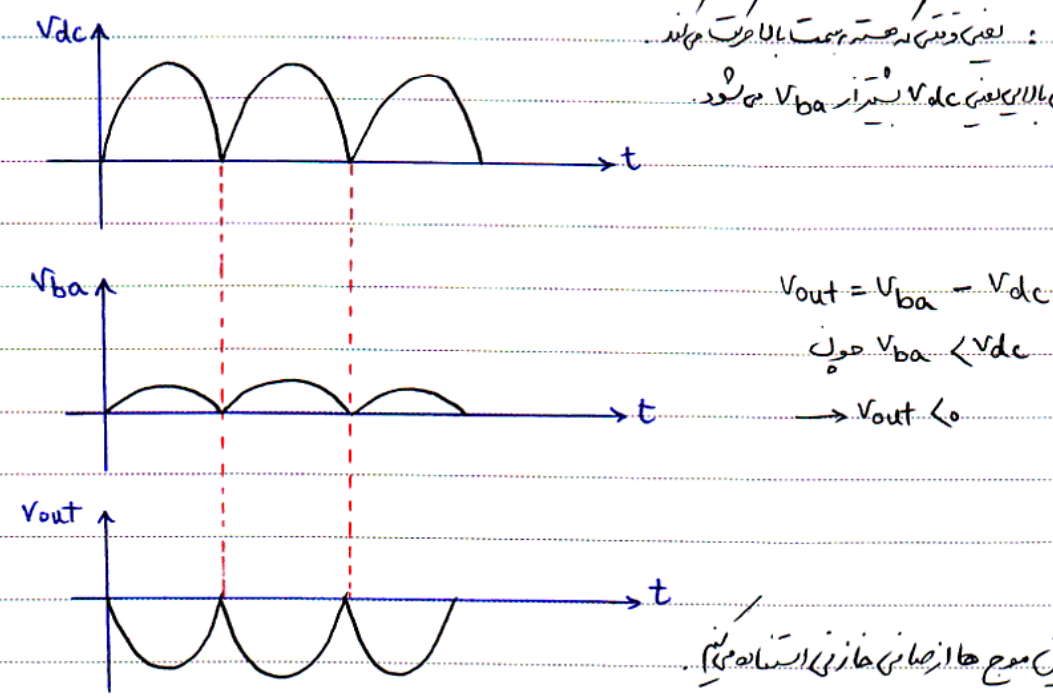




حالت  $\alpha > 0$  : یعنی وقتی که نسبت استراحت بیشتر از ۰ باشد



حالت  $\alpha < 0$  : یعنی وقتی که نسبت استراحت کمتر از ۰ باشد  
 در این حالت ولتاژ در این بازه یعنی  $V_{dc}$  بیشتر از  $V_{ba}$  می شود



$$V_{out} = V_{ba} - V_{dc}$$

چون  $V_{ba} < V_{dc}$   
 $\rightarrow V_{out} < 0$

در این حالت بدون این موج ها از زمانی تا زمانی استراحت می شود

$V_{out} = K\alpha$

$V_{out} = 0 \leftarrow \alpha = 0$   
 $V_{out} > 0 \leftarrow \alpha > 0$   
 $V_{out} < 0 \leftarrow \alpha < 0$

$V_{out}$  تابع خطی از  $\alpha$  می باشد یعنی اگر

IC طای موجود در دوسیل LVDT :

AD598 / AD630 / AD698

①  $\oint H \cdot dL = NI$  قانون آمپر خطا

$\vec{H} \rightarrow H = \frac{NI}{l}$

②  $B = \mu H = \frac{\mu NI}{l}$  B: چگالی میدان مغناطیسی

$\vec{\Phi} \rightarrow \Phi = BA = \frac{\mu NI}{l} A$

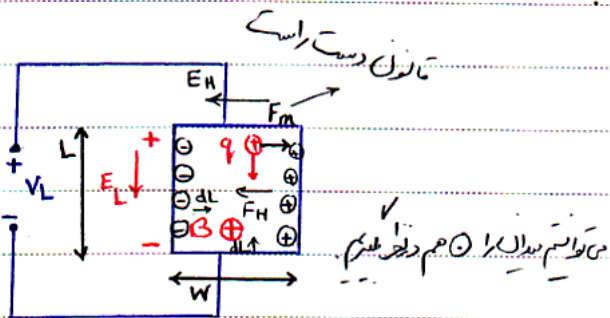
③  $\text{mmf} = NI = R\Phi \rightarrow \Phi = \frac{NI}{R}$

$\vec{NI} \rightarrow \frac{NI}{R} = \frac{\mu NI}{l} A \rightarrow R = \frac{l}{\mu A}$

④  $\lambda = LI = N\Phi$  L: ایندکتانس (تلفیق آسانی مغناطیسی)

$\vec{NI} \rightarrow L = \frac{N\Phi}{I} = \frac{\mu N^2 \Phi A}{l I} = \frac{\mu N^2 A}{l} = \frac{N^2}{R}$

اندازه گیری موقعیت با استفاده از شعاع و آر حال:



با جاری آر حال:

$$\vec{F}_m = q(\vec{v} \wedge \vec{B}) \quad \vec{F}_H = q\vec{E}_H$$

$$\Rightarrow F_m = qvB \sin\alpha \quad \Rightarrow F_H = qE_H$$

تغییر تعداد  $\rightarrow F_m = F_H \rightarrow qvB = qE_H \quad E_H = vB$

سرعت حرکت اجزا  $v = MEL \rightarrow E_H = MELB \rightarrow \frac{E_H}{E_L} = MB$

فریب حرکت اشکول (معدنی است)

$$v_L = - \int E_L \cdot dL \cos\alpha$$

$$v_L = - \int \vec{E}_L \cdot d\vec{L} \quad v_H = \int \vec{E}_H \cdot d\vec{L}$$

$$\rightarrow v_L = \int E_L dL = E_L \int dL = E_L L$$

$$\rightarrow v_H = \int E_H \cdot dL = E_H \int dL = E_H w$$

$$\left. \begin{aligned} v_L &= E_L L \\ v_H &= E_H w \\ \frac{E_H}{E_L} &= MB \end{aligned} \right\}$$

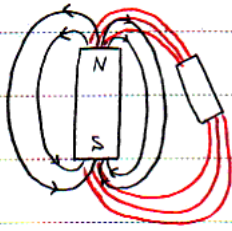
$$\frac{v_H}{v_L} = \frac{E_H w}{E_L L} = \frac{w}{L} MB$$

$$\rightarrow v_H = \frac{w}{L} MB v_L$$

ولتاژ آر حال

در اینجا فقط B را در نظر بگیرید است

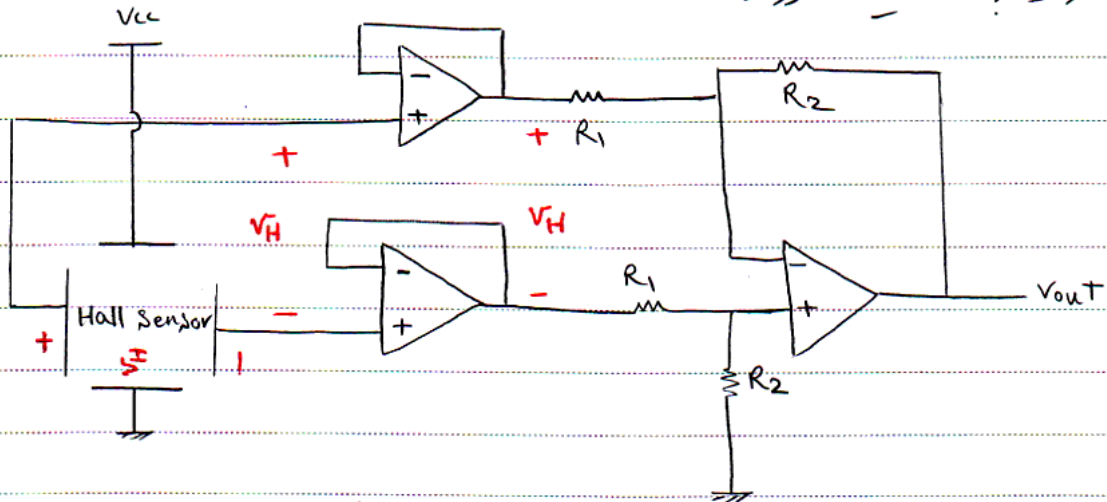
جهت حرکت اشکول  
جهت حرکت اشکول (است)



مقاومت معادله این از مقاوم است در صورتی که مقاوم زیاد ایجا می شود

وقتی آهن را از آهن با آهن کشیم در واقع میدان مغناطیس تغییر می کند

مدار نمونه برای اندازه گیری سنسور آهن

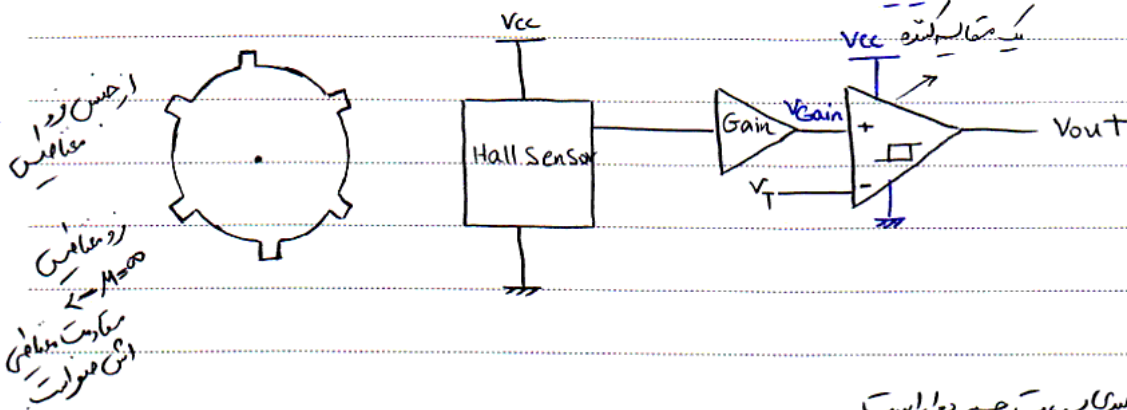


$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_H \rightarrow V_{out} = \frac{R_2}{R_1} \frac{W}{L} MB V_{cc}$$

صفت را در نظر می گیریم  
دامنه های ما ۴۵ است.

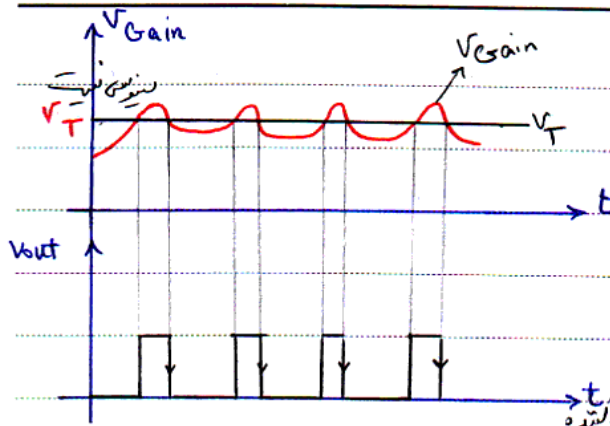
مطابق رابطه بدست آمده، چنانچه چنانچه میدان مغناطیسی B به حوصله تغییر کند، خروجی  $V_{out}$  تغییر خواهد کرد.

از این خاصیت می توان برای تعیین موقعیت و سرعت در صنعت استفاده کرد.



از این خاصیت  
برای تعیین  
مکانیت مکانی  
در صنعت

هدف اندازه گیری سرعت جسم دور است.



با نزدیک شدن جرم امدادی به سنسور اثر هال،  $V_{Gain}$  مطابق رده و تغییر کند. اگر و امدادی نداشته باشیم  $V_{Gain}$  خطای کمتری می رود

با نشان هم عمده اشباع می شود  $V_{Gain} > V_T$   
 به نشان هم عمده اشباع می شود  $V_{Gain} < V_T$

$I$   $\oint B \cdot ds = \mu I$

uGN 3113, 3120

خبر نمونه از سنسورهای اثر هال:

uGS 3130, 3140

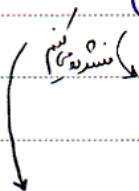
uGN 3501T → 8 pin, 17 mV/G  
 uGN 3019T → 1T = 10<sup>4</sup> Gauss

در MRI از سنسور اثر هال استفاده می شود برای اندازه گیری میدان مغناطیسی

فرآیند بدنه های فشار و نیرو استرنج (Strain Gauge):

استرنج یعنی یک امان مقاومیتی است که متناسب با یک فشار و نیروی مکانیکی اعمال شده، مقاومت آن تغییر می کند

$R = \rho \frac{l}{A}$



$R = \rho \frac{l - \Delta l}{A + \Delta A}$

مقاومت کم می شود

$R = \rho \frac{l + \Delta l}{A - \Delta A}$

مقاومت زیاد می شود



مثال) یک سیم نازک بصورت محکم کشیده شده و طول آن 30 mm و سطح مقطع آن  $1.01 \text{ mm}^2$  میباشد.

مقاومت این سیم 1.5 اهم است. نیروی اعمال شده بسبب افزایش طول آن بمقدار 10 mm و کاهش سطح مقطع

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$R = 1.5 \text{ اهم}$$

$$\rho = 5 \times 10^{-7} \text{ اهم} \cdot \text{م}$$

$$l = 30 \text{ mm} \rightarrow \rho = 5 \times 10^{-7} \quad R + \Delta R = \rho \frac{l + \Delta l}{A - \Delta A} =$$

$$A = 1.01 \text{ mm}^2$$

$$\Delta l = 10 \text{ mm}$$

$$\Delta A = 1.0027 \text{ mm}^2$$

$$5 \times 10^{-7} \frac{(30 + 10) \times 10^{-3}}{(1.01 - 1.0027) \times 10^{-6}} = 2.74 \rightarrow \Delta R = 1.24 \text{ اهم}$$

$$\Delta R = 1$$

فالتور لبع:

فالتور لبع برای رسانندگی استرین لبع یک وسیله ای میباشد که آن با بریدن آن رسانندگی در طول آن متغیر است.

در حقیقت فالتور لبع رسانندگی برای ارزیابی حساسیت نسبی یک المان استرین لبع میباشد.

حوزه تغییر مقاومت از برای یک واحد تغییر در طول، بیشتر باشد حساسیت المان بیشتر خواهد بود. در نتیجه فالتور لبع نیز میتواند خواهد بود.

فالتور لبع بصورت زیر تعریف میگردد:

$$G.F = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{\frac{\Delta l}{l}}$$

$$F = E \cdot \frac{\Delta l}{l} \cdot A = E \cdot \frac{\Delta R}{R(G.F)} \cdot A$$

$E$ : ضریب الاستیسیته  
 $\Delta l$ : تغییر طول  
 $A$ : سطح مقطع  
 $R$ : طول  
 $F$ : نیروی وارد شده به المان استرین لبع

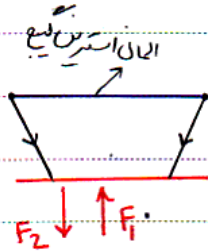
وَتَن (تَن) یک استرین لایع  $10\text{cm}$  در سطح مقطع  $4\text{cm}^2$  می باشد. جهت الاستیک برای این المان را چه باشد.

$E = 2.7 \times 10^{10}$  می باشد. المان دارای مقاومت  $240$  و  $G = 2.2$  می باشد. با اعمال نیرو در این المان،

مقاومت آن  $113$  تغییر می کند. تغییر طول و میزان نیروی اعمال شده را بدست آورید؟



ب ۱۱  
 انواع استرین لایع :  
 (۱) نوع یهودی  
 (۲) نوع غیر یهودی



نوع غیر یهودی :

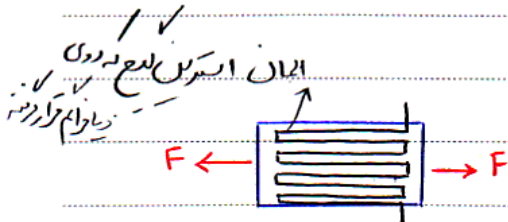
در نوع غیر یهودی، المان استرین لایع، بین دو محافظ قابل انعطاف محکم شده شده

این دو محافظ، از دو سر خود یک دایزایم فنری با زبری وصل شده است. وقتی نیروی نظیر  $F_1$  را دایزایم وارد می شود،

باعث خم شدن دایزایم شده، به صورتی که دو سر دیگر دو محافظ را از هم دور می کند و باعث می شود المان استرین لایع کشیده شود

التر نیروی  $F_2$  را دایزایم وارد شود باعث می شود که دو سر دیگر دو محافظ را مجدداً نزدیک شود و این باعث تغییر طول و سطح

المان استرین لایع می شود



نوع یهودی :

در نوع یهودی، المان استرین لایع دردی یک دایزایم چسبناک می شود. با خم شدن

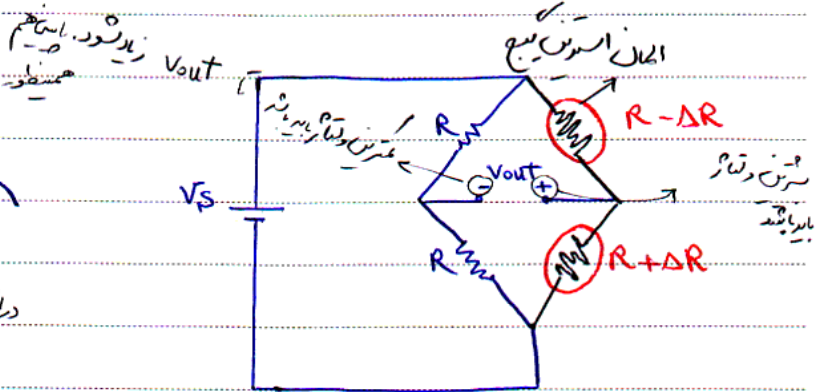
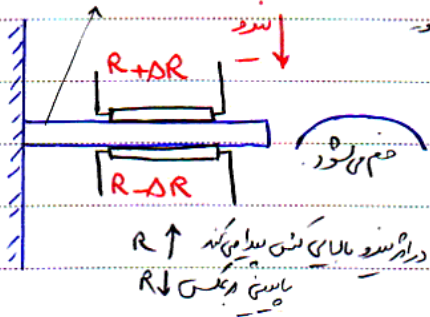
در بافرام، همان استرین گنج تغییر شکل می‌آید و باعث بوجود آمدن نیروی در مقاومت استرین می‌شود. این خواهد شد با

اندازه نیروی تغییر این مقاومت می‌توانیم نیروی وارد شده را بسنجیم.

خود نوع استرین گنج تو ضیع را به خود در این اندازه نیروی بطوریکه به خود می‌شود. در این اندازه حساسیت استرین گنج

بین این استرین گنج در این جاهای اندازه نیروی استفاده می‌کنند.

