

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اندازه گیری الکترونیکی
(بخش اول)

استاد باغبانی
تهیه و تنظیم:



انتخابات

اندره لیک اسکرین

سرفصل ها :

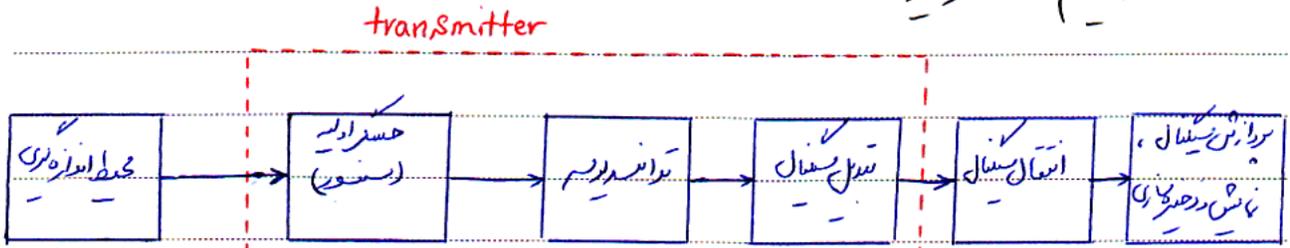
- ساختار طبقه بندی سیستم اندازه گیری و افزایش دقت و دینامیک
- مستحضر استنادی برآورد نویز
- بررسی خطای سیستم های اندازه گیری
- بررسی ترانس دویسر های دما سطح ترموکوپل ها ، برقی سوره و RTD و IC های دما
- بررسی ترانس دویسر های جابجایی ، پالس سوره ، خازنی ، آلفا ، LVDT ، RVDT
- بررسی سنسور اثر هال و کاربرد آن
- بررسی سنسور های نیرو و القوتیک و کاربرد های آن
- بررسی ترانس دویسر های فشار و نیروی استرین
- بررسی ترانس دویسر های رطوبت نوع مقاوم و خازنی
- بررسی سنسور های لوری فوتو دیود ، فوتو کوپلر و فوتو برآیند سوره
- بررسی ترانس دویسر های سرعت آنالوگ و ac و dc
- تعویب گفته های عملی و ابزار (نوع)
- تعویب گفته های اصولی
- مدل های ولتاژ ، جریان و حرارت
- مدار های Span و Zero
- مدل های DAC و ADc
- بررسی بل های اندازه گیری
- بررسی ساختار اسلو سکون
- نوین و پردازش 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:



محدت اندازه گیری: محدتي 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 سیگنال 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.

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

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

تبدیل سیگنال: در تبدیل سیگنال، خروجی توانمندروس که صورت است با تغییر تبدیل 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.

* تویبا حسگر اولیه، توانمندروس و تبدیل سیگنال را در این سیستم می روند.

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

قسمت انفعال کینال به آن محل انفعال در رسم. انفعال کینال شامل طول ها و رسم های عمیق و عمیق شده، فنرهای

نوری و لوله های هوایی می تواند باشد.

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

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

مستقیمه های استایی می تواند لوله ها (میدل ها):

می تواند رسم کند در رسم کوی اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرند، دارای مستقیمه های استایی و در نهایت می باشد نه مورد

از طرف طراحان سازنده مستقیمه می شوند.

در مستقیمه استایی، رابطه بین قسمت فنری و ورودی و خروجی در نظر گرفته می شود و در صورتی که دارای لغزات بسیار نوری

بوده و بتواند رسم حالت مایه خورد رسیده، بر رسم می خورد.

ماده های به در برده مستقیمه استایی حرارتی نیز به عبارت اندازه:

درستی، تکرار پذیری، باقی، قدرت لطف، بهترین

اما در بسیاری از موارد رسم که با قسمت های فنری اندازه گیری می شود و در هر قسم به دارای لغزات رسم 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 اشاره کرد.

درستی (صحت) و محسوس مسطحی استایی است که عبارت است از معیاری 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 می‌کند.

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

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

δ : مقدار مطلق خطا

δ_r : مقدار نسبی خطا

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

(مثال)

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

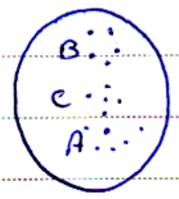
نکته: مقدار مطلق خطا، صحت اندازه‌گیری را درستی نشان نمی‌دهد و باید از خطای نسبی برای بیان درستی

استفاده کنیم. (مثال توجه شود)

وقت (تکرارپذیری) : این پارامتر معیاری برای تعیین برآوردی مقادیر اندازه‌گیری شده برای ورودی ثابت و

معین می‌باشد که در مواقع بحالی استفاده از داده‌های ثبت از تکرارپذیری نیز استفاده می‌کنیم. خود بیان شده یک مفهوم اند

مثال درسی مقابل که سه سیر انداز A, B, C آن اهداف قرار داده اند



درسی A نسبت به B بهتر است و وقت B نسبت به A این بر است وی

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

رای بیان برگزیده و با وقت از احواف استاندارد (احواف معیار) استفاده می کنیم

$$\frac{\text{مقدار فزونی}}{0} = \frac{\text{احواف استاندارد}}{\text{فردی ما نرسم}} = \frac{\sqrt{\sum \frac{d_i^2}{n}}}{\text{فردی ما نرسم}}$$

if $n > 20 \rightarrow n = n$
if $n < 20 \rightarrow n = n - 1$
← تعداد معلوم

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

قدرت تعلیق (حساسیت): این پارامتر مشخص شده حداقل تغییرات لازم در ورودی جهت یک تغییر قابل مشاهده

در خروجی باشد. برای این خروجی باید برابر ۱۰ mV تغییر → ۱۰ mV/C = قدرت تعلیق → LM35 سنسور
می نند خارج از ۱۰°C بیان داده شود، فردی تغییر می نند

برای این خروجی فردی ۱ mV تغییر کند و از ۱۷ بیان → ۱ mV/N = قدرت تعلیق → load cell بیرون فرسوخ
داده شود، فردی تغییر می نند

ADC 8 bit
 0 - 5 ولت → 0 - 255 عددی با اول
 0 - 255 → 0 - 255 عددی دیجیتال
 ورودی = 0 → خروجی = 0
 ورودی = 5V → خروجی = 255
 ورودی = VA → خروجی = K

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

یعنی برای هر ۱۹.۶ mV افزایش در ورودی، خروجی یک واحد افزایش می نند
 می نند در صورت افزایش یکبار ۱۹.۶ mV در ورودی، خروجی تغییر می نند

P4PCO

$$V_A = 10 \text{ mV} \rightarrow K = 0$$

$$V_A = 25 \text{ mV} \rightarrow K = 1$$

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

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

ارزش ۴.۹ mV در ورودی، خروجی واحد افزایش می یابد

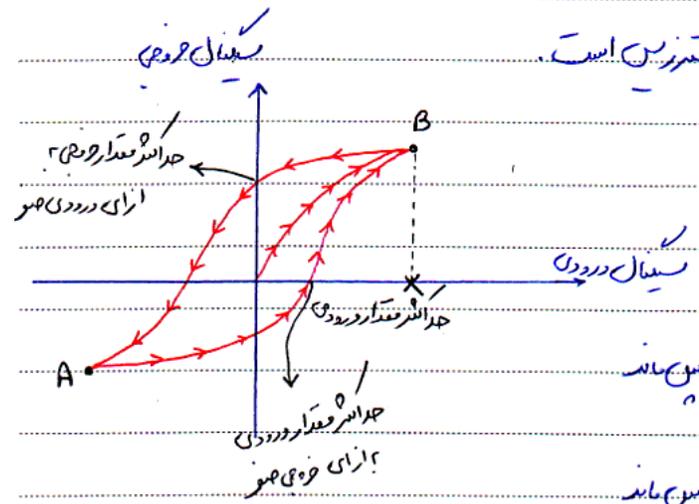
بر مبنای خطی

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، تا وقتی از حساسیت آن افزایش

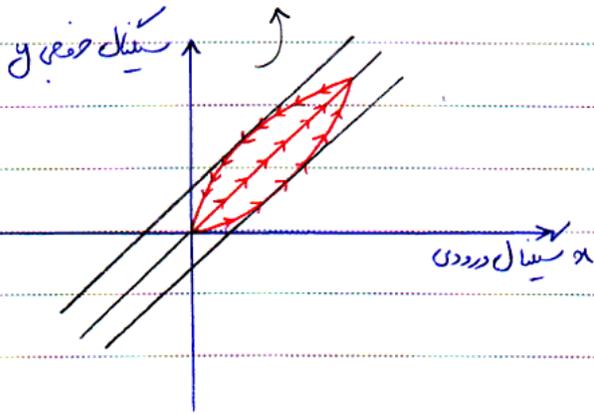
یابد، با حساسیت ورودی باشد، مدل دارای حساسیت ترین است



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

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

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



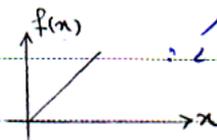
در نمودار هستیزترین سیال ملاحظه می شود که برای هر

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 کنیم همانطور که در بالا

ملاحظه می شود

ارقام با معیار در اندازه نسبی و یکی از نشانه های (دقت) در اندازه نسبی، ارقام با معیار می باشد که نتیجه ی اندازه نسبی در حساب آن

بیان می شود. ارقام با معیار، اطلاعات واقعی درباره ی مقدار دقت اندازه نسبی کمیت م با هم دهد. هر چه تعداد ارقام

با معیار بیشتر باشد، دقت اندازه نسبی نیز بیشتر است

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

- ۱) $3.017 \rightarrow$ ۳ رقم با معنا
- ۲) $3.012 \rightarrow$ ۵
- ۳) $0.00040 \Omega \rightarrow$ ۵
- ۴) $100.00300 M\Omega = 3010 \Omega \rightarrow$ ۳ رقم با معنا
- ۵) $5.01 \times 10^4 \rightarrow$ ۳ رقم (توجه: هرگاه عدد بصورت عدد اعشاری داده شود، عنوان
- ۶) $50100 \rightarrow$ ۵ رقم رقم با معنا نیست.

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 $R_1 = 72.3 \Omega$ ، $R_2 = 2.73 \Omega$ و $R_3 = 0.412 \Omega$ 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: 75.4Ω

مثال) ولتاژ و جریان ثبت شده در یک مدار DC برابر $V = 12.14 V$ و $I = 1.24 A$ 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 ۵ 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 $P = 14.29$

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

$$R_1 + R_2 = 50,0 \quad \quad 24,4 + 25,4 = 50 \rightarrow 50,0$$

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

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

در سری خطای اندازه گیری دقت را با هم می یابیم:

خطای حدی یا خطای تعیین شده: دقت و دمای هر وسیله اندازه گیری مواضع و مصالح، طریقه و مهارتی که در ساخت

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

خطای حدی یا خطای تعیین شده می گویند. معماری دیگر سازندگان وسیله تعیین می کنند که خطا از حد تعیین شده، شود

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

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

با A_a نشان می دهیم برابر است با:

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

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

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

نسبت‌های داری فضای حرکت:

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

و می‌خواهیم ۱. چند نسبت را در جدول فضای حرکت خاصه داریم با هم در نظر بگیریم، باید جدولی مناسبی فضای

حرکت را بدین شکل در نظر بگیریم تا معیار رابطه فیزیکی می‌شود که می‌توان از مستقیم نسبی یا عمومی،

درازا تغییرات

فضای حرکت را بدست آورد.

$$y = u + v$$

۱- نسبت جمع:

u و v هر دو با هم جدا مستقل می‌باشند، فضای حرکت آن‌ها را با هم جمع می‌کنیم و δu و δv را با هم جمع می‌کنیم

رند برای توان با در نظر گرفتن یاد

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

$$\text{نسبت فضای حرکت} = \frac{\delta y}{y} = \frac{\delta u}{y} + \frac{\delta v}{y} = \frac{u}{y} \cdot \frac{\delta u}{u} + \frac{v}{y} \cdot \frac{\delta v}{v}$$

$$\delta y = \delta y$$

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

همیشه از این نسبت و معیار نسبت می‌توانیم استفاده کنیم

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

$$y = u \cdot v$$

(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 بوده و دقت عملی برای n نسبت هم دست برآید.

$$y = u^n$$

(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 ۱.۵٪ و ۱.۵٪ ± 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 را داریم بر اساس ln میزنیم.

حفاظت جریان نسبی R $\frac{\delta R}{R} = \pm \left(\frac{\delta P}{P} + r \frac{\delta I}{I} \right) = \pm (1.5 + 2 \times 1.5) = \pm 4.5\%$

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

صورت زیر باشد. اندازه مقاومت مجهول R_x در حقایق آن صورت زیر را می بیند

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

$R_1 = 100 \pm 1.5\% \Omega$
 $R_2 = 1000 \pm 1.5\% \Omega$
 $R_3 = 142 \pm 1.5\% \Omega$

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 با این حفاظت هم جمع می شوند.

توضیح: اگر حفاظت نسبی معلوم باشد، از این حفاظت به حساب می آید و در این صورت می توان روشن حساب روشن کرد

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

حفاظت نسبی مقدار مورد انتظار 3200Ω و جریان نژاد آن 44 mA است.

الف) افت توان را در مقاومت محاسب کنید

ب) اگر مقاومت (3200Ω) 0.2% تن از مقدار مشخص شده باشد و کسری 0.75% تن از توان مورد

انتظار را خواند باشد حفاظت معلوم را در قسمت الف درست آورید

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

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

$$\rightarrow \frac{\delta P}{P} = 2 \frac{\delta I}{I} + \frac{\delta R}{R} = 2 \times 1.75\% + 1\% = 4.5\%$$

$$\text{مقدار تغییر توان} = \text{مقدار تغییر توان} \oplus \text{خطا} = 121072 + 121072 \times \frac{4.5}{100}$$

$$= (4 \times 10^{-3})^2 \times 3200 \left(1 + \frac{4.5}{100} \right)$$

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

مورد

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

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

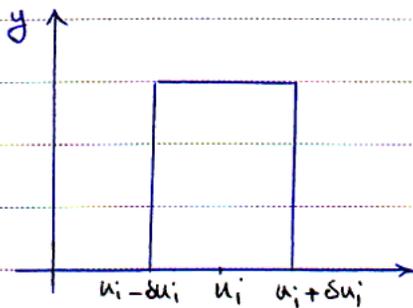
$$\frac{\delta R_3}{R_3} = - 1.5\%$$

خطای هر یک نسبت به مقاومت که بر حسب

(الف) مقدار مقاومت را با درصد تفاوت خطای آن بیان کنید.

(ب) مقاومت مرکب را با درصد تفاوت خطای آن نسبت به دست آورده

خطای ایزان معیار:



$$y = u_i$$

مانند محدودی خطای به هر یک از پارامترهای u و δ در تقوین نهفته است. دارای توزیع متفاوت بودند. بدین معنی:

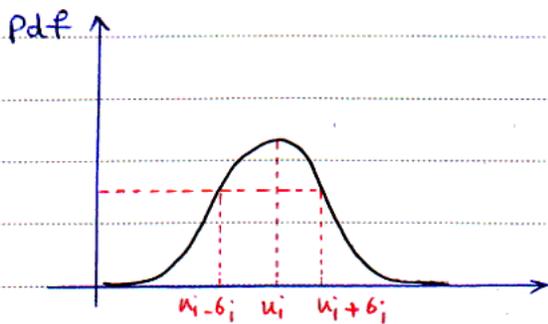
احتمال قرار داشتن u_i مابین $u_i \pm \delta u_i$ با هم برابر می باشد. عبارت در شرطی که مقدار مابین $u_i + \delta u_i$

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

δu_1 و δu_2 و δu_3 و ... 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:



δ_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 ترکیب‌های مختلف

$$u_1 : \delta u_1$$

$$u_2 : \delta u_2$$

(۱) ترکیب جمع

$$f = u_1 + u_2$$

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

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

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

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

$$f = u_1 \cdot u_2$$

(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 δ

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

$$f = u_1 u_2 \quad \frac{\delta f}{f} =$$

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

اوزان معیار نسبی تابع f

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 بدست آورید

مطلوب است، خطای اوزان معیار نسبی سری در معادله آن است

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

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

از یک خطای 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 در اندازه گیری :

انواع خطا در اندازه گیری به سه دسته کلی تقسیم می شود: خطای سیستمی، خطای تصادفی و خطای ناشی از روش.

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
مخطی
مشاهده
- ۳) خطای تصادفی

خطای ناخوش

این طبقه از خطا عمدتاً شامل خطای انسانی ناشی از قرائت اسباب در اندازه گیری، ثبت و محاسبه نتایج اندازه گیری است.

معمولاً در این نوع خطا که ناشی از عدم دقت در خواندن اسباب اندازه گیری می باشد، حاصل دقت، تکثیر یا کمی آن

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

اجتناب کرد.

انواع ترماسنج‌های دما د

۱. ترموکوپل‌ها :

رنج دما: $200^{\circ}\text{C} \rightarrow 2350^{\circ}\text{C}$

خطه

نیاز به اتصال سرد

دلتا خروجی کوچک

غیر خطی

۱.۵

خطی

غیر خطی

خطی

۲. RTD :

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

خطی

نیاز به جریک توسط منبع خارجی

سازگاری با دقت

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

دقت زیاد

۱.۵

۴. مدارهای مجتمع IC :

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

خطی

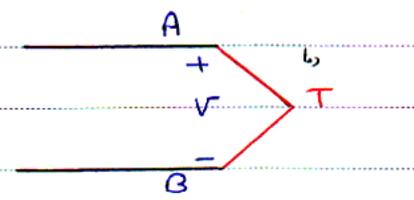
در دسترس بالا

نیاز به منبع جریک خارجی

۱.۴

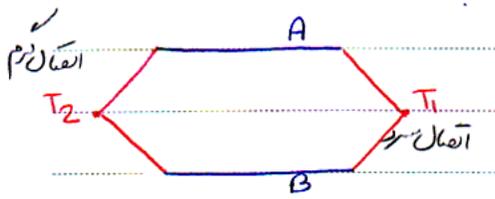
(۱) ترانزیستور:

ترانزیستور، ترانزیستور بی‌جراری 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 بی‌اس‌بی (BJT) مدهیتمی‌آید که آن بی‌اس‌بی هم‌انواعی با ولتاژ ترانزیستور می‌گردد. بنابراین ولتاژ ترانزیستور بی‌اس‌بی، 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.

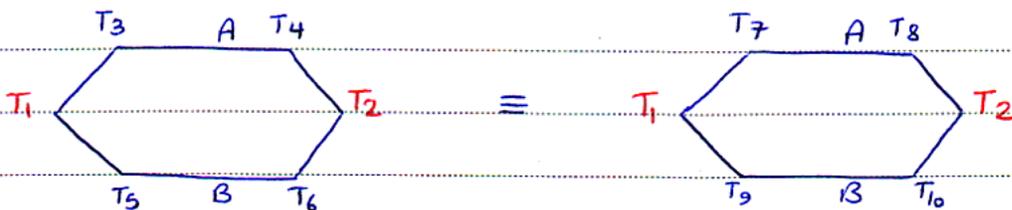


$$V_{T_1 T_2} = V_{T_2} - V_{T_1} = \alpha_1 (T_2 - T_1) + \alpha_2 (T_2^2 - T_1^2) + \dots + \alpha_n (T_2^n - T_1^n)$$

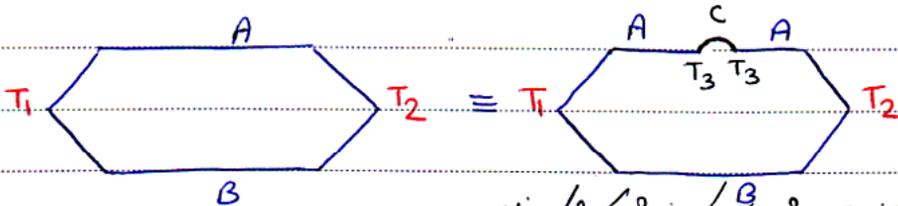
در یک ولت‌تر با امدان و اجزای خیلی بالاد مدار داخلی ترانزیستور قرار می‌گیرد که می‌توان از جریان حلقه‌ای صرف‌نظر نمود. در این صورت ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط ولت‌تر برابر اختلاف بی‌اس‌بی‌ها در نقاط اتصال خواهد بود. بنابراین ولتاژ بین دو نقطه اتصال متفاضل دمای T_1 و T_2 می‌گردد. بدین است جهت بی‌اس‌بی در یک مقدار مشخص T_2 از روی ولتاژ ترانزیستور، مقدار دمای اتصال T_1 می‌تواند معلوم باشد. اینروما T_2 از T_1 نزدیک‌تر است. البته دمای اتصال T_1 و T_2 هم‌بند است.

قوانین جاگم در ترمودینامیک :

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

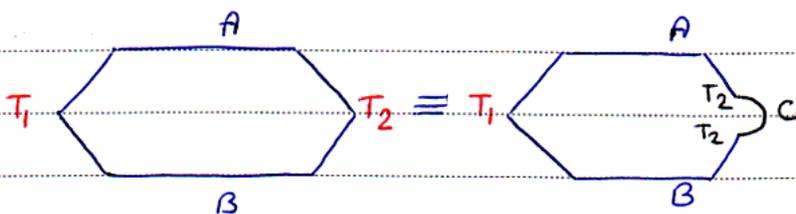


۲) در صورتی که فرسوم C به مدار A یا B اضافه شود، در انقباض جدید دارای دمای مساوی باشند و نتایج ترمودینامیک تغییر نخواهد کرد

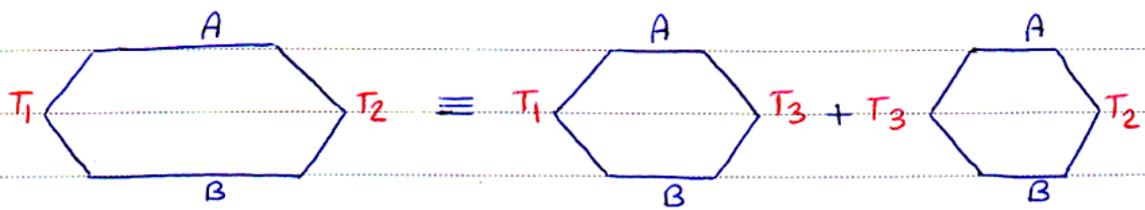


عین فرسوم C می تواند با A یا B امتدادت باشد، اگر مساوی باشد در سطح فرسوم

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 دنتاژ ترمودینامیک تغییر نخواهد کرد



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



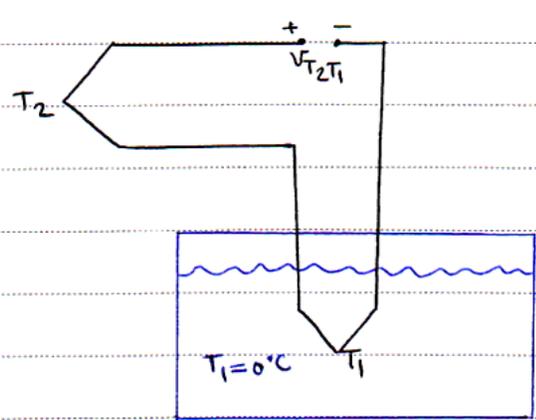
انصال سری این دو در ترموکوپل برابر با دمای ترموکوپل اول است.

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

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

در ترموکوپل حسیه اختلاف دمای انصال گرم نسبت به انصال سرد سفیده 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:

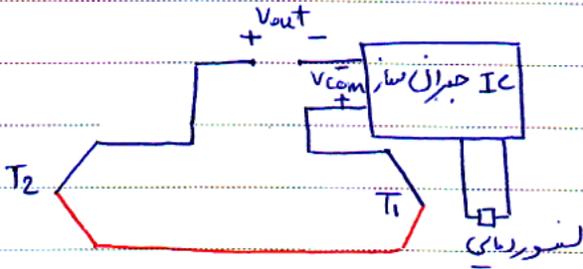
۱) انصال سرد را در یک محیط سرد نگه داریم. همین نقطه می توان انصال سرد را در یک محیط یخ زده قرار داد.