بدین وضع در دو ایما استرین گنج در مکان قرار می‌دهند



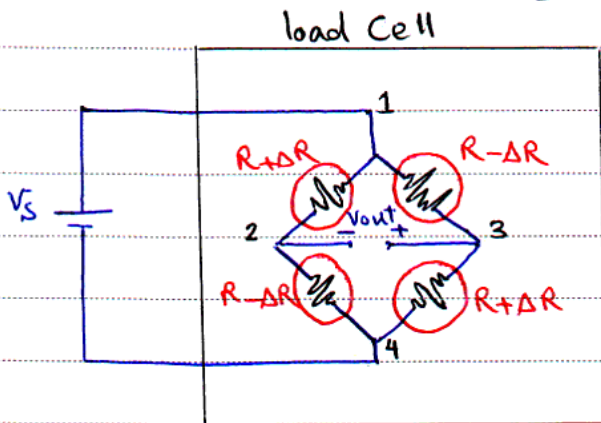
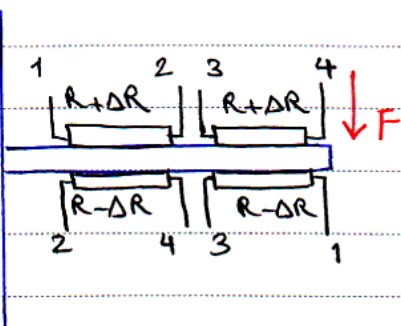
$$V_{out} = \left[ \frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} - \frac{R}{R + R} \right] V_s$$

هدف از این  $V_{out}$  است. در ایماهای استرین گنج در این جا قرار می‌دهیم که  $R + \Delta R$  در این استرین گنج

$$= \left[ \frac{R + \Delta R}{2R} - \frac{R}{2R} \right] V_s = \frac{\Delta R}{2R} V_s \quad (V_{out} \text{ نسبت به } V_s)$$

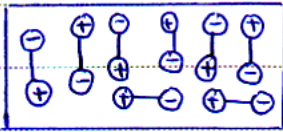
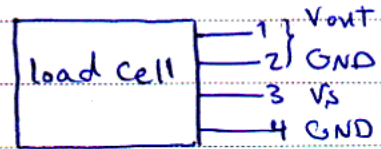
تیم در این جا هم می‌توانیم از ولتاژ آن در  $V_{out}$  نسبت به  $V_s$  استفاده می‌کنیم.  $V_{out}$  زیاد می‌شود.

$$\rightarrow V_{out} = \frac{\Delta R}{2R} V_s$$

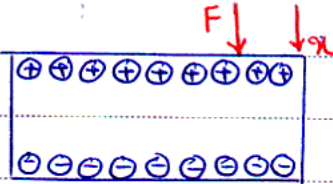


$$V_{out} = \left[ \frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} - \frac{R - \Delta R}{R - \Delta R + R + \Delta R} \right] V_S$$

$$= \left[ \frac{2\Delta R}{2R} \right] V_S = \frac{\Delta R}{R} V_S \quad \left| \quad V_{out} = \frac{\Delta R}{R} V_S \right.$$



بدون اعمال نیرو



با اعمال نیرو

سنسورهای نیرو الاستیک:

عناصر سنسور الاستیک، عناصری هستند که با تغییر طول از روی مکانیکی، الاستیسی و دم عملی را دارند. این سنسور، جوهری است

سنسور الاستیک، منجر به جابجایی اندکی در آن می شود که بر اساس نسبت، موقعیت اولیه و تغییر طول می شود

این جابجایی اندک  $x$ ، متناسب با نیروی اعمال شده است. رابطه بین نیرو و جابجایی بصورت زیر می باشد:

$$f = kx$$

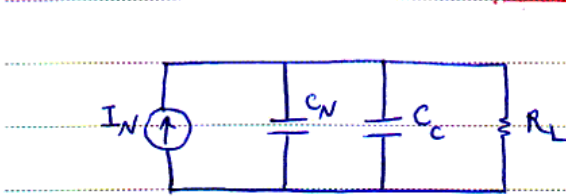
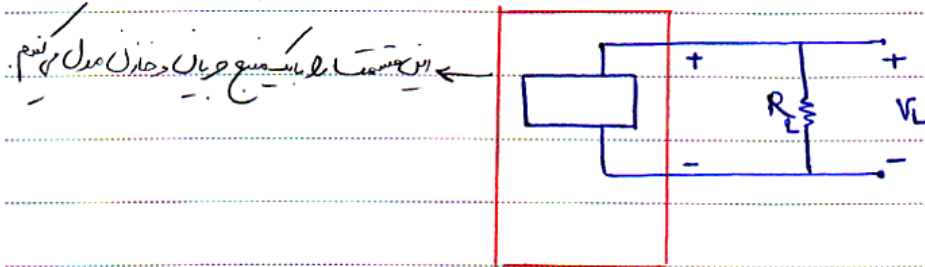
$$k = 5 \times 10^9 \text{ N/m}$$

$$q = k'x = \frac{k'}{k} f = b f$$

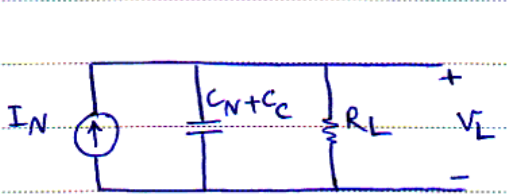
$$[b] = \frac{C}{N}$$

$b$  حساسیت ایمن سنسور الاستیک می باشد (حساسیت بار به نیرو)

$b(C/N)$	مواد	$+19$ $1C = 1.6 \times 10^e$ کون
$2.25 \times 10^{-12}$	کوارتز	
1.35	نیکر	
1.8	آمونیم در هیدروژن ضایعات	
86-130	باریم سیانات	



$C_C$  : ظرفیت قابل



تلفاتی معادلت،  
از لحاظ جریان است  
حرف ارجحان تلف نمی شود، وضع می شود

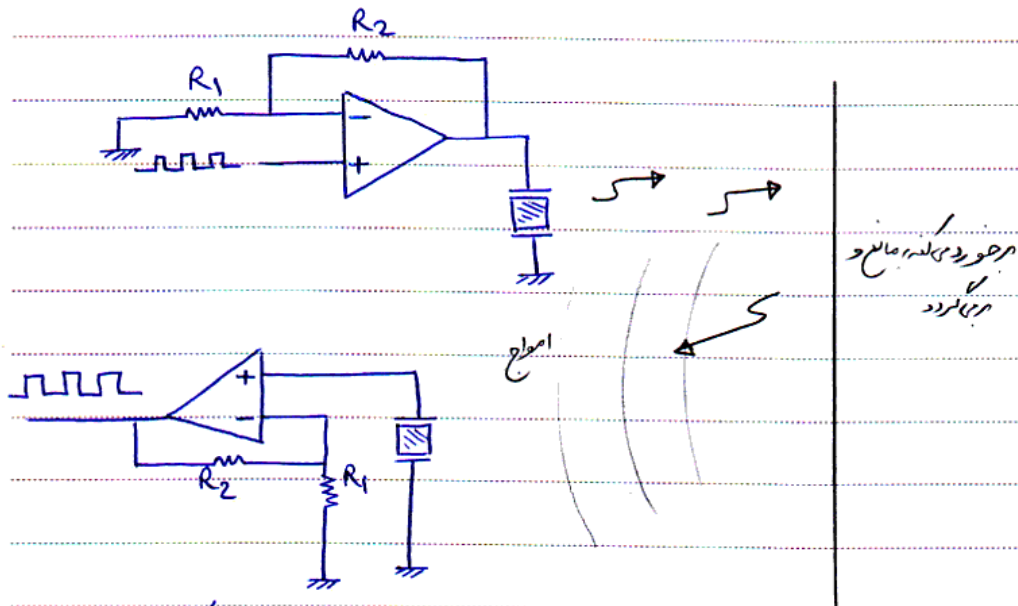
مطابق مدار فوق، با اتصال معادلت  $R_L$  در دسترس و نیز تلفاتی، جریانی از آن جاری می شود و متناسب با بار تلفاتی القای شده در دسترس و تلفاتی می باشد. با اندازه گیری تلفاتی و بار القای و از آن به سبب اعمال شده می بینیم خاصیت فوق بار تلفاتی نیز می باشد. این صورت به اعمال تلفاتی و بار القای باعث جابجایی آمپدی تلفاتی و بار القای می گردد. در صورت  $\alpha = b'v$  بیان می گردد. حواص و تلفاتی در دسترس صورت استاندارد باشد



جابجایی و نیز متناوب است در نتیجه یک موج معکوس به وجود می آید

(از سنسورهای سیزو استرک برای ساخت سنسورهای آکوستیک استفاده می‌شیم. این سنسورها در صنعت و در پزشکی امواج یا صدا صوت

ظاهر بزرگی دارند



مثال) سرعت صوت در صفت 330 m/s می‌باشد. شماره‌های استفاده شده در مدار فوق دارای فرکانس 330 KHZ

می‌باشد. هرگاه شماره بعضی ارسال امواج معکوس را در آنرا شود و با دریافت این امواج در نتیجه شماره

متوقف شود در این صورت که مقدار شمارش شده عدد N باشد، فاصله مانع تا سنسور سیزو استرک چقدر خواهد بود؟

$$f_c = 330 \text{ KHZ} \quad 2L = \frac{N}{330 \text{ K}} \times 330 = \frac{N}{1.3} \quad (x = vt)$$

مدت زمانی رفت و برگشت

$$L = \frac{N}{2} \text{ (mm)}$$

میدانهای رطوبت:

رطوبت: }  
 - رطوبت مطلق AH  
 - رطوبت اشباع SH  
 - رطوبت نسبی

$$\frac{\text{رطوبت مطلق}}{\text{رطوبت اشباع}} = \frac{AH}{SH}$$

مقدارهای موجود در  $1m^3$  واحد حجم

رطوبت مطلق: مقدار قطرات بخار آب موجود در واحد حجم گاز یا واحد حجم هم از رطوبت مطلق می‌گویند و واحد آن  $g/m^3$  است.

رطوبت اشباع: مقدار بیشترین بخار آب در واحد حجم گاز یا هم در دمای مورد نظر و رطوبت اشباع می‌گویند و واحد آن  $g/m^3$  است.

رطوبت نسبی:

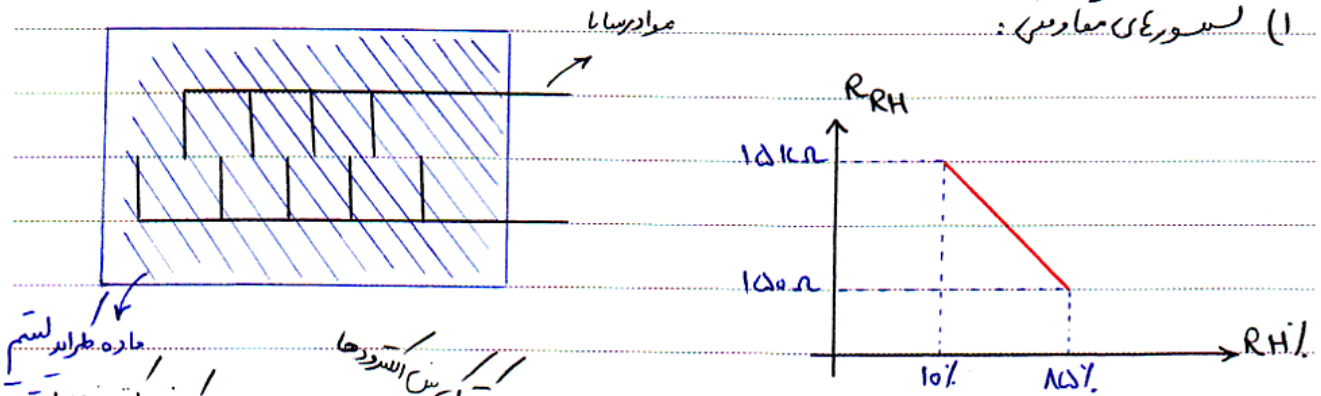
درصد رطوبت نسبی	$RH = \frac{AH}{SH} \times 100$
-----------------	---------------------------------

رطوبت نسبی:  $0 < RH < 1$

رطوبت اشباع  $SH <$  رطوبت مطلق  $AH$  در رطوبت نسبی  $RH = \frac{AH}{SH}$

برای اندازه گیری رطوبت از دو نوع سنسور می‌توانیم استفاده کنیم: }  
 ۱) سنسورهای مقاومتی  
 ۲) سنسورهای خازنی

(1) سنورهای مقاومتری:



ماده رسانا  
ماده طراند لستم  
حذف شده جوئی برای  
رطوبت است

تقاوت الکتریکی سنورها  
یک رابطه خطی است.  
RH و RRH رابطه عکس دارند  
افزایش رطوبت باعث کاهش در RH است

$$R_{RH} = \alpha RH + \beta$$

α: شیب  
β: طول از مبدأ

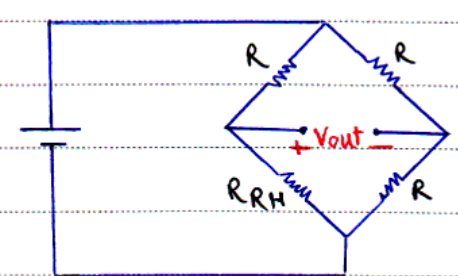
توضیح: این نوع سنور رطوبتی از تغییرات مقاومت الکتریکی عنصر حساس بر رطوبت استفاده می کند. در این نوع

سنور ۲ المنت درون محفظه ای با مایع های یونانی از پلاستیک ساخته شده اند. فضای بین ۲ المنت در آن افرادی

طراند لستم به خازن جوئی برای رطوبت است، مرده است و در نتیجه مقاوت الکتریکی سنور در آن با افزایش

رطوبت کم می شود. بنابراین تغییرات مقاوت الکتریکی معیاسی برای تغییرات رطوبت نسبی در محیط است.

می توانیم از این سنور در این اندازه گیری رطوبت نیز استفاده کنیم:



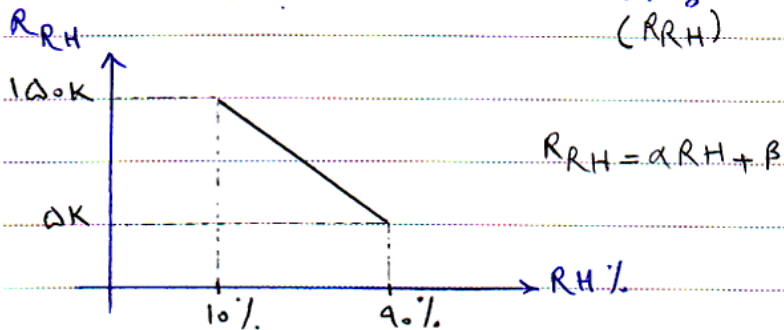
$$V_{out} = \left[ \frac{R_{RH}}{R_{RH} + R} - \frac{R}{R + R} \right] V_s$$

$$\rightarrow R_{RH} = ?$$

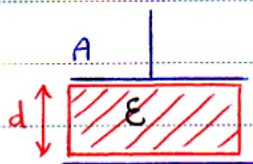
$$R_{RH} = \alpha RH + \beta \rightarrow RH\% = ?$$

برای اندازه گیری رطوبت نسبی یک خط از یک سنسور معاومتی در یک اندازه گیری (استاندارد) رسم شده است این سنسور

به صورت زیر می باشد. هرگاه مقاومت اندازه گیری شده از ۱۰۰ اهم با ۵۰ kΩ باشد، رطوبت نسبی چقدر است؟



$\alpha$ : شیب  
 $\beta$ : قوت از صفر



$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

(۲) سنسور رطوبت خازنی:

در این نوع سنسور، دی الکتریک موجود بین صفحات خازن، حساس به رطوبت می باشد و با افزایش رطوبت

رطوبت، مقدار آن تغییر می کند. لذا از این خاصیت برای اندازه گیری رطوبت نسبی استفاده می کنیم

تغییر کند  $C \rightarrow \epsilon$  تغییر می کند  $\rightarrow$  تغییرات دی الکتریک

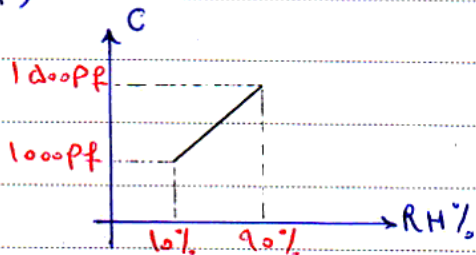
$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$$

$$\epsilon_r = 1.25 \times 10^{-12}$$

$C \downarrow$  ← رطوبت

$C \uparrow$  ← افزایش رطوبت

$$\epsilon = \epsilon_0 (1 + \epsilon_r)$$

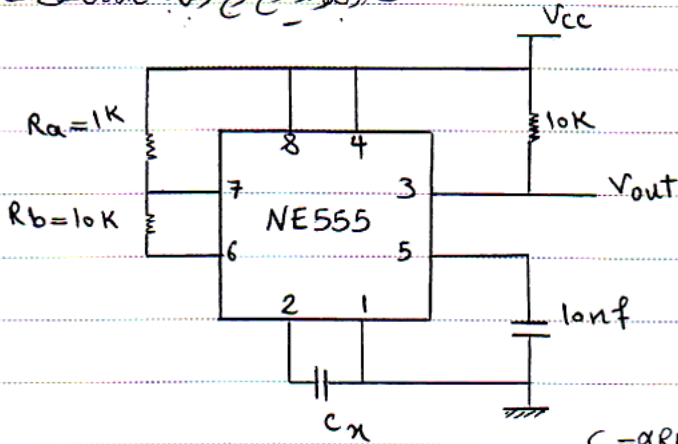


$$C = \alpha RH + \beta$$

در آن جا باید تغییرات اغویت خازن نسبت به تغییرات رطوبت کم می باشد ، لذا استفاده از یک اندازه گیری  $h_{ac}$  با

حفاظت خواهد است. در این مورد از نویسنده ساز آری سی 555 (IC555) به صورت مدار متصل زیر استفاده می نم:

که برای تولید انواع موج مربعی با  $h_{ac}$  و  $h_{dc}$  می توان استفاده نمود.



$C_x$ : سنسور رطوبت خازنی

خروجی مدار: یک موج مربعی با دوره تناوب T است که وابسته به خازن  $C_x$  است.

می توانیم  $C_x$  را از دوره تناوب مستقیماً با فرمول زیر در رابطه با  $RH\%$  حساب کنیم.  
 $C_x = \alpha RH + \beta$  می توانیم  $RH\%$  را مستقیماً با فرمول زیر حساب کنیم.

$$T = 0.49 (R_a + R_b) C_x \rightarrow C_x \rightarrow RH\%$$

توجه: هدف اندازه گیری رطوبت نسبی است.

باز هم رطوبت نسبی را اندازه گیری کنیم. حالا برای محاسبه رطوبت مطلق، رطوبت اشباع در دماها و محیط های مختلف

هم مشخص است. با رطوبت نسبی و اشباع می توان رطوبت مطلق را حساب کرد.

HM 1500 , HS 1100

نمونه ای از سنسورهای رطوبتی خازنی:

Hu 1015 NA , HS 1101

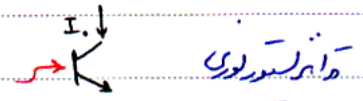
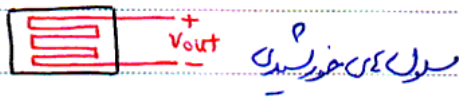
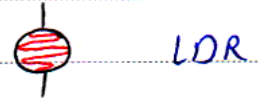
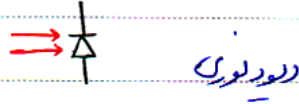
Hu 10



سنسورهای نوری:

بیشتر سنسورهای نوری از برای است که در دسترس بانوردی IR یا UV حرکت نور نوری عکس العمل است و نوری تولید می کنند

بر پایه بردین انواع ساخته شده این سنسورهای نوری:



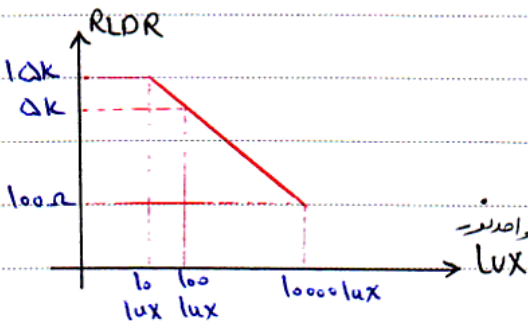
LDR ها همان کی مقاومتی اند که در نوری کم تضعیف و در نور زیاد تقویت اند.



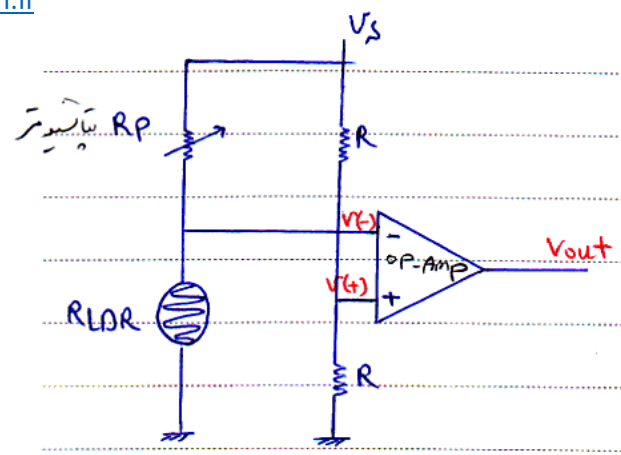
1) سنسور نوری LDR : Light Detection Resistor

از ماده ای CdS (سولفید کادمیوم) ساخته شده است.

این سنسور یک مقاومت نوری می باشد که با دریافت محیط، مقاومتش تغییر می کند. معمولاً با افزایش نور، مقاومت آن کم می شود.



$$1000 \text{ lux} = 15 \frac{\text{mW}}{\text{m}^2}$$



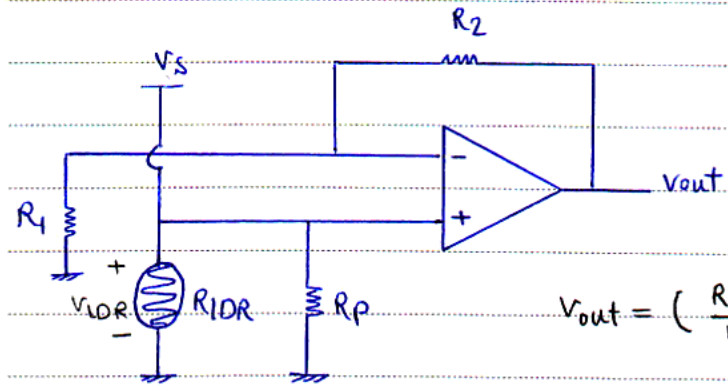
مدار نمونه برای تطبیق در نور محیط:

$$V(-) = \frac{R_{LDR}}{R_{LDR} + R_P} V_S$$

نور محیط  $\rightarrow R_{LDR} \uparrow \rightarrow V(-) \uparrow \rightarrow V(-) > V(+)$  op amp اشباع منفی

نور محیط زیاد  $\rightarrow R_{LDR} \downarrow \rightarrow V(-) \downarrow \rightarrow V(-) < V(+)$  op amp اشباع مثبت

مدار نمونه برای اندازه گیری نور محیط:



$$V_{out} = \left( \frac{R_2}{R_1} + 1 \right) V_{LDR}$$

$\rightarrow V_{LDR} \rightarrow R_{LDR} \rightarrow lux$  مقدار نور محیط

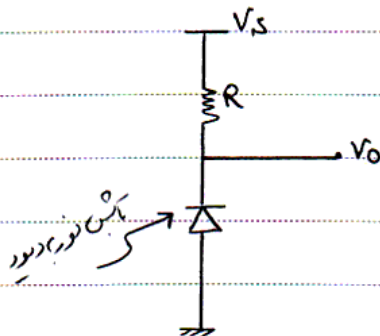
۱۲) دیودهای نوری (opto diode)

LDR ها سنسورهای نوری حساسی هستند ولی بسیار کند عمل می کنند و برای موارد استفاده های سرعت زیاد مناسب نمی باشد.

سنسورهای نوری ایروال مناسب برای سرعت زیاد، (دیودهای نوری) مناسبند. ورودی نوری بصورت معکوس می باشد.

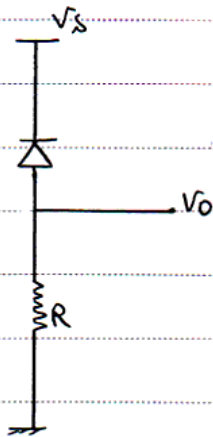
نور جریان اخیری از آن عبور می کند. هرگاه (دیود نوری) در معرض نور قرار گیرد، (دیود جریان معکوس) مایل توجهی

از خود عبور خواهد داد.



(دیود خاموش است)  $V_o = V_s$  در نور کم

(دیود روشن است)  $V_o = 0$  در نور زیاد



(دیود خاموش است)  $V_o = 0$  در نور کم

(دیود روشن است)  $V_o = V_s$  در نور زیاد

دس ترانزیستورهای در حال نیست.

۳) ترانزیستورهای نوری : opto transistor

تأثیر نور روی  
کنترل یا خروجی

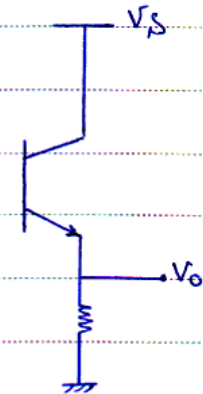


ترانزیستورهای سلولون معمولی از یک ترکیب pnp و npn تشکیل شده اند

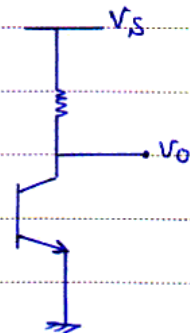
بنابراین به طور طبیعی شامل یک جهت یونید p-n حساس به نوری باشند یعنی

در آن حالت سطح ترانزیستورهای نوری در درجه ترس می باشند حساسیت یک ترانزیستور نوری معمولی حدود ۱۰ برابر یک دیود نوری

می باشد در حد اکثر فرکانس عملیات مفید آن چند صد کیلوهرتز است



کمی نور  $\rightarrow V_O = V_S$   
کمی نور  $\rightarrow V_O = 0$



کمی نور  $\rightarrow V_O = 0$   
کمی نور  $\rightarrow V_O = V_S$

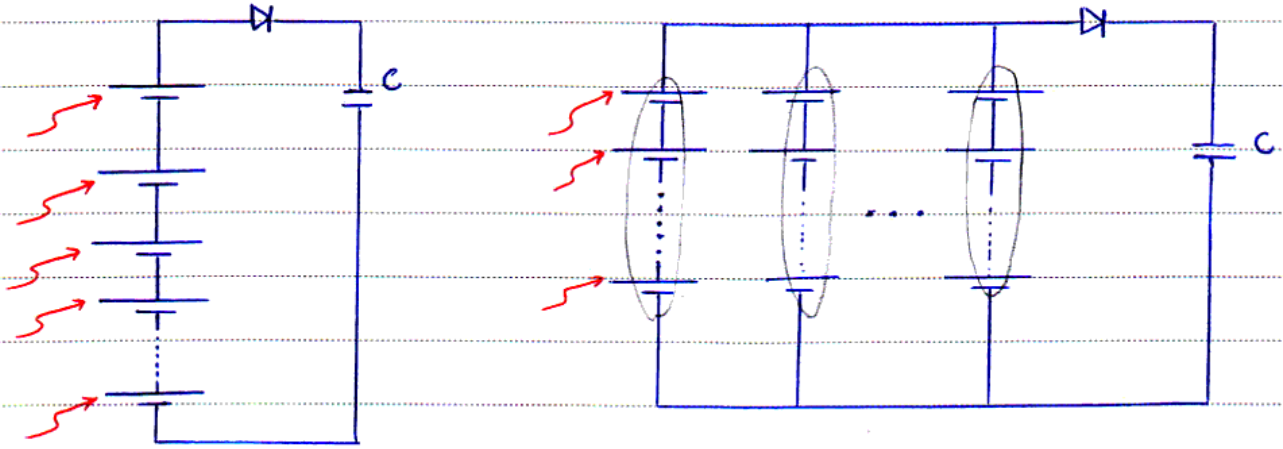
انواع ترانزیستورهای نوری :

Mxp 11A2

Mxp 4501

Mxp 11A1

Suncell یا Solarcell (۴) سلول های خورشیدی



سلول‌های خورشیدی از عناصری هستند که با تابش نور به ولتاژی با شدت یک سلول خورشیدی متغیر در حالت معال، ولتاژ مدار باز در حدود ۰.۵۰۰ mV بسته به جغرافیای نور تولید می‌کند. سلول‌های خورشیدی در مدارات معال می‌توانند جهت انرژی ولتاژ و جریان به کار گرفته شوند.

نوع کشندهی نوری :

نوع کشندهی نوری، از ابر یا مستقیم است که می‌تواند برای نوع جوی یک مولد نوری به دردی یک سلول نوری به کار رود.

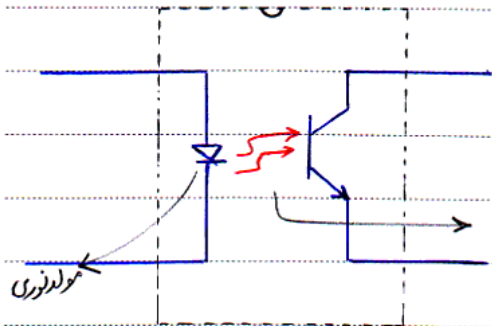
هر نوع کشندهی نوری کاربرد می‌تواند با نوعی که به سطح فیزیکی قابل قطع، غیر قابل قطع باشد، در انواع باز و بسته

دسته بندی شود. بنابراین نوع کشندهی نوری می‌تواند به اصطلاح ① بسته و غیر قابل قطع، بسته و قابل قطع، باز و

قابل قطع و باز و غیر قابل قطع ② طرازی شوند.



(۱) تزویج کننده نوری بسته غیرقابل قطع : opto Coupler



لیست IC های حساس  
به نور یا نرنده نوری

IC 3181

MoC 3010

MCT2E

CNY17

IC های نمونه

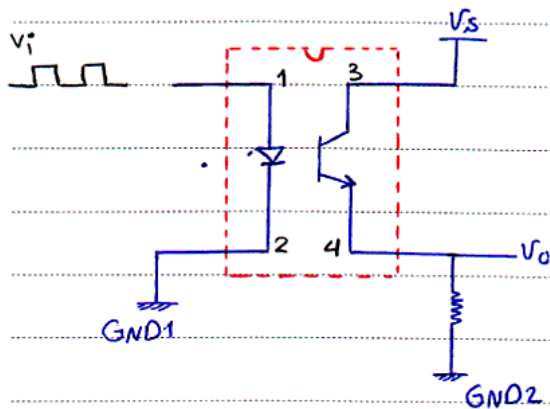
ساده ترین تزویج کننده نوری، نوع بسته غیر قابل قطع می باشد که به سبب معمول از یک LED با درون ترانزیستور

نوری مزوج با آن شکل شده است. این دو صنعت در نزدیکی یکدیگر در داخل یک محفظه بسته و بدون نور از طریق

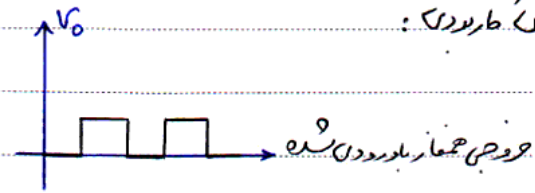
نور نامرئی یا IR به یکدیگر تزویج می کنند از کاربرد های این نوع تزویج کننده، برای اینترلاکسیون مدار منطوق

چند تابعی نیز می توان استفاده کرد تزویج کننده های نوری بسته غیر قابل قطع همچنین برای جداسازی

مصروف شده با جریان بالا و سرعت بسته با جریان مصرفی پایین به کار می رود.



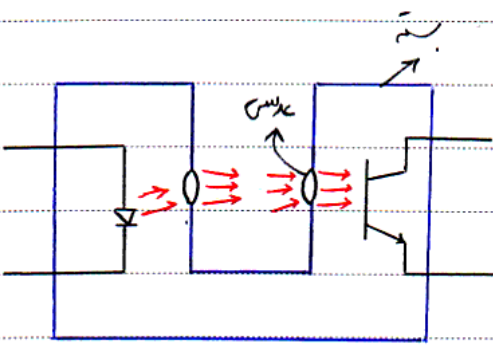
مدارهای کاربرد:



تا آنکه  $V_s$  روی خروجی  $\rightarrow$  اشباع  $T_r$  اگر  $V_i = \text{high}$  است  
می آید.

اگر  $V_s$  را زیاد کنیم می توانیم دانسته خوبی را زیاد کنیم

(۲) تزویج کننده نوری بسته مایل به قطع :



بر دو نوع می باشد  
(الف) نوع ساردار  
(ب) نوع انعکاسی

(الف) نوع ساردار :

در نوع ساردار، محفظه و گیرنده و فرستنده نوری طوری طراحی و ساخته می شوند که سیراباظمی بین فرستنده و گیرنده از طریق

محیط بیرونی می باشد بنابراین می توان آن را قطع یا وصل کرد. این نوع تزویج کننده ها برای تشخیص وجود اجسام به طار کثیفه

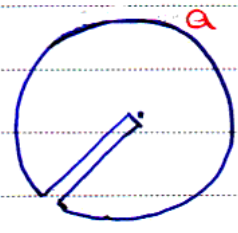
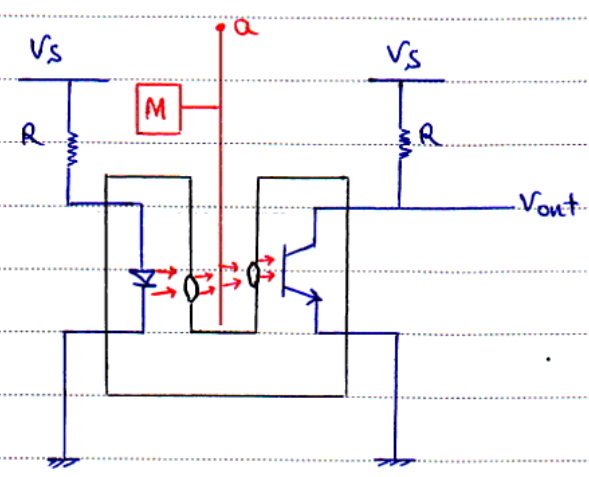
می شود و در ساخت سنسورهای تشخیص سیر (proximity) به کار برده می شود

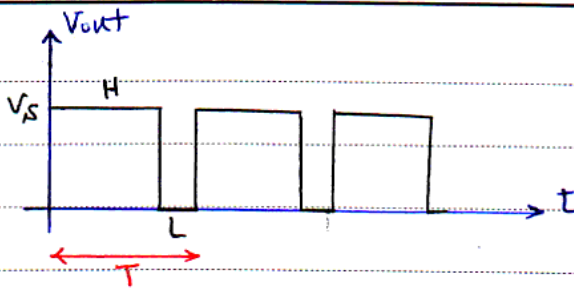
مثل آلوقمتر

به عنوان مثال از کاربردهای این تزویج کننده، ساخت آلوقمتر به صورت مدار شلخ زیر اثره برد :

درد سنج : اندازه گیری دور در دقیقه

Tachometer:

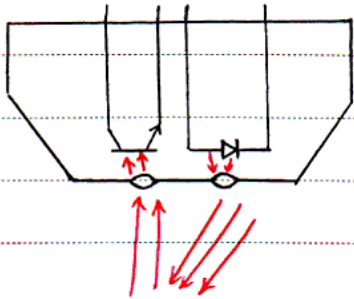




$V_{out} = V_s$  و خاموش  $T_r$  → نبولر برای  $T_r$  پس

این در یک برودت است High دارد شمار در اندازه نبولر  
low - 0 -

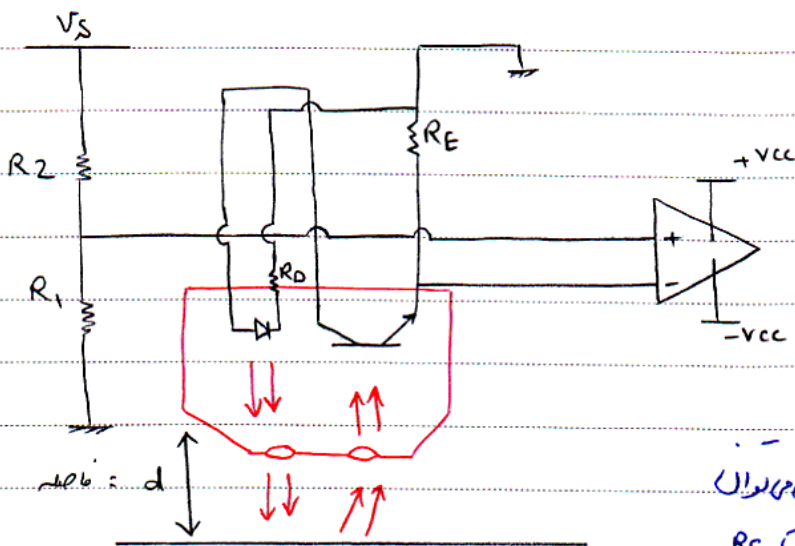
ب) نوع انوعاسی :



نمونه : GP2D120

برای فاصله های بین 80 - 10 cm

مانع



از مدار فوق برای تشخیص یک ماصدوق می توان

استفاده کرد. این ماصدوق می توان با مقاومت RE

تفسیر داد. در سنسور هایی که برای تشخیص ماصد

قرار می گیرند، خروجی به صورت 0 و 1 است

بلکه به صورت یک عدد چند بیتی باید دقت کرد

آنانقدر مناسب با ماصدوق باشد

فاصله از d کمتر شود  $T_r$  روشن  $V(-) \uparrow \rightarrow V(-) > V(+)$

اسپامپ  $\rightarrow$  spamp



P o w e r E n . i r

در سایه سار اندیشه ، بی هیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید .

زمان : همین حالا تا همیشه

مکان : تارنمای برق ایران ؛

رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا

خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا

نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است

بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا

من و تو چشمه باران ابر او بودیم

از ابتدا دریا بود و انتها دریا

POWEREN.IR

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

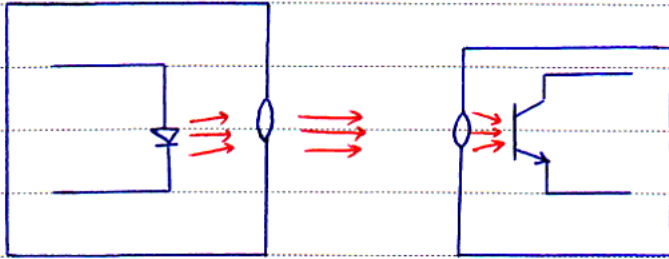
## اندازه گیری الکترونیکی (بخش چهارم)

استاد باغبانی  
تهیه و تنظیم:



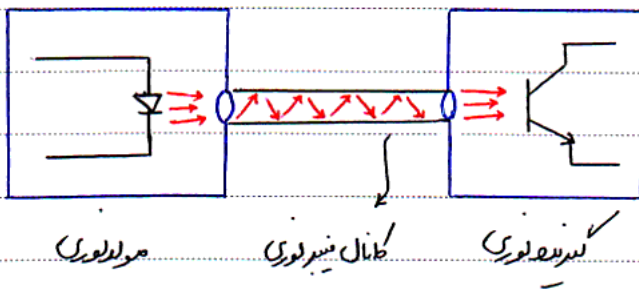


۳) ترمز کشنده بازو قابل قطع: یعنی کمان ارتباطی داشته و در زمان قطع ترمز و کشنده در زمان ورود درین بسته نیستند و از هم جدا هستند.