قرارداد

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

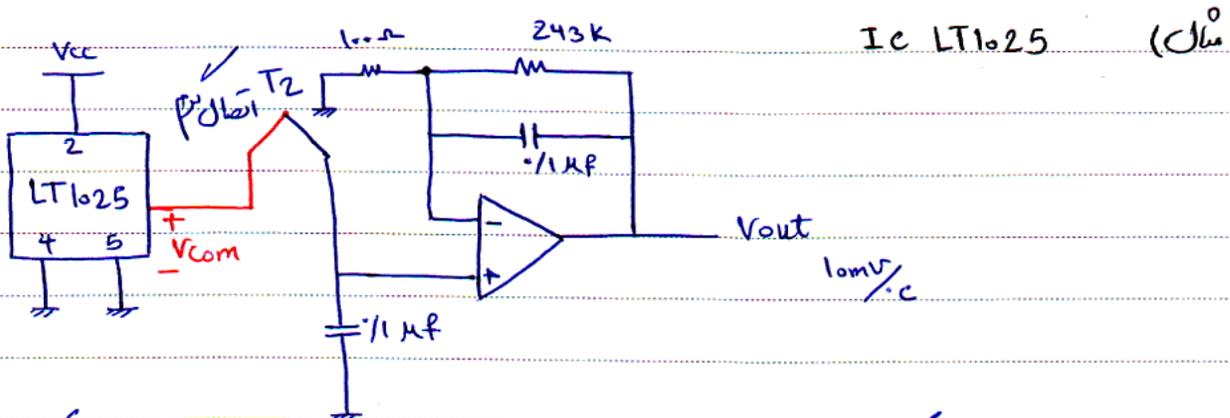
استفاده از سنسور دمای جبران ساز:



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

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

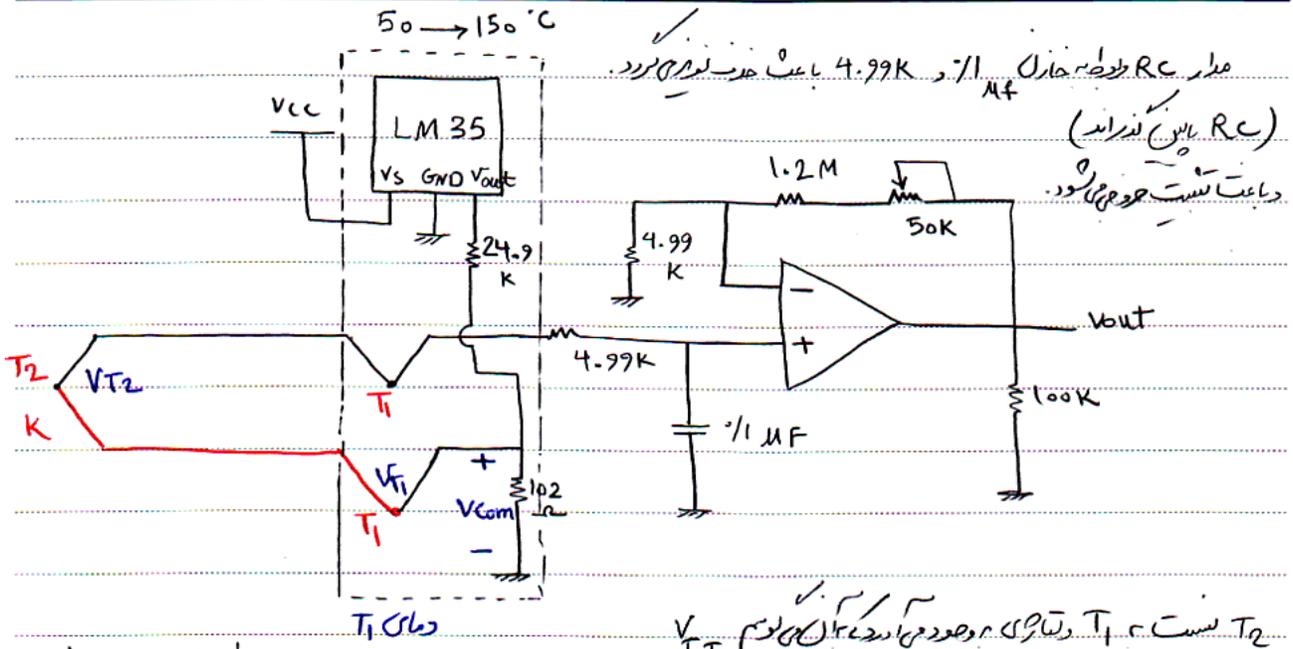
α ضرایب است



مانده خواص با استفاده از تقویت کننده نوع K با حساسیت 42 mV/C و حساسیت سنسور دمای LM35 به

به عنوان IC جبران ساز استفاده می شود دمای مطلق T2 را اندازه گیری کنیم. حساسیت LM35 10mV/C است.

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



$$V_{com} = V_{T1}$$

$$V_{T1} = V_{com} = \frac{102}{102 + 24900} \times 10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$$

$$\approx 42 \text{ mV}/^\circ\text{C}$$

مقادیرهای 50k ، 1.2M ، 4.99k :

$$V_{th} = V_{T2}$$

برای تقویت فریب معادل - طری در درونش می شود فریب 10 mV/°C

در نسبت مشخص به قبل خود می شود و معادل آن
که منبع V_{th} می فرمایم

100k برای اندازه گیری مقاومت می باشد.

عین) جویه در مداراتون دمای اتصال برقم $T_2 = 300^\circ\text{C}$ باشد در اتصال سرد $T_1 = 25^\circ\text{C}$ باشد. فریب V_{out} را

به دست آورده با پتانسیوتروی 25 تقسیم کرده است.

تقویت کننده non-inverting است.

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 تسانیم
 $0 \rightarrow 2300$

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

خوشای یکی شدن رودها خوشای 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 این ضرایب همان حساب است

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

مثال) در یک اندازه‌گیری دما توسط ترموکوپل بی‌نقص و دقیق، اندازه‌گیری شده $2,992 \text{ mV}$ شده است. دما به روش زیر

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

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

حل معادله درجه ۵ با استفاده از روش‌های محاسبات عددی (لایبسون، نیوتن-رافسون و ...)

ترانسفورماتورهای دمایی RTD :

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

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

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

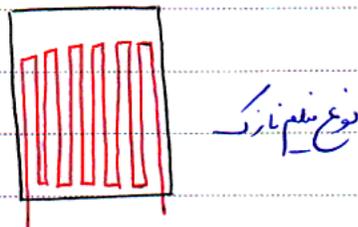
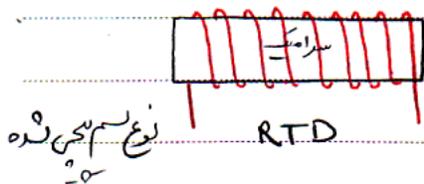
$$R = R_0 (1 + \alpha T)$$

α ضریب حرارتی دینر، 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.



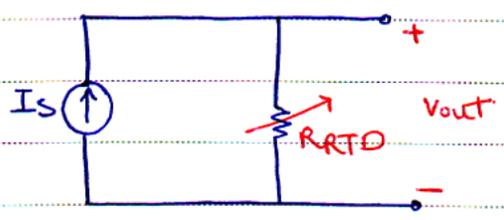
سطح تماس منظم نازک نسبت به سرعت پاسخ‌دهی بسیار حساس است یعنی برای تغییرات اندک دما حریفی کمتر تغییر می‌کند.

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

نازک، بر پایه‌ی مس می‌شود تا مقاومت مورد نیاز حاصل شود. پس جهت ایجاد مقاومت در برابر رطوبت، این منظم با یک

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

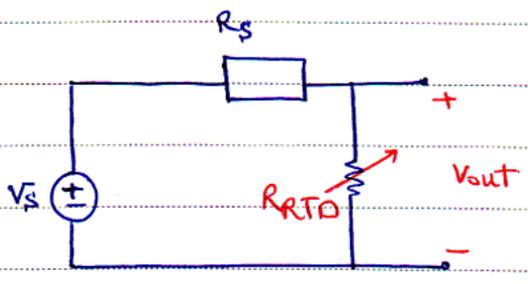
مدارهای کاربرد RTD ساده ها:



مدار با منبع جریان ثابت:

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

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



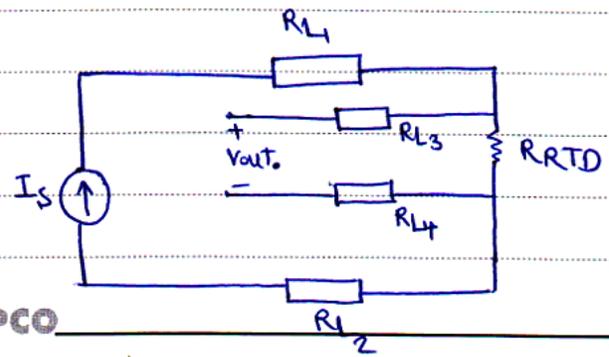
مدار با منبع ولتاژ ثابت:

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

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

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

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



اماره‌های RTD چهار سیم:

مدارهای RTD با RL1 و RL2

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

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

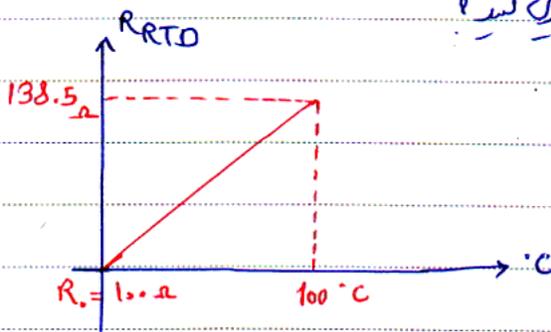
این از ۵ متر (در این صورت لازم است از مدار چهار سیم استفاده کنیم. در این روش یک جفت سیم از دوسر RTD

انضباع گرفته و توسط دلت متر و ولتاژ دوسر RTD اندازه گیری می شود. از اینجمله دلت 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

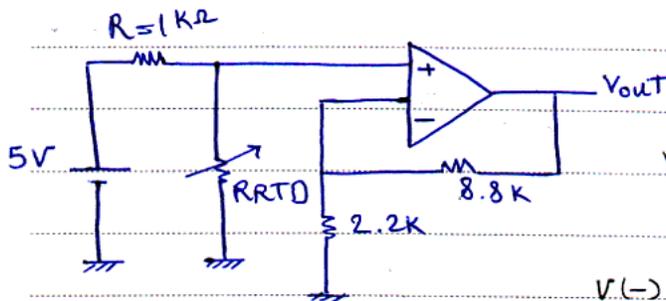
این کار باعث می شود اگر مقاومت های سیم های متصل به RTD وسیع جریان حذف گردد

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



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

$$\alpha = 0.00385$$



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

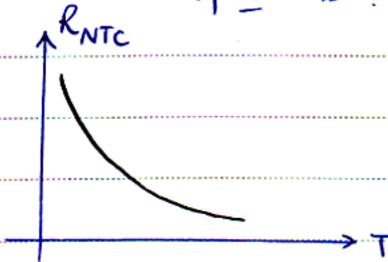
$$V(-) = V(+) = \frac{R_{RTD}}{R_{RTD} + 1k} \times 5V$$

$$R_{RTD} = ?$$

تیرا سدیله های دانهج ارمستور :
 NTC }
 PTC }

ترمستورها، مقادیرت های هستند که (زنیله های) خاصه ی لوند رخصام قرار گرتن در عوض تغییر کم دای
 تیرا یون خود، مقادیرت آن تغییر زیاری می کند

۱- نوع NTC : ترمستورها ی هستند که با افزایش دما، مقادیرت آن ها بصورت نمایی کم می شود



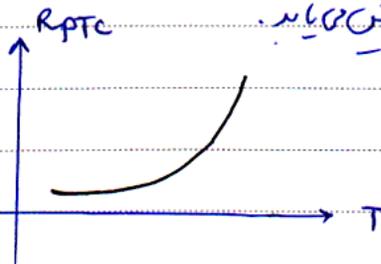
(برای ساخت NTC از کربلت، منیزیم، نیکل استفاده می شود)
 $R_{NTC} = K e^{\frac{\beta}{T}}$
 K و β ضرایب ثابت می باشند

اگر برای دمای T_0 مقادیرت ترمستور R_0 باشد آنقاد 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): (مقادیرت با دما استرانیسم)

ترمستورها ی هستند که مقادیرت آن با افزایش دما بصورت نمایی افزایش می یابد.

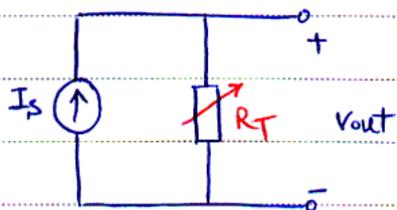


$$R_T = R_0 e^{\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

به طرطری حساسیت بسیار زیاد ترمستورها، اندازه گیری تغییرات بسیار کوچک دما را قادر می سازند

مدارهای ساده برای ترانزیستور:

(۱) مدار با منبع جریان ثابت:

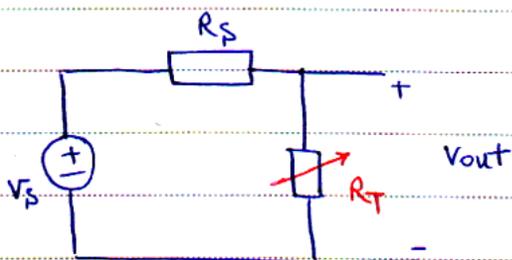


$$R_T = \frac{V_{out}}{I_s} = R_o \cdot e^{\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_o} \right)}$$

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

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

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

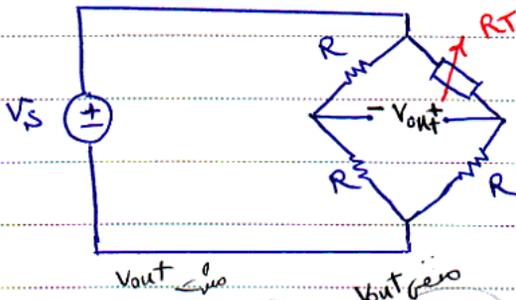


(۲) مدار با منبع ولتاژ ثابت:

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

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

استفاده از پل انوازه برای:



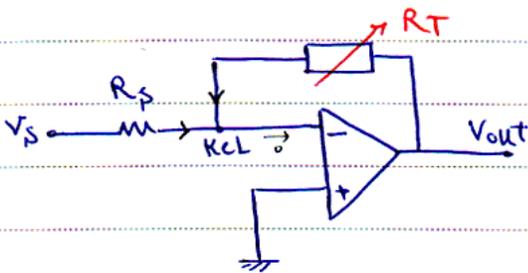
$$V_{out} = \left(\frac{R}{R_T + R} - \frac{R}{R + R} \right) V_s = \left(\frac{R}{R_T + R} - \frac{1}{2} \right) V_s$$

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

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

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

استفاده از پل مدار واردینر:



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

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

عمل مقادیر مقادیر و اعداد هم
است منفی را در نظر بگیریم
(مقاومت 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 ترنزیستور $\beta = 2910$ می باشد. مقاومت ترنزیستور در دمای $T_0 = 25^\circ\text{C}$ ، $1\text{K}\Omega$

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

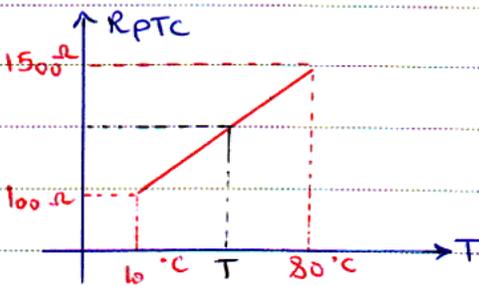
$$R_T = R_0 e^{\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

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 تپا نیوستر مناسب استفاده می کنیم.

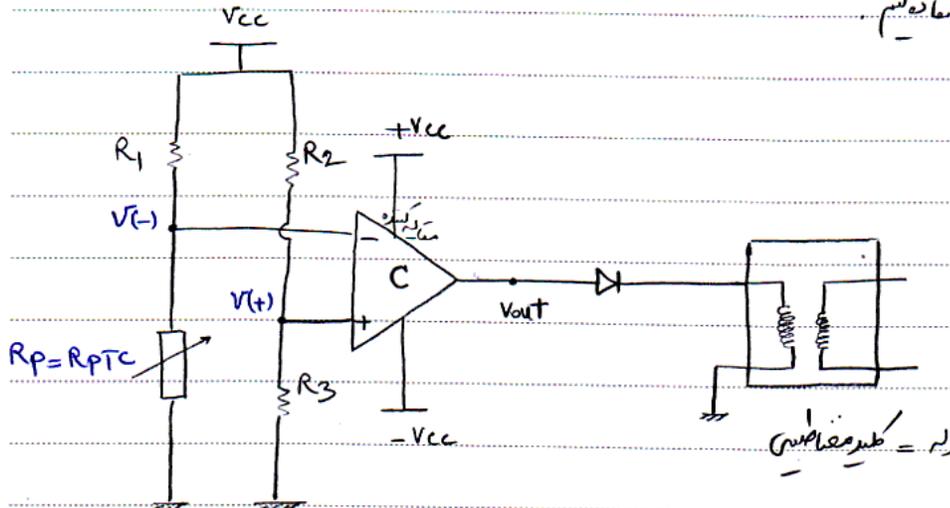
الف) مدار لاینر طراحی کنید. (فرض می کنیم PTC بین 10°C الی 80°C خطی عمل کرده و مقاومت آن از



$1500\Omega \rightarrow 100\Omega$ تغییر کند

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

صورت تقویت کننده تفاضلی استفاده کنیم



تپا نیوستر را در حین دمای دیر که می خوانیم زود نخواهد کرد

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

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.

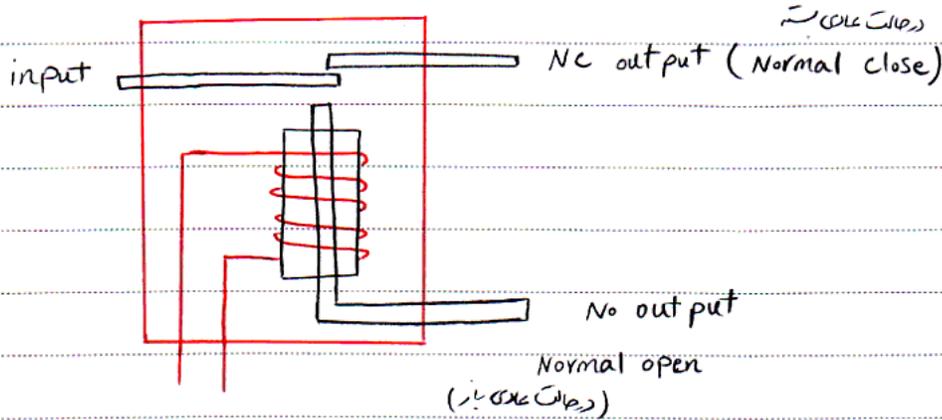
$$\begin{cases} 100^\circ = 10\alpha + \beta \\ 1500 = 80\alpha + \beta \end{cases}$$

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

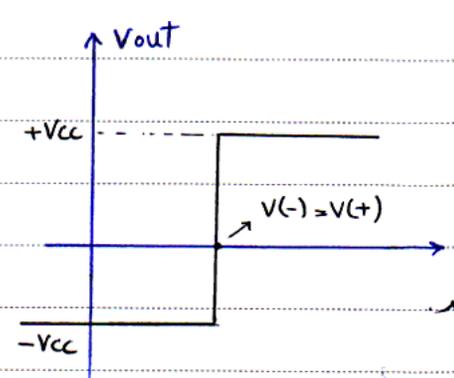
عملیاتی که می تواند صورت می گیرد. (برای یک قطعه معاینه است)

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

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



Relay



منحنی خروجی معاینه شده
(در اشباع مثبت منقطع می شود و در حالت عمل می کند)
در حالت عمل می کند

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 پس فرض کنیم دو یکی را از جدول ثابت می‌آید

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

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

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

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

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

(اگر جای پتانسیومتر از مقادیر ثابت استفاده کنیم فقط در دمای 40°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.

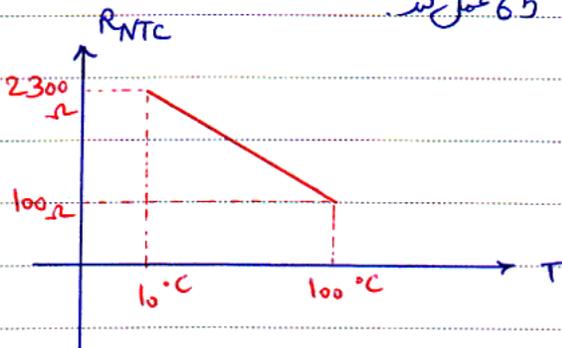
تولین) می خواهیم یک ترانزیستور اندرینلی و اچ ام پی برای این کار از یک ترانزیستور NTC، استفاده کردیم که مشخصات

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) بیاییم ببینیم چه مقدار از خازن تنظیم کننده این مدار در 65°C عمل کند.



نوعی IC های RTD در دسترس:

NTC { QTC 0805
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:

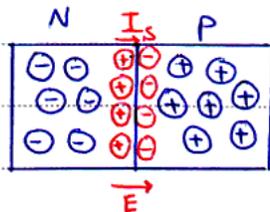
عناصر نیمه هادی (استیجی زیادی به تغییرات دما دارد) از همین خاصیت جهت ساخت مدارهای مجتمع که سنسور دما می باشد

استفاده می شود در این مدارات مجتمع خودی و دما را جریان های مخلوق مناسب است. و اینک عناصر نیمه هادی بر دما معمول ۳-۴ صدهت نرمال بیان

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

استرون از اتم و در نتیجه تولید استرون و جفوه می شود.

جریان اشباع معکوس



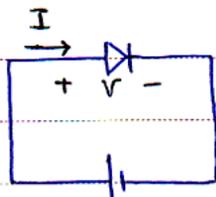
(۲) در نتیجه P-N در محل اتصال دو ناخالصی P و N، ناخالصی

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

می گردد. جریان اشباع معکوس به شدت 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 بیابان مستقیم و در دین دیودی پیوند است. رابطه این دیود و دین دیودی



دین دیودی پیوند P-N در بیابان 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_s در خروج)

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

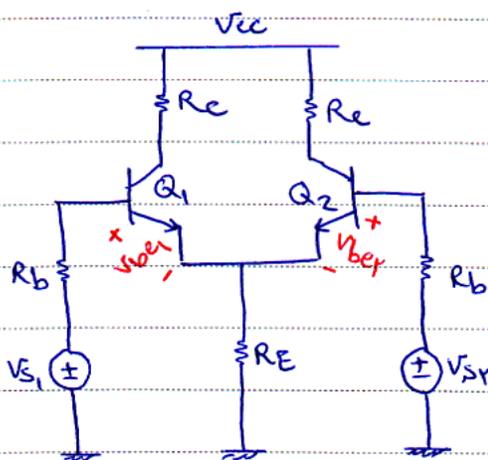
$$\rightarrow V = \eta V_T \ln \left(\frac{I}{I_s} + 1 \right)$$

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

طبق رابطه درست آمده، دین دیودی پیوند مستقیم پیوند P-N، I_s بستگی دارد. از آنجا که این جهت به صورت غیر خطی و

بسیار دین دیودی دارد لذا اندازه گیری آن سخت می باشد و استفاده از مستقیم از این فرمول جهت اندازه گیری را مناسب

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



به عنوان مثال:

حدت این است که I_2 در برابر I_1 چند برابر شود

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

$$Q_1 \equiv Q_2$$

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

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

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

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

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

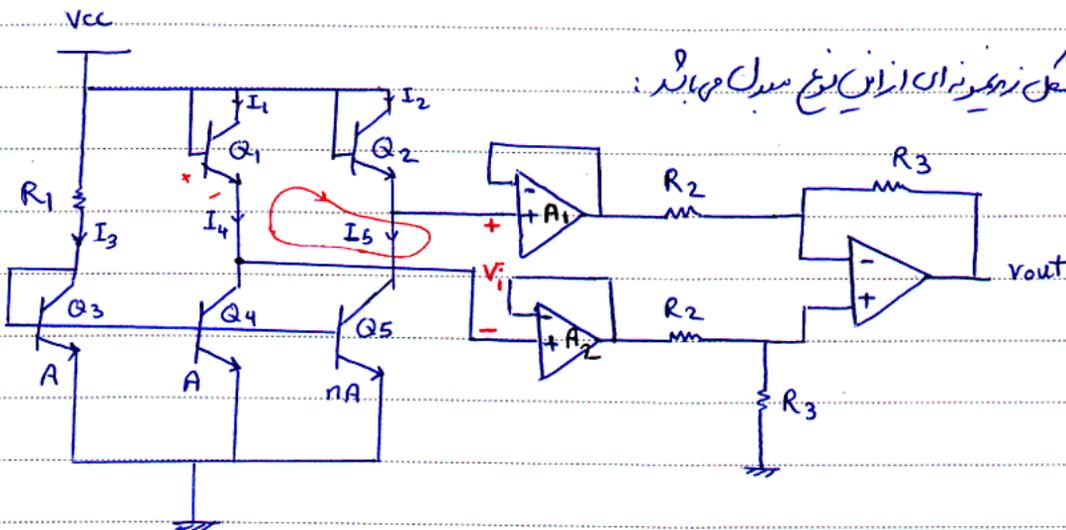
به طوری دو دسته میله را به سیگنال استریو وجود دارد:

(۱) میله دایره دتا
(۲) میله دایره جابجایی

V_{out} را دست می آوریم

(۱) میله دایره دتا: این میله ها در صورت خود دتا می تولید می کنند به با هم تناسب می باشد

مدار شکل زیر نمونه ای از این نوع میله می باشد:



Lm35, Lm34, Lm 500, Tmp 37, Lm60

میله دایره دتا

مجموعه مدارات لثوریات Q_3 ، Q_4 ، 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: $+V_i - V_{be1} + V_{be2} = 0 \rightarrow V_i = V_{be1} - V_{be2} = \Delta V_{be}$

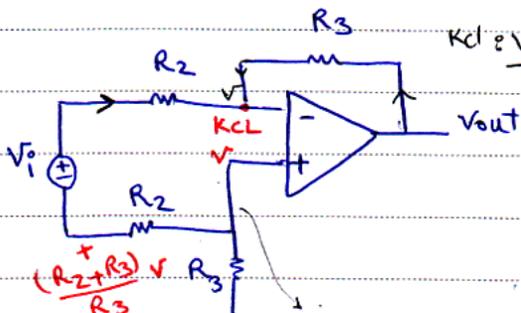
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{I_5}{I_4} = n = e^{\frac{\Delta V_{be}}{V_T}} \ln \rightarrow \Delta V_{be} = V_T \ln n$$

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

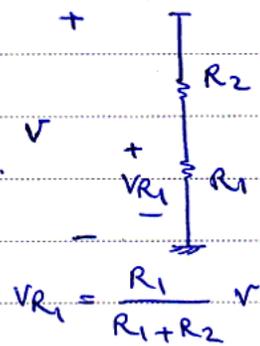
$$\rightarrow V_{out} = \frac{R_3}{R_2} V_i \rightarrow V_{out} = \left(\frac{R_3}{R_2} \cdot \frac{k}{q} \ln n \right) \cdot T$$

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

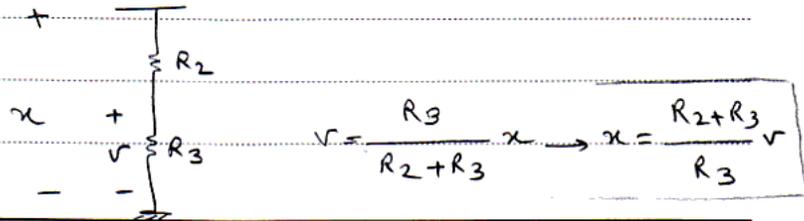
با انتخاب مناسب R_2 و R_3 می‌توان ولتاژ V_{out} را تعیین کرد



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



در kcl جهت وایان که توصیف شود

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

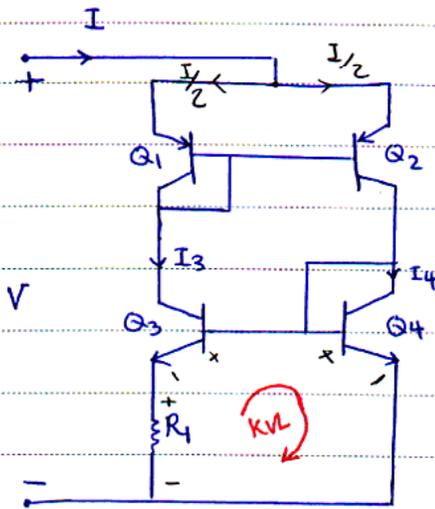
$$\frac{V_{out}}{R_3} - \frac{V}{R_3} + \frac{V_i}{R_2} + \frac{(R_2 + R_3)V - V}{R_2 R_3} = 0$$

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

(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_1 تریس این جریان می دهند لذا جریان Q_3 و Q_4 بصورت 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

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

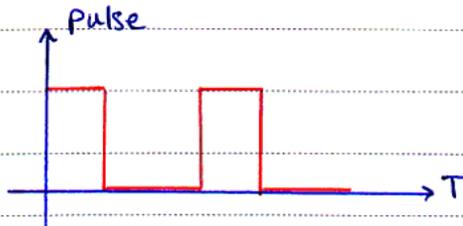
دما حساس ترین

LM134	AD592	AD590	از جمله مدل های دما حساس
1 MA/K	1 MA/K	1 MA/K	
همه حالت معاوضت در دما ترا حساس ترند.			

سنسورهای دمای اجزای و اجزای دیجیتال:

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

مدل دمای دقت در دما ترا حساس ترند و دقت در دما ترا حساس ترند



SMT 160 دما حساس ترین است:

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

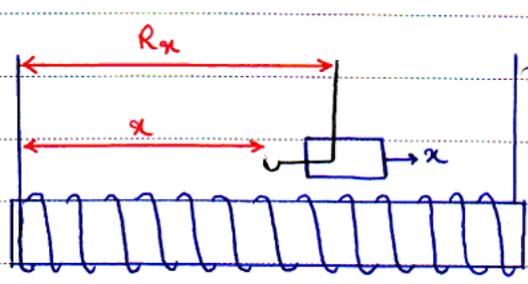
مدل‌های جایابی :

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 دیزل و ... را جستجو نمود. همچنین برای اندازه‌گیری‌های غیر ترمز و غیر نظیر نیرو، فشار و ... لازم توان به تعریف جایابی تبدیل کرد پس آن را اندازه‌گیری کرد. روش‌های مختلفی جهت اندازه‌گیری این کمیت وجود دارد به عبارت اندازه :

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

پتانسیومترها: به دریغ عمده ساخته می‌شوند (مکانی) حفره

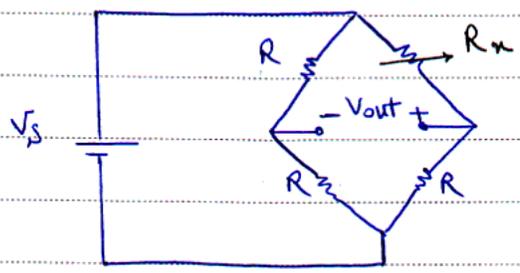
جهت اندازه‌گیری جایابی حفره از پتانسیومتر حفره جهت اندازه‌گیری جایابی را در بر می‌آورد از پتانسیومتر مدار استفاده می‌کنیم



ساخته می‌شود پس برای اندازه‌گیری R_x ، استاندارد این اجزای است.

R_p مقاومت واحد فول

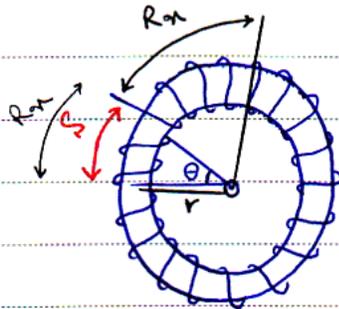
$$R_x = x R_p$$



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

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 طول α است

$$R_x = \alpha R_p$$

$$S = r\theta$$

θ : جایابی زاویه‌ای

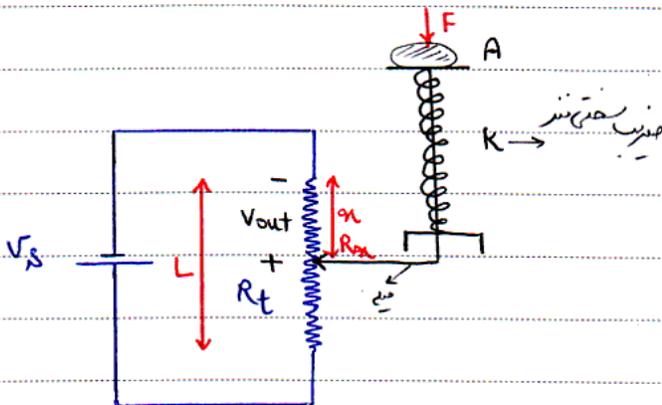
R_p : مقاومت واحد طول

r : شعاع یا رادیوس

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



α : جایابی خطی
 θ : جایابی زاویه‌ای



اندازه‌گیری نیرو با استفاده از جایابی:

دما و نیرو فنر جمع می‌شود و در نتیجه رابطه مستقیم با هم دارند

جایابی زیاد تر می‌شود.

PAPCO R_t مقاومت خطی یا نیوتن

α مقاومت طول: R_{α}

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

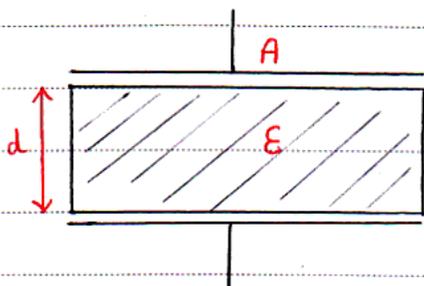
$$F = k \frac{L V_{out}}{V_s}$$

A: سطحی که نیروی F بر آن وارد می شود.

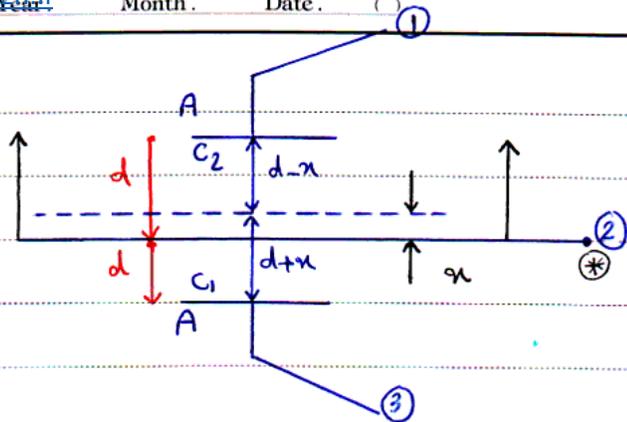
نیروی وارد در واحد سطح را فشار گویند.

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

مدل خازنی:



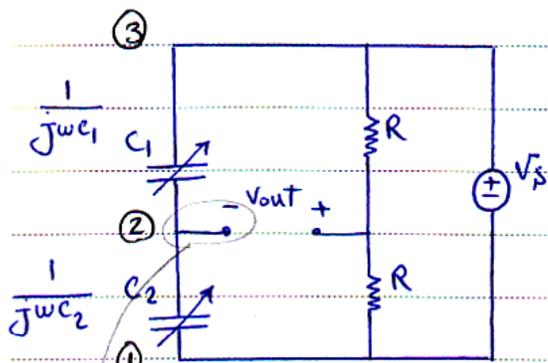
$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$



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

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

عبارت زیر را در صورتی جایگزین است



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

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

$$\frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} V_s$$

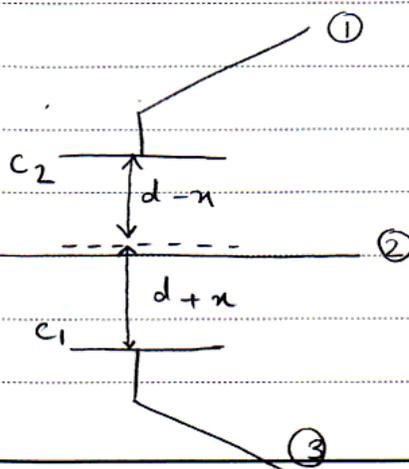
$$= V_s \left[\frac{1}{2} - \frac{C_1}{C_1 + C_2} \right]$$

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

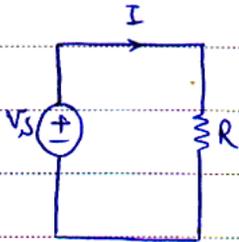
$$= V_s \left[\frac{1}{2} - \frac{d-x}{d-x+d+x} \right] = V_s \left[\frac{1}{2} - \frac{d-x}{2d} \right]$$

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

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



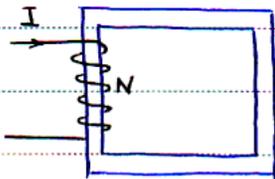
مدل های جایگزین نوع اعمالی (رولتانس معین)



$$V_S = IR$$

مقاومت الکتریکی

سروک مجرای الکتریکی



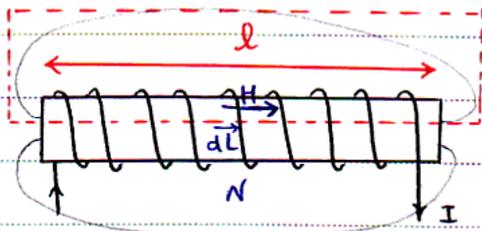
$$\text{شار دور} = N I = \text{mmf} = \Phi \cdot R = \text{سروک مجرای مغناطیسی}$$

سروک مغناطیسی

مقاومت مغناطیسی

سروک مغناطیسی در گمان 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 کروی و مغناطیسی ساخته شده که در دو سر آن یک سیم پیچ



$$N \cdot l \text{ دور بر وجه } \theta \text{ است}$$

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

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

این قانون درست است نسبت به جهت 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، بود ضعیف است



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

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

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: λ
 جریان عبوری از سیم: I

L: سلفی

L: اندوکتانس (ضریب القای مغناطیسی)

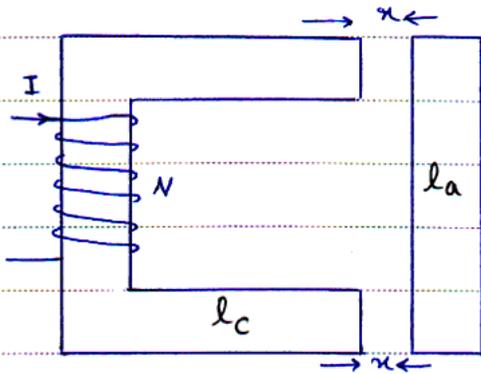
$$L = \frac{\lambda}{I} = \frac{N\varphi}{I} = \frac{N(\mu NI A)}{I l} = \frac{\mu N^2 A}{l}$$

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

اگر بر روی سیم هیچ اندوکتانس نداشته باشیم $N=0$ می‌شود.

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

در نتیجه اندوکتانس برابر



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

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

$$R_t = \frac{l_c}{\mu A} + \frac{2l_a}{\mu A} + \frac{l_a}{\mu A}$$

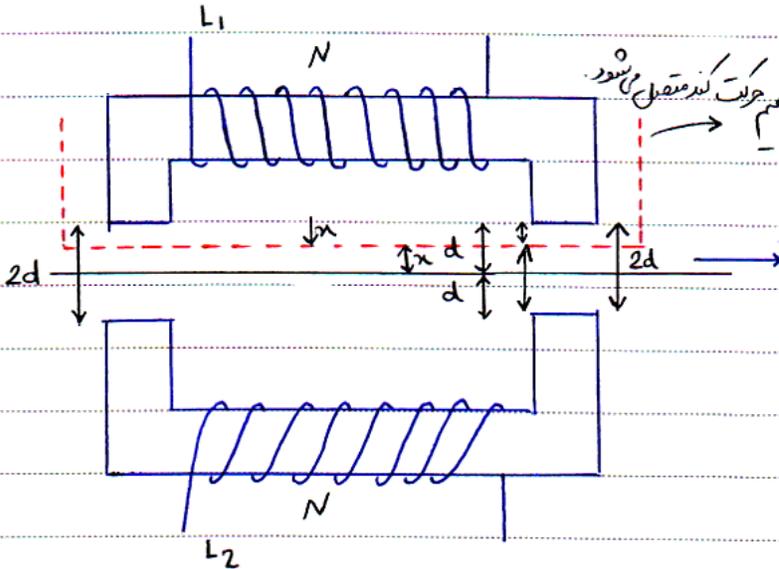
$$R_t = R_0 + kx$$

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

$$L = \frac{L_0}{1 + \alpha x} \quad \text{if } \alpha = 0 \rightarrow L = L_0$$

رابطه دست آمده نشان می‌دهد ارتباط بین L و x غیر خطی است. برای x بسیار کوچک

از مدار معادلی نزدیک استفاده می‌کنیم:



از تعداد جسی می‌توانیم خواهیم حرکت کند متصل می‌شود.

تعدادی از مدار معادلی می‌شود.

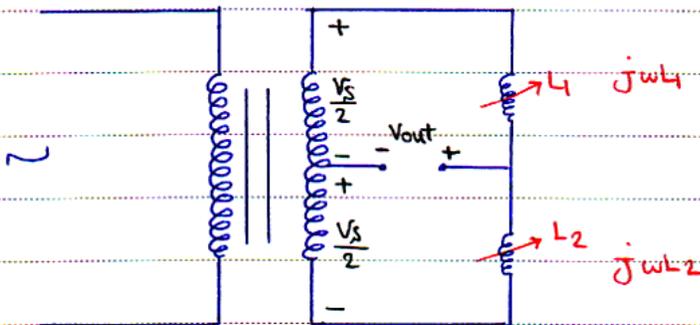
$$L_1 = \frac{L_0}{1 + \alpha(d - \alpha)}$$

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

در این مدار مقادیر تقویتی کوچک بین دو هسته مشابه که دارای فاصله d از هم می‌باشند، می‌تواند صحت کند. اگر چه

رابطه بین جایابی α و L_1 و L_2 غیر خطی است ولی با یک تقریب یک بی اختلافی αc در بردار L_1 و L_2 در

ساخته می‌شود که می‌تواند به یک رابطه خطی بین خروجی و جایابی α دست یافت



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

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

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

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



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

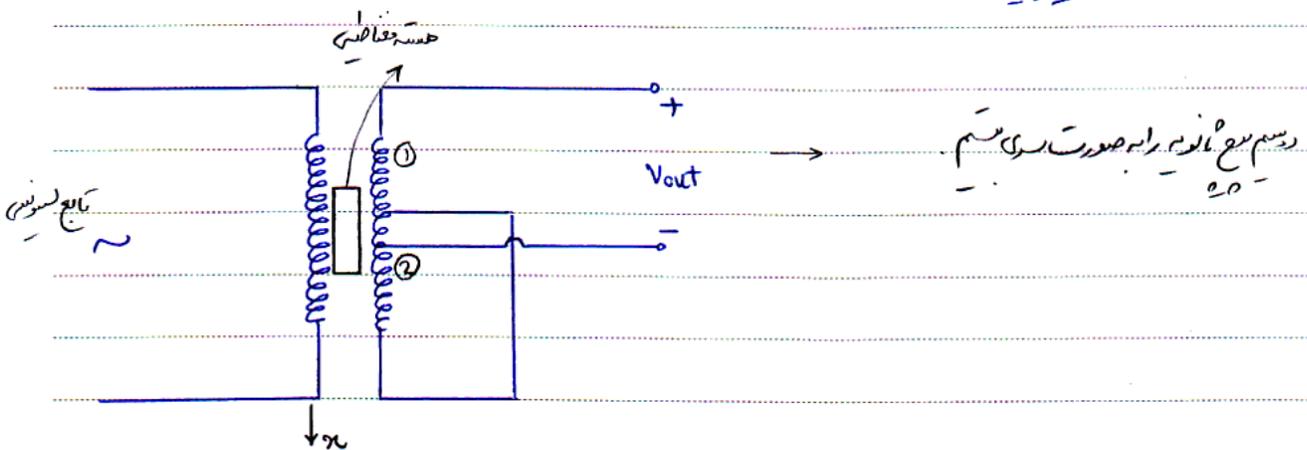
ولتاژ سینوسی با دامنه ۳ تا ۱۵ ولت و فرکانس ۶۰ الی ۲۰ کیلوهرتز تحریک می گردد.

ولتاژهای اعمالی در سیم بزرگ می تواند از موقعیت هسته فرودها تعیین می باشد. در حالتی که دو ولتاژ به صورت

سوی و در جهت مخالف هم بسته باشند در موقعیت ساری هسته دامنه ولتاژ خروجی تقریباً صفری باشد. جایابی هسته از این لحظه

(نقطه ساری) باعث افزایش ضریب القای متقابل بین اول و دومی از ولتاژها می شود و همچنین باعث کاهش ضریب القای

متقابل بین اول و دوم سیم بزرگ دیگر می گردد. در این روش خروجی تقریباً تابع خطی از موقعیت هسته می باشد.



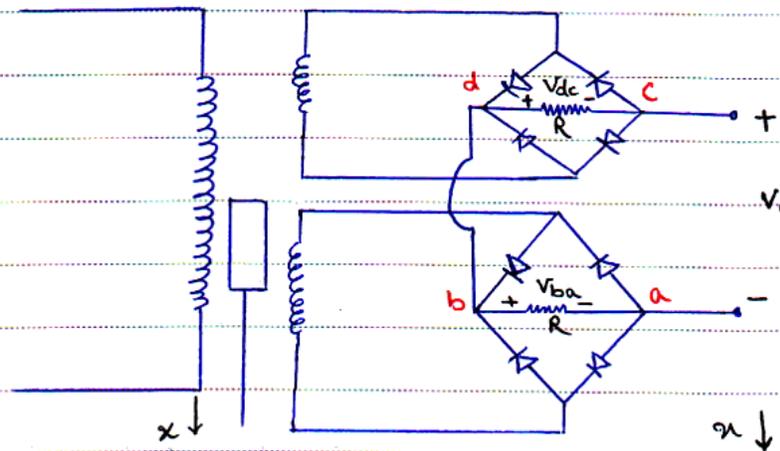
وقتی که هسته در وسط قرار دارد ولتاژی که روی ① می آید

با ولتاژ ② برابر است.