ترمز کشنده کی بازو قابل قطع، نوعی دیگر از ترمز کشنده کی است که در آن مولد ترمز و ترمز توری در یک بسته است و برای ترمز کشنده در رسم کی امسی و ای مشخص نیست و همچنین در رسم کی ترمز از راه دور برای ترمز یک دستگاه مانند موتورهای استفاده می شود.

۴) ترمز کشنده بازو غیر قابل قطع: یعنی کمان ارتباطی نداشته و در زمان قطع ترمز و کشنده در زمان ورود درین بسته جدا می شوند.



هو اعیس اوری بند

فریب ها: حذف ترمز - اتصال زیاد اطلاعات - غیر قابل قطع بودن

توضیح: در ترمز کشنده کی بازو غیر قابل قطع، کمان ارتباطی بین مولد ترمز و ترمز توری، فیبر ترمز کی است. از کاربرد کی

Subject :

Year . Month . Date . ( )

این ترموخ شده من لوای تبدیل سیگنال القدری به سیگنال نوری و انتقال آن به مقصد بدون القاء نویز از طرف محیط پیرامون می باشد. در مقصد نیز نویز تولید شده در یافت و تبدیل به سیگنال القدری می گردد.

آماده سازی و برداشتن سیگنال :

سیگنال القدری تولید شده در فرم امپ یا آنالوگ و حساسیت در محدوده‌ی مناسبی بوده ، لذا به طور مستقیم نمی توان آن را به تبدیل های ADC ، نشان دهنده ها و پردازشگرها متصل کرد. با استفاده از تقویت کننده که می توان این سیگنال های ضعیف را تقویت نمود در این فرآیند نویز کمتری آمانه ساخت. تقویت کننده‌ی موجود اینو ال نویز و در این محدوده‌ی نویز می باشد. برای از دست رفتن دقت اندازه گیری ، لازم است از این محدوده‌ی که اطلاع داشته باشیم.

\* از جمله تقویت کننده های که برای تقویت سیگنال استفاده می کنیم تقویت کننده‌ی عملیاتی هستند.

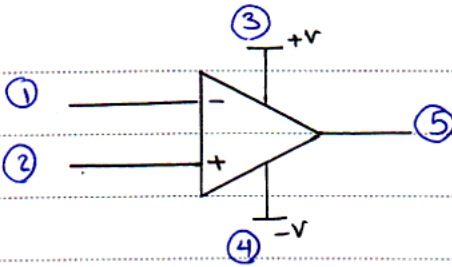
تقویت کننده‌ی عملیاتی یکی از مهم ترین IC های اینترنیت می باشد. دلیل این عبارت است از :

۱) مدار این امپ با توجه به پارامترهای بسیار به حالت اینو ال نزدیک است. بنابراین سخت کاری القدری نمی باشد. با آن که ، از دقت بالایی برخوردار است.

۲) قابلیت اغتضای مدار که می باشد این امپ ساخته می شود بسیار زیاد است. به گونه‌ای که اگر مداری در طراحی اولیه بر روی کاغذ یا در سیم سازی درست جواب دهد ، در عمل نیز همانگونه خواهد بود.

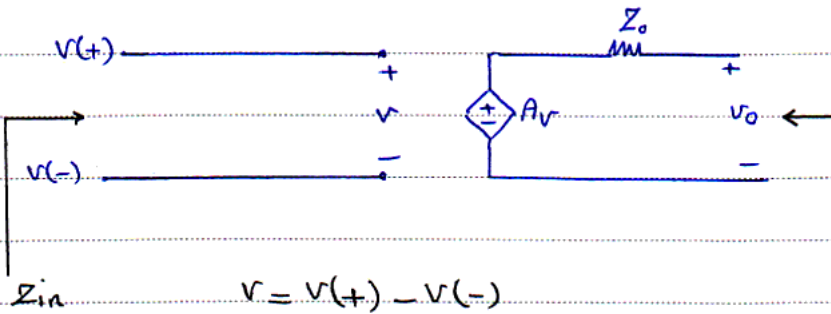
Subject: \_\_\_\_\_

Year. \_\_\_\_\_ Month. \_\_\_\_\_ Date. \_\_\_\_\_ ( )



- ① : ورودی منفی
- ② : ورودی مثبت
- ③ : تغذیه مثبت
- ④ : تغذیه منفی
- ⑤ : خروجی

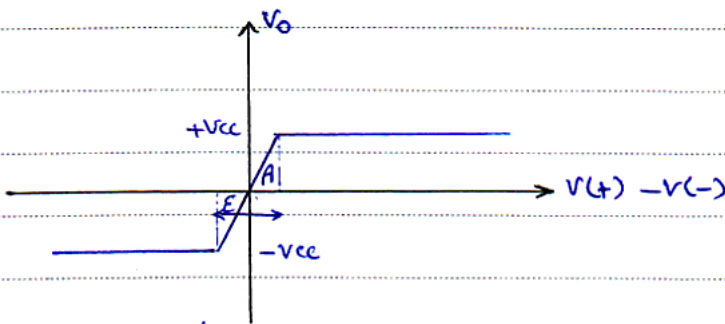
اگر فرض کنیم این لایه را در حالت ایده‌آل رسم می‌کنیم، داریم:



or  $A = \infty$

$Z_{in} = \infty$

$Z_o = 0$



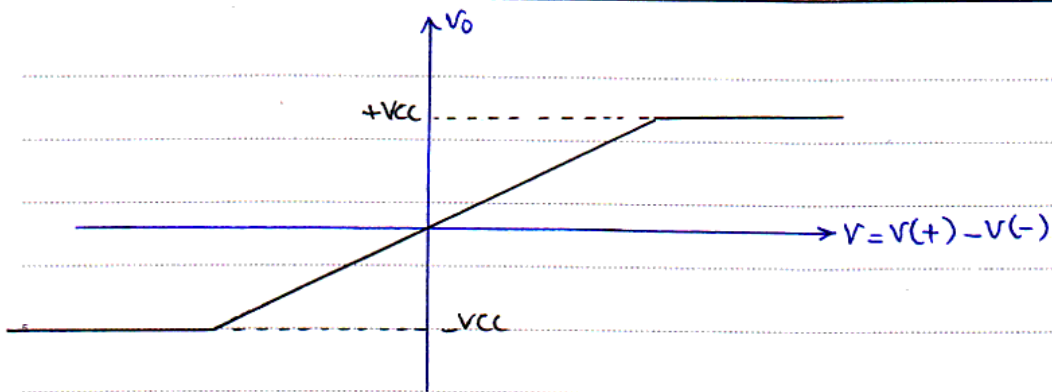
ع: ناحیه خطی بودن

نکته: با استفاده از نزدیک شدن مابین خروجی و ورودی منفی می‌توانیم ناحیه خطی بودن تقویت کننده را استوارتر و ادا

این کار باعث می‌شود که بهره تقویت کننده بیشتر کم شود

Subject :

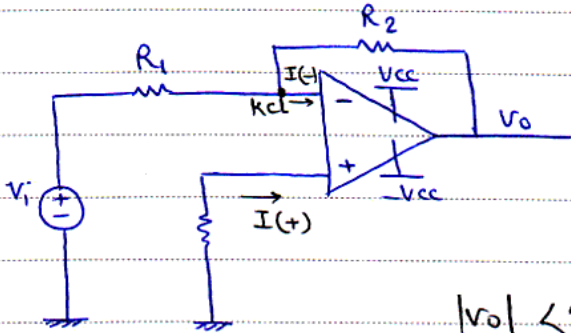
Year . . . Month . . . Date . . . ( )



کاربردهای op-Amp :

- |                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| ۱- تقویت کننده منفرجه        | ۲- تقویت کننده مثبت                   |
| ۳- جمع کننده                 | ۴- ساخت DAC                           |
| ۵- مدار فرمان بسته           | ۶- مدار انتقال کسب                    |
| ۷- مدار مستقیم کسب           | ۸- مدل جریان ولتاژ و توان             |
| ۹- ساخت منبع جریان استواری   | ۱۰- ساخت فیلترهای فرکانس LP ، BP ، HP |
| ۱۱- السیت درینر              | ۱۲- دستا سازیند                       |
| ۱۳- پیوسته‌های تمام موج دقیق | ۱۴- ساخت انواع اسیداتورها             |
| ۱۵- ساخت مدارهای سم کسب      | ۱۶- ساخت ترمز کننده‌ها با لول         |
| ۱۷- ساخت ولت مترهای RMS      | ۱۸- مدل‌های 4C و 4L                   |

1) تعیین کننده منفرجه (السؤال)



سؤال اول: OP-AMP همیشه در ناحیه خطی باشد:  $|v_o| < v_{cc}$

$$|v_i| < \frac{R_1}{R_2} v_{cc} \quad \text{یا} \quad \left| \frac{R_2}{R_1} v_i \right| < v_{cc}$$

شکل ورودی  $v_i$  بر ورودی منفرجه این امدت وصل می شود.

شرط آن هم برای امدت تعیین کننده خطی باشد،  $I(-) = I(+)$   $v(-) = v(+)$   $A = +\infty$

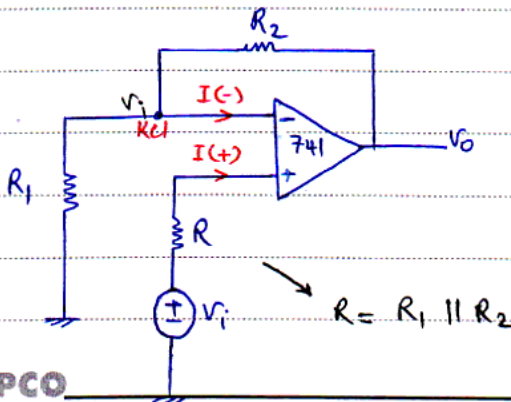
در غیر این صورت تعیین کننده از ناحیه خطی خارج می شود یا به اشباع مثبت می رود یا به اشباع منفی

$v(-)$  هم معادلی است زیرا مستقیماً به زمین وصل نیست و فقط با زمین آن صبر است

KCL:  $\frac{v_i}{R_1} + \frac{v_o}{R_2} = 0 \rightarrow v_o = -\frac{R_2}{R_1} v_i$

علامت منفرجه نشان می دهد که خروجی

با ورودی اختلاف فاز دارد.

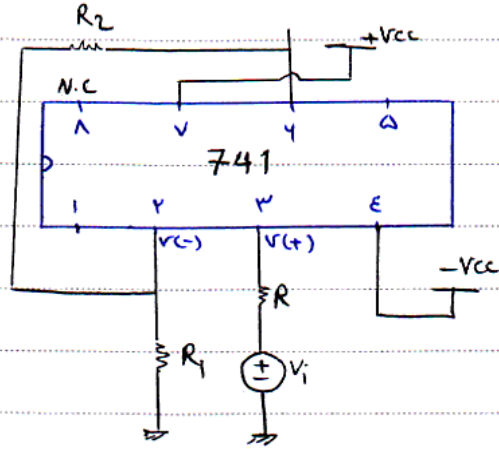


2) مدار تعیین کننده مثبت (السؤال):

$$R = R_1 \parallel R_2$$



Subject: AN  
 Year:      Month:      Date:      ( )



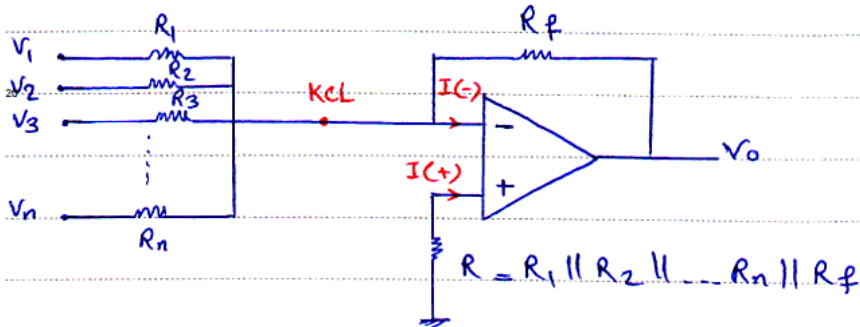
$$I(-) = I(+) = 0$$

$$\text{kcl: } \frac{V_i}{R_1} + \frac{V_i - V_o}{R_2} = 0 \rightarrow V_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_i$$

سطح دریاچه خف می خورد این تعویض شده

$$\left| \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_i \right| < V_{CC}$$

$$\left| V_i \right| < \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{CC} \rightarrow \text{سطح خف می خورد تعویض شده}$$



۳) مدار جمع کننده:

$$R = R_1 \parallel R_2 \parallel \dots \parallel R_n \parallel R_f$$



$$I(-) = I(+) = 0$$

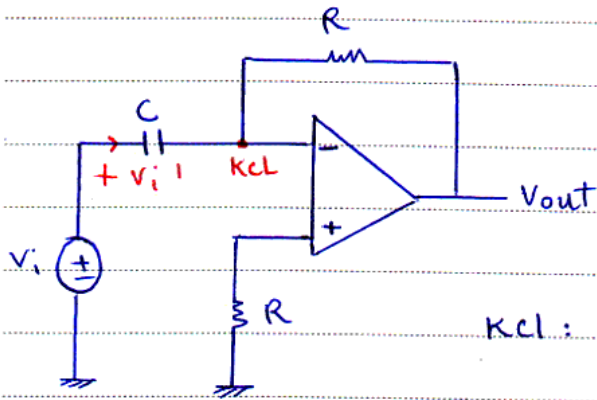
$$\text{Kcl: } \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} + \frac{V_0}{R_f} = 0$$

$$\rightarrow V_0 = -R_f \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{R_i}$$

$$\text{Opj: } R_i = R_f \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\rightarrow V_0 = - \sum_{i=1}^n V_i$$

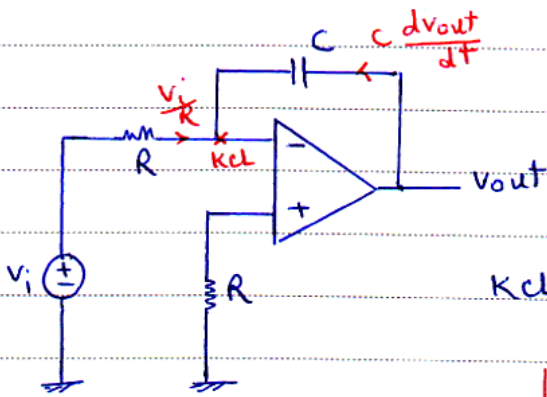
مطرح سوال است:



$$KCL: C \frac{dv_i}{dt} + \frac{V_{out}}{R} = 0$$

$$\rightarrow V_{out} = -RC \frac{dv_i}{dt}$$

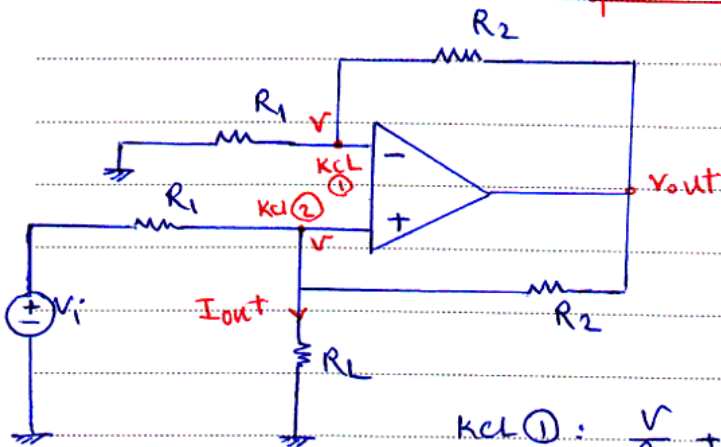
مطرح سوال است:



$$KCL: \frac{v_i}{R} + C \frac{dv_{out}}{dt} = 0$$

$$\rightarrow V_{out} = \frac{-1}{RC} \int_0^t v_i(t) dt$$

مطرح سوال است:

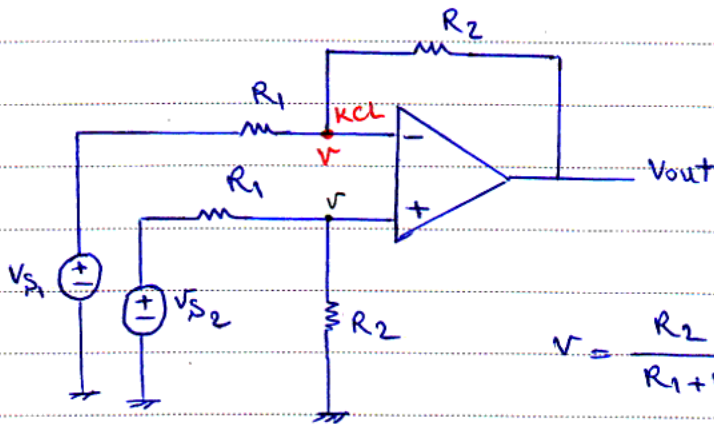


$$KCL \textcircled{1}: \frac{V}{R_1} + \frac{V - V_{out}}{R_2} = 0 \rightarrow \frac{V - V_{out}}{R_2} = \frac{-V}{R_1}$$

$$KCL \textcircled{2}: \frac{V - V_i}{R_1} + \frac{V - V_{out}}{R_2} + \frac{V}{R_L} = 0$$

$$\frac{v}{R_1} - \frac{v_i}{R_1} - \frac{v}{R_1} + \frac{v}{R_L} = 0 \rightarrow v = \frac{R_L}{R_1} v_i$$

$$I_{out} = \frac{v}{R_L} = \frac{v_i}{R_1} \rightarrow I_{out} = \frac{v_i}{R_1}$$