توضیح: اگر بار داشته باشیم V_{out} با ولت هسته در دو طرف نسبت به نقطه صافی قرار می‌گیرند لذا همیشه جهت تغذیه

مکان هسته تنها با استوار سازی دافعه امکان پذیر می‌باشد. برای حل این مشکل می‌توانیم از یک مدار بازی دوری مطابق

شکل زیر استفاده کنیم:



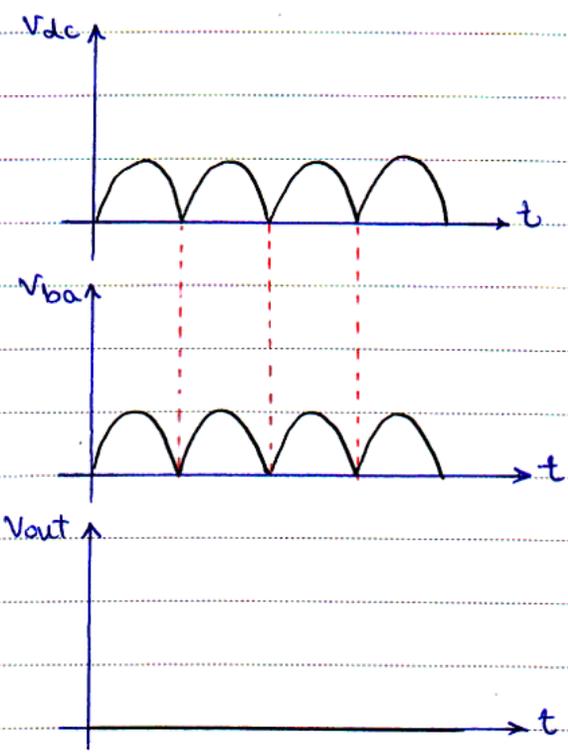
$$V_{out} - V_{ba} + V_{dc} = 0$$

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

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

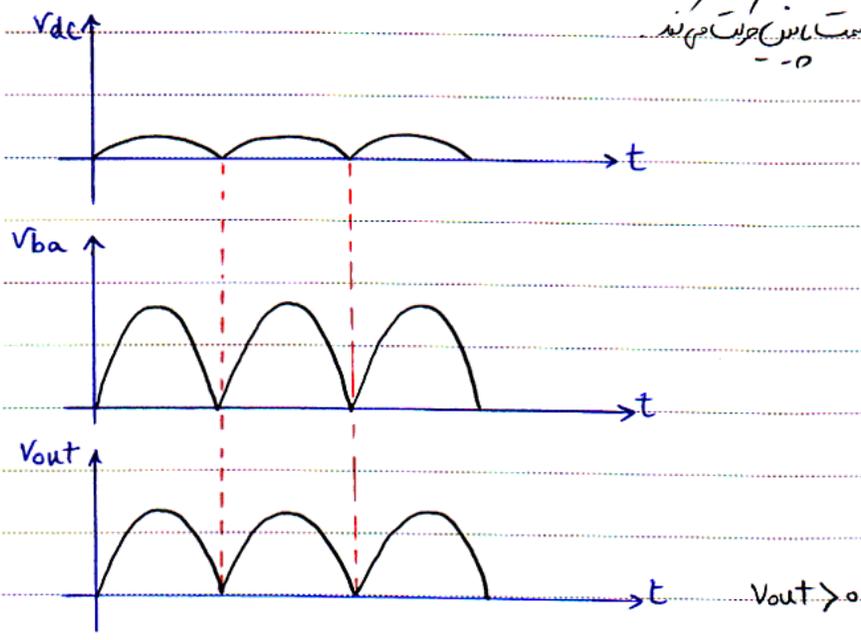
$\alpha \downarrow$
 $\alpha > 0$

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

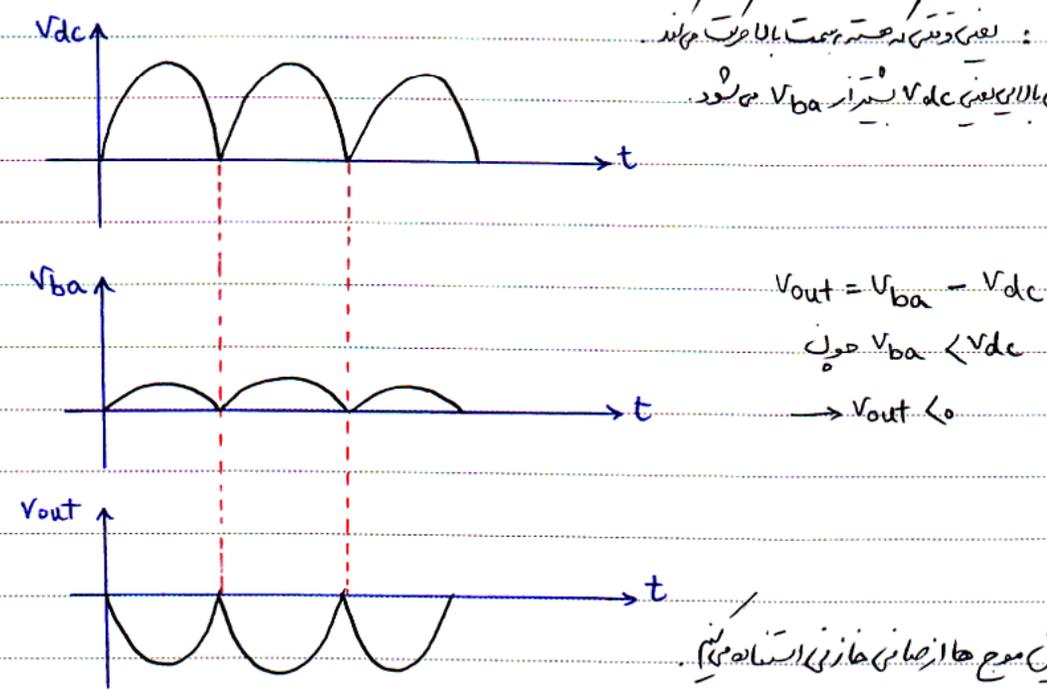


$\alpha = 0$ حالت

حالت $\alpha > 0$: یعنی وقتی که نسبت به سمت راست حرکت می‌کنند



حالت $\alpha < 0$: یعنی وقتی که نسبت به سمت چپ حرکت می‌کنند
 در این حالت ولتاژ در این بالا یعنی V_{dc} بیشتر از V_{ba} می‌شود



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

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

در این حالت بدون این موج ها از جانبی خارجی استفاده می‌کنند

$V_{out} = K\alpha$

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

V_{out} تابع خطی از α می‌باشد یعنی اگر

IC طای موجود در دوسیل LVDT :

AD598 / AD630 / AD698

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

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

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

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

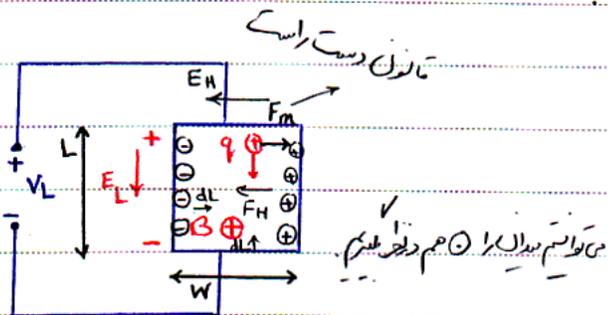
③ $\text{mmf} = NI = R\Phi \rightarrow \Phi = \frac{NI}{R}$

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

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 الکتریکی از شعاع و ابعاد:



با جاری ابعاد:

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

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

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 اشکون (معدنی است)

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

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

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

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

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

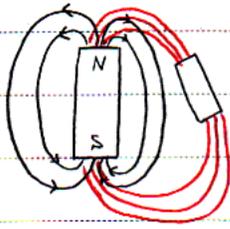
$$\frac{v_H}{v_L} = \frac{E_H w}{E_L L} = \frac{w}{L} MB$$

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

ولتاژ ابعاد

در اینجا فقط B را در نظر بگیریم است

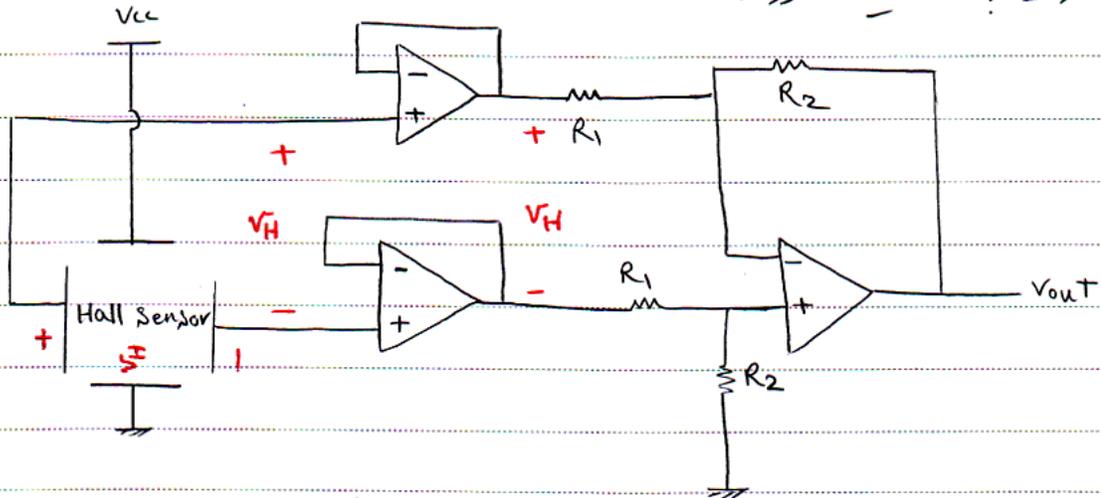
در تمام نقطه اشکون



مقاومت معادسی آهن از مقاوم است در صورتی که مقاوم زیادی ایجاد می شود

وقتی آهن را کم کنیم یا زیاد کنیم در واقع میدان معادسی تغییر می کند

مدار نمونه برای اندازه گیری سنسور آهن

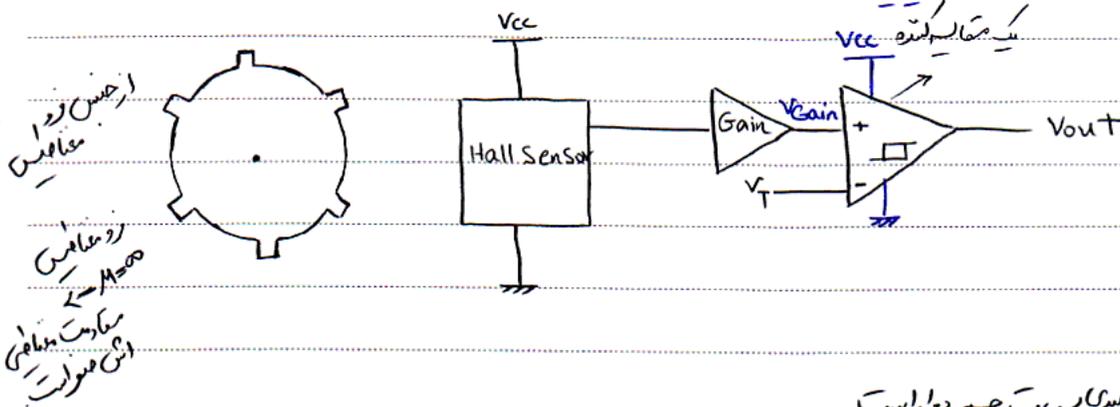


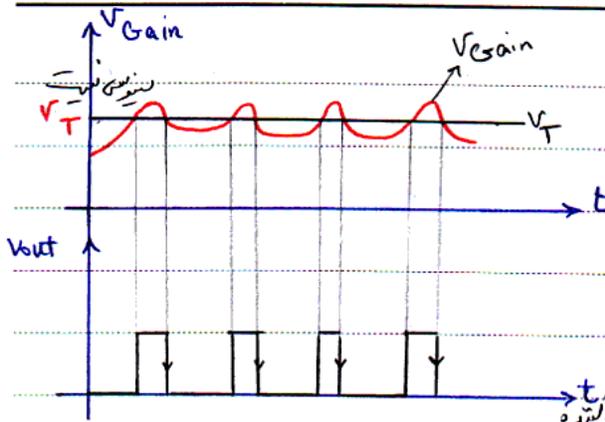
$$V_{out} = -\frac{R_2}{R_1} V_H \rightarrow V_{out} = \frac{R_2}{R_1} \frac{W}{L} MB V_{cc}$$

صفتی را در نظر بگیرید
دامنه های ما ۴۴ است

مطابق رابطه بدست آمده، چنانچه چنانچه میدان معادسی B به حاد می تغییر کند، خروجی V_{out} تغییر خواهد کرد.

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





با نزدیک شدن جرم امدادی سنسور از حال، V_{Gain} مطابق رده و تعیین کنند. امروز امدادی داشته باشیم V_{Gain} خطای کمتری می رود

با نشان هم $V_{Gain} > V_T$ → اشباع مثبت →
 به نشان هم $V_{Gain} < V_T$ → اشباع منفی →

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

uGN 3113 , 3120

خبر نمونه از سنسورهای ارجحان :

uGS 3130 , 3140

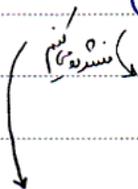
uGN 3501T → { 8 pin , 17 mv/g
 uGN 3019T → { 1.T = 10⁴ G کوس

در MRI از سنسور ارجحان 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 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 لیس :

فالتور لیس برای رسانندگی است و رسانندگی یک وسیله ای مقایسه آن با رسانندگی رسانندهای مشابه است.

در حقیقت فالتور لیس رسانندگی برای ارزیابی حساسیت نسبی یک رسانندهای است و لیس میباشد.

حوزه تغییر مقاومت از آن یک واحد تغییر در طول، بیشتر باشد حساسیت آن بیشتر خواهد بود. فالتور لیس نیز خواهد بود.

فالتور لیس بصورت زیر تعریف میشود:

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

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

E : ضریب الاستیسیته
 Δl : تغییر طول
 A : سطح مقطع
 R : مقاومت
 $G.F$: فالتور لیس
 نیروی وارد شده به رسانندهای است و لیس

وَتَن (تَن) یک استرین لایع 10 cm در سطح مقطع 4 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



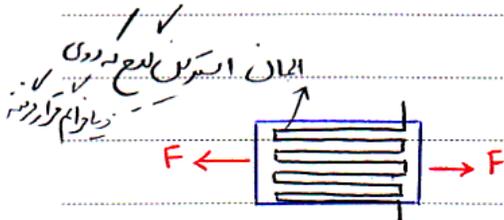
در نوع غیر یهودی، المان استرین لایع، بین دو محافظ قابل انعطاف محکم شده شده

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

باعث خم شدن دایگرام شده، F_2 صورت گرفته. 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 دایگرام 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 دایگرام چسانه می شود. با خم شدن

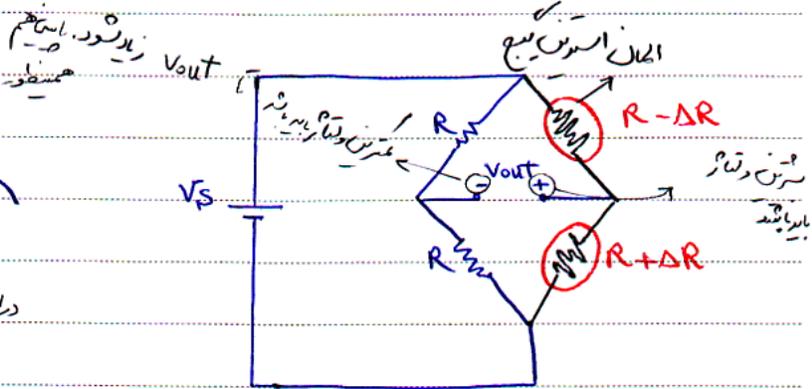
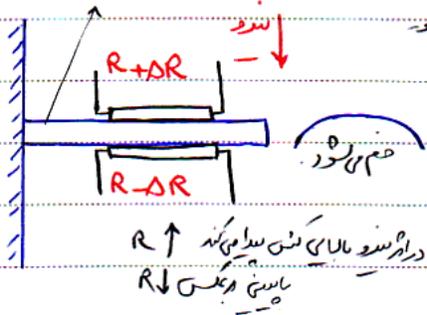
در بافرام، ایماک استرین لیم تغییر شکل می‌دهد و باعث بوجود آمدن لغزشی در مقاومت استرین می‌شود که خواهد شد با

اندازه لغزش تغییر این مقاومت می‌توانیم پیروی و در نتیجه می‌توانیم

خود نوع استرین لیم تو ضیع را به خود در این اندازه لغزشی بطوریکه به هر چه شود در این اندازه حساسیت استرین لیم

مبنی از یک استرین لیم در این جای اندازه لغزش استفاده می‌کنند.

بدین وضع در ایماک استرین لیم در مکان قرار می‌دهند



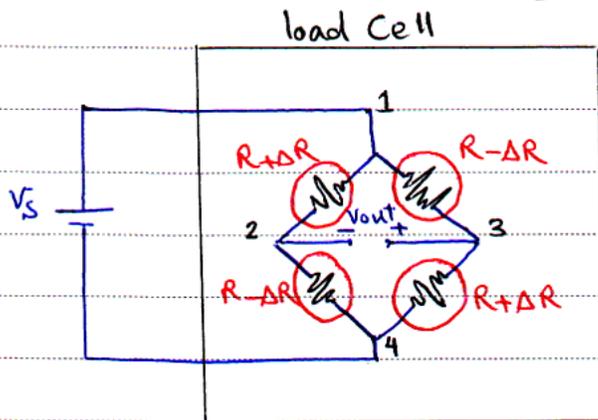
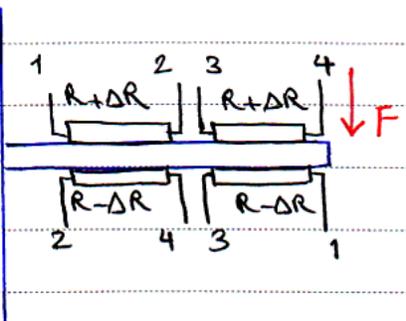
$$V_{out} = \left[\frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} - \frac{R}{R + R} \right] V_s$$

حرف لغزش V_{out} است در ایماک های استرین لیم
 در این نقطه مایه کشش زیاد می‌کند

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

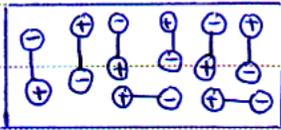
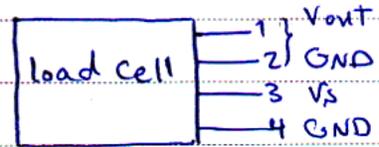
تیم در این نقطه مایه کشش زیاد می‌کند
 V_{out} زیاد می‌شود

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

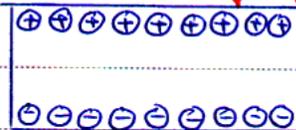


$$V_{out} = \left[\frac{R + \Delta R}{R + \Delta R + R - \Delta R} - \frac{R - \Delta R}{R - \Delta R + R + \Delta R} \right] V_S$$

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



بدون اعمال نیرو



با اعمال نیرو

سنسورهای نیرو الاستیک:

عناصر سنسور الاستیک، عناصری هستند که با تغییر طول از روی مکانیکی، الاستیکی درمعرض باردارند. این سنسور، جوهری است

سنسور الاستیک، منجر به جابجایی اندکی در آنم که برتصال نسبت به موقعیت اولیهی شمشیر برتصال می گردد

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

$$f = kx$$

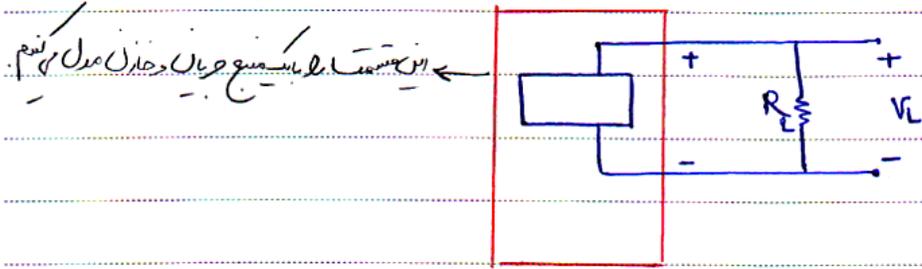
معمولاً $k = 5 \times 10^9 \text{ N/m}$

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

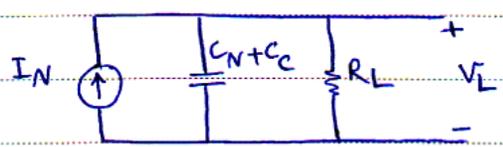
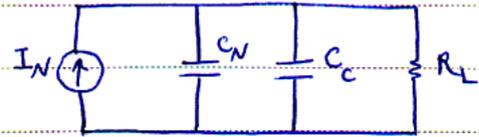
حساسیت $[b] = \frac{C}{N}$ با صرف حساسیت بار، نیرو

b حساسیت ایمان سنسور الاستیک م. بار (حساسیت بار، نیرو)

$b(C/N)$	منابع	$+19$ $1C = 1.6 \times 10^e$ کون
2.25×10^{-12}	کوارتر	
1.35	مقدار دوجن	
1.8	آمونومون هیدروژن ضایعات	
86-130	باریم سیانات	



C_c : ظرفیت ظاهری



نشان معادلت

از جمله جان است

حک این خازن محله شود، وضع می شود

مطابق مدار فوق، با اتصال معادلت R_L در دسترس و نیز القایتیب، جابجی از آن جاری می شود و مناسب با

بار القایتیبی القاشده در دسترس و نیز القایتیب می باشد. با اندازه لیک و القایتیبی که رسم به بار القایتیبی و از آن به سبک اعمال شده

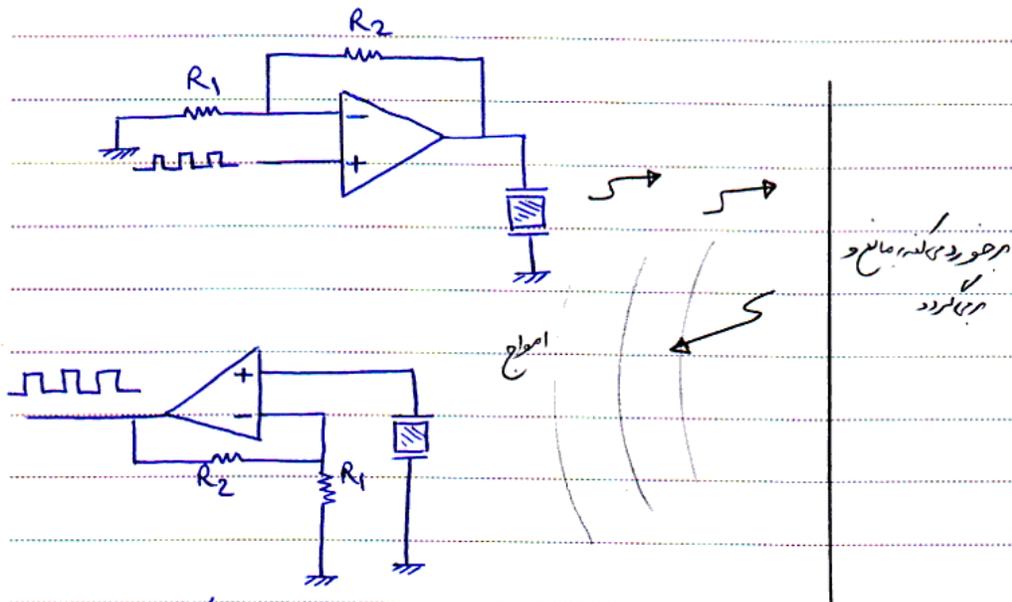
به سبک خاصیت فوق باز است اندیم نیز می باشد. این صورت به اعمال و القایتیبی به سبک القایتیبی امی که

رابطی بر سبک می برد، به صورت $\alpha = b'v$ بیان می گردد. حواصه و القایتیبی در صورت سنادن باشد

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

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

ظاهر بزرگی دارند



مثال) سرعت صوت در صفت 330 m/s می باشد. شماره نوک استفاده شده در مدار فوق دارای فرکانس 330 KHZ

می باشد. هوا که مانع بعضی ارسال امواج معکوس را راه اندازی شود و با دریافت این امواج در نتیجه شماره نوک

متوقف شود در این صورت که مقدار شمارش شده عدد N باشد، فاصله مانع تا سنسور سیزو استرک چه قدر 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:

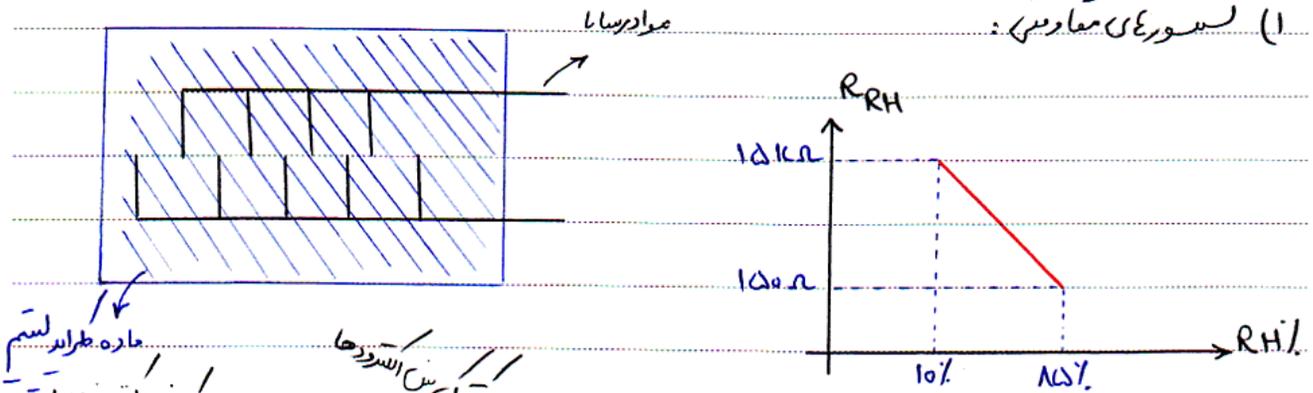
درصد رطوبت نسبی	$RH = \frac{AH}{SH} \times 100$
-----------------	---------------------------------

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

تفاوت الکتریکی بین السنورها
یک رابطه خطی است.
R_{RH} و RH رابطه عکس دارند
افزایش رطوبت باعث کاهش در RH است

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

α: شیب
β: طول از مبدأ

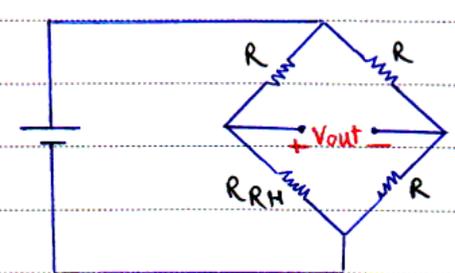
توضیح: این نوع سنور رطوبتی از تغییرات مقاومت الکتریکی عنصر حساس به رطوبت استفاده می کند. در این نوع

سنور ۲ السنوردهالی درون محفظه ای با مایعده ای تعیین از اندازه رطوبت اند. فضای بین ۲ السنوردها از ماده ای

طراند لستم به خازن جوئی برای رطوبت است، مرده است و در نتیجه مقاومت الکتریکی بین السنوردها با افزایش

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

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



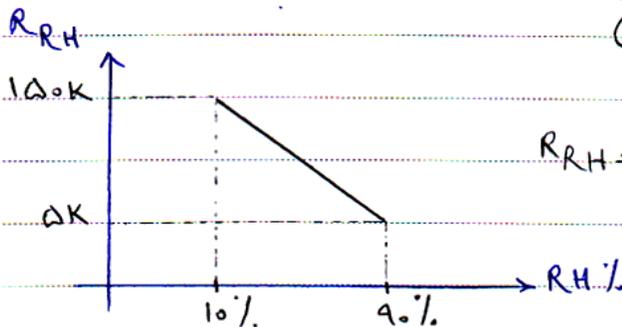
$$V_{out} = \left[\frac{R_{RH}}{R_{RH} + R} - \frac{R}{R + R} \right] V_s$$

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

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

برای اندازه گیری رطوبت نسبی یک خط از یک سنسور معاوضی در یک اندازه گیری استفاده می شود. مشخصات این سنسور

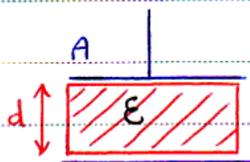
به صورت زیر می باشد. هرگاه معادله اندازه گیری در این درجه با $50 \text{ k}\Omega$ باشد، رطوبت نسبی چقدر است؟



(RRH)

$$RRH = \alpha RH + \beta$$

α : شیب
 β : 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 شود.