مقاومت‌ها را با هم جمع می‌کنیم:

$$v = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_{S2}$$

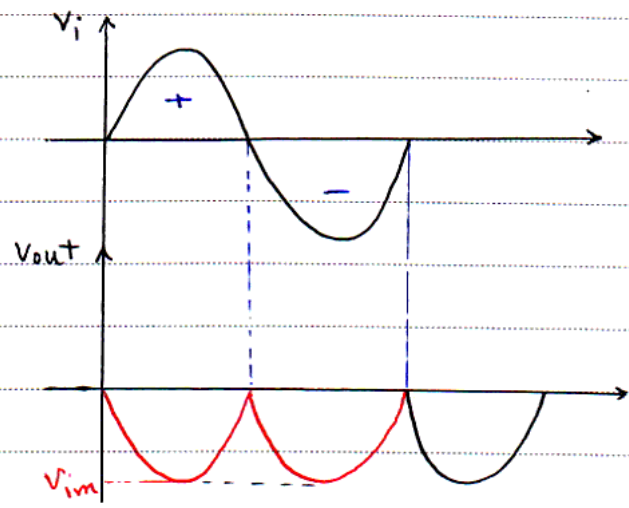
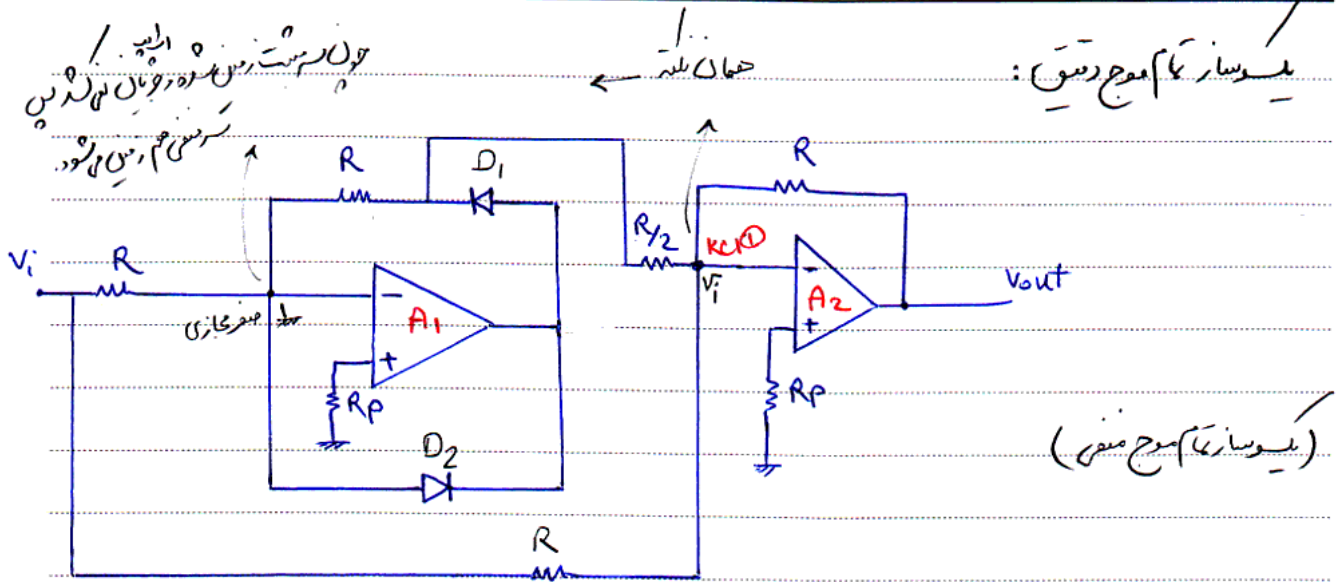
$$\text{KCL: } \frac{v - v_{S1}}{R_1} + \frac{v - v_{out}}{R_2} = 0$$

$$\frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} v_{S2} - v_{S1}}{R_1} + \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} v_{S2} - v_{out}}{R_2} = 0$$

$$\frac{R_2}{R_1(R_1 + R_2)} v_{S2} - \frac{v_{S1}}{R_1} + \frac{v_{S2}}{R_1 + R_2} - \frac{v_{out}}{R_2} = 0$$

$$\frac{v_{out}}{R_2} = \left( \frac{R_2 + R_1}{R_1(R_1 + R_2)} \right) v_{S2} - \frac{v_{S1}}{R_1} = \frac{v_{S2}}{R_1} - \frac{v_{S1}}{R_1}$$

$$\rightarrow v_{out} = \frac{R_2}{R_1} [v_{S2} - v_{S1}] \rightarrow \text{تفاوت پتانسیلها}$$



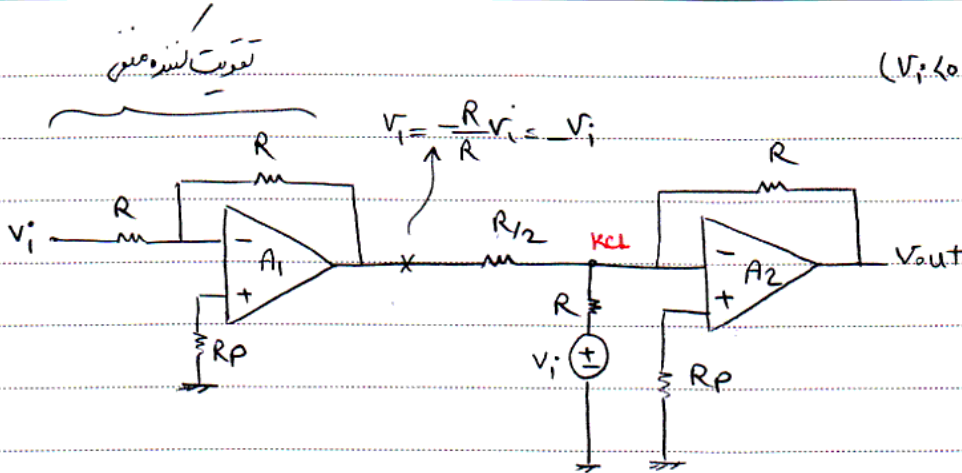
این روند در تمام سازه های مشابه کار می کند.

①  $V_i > 0 \rightarrow A_1$  (ساز مثبت)  $\rightarrow D_1$  (off),  $D_2$  (on)

$$KCL \text{ ①: } \frac{V_i}{R} + \frac{V_{out}}{R} = 0 \rightarrow V_{out} = -V_i$$

②  $V_i < 0 \rightarrow A_1$  (ساز منفی)  $\rightarrow D_1$  (on),  $D_2$  (off)





مدار معادل حالت دوم ( $V_i = 0$ )

تغویت کننده منفی

$$V_i = -\frac{R}{R} V_i = -V_i$$

$$kcl: \frac{V_i - 0}{R} + \frac{-V_i - 0}{R_{12}} + \frac{V_{out} - 0}{R} = 0$$

$$\rightarrow \frac{V_{out}}{R} = \frac{V_i}{R} \rightarrow V_{out} = V_i$$

میزان در مدار فوق جهت ورودی ها اعوض کرده در مدار فوق را درست آورده (یکسان سازی) معنی مثبت می شود

محدودیت های تغویت کننده های عملیاتی:

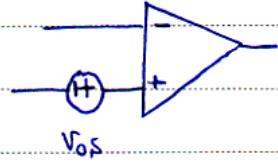
- ۱) آستانه ورودی
- ۲) بهره مدستیک
- ۳) پهنای باند فرکانسی
- ۴) جریان درونی کم در عوض
- ۵) سرعت پاسخ دهی یا Slew Rate

۱) آستانه ورودی:

بخاطر عدم تقارن تراز ورودی ها موجود در داخل تغویت کننده های عملیاتی و مخصوصاً در ورودی ،

صفا می بیند و نتایجی در خروجی بهم برآید ، ولتاژ ورودی تغویت کننده ها را خواهد داشت بر این ولتاژ ،

ولتاژ است که تولید ولتاژ یک منبع ولتاژ به سری با یکی از ورودی‌های باشد در تقویت کننده



ولتاژ است که به بدت با تغیر دما، تغیر می‌کند

تغیر ولتاژ است ناشی از تغیر دما، ولتاژ در تغیر می‌کند

ردس‌های مختلف حذف است ورودی :

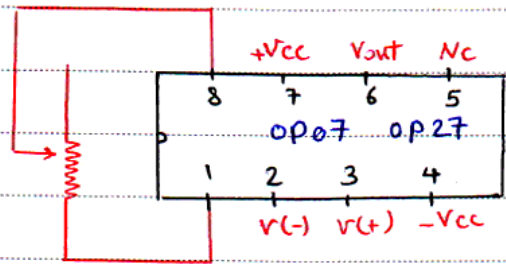
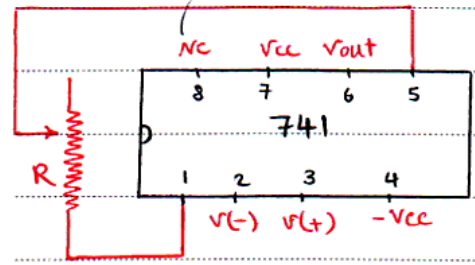
۱) استفاده از پایه‌های در تقویت کننده برای حذف است

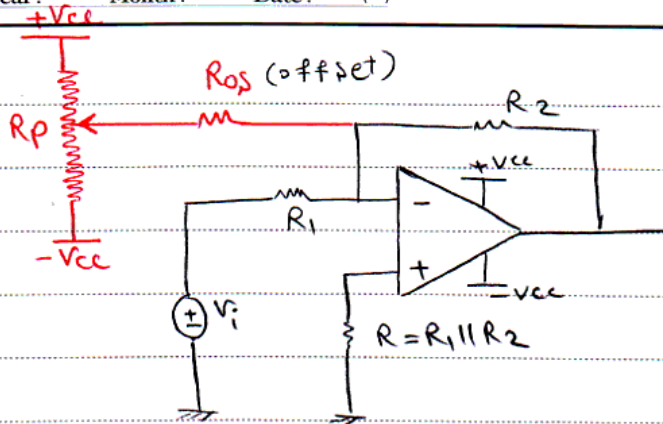
۲) استفاده از مدار خارج جهت حذف است ورودی

۳) استفاده از مدار خود کار حذف است

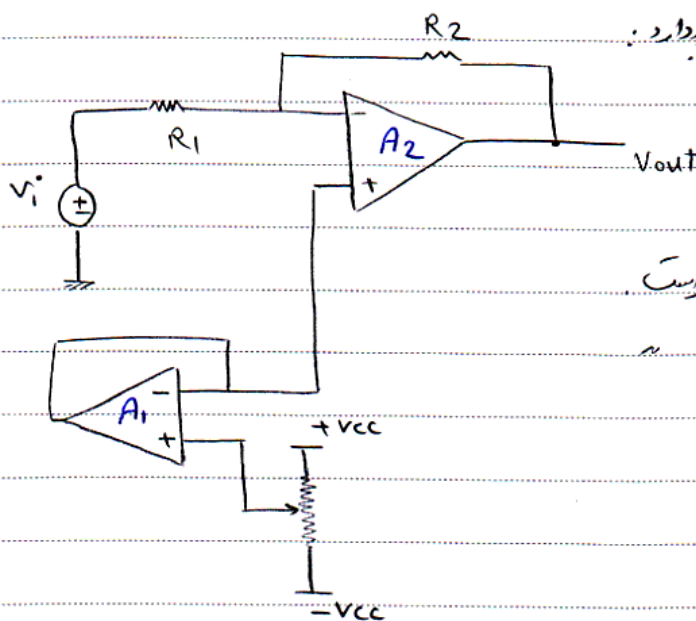
۴) حذف از است در هنگام برداشتن سیگنال یا داده

جای و عمل است





(۲) استفاده از مدار خارج:



این مدار برای حذف سیگنال ورودی خطی کاربرد دارد:

منبع ولتاژ ایده‌آل به مقاومت داخل این عنوان است  
منبع جریان

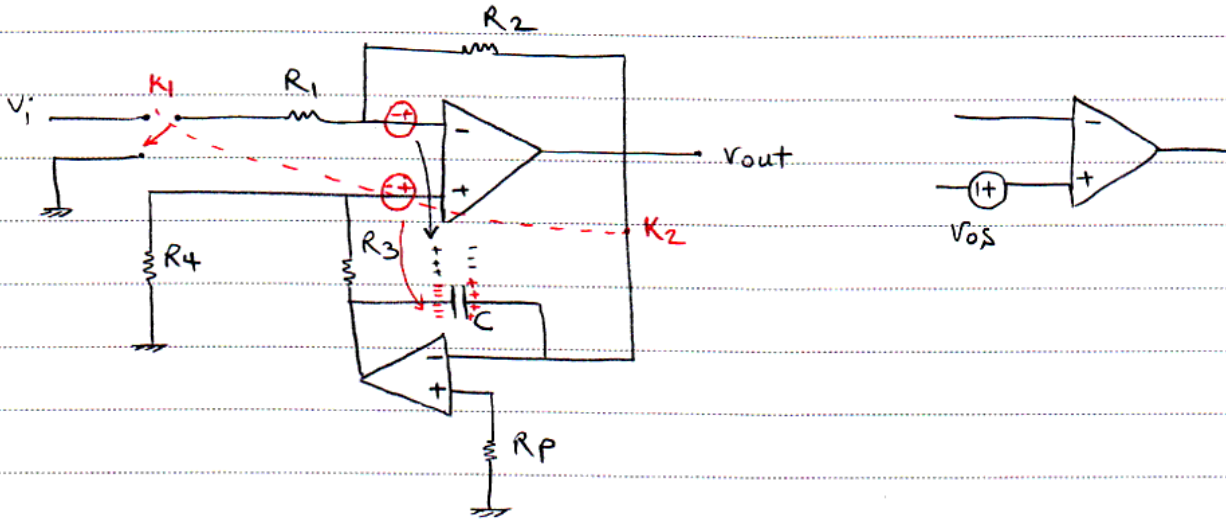
در این مدار (مدار فوق) از آنجا که ورودی مثبت  $A_2$  خروجی مایه  $A_1$  متصل است، امپدانس (مقاومت)

ورودی از پایه مثبت  $A_2$  بسیار اجزا است از همین به تغییر یا نویز، ولتاژ اعمال شده به پایه مثبت  $A_2$

تغییر کند. با استفاده از این مدارها می‌توانیم در نبود سیگنال ورودی  $V_i$ ، قسمت ورودی را حذف کنیم

سیگنال ورودی اعمال شده و تقویت شده، بصورت ایده‌آل عمل خواهد کرد

۳) استفاده از مدار خود را حذف کنید:



در این مدار ابتدا طبق  $K_1$  سیگنال ورودی را جدا کرده و به زمین متصل می‌شود. فرکانس طبق  $K_2$  وصل خواهد شد. در این

حالت اگر آنست ورودی در زمین مثبت باشد باعث می‌شود که خازن C طوری شارژ شود که به زمین مثبت ولتاژ منفی

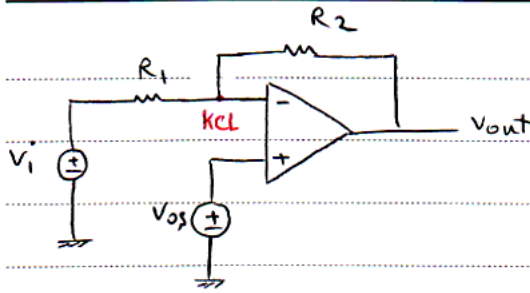
اعمال کند و این باعث می‌شود جمع جدیدی ولتاژ آنست و ولتاژ دو سر خازن منفی شود.

اگر ولتاژ آنست در زمین منفی باشد خروجی  $V_{out}$  منفی بوده و خازن C طوری شارژ می‌شود که به همان اندازه ولتاژ آنست

موجود در زمین منفی به زمین مثبت اعمال گردد. در نتیجه تفاضل آن‌ها با هم صفر خواهد شد.

بعبارت این مرحله، طبق  $K_2$  باز شده و طبق  $K_1$  سیگنال  $V_i$  را به ورودی وصل می‌کنند. این در نهایت تعویض کننده بودن آنست

عمل خواهد کرد.



درون تار آستان خف نشود هراه با سیگنال ورودی

تقویت می برد

$$V_{out} = \frac{-R_2}{R_1} V_i + (1 + \frac{R_2}{R_1}) V_{os}$$

KCL:  $\frac{V_i - V_{os}}{R_1} + \frac{V_{out} - V_{os}}{R_2} = 0$

خف آستان هفام بردارن سیگنال:

این روش در مدارهای کاربرد دارد که دافنه سیگنال ورودی از رانه و تار آستان ورودی فریب آید. در این

روش سیگنال را بدون نیاز به خف آستان تقویت کرده و در و سیگنال تبدیل می کنیم و هفام بردارن مقدار آستان را

از آن کم می کنیم

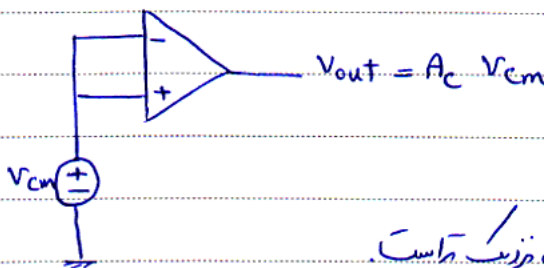
مقدار متوسط  $V_{cm} = \frac{V_1 + V_2}{2}$

مقدار متوسط:

در حالت ایو آل، ولتاژ خروجی یک تقویت کننده عملیاتی، تنها به اختلاف  $V_d = V_1 - V_2$  تقاضی

در ولتاژ بین سینت وین منفی و آب است اما در عمل ولتاژی بر ولتاژ مثبت به صورت  $V_{cm} = \frac{V(+)+V(-)}{2}$

تولید می شود نیز وجود دارد نسبت لغسارت ولتاژ خروجی به ولتاژ متوسط را به روی متوسط می گویند.



$$A_c = \frac{V_{out}}{V_{cm}}$$

نکته: هر چه بهر مد مشترک کم باشد تقویت کننده به حالت ایو آل فریب آید



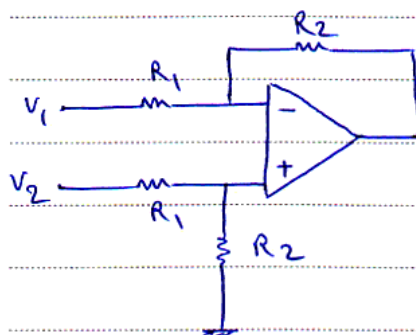
$$CMRR = \frac{A_d}{A_c}$$

$$CMRR_{dB} = 20 \log \frac{A_d}{A_c}$$

$$20 \log CMRR = 20 \log \frac{A_d}{A_c}$$

در طراحی تقویت کننده‌های عملیاتی سعی می‌کنیم تا CMRR عدد بسیار بزرگی باشد. به عنوان مثال در تقویت کننده‌های

امپاریتوس، CMRR بالای 90 dB می‌باشد.



$$v_{out} = A_d v_d + A_c v_{cm}$$

$$v_d = v_2 - v_1 \quad \left\{ \begin{array}{l} v_2 - v_1 = v_d \\ v_2 + v_1 = 2v_{cm} \end{array} \right.$$

$$v_{cm} = \frac{v_2 + v_1}{2}$$

$$\begin{cases} v_2 = v_{cm} + \frac{1}{2} v_d \\ v_1 = v_{cm} - \frac{1}{2} v_d \end{cases}$$

$$v_{out} = A_d v_d + A_c v_{cm} = \frac{R_2}{R_1} v_d + \frac{A_d}{CMRR} v_{cm} \quad |A_d| = \frac{R_2}{R_1}$$

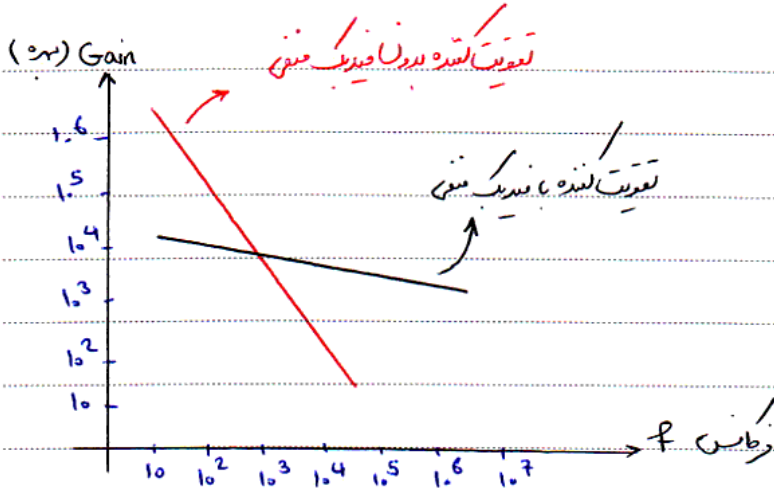
$$v_{out} = \frac{R_2}{R_1} v_d + \frac{R_2}{R_1 CMRR} v_{cm}$$

دقتاً بیشتر عمل می‌کند و ولتاژ برداشته می‌شود

تقویت کننده

$$CMRR = \frac{A_d}{A_c} \rightarrow A_c = \frac{A_d}{CMRR}$$





با تغییر زاویه، تغییرات شدت‌های عملیاتی:

خواهیم دید تغییرات شدت عملیاتی به صورت بدون فیدبک منفی استفاده شود نه بهای با تغییرات آن کم خواهد بود. به عبارت دیگر

با افزایش زاویه، بهره بیشتر کم می‌شود. خواهیم دید تغییرات شدت را به صورت فیدبک منفی استفاده کنیم باعث کاهش بهره خواهد شد.