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

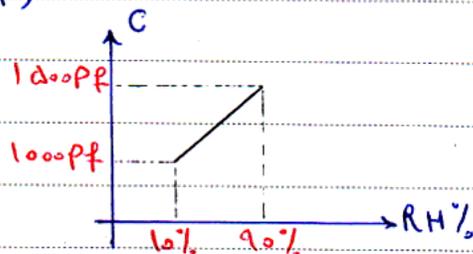
$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$$

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

$C \downarrow$ ← رطوبت

$C \uparrow$ ← افزایش رطوبت

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

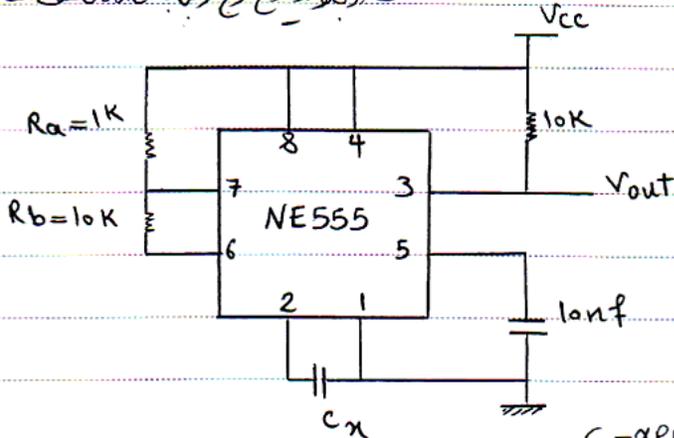


$$C = \alpha RH + \beta$$

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 $RH\%$ و C_x در $RH\%$ مستقیماً می آید.

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

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:

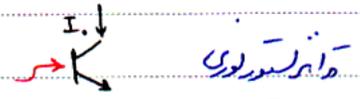
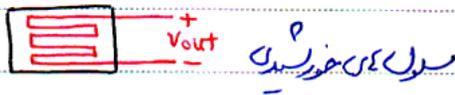
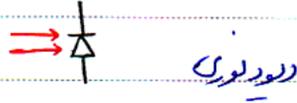
Hu 1015 NA , HS 1101

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:



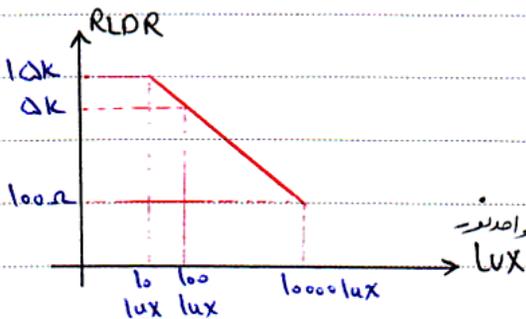
LDR ها همان کی مقاومتی اند که در نوری کم تضعیف و در نور زیاد تقویت اند.



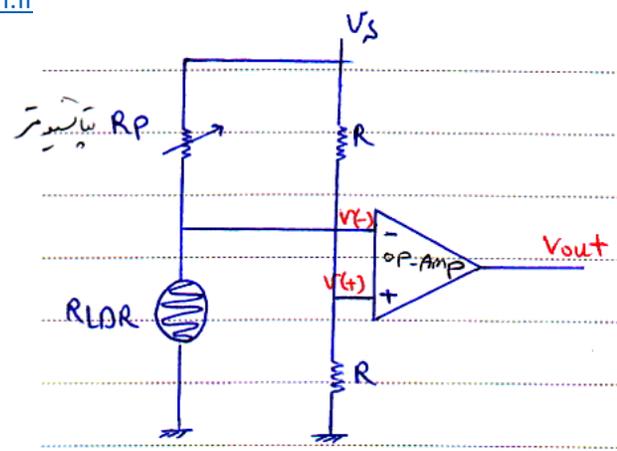
1) سنسور نوری LDR : Light Detection Resistor

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.



$$100 \text{ lux} = 15 \frac{\text{mW}}{\text{m}^2}$$



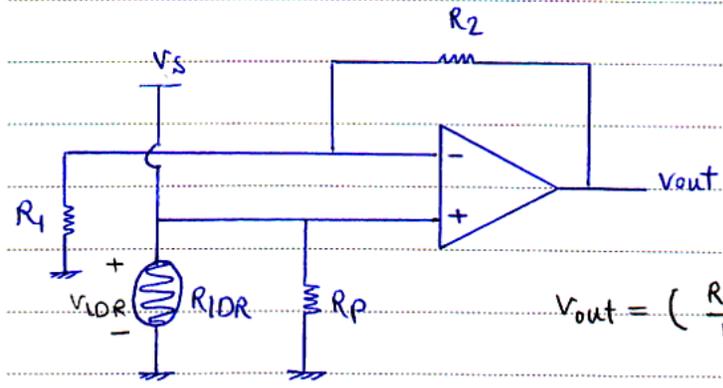
مدار نمونه برای تطبیق در نور محیط:

$$V(-) = \frac{R_{LDR}}{R_{LDR} + R_p} V_s$$

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

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

مدار نمونه برای اندازه گیری نور محیط:



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

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

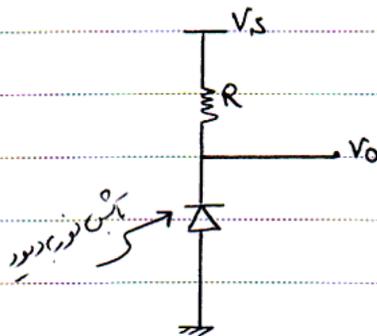
۱۲) دیودهای نوری (opto diode)

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

سنسورهای نوری ایده آل و مناسب برای سرعت زیاد، (دیودهای نوری) می باشند. ورودی نوری بصورت معکوس می باشد.

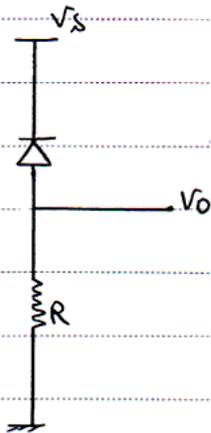
نور جریان اخیری از آن عبور می کند. هرگاه (دیود نوری) در معرض نور قرار گیرد، (دیود جریان معکوس) مایل توجهی

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

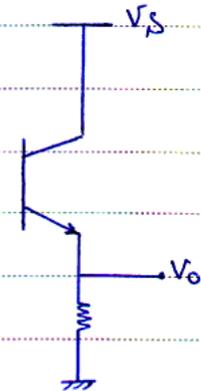


ترانزیستورهای سلولون معمولی از یک ترکیب pnp و npn تشکیل شده اند

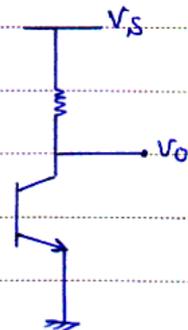
بنابراین به طور طبیعی شامل یک جهت یونید p-n حساس به نوری باشند یعنی

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 $\rightarrow V_O = V_S$

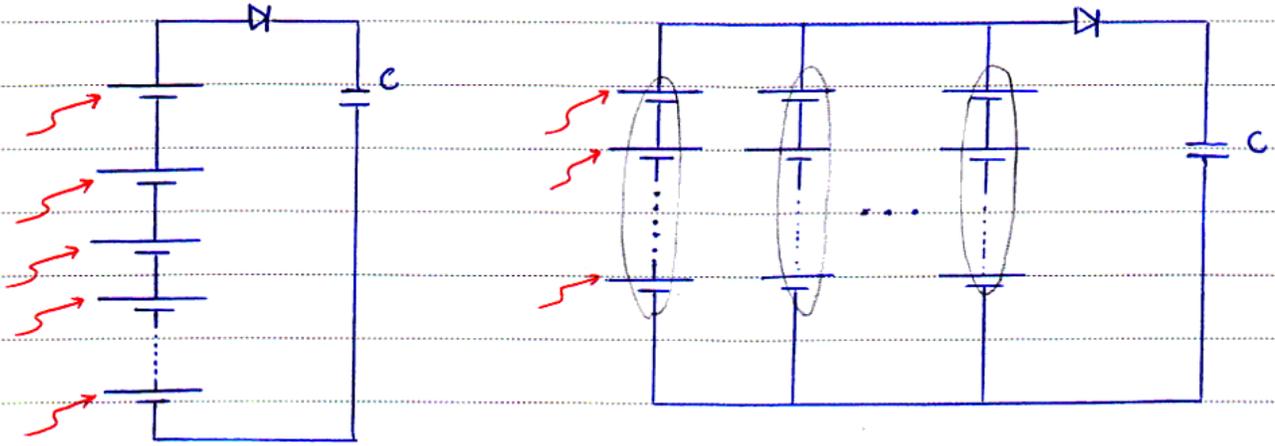
انواع ترانزیستورهای نوری :

Mxp 11A2

Mxp 4501

Mxp 11A1

Suncell یا Solarcell (۴) سلول های خورشیدی

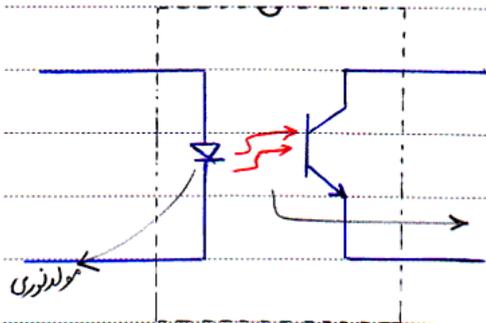


سلول‌های خورشیدی از عناصری هستند که با تابش نور به ولتاژی با شدت یک سلول خورشیدی متغیر در حالت معال، ولتاژ مدار باز در حدود ۰.۵۰۰ mV بسته به جغرافیای نور تولید می‌کنند. سلول‌های خورشیدی در مدارات تطبیق امپدانس می‌توانند جهت افزایش ولتاژ و جریان به کار گرفته شوند.

نوع کشندهی نوری :

نوع کشندهی نوری، افزایش یا کسب است که می‌تواند برای نوع جوجهی یک مولد نوری به دردی یک سنسور نوری به کار رود. هر نوع کشندهی نوری کاربرد می‌تواند با نوعی که به شکل فیزیکی قابل قطع، غیر قابل قطع باشد، در انواع باز و بسته دسته بندی شود. بنابراین نوع کشندهی نوری می‌تواند به اصطلاحاً بسته و غیر قابل قطع، بسته و قابل قطع، باز و قابل قطع و باز و غیر قابل قطع 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

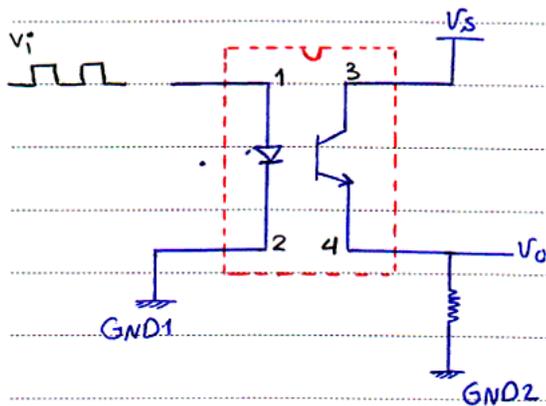
ساده ترین تزویج کننده نوری، نوع بسته غیر قابل قطع می باشد که به سبب معمول از یک LED با درون ترانزیستور

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

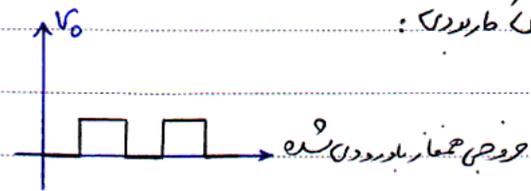
نور نامرئی یا IR به یکدیگر تزویج می کنند از کاربرد های این نوع تزویج کننده، برای اینترلاکسیون مدار منطوق

چند قابل نوین 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.



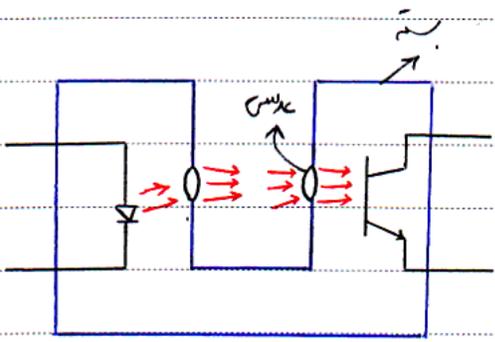
مدارهای کاربرد:



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 قطع :



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

(الف) نوع شماردار :

در نوع شماردار، محفظه گیرنده و فرستنده طوری طراحی و ساخته می شوند که سیگنال با طیف 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 کثیف

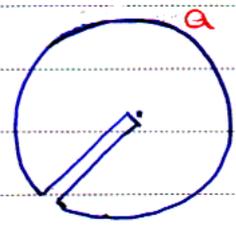
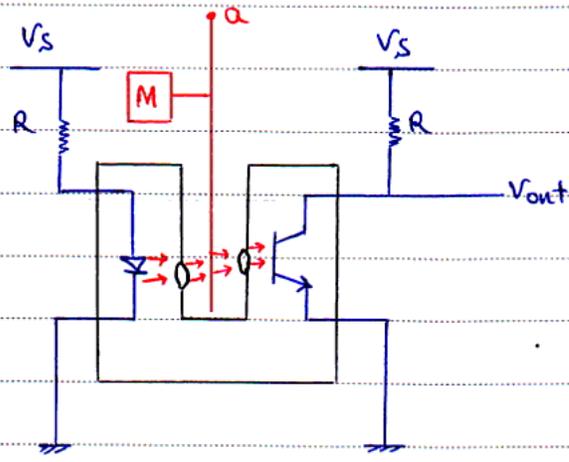
می شود و در ساخت سنسورهای تشخیص سی (proximity) به کار برده می شود

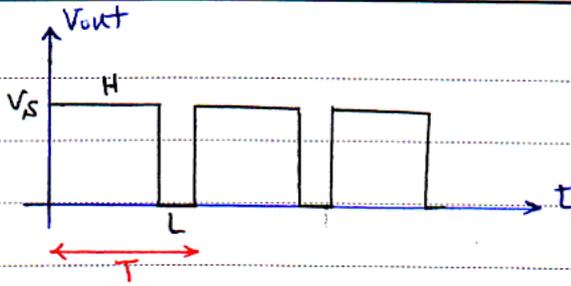
مثل آلوقمتر

به عنوان مثال از کاربرد های این تزویج کننده، ساخت آلوقمتر به صورت مدارات زیر است که برد :

در خروجی : اندازه لول در درخت

Tachometer:

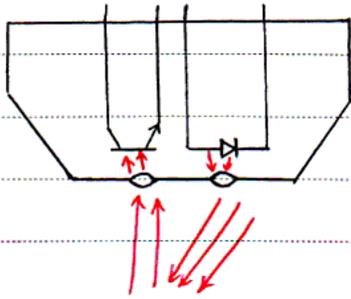




$V_{out} = V_s$ و خاموش T_r → نبولر برای T_r پس

این در یک برود نیست High دارد شمار در اندازه نبولر
low - 0 -

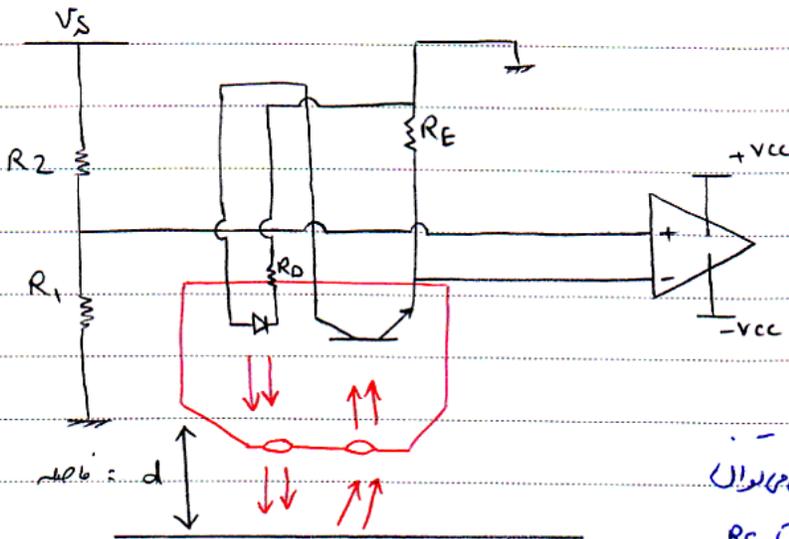
ب) نوع انعطافی:



نمونه: GP2D120

برای فاصله های بین 80 - 10 cm

مانع



از مدار فوق برای تشخیص یک ماصد و غیره می توان استفاده کرد. این ماصد را می توان با مقاومت RE تعادل داد. در سنسور هایی که برای تشخیص ماصد

فاز می گزیند، خروجی به صورت $V(-) > V(+)$ است. بلکه به صورت یک عدد ضد لیبی باید دلتا $V(-) < V(+)$ → $V(-) \uparrow$ → $V(-) > V(+)$ → $V(-) \downarrow$ → $V(-) < V(+)$

آنها در متناسب با ماصد می باشد

→ spamp P منبع



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

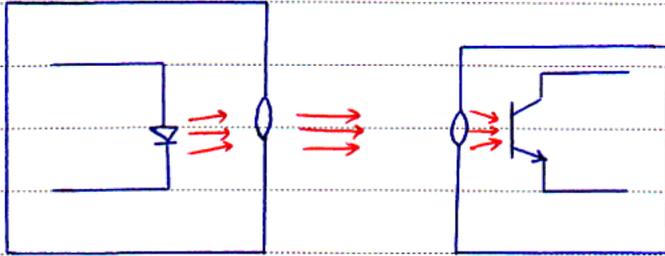
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اندازه گیری الکترونیکی (بخش چهارم)

استاد باغبانی
تهیه و تنظیم:

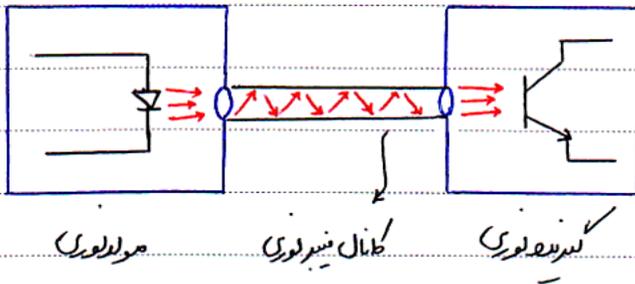


۳) ترمز کشنده بازو قابل قطع: یعنی کمان ارتباطی در ترمز کشنده بازو قابل قطع بود و ترمز کشنده بازو در درین حالت ترمز کشنده را هم جدا کنند.



ترمز کشنده کی بازو قابل قطع، نوعی دیگر از ترمز کشنده کی است که در آن مولد ترمز کشنده و ترمز کشنده کی در یک بسته مشترک قرار نمی گیرند. از این ترمز کشنده در سیستم های ایمنی و ایمنی ترانس و همچنین در سیستم های ترمز از راه دور برای ترمز یک دستگاه مانند موتورهای استناد می کنند.

۴) ترمز کشنده بازو غیر قابل قطع: یعنی کمان ارتباطی در ترمز کشنده بازو قابل قطع نیست. یعنی ترمز کشنده بازو در درین حالت جدا نمی کنند.



هو ایمنی ترمز کشنده

مزیت ها: حذف نویز - انتقال زیاد اطلاعات - غیر قابل قطع بودن

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

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 بردارین سیگنال :

سیگنال القدری تولید شده در فرم امپ یا اغلب برانفرا سرها و سنسور که در محدوده مناسبی بودند ، لزوماً 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 امکان ساخت. تقویت کننده های موجود این نویز و در این محدوده های می باشد. برای از دست رفتن دقت اندازه گیری ، لازم است از این محدودیت که اطلاع داشته باشیم.

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

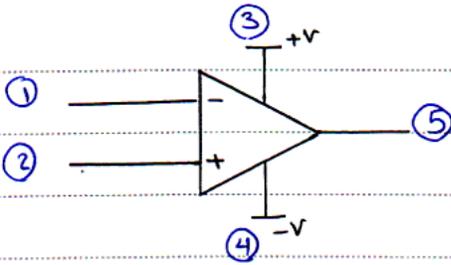
تقویت کننده های عملیاتی یکی از مهم ترین IC های اینترنیت می باشند. دلیل این عبارت است از:

۱) رمزارب امپ یا بوجه به پارامترهای بسیار به حالت ایده آل نزدیک است. بنابراین سخت مدارهای القدری می باشد. با آن که، از دقت بالایی برخوردار است.

۲) قابلیت اطمینان مدارهای که با این امپ ساخته می شود بسیار زیاد است. به گونه ای که اثر مداری در طراحی اولیه بر روی کاغذ یا در تست سازی درست جواب دهد، در عمل نیز همانگونه خواهد بود.