در عوض در پهنای وسیع از زاویه سیگنال در ورودی، بهره ثابت می‌ماند.

جریان خروجی تغییرات شدت‌های عملیاتی:

در اغلب تغییرات شدت‌های عملیاتی، جریان خروجی محدود به میلی آمپر  $mA$  بوده و لذا نمی‌توان آن را توان زیادی را

منتقل کرد و اغلب می‌توان توسط مدارات اضافی که در خروجی تغییرات شدت وارد دارد، جریان آن را تقویت کرد.

سرعت تغییرات خروجی (Slew Rate):

سرعت تغییرات ولتاژ خروجی یک تغییرات شدت عملیاتی به دلیل محدودیت این مدار، کمی نمی‌باشد. به عبارت دیگر اگر تغییرات

ناهنجانی در ورودی داشته باشیم، خروجی با شیب آهسته تغییر می‌کند نه آن  $Slew Rate$  می‌تواند  $Slew Rate$  می‌تواند

IC	SR ( $\frac{V}{\mu\text{sec}}$ )
LM 741	0.15
CA 3140	9
LF 357	50
LH0032	500
op 07	12
op 27	2.8

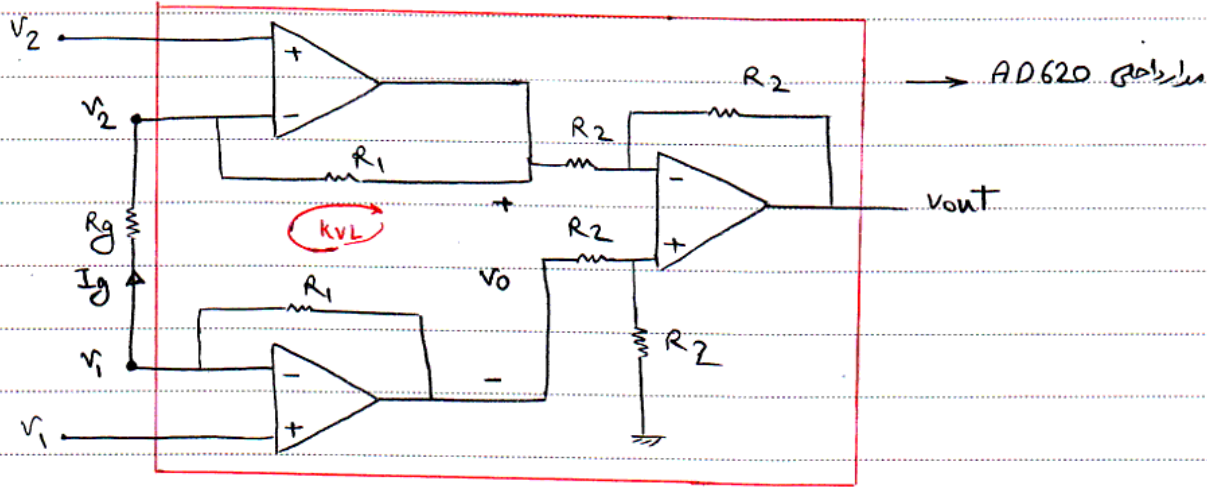
جدول سرعت سازه م بصورت زیر است:

تعبیرات سازه های اینترسیون:

تعبیرات سازه های اینترسیون، نوعی تعبیرات سازه های عملیاتی می باشد که مشخصه های آنها به شرح زیر است. در تعبیرات سازه های

اینترسیون، اسپد ورودی بسیار زیاد، بهره مد مشترک بسیار کمتر، بهره تفاضلی بسیار زیاد می باشد.

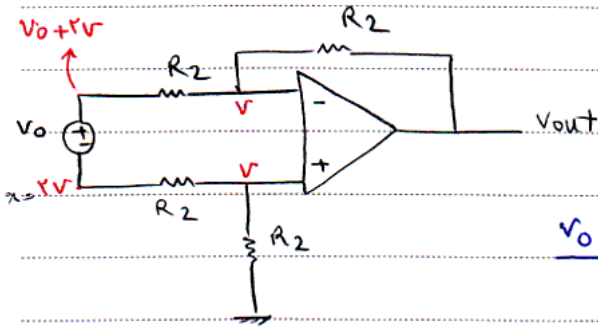
ساختار یک تعبیرات سازه های اینترسیون م بصورت زیر است:



$$I_g = \frac{V_1 - V_2}{R_g}$$

KVL:  $V_0 + R_1 I_g + R_g I_g + R_1 I_g = 0$

$$\rightarrow V_0 = -(2R_1 + R_g) I_g$$



$$\frac{V_0 + 2V - V}{R_2} + \frac{V_{out} - V}{R_2} = 0$$

$$\frac{V_1 - V_2}{R_g}$$

$$V = \frac{R_2}{R_2 + R_2} x \rightarrow V = \frac{1}{2} x \rightarrow x = 2V$$

$$V_{out} = -V_0$$

$$V_{out} = (2R_1 + R_g) I_g$$

$$\rightarrow V_{out} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_g}\right) (V_1 - V_2) \rightarrow \text{اینجا دوستانه است}$$

$$V_{out} = A_d V_d + A_c V_c \rightarrow A_d = \left(1 + \frac{2R_1}{R_g}\right)$$

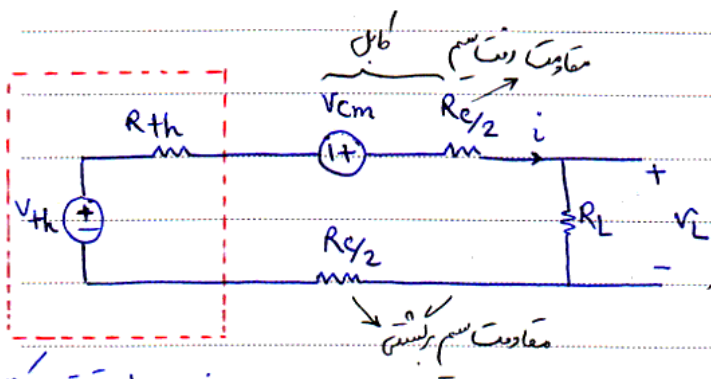
$$\rightarrow A_c = \frac{A_d}{CMRR}, (A_d = \frac{R_2}{R_2}) \rightarrow A_c = \frac{1}{CMRR} \quad |A_d| = \frac{R_2}{R_1}$$

$$V_{out} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_g}\right) (V_1 - V_2) + \frac{1}{CMRR} \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right)$$

$$1 \leq \text{Gain} = 1 + \frac{2R_1}{R_g} \leq 1000 \quad \text{اینجا دوستانه است: } R_g$$

AD 524, AD 620, AD 621, اینجا دوستانه است: Rg

AD 622, AD 624, AD 625, Amp 01A, Amp 02



ارسال سیگنال r جهورت ولتاژ و جریان

ارسال سیگنال r جهورت ولتاژ:

$V_{cm}$  ولتاژ آنا شده توسط انواع اشهرده خاصه در طول مسير

فرضي مدل ولتجوت اشده صا  
(توئن)

$$i = \frac{V_{th} + V_{cm}}{R_L + R_{th} + R_c}$$

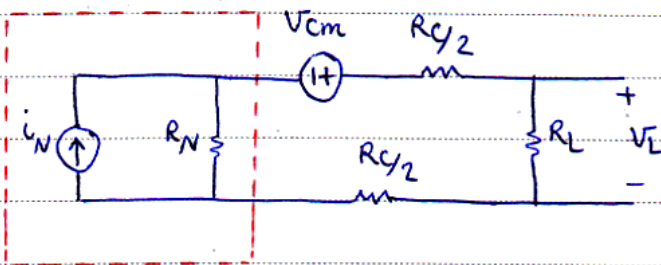
$$V_L = i \cdot R_L = \frac{(V_{th} + V_{cm})}{R_L + R_{th} + R_c} \times R_L \xrightarrow{R_L \gg R_{th} + R_c} V_L = V_{th} + V_{cm}$$

مدلر معادل يك نسيم ارسال سيگنال r جهورت ولتاژ در بالا آورده شده است منبع ولتاژ  $V_{cm}$  معادل ولتاژ نوبز انالده

روي مدارات است رابطه دست كمده براي  $V_L$  نشان مي دهد در يك نسيم ارسال سيگنال r جهورت ولتاژ خامي

ولتاژ نوبز در جهوت و اراجي ليد اين نوبز مي تواند باعث احطاد در عملدر نسيم انالده وليكي شود

ارسال سيگنال r جهورت جريان:



فرضي مدل ولتجوت اشده (توئن)

$$i_L = \frac{i_N R_N}{R_N + R_C + R_L} + \frac{V_{cm}}{R_N + R_C + R_L}$$

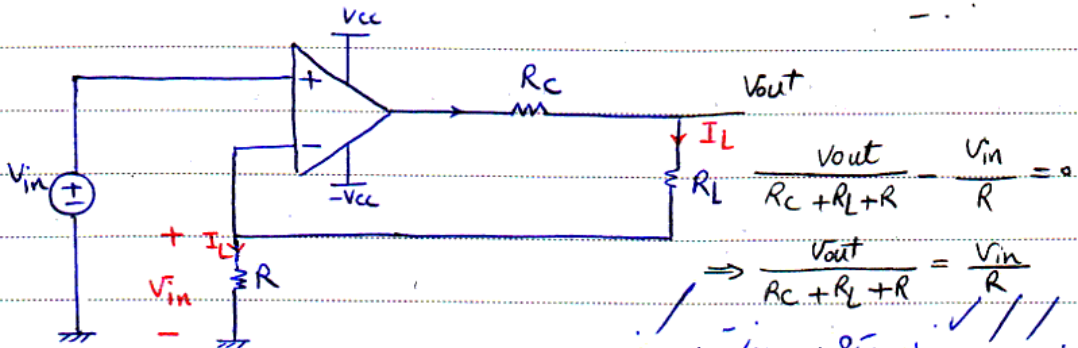
$$V_L = R_L i_L = \frac{R_L R_N}{R_N + R_C + R_L} i_N + \frac{R_L V_{cm}}{R_N + R_C + R_L}$$

$R_N \gg R_C + R_L \rightarrow V_L = \frac{R_L R_N}{R_N} i_N + \frac{R_L}{R_N} V_{cm}$   
 مقادیر فوقین بسیار بزرگ است

$$V_L = i_N R_L + \frac{R_L}{R_N} V_{cm}$$

از آن جا که  $\frac{R_L}{R_N}$  عددی کوچک است نسبت به  $i_N$  در اعمال سیگنال بصورت جریان خروجی نویز هم در خروجی دست، لذا برای اعمال سیگنال معمولاً به شکل جریان ارسال می شود.

مدل های ولتاژ و جریان :



$$\frac{V_{out}}{R_C + R_L + R} - \frac{V_{in}}{R} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{V_{out}}{R_C + R_L + R} = \frac{V_{in}}{R}$$

مدل ساده ای در یک سیگنال ولتاژ و جریان شکل می یابد

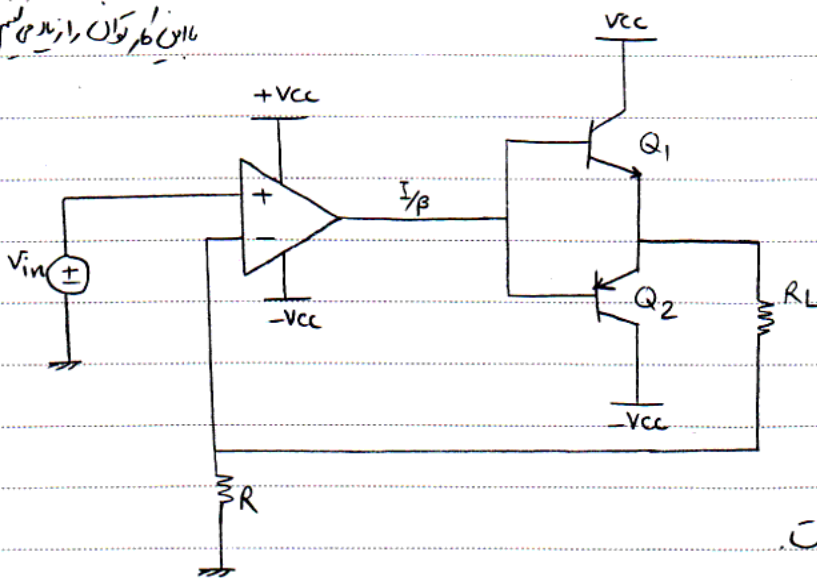
$$I_L = \frac{V_{in}}{R} \quad V_{out} = \left(1 + \frac{R_C + R_L}{R}\right) V_{in} < V_{cc}$$

جریان خروجی تقویت کننده عملیاتی محدود به حدی است برای افزایش جریان خروجی می توان از دو ترانزیستور



این کار توان را زیاد می‌کند.

توسیع باند استفاده کرد



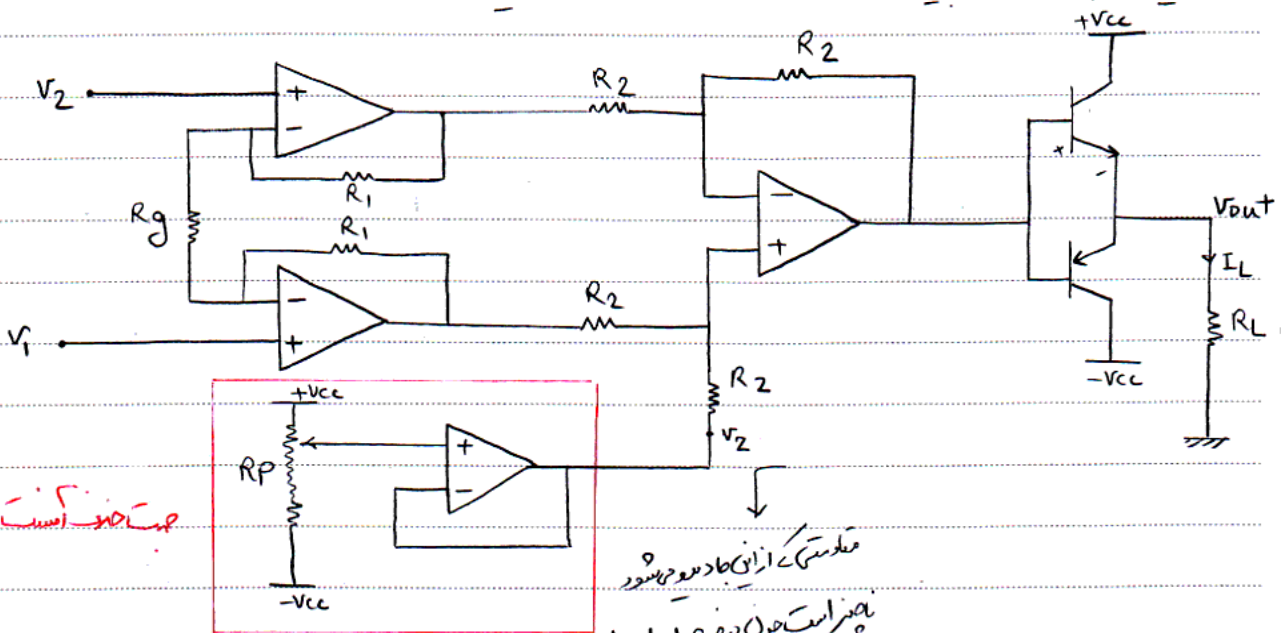
Q1 : نیم سیکل مثبت روشن

Q2 : نیم سیکل منفی روشن

R کوچک است ، جریان خروجی زیاد است

در مدار فوق جریان بار  $R_L$  ،  $\beta$  برابر است با جریان خروجی تقویت کننده عملیاتی می باشد

توسیع باند و توان ، جریان بار استفاده از تقویت کننده کم توان را در خروجی :



بند نه است

مقدار  $R_2$  از این بزرگتر نباشد  
چون است چون در خروجی این است

منابع و توان بزرگتر  $\beta$  جریان  $\beta$  TR100 x IC

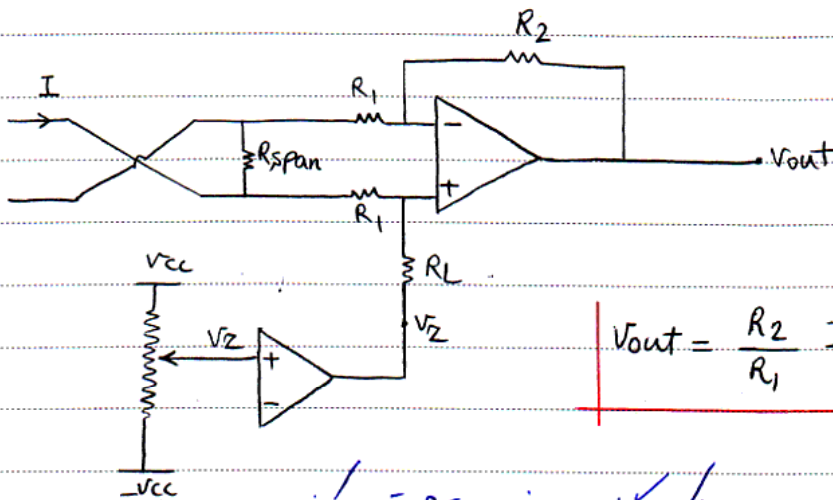
$$V_{out} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_g}\right) (V_1 - V_2)$$



مدل جریان به ولتاژ:

بعد از ارسال سیگنال به صورت جریان مقصد، در مقصد دوباره برای برداشتن سیگنال باید سیگنال جریان به سیگنال

ولتاژ تبدیل گردد. برای این کار می‌توان نمونه‌ها را از مدار شطرنجی زیر استفاده کرد:



$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1} I R_{span} + V_z$$

با توجه به رابطه خروجی می‌توان گفت که این مدار علاوه بر این سیگنال جریان را به ولتاژ تبدیل می‌کند.

می‌توان با انتخاب مناسب  $R_{span}$  و  $V_z$ ، خروجی را به ماصله دلخواه رساند (مقتضای درخواست، استاندارد

است) در مدل‌های آنالوگ به احتمال ۵۷ → ۰ است.