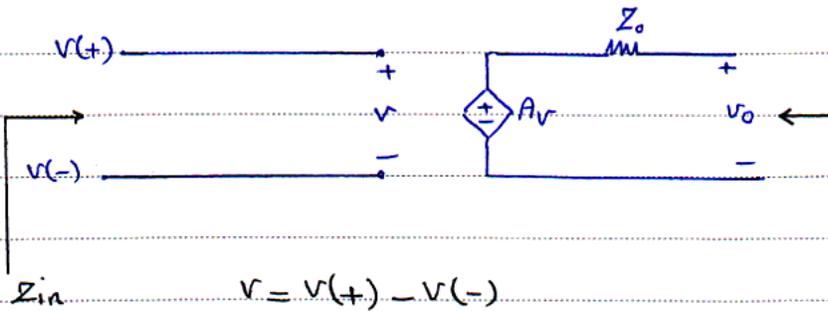
Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. _____ ()



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

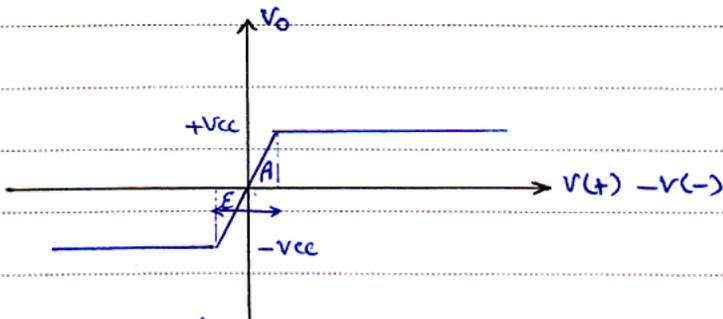
اگر فرض کنیم این لایه را در حالت ایده‌آل رسم می‌کنیم، داریم:



or $A = \infty$

$Z_{in} = \infty$

$Z_o = 0$



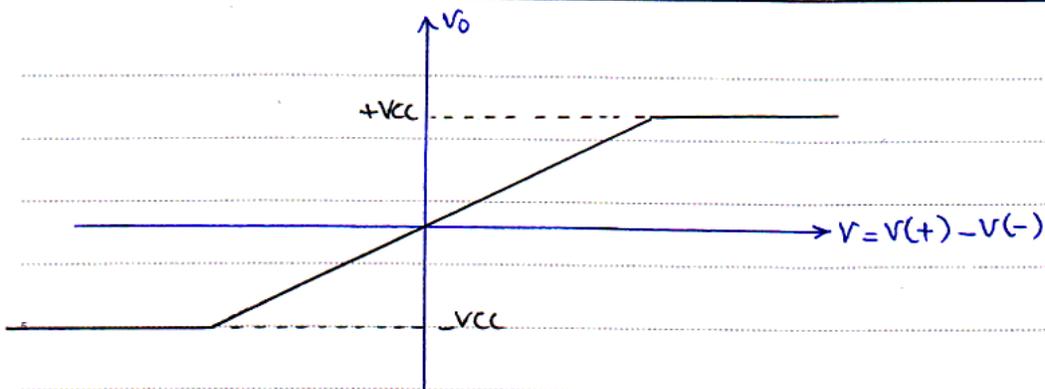
ع: ناحیه خطی بودن

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 :

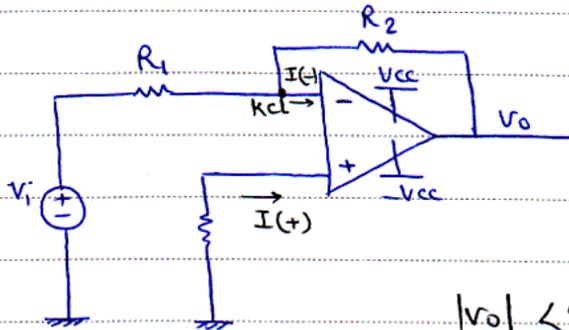
Year . . . Month . . . Date . . . ()



کاربردهای op-Amp :

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| ۱- تقویت کننده منفرجه | ۲- تقویت کننده مثبت |
| ۳- جمع کننده | ۴- ساخت DAC |
| ۵- مدار فرمان بسته | ۶- مدار انتقال کسیر |
| ۷- مدار مستقیم کسیر | ۸- مدل جریان مولد و ولتاژ دو برابر |
| ۹- ساخت منبع جریان استووال | ۱۰- ساخت فیلترهای فرکانس LP ، BP ، HP |
| ۱۱- السیت درینر | ۱۲- دستا سازیند |
| ۱۳- یلو کننده تمام موج دقیق | ۱۴- ساخت انواع اسیدلورها |
| ۱۵- ساخت مدار تقارن کسیر | ۱۶- ساخت خروجی بسته با لول |
| ۱۷- ساخت ولت مترهای RMS | ۱۸- مدل کی 4c و 4L |

1) تعیین کننده منفرجه (السؤال)



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

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

سیگنال ورودی v_i بر ورودی منفرجه این امدت وصل می شود.

شرط آن هم برای امدت تعیین کننده خطری است، $I(-) = I(+)=0 \quad v(-) = v(+)$ $A = +\infty$

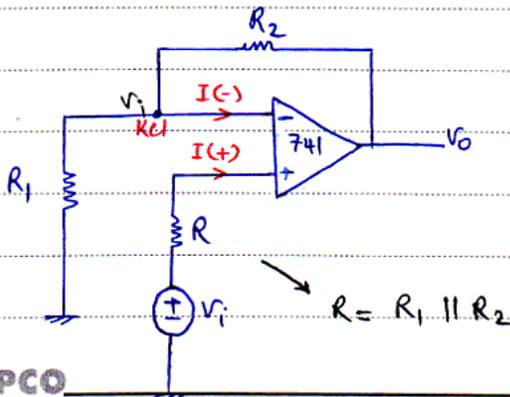
در غیر این صورت تعیین کننده از ناحیه خطری خارج می شود یا به اشباع مثبت می رود یا به اشباع منفی.

$v(-)$ هم معادلی است زوداً معیناً به زمین وصل نیست و فقط بیابن آن صفر است.

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

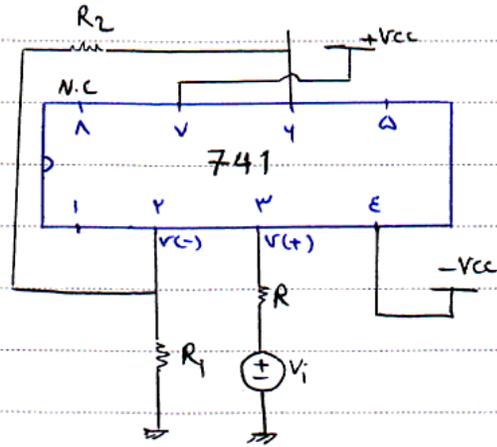
علامت منفرجه نشان می دهد که خروجی

با ورودی اختلاف فاز دارد.



2) مدار تعیین کننده مثبت (السؤال):

Subject: AN
 Year: Month: Date: ()



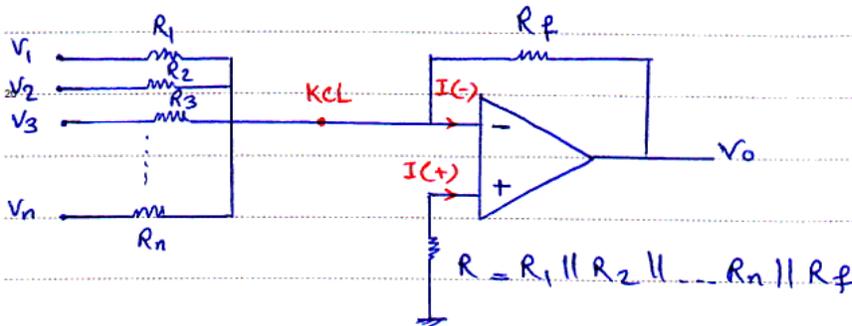
$$I(-) = I(+) = 0$$

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

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:



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

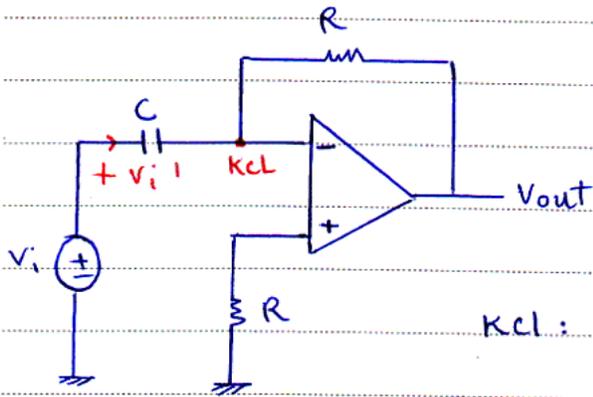
$$\text{Kcl: } \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \dots + \frac{V_n}{R_n} + \frac{V_0}{R_f} = 0$$

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

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

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

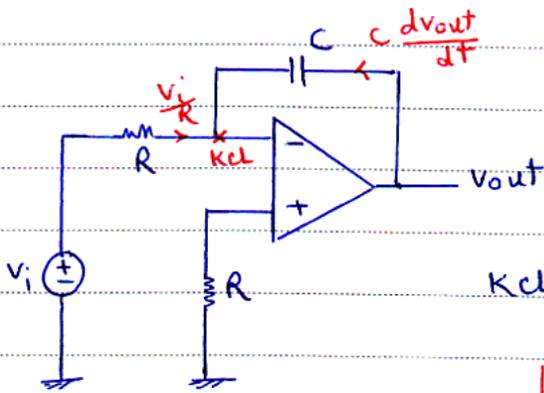
مطرح سوال است:



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

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

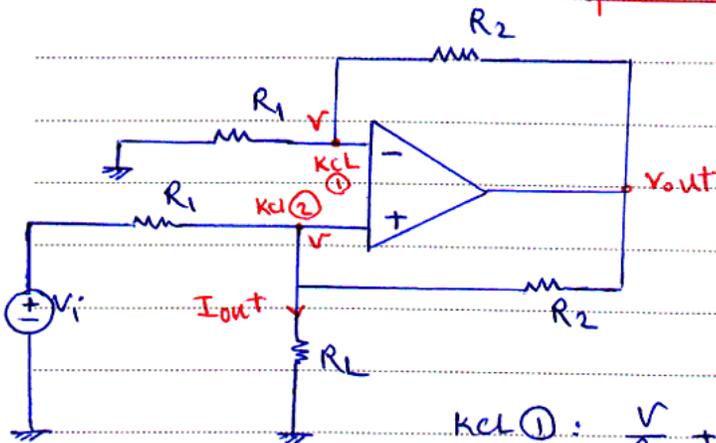
مطرح سوال است:



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

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

مطرح سوال است:

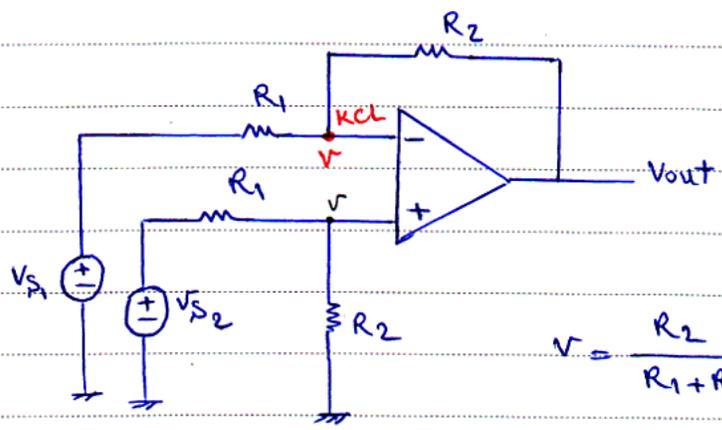


$$KCL \textcircled{1}: \frac{V}{R_1} + \frac{V - V_{out}}{R_2} = 0 \rightarrow \frac{V - V_{out}}{R_2} = \frac{-V}{R_1}$$

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

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

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



مقاومت معادل:

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

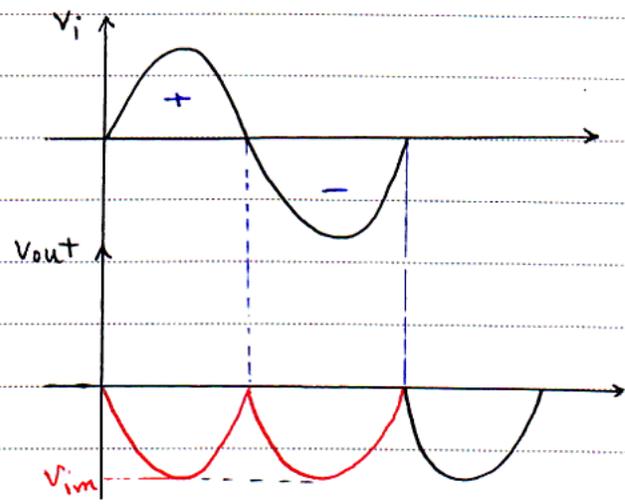
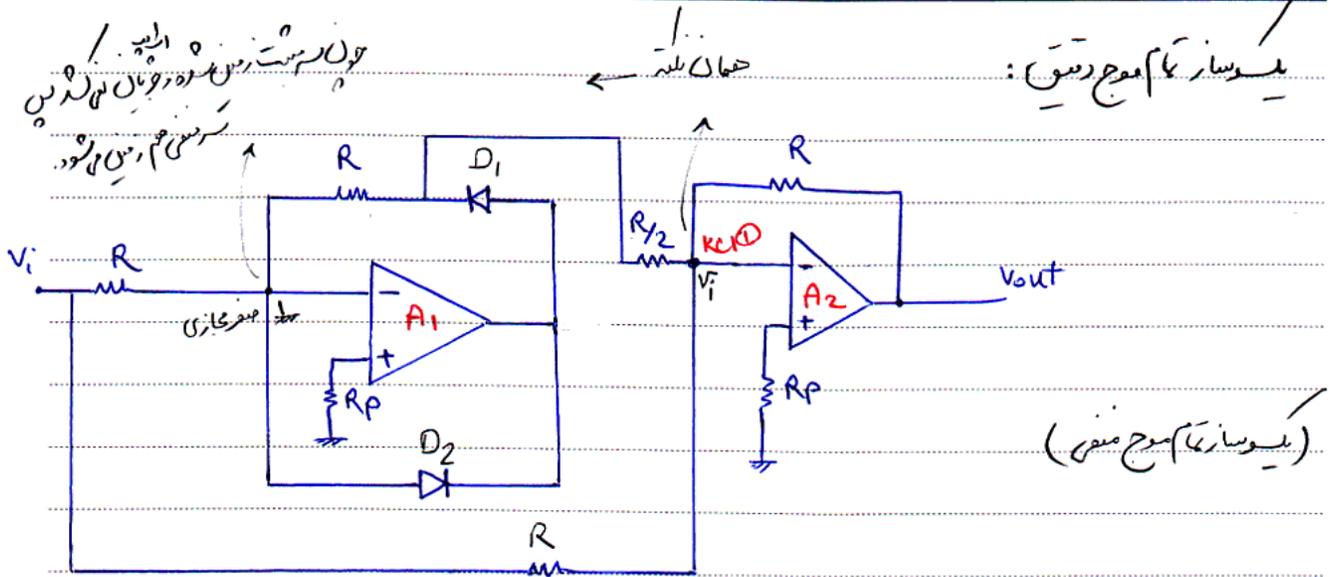
$$\text{KCL: } \frac{v - v_{S1}}{R_1} + \frac{v - v_{out}}{R_2} = 0$$

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

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

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

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

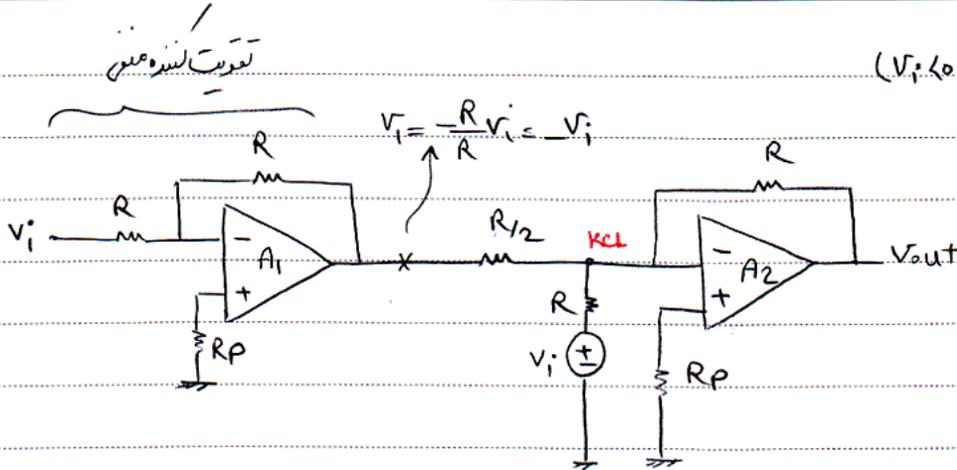


این خروجی در نیم سیکل مثبت ورودی ظاهر می‌شود.

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

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

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



$$KCL: \frac{V_i - 0}{R} + \frac{-V_1 - 0}{R_{1/2}} + \frac{V_{out} - 0}{R} = 0$$

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

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:

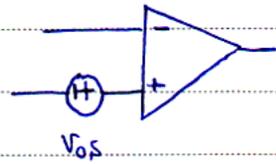
- ۱) آستانه ورودی
- ۲) بهره مدسترنگ
- ۳) پهنای باند فرکانسی
- ۴) جریان خروجی کم در عوض
- ۵) سرعت پاسخ دهی یا Slew Rate

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 خروجی معکوس می شود و خواهد داشت . بر این ولتاژ ،

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



ولتاژ است که به بدت با تغیر دما، تغیر کنند

تغیر ولتاژ است نامی از تغیر دما، ولتاژ در تغیر کنند

ردس های مختلف حذف است ورودی :

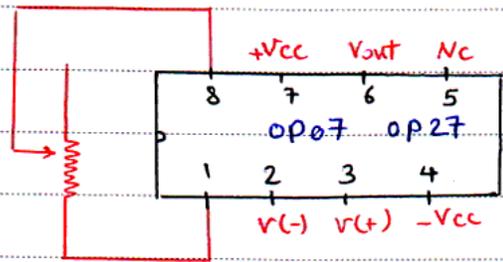
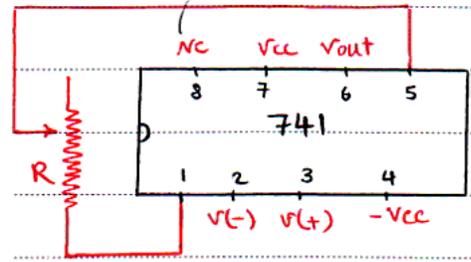
۱) استفاده از پایه های در تقویت کننده برای حذف است

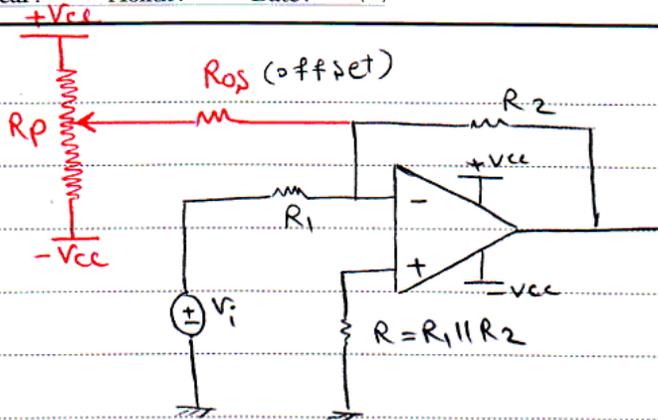
۲) استفاده از مدار خارج جهت حذف است ورودی

۳) استفاده از مدار خود کار حذف است

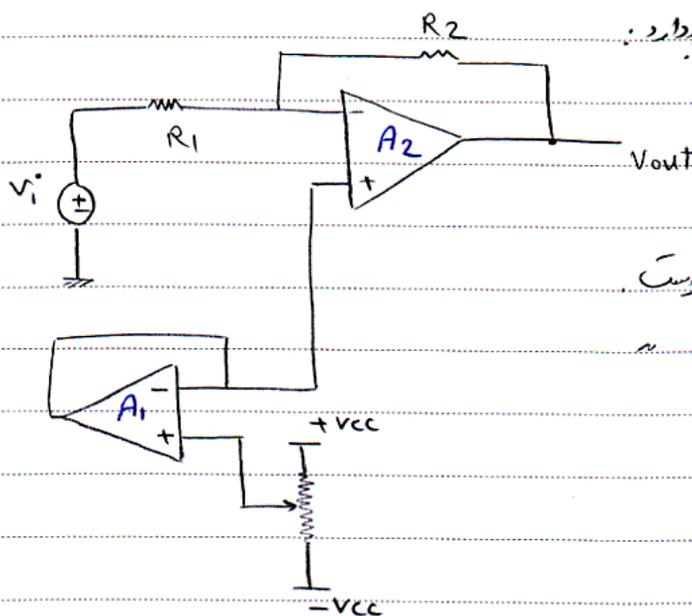
۴) حذف از است در هنگام برداشتن سیگنال یا داده

به جایی وصل نیست





(۲) استفاده از مدار خارج:



این مدار برای حذف سیگنال ورودی خطی کاربرد دارد:

منع و لغو اثر سیگنال ورودی را حذف می‌کند
منع سیگنال ورودی را حذف می‌کند

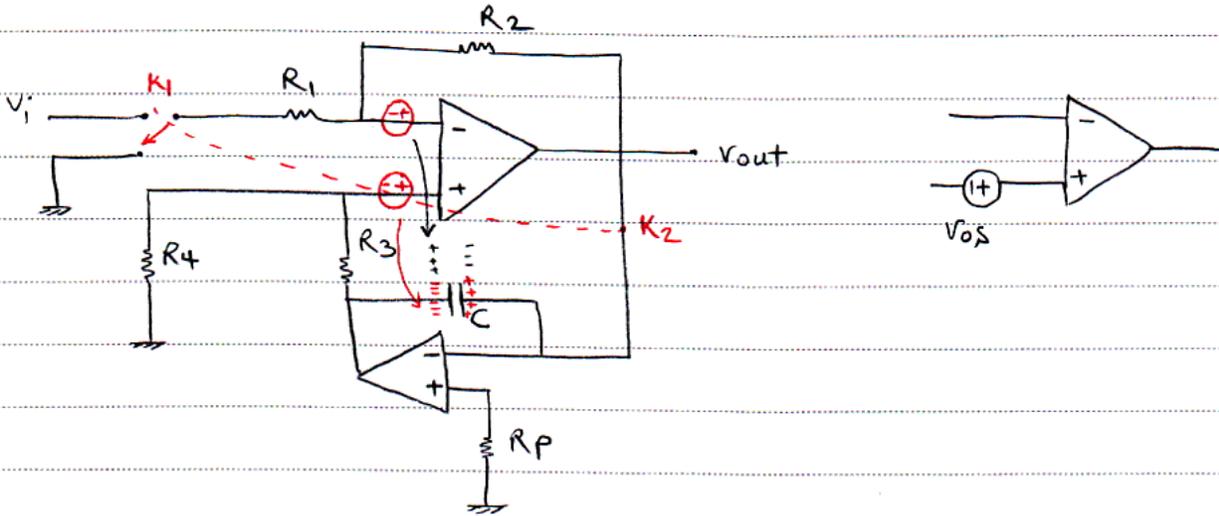
در این مدار (مدار فوق) از آنجا که ورودی مثبت A_2 خروجی مایه A_1 متصل است، امپدانس (مقاومت)

ورودی از پایه مثبت A_2 بسیار اندک است از همین به تغییر سیگنال ورودی، ولتاژ اعمال شده از پایه مثبت A_2

تغییر می‌کند. 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 سیگنال عمل خواهد بود

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

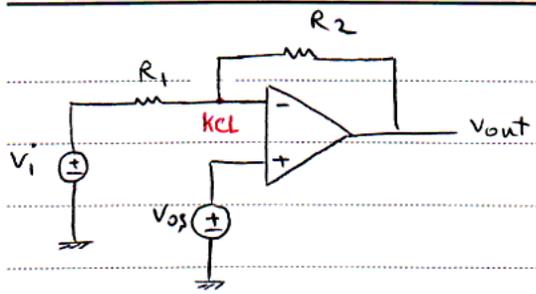
اعمال کند و این باعث می‌شود جمع جدیدی ولتاژ آنست و ولتاژ دو سر خازن منفی شود.

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 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.



در ولتاژ آستانه خف نه و همراه با سیگنال ورودی

تقویت می گردد.

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

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

۴- خف آستانه هنگام برداشتن سیگنال:

این روش در مدارهای کاربردی دارد که دامنه سیگنال ورودی از دامنه ولتاژ آستانه ورودی فریب آید. در این

روش سیگنال را بدون نیاز به خف آستانه تقویت کرده و به ولتاژ سیگنال تبدیل می کنیم و هنگام برداشتن مقدار آستانه را

از آن کم می کنیم.

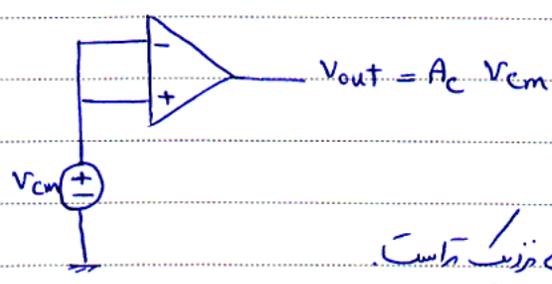
مقدار متوسط $V_{cm} = \frac{V_1 + V_2}{2}$

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

تولید می شود نه وجود دارد نسبت تقویت ولتاژ خروجی به ولتاژ مشترک را برای مد مشترک می گویند.



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

نکته: هر چه بهره مد مشترک کم باشد تقویت کننده به حالت ایو آل نزدیک تر است.

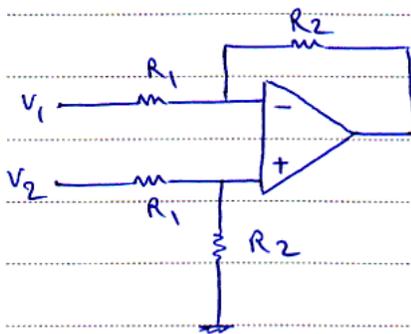
$$CMRR = \frac{A_d}{A_c}$$

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

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

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.



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

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

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

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

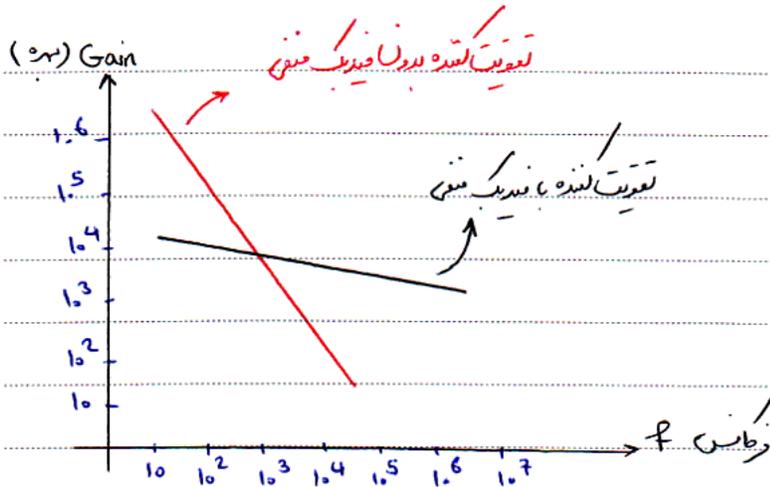
$$v_{out} = A_d v_d + A_c v_{cm} = \frac{R_2}{R_1} v_d + \frac{A_d}{CMRR} v_{cm} \quad |A_d| = \frac{R_2}{R_1}$$

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

دقتاً بیشتر عملیاتی و ولتاژ برداشتی

تقویت کننده

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



با تغییر فرکانس، تغییرات شدت‌های عملیاتی:

✓ خواص تغیرات شدت عملیاتی به صورت بدون فیدبک منفی استفاده شود بهای این تغیرات آن کم خواهد بود. به عبارت دیگر با افزایش فرکانس، بهره بیشتر کم می‌شود. خواص تغیرات شدت را به صورت فیدبک منفی استفاده کنیم باعث کاهش بهره خواهد شد. در عوض در پهنای و سرعت از فرکانس سیگنال در ورودی، بهره ثابت می‌ماند.

جریان خروجی تغیرات شدت‌های عملیاتی:

در اغلب تغیرات شدت‌های عملیاتی، جریان خروجی محدود به میلی آمپر mA بوده و لذا نمی‌توان از آن توان زیادی را منتقل کرد و اغلب می‌توان توسط مدارات اضافی که در خروجی تغیرات شدت قرار دارد، جریان آن را تقویت کرد.

سرعت تغییرات خروجی (Slew Rate):

سرعت تغییرات ولتاژ خروجی یک تغیرات شدت عملیاتی به دلیل محدودیت این مدار، کمی کم می‌باشد. به عبارت دیگر اگر تغییرات ناگهانی در ورودی داشته باشیم، خروجی با شیب آهسته تغییر می‌کند که این Slew Rate می‌گویند. Slew Rate

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

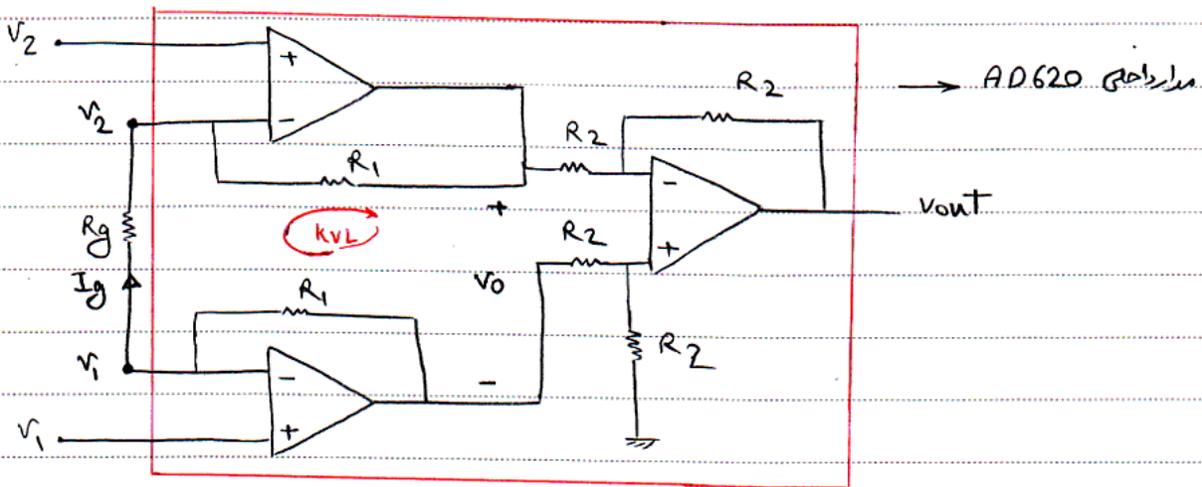
جدول سرعت سنجی صورت زیر است:

نوعیت سنجی اینها را بنویس:

نوعیت سنجی اینها را بنویس، نوعی نوعیت سنجی عملیاتی می باشد که مشخصه های آنها به شرح زیر است. در نوعیت سنجی

اینها را بنویس، اسپد این ورودی بسیار زیاد، بهره مد مشترک بسیار کمتر، بهره تفاضلی بسیار زیاد می باشد.

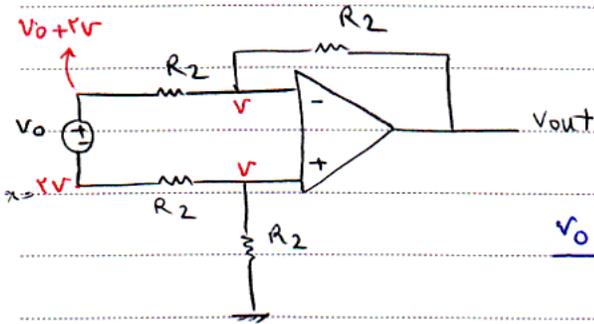
ساختار یک نوعیت سنجی اینها را بنویس صورت زیر است:



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

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

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



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

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

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

$$V_{out} = -V_0$$

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

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

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

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

$$|A_d| = \frac{R_2}{R_1}$$

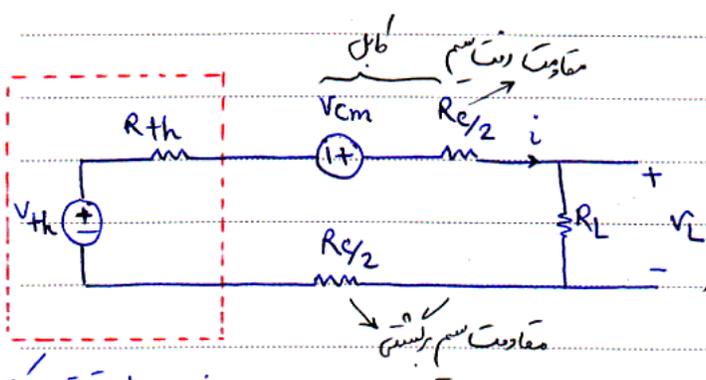
$$V_{out} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_g}\right) (V_1 - V_2) + \frac{1}{CMRR} \left(\frac{V_1 + V_2}{2}\right)$$

$$1 \leq \text{Gain} = 1 + \frac{2R_1}{R_g} \leq 1000$$

! R_g : میان ورودی ها

AD 524 , AD 620 , AD 621 , \dots

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



ارسال سیگنال r بصورت ولتاژ و جریان

ارسال سیگنال r بصورت ولتاژ:

V_{cm} ولتاژ آنا شده توسط انواع اشهرده خاصیتی در طول مسیر

فرضی مدل ولتجیب بسته شده
(تولین)

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

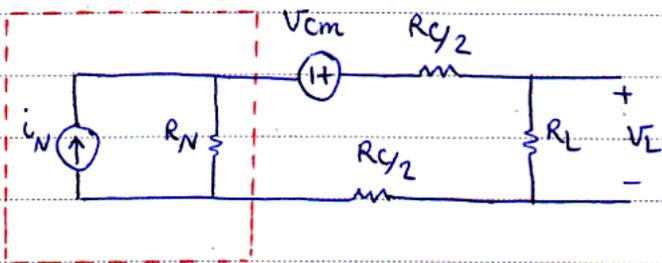
$$V_L = i \cdot R_L = \frac{(V_{th} + V_{cm})}{R_L + R_{th} + R_c} \times R_L \xrightarrow{R_L \gg R_{th} + R_c} V_L = V_{th} + V_{cm}$$

مدار معادل یک سیستم ارسال سیگنال r بصورت ولتاژ در بالا آورده شده است منبع ولتاژ V_{cm} معادل ولتاژ نویز آنا شده

روی مدارات است رابطه دست آمده برای V_L نشان می دهد در یک سیستم ارسال سیگنال r بصورت ولتاژ تمامی

ولتاژ نویز در خروجی قرار می گیرد این نویز می تواند باعث خطا در عملکرد سیستم انوار نظیر شود

ارسال سیگنال r بصورت جریان:



فرضی مدل ولتجیب بسته شده (تولین)

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

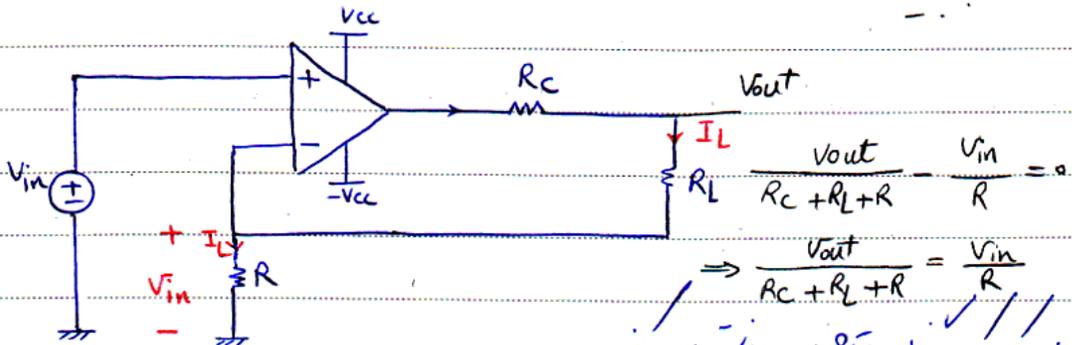
$$V_L = R_L i_L = \frac{R_L R_N}{R_N + R_C + R_L} i_N + \frac{R_L V_{cm}}{R_N + R_C + R_L}$$

$R_N \gg R_C + R_L \rightarrow V_L = \frac{R_L R_N}{R_N} i_N + \frac{R_L}{R_N} V_{cm}$
 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 جبران فرکانس نویز هم در خروجی دست، لذا برای اعمال سیگنال معمولاً به شکل جبران ارسال می شود

مدل های وینا، امپدانس جبران :

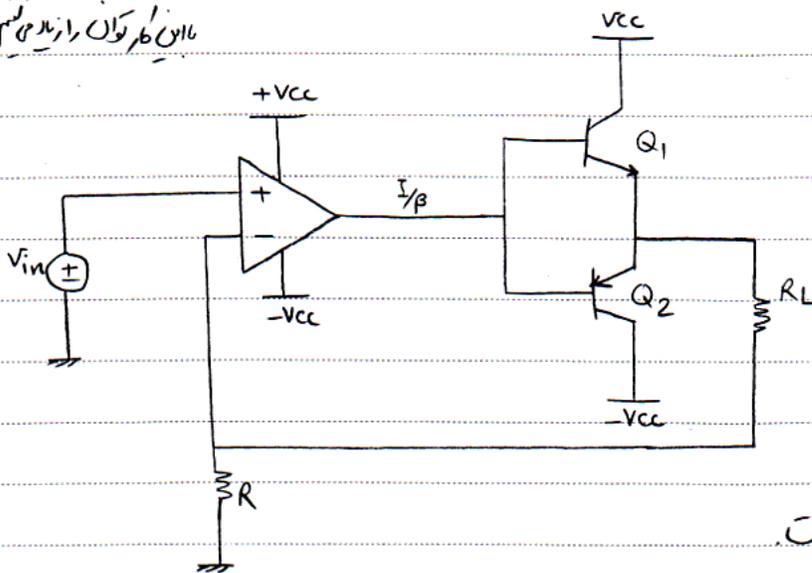


$$I_L = \frac{V_{in}}{R} \quad V_{out} = \left(1 + \frac{R_C + R_L}{R} \right) V_{in} < V_{cc}$$

جریان خروجی تقویت کننده عملیاتی محدود به حدی است برای افزایش جبران فرکانس نویز از دو ترانزیستور

این کار توان را زیاد می‌کند.

توسیع بول استفاده کرد



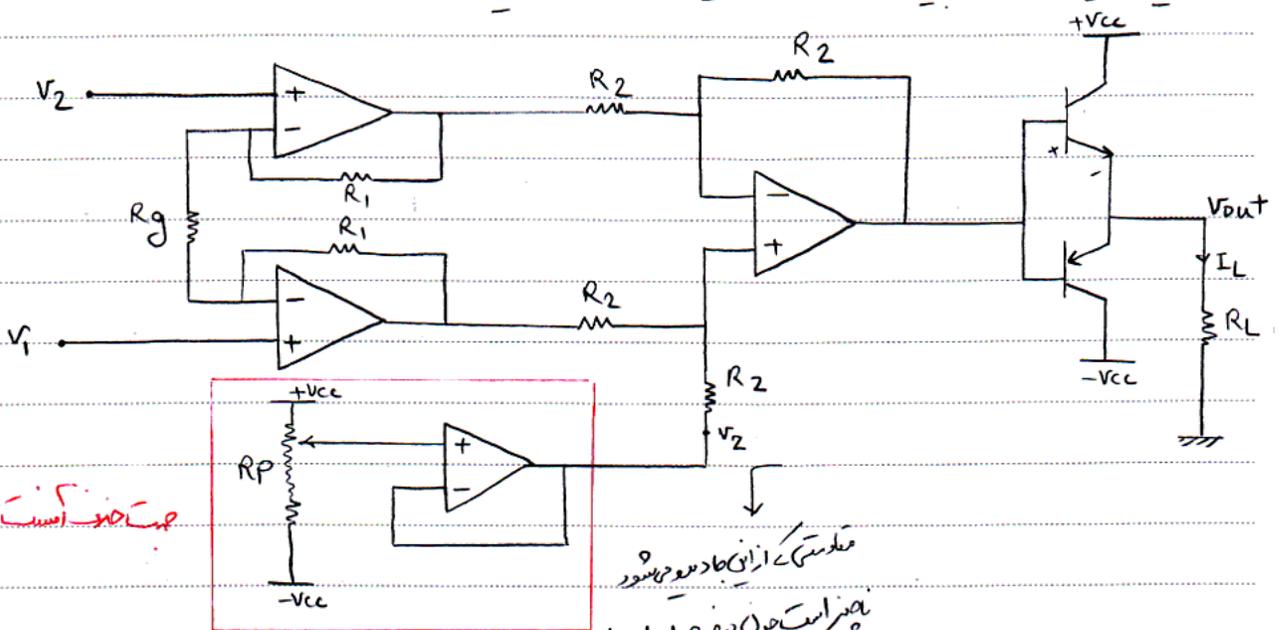
Q₁: نیم‌سخت روشن

Q₂: نیم‌سخت منور روشن

R کوچک است، چون جریانی زیاد است.

در مدار فوق جریان بار RL، β برابر است با جریان خروجی تقویت کننده عملیاتی می‌باشد.

توسیع بول و تقویت کننده از تقویت کننده عملیاتی استفاده می‌کنیم تا بتوانیم جریانی را زیاد کنیم.



توسیع بول است

مقدار R₂ از این جا بدو می‌شود
چون است جریانی در خروجی این است

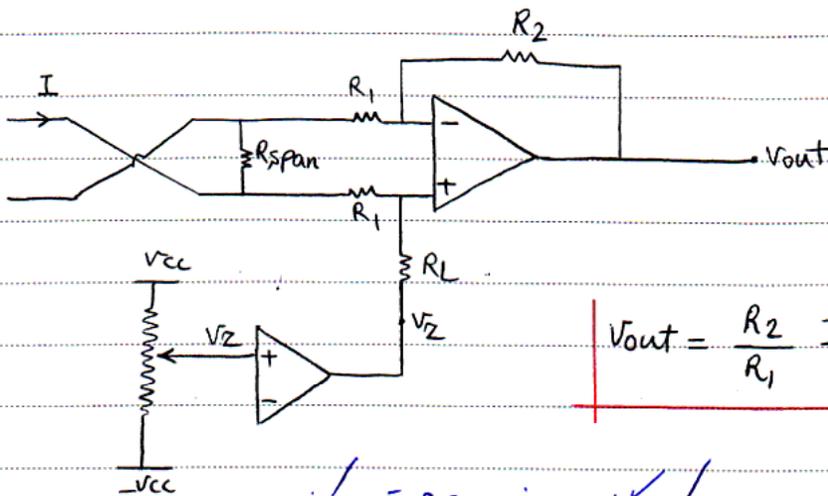
منابع و کتاب درسی و کتاب I.C. x TR100

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

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

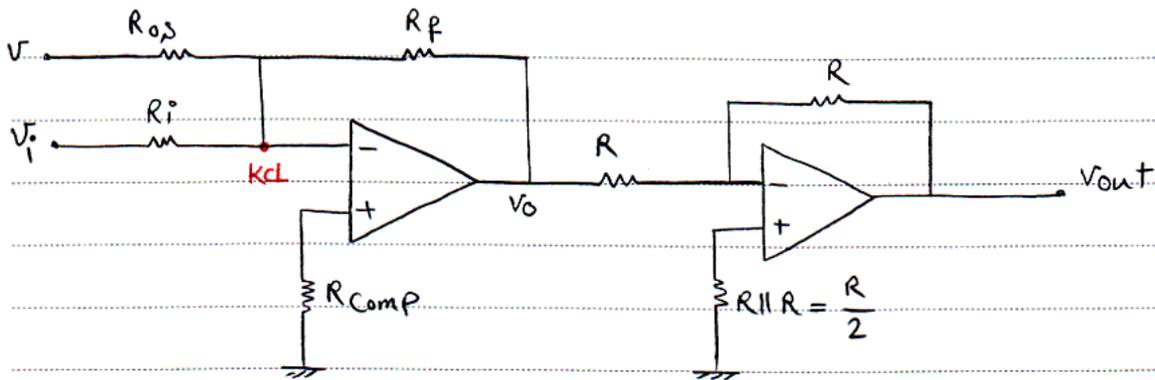
مدل‌های Zero - Span:

خروجی مدل‌ها به تعویق گفته که به صورت استاندارد نمی‌باشد و برای برداشتن لازم است به ماصله‌های استاندارد تبدیل

گردند. 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:



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

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

نشان می‌دهد که ولتاژ خروجی سنسور دمای 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 شد. دمای سنسور LM35 در

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

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

به ADC

$$\Rightarrow V_{out} = 2,5 V_i - 4,25$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 5 = 2,5 m + b \\ 0 = 1,7 m + b \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow m = \frac{5}{1} \quad , \quad b = -1,7 \times 2,5 = -4,25$$

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

$$R_f = 1k\Omega$$

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}
 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:

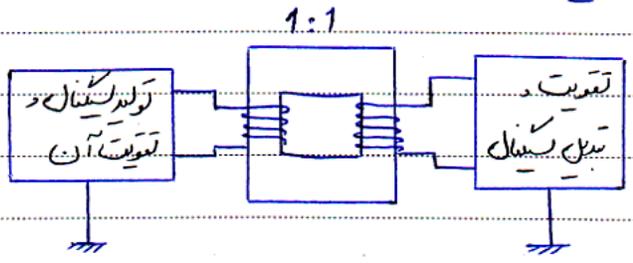
روشن جایی که آنتون برای تغویت سیگنال و ارسال آن تغویت کننده طایفه نسبت مهم ترین مساله ای می توانم طایفه تغویت کننده را

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

مدار ای تغویت به 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 لوری
- 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
 زمین طرف دوم از زمین طرف 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

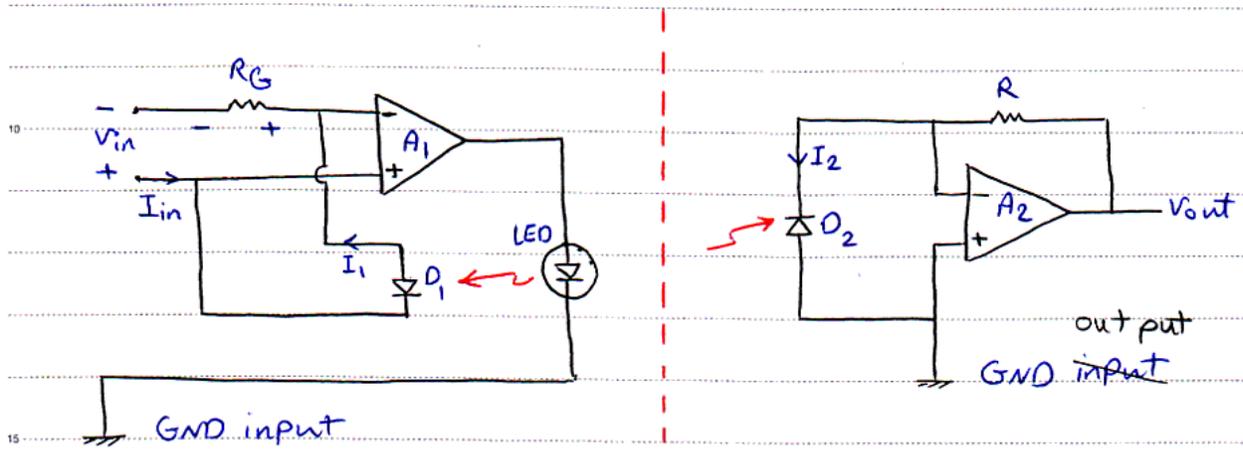
تهیه و تنظیم :

تعویف کننده اندرولر نویز:

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

می گردد یعنی طرف دوم مستقیم اندرولر نویز را از آن GND جدا از طرف اول خواص دارد و این باعث می گردد جلوی زمین نشدن

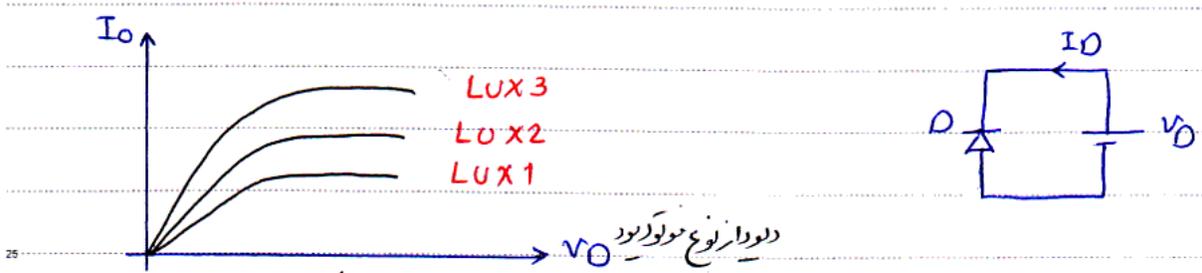
نگردد و نویز زیاد از سیستم اندازه گیری حذف شود. اینگونه تعویف کننده یکی از ولتاژ به دو مدار زمین کردن است که بوده



D_1 و D_2 می تواند بود (IR)

در ابتدا با وصل جریان I_{in} ، تعویف کننده به اشباع می رسد و در نتیجه LED روشن می شود. در نتیجه LED روشن می شود و D_1 و D_2

نورانی به فرستد. چون D_1 از نوع فتو دیود است با برخورد نور به آن از خود جریان عبور می دهد



با افزایش ولتاژ، جریان تعویف کننده در هر دو جهت جریان به ولتاژ وابسته نیست

در هر دو جهت نور جریان بسته می شود چون فتو دیود به نور در هر دو جهت

از آنجایی که فوروارد به D_1 و D_2 وابسته است لذا $I_1 = I_2$ می باشد

همچنین D_1 روشن می شود 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 می شود تقریباً اتصال کوتاه خواهد شد و چون I_2 به صورت زیر تعریف می شود:

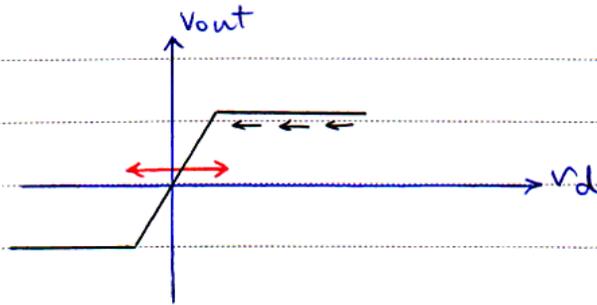
③ $I_2 = \frac{V_{out}}{R}$

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

برون افه زمین در مدار همان است V_{out} به V_{in} متناسب است

با ایجاد جریان I_1 ولتاژ زمین منفی زیاد می شود و اختلاف پتانسیل مثبت و منفی کم می شود و این باعث می شود که تقویت کننده

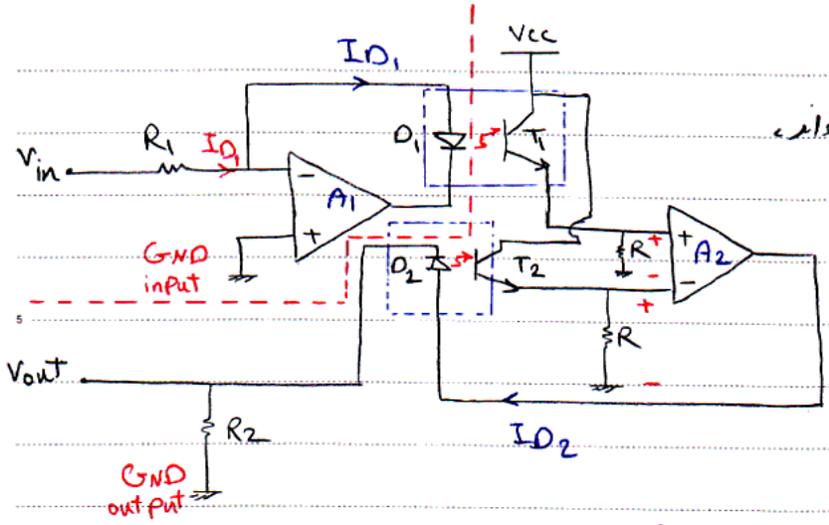
از اشباع خارج و وارد ناحیه خطی شود



در ناحیه خطی متناسب با V_{in} به D_1 و D_2 توری می باشد

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





GND دستمسی که با خط چین قرمز از هم جدا شده اند،

از هم جداست (در GND دارند)

عبارة اینکه ولتاژ بین منفر و بین مثبت در A2 برابر شد همانی که عبور می کنیم از D_1 و D_2 با هم برابر می باشد

$$I_{D1} = I_{D2} \quad I_{D1} = \frac{V_{in}}{R_1} \quad I_{D2} = \frac{V_{out}}{R_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_{out}}{R_2} = \frac{V_{in}}{R_1} \Rightarrow V_{out} = \frac{R_2}{R_1} V_{in}$$

مدل های DIA , A/D :

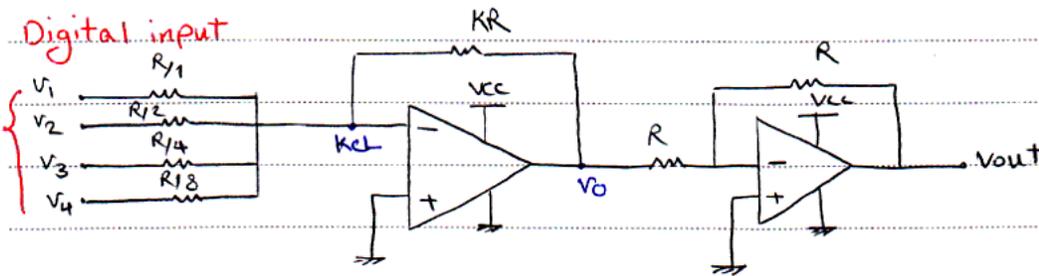
مدل های DIA : این مدل ها می توانند اطلاعات دیجیتال را به آنالوگ تبدیل کنند. مدل های DIA ، مدل های

و از این یک سیستم دیجیتال نظیر کامپیوتر یا زبان و اینتر 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 بگوئیم 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 : اعمال 5 ولت ، و معادل 0 ولت

$$\frac{V_1}{R} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_4} + \frac{V_4}{R_8} + \frac{V_0}{KR} = 0$$

$$\rightarrow V_0 = -K(8V_4 + 4V_3 + 2V_2 + 1V_1)$$

$$V_{out} = -V_0$$

$$\rightarrow V_{out} = K(8V_4 + 4V_3 + 2V_2 + 1V_1)$$

$$V_{out, max} = 15 = K(8 \times 5 + 4 \times 5 + 2 \times 5 + 1 \times 5)$$

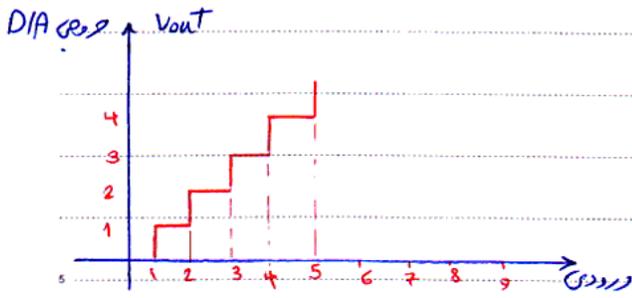
$$\rightarrow K = \frac{1}{5}$$

$$V_{out} = \frac{1}{5} (8V_4 + 4V_3 + 2V_2 + 1V_1)$$

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

عبارت منحصراً هر یک از بیت‌های ورودی CMOS را می‌توانیم به عنوان یک بیت در یک DAC ۴ بیتی استفاده کنیم و سطح ولتاژ ۱ ولت می‌باشد.

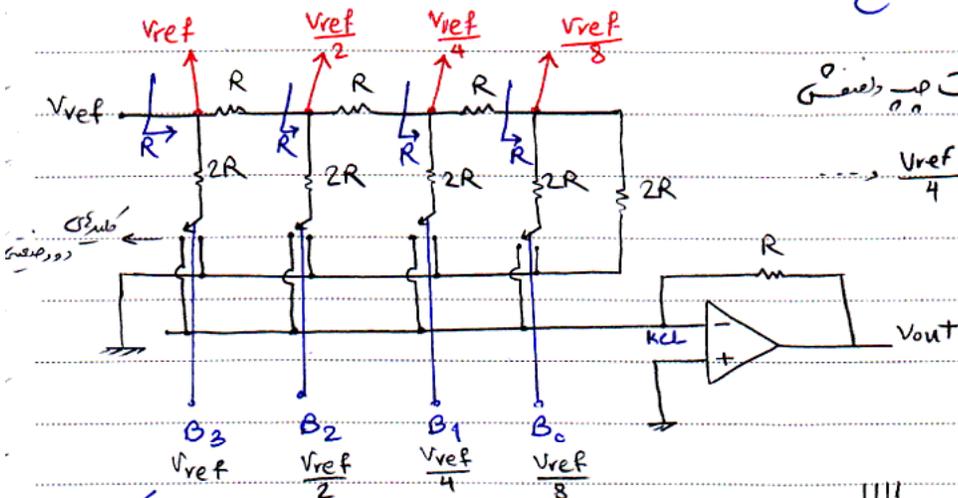
حوزه خروجی DAC حداکثر ۱۵ ولت باشد سطح ولتاژ آنالوگ را تعیین نماید.

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 ^{تبدلی} مدار است.

این مدل است. در مدار DIA از نوع R-2R فقط از دو مقاومت R و 2R استفاده شده است.



فک V_{ref} یعنی هر چند بیت هم داشته باشیم
سخت است پس همیشه $\frac{V_{ref}}{4}$ در

از بیت $B = B_3 B_2 B_1 B_0$ در یکسان
از صفر باشد برعکس.

$$KCL: \frac{V_{out}}{R} + \frac{V_{ref}}{8} B_0 + \frac{V_{ref}}{4} B_1 + \frac{V_{ref}}{2} B_2 + \frac{V_{ref}}{2R} B_3 = 0$$

$$\rightarrow V_{out} = -\frac{V_{ref}}{16} [2^3 B_3 + 2^2 B_2 + 2^1 B_1 + 2^0 B_0]$$

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} بر

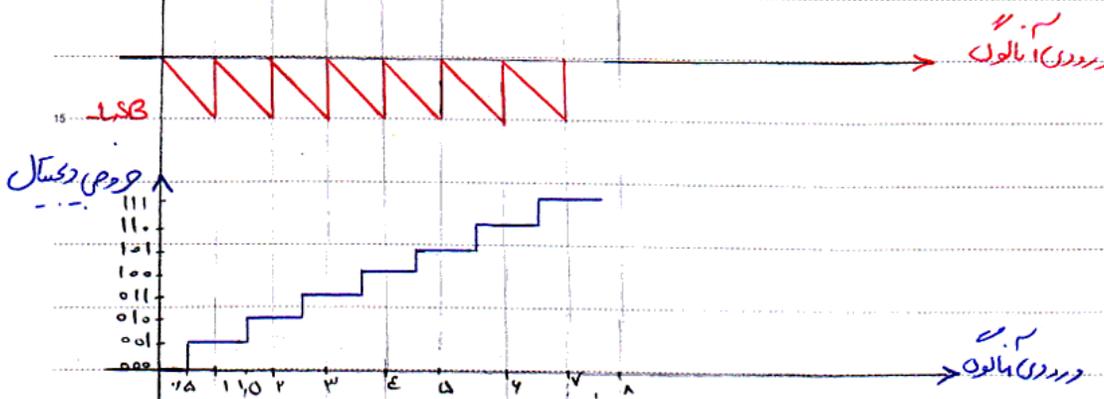
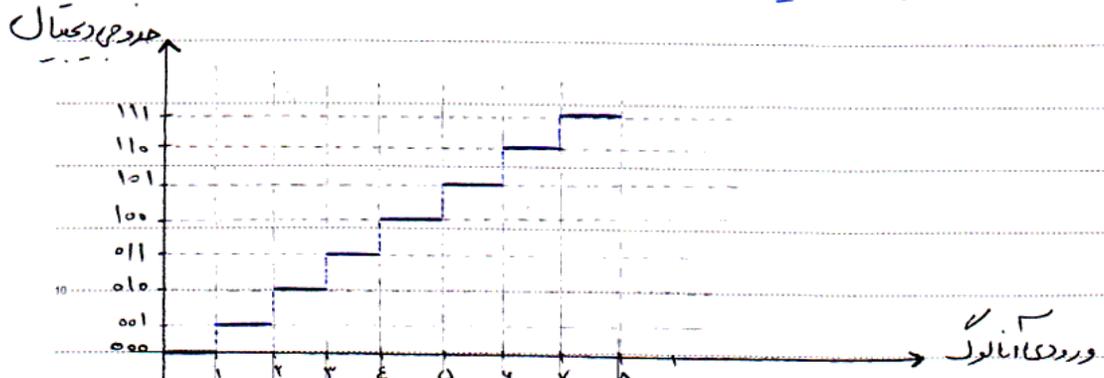
ولتاژ مطلوب در خروجی دست یافت. از IC هایی که از نوع R-2R برای تبدیل دیجیتال به آنالوگ

استفاده شده است MCI408 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

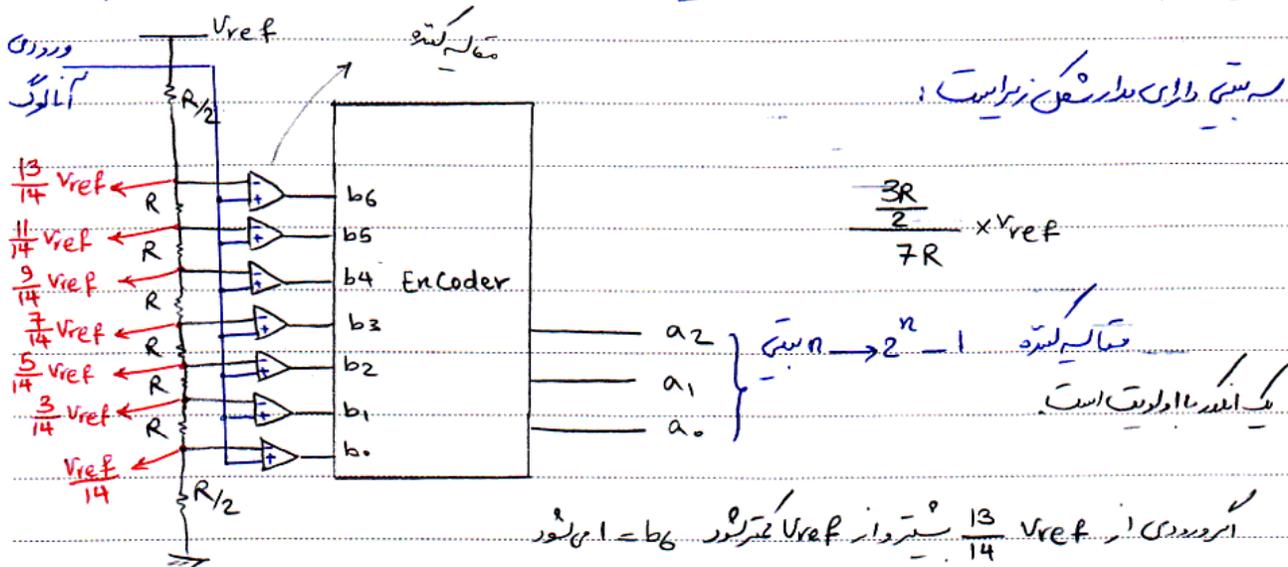
1/2 LSB می باشد. در مشخصه آن که به صورت زیر است :



همواره روشی برای تبدیل کد آنالوگ به دیجیتال وجود دارد. در ادامه چند نمونه از آن که رایجترین می باشد

(۱) روش مولتی با همزمانی :

این نوع تبدیل که از یک مقیاسی استاندارد می باشد، تعداد زیادی مقیاس گسسته و یک اندرین حدی تولید می شوند. به عنوان نمونه یک مدل



اگر ورودی از $\frac{13}{14} V_{ref}$ باشد و از V_{ref} کمتر شود $b_6 = 1$ می شود

یعنی $a_2 a_1 a_0 = 111$ می شود

اگر ورودی از $\frac{V_{ref}}{14}$ بیشتر و از $\frac{3}{14} V_{ref}$ هم کمتر و از $\frac{5}{14} V_{ref}$ کمتر باشد $b_1 = 1$ می شود و بقیه صفر می شود

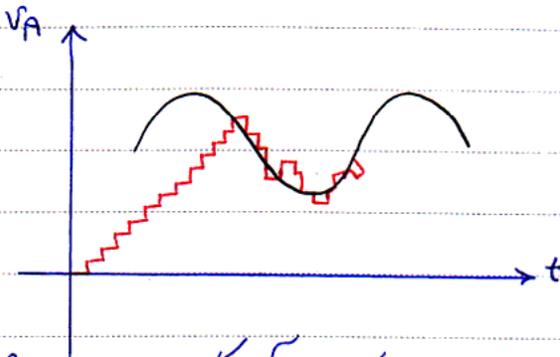
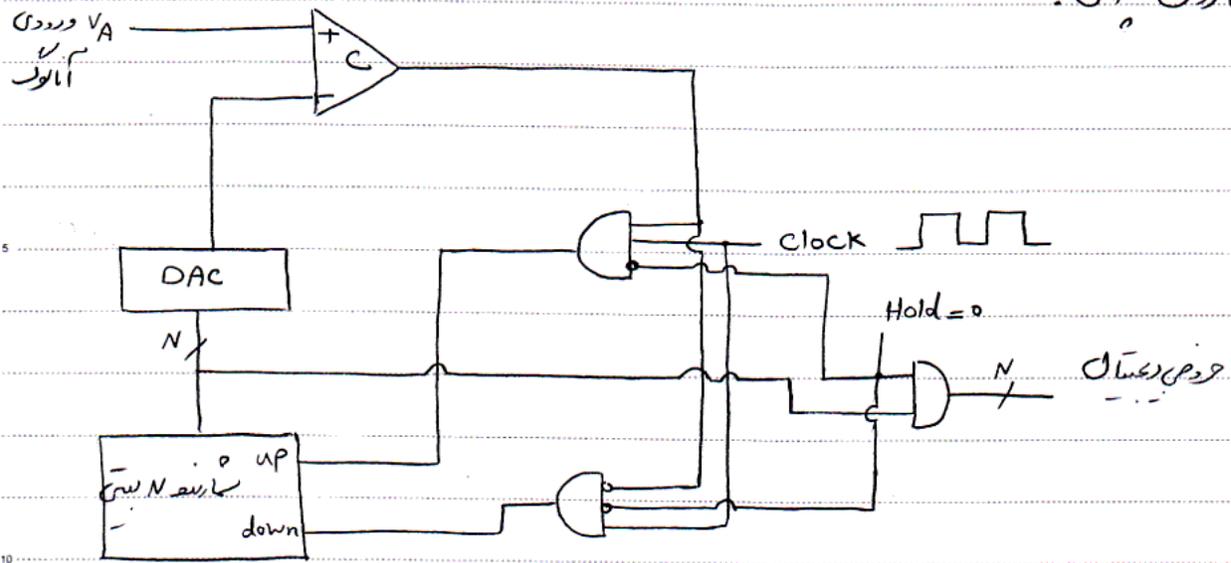
یعنی $a_2 a_1 a_0 = 010$

در این روش با افزایش تعداد بیت های خروجی، تعداد مقاسم گسسته بیشتر می شود. لذا اگر در آن به صورت

مدار مجتمع به علت پهنای باند و تعداد مقاسم گسسته که حداکثر ۹ یا ۱۰ بیتی می باشد. از برای هم این روش، سبب

مالی تبدیل آن است.

۲) روشن بیاوریم:



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

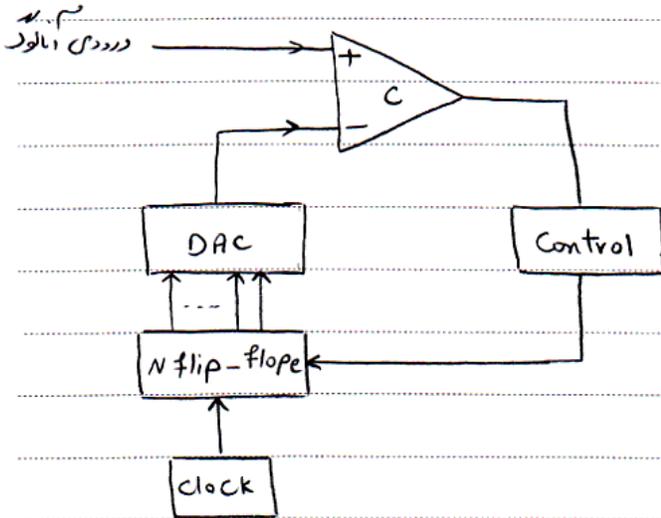
ولتاژ آنالوگ ورودی باشد ادامه می‌یابد. هرگاه خروجی DAC، 1 LSB کمتر از ورودی

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 شمارنده را بخوانیم که یک عدد حسابی متناسب با ولتاژ آنالوگ ورودی است.

ورودی است.

۳) روشن کردن خروجی سوالی:



یک مدل n بیتی با روشن کردن سوالی شامل n طبقه مدار است که توسط مدار کنترل، مقادیر خروجی 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.

مثال) فرض کنید مدل ADC به روشن کردن سوالی، ۴ بیت، وجود دارد. به ازای ولتاژ $V_A = 9.2V$ حاصل

تبدیل را بر سر کنید؟

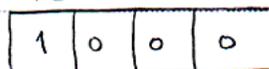
پایه: در ابتدای طبقه مدارها غیر از طبقه MSB خروجی دارند (یعنی MSB است)

$$\begin{matrix} \text{MSB} \\ \boxed{1} \quad \boxed{0} \quad \boxed{0} \quad \boxed{0} \end{matrix} = 8$$

$V_A = 9.2V$

$N = 4$

MSB



$V_{DAC} < V_A$



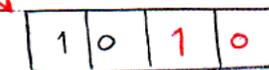
$V_{DAC} > V_A$



$V_{DAC} > V_A$



$V_{DAC} < V_A$



حاصل شده : 1010

$V_{DAC} = 8 \leftarrow 1000$

$V_{DAC} > V_A$

$V_{DAC} = 4 \leftarrow 0100$

$V_{DAC} < V_A$

$V_{DAC} = 6 \leftarrow 0110$

$V_{DAC} > V_A$

0101

$V_{DAC} < V_A$

0110

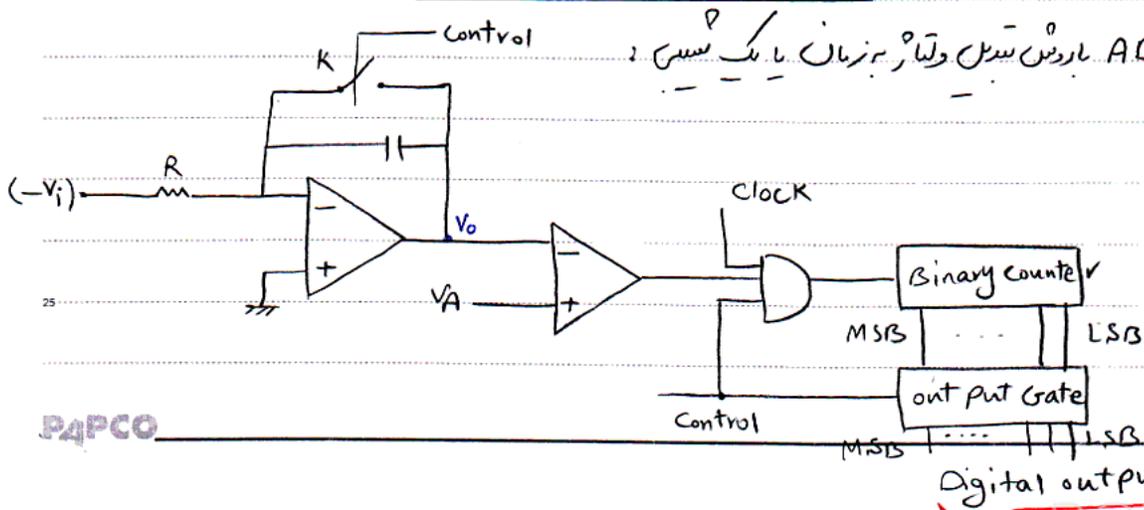
مان (مان) همان مان سه برابری $V_A = 5.3V$

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 :

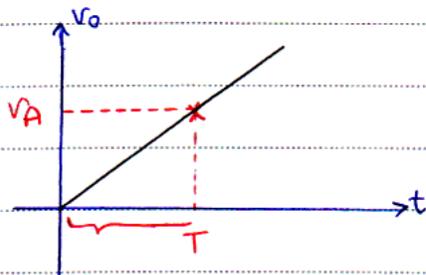


در این روش از یک ولتاژ وضع V_i - استرالی گرفته می‌شود که به صورت یک تابع سینوسی با فرکانس f_i و دامنه V_i قرار می‌گیرد.

با ولتاژ آنالوگ درودی V_A معکوس می‌گردد و خروجی حاصل فرکانس f_o و دامنه V_o ولتاژ خروجی استرالی می‌باشد که آن نیز سینوسی است.

طراحی مقصود می‌شود و لذا کمیت AND اجزای ورودی در مدار یکسان باشد. مقدار V_A نیز

از ولتاژ خروجی استرالی می‌باشد. در این حالت روابط زیر برای این مدار برقرار است.



$$V_o = \frac{1}{RC} \int_0^t V_i dt = \frac{V_i}{RC} t \quad \left. \begin{array}{l} \text{خطی} \\ \text{برابر} \end{array} \right\} t=T$$

$V_A = V_o$

دوره تناوب clock مقدار استرالی

$$t=T \rightarrow V_A = \frac{V_o}{RC} T \quad T = N \cdot T_{clock}$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{V_o}{RC} N \cdot T_{clock} = \frac{V_i}{RC} \frac{N}{f_{clock}}$$

$$\Rightarrow N = \frac{RC V_A f_{clock}}{V_i} \rightarrow V_A$$

مقدار استرالی معادل ولتاژ آنالوگ

مقدار DIA, AID

نکته: خروجی مدارهای با نسبت با ورودی‌های ما است دقیقاً برابر 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