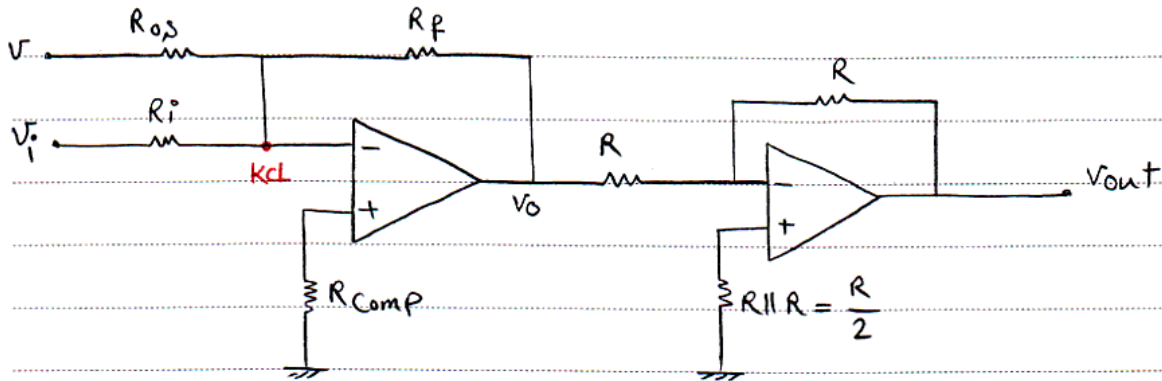
مدل‌های Zero-Span:

خروجی مدل‌های تعویض کننده که به صورت استاندارد نمی‌باشد و برای برداشتن لام است به ماصله‌های استاندارد تبدیل

گردد. به عنوان مثال در مدل‌های ADC باید ماصله‌های استاندارد صرفاً ۵ دانسته باشد، در حالی که خروجی به تنهایی

مانند LM35 می‌تواند ۱/۴ تا ۳،۳ ولت به بیرون برای اتصال LM35 - ADC تنظیم است از این

مطابق با Zero-Span استفاده شود. مدارش زیر به همراه Zero-Span نشان می‌دهد:



$$\text{kcl: } \frac{V_i}{R_i} + \frac{+V}{R_{os}} + \frac{V_o}{R_f} = 0 \Rightarrow V_o = -\frac{R_f}{R_i} V_i + \frac{R_f V}{R_{os}}$$

$$V_{out} = -V_o \Rightarrow V_{out} = \frac{R_f}{R_i} V_i + \frac{R_f}{R_{os}} V \quad \text{①} \quad \left| \begin{array}{l} V_{out} = m V_i + b \quad \text{②} \end{array} \right.$$

نشان می‌دهد که ولتاژ خروجی سنسورهای LM35، ۱،۷ تا ۳،۷ ولت می‌باشد. برای اتصال آن به یک ADC از این

ADC با ورودی ۵ ولت استفاده کردیم. مطابق با Zero-Span طراحی شده است پس LM35 را

$$1.7 \leq V_i \leq 3.7 \text{ V}$$

$$0 \leq V_{out} \leq 5 \text{ V}$$

در ADC

$$\Rightarrow V_{out} = 1,5 V_i - 4,25$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 5 = 1,5 m + b \\ 0 = 1,5 m + b \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow m = \frac{5}{1} \quad , \quad b = -1,5 \times 1,5 = -4,25$$

$$\frac{R_f}{R_i} = 2,5$$

$$R_f = 1k\Omega$$

عبارت اول را برام  $V_{cc}$  تقسیم ۹ حول میزنیم  
از خارج، یعنی هموار شدن میانه  
(در طراحی استفاده می کنیم)

$$\rightarrow R_i = 400\Omega$$

$$\frac{R_f}{R_{os}} V = -4,25 \rightarrow V = -V_{cc} = -12$$

مقاومت منبع تغذیه بین این منبع ولتاژ است بین  $V_{cc}$   
منه در تقسیم استفاده می کنیم

$$\frac{-12}{R_{os}} = -4,25 \rightarrow R_{os} = \frac{12}{4,25} = 2,82k\Omega \rightarrow \text{چون } R_f \text{ } 1k\Omega \text{ ترسیم}$$

تغویت کننده ای از اوله:

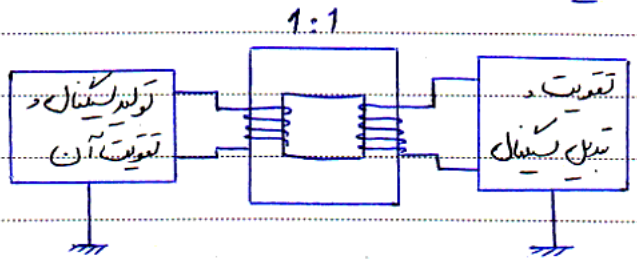
روشن جایی که آنتون برای تغویت سیگنال و ارسال آن تغویت کننده طایفه نسبت مهم ترین مساله ای می توانم طایفه تغویت کننده را

مختل سازد حلقه زمین می باشد دلیل آن اختلاف پتانسیل در دو جمع مقاومت می باشد دلیل ورود مدار ای تغویت و عاقلی و

مدار ای تغویت می باعث القای جریان و ولتاژ در خطوط انتقال سیگنال می شود برای حذف این اصطلاحات از تغویت کننده ای

- از اوله استفاده می کنیم تغویت کننده ای از اوله در صورت می توانستند:
- ۱) استفاده از آنتن ای از اوله کننده
  - ۲) استفاده از تغویت کننده ای لوی
- استفاده از آنتن ای از اوله کننده

در این روش از یک آنتن (یا تغویت کننده) با نسبت تبدیل یک به یک (۱:۱) طرف اول را از طرف دوم جدا می کنیم



بلوک و با تمام این روش صورت در بر است

روشن جوف دوم از زمین جوف اول جدا می باشد و این



در سایه سار اندیشه ، بی هیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید .

زمان : همین حالا تا همیشه

مکان : تارنمای برق ایران ؛

رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا

خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا

نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است

بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا

من و تو چشمه باران ابر او بودیم

از ابتدا دریا بود و انتها دریا

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## اندازه گیری الکترونیکی (بخش پنجم)

استاد باغبانی

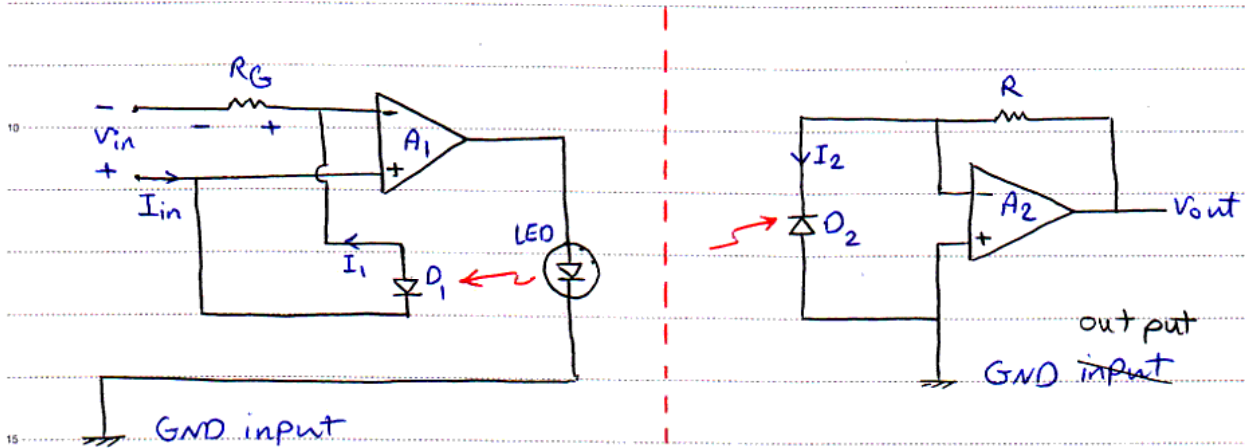
تهیه و تنظیم :

تعویض کننده اندرولر نوی:

در این نوع تعویض کننده که از یک جفت ترانزیستور و یک ترانزیستور استفاده شده است، در نتیجه طرف اول از طرف دوم اندرولر

می‌گردد یعنی طرف دوم هم به هم اندازه بری در این GND جدا از طرف اول خواهد بود و این باعث می‌گردد جلوی زمین نشدن

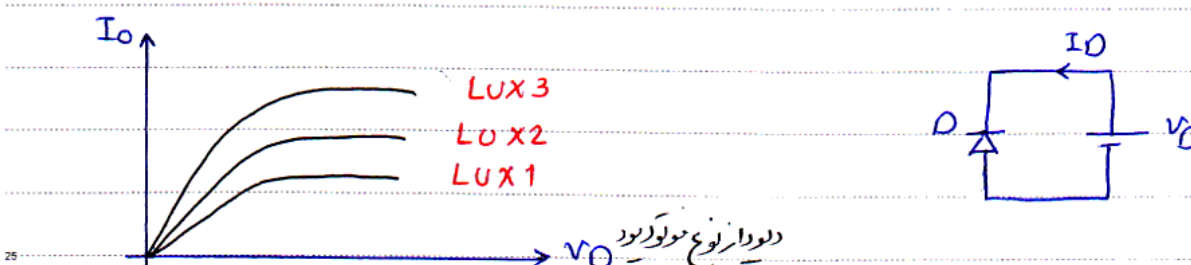
نگردد و نور زیاد از هم اندازه بری حذف شود. اینگونه تعویض کننده یکی از ولتاژ به دو مدار می‌گردد و آن اثر کرده بود.



$D_1$  و  $D_2$  می‌تواند (IR)

در ابتدا با وصل جریان  $I_{in}$ ، تعویض کننده به اشباع می‌رسد و در نتیجه LED روشن می‌گردد. وقتی LED روشن می‌شود به  $D_1$  و  $D_2$

نورانی به فرستد. چون  $D_1$  از نوع نوری است با برخورد نور به آن از خود جریان عبور می‌دهد.



با افزایش ولتاژ، جریان تعویض کننده در هر دو طرف جریان به ولتاژ وابسته نیست

دری با افزایش نور، جریان کمتر می‌گردد چون ولتاژ ورودی نور در آن است.



از آنجایی که فولت‌سند به  $D_1$  و  $D_2$  در برابر است لذا  $I_1 = I_2$  می‌باشد

همچنین  $D_1$  روشن می‌شود تقریباً اتصال کوتاه خواهد شد در این صورت داریم:

①  $I_{in} = I_1 = \frac{V_{in}}{R_G}$

②  $I_1 = I_2$

همچنین  $D_2$  روشن می‌شود تقریباً اتصال کوتاه خواهد شد و چون  $I_2$  به صورت زیر تعین می‌شود:

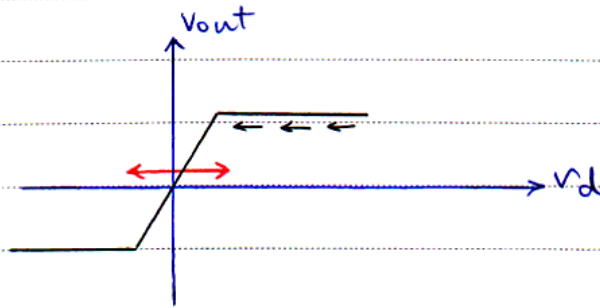
③  $I_2 = \frac{V_{out}}{R}$

①, ②, ③  $\Rightarrow \frac{V_{out}}{R} = \frac{V_{in}}{R_G} \Rightarrow V_{out} = \frac{R}{R_G} V_{in}$

برون این معادله بین دو معادله  $V_{out}$  به  $V_{in}$  متناسب می‌باشد.

با ایجاد جریان  $I_1$  ولتاژ بین سلفی زیاد می‌شود و اختلاف پتانسیل مثبت و منفی کم می‌شود و این باعث می‌شود که تقویت کننده

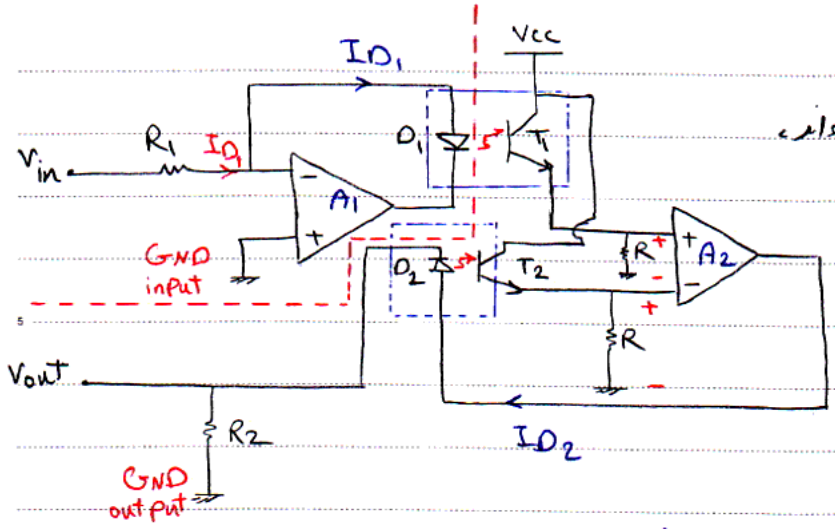
از اشباع خارج و وارد ناحیه خطی شود.



در ناحیه خطی متناسب با  $V_{in}$  به  $D_1$  و  $D_2$  نوری رسد.

مدار بعدی که در این تقویت کننده می‌توانیم رسم کنیم به صورت زیر است:





GND دستگیری که با خط چین در زیر هم جدا شده اند،

از هم جداست (در GND دارند)

عبارة اینست و کتابت این منبع در A2 برابر شد چرا که این عبور استقیم از D1 و D2 با هم برابر خواهد شد

$$I_{D1} = I_{D2} \quad I_{D1} = \frac{V_{in}}{R_1} \quad I_{D2} = \frac{V_{out}}{R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_{out}}{R_2} = \frac{V_{in}}{R_1} \Rightarrow V_{out} = \frac{R_2}{R_1} V_{in}$$

مدل های DIA ، A/D :

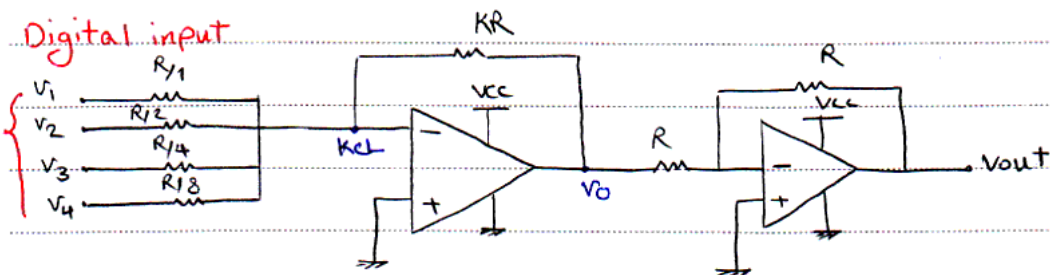
مدل های DIA : این مدل ها می توانند اطلاعات دیجیتال را به آنالوگ تبدیل کنند. مدل های DIA ، مدل های

و این یک سیستم دیجیتال نظیر کامپیوتر یا زنجیره های وایر هستند DIA می تواند در ساختمان های مختلف است،

۱ است، ۱۲ است و این آخر طراحی بود. برای نمونه می توانیم یک DIA ۴ بیتی ما بکنیم لوری TTL با فرض اینکه

بدانیم خروجی حداکثر ۱۵ ولت است به صورت زیر طراحی کنیم :

Digital input



$$V = V_4 V_3 V_2 V_1 \rightarrow \text{کامپلکس}$$

TTL: امپدانس ورودی، و معادل خروجی

$$\frac{V_1}{R} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_4} + \frac{V_4}{R_8} + \frac{V_0}{KR} = 0$$

$$\rightarrow V_0 = -K(8V_4 + 4V_3 + 2V_2 + 1V_1)$$

$$V_{out} = -V_0$$

$$\rightarrow V_{out} = K(8V_4 + 4V_3 + 2V_2 + 1V_1)$$

$$V_{out, max} = 15 = K(8 \times 5 + 4 \times 5 + 2 \times 5 + 1 \times 5)$$

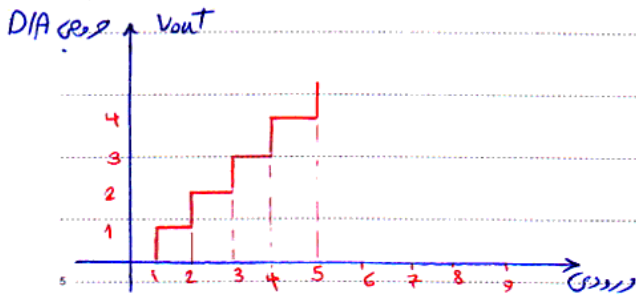
$$\rightarrow K = \frac{1}{5}$$

$$V_{out} = \frac{1}{5} (8V_4 + 4V_3 + 2V_2 + 1V_1)$$

8 4 2 1

ضرایب خروجی برابر 2 به معنای 10 می باشد

ضریب K: تنظیم کننده خروجی خواصده



$v_4$	$v_3$	$v_2$	$v_1$	$V_{out}$
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

عزیزان! خواهش می‌کنم DIA با تکنولوژی CMOS طراحی کنیم. DIA ۴ بیتی است و سطوح ولتاژ ۱ ولت می‌باشد.

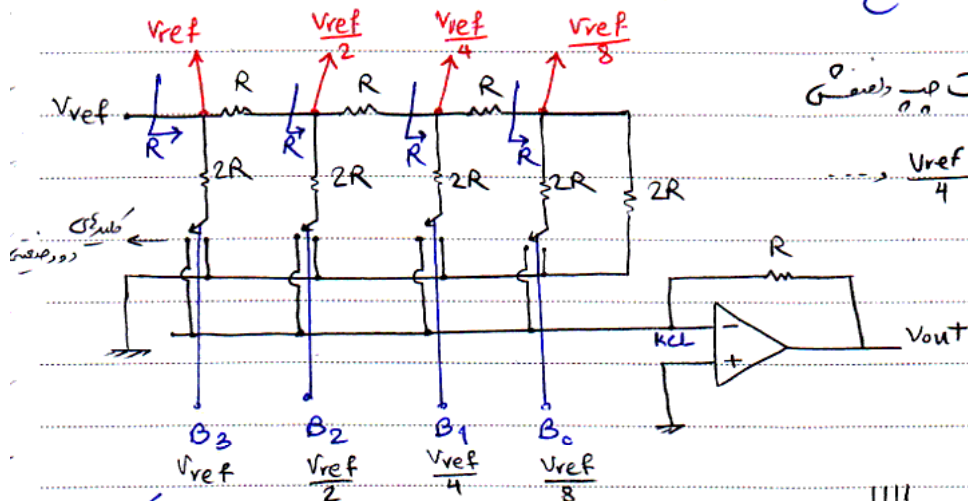
حوزه ورودی DIA حداقل ۱۲ ولت باشد و سطوح ولتاژ آن ولت را تعیین نمایند.

سطح ولتاژ CMOS از ۵ ولت تا ۱۵ ولت می‌تواند در نظر گرفته شود. هم همان ۵ ولت است

مدل OIA از نوع R-2R :

در مدار DIA گفته شده در فوق با افزایش تعداد بیت کمی ورودی تنوع مقاومت زیاد می شود و این یکی از عیب های اصلی <sup>تبدلی</sup> مدار است.

این مدل است. در مدار DIA از نوع R-2R فقط از دو مقاومت R و 2R استفاده شده است.



تک  $V_{ref}$  یعنی همه نسبت به یک نقطه است  
نسبت به است بین همه  $\frac{V_{ref}}{4}$

اگر بیت را در نظر بگیریم این یعنی  $B = B_3 B_2 B_1 B_0$  در یکساز ورودی

$$KCL: \frac{V_{out}}{R} + \frac{V_{ref}}{2R} B_0 + \frac{V_{ref}}{2R} B_1 + \frac{V_{ref}}{2R} B_2 + \frac{V_{ref}}{2R} B_3 = 0$$

$$\rightarrow V_{out} = -\frac{V_{ref}}{16} [2^3 B_3 + 2^2 B_2 + 2^1 B_1 + 2^0 B_0]$$

که های  $B_3 B_2 B_1 B_0$  ورودی دیجیتال می باشد. برای داشتن ولتاژ های مختلف می توان با تغییر  $V_{ref}$  به

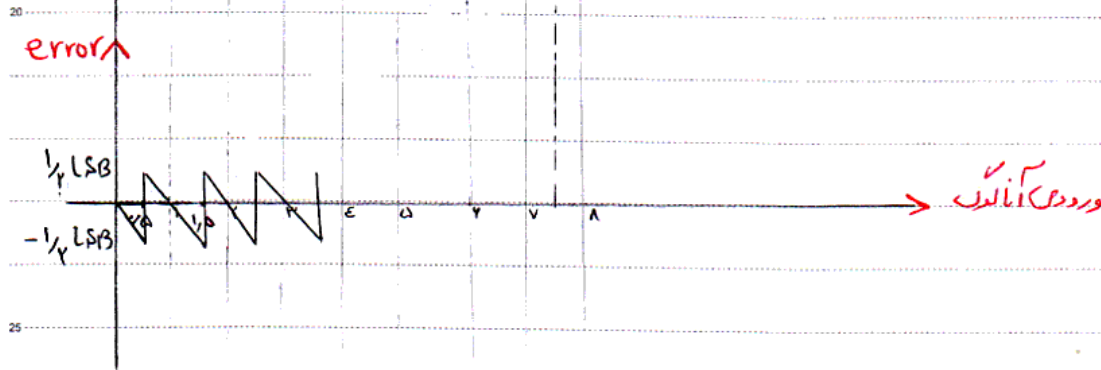
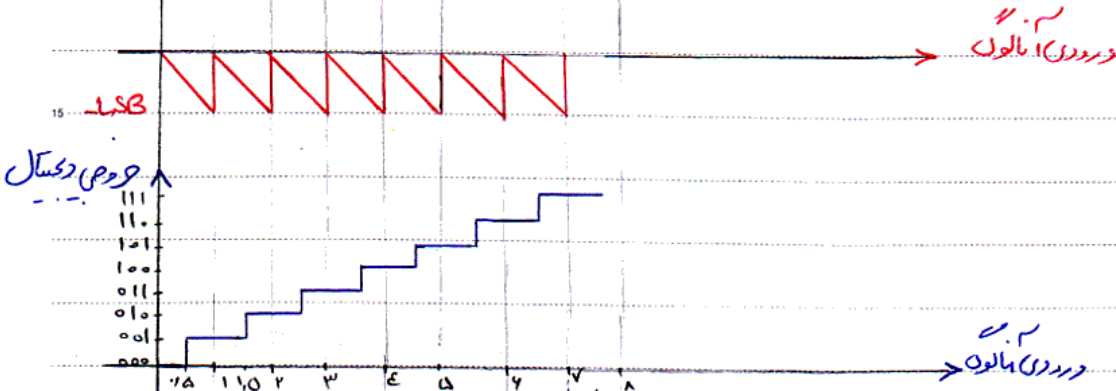
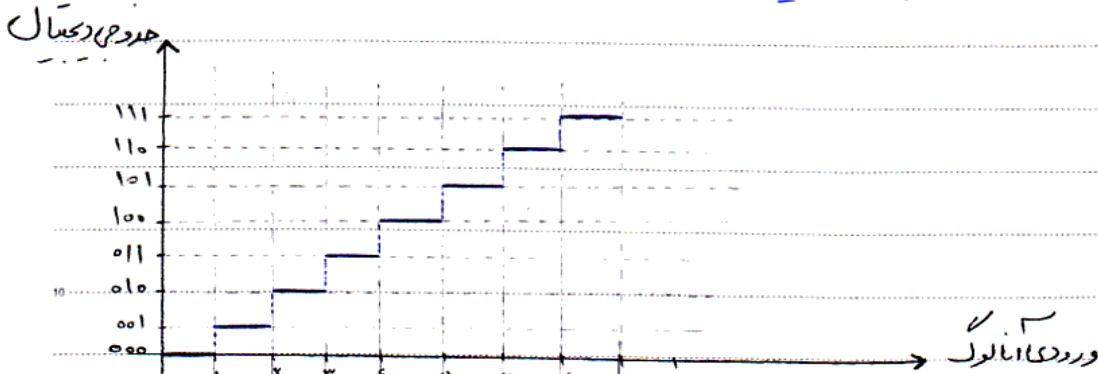
ولتاژ مطلوب در فرم دست یافت. از IC هایی که از نوع R-2R برای تبدیل دیجیتال به آنالوگ

استفاده شده است MCL408 می باشد

مدل های A/D :

مدل های A/D برای تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال به طریقی روند. این مدل ها دارای حوضی با خطای 1LSB

1/2 LSB می باشد. در تصویر آن که به صورت زیر است :



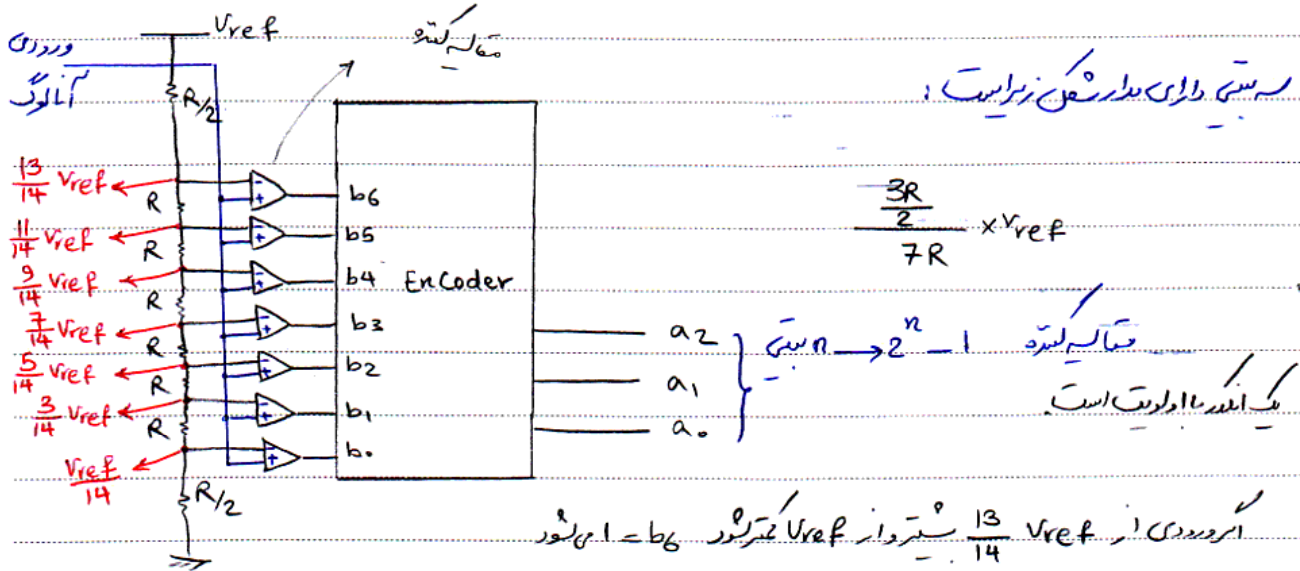


همواره روشی برای تبدیل تعداد مقادیر ورودی به یک خروجی دیجیتال وجود دارد. در ادامه چند نمونه از آن را بررسی می‌کنیم.

(۱) روش موازی یا همزمان:

این نوع تبدیل که از یک مقیاسی مقادیری، تعداد زیادی مقادیر ورودی را در یک لحظه می‌خواند به عنوان نمونه یک تبدیل

به سبب دارای مدار منطقی زیر است:



$$\frac{3R}{2} \times V_{ref} / 7R$$

مقادیر  $2^n - 1$  یعنی  $n$  بیت  
یک مقدار اولویت است.

اگر ورودی از  $\frac{13}{14} V_{ref}$  بیشتر باشد  $b_6 = 1$  می‌شود.

$$a_2 a_1 a_0 = 111 \text{ می‌شود}$$

اگر ورودی از  $\frac{3}{14} V_{ref}$  بیشتر و از  $\frac{5}{14} V_{ref}$  کمتر باشد  $b_1 = 1$  می‌شود و بقیه صفر می‌شود.

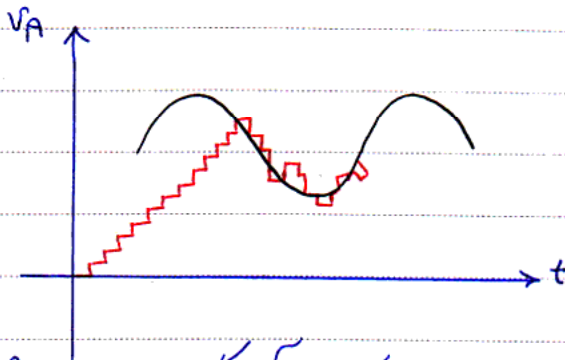
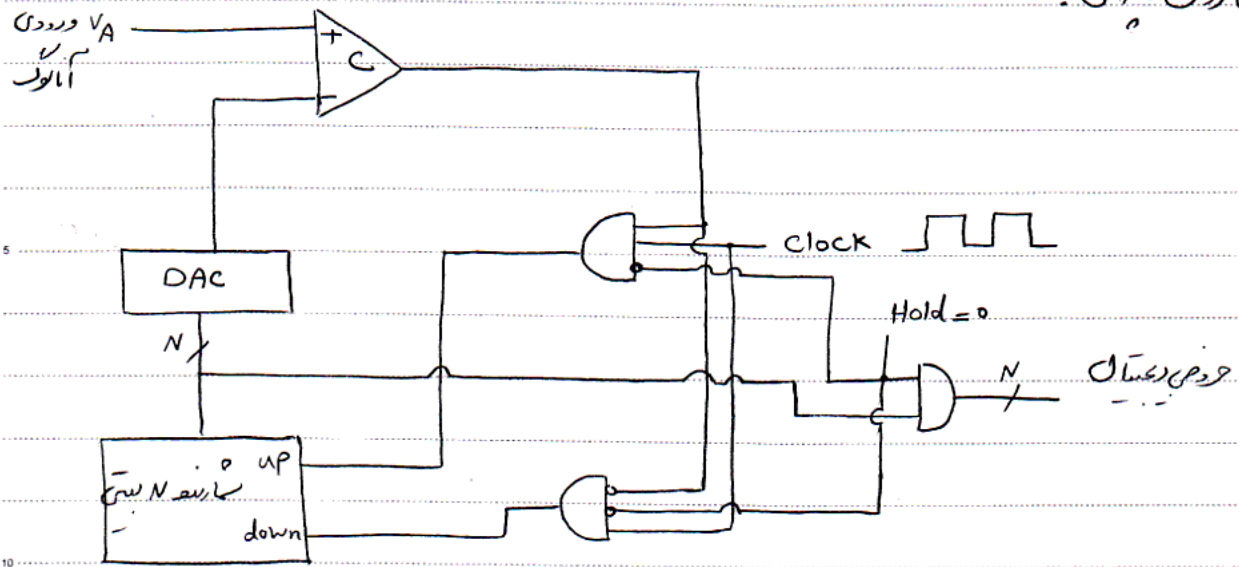
$$a_2 a_1 a_0 = 010 \text{ یعنی } 2$$

در این روش با افزایش تعداد بیت‌های خروجی، تعداد مقادیر ورودی بیشتر می‌شود. لذا کاربرد آن به صورت

مدار مجتمع به علت پهنای باند و تعداد مقادیر ورودی کم، حداکثر ۸ یا ۹ بیت می‌باشد. از برای هم این روش، سرعت

مالاتی تبدیل آن است.

۲) روشن کنی:



در مدار فوق ابتدا شماره مقدار ادمی صورت دارن و خروجی DAC صورت می‌گیرد. هرگاه ولتاژ آنالوگ ورودی به فرکانس خود

خروجی مقابله کننده C یک شده، لذا طاب از خروجی کیت AND به ورودی up شماره خواهد رسید و این ترتیب

با افزایش شماره، خروجی DAC که یک ولتاژ آنالوگ می‌باشد افزایش می‌یابد. این افزایش تا زمانی که مقدار

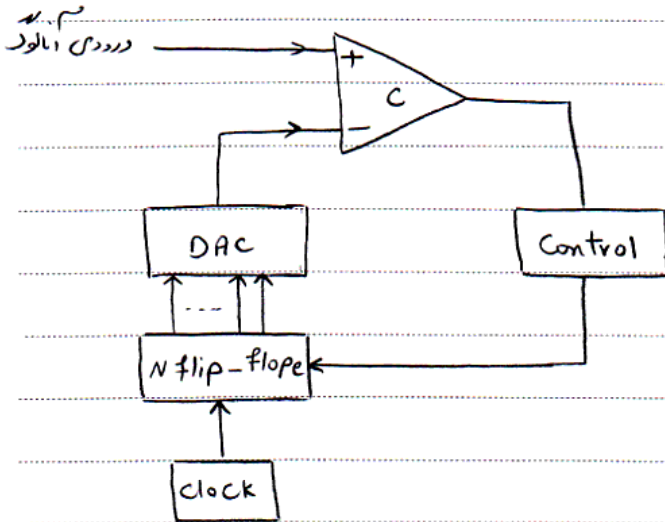
خروجی DAC

ولتاژ آنالوگ ورودی باشد ادامه می‌یابد. هرگاه خروجی DAC، 1 LSB کمتر از ورودی

آنالوگ شود خروجی مقابله کننده صورت می‌گیرد به صورت تدریجی خواهد بود. این عمل با تغییرات ولتاژ آنالوگ ورودی ادامه می‌یابد.

در هر لحظه از خروجی بیت Hold می توانیم خروجی همانند را بخوانیم که یک کد دیجیتال متناسب با ولتاژ آن آنالوگ ورودی است.

5 (3) روشن کردن سوئیچ:



15 یک مدل n بیتی با روشن کردن سوئیچ شامل n طبقه مدار است که توسط مدار کنترل، مقادیر ورودی یک به خودی خود

این طبقه مدارها در ورودی یک مدل DAC قرار گرفته در خروجی DAC با ورودی آنالوگ مقایسه می شود و حاصل مقایسه

به صورت خروجی توسط مدار کنترل در زمان دلخواه آن وضعیت طبقه مدارها تغییر می کند.

20 مثال) فرض کنید مدل ADC به روشن کردن سوئیچ، 4 بیت، وجود دارد. به ازای ولتاژ  $V_A = 9.2V$  حاصل

تبدیل را بر سر کنید؟

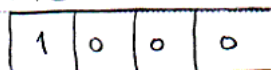
25 نکته: در ابتدای طبقه مدارها غیر از طبقه MSB خروجی دارند (یعنی MSB است)

$$\begin{matrix} \text{MSB} \\ \boxed{1} \quad \boxed{0} \quad \boxed{0} \quad \boxed{0} \end{matrix} = 8$$

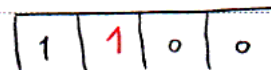
$V_A = 9.2V$

$N = 4$

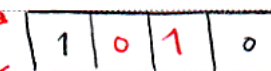
MSB



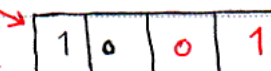
$V_{DAC} < V_A$



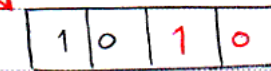
$V_{DAC} > V_A$



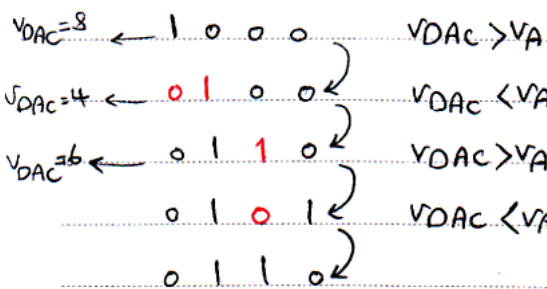
$V_{DAC} > V_A$



$V_{DAC} < V_A$



حاصل شده : 1010



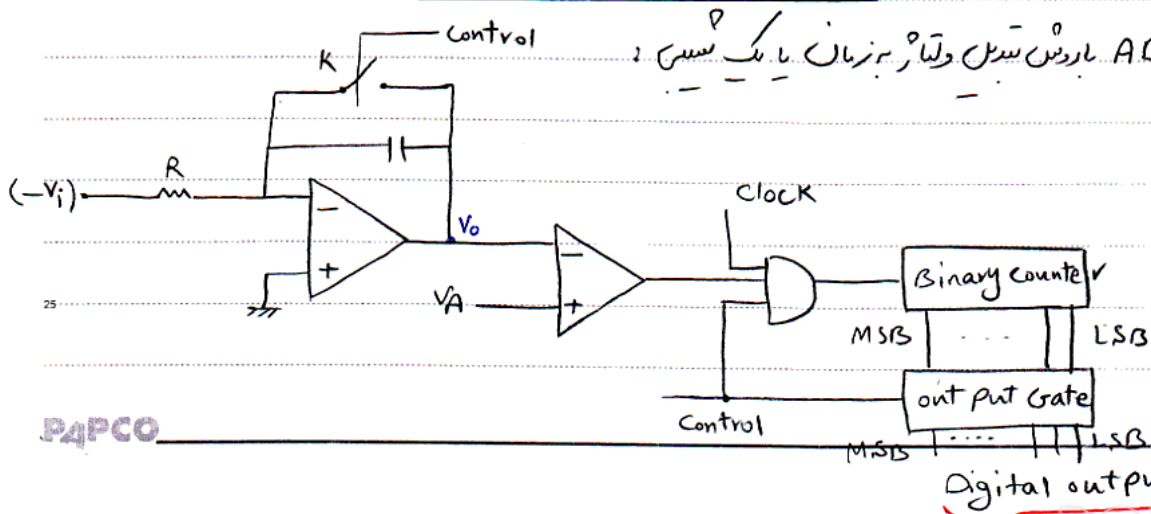
مان (مان) همان مان سه برابری  $V_A = 5.3V$

این عمل با یک مدار صورت می گیرد

حاصل شده : 0110

$V_A = 11.7V$

مدل ADC با روش تبدیل ولتاژ به جریان با یک سلسله :

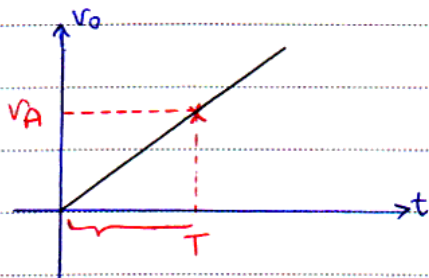


در این روش از یک ولتاژ وضع  $V_i$  - استرالی گرفته می‌شود که به صورت یک تابع سینوسی با فرکانس  $f_i$  و دامنه  $V_i$  قرار می‌گیرد.

با ولتاژ آنالوگ درودی  $V_A$  معادله ورودی حاصل می‌شود که از آنجا که ولتاژ خروجی استرالی  $V_o$  در آن ترانزیستور است.

طراحی مقصود می‌شود و لذا کمیت AND اجزای ورودی در مدار یک بار می‌آید. مقدار آن از آنجا که  $V_A$  نیز

از ولتاژ خروجی استرالی می‌آید. در این حالت روابط زیر برای این مدار برقرار است.



$$V_o = \frac{1}{RC} \int_0^t V_i dt = \frac{V_i}{RC} t \quad \left. \begin{array}{l} \text{مقدار سینوسی} \\ \text{دوره تناوب clock} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{مقدار سینوسی} \\ \text{دوره تناوب clock} \end{array}$$

$V_A = V_o$

$$t = T \rightarrow V_A = \frac{V_o}{RC} T \quad T = N \cdot T_{\text{clock}}$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{V_o}{RC} N \cdot T_{\text{clock}} = \frac{V_i}{RC} \frac{N}{f_{\text{clock}}}$$

$$\Rightarrow N = \frac{RC V_A f_{\text{clock}}}{V_i} \rightarrow V_A \text{ مقدار سیگنالی معادل ولتاژ آنالوگ}$$

مقدار D/A و A/D

نکته: خروجی سیگنال‌های متناسب با ورودی‌هاست و نسبتاً برابر با آن است.



P o w e r E n . i r

در سایه سار اندیشه ، بی هیچ چشم داشت زمینی

عهد بسته ایم آسمانی شویم .

در این محفل علمی با ما همراه باشید .



زمان : همین حالا تا همیشه

مکان : تارنمای برق ایران

رسیده ایم پر از رنج راه تا دریا

خوشا یکی شدن رودها خوشا دریا

نه ما نه من نه تو ، او نقطه سرانجام است

بیا که بی من و تو ما شویم و ما دریا

من و تو چشمه باران ابر او بودیم

از ابتدا دریا بود و انتها دریا

POWEREN.IR